

GCCCE 2023

第 27 届全球华人计算机教育应用大会

THE 27TH GLOBAL CHINESE CONFERENCE
ON COMPUTERS IN EDUCATION

2023 年 5 月 27 日 - 5 月 31 日

MAY 27 - MAY 31, 2023

中国 北京 | 北京师范大学 (昌平校区)

BEIJING, CHINA | BEIJING NORMAL
UNIVERSITY (CHANGPING CAMPUS)



北京師範大學
BEIJING NORMAL UNIVERSITY



GCCCE2023



大会论文集
(中文论文)

MAIN CONFERENCE PROCEEDINGS
(CHINESE PAPER)

ISBN: 978-986-983-998-3

ISSN: 3005-3218



出 版 者:全球華人計算機教育應用學會

書 名: 第 27 屆全球華人計算機教育應用大會大會論文集(中文論文)

作 者: 施如齡、江波、李閔憲、殷成久、孫丹兒、盧宇

出版年月: 2023 年 6 月

版 次 :初版

I S B N : 978-986-983-998-3 (PDF)

I S S N : 3005-3218

第 27 届全球华人计算机教育应用大会
The 27th Global Chinese Conference on Computers in Education

GCCCE 2023 大会论文集 (中文论文)

GCCCE 2023 Main Conference Proceedings

(Chinese Paper)

主编 Editors

施如龄 台湾中央大学

Ju-Ling Shih, Taiwan Central University

江波 华东师范大学

Bo Jiang, East China Normal University

李旻宪 台湾师范大学

Minhsien Lee, National Taiwan Normal University

殷成久 九州大学 (日本)

Chengjiu Yin, Kyushu University, Japan

孙丹儿 香港教育大学

Daner Sun, The Education University of Hong Kong

卢宇 北京师范大学

Yu Lu, Beijing Normal University

副主编 （依中文姓名笔画顺序排列）
Associate Editors (in Stroke orders):

马志强 江南大学
Zhiqiang Ma, Jiangnan University

蔡 苏 北京师范大学
Su Cai, Beijing Normal University

陈志洪 台湾师范大学
Zhi-Hong Chen, National Taiwan Normal University

林宗进 台湾师范大学
Tzung-Jin Lin, National Taiwan Normal University

陈维超 贝勒医学院（美国）
Weichao Chen, Baylor College of Medicine, America

谢浩然 岭南大学
Haoran Xie, Lingnan University

张琪 淮北师范大学
Qi Zhang, Huaibei Normal University

吴声毅 台湾屏东大学
Sheng-Yi Wu, National Pingtung University of Education

丁继红 海南大学
Jihong Ding, Hainan University

责任编辑 Executive Editors:

陆怡婕 华东师范大学

Yijie Lu, East China Normal University

刘雅琳 华东师范大学

Yalin liu, East China Normal University

丁莹雯 华东师范大学

Yingwen Ding Lu, East China Normal University

贺浏星 华东师范大学

Liuxing He, East China Normal University

目录 Table of Contents

一、 序言 Message from the Organizer	XII
二、 大会组织 Organization	XV
三、 主旨演讲 Keynotes	XVIII

主会议 Main Conference

C1: 学习科学与计算机支持协作学习

近 10 年计算机支持下的论证式协作学习研究文献回顾	1
基於反思實踐的 ICRA 行動翻轉學習模式對羽球技能與反思表現之影響	4
基于机器学习的在线协作学习参与边缘者识别效果评估研究	11
如何将结对编程应用于中小学编程教学?	19
我国学习支架研究现状及展望—基于 CiteSpace 的文献可视化分析	24
基于论证图的在线辩论活动对大学生批判性思维影响的研究	28
智慧教室环境下大学生学习体验与学习投入关系研究——自我效能感的中介作用	35
共享调节学习视域下小组协作群体感知分析框架构建	42
基于慕课讨论区的学习者情感体验分析	44
社会共享调节对学习效果的影响研究——基于 56 项实验的元分析	48
数字化学习环境中自我解释策略实证研究综述	55
同伴反馈对大学生可视化协作笔记的影响研究	59
大学生在线学习资源利用现状调查及对策分析	67
CSCL 应用角色承担讨论支架提升学生知识建构水平的案例研究	71
教育数字化转型下的 Hyflex 教学模式：内涵特征与教学设计	76
小学协作编程中基于有效失败理论的协作脚本设计与应用研究	78
面向深度交互的视频反馈设计：基于国际文献的系统综述	87
面向思维发展的表现性评价模型——以计算思维的表现性评价为例	89
面向计算思维培养的小学编程课结对编程的策略研究	97
智能教学系统的可用性评价研究综述	104

C2: 移动、泛在与情境化学习

情境感知学习实证研究综述——基于 2012-2022 年 WOS 文献分析	108
幼兒美感教育之數位繪本探究計畫-設計一本《別忘了抬頭》數位美感繪本為例	112
元宇宙视域下虚实融合的文科类教学活动设计研究——以《登江中孤屿》古诗为例	116
具置身辨識的共時多情境學習系統	124
虚拟现实技术应用于外语协作学习的研究综述（2012——2022 年）	132
数字化视域下大学生在线协作学习适应的提升策略研究	136
聊天機器人結合擴增實境對大專院校學生科學學習自我效能之影響：以科學模擬實驗為例	140
教學影片中虛擬角色對幼兒學習影響之研究	148
先備知識與認知負荷對於適地性遊戲學習影響之研究	156
基于互动化绘本阅读的小学生测评服务平台的设计与开发	164
教育新生态下的儿童沉浸式空间 XR 研学应用	168

C3: 悦趣化学习、教育游戏与数字玩具

数字游戏测评的评估模型建构与策略水平研究——以“推箱子”为例	170
大學生對於社會性科學議題之探究能力分析	174
議題遊戲之外交策略行為探討	182
教育游戏叙事设计、开发与应用研究	190
国内近二十年游戏化教学研究现状的可视化分析	198
設計利用互賴機制建立長期關係的寵物機器人以提升學習成效	201
以情境化數位遊戲提升學生執行功能：抑制與轉換	209
游戏积分元素促进视频学习的机制与路径	214
不同游戏化程度的教学视频对在线学习的影响研究	222
一款運用虛擬化身、自我調節理論與拳頭測量法促進健康飲食的手機 APP	230
针对口头文学类非遗“沪谚”的在线数字游戏设计	234
自然音程的 3D 虚拟世界学习环境构建	249
基于 CiteSpace 的悦趣化学习研究现状可视化分析	253
中国游戏化学习研究的二十年嬗变：现状、热点与趋势——基于文献计量分析法	255
面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式研究	263
游戏化教学下教育游戏的设计策略研究	267
基于体验式学习的心理健康科普游戏设计实践与研究	271
遊戲說書：透過設計互動故事情節以促進學生數位敘事發展	275

C4: 高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展

教师智能教育素养模型及发展策略研究	282
国内高职院校产教融合研究的可视化分析	290
交互式在线同伴评价对师范生的信息化教学设计能力和高阶思维的影响研究	295
教师专业发展的新样态	303
人工智能助推教师专业发展研修活动的设计研究	305
微课资源设计与开发——以“学习环境设计”为例	313
智能时代乡村教师专业发展的需求与促进策略——基于扎根理论的研究	315
大学生学习兴趣与自我效能感对在线学习参与度的影响研究	322
“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”助力 OMO 教学模式发展路径研究	330
大学生设计素养的现状调查与对策探索	334
“双转型”时期开放大学教师数字化转型素养框架构建	342
数据驱动在线教学决策模型构建	346
多模态英语演讲教学与评估平台的设计与研发	350
面向在校师范生教育技术能力调查与启示——基于 F 大学师范生的问卷调查	356
数据挖掘下信息技术教师岗位分析	360
基于“一师一课”活动的中小学教师专业发展策略研究	364
我国教师专业发展影响因素研究：现状、热点与趋势	371
大学生数字化学习能力对学业发展的影响研究	375
近十年技术支持的教师专业发展研究的热点和趋势——基于 CiteSpace 的可视化分析	383
CoP 视域下中小学教师网络学习社群的群体动力特征研究	391
面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式构建	399

C5: 技术增强语言与人文学科学习

後疫情時代下幼兒英語字母書寫學習之探討-設計一款書寫 ABC 之數位遊戲	406
社会性交互读写对小学生数字阅读成效的影响	414
信息技术与中小学语文学科教学整合研究知识图谱分析与展望	422
基於情境學習之學習管家對話機器人	430
調查好奇問模式對學生在寫作前想法產生的影響	438
数字时代高中语文“跨媒介阅读与交流”教学研究	440
基于智能英语教学系统的高等教育外语词汇教学实践研究	444
探討高中生運用 Trello 平台以專題式學習進行英文自律學習成效	448

書本討論模式：透過說故事來促進閱讀理解	452
不同英语水平学生基于自动批改写作反馈的作文修改过程研究	456
智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂模式构建	464
大学生英语写作互评中的意见分歧研究	468
C6: 人工智能教育应用及实践、智慧学习环境	
融入劳动教育理念的小学人工智能课程实施路径——以“智慧农业”课程为例	470
“农村娃”也能玩转人工智能：农村小学人工智能教育的“青小路径”	475
面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的设计与开发	481
基于学生-问题关联的异构图知识追踪模型	489
國小學童在一對一數位學習下專注力發展現況之初探	499
“双减”背景下，基于智慧平台对中学生个性化学习策略的探究	504
文本挖掘下国内人工智能教育政策分析	508
智能技术赋能教育评价改革——研究热点、现状探析	512
以 DAS3H 模型於英文學習適應性間隔複習學習系統初探	516
基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究：框架、路径与挑战	520
数字孪生在中国教育中的应用——基于 CiteSpace 的可视化分析	528
基于 BlazePose 的学生体育测试智能评测系统的设计	532
中小学人工智能课程内容域现状与启示	540
智能技术促进教育评价国际研究热点分析——基于社会网络分析方法	547
基于人工智能的视频教学资源设计与应用——以数字播报人为例	555
我国教育机器人应用研究现状——基于 CiteSpace 知识图谱可视化分析	559
人工智能教学应用研究综述	563
学科能力驱动的试题难度自动计算模型构建研究	567
国际视野下人工智能教育应用研究热点与趋势——基于知识图谱的对比分析	576
算法信任：智能教学系统中人机合作的关键问题	585
课堂言语行为分析的研究综述	593
基于项目式学习的人工智能伦理课程设计研究——以“信息茧房”课程为例	601
基于“可逆尝试状态”的知识追踪模型研究	609
人机协作教学中的教师算法信任	617
人工智能助力乡村教师精准教研的实践探索——以甘肃三县为例	625
人工智能技术应用于语言学习的文献综述研究	632

教师课堂教学非言语行为分析研究进展	636
基于活动理论的小学阶段人工智能课程实践探究——以《决策树》为例	644
基于 MetaTutor 支持的自我调节学习的实验研究分析	648
信息技术职前教师智能教育素养量表的编制研究	652
国内外人工智能基础教育应用研究综述——基于 VOSviewer 的对比分析	660
基于脑电信号的数字化学习用户体验评测研究	667
C7: 学习分析与学习评估	
基于 LSA 法的小学数学智慧课堂教学行为事理图谱构建与分析	672
学习分析仪表盘感知方式对自我调节学习的影响研究	680
微观发生法的缘起、局限与突破	688
運用從眾效應於即時回饋系統以提升學生課堂互動及刺激思考	696
SVVR 与智能反馈的融合教学对学生英文写作的影响研究	704
教育领域增值评价的国际化进程：热点、趋势、前沿	712
国际视野下的多模态学习分析动态与前沿：基于知识图谱视角	719
多媒体课件中事实性知识与插图的眼动研究	726
基于多模态数据因果分析的深度学习评测系统优化策略	734
cMOOC 学习者协作规律研究：基于社会网络与概念网络的整合分析	738
混合式学习环境下技术接受度对学习满意度的影响机制研究：序列中介模型	746
学习分析视角下自我调节学习模型构建研究	754
六项思考帽促进师范生教学设计学习中创造力的学习分析研究	761
异步在线讨论自适应干预的研究进展及展望	765
融合视觉健康的在线学习者认知分析方法研究——基于眼动和脑电数据的协同	767
在线课程论坛数据中认知与情感发展的交互研究——基于文本语义潜在分析的方法	771
多模态学习分析研究领域的现状、热点、趋势——基于 Citespace 知识图谱软件的量化研究	775
参与式可视化学习分析：让学生参与分析过程	782
基于文本挖掘的在线异步讨论交互水平及影响因素研究	786
自适应学习系统的动力学模型研究	793
中小学教师数据素养影响因素模型构建及实证研究——以新疆自治区为例	799
课后疑问怎么答？在线情境下师生一对一同步答疑策略分析研究	803
基于 AHP 的在线学习者兴趣偏好画像的构建与研究	811
基于学习者自我报告的疫情期间在线学习体验研究	815

智能技术赋能教育评价的研究热点、趋势与启示	822
基于社会网络分析的在线学习交互特征研究	829
基于学习分析的形成性反馈对小组协作论证效果及交互关系的影响研究	833
面向物理学科的中学生数学运算能力诊断模型及应用研究	840
数据挖掘流程中数据素养的研究——基于 Nvivo 的内容分析法	848
C8: STEM 与创客教育	
在 STEM 程式教育中探討學生的學習表現	852
STEAM 教育赋能学习方式数字化转型*	853
计算思维和音乐的跨学科培养——音乐辅助学习软件的设计与开发	856
STEM 课程开发的现存问题及开发所需保障——基于某中学“手机中的传感技术”STEM 课程的分析	862
我国 STEAM 教育相关研究的时空变化与热点演变——基于 VOSviewer 的可视化分析	869
跨学科融合视角下高中生创新能力培养的的教学活动探究——以创客课程《安全小超人》为例	876
STEAM 教育教具與教材在國小推動的困境與突破	880
STEM 教育理念下初中人工智能教学模型构建及实践	882
国际不插电计算机科学活动应用研究——基于系统性文献综述	884
非電腦科學相關科系之編程教學實踐-以專題式學習為例	893
基于项目式学习的小学 STEAM 课程设计	901
互動大屏 STEAM 教學：以 K-12 科技領域增能課程為例	905
创客教育中存在的问题与挑战——基于全国 66 所小学专项调研的思考	909
基于创客教育的高中开源硬件项目教学实践研究	916
虛擬 STEAM 教育玩中學—以密室逃生主題 VR 教材為例	920
项目式学习理念下 STEAM 学习活动设计框架建构	924
虛擬實境對國中理化實驗課程之學習滿意度及實用性研究初探	926
混合式教学在中小学博物馆教育中的应用研究探索	931
遊戲式虛擬實境導覽教材輔助小學生文化課程教育之研究	935
結合數位轉型的戲劇式學習與建立當責文化來提升在機器人教育的學習成效	937
C9: 教育技术创新、政策与实践	
OMO 中大学生自我认知、学习动机和自我效能感之间的关系研究	945
中小学教师空间应用现状及提升策略	952
臺灣北部一所幼兒園遠距課程之設計	955
基于 SOLO 分类理论的翻转课堂教学模式设计	958

智能学习平台助力线上体育作业：解决路径及优势	960
XR 在高校学生专业课程学习中的应用——基于 WoS 的文献计量分析	964
师范生“研训式”课程模式的设计与实施——以现代教育技术课程为例	971
游戏化编程学习方法对中学生学习效果的影响	979
数字化转型下课堂教学策略与技术集成效果研究——基于 T3 框架的中小学案例分析	986
“信息化领导力”与“网络学习空间”双向赋能学校高质量发展的现状与对策	994
教育技术领域中的开发研究：历史、现状和趋势	1002
基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統用於增進學習成效	1010
课程思政融入师范类院校现代教育技术公共课的策略研究	1018
國中線上數位信趣數學平台之設計與評估	1022
教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式的构建	1024
当前学校教育信息化重点建设任务——基于改进 LDA 模型的规划文本分析	1030
模式与模型之辨：基于教育技术学领域近 30 年文献研究	1038
基于联通主义学习理论的在线开放课程设计与运营方法研究	1042
信趣數學：透過合作解題與教中學影片創製增進學生數學自信心與興趣	1050
建構自然獲取英文對話學習活動以提升國小學生的口說能力	1058
数据驱动的个性化教学对学习成效影响的元分析	1064

一、序言 Message from the Organizer

全球华人计算机教育应用大会 (Global Chinese Conference on Computers in Education, GCCCE) 是全球华人计算机教育应用学会 (Global Chinese Society for Computers in Education, GCSCE) 主办的国际学术会议。GCCCE 大会汇聚世界各地教育政策制定者、学者、教育工作者、校长及一线教师, 互相交流与分享有关计算机教育应用的最新研究工作与成果。会议议程包括主旨演讲、论文报告、工作坊、博士生论坛、中小学教师论坛与企业参展等。

第 27 届全球华人计算机教育应用大会 (GCCCE 2023) 将于 2023 年 5 月 27 日至 5 月 31 日由北京师范大学承办。本届大会的主题为**人机互联: 未来智能教育 (Bridging Human and Machine: Future Education with Intelligence)**。

GCCCE 2023 大会包含 10 个会议主题:

- **C1 学习科学与计算机支持协作学习**
Learning Sciences & Computer-Supported Collaborative Learning
- **C2 移动、泛在与情境化学习**
Mobile, Ubiquitous & Contextual Learning
- **C3 悦趣化学习、教育游戏与数字玩具**
Joyful Learning, Educational Games & Digital Toys
- **C4 高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展**
Technology in Higher Education & Adult Learning, and Teachers' Professional Development
- **C5 技术增强语言与人文学科学习**
Technology-Enhanced Language and Humanities Learning
- **C6 智能教育应用、智能学习环境**
Artificial Intelligence in Education & Smart Learning Environments
- **C7 学习分析与学习评估**
Learning Analytics & Assessments
- **C8 STEM 与创客教育**
STEM & Maker Education
- **C9 教育技术创新、政策与实践**
Educational Technology: Innovations, Policies & Practice
- **EPT 英文论文分会**
English Paper Track

各子会议均设有主席、副主席、委员, 个别子会议另外设置了评审委员以及顾问。GCCCE 2023 面向全球华人征稿, 本届会议共收到 675 位作者的 384 篇投稿。这些论文投稿来自中国大陆、香港、澳门、台湾、日本、新加坡、美国等 8 个国家和地区。

所有论文首先分配给至少 3 位委员进行初步审阅, 初步审阅的结果再由相关子会议主席与副主席进行复议后才确认最终的论文审阅工作, 经过这样严格的论文评审过程, 本届会议各子会议最终录取共 278

篇论文（见下表），录用率 74.7%。并推荐了 7 篇最佳中文论文、4 篇最佳技术设计论文和 6 篇优秀学生论文、5 篇最佳英文论文参与优秀论文评选。

	投稿	录用总数	长文	短文	海报
C1	31	22	9	7	6
C2	17	12	5	5	2
C3	39	33	10	15	8
C4	35	27	16	7	4
C5	16	12	5	5	2
C6	59	40	22	14	4
C7	43	38	20	13	5
C8	43	34	13	13	8
C9	34	28	13	7	8
EPT	43	32	16	10	6
小计	372	278	129	96	53

除各子会议外，跟往届大会一样，大会还设有教师论坛。本届大会共收录了来自中国大陆及港台地区的教师论文 48 篇，并推荐了 8 篇优秀教师论坛论文参与最后的优秀论文评选。

本届会议邀请了浙江大学吴飞教授、印第安纳大学 Curtis J. Bonk 教授、台湾中央大学施如龄教授、香港大学王敏红教授等四位业界学界的专家学者为我们做四场主旨演讲。同时，本届大会与 The 2nd International Conference on Future Language Learning (ICFULL 2023) 同期举办，两个大会共享的主旨演讲。本次大会的 6 场主旨演讲分别为：

- **主旨报告 1: AI+X to boost interdisciplinary research and foster talents**
报告人: 吴飞, 计算机科学与技术学院, 浙江大学
- **主旨报告 2: AI-Supported Apps in Educational Gerontology**
报告人: 顾曰国, 北京外国语大学
- **主旨报告 3: Time to Wake Up from Our Innovative Learning Dreams and Make Smarter Learning a Reality**
报告人: Curtis J. Bonk, School of Education, Indiana University
- **主旨报告 4: 性格、行为、策略: 复合式台湾学习游戏的跨域性与动态性**
报告人: 施如龄, 网络学习科技研究所, 中央大学
- **主旨报告 5: Digital Citizenship Education through Virtual Exchange**
报告人: Prof. Mirjam HAUCK, Open University
- **主旨报告 6: Integrating Human Knowledge and Machine Intelligence in Education**
报告人: Maggie Minhong Wang, Faculty of Education, The University of HongKong

本届大会共设立 8 个工作坊，最终收录论文 56 篇，分别为：

- (工作坊 1) 迎接“元宇宙”的世代，如何融入新科技于教学
- (工作坊 2) 知识建构与教育数字化转型
- (工作坊 3) 学习投入与学习行为建模

- (工作坊 4) 創新互動回饋科技提升學習動機
- (工作坊 5) 学习科学与游戏化学习
- (工作坊 6) 计算机支持的个性化和协作学习
- (工作坊 7) 新兴技术支持的协作学习设计与评价
- (工作坊 8) 第五屆「親身體驗，好就用」：遊戲式 / 遊戲化與教育玩具

另外，本届大会还将举办两场何克抗线上纪念活动、一场研讨会和博士生论坛。

大会谨此向协作本届会议召开的所有人员致谢。我们衷心地感谢各子会议的主席、副主席、议程委员会委员，以及各组委会成员在会议筹备期间的帮助，并特别感谢大会主席的指导和支持会议统筹工作。

我们衷心希望大家能够享受 GCCCE 2023 的大会活动，并能从中得到丰富的启发。

施如齡 台湾中央大学
大会主席

江波 华东师范大学
议程委员会主席

卢宇 北京师范大学
组织委员会主席

二、 大会组织 Organization

主办单位 Organizer:

全球华人计算机教育应用学会

Global Chinese Society for Computers in Education (GCSCE)

承办单位 Host:

北京师范大学 Beijing Normal University

大会主席 Conference Chair:

施如龄 台湾中央大学

大会顾问 Consultants:

黄荣怀 北京师范大学

余胜泉 北京师范大学

武法提 北京师范大学

国际议程协调主席 International Program Coordination Chair:

江 波 华东师范大学

国际议程协调副主席 International Program Coordination Co-Chairs:

李旻宪 台湾师范大学

殷成久 九州大学 (日本)

孙丹儿 香港教育大学

组织委员会主席 Local Organizing Chair:

卢 宇 北京师范大学

组织委员会秘书 Secretary of the Organizational Committee:

李晓琴 北京师范大学

宋佳宸 北京师范大学

组织委员会成员 Members of the Organizational Committee:

马 宁 北京师范大学

吴 娟 北京师范大学

陈 玲 北京师范大学

王 琦 北京外国语大学

姜婷婷 北京师范大学

冀林林 北京师范大学

张雯婷 北京师范大学

夏雪莹 辽宁师范大学

徐 琪 北京师范大学

中小学教师论坛主席 K-12 Teachers Forum Chairs:

陈秋荣 台湾嘉义大学
王其云 新加坡南洋理工大学
孙丹儿 香港教育大学
刘 妍 上海交通大学

中小学教师论坛副主席 K-12 Teachers Forum Co-Chairs:

金伟明 香港计算机教育学会
文可为 东华三院郭一苇中学
王 雪 天津师范大学

工作坊主席 Workshop Coordination Chairs:

郑年亨 台北医学大学
刘迎春 浙江工业大学

博士生论坛主席 Doctoral Forum Chair:

林惠民 香港教育大学

博士生论坛副主席 Doctoral Forum Co-Chairs:

骈 扬 北京师范大学
张若菲 香港教育大学

子会议议程委员会 Sub-Conference Program Committees

C1: 学习科学与计算机支持协作学习

Learning Sciences & Computer-Supported Collaborative Learning

执行主席 Executive Chair:

马志强 江南大学

副主席 Co-Chairs:

涂芸芳 天主教辅仁大学
杨伟鹏 香港教育大学
杨玉芹 华中师范大学

C2: 移动、泛在与情境化学习

Mobile, Ubiquitous & Contextual Learning

执行主席 Executive Chair:

蔡 苏 北京师范大学

副主席 Co-Chairs:

郑琨鸿 中兴大学
詹 颖 香港教育大学
王 旭 密歇根大学
朱高侠 南洋理工大学

C3: 悦趣化学习、教育游戏与数字玩具

Joyful Learning, Educational Games & Digital Toys

执行主席 Executive Chair:

陈志洪 台湾师范大学

副主席 Co-Chairs:

朱志明 宜兰大学

尚俊杰 北京大学

赵建丰 香港中文大学

C4: 高等教育与成人学习的技术应用、教师专业发展

Technology in Higher Education & Adult Learning, and Teachers' Professional Development

执行主席 Executive Chair:

林宗进 台湾师范大学

副主席 Co-Chairs:

瞿雪松 浙江大学

熊西蓓 广西师范大学

李良一 台湾师范大学

C5: 技术增强语言与人文学科学习

Technology-Enhanced Language and Humanities Learning

执行主席 Executive Chair:

陈维超 贝勒医学院

副主席 Co-Chairs:

陈真真 北京邮电大学

韩艳辉 国家开放大学

邹 斌 西交利物浦大学

林美宏 台北医学大学

黄德铭 香港都会大学

C6: 人工智能教育应用及实践、智慧学习环境

Artificial Intelligence in Education & Smart Learning Environments

执行主席 Executive Chair:

谢浩然 岭南大学

副主席 Co-Chairs:

陈鹏鹤 北京师范大学

黄德霖 道格拉斯学院

陈协玲 香港教育大学

C7: 学习分析与学习评估

Learning Analytics & Assessments

执行主席 Executive Chair:

张 琪 淮北师范大学

副主席 Co-Chairs:

武法提 北京师范大学

穆 肃 华南师范大学

陈高伟 香港大学

C8: STEM 与创客教育

STEM & Maker Education

执行主席 Executive Chair:

吴声毅 台湾屏东大学

副主席 Co-Chairs:

朱志明 宜兰大学

陈成志 新加坡国立教育学院

黄家伟 香港大学

傅 骞 北京师范大学

C9: 教育技术创新、政策与实践

Educational Technology: Innovations, Policies & Practice

执行主席 Executive Chair:

丁继红 海南大学

副主席 Co-Chairs:

龙陶陶 华中师范大学

刘晓琳 陕西师范大学

雷励华 温州大学

英文分会议程委员会 English Paper Track Program Committee:

执行主席 Executive Chair:

周 娟 东京工业大学

副主席 Co-Chairs:

Junjun Zheng Osaka University

Hsin-Tse Lu Taiwan Chengchi University

Ling Xu The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics

三、主旨演讲 Keynotes

主旨演讲 1

- 2023 年 5 月 29 日（星期一） 11:00-12:00
- 线下会场：会堂大报告厅
- Zoom 会议号：841 996 11626， 入会密码：647982

Speech title: AI+X to boost interdisciplinary research and foster talents



吴飞 教授

浙江大学计算机科学与技术学院

浙江大学上海高等教育研究院常务副院长

Speech Abstract: Artificial intelligence (AI) has the potential to enhance every technology as it resembles enabling technologies like the combustion engine or electricity. However, contemporary AI systems are good at specific predefined tasks and are unable to learn by themselves from data or from experience, intuitive reasoning, and adaptation. From the perspective of overcoming the limitations of existing AI, interdisciplinary scientific efforts are necessary to boost future research in this field. In this talk, I will review the AI history and the outline the trend of AI, and discuss how AI+X boost interdisciplinary research and foster talents.

Speaker Bio: Fei Wu received his B.Sc., M.Sc. and Ph.D. degrees in computer science from Lanzhou University, University of Macau and Zhejiang University in 1996, 1999 and 2002 respectively. From October, 2009 to August 2010, Fei Wu was a visiting scholar at Prof. Bin Yu's group, University of California, Berkeley. Currently, He is a Qiushi distinguished professor of Zhejiang University at the college of computer science. He is the deputy dean of Shanghai Institute for Advanced Study of Zhejiang University, and the director of Institute of Artificial Intelligence of Zhejiang University. He is currently the Section Executive Editors-in-Chief of Engineering, editorial members of Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering. He has won various honors such as the Award of National Science Fund for Distinguished Young Scholars of China (2016). His research interests mainly include Artificial Intelligence, Multimedia Analysis and Retrieval and Machine Learning.

主旨演讲 2

- 2023 年 5 月 30 日（星期二）8:30-9:30
- 线下会场：会堂大报告厅
- Zoom 会议号：816 792 89940，入会密码：869128

Speech Title: Time to Wake Up from Our Innovative Learning Dreams and Make Smarter Learning a Reality



Professor Curtis J. Bonk
School of Education, Indiana University, USA

Speech Abstract: For a half century, educators, psychologists, and researchers have been predicting that highly intensive, innovative, and individualized learning formats are only a few years away. Learners of all ages would enter enticing microworlds, highly engaging learning experience holodecks, fully immersive hands-on scenarios, high fidelity simulations and games, AI-based adaptive microlearning snippets, and completely free and open educational resources and courses on any topic. Massive open online classes were promised one day and then on demand microlearning snippets were delivered in the next. The learning related dreams we had in past decades were quickly forgotten as the next wave of learning technology came along. But all those dreams will prove pointless if they fail to address true problems or issues that some aspect of society is struggling with. It is time to wake up from such dreams of a glistening technological future and have our dream machines help us envision a world filled with open, informal, adaptive, nontraditional, and self-directed learning opportunities. When that happens, we will truly have arrived in the age of smarter and more innovative forms of learning where the learner is finally in charge of the dreams.

Speaker Bio: Curtis J. Bonk is Professor in the School of Education at Indiana University (IU) teaching psychology and technology courses and Adjunct in the School of Informatics at IU. He is a former software entrepreneur, certified public accountant, corporate controller, and educational psychologist who presently is an educational technologist, award-winning writer, highly published researcher, statewide and national awardee in innovative teaching with technology, and internationally acclaimed presenter. In 2020, he was awarded the IU President's Award for Excellence in Teaching and Learning Technology — and in 2021, received the David H. Jonassen Excellence in Research Award. In April 2022, the American Educational Research Association named him a 2022 AERA Fellow for his exceptional contributions to, and excellence in, education research and the following week he was honored with the International Engagement award from the IU School of Education. Curt is the author of nearly 400 publications and has many widely used technology and learning related books. He can be contacted at cjbonk@indiana.edu and his homepage is <http://curtbonk.com/>.

主旨演講 3

- 2023 年 5 月 30 日（星期二）13:30-14:30
- 线下会场：会堂大报告厅
- Zoom 会议号：816 792 89940，入会密码：869128

Speech Title: 性格、行為、策略：複合式學習遊戲的跨域性與動態性



施如齡 教授

台灣中央大學網路學習科技研究所，

Speech Abstract:

複合式遊戲主要整合各種科技型態，包括數位系統、AR、機器人、IOT 等融入於桌遊中並產生各種教學模式、策略、機制與型態的變形。在複合式遊戲中，以建構主義與社會認知為基礎，建構做真情境，讓學生在歷史情境中，瞭解在每一片土地上的人、事、物。透過目標任務與衝突事件，讓學習者以不同角色去看到差異立場與多元觀點，提高學生歷史思維與歷史感，解開遊戲的隱藏傳遞訊息。此演講主要分為兩個部分：第一部分為「遊戲設計與科技應用」，說明遊戲設計的核心概念與多元變化：學習者、大地圖、卡牌、物件、機構、機器人、電腦系統等，相互之間的動態連結與連帶反應，使學習者探究、分析、使用、觀察遊戲參數的變化。同時，這種讓所有學生共同參與的情境、多方參與式的 IOT 物件連動複雜數值，以及經由協商、決策與互動所產生的動態結局，即是複合式遊戲的精髓與科技創新的應用發想。第二部分為「動態行為與多模分析」，說明多方動態競合的策略遊戲，讓學習者於衝突事件中進行個人選擇、集體決策、跨群溝通與協商，為課室帶來嶄新的學習樣態。學生的性格與其他相關因子如何影響其動態行為、社會關係、解難策略，都是此演講探討的議題。

Speaker Bio:

施教授為美國哥倫比亞大學師範學院教育博士，傳播與教育科技雙碩士學位。專長於遊戲式學習、跨域教學設計、質性研究、多模行為分析、人文社會研究、廣電製作與傳播、STEAM 與機器人等。於 2012 年發表全球首創 3D RPG 台灣史詩數位學習遊戲，2015 年開發探索教育型跨平台數位諮商遊戲，2018 年發表機器人融入議題導向跨域學習遊戲。近年發表一系列以數位人文為基礎之情境議題遊戲，以機器人、仿生獸、物聯網等融入跨域學習之競合策略遊戲，融合歷史思維、運算思維、設計思考等多元整合的創新教學模式。其學術論文發表於 CHB, C&E, BJET, ETS 等，擔任 IJSG 與 RPTEL 學術期刊編輯、GCSCE 學會主席，擁有實體化場景移動遊戲之海峽兩岸專利。曾榮獲台灣科技部 2011 年吳大猷先生紀念獎，以及 2012-2019 連續兩屆優秀年輕學者計畫，與中央大學教學傑出獎。

主旨演讲 4

- 2023 年 5 月 31 日 (星期三) 9:30-10:30
- 线下会场: 会堂大报告厅
- Zoom 会议号: 838 578 30298, 入会密码: 828286

Speech Title: Integrating Human Knowledge and Machine Intelligence in Education



**Professor Minhong (Maggie) Wang,
Faculty of Education,
The University of Hong Kong**

Speech Abstract: Artificial intelligence (AI) has been increasingly utilized to support education in various aspects such as empowering smart learning content, offering immediate feedback, providing intelligent support, and assisting in teachers in instructional decision making. AI beats human intelligence in terms of computing power and memory in processing a huge amount of data and information, which enables tasks to be executed at a higher speed and more accurately. However, machine intelligence is dependent on human intellect, in particular human knowledge. Also, human brains outperform machines in many aspects such as comprehending abstract terms, working with complex thoughts, creating knowledge or innovative ideas, and processing emotions. To achieve the full potential of AI in education, it is important to integrate human knowledge and the power of AI systems. This talk will discuss how recent advances in AI may impact on education in various aspects and how human knowledge and machine intelligence can work together to shape the future of education.

Speaker Bio: Dr. Minhong (Maggie) Wang is Professor and Director of the Laboratory for Knowledge Management & E-Learning in the Faculty of Education, The University of Hong Kong. She is also Eastern Scholar Chair Professor at East China Normal University and Visiting Research Professor at the Advanced Innovation Center for Future Education of Beijing Normal University. She is the Editor-in-Chief of Knowledge Management & E-Learning (indexed in Scopus & ESCI). Her research focus is on learning technologies for cognitive development, creative thinking and complex problem solving, knowledge management and visualization, and artificial intelligence applications. She has published more than 200 items including one monograph and 115 journal articles (73 in SSCI/SCI indexed journals; 48 in Q1 and 18 in Q2 journals) among others. She is recognized as ESI Top 1% Scholar in (a) Social Sciences, General, and (b) Economics & Business. More details can be found at <http://web.edu.hku.hk/staff/academic/magwang>.

近 10 年计算机支持下的论证式协作学习研究文献回顾

A Scope Review of Computer-supported Collaborative Argumentation in the Past Decade

王路路¹, 郑晓丽², 孙梦祥³

温州大学教育技术学系

wll645882455@163.com

【摘要】 解决复杂的科学和社会问题通常需要公民具备批判性、协作性和逻辑推理技能。在先进数字学习创新的指导下, 计算机支持的协作学习 (CSCL) 在支持学生参与真实论证活动的各种教学环境中逐渐占据主导地位。本研究主要基于 Web Of Science 核心数据库, 回顾了 2012—2021 年内计算机支持下的论证式协作学习研究相关期刊论文, 运用 VOSviewer 数据分析工具, 使用文献计量法和统计分析法对筛选出的 36 篇论文进行关键词共现、研究方法以及支持论证式协作学习的平台分析。

【关键词】 论证式协作学习; 计算机支持的协作学习 (CSCL); 计算机支持的协作论证; 文献回顾

Abstract: Solving complex scientific and social problems often requires critical, collaborative, and logical reasoning skills among citizens. Guided by advanced digital learning innovations, Computer supported collaborative learning (CSCL) is becoming increasingly dominant in various teaching environments that support students' participation in real argumentative activities. Based on the core database Of Web Of Science, this study reviews the journal papers related to argument-based collaborative learning research with computer support from 2012 to 2021, and uses the data analysis tool VOSviewer. The key words co-occurrence, research methods and the platform supporting argumentative collaborative learning of 36 selected papers were analyzed using bibliometric method and statistical analysis method.

Keywords: Argumentative collaborative learning; Computer supported collaborative learning (CSCL); Computer supported collaborative argumentation; Scope review

1. 引言

Noroozi 等人 (2012) 发表了《基于论证的计算机支持的协作学习 (ABCSCL): 15 年研究综述》, 主要综述分析了 1995 至 2011 年内基于论证的计算机支持下协作学习的影响因素和构成因素, 本文旨在 Noroozi 等人综述的基础上对近十年间该领域的发展状况进行分析。

2. 方法

本研究以“全部期刊”为检索对象, 检索时间为 2021 年 12 月 31 日, 以“Argumentation Learning”“Collaboration Learning”“Computer Supported Collaborative Learning”“CSCL”“Computer Supported Collaborative Arguing”为检索词进行检索, 最终对 36 篇相关论文进行分析。

3. 结果

3.1. 关键词共现频次分析

如图 1 所示, 计算机支持下论证式协作学习研究相关文献中出现频次较高的关键词有计算机支持的协作学习、论证、论证知识建构、协作学习、协作论证、批判性思考、支架等。

3.2. 研究方法分析

如图 2 所示, 近十年中最常用的研究方法是混合研究法 (出版物=16); 从 2012 年到 2016 年, 使用最多的研究方法是定量研究法 (出版物=10), 其次是定性研究法 (出版物=7); 从 2017 年到 2021 年, 混合研究法更受研究学者们的青睐。

3.3 学科领域分析

如图 3 所示，有关计算机支持的论证式协作学习研究主要集中在科学（出版物=11）、工程学（出版物=6）以及心理学（出版物=5）领域

3.4. 计算机支持的论证学习平台分析

近些年，各国教育者使用了不同的协作学习平台来支持学生的论证活动。如表 1 所示，Facebook 系列程序、Moodle 学习管理系统平台以及讨论板是使用最多的论证平台。此外，还有不少学者自主开发了一系列平台辅助研究。

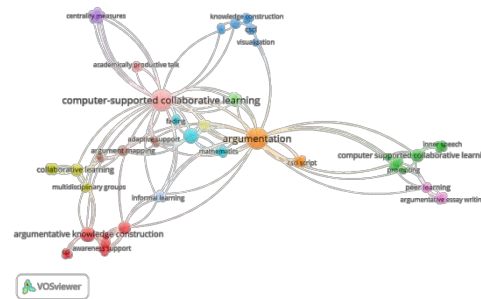


图 1 关键词共现聚类分析

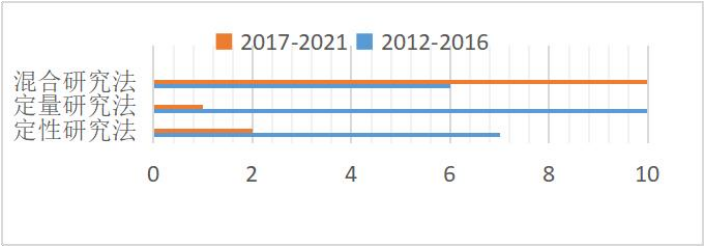


图 2 研究方法分析

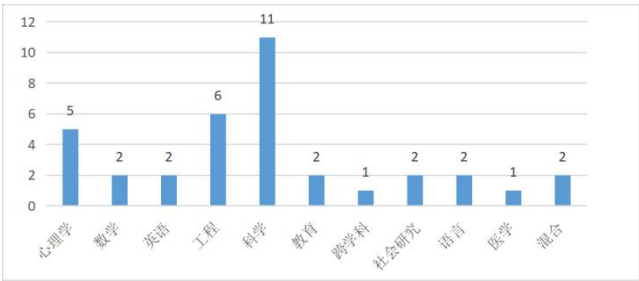


图 3 学科领域分布图

表 1 计算机支持下的论证协作学习平台

平台	国家
USA	Webspiration、WAP、Moodle Learning management system、Lucidchart、GOCAA、Webspiration、Facebook、Blackboard、AGORA-Net
UK	Facebook、DM
Taiwan	WIAS、Moodle learning management system、ASIS
Spain	Moodle learning management system
Malaysia	SCLE、Google Meet platform、Discussion board
Israel	Digalo
Ireland	IM meeting
Greece	Mentor Chat、Google Docs、iArgue
Germany	Self-developed CSCL environment、Metafora、LASAD、Facebook、Belvedere、Digalo、Athena、Facebook、Discussion board、Discord、CSILE、FACT scripts
France	Drew
Iran	EduTech
Netherlands	Discussion board

4. 结论及建议

大数据时代背景下，我们要善于运用先进技术辅助支持教学。近些年来学者致力于利用计算机支持下的论证式协作学习方式促进学生自主知识建构、提升论证能力与批判性思维能力。未来的研究可以探索论证式协作学习对各种类型学生的学习成绩影响：问题解决、知识构建、跨学科学习等此外，本研究建议今后能对计算机支持下的论证式协作学习过程中增加哪些教育干预措施能够促进学生的学习与全面发展进行深入分析。

参考文献

Noroozi, O., Weinberger, A., Biemans, H. J., Mulder, M., & Chizari, M. (2012). *Argumentation-based computer supported collaborative learning (ABCSCCL): A synthesis of 15 years of research*. Educational Research Review, 7(2), 79-106.

基於反思實踐的 ICRA 行動翻轉學習模式對羽球技能與反思表現之影響

The Effect of ICRA Flipped Learning Model Based on Reflective Practice on Badminton Skill and Reflection Performance

林彥男¹, 夏綠荷^{2*}

¹ 國立勤益科技大學體育室

² 嶺東科技大學體育室

* share.holder0130@gmail.com

【摘要】 為啟發學生主動求知的慾望，學者們嘗試在課程中導入翻轉學習，以改善學生僅透過模仿與反覆練習等被動的方式學習技能。然而，過去的翻轉學習模式，多數是以文字的方式進行知識傳遞，缺乏對技能實踐的引導。因此，本研究基於反思實踐的教育理念，提出識別、交流、反思與分析的學習策略，並應用於羽球技能學習上，以發展更適用於技能學習的翻轉學習模式。研究參與者為實驗組 35 人，採用本研究所提的翻轉學習模式；控制組 39 人，採用一般翻轉學習模式。結果顯示，實驗組學生的發球準確性、發球動作品質與反思能力皆顯著優於控制組。

【關鍵字】 反思實踐；影像回饋；以實踐為基礎的學習

Abstract: In order to stimulate students' active participation and thirst for knowledge, researchers have attempted to integrate flipped learning into courses, which aims to solve the problems in the traditional stereotypical physical skills learning mode (e.g., imitation and repeated practice). However, most of the flipped learning approaches use text for knowledge transfer, and lack guidance for practicing skills. Hence, the present study referred to the educational theory of reflective practice, and proposed the Identification, Communication, Reflection, and Analysis (ICRA) learning strategy. This strategy was applied to badminton skill learning so as to develop a flipped learning approach more suitable for physical skill learning. A total of 35 students were recruited as the experimental group, which adopted the ICRA-based mobile flipped learning (ICRA-MFL) approach, while 39 students in the control group adopted the conventional mobile flipped learning (C-MFL) approach. The findings indicated that the ICRA-MFL approach could significantly enhance students' serve accuracy, serve quality, and self-reflection.

Keywords: Reflective practice ; feedback video ; practice based learning

1. 研究背景與動機

目前多數的體育教師，仍使用傳統的講述教學模式進行課程；由教師先進行動作的講解與示範，學生則盲目的遵循，導致體育教育的質量難以提升 (Xie, 2020; Zeller, 2017)。這種以教師為中心，由上而下的傳遞知識，並要求學生通過模仿與反覆練習以獲取技能的學習模式，雖然能協助學生成功習得技能；但會將學生置於相對被動的位置，而限縮了積極參與及主動求知的慾望 (Chiang et al., 2019; Xie, 2020)。另一方面，在傳統的講述教學中，為了配合教師的講述、示範，與學生的實作演練，全體學生的學習進度必須一致。這將導致教學難以貼近學生的個別差異，也限縮了教師提供個別指導與補救教學的機會 (Hung et al., 2018)。為了改善上述傳統體育教學中常見的問題，學者們提倡透過翻轉學習模式，來優化體育教學的品質 (Chiang et al., 2019; Hsia et al., 2019)。

翻轉學習是將傳統講述教學中，以教師為中心的學習模式，扭轉為以學生為中心；讓學生在課前自主學習記憶與理解的知識，再到課堂上來進行同儕互動、實作演練、成果發表、教師回饋與概念應用等活動 (Lo et al., 2017)。目前已有不少文獻指出，翻轉學習對培養學生的技能發展，有積極的助益 (Chiang et al., 2019; Xu et al., 2019)。但也並非所有的翻轉學習，都能幫助學生獲得比傳統教學更好的學習效果，它在實施上依然面臨著許多的挑戰 (Birgili et

al., 2021; Lo et al., 2017)。例如：Chao et al. (2021) 與 Lin et al. (2019) 的研究結果即指出，應用一般翻轉學習於體育課程時，學生的學習成就與傳統教學相仿，並沒有更突出的表現。

因此，想要讓學生從翻轉學習中，獲得更好的技能發展，積極的教學設計與實施十分關鍵；教師需要更多的策略來輔助課內、外學習活動的進行，以幫助學生積極的參與及學習 (Cho & Kim, 2019; Elmaadaway, 2018)。其中，有學者透過研究證實，在進行翻轉學習的過程中，引導學生發現教學視頻所傳遞的學習重點、進行摘要整理、設計提問與同儕進行討論，可以有效的提升學習參與及表現 (Heo & Chun, 2018; Hsia et al., 2019)。但這些教學策略的應用，皆是以文字的方式進行知識傳遞。這對技能學習而言，缺乏實踐與反思。然而實踐與反思，是促進技能精進的關鍵要素 (Zeller, 2017)。同時，這些結合教學策略提升翻轉學習品質的研究，多數著墨於學生課前自學時期的輔助與引導，及課堂上小組互動活動的安排。由課前強化學生理論知識的吸收，課中加強應用所學概念來設計。對於學生實際實作後，如何引導學生反思自己的學習表現，或應用所學知識來檢視自己的學習成果甚少著墨。然而，反思實踐被提出後，對實作領域產生了非常深遠的影響 (Anderson, 2019)。這種提倡讓學習者反思自己在行動時的行為狀態與表現，從不斷地檢視自己的實踐過程中，修正自己行為的方法，在體育技能學習領域中，已有一些成功範例 (Koh & Tan, 2018; Sato & Laughlin, 2018)。故此，本研究將借鑑過去研究成功的經驗，並立基於反思實踐的教育理論上，提出識別、交流、反思與分析 (identification, communication, reflection and analysis, ICRA) 之 ICRA 行動翻轉學習模式。用以提升翻轉學習的可靠程度與學習效益，發展更適用於技能學習的教學策略。

為檢驗上述的 ICRA 行動翻轉學習模式，對技能學習產生的影響。本研究將以此模式為框架，應用於羽球技能學習上。由於羽球的發球質量，將影響到擊球者接下來是處於主動攻擊，或是被動防守的一方，是影響得分與失誤的重要技術 (Zhang et al., 2013)。同時，擊球的準確性，將關係到球體是否落於理想的位置；而擊球的動作品質，則影響球體飛行的速度與軌跡，這兩項都是影響羽球競賽表現的重要關鍵 (Koh & Tan, 2018; Zhang et al., 2016)。因此，本研究將以提升學生發球的準確性，與動作品質為教學目標，並提出下列的研究問題進行探討：

1. 使用不同的行動翻轉學習模式，對學生發球的準確性是否產生影響？
2. 使用不同的行動翻轉學習模式，對學生發球的動作品質是否產生影響？
3. 使用不同的行動翻轉學習模式，對學生的反思表現是否產生影響？

2. ICRA 行動學習環境

借鑑 Heo and Chun (2018) 的建議與反思實踐之教育理論，提出 ICRA 行動翻轉學習模式 (如圖 1)，以引導學生理解關鍵概念，並從實踐中反思，進而消弭動作表現與理論之間的落差。

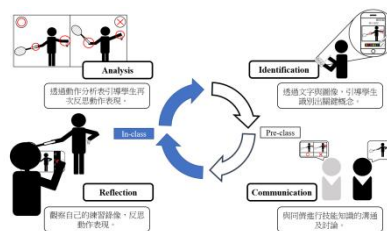


圖 1 ICRA 行動翻轉學習模式

ICRA 之線上學習環境使用 Evernote 軟體進行開發，並且提供電腦網頁版 (如圖 2) 與手機行動版 APP 讓學生可以自由選用。在進入面授課程之前，學生須完成系統內的學習任務，包含：觀看教師提供的教學示範影片、識別關鍵重點，及進行同儕交流。在識別關鍵重點的步驟中，教師透過文字說明、提問與圖像，來引導學生理解線上教材，並發現關鍵概念。系統內則提供不同的劃記工具，例如：圖形、線條、符號、文字與箭頭等。讓學生可以選用自己喜歡的方式，回答教師提出的問題，並在教材上完成自己的學習註記。教師端則可檢視學

生的學習情況，發送站內通知，督促學生於期限內完成學習任務；並於線上直接批改、修正學生的註記內容，以協助導正學生的錯誤概念，提供學生課前自學時的教師回饋。



圖 2 網頁版之識別與交流學習畫面

在交流的環節中，每位學生皆須提出一個以上的問題或觀點，與回應其他同儕的提問或想法，以進行技能知識的溝通及討論。系統內則提供線上同儕交流區，讓學生可以自由選用文字、圖片或影片的方式來進行互動。教師端則可檢視學生的交流情形，針對錯誤的部分予以導正，提供不同面向的想法加以引導，並協助回答較為艱深無人回應之提問。

在課中，學生須完成反思與分析的學習任務。在反思的環節中，學生需要互相合作，透過手機的錄像功能，拍攝彼此成功擊球的練習影片。透過觀察自己的練習錄像，反思自己的動作表現。在分析的環節中，系統內提供教師設計的動作分析表，以引導學生再次觀察自己的練習錄像，並分析自己的動作表現。當學生確認自己的練習錄像標準後，須將自己的影片上傳 (如圖 3)。教師則可以從系統後端，檢視所有學生上傳的練習錄像，針對有需要的學生，提供個別的回饋指導。



圖 3 動作分析介面與反思實況

3. 實驗設計

3.1. 參與者

參與實驗對象為大學二年級以上，初次選修通識羽球課程者，年齡介於 20 歲至 22 歲之間，共 74 人。兩班皆由同一位具備 7 年教學經驗之教師進行授課。多數學生為初學者，僅有少部分學生具有羽球經驗，但以休閒娛樂的性質居多，並未接受過專業羽球訓練。實驗分組以班級為單位，隨機分配一個班級 35 人為 ICRA-MFL；另一個班級 39 人為 C-MFL。

3.2. 實驗流程

每週上課一次，每次 100 分鐘。前 5 週兩個班級的學習活動皆相同。第 1 週，進行課程介紹。第 2 至 4 週，為基礎羽球技能學習。第 5 週，進行羽球發球準確性與發球動作品質之前測。前測結束後，教師會講解翻轉學習時的學習流程，並實際帶領學生操作學習系統以熟悉軟體功能。第 6 週至 9 週，兩組學生進行不同的教學策略介入。

ICRA-MFL 學生參照 ICRA 步驟進行學習。教師在線上系統提供學習引導，輔助學生在觀看教學示範影片時，識別出該單元的關鍵重點。其次，在線上交流區，引導同學進行技能知識的交流與討論。學生在完成課前的學習任務後，依照自己的學習註記，到課堂上實際練習。練習期間，教師巡迴於各個練習場，適時的提供學生個別的回饋與指導。練習後，同學

互相拍攝練習時的動作錄像，反思自己的動作表現，並藉由動作分析表之引導，再次確認自己的動作表現。完成後，學生將自己的練習錄像上傳至學習系統。教師則可透過學習系統，檢視所有學生上傳的影片，透過系統提供的站內通訊功能，提供修正建議給動作表現不佳的同學。

C-MFL 則依循一般的翻轉學習模式。在觀看教學示範影片時，進行學習筆記與摘要的撰寫，並且提出一個問題與同儕進行線上交流。教師會在課前檢視學生的課前學習情形，並透過系統提供的站內通訊功能，督促學生於期限內完成，以提升課中學習活動進行的品質。在課中，學生依循自己的學習筆記進行實作練習，並透過輪流演練的方式，觀摩同儕的動作表現，加以反思；教師則於全場巡迴觀察，以提供學生個別的回饋與指導。同時，用講述的方式教導學生，評估自己動作正確性的相關指標。四週的教學實驗結束後，兩組學生接受羽球發球準確性，與發球動作品質之後測，並繳交自我反思心得報告。

3.3. 研究工具

羽球發球準確性，與動作品質的部分，皆由 1 位具備 7 年羽球教學經驗之授課教師，與另 2 位具備 10 年以上羽球帶隊經歷之教練，組成評分團隊。透過專家會議進行評分規準之編修與審核，以建構內容效度，並進行評分之工作，以建構評分者間信度。

羽球發球準確性之計分方式，參照至 Edwards et al. (2005) 的建議進行修改。前測項目為「反手發短球」，後測項目為「反手發長球」與「正手發長球」兩項。當發球落在單打發球區內的最佳位置得 10 分，往外每推離 10 公分遞減 1 分，當球體落點離開發球區內則為 0 分。由評分團隊之 3 位教師針對學生的 10 次發球進行評分，Kappa 值為 1.00。評分後採計學生 10 球得分之平均數，為羽球發球準確性之成績。

羽球發球動作品質之評分規準，參考 Lin et al. (2020) 的建議進行修改，內容包含：擊球點位置、動作流暢度與飛行軌跡等三個面向。前測項目為：「反手發短球」。後測項目為：「反手發長球」與「正手發長球」。三項技能測驗分數之高低劃分為 4 個層級，從最低 1 分至最高 4 分。由評分團隊之 3 位專家教師，透過學生考試時的錄像進行評分。三項技能評分結果之 Kendall's ω 分別為 0.82 ($p < .00$)、0.91 ($p < .00$) 與 0.92 ($p < .00$)，表示 3 位專家教師之評分有顯著相關。因此，採計三位專家教師給分的平均數，為羽球動作品質表現之成績。

自我反思心得之題目與評分規準，由兩位具備 7 年以上體育教學經驗之博士研究人員，透過會議進行討論及規劃；並於學生完成心得撰寫後，負責評分工作。經會議審視相關文獻後，決議以 Procee (2006) 與 Leijen et al., (2009) 描述的四個反思流程為基礎，擬定出四個面向，包含：客觀描述自己的學習經驗、評估自己的表現、從不同的角度自我反思與反思自我反思的過程。在心得題目的部分，以 4 個開放性的問題，讓學生描述自己的學習經驗與反思歷程，其中一個題目是：在學習羽球的過程中，針對前述自己所提的改善方法，你覺得滿意嗎？有沒有其他更有效率的做法？。在評分的部分，4 個評分面向皆具備 5 個分數層級。兩位教師評分結果之 Spearman's 等級相關為 0.746 ($p < 0.001$)，顯示評分者間具有高度的一致性。因此，採計兩位教師給分的平均數，作為學生自我反思之得分。

4. 研究結果

4.1. 發球準確性

學生的反手發長球與正手發長球之準確性得分，經回歸係數同質性考驗後，得出 F 值未達顯著 ($F=0.01, p=.93 > .05$; $F=0.30, p=.59 > .05$)。顯示，不論在反手與正手發長球中，ICRA-MFL 與 C-MFL 的測驗成績並未違反同質性之假定，可直接進行共變數分析。如表 1 所示，在排除前測成績的影響效果後，ICRA-MFL 的反手發長球，與正手發長球之準確性，皆顯著高於 C-MFL ($F=5.63, p=.02 < .05$; $F=5.16, p=.03 < .05$)。實驗差異皆為中等效應 ($\eta^2=0.07$) (Cohen, 1988)。兩組的調整後平均數，在反手發長球的部分，ICRA-MFL 為 53.59、C-MFL 為 48.07。

在正手發長球的部分，ICRA-MFL 為 54.91、C-MFL 為 46.39。顯見，在羽球技能學習時，導入 ICRA 行動翻轉學習模式，學生的發球準確性表現，會優於使用一般行動翻轉學習模式。

技術	Groups	N	Mean	SD	Adjusted Mean	SE	F	η^2
反拍	ICRA-MFL	35	53.51	11.37	53.59	1.68	5.63*	0.07
	C-MFL	39	48.13	8.10	48.07	1.59		
正拍	ICRA-MFL	35	54.94	16.96	54.91	2.70	5.16*	0.07
	C-MFL	39	46.36	14.57	46.39	2.56		

表 1. 準確性得分之共變數摘要表

4.2. 發球動作品質

學生反手發長球的擊球點位置、動作流暢度、飛行軌跡加總平均後的總得分，經回歸係數同質性考驗後，得出 F 值未達顯著 ($F=2.12, p=.15>.05$)。顯示，兩組測驗成績並未違反同質性之假定，可直接進行共變數分析。如表 2 所示，在排除前測成績的影響效果後，ICRA-MFL 學生反手發長球的動作品質顯著高於 C-MFL ($F=16.26, p=.00<.01$)。實驗差異 $\eta^2=0.19$ 為大效果量 (Cohen, 1988)。兩組的調整後平均數 ICRA-MFL 為 6.39、C-MFL 為 5.60。

正手發長球的擊球點位置、動作流暢度、飛行軌跡加總平均後的總得分，經回歸係數同質性考驗後，得出 F 值未達顯著 ($F=1.58, p=.21>.05$)。顯示，兩組測驗成績並未違反同質性之假定，可直接進行共變數分析。如表 3，在排除前測成績的影響效果後，ICRA-MFL 學生正手發長球的動作品質顯著高於 C-MFL ($F=30.78, p=.00<.01$)。實驗差異 $\eta^2=0.30$ 為大效果量 (Cohen, 1988)。兩組的調整後平均數 ICRA-MFL 為 6.81、C-MFL 為 5.28。顯見，在羽球技能學習時，導入 ICRA 行動翻轉學習模式，學生的發球動作品質，會優於使用一般行動翻轉學習模式。

表 2. 動作品質得分之共變數摘要表

技術項目	Groups	N	Mean	SD	Adjusted Mean	SE	F	η^2
反拍總得分	ICRA-MFL	35	6.51	0.78	6.39	0.13	16.26**	0.19
	C-MFL	39	5.49	0.64	5.60	0.12		
正拍總得分	ICRA-MFL	35	6.94	0.99	6.81	0.19	30.78**	0.30
	C-MFL	39	5.16	0.98	5.28	0.17		

* $p<.05$, ** $p<.01$

4.3. 反思表現

如表 3，經獨立樣本 t-test 考驗後得知，ICRA-MFL 反思成績顯著高於 C-MFL ($t=3.69, p<0.001$)。實驗差異為大效果量 ($d=0.87$) (Cohen, 1988)。顯見，導入 ICRA 行動翻轉學習模式，學生的反思表現，會顯著優於採用一般的行動翻轉學習模式。

表 3. 反思表現 t 檢定摘要表

Groups	N	Mean	SD	t	d
ICRA-MFL	35	2.45	0.57	3.69***	0.87
C-MFL	39	1.99	0.49		

*** $p<0.001$

5. 結論與建議

在發球準確性與動作品質的部分，ICRA-MFL 學生在反手發長球，與正手發長球等兩項技能表現上，皆顯著優於 C-MFL。證實了 ICRA 的教學活動設計，不但可以提升學生對發球落點的控制能力，也可以精進學生的動作技能表現。這也意謂著，課前引導學生識別出關鍵要點，及促進同儕交流的環節，能輔助學生理解課前自學的教材。當學生掌握理論知識與概念後，將更積極的參與在課堂活動中，進而強化理論與實務之間的連結，提升技能表現 (Elmaadaway, 2018; Hsia et al., 2019)。另一方面，過去研究指出，在體育課程中引導學生賞析自己的練習錄像，可以幫助學生獲得與教師指導相仿的學習效果，將有助於技能表現的提升 (Kok et al., 2020; Lin et al., 2019)。顯見，本研究導入的反思與分析活動，也在提升學生的技能表現上做出貢獻。

在反思表現的部分，ICRA-MFL 學生的反思心得得分，顯著優於 C-MFL。這也呼應了過去的研究結果，在動作技能學習時，引導學生觀看自己的練習錄像，對學生的反思表現，會產生積極助益 (Leijen et al., 2009; Sööt & Viskus, 2014)。此外，過去探討反思表現的研究，多數採用訪談的方式，以瞭解學習者在學習過程中的反思歷程 (Leijen et al., 2009; Sööt & Anttila, 2018)。而在本研究中，改採客觀的方式切入。從學生的反思心得中，觀察其反思表現並進行評分，以測得兩組之間的反思差距。提供另一種研究視野，以驗證相關的教學成果。另一方面，過去的研究指出，在動作技能學習的過程中，積極反思將有助於個人技能的增長 (Lin et al., 2019; Leijen et al., 2009)。綜觀本研究的教學成果可以發現，這樣的論點，在本研究中也獲得驗證。

最後，本研究的限制在於，這是在一個真實的教學場域中，學生持自己慣用的手機或平板，以非常自然的方式參與課程。對於錄影設備的效果，並沒有特別去要求。因此，學生在進行練習影像錄製時，較著重於動作品質之紀錄。對於發長球後球體飛行至對面球場的落點，很難清楚掌握。換言之，學生僅能從錄像中獲得自己動作表現的回饋，無法獲知動作結果。雖然學生在發球準確性上，亦有顯著的進步。但未來如果科技技術可以克服此問題，將能協助學生獲得動作結果的回饋，及強化動作表現與動作結果之間的關聯，獲得更多元的回饋訊息。

參考文獻

- Anderson, J. (2019). In search of reflection-in-action: an exploratory study of the interactive reflection of four experienced teachers. *Teaching and Teacher Education*, 86, 102879.
- Birgili, B., Seggie, F. N., & Oğuz, E. (2021). The trends and outcomes of flipped learning research between 2012 and 2018: A descriptive content analysis. *Journal of Computers in Education*, DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00183-y>
- Chao, H. W., Wu, C. C., & Tsai, C. W. (2021). Do socio-cultural differences matter? A study of the learning effects and satisfaction with physical activity from digital learning assimilated into a university dance course. *Computers & Education*, 165, 104150.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J., & Yin, C. (2019). Effect of gender differences on 3-on-3 basketball games taught in a mobile flipped classroom. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1093-1105.
- Cho, M. K., & Kim, M. Y. (2019). Outcomes and influential factors applying flipped learning methods in a clinical adult nursing practicum. *International Journal of Nursing Practice*, 25(2), e12724.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Edwards, B. J., Lindsay, K., & Waterhouse, J. (2005). Effect of time of day on the accuracy and consistency of the badminton serve. *Ergonomics*, 48, 1488-1498.
- Elmaadaway, M. A. N. (2018). The effects of a flipped classroom approach on class engagement and skill performance in a blackboard course. *British Journal of Educational Technology*, 49(3), 479-491.

- Heo, H. J., & Chun, B. A. (2018). Improving the higher order thinking skills using flipped learning: Focused on the in-class activities with problem posing and solving. *ASIA LIFE SCIENCES Supplement*, 15(4), 2187-2199.
- Hsia, L. H., Lin, C. J., & Hwang, G. J. (2019). A WSQ-based flipped learning approach to improving students' dance performance through reflection and effort promotion. *Interactive Learning Environments*, DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1651744>.
- Hung, H. C., Young, S. S.-C., & Lin, K. C. (2018). Exploring the effects of integrating the iPad to improve students' motivation and badminton skills: a WISER model for physical education. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(3), 265-278.
- Koh, K. T., & Tan, K. H. (2018). The Use of Group-Based Reflective Practice to Enhance Badminton Players' Performance: An Exploratory Study. *Asian Journal of Coaching Science*, 1(2), 47-62.
- Kok, M., Komen, A., van Capelleveen, L., & van der Kamp, J. (2020). The effects of self-controlled video feedback on motor learning and self-efficacy in a Physical Education setting: An exploratory study on the shot-put. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25(1), 49-66.
- Leijen, Ä., Lam, I., Wildschut, L., Robert Jan Simons, P., & Admiraal, W. (2009). Streaming video to enhance students' reflection in dance education. *Computers & Education*, 52 (1), 169-176.
- Lin, K. C., Lee, I. C., Cheng, C. F., & Hung, H. C. (2020). The Effects of Adopting Tablets and Facebook for Learning Badminton Skills: A Portfolio-Based WISER Model in Physical Education. *Educational Technology & Society*, 23(4), 89-105.
- Lin, Y. N., Hsia, L. H., Sung, M. Y., & Hwang, G. H. (2019). Effects of integrating mobile technology-assisted peer assessment into flipped learning on students' dance skills and self-efficacy. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 995-1010.
- Lo, C. K., Hew, K. F., & Chen, G. (2017). Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: A synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*, 22, 50-73.
- Procee, H. (2006). Reflection in education: A Kantian epistemology. *Educational Theory*, 56(3), 237 – 362.
- Sato, T., & Laughlin, D. D. (2018). Integrating Kolb's Experiential Learning Theory into a sport psychology classroom using a golf-putting activity. *Journal of Sport Psychology in Action*, 9(1), 51-62.
- Sööt, A., & Anttila, E. (2018). Dimensions of embodiment in novice dance teachers' reflections. *Research in Dance Education*, 19(3), 216-228.
- Sööt, A., & Viskus, E. (2014). Contemporary approaches to dance pedagogy – The challenges of the 21st century. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 112, 290-299.
- Xie, M. (2020). Design of a physical education training system based on an intelligent vision. *Computer Applications in Engineering Education*, DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.22259>
- Xu, P., Chen, Y., Nie, W., Wang, Y., Song, T., Li, H., Li, J., Yi, J., & Zhao, L. (2019). The effectiveness of a flipped classroom on the development of Chinese nursing students' skill competence: A systematic review and meta-analysis. *Nurse education today*, 80, 67-77.
- Zeller, J. (2017). Reflective practice in the ballet class: Bringing progressive pedagogy to the classical tradition. *Journal of Dance Education*, 17(3), 99-105.
- Zhang, B., Li, F., & Jiang, W. (2013). Mixed doubles match technical and tactical analysis of world badminton champion based on mathematical statistics. *Advances in Physical Education*, 3(4), 154-157.
- Zhang, Z., Li, S., Wan, B., Visentin, P., Jiang, Q., Dyck, M., Li, H., & Shan, G. (2016). The influence of X-factor (trunk rotation) and experience on the quality of the badminton forehand smash. *Journal of human kinetics*, 53, 9-22.

基于机器学习的在线协作学习参与边缘者识别效果评估研究

A study on the evaluation of the effectiveness of online collaborative learning marginal learner identification based on machine learning

晋欣泉¹, 姜强^{2*}, 赵蔚²

¹ 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地 江南大学教育学院

² 东北师范大学 信息科学与技术学院

* jiangqiang@nenu.edu.cn

【摘要】 随着在线协作学习的常态化应用, 防范化解游离于在线协作学习之外的边缘者问题是推进高质量高等教育数字化转型的重要任务。然而, 已有研究大多分析在线协作教学策略的有效性, 较少关注在线协作学习中的边缘者。因此, 有效预测处于边缘状态的在线协作学习参与者具有十分重要的现实意义。通过实证研究, 基于相关性检验构建特征矩阵, 评估3种机器学习模型(逻辑回归、支持向量机和随机森林)对在线协作学习边缘者的识别效果。结果显示, 基于六个特征矩阵的机器学习模型均表现出较高的准确度, 为精准帮扶边缘者与提升在线协作学习效果提供了新思路。

【关键词】 在线协作学习; 边缘者; 机器学习; 特征指标

Abstract: With the normalization of online collaborative learning, addressing the issue of the marginalized who are outside of online collaborative learning is an important task in promoting the digital transformation of high-quality higher education. However, the majority of studies have analyzed the effectiveness of online collaborative teaching strategies, with less focus on the marginal learners. Therefore, it is important to effectively predict online collaborative learning participants who are on the margin. An empirical study was conducted to evaluate the effectiveness of three machine learning models (logistic regression, support vector machine and random forest) in identifying marginalized individuals for online collaborative learning. The results showed that the machine learning models based on the six features all exhibited high accuracy, providing new insight into helping the marginalized accurately and improving the effectiveness of online collaborative learning.

Keywords: Online Collaborative Learning, Marginal Learner, Machine Learning, Characteristic Indicators

1. 引言

现阶段, 在线协作学习作为规模化课堂教学的有效补充形式, 是通过学习者之间的协作互动以追求共同目标的一种教学方法, 承载着为广大学习者提供丰富便捷的学习资源、个性灵活的学习参与形式以及自由开放的交互空间的期望(王希哲等, 2022)。这一跨时空、富媒体支持的社会化学习方式在高等教育教学中的新常态应用, 不仅能够促进群体智能的协同建构与迭代创新, 也有助于满足全面发展的学习需求(Fu & Hwang, 2018), 其高质量发展是推进高等教育数字化战略行动的重要途径。教育部等十一部门发布《关于促进在线教育健康发展的指导意见》、教育部等五部门关于加强普通高等学校在线开放课程教学管理的若干意见等文件, 均强调要坚持育人为本, 强化对在线学习过程的监控, 全面提升在线教育质量。为此, 学者们探究了在线协作学习效果的影响因素(Muñoz-Carril et al., 2021), 且多数研究结果证实了生生交互行为对在线协作学习的积极作用(Pérez-López et al., 2020)。然而, 实际教学中, 在线学习环境中时空分离使得教师对课堂控制力有所减弱、异步交流使得学习者的学习需求无法得到及时回应等问题, 导致在线协作讨论的低交互参与率以及认知浅层化等现象仍然存在(金松丽, 2021), 使得学习者主动或被动游离于协作学习活动之外, 成为参与

边缘者, 进一步扩大了在线学习风险。因此, 在线协作学习参与边缘化问题很大程度上影响了学习质量, 如何有效识别处于边缘化的学习者成为亟待解决的关键问题。

在线协作学习是一种基于信息技术支持的传统课堂协作学习方式, 通过为学习者创建协作学习与自主互动的在线学习环境, 让学习者成为学习内容的共同创造者, 鼓励学习者在多层次互动、资源共享共建中实现深层次认知水平与高阶思维能力的发展 (Saqr & López-Pernas, 2022)。目前, 在实证研究方面, 国内外关于在线协作学习方面的研究较多, 主要聚焦于在线协作学习的影响因素及促进策略, 以及效果评估研究。第一, 在线协作学习的影响因素及促进策略研究。在线协作学习可视为执行共同学习任务的小组活动中的协同互动, 经常涉及的在线协作学习影响因素主要包括个体因素、群组因素、指导因素和环境因素 (de Jong Meirink, & Admiraal, 2022)。个人因素是指小组成员在协作学习中的学习态度、先验知识、能力水平和自我感知等, 例如具有较强自我效能信念和积极学习态度的学习者能够采用更高层次地学习策略, 主动并积极地参与到协作交互活动中 (Popov et al., 2019)。群组因素是指协作学习中特定小组群体整体结构特征, 包括团队层面的群组规模、成员角色、组织结构、知识技能水平等, 例如团队成员之间的信任感和明确的角色分工便于学习同伴的相互理解和交互, 可有效降低交互过程中的额外负荷, 是支持学习者参与在线协作学习活动的重要群体因素 (Saqr & López-Pernas, 2022)。指导因素是指由教师提供的外部学习支持工具或策略等, 以促进学习者积极参与在线协作交互活动。研究表明, 教师通过提供必要的外部学习指导, 如具有强相互依赖性的学习任务、与学习任务相关丰富的学习资源、设置层层递进的问题引导、建构联结协作学习设计与分析模型等 (郑兰琴、钟璐和牛佳玉, 2020), 激励和引导学习者激发参与在线协作对话的动力。环境因素是指开展在线协作学习所依托的在线学习系统或平台功能, 例如学习状态可视化、群体感知工具、学习成效预测、数字徽章设计等 (卜彩丽等, 2022; Phielix et al., 2011) 不仅能够帮助学习者及时观察个体学习表现, 也为教师实施针对性的干预策略提供依据, 能更有效促进学习者在线协作学习的积极性。

第二, 在线协作学习的效果评估研究。诸多学者从不同维度设计不同旨在促进在线协作学习的教学干预策略, 进而开始侧重于评估特定干预策略的有效性。有关在线协作学习活动评估的研究主要从评价指标与评价方法两方面。从评价指标来看, 逐渐从社交网络密度、学业成绩、对话内容、协作行为模式等单一维度评价, 发展为面向学习投入度的多维指标评价等。如李海峰和王炜 (2019) 通过对比分析三轮迭代实验的社会网络的密度和关系、知识建构路径深度、连接次数、回应与被回应次数、阅读与被阅读次数等数据, 形成了一种在线深度协作知识建构的涟漪拓展探究法学习策略。冷静和郭日发 (2018) 基于在线协作平台帖子内容数据量化编码, 对比分析不同讨论阶段中学习者批判性思维的层次变化。马志强、岳芸竹和王文秋 (2019) 采用行为参与、社会关系、观点建构、共享调节等多模态交互信息来表征协作学习参与者的投入状态。从评价方法来看, 研究者通常结合使用社会网络分析法、内容分析法、聚类分析等技术来评估学习者在线协作学习交互行为与内容质量。例如, 彭文辉等 (2021) 利用社会网络分析、交互内容分析和认知网络分析来评估在线协作学习参与者的交互模型演化特征。张思等 (2020) 利用内容分析法, 依据协作学习分析指标体系对小组会话数据进行编码分析, 以全面掌握小组在线协作学习活动状态。

综上所述, 已有研究从在线协作学习的促进策略和效果评价等方面进行探索, 以有效提升在线协作学习效果和为目标。尽管这些策略经教学实践已被验证具有增强在线协作学习质量的成效 (Ollesch, Venohr, & Bodemer, 2022), 但是众多学习者仍存在低参与度的挑战。虽然已有研究者利用社会网络分析识别处于社交网络中心性和边缘化的学习者, 但单一的交互次数指标并不能准确揭示出协作学习中每位学习者的参与贡献值, 基于多维数据的在线协作学习边缘者识别相关较少。因此, 本研究主要围绕以下两个问题进行探索: 第一, 哪些在线协作学习特征组成的数据集能够分类出边缘者与非边缘者。第二, 基于特征集, 利用机器学习模型能否更好地识别在线协作学习边缘者。

2. 样本选择与数据预处理

2.1. 研究对象

本研究的研究对象为某高校“教育数据挖掘”课程中的 53 名教育技术学专业的本科生，在学习活动中被随机分为 9 个小组，每个小组 5-6 名学生。实验环境为 WiseMapping 在线协同知识建构平台，在实验开始之前，参与者均已具备熟练的平台操作能力，且通过计算每个小组的先验知识水平，发现各小组之间无显著性差异。整个实验过程为期三周，第一周由教师进行知识讲解与案例操作介绍，并发布此次学习任务目标。在第二周，要求学生以合作的方式使用 WiseMapping 平台进行协作交流完成本次学习任务，为了让参与者更好地进行了解学习任务并开展有意义的协作交流，教师为学习者提供了相关学习资源。随后在第三周提交小组作品并进行评价。

2.2. 数据采集

本研究以基于 WiseMapping 平台导出的在线协作交互数据为样本，首先采用数理统计的方法测算出每位学习者总交互行为次数、提出个人问题或观点的次数和总字数、回应他人问题或观点的次数和总字数、内容质量、交互人数、登录次数、查看任务次数、浏览资源次数计量特征，其中，内容质量由两名独立编码者将交互话语内容进行赋值，0 表示与学习任务主题无关的内容，1 表示与已有学习资源或知识图谱中相类似的内容，2 表示具有创新性的内容。然后利用社会网络分析对学习者之间的交互情况进行分析，接近中心性是每名学习者与社交网络中其他参与者的平均最短距离的度量，其值越大表明该学习者与每个人相联的程度越高，越接近于社交网络的中心程度。据此，将低于班级平均值的学习者标记为边缘参与者，其余则被标记为非边缘参与者。最后，运用随机森林对样本数据中的边缘参与者进行识别模型训练和测试，并计算准确率、F 值等评价指标检验建立的模型效果。

2.3. 机器学习算法

2.3.1. 逻辑回归

逻辑回归主要用于分类问题，对于所给数据集用逻辑函数把线性回归的结果 $(-\infty, \infty)$ 映射到 $(0, 1)$ ，假设存在这样的一条直线可以将数据完成线性可分。

第一，先将样本数据集的分类变量 Y_n 取值为 0 和 1，其中 1 表示阳性结果，为边缘者，0 表示阴性结果，为非边缘者。假设影响 Y_n 取值的特征向量共有 m 个，即 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_m$ 。

第二，利用极大似然函数，将每个学习者样本数据处于边缘者的发生概率相乘，得到事件发生的总概率，求解出最大化对数似然函数对应的参数 θ ，得到每位学习者归属于边缘者

$$P(Y = 1|x) = \frac{1}{1 + e^{-\theta^T x}}$$

的概率，

第三，将新的标签特征数据和求解得到的参数输入到逻辑回归模型，即可预测出任一学习者是否为边缘者的概率。

2.3.2. 支持向量机

支持向量机算法是一种基于统计学习理论将具有 n 个数据的样本集映射到特定的特征空间中，在进行回归分析中寻找最优间隔最大化的线性二分类器。在小样本数据集中表现出较好的模型性能，具体的模型分类识别过程主要有如下三个步骤：

第一，假设给定一个特征空间上的训练数据集 $S = \{ (X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n) \}$ ，是线性可分的。其中， X_n 为是涵盖第 m 个特征向量的学习者向量， Y_n 为类标量，

$Y_n \in (-1, 1)$ 。当学习者为非边缘者时， Y_n 等于 1 时为正类别；当学习者边缘者时， Y_n 等于 -1 为负类别。

第二，将给定的数据集映射到一个超平面 $w\mathbf{x} + b = 0$ 。由于存在不同的决策边界

$f(\mathbf{x}) = w\mathbf{x} + b = 0$ 可实现对样本的类别划分，计算超平面关于样本点 (\mathbf{X}_n, Y_n) 的集合距离

$$r_n = Y_n \left(\frac{w}{\|w\|} * \mathbf{X}_n + \frac{b}{\|w\|} \right), \text{ 并得到超平面关于所有样本点的几何距离最小值 } r = \min_{n=1,2,\dots,n} r_n.$$

第三，基于以上操作，求解出最优划分直线 $f(\mathbf{x})$ 的最大分割超平面问题，也可表示为约束最优化问题。当对一个新的点 \mathbf{x} 判断预测所属类别时，找到分离超平面，小于0时，就可以判别类别为-1，当大于0时，就可以判别类别为1。

2.3.3. 随机森林

随机森林算法是Breiman于2001年提出的一种由若干决策树分类模型（Classification And Regression Trees，简称CART）集成的组合分类模型。随机森林能够将若干个决策树分类器集成为一个强分类器，具有很高的模型准确率，据此，本研究基于随机森林建立在线协作学习参与边缘者识别模型。具体的模型分类识别过程主要有如下四个步骤：

第一，假设在线协作学习参与者共有 N 个样本数据，每个参与者均有 M 个特征变量，则给定每名学生的数据集为 $S_N = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_Y\}$ ，其中 $N = 1, 2, 3, \dots, N$ 。通过bootstrap方法从中有放回的随机抽样 n ($n < N$)个样本，从所有特征中随机选择 m ($m < M$)个特征变量。

第二，对来自原始在线协作学习样本集中的 n 个样本，进行决策树模型训练，通过递归拆分得到属于该样本集的决策树 T 。

第三，重复以上两个步骤 D 次，即可生成 D 个决策树，组成 $T = \{T_1, T_2, T_3, \dots, T_D\}$ ，由此形成基于多个决策数模型的随机森林。

第四，根据输入的新样本数据，通过 D 个决策树投票采用少数服从多数的机制决定该新样本数据的分类结果。

3. 实证结果分析

3.1. 特征向量的描述性统计

研究先利用NodeXL软件，每位学习者视为一个节点，采用社会网络分析法对在线协作学习者之间的交互情况进行量化分析，构建社会网络。结果显示53名学习者的边总数为454，平均度数为3.434，平均测量距离为1.087，网络密度为0.065，接近中心性的平均值为0.165。由此，本研究将高于0.165的学习者标记为非边缘化学习者，将低于0.165的学习者标记为边缘者。随后，本研究采用Spearman相关性分析对在线协作学习的特征指标与学习者是否处于边缘进行相关性检验，如表1所示。结果显示，登录次数、查看任务次数、浏览资源次数、回复次数对识别边缘学习者无显著性影响，因此，去除4个特征变量后，得到新的用于识别边缘学习者的特征向量。

表1 特征变量与分类变量之间的相关性

	登陆次数	交互总次数	回复字数	回复次数	提出观点字数	提出观点次数	交互人数	对话质量	浏览资源次数	查看任务次数
t	0.192	0.414	0.532	0.229	0.430	0.639	0.280	0.475	0.147	0.226
Sig.	0.168	0.002	0.000	0.099	0.001	0.000	0.042	0.000	0.292	0.103

在线协作学习参与者的特征指标的描述性基本统计结果如表 2 所示。从表中可以看出，非边缘参与者的各项特征变量数值均高于边缘者，其中非边缘者的总交互次数均值约为 34，交互对话的人数约为 3 名，而提出观点字数 ($M=209.08$, $SD=183.870$) 和回复字数分布 ($M=180.03$, $SD=119.342$) 最不均匀，提出观点字数最多为 852 个字，回复字数最多为 492 个字，最少均低至 50 个字，且对话内容的质量均值为 1.446，表明非边缘者不仅能够积极发表个人观点和与他人互动，而且交互内容的质量也相对较高；边缘者的总交互次数均值约为 14 次，有过互动的人数均值约为 2 名，提出观点字数均值约为 55，回复他人字数均值为 67，表明边缘者更倾向于主动回复他人，而较少主动发表个人观点，而受制于他人发表观点的局限性，交互人数较少，同时内容质量也相对较低。整体而言，非边缘者在提出观点次数 ($F=21.997$, $p<0.001$)、提出观点字数 ($F=7.098$, $p=0.01$, <0.05)、回复字数 ($F=26.782$, $p<0.001$)、对话质量 ($F=4.890$, $p=0.032$, <0.05) 和交互总次数 ($F=28.693$, $p<0.001$) 特征方面显著高于边缘者，在交互人数特征变量则无显著性差异 ($F=1.672$, $p=0.202$, >0.05)。

表 2 非边缘者与边缘者特征变量的描述性统计结果与 t 检验

	非边缘者				边缘者				<i>F</i>	<i>p</i>
	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
提出观点次数	4	66	24.64	19.019	1.00	15.00	8.428	5.079	21.997	0.000
提出观点字数	50	852	209.08	183.870	10.00	96.00	55.214	31.093	7.098	0.010
回复字数	50	492	180.03	119.342	38.00	95.00	67.071	18.044	26.782	0.000
交互人数	1	5	3.31	1.398	1.00	4.00	2.428	1.157	1.672	0.202
对话质量	1.0	2.0	1.446	0.262	1.00	1.50	1.164	0.164	4.890	0.032
交互总次数	10	79	34.13	22.315	6.00	23.00	14.428	5.018	28.693	0.000

3.2. 基于机器学习的在线学习边缘者识别结果

输入由 39 名非边缘者和 14 名边缘者特征向量构成的数据集，按照 7: 3 的比例将其划分为训练集和测试集，进而使用训练集对不同模型进行检验和参数改进，随后将训练好的模型对测试集中的学习者在线协作学习参与情况进行预测识别。为了验证筛选后的特征有效性，对比分析了所有特征向量集和具有相关性的特征向量集在各个分类器上的表现。由图 1 可知，所有特征变量在各个算法上的分类准确率为 86.5%-90.6%，而筛选后的特征变量集在各个算法上的分类准确率为 87.7%-92.5%。结果表明，与原始特征集相比，选取具有显著相关性的特征时，模型的分类准确率均能得到一定程度的提升，在识别在线协作学习参与边缘者时表现出更好准确的性能。

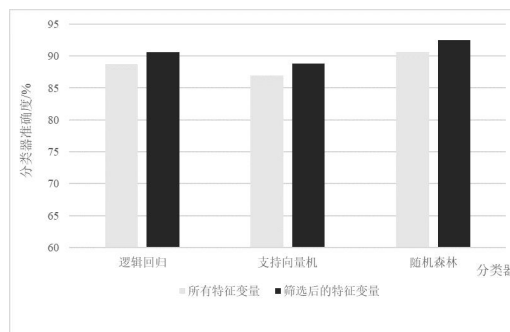


图 1 各分类器在不同特征集上的准确率对比

据此，本研究基于筛选后的具有显著相关性的特征集对各个分类器的综合性能进行评估，结果如图 2 所示。研究采用十折交叉验证，各分类器在不同训练集和测试集上的准确率普遍

较高。综合来看，各个分类器算法的平均准确度均在 85%以上，其中随机森林算法的准确度最高，为 92.5%，且均达到 90.5%以上，其次是逻辑回归算法的准确率为 90.6%，支持向量机算法的准确率较低，为 88.7%。

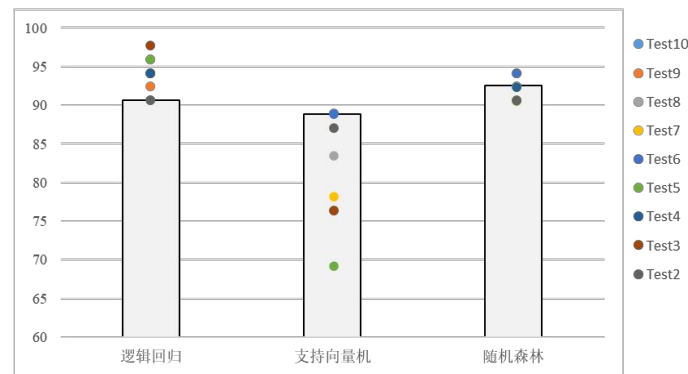


图 2 十折交叉验证准确率

随后，通过交叉验证对比分析了逻辑回归、支持向量机、随机森林分类器的准确率 (Accuracy)、查全率 (Recall)、查准率 (Precision)、F 值 (F-measure) 4 种指标，以此来全面评估基于三种不同机器学习算法构建的在线协作学习边缘者预测识别模型性能。如表 3 所示，随机森林、支持向量机和随机森林表现较为平衡，精确性和找回来相差相对较小，在 1.5% 以内。同时，对比各个算法的评价指标可以发现，F 值最高的为随机森林，达到 92.3%，最低为支持向量机，也达到了 87.3%，且三种分类器的 Kappa 系数均高于 0.6，表明与真实情况的一致性相对较高。总体而言，基于多维特征变量的不同机器学习算法对在线协作学习边缘者的识别准确率均能达到 85% 以上，具有较好的性能。

表 3 各分类器模型预测结果评价指标

	准确率 (Accuracy)	精确率 (Precision)	召回率 (Recall)	F 值 (F-measure)	Kappa
逻辑回归	0.906	0.920	0.906	0.910	0.733
支持向量机	0.887	0.888	0.887	0.880	0.679
随机森林	0.925	0.924	0.925	0.923	0.797

4. 总结

本研究以学习者在线协作过程数据为样本，利用社会网络分析将学习者划分为边缘者与非边缘者，运用相关性检验构建了在线协作学习参与特征矩阵，由提出观点次数、提出观点字数、回复字数、交互人数、对话质量、交互总次数特征组成。最后利用逻辑回归、支持向量机、随机森林等三种不同机器学习算法，检验了基于上述特征构建模型的识别效果。研究结果显示，基于六个特征矩阵的机器学习模型均表现出较高的准确度，且相对于所有特征变量的识别效果略高，增强了基于机器学习的边缘者识别模型的可解释性教育意义，有助于精准帮扶边缘者，提升在线协作学习效果，为机器学习技术与在线协作学习的深度融合提供了新思路。

第一，提出观点次数、提出观点字数、回复字数、对话质量、交互人数、交互总次数与学习者是否为边缘者具有显著的正相关性，而登陆次数、回复次数、浏览资源次数、查看任务次数则与学习者是否为边缘者的分类变量之间不存在正相关性。这说明了更高的登录、浏览资源、查看任务等行为参与度并不一定代表更深层次的协作交互，同时在协作交互中对他人观点进行回复的次数增加则可能存在敷衍、与主题无关的低质量对话内容，同样不能很好地促进富有成效的在线协作学习 (Ollesch, Venohr, & Bodemer, 2022)。因此，可通过提供群体感知工具，将学习者的协作交互信息可视化表征出来，并呈现出团队成员中的知识贡献和

职责分配, 允许学习者能够预测其他成员的活动并相应的调整自我协作行为, 从而激励学习者参与协作学习任务, 实现更高层次的思考。

第二, 通过差异性检验可以发现, 在线协作学习参与边缘者的提出观点次数、提出观点字数、回复字数、对话质量、交互总次数显著低于非边缘者的各项特征数值, 而交互人数则无显著性差异。在线协作学习的提出旨在促进和鼓励具有不同观点的个人之间进行交互对话, 以便协商讨论不同的认知假设与逻辑选择, 来自团队外部的多属性知识输入与协同建构对于推进团队内部成员进行深层次思考是有帮助的 (Vollmer et al., 2022)。然而, 研究中各小组交互人数大多局限于团队内部成员, 如何刺激学习者主动寻找团队外部的交互人员成为目前在线协作学习中的一个挑战。Park 和 Yang (2017) 的研究发现阻碍团队成员与其参与者合作的因素主要是缺乏外部激励与相互认知欣赏。据此, 可提供开放式问题的培训, 激励各团队成员围绕这些问题发表不同见解, 理解和促进协商推理, 并通过观察讨论以此来完善或重构原有方法, 以有效增强高阶思维能力。

第三, 去除无相关性变量后, 基于由提出观点次数、提出观点字数、回复字数、交互人数、对话质量、交互总次数特征组成的特征矩阵, 结合逻辑回归、支持向量机、随机森林等机器学习模型, 训练出的识别模型的准确率均达到 85% 以上, 能够较好的识别在线协作学习参与边缘者。由此可以发现学习者主动发表个人观点并提供具有建设性的高质量对话内容对于改善在线协作学习中的边缘者至关重要。据此, 除了提供开放性问题的讨论与解决的机会之外, 为学习者提供额外的脚手架对于引导边缘者积极参与在线协作活动也是有益的。然而, 具有高结构化或低结构化的协作脚本支持, 容易对学习者的自主性和选择权产生负面影响, 从而影响到学习动机 (Popov et al., 2022)。据此, 可提供具有自适应的协作学习脚手架。通过分析学习者在系统中的所有交互点击行为与内容数据, 根据知识节点网自动提取关键论点论据, 并依据评价量规评估交互内容共享的质量, 进而与预先设定的不同类别的学习提示进行匹配, 从而提高学习者的感知能力, 引导参与者自主检查与反思, 以适应学习者的在线协作学习需求。

然而, 本研究也存在一定的局限性, 一是尽管基于特征矩阵构建的识别模型能够识别出处于边缘者, 但是受到平台日志采集数据与样本数量和专业特征的影响, 能否有效识别出其他学科课程中的在线协作学习边缘者, 尚需要更系统全面的模型测试。二是在线协作学习是个体认知与群体认知动态发展变化的过程, 本研究基于交互行为过程数据的静态分析结果不能很好地深入理解学习者的认知过程, 今后的研究中可引入时间维度, 探究参与者交互模式在不同时间节点是如何演化的, 为干预策略实施的时机提供证据支持。

参考文献

- 冷静和郭日发 (2018)。在线协作平台中批判性思维话语分析研究。《电化教育研究》, 39(2), 26-31。
- 李海峰和王炜 (2019)。涟漪拓展探究法——一种在线深度协作知识建构的学习策略探索。《电化教育研究》, 40(6), 76-83+120。
- 刘君玲、张雅文、张文兰和刘斌 (2021)。在线协作学习中大学生的情绪交互评价研究——量表的编制与信效度检验。《远程教育杂志》, 39(5), 87-94。
- 马志强、岳芸竹和王文秋 (2021)。基于多模态交互信息的协作学习投入分析。《现代教育技术》, 31(1), 47-53。
- 彭文辉、王中国、上超望和史玲玲 (2021)。学习共同体演化动态及其参与者交互模式研究——数据驱动的社会认知网络分析。《电化教育研究》, 42(11), 69-76。
- 卜彩丽、陈文静、宋佳音、张思、侯素芳和刘梦雅 (2022)。数字徽章促进在线协作交互深度的设计研究。《现代远程教育》, 1-16。
- 王希哲、涂雅欣、张琳捷、黄琮浩 (2022)。认知负荷视角下在线协作学习的增效机制研究。《电化教育研究》, 43(9), 45-52+72。

- 金松丽 (2021)。线上教学“边缘人”识别及转化。《现代教育管理》，(4)，106-112。
- 张思、高倩倩、马怡敏、魏艳涛和杨海茹 (2020)。基于 SouFLé 框架的在线协作学习分析模型。《现代远程教育研究》，32(6)，94-103。
- 郑兰琴、钟璐和牛佳玉 (2020)。联结在线协作学习设计与分析模型及应用研究。《电化教育研究》，41(11)，63-71。
- de Jong, L., Meirink, J., & Admiraal, W. (2022). School-based collaboration as a learning context for teachers: A systematic review. *International Journal of Educational Research*, 112, 1-15.
- Fu, Q. K., & Hwang, G. J. (2018). Trends in mobile technology-supported collaborative learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2016. *Computers & Education*, 119, 129-143.
- Muñoz-Carril, P. C., Hernández-Sellés, N., Fuentes-Abeledo, E. J., & González-Sanmamed, M. (2021). Factors influencing students' perceived impact of learning and satisfaction in Computer Supported Collaborative Learning. *Computers & Education*, 174, 1-15.
- Ollesch, L., Venohr, O., & Bodemer, D. (2022). Implicit guidance in educational online collaboration: Supporting highly qualitative and friendly knowledge exchange processes. *Computers and Education Open*, 3, 1-16.
- Park, Y. J., & Yang, G. S. (2017). Personal network on the Internet: How the socially marginalized stay marginalized in personal network diversity and multiplicity. *Telematics and Informatics*, 34(1), 1-10.
- Pérez-López, R., Gurrea-Sarasa, R., Herrando, C., Martín-De Hoyos, M. J., Bordonaba-Juste, V., & Utrillas-Acerete, A. (2020). The generation of student engagement as a cognition-affect-behaviour process in a Twitter learning experience. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(3), 132-146.
- Phielix, C., Prins, F. J., Kirschner, P. A., Erkens, G., & Jaspers, J. (2011). Group awareness of social and cognitive performance in a CSCL environment: Effects of a peer feedback and reflection tool. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1087-1102.
- Popov, V., Biemans, H. J., Fortuin, K. P., van Vliet, A. J., Erkens, G., Mulder, M., ... & Li, Y. (2019). Effects of an interculturally enriched collaboration script on student attitudes, behavior, and learning performance in a CSCL environment. *Learning, Culture and Social Interaction*, 21, 100-123.
- Saqr, M., & López-Pernas, S. (2022). How CSCL roles emerge, persist, transition, and evolve over time: A four-year longitudinal study. *Computers & Education*, 189, 1-23.
- Voltmer, J. B., Reich-Stiebert, N., Raimann, J., & Stürmer, S. (2022). The role of multi-Attributional student diversity in computer-supported collaborative learning. *The internet and Higher Education*, 1-9.

如何将结对编程应用于中小学编程教学？

How to Apply Pair Programming to Programming Teaching in Primary and Middle Schools?

王新月¹

¹ 杭州师范大学 经亨颐教育学院

*941457991@qq.com

【摘要】 结对编程被提倡应用于中小学编程教育，但如何组织和实施结对编程仍然有待探索。研究发现从能力水平、任务性质、同伴关系、交换时机等方面考虑小组结对方式；根据不同的结对模式选择个性化的结对编程实施策略。本研究还对结对方式和结对编程实施策略提出了建议。

【关键词】 结对编程；编程教育；结对方式

Abstract: Pair programming is advocated for primary and middle programming education, but how to organize and implement pair programming still needs to be explored. This study found that pairing methods was considered based on ability level, task nature, peer relationships, role allocation methods and exchange timing; pair programming implementation strategies could be chosen according to the different pairing modes. This study provided suggestions for pairing methods and implementation strategies.

Keywords: pair programming, programming education, pairing methods

1. 引言

结对编程作为协作学习的一种形式，被认为是编程教育的有效方式。近些年来，国内开始提倡将结对编程应用至中小学编程教育中，但如何借助结对编程有效开展编程教学仍然有待探索。基于此，本研究梳理、分析了国内外有关结对编程教学的研究成果，以厘清结对编程实施的关键，促进结对编程应用于中小学编程教育，以期开展更有效的编程教学。

2. 研究方法

本研究在中国知网和 web of science 中进行文献检索。在中国知网中以“结对编程”为关键词进行搜索，选取实证研究；在 web of science 中以“pair programming”为关键词进行搜索，选取 SCIE 和 SSCI 的实证研究。最后共选取文献 347 篇作为本研究综述的数据样本。

3. 研究结果

通过文献梳理，发现结对方式和结对过程的实施策略是结对编程教学设计的两个方面。

3.1. 结对方式

许多研究从能力水平、性别差异、性格气质、任务性质、同伴关系和角色交换时机等方面设计结对方式。

在能力水平方面，研究发现，“高水平—低水平”的结对方式下，低水平的学生可以观察高水平学生解决问题过程，对比和反思自己的解决问题方式来自己的能力而产生较高的学习满意度。在相同能力分组中，高水平组的学生专注于调试编程代码；中水平组的学生会更专注于编程探索、详细阐述和回答问题而低水平组的学生花费更多时间在社交对话等与学习无关的行为上。

在性别差异方面，同性别结对的学生沟通和兼容性水平优于异性结对。相反的，将不同性格和气质的学生结对可以促进两人的沟通，提高其编程表现和合作能力。

在任务性质方面，同质团队在低难度的任务上表现更好，异质团队在复杂任务上表现更好。因为复杂、困难的任务需要更多的创造力，异质的团队中更容易激发出成员的创造能力

与同伴合作的态度与意愿差异会影响其沟通，与非朋友结对的学生在编程过程中沟通互动较少，与朋友结对时，学生会感到更舒服、沟通会更真诚、需要投入更少的时间和经历组

织协作(陈洁, 2016)。在角色交换时机方面, 半自由交换尊重了学生的自主权, 激发学生编程效能和兴趣, 5 分钟定时交换保证编程机会的公平性, 和半自由交换更能使学生感到愉快(陈洁, 2016)。

3.2. 结对编程实施策略

理解结对编程过程中的协作现象可以帮助教师更有效地设计结对编程的教学。学生在结对编程过程中会表现出同伴友好交流、提出问题和建议、分享和转换角色(协作型); 相互批判性、建设性地提出问题和交流意见(探索型); 同伴专制蛮横、无良好沟通(破坏型)三种互动表现(Campe, Denner, Green, & Torres, 2020)。在合作的过程中出现讲授型、答疑型、探究型和引导型四种同伴互助模式(谭金波等, 2022), 其中, 探究型和引导型这种双向知识迁移的互动模式对结对编程学习有更强的积极价值, 引导型互动模式更适用于能力水平差距较大的结对小组, 探究型互动模式更适用于能力水平相近的结对小组。

研究表明, 无论是有意还是无意的, 结对编程过程中, 经常有一方比另一方贡献的多。为保证结对过程中同伴之间的平等关系, 有研究对标准的结对编程(编程过程中全程两人一机)进行优化, 设计一个包含两阶段的混合结对编程模型: 独立编程阶段, 即学生独立编写该编程项目的函数或伪代码; 结对编程阶段, 即学生通过同伴评审彼此的独立工作和结对编程来完成编程项目(Yuan & Cao, 2019)。

4. 建议

根据上述的研究讨论, 本研究对如何在中小学使用结对编程提出了一些建议。

教师给学生结对分组时考虑学生之间的亲密关系, 将愿意相互接受的学生结对; 相较简单的任务可以考虑同质性的结对, 有一定难度的任务可以考虑异质性的结对; 考虑采用半自由式角色交换, 尊重学生的交换意愿, 但当一个学生担任某一角色时间过长时, 教师要提醒学生交换角色。或使用定时交换, 保证每个学生有同等的操作机会。

教师考虑先使用独立编程的方式去解决一些简单的任务, 再让学生结对解决有一定难度的任务, 保证每一个学生都有独立操作计算机的机会, 同时也有利于独立编程能力的发展。

教师要根据不同的结对模式提供学生恰当的教学支持。教师要及时指导和帮助低水平的、结对小组理解问题, 提供其解决问题的脚手架, 及时制止和纠正与编程无关的行为; 在同伴水平差异较大的结对小组中, 教师要关注组内学生的平等参与与角色划分, 及时发现和调节不平等关系。教师根据不同的结对方式, 引导学生使用不同的交流模式。在同质性小组中, 鼓励学生相互表达自己的想法, 批判性地思考对方的观点与意见, 探索问题的解决方式, 促进双向知识建构。在异质性小组中, 鼓励低水平学生询问问题、分享想法; 鼓励高水平学生阐述自己的解决方案, 引导同伴思考并解答同伴疑问。

参考文献

- 陈洁.(2016). 小学生结对编程的教学策略研究(硕士学位论文, 南京师范大学). <https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD201801&filename=1017280833.nh>
- 谭金波, 吴思思, 吴磊和李艺.(2022). 基于行为序列的“专家—新手”结对编程话语互动模式分析. *电化教育研究*(07), 106-113. doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.07.014.
- Campe, S., Denner, J., Green, E., & Torres, D. (2020). Pair programming in middle school: variations in interactions and behaviors. *Computer Science Education*, 30(1), 22-46.
- Yuan, H., & Cao, Y. (2019, February). Hybrid pair programming-a promising alternative to standard pair programming. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 1046-1052).

教师回复与学生提问的对话行为分析——基于交互影响距离理论的视角

Dialogue Behavior Analysis of Teacher's Reply to Student's Question -- Based on the Perspective of Interactional Influence Distance Theory

马静

北京师范大学教育学部高等教育研究院

3089800172@qq.com

【摘要】 疫情期间，在线教学成为各级各类学校完成教育教学活动的有效方式。在这种时空分离情境下，师生对话在帮助学生解决问题、维系师生关系、保证教学活动顺利开展等方面作用凸显。本研究通过对多名学生进行访谈，发现教师回复对于参与翻转课堂式在线教学的学生在提问环节具有积极作用。这不仅体现在疑难解答上，更在精神和情感方面对学生产生正面影响。由此为在线教学，尤其采用翻转课堂教学的教师提出一些组织课程活动的建议，以期对教学活动的改进与和谐师生关系的构建有所帮助。

【关键词】 翻转课堂；交互影响距离理论；学习支持服务；师生对话

Abstract: During the epidemic, online teaching has become an effective way for schools at all levels to complete education and teaching activities. In this context of time and space separation, the dialogue between teachers and students plays a prominent role in helping students solve problems, maintaining the relationship between teachers and students, and ensuring the smooth development of teaching activities. Through interviews with several students, this study found that teachers' response had a positive effect on students participating in the questioning process. This is not only reflected in the problem solving, but also in the mental and emotional communication. Therefore, some suggestions are put forward to organize curriculum activities for online teaching, in order to improve teaching activities and build a harmonious relationship between teachers and students.

Keywords: Flipped classroom; Interactional Influence Distance Theory; Learning Support Service; Dialogue between Teachers and Students

1. 问题缘起

在技术发展和学习需求多样的背景下，在线教学为各级各类学校顺利开展教学活动提供了极大便利和保障。但其师生时空分离的特性影响师生互动频率与连续性，需要教师团队为学习者提供学习支助服务。采用翻转课堂的在线教学强化了教师的指导作用并强调学生自主性，师生互动主要以学生根据教师给定的主题提出问题并与老师或同学交流发生和深入。因此，学生提问与教师回复都是师生对话得以进行的关键要素。已有研究大多关注翻转课堂的应用操作，对实施过程中师生对话行为分析的研究较少。本研究采用虚拟民族志的方法，基于交互影响距离理论与持续关注理论，探索学生提问行为的心理活动，体现教师回复的作用及其如何影响学生的提问行为，以便提供更加优质的学习支助服务，真正发挥师生“对话”作用。

2. 理论框架

2.1. 交互影响距离理论与持续关注理论

穆尔提出的“交互影响距离”理论主要包括对话、结构、学生自治和交互影响距离四个核心概念。对话和结构作为两个变量影响交互距离；交互距离与自治作为两个变量影响学生独立性（焦广兰，2006）。对话指教育系统中师生交流相互响应的程度。结构指教学计划、课程设计适应学生个别需要和条件的针对性程度（丁兴富，2001）。由时空分离产生的交互距离超出物理意义，侧重师生潜在误解的心理和交流空间（MOORE M G, 1993）。

“交互影响距离理论”在提供广泛的远程教育教学框架时允许其它理论融入(田静, 2010)。西沃特的持续关注理论可以解释“对话”如何影响交互距离及在线教学质量。他认为远程教育过程中院校和教师应对学生提供更多持续关心、咨询和教学辅导(David Sewart, 1978)。之后学者将类似的辅导定义为学习支持服务。西沃特认为远程教育中学习支持服务系统的构成要素近乎无限(David Sewart, 1993)。辛普森将其分为技术、学业、学习技能、情感、管理、同学和校外等7种支持(Ormond Simpson, 2007)。丁兴富认为院校及教师应提供面授和基于技术媒体的双向交流的各种信息、资源、人员和设施支持(丁兴富, 2001)。

2.2. 翻转课堂中的交互距离与持续关注

翻转课堂基本要义是教学流程变革所带来的知识传授的提前和知识内化的优化(赵兴龙, 2013)。流程翻转只是要素之一, 关键是师生关系、地位和作用发生本质变化(赵兴龙, 2014)。翻转课堂为适应在线环境、探索合理交互距离提供了思路。在课上交流、课下异步交互的课程循环中, 学生在发起“对话”中体现其自主性与主体性地位, 教师通过同步或异步讨论与学生共同完成“对话”并提供持续关注与服务。

3. 研究方法

为探究学生在提问环节的表现、差异与心理活动, 呈现其关于“教师回复”的观点, 研究采用深度访谈法, 根据专业、性别、修读课程三个指标选取6名代表性学生为访谈对象, 对其进行了至少两次的约访深谈, 平均每次访谈时间约为一个小时。采用虚拟民族志的方法进行数据收集与整理, 借助在线虚拟田野进行参与式观察与记录。经访谈对象同意后进行全程录音并形成文本材料。之后对这些质性数据进行编码分析。

4. 研究分析与结果

4.1. 提问式互动弱化交互影响距离并促进新型师生关系的构建

提问式的互动促使师生针对一个具体的话题或问题展开深入讨论, 从而为学习者问题的解决提供更加清晰的方向。借助多种媒体可以在完成“对话”的同时营造轻松氛围, 使“结构”更加适应学生需求从而建立合理的“交互距离”, 学生进一步发挥学习“自主性”。在教师回复中获得指导也为学生完成独立学习提供了必要支持。另外, 这种对话过程也易使教师在学生心目中从命令者转型为乐于帮助学生解决问题的指导者。这对构建民主平等、尊师爱生、和谐相融的新型师生关系起到促进作用, 使学生感到“相较于线下交流的话, 线上交流会避免面对面的尴尬。(S5)”

4.2. 内在动机更易驱使学习者完成在线教学中的提问任务

随着年龄增长和心智成熟, 内部动机在学习驱动方面的比重不断增大从而促使学习者由“要我学”逐渐转变为“我要学”。这一转变为学习者自主学习的维持提供条件。本文在内在动机方面强调学习者的成就需要。受访者S5表示就算没有问题也会认真再学习一遍, 希望能够找出问题互动。内在动机促进对话的发生与深入并降低了结构对交互距离的影响。

5. 结语

教师回复作为一种学习支助服务, 不仅为学生解答疑惑, 也在情感上与学习者增强联系, 促使其更积极、高质量地参与到课程对话中。另外, 在线环境营造出的交流氛围更加轻松, 异步的交流不仅帮助学习者从教师回复中获得更具针对性的答案, 同时也可以提升学生对教师的信赖度。同步或异步的交流使课程结构更加灵活。高频高质的对话与多样的交流方式更容易形成恰当的交互距离。参与提问获得的满足感和成就感会促使学生更加积极的参与到课程活动中从而促使其不断提升。这样的良性循环使师生逐步产生适宜的交互距离, 促进双方共同高效保质地完成课程的教学和学习, 并且为教师的教学质量和学生的学习效果提供保证。

参考文献

- 焦广兰 (2006) 。浅析交互影响距离理论及其对学习支持服务的指导意义。 **现代教育技术**, (02) ,30-32。
- 丁兴富 (2001) 。 **远程教育学**。北京: 北京师范大学出版社。
- MOORE M G (1993) .Theory of transactional distance.**Theoretical principles of distance education**, (01) , 22-38.
- 田静 (2010) 。远程教育中交互影响距离理论的扩展应用与启示。 **中国电化教育**, (09) , 47-51。
- David Sewart (1978) .**Continuity of concern for students in a system of learning at a distance**. ZIFF. Hagen: FernUniversitat.
- David Sewart (1993) . Student support systems in distance education. **Open Learning**,8 (3) , 3-15.
- Ormond Simpson (2007) . **对远程学习者的支持服务**。北京: 高等教育出版社。
- 赵兴龙 (2013) 。翻转教学的先进行与局限性。 **中国教育学刊**, (04) ,65-68。
- 赵兴龙 (2014) 。翻转课堂中知识内化过程及教学模式设计。 **现代远程教育研究**, (02) ,55-61。

我国学习支架研究现状及展望—基于 CiteSpace 的文献可视化分析

Status Quo and Prospect of the Research of Learning Scaffolds in China—Document Visual Analysis Based on CiteSpace

王冠宁¹, 徐光涛¹

¹ 杭州师范大学 经亨颐教育学院

*2282702374@qq.com

【摘要】 “以学生为中心”鼓励自主探究，但过度的“放手”可能会使学生漫无目的地摸索甚至偏离学习方向，处于“被探究”的境地。因此，适当的学习支架对于实现高效的探究学习至关重要。本文利用 CiteSpace 对 2003 年至 2023 年国内学习支架相关的 569 篇文献，从发文量、作者、研究热点、研究前沿等维度进行分析。结果表明，学习支架领域的研究热点有学习支架理论研究、设计研究、教学应用研究等，研究前沿集中在“深度学习”“核心素养”等方面。最后进行总结与展望，为后续开展相关研究提供参考。

【关键词】 学习支架；研究现状；展望；Citespace；可视化分析

Abstract: While "student-centeredness" encourages independent inquiry, excessive "letting go" may cause students to deviate from the direction of learning, leaving a situation of "being explored. Therefore, appropriate learning scaffolding is critical to achieving effective inquiry learning. We use CiteSpace to analyze 569 papers related to domestic learning scaffolds from 2003 to 2023 in article volume, authors, research hotspots and research frontier. The results show that the research hotspots in the field of learning scaffolding include theoretical research on learning scaffolding, design research and teaching application research, the research frontiers are focused on "deep learning" and "core literacy". Finally, the summary and outlook are made to provide reference for the follow-up research.

Keywords: Status quo, Current situation, Prospect, Visual analysis

1. 引言

在建构主义 (Constructivism) 思想的影响下，我国的教育理念逐步从“以教师为中心”转变成“以学生为中心”，学生知识的获取不再仅仅依靠教师传授，而是能够在一定情境下，通过自主探究或与同伴合作，并借助相应的学习资源，通过有意义地建构知识而获得。但并非所有的学习活动都是有意义的，当学生偏离学习方向时，教师有必要提供一定的帮助。

“支架 (Scaffold)”这又译作“脚手架”，原先是建筑行业的术语，用来比喻建筑楼房时所给予的暂时性支持。后来支架被引入教育领域，用来表示教师或父母为帮助孩子解决困难所给予的帮助。当学生面临复杂问题时，教师搭建适当的学习支架能够帮助学生从现有的实际发展水平跨越“最近发展区”达到潜在发展水平。因此学习支架在实际教学中扮演了非常重要的角色，是教学活动中必不可少的一部分。

2. 数据来源与研究设计

2.1. 数据来源

本文以中国知网数据库 (CNKI) 作为数据来源，以“学习支架”“教学支架”“学习脚手架”“支架教学”为主题词，截止到 2023 年 2 月 16 日，共检索到文献 659 篇。经人工筛选，剔除非相关性论文、报道、会议通知等，最终得到有效文献 569 篇。

2.2. 研究工具和方法

本研究采用 CiteSpace 软件作为文献分析工具，借助 CiteSpace 对学习支架相关文献进行知识图谱的绘制，对作者、关键词共现、关键词聚类、突现词检测等进行剖析，探寻学习支架相关研究热点及发展趋势，对未来的研究方向进行展望。

3. 数据分析

3.1. 发文量分析

通过文献检索发现，学习支架相关研究发文量整体呈上升趋势，尤其是2020年之后，发文量大幅度增加，研究成果不断增多。这表明，研究者逐渐认可了学习支架对帮助学生顺利跨越“最近发展区”从而实现有意义建构的重要性。可以预测，2023年之后，学习支架热度只增不减，将会收到国内学者的广泛、持续的关注。

3.2. 发文作者分析

了解论文的作者以及他们之间的合作情况，有利于后续对其发文等研究动态的持续跟踪，更好地把握该领域的研究动态。从图1中可以看出，各作者节点之间多为零散分布，连线较少，这说明该领域的作者之间合作较少，多为独立发文。表1中列出了发文量超过3篇的6位学者名单，其中，厉毅和冯晓英发文量排名第一。

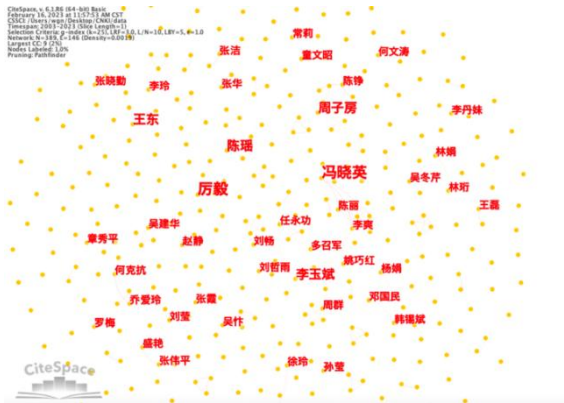


图1 发文作者知识网络图谱

表1 国内学习支架相关研究的核心作者及发文数量

学者	发文数量
厉毅、冯晓英	4
周子房、李玉斌、王东、陈瑶	3

3.3. 研究热点分析

通过 Citespace 进行关键词共现和主题聚类分析，得到图2、3关键词知识图谱。图3的关键词聚类时间线图折射出该领域的研究热点，包括“学习支架”“支架”“教学支架”“支架教学”“深度学习”“写作教学”“建构主义”“教学设计”“教学策略”9个聚类主题。

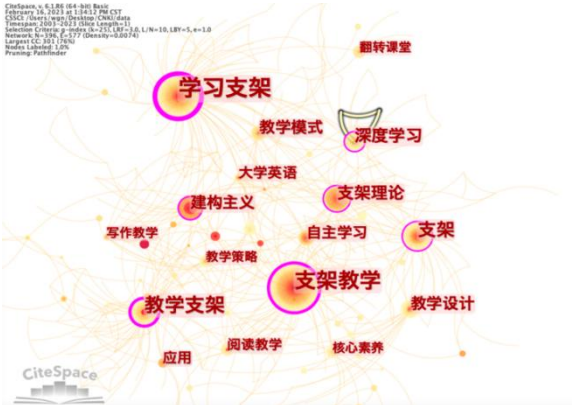


图2 “学习支架”关键词共线网络图

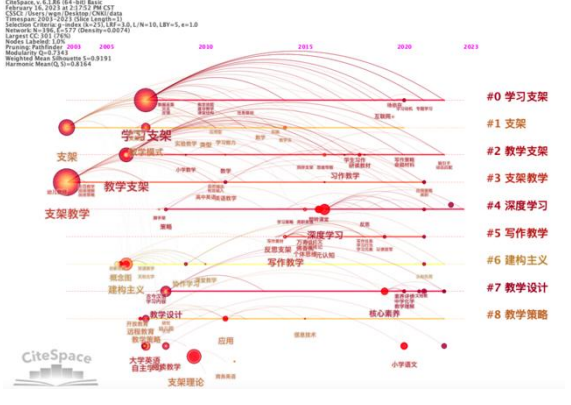


图3 “学习支架”关键词聚类时间线图

3.3.1. 学习支架相关理论研究

学习支架的理论研究是一个基础性话题，与之相关的高频关键词有“建构主义”、“支架理论”等。随着建构主义教学理念在教育教学中的应用，如何帮助学生顺利跨越“最近发展区”逐渐成为教师的教学着力点，学习支架的研究逐渐进入大众视野。最初是由美国教育

家布鲁纳基于建构主义和最近发展区理论提出了“支架理论”，尔后随着国内外学者的不断探索，支架理论异军突起，为指导教学实践发挥了重要作用。其中，学习支架的类型是国内学者较为关注的研究点，例如何克抗提出学习支架可分为一对一支架、基于计算机的支架和同伴支架（何克抗，2017），张丽霞则认为在虚拟课堂的学习中可以提供方向型、任务型、情境型、资源型、交互与协作型以及评价型学习支架（张丽霞，2011）。

3.3.2. 学习支架设计研究

支架理论是基础，如何合理地设计学习支架则是关键，与之相关的高频关键词有“教学设计”“教学策略”“教学模式”等。闫志明等人认为，在以发展学生核心素养为目标的教学中需要为学生提供学习支架，并提出了设计学习支架的个性化、适应性与渐退性三原则（闫志明、李美凤、孙承毅和张铭锐，2020）。依据支架的设计原则，研究者对于基于学习支架理论的教学策略及教学模式展开了积极的探索。李梅基于学习者在基于项目的在线协作学习环境中受到的多因素影响而可能导致认知负荷增加的问题，提出结构化、模型化、问题化和知识化四种支架策略，促进学生在在线协作学习过程中的问题解决（李梅和葛文双，2021）。张瑾将学习支架融入 STEM 教育，构建了包含支架类型、应用原则、教学流程和评价要素的 STEM+学习支架的教学模式，助力于促进 STEM+教育的有效实施（张瑾，2017）。

3.3.3. 学习支架教学应用研究

理论是基础，设计是关键，指导教学实践以期达到良好的效果则是我们的最终目的，与之相关的高频关键词有“写作教学”“阅读教学”等。通过对该主题的文献分析发现，支架常常被用于语文课堂以支持学生的写作学习。写作教学一直是语文领域中的“困难户”，提供学习支架能够给予学生写作过程的指导，获得任务写作的知识、技能、策略和方法（周子房，2018）。如张建勇强调学生的写作素养，提出为学生搭建意义建构、过程安排、反思表达三部分支架，通过学习迁移发展学生的写作思维，提高写作能力（张建勇，2020）。近年来，学习支架应用于各学科的研究逐渐铺展开来。例如宋煜将思维导图支架应用于化学课堂，促进了学生元认知和高阶思维的提升（宋煜和何翔，2016）。

3.4. 研究前沿分析

图 4 是学习支架相关研究突现强度最高的十个主题。二十一世纪初期，受建构主义教育理念的影响，学习支架以其较为丰富的理论研究逐渐进入大众视野。2010 年起，“支架理论”和“应用”成为未来几年的热点话题，说明研究者开始关注“支架理论”并基于此积极探索学习支架的应用之路。深度学习与核心素养近几年成为教育界具有较高影响力的热点话题，2018 年起，由于相关政策的发布和教育的进步，研究者试图将学习支架与深度学习及核心素养相联系，探索学习支架助力学生发展的新途径。直到现在深度学习和核心素养一直是学习支架领域的热点话题，未来相关研究有望继续突破。

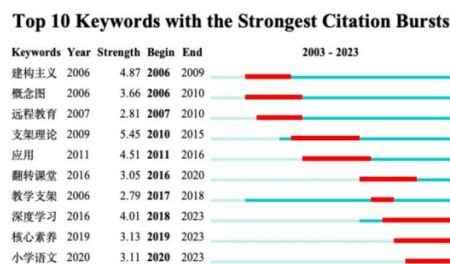


图 4 学习支架研究突现词汇图

4. 总结与展望

本文以 2003 年—2023 年学习支架相关的 569 篇文献作为研究样本，系统梳理了国内该领域的发文量、作者、研究热点和前沿等内容，并提出以下研究展望：

4.1. 研究成果继续突破

现代教育受建构主义思想的影响, 关注学生的自我发展, 学习支架能够充分发挥学生的潜力, 帮助学生实现自身知识学习的有意义建构, 是教学中不可或缺的重要组成部分。可以预见, 未来学习支架相关研究将会继续有突破性成果。值得一提的是, 目前学习支架相关理论研究较为成熟, 但实证研究总体深度不够, 未来需加强相关实证研究, 创新实证研究工具, 推动学习支架研究从“日常”走向“纵深”。

4.2. 指向学生核心素养

我国的教育逐渐从“知识导向”转向“素养导向”, 将核心素养以及能力发展作为教学的重要目标。重视发展学生的核心素养强调“以学生为中心”, 因此教学重心应该实现从“接受灌输”的“教师主导”到学习支架支持的“主动学习”的转变, 从而实现教师到学生的责任转移。因此未来的研究应该关注如何利用学习支架的优势培养学生的核心素养以及高阶思维等能力。

4.3. 深度学习是大势所趋

信息时代呼唤深度学习, 学生适应信息化社会需要依靠深度学习促进思维的发展, 能力的提升。学习反思、学习迁移均是促进深度学习的有效途径, 而学习支架则为深度学习的发生提供了无限可能。未来的研究可以关注深度学习与不同学习环境的融合以及如何有效地利用学习支架促进深度学习的发生, 同时如何提升学生在深度学习过程中思维水平和问题解决等能力更是研究者需要进一步探索的问题。

4.4. 加强合作研究

我国学习支架的研究成果较为丰富, 但研究作者多为独立成文, 尚未形成合作研究的态势。因此, 在未来的研究中, 学者们应该增强合作意识, 加强学术交流, 建立合作联系, 提高研究产出, 促进学习支架研究的全面化、系统化, 为学习支架的研究添砖加瓦。

参考文献

- 何克抗.(2017).教学支架的含义、类型、设计及其在教学中的应用——美国《教育传播与技术研究手册(第四版)》让我们深受启发的亮点之一. *中国电化教育*(04),1-9. doi:.
- 李梅 & 葛文双.(2021).基于项目的在线协作学习支架策略探究. *现代远距离教育*(01),40-47. doi:10.13927/j.cnki.yuan.20210316.003.
- 聂瑞华.(2014).基于支架理论的在线学习资源开发研究. *电化教育研究*(11),46-50+58. doi:10.13811/j.cnki.eer.2014.11.007.
- 宋煜 & 何翔.(2016).基于思维导图的先行组织者支架在化学教学中的应用. *化学教育*(21),36-42. doi:10.13884/j.1003-3807hxjy.2014080101.
- 闫志明,李美凤,孙承毅 & 张铭锐.(2020).面向核心素养的教学设计反思与进路. *中国电化教育*(12),105-111.
- 张建勇.(2020).写作学习支架的显性表征及设计路径. *教学与管理*(26),28-31.
- 张瑾.(2017).STEM+教育中学习支架设计研究. *现代教育技术*(10),100-105.
- 张丽霞 & 商蕾杰.(2011).虚拟课堂学习支架的类型及功能. *中国电化教育*(04),27-31. doi:.
- 周子房.(2018).任务写作教学的基本策略. *中学语文教学*(01),34-40.

基于论证图的在线辩论活动对大学生批判性思维影响的研究

陈新亚¹, 李艳^{2*}

¹ 河南大学教育学部

² 浙江大学教育学院

*11803012@zju.edu.cn

【摘要】 辩论活动能够有效提升学生的批判性思维，但是在传统环境下组织的辩论活动中，学生通常面临参与机会不足、参与时间受限以及论证结构不清晰等问题，在线论证图的应用则能够有效地解决上述问题。本研究旨在探究基于论证图的在线辩论活动对大学生批判性思维的影响。17名学生以小组的形式（4人或5人）利用论证图参与八周的在线辩论活动。问卷调查的结果表明，学生整体的批判性思维得到提升，但当组员较多的时候（5人），学生的批判性思维并没有得到提升。

【关键词】 批判性思维；线上环境；论证图；大学生

Abstract: Debate activities was proven to improve students' critical thinking. However, in the debate activities organized in traditional environment, students usually face such problems as insufficient opportunities to engage, limited time and unclear structure of argument. Those problems could be solved with the application of argument map carried out online. This study aims to explore the effect of argument map-based online debate activities on college students' critical thinking. During eight weeks, 17 students worked in groups (4 or 5 members) engaged in online debate activities through argument map. The result of the questionnaire showed that students' overall critical thinking was improved, yet students' critical thinking was not improved when there were 5 members.

Keywords: Critical thinking, online environment, argument map (AM), college students

1. 前言

提升学生的批判性思维是全球高等教育的目标之一（Ennis, 1991）。很多国家或组织从宏观层面颁布了系列政策支持学生批判性思维的发展，联合国教科文组织将批判性思维视为“21世纪人才必备软技能”（UNESCO, 2016）。《关于一流本科课程建设的实施意见》中将培养大学生的高级思维、大胆质疑的精神和能力作为提升课程高阶性的重要体现（教育部, 2019）。尽管大学生也意识到了批判性思维的重要性，认为批判性思维能够促进他们积极思考（Lailiyah & Wediyantoro, 2021），但其批判性思维水平仍有待提升，很多大学生不知道如何区分事实和观点，其论证能力仍需要增强（Arum & Roksa, 2011; Shin, Jung, Shin, & Kim, 2006）。对于我国大学生而言，思维沉默、思维妥协、思维顺同等问题还比较常见（叶映华, 尹艳梅, 2019）。大学生在课堂讨论中表现较为保守，他们在锻炼批判性思维的相关活动中参与度不高，师生互动明显不足（吕林海, 张红霞, 2015）。

高校课堂中传统的教学方式是导致上述问题的关键因素。在传统教学中，教师主导课堂并给学生讲授知识，学生被动接受老师的讲解，绝大多数学生只是具备记忆和理解能力，而他们的分析问题、解决问题、判断问题以及评价问题等高阶思维方面的综合能力还有待提升（See, 2016）。已有研究在课堂教学中也采取了很多方式提升学生的批判性思维，如论证式教学、翻转学习、基于问题的学习以及小组合作学习。对于论证式教学而言，持有相反观点的两方通常在维护己方以及反驳对方中加深对观点的理解以及提升自身的思维能力。此外，鉴于论证图由于能够可视化展示论证过程，其应用也有助于进一步提升论证式教学的效果。

2. 文献综述

论证图能够可视化地呈现论证内容和过程。论证图主要由彩色方框和箭头组成,代表了主张、证据以及两者之间的逻辑关系。其中彩色方框表示主张的性质,如主张、理由、反驳,不同颜色则代表了不同的性质。箭头代表主张间以及主张和证据之间的循证关系(Dwyer, 2011)。由此可见,在论证图的支持下,论证过程逐步清晰化,且论证的内容也能够被记录下来。但在传统课堂中使用论证图也存在一些问题,如学生绘制论证图的时间受限等。

鉴于在线上环境中,学生可以不受时间和空间的限制开展异步交流,在线论证图也为有效解决传统环境中所存在的问题提供了新思路,进而促使学生深入思考。此外,线上环境也能够为学生提供平等的参与机会。最后,在线论证图便于学生的修改和编辑,尤其是对于论证内容较为丰富的“大型”论证图而言,学生能够高效地删除或添加内容,进而提高论证的效率。很多实证研究的结果也表明,在线论证图的应用有助于提升学生的批判性思维

(Carrington et al., 2011; Eftekhari, Sotoudehnama, & Marandi, 2016)。如在 Eftekhari, Sotoudehnama 和 Marandi (2016)的研究中,作者比较了三种不同的教学方式对学生批判性思维的影响,三种教学方式中分别使用在线论证图、纸笔版的论证图以及传统的不使用论证图。结果表明,相比而言,在线论证图在提升学生的批判性思维方面最有效。究其原因,充足的时间以及便捷的修改方式有助于学生在大脑中不断优化论证图中不够完美的内容,学生在优化过程中也能够提高自身的理解和推理能力。与此同时,在线环境也为学生提供了更多刻意练习的机会,学生在多次、反复的练习中不断打磨论证内容,加深理解,并最终提升推理和批判性思维。

无论是传统环境还是在线环境,论证图都侧重论证的推理结构,强调所有论证都具有自身的结构。换句话说,论证图不仅强调证据,而且还强调证据间的逻辑关系。在绘制论证图时,为了保证论证的严谨和全面性,很多研究中鼓励学生以 Toulmin 论证模型作为指导。Toulmin 论证模型包括六个部分,分别为主张(Claim)、资料(Data)、依据(Warrant)、支援(Backing)、限定(Qualifier)和反驳(Rebuttal)(Toulmin, 1958)。在该模型的指导下,学生能够从比较全面的角度解释和支持自己的主张。但该模型侧重“独白式论证”,即论证是个体思维的产物,注重个人全面解释和支持自己的主张,而忽略了人际互动的影响。此外,鼓励持有相反观点的人进行反驳是高水平论证的表现形式,其在提升学生的批判性思维方面也更加有效(Osborne, Erduran, & Simon, 2004)。由此可见,如果将该模型应用于辩论活动中,即正反方不仅利用此模型全面解释己方的主张,同时也相互反驳,那么学生的批判性思维也能够更好地被提升。但较少有研究做了相关的实践尝试。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究以 Z 校 17 位大二本科生为研究对象,其中男生 2 人,女生 15 人。17 名学生均来自教育学院。17 名学生以自由组合的方式分为 4 个论证小组,3 个小组有 4 人,1 个小组有 5 人。

3.2. 研究工具

本研究利用《加利福尼亚批判性思维倾向调查量表》对学生的批判性思维进行了前后测,该量表包含七个维度,每个维度有十项内容,七个维度分别为:寻找真理、开放思想、分析能力、系统化思维、自信心、求知欲和认知成熟度(彭美慈等, 2004)。量表采用李克特六点量表的形式,每项内容的分值在 0 分至 6 分之间。该量表主要适用于大学生,也可用于中学高年级学生。如果被测者最后的得分低于 210 分,说明其批判性思维弱。如果处于 210 至 280 分之间,说明被测者的批判性思维较弱。如果处于 280 至 350 分之间,说明被测者的批判性思维强。如果得分高于 350 分,说明被测者的批判性思维较强。

3.3. 教学设计

研究共持续八周,每周两次课,每次课两个课时,第一次课是周二上午,第二次课是周四上午。八周的时间主要分为三个阶段,分别为准备阶段、教学干预阶段以及总结与反思阶

段。首先，在准备阶段（第1周），每周两次课，每次两课时，教师均采取讲授式教学，未安排融入论证图的线上可视化辩论活动。在该阶段，老师主要通过PPT讲解先导性知识（什么是学科科学、学习科学发展历史等）、论证的相关知识（Toulmin论证模型等）、“浙大语雀”协同平台的操作介绍、课程评价介绍以及学生分组等。

其次，在教学干预阶段（第2-7周），对于每次辩论活动而言，周二的课前教师在平台中上传相关文章，课中老师利用PPT讲解本次论证相关的知识，课后小组选择文章作为论题的来源，六次论证中被选中的文章题目如表1所示。

表1 2-7周论证的文章题目

论证次数和内容主题	文章名称
1 学习科学的基础	Empowering students through digital game authorship: Enhancing concentration, critical thinking, and academic achievement. 1 Process and learning outcomes from remotely-operated, simulated, and hands-on student laboratorie.
2 计算机支持的协作学习	2 Full length article Supports for deeper learning of inquiry-based ecosystem science in virtual environments - Comparing virtual and physical concept mapping.
3 技术支持的学习—认知工具	Assessing Novelty and Systems Thinking in Conceptual Models of Technological Systems. 1 Promoting students' emotions and achievement Instructional design and evaluation of the ECOLE-approach.
4 技术支持的学习—元认知	2 Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. 1 Tagging thinking types in asynchronous discussion groups: effect on critical thinking.
5 方法论	2 Supporting interactive argumentation: Influence of representational tools on discussing a wicked problem.
6 学习评价	The relationship between inquiry-based teaching and student academic achievement: a longitudinal empirical study of PISA performance in the UK.

小组选好文章之后，首先通过在线协同的方式在课外准备论证，准备过程中所有学生都可以提供相关的资料等。论证准备好之后，每组在“浙大语雀”平台的“辩论区”开展线上异步可视化辩论活动。“辩论区”中存在三种不同颜色的长方形，其中紫红色代表有证据的反驳，蓝色代表有证据的支持，无颜色代表无证据的支持或反驳。

在异步可视化辩论中，在Toulmin论证模型的指导下，正反双方基于同一个概念不断地支持己方以及反驳对方。具体而言，一方在支持自己主张时要尽量提供资料、依据、支援、限定以及反驳，进而从比较全面的角度论证自己的主张，对方可以对资料、依据等进行反驳，而该方则要维护己方的观点和立场，同时也要反驳对方提出的反对意见。双方在最后也会针对辩论中达成的一致点以及存在的不同点等进行总结。图1展示了论证过程中的一个片段，论证的文章题目为“青少年早期参与科学活动：享受对学生学习科学持续兴趣的贡献”。A, B, C和D展示了部分学生的观点。A, B和C来自同一站方，D则来自相反的站方。

(A)除了文中提到的传统方法外，还有其他选择样本国家进行研究的方法。

(B)我认为中国是这项研究的一个有价值的样本。在中国，取得杰出科学成就的学生通常对科学研究抱有很高的期望。只要一个国家在某些方面具有典型性，它就可以成为研究的样本。

(C)例如，可以根据不同的文化选择样本国家，如拉丁文化，阿拉伯文化。

(D)但是中国在 2006 年没有正式参加 PISA。

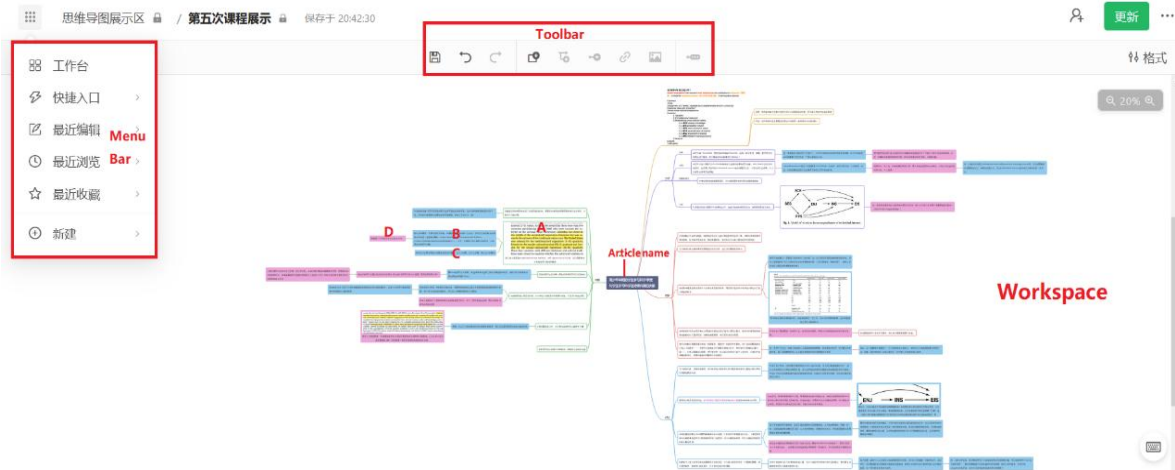


图 1 学生在“浙大语雀”平台“辩论区”可视化辩论示意图

通过上面的论证片段可以看出，学生 A 在缺乏证据的情况下表达了对文章内容的看法。学生 A 得到了同站方学生 B 和 C 的支持，且他们均提供了相关的证据。学生 D 用证据反驳了学生 B。

周四课上，所有小组分别利用 PPT 展示本次可视化辩论的成果。辩论展示结束后，教师分别从论证技巧和论证内容两个方面对辩论进行点评。学生也会对辩论展示者所展示的内容进行提问。

最后，在总结与反思阶段（第 8 周），学生在第 8 周课后将自己的反思以 Word 形式发送到老师指定的邮箱。

4. 数据收集与分析

学生在第一周和第八周分别填写问卷。研究主要依托“问卷星”平台将问卷以在线的形式发放给学生，学生填完后立即提交，然后利用描述性统计的方式分析数据。

5. 研究结果

图 2 展示了在前测和后测中，不同批判性思维人数的具体情况。其中，前后测中均没有弱批判性思维（<210 分）或者强批判性思维（>350 分）的学生出现。在较弱批判性思维的范围内（210 分-280 分），后测人数少于前测，分别为 10 人和 14 人。在较强批判性思维的范围内（280 分-350 分），后测人数多于前测，分别为 7 人和 3 人。由此可见，通过八周的课程学习，一部分学生（4 人）批判性思维由较弱上升为较强，说明学生的整体批判性思维有所提升。

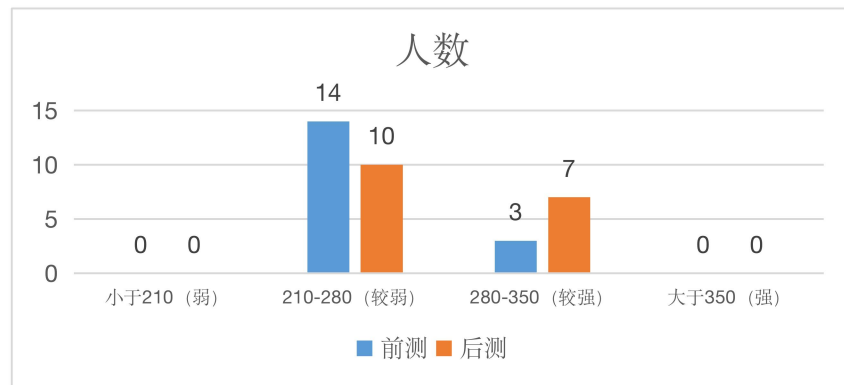


图 2 学生批判性思维前后测数据对比图

鉴于本研究是以小组为单位开展的线上可视化辩论活动，本研究又以小组为单位，对小组整体的批判性思维前后测结果进行了对比（表 2）。从表 2 可知，当小组人数为 4 人的时候，其小组的整体批判性思维表现出提升（第 1、2 和 3 组）。当小组人数为 5 人的时候，其小组的整体批判性思维是下降的（第 4 组）。

表 2 小组的整体批判性思维前后测对比表

组别	人数	前测	后测
1	4	1044	1091
2	4	1076	1105
3	4	968	982
4	5	1253	1214

5.1. 结果讨论

首先，在线论证图的应用有助于提升学生的整体批判性思维，该结果和有些研究的结果也一致（Carrington et al., 2011; Harrell, 2011; Eftekhari, Sotoudehnama, & Marandi, 2016）。究其原因，第一，异步的在线环境不仅为所有学生提供了参与论证的机会，还为其提供足够的思考时间以及便捷的修改和编辑条件。此外，学生也可以在网络环境中开展匿名论证，有效减少其在辩论过程中的社交焦虑（Maurino, 2006）。但网络环境也存在一些不足，如缺乏课堂中真实的氛围感以及教师的“监督”，致使学生容易产生松懈感以及不能够全身心地参与辩论。因此，教师后续可以在辩论过程中为学生提供过程性的指导，从而提高学生对于辩论活动的重视程度。

第二，通过可视化的方式开展论证（如论证图）有助于学生梳理主张和证据之间的逻辑关系，帮助学生及时发现辩论过程中存在的主要问题，如哪些主张缺乏足够和相关的证据、哪些证据和主张之间的关联性弱，从而促使学生以更有逻辑性的方式组织辩论内容。此外，论证图所记录的结构化的论证内容也有助于学生后续的反思，理清自己的见解，并最终提升批判性思维（Kabataş, 2011）。

第三，学生每次展示完论证内容后，教师都会对其展示给予客观地反馈，分别从论据的恰当性、合理性、内容组织的逻辑性等方面提供后续完善的思路，这些反馈为学生后续开展高质量的论证提供了指导。但鉴于学生每次论证都面临新的文章和内容，这就导致学生无法将教师的反馈精准地应用到被点评的论证中。因此，后续可以考虑让学生围绕某个论题开展逐步迭代改进的多次论证。

其次，当小组人数是 4 的时候，小组的整体批判性思维提升，而当小组人数为 5 的时候，小组的整体批判性思维下降。究其原因，第一，当小组内人数较多的时候，且加上不合理的分工，这就很容易降低学生参与论证的积极性，导致学生的参与质量也不高。因此，当小组人数较多的时候，可以考虑在小组内指定组长等作为负责人，对组员的论证过程进行统筹安排，

促使每个人都有参与的主体感。第二, 当小组人数多的时候, 组员提出的论题数量也会随之增加, 虽然多样化的论题为学生参与论证提供了更多机会, 但论题数量过多也会带来一个问题, 即学生论证的范围太广, 导致其对于每个论题都无法深入探讨, 这点从论证图的形状也可以看出来, 即论证图的横向长度比较短, 也就是说, 学生关于某个论点来来回回探讨的次数比较少。第三, 本研究中学生围绕论文的内容开展论证, 这些文章发表在国际高质量的期刊上, 其内容已经是作者思想的高度凝练, 若要对这些内容进行支持或反驳, 则对学生的知识功底等提出了挑战。Van Lacum, Ossevoort 和 Goedhart (2014) 的研究表明, 学生对于找学术论文中观点的支持性内容或研究局限都有难度, 更何况让他们对论文内容进行支持和反驳。

6. 研究不足与展望

总结而言, 本研究还存在以下三点不足: 第一, 研究时间相对较短, 本研究共持续八周, 而学生批判性思维变化是一个缓慢的过程, 因此, 后续可以考虑在更长的一段时间内观察学生的批判性思维变化情况。第二, 研究对象的局限。本研究以 17 名大学生为研究对象, 较少的研究对象可能给研究结果的解释性带来限制。此外, 本研究选择的实践课程属于人文社科专业类课程, 因此, 最终得到的策略建议可能具有一定的学科局限性, 还有待在更多学科中开展相关的验证性探索。第三, 评价测量工具的局限。本研究中测量学生批判性思维的问卷来自前人研究者, 问卷内容在本研究场景中的适用性还有待进一步探究。后续可以以本研究中学生在论证图中所产生的留痕内容为成果基础, 研制相关的测量或分析工具, 用于描述、评价和表征学生在论证中的相关表现, 以及探索基于此类测评工具开发论证智能分析系统及其教学应用的可能性。

参考文献

- 教育部. (2019). **教育部关于一流本科课程建设的实施意见**. Retrieved October 21, 2022, from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html.
- 吕林海, 张红霞. (2015). 中国研究型大学本科学习参与的特征分析——基于 12 所中外研究型大学调查资料的比较. *教育研究*, 36(09), 51 – 63.
- 彭美慈, 汪国成, 陈基乐, 陈满辉, 白洪海, 李守国, 李继平, 蔡芸芳, 王君俏, 殷磊. (2004). 批判性思维能力测量表的信效度测试研究. *中华护理杂志*, (9), 7 – 10.
- 叶映华, 尹艳梅. (2019). 大学生批判性思维的认知特点及培养策略探析——基于小组合作探究的实证研究. *教育发展研究*, 39(11), 66 – 74.
- Arum, R., & Roksa, J. (2011). *Academically adrift: limited learning on college campuses*. Chicago: University of Chicago Press.
- Carrington, M., Chen, R., Davies, M., Kaur, J., & Neville, B. (2011). The effectiveness of a single intervention of computer - aided argument mapping in a marketing and a financial accounting subject. *Higher Education Research & Development*, 30(3), 387 – 403.
- Dwyer, C. P. (2011). The evaluation of argument mapping as a learning tool. National University of Ireland, School of Psychology, Galway.
- Eftekhari, M., Sotoudehnama, E., & Marandi, S. S. (2016). Computer-aided argument mapping in an EFL setting: Does technology precede traditional paper and pencil approach in developing critical thinking? *Educational Technology Research and Development*, 64(2), 339 – 357.
- Ennis, R. (1991). Critical Thinking: A Streamlined Conception. *Teaching Philosophy*, (14), 31-35.
- Harrell, M. (2011). Argument diagramming and critical thinking in introductory philosophy. *Higher Education Research and Development*, 30(3), 371 – 385. doi:10.1080/07294360.2010.502559.
- Kabataş, M, E. (2011). *Effects of the argumentation based science learning approach and self-evaluation on primary school students' science and technology course achievement and retention of the achievement*. Erzurum, Atatürk University.

- Lailiyah, M., & Wediyantoro, P. L. (2021). Critical Thinking in Second Language Learning: Students' Attitudes and Beliefs. *Ijole-International Journal of Language Education*, 5(3), 180 – 192. <https://doi.org/10.26858/ijole.v5i3.18350>.
- Maurino, P. S. M. (2006). Looking for critical thinking in online threaded discussions. *Journal of Educational Technology Systems*, 35(3), 241-260.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994 – 1020.
- See, B. H. (2016). An investigation into the teaching and learning of argumentation in first year undergraduate courses: A pilot study. *British Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 18(4), 1 – 25.
- Shin, K., Jung, D., Shin, S., & Kim, M. (2006). Critical Thinking Dispositions and Skills of Senior Nursing Students in Associate, Baccalaureate, and RN-to-BSN Programs. *The Journal of nursing education*, (45), 233 – 237.
- Toulmin, S.E. (1958). *The use of argument*. London: Cambridge University Press, 87-99.
- UNESCO. Soft Power for the 21st Century. Retrieved October 23, 2022, from http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/soft_power_for_the_21st_century/.
- Van Lacum, E. B., Ossevoort, M. A., & Goedhart, M. J. (2014). A Teaching Strategy with a Focus on Argumentation to Improve Undergraduate Students' Ability to Read Research Articles. *CBE Life Sciences Education*, 13(2), 253 – 264.

智慧教室环境下大学生学习体验与学习投入关系研究

——自我效能感的中介作用

College Students' Learning Experience and Engagement in the Smart Classroom: The Mediating Role of Self-efficacy

刘思嘉*, 付玉娜, 赵赫璇, 马国威, 毛晓龙, 王妍莉

*西北民族大学教育科学与技术学院

*1270325918@qq.com

【摘要】 以往的研究表明, 学习体验可能会影响学生的学习投入。然而, 前者如何影响后者的潜在机制尚不清楚。本研究采用智慧教室学习体验、学习投入和自我效能感量表, 探讨智慧教室中大学生学习体验、学习投入和自我效能感之间的关系。结果表明, 智慧教室环境下的学习体验对学习投入和自我效能感有显著影响。自我效能感各维度与学习经验、投入各维度呈正相关。此外, 学生自我效能感在智慧教室学习体验与学习投入之间起部分中介作用。

【关键词】 学习体验; 自我效能感; 学习投入; 智慧教室

Abstract: Previous studies suggest that learning experience may affect students' learning engagement. However, the potential mechanism of how the former influences the latter is unclear. The present study explored the relationship between learning experience, learning engagement, and self-efficacy of college students in the smart classroom using the scale of Smart Classroom Learning Experience, Learning Engagement, and Self-efficacy. The results indicated that the learning experience in a smart classroom environment had a significant effect on learning engagement and self-efficacy. Each dimension of self-efficacy was positively correlated with each dimension of learning experience and engagement. Furthermore, students' self-efficacy partially mediates the relationship between learning experience and learning engagement in the smart classroom.

Keywords: learning experience, self-efficacy, learning engagement, smart classroom

基金项目: 2022 年度甘肃省优秀研究生“创新之星”项目“OMO 教学中动态分组策略对大学生协作建构能力的影响研究”(课题编号: 2022CXZX-199); 甘肃省教育科学“十四五”规划 2021 年度重点课题“面向藏民族地区的‘国家通用语言文字’理解性教学研究”(课题编号: GS[2021]GHBZ130); 甘肃省 2021 年度博士基金项目“‘三区三州’学前教育数字化资源公共服务均等化机制研究”(课题编号: 2021QB-068)。

1. 引言

学习投入一直是教育工作者们研究的重点, 研究发现学生的学习投入与学习效果显著相关(Yuwen et al., 2021), 因此学习投入也常常作为学习效果的评价依据, 通常被作为观察学生努力程度的重要指标 (Gainor et al., 2014)。有人认为, 学习投入与学习者的环境体验密切相关 (Hiver et al., 2020), 良好的学习体验感能够使学习者表现出更高的积极性和更好的学习结果 (Diseth, 2007)。智慧教室作为技术强化教育应用, 从内容呈现、环境管理、资源获取、及时互动以及情境感知五个方面丰富了课堂教学形式, 因此, 它被认为有助于提高学习者的学习积极性和学习质量 (黄荣怀、胡永斌、杨俊锋和肖广德, 2012)。但在其学习过程中, 也存在非教学活动、脱离学习目标分离等非投入行为 (Pardos et al., 2014)。因此探究智慧教室环境下, 技术环境带给学生的学习体验对于学习投入的影响, 将有利于学习活动更好的开展, 并减少学生非投入行为的发生。

学习体验作为学习过程中的一个重要因素, 会影响学生的学习投入。由于其重要性, 改善学生的学习体验从 21 世纪初开始就受到了政策的关注。2004 年, 高等教育学院声明“我们的愿景是让英国高等教育的学生享受世界上最高质量的学习体验”(高等教育学院(HEA), 2011)。Biggs(1985)在他的三阶段模型中将学生学习描述为一个过程, 包括预兆、过程和产物。这三个过程分别对应学习环境和学生的特点、学习方法和学习结果。该模型提出学生的个性特征和学习情境会影响他们可能采用的学习方法, 从而影响学习结果。因此, 学生的学习体验可能会影响学习投入等学习结果。

然而, 来自外部环境的学习体验可能与其他内部因素交织在一起, 共同影响学习投入(Helgeson 和 Lopez, 2010)。因此, 研究学习体验对学习投入的影响机制非常重要。已有研究表明, 自我效能感在学习体验与学习投入之间起中介作用。自我效能被定义为“在特定环境下成功完成任务的自我信念”(Bandura, 1994)。以往的研究表明, 自我效能感对激励学生有显著贡献(Tschannen-Moron & Woolfolk Hoy, 2001; Zimmerman, 2000 年), 导致更大的参与(例如, Kuo, T. M., Tsai, C. C., & Wang, J. C., 2021 年; Wu, H., Li, S., Zheng, J., & Guo, J., 2020)。此外, 一些研究表明, 积极的学习体验为个体建立和衡量自身能力提供了信息源, 学习体验与自我效能显著相关(Phan, 2011)。

本研究在前人研究的基础上, 探讨了学习体验、自我效能感和学习投入之间的关系。我们假设学习体验显著影响学习投入。此外, 学习体验与学习投入之间存在自我效能感的中介关系。

2. 研究设计

2.1 研究对象

本研究选取中国西部某大学的本科生, 以 2021-2022 学年春季学期在智慧教室进行教学活动的三个年级的学生为研究对象。对具有一学期以上的智慧教室学习经历的学生开展在线问卷调查。回收后经过初步检查清理得到 167 份有效问卷, 有效率为 83.5%。其中大一学生 73 人 (36.5%), 大二学生 64 人 (32%), 大三学生 63 人 (31.5%), 女生 122 人 (73.1%), 男生 45 人 (26.9%)。

2.2 测量工具

2.2.1 学业自我效能感量表

本研究采用梁宇颂(2000)编制的学业自我效能感量表, 包括学习能力自我效能感和学习行为自我效能感两个维度。问卷项目采用五分制评分, 1 代表“完全不一致”, 5 代表“完全一致”(Cai, 2021)。信度系数为 0.92。

2.2.2 学习体验量表

学习体验采用胡永斌和北京师范大学的黄荣怀(2016 年)编制的量表。包括五个维度: 学习活动、物理环境、资源获取、生机交互和内容呈现。问卷项目采用五分制评分, 1-5 分别代表“从来没有”、“很少发生”、“偶尔发生”、“经常发生”和“总是如此”, 信度系数为 0.93。

2.2.3 学习投入量表

学习投入采用 Awang-Hashim 和 Murad Sani (2008 年)编制的量表。包括行为投入、认知投入和情感投入三个维度。问卷项目采用五分制评分, 1-5 分别代表“完全不符合” - “完全符合”, 信度系数为 0.96。

3. 研究结果与讨论

3.1 大学生自我效能感、学习投入与学习体验的相关检验

采用 Pearson 检验进行各变量之间的相关分析, 相关分析显示, 大学生自我效能感与学习投入、学习体验显著正相关(见表 1), 其中自我效能感越强的学生在学习投入、学习体验方面表现越好。此外, 学习投入的各个维度与学习体验的各个维度显著正相关。具体来说, 学

习体验各方面的水平越高，学生的学习投入程度就越高。因此证明了假设 1, 2, 3 成立，并为后续结构方程验证提供了基础。

表 1 学习体验、自我效能感与学习投入的 Pearson 相关性分析

变量	均值	标准差	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
自我效能感												
1 学习能力	3.73	0.67	1									
2 学习行为	3.68	0.62	0.869**	1								
学习投入												
3 行为投入	4.63	0.37	0.390**	0.403**	1							
4 认知投入	3.70	0.68	0.769**	0.804**	0.449**	1						
5 情感投入	4.37	0.51	0.534**	0.540**	0.397**	0.593**	1					
学习体验												
6 学习活动	3.98	0.48	0.640**	0.646**	0.322**	0.701**	0.583**	1				
7 物理环境	4.22	0.58	0.370**	0.383**	0.248**	0.373**	0.495**	0.524**	1			
8 资源获取	4.16	0.60	0.521**	0.494**	0.229**	0.543**	0.531**	0.651**	0.647**	1		
9 生机交互	4.11	0.61	0.579**	0.561**	0.410**	0.598**	0.590**	0.656**	0.613**	0.763**	1	
10 内容呈现	4.35	0.54	0.424**	0.404**	0.380**	0.480**	0.610**	0.452**	0.620**	0.541**	0.716**	1

注: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

3.2 自我效能感在学习体验与学习投入关系间的中介效应检验

采用 AMOS24.0 软件建立结构方程模型，检验自我效能感在学习体验与学习投入关系中的中介作用。

首先，对学习体验、自我效能感和学习投入的组成信度进行检验，建立测量模型 I（如图 1）。结果表明，自我效能感、学习经验、学习投入的 CR 值分别为 0.93、0.892 和 0.74。CR 值是所有被测变量信度的组合，表示维度指标的內部一致性。CR 越高，方面的内部一致性越高。自我效能感、学习经验、学习投入的平均方差提取(AVE)值分别为 0.869、0.626、0.5。

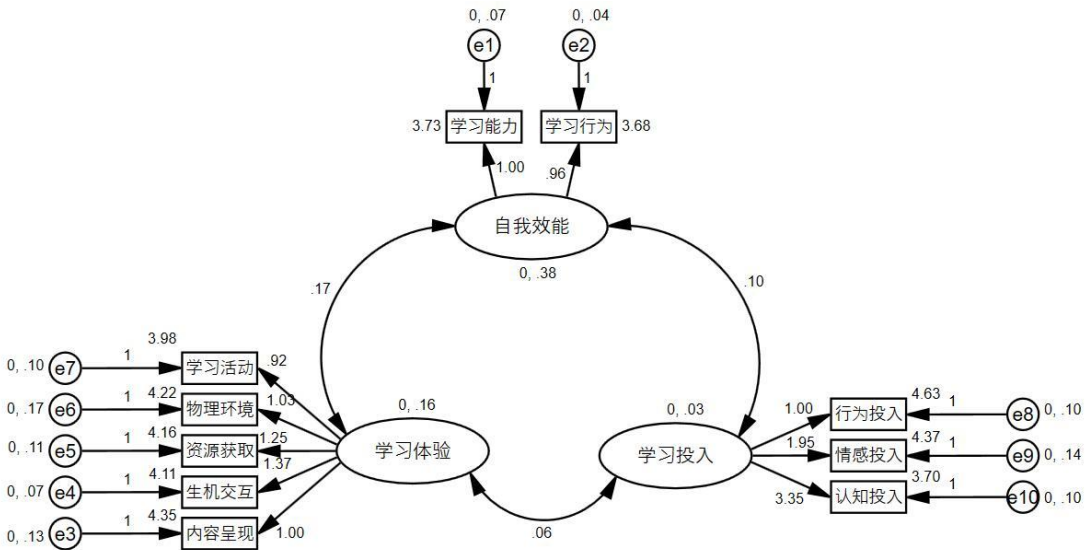


图 1 学习体验、自我效能感与学习投入相关分析模型

如表 2 所示，测量模型中潜变量的 Cronbach ‘s 系数均在 0.9 以上，各结构的 CR 均在 0.7 以上，说明模型的可靠性和测量数据的内部一致性较高。在效度检验方面，采用探索性因子分析对问卷数据进行分析，Bartlett 球形检验 p < 0.001, KMO 检验 p < 0.71。两次检验表明，

调查数据适合进行因子分析，因子负荷量在 0.5—0.869 之间，符合因子负荷量大于 0.5 的范围。各结构的群体效度均高于 0.5，说明问卷的收敛效度较好。

表 2 学习体验、自我效能感和学习投入的组成信度和收敛效度分析

Construct	Indicator	Sig. test of parameters				Std.	Item reliability	Construct reliability	Convergent validity
		Unstd.	S.E.	z-value	P		SMC	CR	AVE
自我效能感	学习能力	1				0.917	0.841	0.930	0.869
	学习行为	0.957	0.048	19.783	**	0.947	0.897		
					*				
学习体验	内容呈现	1				0.738	0.545	0.892	0.626
	生机交互	1.371	0.118	11.653	**	0.903	0.815		
					*				
	资源获取	1.245	0.116	10.731	**	0.831	0.691		
					*				
	物理环境	1.032	0.114	9.069	**	0.710	0.504		
					*				
学习投入	学习活动	0.917	0.094	9.731	**	0.758	0.575		
					*				
	行为投入	1				0.491	0.241	0.740	0.500
	情感投入	1.955	0.327	5.983	**	0.688	0.473		
					*				
	认知投入	3.348	0.504	6.642	**	0.886	0.785		
					*				

其次，采用 Bootstrapping 方法检验中介效应，在学习体验与学习投入之间加入中介自我效能，建立中介模型 II (见图 2)。拟合良好度指数值为 $X^2=43.274$, $X^2/DF=1.352$, $GFI=0.965$, $AGFI=0.951$, $TLI=0.987$, $CFI=0.991$, $RMSEA=0.046$, $SRMR=0.071$, $IFI=0.991$ 。

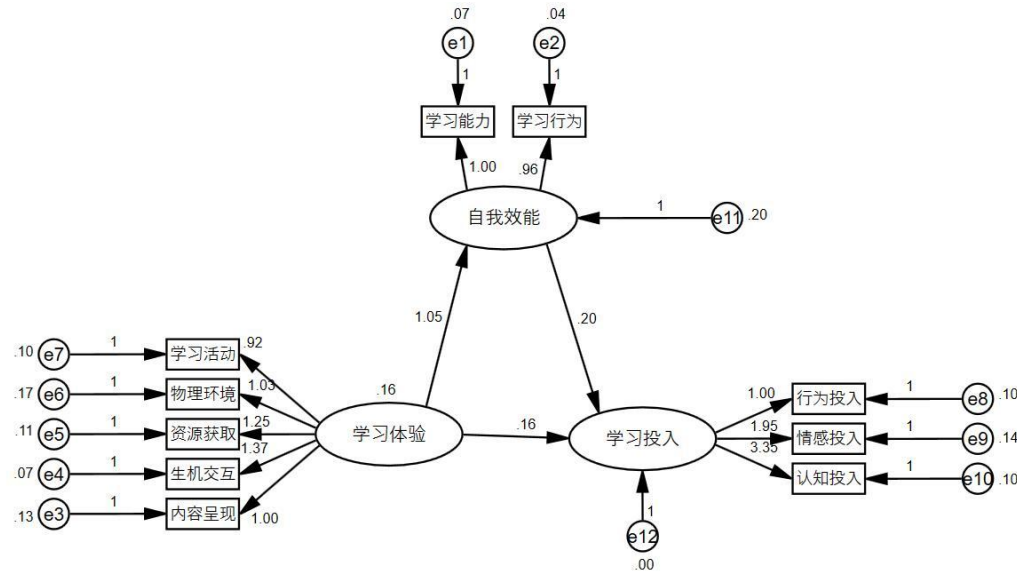


图 2 学习体验、自我效能感影响学习投入的结构方程模型图

根据图 2 所示的模型可知：学习体验对自我效能感有正向的预测作用，学习体验越强，自我效能感越高 ($\beta =0.68$, $p<0.001$)；自我效能感对学习投入也有正向的预测作用，自我

效能感越高, 学习投入程度越高 ($\beta = 0.69$, $p < 0.001$)。加入中介变量自我效能感后, 学习体验对学习投入的路径系数为 0.16。模型满足结构模型方程(杨新荣、林明和马林, 2021)中的所有拟合指标, 表明拟合有效性较好。对结构方程模型进行了验证, 证明该模型具有一定的说服力。

表 3 直接效果 (DE)、间接效果 (IE) 和总效果 (TE)

Effect	Point estimate	Product of coefficients		Bootstrapping			
				Bias-corrected 95% ci		Percentile 95% ci	
		SE	z-value	Lower	Upper	Lower	Upper
IE	0.213	0.046	4.630	0.137	0.324	0.132	0.312
DE	0.157	0.051	3.078	0.067	0.263	0.069	0.267
TE	0.37	0.068	5.441	0.244	0.511	0.245	0.514

学习体验、自我效能感和学习投入的直接效应(DE)、间接效应(IE)和总效应(TE)见表 3。由于 95%置信区间不包括 0 说明影响显著, DE 和 IE 的 z 值大于参考值 1.96; 因此, 两个效应都是有效的, 表明模型 II 是一个部分中介模型。根据模型 II, 学习体验通过自我效能感影响学习投入, 说明自我效能感起部分中介作用。IE 为 0.213, DE 为 0.157, TE 为 0.37。中介效应率为间接效应与总效应之比, $0.213/0.37=57.7\%$ 。

3.3 自我效能感、学习体验与学习投入的路径分析

为进一步验证自我效能感、学习体验、学习投入等具体变量之间的关系, 建立变量间路径分析图, 得到验证模型(见图 3)。模型的拟合良好度指标值为 $X^2=45.020$, $X^2/DF=1.407$, $GFI=0.964$, $AGFI=0.949$, $TLI=0.985$, $RMSEA=0.050$, $CFI=0.989$, $IFI=0.989$ 。根据指标数值, 模型拟合程度较好。各路径的回归系数均达到显著水平, 变量之间相互影响。

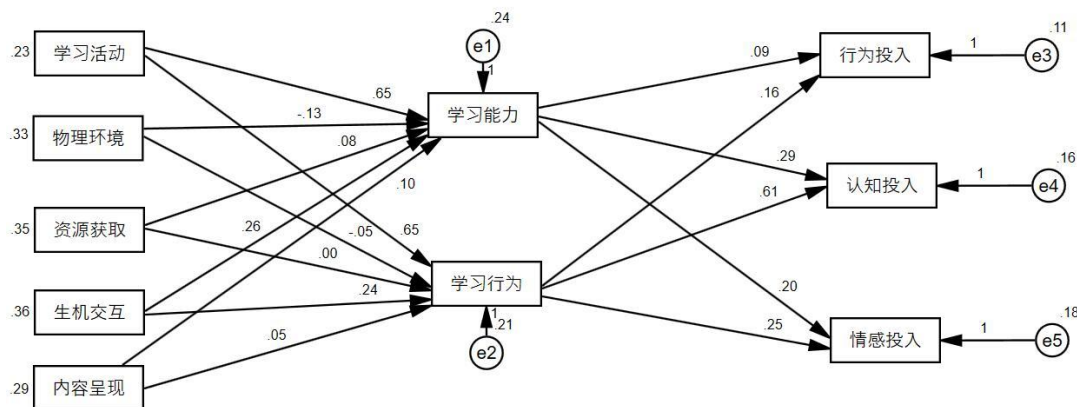


图 3 自我效能感、学习体验与学习投入的路径分析图

验证模型的路径回归系数代表自变量对因变量的影响程度(Ji, 2016), 如图 3 所示, 在学习体验对自我效能感的影响中, 学习活动对学习能力和学习行为自我效能感的影响效应 (0.65) 是相同的; 物理环境对自我效能感产生负向影响; 资源获取对学习行为自我效能感影响不显著, 对学习能力和自我效能感 (0.08) 影响较弱; 生机交互对学习能力和自我效能感 (0.26) 的影响效应大于对学习行为自我效能感 (0.24) 的影响效应; 内容呈现对学习能力和自我效能感 (0.10) 的影响效应大于对学习行为自我效能感 (0.05) 的影响效应。

此外, 在自我效能感对学习投入的影响中, 学习能力自我效能感对认知投入 (0.29) 的影响最大, 其次是情感投入 (0.20), 对行为投入 (0.09) 的影响最弱; 学习行为自我效能感对认知投入 (0.61) 的影响最大, 其次是情感投入 (0.25), 对行为投入 (0.16) 的影响效应最弱。

结果表明,自我效能感在学习活动、生机交互和内容呈现对学习投入的影响中起间接中介作用。然而,自我效能感在物理环境和资源获取对学习投入的影响中并不起中介作用。因此,自我效能感在学习体验和学习投入中起部分中介作用。

4. 研究结论与建议

本研究旨在探讨学习体验、自我效能感与学习投入之间的关系。此外,研究了自我效能感在学习体验与学习投入之间的中介作用。

研究结果表明,学习经验可以预测并显著影响学生的自我效能感。在智慧课堂中,师生将不再局限于传统课堂、多媒体课堂、网络课堂桌椅,而是通过自然的手段和方法,多样化的交流和互动(王妍莉,毛晓龙 & 李茂兰, 2022),增强学生的自我效能感,增加课堂参与度,提高学习投入度(张屹,董学敏,白清玉,熊曳 & 朱映晖, 2018)。此外,研究结果表明,自我效能感高的学生在学习活动过程中往往具有较强的解决问题能力和知识再加工能力,其学习效果往往最好。智能课堂环境下的课堂教学活动可以显著提高学生的网络自我效能感,从而提高学习投入。此外,研究结果显示自我效能感显著影响学习投入。具体来说,自我效能感水平较高的学生更倾向于投入到学习过程中,这与之前的研究一致(例如, Kuo, T. M., Tsai, C. C., & Wang, J. C., 2021; Wu, H., Li, S., Zheng, J., & Guo, J., 2020)。

此外,自我效能感在学习体验与学习投入之间起中介作用,这与前人的研究结果一致。Fredrickson(1998)认为积极情绪标志着最佳幸福的存在。根据“拓展与建立”(B&B)理论(Fredrickson, 1998),积极情绪通过帮助个体培养探索性行为,创造学习机会,帮助建立持久资源。因此,通过体验积极情绪并参与相应的探索性行为,自我效能感会得到增强。此外,根据资源节约(COR)理论,个人有动机维护、获取和保护他们的资源。Tims et al.(2014)认为,当个体拥有较高水平的个人资源(如自我效能)时,他们会有努力工作的内在动机,从而容易获得更多的资源(Bakker and Demerouti, 2014),这可以导致更高的学习投入。

本研究在教学中具有很大的应用价值。第一,学习活动对自我效能感的影响最大。因此,丰富的教学活动设计是非常重要的。我们需要注意的是,虽然目前的智能课堂为教学活动的开展提供了环境硬件支持和技术软件设备,但大多数教师还是专注于教学。因此,要促进学生的学习体验,就需要突出技术环境的特点和优势,充分理解学习空间的内涵特点,并有效地设计教学活动。此外,还需要有效地突出互动的优势,创造多样化的教学内容,灵活的教学方法,在学习过程中激发学生的学习兴趣和学习的动机。

第二,学习行为的自我效能感对认知投入的影响最大,而认知投入往往是学习投入的核心指标。智能教室可以为教师和学生提供各种学习过程和结果的数据信息,不仅包括学生的课堂数据,还包括课后的在线数据。教师可以根据这些信息调整教学方法,及时准确地帮助学生发现和解决问题,并根据学生的状况和个人需求准确推广相应的学习资源。为了在教学过程中有效地促进学习行为的自我效能感,学生可以比较自己与整体水平的差距,调整和补充自己的不足,根据具体问题进行补充,利用系统学习。因此,多维度评价方法的建立和简化,有利于提高学生的学习效率,促进学习投入。

本研究的一个重要局限性是本实验仅在一所学校实施,不同学校的智能教室建设差异较大,这在一定程度上影响了结论的普适性。未来的研究应在更多的学校进行,以增加研究结果的适应性。另一个限制是采用横断面设计,无法得到因果关系。未来的研究应该采用实验设计来调查因果关系。

参考文献

- 王妍莉,毛晓龙 & 李茂兰.(2022).智慧教室的研究现状、热点和趋势分析——基于 CiteSpace 的量化研究. *阅江学刊*(02),145-155+175.
- 张屹,董学敏,白清玉,熊曳 & 朱映晖.(2018).智慧教室环境下学生的探究参与度研究——以

“食物在体内的旅行”为例. **电化教育研究**(05),86-92.

杨新荣,林明 & 马林.(2021).中学生数学学习投入结构探索——基于结构方程模型的分析. **西南大学学报(自然科学版)**(04),1-9.

胡永斌 & 黄荣怀.(2016).智慧学习环境的学习体验:定义、要素与量表开发. **电化教育研究**(12),67-73.

梁宇颂.(2000).大学生成就目标、归因方式与学业自我效能感的研究(硕士学位论文,华中师范大学).

黄荣怀,胡永斌,杨俊锋 & 肖广德.(2012).智慧教室的概念及特征. **开放教育研究**(02),22-27.

嵇艳 & 汪雅霜.(2016).学习动机对大学生学习投入的影响:人际互动的中介效应. **高教探索**(12),23-28.

蔡珠璩.(2021).初中生不确定性容忍度与学业自我效能感的关系. **中小学心理健康教育**(05),8-13.

Awang-Hashim, R., Murad Sani, A. (2008). A confirmatory factor analysis of a newly integrated multidimensional school engagement scale. *Malays. J. Learn. Instruction*. 5.

Bakker, A. B., Demerouti, E. (2014). Job demands-resources theory, in *Wellbeing: A Complete Reference Guide, Work and Wellbeing (Vol. III, 37.e64)*, eds. P. Y. Chen, and C. L. Cooper (Chichester, UK: Wiley-Blackwell).

Biggs, J. B. (1985). The role of meta-learning in study processes.. *Br. J. Educ. Psychol.* 55, 185 – 212.

Bolliger, D. U., Halupa, C. (2018). Online student perceptions of engagement, transactional distance, and outcomes. *Distance Educ.* 39, 299 – 316.

Fredrickson, B. L. (1998). What good are positive emotions? *Rev. Gen. Psychol.* 2, 300 – 319.

Helgeson, V. S., Lopez, L. (2010). Social support and growth following adversity, in *Handbook of Adult Resilience*, eds. J. W. Reich, A. J. Zautra, and J. S. Hall (New York: Guilford Press), 309 – 330.

Higher Education Academy (HEA). (2011). *Higher Education Academy*, Available at: www.heacademy.ac.uk. Accessed 10/18/2022

Hiver, P., Zhou, S. A., Tahmouresi, S., Sang, Y., Papi, M. (2020). Why stories matter: Exploring learner engagement and metacognition through narratives of the L2 learning experience. *System*. 91, 102260.

Kuo, T. M., Tsai, C. C., Wang, J. C. (2021). Linking web-based learning self-efficacy and learning engagement in moocs: The role of online academic hardiness. *Internet Higher Educ.* 51.

Pardos, Z. A., Baker, R. S. J. ., San Pedro, M., Gowda, S. M., & Gowda, S. M. (2014). Affective States and State Tests: Investigating How Affect and Engagement during the School Year Predict End-of-Year Learning Outcomes. *Journal of Learning Analytics*, 1(1), 107 – 128.

Phan, H. P. (2011). Interrelations between self - efficacy and learning approaches: A developmental approach. 31, 225 – 246.

Tims, M., B. Bakker, A. B., Derks, D. (2014). Daily job crafting and the self-efficacy - Performance relationship. *J. Manag. Psychol.*. 29, 490 – 507.

Tschannen-Moran, M., Hoy, A. W., T. M., & B, A. W. H.. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teach. Teach. Educ.* 17, 783 – 805.

Wu, H., Li, S., Zheng, J., Guo, J. (2020). Medical students’ motivation and academic performance: The mediating roles of self-efficacy and learning engagement. *Med. Educ. Online*. 25, 1742964.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemp. Educ. Psychol.* 25, 82 – 91.

共享调节学习视域下小组协作群体感知分析框架构建

Construction of Group Perception Analysis Framework for Group Collaboration from the Perspective of Socially Shared Regulation Learning

毛晓龙*, 刘思嘉, 赵赫璇, 付玉娜, 马国威, 王妍莉

西北民族大学教育科学与技术学院

*2905123767@qq.com

【摘要】 越来越多的研究证明, 共享调节学习活动能够降低学生在小组活动过程中的非协作化行为。但目前有关共享调节的相关研究尚未对其过程进行明确界定。基于此, 研究对共享调节学习的概念、特征进行整理和界定, 并通过文献分析、扎根理论和德尔菲法对已有共享调节文献进行分析, 构建包含7个一级指标、16个二级指标和37个三级指标的共享调节分析框架, 以期促进我国共享调节学习的发展。

【关键词】 共享调节学习; 群体感知; 扎根理论; 评价体系

Abstract: More and more studies have shown that socially shared regulation learning activities can reduce students' non-cooperative behavior in group activities. However, the current research on shared regulation has not clearly defined its process. Based on this, the concept and characteristics of socially shared regulation learning are sorted out and defined. Through literature analysis, grounded theory and Delphi method, the existing shared regulation literature is analyzed, and a shared regulation analysis framework including 7 first-level indicators, 16 second-level indicators and 37 third-level indicators is constructed. In order to promote the development of shared regulation learning in China.

Keywords: socially shared regulation learning, group awareness, grounded theory, evaluation system

1. 问题提出

协作学习的主要目的在于小组成员形成富有成效的集体思维并建构高阶学习, 而达到该目的与小组协作过程中的意义建构和会话协商息息相关(Chen,2012), 二者也被认为是协作学习的核心要素(琳达·哈拉西姆 & 肖俊洪,2015)。协作知识建构和共享调节学习二者相互促进共同保障协作学习的最终效果。目前有较多的研究关注了协作知识建构领域, 而小组的协作交互需要成员之间彼此协商并调节关系, 本研究期望从共享调节学习的视域下分析可以促进协作学习效果的影响因素。

2. 群体感知在共享调节学习中的作用

通过文献对比可以得出共享调节学习具有的共性特征包括: (1) 共享调节学习关注集体层面的活动, 小组成员通过有效的协调沟通以此达到共同目标(Järvelä & Hadwin,2013); (2) 共享调节学习关注整个学习和协作过程, 包括团队成员共同参与任务理解、制定计划、监控协作过程、评价反思等活动的优质发生(陈向东,罗淳 & 张江翔,2019); (3) 共享调节学习是集体协调学习活动的过程, 在认知、元认知、情感和动机等不同维度进行集体协调, 达成或维持共同认知的过程(郑兰琴 & 李欣,2017); (4) 共享调节学习是一个循环渐进的活动, 其中监控、评价和反思贯穿始终(Järvelä & Hadwin,2013)。已有研究表明, 为团队提供相应的技术服务和工具支持能够确保共享调节的发生, 以此使得协作活动能够高效的进行。目前, 有关共享调节工具的设计大体划分为两大类: 一是CSCL支持下的可视化工具, 主要包含可视化团队信息和提供动态脚手架两部分。二是共享调节活动过程性脚本多以反思日志或反思量

表形式呈现，主要包含阶段性内容脚本和过程性引导脚本。阶段性内容脚本主要从宏观角度帮助团队开展共享调节活动。

3. 共享调节学习视域下群体感知分析框架

本研究关于共享调节学习视域下群体感知分析的框架构建采用定性和定量相结合的方法。定性分析包括扎根理论；定量分析包括采用德尔菲法和层次分析法。具体分析路径分为两个部分：一是基于扎根理论，梳理出共享调节学习预评估框架共得到 62 个初始主题；二是通过德尔菲法构建出初始框架体系中各级指标，在运用层次分析法计算各级指标权重。最终确定了 7 个一级指标框架、16 个二级观测指标以及 30 个三级指标，如图 1 所示。

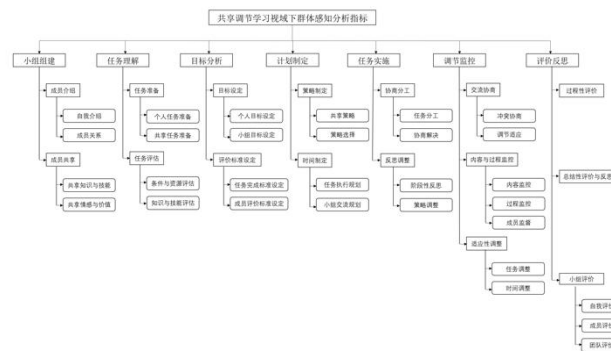


图 1 群体感知分析指标体系框架

4. 小结

整体上研究所构建的框架较为全面地涵盖了共享调节学习的各要素，同时共享调节学习的相关研究提供了方法和经验。但本研究也存在一些不足。对于构建的共享调节学习群体感知分析框架并未进行实际的课堂实验和数据分析，共享调节学习各环节的具体运用没有实践支持，接下来本研究将对构建的群体感知框架进行实际的课堂实践，完善各维度的具体运用，并最终形成完整、成熟的共享调节学习群体感知分析框架。

参考文献

- 陈向东,罗淳 & 张江翔.(2019).共享调节:一种新的协作学习研究与实践框架. *远程教育杂志*,01,62-71。
- 郑兰琴 & 李欣.(2017).调节性学习的发展:模型、支持工具及培养策略. *现代远程教育研究*,02,60-66。
- 琳达·哈拉西姆 & 肖俊洪.(2015).协作学习理论与实践——在线教育质量的根本保证. *中国远程教育*,08,5-16+79. doi:10.13541/j.cnki.chinade.2015.08.002.
- Chan, C. K. K. . (2012). Co-regulation of learning in computer-supported collaborative learning environments: a discussion. *Metacognition and Learning*, 7(1), 63-73.
- Järvelä, S., & Hadwin, A. F. (2013). New frontiers: Regulating learning in CSCL. *Educational psychologist*, 48(1), 25-39.

基于慕课讨论区的学习者情感体验分析

Analysis of Emotional Experience of Learners Based on MOOC Discussion Forum

黄柔, 骆蓉

杭州师范大学

huangrouhznu@163.com, luoronghznu@163.com

【摘要】 2020 新冠疫情的暴发和蔓延促使全球慕课平台用户激增。慕课平台为广大学习者提供了丰富的学习资源, 也为慕课学习用户带来了独特的情感体验。本研究通过对疫情期间十门英语相关课程的情感体验有关的 360 条学习者慕课讨论区文本的质性分析, 确定了 22 种积极和消极情感体验, 其中, 较为常见的有满意、激励、期待、不满、沮丧、困惑。从整体情感来看, 积极情感与消极情感交织, 学习者在慕课讨论区情感表达多样复杂。结合情感体验指向对象分析, 学习者间交互活动、学习内容与教师多产生积极情绪, 而教学管理与技术支持更倾向于产生消极情绪。

【关键词】 慕课; 学习体验; 情感体验; 慕课讨论区文本

Abstract: The outbreak and spread of COVID-19 pandemic has led to a surge in the number of users on MOOC platforms around the world, which has not only provided rich learning resources for online learners but also brought unique emotional experience to them. The present study carried out a qualitative analysis of 360 texts from MOOC discussion forums of 10 language MOOCs. We analyzed learners' emotional experiences and identified 22 positive and negative emotional experiences. Overall, positive and negative emotions are interwoven with each other, and learners' emotional expressions in MOOC discussion forums are diverse and complex. As for the object of learners' emotional experience, their inter-learner interaction tends to generate positive emotions, while teaching management tends to generate negative emotions.

Keywords: MOOC, learning experience, emotional experience, texts in MOOC discussion forum

1. 研究背景

近年来, “互联网+教育”的理念逐渐普及, 慕课行业发展蓬勃迅速。特别是在 2020 年疫情爆发后, 网上学习用户数量激增, 大量学习者通过慕课平台慕课学习自己感兴趣的课程。相较于传统教学模式, 慕课以互联网为载体, 拥有强大的交互功能——慕课讨论区模块的设置为教师和学习者、学习者和学习者的交流与沟通提供了更便捷、更人性化的渠道。在讨论区中, 学习者留下了丰富多样带有情感体验的文字, 随着课程推进, 文本数量逐渐积累, 其中包含着大量学习者对于所学慕课课程的态度、评价等多方面信息。然而, 当前对于慕课讨论区的情感体验研究相对匮乏, 鲜少有研究关注到慕课讨论区不同情感体验对于慕课学习的作用与影响。只有切实了解学习者在学习中的情感体验, 才会有依有据地改良课程设计和实施方案, 提高学习者学习效果, 促进可持续学习, 推动慕课的发展。

2. 研究设计

2.1. 研究问题

本研究关注慕课学习者在慕课讨论区该特定学习情境中产生的情感体验特征, 具体问题如下: (1) 慕课讨论区主要包含学习者哪些不同的情感体验? (2) 对慕课不同体验对象的情感体验有什么特征

2.2. 数据来源

本研究数据选取自中国大学生慕课平台的十门国家级精品开放课程的慕课讨论区。相较于传统教学情境,讨论区规则限制较少,学习者可以针对与课程相关的内容发帖提问,并与其他学习者、教师或助教交流讨论,因此,学习环境更宽松自由,学习者在讨论区的留言富含情感因素。该十门课程为慕课平台热门课程,课程开设时间较长,且选择疫情大多数学校无法正常进行教学活动期间的讨论区语料,慕课平台在此期间学习用户数量激增,因此讨论区积累了大量的数据。本研究共抓取到 500 条数据,删除重复数据和只涉及认知体验的表述,筛选出与情感体验相关的内容记录,共获得 360 条数据参与编码。

2.3. 研究工具

根据慕课讨论区学习的具体状况以及编码的易操作性,结合在线学习研究领域常用情感类型,对情感词类型框架进行具体构建,具体包括 6 种积极情感(感兴趣、激励、自豪、满意、喜欢、高兴)和 5 种消极情感(紧张、担心、厌恶、困惑、沮丧)。

在初步构建情感体验类型框架的基础上,本研究使用 Nvivo 12 质性分析软件,通过采用开放式编码对语料进行整理、分析和编码慕课讨论区文本。以语句为分析单元,首先根据学习者语句中使用的情感词进行情感标签编码,在此基础上,当一些文本语句中未带有情感词却存在情感意义时,根据其情感意义归类于自定情感体验类型框架,在无法归类于现有情感体验类型框架时,新设情感体验类型进行标注。此外,当一个语句中含有多种情感体验类型,则进行分类,一一对应与情感体验框架。

3. 数据分析

3.1. 慕课讨论区情感体验状态分析

本研究对 360 条学习者讨论区评论进行质性分析,得出 22 个情感词标签,与初步构建的情感体验类型框架相吻合的情感标签词共 10 项,分别为满意(49)、激励(44)、沮丧(37)、困惑(26)、担心(21)、喜欢(13)、紧张(3)、高兴(2)、厌恶(2)和感兴趣(2)。又新增 12 项情感标签词,分别为不满(45)、期待(42)、感激(29)、讽刺(10)、愤怒(7)、认同(7)、抱歉(4)、焦虑(4)、不适应(3)、遗憾(3)、反思(2)、无趣(1)。

在所有情感词中,“满意”的频次最高(占比 13.6%)。学习者在慕课讨论区通过不同的角度表达了自己对于慕课学习的满意感,包括慕课学习内容详细知识丰富(“觉得咱们课程干货满满,还想继续消化吸收”),慕课学习内容在现实中可运用率高,慕课平台作为新的学习方式有帮助和慕课中运用的有效学习方法(“用讲故事的方法让自己的论文生动有趣,这是个非常值得琢磨学习的方法,受益匪浅。”),以及教师教授水平高超。对教师的喜爱与赞美也体现在较高频率出现的“感激”情感体验词(占比 8.0%),同时,“喜欢”、“高兴”与“感兴趣”也表明了学生对于慕课课程教师与学习内容的认可和喜爱。

“激励”(占比 12.2%)、“期待”(占比 11.6%)作为积极情感体验词在总体情感体验词中也占比较高,这两个情感词条主要与学生希望努力学习提高自我的愿景相关。表现出学习者对于主动学习知识的积极性(“不会就一个单元吧?没有看过瘾呢!”),教师考虑提高分数的期待(“学校认定成绩占比挺大的希望老师能够调整调整!!”),与努力学习该门慕课的自我激励。值得注意的是,慕课讨论区的交互功能使得大量学习者在讨论区不仅依赖于自主学习,也会通过寻找其他线上学习者,互相激励的方式促进学习(“一起加油。”)。根据“认同”的情感体验,也体现出学习者在线上学习时有共同学习伙伴的需求。

不同于大多数的慕课学习情感体验的研究,慕课讨论区情感体验中消极情绪在总占比中占比较大,并且在新增标签中,“不满”作为新增情感标签词出现频次最高(占比 12.5%)仅次于“满意”。学习者对慕课学习“不满”的情感体验问题集中于最终考试成绩相关的问题,例如测试成绩评定不公平(“因为得分就像过山车,这是有失公平、公正,并且严重打击学生学习积极性的事情。”),慕课系统技术问题导致成绩受影响,除了因为测试安排与技术支持导致的成绩不理想,部分学习者的“不满”来自于学习者“互评”中被赋予低分的行为。

除“不满”情绪以外，“困惑”（占比 7.2%）和“沮丧”（占比 10.2%）等情绪反映出学习者在学习过程中对自身学习进度和能力的反思（“全英文听起来真心吃力。”）。此外，在学习者交互活动方面，存在少部分的消极情绪，包含“讽刺”、“抱歉”和“遗憾”。慕课讨论区作为学习者与学习者、学习者与教师日常交流的区块，交流环境相较课堂讨论或慕课评论区更宽松自由，学习者倾向于在发帖时直抒胸臆，因此慕课讨论区的情感体验更多样与丰富，更确切地体现学习者在慕课学习过程中的情绪。

3.2. 对不同体验对象的情感体验特征

根据唐诺德·诺曼的情感体验理论，情感体验的状态会随着自我需求满足度、个体所处的外部环境和客观条件等因素变化而发生变化，即学习者与不同的具体体验对象之间会产生不一样的情感体验。结合本研究文本分析过程和已有文献参考（江毓君、白雪梅和伍文臣，2019），将具体体验对象概括为以下 7 类：学习者、学习者间交互活动、教师、学习内容、课程资源、教学管理、技术支持（见表 1）。

表 1 不同体验对象情感体验编码汇总表

体验对象	出现频次	总占比 (%)	积极情感 频次	积极情感 占比(%)	消极情感 频次	消极情感 占比(%)
学习者	58	16.1	40	69.0	18	31.0
学习者间交互活动	48	13.3	35	72.9	13	27.1
教师	65	18.0	56	86.2	9	13.8
学习内容	80	22.1	42	52.5	38	47.5
课程资源	16	4.4	7	43.8	9	56.2
教学管理	65	18.0	10	15.4	55	84.6
技术支持	28	7.7	1	3.5	27	96.5

学习者对于学习内容出现的情感体验特征与对于课程资源所产生的情感体验特征较为相似，以积极情绪占主导。学习者对于实用高效、合理设计的学习内容以及丰富多样的课程资源表达了“满意”（21）、“期待”（10）和“喜欢”（4）等积极情绪。但是在其中消极情绪也占一定的比例，学习者对于英语学习能力不足导致学习内容难以消化的反思经常表现为“不满”（9）或“沮丧”（13），因此，针对学习内容的难易度设置学习者更倾向于出现消极情绪。此外，对于如何更有效地掌握学习内容或者运用课程资源，部分学习者也表示了自己的“困惑”（8）。

学习者对于教师的情感体验特征以积极情绪为主，大多数学习者对于教师的悉心指导表示“感激”（24），同时，慕课教师的沟通技巧、清晰解释概念的能力、丰富的学科知识、教学热情和有魅力的性格特点会受到学习者赞赏（Li K. & Canelas D., 2019），学习者在慕课讨论区会对教师表达“满意”、“期待”与“喜欢”等积极情绪。极少数学习者对于教师会产生消极情绪，多数与自身未完成学习任务对教师管理或授课造成不便的“抱歉”为主，体现学习者在学习过程中的反思与换位思考能力。

不同于以往研究的分析结论，学习者在慕课讨论区对于学习中与教学管理和技术支持相关的情感体验特征以消极情绪为主。学习者在讨论区中抒发有关成绩与课程管理不合理、测试安排欠妥或由于不熟悉慕课学习方式导致的技术操作失误的“不满”（24）、“困惑”（13）、“担心”（14）和“沮丧”（16）。慕课讨论区的交互性使得学生在此讨论区的学习情境下反馈及时的情感体验，使得他人体会到学习者的情绪，从而达到特定的目的，如解决技术故障导致的失分问题、获得来自教师或者其他学习者的激励或促使教师完善成绩评估体系等。

学习者对学习者间交互活动的情感体验特征是慕课讨论区独特的情感体验对象，本研究发现学习者间交互活动在学习过程中比较常见且占比较高（13.3%），学习者间通过互相激励学习、解答与课程相关的问题等产生积极情绪并提高学习的积极性，因此，学习者间交互活

动以积极体验词为主，包含“满意”、“感激”、“期待”和“认同”等。基于慕课讨论区学习者情绪抒发的自由性和及时性，在此过程中，少数学习者会产生如“讽刺”、“困惑”等消极情绪以表示对于其他学习者观点的不解或困惑，体现学习者在学习过程中的思辨能力。

4. 结论

学习者在慕课讨论区出现的情感体验丰富多样，总计 22 种不同的情感词标签。这些词与基本情感词有较大差异，与在线教学情绪研究相关的情绪量表重合度不高，表明慕课学习具有独特的情感体验状态。慕课讨论区学习者的情感体验积极情感与消极情感相互交错，积极情感体验（占比 52.8%）略高于消极情感体验（占比 47.2%）。其中，“满意”、“期待”、“喜欢”、“感激”、“不满”、“困惑”、“担心”与“沮丧”，该 8 类情感体验词占总比例超过 80%，说明学习者的情感体验复杂但集中。不同于与以往的研究结果 (Cheng, 2014)，虽然慕课学习中积极情感和消极情感均有涉及，但慕课讨论区的积极情感的表达频率只略微高于消极情感，学习者在慕课讨论区表达的情感更加多样复杂，学习者对于学习课程内容、提高自我能力产生的情感类型主要是积极生动的，然而在面对自身学习能力以及与成绩认定的相关问题时学习者倾向于产生消极情感。

学习者在慕课讨论区的学习情境下情感体验丰富复杂，积极情感体验体现了学习者对学习内容、课程资源、教师的认可和学习者间互相交流激励的认同，而消极情绪体现了学习者对自身学习能力的反思与对于成绩相关问题的重视。这与 Hew 和 Cheung 的研究相符合，学习者选择慕课学习的主要原因是获得新知识、学习实用的技能和得到证书 (Hew K F. & Cheung W S., 2014)。这些研究在印证学习内容对学习者的情感体验的重要性的同时也强调了学习者对于线上学习平台学习对于获得期望成绩或证书的看重。此外，本研究也关注到在慕课平台学习中，除了教师与学习者的交流互动，学习者之间的交流互动对于教学团队进行教学设计也有一定的意义与启发，良性的互动会促进学习者产生积极的情绪，从而促进了学习者使用慕课平台学习的积极性与慕课学习的参与度。

参考文献

- 江毓君、白雪梅、伍文臣和罗晓娟 (2019)。在线学习体验影响因素结构关系探析，*现代远程教育*，(1)，27-36。
- Cheng, J, C, Y. (2014). An exploratory study of emotional affordance of a massive open online course. *European journal of open, distance and E-Learning*, 17 (1): 43-55.
- Hew, K, F., & Cheung, W, S. (2014). Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): motivations and challenges. *Educational research review*, (12), 45-58.
- Li, K. & Canelas, D. (2019). Learners' perceptions and experiences of two chemistry MOOCs: implications for teaching and design. *American journal of distance education*, 33 (4): 245-261.

社会共享调节对学习效果的的影响研究——基于 56 项实验的元分析

Study on the influence of social sharing regulation on Learning Outcomes-- Meta-analysis based on 56 trials

赵赫璇*, 付玉娜, 刘思嘉, 马国威, 毛晓龙, 王妍莉

西北民族大学教育科学与技术学院

*3466270662@qq.com

【摘要】 本研究为了探究社会共享调节对学生学习效果的影响,共筛选了共 56 项有关共享调节实验与准实验中的 56 个效应值样本。其中,社会共享调节对学习效果的总体效应值为 0.554,说明共享调节对学生的学习效果具有高等程度的正向影响。二者之间存在的调节变量包括被试学段,小组规模,工具类型,教学环境,交流方式,教师反馈,知识类型,具体表现为:共享调节学习对中等规模的小组具有高等程度的促进作用,对混合式和面对面的交流方式都具有高等程度的促进作用,对有教师反馈的共享调节学习要比无教师反馈的共享调节学习的影响更高,而异步的交流方式对共享调节学习具有一定的负向作用。

【关键词】 社会共享调节;学习效果;元分析;准实验

Abstract: In order to explore the influence of social sharing regulation on students' learning effect, 56 effect value samples from 56 sharing regulation experiments and quasi-experiments were screened. Among them, the overall effect value of social sharing adjustment on learning effect is 0.554, indicating that sharing adjustment has a high degree of positive influence on students' learning effect. The moderating variables between the two include study period, group size, tool type, teaching environment, communication mode, teacher feedback, and knowledge type, which are shown as follows: Shared moderated learning has a high degree of promoting effect on medium-sized groups, and has a high degree of promoting effect on both hybrid and face-to-face communication. Shared moderated learning with teacher feedback has a higher effect on shared moderated learning than that without teacher feedback, while asynchronous communication has a certain negative effect on shared moderated learning.

Keywords: social sharing regulation; learning effect; a meta-analysis; quasi experiment

基金项目: 甘肃省教育科学“十四五”规划 2021 年度重点课题“面向藏民族地区的‘国家通用语言文字’理解性教学研究”(课题编号: GS[2021]GHBZ130);甘肃省 2021 年度博士基金项目“‘三区三州’学前教育数字化资源公共服务均等化机制研究”(课题编号: 2021QB-068)。

1. 引言

共享调节 (Social Sharing Regulation), 国内学者将其译为集体调节, 共享调节等。共享调节源于自我调节, 自我调节是指学生整体的引导个人的思维, 情感和行为, 使之实现目标的一种过程。而共享调节则指多个群体成员为了实现共同目标而集体调节其联合活动的过程。目前有部分专家进行了有关共享调节相关研究, 如陈向东等通过共享认知、任务冲突、共享元认知和共享情感动机四个维度的前后测数据, 表示学生的共享调节水平变化 (陈向东&刘冠群, 2020); 周春红等使用发放共享调节水平问卷的方法, 从互动质量、共享调节质量、参与和贡献情况三个维度进行测量 (周春红&陈向东, 2021)。通过对国内外有关共享调节学习对学生学习效果的影响研究梳理, 发现目前对其还尚未得出一个统一的定论。通过本研究的梳理, 得出影响共享调节学习对学生学习效果的影响因素, 提出促进学生共享调节学习绩效的措施与方法。

2. 文献综述及问题的提出

关于社会共享调节对于学习效果的影响，目前，国内外研究者针对社会共享调节对学习效果的影响开展了实验与准实验研究，但认识尚未达成统一结果。通过文献分析发现，部分研究认为共享调节是对学生的学习效果有正向影响的。也有研究认为共享调节是对学生的学习效果是无影响的。

2.1 共享调节对学生的学习效果有正向影响

一些研究者认为共享调节可以有效的促进学生协作学习效果。Zheng 等人实证得出团队成员在调节协作过程上投入的努力越多，学生的学习成绩有很显著的提升；共享调节学习能够提升群体的任务绩效以及学生的学习成绩 (Zheng et al., 2015)；也有研究表明评估个人在 SSRL 不同阶段的参与情况，并通过干预前和干预后的知识测试来衡量他们的科学知识，结果表明其科学知识得到了显著提高。

2.2 共享调节对学生的学习效果无影响

但也有研究发现社会共享调节对学习是没有影响的。Volet 等人认为社会调节学习对于正式、无主导的小组学习活动并没有很明显的作⽤ (Volet et al., 2009)。Tsai 等人研究发现不论是计算技能还是在学习动机方面，社会共享调节对学生的学习效果都没有显著的影响 (Tsai et al., 2018)。Li 等人通过考察了社会共享调节(SSRL)在基于游戏的协作学习中对于学习成绩方面没有显著差异，但可以提高学生的算法思维表现 (Li et al., 2020)。

基于文献分析，本研究主要解决以下两个问题：（1）社会共享调节能否促进学习者的学习效果？（2）促进社会共享调节对学习效果的影响存在哪些边界条件？根据上述两个问题，通过查阅国内外相关文献，最终确定了 56 个相关实验，进行有关社会共享调节的元分析研究和探讨。研究不仅分析了共享调节学习对学生学习效果影响的总体效应，还包括学段，小组规模，工具类型，教学环境，交流方式，教师反馈，以及知识类型的具体分析。进一步探索促进学生的共享调节学习效果的影响因素。

3. 研究设计

3.1 文献检索与筛选

本研究所选取的文献数据来源于 CNKI、Web Of Science 和 Springer Link 三个数据库。在 CNKI 数据库以“共享调节”或“共享监管”或“集体调节”进行主题词检索，文献来源类别选择“核心期刊”或“中文社会科学引文索引”，检索时间不限，共检索出 17 条数据。在 Web Of Science 数据库中以“Socially Shared Regulation Learning”或“Socially Shared Regulation”并含“Control Group”或“Post Test”或“Experiment”为主题词进行检索，文献类型选择论文，研究方向选择教育类相关专业，检索时间不限，共检索出外文文献 209 篇。经过对文献进行筛选，在纳入阶段，标准如下：（1）研究为实验研究或者准实验研究，综述性文章及理论性文章被排除；（2）本文研究的是社会共享调节对学习效果的影响，故文章中应报告学习效果指标（学习成绩或作品评价），无学习效果的文章被排除；（3）文献应有实验组和控制组，无对照组的文献被排除；（4）文献中提供了充分的数据能够计算出实验效应值，无法计算出效应值的文献被排除。重复的文献被排除，若同一篇文献在不同的期刊，或以不同形式发表，只取其中之一。最终检索出 23 篇文献。由于个别文献包含了多组实验组和对照组数据，所以最后确定了 56 项实验研究与准实验研究。

3.2 文献编码

表 1 文献编码

编号	样本量 n	Hedges' g	标准误	残差	95%置信区间		z	p
					上限	下限		
1	44	0.582	0.303	0.092	-0.011	1.175	1.923	0.055

2	44	0.212	0.297	0.088	-0.370	0.794	0.713	0.476
3	44	0.597	0.303	0.092	0.003	1.190	1.970	0.049
4	180	0.489	0.151	0.023	0.193	0.784	3.244	0.001
5	180	0.481	0.151	0.023	0.186	0.776	3.192	0.001
6	180	0.874	0.155	0.024	0.569	1.179	5.623	0.000
7	180	0.416	0.150	0.023	0.122	0.710	2.773	0.006
8	288	0.175	0.118	0.014	-0.056	0.406	1.488	0.137
9	288	0.084	0.118	0.014	-0.146	0.315	0.717	0.473
10	288	0.017	0.118	0.014	-0.214	0.247	0.141	0.888
11	288	0.010	0.118	0.014	-0.240	0.221	-0.082	0.934
12	146	0.099	0.165	0.027	-0.423	0.225	-0.598	0.550
13	16	-0.303	0.476	0.226	-1.235	0.630	-0.636	0.525
14	109	0.357	0.192	0.037	-0.019	0.732	1.860	0.063
15	109	0.624	0.195	0.038	0.242	1.006	3.204	0.001
16	109	0.544	0.194	0.038	0.164	0.923	2.806	0.005
17	109	0.328	0.192	0.037	-0.047	0.703	1.713	0.087
18	553	0.164	0.085	0.007	-0.003	0.330	1.922	0.055
19	54	1.956	0.328	0.107	1.314	2.598	5.970	0.000
20	54	1.050	0.287	0.082	0.488	1.612	3.664	0.000
21	54	0.594	0.274	0.075	0.056	1.131	2.165	0.030
22	54	-0.072	0.268	0.072	-0.598	0.454	-0.268	0.789
23	54	0.572	0.274	0.075	0.035	1.109	2.089	0.037
24	54	1.020	0.286	0.082	0.460	1.580	3.572	0.000
25	84	0.386	0.218	0.048	-0.042	0.813	1.767	0.077
26	66	0.550	0.248	0.061	0.064	1.036	2.218	0.027
27	66	0.814	0.253	0.064	0.317	1.310	3.211	0.001
28	66	0.064	0.243	0.059	-0.413	0.541	0.264	0.792
29	66	-0.028	0.243	0.059	-0.505	0.449	-0.115	0.908
30	94	0.307	0.206	0.042	-0.096	0.711	1.493	0.135
31	94	0.614	0.209	0.044	0.204	1.025	2.932	0.003
32	58	0.327	0.261	0.068	-0.184	0.838	1.253	0.210
33	56	0.100	0.264	0.070	-0.417	0.617	0.378	0.705
34	54	0.437	0.308	0.095	-0.166	1.040	1.420	0.156
35	24	1.152	0.428	0.183	0.313	1.990	2.692	0.007
36	24	-3.199	0.607	0.369	-4.389	-2.009	-5.270	0.000
37	24	0.869	0.414	0.171	0.058	1.680	2.101	0.036
38	24	0.820	0.412	0.169	0.013	1.627	1.993	0.046
39	20	0.695	0.442	0.196	-0.172	1.561	1.571	0.116
40	48	2.964	0.415	0.172	2.151	3.777	7.144	0.000
41	48	3.265	0.438	0.192	2.407	4.123	7.458	0.000
42	48	3.618	0.466	0.217	2.705	4.531	7.767	0.000
43	30	1.166	0.386	0.149	0.410	1.922	3.022	0.003

44	30	0.639	0.365	0.133	-0.076	1.354	1.751	0.080
45	94	0.788	0.213	0.045	0.371	1.205	3.707	0.000
46	70	0.279	0.238	0.056	-0.187	0.744	1.173	0.241
47	156	0	0.159	0.025	-0.312	0.312	0.000	1.000
48	156	-1.556	0.182	0.033	-1.913	-1.199	-8.546	0.000
49	156	0.498	0.162	0.026	0.180	0.815	3.075	0.002
50	14	1.093	0.546	0.298	0.023	2.164	2.002	0.045
51	11	3.247	0.886	0.786	1.510	4.984	3.663	0.000
52	13	1.416	0.599	0.358	0.242	2.589	2.365	0.018
53	84	0.953	0.228	0.052	0.505	1.400	4.170	0.000
54	8	-0.471	0.626	0.392	-1.698	0.756	-0.752	0.452
55	8	1.167	0.681	0.463	-0.167	2.501	1.715	0.086
56	8	0.601	0.633	0.401	-0.640	1.842	0.950	0.342

4. 研究结果

4.1 异质性检验

由于纳入元分析的文献在研究对象、研究设计和共享调节等方面各不相同，因此进行异质性检验。如果各初始研究间存在异质性，说明除随机误差外，还有其他因素导致各研究效应量之间的真实差异。本研究经过筛选后最终确定 56 个效应值参与元分析。本研究采用 I^2 统计量来定义异质性，若异质性较低 ($I^2 < 50\%$)，选择固定效应模型；反之，选择随机效应模型 ($I^2 > 50\%$)。

表 2 社会共享调节对学生学习效果的总体效应检验

模型	效应值	样本量	95%置信区间		双尾检验		异质性检验			
			下限	上限	Z	P	Q	df	p	I^2
固定效应	0.334	56	0.278	0.390	11.785	0.000	432.362	55	0.000	87.279
随机效应	0.554	56	0.386	0.723	6.446	0.000				

元分析的合并效应值如表 2 所示，依据样本异质性检验结果可知， $Q = 432.362$ ， $P = 0.000 < 0.05$ ， $I^2 = 87.279$ ，样本间存在很大的异质性，故选择随机效应模型。故随机效应模型效应值为 $g = 0.554$ ，表明社会共享调节对学生学习效果呈高等程度的正向影响，即社会共享调节能显著提升学生的学习效果。

4.2 调节效应检验

除了验证社会共享调节效果可能存在的差异，调节变量优势大部分实验研究不可忽视的另一重要环节。调节效应检验结果如表 3 所示。

表 3 调节效应检验

调节变量	类型	样本量 (篇)	效应值 (g)	95%置信区间		双尾检验		组间效应
				下限	上线	Z	P	
被试学段	大学	24	0.371	0.236	0.507	5.380	0.000	$Q = 6.304$ $P = 0.178$
	高中	8	0.692	0.307	1.077	3.526	0.000	
	小学	7	1.463	0.348	2.578	2.571	0.010	
	成人教育	1	0.695	-0.172	1.561	1.571	0.116	
	中学	16	0.348	-0.096	0.793	1.536	0.124	
小组规模	大	5	0.209	0.070	0.348	2.946	0.003	$Q = 14.525$ $P = 0.002$
	小	26	0.422	0.195	0.649	3.642	0.000	

	中	20	0.883	0.553	1.213	5.239	0.000	
工具类型	文本	20	0.785	0.374	1.196	3.743	0.000	Q=2.713
	在线	36	0.418	0.270	0.566	5.524	0.000	P=0.100
	混合式	13	0.411	0.181	0.642	3.495	0.000	
教学环境	线下	30	0.669	0.389	0.949	4.682	0.000	Q=2.660
	在线	13	0.366	0.073	0.660	2.448	0.014	P=0.265
	混合式	7	0.783	0.399	1.168	3.989	0.000	
交流方式	面对面	31	0.694	0.414	0.973	4.866	0.000	Q=10.297
	同步	13	0.280	0.112	0.448	3.270	0.001	P=0.016
	异步	5	-0.080	-1.384	1.224	-0.120	0.904	
教师反馈	无	37	0.397	0.186	0.607	3.693	0.000	Q=5.200
	有	19	0.791	0.525	1.056	5.840	0.000	P=0.023
知识类型	理论	18	0.690	0.232	1.149	2.952	0.003	Q=0.594
	实践	38	0.498	0.330	0.667	5.794	0.000	P=0.441

4.2.1 被试学段

以学段作为调节变量时，其组间效应为 ($Q=6.304$ $P=0.178>0.05$)，且不具有统计学意义。说明共享调节对不同学段学生学习效果的影响较为稳定，并不存在显著差异。从被试学段分析，共享调节对不同学段均具有中等程度的正向影响。其中共享调节对小学生的影响效果最显著，效应值为 1.463，高中生的影响次之 ($g=0.629$)，而对中学生 ($g=0.348$) 和大学生 ($g=0.371$) 的影响效果均不显著。

4.2.2 小组规模

从小组规模来看，其组间效应 ($Q=14.525$ $P=0.002<0.05$)，显示出社会共享调节对不同小组规模的学生学习成绩的影响存在显著差异，且具有统计学意义。共享调节对中等规模的小组影响要显著高于大规模和小规模的小组。大规模的小组效应值为 0.209，表明大规模对提升共享调节学习效果的影响不大，小规模的小组效应值为 0.422，表明小规模对提升共享调节学习效果存在中等程度的影响。共享调节对中等规模的组别的影响是最高的，效应值为 0.883。表明中等规模小组对共享调节学习效果存在高等程度的积极影响。

4.2.3 工具类型

在工具类型的视角下，其组间效应 ($Q=2.713$ $P=0.100>0.05$)，显示出社会共享调节对使用不同工具类型的学生的学习效果不存在显著差异，且不具有统计学意义。文本($g=0.785$)和在线($g=0.418$)，说明不论是文本工具还是在线工具，其对于提升共享调节学习效果的影响都有显著的中等程度正向影响，但文本类型要好于在线的工具类型，说明在教学过程中，使用的工具类型应尽量使用文本工具。

4.2.4 教学环境

在教学环境方面，其组间效应 ($Q=2.660$ $P=0.265>0.05$)，表明教学环境对社会共享调节提升学生学习效果未起到调节作用，且不具有统计学意义。三类教学环境的效应值差异不大，均对提高社会共享调节学习效果具有中等程度的影响，其中线下教学的影响程度最大，效应值为 0.669，混合式教学次之，效应值为 0.411，线下教学是很普遍的一种教学环境，在教学过程中学生熟悉学习方式，对教学的有序进行起到了推进作用。在线教学效应值为 0.366 的影响程度最低。

4.2.5 交流方式

以交流方式作为调节变量时，其组间效应 ($Q=10.297$ $P=0.016<0.05$)，表明在共享调节学习情境下，学生的不同交流方式对提升学生学习效果有显著差异，且具备统计学意义。同步交流的效应值最低，效应值为 0.280。面对面($g=0.694$)的交流方式是比较普遍的，其优势在于可以直观的向同伴表达自己的想法，缺点就是交流的内容是有限的。混合式交流方式

($g=0.783$) 对提高社会共享调节学习效果具有中等程度的正向影响, 混合式的交流方式有效的避免了单独线上交流和线下交流的缺点。影响最低的是异步交流, 效应值为-0.080。

4.2.6 教师反馈

从教师反馈的角度来说, 社会共享调节对有无教师反馈 ($Q=5.200$ $P=0.023<0.05$) 的影响是存在显著差异的。有教师反馈 ($g=0.791$) 的影响要显著高于无教师反馈 ($g=0.397$) , 这与王颖等做了一项有关有无教师反馈的实验结论相同, 研究通过实验组和对照组的结果表明, 接受教师反馈的学生写作能力要显著高于未接受教师反馈的英语写作能力 (王颖等, 2012)。

4.2.7 知识类型

在知识类型方面, 以知识类型作为调节变量时, 其组间效应 ($Q=0.594$ $P=0.441>0.05$) , 说明不同知识类型对两者之间的影响没有较大差异。理论 ($g=0.690$) 和实践 ($g=0.498$) 两方面对提高学生共享调节学习都有显著的中等程度正向影响。已有研究表明理论和实践并不是对立的, 而是相辅相成的, 有些理论也会被整合成为实践知识, 而有些实践也会形成某种理论。

4.3 发表偏倚检验

为了保证研究结果的科学性和准确性, 需要对所选文献进行一个发表偏倚检验。本研究采用对小样本敏感的 Edder' s 检验。从图 1 漏斗图来看, 漏斗图中数据分布均匀, 大部分在漏斗图的中上部, 说明用于此研究的样本存在发表偏移的可能性较小, 最终的合并效应值比较准确。

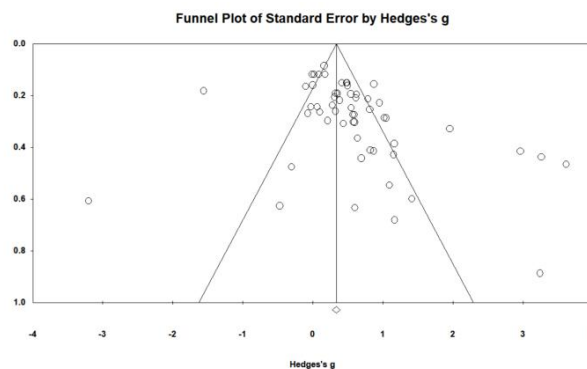


图 1 发表偏倚漏斗图

5. 研究建议

5.1 调控小组规模, 优化协作成效

人数较多的小组, 在参与活动过程中有较多的矛盾, 如: 任务分配不均, 会出现有人“搭便车”、“吸盘”等不良行为; 人数较少, 任务量过重, 导致学习结果出现“糊弄”、“应付”等行为, 从而影响学习效果; 当中等规模时: 会有效避免“搭便车”行为, 任务分配均匀, 工作量与人数相得益彰。基于此, 本研究给出的建议是: 以学生能够在小组协作学习中获取最大收获为标准, 根据教学目标, 教学内容, 以及学生的年龄差异等方面, 进行合理分组。充分发挥共享调节中小学阶段的潜力, 具体可以分为两个方面: 一教师根据学生的性格方面进行合理分组。二根据对待任务的态度方面进行分组, 要最大化的激发学生的责任心和主动性, 提高学习绩效, 有序的进行教学。

5.2 关注交流方式, 促进交互质量

混合式交流对提升学生的学习效果是最大的, 而同步交流从一个角度来看, 它是基于课堂教学的普通复制, 且通过远程会议媒介进行的“面对面”教学的有效性也存在问题, 因此面对面交流的效果要高于同步交流。混合式交流中, 教师通过线上讨论和线下的教学活动来培养教学氛围, 提升学生的学习兴趣, 可以促进学生学习的可持续性 (张娟, 2015)。因此本研究给出的建议是: 在一定的条件下, 尽量采用混合式的交流方式, 不仅能够提升学生的

学习效率, 也提高教学质量。所以采取混合式的交流方式开展教学活动, 有效避免传统课堂带来的弊端, 如: 学生受时间、空间以及设备的局限性, 无法深入了解知识内容, 从而导致了学生学习知识只是依靠教师简单的讲授, 学生的主动性降低等。

5.3 注重教师反馈, 强化团队合作

社会共享调节中, 教师反馈作为一个较为重要的变量, 是必不可少的。王利娜等通过准实验研究发现, 教师反馈和同伴反馈对学生的学习产生了持续的正向效果(王利娜等, 2021)。对于教师反馈的建议: 教师反馈要具有及时性, 共享调节中, 当学生需要帮助时, 教师应当及时给予指导; 教师反馈要具有多样性, 不同方式的教师反馈可以体现出不同的效果, 好的教师反馈方式会增强学生的学习兴趣, 提高学习质量(蔡基刚, 2011); 教师反馈要具有积极性, 对待不同类型的学生要有不同的反馈方式, 从而增强学生的自我效能感(董艳等, 2021); 教师反馈要具有针对性, 并且要求学生做出及时的修改与反思(王颖等, 2012)。

参考文献

- 陈向东 & 刘冠群.(2020).共享调节学习中的教师干预: QCA 的视角. *远程教育杂志*(06),73-85.
- 周春红 & 陈向东.(2021).教师协作中的集体效能感: 共享调节的视角. *远程教育杂志* (02),72-84.
- Zheng, L. , Huang, R. , & Hwang, G. J. . (2015). Measuring knowledge elaboration based on a computer-assisted knowledge map analytical approach to collaborative learning. *Journal of Educational Technology & Society*.
- Volet, S. , Summers, M. , & Thurman, J. . (2009). High-level co-regulation in collaborative learning: how does it emerge and how is it sustained?. *Learning and Instruction*, 19(2), 128-143.
- Tsai, C. W. , Shen, P. D. , Chiang, I. C. , Chen, W. Y. , & Chen, Y. F. . (2018). Exploring the effects of web-mediated socially-shared regulation of learning and experience-based learning on improving students' learning. *Interactive Learning Environments*, 26(5-8), 815-826.
- Li, J. , Lin, Y. , Sun, M. , & Shadiev, R. . (2020). Socially shared regulation of learning in game-based collaborative learning environments promotes algorithmic thinking, learning participation and positive learning attitudes. *Interactive Learning Environments*(121), 1-12.
- 王颖 & 刘振前.(2012).教师反馈对英语写作准确性、流利性、复杂性和总体质量作用的研究. *外语教学*(06),49-53.
- 张娟.(2015).线上线下互动下的远程教育模式构建. *继续教育研究*(11),38-40.
- 王利娜 & 吴勇毅.(2021).翻译教学中教师反馈和同伴反馈教学效果的实证研究. *天津师范大学学报(社会科学版)*(05),48-53.
- 蔡基刚.(2011).中国大学生英语写作在线同伴反馈和教师反馈对比研究. *外语界*(02),65-72.
- 董艳,罗泽兰,杨韵莹 & 王宇.(2021).教育信息化 2.0 时代视角下的教师反馈素养研究. *电化教育研究*(08),35-42+58.
- 王颖 & 刘振前.(2012).教师反馈对英语写作准确性、流利性、复杂性和总体质量作用的研究. *外语教学*(06),49-53.

数字化学习环境中自我解释策略实证研究综述

A Review of Empirical Research on Self-explanation Strategy in Digital Learning Environments

王柳¹, 徐光涛^{1*}

¹ 杭州师范大学 经亨颐教育学院

* xuguangtao@hznu.edu.cn

【摘要】 数字化学习环境日渐成为重要的教育资源,但目前存在着学生被动学习和学习浅层化的问题。自我解释策略能够引导学习者用自己的语言对所学知识进行反思和推理,从而积极建构新知识,有助于促进数字化学习环境中的深度学习。本文汇总分析了相关的实证研究,发现该策略在视频、动画学习环境中有明显的积极作用。未来的研究应重点考虑学习环境的特征以及相关影响因素,进一步探索将自我解释策略融入数字化学习环境的合理设计。

【关键词】 数字化学习; 自我解释策略; 在线视频; 教育游戏; 智能导学系统

Abstract: Digital learning environments are becoming an increasingly vital educational resource. However, current issues with passive and shallow learning for students persist. The self-explanation strategy can aid learners in reflecting and reasoning about their acquired knowledge in their own words, promoting active construction of new knowledge and facilitating deep learning in digital environments. This paper presents a summary and analysis of relevant empirical studies, indicating that the self-explanation strategy produces the best results in video and animation learning environments. Future research should consider the learning environment's characteristics and explore the optimal strategy design further.

Keywords: digital learning, self-explanation strategy, online video, educational games, intelligent tutoring system

1. 前言

随着数字技术在教育领域的发展和应用,特别是在新冠疫情的影响下,教育正逐渐从线下转向线上。在线教育呈现出常态化模式,成为促进教育变革和创新发展的的重要途径(毛雁冰,李心羽和赵露,2022)。数字化学习环境以在线视频、教育游戏和智能导学系统为代表,为学生提供了较高的自由度和自主性。然而,学生缺乏对所学内容进行系统梳理的机会,也缺少深入思考,因此难以实现深层次学习(穆肃和王孝金,2019)。在教育数字化转型的背景下,为提高在线学习的质量,研究者探索能够引导学习者积极加工的学习策略,其中自我解释策略受到广泛关注。

自我解释策略是一种认知策略,指学生在学习活动中向自己解释所学知识,生成推理和理解,并与先前的知识建立联系,修复和完善心理模型,从而更深入的理解所学内容 (Chi, Bassok, & Lewis, 1989; Fonseca & Chi, 2011)。现有研究表明,提示方式、提示时机等因素会影响策略的效果,但缺乏对自我解释策略在不同数字化学习环境下表现的研究。基于此,本文旨在分析几种主要数字化学习环境中自我解释策略的实证研究,以深入理解其作用效果和机制,为该策略在数字化教学实践中的应用提供借鉴。

2. 研究过程与方法

为了研究数字化学习环境中自我解释策略的研究现状,本文采用关键词检索方式进行文献检索。首先,在 Web of Science 数据库中使用“self explanation”、“self-explanation”、“Learning by self-explaining”作为检索词,共检索到 348 篇文献。同时,在中国知网数据库中,使用“自

我解释策略”作为检索词，对期刊文献和硕博学位论文进行检索，共获得91篇中文文献。通过阅读文献标题，删除与自我解释策略无关及重复文献，剩余243篇文献（其中英文185篇，中文58篇）。随后，根据实证研究、学习环境为数字化环境、测量自我解释策略效果这三个标准进一步筛选文献，最终共有26篇文献（其中英文21篇，中文5篇）被列入本研究。

3. 研究结果

3.1. 研究基本信息

在学习环境方面，大多数研究都集中于视频动画、教育游戏以及在线学习系统。视频类学习资源在教育领域得到了广泛应用，自我解释策略对在线视频、动画学习效果的影响仍然是相关研究的关注焦点。随着支持沉浸式体验的新型技术的发展，虚拟现实、增强现实等学习环境也逐渐纳入研究的范围。

在研究所使用的材料方面，主要是关于数学、物理、计算机、地理等学科知识的学习。在研究的对象方面，大学生群体是自我解释策略的主要研究对象，小学、初中和高中学段的研究也有所涉及。

在自我解释效果的测量方面，主要从知识掌握、认知负荷以及主观情感体验三个维度来考察。保持测验、理解测验和迁移测验是知识掌握情况的测量方法；理想的学习应该在适当水平的认知负荷下开展，自我解释涉及到深度的认知加工和整合活动，容易对学习者的认知负荷带来挑战。因此，相关的实证研究普遍将认知负荷作为因变量加以测量；此外，学习者积极主动的进行认知加工有助于促进自我解释策略的效果，因此，在策略活动过程中，学习者的主观情感体验也是研究者关注的重点。

3.2. 在数字化学习环境中的表现

自我解释策略是否对学习产生积极的影响，目前没有达成一致的结论。一些研究支持自我解释对学习效果的积极影响，另一些则认为该策略对学习效果没有显著影响(Fiorella & Mayer, 2016)。本文通过检索和筛选所纳入的26项实证研究中，19项研究报告自我解释策略对知识的掌握起到明显的积极效果，占总体研究的73%。而另外7项研究则发现该策略对学习并没有明显的促进作用，占总体的27%。值得注意的是，在不同的数字化学习环境中，自我解释策略的表现存在差异，详见表1。

1. 视频与动画。有8项研究采用了视频、动画的学习环境，这些研究均证明该策略对学习效果有促进作用，体现在保留测验、理解测验或者迁移测验上的表现。在视频、动画等学习环境中，学习者需要在短时间内处理大量的视听信息，这对记忆和认知处理都带来了一定的挑战。加入自我解释策略的提示后，学习者有机会对接收到的大量信息进行梳理、整合，并建构出知识的个人意义，从而加深对所学内容的理解。值得一提的是，相比于想象、绘图策略，自我解释策略要求学习者投入的心理努力适中且收获的学习效果最好，因此是最具性价比的学习策略(杨九民等，2021)。

2. 智能导学系统。在智能导学系统环境中，有4项研究探讨了自我解释策略对学习效果的影响。其中3项研究发现该策略能显著促进学习成效，而另一项研究未发现明显的提升。智能导学系统主要应用于数学、物理和计算机等学科领域，通常包含学科知识的呈现、智能导师的交互式引导和反馈。例如，Conati及其同事设计了自我解释辅导系统(SE-Coach)，通过引导学生自我解释学习牛顿物理学的知识，有效地提高了学生的理解(Conati & Vanlehn, 2000)。Heitzmann等人设计医学实习的导学系统，则发现学生并没有从策略使用中受益，可能是由于自我解释提示难以激发学生对错误的反思(Heitzmann et al., 2015)。

3. 教育游戏。比较有无自我解释策略对教育游戏学习的影响的3项研究，均未发现自我解释策略对游戏学习有显著的促进作用。教育游戏具有较强的吸引力和参与度，但其学习效果有时受到质疑。如何在保持游戏吸引力的前提下，引导学生反思和建构所学知识，是教育游戏设计的难点。自我解释策略的融入需要注意不干扰游戏流程，而且提示问题的设计应能明确引导学生进行认知加工和知识关联。Hsu等人的研究表明，仅仅让学生接触一个有自我

解释设计的游戏，并不一定能提高他们的学习成绩，重要的是对自我解释提示作出反应的参与程度 (Hsu, Tsai, & Wang, 2012)。

表 1 自我解释策略在数字化学习环境中的效果

数字化学习环境	研究数量	有正面效果的数量	有效率
视频、动画	8	8	100%
智能导学系统	4	3	75%
教育游戏	3	0	0%

4. 结论与启示

通过以上对数字化学习环境中自我解释策略效应的探讨，可以发现学习策略在在线教育中的应用越来越受到重视，而不同环境下自我解释策略的效果有所不同。具体来说，自我解释策略在视频和动画中的积极作用最明显，在部分智能导学系统中有良好的表现，而在教育游戏中则未表现出明显的学习促进作用。这可能与学习环境自身的特点相关：视频学习方式更容易与自我解释策略相结合；而教育游戏因为更加强调对学生的吸引力，学生较难从流畅的游戏体验中转换到自我解释所要求的认知加工活动中，因而效果不佳。

自我解释策略的效果还受到多种复杂因素的影响，包括支架类型、学习者的先前知识水平、动机水平、提示问题的难度等。支架为自我解释活动提供一定的支持，降低所需的认知负荷(Roy & Chi, 2005; Clark, Virk, & Barnes, 2016)。多数实证研究支持支架式的自我解释策略，因为它能够更好地辅助认知建构，从而更有效地促进学习(Berthold, Eysink, & Renkl, 2009)；学习者的先前知识水平是指学习者已经具备的相关知识水平，它也会影响自我解释的效果。一些研究表明，学习者专业知识水平的高低显著影响自我解释效果，即学习水平较高的学生更容易从自我解释策略中受益；动机水平是指学习者实施自我解释活动的动机水平，它对生成解释的质量以及学习效果有一定的影响，尤其是在教育游戏中。研究表明，在教育游戏中，如果自我解释的错误较多，会破坏游戏性并成为“惩罚性”，此时自我解释问题在概念整合的教育游戏中是无效的(Adams & Clark, 2014)；提示问题的难度也会影响自我解释策略的作用效果，根据学习者的知识水平匹配难度适当的提示问题，有助于提高自我解释的效果(Clark, Virk, & Barnes, 2016)，但是需要更多的实证研究来加以验证。

在将自我解释策略应用到数字化学习环境中时，应充分考虑不同学习环境的特点以及上述影响因素。从降低认知负荷、提高解释的动机以及为学生提供个性化支持等方面出发，进行合理和优化的设计。此外，学生的元认知意识和自我调节能力对自我解释的效果也有很大的影响，因此需要加强学生的元认知意识和自我调节能力的培养，帮助学生更好地实施自我解释策略。

总之，自我解释策略在数字化学习环境中的应用已经受到越来越多的关注。未来需要结合真实的教学情境，开展细致深入的研究，以探索自我解释策略在数字化环境中的应用边界条件，从而更好的利用学习策略提升在线教学的质量。

参考文献

- 毛雁冰, 李心羽, & 赵露. (2022). 教育数字化转型中在线教育质量提升研究. *中国电化教育*, (09), 38-42.
- 杨九民, 章仪, 徐珂, & 皮忠玲. (2021). 学习策略对视频学习的影响: 想象, 绘图和自我解释策略. *电化教育研究*, 42(10), 40-47.
- 穆肃, & 王孝金. (2019). 在线学习中深层次学习发生策略的研究. *中国远程教育*, (10):29-39.
- Adams, D. M., & Clark, D. B. (2014). Integrating self-explanation functionality into a complex game environment: Keeping gaming in motion. *Computers & Education*, 73, 149-159.

- Berthold, K., Eysink, T. H., & Renkl, A. (2009). Assisting self-explanation prompts are more effective than open prompts when learning with multiple representations. *Instructional Science*, 37(4), 345-363.
- Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P., & Glaser, R. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems. *Cognitive science*, 13(2), 145-182.
- Clark, D. B., Virk, S. S., Barnes, J., & Adams, D. M. (2016). Self-explanation and digital games: Adaptively increasing abstraction. *Computers & Education*, 103, 28-43.
- Conati, C., & Vanlehn, K. (2000). Toward computer-based support of meta-cognitive skills: A computational framework to coach self-explanation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 11(4), 389-415.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 717-741.
- Fonseca, B., & Chi, M. T. H. (2011). The self-explanation effect: A constructive learning activity. *The handbook of research on learning and instruction*, 270-321.
- Heitzmann, N., Fischer, F., Kühne - Eversmann, L., & Fischer, M. R. (2015). Enhancing diagnostic competence with self - explanation prompts and adaptable feedback. *Medical education*, 49(10), 993-1003.
- Hsu, C. Y., Tsai, C. C., & Wang, H. Y. (2012). Facilitating third graders' acquisition of scientific concepts through digital game-based learning: The effects of self-explanation principles. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 21(1), 71-82.
- Roy, M., & Chi, M. T. (2005). The self-explanation principle in multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 271-286.

同伴反馈对大学生可视化协作笔记的影响研究

The Influence of Peer Feedback on College Students' Visual Collaborative Notes

姚佳佳^{1*}, 张诗淇¹

¹ 江南大学教育信息化研究中心

* yjjyoka@jiangnan.edu.cn

【摘要】 高校理论课程一直是大学生最容易产生浅表学习的课堂环境, 为激发学生的深度参与, 为学生创设理论学习笔记构建的深度加工情境是一个合适的策略。研究以某理论课程的 63 名本科生为对象, 设计了组内可视化实时协作学习笔记构建和组间同伴反馈任务来深化大家的理论学习, 通过接受反馈前后协作笔记修改情况的对比分析, 探究同伴反馈对大学生可视化协作笔记的影响。结果显示, 同伴反馈对于学习笔记的结构和内容方面均有一定程度的影响, 且不同的反馈类型及反馈处理方式对学习笔记的影响效果不同。基于相关发现, 研究为如何更好地利用可视化实时协作技术改进高校理论课堂教学提出了建议。

【关键词】 学习笔记; 可视化实时协作; 同伴反馈; 高校理论教学

Abstract: College theoretical courses are always the classroom environment where students are most likely to have surface learning. In order to stimulate students' deep participation, it is an appropriate strategy to create a deep processing situation of theoretical learning notes construction for students. The research took 63 undergraduates in a theoretical course as the object, designed the task of constructing visual real-time collaborative learning notes within a group and peer feedback between groups to deepen everyone's theoretical learning, and explored the impact of peer feedback on college students' visual collaborative notes through the comparative analysis of the modification of collaborative notes before and after receiving feedback. The results show that peer feedback has a certain impact on the structure and content of learning notes, and different types of feedback and feedback processing methods have different effects on learning notes. Based on the relevant findings, the research provides suggestions on how to better use visual real-time collaboration technology to improve theoretical classroom teaching in colleges and universities.

Keywords: study notes, visual real-time collaboration, peer feedback, theoretical teaching in higher education

1. 研究背景与现状

1.1. 高校理论课程教学的局限性

高校理论课程在大学生群体中一直容易被忽视, 且不如实践课吸引人, 导致高校教师的理论教学一直面临较大挑战。大学生上课玩手机、不听讲、睡觉等现象在较为枯燥无聊的理论课上表现尤为明显。如何有效提高学生的理论学习积极性、深化理论课堂参与度, 成为一个亟待解决的高校教育现实问题。

1.2. 可视化协作笔记对理论学习的重要性

学习笔记本是一种编码机能 (刘永灿, 2003), 记笔记是一种结合自身认知对信息进行编码的过程, 随着课程的进度、教师的讲解、同伴的反馈等因素的影响而加以完善和重构 (孙继民, 2004)。笔记是对理性知识的深加工和对课本知识的延伸, 它通过记忆术式的符号编码, 实现对知识和价值的个性化建构 (熊和平和王鑫, 2019)。而可视化笔记则作为一种新型的知识整合模式, 以可视化、结构化的特性被普遍认为是锻炼学生认知能力和信息整合能力的重要工具 (刘金福, 2015)。多人协作笔记则可通过同伴间交流合作实现对知识的群体建构, 更有利于深度学习的发生, 同时有助于学生直观呈现自身理解, 在自主建构学习和同伴交互反馈中不断丰富自己的理论知识图谱 (林冰冰, 2014)。由于语种和课程结构差异等

因素影响,国内外对学习笔记本的结构划分和内容分析尚未形成统一定论,但有研究表明,笔记本的层次性、笔记本的整合度、笔记本符号的调用是对笔记本产生影响的三大要素(马欣年,2018),可为分析学生可视化协作笔记本提供框架参考。

1.3. 同伴反馈提供与处理对学习改进的积极意义

同伴反馈是过程教学法中的一个关键环节,已被广泛证明可以提高学生的学习成果(Dominique, et al., 2001),其目的是使学习者能对收集到的反馈信息加以理解 and 利用,以此改进自身对知识的初步认知,产出新的学习成果;而学生在给予反馈的同时,也将反馈的提出作为考核自身认知能力合格与否的重要标准之一,这对自身要求的提升也具有积极意义(吴志芳,2015)。研究表明,同伴评论是激发学生提供并支持同伴反馈的因素(Joni, et al., 2022),重视同伴反馈过程的学生往往更有可能向同伴提供有效的反馈,从而激发学生自身的学习动机,反过来对自身学习过程也进行修正(Li & Zhang, 2021);同时,反馈要素之间的相互作用对于加强反馈过程效果也至关重要(Yang & Carless, 2013)。处理反馈,即反馈之反馈,是学习者通过双向反馈从而追踪自我调节修正的路径,针对反馈的处理对学习改进同样重要,学生接收到同伴反馈后应注重解释、建议和解决方案阐述等措施(Yong & Christian, 2021);目前针对反馈的处理行为和过程分析的研究类型较局限,基本聚焦不同书面反馈处理方式对写作学习结果的改进影响(刘琳,2020)。故如何利用同伴反馈优化学生学习笔记本的构建质量进而深化学生理论学习,并剖析学生的笔记修订效果与其反馈提供与处理动机间的关系,还值得进一步实践探索。

2. 研究目的与问题

本研究拟以高校某理论课程为对象,通过为本科生设计组内可视化实时协作学习笔记本构建和组间同伴反馈的任务情境来深化学生的理论学习,并基于各组学生接受同伴反馈前后协作笔记本修改情况的对比分析,探究同伴反馈对大学生可视化协作笔记本的影响,在此基础上,提出利用同伴反馈有效影响学生理论学习笔记本构建质量进而改进高校理论课堂教学的建议。

研究问题具体包括:

- (1) 同伴反馈对大学生可视化协作笔记本整体产生的影响有哪些?
- (2) 不同的反馈类型对大学生可视化协作笔记本的影响有何不同?
- (3) 不同的反馈处理方式对大学生可视化协作笔记本的影响有何不同?

3. 研究过程与方法

3.1. 研究对象与工具

本研究以某211高校教育技术学专业理论基础课《课程与教学论》为实践载体,以63位大一本科生为研究对象(其中,女生32名,男生31名),划分11个小组(5-6人/组)开展协作任务。课程分单双周进行,单周为理论新授课,双周为理论学习笔记本研讨课,共持续六周的活动,每两周发布一次笔记本构建任务。研究主要选取“BoardMix”作为可视化协作笔记本的构建平台(界面如图1所示),作为数字化多人在线实时协作平台,“BoardMix”集思维导图、流程图、多种创意表达绘图工具于一体,打通协作成员之间的可视化捕捉灵感、创意表达、实时演示、高效协作整条链路,以“自由创作”“社区驱动”“实时协作”“开放”为核心设计理念,聚焦多人协作下的场景解决方案,加快团队之间的信息流转,降低协作成本,提高业务效率,集自由布局、画笔、便签、多媒体呈现、脑图、文档多种创意表达能力于一体,激发团队创造力的无限延伸。

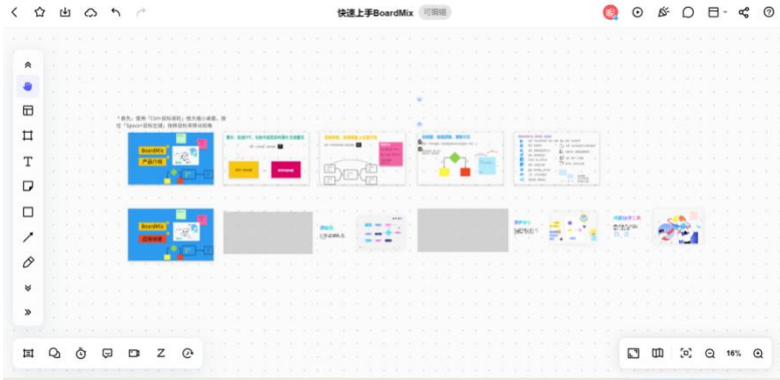


图 1 BoardMix 界面示例

3.2. 具体任务设计

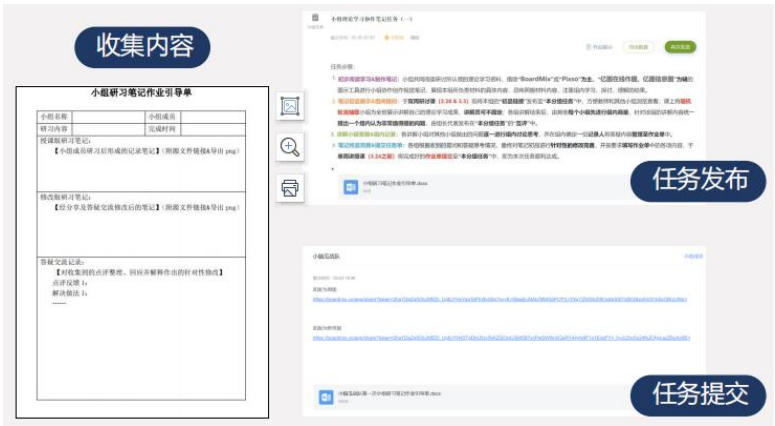


图 2 任务设计说明界面

3.2.1. 初步阅读学习并制作笔记

小组共同阅读研讨所认领的理论学习资料，借助“BoardMix”为主、“亿图在线作图、亿图信息图”为辅的图示工具协作创作可视化笔记，展现本组所负责材料的具体内容，注重组内学习、探讨、理解的结果。

3.2.2. 笔记初品展示并开展组间提问

于双周研讨课前将本组的“初品链接”发布至“本分组任务”中，方便教师和其他小组浏览查看；课上将随机轮流抽取小组为全班展示讲解自己的理论学习成果，讲解员可不固定；各组讲解结束后，由其他小组先进行组内协商，针对该组的讲解内容统一提出一个组内认为非常值得提的问题，由组长代表发布在“本分组任务”的“互评”中。

3.2.3. 讲解小组答疑并进行组内记录

各讲解小组对其他小组抛出的问题逐一进行组内讨论思考，并在组内确定一位记录人将答疑内容整理至作业单中。

3.2.4. 笔记终品完善并提交任务单

各组根据收到的提问和答疑思考情况，最终对笔记初品进行针对性的修改完善，并按要求填写作业单中的各项内容（如图 3 所示），于单周讲授课将完成好的作业单提交至“本分组任务”中，即为本次任务顺利达成。

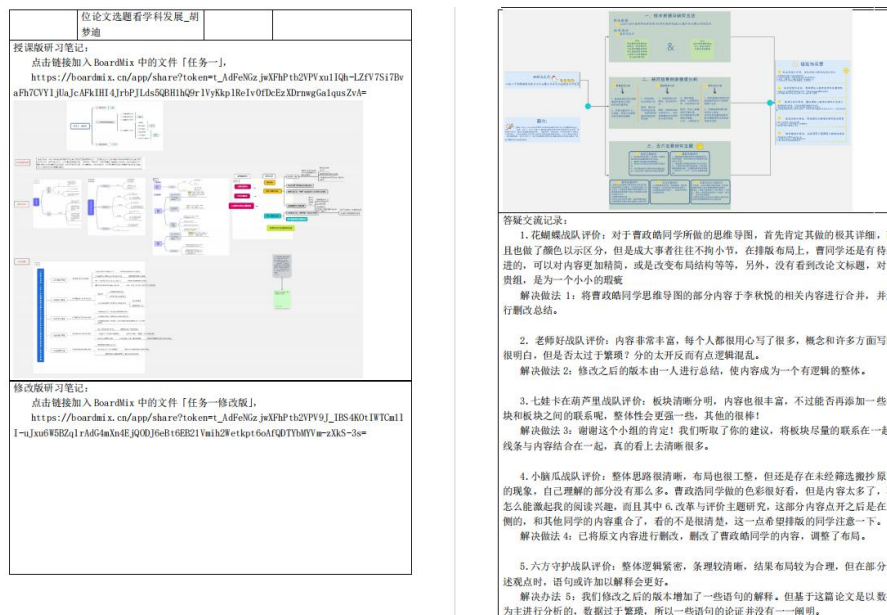


图3 小组笔记与反馈作业单示例

3.3. 数据收集与分析

3.3.1. 笔记数据

研究共收集到 66 份前后对比的笔记数据（11 个小组，每组 3 份修改前和 3 份修改后的笔记作品），参考马欣年提出的“笔记的层次性、笔记的整合度、笔记符号的调用”三个维度，对学习笔记的质量从内容层次性（表层意义、深层意义、生成意义）和图谱结构（知识结构、符号调用、清晰美观的结构）两大维度六大指标进行“0/1”编码，由两位编码人员独立分析，编码结果一致性较好（Kappa 系数大于 0.8）。

3.3.2. 反馈数据

研究共收集到 33 份最终的作业单（11 个小组，每组 3 份），其中包含了 33 份反馈提供数据和 33 份反馈处理数据，由两位编码人员基于扎根理论对具体内容进行逐级梳理和维度提炼并在共同协商过程中达成一致，最终得到反馈提供类型主要包括“指出优点类、指出缺点类、建议对策类、交流理解类”四种，反馈处理方式主要包括“修订内容错误、认同建议并完善图示、不赞同建议并解释原因、反思并改变笔记形式倾向、交流回答理解性问题”五种。随后，两位研究人员再依据提炼的类型各自对修改前、后的笔记进行反馈提供类型和反馈处理方式“0/1”编码，编码结果一致性较好（Kappa 系数大于 0.8）。

4. 研究结果与讨论

4.1. 学习笔记本前后的变化

以三次实验数据各组笔记呈现情况按实验次数进行纵向对比（图 4），从第一次实验到第三次实验的图谱结构符合评价合格标准的个数升至 10 组（ $t=-1.941, p=0.088>0.05$ ），整体变化不显著，通过折线图可以感知，学习笔记本的图谱结构整体变化表现较为直观、易产生问题建议及实际实施修订。同视觉学习笔记本的内容维度整改情况相比，大学生对于图谱结构处理起来往往更得心应手，因此，图谱结构也更易作为学生的评判学习笔记本成果的依据。其中，在 33 次初稿实验中有逾半数的笔记本在图谱结构的呈现上存有一定问题，经对应小组处理反馈后完全改进率为 93.9%（ $t=-1.941, p=0.088>0.05$ ），另有 2 组数据在一定程度上进行了改进，但尚未达到评分的基础标准。从班级整体来看，三次实验中仅有 2 组笔记本不能在“符号调用”维度达到良好的呈现，且均出现在第一次实验中。另外，通过对比三次总实验的变化程度可以发现，在第一次实验的修订前后“符号调用”和“清晰美观的结构”维度的变化趋势远大于后续实验，这说明了第一次学生修订过程结束后，在该维度存有大程度的提升空间，在经

过同组或其他组的反馈提醒后可以实现较高的完成度。其中，符号调用在第二次和第三次实验初稿中均有一组未达到良好的表示，说明此时部分同学对于选取合适的符号调用仍存有问题。这种情况的成因可能有：1) 各组的知识基础在课前不同，大部分小组只认真准备本组视觉笔记所涉及到的知识内容，课前未对其他小组所分享内容进行预习，课上规定的分享时间内难以消化全部知识，从而难从内容角度入手进行反馈；2) 部分小组成员随着任务增多积极性有所下降，从而影响组员投入热情，而结构形式的缺陷的表述往往“字数少、类型明确、模糊学习效果”，易给受评小组造成“内容没有问题”的假象；3) 组间的影响也是评价更倾向于提出结构问题的原因之一。当有一个小组只用十个字点评结束后，下一次就有可能使“精简”评价的小组个数又增加一组，而对于结构的评价则恰到好处的满足了少部分小组“偷懒”的愿望。

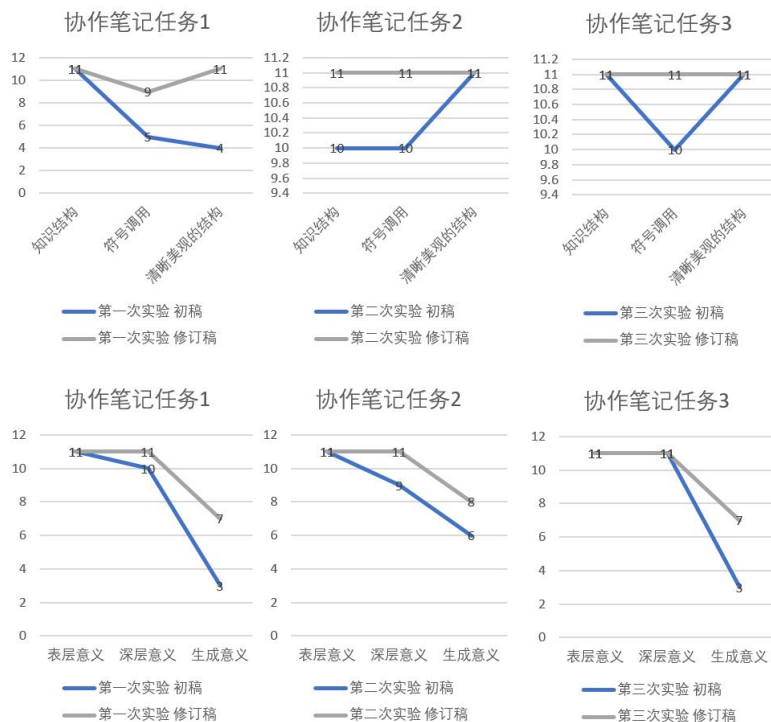


图4 学习笔记结构（上）与内容（下）随不同实验次数的变化

对学习笔记内容在同伴反馈前后的表现数据进行成对样本检验，发现笔记在修订后的内容呈现受到显著影响 ($p=0.032<0.05$)。可以看到，各组笔记在内容表层意义的表现上均达到标准要求；从深层意义来看，在第一次实验和第二次实验的初稿中，共有3次小组笔记没有在此维度达到合格的表现，且修订后实现合格率100%，但第三次实验中全部小组都将内容的联系性、彼此的关联在笔记中均有所表现，可见经过反馈过程整体处理后的笔记内容在深层意义表现上有所进步。但是笔者在这里并不能保证这个进步是否能达到永久的实现程度，因为同组的试验次数的仅有3次，我们不能简单地根据这三次实验呈现趋势完全推定后续变化；相较于表层意义和深层意义来看，生成意义的得分值较低，且在同伴间反馈过程处理后表现仍不理想。出现此情况的原因可能有：一是学生本身就缺乏站在一定高度审阅、回顾知识的能力，从而本组难以呈现、且也难为其他组提供此方面的建议；二是在视觉笔记构建过程中缺少合适的生成意义的表征方式；同时学生的现有知识也难以对自己所归纳的知识进行评判，学生存有“与其带给其他小组可能错误的见解，不如不归纳”的思想误区。

4.2. 收到反馈类型对笔记前后呈现的影响

将各类收到的反馈达成效果做比对后（图5），可以发现无论何种类别的反馈类型均对学习笔记结构有影响。同时，可以发现相较于优点类 ($t=-3.500$, $p=0.073>0.05$) 和交流理解类 ($t=-4.000$, $p=0.057>0.05$) 反馈类型，另两种对策类和缺点类 ($p=0.011<0.05$) 在提出时

学生在笔记的结构各维度修订效果较为明显。笔者认为，这和反馈的指向性明确与否有极大关系。当收到指向性明确的值得修订的（双方认为）建议时，被反馈的小组会产生改善笔记的意向性，当这些修订意见和措施同时兼顾到了笔记结构呈现的各方面，一篇笔记才会实现真正的完善。

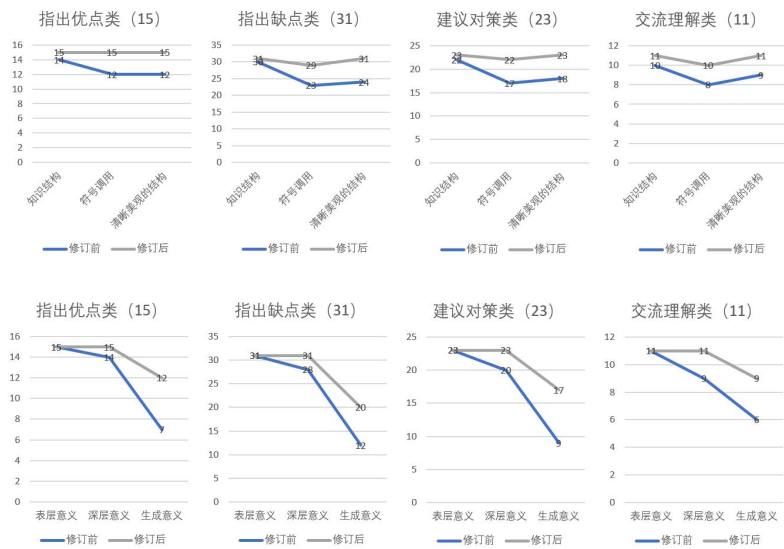


图 5 不同反馈类型下笔记修订前后结构（上）与内容（下）的变化

笔记内容在接受到各类反馈后除表层意义均有所提升，表层意义均达到对应类型的分数最大值，这与我们此前分析的各组每次实验笔记均在表层意义维度达到合格的现象相合。深层意义经过此四类反馈后，均表现合格。生成意义模块无论修订前或是修订后，实现的笔记内容合格量占比均较低，这和学生对于知识的整体认知缺乏一定的高度、很少考虑到从自身知识出发建构笔记有关。因表层意义所有小组的每次实验均有基础达标分值，我们选取受反馈类型对内容层级分数影响较为明显的深层意义 ($p=0.018<0.05$) 和生成意义 ($p=0.016<0.05$) 两个维度进行有关分析。综合二者分析，当学生收到指出缺点类和指出对策类的反馈类型 ($t=-2.485$, $p=0.056>0.05$) 时，相较于指出优点类 ($t=-1.309$, $p=0.321>0.05$) 和交流理解类 ($t=-1.890$, $p=0.199>0.05$) 更易实现视觉笔记的内容层级表现达标。这意味着，当收到带有指向性明确的反馈类型时更会激发学生对笔记整改的意向性。

4.3. 处理反馈方式对笔记前后呈现的影响

从图 6 可以发现，学生更倾向于做出“认同建议并完善图示”的反馈处理。除却单独的一两次实验外，其余小组在笔记结构的三方面都会采取相应的积极修订策略，即认同建议并完善有关图示。对比发现其他三类处理反馈方式对学生学习笔记的修订效用均不存在显著差异 ($t=-1.606$, $p=0.250>0.05$)；($t=-3.024$, $p=0.094>0.05$)；($t=-4.000$, $p=0.057>0.05$)。这说明此三类反馈处理方式对学习笔记前后的结构呈现影响度较小。故处理反馈对视觉笔记的结构影响更直观的处理方式是“认同建议并完善图示”。

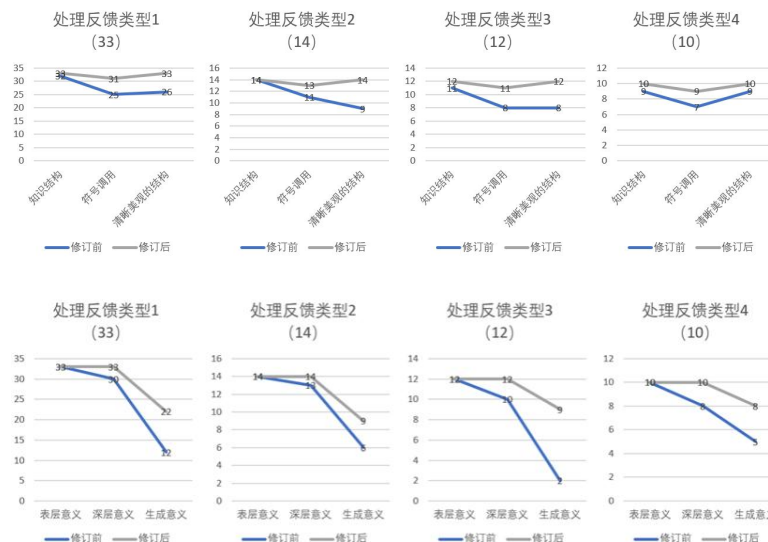


图6 不同反馈处理方式下笔记修订前后结构（上）与内容（下）的变化

内容对比发现，表层意义和深层意义整体数值偏高，而生成意义在修订前和修订后的分值大幅度低于前两层内容维度得分。这与此前笔者分析的“从生成意义角度来看，学生较难站在一定高度上对其掌握并进行合理视觉化的呈现”相和。分别对四种反馈处理方式笔记修订前后的样本进行差异性检验，该四类处理方式各自均不独立对内容呈现有显著效用 ($t = -1.463, p = 0.281 > 0.05$; $t = -1.512, p = 0.270 > 0.05$; $t = -1.441, p = 0.286 > 0.05$; $t = -1.890, p = 0.199 > 0.05$)。通过比对视觉笔记在内容维度各项评分的变化，可以发现虽然处理反馈方式对于视觉笔记的内容影响并不显著，但均有一定程度的影响。表层意义和深层意义在修订后各类型分值均达到最高值，而生成意义在修订后呈现的良好修订率仍有较大提升空间。试从生成意义维度来观测，该四种反馈处理方式对于生成意义前后表现有显著影响 ($t = -3.379, p = 0.043 < 0.05$)。

5. 研究结论与建议

5.1. 同伴反馈对学习笔记本整体产生的影响

研究发现，同伴反馈对于学习笔记本的结构和内容方面均有一定程度的影响，其中，大学生做出结构整改的效果优于内容方面，随着实验次数增多，结构维度的可提升空间小于内容维度。这表明，如果在笔记撰写之前对学生开展相关任务的全面、详细的培训，可能可以保证各组的每一次实验都明晰视觉笔记该呈现什么、该怎么呈现。因此，教师根据课程讲授需求进行有针对性的反馈指导对学习笔记本的最终呈现和优化效果也会有较大价值。

5.2. 不同的反馈类型对大学生学习笔记本的影响

不同反馈类型对学习笔记本的影响效果不同：大学生在提供反馈时倾向于伴随提供褒奖语言；从反馈类型分布来看，反馈者更倾向于提出指向性明确的缺点类和建议类反馈；从不同的反馈类型的作用效果来看，各反馈类型对于笔记最后呈现的结构均有一定程度的影响，对于内容的影响难以明显观测。这表明，同伴反馈中委婉语的合理使用更受大学生青睐且更易促使其接受和处理反馈；同时，在实际教学中可能还需要适当调用不同反馈类型（王永亮和张廷玉, 2020），并对反馈方式的规定，鼓励、引导同伴做出指向性、目的性强的反馈类型，便能更有效地提升学生视觉笔记的构建质量。

5.3. 不同的处理反馈方式对大学生学习笔记本的影响

无论从结构上或是从内容上观察，不同的处理方式对学习笔记本的前后表现均有影响：反馈意见的可实施性和采取的反馈处理方式有一定对应关系；结构上，同反馈类型对结构的影响结果相近，且对知识结构和清晰美观度提升较大，对符号调用促进作用不明显；内容上，单一类型的反馈处理方式对视觉笔记的内容影响均不显著，但处理反馈的整体行为对视觉笔

记的生成意义有显著促进。这表明, 当学生收到带有指向性明确的反馈类型时更会激发学生对笔记整改的意向; 但即使是没有解决方案的建议依然鼓励学生提出, 不是所有问题都要被解决, 学生的认知也会随着思考和互动的深入而不断提升, 当被反馈方将自己对反馈意见的想法同反馈方进行交流时, 回评环节既起到了监督同学参与活动的作用, 也保证了互动任务的深化和作品优化的质量 (邱建华和李兰, 2022)。

5.4. 启示与建议

基于上述结论, 研究提出以下建议: (1) 教师应在开展同伴反馈环节前对学习者的认知水平充分进行了解, 进而保证学生在学习活动开始后进行高效率的合作与反馈。(2) 委婉语和教学进行有效融合十分必要, 既可以保有学生学习的自信心, 也可以鼓励其主动参与到教与学的环境中来。(3) 教师在反馈过程中也可以对反馈方式的规定, 从而规范反馈的表述方式, 使每一条建议收到对应性整改的可能提升至最大。(4) 反馈条件允许的情况下, 提倡在线多方、实时反馈, 提升组间交流互动效果和效率, 既起到了监督的作用, 也能加强同伴反馈对笔记修订的作用。

参考文献

- 林冰冰. (2014). 教学中发展学生视觉思维的策略研究. 福建师范大学.
- 刘金福. (2015). 论视觉笔记在视觉传达设计教育中的作用. *艺术教育*, (11): 104-105.
- 刘琳. (2020). 不同书面反馈处理方式对高中生英语写作修改行为和准确性的影响. 曲阜师范大学.
- 刘永灿. (2003). 记笔记功能的认知心理研究——中国学生听英语讲座时记笔记的编码功能和外储存功能. *现代外语*, (02): 193-199.
- 马欣年. (2018). 认知负荷模型下的新手译员汉英交传笔记问题及其应对策略分析. 陕西师范大学.
- 邱建华, 李兰. (2022). 在线同伴反馈和教师反馈对写作影响的对比研究[J]. *兰州交通大学学报*, 41(01): 169-174.
- 孙继民. (2004). 记笔记研究的理论模式与实践. *外国教育研究*, (08): 26-29.
- 王永亮, 张廷玉. (2020). 大学英语写作中不同反馈类型对文本质量影响的比较研究[J]. *英语广场*, (27): 109-112.
- 吴志芳. (2015). 同伴反馈法在初中英语写作教学中的作用. 湖南师范大学.
- 熊和平, 王鑫. (2019). 涂鸦与笔记: 课本中的两种符号系统. *中国教育月刊*, (09): 81-85.
- Dominique M.A., et al. (2001). Peer assessment in problem based learning[J]. *Studies in Educational Evaluation*, 27(2): 153-173.
- Joni T., Melinda M., & Carolyn S. (2022). Peer review: Factors that motivate students to provide supportive peer feedback[J]. *Nurse Educator*, 47(2): 114-119.
- Li W., & Zhang F. (2021). Tracing the path toward self-regulated revision: An interplay of instructor feedback, peer feedback, and revision goals. *Frontiers in Psychology*, 11: 612088-612088.
- Yang M., & Carless D. (2013). The feedback triangle and the enhancement of dialogic feedback processes[J]. *Teaching in Higher Education*, 18(3): 285-297.
- Yong W., & Christian D. S. (2021). From plans to actions: A process model for why feedback features influence feedback implementation. *Instructional Science*: 1-30.

大学生在线学习资源利用现状调查及对策分析

Investigation and countermeasure analysis of online learning resources utilization of college students

兰欣¹, 徐翔¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

* 2524540483@qq.com

【摘要】 随着互联网技术的发展,网络共享的普及以及新媒体平台的崛起,在线学习资源的范围也在不断扩大,如何有效地利用好这些资源提高在线学习的质量和效率是值得思考的问题。本研究通过调查研究的方式,了解大学生利用在线学习资源的行为特征、学习动机以及学习态度等现实情况,分析并总结大学生利用在线学习资源过程中行为特点和存在问题,并针对这些问题提出了具体策略,以期为大学生利用好在线学习资源提高在线学习成效提供有益的指导,丰富在线学习资源的理论研究和实际应用。

【关键词】 在线学习资源; 新媒体平台; 大学生在线学习

Abstract: With the development of Internet technology, the popularization of network sharing and the rise of new media platforms, the scope of online learning resources is also expanding. How to effectively use these resources to improve the quality and efficiency of online learning is a question worth thinking about. Through investigation and research, this study understands the behavioral characteristics, learning motivation and learning attitude of college students in using online learning resources, analyzes and summarizes the behavioral characteristics and existing problems of college students in the process of using online learning resources, in order to provide useful guidance for college students to make good use of online learning resources to improve the effectiveness of online learning, and enrich the theoretical research and practical application of online learning resources.

Keywords: online learning resources, new media platforms, online learning for college students

1. 引言

当今的大学生群体是在线学习资源蓬勃发展的第一批受益者,特别是在后疫情期间,在线学习一时间成为主流,而缺乏相应的在线学习资源在线学习将难以进行。丰富的在线学习资源有助于培养大学生自主学习和独立思考的能力。然而,在线教育的迅速发展过程中也暴露出了一些问题,因此大学生如何合理准确地利用在线学习资源为学习赋能是一个值得关注的问题。

2. 调查问卷设计

此次问卷采用网上分发的形式进行收集,利用社交媒体平台以及问卷官方平台进行匿名收集,调查的对象主要集中在安徽师范大学的大学生群体。最后共收集到问卷 234 份,除去答案无效以及答题群体不匹配情况的问卷 22 份,最后得到有效问卷 212 份,且对所有有效问卷进行信度分析, Cronbach α 系数值为 0.88,证明问卷的信度较高。

3. 调查结果分析

3.1. 基本信息统计分析

通过第一部分问卷,对学习者的基本信息进行统计后,得出的基本信息如表 1 所示。

表 1 问卷基本信息统计分析表

性别	男			女		
	92 人（占比例 43.4%）			120 人（占比例 56.6%）		
年级	大一	大二		大三	大四	
	20 (9.43%)	54 (25.47%)		80 (37.74%)	58 (27.36%)	
专业	文史类	理工类	艺体类	医学类	法律类	其他
	35 人 (16.51%)	106 人 (50%)	19 人 (8.96%)	22 人 (10.38%)	9 人 (4.25%)	21 人 (9.91%)

从上表可以看出，女生较多，因调查的群体集中在师范类院校的学生(女多男少)，所以比例在正常范围；在年级分布上，大三、大四占比较多；在专业分布上，理工类的占最多，而艺体、法律、医学等专业人数较少。总体来说，调查对象的构成较为合理。

3.2. 行为特征、学习动机和学习态度统计分析

根据对调查对象的行为特征、学习动机和学习态度三方面进行统计分析，具体的行为动机态度维度的统计分析见表 2。

表 2 行为特征、学习动机和学习态度统计分析

行为特征	利用频率	调查内容	非常多，几乎每天都会用到	较多，日常学习都会用到		一般，课程学习或考试需要会用到		较少，偶尔会用到
		人数	31	115		56		10
		占比	14.62%	54.25%		26.42%		4.72%
	资源内容	调查内容	知识类	案例、模板类		课程类		其他
		人数	141	128		115		2
		占比	66.51%	60.38%		54.25%		0.94%
	渠道途径	调查内容	网页搜索	专门的学习网站		微博、知乎、抖音、B 站等新媒体平台		其他
		人数	94	158		180		18
		占比	20.48%	34.42%		39.22%		3.92%
	渠道频率	人数	61	77		72		2
占比		28.77%	36.32%		33.96%		0.94%	
学习动机	资源应用	调查内容	完成学校、老师布置的任务	解决疑难问题	应对考试		自主学习	其他
		人数	126	137	115		98	2
		占比	59.43%	64.62%	98%		46.23%	0.94%
学习态度	认可度	调查内容	非常符合	比较符合	不确定		比较不符合	非常不符合
		人数	45	89	38		26	14
		占比	21.23%	41.98%	17.92%		12.26%	6.6%
	搜索意愿	人数	38	83	46		34	11
		占比	17.92%	39.15%	21.7%		16.04%	5.66%
	经验积累	人数	30	90	46		34	12
		占比	14.15%	42.45%	21.7%		16.04%	5.66%
	存在问题	调查内容	资源重复	质量参差不齐	虚假资源信息泛滥	缺少对应资源	资源收费	其他
		人数	91	150	130	120	88	3

		占比	42.92%	70.75%	61.32%	56.6%	41.51%	1.42%
--	--	----	--------	--------	--------	-------	--------	-------

从上表可以看出，在行为特征方面，大学生利用在线资源的频率较高；在学习动机上，大学生利用在线学习资源的主要目的是进行问题解决和应对学业任务以及考试；在学习态度上，有 57.07% 的调查对象表示找到的在线学习资源能够满足他们的需求，63.21% 的表示会利用所有可能的渠道来搜索在线学习资源，且有超过 50% 的调查对象表示积累了一定经验并能够按自己所需寻找到想要的学习资源，除此之外，“质量参差不齐”、“虚假资源信息泛滥”是大学生在搜索并利用在线学习资源过程中遇到的最突出的问题，这说明在线学习资源的建设确实取得了一定成效，且资源的丰富性也有所提高，但仍然存在漏洞。

4. 大学生在线学习资源利用中存在问题及对策分析

4.1. 大学生在线学习资源利用中存在问题

4.1.1. 信息素养不高，缺乏在线学习资源选择利用的经验能力

通过上述的数据分析，依然有超过 40% 的学生不知道怎样去寻找所需的在线学习资源，且对在线资源的利用缺乏经验。

4.1.2. 外部动机较强，内部动机较弱

由调查结果可以看出，大学生利用在线学习资源的一般用途是应对考试和完成任务，仅有 46.23% 的调查对象会利用在线学习资源来自主学习。

4.1.3. 资源的质量和可信度难以保障，影响大学生使用体验

从上述数据分析结果可以看出“质量参差不齐”、“虚假资源信息泛滥”是大学生在搜索并利用在线学习资源过程中遇到的最突出的问题，可见当今的在线学习资源建设中质量和可信度的问题尤为突出。

4.2. 大学生在线学习资源利用存在问题的对策分析

4.2.1. “指导+引导”：逐步提升信息素养

信息素养包括利用信息工具和信息资源的能力，还包括获取识别信息、加工处理信息、传递创造信息的能力。诚然，信息素养的培养并非易事，高校教师在日常教学活动中要善于将自己的经验传授给学生，关注点要多放在低年级的学生，尤其是信息知识和能力特别薄弱的学生，要进行针对性的指导。比如教师在教授《现代教育技术》公共课时，可以在课前预设任务让同学完成，通过完成情况初步判断学生的信息素养水平，对完成情况欠佳的同学进行针对性的指导。对于有一定基础素养的同学，教师可以依据课程目标，结合具体的教学内容，引导学生利用在线学习资源解决某些劣构的问题或完成课程设计作品等，使得学生能够得到充分的锻炼，逐步提升学生的信息素养。

4.2.2. “课堂+课外”：全面激发学习动机

大学学习的目标不应该只停留在完成课程任务、应对考试上，而应该成为懂得如何学习的人。因此，高校教师绝不能仅仅用课堂任务以及考试来约束学生学习，检验他们的学习效果。教师应当了解他们的学习兴趣和特点，针对性地设计或让学生自主选择参与一些课外实践项目等开放性的活动，提高学生自主学习的积极性。此外，教师可以鼓励学生建设自主学习的作品集以及资源收藏夹，定期开展交流会，展示优秀作品，分享优质资源。比如教师在教授《多媒体软件设计与开发》时，不能将课本上有限的任务作为评判学生学习成效的唯一标准，而是要鼓励学生积极在课外探索和积累相关知识，完成作品，形成自己的专属作品集。

4.2.3. “宏观+微观”：合力破解资源难题

针对目前在线学习资源出现的种种问题，仅靠学校和教师的力量很难从根本上解决。监管部门要加大监督力度，从宏观上掌控好在线学习资源传播的全过程，积极与业界专家合作，加快建设一套行之有效的在线学习资源评价系统，筛除质量低劣、内容虚假的资源，保证优质资源有效传播。资源发布平台的管理者要制订“资源征信制度”，对于发布虚假资源信息的用户进行严加抵制。同时，可以参考 b 站、抖音等新媒体平台的模式，对优秀的资源创作和发布者给予奖励，使得共享优质资源在整个平台蔚然成风。

5. 总结与展望

本文以安徽师范大学为例对大学生在线学习资源利用现状进行了调查和分析,发现了大学生在线学习资源利用存在的问题,并结合问题给出了相应的对策,对帮助大学生合理利用在线学习资源有一定积极意义。

信息化时代高速发展,在线学习资源也在不断丰富,但在欣欣向荣的表象背后依然存在着一些问题,想要彻底地解决这些问题不是一蹴而就的,需要社会各界的共同长期努力。学习者要适应时代发展的需求,让丰富的在线学习资源转换成为自身的“知识宝藏”,并积极参与到优质在线学习资源的共建共享的行列中。教育管理者和资源开发者也要继续努力,回应广大学习者的诉求,采取强有力的措施拔除在线学习资源的“病根”,助力在线学习资源的发展朝着正确的方向迈进。

参考文献

- 曹良亮. (2014). 在线学习中学习路径分析及学习行为特点研究. *中国远程教育*, (7), 25-30.
- 陈琳, 李凡, 王鑫, 殷旭彪, 陈耀华, 蒋艳红, & 赵伟林. (2011). 促进深层学习的网络学习资源建设研究. *电化教育研究*, 12, 69-75.
- 林倍伊, 吴惠萍, 洪国财, 董艳, 蔡敬新, & 洪煌尧. (2017). 网络资源与在线平台之教学设计研究——基于学习观念变迁的视角. *开放学习研究*, (6), 28-34.
- 卢雪艳, 邹霞, & 胥碧. (2015). 国内 MOOC 式平台网络资源建设问题分析——基于对学堂在线, 爱课程, 智慧树在线教育三大学习平台的分析. *中国教育信息化: 高教职教*, (4), 51-53.
- 任妍. (2020). 借助网络学习空间提高在线学习质量的应用研究--以浙江教育资源公共服务平台“之江汇”为例. *教育信息技术*, (7), 19-22.
- 吴咏梅, 谈雅君. 互联网+背景下继续教育在线学习资源的建设研究[J]. *数码世界*, 2020(12):188-189.
- 杨现民, & 赵鑫硕. (2016). “互联网+”时代学习资源再认识及其发展趋势. *电化教育研究*, 37(10), 88-96.
- 赵呈领, 李敏, 疏凤芳, & 黄琰. (2019). 在线学习者学习行为模式及其对学习成效的影响——基于网络学习资源视角的实证研究. *现代远程教育*, (4), 20-27.
- 王广帅. (2015). 新媒体时代学习与数字化资源建设问题探析. *教育导刊: 上半月*, (8), 57-60.
- 王世杰, 杨刘霞, & 罗文. (2018). “互联网+”时代大学生在线学习的调查研究. *科教导刊*, (4), 190-192.

CSCL 应用角色承担讨论支架提升学生知识建构水平的案例研究

A case study of applying role-taking discussion scaffolding in CSCL environment to improve students' knowledge building level

薛一博^{1*}, 高丹丹¹, 刘志凤²

¹ 华东师范大学教育学部教育信息技术学系

² 华中师范大学

*51204108040@stu.ecnu.edu.cn

【摘要】 以上海某高校研究生一年级采用知识建构教学法开展为期六周的课堂为例, 应用角色承担讨论支架促进学生的课堂在线协作与知识建构, 通过统计分析、内容分析、问卷调查分析知识论坛的在线协作讨论数据, 辅以访谈佐证观点。研究发现, 角色承担讨论支架能够提升学生的知识建构水平, 体现在提升学生的知识建构参与、意义协商深度、以及责任意识从个体到集体的转变。

【关键词】 CSCL; 角色承担支架; 知识建构水平

Abstract: Taking a 6-week class of first-year postgraduate students in a Shanghai university as an example, this paper uses role-taking discussion scaffolding to promote students' online classroom collaboration and Knowledge building, and analyzes the online collaborative discussion data of Knowledge Forum through statistical analysis, content analysis, questionnaire and interview. It is found that the role-taking discussion scaffolding can improve students' knowledge building level, which is reflected in three aspects: enhancing students' participation in knowledge building, depth of meaning negotiation, and change of responsibility consciousness from individual to collective.

Keywords: CSCL, Role Taking Scaffolding, Knowledge Building Level

1. 前言

知识建构强调社区价值观念的产生和持续改进, 学生通过知识建构对话来创造社区知识, 从而实现社区知识高于个人贡献的总和(Bereiter & Scardamalia, 2006)。学生的知识建构参与受其协作学习观念的影响, 存在“在线无协作、协作无建构和建构低水平”的现象(李海峰 & 王炜, 2018)。已有研究表明, 通过角色分配使学生承担社区进步的集体责任意识有助于在线协作学习(Khanlari, Resendes, Scardamalia, & Zhu)。然而, 现有研究普遍采用程序化的角色脚本固定给学生开展讨论, 这不利于观点的改进。知识建构教学法强调指导原则, 而不是规定的程序(Bereiter & Scardamalia, 2006), 持续的深层次的知识建构需要鼓励自发性的创作和机会主义合作(Zhang, Scardamalia, Reeve, & Messina, 2009)。因此, 本研究旨在设计角色承担讨论支架促进学生的在线协作与知识建构, 关注学生自发性角色承担的意愿, 以及角色承担对学生知识建构水平的影响。

2. 文献综述

2.1. CSCL 角色承担讨论支架

CSCL 中的角色承担赋予学习者在学习过程中需要承担的角色和对应的活动, 从而实现协作过程的支持, 基于角色的在线讨论能改善学习行为和体验(Feng, Chen, & Luo, 2021)。在设计角色承担支架提升学生协作与知识建构的研究中, Wise 聚焦角色所承担的职责, 划分为提供方向、新想法、介绍资源、使用理论、回答和总结五种角色类型(Wise, Saghaian, & Padmanabhan, 2012); Dragan 为支持学生高级别的认知设计了仲裁者、话题领导者、资源搜索者、理论者和总结者五种角色类型(Gašević, Adesope, Joksimović, & Kovanović, 2015); 马志强基于协作任务和问题解决认知加工两个维度, 构建了 12 种角色类别并选取方案论证者、探索

者、监督者三种角色进行验证(马志强 & 杨好利, 2013)。在 CSCL 的讨论中, Pena 确定了 7 类知识建构活动来帮助学生在线讨论, 依次为解释、提问、澄清、断言、冲突、建立共识和支持(Pena-Shaff & Nicholls, 2004)。综上所述, 本研究以知识论坛作为技术支撑, 为了促进学生的课堂在线协作与知识建构, 从改善学生之间在线协作的角度设计角色承担讨论支架。

2.2. 知识建构水平

Scardamalia 提出了知识建构十二原则作为指导知识建构教学的依据(Scardamalia, 2002)。Gunawardena 依据社会建构学习理论提出了包含提出观点、提出质疑、意义协商、观点检验与修改、达成一致并应用五个维度的知识建构框架(Gunawardena, Lowe, & Anderson, 1997)。柳瑞雪依据将学生的知识建构水平分为浅层协作知识建构、中层协作知识建构和深层协作知识建构三个层次(柳瑞雪, 石长地, & 孙众, 2016)。综上所述, 本研究采用 Gunawardena 的知识建构分析框架, 并结合浅层、中层与深层次协作知识建构的划分测量学生的知识建构水平。

3. 研究设计

3.1. 研究问题

本研究旨探讨在知识建构教学法的课堂中, 角色承担讨论支架能否促进学生由浅层到深层的知识建构转变, 提升学生的知识建构水平, 因此提出以下研究问题:

- (1) 角色承担讨论支架能否提升学生的知识建构水平?
- (2) 角色承担讨论支架支持学生由浅层次向深层次的知识构建转变体现在哪些方面?

3.2. 研究对象

选取上海某高校研究生一年级共 25 名学生, 采取知识建构教学法开展的《信息技术学科教学设计与实施》在线课堂中为期六周的在线讨论为例。知识论坛 (Knowledge Forum, KF) 提供在线协作交流环境, 供学生深入理解观点和持续开展创造性工作。

3.3. 角色承担讨论支架设计

本研究在文献综述的基础上, 提出角色承担讨论支架以促进 CSCL 中的在线讨论与知识建构, 如表 1 所示, 包含提出新想法者、论证者、质疑者和总结者四种类型, 并细分出观点表述、支持、解释补充、回应、提问与建立共识六种对话类型。

表 1 角色承担讨论支架

角色类型	对话类型	描述	示例
提出想法者	观点表述	1.明确话题、指明讨论方向 2.提出自己的观点 3.分享从资源中获得的信息	1.针对……问题, 我们可以从……几个角度展开讨论… 2.我认为…是……, 我认为我们可以拓展对于…的理解维度……
论证者	支持 解释补充 回应	同意、重复他人观点 对他人观点进一步补充 回应提问和质疑	我同意…同学的想法, 我仅考虑了… 还需考虑学生的… 针对你的这个质疑/提问, 我的观点是……
质疑者	提问	提出自己的疑问	大家在讨论中提到了…和…, 那么它们的区别在哪里呢…
总结者	建立共识	达成共识, 总结讨论内容	结合上述讨论的观点, 查阅了相关资料, 我们将所有的讨论结果整合成一张思维导图…

3.4. 在线讨论活动设计

在线讨论活动设计为期六周，包含三次分组主题讨论活动，每次项目的讨论时间为期两周，学生在KF平台分为6个小组开展在线讨论。其中主题一不提供讨论支架，主题二和主题三则提供角色承担讨论支架，目的是观测提供支架对学生知识建构的影响。

4. 数据收集与分析

本研究收集的数据主要包含KF平台学生讨论数据以分析学生知识建构水平，和访谈辅

以分析角色讨论支架的使用效果。数据的分析方法主要运用描述统计分析法、内容分析法、以及访谈法分析学生的知识建构水平变化。

4.1. 知识建构参与分析

如表2所示，学生在无支架阶段主题一讨论总发帖数为281条，而在使用角色讨论支架后主题二发帖数为338条和主题三发帖数为396条，可知在使用角色讨论支架后，学生的CSCL讨论数量有所提升。此外，在未使用支架主题一的讨论时，学生的主帖数占比为65.12%、回帖数占比为34.88%，而在使用角色讨论支架后，主题二学生的主帖数占比为18.05%、回帖数占比升至81.95%，主题三学生的主帖数占比为16.16%、回帖数占比升至83.84%。由此可见，在使用角色讨论支架后，学生的发帖意愿、回帖意愿、以及知识建构的交互质量均有所提升。

表2 KF平台协作讨论基本信息

讨论主题	参与人数	总发帖数	主帖数 (占比)	回帖数 (占比)
主题一 (无支架)	25	281	183 (65.12%)	98 (34.88%)
主题二 (角色讨论支架)	25	338	61 (18.05%)	277 (81.95%)
主题三 (角色讨论支架)	25	396	64 (16.16%)	332 (83.84%)

4.2. 知识建构水平分析

根据Gunawardena的知识建构水平分析框架，由两位编码人员独立对KF平台上学生的在校讨论文本数据进行整理编码，得到研究信度为0.860，结果如表3所示。在未使用支架时，学生的知识建构主要集中在提出观点阶段，也有一定程度的提出质疑，但交互质量较低，处于浅层知识建构水平；使用角色讨论支架时，在意义协商阶段、观点检验与修改阶段、达成一致并应用阶段相较于主题一则均有提升，其中在意义协商阶段提升效果最明显，可知在角色讨论支架的支持下，学生从个体观点表达到集体观点共建的转变，交互质量提高。

表3 知识建构水平分析

知识建构阶段	讨论编码		
	主题一 (无支架)	主题二 (角色讨论支架)	主题三 (角色讨论支架)
1.提出观点	224	142	209
2.提出质疑	24	38	25
3.意义协商	17	100	105
4.观点检验与修改	7	37	35
5.达成一致并应用	3	21	22

4.3. 角色承担讨论支架使用效果分析

发放25份问卷调查学生对角色承担讨论支架的评价，共回收22份问卷，共有16位学生赞同角色承担讨论支架的作用，可知角色承担讨论有效支持学生开展深入的协作讨论与知识

建构。此外, 随机抽取 5 位同学进行访谈, 学生普遍认为角色承担讨论支架对协作讨论的帮助很大, 在发帖的时候会经常用到角色承担讨论支架梳理每个人的观点, 在某些观点达成一致, 然后针对不同观点进行讨论; 与此同时, 通过为发言类型赋予角色承担意义, 有助于提升学生的责任意识 and 能动意识, 促进学生的在线讨论与知识建构。

5. 结论与讨论

5.1 使用角色承担讨论支架能够提升学生的知识建构水平

使用角色承担讨论支架, 能够提升学生的知识建构参与, 其中学生的发帖意愿和回帖意愿均有所提升, 知识建构的频数和交互均有所提升。同时, 有助于学生从个体观点表达到集体观点共建的转变, 意义协商质量提高, 从而提升学生的知识建构水平。

5.2 使用角色承担讨论支架有助于调动学生的集体责任意识

使用角色承担讨论支架, 为学生的讨论赋予了提出新想法者、论证者、质疑者与总结者的角色意义, 有助于提升学生的责任意识 and 能动意识, 促进学生的在线讨论与知识建构, 促进学生实现从个体知识建构到集体知识建构的责任转变。

参考文献

- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. *Cambridge Handbook of Learning Sciences*, 97-118.
- Feng, Q., Chen, Y., & Luo, H. (2021). *Online Discussion with Assigned Roles: Does It Bring Better Learning Behaviors and Experiences?* Paper presented at the 2021 International Symposium on Educational Technology (ISET).
- Gašević, D., Adesope, O., Joksimović, S., & Kovanović, V. (2015). Externally-facilitated regulation scaffolding and role assignment to develop cognitive presence in asynchronous online discussions. *The internet and higher education*, 24, 53-65.
- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of educational computing research*, 17(4), 397-431.
- Khanlari, A., Resendes, M., Scardamalia, M., & Zhu, G. Individual Role-Based Profiles for Successful Team Engagement in Knowledge Building Environments. *Making a Difference: Prioritizing Equity and Access in CSCL*.
- Pena-Shaff, J. B., & Nicholls, C. (2004). Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions. *Computers & Education*, 42(3), 243-265.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. *Liberal education in a knowledge society*, 97, 67-98.
- Wise, A. F., Saghafian, M., & Padmanabhan, P. (2012). Towards more precise design guidance: Specifying and testing the functions of assigned student roles in online discussions. *Educational Technology Research and Development*, 60(1), 55-82.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for collective cognitive responsibility in knowledge-building communities. *The Journal of the learning sciences*, 18(1), 7-44.
- 李海峰, & 王炜. (2018). 面向问题解决的在线协作知识建构. *电化教育研究*, 39(1), 36-41.
- 柳瑞雪, 石长地, & 孙众. (2016). 学习管理系统和社交平台协作学习知识建构层次分析. *中国远程教育*(7), 10-19.

Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Main Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

马志强, & 杨好利. (2013). 问题解决在线协作学习中的角色设计研究. *现代教育技术*, 23(9), 41-45.

教育数字化转型下的 Hyflex 教学模式：内涵特征与教学设计

Hyflex teaching mode under the digital transformation of education :

connotation characteristics and teaching design

付玉娜*, 刘思嘉, 赵赫璇, 马国威, 毛晓龙, 王妍莉

西北民族大学教育科学与技术学院

*2171619566@qq.com

【摘要】 Hyflex 因其多样灵活的学习参与形式, 为学习者提供了更好的学习体验, 进而得到了广泛的关注和研究。基于国外现有研究, 本文对 Hyflex 的概念、内涵特征和研究现状进行系统梳理, 并结合国外相关教学应用案例, 从创造整合技术的学习空间、提升教师素养和能力、设计以学习者为中心的学习活动以及设计公平等效的教学评价四个方面提出 Hyflex 的教学建议。

【关键词】 高等教育数字化转型; Hyflex 教学; 教学模式

Abstract: Hyflex has received extensive attention and research because of its diverse and flexible forms of learning participation, which provides learners with a better learning experience. Based on the existing research abroad, this paper systematically combs the concept, connotation characteristics and research status of Hyflex, and combines the relevant teaching application cases abroad, from the creation of integrated technology learning space, improving teachers' literacy and ability, designing learner-centered learning activities and designing fair and equivalent teaching evaluation. Four aspects put forward Hyflex's teaching suggestions.

Keywords: digital transformation of higher education; hyflex teaching; teaching mode

自 2006 年 HyFlex 模式被美国旧金山州立大学 Brain Beatty 错误!未定义书签。教授创设以来, 国外现有研究清楚地表明了 Hyflex 教学模式的潜力, 而我国相关研究还尚未兴起 (Beatty, 2007)。

1. 内涵界定

HyFlex 教学模式最初是 2006 年由 Brain Beatty 为将在线学生纳入课堂教学开发的, HyFlex 即 Hybrid Flexible, 译为混合式灵活教学, 混合是指在单个课程中混合同步在线与面对面, 灵活是指允许学生选择何时以及如何参加 (Beatty, 2006)。HyFlex 定义成“为学生提供灵活的参与政策, 使学生可以选择参加面对面的同步课程或在线完成课程学习活动而无需亲自上课”的学习方法 (Beatty, 2014)。

HyFlex 教学模式的基本特征包括: 1. 学习者选择。提供有意义的可替代的参与模式, 让学生可以每天、每周或每个专题选择参与模式。2. 等效性。提供使学生在所有参与模式中獲得同等学习成果的学习活动。3. 可重用性。利用每个参与模式中学习活动的工件作为所有学生的学习对象。4. 可访问性。让学生掌握技术技能, 并公平参与所有参与模式 (Beatty, 2019)。Hyflex 的理论基础是远程教育的均等理论, 其核心思想是远程学习者在获得的学习经验与常规学习学生的经验越相等则两者所取得的学习成果也越接近 (穆肃, 2006)。

2. 研究现状

本研究依据技术对 Hyflex 教学的影响将 Hyflex 的发展划分为两个阶段。2006 年至 2015 年为 Hyflex 教学的兴起阶段，初步构建了 Hyflex 教学模式，自 2006 年 Beatty 错误!未定义书签。首次提出并应用 Hyflex 教学开始，主要研究包括概念定义、内涵特征、实施的益处挑战和师生对该模式的看法等 (Beatty, 2019)。Beatty 是开发和评估 Hyflex 教学模式的先驱，对目前国内高等教育领域将在线学习和课堂教学清楚分隔开、非此即彼的课程设计有积极的启示。2016 年至今为 Hyflex 教学的发展阶段，开展了教学模式的应用与创新，主要研究包括美国、英国、日本、墨西哥等国家对 Hyflex 教学模式的尝试应用以及根据各自的需求对其做出改进创新。

国外现有的研究清楚地表明了 Hyflex 这种新兴教学模式的潜力，但国内研究还处于起步阶段，希望后续研究能够加强实证研究以补充定性的个案研究，并需要不断完善的政策来保障和支持此新兴教育实践的更大范围内的实施。

3.教学建议

本研究从以下几个方面提出教学建议：1.创造整合技术的学习空间。研究表明音频和视频质量是创设 Hyflex 学习环境的主要挑战，技术设备支持主要依靠视频会议软件和学习管理系统，教师可以通过使用开放教育资源、小组练习等工具构建 Hyflex 教室 4C 模型(Chan H C B et al., 2022)。2.提升教师素养和能力。教师在教学设计时应尽可能地使用重复的和生成性的学习资源，部分重叠每种模式中的活动，以保证学生有相同的学习体验，同时减轻教师的工作量 (Beatty, 2019)。在大班教学中建议使用研究生助教或同伴支持来提供灵活性，在没有支持人员的情况下也可以利用在线直播和点播课程。3.设计以学习者为中心的学习活动。需要进行差异化教学以满足学习者的生活需求和学习风格等，使学习者能够控制自己学习 (Shek, D. T. et al., 2022)。4.设计公平等效的教学评价。这是 Hyflex 教学实施的常见挑战之一，教师需要重新设计评估，例如元实践这种在线形成性评估方法 (Beatty, 2019)。

参考文献

- 穆肃.远程教育的均等理论--来自美国的远程教育理论[J].*中国远程教育*,2006,(01):23-27.
- 穆肃.传统大学需要创新变革:HyFlex 课程引领未来——访美国旧金山州立大学布莱恩·贝迪博士[J].*开放教育研究*,2013,19(01):4-8.
- Beatty, B. (2006, October). Designing HyFlex world-Hybrid, flexible courses for all students. In Association for Educational Communication and Technology International Conference, Dallas, TX. Retrieved from http://olc.onlinelearningconsortium.org/effective_practices/using-hyflex-course-and-designprocess.
- Beatty, B. (2014). Hybrid courses with flexible participation: The HyFlex course design. In Practical applications and experiences in K-20 blended learning environments (pp. 153-177). IGI global.
- Beatty, B. J. (2007). Hybrid classes with flexible participation options – If you build it, how will they come. 2007 Annual Proceedings-Anaheim: Volume, 15.
- Beatty, B. J. (2019). Hybrid-flexible course design. Implementing studentdirected hybrid classes. Provo, Utah: EdTech Books.
- Chan, H. C., Dou, Y., Jiang, Y., & Li, P. (2022, June). A 4C model for HyFlex classrooms. In 2022 IEEE 46th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC) (pp. 145-150). IEEE.
- Shek, D. T., Zhu, X., Li, X., & Dou, D. (2022). Satisfaction with HyFlex teaching and law-abiding leadership education in Hong Kong university students under COVID-19. *Applied Research in Quality of Life*, 1-26.

小学协作编程中基于有效失败理论的协作脚本设计与应用研究

Designing the Collaboration Scripts Based on Productive Failure in Primary Collaborative Programming

李会* 王靖

江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地, 江苏无锡 214122

*leehui.jnu@qq.com

【摘要】 随着人工智能时代的到来,我国各地中小学纷纷开展编程教育,其中协作编程已经成为编程教育中的重要教学组织形式。但小学生协作能力有限且难以理解编程概念,常常面临失败。因此,教师如何利用这种失败引导学生学习编程概念并提升编程能力,成为研究者关注的热点。文章基于有效失败理论设计了面向小学协作编程的协作脚本模型和框架,采用实验研究法对比有无有效失败指导的作用效果,以及静态和适应性两种协作脚本的干预差异,以期丰富协作编程的指导理论,并为一线小学协作编程设计提供些许思路。

【关键词】 协作脚本; 有效失败; 协作编程; 自适应协作脚本

Abstract: With the advent of the era of artificial intelligence, primary and secondary schools across China have launched programming education, in which collaborative programming has become an important teaching organization. However, elementary school students often face failure with limited collaboration skills and difficulty understanding programming concepts. Therefore, how teachers use this failure to guide students to learn programming concepts and improve their programming ability has become a hot spot for researchers. This study proposes a collaborative script framework based on the productive failure theory for collaborative programming in primary schools. We investigate the effect of productive failure guidance, and the effect of adaptable and static scripts, to enrich the guiding theory of collaborative programming and provide some ideas for collaborative programming design in front-line primary schools.

Keywords: Collaborative Programming, Productive Failure, Collaboration Scripts, Adaptable Collaboration Scripts

1. 引言

近十年,各国的编程教育不再停留于高校教学,而是开始走进中小学,以编程活动的形式开展教学,这是国家进行科技人才储备的重要举措。美国、英国、欧盟等国家和地区,均从国家政策层面支持编程教育的发展,并将其融入校内课程。我国教育部在2018年发布的《新一代人工智能发展规划》中指出,要在中小学设置人工智能相关课程,推广编程教育。而协作编程是编程教育中的重要教学组织形式。协作具有社会交互属性,能够激发同伴的责任心。多项研究表明,协作编程相对于个体编程,能够为学习者提供在社会互动中建构意义的机会,促进知识互惠和转移的发生,提升学生的自信心。在当前小学协作编程中,学生难以理解编程概念,而教师主要采用“先学后做”的形式,在这种“教师先讲授新知识,学生后协作练习解决问题”的常规协作编程中,学生没有机会充分激活先验知识,更无法将教师讲授的新概念知识(以下简称“目标概念”)和先验知识结合,进行个体意义的建构。除此之外,相对于人际关系和谐的中学和大学,小学协作编程更容易出现“搭便车”等现象,这些会降低学生参与感,减缓编程效率。已有研究常常借助角色分配、角色转换等静态脚本为学生提供支持(Zhong, 2021)。但课堂具有生成性,静态脚本无法适应动态性的课堂(Zheng, 2022)。

有效失败鼓励“先做后学”,强调利用暂时的失败促进个体意义建构。在该理论指导下的教学常常让学生在学习目标概念之前,协作解决复杂真实的问题,学生会在“协作生成方案-发现失败-寻找失败原因-再次生成方案”的循环中,体会目标概念的价值,而后由教师讲

解概念，学生再次体会目标概念必要性，完成个体意义建构。因此，在有效失败指导下的学习中，高效的协作能够推动学生生成多样化方案，短暂的失败则是促进学生进行意义建构的动力。

本研究将在有效失败理论指导下，设计协作脚本，采用实验研究法，探究其对小学协作编程学习效果的影响。

2. 理论基础

2.1. 有效失败理论

有效失败(Productive Failure)最初由 Kapur(2008)提出，在我国又被译为“富有成效的失败”、“启发性挫败”、“有价值的失败”等，本文统一称之为“有效失败”。Kapur 将学习现象分为四类，即基于有效成功、有效失败、无效成功、无效失败的学习现象，其划分的依据是学生经过学习后，是否提升了短期成绩表现和长期学习效果。例如“无效成功”是指在教学实施后，学生通过死记硬背的学习，在短时间内的成绩表现很优秀，但学习并未真正发生，因此对长期学习无益，是一种学习假象。有效成功和有效失败则都能导向长期学习效果的提升(Sinha, 2019)，但对于小学协作编程而言，基于有效失败的学习似乎更为适合。

基于有效失败的学习包含两个阶段，即生成-探索阶段(generation and exploration phase)、整合-巩固教学阶段(direct instruction phase)。(1) 在生成-探索阶段，学生在学习目标概念(即将学习的目标概念，简称“目标概念”)之前，尝试采用先验知识通过协作解决真实、复杂的问题，但由于缺乏必要的概念支持导致问题解决失败。而这种失败是暂时的，它刺激学生通过协作寻找失败的原因。在确定失败原因后，学生有更强的动力与同伴协作激活更多的先验知识、生成更为多样化的解决方案。在这种以失败为核心的循环式问题解决中，学生通过对比所种失败方案的失败原因，逐渐发现问题本质及目标概念的必要性，这就为第二阶段正式学习目标概念做好了认知准备。(2) 在整合-巩固教学阶段，教师带领学生对比失败方案，引出目标概念，并将概念应用于第一阶段的复杂问题，让学生体会目标概念的应用与重要性。

因此，基于有效失败的学习，是一种以失败为核心驱动力的学习过程。相较于有效成功，协作编程中“失败”方案的探索更能让学习者认识到目标概念的重要价值，以及编程是一个反复调试的过程，帮助学习者实现个体意义建构并认识到失败的价值，保证深度学习的发生。

刘徽(2020)总结了 Kapur 的有效失败研究，提出基于有效失败的教学设计模型(如表 1 所示)，包括两阶段三层次，用以指导学习活动设计。

表 1 基于有效失败的教学设计模型

三层次 两阶段	设计活动	设计参与结构	设计社交环境
生成-探索阶段	提供具有多个解决方案的复杂问题。	学生以协作形式参与活动。	创建安全的探索空间。
	问题复杂度适中 问题难度要基于学生先前知识 问题描述具有吸引力	小组成员的搭配，应该保证双方能够协作互动 小组协作应聚焦主题	学生因失败寻求帮助时，教师应该鼓励学生尝试，而非立即提供帮助
整合-巩固阶段	基于学生失败方案学习目标概念。	促进学生参与全班讨论。	创建安全的探索空间。
	提供机会，让学生阐释小组失败的解决方案 提供充足的讨论时间，分析对比失败方案和标准解决方案	全班参与讨论，分析、质疑某小组的方案 全班对比失败方案和标准方案的特征	教师需营造“失败方案能够帮助理解新知识”氛围 是对全班学习的一种贡献，是有价值的

2.2. 协作脚本指导理论

协作脚本指导理论由 Fischer 等人(2013)提出, 该理论将协作脚本分为内部协作脚本和外部协作脚本(欧阳嘉煜, 2021)。内部协作脚本主要是对有关协作实践知识组件的调配, 引导个体理解新的协作场景并实施行动。内部协作脚本具有动态性和不同的复杂度水平, 因此个体遇到新场景时, 会将已有组件调配成复杂度更高的脚本来指导自身协作行为, 以适应新的场景; 外部协作脚本主要通过调配作为外部支持的协作表征(文本、图表等), 以外部资源的形式呈现给学生, 引导学生协作活动。同样地, 外部协作脚本也具有不同的复杂度水平及动态性。

协作脚本理论包括四个脚本组件和七项设计原则, 用以回答协作脚本理论的三个核心问题(如表 2 所示)。其中四个脚本组件根据范围大小及作用对象分为主题(Play)、活动(Scene)、角色(Role)、事件(Scriptlet), 主题是脚本的最高层次, 是用来组织多个活动的知识, 一般包括对活动序列、角色等的描述, 如“基于有效失败的 STEM 教学”; 活动是位于主题下一层次的脚本类型, 包含主题中发生情境的内容, 如五个活动“明确任务-激活思路-设计草案-制作模型-展示反馈”; 事件是脚本的第三层次, 是指某个场景中的事件序列, 如“在学生遇到制作方面的困难时, 教师采用提问的方式, 提示学生制品的优劣标准”; 角色则包含了有关协作活动中学生责任分配的内容, 角色分配好后往往会持续多个活动, 如“观察者、操作者”。

表 2 协作脚本理论的七大原则

回答的核心问题	原则	解释
问题 1 内部协作脚本是如何塑造 CSCL 实践的?	原则一 内部脚本指导原则	学习者在参与 CSCL 实践时, 会触发已有脚本, 指导其认知理解及行为。
	原则二 内部脚本配置原则	学习者会根据 CSCL 情境的约束性, 动态配置内部脚本组件, 以做出行为反应。
	原则三 内部脚本指示原则	在面对新的 CSCL 场景时, 学习者会归纳组织已有组件, 甚至开发新的组件, 形成新的脚本, 以适应情境。
问题 2 内部协作脚本是如何随着 CSCL 情境发展变化的, 在知识获取中的作用是什么?	原则四 内部脚本重配置原则	当原则三无法解决当前困境时, 个体需要修正、重新配置内部协作脚本组件。
	原则五 交换原则	学习者在 CSCL 情境中越多地应用某一知识, 特别是通过同伴交互进行应用, 越能深入理解该知识并迁移。
	原则六 外部脚本指导原则	外部协作脚本担任着外部指导渐隐的角色, 需要组织内部协作脚本并实现自动化。
问题 3 外部协作脚本是怎样影响 CSCL 实践和学习的?	原则七 外部脚本最优原则	根据学习者内部协作脚本需求提供对应层次的外部协作脚本, 这对获取知识最有益。

3. 文献综述

3.1. 协作编程的干预与评价

协作编程(Collaborative Programming)源自 Beck(1999)提出的十二项极限编程实践, 是指二人及以上的协同编程活动。自协作编程出现以来, 已有大量研究表明协作编程相比于个体编程, 能够促进知识的流动与迁移, 减少学生的挫败感, 提升学生编程能力(Demir, 2021)。

但当前协作编程对于小学生而言,仍存在编程概念难以理解、协作交互水平低等问题,已有研究开始提供各种干预来解决这些问题,并基于学生编程能力等指标评价干预的效果。

为了解决协作编程概念难以理解的问题,已有研究开始提供脚本、支架等各种形式的认知支持,来促进学生在编程学习中避免失败,提升编程学习成绩(Peng, 2019)。这部分研究者认为,如果没有在教学中为学生提供理解编程概念的支架或脚本,让学生自己寻找问题的本质、理解概念,会占用学习者的工作记忆,造成认知负荷,进而无法掌握目标概念,导致测试成绩不佳。但少有研究对撤离脚本后的学习者编程能力、计算思维等进行进一步测试,没有关注学习者能力或思维的长期表现与发展。而在未来社会中,学生需要面对各种各样的复杂情境,很难得到外部支架或脚本的持续性支持。针对该问题,Zheng 等人(2022)设计了渐显支架(与 Kapur 的有效失败本质相同),即在开始并不提供支持,让学生面对困境,而后在情感和认知上提供支架,结果表明,学习者在渐显支架的支持下,编程技能、协作知识建构水平、情感积极性都更高。Williams(2008)在十一条协作编程建议中也提出,学生应该先自行寻找解决问题的方案,以加深对问题的理解。协作编程是为了培养能够适应未来复杂编程工作的人,这是一个长期目标,不能局限于短期学习成绩提升,应致力于长期学习效果实现,而有效失败是促进该目标实现的有效理论指导。

为了解决协作编程中协作交互水平低的问题,研究者们分析了其中的影响因素(主要为学习者个体特质)(Ally, 2005),并采用了脚本或支架干预,以解决该类问题。Jehng 等人(1998)设计了协作交互支架“按钮向导”,为学习者提供更多的交流机会;有研究者为学生角色分配脚本,如“驾驶员”和“导航员”、基于软件和硬件的角色分配,以规范小组内的协作互动。这些研究为学生提供的支架或脚本干预,多为静态形式,可能会为学生提供过度的信息,加重学生认知负荷。而课堂是动态的,具有生成性,静态脚本是难以适应具有动态性的学习过程的。Umapathy(2017)也指出只有提供适当的协作形式,才能促进编程学习。因此动态脚本可能成为解决协作编程问题的重要途径。这一点也在部分研究中得到了验证,如 Zhong(2017)等人为进一步构建协作编程中的平等关系,设计了基于角色转换时间间隔的静态和动态脚本,在三种协作脚本的对比实验中,由学生掌控角色切换时间的脚本取得更佳的效果,学生互动更频繁,编程测试成绩也更高。这种协作脚本本质是一种根据学生协作情况而动态变化的脚本。由此可见,动态协作脚本可能是解决协作交互水平低的有效途径。

关于协作编程效果评价,目前尚未形成统一评价体系。已有研究主要通过评价学生协作交互质量、编程能力变化、编程过程感受,分析协作编程效果。其中协作交互质量主要从行为话语角度表征协作编程效果;编程能力主要从认知角度表征协作编程效果,如编程概念、制品、轨迹;编程过程感受主要从情感角度表征协作编程效果,如态度、协作流畅感等。因此,本研究将从协作交互质量、编程能力、对编程过程的感受三个维度测评协作编程学习效果。

3.2. 基于有效失败的协作编程研究

基于有效失败的学习,是一种以失败为核心驱动力的学习过程,这种失败理念与协作编程中的“调试”思想不谋而合。因此,有效失败中“失败”方案的探索更能让学习者认识到编程概念的重要价值,实现个体意义的建构,实现深度学习的发生。

已有研究者开展了基于有效失败的协作编程研究,验证了有效失败对协作编程概念理解等的提升。例如郭婧远(2016)将有效失败理论应用于创客教育,其中协作编程是课程设计的一部分,结果表明,有效失败能够促进学生提出更多样化的问题解决方案,学生也能够更加积极地面对编程困境;陈颖(2020)探究了有效失败对协作编程的影响,并将其与同伴教学结合进一步探究,结果表明,有效失败能够提升学生的编程概念理解能力。Zhou(2021)在一项探究编程错误信息的作用的实验中提出,有效失败是解释实验干预失败的重要理论;Juraj(2021)在研究中指出,应该考虑编程错误的价值,并根据有效失败理论设计了基于编程错误的可视化支持;Sbaraglia(2021)则结合有效失败理论和指示性问题解决,提出了基于抽象性的必要性(Necessity-Driven)教学,据此重构了协作编程的入门课程,但还未开展实证研究。

因此,已有研究主要关注有效失败理论对协作编程学习的指导效果,对于其作用机制少有关关注,特别是学生在学习活动中的参与结构—协作。高效的协作能够推动学生生成多样化的解决方案,这是有效失败学习发生的重要机制(Kapur, 2012),本研究将从脚本设计层面促进高效协作的发生,进而促进编程学习效果的提升。

3.3. 协作脚本的动态机制研究

Fischer(2013)指出外部协作脚本提供的支持,其层次水平不能低于内部协作脚本。已有研究表明静态脚本会提供过度的信息,导致学生无法聚焦目标概念,其本质原因是忽视了学生已有的脚本组件。协作脚本应该避免为学生提供过度的、不匹配的信息,以免加重认知负荷,这就要求外部脚本具有一定的动态适应性。Zheng (2022)的研究表明,渐显脚本能够提升学生的编程技能、协作知识建构水平, Radkowsch 等人(2021)则对比了动态协作脚本和静态协作脚本对知识共享和迁移的影响,结果发现前者效果更佳。这种具有动态适应性的外部协作脚本,根据师生在设计实施中的控制权,又分为两种,即自适应协作脚本(Adaptive Collaboration Scripts)和适应性脚本(Adaptable Collaboration Scripts),前者完全由计算机控制实施脚本,深度依赖算法,计算机有很大代理权;后者则赋予师生更大自主权,师生能够干预调整脚本,具有更强的主体性。已有研究指出,自适应协作脚本的实现,需要对学生的行为、协作等进行持续性评估,需要高度复杂的技术支持,其开发耗时耗力,且忽视了学生的主观能动性。而适应性协作脚本将干预的责任部分转移至师生,降低了开发成本,效果却非常可观。如有研究者在适应性和静态协作脚本的对比研究中发现,适应性协作脚本更能帮助学生参与到小组论证中,促进了脚本内化,实现了内部脚本组件的重构。因此,本研究将设计开发适应性协作脚本,探究其与静态协作脚本在协作编程学习中的干预差异。

4. 研究计划

4.1. 研究问题

为了解决协作编程中编程概念难以理解、协作交互水平低的问题,本研究将基于有效失败理论设计适应性协作脚本和静态协作脚本,开展实验研究其对协作编程效果的影响。基于上述目的,本文提出三个研究问题(其中,缺乏有效失败理论指导的静态协作脚本,简称为“静态协作脚本”):

第一,如何基于有效失败理论针对小学生设计静态协作脚本和适应性协作脚本?

第二,与使用静态协作脚本相比,在协作编程中使用“基于有效失败”的静态协作脚本,是否能够提升小学生的协作编程学习效果?

第三,与使用基于有效失败的静态协作脚本相比,在协作编程中使用基于有效失败的自适应协作脚本,是否能够提升小学生的协作编程学习效果?

基于有效失败理论的协作脚本设计模型及框架

4.2. 基于有效失败理论的协作脚本设计模型

依据有效失败理论,本研究设计生成了基于有效失败的协作脚本设计模型(如图1所示),学习小组需要围绕一个复杂、真实的问题,开展基于协作脚本的学习活动,其中“失败”是推动活动持续进行的重要动力。该模型包括三个阶段,失败原因探索阶段是一个循环式探究失败原因的阶段,失败原因整合阶段是一个收敛失败原因以学习目标概念的阶段,迁移应用探究阶段则是一个概念迁移的阶段。前两个阶段都是围绕同一个复杂真实问题开展学习活动。

在失败原因探索阶段,学习小组以协作讨论的形式解决教师提供的复杂、真实问题。协作小组会初步生成一个方案,并以文字的形式写在问题解决方案表中。不同于其它学科中方案难以验证的特征,在协作编程中,学习者可以通过撰写程序实现该方案,以检查方案的正确与否。在通过编程实现该方案时,学生会面临失败,即给出的方案或过于繁琐,或无法解决问题。这种失败刺激着小组成员协同探究失败的原因,聚焦失败方案的本质特征,并将其写在问题解决方案表中。在掌握了失败原因后,小组成员的信心和动机变得更强大,为下一轮的协商探究做好了心理和认知准备。最终,学习者通过多轮的协作探究,对目标概念的关键

特征及必要性有了一定认识。同时在该阶段，教师通过阅览学生提交的解决方案，筛选典型的失败方案，为下一阶段的学习做准备。

在失败原因整合阶段，教师展示在前一阶段收集到的典型失败方案，全班共同对比讨论这些方案，总结失败原因及正确解决方案的特征。师生聚敛这些特征，引出目标概念，并结合最初的复杂问题进行目标概念的应用阐释，让学生再次体会目标概念的关键特征和重要性。

在迁移应用探究阶段，学生需要再次协作解决一个复杂而真实的问题，以加强学生对目标概念的理解及迁移。

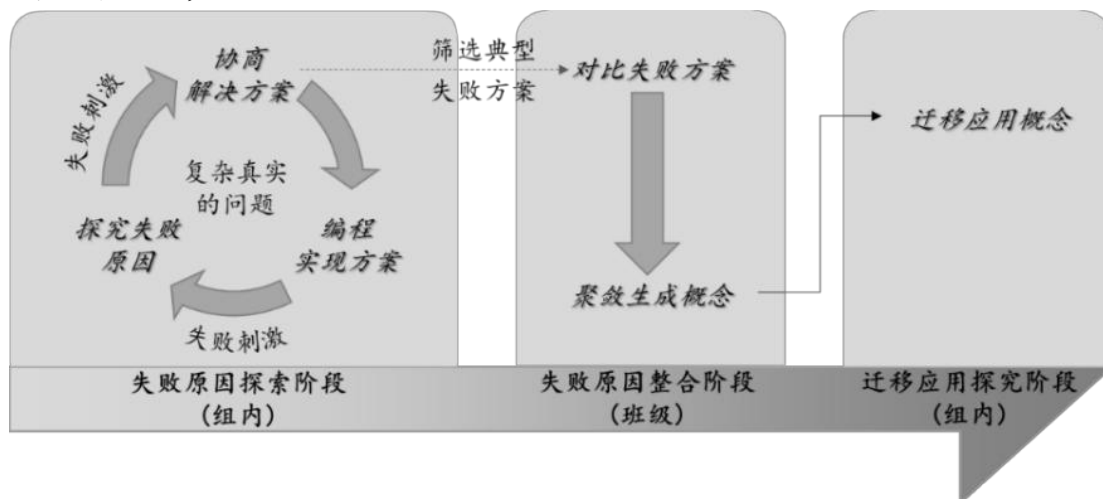


图 1 基于有效失败理论的协作脚本设计模型

4.3. 基于有效失败理论的协作脚本设计框架

依据上述协作脚本活动模型，结合协作脚本指导理论，设计了协作脚本框架，如表 3 所示，包括主题、活动、角色、事件四个层次。其中主题层级的设计依据是，由于本研究的脚本始终面向小学协作编程中的 turtle 绘画情境，因此主题层级固定为“学生协作讨论使用 turtle 解决某个绘画问题”；活动层级则对应协作脚本设计模型中的学习环节，即协商解决方案-编程实现方案-探究失败原因-对比失败方案-聚敛生成概念-迁移应用新概念；在角色层级，已有研究将角色划分为功能性角色和认知性角色。功能性角色是指强调推动任务解决，如记录者、编辑者、检查者等；认知性角色则鼓励小组所有成员承担分享想法的责任，如反馈者、总结者，前者提供了确切的任务划分，指向更加明确，小学生更容易理解，小组成员都能平等地参与其中，这也是本研究的角色划分依据；事件层级的设计依据是，为保证有效失败的发生，为学生提供协作交互序列的支持。

表 3 面向小学协作编程的协作脚本设计框架

主题	活动	角色	事件
协作讨论使用 turtle 解决某个绘画问题	失败原因探索阶段	协商者	两位同学需要共同思考问题的解决方案。当 A 同学做陈述，B 同学需要质疑其正确性，并记录最终方案。
		编程实现方案	两位同学需要协商解决程序中的语法、逻辑等问题。当 A 同学需要语法或逻辑帮助时，B 需要帮助 A 同学检查错误。
		探究失败原因	两位同学需要分别陈述自己的代码撰写思路并记录失败原因。例如 A 陈述，B 检查其程序，双方协商并由 B 记录失败原因。
		失败原检查	

失败原因整合阶段	因 者	
	对 比	
	失 陈 述 方 者	师生共同探讨典型失败方案，总结陈述失败原因，学生补充记录在表中。
迁移应用阶段	聚 敛	
	生 陈 述 成 概 者 念	师生分析失败原因，并向目标概念聚拢，生成目标概念，后由学生陈述如何将概念应用于复杂问题。
	迁 移 编 辑 应 用 概 检 查 念 者	两位同学需要分别思考问题并撰写程序，但需要充当对方的程序语法、逻辑检查者。

5. 实验设计与实施

本研究的实验研究整体设计如图 2 所示，其中有效失败和协作脚本类型作为自变量。协作交互质量、编程能力、编程感受为因变量。

实验材料：静态协作脚本、基于有效失败的静态脚本和适应性协作脚本、基于有效失败的复杂真实问题、良构编程问题。其中静态协作脚本采用手册的方式呈现，适应性协作脚本采用基于技术的选择结构图方式呈现。

实验被试及分组：无锡市某小学四年级三个班级(A 班、B 班、C 班)的 90 名学生，该校四年级学生在校从未接触过编程，但部分学生在校外学习了编程基础，有少量的编程经验，但对编程的认知还处于入门状态。首先进行编程能力前测，进行能力的同质性分组，每班 15 个协作小组，其中 A 班、B 班、C 班分别作为实验组 A、实验组 B、实验组 C。

实验前后测：前测为编程能力测试，测试内容为 3 个良构编程题目；实验后测为良构编程题目及协作编程感受问卷调查(用于表征学生的编程能力和编程感受)。

实验过程：编程能力前测→同质性分组→实验干预→编程能力后测→协作编程感受调查。实验使用的 Python123 平台为学生提供撰写程序的平台，该平台能够自动收集学生的编程制品数据，录音笔及摄像机则用于收集学生的协作对话数据(用于表征学生的协作交互质量)。

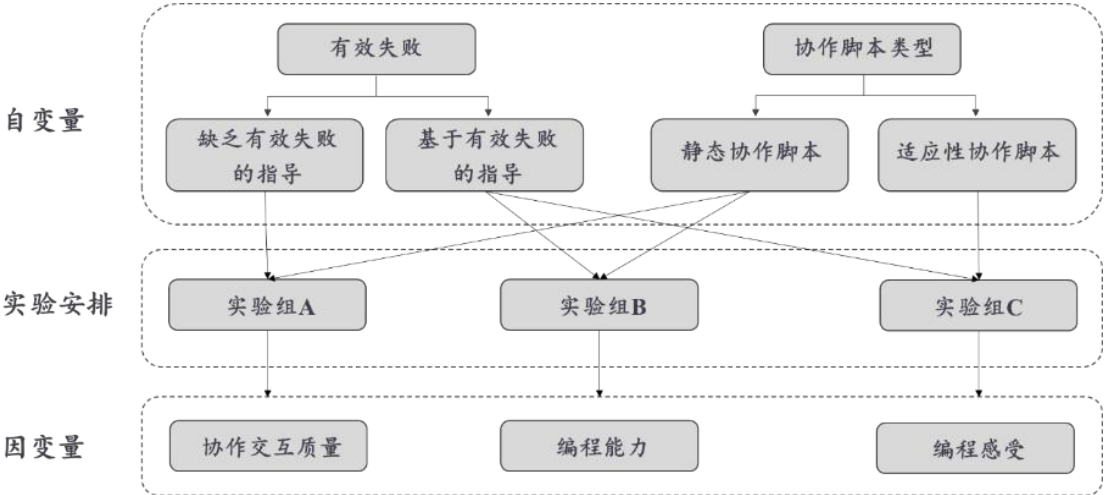


图 2 实验研究整体设计

6. 结束语

本研究针对小学协作编程中存在的编程概念难以理解、协作交互水平低问题,设计了基于有效失败理论的协作脚本设计模型及框架,采用实验研究法探究有效失败理论对小学协作编程的指导作用,以及静态和适应性两种脚本类型的干预效果,用以丰富协作编程的指导理论,并为一线教师开展协作编程的提供新途径。本研究尚在研究设计阶段,接下来开发静态协作脚本和基于有效失败理论的静态协作脚本手册、基于技术的适应性协作脚本,开展实验研究。

参考文献

- 孙丹,李艳(2019). 国内外青少年编程教育的发展现状、研究热点及启示——兼论智能时代我国编程教育的实施策略. *远程教育杂志*[J], 37(03): 47-60.
- 刘徽,杨佳欣,徐玲玲,等(2020). 什么样的失败才是成功之母?——有效失败视角下的STEM教学设计研究[J/OL]. *华东师范大学学报(教育科学版)*, 38(6): 43-69.
- 陈颖(2020). 编程教育中利用启发性挫败促进学习的研究[D]. 华中师范大学.
- 国务院新闻办公室. 新一代人工智能发展规划[EB/OL].[2018-0910].
<http://www.scio.gov.cn/34473/34515/Document/1559231/1559231.html>.
- 欧阳嘉煜,汪琼(2021). 塑造 CSCL 情境下的学习者交互: 脚本理论及其研究综述[J/OL]. *现代远程教育研究*, 33(06): 64-72.
- 郭靖远(2016). 创客教育中利用有效失败促进学习的研究[D/OL]. 华东师范大学.
- Ally, M., Darroch, F., & Toleman, M. (2005). *A Framework for Understanding the Factors Influencing Pair Programming Success*. In H. Baumeister, M. Marchesi, & M. Holcombe (Eds.), *Extreme Programming and Agile Processes in Software Engineering* (Vol. 3556, pp. 82 – 91). Springer Berlin Heidelberg.
- Beck, K. (1999). Embracing change with extreme programming. *Computer*, 32(10), 70 – 77.
- Demir, Ö., & Seferoglu, S. S. (2021). The Effect of Determining Pair Programming Groups According to Various Individual Difference Variables on Group Compatibility, Flow, and Coding Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 41 – 70.
- Fischer, F., Kollar, I., Stegmann, K., & Wecker, C. (2013). Toward a Script Theory of Guidance in Computer-Supported Collaborative Learning. *Educational Psychologist*, 48(1), 56 – 66.
- Jehng, J.-C. J., & Chan, T.-W. (1998). Designing computer support for collaborative visual learning in the domain of computer programming. *Computers in Human Behavior*, 14(3), 429 – 448.
- Kapur, M. (2012). Productive failure in learning the concept of variance. *Instructional Science*, 40(4), 651 – 672.
- Manu, K. (2008). Productive failure. *Cognition and Instruction*, 26(3), 379 – 424.
- Peng, J., Wang, M., Sampson, D., & Van Merriënboer, J. J. G. (2019). Using a visualisation-based and progressive learning environment as a cognitive tool for learning computer programming. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(2).
- Radkowsch, A., Sailer, M., Schmidmaier, R., Fischer, M. R., & Fischer, F. (2021). Learning to diagnose collaboratively – Effects of adaptive collaboration scripts in agent-based medical simulations. *Learning and Instruction*, 75, 101487.
- Sinha, Tanmay, and Manu Kapur. 2019. “When Productive Failure Fails.” P. 8 in *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*.
- Umapathy, K., & Ritzhaupt, A. D. (2017). A Meta-Analysis of Pair-Programming in Computer Programming Courses: Implications for Educational Practice. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(4), 1 – 13.

- Williams, L., McCrickard, D. S., Layman, L., & Hussein, K. (2008). *Eleven Guidelines for Implementing Pair Programming in the Classroom*. Agile 2008 Conference, 445 – 452.
- Zheng, L., Zhen, Y., Niu, J., & Zhong, L. (2022). An exploratory study on fade-in versus fade-out scaffolding for novice programmers in online collaborative programming settings. *Journal of Computing in Higher Education*.
- Zhong, B., & Si, Q. (2021). Troubleshooting to Learn via Scaffolds: Effect on Students' Ability and Cognitive Load in a Robotics Course. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 95 – 118.
- Zhou, Z., Wang, S., & Qian, Y. (2021). Learning From Errors: Exploring the Effectiveness of Enhanced Error Messages in Learning to Program. *Frontiers in Psychology*, 12, 768962.

面向深度交互的视频反馈设计：基于国际文献的系统综述

Video Feedback Design for Deep Interaction: A Systematic Review Based on International Literature

孔伶玉^{1*}, 马志强², 闫嘉欣³

¹²³ 江南大学

* 1040967492@qq.com

【摘要】 视频反馈研究越来越受到重视和关注。本文利用系统性文献综述方法，系统归纳出视频反馈的设计模型，以有效发挥视频反馈的交互性优势。研究结果发现，视频反馈的设计模型包括定位、内容、使用、生成四个阶段和十二个设计要素，这有助于广大研究者与实践者将视频反馈有效地运用到实际课堂中。

【关键词】 视频反馈；交互；社会文化视角

Abstract: The research on video feedback has received more and more attention. This paper uses systematic literature review method to systematically summarize the design model of video feedback, so as to effectively play the interactive advantages of video feedback. The results show that the design model of video feedback includes four stages of positioning, content, use, generation and twelve design elements, which will help researchers and practitioners effectively apply video feedback to the actual classroom.

Keywords: video feedback, interaction, sociocultural theory

1. 前言

视频反馈可以有效支持反馈的双向互动，逐渐受到研究者的广泛关注。然而目前，大部分研究将视频反馈视为一种新的信息传输的方式，较少关注视频反馈的交互性，这在一定程度上剥夺了学习者通过对话共建和意义生成进行学习的机会 (Carles & Boud, 2018; Wood, 2022b)。然而已有研究重点关注视频反馈的有效性，没有形成系统的视频反馈设计模型和要素。因此，本研究探索如何设计视频反馈来充分发挥其交互特性。

2. 研究设计

本研究选取 Web of Science-SSCI 引文索引库作为数据来源，以"video feedback" OR "video-based feedback" OR "screencast feedback" OR "veedback" 作为主题词进行检索，得到 614 篇文献。将学科限定为“教育”，获得 95 篇文献。为确保样本文献与研究问题的高度相关性，本研究制定了文献筛选标准，即研究领域是教育技术/学习科学、研究内容包含视频形式的反馈，经过筛选最终纳入文献 30 篇。本研究参考 Kose 等(2021)、Guy 等(2022)提出的教学视频的设计框架与要素，建构视频反馈的设计模型（见图 1），藉此开展分析和讨论。

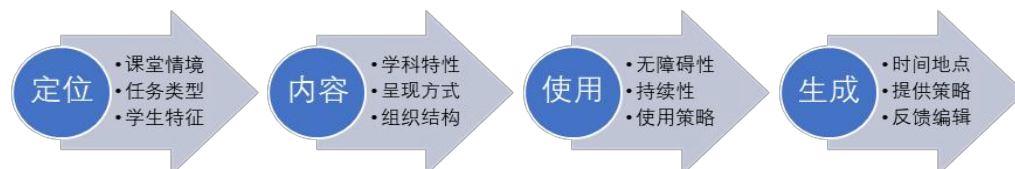


图 1 视频反馈的设计模型

3. 研究结果

3.1. 定位阶段

定位阶段根据课堂情境、任务类型、学生特征来明确师生对视频反馈的需求，并且确定该需求可以通过视频反馈的相关特性来满足，厘清视频反馈在真实课堂中的核心价值。①课堂情境。视频反馈可能适合在线课堂或受学生重视的课堂使用，并且要考虑视频反馈提供的时机和对象。②任务类型。视频反馈的视听特性适用于具有视觉特征的任务情境和需要复杂、个性化反馈的任务类型。③学生特征。学生特征包括学生的偏好和对视频媒体的熟悉程度。

3.2. 内容阶段

基于学科特性来组织视频反馈的内容，然后确定内容的呈现方式和组织结构。①学科特性。视频反馈依据学科的目标知识与技能划定视频反馈的内容范围，并确定反馈内容关注点的优先级。②呈现方式。视频反馈的呈现方式包括视频中的组件和布局。③组织结构。视频反馈的组织结构是指视频的序列特征，包括线性特征和非线性特征。

3.3. 使用阶段

教师需要考虑学生使用视频反馈的无障碍性、持续性和策略。①无障碍性。学生在使用视频反馈时可能产生诸多技术问题，这些技术问题可能会压倒视频反馈的好处。②持续性。视频反馈的优势之一是可重播性，学生在面临类似问题时可以重新观看视频反馈。因此，教师需要考虑视频资源的寿命，确保视频没有随着时间的推移而变得不可使用。③使用策略。认知策略和社会策略有助于学生充分理解和利用视频反馈。

3.4. 生成阶段

生成阶段包括教师录制视频反馈的时间和地点，录制过程中使用的反馈策略，以及录制后的编辑。①时间与地点。教师需要选择提供视频反馈的时间和地点，保证录制过程安静、没有干扰。教师录制视频地点的选择可以不用十分正式，一定程度上展露出生活气息。②提供策略。在录制过程中，教师可以采取元认知策略、社会策略和情感策略等。③反馈编辑。有研究者提倡不重录或修改视频反馈，保留录制时的错误。因为视频反馈的即兴性质和保留的小错误会显得视频反馈更人性化 (Borup et al., 2014; Henderson et al., 2015)。

参考文献

- Borup, J., West, R. E., Thomas, R. A., & Graham, C. R. (2014). Examining the impact of video feedback on instructor social presence in blended courses. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(3), 232-256.
- Carless, D., and D. Boud. (2018). The Development of Student Feedback Literacy. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43 (8): 1315 – 1325.
- Guy, J., & McNally, M. B. (2022). Ten Key Factors for Making Educational and Instructional Videos. *Scholarly and Research Communication*, 13(2), 18.
- Henderson, M., & Phillips, M. D. (2015). Video-based feedback on student assessment: scarcely personal. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(1), 51 - 66.
- Kose, E., Taşlibeyaz, E. & Karaman, S. (2021). Classification of Instructional Videos. *Technology, Knowledge and Learning*, 26, 1079 – 1109.
- Wood, J. (2022b). Enabling feedback seeking, agency and uptake through dialogic screencast feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 1-21.

面向思维发展的表现性评价模型——以计算思维的表现性评价为例

Performance Assessment Model for Thinking Development——a Case of Performance Assessment of Computational Thinking

沈诗森^{1*}, 杜鸿羽¹, 马志强¹

¹ 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地

*ssm9812@qq.com

【摘要】 面向思维的评价是当今学校教育发展学生思维能力的重要环节。传统的评价方法已经无法有效地评测学生的思维水平，而表现性评价方法因其情境性、过程性与思维评价有良好的适切。因此，本研究梳理了面向学生思维发展的表现性评价设计过程，构建了面向思维发展的表现性评价过程模型；然后基于模型设计了计算思维的表现性评价，形成了对应的表现性评价指标体系、任务环节及评分标准；最后在无锡某小学可视化编程教学中进行了两轮行动研究，以考察表现性评价用于计算思维评测的有效性，发现其不仅能够全面反映计算思维内涵，并且可以达到以评促学的目的。

【关键词】 思维能力；表现性评价；过程模型；计算思维

Abstract: Thinking assessment is an important part of developing students' thinking skills in school education today. Traditional assessment methods are no longer able to effectively assess students' thinking levels, while performance assessment are well suited to thinking assessment because of its contextual and process-oriented nature. Therefore, this study first sorted out the design process of performance assessment of thinking ability and constructed a performance assessment model for thinking development; Then designed performance assessment of computational thinking based on the model and formed the corresponding performance assessment index system, tasks and scoring criteria; Finally, two rounds of action research were conducted in a primary school in Wuxi to examine the effectiveness of expressive assessment for computational thinking. It is found that it can not only reflect the connotation of computational thinking comprehensively, but also can achieve the purpose of promoting learning through assessment.

Keywords: thinking ability, performance assessment, process model, computational thinking

1. 引言

随着当今社会的发展，思维能力已然成为学校教育中的一项重要内容。国际上对 21 世纪人才思维能力的重视已达成广泛共识，如 OECD 提出的全球竞争力、美国 P21 框架中 4Cs 能力、新加坡的 21 世纪素养以及我国提出的综合素质中都提到发展学生思维的重要性。思维能力是一种长远、可持久的深层次目标，可以帮助学生适应社会需求的变化，而思维能力的评价则是培养学生思维能力的重要方式。

在传统的中小学课堂实践中，教师往往采用标准化测验来评测学生的思维能力，其中试题往往以选择题或封闭式问题的形式呈现，这样的评价依据则是学生在特定思维方面的选答反应，从而根据选答情况对学生的思维等级进行划分，进而诊断学生的思维水平。这种评价是“对学习的评价”，只能起到选拔、分层或诊断的作用，无法有效地促进或发展学生的思维能力，可见传统评价方法已经无法满足思维能力评价的现实需求。而表现性评价作为一种适合检测高水平、复杂能力的评价方法，可以通过整合课堂与教学、创设真实问题情境、设计评价任务等来评测和发展学生的思维技能，弥补了传统评价方法缺乏“为学习的评价”理念的不足，因而表现性评价方法与思维能力的评测具有较好的适切性，但实践中一些中小学一线教师往往不清楚如何设计和实施面向学生思维发展的表现性评价。因此，本文从表现性评价的视角出发梳理面向学生思维发展的评价步骤和环节，以提供一定的理论和实践参考。

2. 研究现状

2.1. 面向思维能力的评价

国内外面向学生思维能力的评价研究既包括有明确学科指向的思维测评,如信息科技课程中的计算思维评价、科学思维评价及语文课中的写作思维评价等,也有一些适应学科范围较广的高阶思维评价,如创造性思维、批判性思维以及问题解决评价等研究。这些面向学生思维的评价视角都体现着一种“反馈”的理念,强调在评价中促进并发展学生的思维能力,评价逻辑往往都是通过设置特定的问题情境,诱发学生表现出与目标关联的、可观察的外在行为,形成指向目标思维的证据链条,进而推测其思维水平(颜士刚,2021)。

在这样的评价逻辑下,如何设计诱发学生表现出与目标思维关联的行为表现并进行搜索就显得尤为重要,国内外学者针对学生思维的行为表现设计可大致分为:测验试题类、量表评估类、评估平台类。测验试题类是中小学课堂实践中常用的大规模评价方法,往往通过学生的试题得分来评估其思维水平,如在PISA2021创造思维测试题中,学生根据题目中给定的情境对问题进行解答,教师根据学生解答过程中是否表现出某些特定行为来打分,从而推断学生的创造性思维水平(王玉,2020),这些试题包括良构或劣构问题,也包括一些选答或构答式问题等。量表评估类是通过观察学生行为表现的形式对其思维水平进行等级评估,根据评价对象的不同可分为自我评价、教师评价和师生共评三种类型的量表,比如用于自我评价的针对设计思维的弗里德迈尔评价量规(Friedmeyer,2021)以及教师进行评价的计算思维量表CTS(Korkmaz,2017)等。相比于以上两种方法,基于平台的思维评价往往是一种日志追踪法,通过计算机软件来记录并自动化分析学生留下的行为数据,使得基于学习者外在表现的思维挖掘与表征成为可能,同时还可以促进学生思维的发展(马志强,2022;胡小勇,2022),但如何在平台算法和灵活且复杂的思维能力之间建立连接仍值得深入探究。

综上,教师在使用测验试题和量表对学生思维进行评价时往往容易忽略其复杂交错的认知结构,设计出来的问题情境往往抽象且单一(姜力铭,2022),难以全面体现思维的具体内涵,也无法展现学生内在且连续的思维发展过程,而综合平台类使用成本较高,且难以大规模使用,这些都是面向学生思维评价实践中存在的难点。

2.2. 面向思维能力的表现性评价

表现性评价是一种运用评分标准对学生“能做什么”中的行为表现进行判断,从而评价学生可持久、高层次水平能力的评价方法(周文叶,2022)。它关注学生“能做什么”,而不是“能背什么”,通过评价任务的设计与实施来展现学生面对真实问题的思维过程、思维方式等,并能够将基于标准的课堂教学与评价实践联系起来,以及时调整教与学(Hauck,2006)。由此可见,表现性评价方法与思维能力的评价具有较高的适切性。国内外有不少针对学生思维能力的表现性评价研究,其评价要素和流程都基本遵循表现性评价的一般结构,包括评价目标、评价任务、评分标准三大要素以及三者之间的内在逻辑,但设计逻辑的起始点却略有不同。有学者从具体思维能力的概念内涵出发,通过理论阐释解构评价目标的内涵层级,实践视域下探索能够反映各内容维度能力水平的表现反应,通过任务来建立学生反应与思维内涵之间的关联。如Kruit等人根据科学思维的具体内涵将任务分为若干个阶段,在实施过程中观察学生特定的行为表现,并促使他们探索自己的想法和推理,从而评价小学生科学探究能力(Kruit,2020),还有Richard J等人先对批判性思维进行概念界定,并解构其中的表现性内涵形成评价目标,然后凝练任务前提和设计原则,并构建了批判性思维的水平极差,以评估大学生的批判性思维(Richard J,2019)。也有学者采用自下而上的设计思路,往往是先从实践证据中总结学生在特定领域或学科中完成实践的普遍规律和过程,然后确定各个实践环节中与学生思维相关的表现或反应,并以此指导表现任务的设计、评分规则的开发和具体评价实施,如有学者根据实践中学生表现出来的行为表现对高阶能力进行了特征划分,并在此基础上建立了面向高阶思维的表现性评价量表(卢畅,2020)。

总之,针对不同思维能力的表现性评价设计在评价要素、流程或内在逻辑上有共同之处,但国内外研究中还未有研究提出可迁移、可操作的过程性模型,这也是中小学教师课堂实践中难以融合评价和教学、难以设计出面向思维的表现性任务的本质原因。因此,本研究旨

在梳理面向思维能力的表现性评价设计过程与环节，构建面向思维发展的表现性评价模型，并在实践中探究其应用的有效性，为面向思维能力的表现性评价提供一定的理论和实践参考。

3.面向思维发展的表现性评价模型

学者周文叶曾经明确提出一个完整的表现性评价设计应该包括表现性目标、表现性任务、评分标准三要素（周文叶，2014），三者相互联系，具有内在一致的逻辑关联。而在面向思维发展的表现性评价设计中，思维能力的特性为表现性评价设计要素赋予了特殊内涵。因此，本研究从表现性评价的三个要素出发构建了面向思维发展的表现性评价过程模型，见图1。

3.1. 解构思维技能

评价目标的设计是表现性评价设计的起点，面向思维的表现性评价目标设计要能够反映问题解决实践不同阶段、不同维度的思维技能，因此需要对抽象复杂的思维技能进行解构。为了提高评价的效度，评价采用自上而下的设计思路，从目标思维的概念内涵出发，一步步解构目标思维技能，包括分析、构建、筛选以及确定四个步骤，最终形成某项思维的评价指标体系。首先对具体思维的概念内涵和实践表现进行分析，即从思维能力的概念内涵出发来确定评价维度，并根据学生在实践中的具体表现来确定不同维度下对应的具体指标，初步构建面向思维的表现性评价指标体系。在此基础上结合 SOLO 分类理论形成评价量级，并在实践中应用和分析，从而筛选无效和重复的指标，最终形成面向思维能力的表现性评价指标体系，为设计面向思维的评价量规打下基础。

3.2. 设计评价任务

评价任务的设计是面向思维发展的表现性评价的设计核心，面向思维的表现性评价任务设计应该指向评价目标，既要满足表现性评价设计的基本原则，也要能够反映学生思维发展的特征。表现性评价要求学生在任务中的表现是建构反应，而非选答反应。因此，评价任务应该是真实情境下的、面向过程的以及建构性的。此外，还应该符合思维发展的过程性、生成性以及灵活性（孙宏志，2021）。因而，从整体设计上看，评价任务应该围绕一个大主题、大单元展开，这样有利于持久目标的达成（周文叶，2018）；而从一堂课的设计来看，评价任务应该包含多个连续递进的环节，而且应该在自然教学环境中鼓励学生适当交换观点，以激发学生展现更高层次的思维潜力（Kapur, 2012）。因此，根据思维能力的抽象性和过程性，可提炼出能够反应学生思维技能的任务环节包括情境探索、方案生成、协作建构、修改完善以及总结迁移五个环节，不同的任务环节所展现的思维技能也有所不同，学生的任务执行表现即评价观测点也有所差异。根据五个任务环节中学生的行为表现，可采集对应的表现数据作为评价证据，其中包括学生报告（问题分析报告、方案设计报告、修改完善报告和总结反思报告）、协作制品、良构问题解决三大类。

3.3. 设计评价标准

评分标准规定了学生在任务中的表现和思维水平之间的关系，是形成评价目标与评价证据之间闭环的关键要素。思维能力的抽象性和过程性决定了评价标准应该能够反映思维的连续性的过程性，需要建立一个准确详细的、可观察的描述，从而建立评价指标和行为观测点之间的对应关系。此外，面向思维能力的评分标准中一个重要特征是实现定量分析和定性描述相结合的评价，既要能够描述学生在运用思维技能各个阶段中的表现特征，又能够对学生的作品和表现打分。不同任务环节的表现数据应该对应着不同的评价标准，三类表现数据分别对应着基于 SOLO 的思维水平等级、协作制品评分标准和良构问题评分标准，三种评价标准的设计应与具体思维的评价维度和指标相结合，要覆盖不同维度的评价指标，且应该具有清晰的、操作性的量级水平，能够区分不同的思维水平。

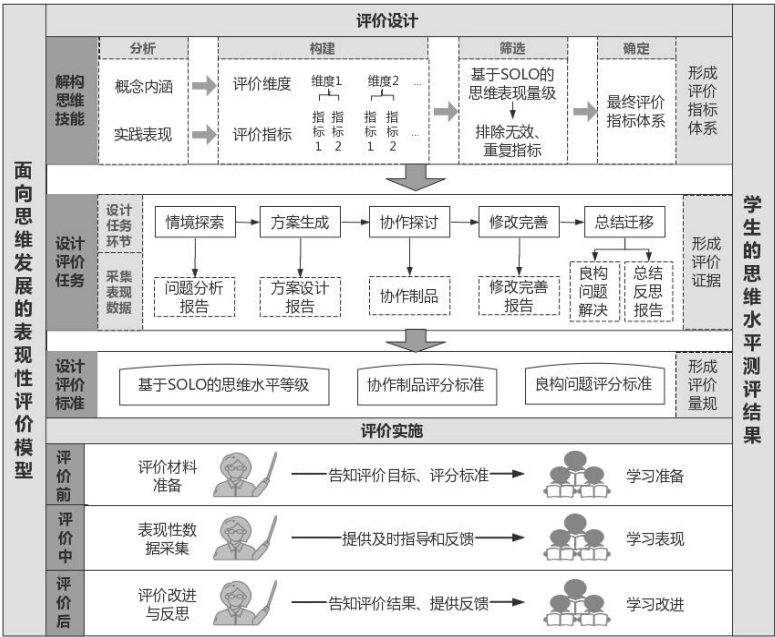


图 1 面向思维发展的表现性评价模型

4.面向小学计算思维的表现性评价设计与应用

4.1. 面向小学生计算思维的表现性评价设计

基于上述构建的模型对小学生计算思维的表现性评价进行设计，得到面向计算思维的表现性评价框架，如图 2 所示。本研究首先从计算思维的概念内涵中提取计算思维的表现性内涵，同时结合 K-12 阶段一线教师的调研结果，最终将计算思维的表现性维度确定为以下 4 个维度：抽象、分解、模式识别、调试，并从课堂实践中提取、凝练学生的行为表现，初步整合得到 13 个指标，并形成了计算思维的表现性评价量级。为了验证指标的有效性，本研究在华东地区某小学开展了为期一学期的教学实践，采集了各项指标对应的学生表现数据，通过熵权法、相关性分析、主成分分析等综合评价分析方法对初始指标进行筛选，最终确定了 9 个具体评价指标，形成了计算思维的表现性评价指标，如表 1 所示。

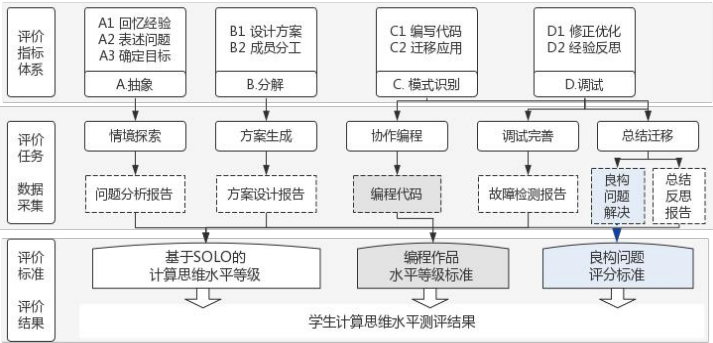


图 2 面向计算思维的表现性评价框架

表 1 计算思维的表现性评价指标

评价维度	评价指标	指标描述
A.抽象	A1 回忆经验	回忆与问题情境相关的经验
	A2 表述问题	使用概念描述和解释问题情境
	A3 确定目标	明确任务的最终目的和要实现的功能

B.分解	B1 设计方案	为每个小目标设计具体的执行过程和步骤
	B2 成员分工	小组成员分配不同的角色以完成协作
C.模式识别	C1 编写代码	为任务中涉及的不同角色编写代码
	C2 迁移应用	将问题解决中的方法步骤运用于相似问题解决中
D.调试	D1 修正优化	修正代码中存在的故障并尝试寻找更简便的代码编写方法或探索其他可能的解决方案
	D2 经验反思	总结任务过程到的困难和解决方法，提出未来需要注意和改进之处

面向计算思维的表现性任务设计应该让学生调用不同维度的计算思维技能才能解决问题。因此，根据计算思维表现性目标中的4个维度和9个具体指标，可以梳理出对应的表现性任务，而学生在不同任务阶段又会产生不同的表现性数据。在抽象维度中，表现性目标要求学生要对问题的情境进行理解，并要将情境条件与已有经验联系起来，对应的表现性任务则是情境探索，形成的表现性数据为问题分析报告；在分解维度中，目标要求学生要能够判断未来可能遇到的困难，从而组织策划出问题解决的方案即方案生成，形成的表现性数据为方案生成报告；在模式识别中，目标要求学生要能够协作解决问题并将生成的方案应用于实践，并从实践中总结出新经验以促进迁移，即协作编程和总结迁移，形成的表现性数据为编程代码、良构问题解决以及总结反思报告；在调试中，学生要能够对方案、代码和自身经验的评估诊断，即调试完善和总结迁移，形成的表现性数据为故障检测报告、良构问题解决以及总结反思报告。综上，表现性数据包括学生报告、编程作品和良构问题解决三大类。

针对上述三类表现数据，应有三种评价标准。首先是对学生报告进行基于SOLO的计算思维水平等级设计，在面向小学编程教学的计算思维表现性评价中，学生报告有问题分析报告、方案设计报告、故障检测报告和反思报告四类，覆盖抽象、分解、调试三个评价维度中的7项评价指标，基于SOLO分类理论对计算思维指标进行等级划分，可得具体标准见表2。而针对编程作品的评分标准可以选用Dr.Scratch评价工具所使用的评分标准，该评分标准涉及了一个编程作品中功能分解、并行、逻辑、同步、流控制、用户交互和数据表示七个方面，并给出了三个等级来区分不同计算思维水平的学生。在任务的总结迁移环节，针对良构问题解决研究采用Bebras试题作为评分工具，要求学生完成5道试题，以2: 2: 1的比例选择简单、中等和困难三种难度等级试题，每题记1分，学生得分作为迁移应用指标的得分。

表2 基于SOLO的计算思维水平等级标准（针对学生报告的评价标准）

学 生 报 告	评 价 指 标	前结构层次	单点结构层次	多点结构层次	关联结构层次	抽象扩展结构层次
		(1分)	(2分)	(3分)	(4分)	(5分)
问 题 分 析 报 告	A1 回忆经验	能够模糊地回忆起部分内容,但不能清楚地表述	能够回忆起一个案例,并清晰描述	能够回忆多个相关案例,但无法描述案例之间的关联	能够准确描述多个相关案例之间的关联	能够将多个案例进行关联比较分析,总结问题解决方法
	A2 表述	不能清楚地描述情境	能够用一两个简单的词语概括问题情境的	能够使用丰富的语言描述情境的基	能够清楚地描述情境,发现要解决的	能够清楚地解释情境中的现实问题和其背

	问题	基本状况	本状况	问题	后的原因
问题	A3 确定目标	大致了解任务,但不清楚代码需要实现什么功能	能够发现少量与目标相关的信息,大致了解代码功能	能够发现全部与目标相关的信息,大致了解代码功能	能够理解代码需要实现的功能和问题情境之间的关系
	B1 设计方案	仅知道几个常用模块,不能设计出方案	能够根据常规方法设计出简单的几个步骤,但无法指导实践	能够规划细致的执行步骤,但方案不具有可操作性	能够对计划的优缺点做出判断,或对计划可能遇到的问题做出预判
方案设计报告	B2 成员分工	完全没有分工意识,不知道该如何开展合作,陷入无意义的争吵或其中一方“搭便车”	能够进行有意义的协商,但是缺乏明确的分工	能够清晰、合理地安排成员分工,并承担各自的工作	能够自主、合理地安排分工、承担任务,并且能够在过程中根据任务需要转化角色
故障检测报告	D1 修正优化	能够发现程序执行结果的错误,但无法解释原因和改正	能够解释代码存在的错误和不足,但不清楚如何修正和改进	能够发现错误并改正,针对页面布局等浅层次内容提出简单的优化	能够完成故障排除并对功能、算法等提出修改优化意见
	D2 反思报告	无法有条理的回忆自己的任务经历	能够简单复述任务中经历的过程	能够复述任务经历,总结遇到的困难	能够总结具有可迁移性的策略

注: 不参与任务或填写内容完全无关的情况为 0 分。

4.2. 小学编程教学中计算思维的表现性评价应用和评估

为了测试上述的面向计算思维的表现性评价设计的有效性,我们基于上述框架对华东地区 H 小学 24 名五年级的学生展开了实验,让其进行可视化编程的学习,所有学生均简单了解可视化编程软件 Scratch。课程总体设计采用任务驱动的教学方法,每 2 课时设置一个情境化任务,要求学生通过小组协作制作一个编程作品,总体分为娱乐游戏、交通出行、居家生活三个单元主题。

在第一轮的行动研究中,研究以“花圃设计”为任务主题,以真实的问题情境展开任务,核心目标是要求学生通过编写循环语句绘制一个花圃,实现不同品种花卉的种植。在学生完

成任务的过程中，教师提供及时的引导和反馈促进学生产生体现计算思维水平的表现，如在问题分析报告通过开放性问题引导学生描述情境、说明任务目标、回忆已有经验；在方案设计报告通过绘制设计图或流程图呈现问题解决方法和流程，通过选择排序体现具体执行步骤；在故障检测报告通过判断题引导学生评估代码，通过开放性问题采集学生优化建议；在反思报告通过多项选择题引导学生开展结构化反思。而在良构问题设计中，则是根据学生的年龄，从已有 Bebras 试题中选择与评价任务主题或问题解决方法相契合的题目，由研究者和一名数学教师共同改编成良构问题，从而促使学生表现出计算思维技能中的迁移指标，最后通过上述表现性数据对不同指标打分，形成每个学生的计算思维水平即得分情况。为了检验方法的效度，研究选用 Bebras 测试为效标，采用 Pearson 相关系数评估两种方法的关联效度，结果显示：第一轮表现性评价结果与标准化测试结果相关系数为 0.491，可以接受。而根据公式 $D = (27\% \times \text{高分组平均成绩} - 27\% \times \text{低分组平均成绩}) / \text{满分值}$ 计算其区分度，发现虽然学生参与兴趣显著高于标准化测试，学生认知负荷显著低于标准化测试，但其区分度仍有待提升。

因此，本研究开展了第二轮行动研究，在第一轮的基础上，评价的设计进行了以下修改：

(1) 提升了任务难度，任务知识范畴设计需要更加综合和复杂；(2) 选择了学生在生活中能够直接参与的活动设计问题情境，尽量避免在情境中给学生提供关于如何解决问题的“提示”，尤其是在情境探索和方案生成环节采用现实案例和引导分析的方法呈现；(3) 修改了学生报告的填答形式，方案设计报告中，为学生提供一些常见的编程模块（不提供功能描述），要求学生独立规划步骤并将模块匹配，反思报告和故障排除报告将多项选择题和判断题改为开放性问答，为学生提供更充足的表现空间，以便更好地捕捉学生的表现。在这样的修改下，第二轮行动研究以“垃圾分类”为主题，以现实案例进行引导，其中各任务阶段都避免了将与方案直接相关的线索抛给学生，而是以开放性问答的形式引导学生独立或协作完成任务。

针对第二轮评价的结果，为了验证其效度，仍将 Bebras 测试作为效标，采用 Pearson 相关系数评估两种评价方法的关联效度，得到第二轮的表现性评价结果与 Bebras 测试结果呈现显著的正相关： $r=0.907^{**}$ ($p<0.01$)，表明效度良好。从区分度来看，表现性评价与 Bebras 试题进行对比分析，结果见表 3，虽然结果显示表现性评价在实践中的区分度均不如计算思维测试题目，但这可能是由于表现性评价具有 4 个评价维度和 9 个具体评价指标，评价粒度更细，导致区分度下降。从学生参与兴趣来看，学生参与兴趣均显著高于试题评价方式，说明表现性评价任务为提供的任务情境相比于测试题目的问题情境更能够吸引学生兴趣。从学生负担来看，学生报告的评价负担显著下降，这说明表现性评价方法能够显著降低学生认知负荷，缓解传统评价造成的紧张感和学生的排斥感，实现面向过程的思维评价，帮助教师了解学生真实的思维发展状况。同时，研究还通过将小组得分转化为雷达图的形式来反映不同小组在计算思维不同维度上的偏差，这样可以更加直观地将诊断结果呈现给教师。

表 3 表现性评价与 Bebras 试题区分度对比分析

评价方法	区分度	学生参与兴趣		学生负担	
		均值	Sig.(双尾)	均值	Sig.(双尾)
Bebras 试题	0.077	3.70	——	3.65	——
表现性任务	0.060	4.52	0.002**	2.73	0.008**

注：*表示 $p<0.05$ 时存在显著差异，**表示 $p<0.01$ 时存在显著差异，***表示 $p<0.01$ 时存在显著差异。

5. 结论与研究展望

面向小学编程教学的计算思维表现性评价方法经过实证检验，取得了理想的效标效度和区分度，学生参与兴趣较高，评价任务中的认知负荷较低。综上，研究结论如下：(1) 表现性评价方法能够从过程表现和思维水平两方面呈现学生计算思维发展历程。从实践结果中可以看出学生四个维度的技能调用比较均衡，证明基于真实情境的任务更有利于学生思维技能的呈现；(2) 面向计算思维的表现性评价实现了表现性评价流程和教学设计的融合，包括表

现性目标、评价任务以及评分标准三个要素。表现性目标反映了教学目标，评价任务的具体环节也是教学活动的环节，评分标准中的学习表现明确了学生在任务过程中需要完成的步骤和行为；（3）评分标准可以区分学生问题解决中的不同阶段调用的关键技能。评价指标体系中的四个维度既是计算思维能力内涵，也是问题解决中需要经历的四个阶段；（4）效标效度检验和区分度检验证明计算思维的表现性评价方法具有良好的、与标准化测试相近的可靠度和区分度，且学生参与感更强，学生接受度显著高于标准化测试方法。

总之，本研究主要研究了面向思维能力发展的表现性评价设计过程，并应用于小学编程课程中以评测小学生的计算思维，但对于计算思维发展而言，小学阶段还大量开设有人工智能、机器人教育和其他跨学科课程，之后可以深入探索表现性评价方法在不同计算思维课程中的设计与应用形态及实施差异。

参考文献

- 胡小勇, 孙硕, 杨文杰, & 陈孝然. (2022). 人工智能赋能: 学习者高阶思维培养何处去. *中国电化教育*, 12, 84 – 92.
- 姜力铭, 刘玉杰, & 骆方. (2022). 基于真实问题情境的批判性思维测评: 现状与挑战. *中国远程教育*, 12, 58-67+77+83.
- 卢畅. (2020). 关于高阶能力的表现性评价量表设计初探. *中小学电教*, Z1, 54 – 56.
- 马志强, & 王丽娟. (2022). 国际视域下的设计素养研究: 内涵框架、发展路径与评价方法. *开放学习研究*, 27(5), 8 – 16.
- 孙宏志, 解月光, & 张于. (2021). 核心素养指向下高阶思维发展的表现性评价设计. *电化教育研究*, 42(9), 91 – 98.
- 王玉, 首新, & 林长春. (2020). 大规模创造性思维测评的评分逻辑——以 PISA2021 创造性思维测评为例. *化学教学*, 12, 72 – 78.
- 颜士刚, 关彩红, & 冯友梅. (2021). 聚焦思维结构的核心素养评价设计——以信息技术课程为例. *现代远距离教育*, 4, 59 – 65.
- 周文叶, & 毛玮洁. (2022). 表现性评价: 促进素养养成. *全球教育展望*, 51(5), 94 – 105.
- 周文叶. (2018). 表现性评价: 指向深度学习. *教育测量与评价*, 7, 1.
- Adair-Hauck, B., Glisan, E. W., Koda, K., Swender, E. B., & Sandrock, P. (2006). The Integrated Performance Assessment (IPA): Connecting Assessment to Instruction and Learning. *Foreign Language Annals*, 39(3), 359 – 382.
- Friedmeyer, W. (2021). Developing a Rubric for Teaching and Assessing Design Thinking Across the Curriculum. In *Intersections Across Disciplines* (pp. 255-264). Springer, Cham.
- Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in human behavior*, 72, 558-569.
- Kruit, P., Oostdam, R., van den Berg, E., & Schuitema, J. (2020). Performance Assessment as a Diagnostic Tool for Science Teachers. *Research in Science Education*, 50(3), 1093 – 1117. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9724-9>.
- Kapur, M. (2012). Productive failure in learning the concept of variance. *Instructional Science*, 40(4), 651-672.
- Shavelson, R. J., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Beck, K., Schmidt, S., & Marino, J. P. (2019). Assessment of university students' critical thinking: Next generation performance assessment. *International Journal of Testing*, 19(4), 337-362.
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance tests of creative thinking: Norms-technical manual*. Personnel Press.

面向计算思维培养的小学编程课结对编程的策略研究

A Strategic Study on Pair Programming in Primary School Programming Courses for the Cultivation of Computational Thinking

谢旭双^{1*}, 王舒月², 张俊毅³, 熊嘉仪⁴

¹²³⁴ 华南师范大学 教育信息技术学院

*1039627060@qq.com

【摘要】 计算思维是信息科技课程培养的四大核心素养之一,也是21世纪每个人都需具备的一项基本能力。目前小学编程课侧重编程工具的学习,在培养计算思维方面存在一些不足;结对编程策略可以促进小学生计算思维的发展,但是小学阶段结对编程实证研究还比较少。面向计算思维培养的小学编程课结对编程策略,关注伙伴关系对结对编程效果的影响,以固定5分钟为角色轮换时间,以平等沟通交流为结对准则,通过准实验研究验证了在学生完成项目进阶任务时采用结对编程策略能显著提高学生的计算思维。

【关键词】 计算思维; 结对编程; 小学编程课

Abstract: Computational thinking is a basic ability that everyone needs to possess in the 21st century. At present, primary school programming courses focus on the learning of programming tools, and there are some shortcomings in cultivating computational thinking; Pair programming strategies can promote the development of students' computational thinking, but there are still relatively few empirical studies on pair programming in primary school. Focusing on the influence of partnership on the effect of pairing programming, the pairing programming strategy is emphasized, and the pairing criterion is verified through experimental research that the pairing strategy can significantly improve students' computational thinking when students complete advanced project tasks.

Keywords: computational thinking, pair programming, elementary school programming lessons

1. 引言

1.1. 计算思维是每个人需要具备的素质和能力

计算思维是智能时代每个人都需要具备的素质与能力,计算思维的培养得到了产业界和教育界的广泛关注(陈国良&董荣胜,2011)。周以真教授认为计算思维是运用计算机科学的基础概念,求解问题、设计系统和理解人类行为的一系列思维活动,其本质是抽象和自动化。经过几年发展,周以真教授对计算思维作出进一步的表述:“计算思维是明确表达问题及其解决方案,并使解决方案以信息处理主体能够有效执行的方式予以表达的思维过程”,突出问题解决的思维过程。2022年4月教育部印发的《义务教育信息科技课程课程标准》将计算思维界定为个体运用计算机科学领域的思想方法,并将其列为信息科技学科的核心素养之一。

1.2. 作为培养学生计算思维主要方式的编程教育面临挑战

学校编程教育作为培养学生计算思维的主要方式受到各国政府高度重视。美国、英国等发达国家把编程教育纳入到国家层面的战略规划;2017年,国务院印发的《新一代人工智能发展规划》提出在中小学阶段“设置人工智能相关课程,逐步推广编程教育”;2018年,教育部印发《教育信息化2.0行动计划》,要求“完善课程方案与标准建设”,充实适应时代发展需要的“人工智能和编程课程内容”。然而,国内编程教育发展仍然面临诸多挑战。高宏钰等人分析了2010—2019年间国际发表的编程教育实证研究成果,发现编程教学策略方面的实证研究较少(高宏钰等,2021)。信息技术课堂在培养学生计算思维方面也存在一些问题和不足:侧重学习编程工具而不是培养能力素养;关注个别先进学生,无暇顾及活跃度较低

学生(郁晓华等, 2017)。如何改善中小学编程教育实践策略, 提升编程教育质量, 实现计算思维的培养目标是当前亟需解决的问题。

1.3. 结对编程是一种有效的编程教育方法

马志强和刘亚琴统计量化了 2006-2019 年间国际研究者所发表的 33 项有关计算思维的准实验研究成果, 发现在编程教学中采用项目式学习与结对编程可以更好促进学生计算思维的发展(马志强&刘亚琴, 2019)。结对编程是一种有效的编程教育方法, 结对学习过程中的信息共享和意义协商, 有助于提高学生的理解能力、计算思维、沟通和协作技能(Lewis, 2011), 编码质量更高 (Demir & Seferoglu, 2021)。学生结伴学习编程互相帮助, 减少了刚开始编程的学生的沮丧和焦虑, 学习满意度更高(Dongo et al., 2016); 与此同时, 结对编程可以更快地解决简单的任务和更好地解决复杂的任务(Hannay et al., 2009)。在结对分组的时候要充分考虑同伴关系 (Zhong, Wang, & Chen, 2016), 和谐的同伴关系更有利于结对小组进入合作和探究行为模式。刘敏和汪琼强调要定时轮换角色, 如 5 分钟一换, 既让每个学生都有机会操作练习, 也可以防止“导航员”松懈走神(刘敏&汪琼, 2022)。Denner 等发现结对编程过程中同伴双方平等的意见交换、动态的角色分工、用语言或非语言方式互相鼓励等行为对学生的“无畏探索”有积极推动作用(Denner, Green & Campe, 2021), 所以在开展结对编程之前需要制定结对准则以指导规范结对成员的行为举止。

目前结对编程的实证研究对象主要集中在高等教育水平的学生和成人学习者, 对于中小学学习者, 特别是小学学习者进行结对编程的实证研究比较少(Iskrenovic-Momcilovic, 2019)。本研究设计了面向计算思维培养的结对编程策略, 并通过在小学两个班级的编程课中分别以独立编程和结对编程方式展开教学, 检验结对编程策略对提升小学生计算思维的影响。编程自我效能感是个体对自己具备完成一项编程任务的必要的能力的信念(梁云真等, 2021), 自我效能感高的学生在学习上的投入度相对较高, 愿意花费更多时间和精力进行学习, 遇到困难时不轻易放弃。(石雷山等, 2013)成功的经验会提高自我效能感, 相反, 多次失败的经历将降低其自我效能感(Bandura, 1989)。研究同时检测了实验班和对照班在实验前后编程自我效能感, 探究结对编程策略是否会影响学生的编程自我效能感。

本研究提出的研究问题如下:

1. 与教学全过程都进行独立编程相比, 学生完成项目任务时采用结对编程策略能否提高学生的计算思维?
2. 在编程自我效能感上, 完成项目任务时采用结对编程策略的学生与教学全过程都进行独立编程的学生是否存在显著差异?

为了解决上述研究问题, 本研究对以往相关研究进行了文献综述, 在此基础上设计了面向计算思维培养的结对编程策略, 然后通过准实验研究检验所提出策略对小学生编程学习的影响, 以期得到有效的编程教学实施策略, 为其他学校编程教学实践提供借鉴和参考。

2. 面向计算思维培养的结对编程策略设计

2.1. 结对编程教学策略

2.1.1. 结对分组

开展结对编程之前要先进行结对分组。先通过问卷让学生填写最想与之结对的三名同学的名字, 按顺序先匹配第一个选择, 如果不匹配再配对第二个选择, 依次类推。剩下完全不匹配的学生按照计算思维前测成绩进行结对分组, 水平相近的学生为一组。结对成功后组内成员关系保持稳定, 在一定条件下, 教师可以根据实际情况做进行些微调整。

2.1.2. 角色交换

结对编程中另一个关键环节是角色交换。通过要求学生每 5 分钟轮换一次, 让每个学生在完成任务过程中轮流担任驾驶员和领航员, 强制角色交换以保证同伴双方保持平等沟通合作关系。在角色交换过程中, 老师通过播放一段音乐提醒监督学生进行角色交换, 借助音乐

指令帮助学生养成角色轮换习惯，同时通过观察学生的话语和行为表现及时调整组内不平衡的学生关系。当学生达到一定配合默契后，角色交换时间可根据学生任务情况适当调整。

2.1.3. 结对准则

在结对编程过程中，结对小组需要理解遵循结对准则，明确自己的责任和权利，掌握沟通交流的方法，才能让结对编程真正发挥作用。

(1) 理解结对编程的学理机制。结对编程策略要求两人共用一台电脑，一个学生担任“驾驶员”，负责操作电脑，一个学生担任“导航员”，负责检查程序，一定时间后交换角色，用合作规程强行让两人同步思维，辨识彼此想法的差异、观察和模仿同伴以提高自己的编程能力。

(2) 认识平等的同伴关系。结对小组成员双方是平等的合作关系，共同遵守结对规则，共同担负完成项目任务的责任。“驾驶员”的责任是操作电脑编写程序，“导航员”的责任是检查代码并指出代码存在的问题，到了角色交换时间，要按照要求进行角色互换，不霸占电脑。

(3) 掌握沟通交流方法。结对编程过程中结对小组成员需要进行多次沟通交流，讨论解决遇到的问题。结对小组成员在沟通要求非暴力沟通，“导航员”在指出“驾驶员”编程程序出错误时要注意语气和用词，“驾驶员”回应“导航员”时也要耐心阐述自己的想法，不贬低“导航员”，不进行人身攻击，努力建立和谐结对关系。

2.2. 结对编程教学流程

已有研究表明，在编程教学中采用项目式学习与结对编程对学生计算思维的发展具有促进作用，本研究中的编程教学都是以项目形式进行，同时根据项目特点将项目中的任务分为初阶任务和进阶任务。在完成初阶任务时，学生一人一台电脑，独立进行编程学习，在完成进阶任务时，学生开始结对进行编程，具体流程如下图所示。

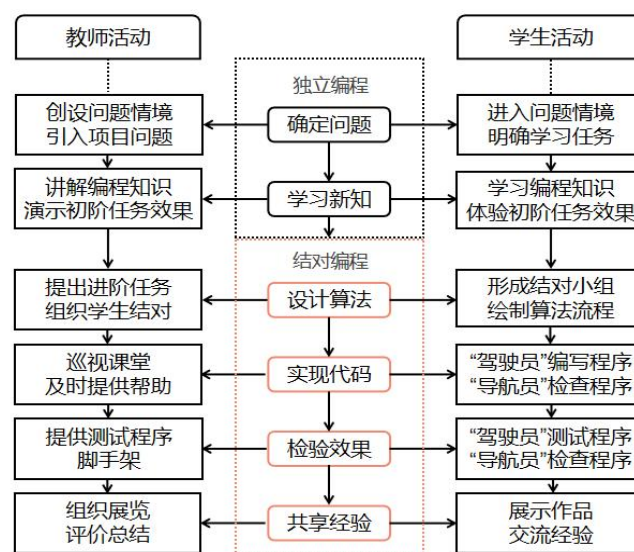


图 1 结对编程教学流程图

2.2.1. 创设问题情境，学生明确学习任务

课前教师通过营造问题情境，引发学生思考，吸引学生探究问题完成任务的兴趣，进而提出本节课任务，帮助学生明确本节课要解决的问题。

2.2.2. 教授编程知识，学生操作体验程序效果

教师讲解温习项目涉及到的知识点，演示初阶程序效果；学生学习新的知识，跟着教师复习已学知识点，独立操作电脑体验程序效果，学会初阶程序编写。

2.2.3. 组织结对编程，结对小组设计算法流程

教师提出进一步的项目任务,根据结对分组规则组织学生结对分组,再引导结对小组分解任务,绘制算法流程图。在结对分组后,保持结对分组稳定性,没有特殊情况不予更换组员。

2.2.4. 巡视指导帮助, 结对小组实现项目代码

在结对编程过程中,教师巡视课堂,关注学习能力较弱的小组,及时为其提供指导帮助;观察结对小组合作行为,提醒结对小组成员按时交换角色,帮助调节结对小组成员合作关系,营造和谐结对氛围。

2.2.5. 提供测试脚手架, 结对小组检验代码效果

教师为学生提供测试代码功能完整性的脚手架,结对小组借助教师提供的支架测试检查程序效果。

2.2.6. 组织作品展览, 交流评价总结过程经验

教师根据巡视课堂过程中发现的问题以及学生对于问题的解决方案,挑选出几个有代表性的作品,让学生在全班面前展示,并引导学生阐述遇到的问题以及想出的解决问题的方案,共享编程过程经验。最后评价总结课堂学习情况,肯定学生进步,鼓励学生再接再厉,学好编程。

3. 研究方法

本研究设计了面向计算思维培养的结对编程实施策略,并将其用于某小学编程教学,通过准实验研究检验结对编程对小学生计算思维能力培养以及编程自我效能感的影响。

3.1. 实验假设

根据研究问题,本研究提出以下实验假设:

1. 在完成项目进阶任务采用结对编程策略能显著提高学生的计算思维。
2. 完成项目进阶任务采用结对编程策略能显著提升学生的编程自我效能感。

3.2. 实验对象

本研究在广州一所小学正在学习图形化编程的班级中选取了四年级的两个编程自我效能感和计算思维水平都相近的自然班开展研究,两个班共有 62 名学生参与研究,年龄在 10-11 岁之间。实验开始前,两个班学生由同一位有多年图形化编程教学经验的教师采用独立编程形式教授 6 周图形化编程。

3.3. 实验工具

本研究选用的编程自我效能测量工具是由香港教育大学江绍祥教授开发并验证编程自我效能感量表,该量表面向小学高年级学习者,由两个分量表组成:编程知识和编程技能,可作为检测学习者编程课程表现的工具,量表共有 15 道题,总分共计 75 分。统计结果表明,问卷的 Cronbach's alpha 的值为 0.975, KMO 值为 0.946,信效度良好。

Bebras 国际计算思维挑战赛开始于 2004 年,是由 60 多个国家的计算机教育专家共同开发且资源免费共享,研究者可直接根据研究需求对其进行改编应用,没有编程经验的人也可以参加 Bebras 测试以了解计算思维水平(Dagienė & Futschek, 2008)。本研究选择来自 2017 年和 2019 年 Bebras 计算思维国际竞赛的测试题,试题由研究者及一名教学经验丰富的信息技术教师一起确定,最终形成学生计算思维水平的前后测试题。试题由 9 道选择题组成,题目难度分为三个难度等级,并以每三道题一个难度等级逐级上升,每道题目 5 分,满分 45 分。

3.4. 编程环境

本研究选用编程工具是图形化编程软件 Mind+, Mind+ 是一款拥有自主知识产权的国产青少年编程软件,编程界面与 Scratch 相似,既可以拖动图形化积木编程,还可以使用 Python/C/C++ 等高级编程语言,软件界面图 2 所示。

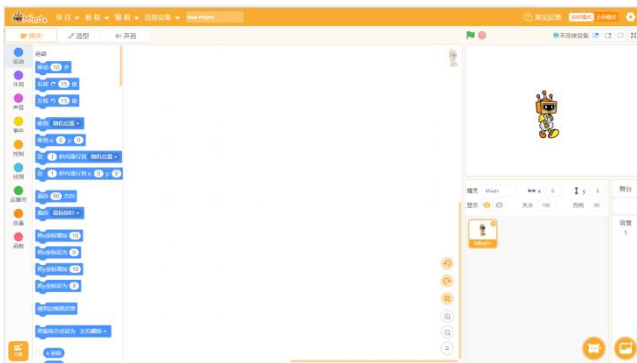


图 2 Mind+软件界面

3.5.实验过程

在实验开始之前，先对两个班的学生进行前测，测量学生的计算思维能力和编程自我效能感。接着由同一个教师对两个班级学生展开图形化编程教学，一周一次课，每次课 40 分钟，实验内容见表 1。实验结束后，对两个班的学生进行后测，测量学生的计算思维能力和编程自我效能感，然后利用 SPSS 软件分析收集到的数据，得出结论。研究过程如图 3 所示。

表 1 实验主题内容

实 验 主 题	学 习 内 容
1	魔术表演
2	幸运大转盘
3、4	打地鼠

周	学 习 内 容
1	顺序执行：说、等待、切换造型、颜色特效增加和设定、清除图形特效
2	重复执行：随机数、图形中心设置、旋转角度
3、4	条件执行：“如果--否则--”、检测鼠标、检测碰到物体、检测鼠标移动

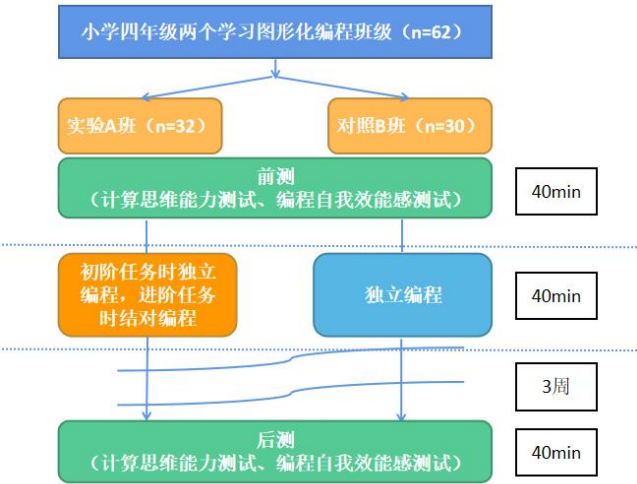


图 3 实验研究过程

4.研究结果与分析

4.1.计算思维显著性分析

研究评估了两个班级学生实验前和实验后的计算思维，检验两个班级学生计算思维的初始水平是否一致，SPSS 检验结果见表 2。从表 2 可知，在实验前，实验班学生得分均值为 22.81，

对照班学生得分均值为 21.83，两个班级差异显著性为 0.617 ($p>0.05$)，可见实验前两个班级学生在计算思维上并无显著差异。实验后，实验班得分均值为 26.72，对照班得分均值为 23.33。两个班级差异显著性为 0.032 ($p<0.05$)，两个班级学生在计算思维上差异显著。

表 2 计算思维统计结果

	班级	均值	标准差	t	自由度	p
实验前	实验班	22.8125	8.02592	.503	60	.617
	对照班	21.8333	7.24965			
实验后	实验班	26.7188	6.17087	2.201	60	.032
	对照班	23.3333	5.92093			

研究结果表明，结对编程策略能有效提升学生的计算思维。研究提出的结对编程策略将项目任务分为初阶任务和进阶任务，在初阶任务时，学生独立操作电脑，独立思考项目的初步算法设计；在进阶任务，学生结对进行编程，同步思维、沟通合作解决项目问题。研究利用项目任务设置将独立编程和结对编程两种编程学习方式结合起来，扬长避短，有效提升了学生的计算思维。

4.2. 编程自我效能感显著性分析

研究评估了两个班级学生实验前和实验后的编程自我效能感，检验两个班级学生编程自我效能感的初始水平是否一致，SPSS 检验结果见表 3。从表 3 可知，在实验前，实验班得分均值为 64.78，对照班得分均值为 61.34，两个班级差异显著性为 0.228 ($p>0.05$)，可见两个班级学生在编程自我效能感上并无显著差异。实验后，实验班得分均值为 65.94，对照班得分均值为 65.40，两个班级差异显著性为 0.885 ($p>0.05$)，可见两个班级学生在编程自我效能感上并无显著差异。

表 3 编程自我效能感统计结果

	班级	均值	标准差	t	自由度	p
实验前	实验班	64.7813	11.71912	1.217	60	.228
	对照班	61.3375	10.47859			
实验后	实验班	65.9375	13.33426	.146	60	.885
	对照班	65.4000	15.64829			

研究结果表明，结对编程策略对提升学生的编程自我效能感无显著作用，这与已有研究得出的结对编程策略可以显著提高学生的编程自我效能感结论不符(Wei et al.,2021)。深入分析发现本研究的实验对象是在学校已经学习了 6 周图形化编程的学生，已有研究的对象是还未接触过图形化编程的儿童。从实验前测数据可以发现，两个班级学生在实验前编程自我效能感平均得分已经达到较高水平，实验后两个班得分差异不显著，但是平均分有进一步提升。本研究对象在 6 周的编程教学采用的是独立编程的教学形式，编程教学内容的趣味性让两个班学生对学习编程充满了热情，两个班级具有良好的学习氛围。从实验结果来看，编程学习内容的趣味性和班级学习氛围可能会影响学生编程的自我效能感，这有待后续进一步的研究。

5. 结论与展望

本研究设计了面向计算思维培养的结对编程策略，通过准实验研究检验结对编程策略的有效性。研究结果表明，在学生完成项目进阶任务时采用结对编程策略能显著提高学生的计算思维，但编程自我效能感未显著提升。研究发现，在组成结对小组后对学生进行合作学习培训，讲解结对准则，帮助明确自己的责任和权利，掌握沟通方法，可以帮助学生更好与同伴交流、顺利进行角色交换，建立和谐的伙伴关系；与此同时，独立编程环节中学生练习熟悉新编程指令可以增进双方沟通讨论，帮助消除结对过程中弱势学生参与不足，个人成绩差

距拉大弊端。所以在实施结对编程策略时,教师一方面要有意识培养学生的合作意识和合作技能,促进学生与同伴沟通交流;另一方面要根据编程指令难易程度灵活调整完成项目初阶任务时的独立编程时间,让学生有适当的时间独立思考、学习体验新知识,具备与同伴对话的基本知识能力,让结对编程策略真正发生作用。本研究也存在不足,未来的研究需要在更长的时间内,以更多样化的环境和人群验证研究的结果。

参考文献

- 陈国良 & 董荣胜.(2011).计算思维与大学计算机基础教育. *中国大学教学*(01),7-11+32.
- 高宏钰,李玉顺,代帅 & 蒋云宵.(2021).编程教育如何更好地促进早期儿童计算思维发展——基于国际实证研究的系统述评. *电化教育研究*(11),121-128.
- 刘敏 & 汪琼.(2022).结对编程:中小学编程教育的首选教学组织形式. *现代教育技术*(03),102-109.
- 梁云真,高思圆,刘瑞星 & 胡珂.(2021).小学生编程学习意愿影响因素的链式中介作用机制研究. *现代远距离教育*(06),29-37.
- 马志强 & 刘亚琴.(2019).从项目式学习与配对编程到跨学科综合设计——基于2006-2019年国际K-12计算思维研究的元分析. *远程教育杂志*(05),75-84.
- 石雷山,陈英敏,侯秀 & 高峰强.(2013).家庭社会经济地位与学习投入的关系:学业自我效能的中介作用. *心理发展与教育*(01),71-78.
- 郁晓华,肖敏,王美玲 & 陈妍.(2017).基于可视化编程的计算思维培养模式研究——兼论信息技术课堂中计算思维的培养. *远程教育杂志*(06),12-20.
- Bandura, A. (1989). Human agency in social cognitive theory. *American psychologist*, 44(9), 1175.
- Dagienė, V., & Futschek, G. (2008, July). *Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks*. In *International conference on informatics in secondary schools-evolution and perspectives* (pp. 19-30). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Demir, Ö., & Seferoglu, S. S. (2021). A Comparison of solo and pair programming in terms of flow experience, coding quality, and coding achievement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(8), 1448-1466.
- Dongo, T. A., Reed, A. H., & T O'Hara, M. (2016). Exploring pair programming benefits for MIS majors. *Journal of Information Technology Education. Innovations in Practice*, 15, 223.
- Denner, J., Green, E., & Campe, S. (2021). Learning to program in middle school: How pair programming helps and hinders intrepid exploration. *Journal of the Learning Sciences*, 30(4-5), 611-645.
- Hannay, J. E., Dybå, T., Arisholm, E., & Sjøberg, D. I. (2009). The effectiveness of pair programming: A meta-analysis. *Information and software technology*, 51(7), 1110-1122.
- Iskrenovic-Momcilovic, O. (2019). Pair programming with scratch. *Education and Information Technologies*, 24(5), 2943-2952.
- Lewis, C. M. (2011). Is pair programming more effective than other forms of collaboration for young students?. *Computer Science Education*, 21(2), 105-134.
- Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., & Kong, S. C. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' computational thinking skills and self-efficacy. *Computers & education*, 160, 104023.
- Zhong, B., Wang, Q., & Chen, J. (2016). The impact of social factors on pair programming in a primary school. *Computers in Human Behavior*, 64, 423-431.

智能教学系统的可用性评价研究综述

A Review on Usability Evaluation of Intelligent Tutoring System

张赛宇¹, 马志强¹

¹ 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地
1225897208@qq.com

【摘要】 智能教学系统是利用人工智能技术干预学习过程的教学或学习支持系统, 其可用性评价是指从用户的角度出发, 评价系统是否有效果、有效率、令用户满意。本文通过对智能教学系统可用性评价的文献梳理, 归纳分析了可用性评价内容与方法的研究现状。

【关键词】 智能教学系统; 可用性; 用户体验

Abstract: Intelligent tutoring system is a teaching or learning support system that uses artificial intelligence technology to intervene in the learning process. Its usability evaluation refers to evaluating whether the system is effective, efficient and satisfactory from the perspective of users. Based on the literature review of the usability evaluation of intelligent teaching system, this paper summarizes and analyzes the research status of the content and method of usability evaluation.

Keywords: Intelligent Tutoring System; Usability; User Experience

1. 可用性 & 可用性评价

可用性一词最早来源于人因工程(human factors), 又称工效学(ergonomics), 是一门涉及多个领域的学科, 目前已受到来自情报学、图书馆学、软件工程、人机交互等诸多领域学者的关注。针对可用性的概念, 现被广为认可的是国际标准化组织 ISO/IEC 9241-11(1998)做出的可用性定义: 可用性是在特定的利用情境下, 产品能够被特定用户有效果、有效率、满意地使用, 并达到特定目标的程度。

如何评价一个产品是否具有可用性呢? 最普遍采用的是尼尔森提出的五个指标: 易学性、交互效率、易记性、出错率、满意度。(Nielsen, 2004)易学性是指用户可以在短时间内上手并能用系统来实现所需功能; 交互效率即用户在使用产品的过程中是否能高效地完成某项任务; 易记性是指用户在一段时间没有使用系统之后重新使用时能够很快再次上手, 而不用一切从头学起; 容错性即系统应当具有低的错误率, 在错误发生之后也可迅速恢复; 满意度即用户在使用时主观感到满意并喜欢使用该系统。

在教育领域, 目前关于可用性研究主要集中于移动图书馆、在线学习平台、数字化学习资源、移动学习 APP 的评估, 涉及智能教学系统的可用性评估方向的研究整体来讲数量不多。

2. 智能教学系统及其可用性评价的意义

2.1 智能教学系统

有关智能教学系统的研究, 最早可追溯到行为心理学家斯金纳, 他利用简单机械装置构成的教学机器实现了在行为主义指导下的程序教学法。智能教学系统是一个能够模仿人类教师或者助教来帮助学习者进行学习的智能系统, 其核心是为机器赋以智能, 基本功能包括: 拥有某个学科领域的知识; 用合适的方式向学生展示学习内容; 了解学生的学习进度和风格; 对学生的学习情况给予及时而恰当的反馈; 帮助学生解决问题。(贾积有, 2018)一个典型的 ITS 系统主要有以下四个部分: 专家模型(领域知识)、学生模型、教师模型(教学策略)和智能人机

接口(李红美,徐振华,2012; 陈天云,张剑平,2007;), 各个部分协同联动, 共同为实现个性化教学服务。

在本研究中, 对智能教学系统的理解取其广义, 智能教学系统即利用人工智能技术干预学习过程的教学或学习支持系统, 既包括自身提供特定内容教学信息的系统, 也包括在对学习过程和情境进行感知分析的基础上提出教与学反馈和建议的系统, (张志祯等,2019)其核心目的是为师生服务以达到最佳教学, 实质是一种提供教学或学习服务的通用性软件系统。

2.2 智能教学系统可用性评价的意义

本研究认为, 软件的可用性评价是以用户角度出发, 涉及有效性、效率、用户满意度等维度。智能教学系统作为一种软件系统, 可以围绕可用性这一角度展开, 它不仅能丰富现有评价类研究中的系统可用性评价理论成果, 还有助于推动智能教学系统优化升级, 更好地师生提供服务。

目前国内外智能教学系统的研究并不少见, 大多集中在系统设计与开发领域, 有关评价领域特别是可用性评价还相对较少, 笔者以“可用性”与“智能教学系统”为关键词, 在CNKI数据库中进行高级检索后发现, 国内并无直接、相关文献。搜索结果仅有一篇为智能教学管理系统的构建研究, 期刊来源非CSSCI且与智能教学系统内涵不符。随后, 将“intelligent tutoring system”和“Usability”两个关键词放入Web of science数据库中检索后发现, 相关文章为64篇(检索时间为2022年12月5日)。去除无法获取原文的文章, 并结合“智能教学系统”这一主要研究对象, 最终确定纳入研究35篇。拟解决的研究问题如下:

RQ1:智能教学系统的可用性评价内容有哪些?

RQ2:智能教学系统的可用性评价方法有哪些?

3.智能教学系统可用性评价理论研究进展

3.1 智能教学系统可用性评价维度的研究

从可用性的内涵理解上看: 可用性被作为评判系统或产品质量的某一个维度, 常常和有效性、满意度、持续使用意愿等维度一起作为评价标准共同使用。(Capuano & Toti, 2019; Liu, Lo, & Wang, 2013)在实际开展软件质量评估时, 常被使用的是技术接受模型(TAM), 包括感知有用性、感知易用性两部分, 有研究则直接以“易用性”来理解“可用性”, 两者可相互替代。另一种理解则是将可用性理解为一个综合指标, 涉及两维度、三维度、多维度等不同方面。

表1 可用性内涵的维度划分

维度类别	内涵	来源
一维度	易用性	Lo, Liu, & Wang, 2014
二维度	满意度、易用性	Chrysafiadi et al., 2022
三维度	可学性、使用效率、用户满意度	Baker et al., 2021
多维度	有效性、效率、参与度、易学性、容错性	Escudero et al., 2021

从智能教学系统的影响结果上看: 可用性评价包括学习者体验、学习效果、系统性能三个方面。(Mousavinasab et al., 2021) 学习者体验是解决智能教学系统可用性评价问题的主要评价内容之一, 但少有研究仅从这一方面开展评价, 而是将其与其他两者相结合。这里说到的学习效果是指智能教学系统对学习者知识、技能、情感等方面的影响; (Hsu et al., 2014)而系统性能则涉及系统架构、系统内容、系统功能、潜在价值等方面, (Hung, Smith, & Smith, 2015; Liu, Lo, & Wang, 2013)涉及界面、导航、配色、合逻辑、易理解、改进建议等具体指标。

从评价可用性的研究工具上看: 可用性评价中常用的工具主要有两大类, 一是直接引用成熟的量表和工具, 如SUS软件可用性测试问卷、PSSUQ整体评估可用性问卷、SUMI软件可用性测试问卷等等。其中, 最常用的可用性评价问卷是SUS, 它涉及10个可用性问题, 以

5 级李克特量表来评估学习者的满意程度。(Capuano & Toti, 2019; Lin, Wu, & Hsueh, 2014) 另一类是结合自身研究内容改编自现有问卷, 有研究以《Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests》为参考依据(Rubin, Jeffrey, & Dana, 2008), 将可用性划分为用户界面、易学性、学习时间、完成任务时间四个维度, (Liu, Lo, & Wang, 2013)对有关问卷进行改编并结合李克特量表开展测量与评估。篇幅有限, 不详细展示。

3.2 智能教学系统可用性评价方法的研究

从方法类型上看: 在评估智能教学系统的可用性时, 常常采取定量、定性结合的混合式研究方法。最常见的就是问卷、访谈、观察、启发式评估、焦点小组、日志分析、实验法等等, 用于获取用户的态度与感知程度。通常, 研究者将观察、问卷等形式的数据会进行相互佐证, 以得出真实、可靠的研究结果。

从评价主体上看: 教师、学生为两大主要群体, 但可用性评价往往还会涉及专家评估。比如上述提到的启发式评估与认知演练: 认知演练用于识别交互系统中的可用性问题, 通过模拟用户的问题解决过程得以实现, 即关注用户完成任务所需的步骤或动作的顺序, 以及系统对这些动作的响应。启发式评估是根据一组预先确定的可用性原则进行的, 它依赖于多位可用性专家开展的深度测试, 如以尼尔森的 10 条可用性原则为标准。(Lin et al., 2014)

从数据类型上看: 有关智能教学系统的可用性评价研究, 大多为实验研究。在研究过程中, 除了收集文本、语音等常见数据类型外, 在现实条件允许的情况下, 还可开展诸如动作路径、生理指标和眼动记录等多模态信息的数据收集, 以用于智能教学系统的可用性评价。

目前, 智能教学系统的应用场景丰富多样, 涉及基础教育、高等教育、特殊教育等多个领域, 其可用性评估效果也较为可观, 往往会受到师生的喜欢与肯定。以智能辅导系统应用于医学为例, 它有助于更有效地训练眼科手术任务; (Ropelato et al., 2020) 在英语教学方面, 它能够提升学习者对词汇知识的理解, 并且得到了来自教师的支持。(Baker et al., 2021)

4. 总结

可用性评价对改进系统交互界面、提高用户满意度均具有重要意义。本研究以智能教学系统的可用性评估为主线, 对已有评价内容与方法做出相关梳理总结, 为后续评估工作的开展奠定了基础。未来, 可以此为基础结合专家调查等方法构建可用性评估框架, 用于现有特定产品的评估。

参考文献

- Baker, D. L., Ma, H., Polanco, P., Conry, J. M., Kamata, A., Al Otaiba, S., . . . Cole, R. (2021). Development and promise of a vocabulary intelligent tutoring system for Second-Grade Latinx English learners. *Journal of research on technology in education*, 53(2), 223-247.
- Capuano, N., & Toti, D. (2019). Experimentation of a smart learning system for law based on knowledge discovery and cognitive computing. *Computers in human behavior*, 92, 459-467.
- Chrysafiadi, K., Virvou, M., Tsihrintzis, G. A., & Hatzilygeroudis, I. (2022). Evaluating the user's experience, adaptivity and learning outcomes of a fuzzy-based intelligent tutoring system for computer programming for academic students in Greece. *Education and Information Technologies*, 1-31.
- Escudero-Mancebo, D., Corrales-Astorgano, M., Cardenoso-Payo, V., & Gonzalez-Ferreras, C. (2021). Evaluating the Impact of an Autonomous Playing Mode in a Learning Game to Train Oral Skills of Users With Down Syndrome. *IEEE access*, 9, 93480-93496.
- Hsu, K.-C., Lin, H.-C. K., Lin, I. L., & Lin, J.-W. (2014). The Design and Evaluation of an Affective Tutoring System. *Journal of internet technology*, 15(4), 533-542.

- Hung, W.-C., Smith, T. J., & Smith, M. C. (2015). Design and usability assessment of a dialogue-based cognitive tutoring system to model expert problem solving in research design. *BRITISH journal of educational technology*, 46(1), 82-97.
- Lin, H.-C. K., Chen, N.-S., Sun, R.-T., & Tsai, I. H. (2014). Usability of affective interfaces for a digital arts tutoring system. *Behaviour & Information technology*, 33(2), 104-115.
- Lin, H.-C. K., Wu, C.-H., & Hsueh, Y.-P. (2014). The influence of using affective tutoring system in accounting remedial instruction on learning performance and usability. *Computers in human behavior*, 41, 514-522.
- Liu, G.-Z., Lo, H.-Y., & Wang, H.-C. (2013). Design and usability testing of a learning and plagiarism avoidance tutorial system for paraphrasing and citing in English: A case study. *Computers & Education*, 69, 1-14.
- Lo, H.-Y., Liu, G.-Z., & Wang, T.-I. (2014). Learning how to write effectively for academic journals: A case study investigating the design and development of a genre-based writing tutorial system. *Computers & Education*, 78, 250-267.
- Mousavinasab, E., Zarifsanaiey, N., R. Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Ghazi Saeedi, M. (2021). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Interactive learning environments*, 29(1), 142-163.
- Ropelato, S., Menozzi, M., Michel, D., & Siegrist, M. (2020). Augmented Reality Microsurgery A Tool for Training Micromanipulations in Ophthalmic Surgery Using Augmented Reality. *Simulation in healthcare-journal of the society for simulation in healthcare*, 15(2), 122-127.
- Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests. John Wiley & Sons.
- 陈天云,张剑平(2007).智能教学系统(ITS)的研究现状及其在中国的发展[J].*中国电化教育*, 2,95~99.
- 贾积有(2018).人工智能赋能教育与学习.*远程教育杂志*, 36(01),39-47.
- 李红美,徐振华(2012).智能教学系统支持英语学习的案例研究[J].*远程教育杂志*,30(03),66-72.
- 尼尔森(Nielsen.J)著,刘正捷等译(2004).*可用性工程*.北京:机械工业出版社.
- 张志楨,张玲玲,罗琼菱子,郑葳(2019).人工智能教育应用的实然分析:教学自动化的方法与限度.*中国远程教育*,03,1-13+92.

情境感知学习实证研究综述——基于 2012-2022 年 WOS 文献分析

A Review of Empirical Research on Context-Aware Learning——Based on Literature Analysis of WOS from 2012 to 2022

曹捷^{1*}, 李晟²

¹ 北京师范大学“移动学习”教育部-中国移动联合实验室

² 中国移动(成都)产业研究院

* caojie@163.com

【摘要】 情境感知学习能够在真实的情境中促进学习者学习的发生。为总结过去近十年（2012-2022）情境感知学习实证研究现状，本研究利用系统性文献综述法选取 43 篇高质量论文，从学科学段、技术应用、提供的学习支持以及采取干预效果角度等进行分析，发现未来研究应当注重研究对象的多样化，学习支持的动态性以及干预效果的高阶化。

【关键词】 情境感知学习；情境感知技术；实证研究；系统性综述

Abstract: Context-aware learning benefits learner learning in real-world situations. In order to summarize the current state of empirical research on situational aware learning in the past decade (2012-2022), this study used the systematic literature review method to select 43 high-quality papers and analyzed them from the perspective of academic discipline, technology application, learning support provided and intervention effect, which found that future research should focus on the diversification of research objects, the dynamics of learning support and the higher order of intervention effects.

Keywords: context-aware learning, context-aware technology, empirical research, systematic review

1. 引言

情境感知学习是指使用无线、移动和传感技术在现实环境中提供学习支持的学习方法 (Hwang, Tsai & Yang, 2008)。在过去几十年中，情境感知学习及其技术已成功应用于物理、生物、文化历史和语言教学等多个领域的实证研究当中，提高了学生的学习动机、兴趣以及学业成绩。然而，现有的情境感知学习相关综述关注发表趋势、主题、感知的情景要素等方面（如 Kumar & Sharma, 2020; Vallejo-Correa, Monsalve-Pulido & Tabares-Betancur, 2021），较为忽略技术应用以及干预效果等分析总结。因此，本研究尝试对情境感知实证研究相关内容进行分析以期后续研究的发展及其在教育实践中的应用带来新的视角。

2. 研究方法

2.1. 确定问题

- (1) 情境感知学习实证研究的研究现状（研究对象、研究学段、研究学科、研究场景）呈现什么特征？
- (2) 情境感知学习实证研究采用的技术、提供的学习支持呈现什么特征？
- (3) 情境感知学习实证研究的干预效果特征是什么？

2.2. 文献检索、筛选与编码

为有效获取近十年情境感知学习相关的高质量实证研究文献，本研究在 Web of Science 核心合集数据库中，以主题 1: “context-aware learning”、主题 2: “ubiquitous learning” AND “context-aware”、主题 3: (“ubiquitous computing” AND “context-aware” AND “learning”) OR (“ubiquitous computing” AND “context-aware” AND “learning behaviors”) 进行精

确检索，文献时间限定为 2012 年 1 月 1 日-2022 年 7 月 31 日，共获得 2284 篇文献。后续本研究依据文献纳入标准，对检索到的文献进行 2 轮筛选，最终确定了有效的实证研究文献为 43 篇。最后两名人员对该 43 篇文献进行了编码，一致性系数为 0.82。

3. 基于文献计量分析的情境感知实证研究现状

研究对象发现，在校学生是主要群体，少数研究也将教师和非正式学习群体纳入。研究学段分析发现，大部分的情境感知实证研究集中在小学（44%）和大学（37%）。学科分布上，其涉及的前 5 类学科分别是英语，自然科学，生物，工程，地理，并在不同的学段上学科分布不同。教育场景分析发现，已有实证研究的场景聚焦场馆学习、户外学习、课程学习和日常非正式学习四类，其中课程学习为最常见的应用场景，具体如图 1 所示。

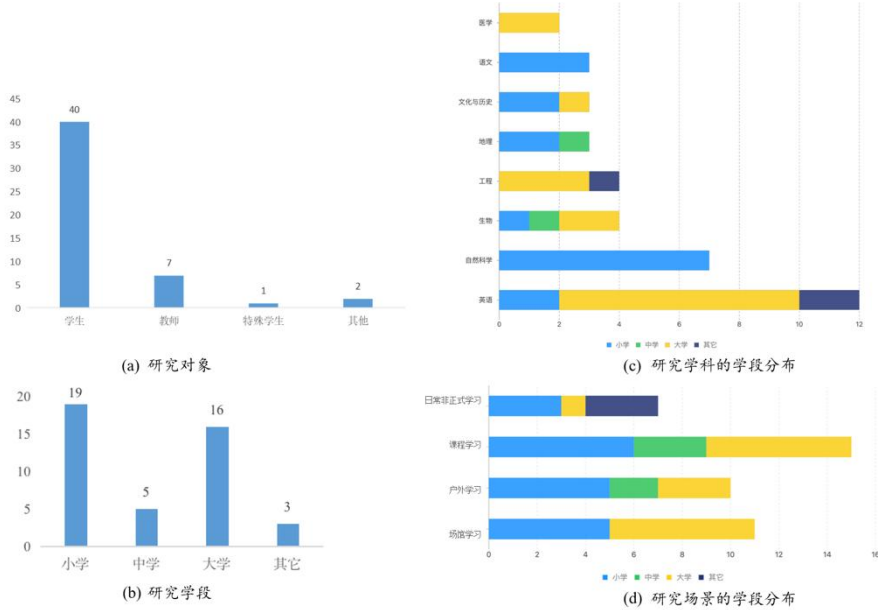


图 4 情境感知实证研究现状计量分析

4. 情境感知学习实证研究特征分析

4.1. 情境感知系统的技术分析

表 4 技术应用特点总结

技术	特点	适用场景
QR	精确感知到学习物体/场景，方便、快捷，易实现，最流行的技术。	室内外学习
GPS	能获取学习者的大致位置，感知到的情景相对于 QR 粒度较大，成本低，易实现，且室内应用的精度很低。	室外学习以及日常非正式学习
RFID	感知位置信息，但是受制于距离。	室内外学习
AR	感知到的情境内容为学习物体/场景，能激发学习者的兴趣。	室内外学习
WIFI	接入互联网，获取资源的渠道，定位。	获取资源
移动网络	接入互联网，获取资源的渠道。	获取资源
Google glasses	可穿戴设备，使用户能够无缝融合他们在物理世界和数字世界中的交互，提高学习者积极性。	室内外学习
NFC	较为精确获取学习者的位置。	室内外学习
G-sensor	重力传感器，可以测量环境中的几何对象。	室内外学习
Bluetooth	如 BLE、iBeacon，室内追踪定位精度高，低成本	室内学习

技术	特点	适用场景
面部识别	本、低功耗。 能够感知学习者的学习情绪。	室内外学习

情境感知学习的开展需要借助情境感知的技术工具，从已有的实证研究文献的技术应用分布看，QR、GPS、RFID 以可操作性、低成本性成为情境感知的三大技术。部分研究的开展基于两类及其以上的技术手段，如采用 AR+GPS、RFID+WiFi、QR+NFC 等组合方式，以达到更精确的情境感知效果。在情境感知的情境识别上，GPS 技术覆盖范围广，适合室外大场景下的情境感知学习，QR、NFC 能够精准定位到学习的物体，适合针对某个具体的学习物体/学习场景进行学习，更多内容见表 1。

4.2. 情境感知系统学习支持分析

除了感知情境要素，情境感知系统还有一个关键作用是提供相应的学习支持。综述分析发现，目前的实证研究主要给与学习资源、学习活动、测验、学习导航、学习信息管理、同伴互动、搜索、学习提示、学习反思、智能问答、学习反馈、测量分析工具、概念图、思维导图、流程图等学习支持。其中，学习资源包含视频、文字、语音以及 AR 学习资源 (占比 19%)。测验指其提供测验的机会，能及时检验学生的学习成效。学习导航支持是指系统为学生规划情境学习的路线，一步步引导学生开展情境感知学习。学习信息管理指系统记录学生的学习记录并进行管理。学习提示是指学生在情境感知的学习过程中，如果遇到困难，系统会给与相关的提示，以帮助学生继续学习，同时智能问答支持也能够及时为学生解答疑惑。部分情境感知学习系统还提供同伴互动支持，给与同伴交互、讨论、互评以及同伴比较的便利。同时，也有研究将情境感知系统作为一种测量分析工具直接支持学习任务的开展，如 Hwang, Lin, Ochirbat, Shih 和 Kumara (2015) 开发的情境感知系统能测量日常生活对象的长度。除此之外，还有情境感知学习系统为学生提供学习内容组织的工具 (如概念图、思维导图、流程图)，有助于学生进行知识建构和梳理。然而，总体上看，目前的情境感知学习系统提供的学习支持仍然以静态的学习资源为主，较为缺乏师生交互、学习反思、学习导航、学习提示、知识组织工具、学习反馈等动态类学习支持的提供。

4.3. 情境感知学习实证研究干预效果分析

表 5 情境感知实证研究干预效果编码

干预效果	干预手段举例	文献数量
学习成绩	基于提出的情感感知学习系统，渐进提示策略，协作学习，反思提示，知识地图	37
学习动机	基于提出的情境感知系统	11
学习效率	提出的情境感知系统+学习导航、知识地图	5
学习态度	提出的情境感知系统+认知学徒制，单词学习策略	4
认知负荷	提出的情境感知系统+认知学徒制	3
自我效能感	提出的情境感知学习系统+协作学习、学习任务活动	3
交互水平	提出的情境感知系统	3
学习注意时间	提出的情境感知系统+5E 教学模式	2
学习兴趣	提出的情境感知系统	1
学习参与	提出的情境感知系统	1
问题解决能力	提出的情境感知系统	1

文献分析发现，已有实证研究的干预效果较为多元，集中在学习成绩、学习动机、学习效率、学习态度、认知负荷、自我效能感、交互水平、学习注意时间、学习兴趣等方面。此外，大部分研究更多关注学习成绩、学习动机、学习效率以及学习态度 (具体见表 2)，少有研究涉及学习兴趣、学习参与以及问题解决能力等高阶思维的培养。除此之外，已有研究的干预效果存在一些分歧，如 Chiang, Yang 和 Hwang (2014) 以及 Wang, Fang 和 Miao (2018) 研究发现情境感知学习能够减轻学生的学习负荷，但是 Kuhn 等人 (2016) 却发现比起普通

的平板学习，基于情境感知的学习给与学生的认知负荷是更大的，这可能是情境感知学习系统任务的设置原因造成的，未来研究需要进行进一步探讨。总之，情境感知学习本身具备的泛在性、真实性、个性化、趣味性等特点具有提高学习者学习兴趣，帮助学习者建立意义建构的巨大潜能，未来研究可以进一步探索其在多种高阶思维能力上的效果。

5. 研究结论与启示

本研究利用系统性文献综述法对 43 篇情境感知学习实证研究高质量文献进行了探究。根据综述分析结果，本文总结出以下启示：（1）研究对象多往非正式学习群体拓展，发挥情境感知学习随时随地性的优势。（2）在情景感知学习的过程中多提供动态化的学习支持，如反思、导航、提示等工具。（3）未来研究应多关注学习者高阶思维能力的培养，而不仅仅是学习成绩。（4）在实际的教学应用当中，教师应该基于教学内容、教育场景、教学目标的特点，利用情境感知技术，提供多样化的学习支持，再结合适配的教学模式和方法，使得情境感知学习的效益最大化。

参考文献

- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Hwang, G.J., Tsai, C.C., & Yang, S.J.H. (2008), Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(2), 81 – 91.
- Hwang, W. Y., Lin, L. K., Ochirbat, A., Shih, T. K., & Kumara, W. G. C. W. (2015). Ubiquitous geometry: Measuring authentic surroundings to support geometry learning of the sixth-grade students. *Journal of Educational Computing Research*, 52(1), 26-49.
- Kuhn, J., Lukowicz, P., Hirth, M., Poxrucker, A., Weppner, J., & Younas, J. (2016). gPhysics—Using smart glasses for head-centered, context-aware learning in physics experiments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(4), 304-317.
- Kumar, B. A., & Sharma, B. (2020). Context aware mobile learning application development: A systematic literature review. *Education and information technologies*, 25(3), 2221-2239.
- Vallejo-Correa, P., Monsalve-Pulido, J., & Tabares-Betancur, M. (2021). A systematic mapping review of context-aware analysis and its approach to mobile learning and ubiquitous learning processes. *Computer Science Review*, 39, 100335.
- Wang, C., Fang, T., & Miao, R. (2018). Learning performance and cognitive load in mobile learning: Impact of interaction complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(6), 917-927.

幼兒美感教育之數位繪本探究計畫-設計一本《別忘了抬頭》數位美感繪本為例

A Digital Picture Book Research Project for Children's Aesthetic Education-Design a Digital Aesthetic Picture Book "Don't Forget to Look Up At the Sky" as an Example

湯梓辰^{1*}, 趙彥俞², 李姿穎³
國立臺灣科技大學應用科技研究所
*jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 近年美感教育提倡從幼兒推動，臺灣教育部國民及學前教育署在《幼兒園教保活動課程大綱》的六大領域包含美感領域。本研究藉由自身經驗去設計《別忘了抬頭》這本數位繪本，提供給四到六歲的孩童閱讀，希望透過互動性數位繪本讓孩童連結生活中的經驗，探索生活中的美，進而培養美感與欣賞之素養。本研究現階段主要說明《別忘了抬頭》數位繪本設計過程，未來可以導入幼兒美感教育之教學歷程。

【關鍵字】 美感教育、數位繪本、幼兒教育。

Abstract: In recent years, aesthetic education has been promoted among young children. The National and Preschool Education Bureau of the Ministry of Education of Taiwan includes the field of aesthetics in the six major areas of the Curriculum for Early Childhood Education. In this study, we designed the digital picture book "Don't Forget to Look Up At The Sky" through our own experience and provided it to children aged four to six years old, hoping to let them feel the beauty in life through interactive digital picture books. In the process of shared reading, teachers or parents can guide children to think about the details and the meaning of the whole story, so that children can connect with their life experiences and form aesthetic experiences, and then cultivate the quality of beauty and appreciation. This study will discuss the teaching-learning process of interactive digital picture books in early childhood aesthetic education, and we will practice the teaching-learning process in the future.

Keywords: aesthetic education, digital picture books, early childhood education

1. 前言

近三年的疫情，為家庭和學校教育帶來衝擊，其中戶外活動大量的減少，使孩童平常的娛樂活動取而代之的是科技產品的使用，兒童福利聯盟（2022）相較於2020年的調查增加了3倍以上，尤其3到6歲兒童玩科技產品的比例從6.5%上升至19%。疫情下長大的孩童，長時間待在家使用電子產品，童年可能逐漸消失，缺乏對生活中的感知能力甚至是生活經驗，上述間接影響孩童的美感體驗。本研究希望藉由《別忘了抬頭》傳遞生活的態度以及在閱讀過程中產生完整的美感經驗。

美感經驗是與現實生活環境結合的完整經驗（周淑卿，2010），李澤厚（2001）認為美的感受與經驗，源自對日常生活的深層體悟與覺察。杜威(Dewey)強調日常生活中的美感經驗是無時無刻形成，而美感教育應該是完整的經驗。由此可見從日常生活中培養美感，提供完整的美感經驗相當重要。美感教育可從生活中培養以達到潛移默化。近年臺灣教育部師資培育及藝術教育司訂定「教育部美感教育中長程計畫」，希望從幼兒教育循序漸進逐步推動（教育部，2013），而國民及學前教育署在《幼兒園教保活動課程大綱》的六大領域中包含美感教育（教育部，2016），可見美感教育的實踐在幼兒階段是重要的一環。

2. 《別忘了抬頭》數位繪本設計概要

2.1. 數位繪本理論基礎

此數位繪本是為4到6歲孩童所設計，根據幼兒發展及教育相關理論，這時期的孩童可以藉由事物的具體形象或表象的聯想來進行思考，也較喜歡連貫的、有情節的故事（湯梓辰，

2019)。因此本數位繪本之故事背景設定在通勤回家路上發生的一連貫日常小事，以鮮豔色彩、風格一致圖像是來增進幼兒視覺的注意力，也添加讓幼兒開放式聯想的畫面設計。數位繪本相關研究指出多媒體特性可以增加兒童閱讀的興趣以及使用多重感官，因此繪本加入音效與觸發按鈕，例如自然天氣音效、交通工具音效…等，藉由觀察和聆聽，讓孩童能夠動手操作，除了可以更加融入故事中的情境，也容易與自我生活經驗做連結。另外，研究認為過多的動畫會導致幼兒專注於尋找隱藏的觸發按鈕，進而影響幼兒閱讀的理解；過多的聲光音效，使感官過度刺激，阻礙幼兒的想像力和創造力發揮，因此《別忘了抬頭》數位繪本，設計上採用適度的動畫及音效。

2.2. 美感經驗的意涵

一般人論及美感，總認為美是高不可攀的存在，但 Dewey (1958) 特別強調了「美」是存在於生活之中，這些具體的經驗亦即美感經驗的後果，彰顯美的本質。美感雖具有不同的感覺認知，但美感教育的目的乃是處成美感經驗，此經驗會帶來享受狀態 Smith(1992)。本研究的目的是為了讓幼兒透過《別忘了抬頭》數位繪本去感受生活中的美，而為了具體將美感經驗的意涵作為本研究設計故事內容之基礎，乃彙整文獻內容，將美感經驗分為「自由」、「覺察」、「感受」、「探索」等四個面向設計，並希望透過閱讀繪本讓學童以好奇的態度去感受日常生活，發現生活周遭的美。最終目標《別忘了抬頭》數位繪本能適切地應用在幼兒美感教育中。

表 1 《別忘了抬頭》數位繪本之具體設計向度

檢核向度	《別忘了抬頭》數位繪本之具體設計向度
自由	由 Kant、Schopenhauer 觀點，美感經驗是藉由想像力的協助，無目的而又合於目的，無目的意指美感活動是自由的，不依存於概念。 ● 少量文字的繪本，每篇有想傳遞的小內容，但並未有正確的解釋。希望讀者透過觀看圖像，依自己的想像去理解。
覺察	M.Seel 說過美感經驗是美感覺察的強化形式，意指覺察到當下發生的人事物，是伴隨著美感，產生情感的轉移。 ● 在閱讀過程中，幼兒可以透過繪本裡的圖像、音效或文字等做觀察，可以與自我日常生活連結，覺察生活中的美。
情感	朱光潛說美感經驗伴隨「移情作用」與「內模仿說」兩個特質。簡單來說美感經驗發生時，會發生情感和生理上的活動。 ● 讀者可能會產生共鳴，但不論這個情緒好壞，都產生了完整的美感經驗。 ● 根據某頁主角呈現倒立的狀態，圖像因此設計顛倒的畫面，讀者可能會跟著倒著閱讀那頁畫面，這就是我們常模仿想像中的動作。
探索	Eisner 認為不同藝術會讓觀者產生不同的反應，不斷的揣摩藝術作品，會有不固定的意義，而這種美感的知覺活動是探索式的，是一種探索心靈深層的享受方式。 ● 故事背景設定在通勤回家的路上，透過閱讀繪本後，希望讀者未來可以在自己的日常生活中去探索。

2.3. 《別忘了抬頭》數位繪本故事內容

下課後的棧棧，在回家的路上突然下雨了。滴答，滴答，滴滴答答。棧棧說，烏雲烏雲快走開，咻～楓葉隨著風，飄落在水攤上，棧棧看著它說：什麼時候秋天了？匡噹～匡噹～捷運呼嘯而過，棧棧抬頭一看。哇～這裡什麼時候有那麼多高樓大廈？棧棧撐著傘走著走著，便跑了起來。蝴蝶小姐～等等我呀～追著蝴蝶的過程中，棧棧抬起頭意外發現：咦？！出太陽了！雨停了，太陽先生也出來了。棧棧收起傘，繼續前往回家的路上。轟轟～一陣巨大的聲響讓棧棧又抬起了頭，棧棧開心的指著它們：是—飛—機！飛機朝著天空的另一邊飛走了，棧棧看見後面的雲朵，那多雲好像…鴨子！那朵好像…帽子！棧棧繼續走著走著，來到了公園，看見好多小朋友開心地遊玩著，突然一顆橘色的氣球飄過。是氣球！棧棧追著它

跑了起來。氣球飄走了，棧棧看見了一個女孩正在吹著泡泡，他開心地又跑了起來。是泡～泡～棧棧追到了泡泡，便伸出他的手指戳了戳。啵，啵，泡泡破掉了。跟隨著泡泡飄動的方向前進，棧棧好像看見了什麼。哇～是彩虹耶！雨過天晴，美麗的景象出現在棧棧的眼前，這一趟回家的路上，抬起頭帶來好多收穫，讓棧棧的心情變得更好了！



圖 1 《別忘了抬頭》內頁

3. 研究架構與流程

本研究目的是藉由自身經驗去設計《別忘了抬頭》這本數位繪本，提供給四到六歲的幼兒閱讀，期望透過互動性數位繪本讓孩童探索生活中的美，提升幼兒的美感發展。目前這篇研究計畫主要說明繪本設計過程以及相關理論的應用。未來可以藉由《別忘了抬頭》進行美感教學活動。本研究架構主要將美感意識的理論基礎下，設計出《別忘了抬頭》這本數位繪本，再透過美感教育融入繪本教學活動，如圖所示。

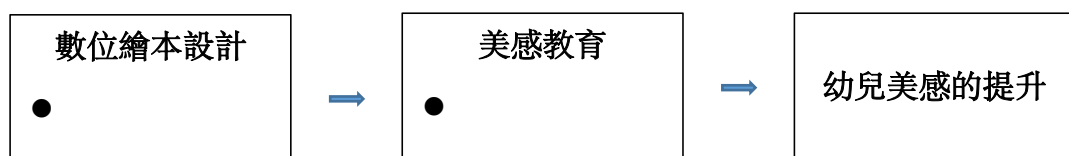


圖 2 研究架構

4. 數位繪本實踐美感教育計畫

許多美感教育研究學者指出美感活動中很重要的一環即參與及致力於追尋美感經驗。Eisner (1994) 的美學探究中，將教學與視為一個藝術品，學生或老師可依據個人對人、事、物、以及大自然的辨識、欣賞，培養出鑑賞的水準。因此，美學探究的歷程之中可以引導幼兒進行認知的途徑，透過自身的美感經驗蒐集資料 (Eisner, 1998)。綜此，本研究目前為一個探究計畫，欲探討在幼兒數位繪本實踐美感教育，希望經由多階段的方式，培養孩童對美感教育的素養，目前共規劃為四階段實施，如以下圖 3 及以下所述。



圖 3 數位繪本實踐美感教育計劃流程

第一節段為故事講述，讓孩童從集中注意力，培養觀察力，關注繪本的故事內容。第二階段為體驗活動，教師可以透過此繪本做延伸活動，讓孩童維持注意力及提升學習興趣，而自主探索可提升對美感經驗的發現。第三階段為實施美感經驗學習單，學習單參照表一美感經驗的四向度，讓孩童及教師根據這四向度檢視學習狀況。最後階段由教師帶領孩童進行分

享讀後心得與發現，可再進行延伸性的問答，除了可以促進兒童口語發展，也能表達自我的喜好以及個人的觀察。

5. 結論

本研究現階段主要說明《別忘了抬頭》數位繪本設計過程，目前已完成數位繪本的製作，未來將《別忘了抬頭》數位繪本應用於美感教育計畫，探討透過數位繪本是否能達到美感教育的成效。後續將開展教學實踐四步驟，並會搭配教學步驟搭配適合的評量方式和觀察向度，進一步探討本篇數位繪本應用於美感教育的教學之上。

參考文獻

- 王瓊珠 (2004)。故事結構教學加分享閱讀對增進國小閱讀障礙學童讀寫能力與故事結構概念之研究。《*台北市立師院學報*》，35(2)，1-22。
- 教育部 (2013)。教育部美感教育中長程計畫。臺北市：教育部。
- 教育部 (2016)。幼兒園教保活動課程大綱。臺北市：教育部。
- 陳又菱、孫之元、陳薇暄 (2020)。行動社群應用軟體融入美感教育活動對大學生的美感經驗與情境興趣之影響：以 Instagram 為例。《*數位學習科技期刊*》，第 12 卷第 2 期，1-24。
- 陳儒晰 (2016)。幼兒電子繪本學習活動的社會在至與批判教育學省思。《*教育傳播與科技研究*》，第 12 卷第 2 期，21-38。
- 陳錦惠 (2005)。教學經驗中的美感特質探討-杜威美學觀點。國立台北師範學院課程與教學研究所碩士生，台北市。
- 湯梓辰 (2019)。進入孩子的思維世界：幼兒遊戲探究。索引數位出版社。
- 黃敏玲 (2008)。幼稚園教師運用閱讀相互教學之行動研究（碩士論文未出版）。台北市立大學幼兒教育學系碩士班，台北市。
- Dewey, J. (1958). *Art as experience*. N. Y.: Capricorn Books.
- Eisner, E. W. (1994). *Cognition and curriculum reconsidered*, 2nd edition, New York: Teachers College Press.
- Eisner, E. W. (1998). *The enlightened eye: qualitative inquiry and the enhancement of educational practice*. Upper Saddle River, N.J.: Merrill.
- Holdaway, D. (1979). *The foundations of literacy*. Portsmouth, NH: Heinemann.

元宇宙视域下虚实融合的文科类教学活动设计研究——以《登江中孤屿》古诗为例

Research on the Design of Liberal Arts Teaching Activities based on the Integration of Virtual and Reality from the Perspective of Metaverse——Taking the Ancient Poem "Ascending the Isolated Island in the River" as an Example

王世杰^{1*}, 文福安²

^{1,2} 北京邮电大学网络系统与网络文化北京市重点实验室

*791905288@qq.com

【摘要】 文科类教学活动单一、形式枯燥,不利于学生理解和创想。目前新兴的元宇宙将是社会未来发展的新形态,它包含多种新兴技术,对文科教学活动将有极大的帮助。本研究从文科类教学活动现状出发,基于理论依据和教学活动技术架构支持下,以元宇宙视域构建出虚实融合的文科类教学活动模型,并提出具体实施的方法,最后以《登江中孤屿》古诗为案例进行设计探究。本研究对文科类教学活动方案具有一定的参考价值,促进文科类教学的发展。

【关键词】 元宇宙;新文科;活动设计;教学模式;虚实融合

Abstract: Liberal arts teaching activities are single and boring, which is not conducive to students' understanding and creativity. At present, the emerging metaverse will be a new form of social development in the future, including a variety of emerging technologies, arts teaching activities will be of great help. Starting from the current situation of liberal arts teaching activities, based on the theoretical basis and the technical framework of teaching activities, this study constructs a model of liberal arts teaching activities with the integration of virtual and reality from the perspective of metaverse, and puts forward specific implementation methods. Finally, the ancient poetry of "Ascending the isolated island in the river" is taken as a case study. This study has certain reference value for liberal arts teaching activities and promotes the development of liberal arts teaching.

Keywords: Metaverse, New liberal arts, Activity design, Teaching mode, Virtual-real fusion

1. 引言

元宇宙是目前国家、社会以及高校的研究热点,也是未来信息技术社会发展的趋势。2022年各地政府纷纷加入元宇宙赛道,发布多个元宇宙相关政策。例如2022年7月上海市政府颁布《上海市培育“元宇宙”新赛道行动方案(2022-2025年)》、2022年9月河南省政府办公厅发布《河南省元宇宙产业发展行动计划(2022-2025年)》。学术领域,很多学者都开展元宇宙相关内容研究,例如沈阳提出元宇宙是整合多种新技术而产生的新型的虚实相融的互联网应用和社会形态,且分析它将极大程度打通现实与虚拟空间(沈阳,2022)。蔡苏等通过分析教育元宇宙的特征、六大底层技术及应用场景,提出教育元宇宙将为研究教育系统的复杂性和教育的发生发展规律打开了另一扇大门(蔡苏等,2022)。元宇宙具有逼真的体验性以及丰富的活动方式,可以满足用户自由的设计与创想需求。元宇宙在教育领域大有可为,目前相关的教学活动设计大多偏向于工科类。文科类的教学活动虽有提出,但是研究较浅,很多学者也无法理解如何对文科类的课程进行教学活动设计。

2. 文科类教学活动现状

文科类教学活动形式较为单一,通常为传统课堂讲授式教学,教师在课堂教学中仅仅通过语言为学生传授知识,这样的教学活动形式已经不再适用于新时代人才培养模式。随着2018年“新文科”的提出以及2020年《新文科建设宣言》的发布,大批研究者进入文科领域进行学科探索与建设,创新出多种教学模式,对文科类教学发挥着积极的作用。如于杨等通过研究新文科建设的价值指向,在教学方面提出积极融合新技术,推动文科教学现代化(于杨等,2021)。安丰存等从新文科建设理念和形态等方面,提出学科建设、专业建设、课程建设一体化的建设路径(安丰存等,2019)。

除此之外,部分学者还开展利用虚拟现实等新型技术的文科类教学模式,如李哲探索了虚拟现实技术(VR)在跨文化交际课程实验教学中的应用,提出“实虚结合”混合式跨文化交际课程实验教学模式(李哲,2022)。贾文涛等从社会与高校教育资源融合的角度提升新文科基础信息资源的平台建设和文化竞争力的内涵建设(贾文涛等,2022)。纵观各位学者都提出了建设理念和建设方法,但并未提出较为通用的文科类教学活动设计模型。文科类教学活动发展还依然处于探索阶段,其中小学及高校中文科类教学活动方式未有较大的变化。本研究将结合元宇宙大背景,深入探究虚实融合的文科类教学活动设计理论与活动模型,为文科类教学学者提供科学、系统、通用的设计方案。

3. 虚实融合的文科类教学活动设计方案

文科类教学活动设计要注重课程建设质量和课程模式创新,把握文科的知识性和价值性(吴岩,2021)。文科类内容较为枯燥,基于情境认知体验和动机主体性体验构成的教育游戏设计框架将提高学习者的学习兴趣,使学习者在“玩中学”(张露,2021)。基于此,本文首先从教学活动设计理论依据出发,结合文科类活动描述四类核心理论依据。其次,通过目前新兴技术作为活动设计支撑,从而提出教学活动模型构建框架。最后从活动前、活动中及活动后详细说明教师应该如何实施此类教学活动,并提出了开展活动的注意事项。

3.1. 理论依据

移动学习理论。移动学习经历了从知识传递到认知建构再到情境认知的阶段,其内涵与应用方式也不断更新迭代(余胜泉,2007)。结合5G/6G通信技术,新时代下移动学习理论将发挥着更重要的作用。文科类知识多数带有意象,针对此类内容教师应为学生提供情境式的移动教学新模式。它能够实时传递教师或学习者需要的教与学三维资源,同时为教师搭建多种虚拟教学环境场景,充分考虑了教师、学生以及教学媒体选择等要素,帮助师生随时随地进行教学活动。

具身认知理论。人类认知与社会发展不断发生变化与契合,具身认知理论提到认知的形成是处于特定情境中的身体与情境不断交互的过程。在科技时代,具身认知更好的展现出对个体对事物的亲身体验及本体感知的样态。在多学科交叉融合下,学习者对新隐喻的学习和掌握离不开身体的感觉运动系统(郑皓元等,2017)。文科教学活动中,具身认知可以帮助学习者感受抽象知识的具象本质,通过五感六识具身体验提高学习者对知识的深度理解与领悟,同时增添游戏元素内容设计,激发学习者娱乐天性,使得游戏化教学融入具身体验,增强学习持续性。

协作学习理论。协作学习是基于共同学习目标,通过团队合作的方式共同完成学习活动的教学活动模式。协作学习要求团队成员发挥各自优势,紧密连接。沉浸式互动协作将成为未来协作学习转变的方向,通过体验、情境、交互和反思可以在协作学习基础上实现深度学习。沟通与交流、论辩与批判等是目前新文科重视的核心素养,学习者可通过协作学习模式与教师、学生、AI机器人三方进行深入交流,不断培养学生这方面的素养与能力,提高学生活动学习绩效。此外教师还要注意恰当选择与运用各种学习理论、学习资源、学习环境、学习策略中的有利因素,使学习者结成学习共同体,以此促进学习绩效的最优化(彭绍东,2010)。

建构主义理论。网络科技时代，建构主义形态发生转变。新建构主义是基于互联网时代学习者学习行为风格进行提出的，包含情境、搜索、选择、写作、交流、创新、意义建构七大方面（王竹立，2011）。在文科教学活动中，新建构主义的七大方面需具体分析。情境包括文学背景下虚拟空间与现实空间的交织，激发学习者的学习主动性，同时为教师提供多种教学环境。搜索指师生获取信息的多种途径。选择是师生处理纷繁复杂的信息能力。写作、交流与创新指学生在参与项目学习的过程中，教师对其各环节过程中文科素养及文学能力的培养。意义建构不仅包含传统建构主义提到的对知识的理解与应用，发现事物本质特征与规律等，更重要的是对文科类知识整体逻辑进行架构，搭建知识图谱，发现事物的新性质。

基于上述理论，我们可以发现移动学习理论侧重说明了教学活动的形式及工具，具身认知理论强调了学习者的学习方式及对文科知识内容的深度理解，协作学习理论凸显出如何培养人的文科素养与实践能力，建构主义理论则综述了整个教学活动的搭建及运行。因此在构建文科类教学活动设计方案时，要基于课程知识与学生能力协同培养的目标，通过学生协作创新与具身交互实践相结合，激发学生自主构建文科类抽象型知识的体系，通过虚实结合的情境化环境为学生意义建构提供教学活动的场所。

3.2. 技术支撑

在文科类教学活动方面，目前使用的一些多媒体设备已无法满足新时代学生培养要求。元宇宙将融合多种新型技术，为用户提供虚拟空间与现实空间的实时交互与深度沉浸。《元宇宙通证》一书里提到元宇宙将通过网络及运算技术、物联网技术、交互技术、人工智能技术、电子游戏技术、区块链技术等六大核心技术作为支撑（邢杰，2021）。对于文科教学活动来说，需要从文科类特点出发选择适宜的技术。本研究从网络运算、数据资源、智能交互和管理评价四方面搭建了文科类教学活动技术架构（见图1），为教学活动提供技术支撑。

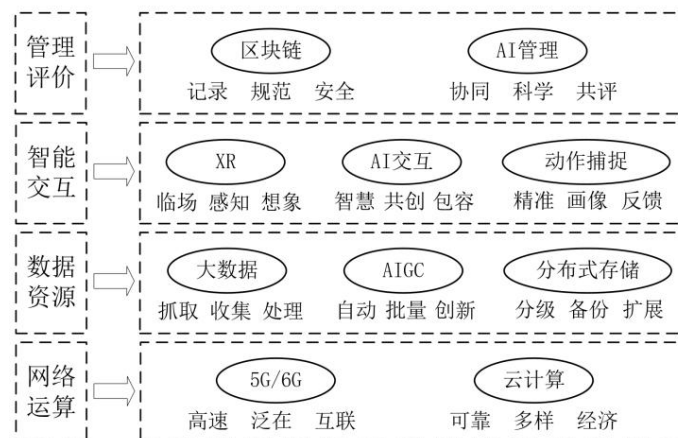


图1 教学活动技术架构

在网络运算方面，首先要保证教学活动中虚拟教学场景的实时连接与显示，如在教师开展古诗文化教学时，学生进入古代的场景进行在线体验，因此5G/6G通信技术需作为底层网络连接的基础保障。其次这种虚拟动态场景的变化需要进行大量的计算与处理，云计算技术具有可靠性和多样性，将虚拟化要素统一放在云系统资源虚拟池当中进行管理，有助于整个场景多模块数据进行高效运算。

在数据资源方面，文科类知识体系较为复杂，学习资源较多，很多知识内容较为开放，因此其数据来源也较为广泛。大数据技术可存储巨量数据，保证教学资源的多样性，同时还可以抓取、收集类型繁杂的多点数据。课堂中教师在开展文学作品赏析时，引导学生进行聚类分析，利用大数据技术则较好的为同学们进行数据处理。除了从外界获取资源外，人工智能自动生成资源也逐渐兴起，这一技术被称为AIGC技术，它是利用人工智能技术自动生成内容的新型生产方式。教师可以输入相应的课程内容要素与特征，利用系统自动生成的资源开展活动。通过前两种方式获取大量数据资源后，要对数据资源进行筛选与存储，保证学生实时浏览，分布式存储技术则较好的提供了这一服务。它将分散的存储资源构成一个虚拟的

存储设备，并利用多台存储服务器分担数据资源存储负荷，极大优化了数据资源的存储。

在智能交互方面，教师和学生首先需要利用 XR 设备进入虚拟空间。利用 XR 技术为学生提供一种临场感，通过手柄可以深入感知，提高学生的想象力。其次，在虚拟空间中，学生通过引导与虚拟世界的人物进行交流对话，则需要 AI 交互技术与用户进行智慧交流，共同与学生进行创新，同时设置容错机制，对学生的错误操作进行一定的包容。在虚拟空间与现实空间的交织中，教师无法一一对学生的行为进行记录，这时动作捕捉技术则解决这一难题，它可以精准定位学习者的各种行为，通过对不同学习者的行为数据进行个性画像，最终反馈给教师，帮助教师更好的把握学生动态，合理设置教学活动。

在管理评价方面，区块链技术可以较好的储存每一次教师开展的教学活动，对不同学生的活动进行一一记录，规范的部署在云空间中，同时对活动数据进行安全保护。同时 AI 管理技术为教师管理与评价具有较大的帮助，通过虚拟助教老师指导学生活动，实现教学活动的双师指导，而且利用 AI 技术设定标准，将学生的活动数据进行分析、评价，通过人机共评的方式，为每一位同学的活动进行科学评价。

3.3. 模型构建

创新培养是文科类教学改革的重要方向。文科类教学活动模型构建包含哪些要素，如何设计才能打破传统单一文科教学是本研究的重点。通过上述的理论依据以及技术支撑，本文结合元宇宙特征，对文科类教学活动进行模型构建（见图 2）。

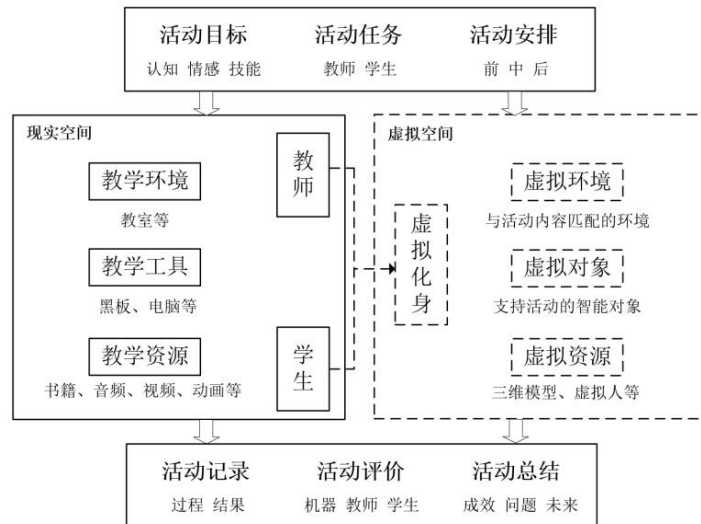


图 2 文科类教学活动模型构建

该模型分为三层，第一层包含活动目标、活动任务、活动安排，这一层主要是基于学习对象分析的基础上，教师在教学活动开展前对课程目标、任务以及内容的设计与安排。活动目标则为传统的三类目标：认知、情感和技能；活动任务为教师任务和学生任务，教师需明确此次活动教师的教学任务以及学生应该完成的课程任务；活动安排分为活动前、中、后的安排。第二层为具体教学活动的开展，开展环境分为现实和虚拟两大空间。现实空间里，教师和学习者可以根据教学工具、教学资源开展真实的教育内容，主要传达文科类课程的理论层面知识，让学生对课程有初步的了解。在虚拟空间里，教师和学习者需通过设置的虚拟化身身份进入虚拟环境。学生可以依据虚拟搭建的教学活动场景，利用虚拟工具对三维模型等虚拟资源进行具身认知学习。此外，虚拟世界中还包括 AI 助教、服务型 NPC 等支持教学活动的智能对象，帮助教师一起引导学生开展活动。第三层包含活动记录、活动评价、活动总结，这一层主要是在教学活动完成后教师对活动的总结与反思。活动记录指利用区块链等技术对本次活动的过程及结果进行记录与存储；活动评价指对学习者的活动行为数据进行人机共评，包括机器客评、教师总评、学生自评等；最后教师对整体学生的活动进行总结，分析此次活动的成效，发现活动中存在的问题，对未来的教学活动设计进行完善。

该模型构建具有以下特征：科学性，整个模型依据四大核心理论，采用教学活动技术架

构进行设计，具有一定的科学性；泛在性，教师可以通过该模型随时随地开展教学活动；具身性，通过现实空间与虚拟空间的交织，学生可以亲身进入虚拟环境中体验当时的文科背景；交互性，利用 XR 等技术，学生可以在虚拟的教学活动场景临场进行感知，并与活动中的对象进行交互；共创性，基于协作学习理论，学习者可以在虚拟空间中协作完成文学类作品；开放性，基于多种技术融合，学生可以利用任意资源实现各类想法的创新。

3.4. 具体实施

通过上述模型构建，教师在开展文科类教学活动时，可依据其模型特点和具体学科有效开展相关教学活动，具体实施步骤分活动前、中、后。

活动前，教师首先对教学任务以及学习者进行分析，设计前要考虑开展虚实融合教学活动的必要性。随后，教师依据构建的模型开始设计教学活动，例如活动场景、活动内容、活动资源选择以及活动目标。

活动中，教师先在现实空间为学习者介绍课程的背景以及主要内容，明确本次活动的目标、活动任务以及活动安排。然后教师和学生利用 XR 设备，选择自己的虚拟身份进入虚拟空间。这里有教师提前搭建好的虚拟环境，根据虚拟场景中智能虚拟对象的指引，学习者逐步完成任务。其中部分设计和创想类任务需要多人共同完成，这里需要学习者合理分配各自角色，共同完成此任务。

活动后，根据系统对学生的行为数据分析，为每一位学习者提供一份活动数据报告，学生可依据报告对刚才的活动进行总结与反思，教师可以依据全班的活动报告进行本次活动的总结，并且为后续的活动设计提供经验。

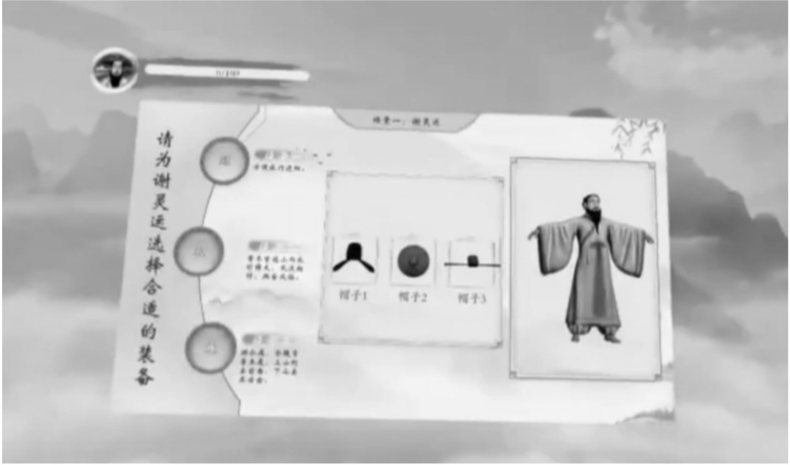

4. 活动案例设计及成效分析

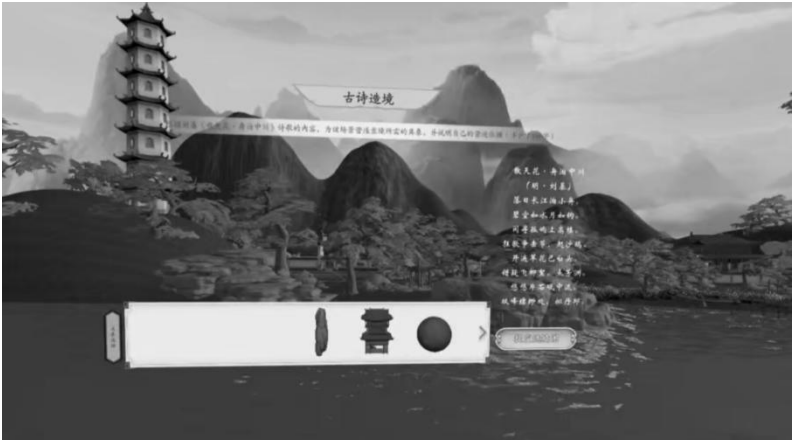
4.1. 活动案例设计

本研究以《登江中孤屿》古诗为例进行虚实融合的教学活动设计研究。首先教师进行学习者分析，确定本次学习者小学六年级的学生，并对其学习水平和风格进行分析。之后教师对课程进行研究，定位《登江中孤屿》是一首写景诗，诗人因倦游而觅新奇之境，然后描述登江中孤屿时所看到的风景，以及因此而产生对于神仙养生之境的幻想，抒发了作者对朝中的厌倦与渴望遁世处幽的心境。在了解课程内容后，教师认为该古诗包含叙事、写景、抒情等内容，单靠传统课堂的讲解无法达到教学效果，有必要开展虚实融合的教学活动，让学生具身感受当时诗人所处的环境，体会诗人的情感表征。具体教学活动设计如下（见表 1）。

表 1 《登江中孤屿》教学活动设计

教学活动	内容简要
活动目标 活动任务	1.明确诗歌描绘的意象及诗人写景的角度、路线和写作方法；学会赏鉴山水诗的方法；借助虚拟场景的创设，培养审美的主观性、能动性、建构新的审美观；对诗中虚拟场景进行创新，提高创新设计能力。 2.教师开展虚实结合的教学课程，引领学生顺利完成学习活动；学生要学习鉴赏诗歌的方法与技巧，完成虚拟系统实验。（活动安排如下）
开展活动	（教师首先在现实空间中利用多媒体为学生讲解这篇古诗的背景以及诗人所处的环境。之后学生借助虚拟现实系统，利用 XR 设备选择虚拟身份，以“第一视角”进入虚拟场景）

	 <p>AI 助教：引导学生开展活动。 学生：描绘所看到的场景，与古诗内容对比。 教师：引导学生理解古诗的框架（叙事、写景、说理）</p>
活动内容	<p>（寻找诗中意象，体会诗人写景方法：学生操作虚拟现实系统，与虚拟场景交互，将诗与景结合，寻找诗中的意象及其特点） 教师：引导学生在虚拟场景中找到诗人描写的意象，并用语言来描述。 学生：开展虚拟场景探究，解答教师提出的问题。 教师：引导学生体会诗人以“媚”字表现孤屿山在清澈的江流中间秀峰耸翠，妍美悦人；以“辉映”二字，描述白云和红日的相互映衬；以“澄鲜”描述水天一色的景象等。 （设计意图：学生自主探究，实现与虚拟场景的交互，在探究的过程中，加深对诗的理解，同时形成对诗中景象的审美）</p>
重现场景	<p>（学生自主操作虚拟现实系统，借助手柄的操作、动作视角的变化，在虚拟场景中尝试寻找诗人观景的路线以及写景的角度） 教师：引导学生分析诗人是以何种心情何种角度欣赏这美景？并提出任务：尝试操纵手柄在虚拟场景中再次重现诗人游览的路线和角度。 学生：重现诗人写景之路，与虚拟场景深度交互。</p>  <p>（设计意图：学生在与虚拟场景的互动中，发现诗人写景</p>

	方式的变化，包括角度、路线及色彩等变化，培养学生知识探究能力与创新思维)
创意设计	<div>AI 助教：引导学生交流讨论，对古诗情境进行创设。</div> <div>学生：开展团队协作，依据团队想法与创意，对古诗情境进行设计</div> <div></div> <div>(设计意图：加强学生的文学素养，提高创意能力与团队协作能力)</div>

在活动完成后，系统将自动分布式存储所有学习者的活动数据进行管理，利用动作捕捉技术产出学习者的活动报告，教师 and 智能系统共同对学生的本次活动进行评价并反馈给所有同学，同时教师针对本次活动结果与活动目标对应，总结此次活动存在的不足并进行完善。

4.2. 成效分析

山水诗重在描绘景色，景色的欣赏是山水诗的重中之重。利用虚实融合的教学活动设计模型，能够为山水诗的教学创设更加真实的环境及氛围，有利于学生赏景析情。此外该活动设计也给学生带来了自由操作、自主探究的学习模式，学生不仅可以找到诗人写景的角度，也可以创造自己写景的角度，有利于培养学生的创造力。因此文章基于文学实验的认知与能力两大指标（纪芳，2016），将观念演化为文科素养，构建教学活动成分分析表（见表2）。教学活动结束后，教师需依照产出的数据报告对教学活动进行成效分析，从认知思维、综合能力和学科素养三大方面及时评价此次的教学活动开展情况。

表 2 教学活动成效分析表

一级指标	二级指标	指标描述
认知思维	具象理解	对文科类知识内容进行亲身体验和三维认知
	本质探究	对核心主旨进行深度鉴赏，对其本质进行探究
	品析逻辑	对品析文科类知识内容整体逻辑进行架构
综合能力	自主探究能力	观察、知疑、假设、试验、印证、推想等
	协作学习能力	合作协同、角色扮演、竞争辩论等
	融合创新能力	理解、分析、创作、想象、批判等
	意义建构能力	复杂拆解、聚类分析、特征概括、内容重建等
学科素养	文学素养	自身的文学创作、意义交流、思想传播等素养
	文化底蕴	内在的学识修养、文化理念、道德情操等

人文精神	修养 古人对国家、对社会、对个人的情感价值 传承
------	--------------------------------

5. 总结与展望

文科类课程主要包含语文、英语、政治、历史、地理等，这些学科内容较为抽象。例如历史学科，其中很多知识与当时的时代背景相融合，学生无法从书籍或者视频资料进行临场感受。因此设计虚实融合的文科类教学活动是未来中小学课改的重要方向，教师需要合理对不同学科不同内容进行设计，既要满足教学任务，又要让学生对知识进行充分的理解。本文以《登江中孤屿》古诗为例设计虚实融合的教学活动，是开展文科类教学活动的创新之一。但是由于目前技术以及硬件发展受限，虚实教学活动无法完美结合。例如学生都穿戴VR设备，教师无法观察到每个人的虚拟界面，不能对学生的内心世界以及理解水平充分掌握。未来元宇宙将实现教学全智能化，教师和学生无需设备的束缚即可开展虚实融合的教学活动。如何设计教学活动才能打破文科壁垒，进行多学科交叉是下一步研究的方向。

参考文献

- 于杨,尚莉丽(2021).新技术革命背景下新文科建设的价值指向与路径探索[J].教育理论与实践,41(21):3-6.
- 王竹立(2011).新建构主义:网络时代的学习理论[J].远程教育杂志,29(02):11-18.
- 安丰存,王铭玉(2019).新文科建设的本质、地位及体系[J].学术交流,(11):5-14+191.
- 李哲(2022).新文科背景下虚拟现实技术(VR)在跨文化交际课程实验教学中的应用[J].实验室研究与探索,41(04):240-245.
- 邢杰,赵国栋,徐远重等(2021).元宇宙通证[M].北京:中译出版社.
- 纪芳,武文颖,于伟.以能力为本位的文科类实验教学效果评价研究[J].实验技术与管理,2016,33(10):193-195+208.
- 吴岩(2021).积势蓄势谋势 识变应变求变——全面推进新文科建设[J].新文科教育研究,1(01):5-11+141.
- 张露,胡若楠,曾嘉灵,尚俊杰.如何设计科学、有效、有趣的教育游戏——学习科学跨学科视角下的数学游戏设计研究[J].电化教育研究,2021,42(10):70-76.
- 余胜泉(2007).从知识传递到认知建构、再到情境认知——三代移动学习的发展与展望[J].中国电化教育,(06):7-18.
- 沈阳(2022).打通现实与虚拟 元宇宙发展大有可为[J].在线学习,(04):61-63.
- 郑皓元,叶浩生,苏得权(2017).有关具身认知的三种理论模型[J].心理学探新,37(03):195-199.
- 贾文涛,李怡君(2022).高校新文科虚拟仿真实验教学的创新路径[J].中国高等教育,(Z1):55-57.
- 彭绍东(2010).从面对面的协作学习、计算机支持的协作学习到混合式协作学习[J].电化教育研究,(08):42-50.
- 蔡苏,焦新月,宋伯钧(2022).打开教育的另一扇门——教育元宇宙的应用、挑战与展望[J].现代教育技术,32(01):16-26.

具置身辨識的共時多情境學習系統

Simultaneous multi-situational learning system with embodied cognitive services

吳建宇¹, 謝孟軒², 王振漢^{3*}, 楊舒涵⁴, 陳國棟⁵

¹²⁵ 中央大學資訊工程學系

³ 中央大學學習科技研究中心

⁴ 健行科技大學餐飲管理系

*harry@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 情境學習讓知識學習與其知識實踐的情境連結，以強化學習效果。然而過去研究提出的情境學習環境，僅提供單一的知識解釋或知識應用情境，未能同時展現這些學習情境，以促進知識學習與實踐。為解決這個問題，本研究提出一個共時多情境的情境學習系統，它在原有的知識應用情境中，可依據學習者學習行為中的語音或肢體辨識機制，同時生成相關的知識解釋情境，讓學習者可同時置身於不同情境中，進行知識解釋與知識應用的實踐。本系統在某科技大學進行驗證，其結果顯示，多情境學習系統優於傳統單一情境學習系統，能顯著提升學習者的學習成效。

【關鍵字】 情境學習；具身認知；共時多情境

Abstract: Situational learning links knowledge and application in real environment to improve learning performance. However, the situational space established in past research only provides a single situation for explaining or showing its application, and fails to promote learning by simultaneously displaying all the situation. To address this issue, this study provides a simultaneous multi-situational learning system, to let original knowledge application situation can generate relevant knowledge explanation situation simultaneously, according to learner's embodied or speech performance. Thus, learners can immerse in different situations at the same time. To verify its effect, we conduct an experiment in a university of science and technology. The results show students using simultaneous multi-situational learning system have better performance than those using traditional situational learning system.

Keywords: Situational learning, embodied cognitive, Simultaneous multi-situation

1. 簡介

1.1. 研究背景

情境學習透過改變學生的周遭環境來符合知識在真實應用中的情境，藉由讓學生置身在知識可能發生的情境當中，讓學習者在獲取知識的同時，可以加強學生對於知識和實際應用情境意義的連結性。在過去 Brown 等人提到知識是情境化的，強調學習應在真實的情境中進行，讓學生經由觀察、模仿、參與真實活動，與社會互動中了解知識的意義，只注重基於課本的學習會導致在現實世界中使用時出現問題(Brown et al., 1989)，同時也有其他研究在探討如何去設計一個情境學習環境來幫助提升學習成效，並證實情境學習是一個可以有效獲取知識的教學方法(Herrington & Oliver, 2000)，但由於在現實環境中搭建適合的情境，過程相當繁複且困難性極高，因此傳統課堂中很少融入情境學習(Dede, 2009)。但隨著科技的進步發展有更多的研究者透過建構虛擬環境提供更多情境學習的實踐方式，像是 VR 或 AR，透過電腦、頭戴式顯示器(HMD)建構虛擬環境，在虛擬環境中藉由設備來進入情境中互動，為使用者創造身臨其境的互動體驗，也有像是 Wu 等人透過將人物影像與虛擬場景結合，讓使用者具身融入到情境之中，且可以快速地在教室中搭建情境學習的環境(Wu, 2015)。

在真實環境互動中，除了口語的互動交流外，也時常透過肢體語言來加強在視覺方面帶給人的感受，具身認知理論說明學習者可以透過身體與環境的互動過程來幫助獲取知識

(Wilson, 2002), 隨著 AI 科技及雲端技術的發展, 降低在數位實境的環境中結合這些互動方式的困難程度, 讓我們能更容易辨識出學習者的口語或肢體行為, 同時也有研究指出在虛實世界間具身互動可以提高使用者的參與度(Lindgren et al., 2016), 以及在數位劇場中加入肢體辨識服務, 讓學生能夠以具身肢體行為去進行互動(Wang et al., 2020), Xie 等人(2022)則更進一步讓電腦成為學生個人的指導者, 讓電腦點出個人學習過程中姿勢、情緒表情不足的部分, 引導、指引學生立即修正。

然而, 學習的方法不是僅侷限在一種情境中, 像是傳統紙本教學通常是在解釋知識的情境中學習; Heathcote & Bolton 提出的 Mantle of the Expert (MoE)理論中指出在學習過程中, 當學生被老師賦予一個專家的角色, 就必須為了這個目標去學習相關知識, 在課程中積極探索問題, 這是在解決問題的情境中學習(Heathcote & Bolton, 1994)。在情境學習的方法當中, 學生可能會因為事件的變化而同時扮演著多種不同的角色, 另外 Lave & Wenger 提到的 Legitimate peripheral participation (LPP)理論中提到, 學習複雜技能的最佳方式是成為解決問題的團隊的一員, 運用目前所學得知識去解決當前的問題, 從中學習慢慢成為團隊中核心的角色, 過程應該從最外圍的角色, 一路在學習、解決問題的環境中成長, 慢慢的成為中心的角色, 因此在學習的過程中需要去了解不同角色在不同情境中的狀況, 由上述內容可知學習的過程中包含大量不同的知識, 因此在情境學習中需要透過解釋知識的情境、解決問題的情境、知識應用的情境等等多個不同情境的融合來進行學習。

1.2. 研究動機

根據前述內容我們可以發現, 目前研究的情境學習系統通常將學生限制在單一情境當中, 使得學生只能看見知識應用的場景, 但無法看到學習知識情境化的樣子, 由於這幾年科技進步的發展, 以及 AI 及雲端技術慢慢成熟, 我們可以透過將原有的情境學習系統和即時辨識系統進行結合, 讓系統針對學生具身表達的知識給予相對應的情境回饋, 讓學生同時可以在同空間感受到多種情境化的知識, 並改善過去只能由事後分數、同儕和老師的評論獲得回饋的缺點。

1.3. 研究目標

根據研究背景和研究動機, 學生在學習過程可能需要多個情境, 以滿足學生在不同知識下對於情境的要求, 因此我們藉由在傳統情境學習系統上, 加入語音及肢體的辨識系統, 提供學生(1)知識解釋的情境; (2)知識應用的情境; (3)解決問題後的情境, 當學生們展示學習成果後立即被系統辨識並產生相對應的情境變化, 讓產生的情境和原有情境同時存在相同空間的共時多情境的置身情境學習系統, 因此本研究的研究目標為(1)建置一個可即時置身辨識評量且共時多情境的置身情境學習系統, (2)驗證此系統對於學習者學習成效的影響。

1.4. 研究問題

本研究將探討使用共時多情境的置身學習系統時, 系統隨著即時評量學生學習情形的結果產生出不同的情境, 並能夠讓變化出的情境與原有應用的情境同時存在於一個數位空間中, 讓使用者可以同時置身於展現的情境與其變化的情境中學習, 因此本研究提出以下研究問題: 「當學習者在學習時, 使用情境會隨著即時評量的學習情形進行變化的共時置身在多情境間的情境學習系統, 是否可以比傳統只提供單一情境的情境學習系統有更好的學習成效。」

2. 相關研究

2.1. 情境學習

情境學習是學習者透過在不同的情境中進行探索學習並從中反思與回饋, 來提升學習者思考、探索、解決問題的能力, 目的是培養學生將學校所學知識應用到現實世界中的能力, 在 Brown 等人(1989)的研究中提到知識是活動、文化背景的產物, 知識的獲取是透過與環境間的互動而來, 此外 Gagne 等人(2005)也認為學習者應在情境中學習, 將生活中的事物作為教材, 當這些知識在情境中被使用的時候 才是有意義的學習, 而真實學習(Authentic Learning)即為一種情境學習的方式, 透過將學習的內容與現實世界中的議題結合, 讓學習者可以一邊

做一邊學，進而幫助使用者提升學習成效(Ornellas et al., 2018)，另外戲劇式學習 (Drama-based Learning)亦是一種情境學習的方式，透過讓學習者合作演出一齣戲劇，讓學習者在情境下學習知識，此外有研究也指出此方法可以使得學習者在過程中更積極參與，對於學習有正面的影響(Dawson & Lee, 2018)。

在過去的情境學習的研究當中，有些學者是採用情境教室的方式，例如英語村(English Village)，其將教室布置成國外環境，讓學生不需要出國也能夠沉浸在英語學習的體驗環境當中(Kelch, 2011)，而在臺大醫院的臨床技能中心也有模擬開刀、問診的空間，讓學生熟悉在看診時的過程。而在科技進步的時代開始有些研究試著將情境學習與多媒體科技結合，減少在真實環境中模擬學習情境的繁雜過程，例如以 Chou 等人(2012)開發了一款電腦遊戲，以 game-based learning 和情境學習的方式做結合，讓小學生處於地震情境中，教導他們在遇到地震時如何反應，也有像是在教室中搭建數位空間以 Drama-based Learning 的方式來進行情境教室，透過讓學生演出戲劇，讓學習者在情境中學習(Wu, 2015)，這些都進一步證實數位情境學習平台的可能性。

2.2. 具身認知

隨著科技的進步發展，建立真實環境的方式也逐漸往數位化的方式去呈現，讓學習者可以藉由某些形式出現在場景中互動，研究也指出在虛擬世界中建立的情境來進行情境學習可以提升學習成效(Giasiranis & Sofos, 2016)。在人機介面的部分除了傳統透過設備的非具身方式操作外，也可以透過額外的感測器或是辨識系統來偵測使用者的行為，利用具身的方式進行操作，如 Linden 實驗室開發的 Second Life 即是利用在視窗(Windows)中的圖標(Icon)、選單(Menu)，以指標(Pointer)方式點選操作，以 WIMP 讓學習者透過設備操控虛擬化身進入到虛擬世界中互動，而像是 VR 則是藉由設備來具身進入虛擬情境中互動，讓使用者感受到身臨其境的互動體驗(Buttussi & Chittaro, 2017)，而在部分的研究也指出使用 VR 幫助進行教學，能夠提高學生的學習動機與使學生的成績有所提升，超越單純的觀察和探索(Kavanagh et al., 2017; Kwon, 2019)。

然而在上述 Second Life 都是藉由虛擬化身進入情境，較無法讓使用者觀察到自身在虛擬環境的行為表現來進行反思學習，且較無考慮在多群體之間的互動，而 Wu 等人(2015)提出的數位學習劇場(DLT)正好提供一個可以具身沉浸在數位真實環境的方法，藉由鏡像的設計來看見自己在情境中的表現，讓學生可以在表演的同時中看到自身的行為表現，藉此讓學生可以進行反思學習。

3. 系統實作

為支持本研究，我們設計一個共時多情境的置身情境學習系統，讓使用者在虛擬情境中進行表演時，系統可以即時辨識使用者語音和肢體具身行為，並透過重疊的方式在原有的應用情境上加上學生具身行為描述的知識解釋情境，以及根據學生扮演不同人物變化，變化符合情境的服裝及場景，讓學生理解知識在不同情境中的變化，使學生對於情境和知識有更好的連結性，其系統架構如圖 1 所示。在共時多情境得學習系統方面包含數位學習劇場，將人物進行去背分離之後，讓學生可以自己具身進入數位劇場當中，並利用學習事務的控制 APP，可以協助在實驗展演進行中，利用遠端協助例外狀況的處理，隨時可以掌握表演進行狀況，並即時去進行修正，在過程中同時會將資訊送入即時辨識系統當中，若辨識使用者做出符合由多情境資料編輯系統設定的事件動作，則在共時多情境處理系統會進行呈現畫面的情境處理。

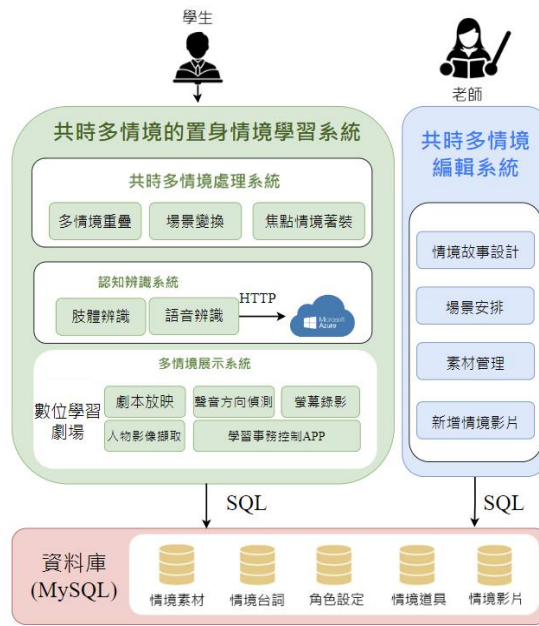


圖 1 系統架構圖

3.1. 共時多情境變化系統設計

在共時多情境變化系統方面包括兩個部份，第一個部分是資料編輯系統，其畫面如圖 2 所示，編輯者可以新增事件及新增素材，並同時設定當事件觸發之後的場景、道具和服裝等情境變化，而第二個部分是畫面處理的系統，依照先前編輯系統對資料庫設定的事件進行處理，主要項目為(1)場景變換、(2)焦點服裝變換、(3)多情境的畫面處理，系統根據學習者的動作反應後，即時辨識並依照設定的內容將產生出來的畫面和原有的情境畫面進行處理。



圖 2 共時多情境資料編輯系統介面

3.2. 即時辨識系統實作

在即時辨識系統方面包括兩個部份，圖 3 為即時辨識系統流程圖，第一個部分是語音辨識的部分，此部分透過 Microsoft Azure Recognition 中的語音服務辨識功能進行處理，透過 Speech-To-Text API 將接受收到的音訊內容轉化為日文文字，接著再對轉化後的文字進行標點符號處理，減少比對內容不必要的錯誤，接著會將處理完的結果與台詞進行比對，讓系統根據辨識出來的結果進行相對應的背景和道具變化。而第二個部分是肢體辨識的部分，此部分透過 TensorFlow 訓練辨識模型，以 Long-term Recurrent Convolutional Networks (LRCN)的方法來進行訓練，將 CNN 和 LSTM 結合在一個模型中，透過 Convolutional layers 在影片的每

一幀提取特徵，這些特徵將被送到 LSTM layers 來處理每一幀之間的時間關係，以此來建立模型，解決使用者動作可能是連續動作的情況，在辨識完肢體辨識的結果後，系統會根據辨識出來的結果進行相對應的背景和道具變化。

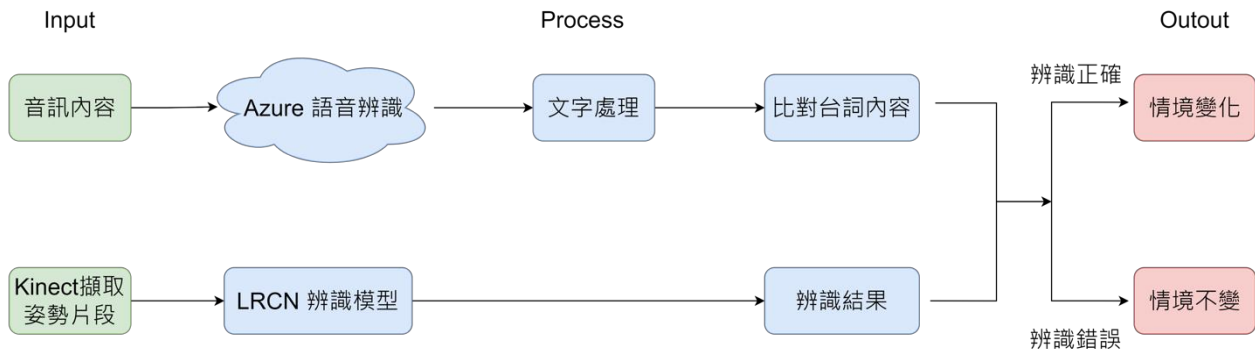


圖 3 即時辨識系統流程圖

4. 研究方法

4.1. 實驗目的

為確認學習者在多個情境空間的環境中學習表現影響，本實驗假設當學習者在學習時，使用情境會隨著即時評量的學習情形進行變化的共時置身在多情境間的情境學習系統，可以提高使用者的學習成效，並且能提高學生的動機與信心。

4.2. 實驗對象與流程

本研究與桃園某科技大學進行合作，實驗對象皆為該校大學部的學生，其中實驗組 30 份 (男 17 人、女 13 人)，對照組 (男 10 人、女 20 人)，同學根據該組的前測成績 S 型分為 6 人一組。在實驗操作部分，實驗組採用共時多情境的置身學習系統進行活動，此系統會根據學生的具身行為進行額外的情境變化，而對照組則是採用傳統單一情境的學習系統進行學習會動，此系統只會依照固定的劇本內容進行，不會根據學生的行為作出不同回應。

在教學內容的部分，配合該校的餐旅管理系課程內容，所有的教學內容及劇本皆參考自餐旅日文課本，並與該校的餐旅管理系的日文教授進行討論而成。因此本實驗的教學內容包括服務生從接待客人、介紹菜單到結帳一系列的完整接待過程，幫助學生學習在接待過程中的相關日文及應對動作。在本次的實驗一共會進行六週，每週進行 2 個小時，第一週會進行前測及系統介紹，而在二到四週課程內容教學、組別自行排演，接著在第五週的時候讓學生進行正式演出，並在最後一週進行後測及問卷的實施，除課堂的學習過程外，本研究也額外將系統架設於教室之中，提供學生在課餘時間能夠自由進行排演及透過線上網站進行練習的時間，以提高學生對於系統的熟悉度，圖 4 為實驗組在正式演出的情形，圖中呈現由二個情境結合的多情境畫面，分別是對於食材描述的知識解釋情境，以及描述餐廳現場的知識應用情境。

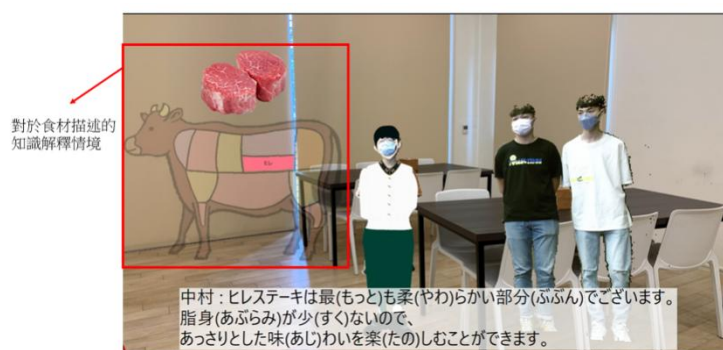


圖 4 實驗組同學的正式演出

4.3. 測驗試題及問卷

本研究為評量參與實驗學生的學習成效，包括學生在餐旅情境中對於學業知識、日文口語上的用法、對日本文化的熟悉度，分別設計了一份前測、後測試卷，題目全部參考自餐旅日文課本，並與餐旅日文系教授討論設計而成，題型包含是非題、選擇題、填充題，總分為100分。而為了解學生的感受，本研究使用Likert五點量表設計問卷題目、內容包含與將紙本課程內容轉化為多媒體呈現學生的感受、與系統互動是否有助於提升學習動機、學生行為系統的回應是否幫助提升學習信心等等。此問卷參考ARCS模型(Keller, 1987)經由專業教授所評估而編輯而成，並經檢測本問卷Cronbach's $\alpha=0.972$ 為高信度問卷。

5. 實驗結果與分析

5.1. 前後測學習表現結果分析

首先對實驗組及對照的資料進行常態分佈檢定，由於各組樣本數少於50人，故採用Shapiro-Wilk常態分佈檢定，在結果部分實驗組前測($p=.120>0.05$)、對照組前測($p=.145>0.05$)、實驗組後測($p=.111>0.05$)及對照組後測($p=.432>0.05$)，皆為不顯著，符合常態分佈假設。

為確認前後測不受組別內部因素影響，因此先採用組內迴歸同質性檢驗進行確認，根據檢定結果，兩組成績的迴歸係數同質性($F=.015, p=.902>0.05$)符合組迴歸係數同質性假設，顯示組別與前測成績之間無交互作用，再以Levene同質性檢定來檢測，根據檢定結果，兩組後測成績的誤差變異量($p=.470>0.05$)無顯著差異，故通過變異同質性檢定。

根據上述分析結果，本實驗符合ANCOVA分析的前提假設，實驗組調整後平均分數明顯高於對照組調整後平均分數(Adjusted Mean_{實驗組}=72.923, Adjusted Mean_{對照組}=66.257, $p=0.043<0.05$)，故證實本實驗的多情境學習系統相優於單一數位情境的學習系統，能顯著提升學習者的學習成效。

5.2. 問卷結果分析

針對各個面向的描述性統計部分，在使用感受的部分($M_{實驗組}=4.1888<M_{對照組}=4.2222$)，學習動機方面的分數($M_{實驗組}=4.1667<M_{對照組}=4.3222$)，最後是建立信心方面($M_{實驗組}=4.2667>M_{對照組}=4.2333$)，顯示受試者主觀認知的部分，兩組學生的差異並沒有太大，但都給予實驗內容正面的回饋，可以呼應到過去認知多媒體工具可以鼓勵與激勵學習者的興趣，以及情境學習的目的與激起他們對於學習的動力。

5.3. 訪談分析

除了測驗成績和問卷之外，本研究也針對實驗組的學生進行訪談。在系統控制方面的部分，受試者表示這是新穎的控制方式，比起手機和電腦的操作，能有身歷情境的感覺，另外也有受試者提到希望在過程中有提示能夠來幫助使用者指引錯誤，可以幫助長時間下來的學習表現。而在情境變化的方面，受試者表示展現情境、解釋的情境、應用的情境都能讓他們與自己所表達的內容連結起來，因為這種學習模式，使他們會對所學的內容有更深的印象、對課本的內容更加了解，另一方面，此學習模式也引起他們的學習動機，受訪者表示會想嘗試表達更多不同的知識來做學習，但也有學生表示希望能有更多比較強烈變化的聲光或視覺效果。最後詢問受測者對於整體使用情況，受訪者表示此系統有別於傳統的學習方法，新穎的控制方式讓他們覺得所學是有用處的，多樣化的情境與身歷其境的感受使他們能夠容易地將所表達的與要學習的內容作連結，這樣的學習模式確實有引起他們的學習動機。

6. 結論

在本研究透過一個共時多情境的置身情境系統，在此系統當中可以利用即時辨識系統，來針對學生的表現行為反應，變化出一個可以同時有多種情境的數位空間，來改善過去傳統置身情境只能呈現單一情境的缺點。在實驗結果中，可以看到在學生的前後測表現結果，實驗組相對於對照組在成績學習表現上確實比較優異，透過問卷及訪談結果得知，在這個有多個情境的數位空間中互動會更容易地與所學的知識做連結，更容易了解這些知識的意思、所

應用的場景，同時這些變化、互動能夠吸引他們的注意，學生會更想在情境中展現來學習更多不同的知識，因此而提升學習興趣，可以驗證驗證先前所提出的實驗假設：「以習得知識作為展示 場景與後續進展的場景穿越方式可以提升學生的學習成效」。

在未來研究的部分，在訪談過程中，學生表示對於有些情境變化方式覺得不夠有趣，根據訪談內容得知可以搭配音效、提示來提升這部分的吸引力，此外，本研究是透過堆疊的方式呈現畫面情境，然而目前 AR 及 MR 的發展也越來越進步，因此未來若可以結合這類技術，在同一空間的多情境呈現上可以更加真實。最後一點則是針對上課中的即時修正部分，當學生人數眾多時，老師更可能無法顧及每一位學生的表現，因此可以在即時回饋的過程中加入錯誤部分指引，使學生在展現的過程中更了解自己不足的部分，使得學習更加完善。

7. 致謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：MOST 109-2511-H-008 -004 -MY3；MOST 111-2410-H-008 -012 -MY3；MOST 111-2811-H-008-008。

參考文獻

- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Buttussi, F., & Chittaro, L. (2017). Effects of different types of virtual reality display on presence and learning in a safety training scenario. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 24(2), 1063-1076.
- Chou, Y., Hou, H., Yu, M., Lee, H., Wu, H., Yang, Y., & Liao, Y. (2012). Running Tommy©: developing a digital adventure game based on situated learning to promote learners' concepts of earthquake escape. *2012 IEEE Fourth International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning*.
- Dawson, K., & Lee, B. K. (2018). *Drama-based pedagogy: Activating learning across the curriculum*. Intellect Books.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Gagne, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., Keller, J. M., & Russell, J. D. (2005). Principles of instructional design. In: Wiley Online Library.
- Giasiranis, S., & Sofos, L. (2016). Production and evaluation of educational material using augmented reality for teaching the module of "representation of the information on computers" in junior high school. *Creative Education*, 7(9), 1270-1291.
- Heathcote, D., & Bolton, G. (1994). Drama for Learning: *Dorothy Heathcote's Mantle of the Expert Approach to Education*. Dimensions of Drama Series. ERIC.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational technology research and development*, 48(3), 23-48.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education* 10(2), 85 – 119. In.
- Kelch, K. (2011). Curriculum development in English language teaching: Innovations and challenges for the Asian context. *International Journal of Organizational Innovation (Online)*, 3(3), 22.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: the ARCS Model Approach*. Boston, MA: Springer.
- Kwon, C. (2019). Verification of the possibility and effectiveness of experiential learning using HMD-based immersive VR technologies. *Virtual Reality*, 23(1), 101-118.

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, 95, 174-187.
- Ornellas, A., Falkner, K., & Stålbrandt, E. E. (2018). Enhancing graduates' employability skills through authentic learning approaches. *Higher education, skills and work-based learning*.
- Wang, J., Chen, Y., Yu, S., Huang, Y., & Chen, G. (2020). Digital learning theater with automatic instant assessment of body language and oral language learning. *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625-636.
- Wu, W., Luo, Y., Huang, D., Huang, C., Peng, Y., & Chen, G. (2015). A Self-Observable Learning Cinema in the Classroom. *The 23rd International Conference on Computers in Education*.
- Xie, M., Wang, J., Yang, S., Wu, Y., Zhuang, Y., & Chen, G. (2022). An Immersive Situational Group Learning System with Body Movement and Emotion Recognition Combined with Subject Knowledge. *2022 IEEE 22th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*.

虚拟现实技术应用于外语协作学习的研究综述 (2012——2022 年)

A Review of Virtual Reality in Collaborative Language Learning: 2012-2022

宋晓慧¹, 任静¹, 郭海珍¹, 苏友^{1*}

¹ 北京邮电大学

* suyou@bupt.edu.cn

【摘要】 本研究选取近十年 (2012——2022 年) 虚拟现实技术应用于外语协作学习的实证研究, 从发文趋势、研究情景、技术平台与研究主题四个方面评述其研究现状。分析结果表明, 该领域整体处于起步阶段, 研究对象多为大学生, 基础教育和小语种研究较少。研究工具多为虚拟现实和增强现实平台。研究聚焦虚拟现实技术对协作学习表现的影响, 除了基本语言技能研究之外, 外语学习者的跨文化能力日益成为研究重点。未来应结合外语教学理论, 科学设计协作活动, 揭示虚拟现实技术对外语学习的促学机制。

【关键词】 虚拟现实; 增强现实; 协作学习; 外语学习; 文献综述

Abstract: This study systematically reviewed empirical studies on using virtual reality in collaborative language learning published between 2012 to 2022 from four dimensions including trends, contexts, tools, and research topics. The results revealed that this area remains in infancy stage with a focus on college English learners. The most frequently used tool was virtual reality (VR) and augmented reality (AR) applications. The current research centers on VR's effects on learning performance, and using VR to promote intercultural competence becomes increasingly important. Future studies should integrate foreign language teaching theories into the design of collaborative learning activities so as to reveal the mechanism of VR technology for promoting foreign language learning.

Keywords: virtual reality, augmented reality, collaborative learning, foreign language learning, literature review

1. 引言

虚拟现实技术的概念应用广泛, 涵盖了沉浸式虚拟现实(VR), 增强现实(AR), 以及混合现实(MR) (崔钰婷和赵志群, 2020)。虚拟现实技术创造出的逼真环境, 能带给学生沉浸式的学习体验和高效的交流互动, 因此日益受到外语协作学习这一领域的研究者的青睐。由此可见, 基于虚拟现实技术的外语协作学习研究已经取得了一定的进展, 但是由于虚拟现实中的外语学习者的二语习得生成过程比较复杂 (郑春萍等, 2019), 所以与外语协作学习相关的研究数量还是非常有限。基于此, 本研究梳理了 4 本国际高影响力的计算机辅助语言学习期刊近十年以来有关于虚拟现实技术应用于外语协作学习的研究, 探讨相关研究的发表趋势, 研究背景, 技术平台和研究主题, 以期为未来的相关研究者提供参考和指南。

2. 研究方法

2.1. 文献检索方法

本研究参考 Li (2018) 的文献选定方式, 从 *Computer Assisted Language Learning*, *Language Learning & Technology*, *System* 和 *ReCALL* 四本高影响因子的计算机辅助语言学习期刊中, 以“Virtual Reality”, “Augmented Reality”, “Mixed Reality”, “collaborative”等为关键字, 文献搜索时间限定在 2012 年 1 月至 2022 年 7 月, 逐一查看每期已发表论文并同步进行筛选, 初步获得 45 篇论文。

2.2. 文献筛选标准

为了最大化地精准呈现国际上有关虚拟现实技术与外语协作学习的研究趋势, 保证文献分析结果的有效性和准确性, 本研究对初步筛选出的 45 篇论文设定了再筛选标准 (如表 1 所

示)，最终筛选得到 25 篇相关研究。

表 1 文献纳入和筛选标准

序号	纳入标准	排除标准
1	实证研究	非实证研究
2	文章最少包含三页	文章少于三页或海报论文等
3	文章标题仅出现一次	文章标题多次出现
4	研究主题涉及协作学习	研究主题不涉及协作学习
5	论文包含明确的研究问题, 研究方法以及研究结果	论文不包含明确的研究问题, 研究方法以及研究结果

3. 研究结果

3.1. 发文趋势

从 2012 年 1 月至 2022 年 7 月，四本国际期刊上发表有关虚拟现实技术应用于外语协作学习的研究共计 25 篇。其中，发表相关研究数量较多的期刊是 *Computer Assisted Language Learning* (共 11 篇) 和 *ReCALL* (共 8 篇)，发表较少的期刊是 *Language Learning & Technology* (共 3 篇) 和 *System* (共 3 篇)，整体呈现初步发展趋势。

3.2. 研究情景

绝大部分相关文献都涉及基于虚拟现实技术下的英语协作学习（共 19 篇），而针对小语种的相关研究则比较有限。另外，72% 的研究都是围绕高等教育学习者展开的研究（共 18 篇），只有 4% 的研究是以基础教育阶段的学生为主要研究对象（共 1 篇）。

3.3. 虚拟现实技术平台

本研究对选取的 25 篇论文中所使用的虚拟现实技术平台进行了归纳分类，共有 8 种 VR 平台和 2 种 AR 平台投入教学应用。依据其技术类型，教学功能等，本文挑选出了 6 个具有代表性的虚拟现实技术平台进行分析与研究（见表 2）。

表 2 虚拟现实技术平台举例

平台名称	平台类型	平台功能	应用场景举例
Second Life	VR	提供在三维沉浸式虚拟世界的情境化互动，并设置使用外语解决问题的任务	澳大利亚两所大学的本科生汉语及中国文化学习课程 (Wang, Grant & Grist, 2021)
Google Expeditions	VR	提供扮演目标语言环境下的博物馆导游和参观者的虚拟世界体验	伊朗国立大学语言中心的 56 名中高级英语学习者的口语水平和交际能力课程 (Ebadi & Ebadijalal, 2022)
7scenes	VR	通过情境感知技术支持学生在情感、认知和社会领域的语言学习	韩国某英语专业大学生语言学习活动 (Lee & Park, 2020)
Blue Mars Lite	VR	用户使用虚拟化身在伦敦的虚拟街道上行走，并使用文本和语音聊天功能与同伴互动	中国台湾东部某大学英语或英语教学专业学生的英国文化知识学习课程 (Shih, 2015)
Pokémon Go	AR	通过教育游戏与增强现实技术的结合，支持用户对新单词的词根词缀的识记	中国台湾福尔摩沙大学语言中心的英语词汇课 (Wu, 2021)
HTC Vive	VR	呈现虚拟真实的空间来帮助学生完成相应任务，允许学生与他人进行手势和肢体语言的交流	日本某科技大学的英语学习活动 (York, Shibata, Tokutake & Nakayama, 2021)

3.4. 研究主题

本研究对所选取的 25 篇相关文献进行了详细的内容分析, 根据其研究问题以及研究结论归纳出了四个主要的研究主题: 虚拟现实技术与协作交互的过程分析 (11 篇), 虚拟现实技术对外语协作学习表现的影响研究 (14 篇), 虚拟现实技术与外语协作学习感知分析 (3 篇), 虚拟现实技术与教师发展研究 (2 篇)。除了听说读写等语言技能的研究外, 跨文化能力 (Shih, 2015) 和单词学习能力 (Wu, 2021) 也成了部分研究者的重点。

4. 结语

本研究总结了在四本国际计算机辅助语言学习领域的高质量期刊上发表的有关虚拟现实技术应用于外语协作学习的文献, 从发文趋势, 研究背景, 技术平台和研究主题四个方面系统性分析了近十年相关研究领域的发展趋势。研究结果显示, 该领域仍处于初步发展阶段; 现阶段研究多以高等教育的英语协作学习为主要研究情景; 教学平台多使用 VR 和 AR 应用; 研究主题多集中在虚拟现实技术对外语协作学习表现的影响和虚拟现实技术与协作交互的过程。但现有的虚拟现实技术应用于外语协作学习的研究很少涉及到基础教育和小语种学习, 并且缺少有关的教师发展研究和学生感知分析。因此, 未来的研究需要考虑教师发展与学生感知, 注重虚拟环境与二语习得理论相结合, 设计符合外语学习规律的协作活动。另外, 本研究未发现元宇宙概念下的语言协作学习研究, 值得未来的相关研究进一步关注。

参考文献

- 崔钰婷和赵志群 (2020)。虚拟现实技术对学生学习绩效的影响——基于 59 项实验或准实验研究的元分析。中国远程教育, (11), 59-67+77。
- 郑春萍, 许玲玉, 高梦雅, 卢志鸿, 程倩倩和杨紫彤 (2019)。虚拟现实技术应用于语言教学的系统性文献综述(2009—2018)。外语电化教学, (04), 39-47。
- Chen, J. C. (2018). The interplay of tasks, strategies and negotiations in Second Life. *Computer Assisted Language Learning*, 31(8), 960-986.
- Chen, J. C. (2020). The effects of pre-task planning on EFL learners' oral performance in a 3D multi-user virtual environment. *ReCALL*, 32(3), 232-249.
- Chen, J. C., & Kent, S. (2020). Task engagement, learner motivation and avatar identities of struggling English language learners in the 3D virtual world. *System*, 88, 102168.
- Ebadi, S., & Ebadijalal, M. (2022). The effect of Google Expeditions virtual reality on EFL learners' willingness to communicate and oral proficiency. *Computer Assisted Language Learning*, 35(8), 1975-2000.
- Kozlova, I., & Priven, D. (2015). ESL Teacher Training in 3D Virtual Worlds. *Language Learning & Technology*, 19(1), 83-101.
- Lan, Y. J., Kan, Y. H., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2016). Oral-Performance Language Tasks for CSL Beginners in Second Life. *Language Learning & Technology*, 20(3), 60-79.
- Lee, S. M., & Park, M. (2020). Reconceptualization of the context in language learning with a location-based AR app. *Computer Assisted Language Learning*, 33(8), 936-959.
- Levak, N., & Son, J. B. (2017). Facilitating second language learners' listening comprehension with Second Life and Skype. *ReCALL*, 29(2), 200-218.
- Li, M. (2018). Computer-mediated collaborative writing in L2 contexts: An analysis of empirical research. *Computer Assisted Language Learning*, 31(8), 882-904.
- Lin, V., Liu, G. Z., & Chen, N. S. (2022). The effects of an augmented-reality ubiquitous writing application: A comparative pilot project for enhancing EFL writing instruction. *Computer Assisted Language Learning*, 35(5-6), 989-1030.
- Liou, H. C. (2012). The roles of Second Life in a college computer-assisted language learning

- (CALL) course in Taiwan, ROC. *Computer Assisted Language Learning*, 25(4), 365-382.
- Melchor-Couto, S. (2017). Foreign language anxiety levels in Second Life oral interaction. *ReCALL*, 29(1), 99-119.
- Melchor-Couto, S. (2018). Virtual world anonymity and foreign language oral interaction. *ReCALL*, 30(2), 232-249.
- Palomeque, C., & Pujolà, J. T. (2018). Managing multimodal data in virtual world research for language learning. *ReCALL*, 30(2), 177-195.
- Peterson, M. (2012). EFL learner collaborative interaction in Second Life. *ReCALL*, 24(1), 20-39.
- Shih, Y. C. (2014). Communication strategies in a multimodal virtual communication context. *System*, 42, 34-47.
- Shih, Y. C. (2015). A virtual walk through London: Culture learning through a cultural immersion experience. *Computer Assisted Language Learning*, 28(5), 407-428.
- Tang, J. T., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2016). Action research on the development of Chinese communication in a virtual community. *Computer Assisted Language Learning*, 29(5), 942-967.
- Tseng, W. T., Liou, H. J., & Chu, H. C. (2020). Vocabulary learning in virtual environments: Learner autonomy and collaboration. *System*, 88, 102190.
- Wang, A. (2015). Facilitating participation: Teacher roles in a multiuser virtual learning environment. *Language Learning & Technology*, 19(2), 156-176.
- Wang, Y., Grant, S., & Grist, M. (2021). Enhancing the learning of multi-level undergraduate Chinese language with a 3D immersive experience-an exploratory study. *Computer Assisted Language Learning*, 34(1-2), 114-132.
- Wigham, C. R., & Chanier, T. (2013). A study of verbal and nonverbal communication in Second Life – the ARCHI21 experience. *ReCALL*, 25(1), 63-84.
- Wigham, C. R., & Chanier, T. (2015). Interactions between text chat and audio modalities for L2 communication and feedback in the synthetic world Second Life. *Computer Assisted Language Learning*, 28(3), 260-283.
- Wu, M. H. (2021). The applications and effects of learning English through augmented reality: A case study of Pokémon Go. *Computer Assisted Language Learning*, 34(5-6), 778-812.
- Xie, Y., Chen, Y., & Ryder, L. H. (2021). Effects of using mobile-based virtual reality on Chinese L2 students' oral proficiency. *Computer Assisted Language Learning*, 34(3), 225-245.
- York, J., Shibata, K., Tokutake, H., & Nakayama, H. (2021). Effect of SCMC on foreign language anxiety and learning experience: A comparison of voice, video, and VR-based oral interaction. *ReCALL*, 33(1), 49-70.

数字化视域下大学生在线协作学习适应的提升策略研究

Research on Strategies for Improving College Students' Online Collaborative Learning

Adaptation from the Digital Perspective

郑芳媛^{1*}、陆怡¹、章锐¹、邱艺¹

华南师范大学

zhengfangyuan_2000@163.com

【摘要】 以数字技术变革大学生学习方式，提高在线协作学习适应，是当前高校教育数字化转型的重要抓手。研究基于中国式高等教育现代化发展需要，结合在线协作学习与学习适应的相关研究，揭示大学生在线协作学习适应的内涵与特征，明晰在线协作学习适应的一般过程，形成大学生在线协作学习适应的分析框架；采用问卷和访谈法，对数字化视域下大学生在线协作学习适应进行调查分析，从学习动机、学习投入和学习能力三个方面提出提升策略，以期为推动教育数字化战略行动、破解大学生在线协作学习适应难题提供理论与实践参考。

【关键词】 数字化转型；大学生；在线协作学习；学习适应

Abstract: It is an important step in the digital transformation of college education to change college students' learning style and improve the adaptation of online collaborative learning through digital technology. Based on the needs of the modernization development of Chinese higher education, combined with the related study of online collaborative learning and learning adaptation, this study reveals the connotation and characteristics of college students' online collaborative learning adaptation, clarifies the general process of online collaborative learning adaptation, and forms an analytical framework for college students' online collaborative learning adaptation. Questionnaire and interview methods were used to investigate and analyze college students' adaptation to online collaborative learning from the digital perspective, and strategies were proposed from three aspects: learning motivation, learning investment and learning ability, in order to provide theoretical and practical references for promoting the strategic actions of education digitization and solving the problems of college students' adaptation to online collaborative learning.

Keywords: Digital transformation, College students, Online collaborative learning, Learning adaptation

1. 问题的提出

党的二十大报告强调“推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会”，我国正步入教育数字化转型的关键时期。科技与教育的深度融合正在促进高校学习变革（黄荣怀，2022年），应对真实问题日趋复杂性和劣构性的在线协作学习活动已成为大学生学习的“新常态”。然而，大学生因数字化转型而产生的学习不适应较为突出。本研究旨在探究数字化视域下提升大学生在线协作学习适应的策略，以期为破解大学生在线协作学习适应难题提供理论与实践参考，主要研究问题如下：大学生在线协作学习适应是什么？其一般过程与分析框架如何？数字化视域下怎样提升大学生在线协作学习适应？

2. 文献综述

2.1 教育数字化转型与学习变革研究现状

教育数字化转型是支撑高质量教育体系的必由之路（谢幼如，2022），当下学习变革研究主要聚焦在学习活动创新、学习能力提升等方面，如秦瑾若为提升学习者在线学习适应能力，设计了基于慕课的混合式学习适应性干预模型（秦瑾若，2019年）等。综上，以在线学习样

态为代表的学习变革正成为当下教育数字化转型的重要抓手。

2.2 在线协作学习研究现状

当前主要从在线协作学习的形态、投入、影响因素等方面深入研究。如李艳燕从认知、行为、社会和情感四维度构建小组在线协作学习投入的分析模型（李艳燕，2020）；在线协作学习中集体责任与个体生成角色共同影响协作对话本质（斯琴图亚，2020年）等。可见，鲜有研究关注数字化视域下在线协作学习，如何面向数字化转型提高在线学习效能仍需探索。

2.3 大学生学习适应研究现状

研究主要聚焦大学生学习适应的影响因素，有研究发现网络学习空间中学习者信息素养、教师自主支持等能够影响大学生网络学习空间学习的适应性（赵呈领，2019年）；也有研究开发了大学生学习适应性量表（冯廷勇，2006）。综上，部分学者探析了大学生学习适应的影响因素和结构要素，但尚未系统提出大学生在线协作学习适应的分析框架和提升策略。

3. 数字化视域下大学生在线协作学习适应的理论探索

3.1 大学生在线协作学习适应的内涵与特征

本研究基于数字化视域下在线协作学习的操作过程和应用场景变化的认识，面向在线协作学习效能提升的需要，提出大学生在线协作学习适应的内涵为：大学生在数字化学习环境中，以完成在线协作学习任务为目标，依据学习需求，主动调节自身心理状态和学习行为，以更好适应在线协作学习的过程。其特征为：以在线协作学习过程为基础，以学生的心理调节和行为改变为表现形式，以学习动机、学习投入、学习能力和学习环境为关键影响因素。

3.2 在线协作学习适应的一般过程

在线协作学习适应的一般过程如图1所示，其中学习动机、学习投入、学习能力和学习环境影响着学生在线协作学习适应。

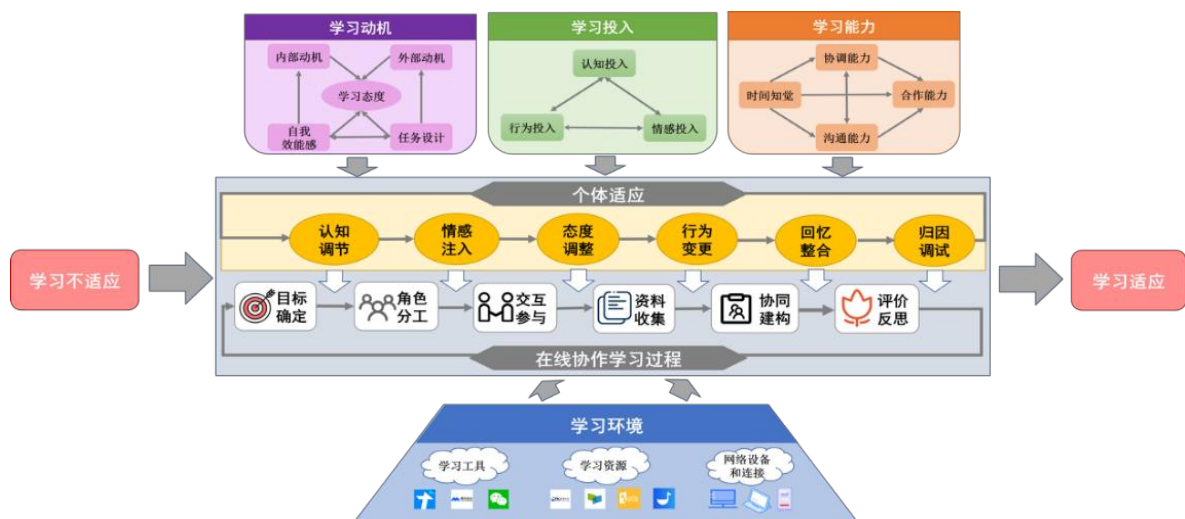


图1 在线协作学习适应的一般过程

在学习者从学习不适应到学习适应的过程中，通过认知调节，在充分理解学习目标的基础上进行角色分工，注入一定情感后，经历从个体学习到群体交流的转变，以便交互参与，进而态度发生调整，主动收集资料尝试解决协作难题，变更个人行为以协同建构，回忆整合关键信息，最后根据评价的结果合理归因，为协作学习的再次开展奠定基础。

3.3 大学生在线协作学习适应的分析框架

基于上述过程形成在线协作学习适应的分析框架，如图2所示。

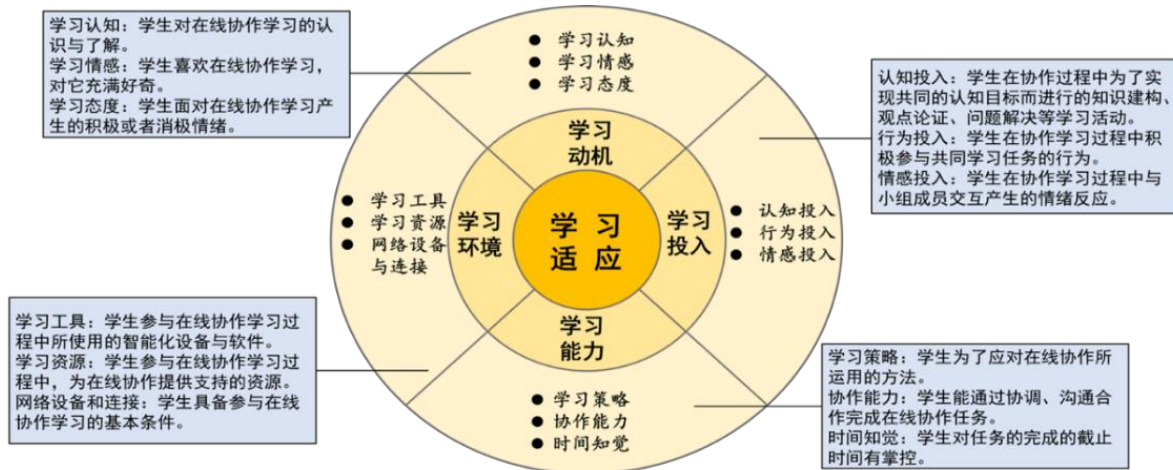


图 2 大学生在线协作学习适应分析框架

4. 数字化视域下大学生在线协作学习适应的调查分析

4.1 研究设计

本研究采用问卷调查法和访谈法开展研究。从学习动机、学习投入、学习能力和学习环境 4 个维度编制 21 个题项的大学生在线协作学习适应问卷，并对 2020 级教育技术学 60 名本科生发放，得到有效问卷 52 份，回收率为 86.6%。另外，随机选择 4 名同学进行半结构化访谈，以扎根理论为基础（陈向明，2001），按照开放式编码、主轴式编码、选择式逐步递进的方式进行编码（Glaser, B.G., 2001），编码的部分结果如表 1 所示。

表 1 大学生在线协作学习适应访谈编码

开放式编码	主轴式编码	选择式编码
小组成员对组长提出的回应不积极	学习态度不积极	学习动机不强
参与过多在线协作学习，缺乏新鲜感	学习情感欠缺	
不深度思考在线协作任务，仅仅简单完成	认知投入度低	
小组成员之间交流讨论少，参与度低	行为投入少	学习投入度不高
学习过程交互体验感差，不愿付出更多精力	情感被动	
小组长不能有力推进整个任务的进行	任务协调能力差	
传达教师观点时存在信息偏差	信息共享能力不强	学习能力不高
小组成员主动合作的意愿不高，能力不强	合作能力不强	
小组成员时间分配不合理，不能如期完成任务	时间规划不科学	
网络状况差的时候会切换网络或者连接个人热点	网络信号不稳定	学习环境不稳定

4.2 研究发现

大学生大多具备开展在线协作学习的基本能力，但存在学习过程单一化、体验被动化和结果低效化等现实困境，在学习动机、学习投入和学习能力三方面的问题表现尤为突出。

5. 数字化视域下大学生在线协作学习适应的提升策略

本研究以在线协作学习适应的一般过程为基础，根据大学生在线协作学习适应调查分析的研究发现，结合现有研究，聚焦学习动机、学习投入和学习能力三个方面提出策略。

5.1 人机协同共生，激发在线协作学习动机

以内部动机为主，外部动机为辅，通过人机协同激发学生学习动机，转变学习态度。在线协作学习过程中，教师充分发挥引领作用，为学生提供个性化学习支持与服务，促使学生在求知欲和好奇心的驱使下，在虚拟学习环境中主动探索，利用主客观优势完成学习任务，提

升自我效能感。机器在传授知识的同时,优化任务设计,创设真实问题情境和多元激励机制,强化学习临场感和情感临场感,改善学习体验并进一步激发和维持在线协作学习动机。

5.2 多方交互共享, 增强在线协作学习投入

利用在线协作学习平台开展多主体、全方位、深层次的社会性学习交互。及时讨论区提供开展同步或异步的交流场域,语音或视频通话功能提高学生在虚拟环境中进行深度交流与互动的意愿,增强学生认知投入;教师在平台中设置与学习内容强相关的问题,对学生的回答给予及时的反馈,有效增加师生交互的深度,增强学生行为投入与情感投入;此外,学生提高信息素养与技术应用能力,促进实现其与技术—信息—资源—人交互的全过程。

5.3 智能分析诊断, 提高在线协作学习能力

智能分析为学习者推荐多种类型的学习资源和策略,记录其行为数据并进行诊断,了解自身学习进程,培养自主学习能力。利用智能 APP 帮助学习者科学地规划学习任务,如时间表、块时间等可以帮助学生养成良好的学习习惯,提高时间掌握与规划能力。充分发挥共享调节的作用,利用智能学习监督与评价系统的数据记录,依据学习能力风向图,以组间同质、组内异质的原则进行科学分组,提高学习者的组织协调能力,推动在线协作任务进行。

6. 总结

面向中国式高等教育现代化发展需要,以学习方式变革推动教育数字化转型,提升大学生在线协作学习适应具有重要意义。本研究顺应国家高等教育数字化转型需求,探讨了数字化视域下大学生在线协作学习适应的内涵特征、一般过程、分析框架和提升策略,以期为推动教育数字化战略行动、破解大学生在线协作学习适应难题提供理论与实践参考。

参考文献:

- 陈向明:《质的研究方法与社会科学研究》,教育科学出版社 2000 年版
- 冯廷勇,苏缙,胡兴旺 & 李红.(2006).大学生学习适应量表的编制. 心理学报(05),762-769.
- 冯晓英,吴怡君,曹洁婷 & 郭璐文.(2021).“互联网+”时代混合式学习活动设计的策略. 中国远程教育(06),60-67+77.
- 黄荣怀,王运武 & 焦艳丽.(2021).面向智能时代的教育变革——关于科技与教育双向赋能的命题. 中国电化教育(07),22-29.
- 斯琴图亚.(2020).在线协作学习中的集体责任与个体生成角色. 现代教育技术(03),66-72.
- 吴世珍 & 孙百才.(2021).疫情背景下学生适应能力对学习投入的影响:学业情绪的中介效应. 当代教育科学(08),87-95.
- 谢幼如,邱艺,章锐 & 罗文婧.(2022).数字化转型赋能高校课程思政的实施进路与评价创新. 中国电化教育(09),7-15.
- Glaser, B. G. , The Grounded Theory Perspective: Conceptualisation Contrasted With Description, Mill Valley, Sociology Press, 2001

聊天機器人結合擴增實境對大專院校學生科學學習自我效能之影響：以科學模

擬實驗為例

Effects of Integrating Chatbot and Augmented Reality on University Students' Science Learning Self-Efficacy: The Case of a Scientific Simulation Experiment

游師柔¹, 劉懿文², 孫之元^{3*}

國立陽明交通大學 教育研究所

*jerrysun@nycu.edu.tw

【摘要】本研究探討聊天機器人整合擴增實境對大專院校學習者運用科學模擬實驗之科學學習自我效能之影響。將 89 位大專院校學習者分為傳統學習組、聊天機器人組、擴增實境組、聊天機器人結合擴增實境組，皆需填寫科學學習自我效能量表。研究結果顯示，低科學學習自我效能者適合使用傳統學習、擴增實境與聊天機器人結合擴增實境提升科學學習自我效能。高層次認知技能子構面較低者適合使用傳統學習和擴增實境，而聊天機器人組與聊天機器人結合擴增實境組之間存在專家反轉效應。本研究建議教師考量學習者的科學學習自我效能程度予以提供適合的回饋方式。

【關鍵詞】 科學教育；科學模擬實驗；科學學習自我效能；聊天機器人；擴增實境

Abstract: This study aimed to examine the effects of incorporating chatbot and augmented reality (AR) on university students' science learning self-efficacy (SLSE) in a scientific simulation experiment. A total of 89 students were divided into traditional learning, chatbot, AR, and chatbot-AR groups, who completed the SLSE scale. The results indicated that students with low SLSE were suitable for traditional learning, AR, and the chatbot with AR. Students with low higher-order cognitive skills were suitable for the traditional learning and AR. In addition, the expertise reversal effect was shown between the chatbot group and the chatbot-AR group in the higher-order cognitive skills. It is suggested that instructors can consider students' SLSE levels before student learning and choose suitable types of feedback.

Keywords: science education, scientific simulation experiment, science learning self-efficacy, chatbot, augmented reality

1. 前言

在新冠病毒肺炎 (The Coronavirus disease 2019, COVID-19) 疫情期間，無法實際進行化學實驗、缺乏面對面互動和師生互動為線上化學學習的困境(Huang, 2020)。由於防疫措施容易造成社會孤立與焦慮感提升(Chiu, Sun, & Ismailov, 2022)，焦慮與信心低落影響著學習者在實驗室的學習表現(Kolil, Muthupalani, & Achuthan, 2020)，因此實體轉為線上的化學實驗教學情境將影響學習者對化學學習的自我效能。化學概念可以分為巨觀 (macro level)、次微觀 (sub-micro level) 與符號層次 (symbolic level) (Johnstone, 1991)，依序對應經驗 (experiences)、模型 (model) 與可視化 (visualisations) 三種化學知識類別(Talanquer, 2011)，三種知識類別在化學學習具有相互支持效果。然而，大多化學教育較缺少三種層次之間的互動，對學習動機造成負面影響(Talanquer, 2011)。科學模擬實驗平台為次微觀學習工具且具有互動性，但仍有訊息不足和對巨觀層次的影響需進一步驗證(Correia, Koehler, Thompson, & Phye, 2019)。

透過擴增實境 (augmented reality, AR) 整合科學實驗的巨觀與微觀層次顯著促進學習者的學習動機(Cai, Wang, & Chiang, 2014)。AR 能顯著提升大學生的實驗技能，以及產生積極的學習態度(Akçayır, Akçayır, Pektaş, & Ocak, 2016)。AR 已被證實為經驗知識傳遞與巨觀層次設計的呈現方式之一。然而，學習者在解決日常化學問題時，若缺乏邏輯輔助，將造成理論與

實踐的落差(Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017)。Yu, Hsueh, Sun, and Liu (2021)運用人工智慧 (artificial intelligence, AI) 技術設計智慧化回饋引導學習有效提升學習者的學習成效。智慧化回饋引導對化學實驗的知識連結與邏輯輔助可能具有助益。聊天機器人是一種 AI 結合自然語言處理 (natural language processing, NLP) 的智慧化系統, 能立即回答學習者提出的問題達到擬人的互動效果, 適合作為知識搜尋工具(Lalwani, Bhalotia, Pal, Bisen, & Rathod, 2018)與教學工具(Adamopoulou & Moussiades, 2020)。C. Y. Chang, Hwang, and Gau (2022)指出使用聊天機器人的學習者在自我效能與學習表現顯著較佳。因此, 本研究目的是探討大專院校學習者使用科學模擬實驗平台時, 透過傳統學習、聊天機器人、擴增實境和聊天機器人結合擴增實境的不同回饋方式對科學學習自我效能 (概念理解、高層次認知技能、實作、生活應用、科學溝通) 之影響。圖 1 為研究架構圖, 研究問題為「大專院校學習者在使用科學模擬實驗平台學習實驗操作過程, 採用傳統學習、聊天機器人、擴增實境和聊天機器人結合擴增實境回饋對科學學習自我效能 (概念理解、高層次認知技能、實作、生活應用、科學溝通) 的影響為何?」。

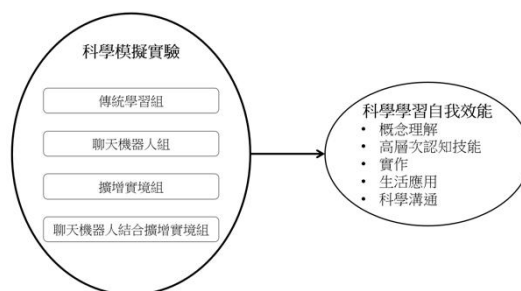


圖 1 研究架構圖

2. 文獻探討

2.1. 擴增實境

AR 整合現實和虛擬資訊, 使用者透過 AR 獲得現實世界以外的視覺化虛擬補充資訊(K.-E. Chang et al., 2014), AR 能提升身歷其境感受與學習動機(Yu, Sun, & Chen, 2019)。Cai et al. (2014)指出 AR 有效增加學習者對化學微觀概念的理解與學習動機, 對於低學習成就者的幫助更為顯著。將 AR 運用於物理實驗教學, 擬真的互動對高層次的物理概念有顯著提升的效果(Cai, Liu, Wang, Liu, & Liang, 2021)。AR 提供的實驗操作影片能促進學習者的實驗室技能與學習動機, 適合應用在難度較高或複雜的實驗教育(Akçayır et al., 2016)。然而, AR 應用在科學實驗探討高層次認知技能方面較缺乏(Putri, Soleh, Saregar, Anugrah, & Susilowati, 2020), 以及大多數的 AR 應用多為教師課前安排的內容(Bower, Howe, McCredie, Robinson, & Grover, 2014), 較無法視學習狀況彈性調整, 造成高層次認知技能應用之困難。人工智慧得以在學習過程中提供即時回饋, 即時改善學習者的學習行為(Yu et al., 2021)。

2.2. 聊天機器人

聊天機器人透過 AI 與自然語言開發而成, 根據輸入資訊與資料庫辨識, 以模擬人類回應的方式與使用者互動, 達到問題解決之目的(Lalwani et al., 2018), 規則式聊天機器人的回饋內容精確(Singh, Joesph, & Jabbar, 2019), 可以更加符合學習目標且有脈絡可循。然而, 仍存有錯誤理解學習者意圖導致使用意願降低的待改進項目(Adamopoulou & Moussiades, 2020)。Stefanidi et al. (2020)研究結果發現學習者透過 AR 結合聊天機器人的學習策略可達到 82% 的任務成功率, 聊天機器人確實可以提供指引與問題解決, 以及學習樂趣。

2.3. 科學學習自我效能

自我效能意旨人們認為自身的表現能夠達到指定水準之信念, 影響自我效能的來源包含掌握經驗、替代經驗、社會說服、生理與情感狀態, 其中掌握經驗對自我效能感知最具影響力(Bandura, 1994)。Lin and Tsai (2013)針對科學學習開發科學學習自我效能量表, 透過概念理

解 (Conceptual understanding)、高層次認知技能 (Higher-order cognitive skills)、實作 (Practical work)、生活應用 (Everyday application) 與科學溝通 (Science communication) 五個維度探討學習者的科學學習自我效能狀態，研究結果顯示深度學習策略和內在動機皆正向預測科學學習自我效能，以及使用深度學習策略的學習者較容易對高層次認知技能有信心。模擬實驗能顯著提升自我效能(Kolil et al., 2020)，AR 能顯著提升物理學習自我效能中的概念理解、高層次認知技能、實作與社交溝通(Cai et al., 2021)。聊天機器人可以提升學習者在學習醫療操作決策的自我效能與學習成效(C. Y. Chang et al., 2022)。整合科學模擬實驗、AR 和聊天機器人對科學學習的優勢，可能對科學學習自我效能程度會產生不同的影響。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究採便利取樣與準實驗研究法，以 89 位年滿 20 歲之大專院校學生為研究對象，受試者皆無氣體定律相關課程經驗與使用聊天機器人進行學習的經驗，隨機分為傳統學習組 18 位、聊天機器人組 22 位、擴增實境組 22 位與聊天機器人結合擴增實境組 27 位，男性 16 位 (59.26%)，女性 11 位 (40.74%)，平均年齡為 23.70 ($SD = 3.05$)。

3.2. 研究流程

圖 2 為研究流程圖。當受試者了解實驗流程並簽屬受試者同意書後，即可開始實驗流程。首先，受試者需填寫基本資料與科學學習自我效能量表前測約 10 分鐘，接著隨機分為傳統學習組、聊天機器人組、AR 組、聊天機器人結合 AR 組進行科學模擬實驗平台的操作說明，約 5 分鐘，以及 10 分鐘的操作練習。四組皆採用平板電腦操作科學模擬實驗平台完成科學探究學習單，約 45 分鐘，四組相異之處在於傳統學習組透過紙本實驗操作說明書查詢資料與學習實驗流程；聊天機器人組使用聊天機器人查詢資料與學習實驗流程；AR 組使用紙本實驗操作說明書結合 AR 教材查詢資料與學習實驗流程；聊天機器人結合 AR 組是透過紙本實驗操作說明書結合 AR 教材與聊天機器人查詢資料和學習實驗流程。最後，受試者完成科學學習自我效能量表後測，約 10 分鐘，即結束實驗。

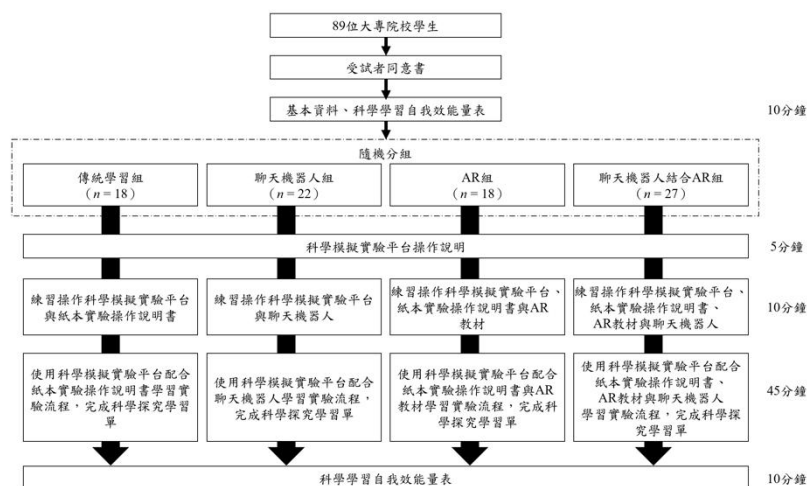


圖 2 研究流程圖

3.3. 研究工具

3.3.1. 科學學習自我效能量表

本研究採用的科學學習自我效能量表修改自 Lin and Tsai (2013)的科學學習自我效能問卷 (science learning self-efficacy questionnaire)，以及修改學習活動名稱以符合本研究的學習情境，並經由三位專家協助審查題意以達到專家效度。此量表共 28 題，分為五個子構面，分別為「概念理解」4 題，定義為學習者對自身能使用認知技能理解科學概念、原則和理論的信

心程度；「高層次認知技能」6題，定義為學習者對自身能運用更複雜且精密的技能的信心程度；「實作」4題，定義為學習者對自身完成實驗室活動的信心程度；「生活應用」8題，定義為學習者認為自身能將科學概念和技能應用於日常的信心程度；「科學溝通」6題，定義為學習者認為自身能和其他人溝通與討論的信心程度。此量表採用李克特式六點量表，1表示非常不同意，6表示非常同意。本量表前測之Cronbach's α 值為.98，後測為.97，概念理解、高層次認知技能、實作、生活應用、科學溝通子構面之前測Cronbach's α 值依序為.94、.96、.92、.96、.95，後測為.86、.92、.88、.93、.94，符合Nunnally (1967)提出之.70以上表示量表具有良好信度之標準。

3.3.2. 科學模擬實驗平台、擴增實境、聊天機器人與聊天機器人結合擴增實境

學習者需運用科學模擬實驗平台完成波以耳定律、查理定律與亞佛加厥定律之科學探究學習任務，波以耳定律之模擬實驗平台取自The Concord Consortium (2022)，查理定律與亞佛加厥定律之模擬實驗平台取自PhET (2020)，學習者可以透過模擬實驗平台調整參數進行模擬實驗，並記錄實驗結果與完成學習單。科學模擬實驗平台使用者介面如圖3 (A)。本研究採用UniteAR (2022)設計AR教材，學習者使用UniteAR app 掃描實體物後，即可看見虛擬的補充資訊。AR教材示意圖如圖3 (B)。本研究之聊天機器人採用Google Dialogflow ((Google, 2022)進行開發與設計對話流程，當學習者輸入關鍵字，聊天機器人可根據關鍵字進行自然語言處理後媒合資料庫內容給予特定回饋。本研究將聊天機器人建置於LINE平台，學習者將聊天機器人加入好友後，即可與聊天機器人對話互動共同完成學習單。聊天機器人使用者介面如圖3 (C)。聊天機器人結合擴增實境為聊天機器人與擴增實境同時運用於學習歷程。

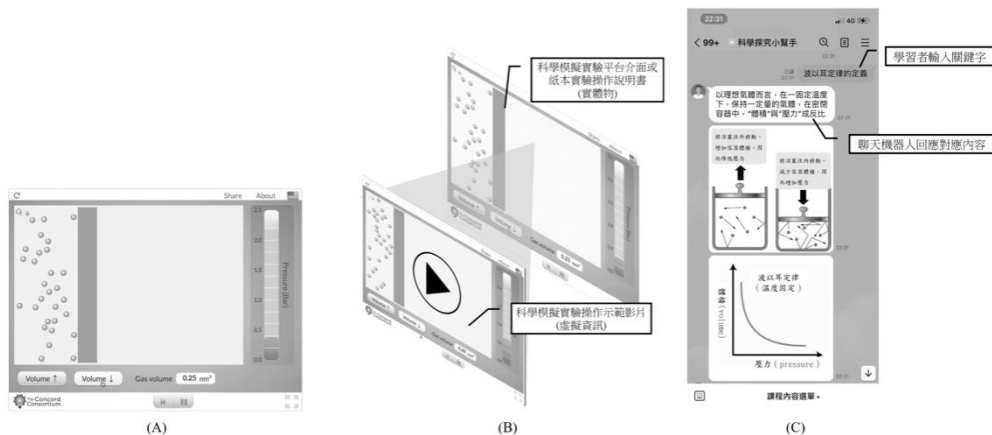


圖 3 科學模擬實驗平台、AR 教材示意圖與聊天機器人使用者介面

註：(A)為科學模擬實驗平台使用者介面；(B)為AR教材示意圖；(C)為聊天機器人使用者介面

4. 結果

本研究採用IBM SPSS Statistic 26進行資料分析。各組的科學學習自我效能與其子構面，以及學習投入的偏態絕對值皆小於3，峰度絕對值皆小於10，故各組皆呈現常態分佈(Kline, 2010)。科學學習自我效能拒絕組內迴歸係數同質性假設 ($F=3.00, p<.05$)，改採用詹森內曼法 (Johnson-Neyman technique) 進行分析。圖4為詹森內曼法分析結果，在科學學習自我效能前測分數小於89.5分時，傳統學習組的科學學習自我效能顯著高於聊天機器人組 ($t=-2.19, p<.05$)。前測分數小於99.2分時，AR組的科學學習自我效能顯著高於聊天機器人組 ($t=-2.31, p<.05$)。前測分數小於96.1分時，聊天機器人結合AR組的科學學習自我效能顯著高於聊天機器人組 ($t=2.03, p<.05$)。

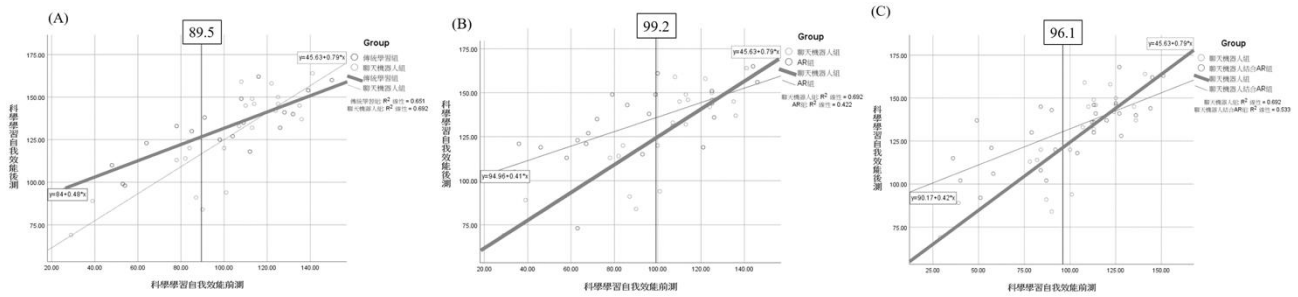


圖 4 科學學習自我效能詹森內曼法分析結果註：(A)為傳統學習組與聊天機器人組；(B)為聊天機器人組與 AR 組；(C)為聊天機器人組與聊天機器人結合 AR 組

科學學習自我效能子構面，概念理解 ($F = 1.43, p = .240$; $F(3,85) = 0.16, p = .923$)、實作 ($F = 2.26, p = .088$; $F(3,85) = 1.03, p = .383$)、生活應用 ($F = 1.86, p = .144$; $F(3,85) = 0.61, p = .610$) 不拒絕組內迴歸係數同質性假設和變異數同質性假設，共變異數分析結果顯示四組的概念理解 ($F = 0.39, p = .761, \eta^2 = 0.01$)、實作 ($F = 1.60, p = .196, \eta^2 = 0.05$) 和生活應用 ($F = 2.18, p = .10, \eta^2 = 0.07$) 無顯著差異。科學溝通子構面拒絕變異數同質性假設 ($F(3,85) = 2.92, p < .05$)，改採用 ANOVA 進行分析。科學溝通前測 ($F(3,85) = 0.33, p = .804$) 與後測 ($F(3,85) = 1.26, p = .295$) 皆顯示不拒絕變異數同值假設，故可進行 ANOVA 分析。分析結果顯示四組之間的科學溝通前測 ($F = 0.85, p = .472, \eta^2 = 0.03$) 與後測 ($F = 0.47, p = .704, \eta^2 = 0.02$) 皆無顯著差異。高層次認知技能拒絕組內迴歸係數同質性假設 ($F = 2.83, p < .05$)，故改採用詹森內曼法進行分析。圖 5 為高層次認知技能詹森內曼法分析結果，在前測分數小於 15.1 分時，傳統學習組的高層次認知技能顯著高於聊天機器人組 ($t = -2.04, p < .05$)。在前測分數小於 17.25 分時，AR 組的高層次認知技能顯著高於聊天機器人組 ($t = 2.06, p < .05$)。在前測分數小於 17.2 分時，聊天機器人結合 AR 組的高層次認知技能顯著高於聊天機器人組 ($t = 2.37, p < .05$)，此外，當前測分數大於 34 分，則是聊天機器人組的高層次認知技能顯著高於聊天機器人結合 AR 組 ($t = -2.04, p < .05$)。

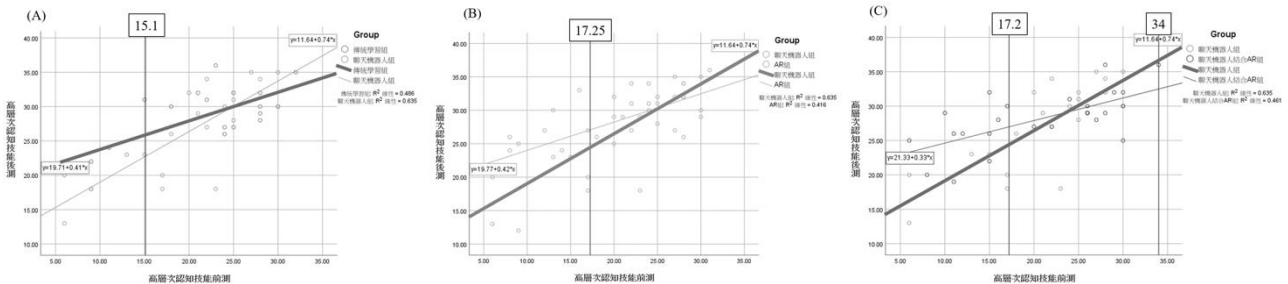


圖 5 高層次認知技能詹森內曼法分析結果

註：(A)為傳統學習組與聊天機器人組；(B)為聊天機器人組與 AR 組；(C)為聊天機器人組與聊天機器人結合 AR 組

5. 討論

經由研究結果顯示，當科學學習自我效能前測分數小於 89.5 分時，傳統學習組顯著高於聊天機器人組，如同游師柔、葉宣靈和孫之元 (2020) 研究結果，學習者過去透過傳統學習歷程獲得的成功經驗已累積多時，Bandura (1994)指出掌握經驗是提升自我效能的關鍵因素，故學習者可能較無法從聊天機器人學習方式中快速取得超越傳統學習方式的掌握經驗，因此傳統學習提升科學學習自我效能的效果較佳。當前測分數小於 99.2 分時，AR 組顯著高於聊天機器人組。使用 AR 學習科學實驗能減少對教學者的依賴 ((Akçayır et al., 2016))，AR 回饋是提供科學學習內容的具體經驗 (巨觀層次)，而聊天機器人回饋主要是提供學習歷程的資料查詢輔助，兩者相較，AR 回饋內容與科學實驗操作的學習目標較直接相關，且學習者能

透過 AR 提供的操作影片取得替代經驗 (游師柔、葉宣靈、孫之元, 2020), 因此促進科學學習自我效能較有優勢。當科學學習自我效能前測分數小於 96.1 分時, 聊天機器人結合 AR 組顯著高於聊天機器人組, 聊天機器人是良好的知識搜尋工具(Lalwani et al., 2018), 也能控制對話流程(AI-Zubaide & Issa, 2011)幫助學習者依循邏輯脈絡連結不同的化學概念, 結合 AR 回饋呈現巨觀層次的化學概念, 學習者得以運用三個層次的化學知識相互參照, 如同 Lin and Tsai (2013)之研究成果, 學習者在學習科學的歷程中, 採用深度學習策略會產生較高的科學學習自我效能。

科學學習自我效能子構面部分, 概念理解、實作、生活應用與科學溝通在四組之間皆無顯著差異。運用詹森內曼法分析高層次認知技能之結果顯示, 在前測分數小於 15.1 分時, 傳統學習組顯著高於聊天機器人組。規則式聊天機器人容易錯誤判斷使用者的想法, 導致使用者容易產生挫敗感(Adamopoulou & Moussiades, 2020), 對解決使用者問題容易造成干擾。前測分數小於 17.25 分時, AR 組顯著高於聊天機器人組。AR 能提供具體物件畫面輔助化學微觀層次的學習(Cai et al., 2014), 以及學習者透過 AR 強化學習內容與環境的關聯性, 幫助學習者觀察科學現象(Cai et al., 2021), 所以能更專注於科學探究歷程。聊天機器人較屬於資料查詢的輔助角色(Lalwani et al., 2018), 和 AR 學習內容相較, 聊天機器人提供的回饋與實驗操作之間非必要相關, 因此聊天機器人對高層次認知技能影響較小。前測分數小於 17.2 分時, 聊天機器人結合 AR 組顯著高於聊天機器人組, 反之, 當前測分數大於 34 分, 則是聊天機器人組顯著高於聊天機器人結合 AR 組。此結果可推論聊天機器人與聊天機器人結合 AR 的適用對象存有專家反轉效應(expertise reversal effect)。掌握經驗是影響自我效能來源之一(Bandura, 1994)。由於 AR 是提供學習者具體且詳細的實驗操作流程, 而聊天機器人主要依賴使用者主動查詢資料, 故對專家而言 AR 呈現的具體實驗操作方法已熟悉, 以至於 AR 提供的回饋資訊對提升專家的高層次認知技能較無幫助, 聊天機器人則可以針對專家的學習需求提供回饋, 與 Cai et al. (2014)的研究成果一致, AR 對學習成就低落者較具有學習效果。

6. 結論

本研究比較運用科學模擬實驗平台學習科學實驗與科學探究歷程時, 搭配傳統紙本、聊天機器人、擴增實境與聊天機器人結合擴增實境對大專院校學習者的科學學習自我效能之影響。根據研究結果顯示, 在不同前測分數的前提, 傳統學習方式累積的掌握經驗、AR 提供的化學巨觀層次經驗與替代經驗, 以及聊天機器人結合 AR 組的深度學習策略較能促進科學學習自我效能。在高層次認知技能子構面部分, 傳統紙本教材無聊天機器人的錯誤回應所造成的挫敗感和學習干擾, AR 有助於學習者透過與模擬物件的互動觀察科學現象, 因此在不同前測條件之下, 傳統學習組、AR 組顯著高於聊天機器人, 而聊天機器人結合 AR 與聊天機器人對高層次認知技能的影響存有專家反轉效應。受限於詹森內曼法的限制, 尚無法同時比較四組的學習前科學學習自我效能水平以釐清其中差異, 建議未來研究可探討高低科學學習自我效能者運用四種學習方式之差異, 以及蒐集質性資料輔助解釋, 並且進一步探討學習成效。

參考文獻

- 游師柔、葉宣靈、孫之元 (2020)。STEM 模式整合穿戴式擴增實境和穿戴式虛擬實境應用於科學教育：探討科學學習自我效能來源對高中生科學學習自我效能和學習成效之影響。數位學習科技期刊, 12(3), 25-57。
- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*, 2, Article 100006. doi:10.1016/j.mlwa.2020.100006
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and

- attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
doi:10.1016/j.chb.2015.12.054
- Al-Zubaide, H., & Issa, A. A. (2011, November). *OntBot : Ontology based chatbot*. Paper presented at the International Symposium on Innovations in Information and Communications Technology, Amman, Jordan.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (pp. 71-81). San Diego, CA: Academic Press.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education – Cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
doi:10.1080/09523987.2014.889400
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J. C. (2021). Effects of learning physics using augmented reality on students' self - efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235-251. doi:10.1111/bjet.13020
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40.
doi:10.1016/j.chb.2014.04.018
- Chang, C. Y., Hwang, G. J., & Gau, M. L. (2022). Promoting students' learning achievement and self - efficacy: A mobile chatbot approach for nursing training. *British Journal of Educational Technology*, 53(1), 171-188. doi:10.1111/bjet.13158
- Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185-197. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.022
- Chiu, T. K. F., Sun, J. C.-Y., & Ismailov, M. (2022). Investigating the relationship of technology learning support to digital literacy from the perspective of self-determination theory. *Educational Psychology*. doi:10.1080/01443410.2022.2074966
- Correia, A.-P., Koehler, N., Thompson, A., & Phye, G. (2019). The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: Secondary school students' perceptions. *Research in Science & Technological Education*, 37(2), 193-217.
doi:10.1080/02635143.2018.1487834
- Google. (2022). Google Dialogflow. Retrieved from <https://dialogflow.cloud.google.com>
- Huang, J. (2020). Successes and challenges: Online teaching and learning of chemistry in higher education in China in the time of COVID-19. *Journal of Chemical Education*, 97, 2810-2814. doi:10.1021/acs.jchemed.0c00671
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83. doi:10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x
- Kline, R. B. (2010). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York, NY: The Guilford Press.
- Kolil, V. K., Muthupalani, S., & Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, Article 30.
doi:10.1186/s41239-020-00204-3
- Lalwani, T., Bhalotia, S., Pal, A., Bisen, S., & Rathod, V. (2018). Implementation of a chatbot system using AI and NLP. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 6(3), 26-30. doi:10.21276/ijircst.2018.6.3.2

- Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2013). A multi-dimensional instrument for evaluating Taiwanese high school students' science learning self-efficacy in relation to their approaches to learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1275-1301. doi:10.1007/s10763-012-9376-6
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill.
- PhET. (2020). Gas Properties. Retrieved from https://phet.colorado.edu/zh_TW/simulations/gas-properties
- Putri, C. R., Soleh, S. M., Saregar, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2020, September). *Bibliometric analysis: Augmented reality-based physics laboratory with VOSviewer software*. Paper presented at the Young Scholar Symposium on Science Education and Environment, Lampung, Indonesia.
- Singh, J., Joesph, M. H., & Jabbar, K. B. A. (2019). Rule-based chatbot for student enquiries. *Journal of Physics: Conference Series*, 1228(1), Article 012060. doi:10.1088/1742-6596/1228/1/012060
- Stefanidi, E., Arampatzis, D., Leonidis, A., Korozi, M., Antona, M., & Papagiannakis, G. (2020). MagiPlay: An augmented reality serious game allowing children to program intelligent environments. In M. L. Gavrilova, C. J. K. Tan, J. Chang, & N. M. Thalmann (Eds.), *Transactions on computational science XXXVII: Special issue on computer graphics* (pp. 144-169). Berlin, Germany: Springer.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. doi:10.1080/09500690903386435
- The Concord Consortium. (2022). The volume-pressure relationship. Retrieved from <https://learn.concord.org/resources/793/the-volume-pressure-relationship>
- UniteAR. (2022). UniteAR. Retrieved from <https://www.unitear.com/>
- Yu, S.-J., Hsueh, Y.-L., Sun, J. C.-Y., & Liu, H.-Z. (2021). Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the ADDIE model for learning pour-over coffee brewing. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100030.
- Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Chen, O. T.-C. (2019). Effect of AR-based online wearable guides on university students' situational interest and learning performance. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 287-299. doi:10.1007/s10209-017-0591-3
- Zarkadis, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 893-902. doi:10.1039/C7RP00135E

教學影片中虛擬角色對幼兒學習影響之研究

The Influences of Virtual Characters in Instructional Videos on Pre-School Children's Learning

黃靖婷¹, 陳宥瑄^{2*}, 王健華¹

¹ 國立臺灣師範大學圖文傳播學系 (所)

² 臺北海洋科技大學視覺傳達設計系

*chenjp0820@gmail.com

【摘要】 當今幼兒園以影片作為教學輔助工具已日趨普遍，但因幼兒難以長期專注於同一事物中，舊有研究探討於教學影片中置入虛擬角色能提升學習的專注力，然而卻鮮少有研究探討影片中虛擬角色對幼兒學習者的影響。本研究分別設計有、無置入虛擬角色兩種版本之教學影片，針對學齡前幼兒的學習成效與學習動機進行探討。研究結果顯示，置入虛擬角色之影片顯著地提升幼兒學習成效。然而影片是否建置虛擬角色對幼兒的學習動機無顯著影響。本研究針對學齡前幼兒進行教學影片中置入虛擬角色探討，建議後續研究針對影片中虛擬角色的造型、性別因素進行探究。

【關鍵字】 虛擬角色；教學影片；學前幼兒；學習動機；學習成效

Abstract: Instructional videos have been widely used as a facilitator for preschool education. Research has evidenced that placing virtual characters (VC) in videos may improve children's learning concentration, but few studies have explored the impact of VC in an instructional video for preschool learners. In this study, two versions of instructional video with and without the presence of VC were developed to examine preschool children's learning achievement and learning motivation. The results exhibit that for learning achievement, the video with VC significantly outperformed the video without VC. However, VC has no significant impact on children's learning motivation. Further studies on the effects of VC in instructional video, particularly styling and gender of the characters, are suggested.

Keywords: virtual character, instructional video, preschool children, learning motivation, learning achievement

1. 前言

隨著數位科技的普及，當今幼兒一出世便能透過多元化媒體獲取資訊，數位螢幕已然成為幼兒認識世界的重要管道。因此，運用數位科技作為輔助教學之工具已是當今教育改革的重要環節（李勇輝，2017）。目前在幼兒園課堂中，教師使用數位教材已是屢見不鮮，為說明教室內無法體驗或概念較抽象的課程內容時，教學影片能輔助課堂教學。段承沂、歐陽閻（2016）的研究表明，當幼兒對學習的事物引發興趣時，方能保持其專注力，因此，設計數位教材時，應考量如何使幼兒主動且專注地投入其中。然而，根據研究者實際前往幼兒園調查發現，目前普遍運用於幼兒園課堂中的教學影片多為純文字敘述、示意圖動畫或旁白類型之影片為大宗，內容型態單調使得幼兒難以長時間專注於影片中。

根據 Van Gog, Verveer and Verveer (2014) 研究指出，在教學影片中置入教學者頭像，相較於影片中無教學者頭像更能提升學習者之學習成效。Schroeder and Traxler (2017) 認為，在學習環境中加入人物形體，更能吸引學習者的注目、增加學習參與度。虛擬角色的型態多變，得以快速改變其樣貌以因應不同的學期情境、主題，滿足於數位教學環境中不同之教學目標，也能使學習者更專注於其中（Heidig & Clarebout, 2011）。

然而，雖然目前已有部分研究探討於教學影片中置入虛擬角色對學習者的學習影響，卻鮮少有研究針對學齡前幼兒之學習影響進行探討。因此，依據上述研究動機，本研究探討將虛擬角色置入於教學影片中對幼兒學習影響。由於 0 至 9 歲的幼兒為燒燙傷的高危險群，嚴重

的燒燙傷將造成極高的死亡率（兒童燙傷基金會，2015）。因此，本實驗選定以燙傷緊急處理方式為教學影片題材，針對學齡前5至6歲幼兒園大班之幼兒為研究對象，探討學齡前幼兒是否因教學影片中置入虛擬角色而使學習有所差異。

具體而言，本研究明定三個研究問題：（1）透過教學影片學習對幼兒的學習成效之影響為何？（2）教學影片中置入虛擬角色對幼兒之學習成效之影響為何？（3）教學影片中置入虛擬角色對幼兒之學習動機之影響為何？

2. 文獻探討

2.1. 虛擬角色的應用

虛擬角色（virtual characters）能夠廣泛地運用於數位影像、遊戲或沉浸式虛擬環境中（Schroeder & Gotch, 2015）。其定義為存在於遊戲、動漫、影音或任何由媒體科技所構建之虛擬世界中的角色，能以任何外在形式存在於媒體科技中（游易霖、方彩欣，2014）。近年來，虛擬角色也常被應用於多媒體學習環境中，Moreno, Mayer, Spires and Lester（2001）透過虛擬角色在視覺及聽覺上幫助學習者構建知識，加深其了解學習內容。虛擬角色可以在交互式多媒體學習環境中透過不同的教學策略輔助學習者學習，不僅能扮演引導學習者學習的角色，也能為學習者演示較為複雜或現實環境中較難以達成之課程內容，使教學流程更加流暢（Heidig & Clarebout, 2011）。

教學者的臉部表情在視覺影像中尤為重要，學習者能從中提取多樣訊息，包括教學者身份、意圖與情緒（Wu & Ji, 2019）。根據Johnson, Rickel and Lester（2000）研究指出，具有視覺表現力的虛擬角色可以清楚地傳達建議，對學習者產生較強烈的激勵作用。個性化的虛擬角色亦能與學習者建立情感聯繫，從而引導學習者享受學習過程，並深入了解學習內容（Moreno et al., 2001）。在過往研究中，研究者多使用動畫影片繪製虛擬角色，難以精確地描繪出角色臉部表情之變化。近年來，數位科技的發展能透過視訊攝影器材追蹤教學者的臉部表情，將教學者的臉部表情同步呈現於2D、3D虛擬角色模組上，如此一來虛擬角色便能更即時地、生動地呈現出教學者當下的臉部表情。因此，本研究使用Holotech Studio開發的臉部追蹤軟體《Animaze》來製作3D影像模組虛擬角色，使虛擬角色視覺上更具生動性。

2.2. 虛擬角色對幼兒影響之因素

虛擬角色的外觀特徵通常深受幼兒喜愛，Liss, Reinhardt and Fredriksen（1983）認為電視中的虛擬角色對幼兒的吸引力無可非議，幼兒甚至會模仿他們所認同之虛擬角色的行為舉止。當幼兒對虛擬角色產生認同感時，其將成為幼兒在社會化過程中的中介角色（Jarzyna, 2021）。因此，虛擬角色不僅能提供幼兒娛樂，也能產生擬社會人際互動（Parasocial interaction），擬社會人際互動是指使用者將媒體中的角色視為親密的對話夥伴，在不知不覺中潛移默化地融入媒體內部社會關係中，例如美國知名教育動畫《愛探險的朵拉》，其中虛擬角色會直接對著鏡頭提問，使幼兒能夠透過螢幕與角色進行互動，甚至與媒體中的角色形成帶有情感的擬社會關係（Parasocial Relationships）（Horton & Wohl, 1956）。

幼兒與虛擬角色之間的擬社會關係能夠影響其對媒體中訊息的理解程度，並能促進幼兒對教育內容學習（Howard Gola, Richards, Lauricella & Calvert, 2013; Richards & Calvert, 2017）。Jennings and Alper（2016）的研究發現，幼兒能夠識別媒體中虛擬角色的正、反派特性，並對喜愛之虛擬角色擁有較高的擬社會關係，將它們視為值得信任的親密夥伴，且幼兒偏好向他們所喜愛之虛擬角色學習。因此，設計以教學為目的且能促進幼兒學習的虛擬角色時，取決於幼兒是否能與此虛擬角色產生情感聯繫，擬社會關係的形成過程在媒體學習中至關重要（Brunick, Putnam, McGarry, Richards & Calvert, 2016）。

2.3. 教學影片之幼兒教育功能

不同的數位工具能使學習獲得不同的感受，洪宜芳、張鑑如（2017）認為對於幼兒而言，

觀看影片相較於閱讀故事書無論在視覺、聽覺方面都更具有傳達力。教學影片可以創造出一個有趣的學習環境,在興趣式遊戲學習的過程中增進幼兒閱讀動機與參與課堂活動的意願(陳儒晰, 2014)。由於幼兒的思維單向不可逆且不具邏輯性,要理解抽象的課題對幼兒而言具有困難性,若能在教學過程中使用教學影片作為輔助,將有助於幼兒從中觀察並學習(McLeod, 2007)。

Obrusnikova and Cavalier (2018) 探討了教學影片對幼兒基本動作技能之影響,由於2至7歲之幼兒正值基本動作能力期,具備純熟的活動經驗對幼兒發育和發展動作能力是不可或缺的,研究表明觀看基本動作教學影片的幼兒,在執行任務時,注意力和動機皆有明顯提升,即使在觀看教學影片後隔兩週也能記憶起影片中的要點,因此,教學影片被認為是教導學齡前幼兒基本動作技能的有效工具。根據 Zielinska and Chambers (1995) 的研究表明,當教學影片之內容具有擬社會價值時,幼兒能透過影片內容觀察社會行為並參與活動,因此,將教學影片使用於幼兒熟悉的教室環境,透過集體觀看的方式能模擬出小型社會背景,使幼兒能即時與同儕練習於影片中所習得的行為,將有效增加練習擬社會行為的機會。

3. 研究設計

3.1. 研究方法

本研究採用準實驗研究法,針對幼兒在觀賞教學影片時,影片中建置虛擬角色對幼兒學習影響之探究,實驗中自變項為教學影片中的虛擬角色,依變項為幼兒之學習成效與學習動機。

實驗內容以燒燙傷緊急處理方法為教學題材,設計了兩種版本之教學影片,其一為置入虛擬角色版本,其二為無置入虛擬角色版本。本研究將受測幼兒分為兩組後,於實驗組實施觀賞有建置虛擬角色版本之教學影片,對照組實施觀賞無建置虛擬角色版本之教學影片。實驗實施前,兩組皆進行學習成效評量前測,兩組分別觀賞完教學影片後,進行學習成效評量後測與幼兒學習動機量表,並針兩組學習前、後之紀錄表與評量進行深入探討與分析。

3.2. 研究對象

本研究以一所新北市某私立幼兒園之兩班大班幼兒為研究對象,幼兒於實驗進行前依照其原班級分配為兩組,分別為A、B班級各11人,共計22人。A班級為實驗組,實施觀賞有置入虛擬角色版本之教學影片,B班級為對照組,實施觀賞無置入虛擬角色版本之教學影片。

3.3. 教學影片設計

本研究為實驗需要設計了兩種版本之教學影片,分別為有建置虛擬角色版本與無建置虛擬角色版本。兩種版本教學影片之目標與內容架構皆相同,詳如下列所述:

3.3.1. 教學影片目標

根據兒童燙傷基金會統計之數據顯示,0至9歲階段之幼兒為受到燒燙傷傷害的高危險群(兒童燙傷基金會, 2015),因此,為了讓幼兒在遇到燒燙傷情況時能具備基礎的急救知識,本研究以燒燙傷緊急處理方式為教學題材,教導幼兒燒燙傷時的處理步驟與正確處理觀念,使幼兒透過教學影片增加對燒燙傷傷害的緊急處理方式。

3.3.2. 虛擬角色設計

本研究使用 Holotech Studio 開發的臉部追蹤軟體《Animaze》建置虛擬角色,根據其官方網站申明其授予使用者可於個人或有限商業用途中進行使用。虛擬角色之外觀透過軟體後台系統設計,其性別、髮型及衣著上是參酌受測幼兒在幼兒園中的教師外型進行設計。當媒體角色與觀眾進行直接交談般的交流行為時,觀眾能產生擬社會人際互動(Ballantine & Martin, 2016),因此,本研究根據教學影片流程設計虛擬角色向受測者提出問答之橋段,以產生擬社會人際互動,增加受測者與虛擬角色之互動性。

3.3.3. 教學影片內容架構

教學影片內容根據兒童燙傷基金會所表明之燒燙傷急救為參考，以「介紹」、「沖」、「脫」、「泡」、「蓋」、「送」為內容架構順序，透過實際拍攝的示意畫面依序介紹在每一個步驟中的急救實施方法與相關概念。本實驗中設計的兩種版本之教學影片皆具有相同的目標與內容架構，且使用的實際拍攝示意畫面亦相同，差異僅在於虛擬角色的建置與否，圖 1 為兩版本影片實際畫面。



圖 1 有、無虛擬角色影畫面對照

3.4. 研究工具

本研究之研究工具分別為「幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量」與「幼兒學習動機量表」。由於學齡前幼兒無法自行以紙筆進行評量填答，因此研究者採取個別訪談的方式為每位受測幼兒紀錄，將問題以口述的方式向幼兒表達，並請幼兒依照評量與紀錄表中之級距進行回答。訪談地點於幼兒園的教室內，每位幼兒個別訪談時間約 10 至 15 分鐘。研究工具詳述如下：

3.4.1. 幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量

為了解受測幼兒觀賞教學影片前、後對於燒燙傷急救方法的理解程度，本研究根據教學影片內容與兒童燙傷基金會所表明之燒燙傷急救作為參考，針對燒燙傷急救方法自編「幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量」。學習成效評量的題目共有八題，每一題分別有三個選項，其中第一題為實作題，透過幼兒實作任務的過程以了解其真實學習成果。整體量表信度為 $\alpha = 0.688$ ，屬可信範圍內。表 1 為此評量題目舉例。

表 1 幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量題目舉例

題目	選項
請你移動桌上的紙卡，排列出正確的燒燙傷緊急處理步驟。	(A) 通過 (B) 部分通過 (C) 沒有通過
若要叫救護車應撥打幾號專線呢？	(A) 113 (B) 110 (C) 119

3.4.2 幼兒學習動機量表

本研究所使用之幼兒學習動機紀錄表改編自張雅雯 (2019) 修訂 Keller (1987) 的教材動機量表 (The Instructional Materials Motivation Scale)，將題目修改為符合觀賞教學影片之學習情境模組。根據莊尤姿、蔣姿儀 (2010) 的研究建議，為幼兒設計評量時應避免過多題目向度，以免幼兒缺乏耐心，因此，本研究刪除部分面向之題目，針對注意 (attention) 與滿足 (satisfaction) 兩個面向對幼兒進行問答。其中注意面向分析學習者在學習過程中好奇心的保持與激發興趣的程度；滿意面向分析學習者持續學習欲望，並對學習過程、結果感到滿意之程度。整體量表信度為 $\alpha = 0.747$ ，屬於可信範圍內。表 2 為量表之題目舉例。

表 2 幼兒學習動機量表題目舉例

面向	題目	選項
注意	教學影片一開始就很有趣，吸引我的注意力。	(A) 符合 (B) 一半符合 (C) 不符合
滿足	看完教學影片後，使我很有成就感。	(A) 符合 (B) 一半符合 (C) 不符合

3.5. 研究實施

本實驗於實施過程中所使用的影片播放器為幼兒園教室中所設置之電子屏幕，受測幼兒依

照其原先班級分為實驗組與對照組，兩組皆於觀賞教學影片前由研究者依序進行個別訪談，協助完成幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量前測。完成前測訪談後，以班級為單位播放教學影片，再由研究者對所有受測幼兒進行後測個別訪談，協助幼兒完成燒燙傷急救方法學習成效評量後測與幼兒學習動機量表。本研究根據幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量前、後測與幼兒學習動機量表蒐集之數據，以獨立樣本 t 檢定進行分析，以了解教學影片中建置虛擬角色對幼兒產生之學習影響。

4. 結果與分析

本實驗共有 22 位受測者，計收集到的有效問卷為 22 組，所有量表數據均以 SPSS23 進行統計分析，以驗證各項研究問題，以下各小節分別敘述各項研究問題資料分析結果。

4.1. 教學影片對幼兒學習成效影響

本節分析對應至研究目的一。為瞭解幼兒透過教學影片學習後的學習成效，進而探討實驗組與對照組的學習成效差異，本研究分別以實驗組與對照組的學習成效評量數據前後測進行獨立樣本 t 檢定，結果顯示兩組的學習成效差異皆為非常顯著（實驗組： $t=-9.193, p<0.001$ ；對照組： $t=-4.708, p<0.001$ ）。實驗組與對照組之學習成效 t 檢定表分別如表 3、表 4 所示。

表 3 實驗組 (A 班級) 學習成效

前/後測	人數	平均數	標準差	df	t	p
前測	11	4.27	1.1	20	-9.193	.000
後測	11	7.63	.5			

表 4 對照組 (B 班級) 學習成效

前/後測	人數	平均數	標準差	df	t	p
前測	11	3.72	1.49	20	-4.708	.000
後測	11	6.45	1.21			

幼兒燒燙傷急救方法學習成效評量共有八題，一題以 1 分計算，滿分為 8 分。結果顯示實驗組與對照組的學習成效皆有明顯進步，其中實驗組看完教學影片後整體評量分數為 7.63 分，對照組看完教學影片後整體評量分數為 6.45 分，且根據 t 值顯示，實驗組的學習成效進步幅度大於對照組 ($|t|=-9.193| > |t|=-4.708|$)。整體而言，幼兒透過教學影片學習能獲得明顯的學習成效，且在教學影片中置入虛擬角色能提升幼兒學習成效之進步幅度。

4.2. 教學影片中置入虛擬角色對幼兒學習成效影響

本節分析對應至研究目的二。為瞭解在教學影片中置入虛擬角色對幼兒學習成效是否有明顯差異，本研究將實驗組與對照組的學習成效評量進行單因子共變數分析 (ANCOVA)，結果顯示 p 值為 .012，表示兩組在前、後測結果分數有顯著的差異 ($t=7.62, p\leq 0.01$)，由此可知，在教學影片中建置虛擬角色能夠明顯提升幼兒透過教學影片學習的學習成效。實驗組與對照組學習成效 ANCOVA 檢驗如表 5 所示。

表 5 實驗組與對照組學習成效 ANCOVA 檢驗

項目	平方和	Df	均方	F	p
組別	6.857	1	6.857	7.620	.012
誤差	17.097	19	.900		
總計	1117.000	22			

4.3. 教學影片中置入虛擬角色對幼兒學習動機影響

本節分析對應至研究目的三。為瞭解在教學影片中置入虛擬角色對幼兒學習動機是否有明顯差異，本研究將實驗組與對照組的學習動機量表數據進行獨立樣本 t 檢定，結果顯示 p 值為 .770，未達 .05 之顯著水準 ($t=.296, p>0.05$)，因此，無論教學影片中是否有建置虛擬角色，

對於幼兒學習動機之影響均無明顯差異，且兩者平均值相當，分別為 2.53 和 2.58，接近量表總分值 3，顯示無論觀賞哪一種教學影片皆能產生學習動機。學習動機 t 檢定表如表 6 所示。

表 6 整體學習動機

組別 (班級)	人數	平均數	標準差	df	t	p
實驗組 (A 班級)	11	2.53	.31	20	.296	.770
對照組 (B 班級)	11	2.58	.48			

5. 研究結論

根據本研究的主要目的，先確立教學影片能對幼兒的學習成效產生顯著提升，進而探討在教學影片中置入虛擬角色對幼兒的學習動機與學習成效之影響。本研究將實驗評量與量表數據經過統計分析後，所獲得之結論與建議分述如下。

5.1. 結論

5.1.1. 透過教學影片輔助教學能提升幼兒的學習成效

根據本研究之文獻探討與研究結果顯示，使用教學影片做為幼兒教學輔助工具能顯著提升幼兒的學習成效。在實驗過程中，大部分的幼兒在觀賞完教學影片後的個別訪談過程中，皆能清楚地排列出燒燙傷急救方式之步驟順序，並能理解每一個步驟中的意涵。實驗過程中亦觀察到當研究者開始播放教學影片時，幼兒便能快速地融入於學習情境中，即使是幼兒沒有親身體驗過的經歷，也能透過教學影片中所建構之學習情境迅速理解教學內容。

5.1.2. 在教學影片中建置虛擬角色對幼兒的學習成效具有顯著影響

本研究在進行實驗前對所有幼兒進行前測個別訪談，根據訪談結果顯示，實驗組與對照組在觀賞教學影片前對於燒燙傷急救方法先備知識理解程度相當、無顯著差異，並以此為前提進行後續實驗。後測結果顯示，實驗組與對照組之間的學習成效具有顯著差異，觀賞建置虛擬角色教學影片之組別在作答得分上明顯高於觀賞無建置虛擬角色教學影片之組別，且進步幅度較大。實驗過程中亦觀察到幼兒會對影片中的虛擬角色產生好奇心，雖然並無與虛擬角色進行實際互動對話，卻會與同儕討論此虛擬角色的特徵、肢體動作…等內容，如同 Johnson et al. (2000) 研究所說的，虛擬角色的視覺表現力能對學習者產生激勵作用，因此，後續研究將能針對幼兒教學影片中虛擬角色的形象、設計策略進行更深入的研究。

5.1.3. 在教學影片中建置虛擬角色對幼兒的學習動機無顯著差異

根據本研究結果顯示，實驗組與對照組之間的學習動機無顯著差異，無論教學影片中有、無建置虛擬角色皆能提升幼兒的學習動機，且學習動機程度相當。根據 Brunick et al. (2016) 研究所述，設計能受幼兒喜愛、產生情感聯繫之虛擬角色能更加促進幼兒之學習動機，因此，後續研究中著重探討幼兒與虛擬角色產生之情感因素、擬社會關係對於學習之影響。

5.2. 建議

本研究著重於探討在教學影片中建置虛擬角色對於幼兒學習之影響，並且驗證在教學影片中建置虛擬角色能夠為幼兒學習產生正向影響。由於研究規模限制，樣本數較少有可能影響檢定力，建議往後研究可以增加樣本數作進一步推論，並針對教學影片中虛擬角色之外觀造型、性別或其他視覺影響因素等進行研究與探討。

參考文獻

- 李勇輝 (2017)。學習動機、學習策略與學習成效關係之研究-以數位學習為例。《經營管理學刊》，14，68-86。
- 兒童燙傷基金會 (2015)，燙傷狀況分布統計。https://www.cbf.org.tw/ugC_Know03.asp
- 兒童燙傷基金會 (2022)，燒燙傷急救。https://www.cbf.org.tw/ugC_Know03.asp
- 段承汧、歐陽閻 (2016)。電子繪本教學對幼兒專注力及閱讀興趣影響之行動研究。《教育學誌》，(35)，

85-143.

- 洪宜芳、張鑑如 (2017) 。三~ 六歲學齡前幼兒影片敘說:故事理解與故事重述之初探。 *教育心理學報*, 48(4) , 567-590。
- 莊允姿、蔣姿儀 (2010) 。幼稚園社區融合主題教學多元評量實施歷程之探究。 *幼兒教育年刊*, (21), 77-106。
- 陳儒晰 (2014) 。幼兒教師對數位媒體輔助幼兒閱讀動機, 閱讀理解和溝通互動之思考。 *教育傳播與科技研究*, (109) , 39-56。
- 張雅雯 (2019) 。虛擬實境結合悅趣化數位學習對國小五年級學生數學體積單元學習成效、學習態度與學習動機之影響。
- 游易霖、方彩欣 (2014) 。由情感模式探究消費者對虛擬角色認同感的重要性。 *設計研究學報*, (7), 97-111。
- Ballantine, P. W., & Martin, B. A. (2005). Forming parasocial relationships in online communities. *ACR North American Advances*.
- Brunick, K. L., Putnam, M. M., McGarry, L. E., Richards, M. N., & Calvert, S. L. (2016). Children' s future parasocial relationships with media characters: The age of intelligent characters. *Journal of Children and Media*, 10(2), 181-190.
- Collins, W. A., Wellman, H., Keniston, A. H., & Westby, S. D. (1978). Age-related aspects of comprehension and inference from a televised dramatic narrative. *Child Development*, 389-399.
- Horton, D., & Richard Wohl, R. (1956). Mass communication and para-social interaction: Observations on intimacy at a distance. *psychiatry*, 19(3), 215-229.
- Heidig, S., & Clarebout, G. (2011). Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?. *Educational Research Review*, 6(1), 27-54.
- Howard Gola, A. A., Richards, M. N., Lauricella, A. R., & Calvert, S. L. (2013). Building meaningful parasocial relationships between toddlers and media characters to teach early mathematical skills. *Media Psychology*, 16(4), 390-411.
- Johnson, W. L., Rickel, J. W., & Lester, J. C. (2000). Animated pedagogical agents:Face-to-face interaction in interactive learning environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2000(11), 47-78.
- Jackson, G. T., Ventura, M., Chewle, P., & Graesser, A. (2004, August). The impact of Why/AutoTutor on learning and retention of conceptual physics. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*. 501-510.
- Jennings, N., & Alper, M. (2016). Young children' s positive and negative parasocial relationships with media characters. *Communication Research Reports*, 33(2), 96-102.
- Jarzyna, C. L. (2021). Parasocial interaction, the COVID-19 quarantine, and digital age media. *Human Arenas*, 4(3), 413-429.
- Keller, J. M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance and instruction*, 26(8), 1-7.
- Liss, M. B., Reinhardt, L. C., & Fredriksen, S. (1983). TV heroes: The impact of rhetoric and deeds. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 4(2), 175-187.
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A., & Lester, J. C. (2001). The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?. *Cognition and instruction*, 19(2), 177-213.
- McLeod, S. (2007). Jean Piaget's theory of cognitive development.
- Obrusnikova, I., & Cavalier, A. (2018). An evaluation of videomodeling on fundamental motor skill performance of preschool children. *Early Childhood Education Journal*, 46(3), 287-299.
- Richards, M. N., & Calvert, S. L. (2017). Media characters, parasocial relationships, and the social aspects of

children' s learning across media platforms. *In Media exposure during infancy and early childhood*, 141-163.

- Schroeder, N. L., & Gotch, C. M. (2015). Persisting issues in pedagogical agent research. *Journal of Educational Computing Research*, 53(2), 183-204.
- Schroeder, N. L., & Traxler, A. L. (2017). Humanizing instructional videos in physics: When less is more. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 269-278.
- Veletsianos, G., & Russell, G. S. (2013). What do learners and pedagogical agents discuss when given opportunities for open-ended dialogue?. *Journal of Educational Computing Research*, 48(3), 381-401.
- Van Gog, T., Verveer, I., & Verveer, L. (2014). Learning from video modeling examples: Effects of seeing the human model's face. *Computers & Education*, 72, 323-327.
- Wu, Y., & Ji, Q. (2019). Facial landmark detection: A literature survey. *International Journal of Computer Vision*, 127(2), 115-142.
- Zielinska, I. E., & Chambers, B. (1995). Using group viewing of television to teach preschool children social skills. *Journal of Educational Television*, 21(2), 85-99.

先備知識與認知負荷對於適地性遊戲學習影響之研究

The Effects of Prior Knowledge and Cognitive Load on Location-based Game Learning

林愛雅¹, 陳宥瑄^{2*}, 王健華¹

¹ 國立臺灣師範大學圖文傳播學系 (所)

² 台北海洋科技大學視覺傳達設計系

*chenjp0820@gmail.com

【摘要】 過往的研究已顯示學習者之先備知識程度給予適當教材有助於降低認知負荷，但高先備知識學習者在使用擴增實境時是否因接收過多的干擾，造成認知負荷加重而導致學習成效降低，是個值得探討的議題。本研究使用準實驗法，來探究以認識淡水在地文化為例製作的一款擴增實境適地性遊戲，讓參與者進行遊戲並填答問卷。研究結果表示，不同程度的先備知識會影響參與意願，但對學習成效並沒有影響。此外，高認知負荷會造成負向的參與意願，但對學習成效則沒有造成影響。

【關鍵字】 先備知識；認知負荷；參與意願；學習成效；適地性遊戲

Abstract: Past research results has indicated that appropriate prior knowledge could help reduce learners' cognitive load. However, whether high cognitive load may occur for learners with high prior knowledge, as they may receive too much interference while using augmented reality, is worth discussing. This study uses quasi-experimental methods, to evaluate a location-based augmented reality game with an example of learning the local culture of Tamsui. Data were collected and analyzed from separate tests and questionnaire. Results show that prior knowledge affects the willingness of participation, but doesn't affect learning achievement. Meanwhile, high cognitive load causes low willingness of participation, but has no effect on learning achievement.

Keywords: prior knowledge, cognitive load, willingness of participation, learning outcome, location-based game

1. 前言

1.1. 研究背景與動機

針對學習者之先備知識 (prior knowledge) 程度給予適當之教材可以減少無關或增加相關的認知負荷 (cognitive load ; Kester, Corbalan & Kirschner, 2011) , 因此許多人以此為基礎去進行教材設計試圖減少學生在學習過程中之認知負荷。目前已有研究人員嘗試使用行動科技將數位遊戲應用於學習活動中 (Chen, Shih & Ma, 2014 ; Lu, Chang, Huang & Chen, 2014) , 同時也試圖將教育內容與遊戲環節進行整合, 希望讓教學過程變得更有趣。

然而, 卻有教育工作者表示, 依靠科技來提高學生的學習成績是不恰當的行為; 相反的, 有必要採用合適的學習策略或工具來支援學生進行參觀體驗的學習活動 (Hwang, Wu & Ke 2011 ; Peng et al., 2009) 。根據 Chu (2014) 表示關於使用行動科技可能產生的負面影響, 如果沒有確實且周全地將數位學習內容與現實世界環境相結合, 出現教材設計不良的情況, 可能會導致學生的認知負荷非常沉重, 因而讓他們的学习成效和學習態度降低。

因此, 本研究欲探討關於先備知識與認知負荷對於使用擴增實境適地性遊戲 (location-based game) 於學習所產生的影響。過往研究大多著重探討擴增實境應用於教育之影響, 較少去聚焦於先備知識在進行擴增實境適地性遊戲時所產生的認知負荷、參與意願及學習成效方面的差異, 本研究會將焦點放在先備知識與認知負荷是否會在遊戲過程中影響學習者而導致不同程度的參與意願與學習成效, 來瞭解以擴增實境適地性遊戲做為學習的媒介是否會是一種干擾抑或有助於學習, 據此作為研究依據。

依據以上的研究動機, 本研究列出明確之研究問題如下:

- (1)適地性遊戲之整體學習成效為何?
- (2)先備知識對於受試者進行適地性遊戲時之參與意願程度是否相關?
- (3)先備知識與進行適地性遊戲之後測成績是否相關?
- (4)認知負荷對於受試者進行適地性遊戲時之參與意願程度是否相關?
- (5)認知負荷與進行適地性遊戲之學習成效是否相關?

2. 文獻探討

2.1. 遊戲式學習中先備知識的重要性

隨著數位學習已漸漸發展成現今趨勢，使用數位遊戲進行遊戲式學習迅速成為一種嶄新的學習方式 (Aldrich, 2004; Prensky, 2001)。與非遊戲式的教學方法相比，遊戲式學習通常被認為更具激勵性，因此在教育方面會更有效並且更容易被學習者所接受 (Kebritchi, Hirimu & Bai, 2010)。

而先備知識是學習表現的主要預測指標 (Azevedo, Moos, Greene, Winters & Cromley, 2008)。但是先備知識在與遊戲式學習融合並應用於教育時卻可能會影響到學生在進行遊戲過程中的意願。以在學習數學相關知識時，數學先備知識會影響他們如何參與數位遊戲的方面作為舉例，Garris, Ahlers and Driskell (2002) 表示，當學生在遊戲中已經對數學有很高的先備知識時，在進行以學習數學為目的之數位遊戲時會降低挑戰的難度，甚至可能導致他們覺得無聊或降低參與的意願；同樣的，對遊戲中的數學沒有基本理解，意即先備知識相對較低的學生，就可能會在遊戲中容易變得沮喪和降低參與意願，因為會覺得遊戲內容挑戰性太高 (Abdul Jabbar & Felicia, 2015; Riconscente, 2013)。

因此，由上述文獻整理可以發現，儘管經過數位遊戲式學習的支持者多年的討論和研究，現今大多數人已普遍認為數位遊戲能促進學習參與 (Van Eck, 2006)，並且也覺得遊戲式學習可以增強學習動機，然而其是否能促進更好的知識方面的成效其實是不確定的 (Tsai, Yu & Hsiao, 2012)，但我們可以藉由文獻了解先備知識與學習能力之間存在很強的關聯，甚至有可能會因為先備知識的差異使得進行遊戲式學習時產生不同程度的學習成效及參與意願。

2.2. 適地性遊戲的教育應用

隨著數位遊戲在現代社會中的影響力越來越大，將其作為教育用途的情況也越來越常見，遊戲中的互動也被證實能提高學生的創造力和參與意願，從而提供了一個學生得以獲取知識的媒介 (Leftheriotis, Giannakos & Jaccheri, 2017)。而適地性遊戲現今已被廣泛運用於教育領域，許多學者也在嘗試設計更多不同的相關策略用以幫助提升學生的學習成效，使他們得以專注於一些不易於集中注意力之教材 (Ribeiro, Silva, Silva & Metrôlho, 2021)。

適地性遊戲的優點就在於其能夠將眼前所見的情況具體呈現出來，並且將希望傳達給學生的概念性知識與實際的地理位置做結合，帶出關聯性 (Brown, Collins & Duguid, 1989)。由於這類型遊戲的基本概念就是讓玩家能融入於現實世界中的學識並互相結合，因此非常適合應用在一些具有豐富歷史教育價值的景點 (Sintoris, Yiannoutsou, Demetriou & Avouris, 2013)。適地性遊戲能夠增加參與者的動機並且在活動過程中扮演著提供必要資訊的角色，在透過遊戲學習的過程中這些都將轉化為附加的價值，並將這些資訊都化作教材與現實世界融合，演進成一種超越傳統正規教育方式的學習途徑 (Huizenga, Admiraal, Akkerman & Dam, 2009)。而為了在遊戲過程中達到教育目的，適地性遊戲必須為學生提供新的資訊，或者將地點的背景知識與現實世界有所連結。

目前已有多項研究指出適地性遊戲在教育環境中的適用性，Rubino, Barberis, Xhembulla and Malnati (2015) 以使用手機進行適地性遊戲來進行博物館的參觀導覽，證明了該遊戲比使用一般數位媒體的導覽方式來的更有刺激性與吸引力，並且普遍受到青少年族群的喜愛。Hwang, Wu, Chen and Tu (2016) 也透過研究發現，以擴增實境製作的一款適地性遊戲來應用於學習活動能夠促進學生的學習態度以及學習成績，透過實驗展示了將適地性遊戲應用於課程教學中的有效性。適地性遊戲透過靈活、有趣、創新的教學方式，為教師們提供了一種具

有長期的學習影響並將課程進行概念化的學習方式，為行動學習開闢了一條新途徑（Schito, Sailer & Kiefer, 2015）。然而，前述所提及之實證研究鮮少看見將先備知識之差異納入影響學生進行遊戲時之考量，也因而促使了本研究欲加以探討。

2.3. 認知負荷與學習

根據澳洲學者 Sweller (1988) 所說，不同的認知負荷來源會導致不同的認知負荷類型，而這些類型都可能對學習方面產生不同的影響。其更在 2010 年時針對認知負荷理論提出了新版的分類模型，僅以內在認知負荷以及外在認知負荷來區別個體所感受到的認知負荷類型。他表示總體的認知負荷即由內在與外在認知負荷產生的總體元素互動性所組成，這也為認知負荷理論的關係提供了一個更加合理的基礎，將整體概念變得更加便利與完整 (Sweller, 2010)。

目前關於認知負荷的測量方式無規定的標準化測量方式，因為認知負荷會隨著學習的過程產生變化，只能以相對的程度去進行衡量。但現今已有認知負荷理論的研究人員表明使用量表這種測量技術是可以獲得可靠的測量數據的 (Gopher & Braune, 1984; Pollock, Chandler & Sweller, 2002)，因此本研究也將採用認知負荷量表來進行認知負荷程度的衡量。

實體環境可能會影響認知負荷與學習 (Cho, Van Merriënboer & Paas, 2014)，因為實體環境中也可能會通過改變提供給學生的教學內容等形式以及教材與學生互動的程度來促進有意義的學習，但是學習者也可能因為在實體環境中吸收不良而產生各種負面影響，不良的實體環境可能會引起學習者的不適感，從而降低學習者完成其學習任務的意願，因而對學習產生負面影響 (Paas, Tuovinen, Van Merriënboer & Aubteen Darabi, 2005)。像 Kalyuga, Rikers and Paas (2012) 就提出了專業知識反轉效應，這種效應顯示了對特定領域有一定程度的學習者，由於先備知識能很快的與工作記憶產生關聯，因此若這時還需要完成學習過程中所設計的教材，反而會使學習者造成認知負荷超載而造成反效果。因此建議教學者在教材的設計上應盡量減少無關的認知負荷，並將學習者的注意力轉移到教材的設計與建構中應考量的認知過程。

關於認知負荷與學習影響相關的實證研究，Hochberg, Becker, Louis, Klein and Kuhn (2020) 透過將智慧型手機作為教學實驗工具發現將行動裝置作為教學工具與傳統的教學方式相比，無論在興趣、好奇心以及認知負荷上都是沒有顯著差異的，與一開始他們所預期的高度好奇心與低認知負荷相去甚遠，但是學習成效卻有較好的表現。綜上所述，學習的實體環境，包含教學內容與教材呈現方式皆會對認知負荷產生一定程度的影響，因此本研究也將透過使用擴增實境適地性遊戲這種高科技互動教材，欲探討以此媒介所打造之學習環境是否具有讓學習者降低抑或提高認知負荷之效用。

3. 研究方法

本研究使用準實驗法，藉由建置「臺灣淡水文化擴增實境適地性遊戲」，了解不同先備知識程度的學習者在利用適地性遊戲認識淡水在地文化時所產生之認知負荷差異，進而分析其參與意願及學習成效，做出更進一步的探討。

3.1. 研究對象

本研究採便利抽樣，研究者在網路上投放報名表單來招募受試者，一共有 28 位受試者自願參與本實驗，由 19 位男性與 9 位女性組成，研究對象年齡區間為 19~25 歲，希望能藉由受試者不同的先備知識能力差異以及觀察他們在遊戲進行時所感知到的狀況，達成針對研究問題之回應。

3.2. 研究工具

配合題目之研究問題，本研究將使用準實驗法取得數據資料，並將蒐集資料以量化分析處理。而研究工具分別為問卷「淡水在地文化認識測驗」、「認知負荷量表」、「參與意願量表」以及讓受試者進行遊玩的「淡水文化擴增實境適地性遊戲」，各研究工具之建構原則分述如下：

3.2.1. 淡水在地文化認識測驗

本研究以「淡水文化擴增實境適地性遊戲」讓學習者過遊戲認識淡水在地文化，而淡水在

地文化認識測驗的填寫目的為測試學習者之先備知識，以及透過前後測對照其學習成效。其測驗出題依據為新北市政府文化局所出版之「文化資產達人題庫基礎級」，由新北市政府邀請之專家學者過各項文獻及紀錄資料的蒐整所編撰之一系列教材，將題本與本研究之九大點位作為選擇題目的基礎，共 25 題，Cronbach' s α 值為 0.631，整體而言，此份測驗具有相當之信度。

3.2.2. 認知負荷量表

本研究所使用的認知負荷量表為依據 Leppink and van den Heuvel (2015) 所建置並改良之認知負荷測量工具，利用六個問題來測量學習者在進行遊戲活動的過程中所感受之內在負荷及外在負荷，總共有 6 題，皆採用 Likert 五點式量表 (Likert scale)，問卷中前三題為測量心智負荷 (內在認知負荷)，Cronbach' s α 值為 0.831，後三題為測量心智努力 (外在認知負荷)，Cronbach' s α 值為 0.835，表示皆為相當可信。

3.2.3. 參與意願量表

本研究欲了解學習者在使用擴增實境適地性遊戲後是否會因先備知識與認知負荷之差異進而影響學習者之參與意願。此工具量表參考自 Moon and Kim (2001) 之研究修改而成，總共有 5 題，其填答之形式亦採用 Likert 五點式量表，以探究學習者對於進行完遊戲活動後之參與意願，其 Cronbach' s α 值為 0.910，表示相當可信。

3.3. 適地性遊戲設計

3.3.1. 遊戲目標

本遊戲之目標為讓受試者了解淡水相關在地性歷史文化，藉由擴增實境適地性遊戲讓受試者走訪淡水史蹟地點，透過實際觀察景點以尋找遊戲題目中的解答，並在選擇答題選項後輔以解說影片詳細解說該點位之史蹟歷史，使受試者得以隨著遊戲的進行增加對淡水史蹟的認識。遊戲中規劃以「清法戰爭」及「馬偕」為主的兩大路線，共九個歷史景點來探索淡水在清法戰爭時期所留下的文化史蹟與馬偕在淡水的發展過程。

3.3.2. 遊戲架構

此遊戲主要架構為建置一套以認識淡水在地文化為基礎的擴增實境適地性遊戲，學習內容包含設計者所選擇史事景點延伸而成之面向：「認識淡水清法戰爭的史蹟」、「了解廟宇與清法戰爭的相關性」以及「認識馬偕於淡水的史蹟的相關性」，透過走訪每個景點皆能由遊戲之介紹感受到豐富的淡水文化歷史特色。

3.4. 研究實施

本研究在實驗一開始會給所有受試者在不接觸任何學習與活動下進行「淡水在地文化認識測驗」前測，測驗時間為 20 分鐘，隨後實驗人員開始講解本日流程、遊戲操作方式與遊戲相關說明，講解完成後會給予受試者 90 分鐘進行遊戲體驗並在體驗結束後回到原地集合，每一位受試者在參與完遊戲後即給予填寫「淡水在地文化認識測驗」後測、「認知負荷量表」以及「參與意願量表」，測驗時間為 30 分鐘，所有流程全部完成後再進行遊戲結算並公布成績。

4. 結果與討論

本研究以量化資料回收有效測驗卷以及問卷為 28 份，以 IBM SPSS Statistics 23.0 進行統計分析。依擬定之研究問題，資料分析結果分為「適地性遊戲的整體學習成效」、「先備知識對參與意願的影響」、「先備知識對後測成績的影響」、「認知負荷對參與意願的影響」以及「認知負荷對學習成效的影響」共五個方向來討論。

4.1. 適地性遊戲的整體學習成效

本節之分析與討論對應研究問題一。整體學習成效是指全部參與實驗的 28 位受試者，所有研究對象的整體學習成效。整體前測平均成績為 58.71，後測平均成績為 75.29。本研究將受試者之前後測平均成績數據進行獨立樣本 t 檢定，結果顯示差異非常顯著 ($t(54) = -3.884, p=0$)。學習成效 t 檢定表顯示如表 1 所示。前測與後測之平均成績差距非常大，代表整體受試者之學習成效十分顯著，本研究所使用之擴增實境適地性遊戲可以有效幫助受試者進行學

習，因此後續的研究結論探討是有意義的。

表 1 整體學習成效

測驗	人數	平均值	標準差	df	t	p
前測	28	58.71	15.048	54	-.3884	.000
後測	28	75.29	16.832			

4.2. 先備知識對參與意願的影響

本節之分析與討論對應研究問題二。分析之方式為皮爾森積差相關分析，以比較受試者之先備知識與對於參與適地性遊戲意願相關性的情形。在完成相關分析後，結果顯示雙尾檢定的情況下顯著性在臨界值的邊緣 ($p=0.075>0.05$)，如解讀為不相關則非常有可能產生第二類錯誤 (type II error)，故改以單尾檢定進行分析，則是有達到相當的顯著性 ($p<0.05$)，表示兩者之間仍有相當的正相關性，詳細的相關性分析數據請見表 2。我們因此認為先備知識越高的人參與意願也會相對提高。本研究合理推斷會造成此項結果顯著的原因，先備知識較高的人可能會因為接觸到自己較為熟悉的事物而用心參與，因此對於活動產生較高的參與意願，反之先備知識程度相對較低的受試者也可能會因為接觸到的都是自己不甚熟悉的領域，在一開始反而就失去興趣不想用心投入遊戲之中。然因統計上 95% C.I. 的顯著性僅在臨界點邊緣，建議後續研究可針對此部分再行探討。

表 2 先備知識與參與意願相關性分析表

參與意願	先備知識	
	皮爾森相關性	.314*
	顯著性 (單尾)	.038

*註: N=28

4.3. 先備知識對後測成績的影響

本節之分析與討論對應研究問題三。分析之方式與第二節相同，為皮爾森積差相關分析，用以比較受試者之先備知識對於參與適地性遊戲後所測得後測成績相關性的情形。在完成相關分析後，結果顯示雙尾檢定的情況下兩者之間並不顯著 ($p>0.05$)，先備知識與後測成績之間， $r=.310$ ， $p=.109$ ，兩者之間還是有若干相關性，但是未達成顯著，詳細的相關性分析數據請見表 3。這樣的結果可以解讀為，無論受試者先備知識的程度，在進行適地性遊戲之後所測得之後測成績與受試者本身之先備知識並無直接關聯。雖然因為本研究之前測成績即代表先備知識，無法將其作為共變項，因此改為以後測成績作為本題相關性之檢驗，但即使無法直接從統計分析中了解學習成效，還是可以證明後測的成績並不會隨著先備知識越高就導致後測成績越高，因此即便不考慮先備知識的程度也可以在進行遊戲過後取得好成績。

表 3 先備知識與後測成績相關性分析表

後測	先備知識	
	皮爾森相關性	.310
	顯著性 (雙尾)	.109

*註: N=28

4.4. 認知負荷對參與意願的影響

本節之分析與討論對應研究問題四。分析之方式與前兩節相同，為皮爾森積差相關分析，用以比較受試者之認知負荷與參與適地性遊戲意願相關性的情形。在完成相關分析後，結果顯示雙尾檢定的情況下兩者之間有達到中度相關的顯著性 ($p<0.05$)，且認知負荷與參與意願之間， $r=-.504$ ， $p=.006$ ，兩者達到負相關，兩變項間為負向關係，詳細的相關性分析數據請見表 4。這樣的結果可以解釋為，在進行適地性遊戲的過程中，遊戲體驗所感知到認知負荷程度越低的受試者，在參與適地性遊戲的意願會越高。這項結果與研究問題二相呼應，認知負荷程度較低的受試者工作記憶能很快與先備知識產生聯繫進而加速學習，因此本研究推斷在進行遊戲的過程中，認知負荷低的受試者在處理遊戲中遇到的難題時是較為游刃有餘的，

而成功處理遊戲難題後所獲得的成就感可能又因而更進一步促使他們產生更高的參與意願。

表 4 認知負荷與參與意願相關性分析表

認知負荷	參與意願	
	皮爾森相關性	顯著性 (雙尾)
	-.504**	.006

*註: N=28

4.5. 認知負荷對學習成效的影響

本節之分析與討論對應研究問題五。分析之方式為偏相關分析，將前測成績作為控制變數，所測得之後測與認知負荷之相關性即為本研究中認知負荷與學習成效之關聯性，用以比較去除前測影響後認知負荷學習成效相關性的情形。在完成偏相關分析後，結果顯示雙尾檢定的情況下兩者之間並不顯著 ($p>0.05$)，控制前測後，認知負荷與後測之間的偏相關為 0.048，且 $p=0.811$ ，未達到顯著水準，表示認知負荷與學習成效之間並無關係，詳細的敘述統計與偏相關分析數據請見表 5 及表 6。這樣的結果可解釋為無論認知負荷的程度如何，均不會對學習成效產生影響，但是活動後之後測平均成績較前測之平均成績來的高，可以推斷出遊戲進行的過程中所感知到的認知負荷並不會影響到受試者在活動中的學習成效。但是可以看出整體的學習成效是提高的，遊戲活動本身可以有效幫助學習者學習，然而進步的幅度不會隨著認知負荷的感知程度而受到影響。

表 5 認知負荷、前測與後測之敘述統計

	平均值	標準差	N
認知負荷	2.2093	.87804	28
後測	75.2857	16.83219	28
前測	58.7143	15.04772	28

表 6 認知負荷與學習成效相關性分析表

控制變數		後測	
前測	認知負荷	皮爾森相關性	.048
		顯著性 (雙尾)	.811

4.6. 結論

本研究透過擴增實境適地性遊戲作為學習方式對於不同先備知識程度、不同認知負荷程度之受試者的學習影響與各變項間之相關性。經過統計分析後所獲得之結論得出，以量化下的結果能夠證明擴增實境適地性遊戲在對於淡水在地文化認識的效益性，其能使整體的受試者在經由體驗遊戲過後皆具有學習成效。關於受試者之先備知識，不同程度的先備知識會影響受試者的參與意願，但是對於後測的成績並沒有造成影響；而關於認知負荷的方面，高認知負荷會造成低參與意願，但是對於受試者之學習成效則沒有造成影響，推論原因可能為參與意願高的受試者在進行前測時原本的分數就已經不低了，因此在後測時不會看出非常明顯的進步幅度，因此才可能會出現參與意願顯著但是學習成效不顯著的結果。

參考文獻

- Abdul Jabbar, A. I., & Felicia, P. (2015). Gameplay engagement and learning in game-based learning: A systematic review. *Review of educational research*, 85(4), 740-779.
- Aldrich, C. (2004). *Simulations and the future of learning*. New York: Pfeiffer.
- Azevedo, R., Moos, D. C., Greene, J. A., Winters, F. I., & Cromley, J. C. (2008). Why is externally regulated learning more effective than self-regulated learning with hypermedia? *Educational Technology Research and Development*, 56(1), 45 – 72.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Chang, H. Y., Hsu, Y. S., & Wu, H. K. (2016). A comparison study of augmented reality versus

- interactive simulation technology to support student learning of a socio-scientific issue. *Interactive learning environments*, 24(6), 1148-1161.
- Chen, C. P., Shih, J. L., & Ma, Y. C. (2014). Using instructional pervasive game for school children's cultural learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(2), 169-182.
- Choi, H. H., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2014). Effects of the physical environment on cognitive load and learning: Towards a new model of cognitive load. *Educational Psychology Review*, 26(2), 225-244.
- Chu, H. C. (2014). Potential negative effects of mobile learning on students' learning achievement and cognitive load—A format assessment perspective. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(1), 332-344.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467.
- Gopher, D., & Braune, R. (1984). On the psychophysics of workload: Why bother with subjective measures? *Human factors*, 26(5), 519-532.
- Hochberg, K., Becker, S., Louis, M., Klein, P., & Kuhn, J. (2020). Using smartphones as experimental tools—a follow-up: cognitive effects by video analysis and reduction of cognitive load by multiple representations. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 303-317.
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & Dam, G. T. (2009). Mobile game - based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 332-344.
- Hwang, G. J., Wu, P. H., & Ke, H. R. (2011). An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses. *Computers & education*, 57(4), 2272-2280.
- Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C., & Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments*, 24(8), 1895-1906.
- Kalyuga, S., Rikers, R., & Paas, F. (2012). Educational implications of expertise reversal effects in learning and performance of complex cognitive and sensorimotor skills. *Educational Psychology Review*, 24(2), 313-337.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443.
- Kester, L., Corbalan, G., & Kirschner, F. (2011). Cognitive load theory and multimedia learning, task characteristics, and learning engagement: The current state of the art. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 1-4.
- Leftheriotis, I., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Gamifying informal learning activities using interactive displays: an empirical investigation of students' learning and engagement. *Smart Learning Environments*, 4(1), 1-19.
- Leppink, J., & van den Heuvel, A. (2015). The evolution of cognitive load theory and its application to medical education. *Perspectives on medical education*, 4(3), 119-127.
- Li, R. Y., & Wang, C. H. (2020). Key factors and network model for location - based cultural mobile game design. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2495-2512.
- Lu, C., Chang, M., Huang, E., & Chen, C. W. (2014). Context-Aware Mobile Role Playing Game for Learning. In *The New Development of Technology Enhanced Learning* (pp. 131-146). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Moon, J. W., & Kim, Y. G. (2001). Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information & management*, 38(4), 217-230.
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Van Merrienboer, J. J., & Aubteen Darabi, A. (2005). A motivational perspective on the relation between mental effort and performance: Optimizing learner involvement in instruction. *Educational technology research and development*, 53(3), 25-34.
- Peng, H., Chuang, P. Y., Hwang, G. J., Chu, H. C., Wu, T. T., & Huang, S. X. (2009). Ubiquitous performance-support system as Mindtool: A case study of instructional decision making and

- learning assistant. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(1), 107-120.
- Pollock, E., Chandler, P., & Sweller, J. (2002). Assimilating complex information. *Learning and instruction*, 12(1), 61-86.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.
- Ribeiro, F. R., Silva, A., Silva, A. P., & Metrôlho, J. (2021, September). Literature Review of Location-Based Mobile Games in Education: Challenges, Impacts and Opportunities. In *Informatics* 8(3), p. 43). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Riconscente, M. M. (2013). Results from a controlled study of the iPad fractions game Motion Math. *Games and Culture*, 8(4), 186-214.
- Rubino, I., Barberis, C., Xhembulla, J., & Malnati, G. (2015). Integrating a location-based mobile game in the museum visit: Evaluating visitors' behaviour and learning. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 8(3), 1-18.
- Schito, J., Sailer, C., & Kiefer, P. (2015). Bridging the gap between location-based games and teaching. In *AGILE 2015 Workshop on Geogames and Geoplay*. ETH Zürich.
- Sintoris, C., Yiannoutsou, N., Demetriou, S., & Avouris, N. M. (2013). Discovering the invisible city: Location-based games for learning in smart cities. *IXD&A*, 16, 47-64.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive science*, 12(2), 257-285.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational psychology review*, 22(2), 123-138.
- Tsai, F. H., Yu, K. C., & Hsiao, H. S. (2012). Exploring the factors influencing learning effectiveness in digital gamebased learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 240-250.
- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE review*, 41(2), 16.

基于互动化绘本阅读的小学生测评服务平台的设计与开发

Development and Application of an Assessment Service Platform for Primary School Students Based on Interactive Picture Book Reading

丁春申¹, 何炎柏², 赵佳祺³, 郝琰皓⁴, 陈枕^{5*}

¹ 北京师范大学, 人工智能学院

² 北京师范大学, 认知神经科学与学习国家重点实验室

³ 北京邮电大学, 计算机学院 (国家示范性软件学院)

⁴ 北京师范大学, 人工智能学院

⁵ 北京师范大学, 教育学部, 教育技术学院

* guang@bnu.edu.cn

【摘要】 本研究结合对现有互动化绘本阅读平台、小学生主题测评工具的分析, 开发了一个面向小学生的绘本互动测评平台。经过 2 轮可用性测试和 1 轮易用性访谈测试, 该平台获得了 84.72% 学生满意率与 8.583 分 (10 分制) 的教师满意评分, 这表明该平台的设计思路具备可用性。

【关键词】 互动绘本阅读; 绘本测评; 测评教养反馈; 小学生;

Abstract: Based on the analysis of existing interactive picture book reading platforms and evaluation tools for primary school students, this study develops a picture book-based interactive evaluation platform for primary school students. After two rounds of usability tests and one round of interview, the platform obtained a student satisfaction rate of 84.72% and a teacher satisfaction score of 8.583 points (10-point scale), which supports the conclusion that the platform is designed to be usable.

Keywords: Interactive picture book reading, Picture book evaluation, Educational advice, Primary school students

1. 研究背景

随着中国大陆地区“双减”政策落地, “家庭阅读”与“校园阅读”正担负起学生发展的更多重要职责(林雁 2021)。数字化阅读具有丰富的多媒体交互形式(中国新闻出版研究院全国国民阅读调查课题组 2019), 是传统纸质阅读的补充与升级形态。数字化阅读的高速发展也推动了儿童互动化绘本阅读的进步。

6-12 岁是儿童心理发展的关键时期。在这一阶段, 对儿童的能力进行准确科学的评价, 对儿童的发展有重要意义。然而现阶段面向小学生的直接测评工具相对匮乏, 而绘本化的测评工具便于营造情景, 可以深入考察学生的高阶思维与心理状况。绘本测评工具在批判性思维(Lin, Chew, and Chen 2017)、语言能力(垢梦杰 2020)等测评领域已获得有效验证。

以小学生为对象展开的测评和研究中(张和平 2012; 张金荣 2019), 多采用传统的纸质测评方式, 使用量表、问卷等形式开展测试, 对于小学生来说难以产生吸引力, 导致学生无法完成测评或测评结果难以体现学生的真实水平; 同时也存在部分领域, 如批判性思维、心理健康等, 缺乏针对小学生这一年龄阶段的测评题目。

2. 问题提出

本研究致力于开发一个面向小学生的绘本化测评平台, 使用户可以在平台内进行绘本化互动阅读, 并基于阅读进行专项能力测评, 获得个性化的教育内容反馈。我们认为, 儿童的绘本阅读测评平台, 需要考虑如下问题

对于儿童读者, 儿童在互动绘本阅读和测评的过程中需要什么样的交互体验? 对于测评题目, 如何设计测评题目交互方式? 对于老师家长, 如何设计平台才能满足家长和老师的教

育需求?

本研究在平台设计和开发完成后，通过用户测试与访谈的形式，调查开发平台的可用性与易用性，并对平台进行设计完善。

3. 平台设计与开发

3.1. 平台设计理念

本研究采用“用户体验五要素”模型进行平台设计(Jesse James Garrett 2002)，该模型是产品交互研究领域的经典模型。该模型认为用户体验可以用五层模型来指导产品设计，分别是表现层、框架层、结构层、范围层和战略层，基于该理论，本研究构思了平台设计理念（见表 2）：

表 1 Garrett 用户体验设计五要素及其设计理念

用户体验五要素	本平台该层设计理念	表现方式举例
战略层	孩子需要更有趣的阅读方式，希望更了解自己，获得更好的成长。	确立让孩子更好阅读与测评的主体目标，有趣性与科学性并重。
范围层	从内容与功能两个角度框定平台的三大核心功能。	在儿童阅读+测评+反馈的完整体验流程下进行设计。
结构层	以用户为中心，在三大功能下进行易用交互设计，设置埋点。	不想测评可独立阅读，想测评可以选择阅读同时测评。
框架层	分层处理儿童端、家长端的层级架构设计。	点击、拖拽、语音问答等多种交互形式
表现层	视觉前端呈现进行儿童适龄化处理	儿童化 UI、游戏化结构

本平台的目标用户系接受测评的 6-12 岁小学生和学生家长老师，根据用户需求分析，本研究设计与开发的平台核心模块是绘本阅读、绘本测评与反馈总结三大模块。绘本阅读模块可实现用户阅读的个性化推荐、绘本互动阅读功能。绘本测评模块则基于专业学者开发的绘本化量表，提供绘本测评服务。反馈总结页面包含测评报告与教养指导建议两大功能。

3.2. 平台运行效果

3.2.1. 测评部分

以已上线的《生命科学绘本》绘本为例，绘本有滚动和点击两种翻页形式。因为每个知识点的宽度不定，选择采用上下滑动的方式进行翻页。随着上下滑动，自动播放对应动画。同时，为了动画切换更准确，也设计了点击换页，点击页面下方，就可进入下一页。



图 1（左）5 阅读页面切换效果

图 2（右）两栖动物呼吸方式网页端动效示意图

本研究针对生命科学绘本《两栖动物》的章节，对每一个知识点进行了动效设计。以图3绘本讲解两栖动物呼吸方式为例，在绘本阅读弹出对话框之后，学生可以通过点击青蛙皮肤触发青蛙的第二大呼吸器官——皮肤，进而了解到青蛙为代表的两栖动物呼吸方式与呼吸原理。

知识点画面和测评题目交替出现，通过下滑的方式查看完整的绘本和题目。所有的题目和选项都有配套的音频，儿童可以在答题的过程中收听题目的朗读，增加对于题干的理

3.2.2. 反馈部分

该平台测评反馈核致力于帮助儿童和家长教师准确地理解和把握测评结果，帮助了解儿童当前能力所处的位置和水平，以及所测量能力的优势之处与不足。

结合儿童和家长的理

解能力以及对于反馈的不同需求，本研究开发了“儿童版”和“家长版”两个不同版本的测评结果反馈，以求反馈更有针对性。

儿童版反馈报告首先介绍了孩子总体测验得分情况和题目作答情况。后又对孩子测评时每一个维度的具体得分进行具体的个性化分析，帮助孩子理解和提升自己的能力。

在整个儿童版反馈报告中，平台根据儿童的认知能力和认知特点，最大程度降低了儿童阅读反馈结果的认知负荷，帮助儿童轻松了解到自己本次测评的结果和自己当前的水平。

家长版反馈报告首先以科学准确地语言向家长介绍了测评的基本逻辑，作为报告的前言。后文中，对孩子五个维度上的表现进行了细致准确地描述。考虑到成年人的理解能力，该部分的能力解释相比于儿童版本，更加细致、深入和充分。平台也根据儿童的测评结果，针对性的向家长提供了教养建议，帮助家长更好的陪伴孩子成长和发展。结合孩子当前的水平，平台也给出了推荐的绘本与专家课堂，以便于家长更直接的改善自己的教养策略。



图 5 (左) 6 儿童反馈界面

图 6 (右) 家长反馈界面

4. 平台可用性测试

本平台借助来自北京师范大学陈枕团队开发的《生命科学两栖动物绘本》批判性思维科学测评工具与《生命科学爬行动物》科学批判性思维测评工具，对北工大附属中心新升小学五年级两个班级 72 名学生分两阶段进行了可用性测试。

经验证，由该平台制作的绘本测评工具均有良好的测量学指标，题目区分度均大于 0.3，具有一定程度的内部一致性，利用学生测试前上一学年的科学课成绩作为外部校标，获得了 0.691 的校标关联效度，因此该平台可用性效果良好。

在测试结束后，本研究对 72 名学生进行了测后问卷访谈，问卷访谈显示在功能理解维度上，学生满意率达到 84.72%，在使用流畅度上，学生满意率达到百分之 77.78%，充分支持了该平台的可用性。

在平台易用性方面，本研究在 72 位同学中随机选取了 6 位学生行了结构化访谈，访谈显示，学生高度认可阅读过程中的互动设计与 IP 形象，对测评过程的多模态因素兴趣较高，普遍愿意将该平台分享给身边人。

本研究对 10 位一线老师进行了结构化的访谈与满意度评分问卷。教师普遍认为学生可以对测评过程进行基本理解, 超半数老师均对个性化反馈内容的设计提出了高度肯定。满意度评分问卷显示教师对平台操作体验评价较好。操作流畅度、阅读流程平均分超过 8 分, 测评流程、反馈界面、美术设计平均分超 8.5 分, 教师的推荐意愿总体平均分也达到 8.5 分。

5. 研究结论

本研究探索了绘本化阅读的交互体验形式、绘本化测评的设计方式与测评反馈的个性化设计。并得出相关结论:

第一, 基于“用户体验五要素”模型, 本研究归纳出阅读过程中人机交互的四大类方式; 在绘本测评环节, 探索出数十种题型交互形式; 在阅读反馈环节, 面向儿童和家长, 探索出了一整套个性化报告模块内容。这些成果进行了可用性测试和易用性访谈测试, 获得好评。

第二, 本研究开发与设计的绘本测评平台具有一定的实践价值与推广空间。绘本测评可与多项测评进行结合, 未来仍有巨大研究空间。除此之外, 该平台功能能够给用户带来良好的体验, 具备实践价值。

参考文献

- 垢梦杰. 2020. 《以绘本为载体促进大班幼儿叙事能力发展的研究》. 硕士, 河北大学.
- 兰琴. 2019. 《基于学龄前儿童认知特点的电子互动绘本设计研究》. 硕士, 四川师范大学.
- 林雁. 2021. 《“双减”政策下教育出版的使命与担当》. 编辑学刊 (06):70-76.
- 刘婷. 2010. 《情绪主题绘本促进幼儿情绪能力发展的行动研究》. 硕士, 西南大学.
- 王蔷和教娜仁图雅. 2017. 《中小学英语绘本教学的途径与方法》. 课程.教材.教法 37(04):68-73. doi: 10.19877/j.cnki.kcjcjf.2017.04.012.
- 中国新闻出版研究院全国国民阅读调查课题组. 2019. 《第十六次全国国民阅读调查报告》. 新阅读 (05):45-47.
- 张和平. 2012. “3-12 岁儿童人格的结构评定及其发展特点的追踪研究.” 西南大学.
- 张金荣. 2019. “小学生几何直观能力测评模型的构建研究.” 辽宁师范大学
- Gelerstein, Damián, Rodrigo del Río, Miguel Nussbaum, Pablo Chiuminatto 和 Ximena López. 2016. 《Designing and Implementing a Test for Measuring Critical Thinking in Primary School》. Thinking Skills and Creativity 20:40-49. doi: 10.1016/j.tsc.2016.02.002.
- Jesse James Garrett. 2002. The Elements of User Experience:User-Centered Design for the Web. Peachpit Pr.
- Lin, I.-Hsiu, Sie Wai Chew, and Nian-Shing Chen. 2017. “A Vocal Assessment Approach to Measure Elementary School Students’ Critical Thinking Skills.” Pp. 419-21 in 2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT).

教育新生态下的儿童沉浸式空间 XR 研学应用

Research and Application of XR Research and Learning in Children's Immersive Space

Under the New Ecology of Education

周千仟^{1*}, 孙雯慧¹, 李敏惠¹, 李艺²

¹ 北京师范大学

² 北京邮电大学

* 1336140826@qq.com

【摘要】 本文基于当下社会背景与儿童行为研究理论, 对儿童沉浸式教育空间 XR 研学项目, 从研究对象及设计内容等方面进行了相关研究。最后结合真实项目对内容进行分析, 共同探索 XR 沉浸式学习空间中所需要的必要条件及对象的行为特征, 以期为后来分析学习者改进教学策略, 为教育新生态的建设提供新思路。

【关键词】 教育设计 1; 沉浸式空间 2; 虚拟现实 3

Abstract The renewal of the education ecology has long been imperative. Based on the current social background and children's behavior research theory, this paper conducts relevant research on the XR research project of children's immersive education space from the aspects of research object and design content. Finally, the analysis explores the necessary conditions and behavioral characteristics in XR immersive space, which provides new ideas for later analysis learners to improve teaching strategies and new education ecology.

Keywords: Educational Design, Immersive Space, Virtual Reality

1. 研究背景

1.1. 虚拟增强现实技术+教育中 AR 与 VR 的异同

从技术上看, VR 技术是在硬件设备上生成可交互的三维环境的技术, AR 技术是识别判断现实信息进行虚拟与现实结合并提供实时交互的技术, 它们都是基于肢体语言——头部或手部运动来控制系统, 都是扩展现实 (Extended Reality, 简称 XR) 中的一种。

1.2. 虚拟现实行业未来技术发展呈“五横两纵”趋势

总体来说, 虚拟增强现实趋势包含“五横两纵”的技术框架与发展路径。“五横”是指近眼显示、感知交互、网络传输、渲染计算与内容制作; “两纵”是指 VR 与 AR。在未来技术端要围绕这“五横两纵”进行攻克。

2. 研究设计

2.1. 用户研究

在资料整理和实地考察的基础上, 我们的研究对 7 位 4-12 岁学龄儿童、5 位儿童家长进行非结构性访谈 (图 1)。访谈内容包括用户在博物馆参观的行为特征、参观体验与感受以及对 VR/AR 技术为主的交互教育模式的看法和态度。

有关于参观博物馆的行为特征问题, 结果显示受访者认可参观博物馆这一体验学习方式。儿童的参观动机主要受到学校、家长和个人兴趣的影响, 家长带孩子参观博物馆则旨在拓展孩子的认知范围、培养良好性格及兴趣爱好。对于博物馆未来的游览方式, 受访者均提出了对沉浸感、互动感和趣味性的更高期待, 并希望通过游览方式的改变进一步多元化知识的呈现形式, 提高儿童对知识的学习效率。

2.2. 设计内容综述

我们对项目进行了需求分析，并对此进行了功能转化（图 2）



图 1 受访者记录

图 2 需求汇总

2.3. 图形适配设计

对项目进行了色彩规范与文字规范，使界面主色与 IP 形象植物精灵小绿保持一致严格控制比例，避免视觉疲劳。文字颜色主要采取棕色和白色，棕色的文字用于营造植物世界的氛围，与周围插画相呼应；白色的文字多用于深色背景下，提高对比度，便于儿童阅读。

3. 研究结果与启示

3.1. 研究结论

对于该项目的研究，如何解决教育新生态带来更新和改进：

- a.游戏化学习：促进儿童与知识内容的双向沟通，激发儿童好奇心和学习兴趣。
- b.科学设计教育内容：结合儿童的认知特点和记忆特性对内容进行科学设计，提升知识的学习效率和深层次领悟，促进知识内化。
- c.符合行业发展趋势：提供数字化转型模式，利用 XR 技术促进游览体验升级。

3.2. 研究启示

AR 技术在当下产品中仍存在不足如：交互体验单一，互动性差、玩法缺乏趣味性，用户参与度低、内容和知识性缺乏、IP 性不够强，记忆点少、展品内容单调、对展品信息不够深刻、展陈装饰模式化等。目前对于特殊人群关照尚且有限。未来可以依据如何引入技术，设计线上线下融合的探究性学习活动，让沉浸式空间学习方式变的更加灵活，也是我们有待研究的方面。

参考文献

杨园园。“增强现实教育应用类型及发展路径.” 第 23 届全球华人计算机教育应用大会 (GCCCE 2019). 武汉: N.p., 2019. Print.

陈舒琪。“基于项目学习的小学 AR 研学活动设计与应用——以生态类研学为例.” 浙江工业大学, 2021. Print.

张梅燕。“虚拟/增强现实行业发展现状及趋势.” 中国市场 12 (2017): 29 – 31.

Bower, Matt et al. “Augmented Reality in Education - Cases, Places and Potentials.” Educational media international 51.1 (2014): 1 – 15.

K D Squire. Wherever You Go, There You Are: Place—Based Augmented Reality Games for Learning[J]The Design and Use of Simulation Computer Games in Education, 2007. PP. 265—290.

数字游戏测评的评估模型建构与策略水平研究——以“推箱子”为例

Research on Evaluation Model Construction and Strategy Level of Digital Game Evaluation

徐雪迎^{1*}, 祝薇², 张娜³, 张志楨⁴

¹ 北京市三帆中学

² 清华大学附属小学清河分校

³ 首都师范大学

⁴ 北京师范大学

* xuxy@mail.bnu.edu.cn

【摘要】 本研究采用基于证据中心设计方法, 构建了问题解决能力游戏测评模型进行构建。问题解决能力模型由认知能力、元认知能力、认知效率构成; 推箱子游戏任务模型由操作难度和障碍难度两个维度下六个指标构成, 根据该模型, 推箱子游戏任务被划分为简单、中等、困难三个等级; 证据模型包含反映问题解决能力的五个指标, 游戏总得分、平均执行速率、计划时间占比、计划执行比、成功题目与最优路径步数的差。以 208 名小学高年级学生为被试开展游戏测评, 采用 log 数据收集被试一系列行为指标, 评价被试的问题解决水平, 推断其问题解决策略。

【关键词】 学习评价; 游戏测评; 问题解决

Abstract: In this study, the game evaluation model of problem-solving ability was constructed based on the evidence center design method. The model of problem-solving ability consists of cognitive ability, meta cognitive ability and cognitive efficiency; The box pushing game task model is composed of six indicators under the two dimensions of operation difficulty and obstacle difficulty. According to the model, the box pushing game tasks are divided into three levels: simple, medium and difficult. The evidence model includes five indicators reflecting the problem solving ability, including the total score of the game, the average execution rate, the proportion of planned time, the proportion of planned execution, and the difference between the successful problem and the optimal path steps. 208 senior primary school students were taken as subjects to carry out game evaluation. A series of behavior indicators were collected by using log data to evaluate the problem solving level of the subjects and infer their problem solving strategies.

Keywords: learning evaluation, game evaluation, problem solving

1. 引言

问题解决 (problem solving) 是维持人类生存和发展进步的一项必备复杂认知技能。以数据、信息、知识为基础的新经济时代, 未来人才需要识别并适应复杂多变的环境、寻求生存发展中各种问题的应对之法, 在此背景下, 培养学生的问题解决能力成为了世界各国关注的教育焦点。

实践领域对问题解决能力的评价已开展广泛研究 (Newell & Shaw, 1972; Adams, 2003; Wallace, 2004; OECD, 2013)。针对传统纸质化的测评和普通数字化的局限, 经过设计的数字游戏为问题解决能力的动态过程数据收集与评估提供了一个可行的方案。

本研究的研究问题为: a、问题解决能力游戏测评的任务模型构建; b、问题解决一般策略水平划分。问题有多种类型, 针对本研究侧重点, 基于推箱子游戏的问题解决能力测评聚焦于结构良好问题解决。

2. 方法

2.1. 被试

本研究的被试为北京某小学 223 名四年级和五年级学生。他们分别以班级为单位集中在学校机房，登录游戏测评网站，进行 40 分钟的推箱子游戏。第二天完成 20 分钟的瑞文标准推理测验，在本研究中作为问题解决能力的外部校标。排除缺失数据后，共计 208 份有效数据。

2.2. ECD 研究范式

随着研究不断深入，基于游戏的测评形成了以证据中心设计为基础（Evidence-centered design, ECD）的研究范式。Mislevy 等（2003）最初提出的 ECD 是一个广泛应用于现代化教育评估中的模型。引入基于游戏的测评后，Shute（2011）将其优化为能力模型、任务模型和证据模型三个核心成分。

3. 基于 ECD 的模型构建

3.1. 任务模型：游戏任务难度评级

本研究从构成游戏的三个基本成分及相互关系出发，对游戏预测试的被试操作数据及游戏的障碍难度进行分析，如图 7 所示，选取 6 个指标构建推箱子游戏任务难度模型。根据任务模型，进而计算任务难度系数。

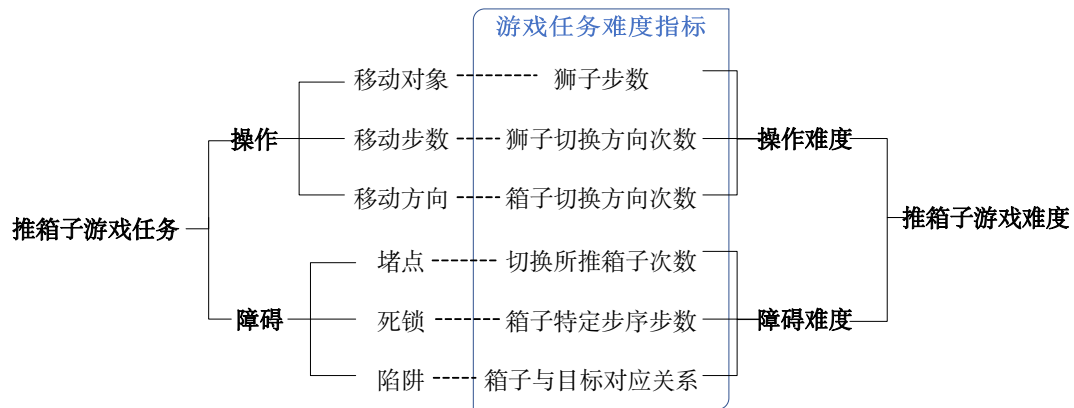


图 7 推箱子游戏任务难度模型构建

3.2. 能力模型：问题解决能力

本研究的问题解决能力模型由认知能力、元认知能力和认知效率三个成分组成。认知能力指的是包括工作记忆、抑制控制、抽象推理、空间想象等一般能力，在本游戏测试中，认知能力支持被试在游戏中表征问题、分析问题、操作执行以达成目标。元认知能力由计划、监控、调节构成，在游戏测试中主要表现为被试对整体布局和行动路径的总体计划和过程控制；认知效率是被试以最低的输出完成游戏测试任务的能力。

3.3. 证据模型：行为指标体系

本研究以日志数据的形式记录被试完成推箱子游戏任务过程中的操作数据。最终从日志数据中提取出如下三类指标：第一类指标是任务成功数量，反映了被试的问题解决完成度。第二类指标是任务时间分配，反映了被试的元认知水平以及执行过程是否流畅和迅速。第三类指标是被试的任务完成路径与最优路径的差异。

对每个指标的实际数量转换为 z 分数，通过如下公式计算问题解决能力：

问题解决能力 = 认知能力 + 元认知能力 + 认知效率

认知能力 = $(z \text{ 游戏总得分} + z \text{ 平均执行速率}) / 2$

元认知能力 = $(z \text{ 计划时间占比} + z \text{ 计划执行比}) / 2$

认知效率 = $-z \text{ 成功题目与最少步数的差}$

4. 测评结果与研究结论

4.1. 游戏测评结果统计

对学生的瑞文推理测验成绩、成功关卡数、问题解决能力得分进行相关性分析（表 6），

结果显示学生的问题解决能力、成功关卡数、简单关卡成功数、中等关卡成功数均与瑞文推理测验成绩呈正相关关系，困难关卡成功数与瑞文推理测试成绩无相关性。

表 6 问题解决能力、成功关卡数与瑞文推理测验成绩相关性分析

		成功关卡数	简单关卡成功数	中等关卡成功数	困难关卡成功数	问题解决能力
瑞文推理测验成绩	皮尔逊相关性	.221**	.222**	.174*	0.041	.144*
	显著性(双尾)	0.001	0.001	0.012	0.558	0.038

4.2. 问题解决策略聚类及水平划分

本研究采取 K-means 算法对 208 个被试进行聚类分析。所选取的特征为经过归一化处理的计划时间占比和执行速率，计划时间占比是反映元认知能力的典型指标，执行速率则一定程度上反映了被试的认知能力。数据表明，208 个群体聚为 5 组。个案分布情况如图 8 所示。

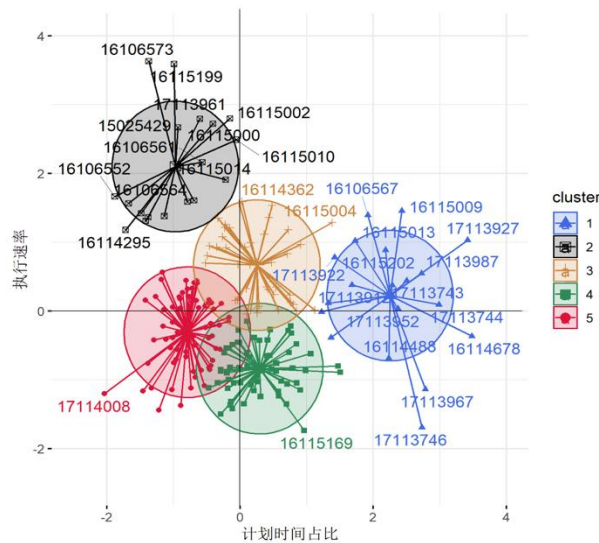


图 8 K-means 聚类个案分布情况

本研究进而根据各组群体在游戏任务总得分以及各项特征上的差异，确定五个问题解决能力水平。五个水平在认知能力、认知效率、元认知能力上的得分对比通过图 3 直观呈现。下面对较高水平的两组被试在游戏测评中表现出的问题解决策略和特征进行阐述。

(1) 水平 1 全局计划-稳步执行

水平 1 被试采取了有效的“全局计划”策略。他们意识到必须将一关游戏的多个箱子和目标位置视为一个有内在联系、相互影响的有机整体。他们花费更长的时间对任务和目标全部信息进行选择和加工，完成对任务的全局布置，这是一种自上而下的控制过程，因此称之为“全局计划”策略。从操作过程的数据上来看，该组被试在操作前通过想象计划好路径，行动开始后无需过多思考，按照计划好的路线快速直接地完成任务，操作流畅，行动匀速，较少地进行无意义踱步，较少出现废步。

(2) 水平 2 局部优化-高频尝试

水平 2 的被试采取的策略为“局部优化”。他们倾向于将多箱子的任务视为多组子目标，序列性地完成局部目标，未注意到箱子路径的交叉、子目标的非线性顺序关系。由于缺乏全局计划和整体意识，他们需要时常停下来解决先前没有计划到的新问题。该水平的被试在开始行动时才对任务信息进行加工，从而指导动作进行或校正错误反应，他们仅针对局部进行分析，寻求当前问题的解法，步步推进，不断优化。此外，他们的执行速率显著高于其他组，但关卡总成功率位居第二，这也反映他们具备较好的操作执行能力，反应较快，以保证在行动先于计划的高频尝试中降低操作失误的概率。

总的来说，行为数据聚类分析形成了五个水平，表现较好的两个水平呈现出“全局计划”与

“局部优化”两种不同的策略，而综合使用两种策略的群体处于平均水平，缺乏行动力或计划性不足的群体则表现不佳。

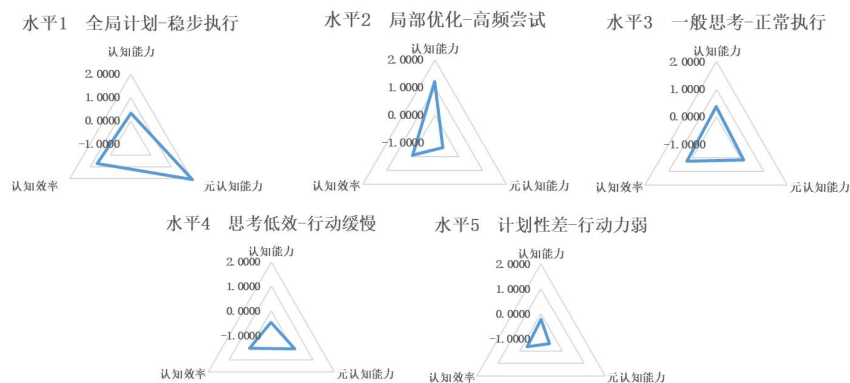


图 9 五个水平的认知能力、认知效率、元认知能力得分雷达图

5. 结语

本研究对基于数字游戏的问题解决能力测评开展进一步探索，采用ECD模式进行系统化的推箱子游戏任务开发与难度评级，以认知能力和元认知能力为指标对小学高年级学生的问题解决行为表征进行聚类。在该游戏任务中，被试表现出五个问题解决水平，各水平在问题解决能力三个维度上各异，分别反映出问题解决过程中不同的优势与不足。研究结果对游戏测评任务开发和问题解决能力的培养方向具有启示作用。此外，数字化游戏的日志文件对于行为数据的获取展现出极大优势，基本能还原被试的问题解决过程，为评价者提供充分的、可靠的、有效的能力指标，基于大数据的评估必然教育评价未来的发展趋势。

参考文献

- Adams, R., & Wu, M. (2003). *Programme for International Student Assessment (PISA): PISA 2000 Technical Report*. Paris: OECD Publishing.
- Mislevy, R. J., Steinberg, L., & Almond, R. (2003). Focus article: On the structure of educational assessments. *Measurement Interdisciplinary Research & Perspective* 1(1), 3 – 62.
- Newell, A., & Shaw, J. C. (1972). *Human problem solving*. Upper Saddle River NJ: Prentice-Hall.
- OECD (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, Paris: OECD Publishing.
- Shute, V. J., Masduki, I., & Donmez, O. (2010). Conceptual framework for modeling, assessing and supporting competencies within game environments. *Technology, Instruction, Cognition & Learning* 8(2), 137-161.
- Wallace, B. , & Al, M. (2004). *Thinking Skills and Problem-Solving: An Inclusive Approach*. London: David Fulton.

大學生對於社會性科學議題之探究能力分析

The Investigation of College Students' Inquiry Ability to Socioscientific Issues

盧昱豪，施如齡，洪耕德
國立中央大學網路學習科技研究所
yuhao.lu@g.ncu.edu.tw

【摘要】 本研究設計並開發一套線上學習系統<城市天平>，讓學生進行社會性科學議題之探究式學習。學習系統以環境生態平衡議題為主軸，結合水資源、土地利用資訊、動物保育、植被等數據資料，引導學生根據探究式學習之「問題假設」、「觀察與操作」、「蒐集資料」、「分析分類資料」以及「歸納與解釋」等五個階段進行探究。結果顯示學生在整體的探究活動結束後，覺知探究階段最有感受的為蒐集資料和觀察、操作與紀錄兩個階段；而不同的探究階段其覺知之難易度皆不相同。總結來說，學生對於探究歷程的覺知大多聚焦在蒐集資料，但在問題假設、與歸納解釋兩個階段的較少。研究結果除了提供學生提升各自的探究歷程覺知，也提供教師理解未來設計社會性科學議題的探究設計上更應著墨與引導的方法。

【關鍵字】 社會性科學議題；探究式學習；探究覺知

Abstract: This research designs and develops an online system that enables students to engage in inquiry-based learning in social science issues, named "City Auncel". The main purpose of this study is to investigate the impact of students' inquiry-based learning framework on their ability to demonstrate inquiry and awareness in social science issue activities. In this study, competencies and awareness were examined in relation to each of the five stages of inquiry-based learning. The results showed that after the overall inquiry activity, the students felt the most sensitized during the inquiry stage by collecting data and observing, manipulating, and recording, and the level of difficulty of feedback varied among the different inquiry stages.

Keywords: Socio-Scientific Issues (SSI), Inquiry-Based Learning, Awareness

1. 介紹

1.1. 前言

社會性科學議題為當今最熱門的話題之一。然而社會科學的興起，充滿了前所未有的廣度、深度、大規模收集和分析數據的未知領域(Lazer et al., 2009)。這種跨領域、維度、時間與空間的超大知識集合體屬於一個沒有所謂的正確或不正確的結果。而探究式學習方法則是在設法將這個超大知識集合體，邏輯性的拆解並建立在人們的認知中。藉由人類獨有的創新思維與發想，進而將各種跨領域的知識產生錯綜複雜的碰撞，建立屬於個人對於社會性科學議題的知識理解與模型。科學教育界普遍贊同促進科學素養，但對於科學素養究竟包含哪些內容的爭論一直存在(Presley et al., 2013)。而探究的學習活動中使用各種方法，例如結構化探究、引導式探究、開放式探究和學習循環，得以幫助學生發現變量之間的關係(Shih et al., 2010)。

1.2. 研究問題

在本研究中，設計一套基於社會科學議題的探究式學習活動，使學生在活動中透過探究式學習的方法，初始階段由學生對社會科學議題的問題假設開始，從混亂模糊逐漸轉變並產生出具體且明確的探究目標，更能從過程中建立起完整的知識模型，其目的在於，探討學生在探究活動後，對於探究式學習能力運用感受與學生探究能力覺知為何？

2. 文獻回顧與探討

2.1. 社會性科學議題 (Socioscientific Issues)

基於學生對社會性科學議題(SSI) 的探索的科學教學已被視為支持科學學習和發展科學素養的有力策略。關於科學素養的意義和目的的爭吵一直存在這一領域中。儘管科學教育界在呼籲提高所有學生的科學素養方面相當一致，但對於什麼構成科學素養卻存在相當少的共識(Sadler, 2011)。科學教育界普遍贊同促進科學素養，但對於科學素養究竟包含哪些內容的爭論一直存在(Presley et al., 2013)。然而 SSI 的道德爭議方面最有趣，並且可以在學習者中產生最有意義的參與(Sadler, 2011)。運用學生真實生活中所面臨的議題，透過證據的收集和理性的對話辯證，應可有助於瞭解科學的社會人文層面、科學的價值、和科學的有限性，學習如何運用科學知識思考，成為具有理性判斷和批判思考能力的未來公民（劉湘瑤、李麗菁與蔡今中，2007）。

所以本研究在社會性科學議題的設定，以現今台灣社會科學環境議題石虎的生存危機為背景，期望學生能建立起對於社會環境科學的知識並持續關注，養成對於社會科學素養方面的知識，認知到社會中所有的不管是人、事、物，皆可能會影響到社會環境的變化，透過科學的素養學習培養學生的判斷與思考的能力。

2.2. 探究式學習(Inquiry-based Learning)

探究式學習用作涵蓋一系列教學方法的總稱，這些教學方法由它們賦予學生調查工作(處理問題和解決問題)的中心位置統一起來。作為一種教學方法，探究式學習在高等教育中得到廣泛認可和提倡(Aditomo et al., 2013)。從廣義上講，探究式學習是一種通過採用以學習者為中心、以學習者為導向和以探究為導向的學習方法來提高和轉變學習體驗的質量和有效性的方法，從而更好地控制與學習者一起學習(Blessinger & Carfora, 2014)。可以在基於探究的學習活動中使用各種方法，例如結構化探究、引導式探究、開放式探究和學習循環，以幫助學生發現多變量之間的關係，或者從收集的數據中進行概括(Shih et al., 2010)。NRC(2000)表明課程標準內容強調，活動應培養學生具備的兩個目標，（一）科學探究的能力（二）對於探究的理解與認識。李育諭 & 林季怡(2018)認為問題覺知與學生跨領域能力有較直接關係，跨領域課程對問題覺知的影響將是透過跨領域能力被間接影響。然而，目前社會上，因為很多造成社會問題的本質，往往存在互相衝突的價值觀與知識觀，而解決問題的方式通常會牽涉非常廣泛的知識領域，進而會造成社會大眾的問題覺知不足。靳知勤(2019)的研究結果表明，理科大學生參與探究文本轉寫歷程後，其科學教育所需相關能力覺知與學習表現，獲得提升。然而探究方法是學者們用來進行受控調查和實驗以有效解決理論和實踐問題、產生發現和科學進步的有組織和系統的科學方法(Coccia, 2018)。Pedaste (2015)提出將探究式學習區分為五大階段，分別為：Orientation（方針）、Conceptualization（概念化）、Investigation（調查）、Conclusion（結論）與Discussion（討論），然而在每個階段則有被細分的行為內容，首先在Orientation方針階段，為介紹主題或理論、學習的挑戰、調查以科學為導向的問題，也就是說在此階段主要在給予學生探究方向。第二階段Conceptualization概念化階段，重點在於學生提問、制定問題、初步詢問問題、需求評估等等，學生開始思考自己對於此探究的問題為何。第三階段Investigation調查階段，重點在於學生需要計畫問題、實驗的設計、整理數據與合理化數據。第四階段為Conclusion結論，學生須完善理論、提供解決方案與提出結論。最後階段則是Discussion討論階段，學生可以討論、分享探究內容、表達新的理解與預測新實驗結果等等。

本研究為了讓學生能清楚覺知探究的歷程，且本研究主要在探討學生的探究能力，所以將這五大階段重新設定如圖 1，分別以「問題假設」、「觀察與操作」、「蒐集資料」、「分析分類資料」以及「歸納與解釋」，作為本實驗的探究階段與能力規劃，本研究的五個階段中的（一）「問題假設」，主要是從Conceptualization概念化的階段而來，期望在此階段學生會產生提問或制定問題的行為。（二）Investigation調查階段在本研究中被細分為三階段，「觀察與操作」，說明為學生在探究活動開始時，因為是線上網站探究的學生方式，學生並不理

解網站都提供了甚麼樣式的數據，所以會在系統上先進行大致上的觀察與操作，用以後續更深入的探究。（三）「蒐集資料」是指，學生開始因為先前的階段，建立探究問題以及觀察操作後，朝問題的方向蒐集相關的資料或資訊。（四）「分類分析資料」則是將蒐集而來的資料進行分析並分類，在此階段，學生應開始將前述所探究來的所有內容，做好資料的分類並轉化為自己的論述依據。（五）最後的階段為「歸納與解釋」，合併了Conclusion與Discussion階段，在這個階段學生不僅完善了屬於自己的理論之外，還可以將自己的探究內容與其他學生進行討論並公開的分享自己的探究結果，進而去衍生後續發現的問題，再重複地進行上述的探究階段。

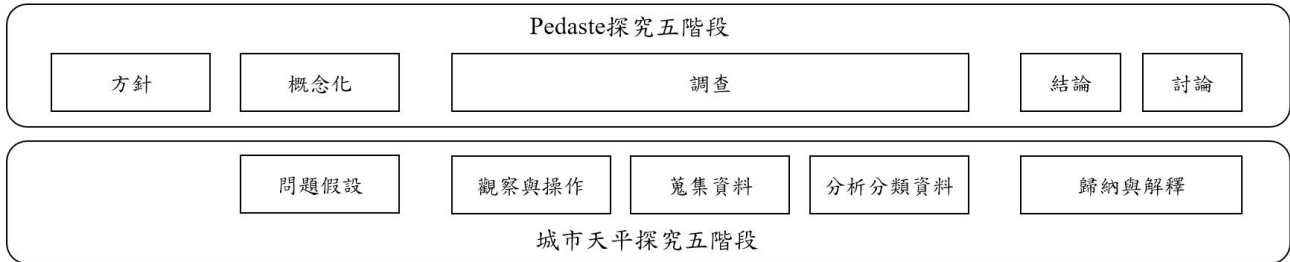


圖 1 探究階段差異

基於上述的文獻，本研究為了將社會性科學議題作為主要的教學內容，選擇了探究式學習的方式，從社會科學環境的知識建立開始，透過各種真實社會環境數據資料的提供，讓學生從這些數據中探究出基本的社會環境認知，從而去討論並衍生造成環境社會變化的多變量的因素，而此研究主要在探討學生探究時的能力表現與學生對於探究覺知為何。

3. 活動設計

3.1. 背景

本研究以社會科學議題為主要教學重點，教學背景來自於台灣社會科學環境議題-石虎的生存危機，透過將社會性科學議題結合探究式學習的方式，讓學生對於社會性科學議題能更加的理解與重視。活動的目標在於，期望學生建立起屬於自己對此議題的知識模型，透過3人為一組的協作方式，不僅僅是體驗一個社會性科學探究的活動，更期望可以引起學生對於社會性科學議題的興趣，使學生可以對於多變性的社會性科學議題產生深度的關注與豐富的知識觀。

3.2. 介紹

此活動區分為五個階段如圖 2，首先在活動開始前先進行整個社會科學議題的介紹，讓學生先理解活動的環境與背景，並介紹整個線上系統的環境與數據分類。第二階段是角色的分配，整個活動是以3人為一組的配置如圖 3，角色分別為政府、保育團體以及財閥&建商，每個角色都有自己的立場，（一）政府須兼顧整個國家的開發與環境指數。（二）保育團體職責在於考量是否維護整個生態環境。（三）財閥&建商職責在於考量是否有還能進行開發與建設的區域。除了角色立場的設定之外並無其他規範，目的是讓學生可以自由地在系統中進行探究，並利用所探究而來的資料，用在後續的階段可以進行討論。第三階段就是學生透過任務的引導，探究真實的社會科學數據並完成任務之內容。第四階段學生將完成的任務交於政府的角色審查該任務內容通過與否，以做為探究結果的依據，第三階段與第四階段需重複三次才會進入第五階段，討論與總結的部分，該階段會讓學生各自分享自己在活動過程中的探究歷程，探究到了甚麼內容，並在最後比較各個小組之間的差異，且在最後的部分由活動主持人總結整場活動的反思與回饋給學生。

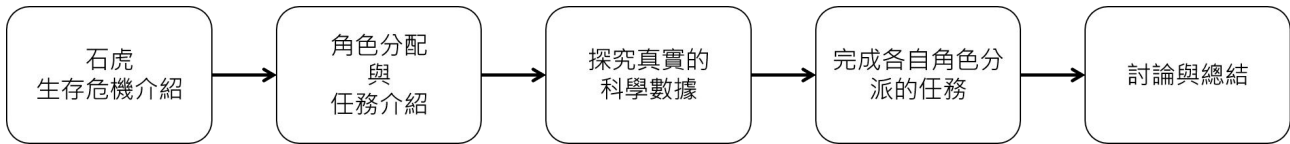


圖 2 活動流程

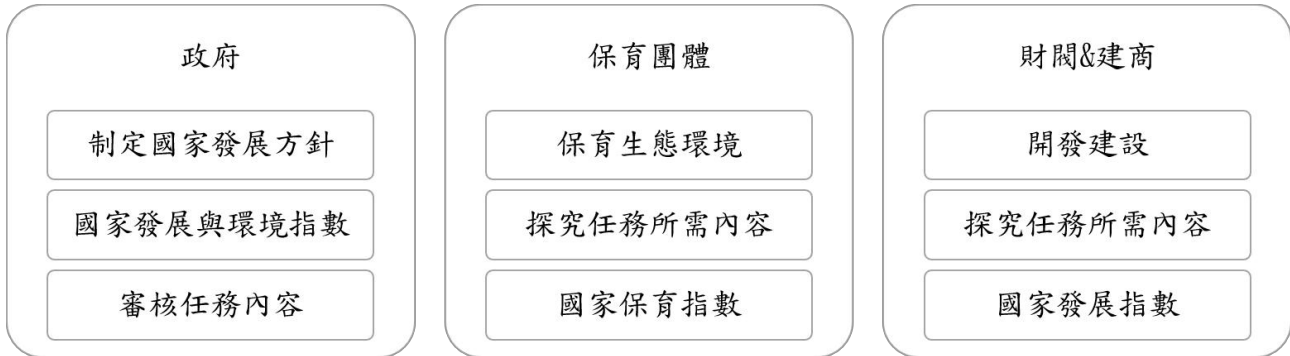


圖 3 角色任務

3.3. 探究過程

學生可探究數據區分為水、土地資源、石虎簡介以及植被分布。在探究的過程是以 Pedaste (2015) 提出探究式學習的歷程階段，將階段分為五個部分：方針(Orientation)、概念化(Conceptualization)、調查(Investigation)、結論(Conclusion)與討論(Discussion)。本研究改編自上述五種探究歷程稱為：「問題假設」、「觀察與操作」、「蒐集資料」、「分類與分析資料」、「歸納與解釋」如**错误!未找到引用源。**。

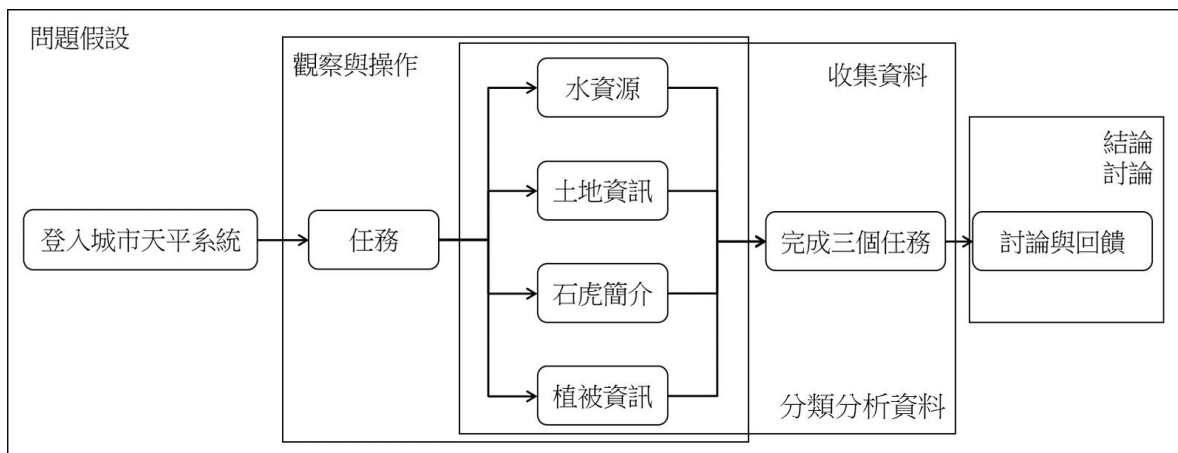


圖 4 探究流程圖

探究的議題是以石虎生存危機為背景，透過學習單任務的設計為引導式探究的模式，使學生可以在完成任務的過程中探討石虎的生存危機。整體探究的過程為，整體活動簡單介紹之後，期望學生對此議題開始產生想法與疑問，該階段結束後，學生即可登入線上系統，開始進行探究的整個活動主軸。在活動中沒有限制學生探究順序，所以學生其實在觀察與操作的階段會是在摸索系統提供的資訊，隨後整體有個探究方向會是從任務的引導開始，學生須根據任務的規劃去蒐集需要的數據資料，並完成資料的整理，在活動的最後將整理過後的數據資料，透過討論或分享的方式做為整個活動的結尾。

4. 研究方法

4.1. 研究對象

本研究之實驗對象為主修網路學習的研究生，當中 14 名為男性、10 名女性，共計 24 名。以隨機打散分組的形式三人為一組共八組來進行活動。

4.2. 研究工具

為了解學生探究能力與探究覺知，進而能理解學生探究過程中的瓶頸、學生是否體會探究式學習的過程、進而去激發學習動機，有效地提升學生的學習與表現，所設計一份探究能力覺知與難易的問卷如表 7。本研究改編自 Pedaste (2015)提出探究式學習的歷程階段，將階段分為五個部分：方針(Orientation)、概念化(Conceptualization)、調查(Investigation)、結論(Conclusion)與討論(Discussion)，將探究歷程稱為：「問題假設」、「觀察與操作」、「蒐集資料」、「分類與分析資料」、「歸納與解釋」，並依據五個要素共設計五個題項，選項採用李克特式 (Likert-Type Scale)五點量表，非常容易，為 5 分；容易，為 4 分；普通，為 3 分；不容易，為 2 分；非常不容易，為 1 分。

表 7 探究能力覺知與難易

題 目
1、對我而言。在探究系統中，有使用到以下哪些能力(複選) <input type="checkbox"/> 假設問題 <input type="checkbox"/> 蒐集資料 <input type="checkbox"/> 觀察、操作、紀錄 <input type="checkbox"/> 分類、分析資料 <input type="checkbox"/> 歸納並解釋探究結果
2、在探究活動中，【假設問題】技能對於我運用的難易度。
3、在探究活動中，【觀察、操作、紀錄】技能對於我運用的難易度。
4、在探究活動中，【蒐集資料】技能對於我運用的難易度。
5、在探究活動中，【分類、分析資料】技能對於我運用的難易度。
6、在探究活動中，【歸納並解釋探究結果】技能對於我運用的難易度。

4.3. 研究架構

本研究架構如圖 5。為了分析學生在探究過程中所探究的內容，以及探究時的歷程感受，透過探究任務的設定引導學生探究的方向，將學生探究來的文字內容進行分析，並探討學生的探究能力覺知與能力的難易。

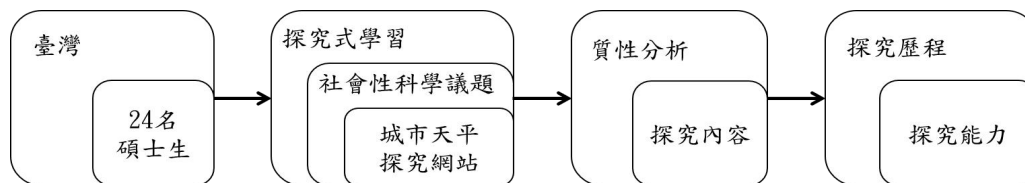


圖 5 研究架構圖

5. 研究結果

5.1. 探究能力覺知

本研究結果說明學生在整體參與<城市天平>活動後，探究能力的覺知結果，學生對探究學習的能力理解，研究結果顯示參與活動後有 13 名學生有使用假設問題能力，有 22 名學生認為有使用到蒐集資料這項技能，有 21 名學生認為有使用到觀察、操作、紀錄這些探究能力，有 17 名學生認為有使用到分類、分析資料，而歸納並解釋探究結果則只有 12 名學生認為有使用到這些技能。

整體結果而言，大部分的學生在蒐集資料與觀察、操作、紀錄以及分類、分析資料的技能使用上是較有認知的；相反的假設問題及歸納並解釋探究結果，在學生的認知中則是相對較低的。也就是說學生對於整體探究的過程，探究能力覺知的部分在於對於資料的蒐集與紀錄。本研究主要教學模式是以引導式的探究為主，所以學生在假設問題的技能認知較低，屬實正常；有部分的學生給予反饋，假設問題的能力在活動中會比較多的產生，是對於系統的操作問題疑問，而不是對於議題背景的問題假設。然而，相比之下歸納並解釋探究結果的統計結果數據，為所有探究能力中學生覺知的結果最低的。研究者分析學生反饋的內容後，覺得可能的原因為，大部分的學生在此活動中大部分的時間都在使用資料蒐集與觀察操作紀錄

的能力，因此學生覺得歸納並解釋探究結果較少使用，更甚至有的學生不完全地認為，本活動中的完成任務是在進行歸納並解釋探究結果，而是覺得需要讓學生們在討論與互動上更加的密切。所以在之後的活動改善上，可以針對歸納並解釋探究結果這個部分進行改善。

表 8 學生探究能力覺知

	N	人數
假設問題	24	13 (54.16 %)
觀察、操作、紀錄	24	22 (91.67 %)
蒐集資料	24	21 (87.50 %)
分類、分析資料	24	17 (70.83 %)
歸納並解釋結果	24	12 (50.00 %)

5.2. 探究能力運用難易度

本章節研究採用李克特式 (Likert-Type Scale) 五點量表為評分依據，分為「非常容易」、「容易」、「普通」、「不容易」、「非常不容易」。研究結果顯示如表 9，相比之下假設問題、操作觀察記錄與歸納並解釋探究結果，對於學生來說相對較困難的部分。（一）在假設問題的階段，因為是社會性的科學議題，所以學生會有一些基礎認知，並不太會對此概念產生疑問，所以在本研究在學生對於此議題做問題假設的過程要學生去產生新的問題或問題假設，學生會感覺比較困難。（二）操作觀察記錄部分，稍微低於平均，因為線上系統的探究方式，學生會因為對線上網站的功能設計以及內容不熟悉，不清楚這個網站可以做到甚麼樣的功能，而更困難的部分在於，學生會在這個階段思考，應該如何利用這些被提供的資料數據，所以在觀察、操作與紀錄方面會需要一段適應的時間。（三）蒐集資料與分類分析資料技能，相較於其他三項技能，學生認為是偏容易的。因為學生在探究的過程中，資料蒐集跟分類分析資料，只要學生在前一階段想好甚麼內容是需要的，點擊網站上的資料連結即可。

（四）而分類分析資料的部分，因活動設計，本身就將資料分為四個面向，所以學生可以很清楚的知道目前看到的資料為何。（五）但是最後歸納並解釋探究結果的數據結果顯示，學生感覺較不容易，主要是因為本活動將水資源、土地資訊、石虎簡介與植被資訊，各個息息相關的數據做拆解並分類，學生則是需要思考該如何去將這些數據串連起來，比如說水資源的數據可以看出該地點的水質資訊，透過河川汙染指數的計算得出，該河川是未受汙染、輕度汙染、中度汙染或是重度汙染，而得出該項結論後，可以去石虎簡介中提供的石虎出現位置，將數據做跨領域的結合，以探究更加完善的結果，而這個部分是學生認為較不容易的關鍵所在。

表 9 學生探究能力運用難易統計表

探究技能	Mean
假設問題	3.47
觀察、操作、紀錄	3.66
蒐集資料	3.86
分類、分析資料	3.76
歸納並解釋探究結果	3.62
總體平均	3.674

上述結果，進而統計所有的探究能力運用如圖 6，可以看出，學生在參與〈城市天平〉社會性科學議題探究活動時，整體探究的活動過程中，所有的探究能力皆位於容易的區塊內，也就是說〈城市天平〉探究活動在這些學生的身上是容易且較無瓶頸的，可以順利的在此活動中進行探究式的學習。但是，在本研究設計的活動中也是有不少讓學生比較不容易的地方，因為所有的能力展現，普通的部份也占了不少的比例，由此可知學生在探究的過程中並不是一直都很輕鬆且容易。

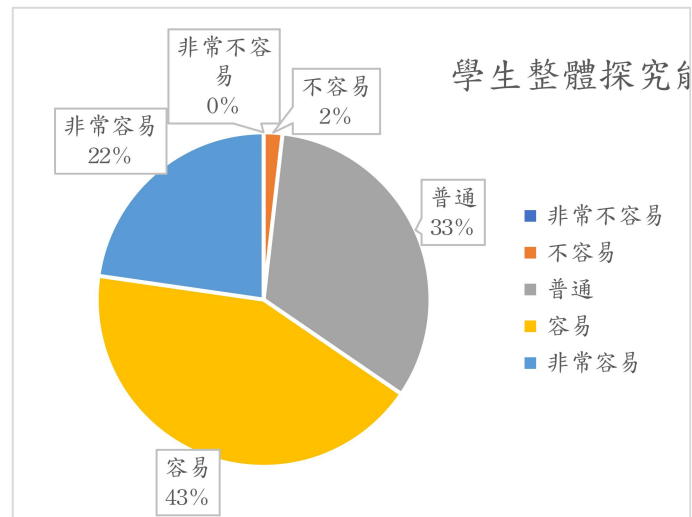


圖 6 學生探究能力運用總體難易度

6. 結論

本研究中分析了學生在探究式學習的能力覺知以及能力展現，從結果中得知，大部分學生覺知探究的能力在蒐集資料與觀察、操作及紀錄，而在這些學生中對於歸納並解釋探究結果的部分，有較不一樣的解讀。有一部分的人認為完成任務並將探究資料完成，並不等同於歸納並解釋探究，而是需要讓學生進一步地去討論與分享，才能使學生更容易去覺知歸納並解釋探究的這個能力。

另外，學生參與<城市天平>活動過程中，在探究能力的表現上，學生給予的回饋，非常容易與容易占了大多數，而普通的能力展現佔據的比例也不少；也就是說學生在探究的過程中，雖然沒有遇到太大的困難，但是也有不少挑戰性。這也可以知道學生在整體的探究活動上並不是都非常的輕鬆去完成探究，而是有一些在某些能力上花時間較多的時間思考。而本研究主要的目的不是要讓學生探究上遇到困難，而是期望學生可以利用探究而來的數據內容，整理過後進行深度的討論與分享。所以此結果的貢獻在於，並不是所有的學生在探究式學習的能力都是相同的，學生會有不同的表現與行為在探究式的學習模式，可以針對此結果去延伸後續的研究。

7. 致謝

本研究承蒙國科會 MOST 108-2511-H-008 -016 -MY4 專題研究計劃經費補助，謹此致謝。

參考文獻

- 林玉蓮, & 段曉林. (2019). 開放式生物探究活動對馬來西亞高二高，低參與度學生之科學探究能力與覺知的影響. *科學教育學刊*, 27(1), 1-23.
- 劉湘瑤, 李麗菁, & 蔡今中. (2007). 科學認識觀與社會性科學議題抉擇判斷之相關性探討. *科學教育學刊*, 15(3), 335-356.
- 李育諭, & 林季怡. (2018). 大學跨領域能力，課程參與和問題覺知關係之研究. *科學教育學刊*, 26(S), 419-440.
- 靳知勤. (2019). 理科大學生在科學探究文本寫作中之能力覺知與學習表現. *科學教育學刊*, 27(4), 275-297.
- 盧昱豪、施如齡、洪耕德. (2022). 科學探究社會議題之系統開發建置. The 26th International Workshop on Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022), May.28-June 1. Hsinchu, Taiwan: National Tsing Hua University.

- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A. M., & Ellis, R. A. (2013). Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations. *Studies in Higher Education*, 38(9), 1239-1258.
- Blessinger, P., & Carfora, J. M. (2014). Innovative approaches in teaching and learning: An introduction to inquiry-based learning for the arts, humanities, and social sciences. In *Inquiry-based learning for the arts, humanities, and social sciences: A conceptual and practical resource for educators*. Emerald Group Publishing Limited.
- Coccia, M. (2018). An introduction to the methods of inquiry in social sciences. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 5(2), 116-126.
- Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabási, A. L., Brewer, D., ... & Van Alstyne, M. (2009). Computational social science. *Science*, 323(5915), 721-723.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.
- Presley, M. L., Sickel, A. J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S. B., Izci, K., & Sadler, T. D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22(1), 26-32.
- Sadler, T. D. (2011). Situating socio-scientific issues in classrooms as a means of achieving goals of science education. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 1-9). Springer, Dordrecht.
- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 355-369). Springer, Dordrecht.
- Shih, J. L., Chuang, C. W., & Hwang, G. J. (2010). An inquiry-based mobile learning approach to enhancing social science learning effectiveness. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(4), 50-62.

議題遊戲之外交策略行為探討

The Investigation of Diplomatic Gaming Strategy Behaviors with Issue-based Game

洪耕德，施如齡，盧昱豪
國立中央大學網路學習科技研究所
hgengde@gmail.com

【摘要】 議題遊戲之精髓在於各角色面對衝突任務時的相異立場與策略互動。本研究以大航海時代的歷史事件為主題設計議題式遊戲，探討學生小組在扮演歐洲各國時，在面對衝突問題時所運用的策略行為，依據遊戲內涵，訂定5種策略以及13種行為編碼，例如：哄騙、合作、批評、脅迫等，完整分類分析了國家與國家之間的互動過程，並以視覺化的方式呈現。結果顯示，各國玩家在國家條件不平等與各衝突任務的互相影響下，面對問題時會發揮其國家的優勢，靈活運用各項策略於議題中，以解決所有衝突問題，展現高複雜策略與行為。在遊戲的過程中小組內成員也需要互信、合作，才能順利地為國家出謀劃策解決所有衝突。

【關鍵字】 議題遊戲、外交策略、互動關係、遊戲行為

Abstract: The essence of issue-based game is to have all roles in the game to have various stands when facing conflict tasks and to use diplomatic strategies for solving the problems. This study uses a issue-based game designed with the historical events in the Great Voyage time, and investigates the strategic behaviors student groups used when role-playing European countries. In this study, 5 strategies and 13 behavior codes were used according to the game content, such as lie, cooperate, criticize, coercion, etc. The interaction processes between countries were categorized and presented visually. The results show that the players of each country, under the unequal conditions and the influences of each other, will take advantages and fluently use various strategies to solve the problems that shows highly complex strategies and behaviors. In the process of the game, team members also need to trust and help each other so that they can successfully solve all the conflicts for their countries.

Keywords: Issue -Based Game, Diplomatic Strategies, Interaction Relationships, Gaming Behaviors

1. 介紹

1.1. 前言

議題的遊戲之精髓在於各角色面對衝突任務時的相異立場與外交策略互動。使用議題遊戲已成為學習領域的新途徑，以促進學生之間的群組互動與策略思考。當面對複雜的決策問題時，個人的經驗和判斷有時無法達到令人滿意的結果。因此，小組成員之間的溝通和知識分享變成是發展小組決策的重要關鍵。知識是小組競爭優勢的關鍵資源(Alavi & Leidner, 2001)；小組必須不斷創造新知識，以在瞬息萬變的環境中保持競爭優勢。團隊成員之間的互動可以創造新的知識，藉由知識互動能創造新知識和知識價值最大化的關鍵(Kang et al., 2010)。因此，人際知識互動是提升團隊知識的重要而有效的方式(Yu et al., 2013)。這是一個可以促進個人知識轉化為團隊競爭力的團隊(Hendriks, 1999)

理解人類行為是一個複雜且多元和具有挑戰性的一個領域，也越來越備受關注(Popoola & Wang, 2012)。策略互動作為一種常見的人類行為，在人類生活中無處不在。人類行為是一個長期不變的研究方向；行為不是一個單一的學科，而是一個跨學科的產物(Kong et al., 2018)。行為是指在給定情況和環境下的動作或反應，它在許多領域都是固有的；因此，策略行為分析已然成為一個基本主題。

1.2. 研究問題

本研究設計了一個以議題為主的外交策略遊戲，在國家與國家之間融入問題與衝突，讓玩家在遊戲中扮演角色玩家在遊戲中發揮社交技能、個人責任感與團隊合作的能力，並以分

享想法和傳遞訊息的方式，為自己國家做出有意義的外交策略。因此，本研究將從學生的小組遊戲行為中探討各國家使用策略與行為的方法與國家之間的互動關係。

2. 文獻回顧與探討

2.1. 議題遊戲

在遊戲中設定議題是希望學生在遊戲的過程中學習換位思考、問題解決以及溝通互動。透過議題引導學生在面對問題時，能從中學習解決的方法，發展一套屬於自己的遊戲策略。議題遊戲透過遊戲機制的設定，不僅可以引起學生學習的動機，還能加強學生的學習。遊戲機制的設計除為了使遊戲能夠更流暢地進行，引發玩家的遊戲策略。玩家可以與遊戲元素互動以影響遊戲進展，最終實現目標(Jarvinen, 2008)。議題遊戲的內容可以設定不同立場的對立，讓學生學習同理心以及團隊合作，使學生建立正確的價值觀。

本研究在議題的設定上以 17 世紀大航海時代香料貿易為遊戲背景，設定國家與國家之間的衝突，玩家需要在錯縱複雜的關係中，互相分享、溝通合作，討論出自己國家的方針以及訂定行動方案與外交策略與行為。

2.2. 互動關係

團體策略互動行為在自然、社交和行為相關應用中都廣泛存在(Wang, Cao, & Chi, 2015)。人際間互動越頻繁的小組，其發展的策略會更好，訊息的交流對團隊的發展很重要。小組間訊息的交流可以對任務有更好的理解，使小組對議題的解決有更好的共識。人際知識互動是個人的知識通過交流為其他群體共享的過程，這此過程中注重人的參與和雙方的互動。通過深度交流和互動，人們可以分享思想和經驗，從而整合知識，促進知識創造。如果小組成員之間沒有很好的互動以及分享訊息，將會導致團隊凝聚力降低(Zarraga, 2003)。除此之外，小組訊息互動有很多好處，例如對問題的解決以及決策能力會提高，對工作效率和品質都能提升(Xiang et al., 2013)。

在遊戲中分析玩家的行為，可以幫助我們更理解人類的心理和行為(Shih, 2017)。因此，本研究將玩家進行遊戲時留下的文字進行分類，理解玩家在競爭與合作之間如何達成共識，進而從中分析他們在遊戲中面對問題時使用的策略與行為。

3. 遊戲設計

3.1. 背景

本研究遊戲機制參考自 Shih, Huang, Lin, Tseng (2017)開發之 Maker Game for the Great Voyage，遊戲以 17 世紀大航海時代的香料貿易為背景。遊戲獲勝的目標有兩個：各國總資產皆上升；以及合理解決所有危機。國家資產的增加需要通過香料的買賣以及交易來獲得收入；而衝突的解決則需要小組內部訂定行動策略和小組間的溝通協商來完成。

3.2. 介紹

遊戲分成五組，每個小組扮演大航海時代的一個主要國家，包括英國、法國、葡萄牙、西班牙、荷蘭。各國危機以及衝突之間關係如圖 1。在〈搶得先機〉中，五個國家皆須各自討論要佔領的港口以及搶佔的策略；此目的是讓各國能在每回合因為香料的價格波動賺取收入。英國在〈神秘的水手病〉中，做為擁有關鍵解藥的國家，在與他國外交協商時是就會變得有優勢，但有限資源又限制其能夠談判的對象與籌碼。西班牙以及葡萄牙在〈教宗子午線〉中，可以每回合向其他國家收取香料稅，直到危機被合理解決，在該回合是佔為上風四處收稅的國家，卻又彼此爭奪想獲取更多利益。法國在〈百年仇恨〉中，作為受污蔑的國家，他們該如何澄清自己國家不是肇事者。荷蘭在〈百年仇恨〉中，使計嫁禍法國、攻擊英國，盡想著要運用謀略從中獲得益處。在此四個危機裡面，尚有其他事件、機會與限制，使主要衝突之上增加小型衝突。以上在各危機之間，五大國都有著互相牽制的因素；因此，各國在運用策略行為上就會變得非常重要。有良好的外交策略與行為手段才能將所有危機合理的解決。

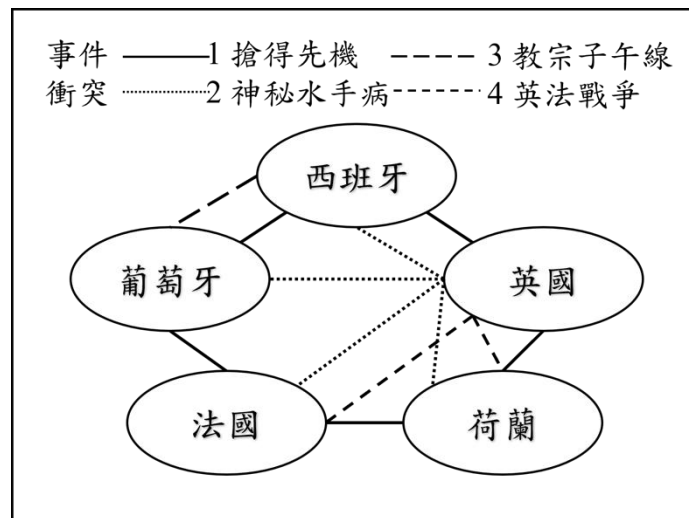


圖 1 各國危機與衝突關係

於此次教學實驗中，每個國家有 3 位玩家成員，每位玩家都被分配一個遊戲角色：船長、外交官、貿易士。船長負責代表國家發表每一回的宣言內容。外交官負責國際間的協商、制定新規則以及確認最終版的協議內容。貿易士需結算上一個遊戲日的香料數量與經濟收入。如此一來，小組中的所有成員都必須密切配合，為自己的國家做決策。

3.2. 流程

遊戲歷程如圖 2。遊戲初始是〈搶得先機〉，此時主要讓各國進行港口的競拍。由於每個國家的初始資金和水手人力不同，在此時需要佔領殖民地種植香料以賺取收入。接著會發布三個歷史危機。危機一：〈神秘的水手病〉，外交官透過外交的方式與各國協商，找出治療的方法以防止水手死於水手病。危機二：〈教宗子午線〉，在地圖上以一條子午線將地球劃分兩半，以東屬葡萄牙，以西屬西班牙的領土，各國在此危機未被解決之前都會被兩國分別收取香料稅。危機三：〈百年仇恨〉，在此英法戰爭的危機裡，英國財產與水手減半。因為英國和法國長期不合，時常發生軍事衝突，因此認為財產被竊與水手消失是法國所為，但實際卻是荷蘭栽贓。這三個危機之間有錯縱複雜的關係，一個危機的解決與否都會影響其他兩個危機的走向，玩家必須在三回合中找到並解決各危機的方法。

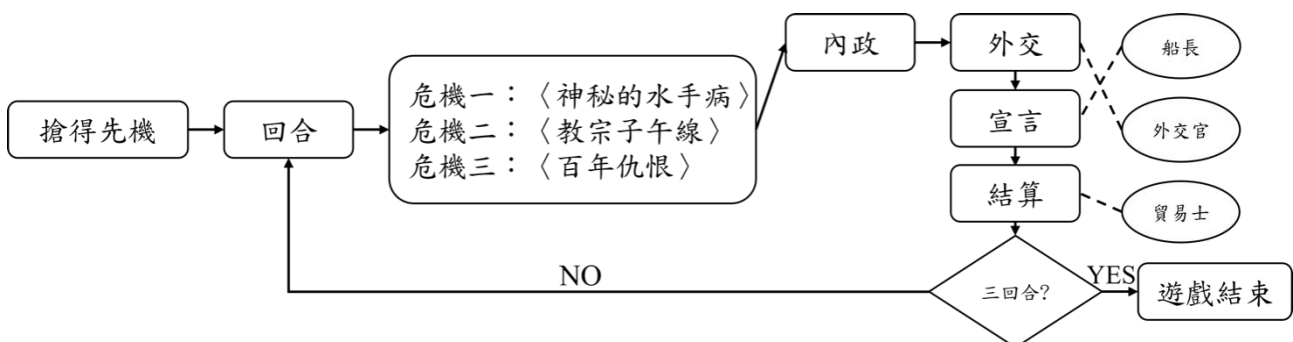


圖 2 遊戲歷程圖

每一回合的遊戲都會包含四個歷程：第一階段是內政討論時間，主要進行國家內政討論、策略目標訂定與宣言內容的討論。第二階段是外交協商時間，主要進行國際間的協商，與各國達成各危機之間的共識。第三階段是宣言時間，船長代表各國發表在該回合中的危機解決方式，並表態自己國家的立場。第四階段是結算時間，天神針對宣言內容進行判定，以及對國際形勢進行評價、總結。

在遊戲中設定議題，可以讓玩家對問題進行反思並提出自己的看法與見解，玩家在小組內可以進行溝通合作，而在小組之間也在競爭與合作之間達成共識，藉此看出各國在面對問題時使用的策略行為。

4.研究方法

4.1. 研究對象

本研究之教學實驗對象為數位學習相關領域的學生共 15 名(7 名男性、8 名女性)。以隨機打散分組的形式三人為一組，共五組分別扮演五個國家進行遊戲。

4.2. 研究工具

本研究之互動策略行為乃參考 Shih, Chiu, & Lin, (2022)所使用的 12 種互動編碼，將其 12 碼作為建立分析行為之理論依據，依實際遊戲內涵，修訂成符合本研究之分析類目。表 1 包含 5 種策略與內含的 13 種行為編碼，分析後以視覺化的方式呈現小組使用策略與行為狀況。藉由行為分析觀察玩家遊戲歷程，更全面的瞭解玩家在遊戲中所呈現的策略、行為以及人際互動樣貌。

策略	行為	定義	遊戲內容(例句)
利誘哄騙	欺騙	散播不實消息	我們法國有解藥
	利誘	以條件吸引他國	免稅+50 萬跟 200 水手
正向策略	合作	在共同目的下，一起做事	成交；可以
	示好	表示友好、親切的態度	要合作嗎
	商討	商量討論接下來的行動	我們的解藥跟你們換免稅+20 萬要嗎
	建議/分享	給予自己主張及經驗	如果買錯不要怪我喔
中性對話	詢問	打聽、尋求意見	請問解藥在哪國
負向策略	批評	指出事物的缺點	荷蘭很會騙
	脅迫	非意願性的強迫他人	跟我們一起打法國，不打法國就拆穿你
	命令	要求某人做某事	有解藥拿出來阿
	武斷	主觀見解	不行，我需要 MONEY，不能免稅
情感性	情緒勒索	利用對方渴求的態度來控制、說服他人	可可+50 萬，不然等等港口就不見了很可憐的
	敷衍	不認真、勉強應付	隨便；都行

表 1 策略行為編碼

4.3. 研究架構

為了分析玩家在遊戲過程中的策略與行為，以 17 世紀大航海時代為遊戲背景。透過遊戲議題的設定，讓各國在對立、競爭和合作中，探討並分析各國會運用何種策略與行為將所有危機合理的解決。

5.研究結果

英國在回合一中，優先處理危機一水手病的事件，由於佔有先機擁有解方，則以利誘及示好做為主要的策略，吸引能提出最佳利益者為其聯盟；但由於太過高調、苛刻，而未得其解。在回合二中，大幅減少利誘及示好的行為，反而增加了商討的行為表現，釋出利益做為協商，而非一味地開條件要對方接受。在回合三中，因百年仇恨未圓滿解決，加上遊戲導向指向裁賊者荷蘭，因而對荷蘭出現許多批評的行為表現。

整場三回合的遊戲，英國所表現的策略互動行為如圖 3，總共使用了九種互動行為。在談判過程中，若為優勢者，則多採取正向策略；若為劣勢者，則多採取負向策略。整體而言，由於英國尚稱泱泱大國，在經濟、武力等條件都算優越，因此沒有使用情感性策略，鮮少勒索、敷衍的行為。

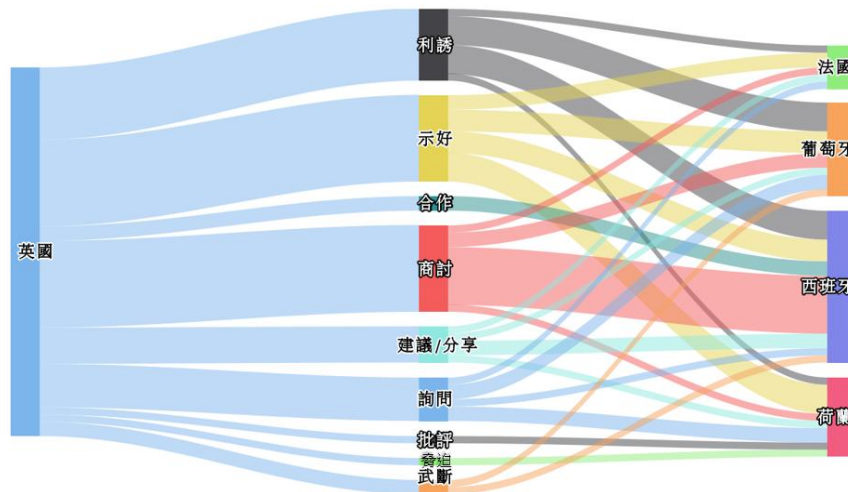


圖 3 英國外交對象行為圖

法國在回合一中，由於沒有優勢，用計宣稱自己有解藥誘導其他國家聯盟，因此除了利誘之外，主要以欺騙為主要行為表現。在回合二中，由於被西班牙發現說謊而不被信任，因此對西班牙有大量的商討，以及些許批評、情緒勒索與脅迫等行為表現。在處理危機上顯得比較主動。在回合三中，為討好英國解決英法戰爭問題，則以建議/分享及詢問的行為表現為主。

整場三回合遊戲，法國所表現的策略互動行為如圖 4，法國總共使用了十種互動行為。整體行為模式與英國雷同，但因為遊戲中法國較顯劣勢，一開始使用了欺騙手段，因此後續的情感性策略，包括勒索、脅迫就相對多一些。

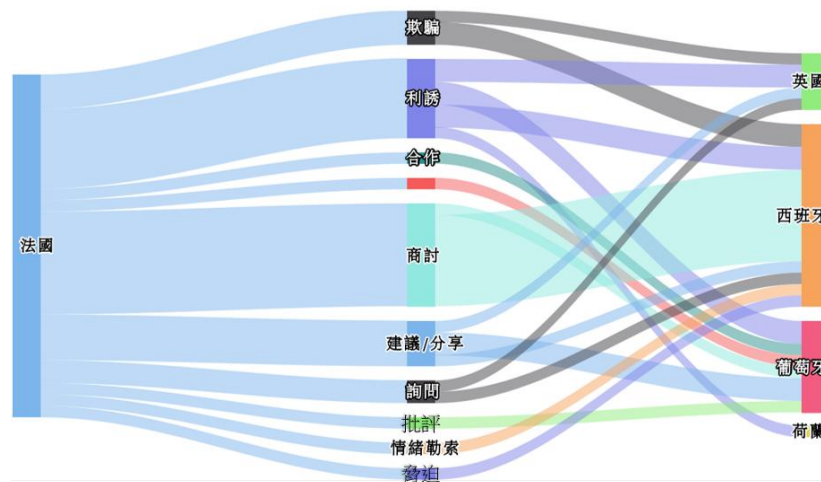


圖 4 法國外交對象行為圖

葡萄牙在回合一中，一方面以收稅的優勢，向其他國家開出誘人的免稅條件，另一方面積極的釋出善意以及尋找有解藥的國家進行協商，因此主要呈現利誘、示好及詢問的行為表現。在回合二中，由於利誘未果，轉以商討及脅迫，大量的與他國進行商討，並使用脅迫的行為對待英法戰爭中的嫁禍者荷蘭。因此，在回合三中批評、脅迫、情緒勒索荷蘭的行為表現甚多。

整場三回合遊戲，葡萄牙所表現的策略互動行為如圖 5，總共使用十種互動行為。從圖中可見葡萄牙的互動對象較為平均，且正向策略居多；反而對荷蘭做較多的負向策略，因為荷蘭是遊戲設定中較處劣勢，也是加害裁賊他國的角色。

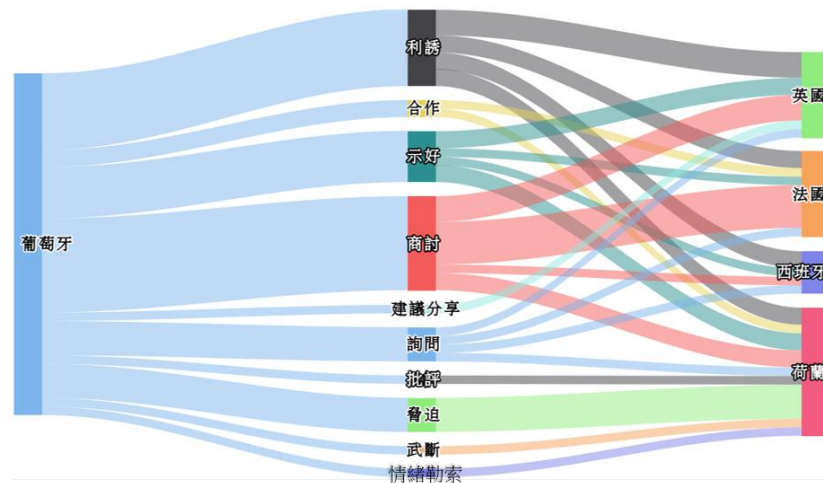


圖 5 葡萄牙外交對象行為圖

西班牙在回合一中，形況與葡萄牙相似，為尋求解藥，以詢問及示好為主要行為表現。在回合二中，開始發揮其收稅的優勢，持續利誘及示好向有解藥的英國進行協商。在回合三中，由於已與英國達成解藥協議，改以脅迫的方式對待法國及荷蘭進行強加收稅，展現與英國的聯盟關係。

整場三回合遊戲，西班牙所表現的策略互動行為如圖 6，總共使用了八種互動行為。圖中明顯看出所有與聯盟國的正向策略，以及與非聯盟國的負向策略。溝通對象也大多面對聯盟國，強化自身優勢。與葡萄牙平行相處國家，則較為中立。

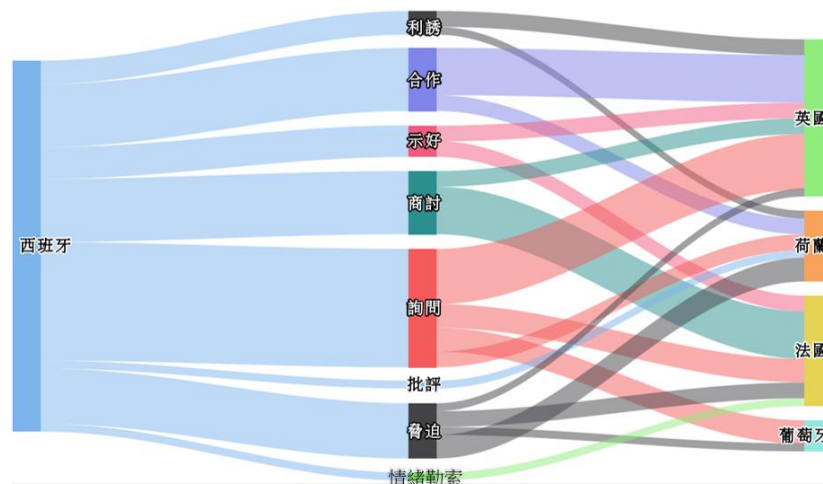


圖 6 西班牙外交對象行為圖

荷蘭在回合一中，可能因為遊戲設定了其於危機三百年仇恨中的裁賊角色，使得從一開始亦以欺騙的行為來獲得解藥資訊，並敷衍沒有解藥的國家。在回合二中，由於與其他國家早無信任關係，因此使用商討及示好維護解藥與稅務關係。在回合三中，加上了遊戲強加的負面角色，則表達受害與無奈的情緒，以建議/分享的行為為主要表現。

整場三回合遊戲，荷蘭所表現的策略互動行為如圖 7，總共使用了八種互動行為。與其他國家的圖示相較，荷蘭的策略較為分散，對於每個國家都使用了正向與負向策略，乃因其角色處於劣勢與反方，只能不斷交錯使用正負向策略的拉攏、討好、威脅、利誘其他國家善待。也因為遊戲設定荷蘭是欺騙者，也間接驅動荷蘭使用更多的欺騙策略。

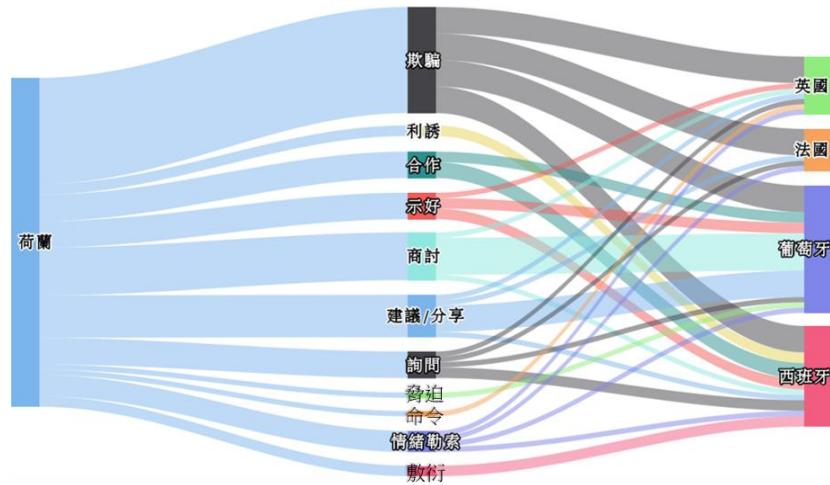


圖 7 荷蘭外交對象行為圖

表 2 為各國策略次數統計表，可明顯比較各國運用策略的比重。整體而言，正向策略佔大多數，為協商談判的主要手段。次高的是利誘哄騙，由於危機衝突起始於許多隱藏線索，於是玩家用利誘欺騙想得到資訊，但也在遊戲過程中發現此策略效果不佳。處於劣勢者、受害者、具敵意者或被激怒者則較多使用負向策略，甚至於偶爾會出現情感性策略。

表 2 各國策略次數統計

策略	國家					總計
	英國	法國	葡萄牙	西班牙	荷蘭	
利誘哄騙	6	5	4	3	5	23
正向策略	19	17	18	27	26	107
中性對話	4	1	1	3	1	10
負向策略	3	2	6	5	2	19
情感性	0	1	1	1	3	6

6. 結論

在本研究中分析了小組在遊戲中，面對國家危機與衝突任務時所會採取的外交策略與互動行為，從結果得知，各國在面臨不同危機中，大多靈活運用不同策略中的行為於各國的協商中。依據危機中彼此之間的優劣勢、友好關係、競爭關係，態度與策略則會改變。一般而言，人際互動中大多會優先使用正向策略來贏得優勢、友善、與利益。但當情勢走向優劣與善惡明顯的時候，佔優勢者、與他國聯盟者、既得利益者，大多會使用正向策略，使用較為柔和的方式來進行。而居劣勢者、被排擠者、為惡者則會產生情緒，進而採取負向策略，使用較為激進的手段來贏得勝利。

從議題遊戲的整體設計面來看，設定國家本質上的差異，促使各國玩家在不平等的條件下，展現面對危機衝突的態度並使用對應的外交策略行為。遊戲中的每個決定都會影響接下來其他危機的走向，因此各國需要步步為營，規劃謀略與決策。衍伸到合作學習的面向來看，學生小組的經營與競合關係，亦是如此。對於教師的班級經營與小組競爭關係，也是如此。

除此之外，國家要有良好的發展，除了組內成員要相互信任外，也要積極的分享接收到的資訊。每個角色需各司其職，承擔各自角色職責，才能共同為國家出謀劃策，提供最佳的解決方法。

致謝

本研究承蒙國科會 MOST 108-2511-H-008-016-MY4 專題研究計劃經費補助，謹此致謝。

參考文獻

- 洪耕德、施如齡、盧昱豪。(2022)。線上議題遊戲系統之開發與評鑑。The 26th International Workshop on Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022), May.28-June 1. Hsinchu, Taiwan: National Tsing Hua University.
- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Knowledge management and knowledge management systems: Conceptual foundations and research issues. *MIS quarterly*, 107-136.
- Hendriks, P. (1999). Why share knowledge? The influence of ICT on the motivation for knowledge sharing. *Knowledge and process management*, 6(2), 91-100.
- Järvinen, A. (2008). *Games without frontiers: Theories and methods for game studies and design*. Tampere University Press.
- Kang, J., Rhee, M., & Kang, K. H. (2010). Revisiting knowledge transfer: Effects of knowledge characteristics on organizational effort for knowledge transfer. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 8155-8160.
- Kong, X., Ma, K., Hou, S., Shang, D., & Xia, F. (2018). Human interactive behavior: A bibliographic review. *IEEE Access*, 7, 4611-4628.
- Popoola, O. P., & Wang, K. (2012). Video-based abnormal human behavior recognition—A review. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 42(6), 865-878.
- Shih, J. L., Chiu, M. M., & Lin, C. H. (2022). Personalities, sequences of strategies and actions, and game attacks: A statistical discourse analysis of strategic board game play. *Computers in Human Behavior*, 133, 107271.
- Shih, J. L., Huang, S. H., Lin, C. H., & Tseng, C. C. (2017). STEAMing the Ships for the Great Voyage: Design and Evaluation of a Technology integrated Maker Game. *IxD&A*, 34, 61-87.
- Wang, C., Cao, L., & Chi, C. H. (2015). Formalization and verification of group behavior interactions. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 45(8), 1109-1124.
- Xiang, C., Lu, Y., & Gupta, S. (2013). Knowledge sharing in information system development teams: examining the impact of shared mental model from a social capital theory perspective. *Behaviour & Information Technology*, 32(10), 1024-1040.
- Yu, Y., Hao, J. X., Dong, X. Y., & Khalifa, M. (2013). A multilevel model for effects of social capital and knowledge sharing in knowledge-intensive work teams. *International Journal of Information Management*, 33(5), 780-790.
- Zárraga, C., & Bonache, J. (2003). Assessing the team environment for knowledge sharing: an empirical analysis. *The International Journal of Human Resource Management*, 14(7), 1227-1245.

教育游戏叙事设计、开发与应用研究

Design, Development and Application of Educational Game Narrative

罗文巧¹, 温文慧², 尹睿³

¹²³ 华南师范大学 教育信息技术学院

*Littleyin79@163.com

【摘要】 叙事是教育游戏中的构成要素, 能够为游戏事件提供意义, 实现教育游戏中教育性和游戏性的平衡。教育游戏叙事由叙事目的、叙事情节、表现形式和连贯方式四要素构成。依据要素的复杂度, 教育游戏叙事可以划分为轻叙事和富叙事两种层次。本研究以小学六年级信息技术课程中 Scratch 的三种基本控制结构为例, 设计开发了轻叙事和富叙事的教育游戏《程序特工: 电脑战记》, 通过准实验研究方法检验不同层次的教育游戏叙事对学生学习投入的影响, 结果发现: 轻叙事和富叙事均对学生游戏学习投入产生积极影响, 但是对游戏学习投入各维度关系影响却存在差异。

【关键词】 教育游戏; 轻叙事; 富叙事; 学习投入

Abstract: Narrative, as one of the key elements in educational games, provides significance for game events and balance of learning and engagement within the game play. Educational game narrative consists of four components, such as purpose, plot, expression, and sequence. According to the complexity of components, educational game narrative can be classified into light narrative and rich narrative. In this study, we designed and developed a digital game into light and rich narrative, named Program Agent: Computer War, aiming at Scratch programming learning about order, cycle and condition control structure for students in Grade Six. Through a quasi-experimental study, we found that both light narrative and rich narrative have positive influences on game-play learning engagement. However, they have different impacts on the relationship of dimensions of learning engagement.

Keywords: educational games, light narrative, rich narrative, learning engagement

1. 前言

随着二十一世纪互动数字媒体的盛行, 游戏在教育领域中的应用越趋普遍, 不仅涉及到学校课堂的正式学习场景, 而且融入到科技馆、博物馆等非正式学习场景。自 2005 年新媒体联盟发布《地平线报告》将“基于游戏的学习”作为一种极具潜在应用价值的技术发展趋势, 至今, 教育研究领域对游戏研究与实践的关注度持续不减。教育游戏, 也称为严肃游戏, 是指为游戏者提供一定教育内容, 让游戏者在游戏中学习的一种计算机程序, 是兼具教育性和游戏性的一类特殊游戏(尚俊杰等, 2012)。规则、进展、叙事、交互、挑战、奖惩是教育游戏构成的基本要素(Yang et al., 2021)。其中, 叙事是融合和平衡教育游戏的教育性和游戏性的重要要素(Naul & Liu, 2020)。它是教育游戏中对真实或虚构的角色、事件和环境进行有逻辑、有组织、有结构的一种描述, 能为游戏事件提供意义, 为学习者在游戏中的行动提供情节。研究发现, 教育游戏中融入叙事, 不仅能激发学生的学习兴趣, 还能增强学生的沉浸感和代入感, 而且有叙事的教育游戏对学习效果产生更为积极的正向影响(和文斌和董永权, 2021), 让学生有更高的学习投入度(Huynh et al., 2021)。然而, 大部分研究将叙事视为一个整体, 探讨其设计与开发, 分析有叙事的教育游戏与无叙事的教育游戏对学习投入的影响。但是, 鲜有分层次探讨教育游戏叙事的设计与开发, 以及不同层次的教育游戏叙事对学习投入的影响。那么, 教育游戏叙事有哪些层次? 不同层次的教育游戏叙事如何设计与开发? 不同层次的教育游戏叙事对学习投入影响是否有差异? 围绕这些问题, 本研究探讨教育游戏叙事层次的设计与开发, 并检验不同层次的教育游戏叙事对学习投入的影响。

2.教育游戏叙事的构成与层次

2.1. 教育游戏叙事的要素构成

教育游戏叙事包含叙事目的、叙事情节、表现形式、连贯方式四大要素。

2.1.1. 叙事目的

叙事目的是指叙事在教育游戏中发挥的作用。具体分为四种：①内容回顾：即叙事目的是帮助学习者回顾已有知识。②帮助提示：即叙事目的是提示学生发现学习目标和完成挑战。③情境创设：即叙事目的是创设让学习者身临其境的游戏情境。④情感激发：即叙事目的是激发学习者的学习情感。

2.1.2. 叙事情节

叙事情节是指在教育游戏中陈述的故事内容。根据故事在教育游戏中的重要程度，可以将叙事情节分为三类：①无叙事情节：无任何情节铺垫，如俄罗斯方块。②简单叙事情节：具有叙事，情节较为简单，故事走向具有一致性。如陈向东等[7]开发的《快乐寻宝》，学生寻求生物、历史等知识宝藏，每一关都以收获宝藏收尾（陈向东和曹杨璐，2015）。③完整叙事情节：具有丰富的角色和完整的情节事件，学习者的选择将推进情节发展。如 Fanfarelli 等开发的《Medulla（髓质）》以大脑基本结构和功能为学习内容，游戏中学习者需要拯救遭到精神感染的大脑居民，游戏角色间的互动会影响故事进展(Fanfarelli & Vie, 2015)。

2.1.3. 表现形式

角色互动和内容文本承载了叙事情节(Carvalho et al., 2015)，角色互动是指通过两个或以上的角色之间的交流互动，内容文本是在叙事时对玩家起到提示帮助作用的其它文本。表现形式则是指这些叙事情节载体的呈现形式，如文字、图像等。

2.1.4. 连贯方式

连贯方式是指将叙事情节按照一定有意义的顺序进行组织排列的方式。通常，有三种连贯方式：①线性连接：遵循一个特定的事件序列，学习者必须按顺序完成游戏内所包含的活动。②串联连接：学习者可暂时脱离主要叙事线，根据自身需求有选择性地某些活动事件。③分支连接：学习者在游戏中做出的选择会直接影响叙事情节的走向，游戏为其提供相应的反馈(Huynh et al., 2021)。

2.2. 教育游戏叙事的层次划分

按照叙事要素复杂度的视角，教育游戏叙事可以分为轻叙事（light narrative）和富叙事（rich narrative）两个层次(Martey et al., 2017)，两个层次的叙事要素见表 1。轻叙事的叙事要素简洁，常用文字呈现出简单的故事概要，学习者无法改变叙事情节及其活动的顺序。而富叙事则叙事要素设计更为丰富、完整，其叙事目的除内容回顾、情境创设和帮助提示外，还旨在利用文字和图像呈现出跌宕的故事情节和精彩的互动，以激发学习者情感。富叙事允许学习者在游戏中做出灵活选择。

叙事层次	轻叙事	富叙事
叙事目的	内容回顾、情境创设、帮助提示	内容回顾、情境创设、帮助提示、情感激发
叙事情节	简单的故事情节	完整的故事情节
表现形式	文字	文字+图像
连贯方式	线性连接	串联连接或分支连接

表 1 轻叙事与富叙事的要素构成

3.教育游戏叙事的设计与开发

本文以小学六年级信息技术课程中 Scratch 的“顺序、循环和条件三种基本控制结构”的知识为例，设计与开发《程序特工：电脑战记》这一教育游戏。其实，目前市场上也有不少

关于控制结构相关的教育游戏，但是，在学习内容上，与当前国家义务教育课程方案并不完全匹配，主要偏重于对结构本身的学习，忽视了对学生计算思维的发展；在学习目标上，以模仿训练为主要目的，缺少对问题解决的探究。鉴于现有的同类教育游戏无法满足本研究对教育游戏叙事分层次探索的需求，所以，本研究分别从轻叙事和富叙事两个层次，按照教育游戏叙事的基本要素构成，设计这款教育游戏的两个版本，并借助 Game Maker Studio 2 为开发工具加以技术实现。

3.1. 游戏玩法逻辑的设计

计算思维是义务教育信息科技课程的核心素养之一。按照《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》，学生学习三种基本控制结构应达到计算思维的具体要求是“对于给定的任务，能将其分解为一系列的实施步骤，使用顺序、循环、分支三种基本控制结构简单描述实施过程，通过编程验证该过程”。因此，在游戏中应考虑为将算法学习的要点贯穿问题求解的过程，让学生在体验情境任务中形成计算思维。

在《程序特工：电脑站记》这款游戏中，玩家需要扮演一名程序特工，肩负起消灭病毒、拯救电脑的重任。玩家通过拖拽拼贴的方式组合积木式指令块，让程序特工按照指令块的运行顺序在地图中移动、躲避障碍物、消灭病毒并最终到达终点。拖拽组合指令块消灭病毒的过程，实则是运用结构算法求解问题的过程。在轻叙事的游戏界面中（如图 1 所示），画面元素较为简单，左侧为编程控制区域，即提供指令块给学生进行编程的操作的区域，上方的控制栏标注程序特工的生命值、运行和暂停按钮。右侧为显示程序运行结果的地图区，区域中的三角形等符号指代病毒，交叉符号指代障碍物，身着披风的机器人指代程序特工。在富叙事的游戏界面中（如图 2 所示），画面元素较为丰富，在程序运行结合和角色当前状态区域中，障碍物被电脑元件所替代，使玩家更有身临其境之感，仿佛置身于电脑世界中。病毒不是直接呈现，而是隐藏于界面中，随着故事情节的发展而出现。

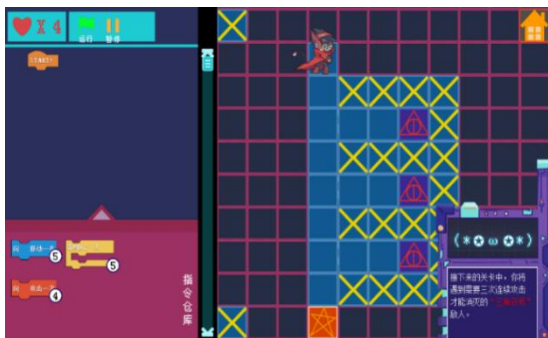


图 1 轻叙事游戏界面

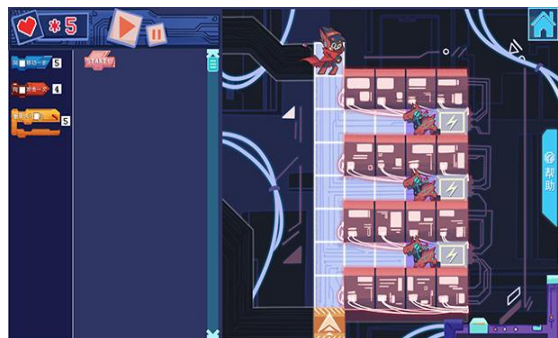


图 2 富叙事游戏界面

在本游戏中，按照顺序结构、循环结构、条件结构和综合应用依次设置了两个关卡，共八个关卡，难度逐级递增。游戏配备了相应的奖惩机制：若程序特工闯关成功，则获得生命值奖励并解锁新的指令块；若闯关失败，则生命值减少。随着关卡的推进，地图迷宫的复杂度与病毒种类不断升级，用于完成挑战的指令块的种类与数量也有所不同，以考验玩家对各种指令的搭配技巧。病毒随着关卡的进阶会越发强大，如一次攻击即可消灭的病毒升级为三次攻击才能够消灭的病毒。

3.2. 轻叙事的设计与开发

在叙事目的上，轻叙事主要体现内容回顾、情境创设、帮助提示三种目的。本游戏针对每种控制结构的知识点学习设计两个关卡，第二个关卡承担知识回顾的功能，如关卡 4 中，玩家需要使用在关卡 3 学到的循环结构来完成更加复杂的挑战。情境创设则与各个关卡的目标介绍相结合，如进入关卡 3，呈现目标为“需要运用循环结构，消除地图迷宫中的病毒”。帮助提示是根据玩家闯关的实时情况呈现。当玩家闯关失败后，出现有关该关卡的闯关提示。

在叙事情节上，采用简单的故事背景和线索，故事走向为“程序特工在地图迷宫中消灭病毒并到达终点”。叙事情节在关卡开始前向学生展示，如在进入关卡 2 前，情节描述为“这

一关中你将遇到需要一次攻击消灭的病毒，请在一次性消灭所有病毒并前往终点”。

在表现形式上，本游戏设置了操控角色和助手角色，操控角色为玩家通过指令块进行操控的程序特工，叙事内容主要通过助手角色以文本的形式呈现，助手角色将告知玩家闯关的目标、要求和过关提示，玩家的行动将触发助手角色的对白内容呈现。以关卡3为例，助手角色可触发的互动如表2所示。内容文本则主要通过文字形式展示游戏基本操作说明、闯关要求说明和奖励结算说明，如图3所示。

表2 轻叙事下的角色互动（关卡3）

互动目的	触发机制	对白内容
对关卡进行说明	首次进入关卡	“本关你将遇到需要三次连续攻击才能消灭的三角符号病毒，请使用新获得的指令完成任务。”
描述本次失败的原因	尝试闯关失败	“你撞到障碍物了，下次要小心点哟。”
给予本关的过关提示	主动点击窗口	“新获得的循环指令很好用哦，它可以帮你节省很多顺序指令块。”



图3 关卡3内容文本（基本操作说明+闯关要求说明+奖励结算）

在连贯方式上，本游戏以线性的方式连接叙事情节。进入游戏后，玩家需要点击鼠标查看游戏基本操作方式的说明，后进入闯关页面。若玩家顺利通过当前关卡，则进入对应的奖励结算界面；若玩家消耗了全部的生命值，未能完成关卡，则只能通过“点击重试”按钮重新开始挑战。关卡顺序按照“顺序结构—循环结构—条件结构—综合应用”这一知识学习序列进行排列，逐关呈现知识内容。玩家参与游戏的过程只能按照上述知识学习序列的完成所有关卡，不能自由选择关卡。

3.3. 富叙事的设计与开发

富叙事能够提高玩家进行游戏学习的自主权。为了实现内容回顾与帮助提示的叙事目的，采用富叙事的游戏增设了相关知识内容与帮助提示自主查看的功能。为了达到创设情境的目的，除了与各个关卡的目标介绍结合外，关卡画面上也会呈现出符合故事背景的视觉要素。如，关卡地图中使用了与电脑元件有关的视觉要素，使玩家仿佛置身于电脑世界，增强临场感。此外，富叙事还旨在通过丰富的背景故事来激发玩家的情感，使之沉浸在故事中，获得愤怒、开心、懊悔等情绪。

在叙事情节上，参照戏剧弧线(Dramatic Arc)理论(Crawford, 2012)，按照戏剧弧线连接游戏关卡中的活动。Crawford指出，丰富情节的故事具有稳定的结构、角色/角色、冲突、谜团、选择和盛大场面六个要素。本游戏的富叙事是通过戏剧化、起伏波折的故事情节加以体现（如表3所示），随着玩家的通关，新的故事情节一步步被揭露，且故事情节的走向与玩家做出的决定息息相关，增强故事的神秘感以及玩家和故事之间的联结。

表3 富叙事中按照戏剧弧线发展的故事情节

戏剧弧线的阶段	重要情节事件简述	对应关卡和知识内容
阐释铺垫	电脑世界遭到不明病毒入侵，主角应征出发。	导入环节：系统和基本玩法介绍
引发事件	电脑世界中的助手角色出现，指引主角消灭在途中遇到的敌人并前进。	关卡1：积木式编程逻辑介绍
上升情节	主角根据助手角色的指引，一路上不断消灭	关卡2-6：顺序、循环、

	敌人，逐步深入到电脑世界深处。	条件指令
高潮情节	主角发现真正的病毒源头竟是助手角色，而自己被骗消灭了电脑世界的防护者。得知真相的主角与助手角色决战。	关卡 7：各指令综合应用
缓和情节	若主角赢得了战斗，主角需要选择是否进行净化或彻底消灭病毒。	关卡 8：各指令综合应用
结局情节	以主角是否消灭了病毒决定拯救电脑世界的任务最终成功或失败。	结束环节：结局呈现

在表现形式上，富叙事使用融合背景故事的文字和图像描述关卡中必要的说明内容。对于角色互动，Fanfarelli 等人(2015)和 Rosyid 等(2018)研究证实多个角色的互动能够丰富叙事，使玩家更加愿意投入教育游戏情境。因此，在本游戏中，对于富叙事而言，除了操控角色和助手角色，还增加了敌人角色。这些角色都会根据玩家的行动以图像的形式作出反应，且角色的行动反应更为多样，个性更为鲜明，丰富的图像行动反应能够让玩家直观地感受到自己控制程序的行为将会对角色造成何种影响，这使玩家更能身处其中情境之中与角色产生共情。以关卡 3 为例，操控角色的行动反应如表 4 所示。

表 4 富叙事下操控角色的行动反应（关卡 3）

类型	图示	触发机制	类型	图示	触发机制
等待		玩家长时间未运行程序	使用循环		运行了次数循环指令块
移动		运行了移动指令块	受伤		撞到了障碍物或病毒
攻击		运行了攻击指令块	坠落		主角移动到了地图之外

在连贯方式上，以串联连接的方式连通不同关卡。相比线性连接的设计，玩家的灵活度较大，既可以返回和查看关卡总页，也可以按照原定关卡顺序完成学习目标，还可以自主选择某个特定关卡进行学习，随时退出当前关卡。这样一来，玩家可以为了获得圆满的故事结局选择性地重新闯关，按需进行知识回顾。

4.教育游戏叙事的应用

为了探索不同层次的教育游戏叙事对学习投入的影响，在完成游戏的设计和开发后，笔者通过准实验研究，对《程序特工：电脑战记》游戏的实际使用效果进行了评估，获得游戏测评效果的相关数据。此次测评的学生来自广州市某所公立小学六年级学生。测评时，按照学校信息技术课程教学进度，学生正好学习 Scratch 基本算法的内容。因此，本研究将该游戏作为学生主要学习资源。

4.1. 研究对象与过程

笔者在该小学六年级随机选择三个班级的学生，共 132 人。研究过程共分为两个阶段进行：第一阶段于第一学期进行，学生使用轻叙事教育游戏进行自主操作，每天 20 分钟，按照顺序完成两个关卡学习，共计 4 天，然后完成轻叙事下游戏学习投入测试；第二阶段于第二学期进行，学生使用富叙事教育游戏进行自主操作，每天 20 分钟，自由选择两个关卡学习，共计 4 天，然后完成富叙事下游戏学习投入测试。

4.2. 研究工具

本研究针对轻叙事的教育游戏和富叙事的教育游戏，在参考了 Ronimus 等人(2019)和关

于游戏学习投入研究的基础上，将游戏学习投入划分为行为投入、认知投入、情感投入三维结构，以“非常同意”“同意”“一般”“不同意”“非常不同意”5点式。因轻叙事和富叙事的构成要素有所不同，本研究分别研制了轻叙事下游戏学习投入量表和富叙事游戏学习投入量表，在富叙事游戏学习投入量表中凸显了完整的故事情节、文字与图像的作用。轻叙事学习投入量表在三个维度上的组合信度分别为：0.742、0.836、0.893，KMO 值为 0.963，富叙事学习投入量表在三个维度上的组合信度分别为 0.812、0.749、0.873，KMO 值为 0.846。

4.3. 结果分析

4.3.1. 轻叙事下游戏学习投入结果

在轻叙事教育游戏中，学生在行为投入、认知投入、情感投入的结果如表 6 所示。在行为投入上，学生与游戏中文字叙事内容进行积极互动（均值为 4.27），尝试使用过游戏中设置的各种功能和道具（均值为 4.42）。在认知投入上，学生普遍在攻克关卡时是十分认真的（均值为 4.20），倾向以阅读文字叙事内容为策略进行闯关（均值为 4.03），能够感受到叙事和教学知识内容之间的相关性，从而投入更多的认知努力，在同一关卡中愿意思考多种解题方法（均值为 3.92）。在情感投入上，大部分学生认为游戏有趣，有助于知识学习（均值为 3.91）。

表 6 轻叙事下游戏学习投入结果

学习投入维度	题项	平均值	标准差
行为投入	我尝试使用过游戏中设置的各种功能和道具。	4.42	0.776
	我一字不落地阅读了游戏中的故事剧情。	4.03	1.316
	我按照游戏里的文字提示进行了游戏操作。	4.27	0.956
认知投入	我在攻克关卡时十分认真。	4.20	1.025
	我会思考关卡是否有多种解题方式。	3.92	1.216
	遇到困难时，比起放弃我更愿意多思考一下。	3.89	1.327
	我会主动查看文字提示来辅助过关。	3.52	1.497
情感投入	我认为这个游戏很有趣。	3.67	1.471
	我认为这个游戏有助于我学编程知识。	3.91	1.321
	如果还有后续游戏关卡，我会希望能够玩到。	3.75	1.505

4.3.2. 富叙事下游戏学习投入结果

在富叙事教育游戏中，学生在行为投入、认知投入、情感投入的结果如表 7 所示。在行为投入上，学生较为积极地与游戏叙事的文字内容和动画演示进行了互动，并按照要求进行了游戏操作（均值为 4.10）。在认知投入上，学生在攻克关卡时是十分认真的（均值为 4.01），且积极思考故事剧情与编程知识之间的相关性（均值为 3.93）。在情感投入上，学生对文字内容和动画演示表现出了较为积极的情感态度，认为游戏中的故事有助于编程知识学习（均值 3.90）。

表 7 富叙事下游戏学习投入结果

学习投入维度	题项	平均值	标准差
行为投入	我尝试使用过游戏中设置的各种功能和道具。	3.98	1.118
	我一字不落地阅读了游戏中的故事剧情。	3.94	1.257
	我按照游戏里的文字和动画提示进行游戏操作。	4.10	1.075
认知投入	我在攻克关卡时十分认真。	4.01	1.066
	我会思考关卡是否有多种解题方式。	3.34	1.322
	遇到困难时，比起放弃我更愿意多思考一下。	3.88	1.210
	我会通过故事剧情中的提示来推测过关的方法。	3.99	1.383
情感投入	我认为这个游戏很有趣。	3.63	1.372
	我认为这个游戏有助于我学习编程知识。	3.90	1.168

	我希望能够玩到这个游戏的更多后续关卡。	3.91	1.284
	我认为这个游戏中的故事很吸引人。	3.52	1.430
	我认为故事和动画演示会干扰我学习编程知识。	3.77	1.287

4.3.3. 轻叙事和富叙事的学习投入各维度关系结果

本研究使用了偏最小二乘法结构方程模型，选取 Smart PLS 3.3.4 软件，探索轻叙事和富叙事的游戏学习投入各维度之间的关系。教育游戏的相关研究中，Lee 等人(2021)发现情感投入对行为投入和认知投入均有显著正向影响，Ronimus 等人(2019)也发现表现出更高认知投入的学生会有更好的学习效果，产生更多与学习有关的行为投入。基于此，本研究建立六条假设，轻叙事与富叙事的假设及其验证结果分别可见表 8、表 9。结果表明，轻叙事与富叙事都能激发学生的积极情感，促使学生对知识的认知更加活跃。但是，轻叙事对学生的行为投入影响有限，富叙事则能帮助学生思考故事剧情与编程知识之间的相关性来建立对编程知识的认知，最终产生更多的学习行为。

表 8 轻叙事下游戏学习投入模型路径分析表

假设	路径	假设关系	路径系数	t 值	95% 置信区间	假设是否成立
H1	情感投入→认知投入	正向	0.504*	5.719	0.290-0.647	成立
H2	认知投入→行为投入	正向	0.220	0.805	-0.420-0.647	不成立
H3	情感投入→行为投入	正向	0.269	0.986	-0.463-0.661	不成立

表 9 富叙事下游戏学习投入模型路径分析表

假设	路径	假设关系	路径系数	t 值	95% 置信区间	假设是否成立
H4	情感投入→认知投入	正向	0.652*	11.444	0.527-0.763	成立
H5	认知投入→行为投入	正向	0.415*	4.077	0.176-0.763	成立
H6	情感投入→行为投入	正向	0.254	1.925	-0.014-0.502	不成立

5. 结语

不言而喻，叙事在教育游戏中发挥了重要作用，它将教育游戏的教学目标、背景故事、游戏过程、反馈和挑战等要素融合为密不可分的整体。Martey 等人（2017）曾在实验中划分了轻叙事和丰富叙事两种层次教育游戏叙事，但其结果表明两种叙事层次没有对学习效果产生影响，这一结果研究者们认为是游戏中所设计的轻叙事和富叙事的差别较小。而本文从叙事目的、叙事情节、表现形式、连贯方式四大要素出发，对轻叙事和富叙事进行了差别化的设计，开发了《程序特工：电脑战记》两个版本的教育游戏，通过准实验研究方法评估了两种教育游戏叙事层次对学生学习投入的影响，研究结果表明轻叙事和富叙事均对学生游戏学习投入产生积极影响，但是，轻叙事对学生的行为投入影响有限，而富叙事则能帮助学生建立对编程知识的认知以产生更多的学习行为。

由于教育游戏是一个多学科交叉的研究领域，涉及教育学、心理学、游戏设计等方面，这使得教育游戏叙事的设计与开发充满了挑战。而且，影响教育游戏叙事效果的因素是有很多的，如学生对叙事的理解能力、学生对游戏的操作能力、叙事与知识内容的关联程度等。因此，如何更加科学严谨地设计符合学生认知水平、蕴含学科思维素养、且激发学生积极投入的游戏叙事仍是教育游戏研究与实践的深化方向。

参考文献

- 和文斌和董永权（2021）。教育游戏对学生学习效果的影响研究——基于 41 项实验和准实验的元分析。《现代教育技术》，(4)，44-50。
- 尚俊杰、蒋宇和庄绍勇（2012）。《游戏的力量：教育游戏与研究性学习》。北京：北京大学出版社。

- 陈向东和曹杨璐 (2015) 。移动增强现实教育游戏的开发——以“快乐寻宝”为例。 *现代教育技术*, 25(04), 101-107.
- Carvalho, M.B., Bellotti, F., Berta, R., et al.(2015). An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers & Education*, 87(9), 166-181.
- Crawford, C.(2012). *Chris Crawford on interactive storytelling*[M]. California: New Riders.
- Fanfarelli, J.R., & Vie, S.(2015). Medulla: A 2D sidescrolling platformer game that teaches basic brain structure and function. *Well Played*, 4(2), 7-29.
- Huynh, E., Nyhout, A., Ganea, P., et al.(2021). Designing Narrative-Focused Role-Playing Games for Visualization Literacy in Young Children. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 27(2), 924-934.
- Lee, S.W., Shih, M., Liang, J. et al. (2021). Investigating learners' engagement and science learning outcomes in different designs of participatory simulated game. *British Journal of Educational Technology*, 52,1197-1214.
- Martey, R.M., Shaw, A., Stromer-Galley, J., et al.(2017). Testing the power of game lessons: The effects of art style and narrative complexity on reducing cognitive bias. *International Journal of Communication*, (11), 1635-1660.
- Naul, E., & Liu, M.(2020). Why story matters: A review of narrative in serious games. *Journal of Educational Computing Research*, 58(3), 687-707.
- Ronimus, M., Eklund, K., Pesu, L., et al.(2019). Supporting struggling readers with digital game-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 67(2), 639-663.
- Rosyid, H.A., Palmerlee, M., & Chen, K.(2018). Deploying learning materials to game content for serious education game development: A case study. *Entertainment Computing*, 26, 1-9.
- Yang, S., Lee, J.W., Kim, H.J., et al.(2021). Can an online educational game contribute to developing information literate citizens?. *Computers & Education*, 161(4), 104057.

国内近二十年游戏化教学研究现状的可视化分析

A Visual Analysis of the Research Status of Gamification Teaching in Recent 20 Years in

China

兰羽
西南大学教育学部
2685791908@qq.com

【摘要】 为了解国内游戏化教学研究现状，对筛选的 358 篇文献进行分析。结果表明国内游戏化教学研究经历了起步期、稳定期、多元期和转型期，研究方向主要包含教育游戏的理论研究、设计与开发研究、学科教学中的应用及成效研究三个方面。

【关键词】 游戏化教学；可视化；研究热点；研究现状

Abstract: In order to understand the research status of gamification teaching in China, 358 literatures selected from CNKI were analyzed. The results show that the research content of gamification teaching has gone through the initial period, stable period, diversified period and transformation period..The research directions mainly include the theoretical research of educational games, the design and development research, and the application and effect research in discipline teaching.

Keywords: Gamification Teaching, Visualization, Research hotspots, Research Status

1.研究方法

以北大核心与 CSSCI 期刊作为文献来源，以“游戏化教学”“教学游戏法”“教育游戏”“教学游戏”“游戏教学”“教育性游戏”为主题进行精确匹配检索，筛选得到 2000 至 2021 年间文献共 358 篇。以陈超美教授开发的 CiteSpace 5.8.R3 作为主要研究工具绘制知识图谱，进行关键词分析；然后分析文献内容，了解国内游戏化教学的研究现状及未来发展趋势。

2.研究结果与分析

2.1. 关键词共现网络分析

将 CiteSpace 中可显示关键词的最大值改为 8，运行生成关键词共现网络如图 1 所示。

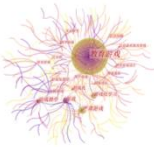


图 1 关键词共现网络

同时对关键词进行中心性计算，得到中心性排名在前 10 位的关键词如表 1 所示。

表 1 游戏化教学关键词的中心性

序号	中心性	关键词	序号	中心性	关键词
1	1.22	教育游戏	6	0.13	游戏化
2	0.27	严肃游戏	7	0.08	元分析
3	0.24	游戏	8	0.07	电脑游戏
4	0.14	游戏教学	9	0.05	教学游戏
5	0.14	游戏化学习	10	0.05	教学

表 1 与图 1 中的分析结果具有一致性, 这表明“教育游戏”是研究核心。

2.2. 高频关键词聚类分析

在关键词共现的基础上进行聚类分析, 得到结果如图 2 所示。“教育游戏”“严肃游戏”“游戏化”“游戏”“游戏教学”等方向聚类集中, 这表明每个方向研究成果丰富、内容相对比较完整。



图 2 游戏化教学高频关键词聚类

2.3. 关键词研究热点迁移分析

为准确了解游戏化教学的发展与迁移趋势, 绘制关键词迁移时区图如图 3 所示。



图 3 游戏化教学关键词迁移时区图

结合上述分析结果可以将国内游戏化教学的发展归纳为四个主要阶段: (1) 起步期 (-2005 年): 主要研究游戏本身, 发现教育价值。(2) 稳定期 (2006 年-2009 年): 研究游戏教学策略、教育游戏开发应用等。(3) 多元期 (2010 年-2017 年): 与各学科结合, 重视教育游戏对人才培养的作用。(4) 转型期 (2018 年-): 与博物馆、图书馆、医疗等领域相结合。

2.4. 游戏化教学研究领域分析

使用内容分析法进一步解读, 总结出游戏化教学的研究主要围绕以下三个领域开展:

- (1) 游戏化教学的理论研究: 主要阐述游戏化教学的概念、理论基础、特点、分类、价值, 同时也包括对各类学习理论的教育与游戏之间的辩证关系的探讨等。
- (2) 游戏化教学的设计与开发研究: 宏观层面, 游戏化教学的设计与开发是一个系统工程, 包括教学设计、系统设计与游戏开发三个主要环节(李海香等,2022)。微观层面, 游戏化教学设计与开发要结合具体学段与学科进行, 注重其真实性、沉浸性与情境性与学科特性。
- (3) 教育游戏在学科教学中的应用及成效研究: 游戏化教学在各学段、学科中均得到了广泛应用, 对教与学具有促进作用。让学生自由自愿地学习知识, 积极地主动地思考, 享受学习的快乐和生活的幸福。但同时也存在教师素养需进一步提升(梁林,2018)、游戏化教学评价指标体系不够健全(薛翔等,2019)、游戏化教学的应用与推广任重道远等问题。

3. 研究总结

本研究运用定性分析法与内容分析法对国内近二十年游戏化教学的研究现状进行分析, 明确国内游戏化教学的研究热点及未来可能发展趋势。但本研究也存在不足: 首先, 文献来源锁定在北大核心与 CSSCI 数据库, 忽略了其他文献的收集; 其次, 部分图的呈现需研究者本人调整, 可能造成研究结果的呈现出现较少范围的偏差; 最后, 本研究尚未对国外游戏化教学进行综述。未来的研究还应在克服上述不足的基础上进一步发展。

参考文献:

- 李海香, 吴小菊, 黄姣华 & 廖丽苏.(2022). 基于 CiteSpace 的国内游戏化教学研究的热点与趋势分析. 西部素质教育(08), 26-29. doi:10.16681/j.cnki.wcqe.202208008.

梁林.(2018).体育游戏化教学中存在的问题及其对策. 教学与管理(21),113-115.

薛翔,赵宇翔,陈英奇 & 朱庆华.(2019).基于层次分析法的公众科学项目游戏化设计的评价指标体系构建. 图书与情报(03),50-60.

設計利用互賴機制建立長期關係的寵物機器人以提升學習成效

Designing a Robot as Pet that Use Interdependence Theory to Build Long-term Relationships and Improve Learning Performance

張育甄¹, 林宏軒², 王振漢^{3*}, 楊舒涵⁴, 陳國棟⁵

^{1,2,5} 國立中央大學資訊工程學系

³ 國立中央大學學習科技研究中心

⁴ 健行科技大學餐旅管理系

* harry@cl.ncu.edu.tw

【摘要】過去有研究表明教育機器人有助於學習成效的提升，但機器人大多扮演學習同伴或導師等，難以維持長期的關係，且透過新鮮感吸引學生的注意力，提升學習成效。為了不讓學習效率隨著時間逐漸降低，如何與機器人維持長期的關係變成一個重要的議題。而寵物機器人也有被應用於維持長期關係，但鮮少應用於教育中。因此本研究設計利用互賴關係與寵物機器人建立長期關係，期望學習者會因照顧寵物而產生責任心進而驅使學習動力，且與寵物相處時獲得情感支持。實驗結果顯示，使用以互賴機制建立長期關係的寵物機器人會比普通的機器人更能提升學習成效。

【關鍵字】教育機器人；寵物機器人；互賴關係；人機互動；情境學習

Abstract: Previous studies indicate that educational robots can help improve learning performance, but most of them are learning companions or tutors, and attract student's attention through novelty to improve learning effectiveness, which hard to maintain long-term relationships. In order not decrease learning efficiency over time, how to maintain long-term relationships between learners and robots has become an important issue. Pet robots are used to maintain long-term relationships in other fields, but rarely in education. This study applies interdependence theory to build long-term relationships with pet robots. Learners are motivated by taking responsibility for pets and get emotional support from them. The results show that pet robots which build long-term relationships with interdependence theory can improve learning performance more than ordinary robots.

Keywords: Educational Robot, Pet Robot, Interdependence, Human-Robot Interaction, Situational Learning

1. 緒論

1.1. 研究背景

近年來，機器人產業蓬勃發展，變得在生活中不可或缺，且被廣泛應用於各行各業，在教育領域上也成為熱門的議題，具有巨大的潛力 (Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud & Dong, 2013)。許多學者也做了相關的研究，Barnes (2020) 等人製作了機器人劇院使用於科學、技術、工程和數學 (STEM)，提升了學生的學習興趣與動機；而 Qu & Fok (2022) 也透過學生與機器人的互動關係，顯著提升學生的計算思維。

在機器人領域上，已有學者提出與機器人維持長期關係的重要性 (Westlund, 2018)，因為學習和行為的改變需要數週或數月才能實踐，不會只是一次性的互動。且隨著接觸時間越長，可能會因新鮮感遞減而學習效率逐漸降低。而諸多教育機器人的研究中，卻鮮少有研究提及如何與機器人維持長期的關係。

為了維持學習者和機器人之間的關係，機器人在教學中皆具有角色定位，過去研究中與學習者的關係大多為作為老師的上課輔助工具 (Conti, et al., 2020)、導師與學生 (Shahab, et al., 2022)，或是學習同伴 (Elson, et al., 2022)。除了以上角色，寵物與主人的關係亦可以

是一種維持長期關係的方式，有研究指出把機器人當成寵物同樣可以增加良好的教學成效 (Kumar Singh, Sharma, Shukla & Eden, 2020)。

主人與寵物的關係也是一直被討論的，寵物能提供感情上的支持，並且主人與寵物互動會產生許多生理與心理上的益處 (McConnell, Brown, Shoda, Stayton & Martin, 2011)，滿足社交需求，增加幸福感，並表現出更健康的人格特質。這樣寵物受主人的照顧，主人依賴於寵物的情感支持，便能建立出以互賴為基礎的關係。而與機器人的互賴關係也被應用於人機協作 (Adriaensen, et al., 2022) 或護理 (Sandry, 2019) 等領域。因此本研究將嘗試在教育中利用互賴機制建立起學習者與寵物機器人的長期關係，期望能讓學習者藉此產生責任感而增加學習動力，進而提升學習成效。

1.2. 研究目標

本研究希望在學習中，學習者能與寵物機器人建立互賴的長期關係，利用互賴關係提升責任感，以及從寵物給予的感情支持取得學習動力，提升自身學習動機與學習成效。

1.3. 研究問題

以下為根據本研究目標提出的研究問題：

Q1. 以互賴機制建立長期關係的寵物機器人是否會比普通機器人更能提升學習成效？

Q2. 以互賴機制建立長期關係的寵物機器人是否會比普通機器人更能提升互動次數？

Q3. 以互賴機制建立長期關係的寵物機器人與普通機器人相比，學習次數的差距是否因時間的拉長而改變？

2. 相關研究

2.1. 應用於教育的機器人

機器人在近年來發展迅速，在教育領域上更是有許多研究。將機器人運用在教育領域上不論作為導師或是學習同伴，皆已被證明可以有效的增加認知和情感效果 (Belpaeme, et al., 2018)，也能有效地促進學習動機 (Kandlhofer & Steinbauer, 2016)。在過去的研究中，機器人扮演了許多角色以及應用於不同的教育領域中，如 Yousif (2020) 將機器人作為助教幫助自閉症兒童，不只能幫助學生學習、糾正解題，也能幫助老師準備課程內容以及回報學生學習狀況；Lanzilotti 等人 (2021) 利用機器人教導學生程式撰寫，增進計算思維與學習動力；也有研究比較機器狗與寵物狗對幼兒促進社交情感技能的發展的影響 (Heljakka, Lamminen & Ihamäki, 2021)。

但有部分的研究提出，機器人昂貴的價格會使使用者難以負擔而卻步 (Galvez, et al., 2018)，讓教育機器人難以推廣使用。Zhong 等人 (2020) 也成功利用以網頁為基礎的虛擬機器人平台運用於教學中，並證實了同時運用虛擬和物理機器人的學習成效會遠高於僅使用物理機器人。因此將機器人應用於教育領域時，不僅要考慮機器人所扮演的角色，以及教學成本上是否能推廣達成最大效益，能使機器人的效用最大化，持續增進學習者的學習成效。

2.2. 寵物機器人

將機器人當作寵物也是許多人致力研究的項目，最知名的便是日本萬代 (BANDAI) 於 1996 年出品的 Tamagotchi，因可愛的外型、攜帶方便及社交性而受人喜愛 (Lawton, 2017)。有研究指出，主人利用觸摸、玩耍或其他社交互動與寵物機器人交流，不僅增加心情愉悅感，也能保持互動感，建立緊密的長期關係，而寵物機器人也能提供一些陪伴與支持。(Bylieva, Almazova, Lobatyuk & Rubtsova, 2019)。

機器人與使用者之間的關係也是重要的議題。Frude 與 Jandrić (2015) 曾提出「萬物有靈論」，說明人類會因某些特質，將生命及意識投射到非生命體之中，並產生出情感，這樣的論點進一步的證實讓使用者與機器人產生依賴等感情的可能性。而 Heljakka 等人 (2021) 也在研究中提及寵物機器人與使用者會因相處時間越長而關係越緊密，但並未討論他們是如何建立並維持關係的。

2.3. 互賴關係

John Thibaut 和 Harold Kelley 在 1959 年時提出互賴 (interdependence) 這個概念，涉及依賴與權力、規則與規範以及協調與合作等，描述了兩個人是否平等地相互依賴 (Van Lange & Rusbult, 2012)。

Johnson 與 Johnson (2009) 探討在教育中的互相依賴理論和合作學習，也在研究中提及積極的互相依存關係會產生責任感，獲得更多的成就感。且在合作學習中，互賴關係可以維持群體間長期的凝聚力。因此若是讓主人照顧寵物機器人及寵物機器人陪伴主人，進而產生相互依賴，從而彼此建長期關係，便能讓主人產生責任感而增加學習動機。

2.4. 情境學習

情境學習 (Situational Learning) 一詞最早由 Brown 等人在 1989 年時提出，是一種在應用情境中學習的方式，並強調學徒制 (Apprenticeship) 的概念，在情境中將學和用結合，透過觀察、模仿及思考來進行實踐 (Lave & Wenger, 1991)。

情境學習應用的範圍十分廣泛，除了運用真實學習 (Authentic Learning)，讓學習者在實際環境中學習，也有學者利用戲劇式的學習來營造情境。如 Erbay 及 Doğru (2010) 則讓學生共同演出戲劇，除了在情境下學習知識外，也能幫助合作思考與社交；Barnes 等人 (2019) 在戲劇中結合藝術及 STEM 教育。這些研究都證實了戲劇方式的情境學習是可以促進學習動機，帶來正面的影響。

2.5. 小結

綜合以上的文獻探討，顯見機器人在教育中是有正面成效的，然而在教育領域中，較少看見以寵物作為角色的教育機器人，且對於如何建立長期關係並無提及。

本研究使用寵物機器人能夠利用寵物的特性，讓機器人與使用者，透過互賴機制，培養出二者間長期的關係，增加使用者的責任心。同時結合劇場情境學習的方式，讓使用者與寵物利用互賴關係一同投入於學習，達成更好的學習動機以及學習成效。

3. 系統設計與實作

3.1. 設計理念

為了能讓使用者與寵物機器人建立互賴及責任感以維持長期關係，提升學習效果，本系統設計了網頁中的虛擬寵物以及實體的寵物機器人。虛擬寵物機器人能在學生利用網頁自主學習的同時陪伴使用者，且使用者必須利用學習時獲得的虛擬貨幣購買食物照顧虛擬寵物，建立長期的互賴關係；而在課堂展演期間，將虛擬與實體寵物機器人結合，與使用者一起上台進行演出。

3.2. 系統架構與設計

本系統分成三個部分：具有虛擬寵物的網頁學習平台、實體寵物機器人以及實體平台—數位學習劇場。本研究藉由學生在虛擬平台與寵物互動所建立的關係，並在成果展示階段讓虛擬寵物走入實體，將長期互賴關係延續至實體寵物機器人上，讓學生與實體機器人一同在數位學習劇場中表演，從中強化學習成效。

網頁學習平台使用 Wamp 架設，包含小測驗、排行榜、商城以及虛擬寵物的功能，讓學生不只能在課後進行自主學習，也能同時與寵物培養感情。小測驗為網頁學習中的主要功能，包含是非題、選擇題、填充題及問答題，並提供多元的回答方式，讓教師能更具體的評估學生的學習狀況，學生也能透過測驗檢驗自己的學習成果。每完成一次測驗，學生會獲得金幣和排行積分作為獎勵回饋。排行榜功能則透過競爭趕來激發學生的學習動機，而商城則使學習者透過完成學習活動獲得的金幣購買寵物的食物或表情，激起學習者對寵物的責任感來驅使學習者在網站上進行學習活動。最後虛擬寵物能與學習者建立長期的互賴關係，學生需要在商城購買食物給寵物，而虛擬寵物也會隨時與學生互動及在完成學習活動時給予鼓勵。

實體寵物機器人使用 Asus 的 Zenbo 機器人，並配合自行設計的寵物機器人模組。寵物機器人模組中包含表情更換、互動機制、音訊撥放等，並設計了語音互動將使用者語音傳至

Microsoft Azure Cognitive Services 進行辨識回傳，機器人會根據指令給予不同的表情、語音及肢體的回應，這些機制讓實體機器人在學習與互動中具備寵物的特徵且更加生動活潑。

而實體平台則使用了數位學習劇場 (Liyanawatta, et al., 2022) 結合實體機器人使學生能在最後展示階段一同與實體寵物機器人展現學習成果。數位學習劇場為電腦端的情境展示系統，並連結平板 APP 與機器人進行不同劇本的設計與展演。

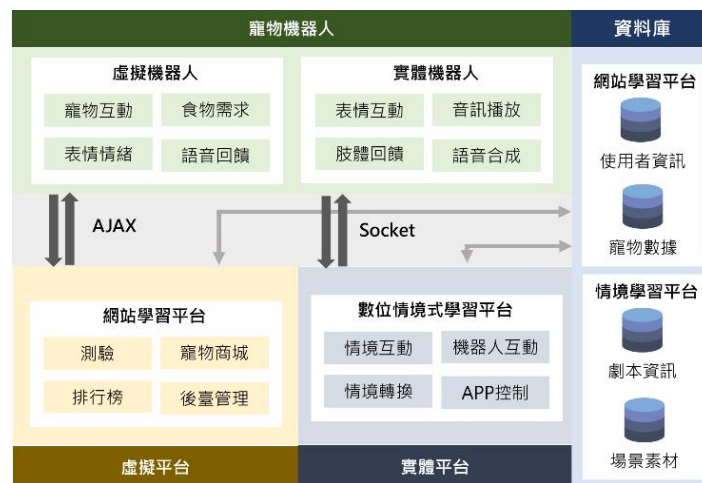


圖 1 系統架構圖

4. 實驗設計

為了評估學習者是否能透過互賴關係與寵物機器人建立長期關係，同時能將依賴關係由虛擬延伸至實體，進而產生責任感而更加投入學習，本實驗有以下假設：

透過寵物機器人建立互賴的長期關係進行學習，會比僅使用一般數位教材進行學習更能幫助學生增加責任心，進而提升學習成效。

本研究進行了一項準實驗設計，以評估此學習方法是否能透過對寵物的責任感來強化動機，將受試者分成實驗組及對照組進行比較與探討。使用的測量工具包括 (1) 針對學習成效的前後測試卷、(2) 學習動機與使用經驗的問卷量表，以及 (3) 個別訪談。茲說明如下：

4.1. 實驗對象

本研究與桃園市某科技大學進行合作，受試者來自餐旅日文選修課程中的兩個班級，並隨機指定一班為實驗組，另一班為對照組，排除中途請假或疫情影響等，每組的有效受試者皆為 30 人。兩組在實驗過程中皆完全獨立且互不影響。

4.2. 實驗教材內容

由該課程授課教師根據課程設計教材並編輯情境劇本，且根據以往學生學習的經驗調整教材。劇本中會放入課堂上學習到的單字與句子，並結合日式餐廳的接待用餐流程，讓學生透過情境學習到接待、點餐以及結帳時會用到的禮貌用語、專業食材、接待動作等應對流程。

4.3. 實驗流程

實驗為期六周，分成四個階段。每周皆有兩小時的課程，並需要學生在課後使用線上練習網站進行練習。

第一階段為第一周，將對學生先進行前測，並開始劇本相關教材的授課，且在課程結束後介紹本研究的系統以及線上學習網站。第二階段為第二周至第四周，課程會繼續進行教材教學，並讓學生自行在線上練習網站練習。第三階段為第五周，將進行劇本排演，讓學生熟悉展演流程並與機器人一同練習演出，老師也會在一旁給予指導。最後第四階段為第六周，為正式演出，學生將與機器人一同上台展現最終成果，每組同學都必須自行完成演出，過程中也不會有人提供幫助。結束後，會進行後測、問卷與訪談。

實驗組及對照組皆依循相同的四個實驗階段流程，皆以相同的教材和相同的教師進行授課。但實驗組會使用具有虛擬寵物機器人的學習網站，學生需要在線上練習中獲得代幣，購

買虛擬寵物機器人所需要的食物及裝扮環境；對照組則是使用沒有虛擬寵物機器人的網頁進行學習。而在展演階段中，實驗組會使用具有寵物功能的實體機器人，不只會念台詞，還會隨著劇情而有生動的表情和動作；對照組則是使用一般的機器人，僅會念台詞，不具備寵物功能。

4.4. 實驗評估

為評估兩組學生有無使用寵物機器人時學習成效的差異，使用前後測方式進行分析。前後測題目皆由專業的日文教師根據學習範圍出題，而且前後測的題目相似但不同，但都在相同的學習範圍。此外，為了解學生對機器人的感受，本研究參考 ARCS(Keller, 2010)以及 MSLQ(Pintrich & De Groot, 1990)所提出的學習動機指標來設計問卷，並採用 Likert 五點量表(從「非常不同意」(1)~「非常同意」(5))。問卷分成共同問卷及額外問卷，共同問卷的題目著重於學習者使用本研究系統的使用感受，題目共 18 題，包含四個面向，分別為機器人設計感受、機器人寵物特徵設計感受、與機器人共學感受、虛擬學習平台使用感受。額外問卷為針對實驗組調查使用者對寵物機器人的感受，內容包含使用者對寵物的責任感以及寵物給予的情感支持等。

訪談為額外問卷题目的延伸，於後測結束後以單獨面談及錄音的方式進行訪問，目的在於實驗組與寵物機器人的互動情況，例如：機器人給使用者的感覺、是否會與網站中的寵物機器人互動等。

5. 實驗結果與分析

5.1. 前後測驗成績

本研究使用 SPSS 統計分析軟體採用了 Shapiro-Wilk 常態分佈檢定以及 ANCOVA 檢定，探討兩組對於學習成效結果之相關性。在常態分布檢定結果，兩組成績顯著性分別為 0.757、0.086 皆大於 0.050，表示皆符合常態分布。另外檢測組別與前後測的交互影響 $F = 0.722$ 、顯著值 $p = 0.399$ ， > 0.500 ，無明顯差異，顯示迴歸係數同質性假設成立。因此進行共變異數分析，兩組調整後的後測成績存在顯著的差異($F = 5.695$, $p = 0.020$, < 0.050)，且實驗組的調整後平均分數($M = 82.940$)高於對照組($M = 74.580$)。由此可證，與寵物機器人培養長期關係並一同學習，顯著的比一般只使用數位情境學習系統的學習成效更好。

5.2. 學習活動參與數據

學習活動參與數據分成兩個部分，為練習活動次數以及與虛擬寵物機器人互動的情形。在四個階段每日平均學習活動紀錄中，對照組的平均數分別為 69.5、48.2、18.3 和 58.3，而實驗組的平均數分別為 159.0、86.2、115.3 和 472.3。其中實驗組的活躍度皆大於對照組，且後期練習次數逐日上升，可由此推測因實驗組需要透過練習來照顧寵物機器人，所以會增加學習動機與次數。而實驗組與對照組的學習活動次數差距，也會隨著時間逐漸增加。

虛擬寵物機器人只存在於實驗組，故只探討實驗組與虛擬寵物機器人的互動次數。實驗組學習者每日平均與虛擬機器人互動次數依實驗四個階段區分，平均數分別為 59.2、30.8、27.5 和 34.8。若依照實驗的四個階段來看，可發現第一階段因新接觸寵物而次數最多，但第二階段開始就失去新奇感而降低次數。下降的情形在第三階段趨緩，從寵物具有飽食度模組推測，學習者會因想要照顧寵物而持續互動練習。而最後一階段的互動次數也繼續上升，可能是隨著實驗快要結束而對寵物不捨的表現。

5.3. 問卷結果

問卷如前面所描述分成兩個部分。第一部分為共同問卷，其 Cronbach's alpha 值為 0.910，為高信度問卷。在機器人設計感受面向中，兩組無顯著差異($p = 0.620$, > 0.050)，因兩組皆有與實體機器人互動，對其感受大致相同。而實驗組($M = 3.400$)對於機器人的寵物特徵設計平均高於對照組($M = 3.180$)，但未達顯著標準，推測為本研究所提出之寵物機器人，特徵較不鮮明，在未來研究中可再加上寵物特有行為，如撒嬌、轉圈圈等。另外在與機器人共學的面向中，兩組皆高於一般水準，且實驗組的平均($M = 4.130$)高於對照組($M = 3.850$)，為顯著差

異($p = 0.004, < 0.050$), 代表寵物機器人確實能給學習者更好的體驗與感受。最後在撤除寵物機器人功能的學習平台的使用感受上, 兩組皆沒有顯著差異($p = 0.220, > 0.050$), 表示在沒有寵物機器人參與的網站中, 使用上並沒有區別。

第二部分為額外問卷, 為的是了解實驗組與寵物機器人的互動體驗, 其 Cronbach's alpha 值為 0.920, 為高信度問卷。根據結果顯示, 使用者認為寵物機器人可以增加學習動力, 且因寵物需要餵養而增加責任感主動學習。最後使用者也認同虛擬學習平台與實體寵物機器人是相同的, 代表學習者可以延伸與虛擬寵物建立的長期關係至實體中。

5.4. 訪談結果

訪談對象為實驗組中隨機抽取能力分別為高、中、低的學生四位受訪者, 針對額外問卷做延伸的問答, 主要詢問受訪者對於使用寵物機器人的感受。根據結果顯示, 受訪者會受寵物機器人可愛的外型吸引, 且認為其音效和行為皆與寵物相似, 也會因害怕寵物飢餓以及期待寵物給予反應而更認真的互動學習。但有部分受訪者認為可以增加更多表情及互動模式, 增加趣味性。

這些訪談者的回應內容皆顯示出此學習模式不只是透過學習者對機器人的新奇感來吸引學習者進行學習活動, 而是對寵物機器人的責任感促使他們持續學習, 並且會因與寵物機器人建立一定的關係而期待自己的寵物機器人有更多的造型與反應, 培養出自己獨特的寵物。

6. 結論與未來方向

本研究提出嶄新的教育機器人的設計模式, 引入互賴關係來設計機器人寵物以維繫學生長期關係與投入學習活動。除了利用情境學習系統與實體機器人學習外, 更在虛擬平台與實體機器人中加入了寵物特性—寵物給予主人陪伴與鼓勵, 而主人需持續的照顧寵物。讓使用者能與虛擬機器人建立長期的互賴關係, 並將此關係延續至實體, 增進在課堂情境展示的學習成果。

經由實驗證實, 使用以互賴機制建立長期關係的寵物機器人確實能比普通的機器人對學習者產生正面積極的影響。學習者會因寵物機器人需要照顧而增加學習次數來賺取金幣購買寵物食物, 而寵物機器人亦會隨時給予學習者回饋與支持, 形成正向的互動關係, 使學生長期投入學習活動, 提升學習動機與成效。

在未來實驗中, 根據受訪者與專家討論後可增進三個面向。第一為增強寵物特徵的設計, 目前僅使用飽食度與部分表情做為互動機制, 可加強如寵物心情與整潔度, 甚至更多寵物特有行為與裝扮, 皆能讓使用者有更強烈的意願使用。第二為機器人虛實間的連結, 可透過增加每個寵物特有的名字、語助詞或個性等, 強化虛擬機器人與實體機器人的連結。最後為應用領域, 本研究僅限於特定領域的大學生, 故未來可將其應用於其他年齡及領域, 進一步觀察驗證, 使本研究結論更具參考價值。

致謝

本研究感謝國科會經費支持, 計畫編號: MOST 110-2511-H-008 -004 -MY3; MOST 111-2410-H-008 -012 -MY3; MOST 111-2811-H-008-008。

參考文獻

- Adriaensen, A., Berx, N., Pintelon, L., Costantino, F., Di Gravio, G., & Patriarca, R. (2022). Interdependence Analysis in collaborative robot applications from a joint cognitive functional perspective. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 90, 103320.
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Park, C. H., & Jeon, M. (2020). Child-robot theater: Engaging elementary students in informal STEAM education using robots. *IEEE Pervasive Computing*, 19(1), 22-31.
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Ryan, J., Park, C. H., & Jeon, M. (2019). Promoting

- STEAM education with child-robot musical theater. *2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, 3(21), eaat5954.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Bylieva, D., Almazova, N., Lobatyuk, V., & Rubtsova, A. (2019). Virtual pet: trends of development. *The 2018 International Conference on Digital Science*.
- Conti, D., Cirasa, C., Di Nuovo, S., & Di Nuovo, A. (2020). "Robot, tell me a tale!" : a social robot as tool for teachers in kindergarten. *Interaction Studies*, 21(2), 220-242.
- Elson, J., Derrick, D., & Merino, L. (2022). Investigating Conformity and the Role of Personality in a Visual Decision Task with Humanoid Robot Peers. *Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences*, 666-674.
- Erbay, F., & Doğru, S. S. Y. (2010). The effectiveness of creative drama education on the teaching of social communication skills in mainstreamed students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4475-4479.
- Frude, N., & Jandrić, P. (2015). The intimate machine – 30 years on. *E-learning and Digital Media*, 12(3-4), 410-424.
- Galvez Trigo, M. J., Standen, P., & Cobb, S. (2018). Why are educational robots not being used in Special Education schools despite proof that they are beneficial for their students?. *Proc. 12 th ICDVRAT with ITAG*.
- Heljakka, K., Lamminen, A., & Ihamäki, P. (2021). A Model for Enhancing Emotional Literacy through Playful Learning with a Robot Dog. *2021 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)*.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational researcher*, 38(5), 365- 379.
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical-and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679-685.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: the ARCS Model Approach*. Boston, MA: Springer.
- Kumar Singh, D., Sharma, S., Shukla, J., & Eden, G. (2020). Toy, tutor, peer, or pet? preliminary findings from child-robot interactions in a community school. In *Companion of the 2020 ACM/IEEE international conference on human-robot interaction*, 325-327.
- Lanzilotti, R., Piccinno, A., Rossano, V., & Roselli, T. (2021, July). Social Robot to teach coding in primary school. In *2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 102-104). IEEE.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- Lawton, L. (2017). Taken by the Tamagotchi: How a toy changed the perspective on mobile technology. *The iJournal: Graduate Student Journal of the Faculty of Information*, 2(2).
- Liyanawatta, M., Yang, S. H., Liu, Y. T., Zhuang, Y., & Chen, G. D. (2022). Audience participation digital drama - based learning activities for situational learning in the classroom. *British Journal of Educational Technology*, 53(1), 189-206.
- McConnell, A. R., Brown, C. M., Shoda, T. M., Stayton, L. E., & Martin, C. E. (2011). Friends with benefits: on the positive consequences of pet ownership. *Journal of personality and social*

psychology, 101(6), 1239.

- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33 – 40.
- Qu, J.R., Fok, P.K. (2022). Cultivating students’ computational thinking through student – robot interactions in robotics education. *Int J Technol Des Educ* 32, 1983 – 2002.
- Sandry, E. (2019). Interdependence in collaboration with robots. In *The Routledge Companion to Disability and Media*. Routledge, 316-326.
- Shahab, M., Taheri, A., Mokhtari, M., Shariati, A., Heidari, R., Meghdari, A., & Alemi, M. (2022). Utilizing social virtual reality robot (V2R) for music education to children with high-functioning autism. *Education and Information Technologies*, 27(1), 819-843.
- Van Lange, P. A., & Rusbult, C. E. (2012). Interdependence theory. *Handbook of theories of social psychology*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Westlund, J. M. K., Park, H. W., Williams, R., & Breazeal, C. (2018). Measuring young children's long-term relationships with social robots. *Proceedings of the 17th ACM conference on interaction design and children*, 207-218.
- Yousif, J. (2020). Humanoid Robot as Assistant Tutor for Autistic Children. *International Journal of Computation and Applied Sciences*, 8(2).
- Zhong, B., Zheng, J., & Zhan, Z. (2020). An exploration of combining virtual and physical robots in robotics education. *Interactive Learning Environments*, 1-13.

以情境化數位遊戲提升學生執行功能：抑制與轉換

Enhancing Executive Functions by Situational Digital Games: Inhibition and Shifting

黃琪芳^{1,2*} 陳志洪^{1,2} 侯邵嫻¹

¹國立臺灣師範大學資訊教育研究所

²國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心

*81008001e@ntnu.edu.tw

【摘要】執行功能在認知發展與生活影響甚鉅，然而多數訓練較為枯燥，導致使用者體驗與長期使用意願較低，此可能會影響到執行功能訓練成效，雖有相關研究使用遊戲化設計提升動機，但脫離真實生活的情境使能力遷移效果受到影響。故本研究旨在發展針對執行功能之情境化數位遊戲，並針對執行功能訓練成效、遊戲體驗與後續使用意願進行探討。從針對大專生之前導研究發現，情境化數位遊戲能有效提升執行功能中的抑制與轉換能力，且遊戲化設計能正向影響使用者體驗，後續將針對遊戲複雜度與情境多元性調整，以期針對情境化執行功能訓練提供實務上的建議。

【關鍵字】 執行功能；數位遊戲；情境化

Abstract: Executive function (EF) significantly influences cognitive development and daily life. However, most EF training is boring, which influences the user experience and tendency of long-term use that affect the effectiveness of EF training. Therefore, this study aims to develop a situational digital game for EF and investigate the effectiveness of EF training, game experience, and the tendency of long-term use. A pilot study is conducted for college students. The results show that the situational digital game can effectively enhance the inhibition and shifting abilities in EF, and the gamification design can positively affect the user experience. For the main study, we will adjust the game complexity and contextual diversity and aim to provide practical suggestions for contextualized executive function training.

Keywords: executive functions, digital games, situational

1. 前言

近年來，執行功能(executive function, EF)越來越受到重視。執行功能即一般性認知功能調控的中樞，影響認知運作、調整與歷程監控(Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000; Baggetta, & Alexander, 2016)，而這些認知能力的發展將影響問題解決、計畫與決策等與生活息息相關的能力。過去針對認知功能發展之相關研究，發現執行功能對認知發展、生活影響甚鉅，甚至比智能商數(Intelligence quotient, IQ)更能預測未來成就、健康、生活質量等 (Ahmed, Tang, Waters, & Davis-Kean, 2019; Follmer, 2018; Moffitt, Arseneault, Belsky, Dickson, Hancox, Harrington... & Caspi, 2011)。執行功能影響的認知能力範圍廣，包含抑制反應、干擾控制、更新工作記憶、模組轉換等能力(Friedman et al 2017; Diamond, 2013)。主要基礎認知核心能力中抑制(inhibition)指在認知歷程中不受無關資訊或衝動干擾之能力，此能力重視認知資源的掌控，對其他能力與表現有一定程度的影響力；轉換(shifting)則指在不同任務、操作或心理狀態中彈性改變、提取所需資訊的能力，此不只需要提取工作記憶與長期記憶裡的資訊，更需要判斷需求進行調整、切換(Miyake et al., 2000)。

過去研究提及執行功能可以透過訓練提升(Diamond, 2013 ; Kassai, Futo, Demetrovics, & Takacs, 2019)，尤其是透過數位化的訓練模式能有效提升使用者的執行功能(Jak, Seelye, & Jurick, 2013)。目前執行功能訓練多改自相關測驗，如 n-back(Soveri, Antfolk, Karlsson, Salo, & Laine, 2017 ; Lo, Gearhardt, Fredericks, Katz, Sturza, Kaciroti, ... & Miller, 2021) 、

Go-NoGo(Tschuemperlin, Stein, Batschelet, Moggi, & Soravia, 2019 ; Najberg, Wachtl, Anziano, Mouthon, & Spierer, 2021)等，而這些訓練大多無情境設計且以簡要素材組成，因此訓練過程通常較為枯燥(Prins, Brink, Dovis, Ponsioen, Geurts, De Vries, & Van Der Oord, 2013)，導致使用喜好與持續使用動機低。然而，訓練的有效性是容易受持續性影響，對相關能力的遷移也可能因時間而遞減(Anguera, Schachtner, Simon, Volponi, Javed, Gallen, & Gazzaley, 2021)。Söderqvist、Nutley、Ottersen、Grill 與 Klingberg (2012)等人以電腦化的訓練提升認知能力，然而一年後的延宕測驗卻無顯著效果，推測時間拉長且停止訓練，進步的效益就會開始消退，使用者可能需要更長時間或重複多次訓練以維持訓練成效(Anguera et al., 2021; Söderqvist et al., 2012)。因此，為了維持執行功能訓練成效，使用者的喜好與長期使用意願應該更受到重視。

近年來，為提升使用動機與興趣，過去部分研究在執行功能訓練中加入遊戲化的元素，透過數位遊戲進行訓練，多數在訓練成效與情意面都有正向的影響(Anastasiadis, Lampropoulos, & Siakas, 2018; Stanmore, Stubbs, Vancampfort, de Bruin, & Firth, 2017 ; Bediou, Adams, Mayer, Tipton, Green, & Bavelier, 2018 ; Nagle, Riener, & Wolf, 2018)。無論透過短期或長期的訓練，過去實證研究中發現，由加入遊戲化的執行功能訓練中，確實能達到有效訓練、正面遊戲體驗及提升動機的效果(Stanmore et al., 2017 ; Bediou et al., 2018 ; Nagle et al., 2018)，且遊戲機制的設定也會影響使用者對該訓練的喜好與使用興趣(Homer, Ober, Rose, MacNamara, Mayer, & Plass, 2019)。

近年來越來越多以執行功能訓練為目標之數位遊戲，以使用 Gwakkamole 遊戲進行實驗的相關研究為例，遊戲設計要求使用者依照要求點擊畫面上的酪梨，並避開有戴安全帽的酪梨，並透過實證研究了解此遊戲設計對訓練執行功能是有效的(Ober, Brenner, Olsen, Homer, & Plass, 2021)。透過此遊戲發現在執行功能不同子能力的學習成效可能有差異，且遊戲設計中的挑戰性會影響使用者體驗(Wells, Parong, & Mayer, 2021)。然而以上兩者情境設計仍跟真實生活情境有些差異，屬虛擬架空類型，對可能面對數位遊戲化訓練中能力難以遷移到生活中的難點。而貼近實際生活的體驗與動作對執行功能遷移至真實生活及能力的維持有很重要的影響(Gray, Robertson, Manches, & Rajendran, 2019)。

綜上所述，執行功能是相當重要的能力，雖透過訓練可以獲得提升，但訓練成效容易受到訓練持續性與喜好的影響，需要長時間或重複訓練以維持訓練成效(Anguera et al., 2021; Söderqvist et al., 2012)，然傳統執行功能訓練枯燥，重複訓練意願低(Prins et al., 2013)。為提升使用者長期使用意願與喜好，遊戲化設計即為一個提升使用者動機的可能方法之一。然而，過去研究針對執行功能訓練導向之數位遊戲多跟真實生活情境有些差異，導致訓練成效難以產生遷移效果(Gray et al., 2019)，且也較少針對長期使用意願之相關研究。故本研究自行開發一貼近真實生活之情境化數位遊戲，探討其是否能達到提升執行功能的目標，且較一般執行功能訓練更能有更好的遊戲體驗及後續使用意願。研究問題如下：(1)情境化數位遊戲是否能提升執行功能？(2)玩家使用情境化數位遊戲進行訓練之遊戲體驗為何？(3)玩家使用情境化數位遊戲進行訓練之持續使用意願為何？

2. 系統設計

2.1. 一般數位訓練

本研究測驗基於經典執行功能測驗 Simon task (Simon, & Rudell, 1967)，使用 Unity 系統開發，改編成一主要針對執行功能中的抑制與轉換能力之數位訓練系統 (Chen, 2021)。在此訓練中，使用者必須觀察中央顯示的圖形與顏色，依照規則判斷畫面後點擊左邊或右邊的箭頭。此訓練工具以執行功能訓練為目標，並未加入情境、美術、即時反饋系統等，故介面簡潔，可確保使用者專注在訓練過程中。

為確保使用者能夠循序漸進的進行訓練，本訓練設計分為三個關卡，依序增加難度，讓使用者能逐步熟悉訓練方式與規則。第一關設計目的是為了讓使用者熟悉基本規則，並訓練

判斷及反應速度，當使用者看到畫面上的任何形狀，紅色按左鍵，藍色則按右鍵。第二關設計目的在於訓練使用者的抑制能力，使用者畫面上的物件可能向右或向左偏移，仍不受干擾，做出正確判斷（紅色按左鍵，藍色按右鍵）。因出現位置容易干擾左右按鈕判斷，當物件出現在右邊，人會傾向於按右邊的按鈕，反之亦然。為了正確作答，人需要更大的專注度和抑制力。換言之，即透過此訓練過程，提高使用者的抑制力，避免受到色塊位置對左右按鍵之影響。第三關則設計目的則著重規則轉換能力，使用者需依照色塊形狀做出不同反應，圓形色塊規則不變，三角形色塊則需規則相反，即圓形紅色色塊按左鍵、圓形藍色色塊按右鍵、三角形紅色色塊按右鍵、三角形藍色色塊按左鍵，因此使用者不只需要依照單一規則做出專注地觀察色塊顏色做出正確反應，更必須在判斷色塊形狀後在腦中轉換規則，而規則反轉的過程即訓練轉換能力之重點。

另外，本測驗的特色之一為：正式進行前會提供規則講解影片與完整練習。在練習階段會提供選項正確與否的反饋，且會確保使用者確實了解規則——即在練習階段都能做出正確反應，才能進入正式階段。

2.2. 情境化數位遊戲

本研究開發之情境化數位遊戲與上述之一般數位訓練相同，基於針對抑制與轉換能力之經典執行功能測驗 Simon task (Simon et al., 1967) 設計之數位遊戲，使用 Unity 系統開發，以訓練執行功能為目標的基礎下加入情境、音效與分數等遊戲式設計，以提升使用者參與訓練的動機。遊戲畫面如圖 1 所示，使用者必須依照規則點擊左下或右下的按鈕，且須盡量快速而正確作答。



圖 1 情境化數位遊戲畫面範例

本訓練系列以棒球賽包裝訓練情境，在完整賽制中，使用者須輪流以投手、打擊手的角度進行訓練，且必須依照畫面圖示對應規則做出相應的手勢。此外，每個投球與打擊任務中分別包含三個關卡階段，難度依序提升，讓使用者能循序漸進地進行練習。與 Simon task 相似，使用者必須觀察對手動作做出反應，其中，第一關為基礎反應訓練與操作熟悉的過程；第二關對手會左右移動作為干擾，使用者必須則必須依照前述規則反應，抑制對手位置帶來的干擾，訓練執行功能中的抑制控制能力；第三關則主要專注在轉換能力的訓練，當特殊情況需反轉前述規則。

而情境化數位遊戲與一般數位訓練的不同，除了加入貼近真實生活的情境外，一大重點在於遊戲式元素的融入。在情境設定的部分，畫面色彩豐富，以人物角色進行目標任務，與符合情境的背景，再加上擬真的音效與動畫轉場銜接，提升遊戲情境感；其他遊戲式元素則包含：即時反饋、分數、生命值、時間限制等，在使用者做出反應後，會透過音效與動畫作為即時反饋，每次使用者作答後都能立刻獲得正確與錯誤兩種結果的呈現，同時，遊戲畫面左上角的分數及生命值也會立即依照答對與否增減，再加上畫面正上方的作答秒數倒數，以上遊戲中常見的元素，讓使用者能夠建立成就感的同時，也期望能提升使用者的專注程度與使用動機。

3. 研究方法

3.1. 實驗設計

本研究以比較一般數位訓練、情境化數位遊戲為主軸，討論兩者的訓練成效、遊戲體驗與後續使用意願，故以訓練媒材做為自變項，使用者原先具備的執行功能、遊戲經驗與性別做為控制變項，學習成效、使用者體驗與後續使用意願為依變項。為了解研究問題，本研究將受試者隨機分為兩組使用不同訓練軟體。在實驗開始前，需先進行前測了解基本資料(包含性別、遊戲經驗)及先備能力(成效測驗)，以識別個體差異作為後續實驗參考。實驗階段進行約 30 分鐘之訓練，並在此階段結束後進行執行功能測驗檢測訓練成效，後亦透過問卷與訪談了解遊戲體驗與後續使用意願。

3.2. 研究對象

本研究以無認知能力相關疾病之大專生 40 名為研究對象。為避免因認知能力、性別及遊戲使用經驗產生之實驗偏差，實驗對象將以分層隨機分配方式分至實驗組與控制組，實驗組使用本研究設計之情境化數位遊戲進行訓練，控制組則使用一般數位訓練，符合常態分佈，確保使用不同訓練軟體者符合同質性小組，使前測之認知能力高低、性別與遊戲經驗多寡平均分布在各組。

3.3. 研究工具

本研究所使用的研究工具除上述之一般數位訓練、情境化數位遊戲作為訓練工具外，包含以下三種：背景問卷、成效測驗、體驗問卷與訪談，分別詳述如下。背景問卷僅用於為了解受試者的性別及遊戲經驗，作為實驗分組的參考依據。成效測驗使用過去研究中常用於檢測抑制能力的 GO/NO-GO task(Tschuempfer et al., 2019 ; Najberg et al., 2021)與檢測轉換能力的 Card sorting task (Homer et al., 2018 ; Sañudo, Abdi, Bernardo-Filho, & Taiar, 2020 ; Wells et al., 2021)，以前後測了解受試者原先具備之執行功能以及訓練成效。體驗問卷與訪談參考過去研究(Hao, & Lee, 2021)使用 ARCS 問卷(Keller, 1987)，以了解使用者在實際操作過後對該訓練工具的體驗與態度。為回答研究問題，本研究以共變數分析(ANCOVA)了解組間表現差異，並透過變異數分析(ANOVA)了解使用者動機與體驗。

4. 前導研究

本研究先以 53 位年齡介於 19~26 之大學生進行前導測試，其中男性 18 位、女性 35 位，而所有人隨機分為兩組，分別為 27 人與 26 人。初步結果發現，一般數位訓練與情境化數位遊戲皆能顯著提升執行功能之抑制與轉換能力。其中，使用情境化數位遊戲者在使用動機上有正向感受，注意力 3.45 分(標準差 0.38)、相關 3.34 分(標準差 0.30)、信心 3.69 分(標準差 0.42)、滿意 3.35 分(標準差 0.50)。進一步從訪談結果得知，有超過半數(n=15)認為情境化數位遊戲是好玩的，且多認為遊戲化的設計確實能引起使用者的動機、喜好與沉浸感，例如：音效與畫面設計能強化情境、提高趣味性，27 位受試者中有 18 位認為遊戲的音效與明亮的色彩有助於其投入遊戲中。在情境主題設定的部分，以棒球主題作為貼近真實生活的設計，則有 11 位覺得運動類或世界賽的主題能夠吸引他們、6 位覺得還好、9 位表示對運動或是棒球沒有興趣。然而，在後續使用意願的部分，多認為遊戲偏難，且重複同樣的內容可能會降低持續使用意願，故僅 12 人願意繼續遊玩，15 位則表示不願意繼續遊玩，但若增加玩法或有其他主題的話，則會提升其繼續遊玩的意願。

參考文獻

- Anguera, J. A., Schachtner, J. N., Simon, A. J., Volponi, J., Javed, S., Gallen, C. L., & Gazzaley, A. (2021). Long-term maintenance of multitasking abilities following video game training in older adults. *Neurobiology of Aging*, 103, 22-30.
- Homer, B. D., Ober, T. M., Rose, M. C., MacNamara, A., Mayer, R. E., & Plass, J. L. (2019). Speed versus accuracy: Implications of adolescents' neurocognitive developments in a digital game

to train executive functions. *Mind, Brain, and Education*, 13(1), 41-52.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.

游戏积分元素促进视频学习的机制与路径

The mechanics and paths of video learning facilitated by game points

贾薪卉^{1*}, 王雪¹

¹ 天津师范大学教育学部

*996966271@qq.com

【摘要】 本文针对传统视频学习中存在的学生兴趣不高、动机不明显等问题, 将游戏积分元素融入到可交互视频中, 通过对相关研究进行文献综述, 提出游戏积分元素可以有效提高学习者的动机、激发积极情绪等假设, 并构建其对视频学习的影响路径模型。采用实证研究的方式, 借助眼动仪和问卷量表收集相关数据并进行分析。结果表明, 学习者积极情绪、学习动机和学习效果显著提高, 游戏积分元素可以直接提高学习成绩, 也可以通过提高学习者的内在动机激发积极情绪进而促进学习成绩。本文旨在为可交互教学视频教学效果的提高提供参考和借鉴。

【关键字】 视频学习; 游戏化; 交互视频; 游戏积分元素

Abstract: Aiming at the problems of students' low interest and motivation in traditional video learning, this paper integrates game points into interactive videos. Through a literature review of relevant studies, this paper proposes the hypothesis that game points can effectively improve learners' motivation and stimulate positive emotions, and builds a path model of its influence on video learning. This paper uses eye tracker and questionnaire to collect relevant data for empirical research. The results show that learners' positive emotions, learning motivation and learning effect are significantly improved. Game points can directly improve learning performance, or stimulate positive emotions by improving learners' intrinsic motivation and thus promote learning performance. This paper aims to provide a reference for improving the teaching effect of interactive teaching video.

Keywords: Video learning, Gamification, Interactive video, Game points

1. 引言

自2020年新冠疫情爆发以来, 全国各地大中小学学校响应“停课不停学”政策, 积极利用网络进行教育教学, 短时间内网络教学、在线学习迅速普及。而视频学习在这个过程中发挥了其独特的优势。但尽管如此, 视频学习课程仍面临诸如高辍学率、学习者参与积极性低、反馈不及时等挑战, 直接影响学生的学习成绩, 于是有许多教师使用加入提问环节的可交互视频。但仍然面临学习者学习动机不高的困境。与此同时随着信息社会的发展, 世界各国都在积极推动教育数字化转型, 主张开发高质量的数字教育内容和平台教育数字化资源(李杲和宋佳, 2022)。所以对教学视频进行改造设计变得尤为重要。在“寓教于乐”思想的指导下, 游戏化因其娱乐性脱颖而出, 将游戏化融入到教学视频设计中成为改善视频学习的重要手段之一。

“游戏化”这个词起源于数字媒体行业。第一次有记录的使用可以追溯到2008年, 但是这个术语直到2010年下半年才被广泛采用。之后“游戏化”被应用到了各个领域, 比如教育和营销领域。到目前为止“游戏化”(Gamification)并没有统一的定义, 最受认同的是Deterding (2011)等人提出的“在非游戏环境中使用游戏设计元素”。可见, 游戏化最大的特质就是在使用游戏化元素让过程变得有趣。而游戏化学习则可以让学生更快乐、更有效的学习(尚俊杰和蒋宇, 2018)。游戏化设计元素指的是游戏化设计中用到的各种基本构成元素(如积分、徽章、排行榜等)以及各游戏化要素之间的运行方式(即游戏机制, 如奖惩机制竞争机制等)。

在教育领域,以往的研究主要集中在探究视频中一种或多种游戏化元素对学习者的学习效果(曲茜美、曾嘉灵和尚俊杰,2019)产生的影响。很少有研究关注游戏化元素对视频学习影响的内在机制。

综上,本研究旨在借助眼动测量方法以及问卷调查法,深入探究加入游戏积分元素设计的可交互教学视频对学习者的影响以及其中的机制路径,为视频学习的改善与提高提供参考与借鉴。

2. 文献综述

2.1. 游戏化元素对学习动机、情绪以及学习行为的影响研究

游戏化是指在非游戏情境中加入游戏化元素,常见的游戏化元素包括积分(Points)、徽章(Badges)以及排行榜(Leaderboards),简称为PBL。近年来有越来越多的专家学者尝试利用游戏化元素改善学习。例如,有学校在教学情境中加入如奖励、挑战的游戏设计要素来激励学生进行学习,发现在其提高学习者学习动机方面有显著效果。除此之外还有很多实证研究证明将游戏应用于教育中能够激发学习者的学习动机(Chang & Wei, 2016),并对学习效果产生积极影响。例如,Barata等人(2013)在研究中发现,合理搭配游戏化元素可以提高学习者的学习动机,从而达到促进学习的效果。吴砥等人(2020)针对在线教学展开了较大规模且长期的调查,结果显示通过游戏化的方式可以增强学习者的学习动机和参与感。Banfield和Wilkerson(2014)对本科生进行研究发现,使用有游戏元素的教学方法对学习者的内在动机有显著影响。陈国青等人(2020)对学生的在线学习进行研究发现游戏化元素对在线学习行为有正面影响,可以增加学生的学习量。也有研究表明游戏化学习能使学习者产生积极的情感体验(Lee, Hao, Lee, Sim, & Huang, 2019),而经过其他教育实证研究又发现积极的情绪能够增强学习者的动机(Efklides, Kourkoulou, Mitsiou, & Ziliaskopoulou, 2006)(吉广萍和刘秀梅,2013)。

2.2. 游戏积分元素与相关研究

游戏积分元素是游戏化最简单的一种形式,它属于一种反馈机制,可以说是其他游戏元素的基础,经常与其他元素一同搭配使用。例如玩家可以通过积分结合排行榜了解其在游戏中的表现,显示进度的同时还给人提供进步的动力。除此之外积分还可以与奖励相联系,积够一定积分兑换徽章等虚拟奖励。

目前游戏化元素已经应用到了很多领域,例如营销、新闻媒体。在教育领域游戏化亦得到广泛关注与讨论,有很多学者尝试将游戏化元素融入到教育的各个环节中以得到更好的学习效果。其中有些学者得到了较好的结果,例如Hew等人(2016)将游戏化应用到大学生的课程设计中,进行对比实验,结果发现,与没有经过游戏化设计的课程相比,学习者在游戏化设计课程中更频繁地选择难度更大的任务以获得更高的积分。Landers等人(2016)同样将游戏化融入研究生课程设计,发现与未经游戏化处理的对照组相比,在使用了积分榜的课程中,学习者花费了更多的时间学习,且学习效果、学习质量也更高。Koppitsch和Meyer(2022)将游戏积分元素加入到课堂讨论中,发现与传统的基于PPT幻灯片讨论相比,学生在提供积分的Kahoot话题讨论中的参与度更高。

2.3. 述评

综上所述,游戏化元素可以提高学习者的学习动机、提供积极的情感体验、改善学习行为,直接或间接地提高学习效果。但大部分的研究都聚焦在学习材料中各种游戏化元素对学习效果的影响研究,很少有人深入探索游戏化元素对视频学习的影响机制与路径。基于此,本研究主要探究游戏积分元素对学习者的动机、情绪、学习行为以及学习效果的影响与机制。

3. 研究设计

3.1. 研究假设

根据文献综述得出的结论，积分作为常用游戏化元素的一种，应该同样具有提高学习者的学习动机、提供积极的情感体验、改善学习行为、提高学习效果等的作用。所以本研究主要提出以下几个假设，构建如图 1 所示作用机制的假设模型：

1. 游戏积分元素可以提高学习成绩。具体体现在 H1。
2. 游戏积分元素可以提高学习动机。具体体现在提高内部动机 (H2)、但不能提高外部动机 (H3)。
3. 游戏积分元素可以激发学习者的积极情绪。具体体现在 H4。
4. 游戏积分元素可以改善学习行为。具体体现在提高总注视时间 (H5)。
5. 游戏积分元素可以通过提高学习者学习动机来提高学习成绩。具体体现在通过提高内部动机提高学习成绩 (H6)、通过不提高外部动机提高学习成绩 (H7)。
6. 游戏积分元素可以通过激发学习者的积极情绪来提高学习成绩。具体体现在 H8。
7. 游戏积分元素可以通过改善学习行为来提高学习成绩。具体体现在 H9。
8. 在加入游戏积分元素的教学视频中可以通过提高学习者的内部动机激发学习者的积极情绪。具体体现在 H10。

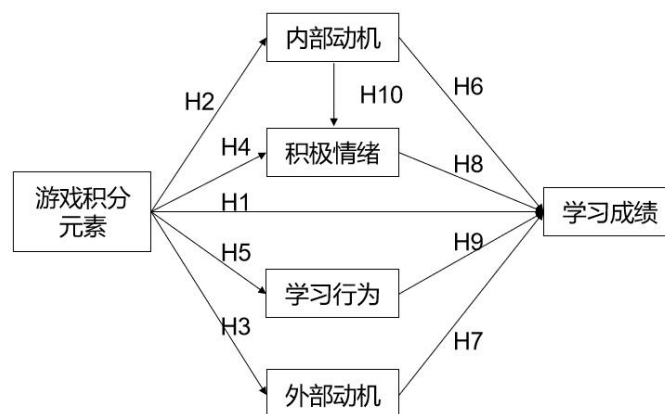


图 1 游戏积分元素对教学交互视频学习的作用机制假设模型

3.2. 实验设计与材料

本研究采用单因素实验设计，自变量为交互视频的游戏积分元素设计，分两组进行实验，对照组使用仅给予正误反馈的交互视频学习，而实验组使用加入积分反馈的交互视频学习，通过对比两组之间的差异来验证本研究提出的假设。

3.2.1. 被试

实验开始前从天津某大学招募被试共 66 人，平均分配至对照组和实验组中，去除眼动采样率较低、先前知识水平测试成绩较高的被试，最终保留有效被试 53 人，实验组（加入游戏积分反馈设计的可交互学习视频）包含被试 25 人，控制组（无积分反馈设计的学习视频）28 人。

3.2.2. 材料

本研究的学习视频材料选自科普类教学视频《细胞生物学》，参考中国大学 MOOC 网站上的《细胞生物学》课程，使用 Storyline 软件将其改造成有单选题答题环节的可交互视频，即视频在播放中间会自动暂停显示提问界面，学生需回答完问题之后才可观看后续视频。对照组使用加入提问的可交互视频作为学习材料，每题答完后仅给予学习者正误反馈；实验组采用的学习视频在对照组的基础上加入了游戏积分反馈，学生每答完一道题不仅有正误反馈，还有获得相应积分的反馈。每回答正确一道题得 100 积分，回答错误不得积分，积分累计最终显示总积分。两组材料除游戏积分元素的加入外，学习内容与提问均相同。

3.3. 测量变量及工具

本实验使用采样率为 120Hz 的 Tobii X120 型眼动仪, 搭配相关软件进行数据处理与分析, 主要收集并分析的眼动数据为总注视时间。要求参与实验的被试调整好坐姿后, 使用眼动仪进行眼动定标并搭配软件采集眼动数据。

实验中采用的问卷及测量的变量如下:

被试基本信息问卷: 包括被试的姓名、性别、年级、专业、学科类型等信息。

先前知识水平问卷: 包括一道开放题, 要求学习者写出自己所知道的物质跨膜运输的方式、原理及其相关知识, 之后对其进行人工评分。独立样本 T 检验结果显示两组被试的先前知识水平无显著差异 ($F=1.492$, $p=0.85>0.05$)。

前后测情绪状态问卷: 采用 Watson 等 (1988) 编制、邱林等修订的积极情感、消极情感量表, 来测量被试在学习前后的情绪状态, 该问卷信度良好 (积极情绪: Cronbach's $\alpha=0.921$; 消极情绪: Cronbach's $\alpha=0.948$)。

内、外部动机量表: 采用 Pintrich (1999) 编制的自我报告量表, 要求被试评定对个人学习经历的喜欢程度并打分 (1-7 分), 1 表示非常不赞同, 7 表示非常赞同, 该问卷信度良好 (Cronbach's $\alpha=0.79$)。

学习效果测试: 包括保持测试和迁移测试, 共 20 道题, 其中保持测试包括 9 道填空题 (每空 1 分, 共 9 分) 和 9 道选择题 (每道 1 分, 共 9 分), 迁移测试包括 2 道开放题 (每道 1-5 分), 保持测试成绩为 18 分, 迁移测试成绩为 10 分, 总成绩为 28 分。

3.4. 实验流程

本实验在实验室环境下进行, 通过计算机播放视频材料, 被试在计算机上完成学习。每位被试的实验时间约为 20 分钟, 分为以下几个阶段。

3.4.1. 实验前测阶段

被试填写基本信息问卷、先前积极/消极情绪量表和先前知识水平测试。

3.4.2. 设备调试阶段

主试引导被试坐在眼动仪前的椅子上, 帮助被试调整坐姿, 为其佩戴耳机, 完成眼动定标。随后主试向被试说明实验流程和注意事项, 解答被试的疑问。

3.4.3. 视频学习阶段

被试开始观看并学习视频材料的同时主试开始记录其眼动数据。

3.4.4. 实验后测阶段

视频学习结束主试停止眼动仪的记录, 让被试稍作休整后引导其完成后测积极/消极情绪量表和内、外部动机量表, 最后完成学习效果测试 (保持和迁移测试)。

完成全部实验阶段后, 主试为被试送上一份小礼物。

4. 结果与分析

根据本研究提出的假设模型, 学习材料中的游戏积分反馈能够直接或间接影响学习者在学习过程中的行为、动机、情绪以及学习效果。因此本研究通过对比实验组和控制组学习者的学习行为、动机、情绪和学习效果指标, 来验证假设模型。

4.1. 游戏积分反馈对学习者学业情绪、学习动机以及学习行为的影响

本研究采用独立样本 T 检验方法, 对实验组和对照组的学习动机、情绪及学习成绩相关指标进行分析, 结果如表 1 所示:

首先在学业情绪方面, 实验组和对照组在后测积极情绪上有显著差异 ($p=0.026<0.05$), 在后测消极情绪上无显著差异 ($p=0.341>0.05$), 即学习者在完成有游戏积分反馈的交互视频学习后显著提高了积极情绪, 但没有显著抑制消极情绪。表明加入游戏积分反馈设计的教学交互视频让学习者有类似游戏的体验, 于是提高了学习者的积极情绪。该结果验证了本研究提出的假设 H4 成立。

其次在学习动机方面, 实验组和对照组在内部动机上有显著差异 ($p=0.019<0.05$), 在外部动机上无显著差异 ($p=0.521>0.05$), 即有游戏积分反馈的交互视频显著提高了学习者的内

在动机,但没有显著提高学习者的外部动机。而根据 Ryan 和 Deci 提出的自我决定理论 (Ryan & Deci, 2000), 学习者学习动机是从无动机到外部动机再到内部动机的连续体, 动机之间不是孤立、毫无关系的, 外部动机在一定条件下是可以转化为内部动机的。内部动机存在一定的自主性, 即当学习者是主动的、出于内部动机去完成学习任务时会感到更快乐。所以本实验结果可以得到自我决定理论的支持。表明游戏积分反馈可以提高学习者的内部动机。该结果验证了本研究提出的假设 H2、H3 成立。

最后在学习行为方面, 实验组和对照组在总注视时间上有边缘显著差异 ($0.05 < p = 0.059 < 0.1$)。本研究主要使用眼动仪采集学习者的眼动数据, 得到学习者学习的总注视时间, 对应学习者的视觉认知行为, 总注视时间越长, 学习者的视觉认知加工越多。从得到的数据分析结果可以看出学习者在有游戏积分反馈的交互视频时边缘显著增加了总注视时间, 说明学习者对有游戏积分反馈的视频投入了更多的视觉认知。游戏积分反馈有助于改善学习者的学习行为。该结果验证了本研究提出的假设 H5 成立。

表 1 学习情绪/动机/行为独立样本 T 检验结果

情绪/动机/行为	指标	组别	均值与标准差	p 值
学业情绪	后测积极情绪	实验组	33.57 ± 5.815	p=0.026<0.05
		对照组	29.68 ± 6.505	
	后测消极情绪	实验组	12.21 ± 4.992	p=0.341>0.05
		对照组	13.52 ± 4.883	
学习动机	外部动机	实验组	11.18 ± 2.539	p=0.521>0.05
		对照组	10.76 ± 2.127	
	内部动机	实验组	11.25 ± 1.323	p=0.019<0.05
		对照组	10.20 ± 1.826	
学习行为	总注视时间 (s)	实验组	319.18 ± 45.825	0.05<p=0.059<0.1
		对照组	295.92 ± 41.489	

4.2. 游戏积分反馈对学习者的学习效果的影响

本研究使用学习成绩 (即保持测试和迁移测试成绩) 对应学习者的学习效果, 对实验组和对照组的两个测试成绩进行独立样本 T 检验, 用以检验游戏积分反馈对学习者的影响, 结果如表 2 所示。发现实验组和对照组在保持测试上有显著差异 ($p = 0.027 < 0.05$), 在迁移测试上也有显著差异 ($p = 0.005 < 0.05$)。检验结果表明实验组的学习成绩 (即保持测试和迁移测试成绩) 均显著高于控制组, 这说明游戏积分反馈对提高学习者的学习效果具有明显的成效。该结果表明了本研究提出的假设 H1 成立。

表 2 学习效果独立样本 T 检验结果

学习效果	组别	均值与标准差	p 值
保持测试	实验组	11.78 ± 1.707	p=0.027<0.05
	对照组	10.20 ± 3.202	
迁移测试	实验组	11.32 ± 1.416	p=0.005<0.05
	对照组	9.48 ± 2.931	

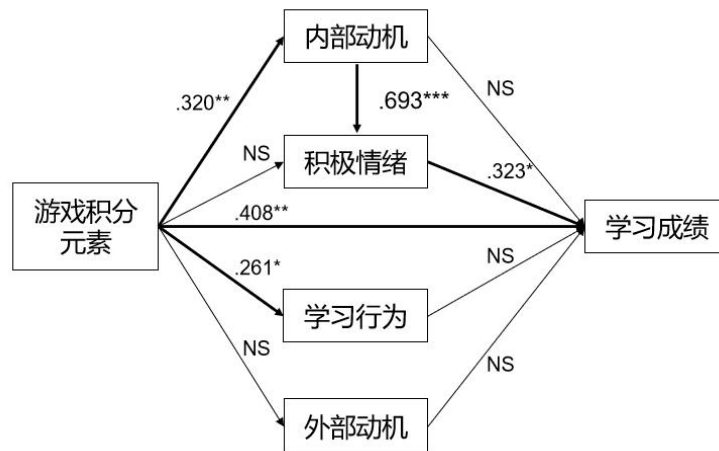
4.3. 游戏积分反馈对动机、情绪和学习行为的影响机制与路径

为验证游戏积分反馈是否能通过提高学习者学习动机或激发学习者的积极情绪再或改善学习行为提高学习成绩。本研究主要借助 SPSS 22.0 和 AMOS 24.0 软件, 运用结构方程模型进行数据分析与模型验证。

首先测试假设模型结构方程模型的拟合度, 本研究将实验数据导入 AMOS 软件对假设模型进行验证, 采用卡方与自由度比 (CMIN/DF)、比较拟合指数 (CFI)、拟合度指数 (GFI)、增量拟合度指数 (IFI), 以及渐进残差均方根误差拟合 (RMSEA) 等指标, 根据其参考标

准得到以下结果: $CMIN/DF=1.440<3$, $GFI=0.961>0.9$, $IFI=0.965>0.9$, $CFI=0.959>0.9$, $RMSEA=0.092<0.1$ 。

该结果证明假设模型整体拟合度良好。随后得到作用机制验证模型的标准化路径系数, 结果如图 2 所示。



注: 图中粗线表示作用路径显著; NS 表示不显著; * 表示显著水平 <0.1 , ** 表示显著水平 <0.05 , *** 表示显著水平 <0.001 。

图 2 游戏积分元素对教学交互视频学习的作用机制验证模型

可以看出, 游戏积分元素到内部动机、学习成绩的路径显著, 到学习行为的路径边缘显著; 内部动机到积极情绪的路径显著; 积极情绪到学习成绩的路径边缘显著; 而游戏积分元素到积极情绪、外部动机的路径不显著, 内部动机、学习行为、外部动机到学习成绩的路径不显著。以上结果表明本研究提出的假设 8、10 成立, 假设 6、7、9 不成立。

根据结果, 总结出游戏积分反馈设计促进交互视频学习的机制与路径如下:

第一, 交互视频的游戏积分设计直接促进学习效果的路径。交互视频的游戏积分设计到学习成绩的路径显著 ($\beta=0.408$, $p=0.003<0.05$, $SE=0.647$)。表明交互视频的游戏积分设计与学习成绩存在正相关关系。交互视频的游戏积分设计可以直接促进学习效果。

第二, 交互视频的游戏积分设计间接促进学习效果的路径。交互视频的游戏积分设计到内部动机的路径显著 ($\beta=0.320$, $p=0.015<0.05$, $SE=0.430$), 内部动机到积极情绪的路径显著 ($\beta=0.693$, $p<0.001$, $SE=0.391$), 积极情绪到学习成绩的路径边缘显著 ($\beta=0.323$, $p=0.071<0.1$, $SE=0.067$)。但是内部动机到学习成绩的路径不显著。表明交互视频的游戏积分设计与内部动机存在正相关关系; 内部动机与学习者积极情绪存在正相关关系; 学习者积极情绪与学习成绩存在正相关关系。说明交互视频的游戏积分设计可以通过提高内部动机激发学习者积极情绪间接促进学习效果。

以上结果表明, 交互视频的游戏积分设计可以显著提高学习者的学习成绩。而交互视频的游戏积分设计虽然提高了学习者的内部动机, 但未能进而提高学习者的学习成绩, 说明以游戏积分设计为自变量, 成绩为因变量时, 内部动机不具有中介效应。可是交互视频的游戏积分设计却可以通过提高学习者的内部动机激发学生的积极情绪, 进而提高学习成绩, 说明内部动机促进学习成绩需要积极情绪来介导。即游戏积分设计可以借助内部动机和积极情绪来间接提高学习效果, 不能仅通过激发积极情绪或者增加视觉认知行为介导来提高学习效果。

5. 结论与展望

随着信息技术、数字技术的快速发展以及广泛应用, 在线教育进入了提升转型的新阶段, 自疫情爆发以来更是逐渐成为促进教育变革与创新发展的的重要途径。我国发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确要求“加快数字化发展建设数字中国”, 强调“迎接数字时代, 激活数据要素潜能, 推进网络强国建设, 加快建设数字经济、数字社会、数字政府, 以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理

方式变革”。为响应“数字中国”等国家发展战略新要求，数字化教育资源需要更加丰富多样的方式、内容，以满足教师和学生不同的需求。视频学习作为一种重要的数字化教育形式，在在线教育高质量发展过程中起到至关重要的作用。如何提高视频学习成效成为广大教育研究者关注的问题。

本研究将游戏积分元素融入到可交互教学视频中，在相关研究的基础上，提出了八个研究假设，五条假设路径，并构建了一个假设模型，而后采用实证研究的方式，通过对学习者在游戏化视频学习过程中的学习行为、动机、情绪数据与学习效果数据进行分析，得出了以下几点研究结果：

第一，游戏积分反馈可以提高学习者的学习成绩；第二，游戏积分反馈可以提高学习者的内部动机；第三，游戏积分反馈可以激发学习者的积极情绪；第四，游戏积分反馈可以改善学习行为（视觉认知行为）；第五，游戏积分反馈可以通过学习者的内在动机和积极情感介导从而提高学习成绩。

基于上述研究结果，我们提出以下两点对教学视频进行改善的建议：

首先，在教学视频中加入游戏积分元素，提高数字化资源质量，改善视频学习效果。游戏化元素虽然有很多种，但最常见且有效的就属积分、徽章、排行榜。其中积分是另外两个元素的基础，很多研究者将积分元素与其他元素搭配使用都取得了很好的教学成效。本研究也证实了游戏积分元素本身就可以显著提高学生的学习效果。所以在今后的教学视频设计中可以加入游戏积分元素，充分发挥游戏化元素在视频学习过程中的优势，以促进学习者的学习效果。

其次，合理利用游戏积分反馈机制，提高学习者的学习动机、积极情绪，营造愉快的学习氛围。游戏积分反馈机制作为一种优化教学视频的手段，具有寓教于乐等诸多优势，将该元素加入到教学交互视频中能够及时给予学习者具象化的评价，促使学习者持续保持学习自信，维持继续学习的动机。在后续的数字化教育资源优化与建设中我们可以借助游戏积分反馈机制增强学习者的学习热情，提高学习者学习的内在动机，激发学习者学习视频材料时的积极情绪，给学习者提供愉快的情感体验。进而达到改善视频学习效果的目的。

参考文献

- 吉广萍,&刘秀梅.(2013). 游戏化学习对学生学习倦怠的价值解析.软件导刊.教育技术, 12(10),9-11.
- 曲茜美,曾嘉灵&尚俊杰.(2019).情境故事视角下的 MOOC 游戏化设计模型研究.中国远程教育 (12),24-33+92-93.
- 李杲&宋佳.(2022).国际视野下教育数字化转型的实践与启示.人民教育(19),71-74.
- 吴砥,余丽芹,饶景阳,周驰&陈敏.(2020).大规模长周期在线教学对师生信息素养的挑战与提升策略.电化教育研究(05),12-17+26.
- 陈国青,李纪琛,邓泓舒语&郭迅华.(2020).游戏化竞争对在线学习用户行为的影响研究.管理科学学报(02),89-104.
- 尚俊杰&蒋宇.(2018).游戏化学习:让学习更科学、更快乐、更有效.人民教育(Z2),102-104.
- Banfield, J., & Wilkerson, B. (2014). Increasing Student Motivation and Self-Efficacy Through Gamification Pedagogy. *Contemporary Issues in Education Research*, 7(4),291-298.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Goncalves, D.. (2013). Engaging Engineering Students with Gamification. *International Conference on Games & Virtual Worlds for Serious Applications*. IEEE,1-8.
- Chang, J. W., & Wei, H. Y. (2016). Exploring engaging gamification mechanics in massive online open courses. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2),177-203.
- Deterding, S., Dan, D., Khaled, R., & Nacke, L.. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". *International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. ACM,9-15.

- Efklides, A., Kourkoulou, A., Mitsiou, F., & Ziliaskopoulou, D. (2006). Metacognitive knowledge of effort, personality factors, and mood state: Their relationships with effort-related metacognitive experiences. *Metacognition and Learning*, 1(1),33-49.
- Hew, K. F., Huang, B., Chu, K. W. S., & Chiu, D. K. (2016). Engaging Asian students through game mechanics: Findings from two experiment studies. *Computers & Education*, 92, 221-236.
- Koppitsch, S. E., & Meyer, J. (2022). Do points matter? the effects of gamification activities with and without points on student learning and engagement. *Marketing Education Review*, 32(1), 45-53.
- Landers, R. N., & Landers, A. K. (2014). An empirical test of the theory of gamified learning: The effect of leaderboards on time-on-task and academic performance. *Simulation & Gaming*, 45(6), 769-785.
- Lee, C. C., Hao, Y., Lee, K. S., Sim, S. C., & Huang, C. C. (2019). Investigation of the effects of an online instant response system on students in a middle school of a rural area. *Computers in Human Behavior*, 95, 217-223.
- Pintrich, P. R. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *College Students*, 48109,76.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1),68.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, 54(6),1063.

不同游戏化程度的教学视频对在线学习的影响研究

A Study on the Impact of Video Games on Online Learning

牛玉洁^{1*}, 王雪¹

¹ 天津师范大学教育学部

* 2244870882@qq.com

【摘要】 国内外学者普遍使用游戏元素对在线教育进行设计加工,通过文献阅读发现游戏元素对学习者的学习表现的影响并没有起到稳定正向作用,且如何使用游戏化设计来促进在线学习者的学习动机水平是业界关注的热点话题。本研究探究并验证了游戏化元素改进在线教学视频进而影响学习动机、行为、效果的路径。使用眼动仪及量表对学习者的相关数据进行采集,通过数据处理发现积分与徽章元素对学习者的不同促进作用、游戏化程度与学习者学习体验之间的关系以及游戏元素如何通过设计在线教学资源来对学习者的学习产生影响的途径。

【关键字】 游戏化; 教学视频; 在线学习; 游戏元素

Abstract: Through literature reading, it is found that the effect of game elements on learners' learning performance is not stable and positive, and how to use game design to promote the level of online learners' learning motivation is a hot topic in the industry. This study explores and verifies the path that game-based elements improve online instructional video to affect learning motivation, behavior and effect. Using eye movement instrument and scale to collect relevant data of learners, through data processing, this paper finds out different promoting effects of integral and badge elements on learners, the relationship between the degree of gamification and learners' learning experience, and the process of how game elements influence learners through the design of online teaching resources.

Keywords: Gamification, Instructional video, Online learning, Game elements

1. 引言

自游戏走进在线教育以来,在线教育的形式与组成元素在不断创新,教与学活动、内容表现形式、教学评价方式、师生角色等发生相应转变。从教育游戏到游戏化的发展历程就是不断教育游戏化的过程,也是将游戏思维、机制、美学等融入教与学活动中,吸引学习者注意力、引发学习行为、进而产生学习结果的过程(Kapp & K. M., 2012)。在线教育游戏化由双方特性决定,提升在线教育情感体验、学习参与度和学习质量是在线教育游戏化的追求(张露和尚俊杰, 2018)使用游戏本身的娱乐性、竞争性、规则性、跨学科性等来提升在线教学中学习者的学习行为意向与自我效能感,是学者们不断关注的热点话题。

同时众多研究结果发现在线教学游戏化的关键还是在于游戏元素的合理使用,这就为在线视频资源的优化设计提供了新的方法与指导。从在线视频资源设计的游戏元素使用类型来看,已有研究将徽章、积分等游戏元素融入在线视频资源中,Barata等人(2013)使用积分与徽章等游戏元素对一门工程课程进行了游戏化设计,发现游戏化工程课对学习者的学习动机、学习参与度与学习效果等均有显著提升作用;Haaranen等人(2014)在数据结构类在线课程资源中加入了游戏徽章的元素,但结果表明该游戏元素对学习者的学习行为影响并不显著。从游戏元素使用阶段来看,游戏化元素可应用于在线教育的情景导入(曲茜美、曾嘉灵和尚俊杰, 2019)、实时反馈(Lee et al., 2019)、总结性评价(Zainuddin et al., 2020)等多个阶段,(Toda et al., 2017)结果发现游戏元素对学习者的学习表现的影响并不稳定。

基于此,本研究使用层层递加游戏化元素的实验设计展开实证研究,力图游戏化元素对学习者的在线学习行为及表现的具体影响,本研究将对游戏元素的使用进行严格控制,尝试发现影响学习背后的主要游戏化元素。

2. 文献综述

2.1. 国内外游戏化在线教学视频应用现状

自 2020 年疫情发生以来, 在线教育模式从常规教学的补充方式开始作为一个独立的教学方式开始被学者们所关注 (杜云飞和王建梅, 2021), 在线教学常态化之后, 各种教学模式、方法、实践项目、课程资源均开始创新发展与应用。将游戏化学习融入到在线教育课堂中的国内外案例, 主要利用游戏化插件、小程序、游戏元素等融入到在线教学视频的教学过程、评价、教育资源设计多个环节中去 (Looyestyn et al., 2017)。Tenrio 等人 (2015) 与朱云等人 (2017) 均已证明了游戏化设计对于学习者学习参与感和学习体验的提升。Piteira 等人 (2018) 运用了积分、徽章、游戏化机制等元素对一门在线计算机编程视频课程进行了游戏化设计, 提出了在线远程教育游戏化设计框架, 该平台已经得到相关应用, Mourato 等人 (2019) 验证了该学习平台可以提升学习者的学习体验。程佳铭等人 (2022) 将积分、徽章等游戏化元素融入 SPOC 在线教学视频中去, 开发了一个面向大众的正面反馈系统, 符合学习者的个性化学习需求, 显著提升了学习者的学习体验与效果。国内外对于游戏化设计改进在线教学视频的相关研究仍在探索阶段, 游戏化设计中游戏组件、动力、机制元素的使用以及在在线视频教学过程中哪个阶段的应用仍需深入探索。本研究主要针对国内外游戏化 (积分、徽章) 组件元素的使用展开具体研究, 探究这两种元素的使用对学习动机、学习效果产生的影响。

2.2. 问题提出

游戏化学习是指将游戏元素以一定设计方法充分融入教学活动中去, 让学习者感受趣味性、提升学习体验, 进而实现自身发展的过程。游戏化学习的两个基础理论是心流理论与自我决定论。心流理论代表着学习者全身心投入学习活动的程度, 心流产生时伴随高度兴奋感。自我决定论与学习者内心的学习需求密切相关, 认为在外部干预下, 引发学习者产生的行为 (即外部动机) 可内化为内部动机, 使得学习者产生学习行为时获得娱乐与满足感。

基于游戏化学习理论, 利用游戏化元素对在线教学视频资源进行游戏化设计, 充分发挥了游戏本身的娱乐性与教学内容的重要价值, 可以使学习者充分感知学习的娱乐性、易用性、有用性, 提升学习者的学习体验, 激发学习者的学习需要与学习期待, 以产生足够的学习动机来提升学习者的学习行为意向, 进而提升学习者的自我效能感与学习质量。

根据 Werbach 的 DMC 游戏化元素分类框架 (Werbach et al., 2012), 积分与徽章等作为底层组件要素支撑上层机制要素 (挑战、合作、反馈、交易等) 的实现, 再向上支撑 (规则、进展、关系、故事、情感等) 游戏化动力要素的实现。三个层次相互整合、相互关联, 是一个复杂的化学反应过程。游戏元素徽章与积分与其内涵的规则、奖励机制、及时反馈要素分别作为游戏化元素的组件、机制与动力要素, 符合 DMC 游戏化三层架构的运行关系。

张宝建等人 (张宝建, 张晓空和裴博, 2019) 基于计划行为理论与技术接受模型构建了创新型 MOOC 在线学习资源学习行为形成模型, 他认为学习动机的产生是由感知价值、认知过程及学习资源等因素的多重组合导致的。Fishbein 认为行为意向是人们对待、处理客观事物活动的主观行为倾向 (Fishbein, M., & Ajzen, I., 1977)。学习动机作为学习行为意向的隐性变量, 学习行为与学习行为意向呈现正相关关系, 因此得出关系 (感知价值、认知及学习资源) 通过多重关系影响学习动机 (或学习行为意向)。

本研究选取游戏化基础组件元素 (积分与徽章) 对在线学习视频进行游戏化设计, 借助眼动仪与问卷记录学习者在视频学习过程中的学习行为状态、情绪状态、学习动机及学习效果, 深入探究游戏化设计在线学习视频中游戏元素对学习者的影响。各部分关系如图 1 所示。

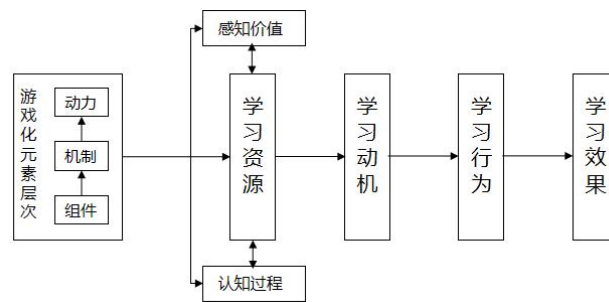


图 13 各部分关系图

本研究共提出以下三个研究问题：

问题 1：普通在线教学视频相比于游戏化教学视频对学习者的学习动机、学习行为、学习体验、学习效果、学业情绪的影响是否有差异？

问题 2：在线教学游戏化视频中的积分与徽章元素中，哪个游戏化元素对学习者的学习动机、学习行为、学习体验、学业情绪影响更大？在线教学视频游戏化程度越高，是否意味着对学习者的影响越大？

问题 3：游戏元素如何影响学习者的学习行为意向？

3. 研究方法

3.1. 实验设计与被试

本研究采用了被试间单因素三水平实验设计，共三个实验组，通过对比三组之间的数据差异来分析并解决本研究提出的三个问题。实验设计中分为无游戏化元素设计，单游戏化元素设计（徽章）、双游戏化元素设计（积分+徽章）三个自变量，通过眼动仪和量表等测量工具探究自变量对学习者的学习行为表现、学习动机、学业情绪、学习效果的具体影响。

从某大学招募被试共 85 人，平均分配至三个组别中，去除先前知识水平测试成绩较高的和眼动采样率较低的被试，最终保留被试 76 人，双元素组（积分与徽章）包含被试 26 人，单元素组（徽章）25 人，无元素组 25 人。

3.2. 实验材料

本研究的视频材料为化学学科在线视频资源《物质的跨膜运输》，视频时长为 3 分 54 秒，控制组采用不加改动的原视频为学习材料。实验组的学习材料主要在视频资源局部设计添加动态游戏化元素，其余部分三组学习材料内容保持一致。

不同程度游戏化学习视频设计过程如下：单元素组的教学材料是在原视频的基础上增加徽章游戏化元素，原视频总共讲述三个知识点，在每个知识点结束时屏幕中央会逐渐呈现一个金黄色奖杯状的徽章，伴随激励性音效，并呈现“恭喜您已成功学习第一个知识点”的字样，集满三个徽章，视频内容也随之结束。双元素组是在单元素组的基础上增加了积分元素，积分元素暗含反馈与激励机制，具体过程是每学完一个知识点，学习者通过鼠标点击答题，答对屏幕会出现“恭喜您答对了，+100 积分”的字样，答错了会出现“请查看相关知识点”的字样，学习者点击查看相关知识点，点击继续播放，以此类推，视频末尾将会呈现学习者获得的总积分（0-300）。

3.3. 测量工具与变量

3.3.1. 测量工具

实验采用采样率为 120Hz 的 Tobii X120 型眼动仪采集被试的眼动指标，使用配套 Tobii pro 软件进行 AOI 划分，并对被试的眼动数据进行处理、导出与分析，纳入分析的眼动指标为游戏化元素（徽章、积分）的注视 AOI 区和学习内容 AOI 区的总注视时间、总注视次数。

3.3.2. 问卷量表

实验数据同时运用了量表进行采集，测量变量包含基本信息、先前知识、情绪、学习动机、学习效果。

a. 基本信息包含被试姓名、年龄、专业、年级。

b. 先前知识量表要求被试尽可能写出已知的关于物质跨膜运输相关知识，如分子、运输方式、能量、运输过程、运输原理等内容，由主试进行评分，最终得到先前知识满足方差齐性检验，用 LSD 法检验发现三组间无显著差异。

c. 情绪量表采用沃森等编制、邱林等修订的积极情感与消极情感量表 (Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A., 1988)，测量被试试验后的积极与消极情绪状态。问卷信度良好 (积极: Cronbach' s $\alpha=0.921$; 消极: Cronbach' s $\alpha=0.948$)。

d. 学习动机量表采用 (Pintrich P R, 1991) 修订的动机量表，分为内外部动机两部分，信度良好 (Cronbach' s $\alpha=0.79$)。

e. 心流体验量表采用 (Wang L C & Chen M P, 2010) 修订的心流量表，信度良好 (Cronbach' s $\alpha=0.94$)。

f. 学习效果量表包含 8 道选择题与 4 道填空题，总分为 16 分。

3.4. 实验流程

本实验在眼动数据分析实验室展开，每位被试需单独进行眼动实验，时间大约为 15 分钟，实验流程如下。

3.4.1. 前测

被试进入实验室后，需要完成基本信息问卷、先前知识问卷。

3.4.2. 实验材料学习与眼动数据获取

在该阶段，被试需坐在电脑显示器及眼动仪前的座椅上，调整好坐姿，保持眼动仪能够持续较为准确地识别被试的双眼瞳孔注视点位，并进行眼动定标；之后，主试为被试说明实验过程和注意事项，要求被试佩戴耳机减少杂音影响；最后，点击开始录制，同时由被试自主学习视频材料，直至视频播放完毕，立刻结束录制。

3.4.3. 情绪状态、学习动机、学习效果测试

被试完成纸质问卷上的情绪状态、学习动机、学习效果量表，发放小礼物，实验结束。

4. 数据分析

表中包含各实验小组各个数据指标的描述性统计数据，如表 1 所示。

表 1 描述性统计数据

测量变量	无游戏化元素组		单元素 (徽章) 组		双元素 (积分+徽章) 组	
	M	SD	M	SD	M	SD
总注视次数	755.52	139.40	1049.32	201.34	1191.15	235.44
总注视时间	193.20	52.03	287.20	39.97	317.12	56.46
积极情绪(%)	24.96	7.70	29.92	8.08	33.38	6.62
消极情绪(%)	12.96	5.01	12.64	4.12	12.19	4.08
内部动机	9.36	2.00	10.68	2.43	10.73	1.73
外部动机	10.24	1.98	11.16	2.46	11.04	2.29
心流体验	15.68	3.33	17.76	3.52	19.54	1.85
学习效果	8.96	3.34	8.96	3.18	10.77	2.20

4.1. 先前知识经验数据分析

各实验小组间先前知识经验方差齐性检验不显著，进行单因素方差分析发现各实验组之间先前知识经验差异不显著，事后检验多重比较各组间先前知识经验数据差异均不显著。

4.2. 情绪状态数据分析

各实验小组间情绪状态方差齐性检验不显著，使用单因素方差分析发现积极情绪差异显著 ($p<0.01$)，消极情绪状态差异不显著。之后用 LSD 法进行事后检验多重比较发现单元素 ($p=0.022<0.05$) 与双元素组 ($p<0.001$) 的积极情绪状态均显著高于无游戏化元素组，单元

素（徽章）与双元素组（徽章加积分）积极情绪状态差异不显著，消极情绪状态各组间差异均不显著。

4.3. 学习动机数据分析

各实验小组间学习动机数据方差齐性检验不显著，使用单因素方差分析发现组间内部动机差异显著 ($p=0.034<0.05$)，组间外部动机差异不显著。事后多重比较发现单元素组

($p=0.027<0.05$) 与双元素组 ($p=0.021<0.05$) 的内部学习动机差异数据显著高于无游戏化元素组。其余组间内、外部学习动机组间差异均不显著。

4.4. 学习行为数据分析

各实验小组间学习行为数据采集指标主要包括总注视时间与总注视次数。总注视时间、总注视次数越高证明学习者的视觉认知加工程度越高。各实验小组间学习行为数据方差齐性不显著，使用单因素方差分析发现学习行为数据组间差异均极为显著（总注视时间、次数 $p<0.001$ ）。事后检验多重比较发现单元素组与双元素组的学习行为数据（时间、次数 $p<0.001$ ）均极其显著高于无游戏化元素组。事后检验多重比较还发现双元素组学习行为数据差异显著高于单元素组（总注视时间 $p=0.036<0.05$ ，总注视次数 $p=0.012<0.05$ ）。

4.5. 学习效果数据分析

各实验小组间学习效果数据方差齐性不显著，使用单因素方差分析发现学习效果数据组间差异显著 ($p=0.045$)。事后检验多重比较发现无游戏化元素组学习效果显著低于双元素组学习效果 ($p=0.031<0.05$)，单元素组学习效果显著低于双元素组学习效果 ($p=0.031<0.05$)，无游戏化元素组与单游戏化元素组学习效果组间差异不显著。

4.6. 学习体验数据分析

各实验小组间心流数据方差齐性显著 ($p=0.005<0.05$)，因而采用 Kruskal-Wallis 非参数检验，假设心流体验数据组间分布相同，发现差异性显著 ($p<0.001$)，证明了心流数据组间差异性显著。再进行组别成对比较发现无游戏化元素组心流数据 ($p<0.001$) 显著低于双元素组心流数据，单元素组的心流数据比之无游戏化元素组、双元素组心流数据均不显著。

5. 综合讨论

5.1. 实验结果讨论分析

(1) 学习动机。仅有双元素组与单元素组的内部学习动机水平均显著高于无元素组。其余组别内、外部学习动机差异均不显著。研究结果证明了在在线教学视频材料的基础上只增加徽章元素并不能够引起学习者足够的内部动机水平，但在原视频材料基础上增加徽章与积分两种元素是能够引起学习者足够的内部动机水平的，这也就说明积分元素对学习者的内部学习动机水平有显著提升作用，与大多数研究保持一致（程佳铭和张力力，2022），但是徽章元素并不能引发学习者的学习动机。同时实验结果还证明游戏化元素对学习者的外部动机水平没有提升作用，这是因为自我决定论认为学习者的外部动机可以转化为内部动机，这也证明积分游戏元素更好的激发学习者的学习动机，激起了学习者更高水平的学习行为意向，进而对学习行为表现、学习效果产生影响。

(2) 学习行为。数据结果表明学习者的总注视时间与总注视次数跟随组别的变化而不断提升，这就部分证明了第二个研究问题，游戏化程度越高，学习者的学习行为表现越好。双元素组的学习行为比其他两组的学习行为表现更好，单元素组的学习行为表现处于两者之间，且显著低于双元素组并显著高于低元素组，这部分证明了第三个研究问题，游戏元素能够影响学习者的学习行为意向，与先前研究结论一致（张宝建等人，2019），学习行为意向与学习行为呈正相关关系。

(3) 学习体验。数据结果表明双元素组心流体验水平显著高于无游戏化元素组，但与单元素组心流体验水平无明显差异，无游戏化元素组与单元素组心流体验水平也无显著差异。从均值来看三组心流体验分别为（15.68、17.76、19.54），本研究认为游戏元素的加入能够给学习者带来更好的学习体验，但改进教学视频使用的游戏元素不宜过少，即在线教学游戏

化越高越能给学习者带来更好的学习体验。心流体验的数据结果再次验证了第二个研究问题, 游戏元素对学习者的学习体验存在正向促进影响。

(4) 学业情绪。数据结果表明单元素与双元素组的积极情绪状态均显著高于无游戏化元素组, 但单元素组与双元素组的积极情绪差异并不显著, 同时三组之间的积极情绪组间差异均不显著。这就说明徽章游戏化元素能够显著调动学习者的正向积极情绪, 积分元素相比于徽章元素来说, 对学习者的学业情绪影响较小, 这一结果部分解决了第二个研究问题。同时数据结果还表明游戏元素并未给学习者带来较为明显的负向消极情绪。

(5) 学习效果。数据结果表明单元素组的学习效果显著低于双元素组, 但与无游戏化元素组的学习效果水平组间差异不明显。结果证明积分元素对于学习效果水平的影响较为显著, 徽章元素对学习者的学习效果的影响较小, 这也部分解决了第二个研究问题。

5.2. 普通在线教学视频相比于游戏化教学视频对学习者的学习动机、学习行为、学习体验、学习效果、学业情绪的影响是否有差异?

研究结果表明, 第一, 相比于普通在线教学视频而言, 游戏化教学视频能够显著提高学习者的学习内部动机, 而内部动机与学习活动直接相关, 说明游戏化教学视频满足了学习者的学习需要与学习期待, 即让学习者感知到了学习活动及学习任务的趣味性、挑战性, 激发了学习者的学习兴趣和学习内驱力。第二, 与普通视频相比, 单元素与双元素组的游戏化教学视频都能够显著提升学习者的学习行为。第三, 与普通视频相比, 运用了积分元素的游戏化教学视频显著影响了学习者的学习体验、学习效果, 而使用徽章元素的游戏化教学视频不能。第四, 使用徽章元素的游戏化视频能够显著提升学习者的积极情绪状态, 而使用积分元素的游戏化视频不能。在普通在线教学视频中加入游戏元素并不会给学习者带来负向消极情绪, 说明不管是视觉上, 还是学习的情绪状态上, 游戏元素的存在不会阻碍学习活动的产生。

5.3. 在线教学游戏化视频中的积分与徽章元素中, 哪个游戏化元素对学习者的学习动机、学习行为、学习体验、学业情绪影响更大? 在线教学视频游戏化程度越高, 是否意味着对学习者的影响越大?

研究结果表明相比于徽章元素, 使用积分元素的游戏化教学视频对学习者的学习内部动机水平、学习行为、学习效果影响更大。相比于积分元素, 使用徽章元素的游戏化教学视频能更加明显提升学习者的学习行为与积极情绪状态。此外, 同时使用积分与徽章元素能够显著提升学习者的学习动机、学习体验、学习效果、学业情绪。明显两种积分元素的使用更能够激发学习者更好的学习状态, 这说明游戏化程度越高越能够对学习者产生更大影响, 更能满足在线学习者日益增长的体验需求、参与感与沉浸感需求。

5.4. 游戏元素如何影响学习者的学习行为意向?

研究结果证明了游戏元素能够促进学习者内部学习动机以及学习行为的产生(张宝建等人, 2019), 也验证了通过不同程度游戏化设计对在线教学资源进行改进将进一步影响学习动机、行为、效果的路径, 本研究认为通过使用积分、徽章等基础组件元素与其背后内含的机制、动力元素可以促进学习者的视听觉感知, 游戏自带的娱乐性等都会促进学习者的感知易用性、感知娱乐性, 激发学习者的学习兴趣, 进而影响学习者的感知价值与认知过程。在学习资源、认知过程与感知价值的多重反应后将影响学习者的学习行为意向(即学习动机), 随之影响学习者的学习行为与学习效果。

6. 总结与展望

就实验结论来看, 本研究对不同程度在线教学视频游戏化设计对学习者的影响进行了进行了具体探究, 发现积分与徽章元素对学习者的不同促进作用、游戏化程度越高越能促进学习者的学习体验及游戏元素通过设计教学资源来对学习者产生影响的过程。针对合理游戏化设计教学资源提出以下建议。

6.1. 合理使用游戏元素, 促进教学模式创新

基于 DMC 游戏元素分类框架, 将游戏元素分为三个层级, 上一层级必需依赖于下一层级的存在, 且每两层之间都相互关联, 在实践应用中不可独立存在, 三层形成一个完整且联合的整体, 因此选用游戏元素来设计在线教学资源的时候不要将每一层级的元素割裂开来考虑。同时心流体验数据结果发现游戏化在线教学视频资源时采用的游戏元素不宜过少, 仅采用徽章元素不足以给学习者带来明显的学习体验。同时游戏元素不必拘泥于积分、徽章之类, 使用故事、关卡等元素设计教学模式将区别于传统授课的课程组织形式, 会令人耳目一新。

6.2. 回归教育本质追求, 削弱游戏负面影响

随着游戏化学习理念的不断深入, 游戏化将深度融入教育领域, 虚拟现实、元宇宙、人工智能等技术都将成为游戏化学习的技术支撑, 游戏化学习应朝着多元化发展的方向迈进。随着人们对技术的期待值不断升高, 技术狂热现象随之出现, 则需要回归教育本质。游戏化学习的关键在于合理地将游戏元素融入到课程实践活动中去, 而不是游戏本身, 我们可以用卡片等游戏工具、Kahoot 等游戏化测评工具、大型虚拟现实模拟系统来支持游戏学习项目的进行, 但我们应该关注的仍是教学设计本身, 教学内容、师生角色等虽然会随着游戏架构的改变而改变, 但仍需要以教学目标为导向, 以期实现更好的学习效果。认清教育的本质在于育人, 避免游戏成瘾与恶意网络营销现象的出现 (Toda et al., 2017)。

本实验仍然存在研究不足之处, 比如受实验条件限制并未采用积分及徽章之外的基础游戏组件元素来设计教学视频, 并未具体验证游戏化设计与感知价值、认知过程之间的关系, 本研究对其之间的关系仍处于推论阶段, 仍需进一步考证。

参考文献

- 曲茜美, 曾嘉灵 & 尚俊杰.(2019).情境故事视角下的 MOOC 游戏化设计模型研究. 中国远程教育, (12), 24-33+92-93.
- 朱云, 裴蕾丝 & 尚俊杰.(2017).游戏化与 MOOC 课程视频的整合途径研究——以《游戏化教学法》MOOC 为例. 远程教育杂志(06), 95-103.
- 杜云飞 & 王建梅.(2021).常态化多维混合在线教学模式的构建与实施——以学术英语课程为例. 外国语(01), 137-144.
- 张宝建, 张晓空, 裴博 & 孙国强.(2019).感知价值、认知过程和行为意向:MOOC 学习行为的构型分析. 中国远程教育(09), 72-82+93.
- 张露 & 尚俊杰.(2018).基于学习体验视角的游戏化学习理论研究. 电化教育研究 (06), 11-20+26.
- 程佳铭 & 张力力.(2022).游戏化设计对在线异步讨论生生互动的影响研究. 现代远距离教育 (02), 12-23.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2013, July). So fun it hurts – gamifying an engineering course. In International Conference on Augmented Cognition . Springer, Berlin, Heidelberg, 639-648.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1977). Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. *Philosophy and Rhetoric*, 10(2).
- Haaranen, L., Ihantola, P., Hakulinen, L., & Korhonen, A. (2014, March). How (not) to introduce badges to online exercises. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, 33-38.
- Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education. *John Wiley & Sons*.
- Lee, C. C., Hao, Y., Lee, K. S., Sim, S. C., & Huang, C. C. (2019). Investigation of the effects of an online instant response system on students in a middle school of a rural area. *Computers in Human Behavior*, 95, 217-223.
- Looyestyn, J., Kernot, J., Boshoff, K., Ryan, J., Edney, S., & Maher, C. (2017). Does gamification increase engagement with online programs? A systematic review. *PloS one*, 12(3), e0173403.

- Mourato, F., & Piteira, M. (2019). Ferramentas de gamificação na plataforma Moodle. *Interacções*, 15(52), 83-105.
- Pintrich P R, (1991). A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *College Students*, 48109, 76.
- Piteira, M., Costa, C., & Aparicio, M. (2018). Computer programming learning: how to apply gamification on online courses?. *Computer programming learning: how to apply gamification on online courses?*, (2).
- Tenrio, T., Bittencourt, I. I., Isotani, S., Pedro, A., & Ospina, P. (2016). A gamified peer assessment model for on-line learning environments in a competitive context. *Computers in Human Behavior*, 64(C), 247-263.
- Toda, A. M., Valle, P. H., & Isotani, S. (2017, March). The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. In Researcher links workshop: higher education for all. *Springer, Cham*, 143-156.
- Wang L C & Chen M P, (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52.
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, 54(6), 1063.
- Werbach, K., Hunter, D., & Dixon, W. (2012). For the win: How game thinking can revolutionize your business. *Philadelphia: Wharton digital press*, (1).
- Zainuddin, Z., Shujahat, M., Haruna, H., & Chu, S. K. W. (2020). The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system. *Computers & Education*, 145, 103729.

一款運用虛擬化身、自我調節理論與拳頭測量法促進健康飲食的手機 APP

A Mobile App Using Avatar, Self-Regulation Theories, and The Hand Method to Promote Healthy Eating

詹博雅^{1*}, 陳志洪²

¹ 國立臺灣師範大學資訊教育所

² 國立臺灣師範大學資訊教育所

* ntupoya@gmail.com

【摘要】 營養健康調查結果顯示台灣人民飲食嚴重偏離飲食指南，營養介入刻不容緩。在人手一機的時代，若能善用手機 APP 的便利性作為支持自我調節的工具，將能促進健康行為的實踐。本研究設計一款以自我調節理論為基礎的健康飲食手機應用程式。在功能設計上包含目標設定、執行意圖、促進目標回顧、促進自我監測與提供反饋等機轉以促進使用者的自我調節。其中置入虛擬化身以強化健康行為的立即反饋，同時以拳頭、掌心作為食物份量的記錄單位以減少行動障礙，促進飲食指南的實踐。

【關鍵詞】 自我調節；健康飲食；手機 APP；虛擬化身；健康介入

Abstract: The results of the nutrition and health survey show that the diet of the people in Taiwan deviates from the dietary guidelines seriously, and nutrition intervention is urgent. In an era when the concept of health is popularized, individual self-regulation ability is an important indicator to predict healthy behavior. In an era where everyone has a mobile phone, if people can make good use of the convenience of mobile APP as a tool to support self-regulation, it will be able to promote the practice of healthy behaviors. This research designs a healthy eating mobile phone application based on self-regulation theory. The functional design includes mechanisms such as goal setting, implementation intention, promotion of goal review, promotion of self-monitoring and providing feedback to promote self-regulation of users. Avatars are embedded to enhance immediate feedback on healthy behaviors, while fist measurements are used to lower barriers to action for people to practice healthy eating.

Keywords: self-regulation, healthy eating, mobile app, avatar, health intervention

1. 前言

根據台灣衛生福利部國民健康署（以下簡稱國健署）2017-2020 國民營養健康狀況變遷調查結果，台灣人民飲食嚴重偏離國健署《每日飲食指南》、多種營養素攝取狀況不符理想。加上身體活動量不足，台灣人民慢性病盛行率節節攀升。由此可見提升健康飲食與身體活動的必要性，營養與運動介入刻不容緩（衛生福利部國民健康署，2022）。在人手一機的時代，人們若能善用手機 APP 的便利性作為支持自我調節的工具，將能促進健康行為的實踐（Han & Lee, 2018）。本研究參考自我調節的機轉與理論，設計了一款促進健康飲食的 APP。

2. 文獻探討

首先說明《每日飲食指南》與台灣人民營養現況，接著陳述自我調節在健康介入的應用。

2.1. 每日飲食指南

國健署 2018 年新版《每日飲食指南》以預防營養素缺乏和預防慢性病為目標。經參考最新的流行病學研究成果，以實證營養學為原則試算多種飲食組成，最後提出適合多數台灣人民的飲食建議。（衛生福利部國民健康署，2018）。

2.2. 台灣人民營養健康現況

根據國健署 2017-2020 營養調查，台灣人民在六大類食物的攝取上，嚴重偏離《每日飲食指南》建議量的為蔬菜類、水果類、乳品類與堅果種子類。每日蔬果攝取合計達 5 份的

比例低於二成；乳品類攝取達 1 份的比例僅一成；堅果種子類除 45–74 歲達 0.7–1 份外，其他族群的攝取量皆偏低。不均衡的食物選擇反映了不均衡的營養素攝取。台灣人民在維生素 D、維生素 E、鈣、鎂、鋅、鉀及膳食纖維呈現攝取不足的現象，鈉、油脂與熱量則有攝取超標的情形（衛生福利部國民健康署，2022）。

2.3 自我調節

自我調節運用在健康情境中，將健康行為定義作為了投資長期目標而需要控制即時需求的過程。這樣的過程是最重要和最困難的自我調節任務之一（Mischel et al., 1996）。Hennessy 等人針對健康行為改變中的自我調節機制，將 2006-2017 年的相關元分析進行系統化的文獻回顧。他們參考了 Michie 等人梳理的行為改變技巧分類（Michie et al., 2013），整理出 12 個能代表自我調節與抑制控制介入的元素：目標設定、執行意圖、促進目標回顧、促進自我監測、情緒控制/抑制控制訓練、促進自我對話、壓力管理、行動計畫、障礙識別/問題解決、復發預防/應對規劃、時間管理與提供反饋。其中有強證據證實目標設定、自我監測與反饋能有效促進行為改變（Hennessy et al., 2020）。根據 Bandura 的社會認知理論，自我調節含括三個過程：自我觀察、判斷與自我反應，彼此之間交互作用。根據自我觀察所得到的訊息，人得以了解自身行為模式、設定行為改變目標（Bandura et al., 1999）。通過比較自我行為與參照標準，人得以自我判斷、調整行為（Bandura, 1991）。依據判斷結果，人會產生自我反應。自我反應包含有形的自我酬賞或無形的成就感、勝任感，有助於提升自我效能，進而維持行為改變並啟動進一步的目標設定（Cullen et al., 2001）。然而，根據時間自我調節理論，一個人的自我調節資源是有限的（Hall & Fong, 2007）。因應多元的目標，人必須將有限的資源進行分配。事件的時間接近程度與個人是否認為目標的重要程度，將同時決定個人會優先將自我調節資源分配到哪一個目標。因此，即便一個人相信健康飲食的重要性，如若不健康飲食所帶來的惡果在遙遠的未來，人也未必會選擇將自我調節資源運用在促進自己實踐健康飲食上，因此造成意圖行為間的鴻溝。

3. 系統設計

首先呈現使用流程，接著介紹系統中促進自我調節的元素。

3.1 首次使用

首次使用時先註冊，並於註冊頁面登錄個人身高、體重、活動量。依此，系統依據每日飲食指南的建議，呈現個人六大類食物每日的理想攝取份量。使用者可參考自身情況，設定第一週的每日飲食與行動計畫。完成目標設定後，頁面將跳出視窗，請使用者自評是否有信心達成目標。接著進入執行階段。使用者於執行過程中，可以記錄飲食、自由查看當初設定的目標與計畫、進入視覺化統計圖表與他人和自己做比較。此外，每一天的第一次登入時，將會跳出灰色視窗，呈現前一日與目標比較的雷達圖，並詢問是否需補登前一日的數據或直接開啟新的一天（如圖 1、3、4）。

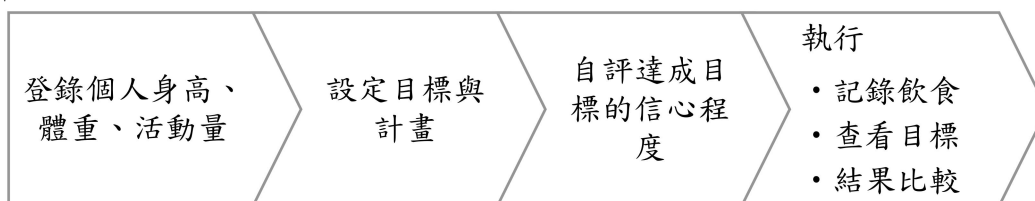


圖 1 首次使用流程

3.2 後續使用流程

從第二週開始，使用流程如下（如圖 2、3、4）。

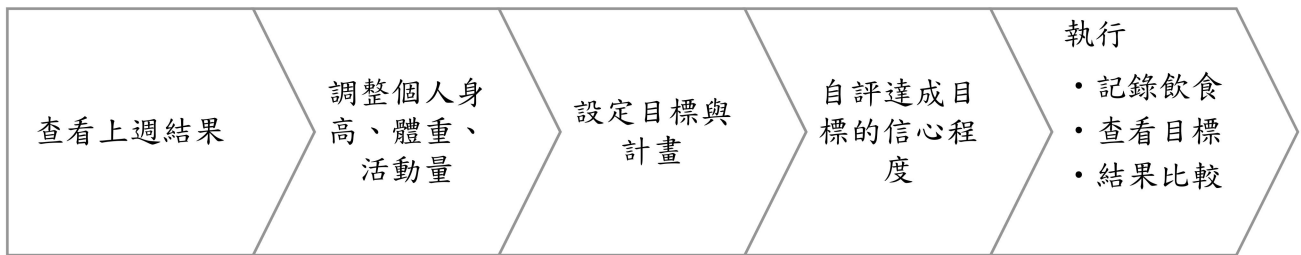


圖 2 後續使用流程

3.3. 目標設定

依據自我調節理論，目標設定的參照來自上一次的自我監控或其他規準。因此，此應用程式在目標設定的頁面上呈現理想值與上週平均值，參圖 3。理想值依據使用者的身高、體重、活動量，結合衛生福利部國民健康署 2018 年依實證研究結果訂定的每日飲食指南，提供使用者均衡飲食參照的標準。上週平均值來自使用者前一週的攝取狀況。此外，為促進目標回顧，在 APP 首頁放置我的目標方便使用者隨時查看，參圖 4。

3.4. 執行意圖

執行意圖是心理學中的一個概念，是指為實現目標或完成任務而採取的具體計劃或策略。通過制定明確的計劃來幫助個人將意圖轉化為具體的行動，個人更有可能實現他們的意圖。因此，本研究設計的 APP 通過促進使用者提前思考他們將在何時、何地以及如何採取行動，提高其成功實現其目標的機會，參圖 3。

3.5. 拳頭測量法

在飲食記錄上，精確性與便利性是相互衝突的(Zahry et al., 2016)。精確的食物份量需經秤重、計算得知，然而這相當繁瑣且費時。為方便快捷計量，政府與營養師在營養衛教宣導上，多推薦民眾以拳頭、手掌、免洗湯匙等隨手可得的物品作為食物份量的概算工具（南投縣政府衛生局，2018；王柏勝等人，2018）。然而根據我於 2023 年 1 月 31 日觀察臺灣 Apple Store 所有可供免費下載的飲食管理類手機應用程式，沒有任何一個應用程式以《每日飲食指南》為導引且同時運用手邊概算量尺作為食物的記錄單位。為降低《每日飲食指南》的實踐障礙，本研究的 APP 以拳頭、手掌等概算量尺作為記錄單位，參圖 4。

3.6. 虛擬化身

健康行為改變特別需要自我調節能力的原因在於，健康行為或不健康行為所導致的後果，經常是數十年之後才顯現的。當不健康行為獲得的好處是及時的，人容易為了更緊急的事情而犧牲更重要的健康。為了讓健康行為的結果提早發生，本 APP 在首頁頂端放置虛擬化身，參圖 3。虛擬化身會依使用者目標的實踐程度而有不同的身體變化。若目標完成度高，虛擬化身會以精氣神佳的樣貌呈現，同時也促進 Bandura 自我調節過程的自我反應。

3.7. 統計圖表

視覺化統計圖表促進使用者進行自我監測、判斷與自我反應，參圖 4。



圖 3 由左至右為目標設定與計畫、信心自評、APP 首頁



圖 4 由左至右是執行日記、每日首次登入視窗、結果比較統計圖表

參考文獻

- 王柏勝、林芸甄、邱敏甄、涂美瑜、郭常勝(2018)。食物代換速查輕圖典。三采。
- 南投縣政府衛生局(2018)。每日飲食指南食物清圖典。衛生福利部國民健康署。
- 衛生福利部國民健康署(2018)。每日飲食指南手冊。衛生福利部國民健康署。
- 衛生福利部國民健康署(2022)。國民營養健康狀況變遷調查成果報告 2017-2020 年。讀取於 <https://www.hpa.gov.tw/Pages/List.aspx?nodeid=3998>
- Bandura, A. (1991). Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 248 – 287.
- Bandura, A., Freeman, W. H., & Lightsey, R. (1999). Self-Efficacy: The Exercise of Control. *Journal of Cognitive Psychotherapy*, 13(2), 158 – 166.
- Cullen, K. W., Baranowski, T., & Smith, S. P. (2001). Using goal setting as a strategy for dietary behavior change. *Journal of the American Dietetic Association*, 101(5), 562 – 566.
- Hall, P. A., & Fong, G. T. (2007). Temporal self-regulation theory: A model for individual health behavior. *Health Psychology Review*, 1(1), 6 – 52.
- Han, M., & Lee, E. (2018). Effectiveness of Mobile Health Application Use to Improve Health Behavior Changes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Healthcare Informatics Research*, 24(3), 207 – 226.
- Hennessy, E. A., Johnson, B. T., Acabchuk, R. L., McCloskey, K., & Stewart-James, J. (2020). Self-regulation mechanisms in health behavior change: A systematic meta-review of meta-analyses, 2006-2017. *Health Psychol Rev*, 14(1), 6 – 42.
- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., ... Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 46(1), 81 – 95.
- Mischel, W., Cantor, N., & Feldman, S. (1996). Principles of self-regulation: The nature of willpower and self-control. *Social psychology: Handbook of basic principles* (p. 329 – 360). New York, NY, US: The Guilford Press.
- Zahry, N. R., Cheng, Y., & Peng, W. (2016). Content Analysis of Diet-Related Mobile Apps: A Self-Regulation Perspective. *Health Communication*, 31(10), 1301 – 1310.

针对口头文学类非遗“沪谚”的在线数字游戏设计

The Design of an Online Digital Game for Oral Literature Intangible Cultural Heritage

"Shanghai Proverbs"

陆怡婕¹, 吴诚薇², 鲁力立^{3*}, 江波⁴, 刘嘉怡⁵

¹²³⁴⁵ 华东师范大学教育信息技术学系

*lllu@deit.ecnu.edu.cn

【摘要】 沪谚是上海的口头文学类非遗，依赖于上海人民的口口相传，活态性、传统性和整体性强，已呈濒危趋势。研究从严肃游戏机制、视觉美学和学玩平衡切入沪谚非遗，通过玩兴理论从塑造积极品质、游戏艺术性和任务等角度进行游戏设计，以具身化、交互化、多平台的形式进行在线传播，旨在为这一濒危非遗提供新的思考。

【关键词】 沪谚；非物质文化遗产；严肃游戏；玩兴；在线传播

Abstract: As an intangible cultural heritage of oral literature in Shanghai, Shanghai proverbs are highly alive, traditional and integrated, runs from mouth to mouth by Shanghai people, and have become endangered. The research starts with serious game mechanism, visual aesthetics and balance of learning and playing, and designs games from the perspective of shaping positive quality, game artistry and tasks through the theory of play. Online communication is carried out in the form of embodiment, interaction and multiple platforms, aiming to provide new thinking for this endangered intangible heritage.

Keywords: Shanghai proverbs, Intangible cultural heritage, Serious games, Playfulness, Online communication

1. 引言

非物质文化遗产（以下简称“非遗”）是数千年中华文明积淀的重要载体，是民族文化的重要组成部分。党的十九大报告提出“要推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展，激活其生命力”，因此与时俱进地创新非遗尤其是濒危非遗的传播手段，是新时代文化传承的必要举措。处于非遗五大领域第一位的口头文学类非遗，因其高度依赖声音传播，传承人稀少，且方言、字形、语义与文化背景关系复杂，传播难度最高。譬如上海 55 项国家级非遗中的沪谚，还囊括了谚语的浓缩性、隐喻性、历史性等，更难存续。尽管该类非遗已有传承人及相关部门在传播方式上做出诸多尝试，但手段相对传统，效果欠佳，未能明显改善其濒危局面。而今，非遗数字化在理论与实践上都趋于成熟，已衍生出与影视、动漫、特别是游戏产业的深度融合态势。2020 年，之后“在线+”常态化，在线游戏产业更赋予非遗全方位的再生性创造和活化能力。因此，基于非遗传播的教育宗旨，本研究拟从严肃游戏与在线传播的视角探索沪谚的新型传播手段，也为其他口头文学类非遗保护机制提供借鉴和思考。

2. 口头文学类非遗沪谚的现状

沪谚属于口头文学类非遗，其传播主要依赖于上海人民在海派文化背景下的口口相传，其内容包含谚语、歌谣、唱本等，均属韵文类，存在声（沪语语音、语调）、形（汉字）、意（地域、民族文化背景）的复杂关系。一方面，沪语在声韵结构、词汇等方面与普通话的巨大差异，导致媒介缺位下汉字更难以还原言语本真的含义。尤其在汉字重构后的自主性(王婉婉, 2020) 和转写者在时代下不自觉改写(邓永江 & 姚新勇, 2021)的影响下，其押韵韵脚等都将受到改变。另一方面，沪谚是上海人民在日常生活中的“闲话”，其传播与被理解依赖于

海派文化的背景,即对应的历史背景、地域、传承人、表演、语境等直接环境。所以,沪谚的本质当是在特定场景下的整体文本演述而不只是口语(樊辉,2018),最终以文化认同实现非遗生命力。由此可见,沪谚的活态性、传统性和整体性强,而语言环境和直接环境的缺失更使得其传承呈现濒危趋势,抢救难度极高。就目前的沪谚传播而言,主要采取线下活动、报纸以及线上公众号图文形式进行科普宣传。然而这些宣传方式着重体现知识点,忽略了沪谚的趣味性和对语言基础条件要求,提高了沪谚科普的门槛和说教性,科普效果微乎其微。因此,沪谚既具备极强的复杂性,又面临弱势的科普现状,急需审时度势地采取更加贴合其本质特征的科普新方式与新手段。

3. 非遗数字游戏的研究现状

沪谚具有下里巴人的娱乐性和非遗的严肃性,而非遗数字游戏在理论和应用上已有丰富基础,因此适宜从二者角度切入探讨和设计沪谚在线数字游戏。

3.1. 严肃游戏理论对非遗数字游戏的支撑

非遗传播目标是在科普中达成心理认同,实现活态化传承,其游戏设计应以教育为出发点与落脚点,重难点是探寻寓教于乐的平衡关系。严肃游戏理论着眼于严肃性和娱乐性关系,为教育游戏设计提供理论支撑。严肃游戏最早由 C.C.Abt(1970)提出,以教育作为最终目的,基于玩家与程序间“发送-反馈-发送”的信息交互达成记忆(杨晓,2020)。信息时代的严肃游戏以交互训练学习者的技能,提升学习兴趣(Bavelier, Achtman, R., Mani, & Fcker, 2012),以促进文化传承(宋卓,2021)。具体到严肃游戏设计,目前已衍生出游戏机制出发和教育目标出发两种模式,如过程性严肃游戏参与模型中叙记内层和外层元素在不同层次进行教育(张子涵,2022)。严肃游戏设计四维框架依次侧重游戏或学习环境,学习者特征,游戏或模拟环境表征和游戏学习过程(吕秋燕 & 王晶莹,2021)。徐海峰(2019)针对物质文化遗产科普游戏提出视觉美学设计的三条路径。可见严肃游戏设计模型或框架都聚焦游戏过程的拆解及与学习过程结合,达成严肃性。

但严肃游戏理论针对非遗的应用研究不多,其设计理念主要为故事改编、工艺体验、元素嵌入三类。口头文学类非遗应用极少。如京剧《锁麟囊》非遗游戏设计精致的3D场景与简单交互但缺少竞技机制(程虹,2020);非遗福清光饼VR游戏可沉浸式体验制作流程但缺少戏剧设计(马碧芳,王伟,陈浴权,黄丽珍,&王诗豪,2019);《古剑奇谭》、《剑网3》等在角色、场景(于潇翔,2015)、情节融入中医、刺绣等非遗元素,尽管体现非遗美学,但娱乐为动机难以归为严肃游戏。可见,游戏化手段虽在非遗传播中应用广泛,但均没有在严肃游戏机制框架的基础上设计,导致理论和应用相脱节,在质量上较为欠缺。

3.2. 玩兴理念对于非遗数字游戏的支撑

非遗的距离感和严肃性使学习者难以持续高度投入,玩兴理念为非遗科普提供新思路。玩兴最早是儿童游戏流露的内在动机、主动投入的品质(Cheyne, Allan, Rubin, & Kenneth, 1983)。后扩展到成人范围(Glynn & Webster, 1992)出现如组织氛围(Ekval, 1996;余嫔,吴静吉,林伟文,&杨洁欣,2003)与创造、审美等个人品质塑造(李玲,陶厚永,&宋浩,2022;陈馨茹,2020)层面的新含义,提出自由造就自我成长型调节的高玩兴者。延伸至非遗应用,玩兴理念可吸引年轻群体分享、共享,转变为非遗创作者(严宝平,黄秋野,&袁超,2021)。因此,玩兴从儿童“品质论”扩大到人与外界因素的“交互”,转学习者探索者,引申到群体氛围和非正式学习层面实现寓教于乐。

玩兴因包含与外界因素的交互作用而对非遗科普极具参考意义。玩兴赋能非遗的路径机制包括:还原放大非遗可玩性,对过程拆解并制造可玩交互(严宝平 et al., 2021),如游戏《江南百景图》中苏绣技艺的玩兴体验(张少轩,2020);以互动产生物理参与感引发玩兴,指向沉浸学习体验(Khan & Byl, 2011),如张绍轩设计让玩家在真实中国历史情境中主动与NPC交流并完成任务(张少轩,2020);通过设计艺术现象(Wimmer, Mitgutsch, & Rosenstingl, 2011),聚焦非遗审美与戏剧性激发情感共鸣(Zhao, 2021),如《太平泥叫叫》美学的视听形象等(王云霞,

2010)。

然而,目前玩兴非遗应用研究刚刚起步。其理念在非遗领域尚无直接应用研究,仅在极少非遗游戏切入并呈现单一且重商业轻教育的问题。而聚焦口头文学乃至沪谚的研究缺失,可见玩兴视角切入极具潜力。

3.3. 非遗数字游戏的在线传播

随互联网深化,非遗数字化在线传播是重要议题。非遗数字化是文化与科技以融合形态将非遗资源转换为数字形态复现再生(胡惠林 & 单世联, 2014),可分为数字化保存与在线传播两个部分(胡惠林 & 单世联, 2014)。在线传播能够在数字化存储后于网络平台向观众传播资源、复制品、对应的数字化信息(Gomes, Bellon, & Silva, 2014),指向更深层次的体验,使其更易被公众感知。随新媒体技术的不断发展,交互、传感与虚拟现实等技术预计会成为未来非遗传播广泛采取的方式(马晓娜, 图拉, & 徐迎庆, 2019)。

信息社会中非遗受到冲击,特别是口头文学类非遗需要特定的语言基础、生活或表演场景,其科普受限(李金兆, 2019)则需要新型在线传播手段。以具身学习的情绪体验为维度探讨,其一为单通道传播如图文、音频传播。尤其音频传播释放双眼符合用户时间要求(姜易, 马风藤, 孙宗辉, & 王婷婷, 2020),更适合以声音为主(黄永林, 2015)、口耳相传(张吕 & 雷雨晴, 2021)的口头文学类非遗。其二为以视频为代表的双通道传播,口头文学类非遗的核心演述场域可被视听化呈现,如纪录片《聆听“故”韵》(白倩雨, 2021),同时顺应碎片化信息需求的短视频传播也是重要趋势(程运佳, 2020)。其三是基于交互的具身多通道传播,多依托应用软件、网页。交互技术对观众适当赋权,使人们释放互动参与的诉求,传统文化得以新生(李金兆, 2019)。随着虚拟现实技术发展,其仿真场景与交互提供更具身的体验,更适合声、形、意三位一体以演述为核心的口头文学类非遗传播,如裕固族口头文学构建三维模型和拓展智能终端平台进行沉浸体验(陈鸿雁, 2019)等。综上,多通道具身传播的游戏型在线科普更符合非遗尤其是口头文学类非遗传播的需要,但技术实现上需专业人员,成本较高,目前大多数相关研究均处于理论阶段。

4. 沪谚主题在线数字游戏的设计

4.1. 研究问题与研究设计

非遗的在线科普逐渐探究具有交互化、趣味化、具身化、多样化的在线传播形式,其中严肃游戏通过信息交互达成学习的教育目的,提升学习动机;玩兴使用户主动投入学习,提升学习效果与个人品质;具身化的在线传播形式扩大受众群体,提供完整、沉浸的科普体验。沪谚属口头文学类非遗,包含声形意的一致性、应用场景少、语言环境限制等复杂问题,其非遗科普设计非常典型。故本文的研究问题为

(1) 目前以沪谚为例的口头文学类非遗在线数字化科普的现状与需求是什么?

(2) 从严肃游戏理论、玩兴理论和在线传播理论三个维度出发,如何设计沪谚主题在线数字游戏以提升沪谚的存续与科普效果?

(3) 基于沪谚主题的游戏设计,口头文学类非遗在线数字游戏的核心设计理念是什么?

基于以上研究问题,本研究拟定从以下方面开展研究设计:

(1) 通过问卷调研方式了解和分析沪谚。

(2) 基于严肃游戏理论、玩兴理论和在线传播理论,构建沪谚在线数字游戏设计框架、内容和表现形式,以符合沪谚本质与调研需求。

(3) 通过小规模内测迭代本设计并总结口头文学类非遗在线游戏化科普的核心设计理念。

4.2. 框架设计与内容设计

为探究沪谚的传播现状和潜在学习者的科普取向,本研究进行相关调查,共发放问卷309份,回收309份。其构成群体主体为中青年,三成为上海居民,但其中能流利听说沪语的只是极少数。基于沪语的低掌握度,沪谚获知更局限于日常聊天、亲友科普和少量的媒体讲座,几乎没有交互游戏等在线渠道,然而96.44%被试高度认可沪谚的学习意义,83.5%的被试对

其在线游戏表示兴趣，而持否定态度的群体主要也是出于语言障碍。然而目前沪谚传播多局限线下社区宣传、专家讲座、报纸以及专业课程；线上以图文、视频为主，在线交互类占比较少。被调研群体 60% 以上期待重点讲解声调且富有趣味性、水墨画风的在线媒介形式。课件，沪谚呼唤也适合兼顾娱乐性和严肃性的在线数字游戏的新形式。因此，从这一调研现状和科普需求出发，本研究拟定基于严肃游戏理论、玩兴理论和在线传播理论从框架、内容与形式三个维度设计沪谚主题数字游戏。

4.2.1. 基于严肃游戏理论布局沪谚主题在线数字游戏的底层设计

4.2.1.1. 以完整深层的游戏机制强化沪谚传播的严肃性

根据沪谚和学习者特征对应多元学习理论建构资源是实现严肃性的基础。根据沪谚“声、形、意”三位一体的本质属性，其学习可分为“声”为主要特征的“声形解码”和以“意”为主要特征的“形意连结”。前者强调对语言载体的学习与应用，利用认知主义理论，借由游戏实现用户真实情境下的熟能生巧；后者强调历史背景和海派文化，利用联结主义教学观，通过真实情境下文化实体与沪谚的联结，达成完整统一的知识网络。如针对本地传说类沪谚上海道台一颗印，不及朱葆三一封信，其知识点为沪谚的读音和意思、背后的传说故事、守诺的重要性，因其本身的强故事性，通过剧情和游戏相结合的方式引发玩兴，保证用户理解沪谚、了解上海历史，培养诚信品质和爱国情怀。

建构匹配沪谚深层游戏机制是落实严肃性的关键。游戏是驱动、机制、组件层层向下的综合应用(Hunter, 2012)。而严肃游戏则按“发送-反馈-发送”元素构建逻辑链迭代认知。因此框架首先拆解出不同层次的元素与沪谚知识进行横向匹配，再以逻辑链连接用户体验。在框架以组件对沪谚语音和字形进行展示，而沪谚所含文化和与精神则在剧情故事中被感受，在任务与奖励中被强化；在逻辑链建构上，游戏机制“发送”趣味性操作任务，如弄堂走迷宫游戏等激发学习兴趣，“反馈”交互后的进展，如剧情内部解锁、成就获取、NPC 积极反馈等明确知识提升，如图 1。具体来说，游戏通过挑战和奖励机制，创造剧情，以不同的“发送-反馈”循环迭代推进知识建构，如本游戏主线第一章上海生活情提供发生场景；旅程情节体现海派文化内涵；挑战与奖励提供应用机会和积极反馈，帮助建构知识网络；组件层表达为成就获得和 npc 对话等。实际上，基于沪谚本质的资源设计，拆解与匹配知识组件，建构“发送-反馈”迭代的学习链都更体现对严肃性和教育首要宗旨的强化，如图 2。

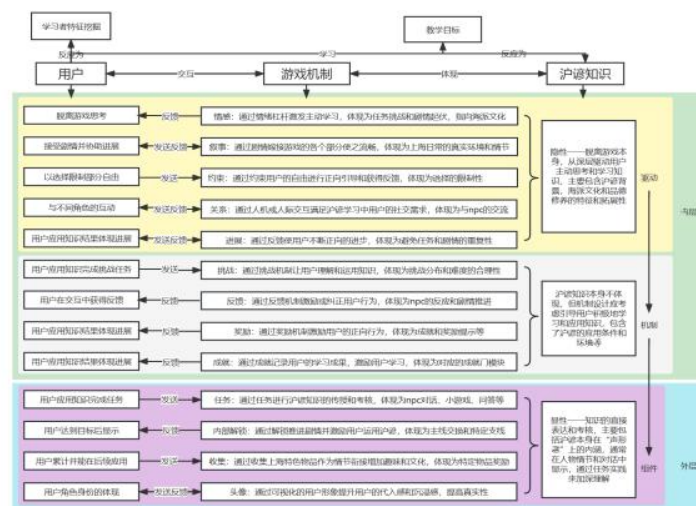


图 1 沪谚主题在线数字游戏的设计框架

4.2.1.2. 以审美统一的视听语言精湛沪谚传播的娱乐性

适配的感知模型是娱乐性的基础支撑与整体化设计。根据沪谚三位一体“演说场域”的本质，其游戏设计应侧重视、听美学统筹下的各元素风格一致化和完整性。为在视听语言角度体现严肃游戏有逻辑高完整度的娱乐性，需要适配沪谚非遗特色的模型。ARCS Cattention 模型是注意、相关、信心、满足的四维度学习动机模型，与严肃游戏设计相匹配，依据模型中

的知觉唤醒元素,通过视听等多种感官唤醒学习者的兴趣,适配于沪谚科普的视听语言顶层设计(吕秋燕 & 王晶莹,2021)。首先,确保声形一致以保证沪谚知识传达的准确性。人声确保台词准确,上海特有词汇标注读音,声形一致。同时,沪谚歌谣作为背景音乐明确沪谚主题,烘托情感。视听语言应相辅相成、详略得当,避免元素冗杂的压抑感。台词与剧情和知识传达一一对应,在画面和头像设计上略化次要元素,突出科普重点;利用及时的特效音辅助画面,呈现真实的、沉浸式的游戏体验。

4.2.2. 玩兴视域赋能沪谚科普的情绪价值

4.2.2.1. 以艺术化设计引发玩兴带来沉浸体验

“演述场域”为本质的沪谚适配玩兴体验首需的沉浸感,因此为了更好地激发玩兴和理解沪谚本质,需要开掘其“声、形、意”三位一体的沉浸式艺术魅力。在情境创建上,真实上海的背景符合沪谚严肃游戏的教育性主旨,又可以加深用户物理沉浸感;但在其中设计跌宕起伏的戏剧化情节增加用户情感粘度。如主人公除在真实的上海游玩外,还能跳入沪谚世界穿梭历史。在剧情设计上,趣味与挑战兼顾的任务增加用户玩兴投入度。趣味性任务包括沪谚语言文化趣味挖掘和游戏的巧妙塑造,如“七拐弯,八弄堂”设计“暴走弄堂”迷宫游戏等,如图2。挑战性任务包括沪谚难度控制和任务的张弛有度,既有挑战感,又保证自我效能感。在视听语言上,着重挖掘海派文化的艺术价值,如低饱和度的江南色调,主要角色妆造的海派特色,上海特产、地标、建筑与历史事件的还原构造等,尤其强调沪语之美。沪谚“六月里风潮,无价之宝;七月里风潮,潦仔青苗;八月里风潮,性命难保”,押韵对仗,形象生动,其对应科普设计配合沪谚进行自然场景重现,以自然之美烘托沪谚的意蕴之美,让学习者“在场”,以实现玩兴。

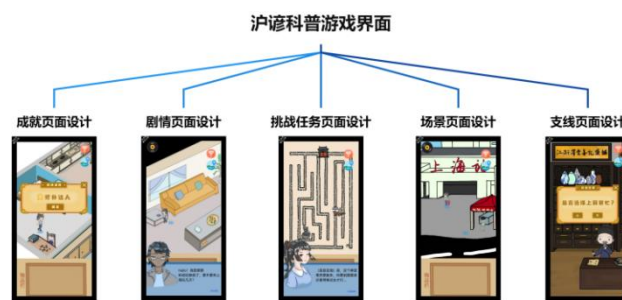


图2 沪谚主题在线数字游戏界面

4.2.2.2. 以自由氛围引发玩兴实现个人创造

世俗化风格的沪谚适配玩兴体验保持的轻松自由氛围。因此,为了保持高玩兴度和创新性理解与思考沪谚的生活应用,本游戏对用户进行合理适当的赋权。赋权体现在游戏进程的自由性和用户身份设置两个方面。

自由的游戏进程需避免单线剧情。出于非遗严肃性的考量,诸多设计过度注重对真实还原和知识教学,用户限制较大。因此本游戏一方面,以交互手段创造开放性的挑战任务和更多选择,如随用户操作而变化的主线剧情、多元的支线剧情、丰富的彩蛋,如图2。另一方面,提供用户角色身份和操纵角色的权利增强代入感,产生身份认同,强化沪谚的应用价值。而以上都是基于赋能用户情绪价值产生的高玩兴感,而在这种体验下用户可以更好地创造性地理解、应用沪谚。

4.2.3. 在线传播理念引导沪谚听、学、用三位一体的多通道交互式科普

4.2.3.1. 以轻量化的科普设计促进快速传播

口头文学类非遗传播首先要降低语言门槛,以扩大传播受众。“声、形、意”一体的沪谚更易从“意”入手教学“声、形”。在故事中,采取声画字对应的形式,配合字幕让用户充分理解沪谚语境和语义含义。在任务上,控制任务中语言理解的难度,并设置提示功能。在教学上,极其困难的沪谚以小课堂形式给予完整清晰的解释。

移动端在线游戏需要降低操作门槛,以加快传播速度。以年轻人为科普受众的沪谚数字游

戏更需从操作友好度上拉近距离。如主线任务设计明确操作提示,对具体游戏任务注重以拖动、点击、重力感应等便捷操作为主,任务的挑战和难度应聚焦于沪谚的理解,而不是游戏的操作。这种有所取舍的轻量化设计可以为晦涩的口头文学类非遗传播提供新思路。

4.2.3.2. 以多通道的具身学习吸引用户持续学习

沪谚是上海人民日常生活用语的智慧结晶,具象、生动。而大段文字、语音等单一通道难以吸引用户长时间学习,因此本设计使用多通道结合带来情感体验的传播形式。在内容上,以真实的故事体验取代演说者讲述,将沪谚“声、形、意”隐藏于游戏任务,将被动的接受学习转化为主动的认知建构。如沪谚“摊得开,卷的拢”,通过主人公为弟弟解忧,和他一起将打碎的同桌拼图一起拼好,体现诚实、清白的含义,最后通过舅舅得表扬和讲述加深沪谚“声形意”的匹配。在形式上,使用点击、拖拽、重力感应等仿生交互操作,将沪谚中各意象的理解落到实处。当然,对于本就有具身特色的口头文学类非遗而言,这种多通道还可以进一步运用虚拟现实技术在广度和深度上探索。但通道的增加也会相应增加传播难度,因此应综合考虑并基于传播目标选择适配的通道组合。

5. 总结与展望

沪谚是上海本土口头文学类非遗的典型。在游戏产业盛行,“在线+”常态化的趋势下,从与沪谚高贴合的严肃游戏机制切入,基于玩兴理论从艺术设计和自由氛围提供情绪价值,以轻量化、多通道的在线传播为这一濒危非遗提供新的思考。本游戏在开展小规模内测后发现:科普效果上,用户沪语水平显著提高,沪谚知识基本掌握;用户满意度上,全部测试用户对游戏设计感到满意,并表现出较高的投入度;设计特点上,教与乐的平衡性、角色选择的自由性、剧情的吸引力是游戏的主要亮点;改进意见上,游戏的沪语知识难度设置、操作提示、存档功能等层面还有提升空间。综合来看,本游戏基本实现研究目标并在一定程度上提升沪谚科普效果,为沪谚传播提供新思路。当然究其本质,沪谚严肃游戏中,教育是目标,游戏是手段,玩兴是设计纲领,具身化在线传播是载体,而沪谚及其背后的海派文学内涵才是内容和根本。故本文总结沪谚科普设计,归纳口头文学类非遗游戏化在线科普的核心要点并提出建议,期待抛砖引玉。

5.1. 演说场域为本质的口头文学非遗传播的核心是严肃游戏理论深处驱动下的场景真实性还原与戏剧性重构

目前口头文学类非遗科普往往以解释含义为主要目的,却忽视了大众“能听会说”才是该类非遗得以存续最重要的因素。以严肃游戏为载体的非遗科普核心也是模拟大众能够使用沪谚的场景,通过游戏任务和操作在用户反复使用中让非遗走向大众化。这种场景是整体性的,包含听说、深入理解、应用、反馈的完整学习链;真实的,展现非遗的真实流行地区,其“被听见”和“被使用”才能合理化;包含底层逻辑的,通过技术框架构建有关联、有约束、有叙事、有机制的全局性场域,使学习过程自然化、隐性化;包含丰富知识的,为保证非遗文化教育的最终目的,确保知识浓度和准确性并在演说上高度还原是游戏设计的前提。

5.2. 玩兴融入口头文学类非遗传播的本质是通过情绪价值强化知识构建

玩兴融入口头文学类非遗科普着重体现玩中学的概念,其理论基础是认知主义学习理论,通过塑造“声、形、意”一体的演说场域,强化学生的在场感与感性认识,再由趣味性和挑战性的任务帮助构建知识体系,将知识转化为长时记忆,达到主动学习的效果。玩兴引发学习行为主要依靠与用户的情感共鸣,故沉浸感和“在场感”是关键,通过真实情境塑造、戏剧化剧情设计、角色身份认同、自由游戏进程、游戏挑战任务都能增强用户的沉浸感。同时,应注重知识的结构化和系统化,尽管游戏进程自由,但须遵循人的认知过程,匹配合适的游戏任务和剧情,任务难度张弛有度,才能在保证学习积极性前提下,熟练掌握非遗知识。

5.3. 适度具身化在线传播是口头文学类非遗传播拓展受众群体的重要途径

口头文学类非遗传播难度高的主要因素包括高度依赖声音传播、演说场景局限等,仅仅依靠线下传播已经无法打破推广僵局,非遗数字化和在线传播能够突破非遗传播和保存的时空

限制,但目前图文、视频等流行媒体尽管能够符合在线传播的需求,却不能很好地还原这类非遗的在“声形意”上的复杂含义,降低学习效果。所以应当追求具身化的在线传播。具身化的在线传播追求完整、真实的学习体验,结合视觉、听觉、触觉、交互等多种通道,充分还原口头文学类非遗所需要的演说场景、语言环境,实现知识点出现、学习、应用、检测等学习过程,同时丰富的通道能够激发用户的情感共鸣,刺激用户持续学习。

参考文献

- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning with Applications*, 2, Article 100006. doi:10.1016/j.mlwa.2020.100006
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342. doi:10.1016/j.chb.2015.12.054
- Al-Zubaide, H., & Issa, A. A. (2011, November). *OntBot : Ontology based chatbot* Paper presented at the International Symposium on Innovations in Information and Communications Technology, Amman, Jordan.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (pp. 71-81). San Diego, CA: Academic Press.
- Bavelier, Achtman, R., L., Mani, & Fcker. (2012). Neural bases of selective attention in action video game players. *Vision Research*.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. *Cambridge Handbook of Learning Sciences*, 97-118.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education – Cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. doi:10.1080/09523987.2014.889400
- C, A. C. (1970). *Serious games*. New York: Viking Press.
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J. C. (2021). Effects of learning physics using augmented reality on students' self - efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235-251. doi:10.1111/bjet.13020
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F.-K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31-40. doi:10.1016/j.chb.2014.04.018
- Chang, C. Y., Hwang, G. J., & Gau, M. L. (2022). Promoting students' learning achievement and self - efficacy: A mobile chatbot approach for nursing training. *British Journal of Educational Technology*, 53(1), 171-188. doi:10.1111/bjet.13158
- Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185-197. doi:10.1016/j.compedu.2013.09.022
- Cheyne, Allan, J., Rubin, & Kenneth, H. (1983). Playful precursors of problem solving in preschoolers. *Developmental Psychology*.
- Chiu, T. K. F., Sun, J. C.-Y., & Ismailov, M. (2022). Investigating the relationship of technology learning support to digital literacy from the perspective of self-determination theory. *Educational Psychology*. doi:10.1080/01443410.2022.2074966

- Correia, A.-P., Koehler, N., Thompson, A., & Phye, G. (2019). The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: Secondary school students' perceptions. *Research in Science & Technological Education*, 37(2), 193-217. doi:10.1080/02635143.2018.1487834
- Ekvall, G. (1996). organizational climate for creativity and innovation. *European journal of work and organizational psychology*.
- Feng, Q., Chen, Y., & Luo, H. (2021). *Online Discussion with Assigned Roles: Does It Bring Better Learning Behaviors and Experiences?* Paper presented at the 2021 International Symposium on Educational Technology (ISET).
- Gašević, D., Adesope, O., Joksimović, S., & Kovanović, V. (2015). Externally-facilitated regulation scaffolding and role assignment to develop cognitive presence in asynchronous online discussions. *The internet and higher education*, 24, 53-65.
- Glynn, M. A., & Webster, J. (1992). The Adult Playfulness Scale: An Initial Assessment. *Psychological Reports*.
- Gomes, L., Bellon, O., & Silva, L. (2014). 3D reconstruction methods for digital preservation of cultural heritage: A survey. *Pattern Recognition Letters*, 50(dec.1), 3-14.
- Google. (2022). Google Dialogflow. Retrieved from <https://dialogflow.cloud.google.com>
- Gunawardena, C. N., Lowe, C. A., & Anderson, T. (1997). Analysis of a global online debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge in computer conferencing. *Journal of educational computing research*, 17(4), 397-431.
- Huang, J. (2020). Successes and challenges: Online teaching and learning of chemistry in higher education in China in the time of COVID-19. *Journal of Chemical Education*, 97, 2810-2814. doi:10.1021/acs.jchemed.0c00671
- Hunter, K. W. D. (2012). *For the Win*: Wharton Digital Press.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83. doi:10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x
- Khan, M., & Byl, P. D. (2011). Preserving our Past with Toys of the Future. *The Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*.
- Khanlari, A., Resendes, M., Scardamalia, M., & Zhu, G. Individual Role-Based Profiles for Successful Team Engagement in Knowledge Building Environments. *Making a Difference: Prioritizing Equity and Access in CSCL*.
- Kline, R. B. (2010). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York, NY: The Guilford Press.
- Kolil, V. K., Muthupalani, S., & Achuthan, K. (2020). Virtual experimental platforms in chemistry laboratory education and its impact on experimental self-efficacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, Article 30. doi:10.1186/s41239-020-00204-3
- Lalwani, T., Bhalotia, S., Pal, A., Bisen, S., & Rathod, V. (2018). Implementation of a chatbot system using AI and NLP. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 6(3), 26-30. doi:10.21276/ijircst.2018.6.3.2
- Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2013). A multi-dimensional instrument for evaluating Taiwanese high school students' science learning self-efficacy in relation to their approaches to learning science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11, 1275-1301. doi:10.1007/s10763-012-9376-6
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill.

- Pena-Shaff, J. B., & Nicholls, C. (2004). Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions. *Computers & Education*, 42(3), 243-265.
- PhET. (2020). Gas Properties. Retrieved from https://phet.colorado.edu/zh_TW/simulations/gas-properties
- Putri, C. R., Soleh, S. M., Saregar, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2020, September). *Bibliometric analysis: Augmented reality-based physics laboratory with VOSviewer software*. Paper presented at the Young Scholar Symposium on Science Education and Environment, Lampung, Indonesia.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. *Liberal education in a knowledge society*, 97, 67-98.
- Singh, J., Joesph, M. H., & Jabbar, K. B. A. (2019). Rule-based chatbot for student enquiries. *Journal of Physics: Conference Series*, 1228(1), Article 012060. doi:10.1088/1742-6596/1228/1/012060
- Stefanidi, E., Arampatzis, D., Leonidis, A., Korozi, M., Antona, M., & Papagiannakis, G. (2020). MagiPlay: An augmented reality serious game allowing children to program intelligent environments. In M. L. Gavrilova, C. J. K. Tan, J. Chang, & N. M. Thalmann (Eds.), *Transactions on computational science XXXVII: Special issue on computer graphics* (pp. 144-169). Berlin, Germany: Springer.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. doi:10.1080/09500690903386435
- The Concord Consortium. (2022). The volume-pressure relationship. Retrieved from <https://learn.concord.org/resources/793/the-volume-pressure-relationship>
- UniteAR. (2022). UniteAR. Retrieved from <https://www.unitear.com/>
- Wimmer, J., Mitgutsch, K., & Rosenstingl, H. (2011). *Applied Playfulness. Proceedings of the Vienna Games Conference 2011: Future and Reality of Gaming*. Paper presented at the FROG11, Vienna Games Conference 2011: Future and Reality of Gaming.
- Wise, A. F., Saghaian, M., & Padmanabhan, P. (2012). Towards more precise design guidance: Specifying and testing the functions of assigned student roles in online discussions. *Educational Technology Research and Development*, 60(1), 55-82.
- Yu, S.-J., Hsueh, Y.-L., Sun, J. C.-Y., & Liu, H.-Z. (2021). Developing an intelligent virtual reality interactive system based on the ADDIE model for learning pour-over coffee brewing. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-10. doi:10.1016/j.caeai.2021.100030
- Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Chen, O. T.-C. (2019). Effect of AR-based online wearable guides on university students' situational interest and learning performance. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 287-299. doi:10.1007/s10209-017-0591-3
- Zarkadis, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 893-902. doi:10.1039/C7RP00135E
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for collective cognitive responsibility in knowledge-building communities. *The Journal of the learning sciences*, 18(1), 7-44.
- Zhao, X. (2021). Playfulness, Realism and Authenticity in Cultural Presence: A Case Study of Virtual Heritage Players. *Body, Space & Technology*.
- 严宝平, 黄秋野, & 袁超. (2021). 玩兴视域下非物质文化遗产的数字化设计研究 包装工程, 42(22), 40-46. doi:10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.22.007

- 于潇翔. (2015). *严肃游戏在非物质文化遗产保护中的应用与研究*. (硕士). 北京林业大学, Available from Cnki
- 余嫔, 吴静吉, 林伟文, & 杨洁欣. (2003). 成人玩兴量表与组织玩兴气氛量表之发展. *测验学刊*, 50(1), 73-110.
- 吕秋燕, & 王晶莹. (2021). 国际严肃游戏的研究图景:历程回顾与范畴聚焦. *开放教育研究*, 27(03), 104-111. doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2021.03.011
- 姜易, 马风藤, 孙宗辉, & 王婷婷. (2020). 嫩江流域非物质文化遗产的保护与传播研究. *文化产业*(26), 69-70.
- 宋卓. (2021). *严肃游戏《跬步》的设计与实现*. (硕士). 湖南工业大学, Available from Cnki
- 张吕, & 雷雨晴. (2021). 数字化生存语境下非遗的传播与传承. *中国电视*(10), 72-76.
- 张子涵. (2022). 面向文化遗产学习的严肃游戏——基于参与机制的讨论. *装饰*(05), 94-97. doi:10.16272/j.cnki.cn11-1392/j.2022.05.024
- 张少轩. (2020). 移动端游戏中的传统文化传播研究——以《江南百景图》为例. *新媒体研究*, 6(23), 34-36. doi:10.16604/j.cnki.issn2096-0360.2020.23.009
- 徐海峰. (2019). *严肃游戏在物质文化遗产中的应用研究*. (硕士). 沈阳航空航天大学, Available from Cnki
- 李海峰, & 王炜. (2018). 面向问题解决的在线协作知识建构. *电化教育研究*, 39(1), 36-41.
- 李玲, 陶厚永, & 宋浩. (2022). 玩兴氛围、创造性过程投入对突破性创新行为的跨层次影响. *科技进步与对策*, 39(07), 142-149. Retrieved from <https://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1224.G3.20211208.1305.016.html>
- 李金兆. (2019). *信息化社会的戏曲传承*. (博士). 山西师范大学, Available from Cnki
- 杨晓. (2020). *严肃游戏与非遗数字化保护研究*. (硕士). 华中科技大学, Available from Cnki
- 柳瑞雪, 石长地, & 孙众. (2016). 学习管理系统和社交平台协作学习知识建构层次分析. *中国远程教育*(7), 10-19.
- 樊辉. (2018). 少数民族口头文学翻译中的“表演观”问题研究. *贵州民族研究*, 39(12), 133-136. doi:10.13965/j.cnki.gzmzyj10026959.2018.12.029
- 王云霞. (2010). 文化遗产的概念与分类探析. *理论月刊*(11), 5-9. doi:10.14180/j.cnki.1004-0544.2010.11.001
- 王婉婉. (2020). 文学生产的媒介环境与审美转向——以口语、文字和印刷术为考察线索. *南昌大学学报(人文社会科学版)*, 51(02), 104-111. doi:10.13764/j.cnki.ncds.2020.02.011
- 白倩雨. (2021). *口传类非遗纪录片的叙事策略与视听表达研究*. (硕士). 贵州师范大学, Available from Cnki
- 程虹. (2020). *京剧的游戏化生存*. (硕士). 四川美术学院, Available from Cnki
- 程运佳. (2020). *基于贵州传统服饰文化的在线保护研究*. (硕士). 东华大学, Available from Cnki
- 胡惠林, & 单世联. (2014). *新型城镇化与文化产业转型发展* (Vol. 325). 上海: 上海人民出版社.
- 邓永江, & 姚新勇. (2021). 整体与比较的视野:少数民族口头文论的存在特征、多维文艺观及其意义. *内蒙古社会科学*, 42(01), 147-154+213. doi:10.14137/j.cnki.issn1003-5281.2021.01.019
- 陈馨茹. (2020). *大学生玩兴及其与积极品质的关系研究*. (硕士). 上海师范大学, Available from Cnki
- 陈鸿雁. (2019). 裕固族口头文学虚拟交互保护模式探析. *广西民族大学学报(哲学社会科学版)*, 41(05), 64-70.
- 马志强, & 杨好利. (2013). 问题解决在线协作学习中的角色设计研究. *现代教育技术*, 23(9), 41-45.

- 马晓娜, 图拉, & 徐迎庆. (2019). 非物质文化遗产数字化发展现状. *中国科学: 信息科学*, 49(02), 121-142. Retrieved from <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5846.TP.20190222.1601.002.html>
- 马碧芳, 王伟, 陈浴权, 黄丽珍, & 王诗豪. (2019). 基于 VR 技术的福清光饼非物质文化遗产保护系统研究. *电子技术与软件工程*(10), 152-153+256. Retrieved from <https://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1108.TP.20190524.1656.240.html>
- 黄永林. (2015). 数字化背景下非物质文化遗产的保护与利用. *文化遗产*(01), 1-10+157.

發展遊戲化成就目標系統提升英文自主閱讀興趣與習慣

Developing a Gamified Achievement Goal to Enhance students' Self-Regulated Reading and Interest

許喬珉^{1*}, 廖長彥², 楊筱彤¹

¹ 中央大學 網路學習科技研究所 臺灣

² 中央大學 客家語文暨社會科學學系 臺灣

* ps809085@gmail.com

【摘要】 對英文非母語的學生來說，較少會主動去閱讀英文書籍，也不容易對閱讀英文書籍產生興趣。為幫助學生多去閱讀英文書籍並培養英文閱讀興趣，本研究利用遊戲化成就系統，將書籍設計成關卡的形式，讓學生在閱讀完不同關卡中的英文書籍後，若達到目標條件，成就系統便會給予相對應的成就徽章。隨著閱讀完成的關卡越多，學生所累積的成就徽章也會愈來愈多，使學生更加投入於英文閱讀，增加他們的成就感與培養對英文閱讀的興趣。故本研究之目的為探討使用遊戲化成就系統，對小學生英文閱讀興趣之影響。

【關鍵詞】 遊戲化；成就目標；英文閱讀興趣；自主閱讀

Abstract: For English isn't their native language students, they're less likely to take the time to read English books on their own. Let young students read English books, students can develop their English ability and build their interest in English. The achievement goal system was designed as levels, so when after reading the English books shown in the different levels, the system would provide the corresponding achievement badge if they achieve the goals. The more badges a student collects, the more books the student has read. This study aims to use the Achievement System to get elementary students to read more English books. And to know how the effect of the Achievement System on children's interest in English reading.

Keywords: gamification, achievement goal, English reading interest, self-regulated reading

1. 前言

對於英文非母語的華人學生來說，閱讀英文書籍要比中文書籍來得更加辛苦，如果學生本身英文能力不足，在閱讀英文書籍的過程中容易產生挫折感，也就不容易覺得閱讀英文書籍有趣，造成較少主動閱讀英文書籍的現象。

若要鼓勵學生主動閱讀英文書籍，首先要培養學生對英文閱讀的興趣，如果能使用不一樣的方式學習英文，例如使用遊戲化的方式，增加閱讀英文時的樂趣，以此來提升學生對於閱讀英文書籍的興趣。過去有許多研究提出(Huang et al., 2015; Mak et al., 2019; Rahmahani et al., 2020)，利用遊戲化的方式可以吸引學生進行學習活動。運用在閱讀中的遊戲化：學生可以透過閱讀書籍得到分數，這些分數可以用來在遊戲中買一些吸引人的裝備或是裝飾品；或是與同學進行比較，分數越高就越有機會登上排行榜。藉由遊戲化的機制，吸引學生多閱讀書籍。

本研究欲設計一遊戲化成就目標系統，利用遊戲化機制增加閱讀英文書籍的樂趣，透過英文書籍設計成關卡的形式，鼓勵學生閱讀這些關卡的書籍。這些關卡顯示了學生的過關狀態，讓學生以破完所有關卡以及獲得這些成就做為目標，為了達成這些目標進行自我挑戰。學生達成目標時已經閱讀了大量的英文書籍，破完愈多的關卡，能夠獲得的成就徽章也愈多，讓學生得到更多成就感與自信心，藉此讓他們喜歡閱讀英文書籍，產生英文閱讀興趣。本研究探討使用遊戲化成就系統，是否能幫助學生提升他們閱讀英文書籍的興趣。

2. 文獻探討

2.1. 遊戲化

遊戲化(gamification)是指在非遊戲情境脈絡中使用電玩遊戲設計元素(the use of game design elements in nongame contexts)(Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011)。即在一個非遊戲的情境底下，將遊戲設計元素帶入，讓使用者感到有趣吸引人的體驗，主要目的是希望使用者能夠沉浸並主動投入於任務中，以鼓勵玩家達到預設目標行為的手段(Werbach & Hunter, 2012)。

過去使用遊戲化的英文閱讀研究發現，學生能很快的被遊戲化機制所吸引，在使用具有遊戲化的英文學習平台一段時間後，可以提高學生的閱讀能力、以及閱讀自主性。為了延續學生的學習興趣，需要持續提供學生新的目標與挑戰，因此本研究設計一個以閱讀關卡為設計的英文閱讀系統，讓學生以完成關卡作為自己的學習目標。

2.2. 英文閱讀興趣

對於 ESL(English as a Second Language)或 EFL(English as a Foreign Language)學習者而言，如果因為在閱讀時看不懂英文單字或是句子的意思，需要一邊查字典一邊進行閱讀，思緒在閱讀時被打斷，容易破壞學生的閱讀動機與興趣，也可能造成學生乾脆不讀的行為出現（許炳煌&張家瑞，2008）。

學生閱讀書籍要與學生的程度相配合，利用遊戲關卡的設計，能讓學生選擇適合自己程度的英文書籍，如果覺得太過困難可以換難度較低的書籍，若太簡單可以挑戰較難的書籍。讓學生選擇適合自己的程度的書籍(just right)，可以增加學生閱讀時的流暢度（謝玉婷，2015）。陳海泓(2012)認為只有閱讀適合自己的閱讀材料，除了避免帶來挫折感，也能讓學生體會到閱讀的樂趣與引起閱讀動機。

透過遊戲化的機制，引導學生根據自身的英文水準合理地閱讀，激發學生的閱讀興趣，以形成良好的閱讀習慣（卓珈郁，2020）。更重要的是，當學生有興趣的閱讀，他們會在過程中投入更多的努力(Fulmer, D' Mello, Strain, & Graesser, 2015)。

2.3. 自我調節學習

自我調整學習(self-regulated learning)意指學習者主動地為自己設定目標，並且依據目標選擇適合有效的策略，在進行嘗試的過程中監控與評估自己的行為表現，最後調整自己的認知、動機與行為的一種以學習者為中心的學習方法(Pintrich, 2000)。自我調整學習重視學習者的主動性，學習者在學習過程中需要為自己規劃學習歷程，管理自己的學習。需要仔細觀察與監控自身的學習目標、學習動機、學習策略以及學習成效。

3. 系統介紹

系統特點為利用獲得成就徽章讓學生達到自主閱讀的目的，因自主閱讀是運用自主調節學習的方式進行閱讀，而自我調節學習提到的四個循環過程包含了目標的設定，而成就目標系統所提供的閱讀目標，讓學生可以針對這些不同的閱讀目標選擇不同的閱讀策略，因為每個閱讀目標所需要的條件不盡相同，以此來獲得不同的閱讀成就。學生能透過系統提供的閱讀歷程清楚知道自身的閱讀狀態，讓學生可以檢視自己閱讀過的書籍數量、種類與難度等資訊。

登記介面（圖 1）提供了各種英文書籍的封面，讓學生去閱讀完該本書籍後能夠快速地進行登記。提供的英文書籍會設計成關卡的形式（圖 2），讓閱讀目標可以量化，並且依據不同目標達成率獲得相對應的獎勵，讀完不同階段的關卡，即可獲得不同的成就徽章。並設有成就介面，讓學生收集不同種類的成就徽章。



圖 1 書籍登記介面



圖 2 閱讀關卡介面



圖 3 學生成就介面

平台主要有 3 個功能：書籍登記功能、關卡列表、成就介面（如圖 3）。書籍登記可以將學生讀過的書籍紀錄到資料庫，資料庫更新後即可將該名學生的關卡列表中所對應到的書籍顯示為已完成，如果完成了某階段關卡的書籍，該名學生的成就介面即可解鎖相關成就。



圖 4 成就徽章類別

圖 4 顯示完成關卡時若達到某些特定條件，能得到的成就徽章。圖中所列的條件分成目標取向與程度取向，目標分成 3 個項目，有英讀百關徽章、等級深度徽章、自我追求徽章。再依每個目標取向的徽章依照程度能獲得點數不一的徽章，程度代表的是能達成特定條件的困難度。英讀百關徽章，是為了鼓勵學生多閱讀百關的書籍，並且養成閱讀習慣；等級深度徽章是為了鼓勵學生閱讀不同難度的書籍，讓學生增加字彙量與閱讀能力；最後自我追求徽章則是透過觀察學生自己與同學的表現，進而更加努力進行閱讀。

4. 研究方法

實驗對象為台灣某小學二、三年級學生，這些學生有接受過閱讀計畫的教學，每天都會在課堂上進行身教式持續安靜閱讀(MSSR)，但閱讀的書籍大部分為中文書籍，英文書籍閱讀數量較少。

階段 1 無使用成就系統，請學生閱讀英文書籍，讀完書籍後在書籍登記系統上進行登記。在這個階段觀察學生在沒有成就目標的動機下，測量學生在這個階段的閱讀興趣，會收集學生的英文閱讀興趣問卷作為前測。

階段 2 請學生使用成就目標系統進行登記，學生可以看到閱讀成就達成條件。系統除了會記錄階段 1 所收集學生的閱讀資料外，也會顯示出閱讀關卡讓學生去完成，學生必須讀完第一關才能前往第二關接續下去。資料收集會以系統收集的方式處理。此階段也會收集學生的英文閱讀興趣問卷，了解學生使用了成就目標系統與無使用系統的差別。

階段 3 開放同儕觀看彼此的閱讀成就徽章，利用排行榜的方式，讓學生知道同學有獲得哪些閱讀成就。為了解成就目標機制是否會影響學生的英文閱讀興趣，此階段特別針對成就徽章的排行榜進行資料的收集，也想了解排行榜在同儕之間造成的影響。資料收集的方式是以閱讀興趣問卷的方式進行收集。

5. 結論與預期結果

為了延續學生的英文閱讀興趣，本研究使用成就目標系統的目標設定、遊戲化機制(PBL)，引導學生有興趣地自主閱讀，設定的目標也許是收集完所有的成就徽章、也可能是獲得更多的點數、也有可能是將所有閱讀關卡都完成。研究現階段正在規劃後續的實驗，研究資料欲收集學生無使用成就系統的閱讀資料，以及使用成就系統後的閱讀資料進行分析與比較。

本研究目前只針對學生閱讀興趣進行實驗探究，後續研究將規劃其他的方式，檢測學生是否真的理解書籍內容。另外，除了利用閱讀書本數量作為目標設定，是否能夠結合其他有關閱讀的活動，例如：畫出書中印象深刻的內容或是用錄影片的方式說出這本書的心得，完成這些不同的閱讀後續活動也能獲得點數或成就獎勵。透過多元化的活動增加閱讀時的樂趣與挑戰，會對學生的動機有怎麼樣的影響，以及是否能提升學生的英文能力，需要後續研究的探討。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (109-2511-H-008 -011 -MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- 卓珈郁 (2020)。以文學圈進行小組討論對於高中生英文閱讀能力及興趣影響之研究。臺灣師範大學圖書資訊學研究所碩士論文，台北市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/5224zg>
- 陳海泓 (2012)。以適讀性公式挑選英文讀本之探究。《教育資料與圖書館學》，50 (2)，229-254。doi: 10.6120/JoEMLS.2012.502/0513.RS.AM
- 許炳煌、張家瑞 (2008)。外語學習資源 (4)：英語字彙之教與學，《國民教育》，49 (2)，104-111。
- 謝玉婷 (2015)。以 Lexile 閱讀分級架構分析臺灣國中英語教科書短文閱讀難度。臺南大學教育學系課程與教學教學碩士班碩士論文，台南市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/ha4ce3>
- Fulmer, S. M., D'Mello, S. K., Strain, A., & Graesser, A. C. (2015). Interest-based text preference moderates the effect of text difficulty on engagement and learning. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 98-110.
- Huang, B., & Hew, K. F. (2015, November). Do points, badges and leaderboard increase learning and activity: A quasi-experiment on the effects of gamification. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education* (pp. 275-280). Hangzhou, China: Society for Computer in Education.
- Rahmahani, D. (2020). The Effect Of Gamified Student Response System on Students' Perception and Achievement. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 10(2).

自然音程的 3D 虚拟世界学习环境构建

3D virtual world learning environment built for diatonic interval

郭媛媛¹, 魏云刚^{2*}

¹ 郑州市第五十六高级中学

² 北京师范大学人工智能学院

*toweiyg@bnu.edu.cn,

该项目受北京师范大学教育学部惠妍国际学院研究专项经费资助

【摘要】 音乐理论基础教学传统的教学方式、枯燥的学习情境等,降低了学生对音乐学习的热情。而 3D 虚拟世界平台的沉浸性、交互性、情境性等特征能够弥补传统教学方式的不足。本研究选用 There3D 虚拟世界实践平台根据学习内容创设主题情境,设计学习活动和评价方式,添加交互体验。最后挑选对象对学习环境进行试用,分析发现,基于 3D 虚拟世界构建的自然音程学习环境对提高学习者的学习积极性和学习效率有明显作用。

【关键词】 3D 虚拟世界; 自然音程; 学习环境

Abstract: The traditional teaching methods and boring learning situations in the basic teaching of music theory have reduced students' enthusiasm for music learning. The immersive, interactive and situational features of the 3D virtual world platform can make up for the shortcomings of traditional teaching methods. In this study, the There3D virtual world practice platform is selected to create theme scenarios based on learning content, design learning activities and evaluation methods, and add interactive experience. Finally, select the objects to try the learning environment, and find that the natural interval learning environment based on 3D virtual world has an obvious effect on improving learners' learning enthusiasm and learning efficiency.

Keywords: 3D virtual world, Diatonic interval, Learning environment

1. 前言

1.1. 研究背景

在很多音乐理论基础教学场合,或多或少存在着教学方式过于单一老套、教师学生对于乐理重视程度不够、教学没有针对性等问题,导致学生对乐理缺乏兴趣,缺少探索欲望和灵活运用能力(王萌萌, 2021)。

3D 虚拟世界是一种“模拟的世界”,具有创造性、交互性、沉浸性、情境性和多元性的特点,能从各个维度“还原”人在现实世界中的视、听、触等生理活动。用户在 3D 虚拟世界中以化身(Avatar)形式存在,可以在世界中创造、生产、交易、交流、休闲、娱乐等(魏云刚, 2015; Wu Ensi, Xie Tao & Zhang Fan, 2017)。Reza Ghanbarzadeh 和 Amir Hossein Ghapanchi (2020) 研究了基于 3D 虚拟世界的学习对学生的满意度、有效学习程度、参与度、社交技能、专业技能等 18 个方面的影响,结果表明,基于 3D 虚拟世界的学习在一定程度上提高学生的学习效率和技能。基于 3D 虚拟世界构建创新的、逼真的、交互式的自然音程学习环境,能在视觉、听觉等多重感官方面联合刺激,加深学生的情感体验。(Pan Fada et al., 2019)。

1.2. 研究目的及意义

本研究基于“以学习者为中心”的思想,结合 There3D 虚拟世界实践平台的特点构建自然音程主题学习环境,逐步完善学习流程和学习效果,探索 3D 虚拟世界与乐理学习深入结合的可能性,为目前乐理课堂教学开拓了新的思路,同时也为大众提供了一种新颖、高效、低门槛的学习途径。

2. 理论基础

音程是对两音距离的一个衡量，是两个音级在音高上的相互关系，音程的单位是度。音程可分为自然音程（自然调式音阶中的音能构成的音程）和变化音程（自然音程之外的音程）。根据自然音程的和声效果听起来的和谐程度，可以分为两大类：协和音程和不协和音程，协和音程有三种：极完全协和音程（纯一度、纯八度）；完全协和音程（纯四度、纯五度）；不完全协和音程（大小三度、六度）。不协和音程有大小二度、七度及增四减五度。每一种都带有明显的情感偏向和特征颜色。

3. 基于 There 的自然音程学习环境设计与构建

3.1. 设计

根据不同类别自然音程之间的差异和由易到难一般学习规律，本研究创设两座岛屿：乐理岛和自然音程岛。乐理岛提供乐音基础学习区和自然音程馆；自然音程岛作为乐理岛更高层次更细化的延伸，提供四类自然音程学习区和综合区。学习者在此学习环境中的认知构建过程如图 1：



图 1 认知构建过程

3.2. 构建

3.2.1. 环境创设

本研究中的情境创设均参考现实人物比例，为学习者提供丰富多彩、趣味横生的学习情境（图 2）：自然音程学习馆、蓝色口琴房、绿色钢琴台、橙色吉他厅、红色鼓楼阁等等。

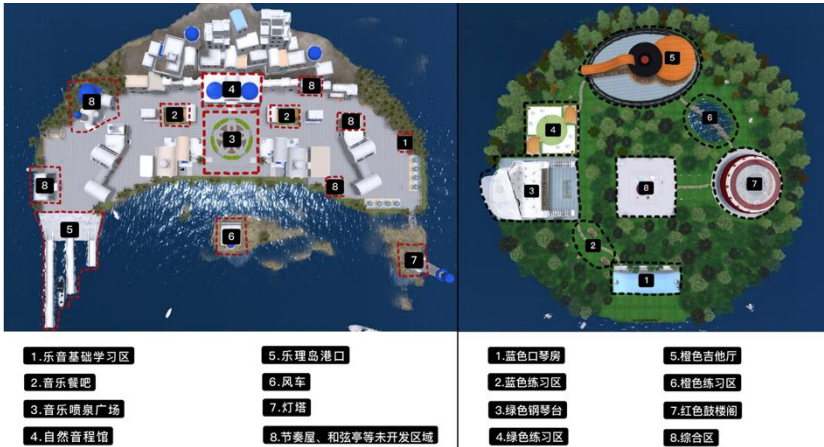


图 2 岛屿俯视图

3.2.2. 资源工具

表 1 资源工具说明

资源工具	相关图片	说明
------	------	----

知识展板



学习环境中设置有符合主题情境的知识展板，展板上呈现有逻辑关系的乐理知识点，探索过程中学习者自然而然地与展板发生互动，潜移默化地接收知识点。

随身笔记



There3D 虚拟世界自带 Notecard，其中可存储文本内容。通过 LSL(Linden Scripting Language, 林登脚本语言)可设置询问学习者是否需要获得个人笔记本工具。获得后，学习者在探索时可随时调用出该工具。

NPC 导航



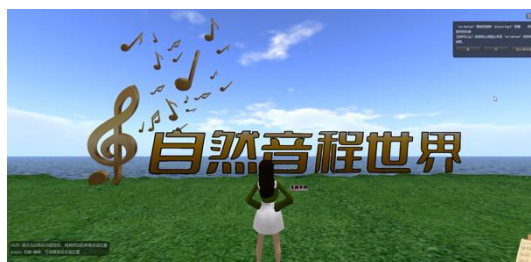
为使学习者顺利完成系列探索，岛屿上多处设置有符合主题情境的 NPC (Non-Player Character, 非玩家控制角色)，学习者通过与其互动，可获得下一步探索提示。

微课资源



There3D 虚拟世界支持将视频嵌入物体某一贴面，学习者点击即可进行观看、快进、或暂停操作。视频资源的使用使得学习者学习方式变得多样，能够增加学习的趣味性。

HUD 附



学习环境中提供了琴键、乐谱展示、变速按钮等 HUD(head-up display, 抬头显示)，学习者可自由选择在屏幕任意地方添加相关学习工具，并能随时暂停使用。

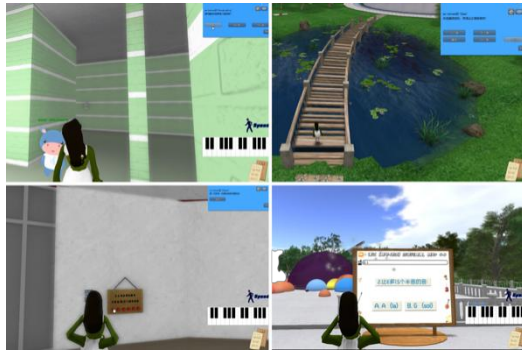
加

音程鉴赏



针对不同类型的自然音程，学习环境中提供有经典代表曲目鉴赏资源，学习者可在欣赏乐曲的过程中，加深对对应自然音程的理解和印象。

游戏闯关



在不同学习区域之间，设置有游戏环节，学习者在闯迷宫、过木桥、出密室等过程中，对已学的自然音程进行听辨和视唱，游戏的驱动力使得学习者能够更好更快的完成自然音程的学习探索。

4. 试用设计及结果分析

4.1. 试用设计

鉴于本实验要求试用对象具有一定的计算机操作水平，本研究随机选用北京师范大学人工智能学院的22名本科生作为试用对象。试用过程综合使用了观察法、访谈法和问卷调查法。通过观察记录，第一时间了解试用对象的学习交互情况，进而分析3D虚拟世界学习环境的沉浸性、交互性、情境性等具体指标；试用后会对试用对象进行及时访谈，交流使用感受；在试用后期，使用问卷调查的形式，采用合适的问题挖掘试用对象的真实想法。

4.2. 试用结果分析

本研究通过观察记录试用对象体验过程、回收调查问卷、对试用者进行访谈了解、最后进行数据整理和分析，认为基于There构建的自然音程学习环境给学习者提供了一个沉浸、能互动的学习环境，使学习者感到轻松愉悦，能够较好地提高学习者的积极性和学习效率。总体来说，是有成效和价值的。

5. 结论

本研究中，基于There3D虚拟世界实践平台构建的自然音程学习环境能够帮助集中学习者的注意力，有效提高学习者的学习效率，加深学习印象，因此，借助3D虚拟世界辅助乐理教学是具有可行性的。

参考文献

- 王萌萌(2021).分析音乐基础理论在音乐中的重要性. 大众文艺(15),95-96.
- 魏云刚 (2015) . 3D 虚拟世界设计与制作.北京: 电子工业出版社.
- Wu Ensi,Xie Tao & Zhang Fan.(2017).Perceived Effectiveness of Science Inquiry in the 3D Virtual World. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*(8). doi:10.12973/eurasia.2017.01036a.
- Reza Ghanbarzadeh and Amir Hossein Ghapanchi. (2020). Uncovering educational outcomes deriving from students' acceptance and involvement with 3D virtual worlds. *Education and Information Technologies*, 26(prepublish), pp.1-27.
- Pan Fada et al. (2019). The audio-visual integration effect on music emotion: Behavioral and physiological evidence.. *PloS one*, 14(5), pp. e0217040.

基于 CiteSpace 的悦趣化学习研究现状可视化分析

Visualized Analysis of Research Status of Game-based Learning in China Based on CiteSpace

练玉婷¹, 王微^{2*}

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

² 华东师范大学教育信息技术学系

* 1933603872@qq.com

【摘要】 为了探究悦趣化学习的研究现状,本研究在中国知网进行检索,确定了2012年至2022年间503篇文献为分析样本,运用CiteSpace软件进行分析后发现:我国悦趣化学习研究主要集中在悦趣化学习应用效果的研究、悦趣化学习教学模式的研究、悦趣化学习与智能技术融合的研究、悦趣化学习系统设计开发的研究。

【关键词】 悦趣化学习; 知识图谱; 研究现状; 可视化

Abstract: In order to explore the current research status of game-based learning in China, this paper conducted a search on CNKI and identified 503 literatures from 2012 to 2022 as analysis samples. After the analysis, CiteSpace software was used to find: research on game-based learning mainly focuses on the study of game-based learning application effect, game-based learning teaching model, game-based learning and intelligent technology integration, game-based learning system design and development research.

Keywords: game-based learning, knowledge graph, research status, visualization

1. 引言

悦趣化学习又称游戏化学习 (game-based learning), 是指将游戏或相关的元素、概念、机制或设计应用到学习中 (Deterding, S., Dan, D., Khaled, R., & Nacke, L., 2011), 是一种将教育游戏融入学校教学和自我调节学习的学习模式。近年来, 无论是会议论文投稿、《地平线报告》还是相关研究机构的成立, 都可以看出, 悦趣化学习已成为当前乃至今后相当长一段时间内, 值得教育技术领域关注和研究的热点话题。

2. 研究方法

本研究以中国知网数据库为数据来源, 检索时时间跨度设置为2012-2022年, 并以“悦趣化学习”或“游戏化学习”或“游戏式学习”为主题词进行精确查找。共检索到503篇期刊文献, 利用citespace软件对其进行数据挖掘和可视化分析。

3. 我国悦趣化学习研究热点分析

本研究统计从2012年1月到2022年11月30日关于悦趣化学习研究的发文量 (中国大陆的期刊文献), 发现从2020年起, 悦趣化学习的发文量呈现出逐渐增长态势, 核心文献 (北大核心和CSSCI) 也呈现小幅度增长的态势, 这在一定程度上反映出我国悦趣化学习正逐渐受到学者关注。同时, 本研究通过高影响力作者分析、发文关键词共现分析、关键词聚类分析和关键词时序演进分析发现: 关于悦趣化学习研究的核心网络尚不明显, 核心作者群尚未形成; 悦趣化学习研究主要集中在学习者特征分析、教学设计、跨学科融合、学习空间创设和智能技术融合; 学习效果、学习空间、深度学习、核心素养、计算思维等是2020年至今的热点关键词。

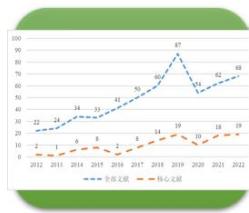


图1 年发文章分析

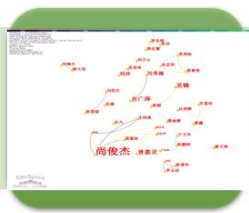


图2 高影响力作者分析

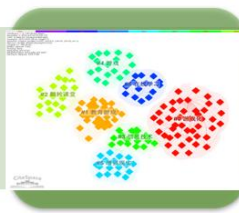


图3 关键词聚类分析



图4 关键词时序演进

基于可视化分析和参考文献，我们总结出中国大陆关于悦趣化学习的研究热点有：悦趣化学习应用效果研究；悦趣化学习教学模式研究；悦趣化学习与智能技术融合的研究；悦趣化学习平台设计开发研究。

4. 研究建议

4.1. 关注悦趣化学习的价值认知，提升认可度

游戏一直以来受到的负面刻板印象对其研究发展起着阻碍作用，而使用者的态度对其进步和推广起着至关重要的作用。关注以及进一步推进悦趣化学习的价值认知，有利于寓教于乐的落地，提高认可度。

4.2. 持续推进悦趣化学习与学科教学的融合

悦趣化学习在学科教学应用层面进行了广泛的研究，学科教学研究愈发重视多种教学模式的融合，比较突出的是翻转课堂和创客教育。但有关跨学科学习方面的研究较少，悦趣化学习与学生的跨学科能力方面也存在很多可探索空间。

4.3. 加强新技术融合悦趣化学习的应用研究，抓住时代机遇

随着时代进步科技发展，3D、虚拟现实和增强现实等技术凭借其优势，引起了悦趣化学习研究者的关注。眼动仪、脑成像等数据挖掘技术，元宇宙以及人工智能技术也逐渐应用到悦趣化领域，这将推动悦趣化领域的研究更上一层楼。

4.4. 持续开展学习科学视角下游戏化学习者认知规律的研究

研究发现认知层面的研究依旧是悦趣化学习研究的一个重点。基于学习科学视角下对游戏化学习者认知规律的研究在应用范围上应拓展到不同的学段和教育阶层中（尚俊杰&裴蕾丝，2015）。研究设计应当符合不同年龄、不同背景和不同性别的学习者的需要。

参考文献

Deterding, S., Dan, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments. ACM.

尚俊杰&裴蕾丝.(2015).重塑学习方式:游戏的核心教育价值及应用前景. 中国电化教育 (05),41-49.

中国游戏化学习研究的二十年嬗变：现状、热点与趋势——基于文献计量分析法

Two Decades of Transmutation of Gamified Learning Research in China: Current Status, Hot Spots and Trends--Based on Bibliometric Analysis

田雪¹, 田俊^{2*}

^{1,2} 华南师范大学教育信息技术学院

* 970513094@qq.com

【摘要】 近年来, 游戏化学习逐渐成为教育领域的研究热点。游戏化学习是将游戏的愉悦性与教育的育人性相融合。本研究以“游戏化学习”、“悦趣化学习”为主题词对中国学术期刊全文库进行文献检索, 最终选取 356 篇相关文献为研究对象, 采用共现分析、词频分析、系统聚类分析、多维尺度分析法, 将中国游戏化学习领域的研究现状归纳为三个方面: 游戏化学习理论与应用效果研究、游戏化学习环境设计研究、游戏化学习在教学中的具体应用研究。最后, 基于多维尺度分析、社会网络分析, 预测中国游戏化学习的发展趋势, 期望能为我国游戏化学习的研究提供参考

【关键词】 游戏化学习; 词频分析法; 系统聚类; 多维尺度分析法

Abstract: In recent years, game-based learning has gradually become a hot research topic in the field of education. Game-based learning is the integration of the pleasurable nature of games and the nurturing nature of education. In this study, we used "game-based learning" and "joyful learning" as the theme words to conduct a literature search in the Chinese academic journals library, and finally selected 356 related literature as the research object. We used co-occurrence analysis, word frequency analysis, systematic clustering, and multidimensional scale analysis to summarize the current research situation in the field of game-based learning in China into three aspects: research on the basic theory and application effect of game-based learning, research on the design of game-based learning environment, and research on the specific application of game-based learning in teaching. Finally, based on the social network analysis and multidimensional scale analysis, the development trend of domestic game-based learning is predicted, which is expected to provide reference for the research of game-based learning in China.

Keywords: Gamification learning, word frequency analysis, systematic clustering, multidimensional scale analysis

1. 引言

“游戏化”一词自提出以来逐渐得到了广泛的关注。2002 年开展的严肃游戏运动促进电子游戏与教育、产业等领域相结合, 极大的促进了游戏化的发展。2003 年, James Paul Gee 提出游戏化对学生的认知发展具有一定的影响, 在此之后, 游戏化在教育领域的应用得到了极大关注(Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., and Haywood, K., 2011)。目前, 我国已有不少研究者从理论和实践层面对游戏化学习展开了研究, 并已取得了一些成果。

游戏化学习曾是一个极具争议的议题, 经过二十年的研究, 已发展为教育学科的热门领域。在这短短的二十年间, 游戏化学习是如何实现这一跨越式转变的呢? 目前游戏化学习的研究现状如何? 未来的发展趋势如何呢? 为回答以上问题, 本研究采用共现分析法、词频分析法、系统聚类分析法以及多维尺度分析法, 整理分析中国游戏化学习相关研究, 揭示我国游戏化学习领域的研究现状并在此基础上预测其未来发展趋势。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

为保证研究的全面性,本研究选取了当前中国最丰富的期刊文献数据库 CNKI 为本研究的文献数据来源。在数据收集过程中,首先通过高级检索方式,设定“游戏化学习”“悦趣化学习”为检索主题词,检索时间设定结束年为 2022 年,检索范围为全部期刊进行检索,共检索出 539 篇相关文献(检索日期为 2022 年 11 月 15 日)。其次,人工剔除了与主题内容明显不相符合,以及图书简介、会议通知等不相关的文献后,共得到 356 篇有效文献。

2.2. 研究方法

计量分析法是当前学术文献研究中的主流方法之一,有着多样化的数据分析方法和工具。本研究针对不同的数据处理目的,主要选用了词频分析、共现分析、系统聚类分析和多维尺度分析等方法。第一,对文献数据进行了词频分析。其基本原理是根据某一研究领域的文献中的关键词或主题词出现的频率,确定该领域的研究热点或趋势。(储节旺 & 钱倩, 2014)。第二,对文献数据进行共现分析。其基本原理是根据文献中某一信息共同出现的情况揭示其所隐含的共现关系。第三,对文献数据进行系统聚类分析。系统聚类也称为分层聚类,其基本原理是以变量之间的距离为参照,首先最近距离的两个变量聚成一类,距离较远的变量后聚成类,重复进行,最后将每个变量都归到合适的类别中。第四,对文献数据进行多维尺度分析。其基本原理是将多维空间的对象缩小到一个低维空间,以便对其进行定位、分析和分类,在这一过程中,研究对象之间的原始关系将被保留下来(翁胜斌,2013)。

具体来说,数据分析过程中利用 Bicomb 2.04、citespace 6.13、Ucinet 6.0 和 SPSS 25.0 软件,对文献发表数量、核心作者、高频关键词等数据进行统计分析,尝试归纳中国游戏化学习研究的现状并预测其未来的发展趋势。首先是数据收集,通过知网检索游戏化学习相关文献,进一步筛选并导出 NoteFirst、Refworks 格式文献题录。其次是利用 Bicomb 2.04 软件对关键词、发表年代进行统计分析,生成并导出高频关键词共现矩阵,利用 citespace 6.13 软件分析核心作者及其合作关系,分析游戏化学习研究现状。第三是利用 SPSS 25.0 软件开展系统聚类分析,并在此基础上进行多维尺度分析,归类游戏化学习热点研究主题。第四是利用 Ucinet 6.0 软件进行社网分析,预测未来游戏化学习发展趋势。

3. 中国游戏化学习研究的基本现状

3.1. 总体时间脉络分析

从文献发表年代上看,中国关于游戏化学习的研究文献量总体呈现逐渐上升的趋势。中国学术期刊首篇关于游戏化学习的文章最早发表于 2005 年,且当年文献数量极少,只有 1 篇。但在此之后,中国关于游戏化学习的研究文章数量开始缓缓上升,在 2014 年达到 21 篇。2015 年-2019 年间,文献发表数量急剧上升,从 19 篇增至 55 篇。2020-2022 年间,有关游戏化学习的文章数量相对前两年有所下降,但总体呈现一种平缓上升的趋势。总体来看,造成这一现象的原因主要有两方面:一方面离不开国家政策的支持,自 2012 年以来,国家发布了一系列政策文件,逐渐提出幼儿、小学课程采用游戏化、生活化等方式实施。在“双减”政策实行过程中,游戏化学习在“增质减负”方面发挥了其特有的效果,进而受到了更高的关注;另一方面,“寓教于乐”思想早在春秋时期就被提出,为适应国家对人才培养的要求,提高人才培养质量,各教育研究者不断探索新的教育方式以适应新的环境。因此,可以预测,2023 年游戏化学习相关文献发表数量将呈现一种上升趋势。

3.2. 核心作者分析

利用 citespace 6.13 软件对文献的核心作者进行分析,进而生成游戏化学习领域的核心作者合作知识图谱如图 1 所示,共形成了 150 个节点,72 条连线,整体网络密度为 0.0064。图 1 中节点大小表征作者发文量,连接线粗细表征合作关系强弱。从图 1 可见,研究者的合作关系表现为三种。第一,较大规模合作关系。位于图 1 较为中心的位置,已呈现出以尚俊杰

为中心的初具规模合作网络,在这个网络中有 11 位研究者两两之间有直接或间接的合作研究产出。第二,小规模合作关系。在中心靠外的地方,已有 10 组由 3-4 位研究者组成的研究团队,但研究者中心不明显,例如张丽、刘全中等四位作者组成的网络,从连接线粗细能看出两两之间有较强的合作关系,但未形成中心。第三,离散关系。合作网络中较为外围的研究者则处于比较离散状态,未形成紧密的合作关系。

总的来说,我国游戏化学习领域中绝大部分研究者之间的合作关系比较薄弱,合作状态比较稀疏,还没有形成紧密的合作关系。目前虽然存在少量研究团队,但团队规模小且不集中,需要广大研究者相互合作形成大型的研究团队,共同促进游戏化学习的快速发展。

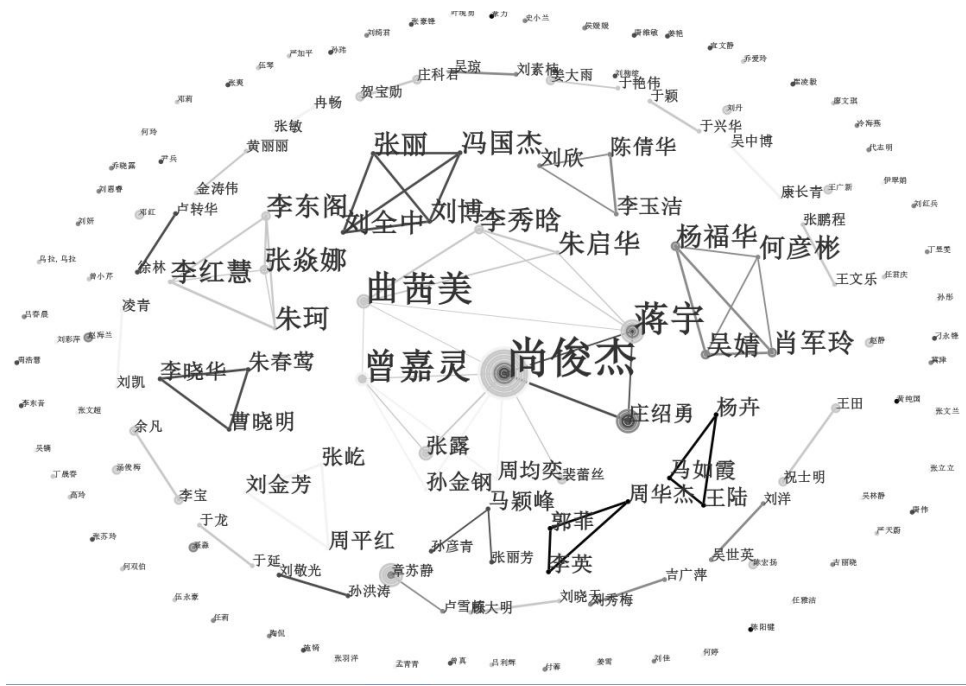


图 1 游戏化学习研究核心作者与合作网络知识图谱

3.3. 高频关键词统计分析

关键词集中体现了一篇文章的主要内容和中心思想。对高频关键词进行统计分析,可以帮助研究者直观化了解当前游戏化学习领域的研究热点主题。本研究通过 Bicomb2.04 软件提取与统计关键词。为了保证研究信度,笔者将“游戏化学习”、“悦趣化学习”进行同义合并。最终得到关键词共计 700 个,总词频达到 1362 次。通过 Bicomb2.04 软件统计其中频次 ≥ 4 的关键词共有 38 个并将其导出到 excel 中,如表 1 所示。从表 1 的统计结果来看,与游戏化学习相关的关键词主要是“游戏化”(53 次)、“教育游戏”(48 次)、“游戏化教学”(41 次)、“翻转课堂”(23 次)、“游戏”(17 次)、“教学设计”(15 次)等由“游戏化”及其衍生的相关概念和与教育教学融合的相关概念。由此可知,关于游戏化学习的研究并不是孤立的,而是建立在游戏化研究的基础之上,这也是游戏化学习产生和发展的基础。

表 1 高频关键词统计表(部分)

序号	关键字段	出现频次	累计百分比(%)	序号	关键字段	出现频次	累计百分比(%)
1	游戏化学习	175	12.8488	11	学习	9	30.3231
2	游戏化	53	16.7401	12	学习兴趣	8	30.9104
3	教育游戏	48	20.2643	13	小学数学	8	31.4978
4	游戏化教学	41	23.2746	14	学习科学	7	32.0117

5	翻转课堂	23	24.9633	15	程序设计	7	32.5257
6	游戏	17	26.2115	16	微课	6	32.9662
7	教学设计	15	27.3128	17	学习活动	6	33.4068
8	学习动机	11	28.1204	18	应用	6	33.8473
9	移动学习	11	28.9280	19	教育	6	34.2878
10	教学模式	10	29.6623	20	学习环境	5	34.6549

4.中国游戏化学习的研究热点分析

为进一步厘清当前游戏化学习研究主题和热点，本研究利用 spss 工具对高频关键词进行聚类分析。首先，将高频关键词共现矩阵转换为相异矩阵；其次对相异矩阵进行系统聚类，从而生成高频关键词聚类谱系图，如图 2 所示。由图 2 可以得出，游戏化学习的高频关键词聚为三个类团，其中类团一聚焦于游戏化学习的理论基础研究及教学应用效果研究，包括教育游戏、学习科学、游戏化学习、在线学习、应用、学习动机等关键词；类团二聚焦于游戏化学习环境设计，包括习环境、设计、虚拟现实、游戏化等关键词；类团三聚焦于游戏在具体教学中的应用，包括幼儿、幼儿教育、信息技术、教学游戏等关键词。基于此，可将我国游戏化学习领域的研究热点归纳为游戏化学习理论与应用效果研究、游戏化学习环境设计研究、游戏化学习在教学中具体应用研究三个方面。

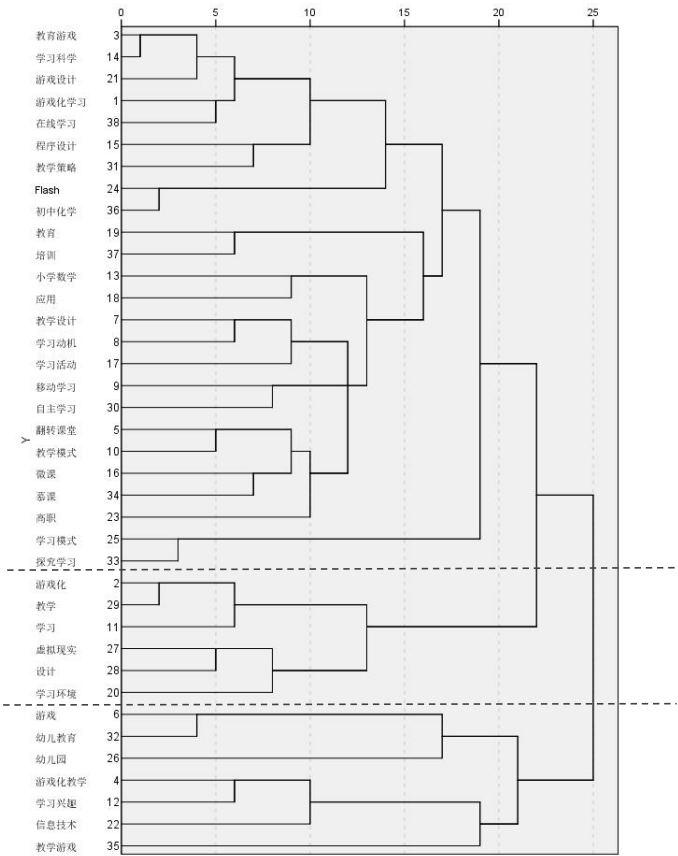


图 2 高频关键词谱系图

4.1. 热点 1：游戏化学习理论与应用效果研究

类团一所包含的关键词反映了我国游戏化学习理论与应用效果研究的重点。从应用的视角来看，理论是游戏化学习应用实践的依据和理论基础，效果则是其应用结果的验证，在该领

域的研究中不可或缺,也因此受到了中国研究者的广泛关注。尚俊杰等(2018)通过梳理分析真实学习环境理论、体验学习理论、生成性学习理论的核心要素,归纳总结出包含认知体验、社会性体验、主体性体验三种类型学习体验的游戏化学习体验的理论框架。张金磊等(2013)将游戏化学习的理念移植并应用于翻转课堂,开展实际案例分析,提出了融入游戏化学习理念的翻转课堂模式;明确其理念可以为翻转教学提供有效支撑,提高学生参与学习的兴趣。蒋宇等(2011)通过文献回顾和理论分析提出了基于体验式学习和探究式学习理论的游戏化学习模式,设计了探究式学习的游戏化课程并进行了研究,最终验证游戏化探究学习模式能够有效培养学生的探究学习能力与合作能力。我国游戏化学习的理论研究虽起步晚于国外,但诸多研究者正通过大量的游戏化学习应用实践,凝练出适配于我国教育特色的理论模式或框架。

4.2. 热点2: 游戏化学习环境设计研究

类团二包含了学习环境、设计、虚拟现实等关键词,体现了我国游戏化学习环境设计方面的研究。从教学实践的视角来看,游戏化学习环境是开展游戏化学习的基础,游戏化学习的初衷是将教育的育人性与游戏的愉悦性相结合,在游戏的情景中满足学生情感需求,达到育人目的,因此中国大部分研究者更加关注情感环境和技术支持环境的设计。曲茜美等(2019)构建了一个基于情境故事的MOOC游戏化模型,并经过实践验证基于情境叙事的MOOC游戏化对学生的行为和学习效果有积极影响。孙伟等(2019)在游戏化学习理念的指导下,在虚拟现实技术、沉浸式互动技术的支持下,将游戏化元素加入学习环境中,尝试构建了一种支持学生互动的游戏化学习环境。陈宏扬(2017)针对慕课学习平台学生学习兴趣低和自主性不强的问题,提出将游戏化元素引入慕课学习平台,设计并开发基于HTML5的“闯关游戏式”移动学习平台,以提高学习效果。虽然目前中国游戏化学习环境的设计多是在技术下将游戏元素引入学习环境中,但中国大部分研究者正不断将游戏与教育更深入的融合,探索更多元的游戏化学习环境。

4.3. 热点3: 游戏化学习在教学中具体应用研究

类团三包含的教学游戏、信息技术、游戏化教学、幼儿教育等关键词,反映了游戏在教学中的具体应用的研究。教育与游戏结合的最终目的是将游戏应用于具体的教学中,完成育人目标。因此,中国学者会纷纷投入其中,不断探索游戏化学习的具体教学应用。李巧儿(2014)在基础教育课程改革背景下,为解决小学数学课堂教学中存在的问题。在“学习体验”,“做中学”理论基础之上,结合课堂实际教学案例,探讨了游戏化在小学数学教学中的具体应用。朱宽(2013)在新课改背景下,结合初中信息技术教学面临的问题,分析了游戏化教学在初中信息技术教学中的应用,明确可以通过游戏化教学提高学习兴趣和能力,使得信息技术课堂更加愉悦、轻松。目前中国更多关注游戏化学习在信息技术、小学数学等学科中的具体应用,涉及学科比较集中。但诸多研究者正在进一步探索游戏化学习在不同学段、学科中的具体应用,汇聚出具有指导性课堂教学具体应用模式。

5. 中国游戏化学习研究的趋势动向

为探索中国游戏化学习未来发展趋势,本研究分别利用Ucinet 6.0、SPSS 25.0工具对高频关键词进行社会网络分析和多维尺度分析。第一,社会网络分析。首先,利用Bicomb软件导出频次 ≥ 4 的关键词矩阵导入Ucinet。其次,利用其自带的Netdrew获得中国关于游戏化学习研究的高频关键词共现图,如图3所示。在图3中,每一个正方形的节点代表一个高频关键词,其大小是该高频关键词在当前游戏化学习研究领域中受到的关注度高低的反映。第二,多维尺度分析。将高频关键词相异矩阵导入SPSS进行多维尺度分析,从而获得多维尺度分析图谱,如图4所示。多维尺度分析图谱第一象限能够反映某一领域当前的研究热点,第二、三象限则反映了这一领域未来的潜在研究方向。

结合图3、4可以看出,“虚拟现实”、“学习环境”、“设计”、“自主学习”,“探究学习”,“教学”等关键词既处于社会网络分析图的边缘位置,也处于多维尺度分析的二、

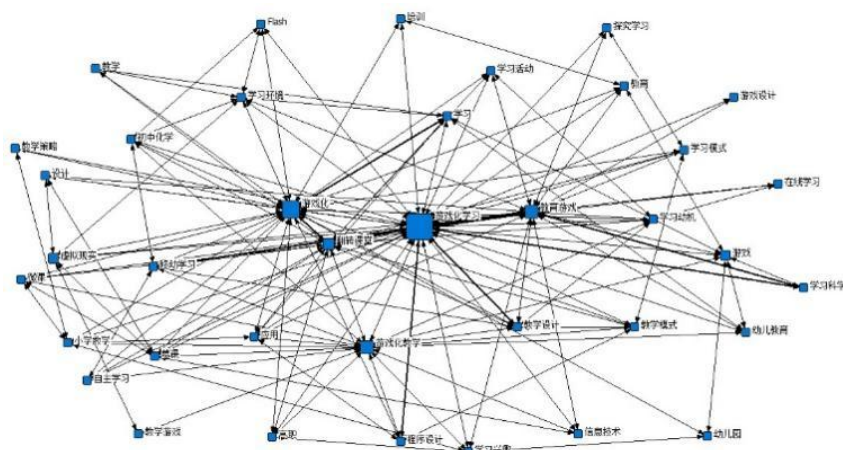


图3 高频关键词社会网络图谱图

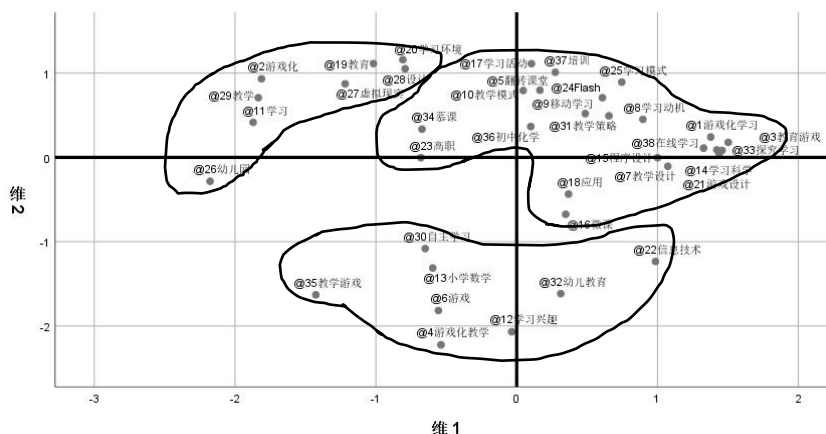


图4 多维尺度分析图谱

5.1. 游戏化学习资源的多元设计与开发

游戏化学习资源为游戏化学习的开展提供了保障,游戏化学习资源包括平台资源、环境资源、软件资源。在平台资源方面,中国还没有专门针对游戏化学习开展的平台,值得借鉴参考的是美国基础教育领游戏化学习平台 Kahoot。2018年,祁芝红等(2018)介绍了 Kahoot 游戏化学习平台的使用方法,阐述了中国使用 Kahoot 的具体建议,明确恰当使用游戏化教学平台对教与学具有良好的影响。在环境资源方面,当前研究主要集中于虚拟现实技术支持的环境和在此基础上加入游戏化元素满足学生心理需求的情感环境。整体来看都是在技术支持下的数字化学习环境。考虑到目前游戏化学习更多是在小学教学中应用以及技术的有限性,物理游戏化学习环境的研究也将得到各研究者的关注。在软件资源方面,已有的游戏化学习软件主要是针对技能的培训。可见,游戏化学习领域已有资源的设计与开发比较单一,各研究者应深入研究设计开发多元游戏化学习资源,保障游戏化学习的持续发展。

5.2. 游戏化学习模式的设计与实践

具备开展游戏化学习的基本条件之后,各研究者就需要考虑如何有效开展游戏化学习,设计出合适的教学模式。游戏化学习教学模式的设计要贯彻以学生为中心的理念,要能积极回应学生的学习需求。目前,我国已有研究者结合游戏化学习的理念、特征,设计了游戏化理念指导下的翻转式教学模式,游戏化探究式教学模式等游戏化学习模式。尽管我国目前已基于相关理论构建了一些游戏化学习模式,但还需进一步探索,尝试更多的可能性。未来,应深入研究游戏化学习模式的具体实践应用,在实践中不断验证,探索更加完善的游戏化学习模式。

5.3. 游戏化学习理论的深入研究

目前,学界对游戏化学习的概念并没有达成统一的认识,但都强调游戏化学习的教育性和游戏性。游戏化学习是将游戏引入教育领域衍生而来的概念,是教育与游戏的结合。因此教育性与游戏性的结合是开展游戏化学习的基本条件,平衡教育性和游戏性是游戏化学习教学设计的关键。自游戏化学习提出以来,教育性和游戏性的平衡结合一直是研究者们关注的重点。不少研究者在相关理论的基础上探讨了平衡教育性和游戏性的有效策略,但大部分研究停留在理论探讨层面,缺乏实证研究的支撑。为完善其策略,需要研究者开展大量的实证研究,将定性研究与定量研究相结合。另外,游戏化引入教育领域衍生了“严肃游戏”、“轻游戏”、“游戏化教学”、“教育游戏”等相关概念。学术界并没有对这些概念之间的异同做出明确说明,也就造成了相关概念混淆乱用的现象。因此,研究者还需要进一步深入研究游戏化学习的基础理论,明晰这些概念之间的异同,统一学术用语,从而避免游戏化学习相关概念的混淆,保障游戏化学习健康的发展。

6. 结论

本研究尝试通过文献计量分析方法了解中国游戏化学习的研究现状、热点,较为全面的认识中国游戏化学习研究。以 356 篇相关文献为研究对象,通过共现分析、词频分析、系统聚类分析、多维尺度分析,系统的总结出当前研究的主要主题和热点主要表现为三个方面:游戏化学习理论与应用效果研究,我国游戏化学习的理论研究虽起步晚于国外,但诸多研究者正通过大量的游戏化学习应用实践,凝练出适配于我国教育特色的理论模式或框架;游戏化学习环境设计研究,该方面研究主要聚焦于技术支持的环境设计,缺乏更加多元的环境设计研究;游戏化学习在教学中具体应用研究,该方面研究主要反映在游戏在小学数学、信息技术课程中的应用,缺乏游戏化学习在不同学科、不同学段中的具体应用。综合以上研究现状,本研究预测我国游戏化学习未来研究方向激昂聚焦于游戏化学习资源的多元设计与开发、游戏化学习模式的设计与实践、游戏化学习理论的深入研究三个方面。

参考文献

- 储节旺 & 钱倩.(2014).基于词频分析的近 10 年知识管理的研究热点及研究方法. 情报科学(10),156-160. doi:10.13833/j.cnki.is.2014.10.063.
- 翁胜斌.(2013).CNKI 数据源的关键词共现分析与多维尺度分析的现实方法. 现代情报(04),27-30+38.
- 张露 & 尚俊杰.(2018).基于学习体验视角的游戏化学习理论研究. 电化教育研究(06),11-20+26. doi:10.13811/j.cnki.eer.2018.06.002.
- 张金磊 & 张宝辉.(2013).游戏化学习理念在翻转课堂教学中的应用研究. 远程教育杂志(01),73-78. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2013.01.007.
- 蒋宇,尚俊杰 & 庄绍勇.(2011).游戏化探究学习模式的设计与应用研究. 中国电化教育(05),84-91.
- 曲茜美,曾嘉灵 & 尚俊杰.(2019).情境故事视角下的 MOOC 游戏化设计模型研究. 中国远程教育(12),24-33+92-93. doi:10.13541/j.cnki.chinade.2019.12.004.
- 孙伟 & 刘迪昱.(2019).基于游戏化理念的互动体验式学习研究. 长春教育学院学报(04),27-30+33.
- 陈宏扬.(2017).基于 HTML5 的“闯关游戏式”移动学习平台的开发和设计. 广东轻工职业技术学院学报(03),8-12. doi:10.13285/j.cnki.gdqgxb.2017.0035.
- 李巧儿.(2014).新课程背景下小学数学游戏化学习的思考与实践. 教育导刊(08),91-92. doi:10.16215/j.cnki.cn44-1371/g4.2014.08.019.
- 朱宽.(2013).游戏化教学在初中信息技术教学中的应用. 教育教学论坛(22),247-248.

祁芝红 & 刘玥.(2018).Kahoot! 游戏化学习平台及其教学应用. 中国教育信息化 (04),86-89.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., and Haywood, K., (2011). The 2011 Horizon Report[R]. Austin, Texas:The New Media Consortium.,2011:19-20.

面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式研究

Research on the Teaching Mode of Programming Gamification in Primary School Oriented to the Cultivation of Computing Thinking

王舒月^{1*}, 谢旭双²

¹² 华南师范大学教育信息技术学院

*374025609@qq.com

【摘要】 随着教育信息化的快速发展, 计算思维成为 21 世纪学者必备的关键技能, 部分学校开始探索人工智能与教育教学相融合, 以促进小学生计算思维的培养。编程教育作为人工智能的基础, 承担着培养和发展小学生计算思维的重要任务。但目前小学编程教学模式相对单一, 多以说教形式向学生传递知识, 易造成小学生学习兴趣不高等问题。基于此, 笔者尝试引入游戏化教学来解决当前小学编程教学问题, 形成游戏化教学模式, 并进行教学实践。结果表明, 面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式对小学生计算思维的培养具有促进作用。

【关键词】 计算思维; 小学编程; 游戏化教学;

Abstract: With the rapid development of educational informatization, computational thinking has become a key skill necessary for scholars in the 21st century. Some schools have begun to explore the integration of artificial intelligence and education teaching to promote the cultivation of students' computational thinking. As the basis of artificial intelligence, programming education undertakes the important task of cultivating and developing students' computational thinking. However, at present, the teaching mode of programming in primary schools is relatively simple, and most of them transfer knowledge to students in the form of preaching, which is easy to cause the problem of students' low interest in learning. Based on this, the author tries to introduce gamification teaching to solve the current programming teaching problems in primary schools, form a gamification teaching model, and carry out teaching practice. The results show that the primary school programming gamification teaching model oriented to the training of computational thinking can promote the training of students' computational thinking.

Keywords: computational thinking, elementary programming, gamification of teaching

1. 研究背景

随着人工智能时代的到来, 计算思维成为了 21 世纪学习者必备的关键技能。2018 年, 教育部印发《教育信息化 2.0 行动计划》, 要求完善课程方案与标准建设, 充实人工智能、编程教育内容。现阶段我国实行的《义务教育信息科技课程标准(2022 版)》在小学学段涉及简单编程等模块(任友群等, 2022)。由此可见, 编程教育作为计算思维培养的重要载体, 已被纳入基础教育行动规划中, 如何进行小学人工智能课程尤其是编程课程建设, 成为了当下小学阶段计算思维培养的重要议题。然而, 目前小学编程课程教学模式相对单一, 多以单向说教形式向学生传递知识, 易造成小学生学习兴趣不高等问题。2013 年, 游戏化教学被纳入中国基础教育。2018 年, 经济合作与发展组织发布的《教师作为学习环境的设计师: 创新教学法的重要性》提出, 游戏化教学可以抓住儿童的兴趣点, 提高他们的参与度, 从而促进学习。随着课程改革的不断推进与实施, 游戏化教学、快乐学习、以学生为主体等理念不断深入人心。越来越多的证据表明情绪是有效学习的驱动力, 而基于游戏的学习则可以通过奖励和情感参与的过程来激发学习过程的活力(Greipl, S. et al., 2021)。因此, 游戏化教学能够

为小学编程课程注入新的力量，其寓教于乐的学习方式符合小学生的学习习惯，能够在轻松愉快的环境下促进学生的学习，对小学生计算思维的培养具有重要意义。

2.面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式构建

基于国内外研究中游戏化教学和小学生计算思维培养相关教学经验，结合编程课程的特点、计算思维内涵，设计构建了以主题游戏制作为主、游戏化元素使用为辅的面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式，如图1所示。该教学模式分为五个阶段：课程导入、程序分析、游戏制作大闯关、作品展示与评价、总结，同时，在每个环节融入计算思维培养要素，以期切实提高小学生的计算思维水平。

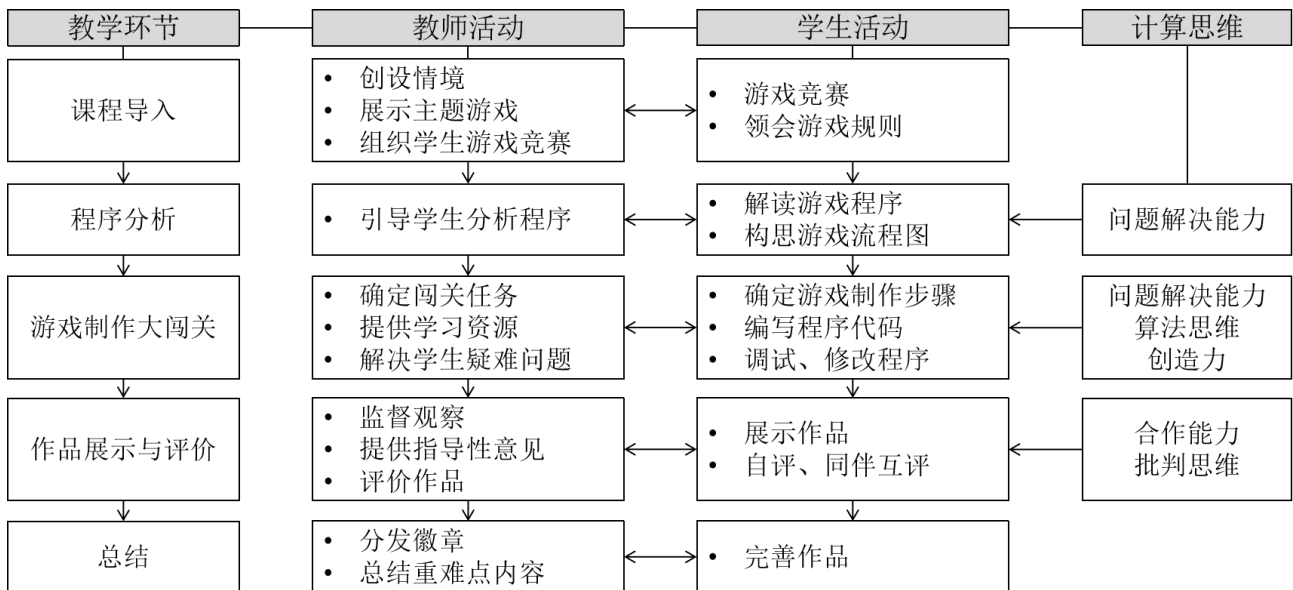


图1 面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式

3.课例“《超级玛丽》游戏制作”的教学设计

3.1. 教学目标

笔者选取“《超级玛丽》游戏制作”为课例，拟通过游戏化教学达成如下教学目标：在知识与技能维度上，使学生（1）理解全局变量和局部变量的区别；（2）理解条件语句、判断语句和循环语句等逻辑命令。在过程与方法维度上，使学生（1）体会游戏制作的一般过程；（2）培养学生创新能力、设计能力以及计算思维；（3）提高解决问题的效率和合作学习的能力。在情感态度与价值观维度上，使学生（1）感受编程的趣味和作为游戏设计者的成就感；（2）培养学生良好的编程习惯；（3）培养学生用于探索、实践的精神。

3.2. 学习者分析

教学对象是小学四年级的学生，他们初步形成了一定的学习态度，具有一定的自我意识、自我主张以及自我控制能力，有能力完整做成一件事。该时期也是学生厌学的高发期，但他们的竞争合作精神和意识较之前有所增强，在生活和学习中都不愿意落后他人，在教学的过程中融入奖励、竞争、协作等游戏元素和机制，非常有利于学习活动的展开。

3.3. 教学流程设计

教学流程是按照一定的规则先后开展教学活动的程序。在实际教学中，教学流程会随着教学活动发生改变，因此要设计合理的教学流程，并根据教学情况及时进行调整或修改。

3.3.1 课程导入

在课程导入环节，教师告知学生以闯关形式学习《超级玛丽》的设计与制作，并说明积分规则。随后，教师提供游戏案例作品，在组织学生进行游戏比赛开始前提出相关问题，引导学生解读游戏思路与角色功能。学生进行游戏竞赛，并寻找教师所给问题的答案。竞赛的获

胜者与回答问题思路清晰、答案正确的学生可获得相应积分。该环节主要让学生在游戏竞赛过程中寻找不同问题的答案,加深学生对游戏的感知,避免“纯玩游戏”的现象。

3.3.2 程序分析

在程序分析环节,教师引导学生解读程序,梳理《超级玛丽》游戏制作思路和方法。学生对游戏进行程序脚本解读、关键脚本的搭建,画出主要角色程序流程图。该环节中,将更多的自主权交给学生,教师主要充当引导、补充的角色。

3.3.3 游戏制作大闯关

在游戏制作大闯关环节,教师观察学生完成任务情况,必要时进行指导。学生的闯关环节以个体解决为主,小组协作为辅,鼓励学生在独立思考解决问题的过程中也互相帮助。学生应完成游戏制作的所有关卡任务:关卡一,制作游戏动态背景,让玛丽左右跟随移动;关卡二,实现玛丽的跳跃动作;关卡三,实现玛丽吃金币的效果,并设置游戏成功条件;关卡四,增加游戏胜利后奖励;关卡五,为游戏设置结束界面。关卡三、四、五的任务设置为半开放状态,利于学生发散思维。学生每完成一个关卡任务,就能点亮该关卡的小星星,获得相应计分,一方面让学生有学习成就感与参与感,一方面便于教师掌握学生任务完成情况。

3.3.4 展示与评价

在展示与评价环节,学生展示作品,讲解游戏制作思路、创意、遇到的难题与解决措施,教师和其他学生进行打分,一方面巩固学生知识,一方面有利于学生之间互相学习。

3.3.5 总结

在总结环节,教师统计学生积分情况,获奖情况,颁发“优秀游戏设计师”徽章。学生完善作品。积分、徽章等游戏化活动能够激励学生学习,使其更加努力完成任务。

4.面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式效果研究

4.1. 研究对象

本研究以广州市番禺区S小学四年级中人数相近、学生学习基础与知识接受能力大致相同的两个平行班为研究对象,其中对四(2)班进行教学干预,采用面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式展开教学实践,涉及三个教学项目(猜单词游戏制作、贪吃蛇游戏制作、超级玛丽游戏制作),每个教学项目2个课时,共授课6个课时;四(4)班不进行教学干预,采用原有教学模式展开教学实践。

4.2. 数据收集

研究数据来源为前后测数据、学生访谈和教师反思。前后测选取张屹等人编制的小学生计算思维量表(张屹等,2020),用于评测实验对象的计算思维能力。在教学实施后,教师填写课后反思表,并从实验对象的每个小组选出一位学生进行问题访谈。

4.3. 教学效果分析结果

对学生的计算思维前后测数据使用SPSS进行检验,两个班级学生前测时的计算思维水平并无显著差异,而经过教学实践再进行后测时,两个班级学生的计算思维水平存在显著差异,且使用编程游戏化教学模式的四年(2)班显著高于四年(4)班,说明面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式能有效提升学生的计算思维水平。

综合分析对学生的访谈结果,可以得出学生对本次编程游戏化教学持满意态度,并能够感觉到自己编程能力的提高。学生认为编程游戏化教学能够提高计算思维的主要原因是游戏化学习的趣味性,在编程游戏化教学过程中,闯关、积分、徽章等丰富的游戏环节和游戏化元素都能为学生的学习带来动力,在解决问题中学习编程知识从而提高计算思维能力。

综合分析教师反思表的填写结果,可以得出教师较为认可编程游戏化教学模式在学生计算思维培养上的作用。教师认为游戏会引起学生的学习欲望;编程游戏化教学模式能够考虑到计算思维发展的各个维度,全方位促进计算思维培养;编程游戏化教学过程与计算思维的发展过程相契合,在实践中呈现出较好的效果。

5.结论与建议

研究通过梳理计算思维相关文献资料,探究了面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式的效果,并经过教学实践,对收集到的质性和量化数据进行分析,最终,该研究认为面向计算思维培养的小学编程游戏化教学模式对小学生的计算思维具有促进作用,并得出以下总结:(1)在选择游戏主题时,不能过于复杂,且任务设置时可以通过闯关的方式来设置关卡,为学生提供一个导向,任务的设置由封闭逐渐过渡到半开放,让学生在有了一定制作经验后,慢慢过渡,使学生在完成任务的过程中获得成就感。(2)对于学生之间存在进度差距的问题,可以通过个人制作为主、小组合作为辅的学习模式,鼓励小组成员互帮互助,进行思维的碰撞。(3)当练习偏向综合类时,可适当延长教学实践,且要注意闯关任务的设置,闯关任务要引导学生由简到繁、由易到难、循序渐进地完成一系列“任务”,从而得到解决问题的清晰思路、方法,学习知识、获得技能。比如第一节课以基础任务为主,第二节课进行进阶挑战,既照顾基础比较薄弱的学生,又留给学生更多的时间发挥创造力和想象力,同时培养学生分析问题、解决问题的能力。(4)游戏化元素的设置要简单,学生易于理解,且和任务完成紧密相关。例如,可以通过设置游戏竞赛让学生感知游戏,完成关卡后点亮“小星星”,给予学生及时反馈的同时,利用积分模式,激起学生获得徽章的欲望,从而激发学习者完成任务的积极性。

参考文献

- 任友群,黄荣怀 & 熊璋.(2022).从信息技术到信息科技——关于《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》的对话.课程.教材.教法(12),21-31.
- 张屹,莫尉,张岩,高晗蕊,李妞 & 林郁菲.(2020).我国小学生计算思维量表研发与应用.中国电化教育(10),49-57.
- Greipl,S.,Klein, E.,Lindstedt, A.,Kiili,K.,Moeller,K.,& Karnath,H.O.,et al.(2021). When the brain cones into play: neurofunctional correlates of emotions and reward in game-based learning. Computers in human behavior(Dec.),125.

游戏化教学下教育游戏的设计策略研究

王逸文¹, 张怡², 高鹏³, 徐腾飞⁴

¹² 北京师范大学艺术与传媒学院

³⁴ 北京师范大学未来设计学院

aixiaowang123@qq.com

【摘要】 随着科学技术与文化产业的紧密融合, 教育行业在科学技术赋能的基础上不断焕发新的生机与活力。游戏化教学早已成为教育界备受瞩目的存在。那么究竟什么是游戏化教学, 教育游戏应该如何设计等问题还存在一定的争议。本文试图通过相关文献和案例的分析, 梳理游戏化教学的内涵, 总结游戏化教学的特征, 探讨教学任务与游戏化设计之间的关系, 深入分析教育游戏产品中交互设计的独特性, 以期对日后的教育游戏化设计提供参考, 从而促成教育教学效果的有效升级。

【关键字】 学习自驱力; 游戏化教育; 交互设计; 教学实践

1. 前言

在教学过程中, 常常会遇到受教育者积极性不高、学习自驱力弱的情况。笔者的研究正是基于为培养学生的热情、提高课堂活跃度而展开。关于此研究, 有学者认为“游戏化是一种解决方案”(LIAO C Y, 2018)。布里托大学的保罗·霍华德-琼斯 (Paul Howard-Jones) 调查表明, “游戏化的方式可以刺激大脑内多巴胺的产生, 而多巴胺正是注意力集中与神经元的链接的有效手段, 并由此引起受教育者的学习热情”(2009)。而从国内外有关游戏开发与教学设计研究的历史和现状来看, 游戏已成为教育界的一个重要议题。同时, 在《上海市促进在线新经济发展行动方案(2020—2022年)》等相关文件中, 将深化发展在线文娱、网游手游、动漫电竞等列为发展重点之一。随着5G新基建的发展, 科学技术与文化产业的融合也更加紧密, 教育行业在科学技术赋能的基础上正在不断焕发新的活力。

因此, 针对当下的教育困境, 游戏教学成为一种可选择的解决方式, 借助游戏教学的方式可以整合教学知识并在学习过程中激发学生的学习兴趣 and 激情。随着教育领域的深入研究, 游戏化教学实践得到越来越多专业学者的认可, 教育游戏化产业的发展也更为兴盛。接下来, 笔者将基于游戏化教学下教育游戏的设计策略进行简要的探究。

2. 游戏化教学与教育游戏的概念研究

“教学游戏化”是根据游戏的形态和本质特点对幼儿园的教学活动进行规范和设计, 通过游戏的形式元素和精神元素的“化”, 从而“更好地发挥幼儿的主体性、游戏精神等”(申煜, 2017)。这种研究将“游戏”作为一种教学活动, 即将“游戏”融入到教学活动中, 以达到让孩子在情绪上得到快乐和主动学习的目的。正如丁海东提出, “在进行游戏化教学时, 应该尽可能的弱化教育目标、强化游戏手段、忽视结果和过程”(2018)。可见, 游戏教学应考虑到儿童的心理特征、个性特征, 并将其教育功能的价值与教学实践相结合, 将游戏纳入为教学活动的一部分。

与此同时, “教育游戏”的概念也不断被提及。法布里加特雷 (Fabricatore) 教授认为, 学习和游戏并非是对立词, 反而是相辅相成的, 在游戏过程中的挑战本身也是一种对于学习的研究和探索。而且, 他还从学习任务和游戏情境的融合出发创造性提出教育游戏“Edugaming”设计方法(2004)。北京大学教育学院的尚俊杰教授针对于教育游戏会遇到的三种困难模式和挫折进行深刻分析研究, 并提出了“发展轻游戏必要性”(2011)。所谓“轻游戏”, 首先是一个教育软件, 一切都是为了课程服务, 其次兼具主流游戏的各种机制。由此, 我们可以意识到游戏化教学的教学目标与教育行为推动了“教育游戏”的发展。

3.教育游戏学习与游戏设计的权衡

那么在游戏化教学过程中应该要如何权衡学习与设计呢？美国欧道明大学理查德·兰德斯教授（Richard Lander）提出了游戏学习理论，如图1所示，他认为游戏学习应该注意以下四个方面：教学内容、行为态度、游戏特征、学习结果（陈丽，2004）。其中，游戏特性和教学内容是一个初始变量，学习的结果是一个因变量，行为和态度作为中介是影响学习结果的真正原因。也就是说，不管 $A \rightarrow C \rightarrow D$ 还是 $B \rightarrow C \rightarrow D$ 都是是游戏化教学里中介影响的过程。在 $A \rightarrow C \rightarrow D$ 的教学环节中，游戏特征会对学生的学习行为和态度产生直接的影响，从而影响到学生的学习效果。而在 $B-C-D$ 的教学过程中，教师的教学内容会对受教育者的学习行为、学习结果产生一定的影响，游戏特征之所以影响学习结果只是因为游戏特征影响了行为/态度，而行为/态度是影响学习结果的最关键因素。也就是说，若中介C出现问题，则因果关系不复存在。因此，教师在教学过程中必须确保游戏元素能够影响受教育者的学习行为。更值得注意的是，游戏元素的介入并非要替代教学，而在于提高教学质量，所以教师可以通过增加一定的游戏元素在确定教学水平的情况下来实现游戏化教学，以达到更好的教学效果，促进学习结果的提升。

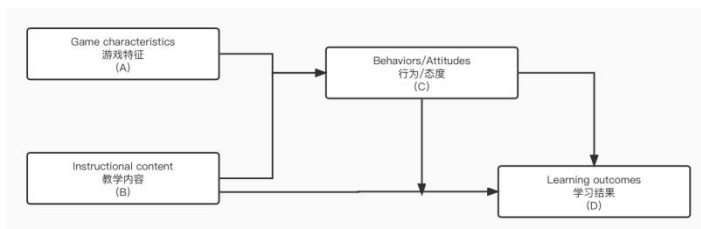


图1 游戏化学习理论



图2 《奔跑吧，大象》教育游戏

在游戏学习理论中引导策略、评估（针对学习结果）、设置冲突（观点的碰撞）或挑战、游戏控制、游戏环境、故事情节、规则和目标等，都是游戏化教学评估的一个重要维度。正如玩游戏的过程中，玩家的可以通过沉浸式的剧情引入、紧张刺激的核心玩法、互动比拼的奖励机制等产生极大的情感释放，这种刺激感正是游戏本身给予的。因此，游戏的目的在于产生确定的预期效果，而教育游戏的目的是促进用户学习兴趣，以游戏化的方式培养用户学习热情，积极主动地进行专业化知识的研究，思考解决相关问题的方案（班蕊等，2017）。

《奔跑吧，大象》是笔者制作的一款生物科普类教育游戏，如图2所示，玩家以大象“玛丽”的视角来进行沉浸式体验，大象在游戏中所面临的各种任务挑战都存在着与之相匹配的学习内容和教学目的。如图3所示，在“知识与技能”层面的教学目标，游戏操作相对简单，任务较为单一。这种教学目的主要是通过这种显性知识的学习让玩家了解大象的基本功能和生活习性，引导玩家主动将游戏环节与专业知识进行连接，培养自主学习知识的能力；而在“过程与方法”层面，随着关卡的升级，需要玩家对于前一环节的内容在理解的层面上做到灵活运用，让玩家在体验式学习的过程中对于现阶段和前一阶段学习结果有个准确的评估；至于教学目标中的“情感态度与价值观”部分，关卡设置与游戏任务更为复杂，玩家除了了解基本知识、运用与评估以外，还需要对所掌握的知识进行有效的迁移和再理解。这一阶段考察的不仅仅是玩家的理解能力与学习水平，更包含了教育者的情感导向与价值引领，培养了玩家兴趣构建、知识迁移、理论互通、观念转换等隐性能力的塑造。由此可见，游戏目标是实现教学目标的有效方式，教学目标是完成游戏任务目标的基础。

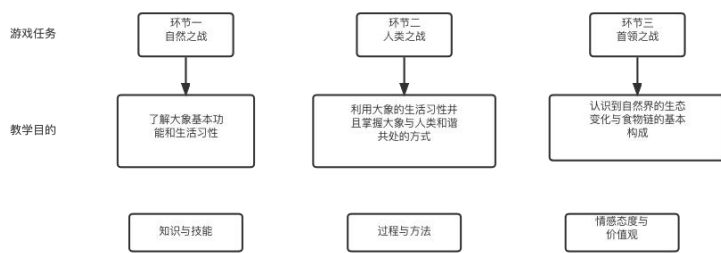


图3 《奔跑吧，大象》游戏任务与教学目的的联系

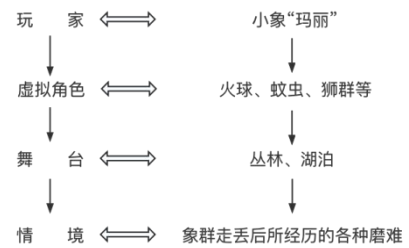


图4 教育游戏的角色交互对照

4.教育游戏的交互设计策略

交互，是一种行为，一种共通的或相互的行为方式。在这一行为中，“人与事物之间彼此了解、彼此影响”（陈丽，2004）。教育游戏的交互设计则是对于游戏化教学过程中和受教育者相关的行为举止的设计。基于教育游戏的特殊性，大多数教育游戏必须包括游戏化和教育性两大特征。运用到游戏化教学实践中，就是一方面具备游戏的可玩性，包含了游戏产品基本功能的交互，另一方面是借助游戏化教学过程中对于受教育者学习交互行为的分析、解读，从而在在实践活动中达成，以便受教育者更好的吸取知识。当然，由于游戏品类、游戏玩法的不同，其交互设计的方式也天差地别。比如解谜类游戏，大多注重培养玩家的好奇心和探索欲，因此在交互设计过程中故事情节走向、沉浸式视觉场景的设计尤为重要（王一博，2021）。而动作类游戏，玩家操作感受、动作捕捉等就显得尤为重要。在游戏化教育的实践过程中，游戏性的交互设计可以参考市面上的层出不穷的商业化游戏，但教育类的交互设计却不多见。

对此，陈丽创造性提出了网络学习中教学交互层次塔的想法，他认为在信息技术支持下，学习过程由三个方面的教学交互完成。一方面是“受教育者和媒体界面的操作交互”；第二方面是“受教育者和教学要素的信息交互”；第三方面是“受教育者原有概念和新概念之间的交互”（2004）。笔者以为，游戏化同样归属于信息技术的一种，陈丽所提出的教学交互层次塔理论对于游戏化教学的交互设计策略有着一定的参考。

因此在教育游戏的交互设计方面，主要有受教育者和游戏界面的操作交互，受教育者和游戏内容、玩家、指导老师的信息交互，以及受教育者新旧观念的概念交互。受教育者在手机端或者电脑端，通过鼠标、键盘、游戏手柄等操作参与到游戏化教育的游戏中。在玩的过程中，受教育者进入游戏平台所构建的虚拟情境，感受游戏画面、接受系统发布的信息做任务挑战，并且和协同作战的队友玩家互动、与相关指导老师沟通从而获得信息交互。在游戏结束后，学习者获得一定的游戏比赛成绩和排行榜的排名。在此信息基础上，受教育者自我反思、总结经验教训，将原有观念和新想法进行概念交互，在交互中建立全新的技巧和知识的理解，并且再次投入游戏中，进行循环的操作交互、信息交互，最终，受教育者完成游戏中的任务目标，同时也完成了该游戏背后专业知识的理论构建。

此外，交互设计也要注重玩家身份匹配。由于游戏化教学中受教育主体年龄层次、教育水平等方面的不同，在交互设计过程中亦需要有所区分。倘若学习者是学龄前儿童，那么交互方式需要依据儿童玩家的角色认知特点，塑造与之对应的虚拟角色。围绕该角色设计相关的舞台场景、描述符合角色身份的情境故事。如图4所示，在《奔跑吧，大象》这款教育游戏的交互设计中我们将玩家打造成“象”这一角色形象，围绕象的角色搭建丛林、湖泊等虚拟场景，玩家在穿越丛林时会遇到不同的障碍物，这些障碍物分别为火球、蚊虫、狮群等等。游戏玩家需要靠自己的操作躲避障碍物，成功抵达目的地。值得一提的是，为了让玩家更好的走进角色，游戏开头通过视频动画的方式描述了一位与象群走丢的小象，而这位“小象”正是玩家游戏中的自己。游戏借助沉浸式体验的方式让儿童玩家懂得动物的生态特征与生活习性，从游戏互动中潜移默化地收获信息、汲取生物知识，展现了“符合儿童玩家身份的情

景氛围”（黄瑞，2018）由此可见，在游戏化教学实践中，我们需要考虑到受教育主体的差异性，注重玩家与虚拟角色、与舞台、与情境的交互设计。

5. 结语

如前文提到随着 5G 新基建的发展，科学技术与文化产业的融合更加紧密。教育行业在科学技术赋能的基础尚上不断焕发新的活力。教育领域不断深化挖掘，教育游戏市场不断扩大，教育与游戏二者之间的联系也更为紧密，让学生以游戏化的方式汲取知识、体验学习乐趣，是教育领域不错的尝试。然而从实际教育游戏开发市场来看，其发展远没有达到预期效果。目前在教育游戏化设计过程中还存在诸多问题，如教学内容与游戏玩法的割裂、互动教学形式的单一、社会群体接受度较弱等，所以加速教育游戏化的技术创新、加强教育理论与实际应用的结合势在必行。让教育者与受教育者都能在教育游戏中获得满足感，架起基础教育与教学实践间的桥梁，推广教育游戏化的教育价值，是一种新的尝试和而促成教育效果提升的有效手段。

参考文献：

- 陈丽.术语“教学交互”的本质及其相关概念的辨析[J].中国远程教育,2004(03):12-16+78-79.
- 班蕊,丁丹丹,张明敏,沈华清.基于体感的在线互动教育游戏设计与实现[J].系统仿真学报,2017,29(11):2890-2897.DOI:10.16182/j.issn1004731x.joss.201711039.
- 陈丽.远程学习的教学交互模型和教学交互层次塔[J].中国远程教育,2004(05):24-28+78.
- 丁海东.幼儿园课程游戏化的实践路径[J].山西教育(幼教),2018(01):11-13.
- 黄瑞.基于沉浸理论的儿童教育类 APP 交互设计[J].包装工程,2018,39(10):177-181.DOI:10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.10.033.
- 申煜.中小学游戏化教学研究综述[J].上海教育科研,2017(06):23-28.DOI:10.16194/j.cnki.31-1059/g4.2017.06.006.
- 尚俊杰,庄绍勇,蒋宇.教育游戏面临的三层困难和障碍—再论发展轻游戏的必要性[J].电化教育研究,2011(5): 65-71. Shang Junjie, Zhuang
- 王一博.VR 解谜游戏的交互设计研究[D].鲁迅美术学院,2021.DOI:10.27217/d.cnki.glxmc.2021.000056.
- Fabricatore C. Learning and videogames: an unexploited synergy [EB/OL]. [2004-04-22]<http://www.learndev.org/dl/FabricatoreAECT2000.Pdf>.
- Howard-Jones P A, Demetriou S. Uncertainty and engagement with learning games[J]. Instructional Science (S0020-4277), 2009, 37(6): 519-536.
- LIAO C Y, CHANG W, CHAN T. The effects of participation, performance, and interest in a game-based writing environment[J]. Journal of computer-assisted learning, 2018, 34 (3): 211-222.

基于体验式学习的心理健康科普游戏设计实践与研究

Mental Health Knowledge Dissemination of Science Game Design Based on Experiential Learning

张怡^{1*}, 王逸文², 钱晓洋³, 苏磊⁴

¹² 北京师范大学艺术与传媒学院

³ 北京林业大学艺术设计学院

⁴ 北京师范大学未来设计学院

* yizhang499@gmail.com

【摘要】 游戏化为心理健康科普与防治工作提供了新的可能性。本文探讨基于体验式学习、游戏化设计理论的心理健康科普教育游戏设计模型, 展示设计实践《Soul Seeker/梦境奇旅》。顺应信息通讯技术沿数字化、网络化、智能化的发展方向, 游戏化的心理健康科普有利于以人民为中心的科普与防治工作的展开。本研究试图通过改善心理健康科普教育的学习体验, 来激发公众正视心理健康问题, 提升建设心理健康素养的内驱力。

【关键词】 体验式学习; 心理健康科普; 游戏化学习

Abstract: This article explores the design model of mental health popular science education games based on experiential learning by designing a game "Soul Seeker". Briefly outline the meaning of popular science education and the current status of popular science education for mental health, and illustrate the importance of gamification in this field. Based on experiential learning theory and gamification design theory, the design model of mental health popular science education games is derived. This article makes an innovative exploration of the design of mental health popular science games, and provides an empirical reference for related research.

Keywords: experiential learning, mental health knowledge dissemination of science, gamified learning

1. 前言

心理健康工作是《“健康中国 2030”规划纲要》中的重要组成部分,是建设健康中国的重要保障(中共中央, 国务院, 2016),而普及推广心理健康知识是提升心理健康工作质量和水平的关键路径。据世界卫生组织最新数据显示, 我国抑郁症发病率高达 5%~6%, 且逐渐呈现年轻化趋势, 青少年抑郁发生率达 25.5%~44%(魏学忠 & 陈红磊, 2022)。目前, 我国的心理健康普及工作尽管已取得了一定成效, 然而在科普方式、内容等方面仍存在一些局限, 如信息呈现方式以单向传播为主、其交互性与趣味性略显不足等。

2. 心理健康科普教育及游戏化在其中的重要性

科普教育作为非正式教育, 具有社会性、群众性和持续性的特点(张力, 2008)。然而, 传统的心理健康科普无法有效激活公民对心理科学素质建设的内驱力(高文斌, 樊春雷, 王利刚 & 陶婷, 2016)。游戏化的心理健康科普教育作为平衡教育性与趣味性的重要途径(魏迎梅, 2011)有利于大众主动提高心理科学素质工作的兴趣与参与度, 有效缓解心理疾病患者的病耻感。如 Tuijnman 等人(Tuijnman, A., Granic, I., Whitkin, J., & Engels, R. C. M. E., 2017)基于证据的心理治疗技术设计了 ScrollQuest 游戏, 通过游戏化提升用户兴趣与参与度。Hamid 等人(Hamid, A., Arshad, R., & Shahid, S., 2022)设计了一款带有情境化故事情节的应用程序, 以帮助青少年学习心理概念并更好地识别他们思想中的负面模式。此类研究在科普教育, 特别是心理健康科普教育领域的研究成果相对较少, 具有一定的研究空间与价值。

3. 体验式学习下的心理健康科普教育游戏设计模型

3.1. 体验式学习循环模型

体验式学习循环模型由心理学家 David Kolb 正式提出，共分为四个阶段：具体体验、观察反思、概念抽象和积极实践四个阶段，是一种具有较强综合性的循环学习模式（Kolb, D., 1984）。体验式学习具有“以学习者为中心”的特征，强调学习是主体与体验或情境间的持续互动（Yardley, S., Teunissen, P. W., & Dornan, T., 2012），这与心理健康科普工作的指导思想相吻合，因此体验式学习已具备应用于心理健康科普教育领域的可行性。

3.2. 心理健康科普教育游戏设计模型

根据上述章节对心理健康科普工作的现状的介绍，参考体验式学习循环模型，融合游戏化设计理论的清晰目标、及时反馈、挑战与技能三个要素（Kiili, K., 2005），本研究提出基于体验式学习的心理健康科普教育游戏设计模型，如图 1 所示。该模型将心理健康科普教育描述为一个在游戏世界中通过体验、观察与实践构建认知结构的闭环过程。玩家需要在具体体验游戏的过程中通过观察与反思完成游戏的任务与挑战，从触发的反馈中反思游戏中或生活中的行为，感知心理健康的重要性，从而对具体体验中获得的非结构化知识进行归纳并转化为结构性记忆（张羽洋,李万葶,罗雅兰 & 聂晓梅, 2022），并通过积极实践将所习得心理健康知识进行深化与巩固。为了保持游戏的平衡性，游戏的挑战难度会随玩家技能的提升和操作的准确度进行难度调节，从而生成下一轮任务关卡。

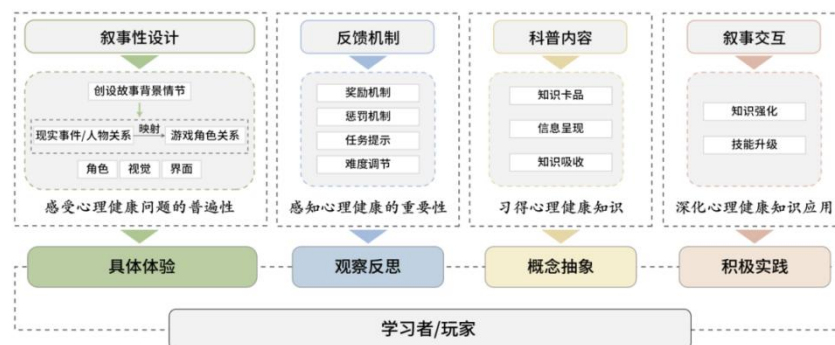


图 1 基于体验式学习的心理健康科普游戏模型

4. 心理健康科普教育游戏设计——以《Soul Seeker/梦境奇旅》为例

基于上述设计模型，本研究以抑郁症可能存在的患病因素、治疗方法为科普主题，设计了一款名为《Soul Seeker/梦境奇旅》的心理健康科普教育游戏。在该游戏中，玩家扮演具有抑郁倾向的中学生，试图自杀后遗失了关于抑郁时期的记忆，进入弥留之际，在灵魂拯救者的指引下，展开心灵探索之旅。游戏按照两条线索展开：主线为剧情任务，通过对话，寻找治疗药物恢复生命能量，搜集线索得到记忆，从而获得积极的精神能量；支线为收集任务，需要玩家在解密的过程中收集心理健康知识卡片。根据体验式学习模型，游戏主要分为四个部分：

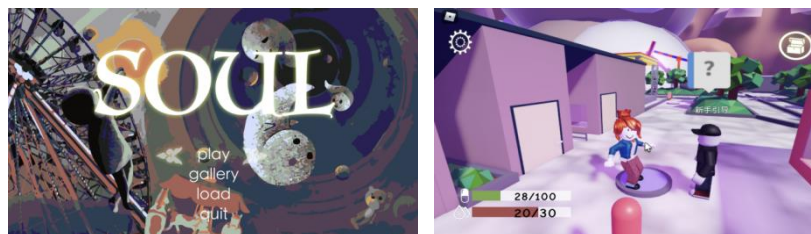


图 2 《Soul Seeker》游戏开始界面及游戏界面

4.1. 具体体验

《soul seeker/梦境奇旅》游戏采用交互叙事设计，玩家通过与游戏中的事件、角色发生交互，参与推动剧情的发展，实现玩家的认知交互。首先，利用三维建模技术对视觉场景进行构建，场景选择与设计主要，构建了游乐园、教室、卧室、书房等场景，分别对应了可能

引发抑郁症的童年创伤、校园暴力、成绩压力、家庭压迫等因素；随后，根据这些发病因素进行剧情背景和对话设计，通过关卡与任务赋予其逻辑层次，如表 1 所示；最后，按照游戏基调、情节推进、情绪变化进行适合的音乐音效设计。此外，玩家的行为与选择将成为剧情的一部分，因此会呈现开放式结局，增加游戏的趣味性。

表 1 任务关卡及科普内容对照表

关卡	游戏任务	科普内容
序章	跟随引导走出黑暗	正视心理咨询
第一章	寻找记忆碎片	药物治疗的意义
第二章	躲避怪物	环境对心理健康的影响
终章	打败 BOSS	药物治疗的两面性 自我驱动

4.2. 观察反思

在主线剧情任务中，游戏的药物设置了有益药、有害药以及益害并存的药物。从健康安全及心理健康知识科普的角度出发，有益药及益害并存的药物，是现实治疗抑郁症药物的映射，有害药则为真实生活不存在的虚拟药物。游戏允许玩家自行收集不同的药物，触发玩家生命能量的增加或减少，玩家通过观察血量的不断变化，从而正视药物在抑郁症救治当中的意义。部分剧情任务需借助线索道具完成，学习者可以点击右上角的“背包”按钮选择道具，如图 3 所示。完成任务后，会有音效和金色粒子特效作为正向反馈激励，并展示动画剧情线索，如图 4 所示，游戏界面会自动播放剧情动画以此向玩家传达正视自己经历与创伤，不必因此感到羞耻。



图 3 《Soul Seeker》背包系统

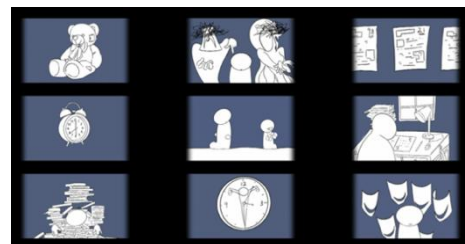


图 4 《Soul Seeker》剧情动画片段

4.3. 概念抽象

游戏中，由于已在前述的体验和反思环节中已像玩家不断渗透心理健康的概念，玩家在收集到有益药及益害并存的药物、通过任务关卡后都有可视化的知识卡片帮助其进行相关概念性知识的归纳与补充。玩家可以点击主界面右上角的“画廊”按钮，查看相应药物介绍及心理健康知识科普，玩家点击卡片可进行语音朗读。

4.4. 积极实践

游戏人物对话中出现的每个文字性语言都会对应一个交互任务，如收集药物是为了让玩家了解药物治疗抑郁情绪的意义，提示玩家玩场景中的过山车、摩天轮等道具以增强生命能量是为了向玩家传达环境及活动对情绪的影响。这种“叙事情节+交互实践”的形式，有利于加深学习者的记忆。

5. 结语

游戏所提供的叙事、视觉、听觉等多模态交互形式，能够改善传统心理健康科普与传播方式的单一性，增进学习者对意会知识的理解。需说明的是，本研究设计的心理健康科普教育游戏也存在一定的局限性，如游戏目前关卡设计还不够丰富，开放式结局剧情还需要细化，游戏难度调节方面还有待提升等。基于此，后续研究将考虑引入多人协同的交互进一步提升游戏体验，同时优化游戏难度调节机制提升游戏的易玩性与趣味性。

参考文献

- 高文斌,樊春雷,王利刚 & 陶婷.(2016).普及心理科学与建设健康中国.中国科学院院刊 (11),1187-1197.
- 中共中央, 国务院印发 (2016). “健康中国 2030” 规划纲要。取自:
http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm
- 魏学忠 & 陈红磊.(2022).青少年抑郁症患者父母心理健康素养现状及影响因素分析. 护理管理杂志(02),139-143.
- 庞维国.(2011).论体验式学习. 全球教育展望(06),9-15.
- 张力.(2008).科学普及与信息社会里的 E-Transmit 模式.中国科普研究所.(eds.)中国科普理论与实践探索——2008《全民科学素质行动计划纲要》论坛暨第十五届全国科普理论研讨会文集(pp.57-62).科学普及出版社.
- 魏迎梅.严肃游戏在教育中的应用与挑战[J].电化教育研究,2011(04):88-90.
- 张羽洋,李万葶,罗雅兰 & 聂晓梅.(2022).基于体验式学习模型的文化遗产教育游戏——以“梦回南唐宴”游戏为例. 现代教育技术(07),48-56.
- 魏学忠 & 陈红磊.(2022).青少年抑郁症患者父母心理健康素养现状及影响因素分析. 护理管理杂志(02),139-143.
- Tuijnman, A. , Granic, I. , Whitkin, J. , & Engels, R. C. M. E. (2017). Developing and Testing ScrollQuest: A Video Game Targeting Rejection Sensitivity in Adolescents. *Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium*.
- Hamid, A., Arshad, R., & Shahid, S. (2022, April). What are you thinking?: Using CBT and Storytelling to Improve Mental Health Among College Students. In *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-16).
- Yardley, S. , Teunissen, P. W. , & Dornan, T. (2012). Experiential learning: game guide no. 63. *Medical Teacher*, 34(2), e102-e115.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: towards an experiential gaming model. *Internet & Higher Education*, 8(1), 13-24.

遊戲說書：透過設計互動故事情節以促進學生數位敘事發展

Game Storytelling: Promoting Students' Digital Narrative Development by Designing Interactive Storylines

廖長彥

國立中央大學 客家語文暨社會科學學系

CalvinCYLiao@gmail.com

【摘要】本研究聚焦於學生的數位敘事能力的發展，透過互動故事情節來進行遊戲設計，學生透過遊戲媒體來發展數位說故事經驗，學生除了需要學習撰寫好的故事情節之間，也同時需要考量與閱讀者，甚至是遊玩者的可能交流形式。透過「遊戲說書」，讓人社類的學生來接觸各式數位轉譯工具，提供人社類學生有機會跨領域學習，原先在自身領域沒機會接觸的知識，利用遊戲說明作為學習數位轉譯的第一步，嘗試創作非線性的、高互動的數位敘事作品。初步研究結果顯示對於學生的活動參與與自我效能都有正面影響。

【關鍵字】數位敘事；數位說故事；遊戲說書；動手作

Abstract: This study focuses on the development of students' digital narrative ability. Through interactive storylines for game design, students develop digital storytelling experience through game media. In addition to learning to write good storylines, students also need to consider and read a possible form of communication for viewers or even players. Through "game storytelling", students are exposed to various digital translation tools, providing students with the opportunity to learn across fields, and using game descriptions as the first step in learning digital translation. The first step is to try to create non-linear, highly interactive digital narrative works. Preliminary research results show that it has a positive impact on students' activity participation and self-efficacy.

Keywords: digital narrative; digital storytelling; game storytelling; hands-on action

1. 前言

過去研究指出人社類學生在過去大學課程設計中，較少有機會接觸數位科技相關課程，也幾乎缺少數位實作課程，故本研究基於理論實踐動手做的精神，導入「數位敘事」概念，此外，並運用合作學習理論協助學生建立「專題合作小組」，以減少在導入實作課程時引發人社類學生的緊張感並降低其壓力，透過同儕合作、討論與共學方式進行實作課程，以增加人社類學生在數位敘事創作的經驗與機會。為此，本研究嘗試聚焦於學生的數位敘事能力的發展，以編寫故事情節的為主要呈現形式，學生能透過遊戲媒體來發展數位說故事，學生除了需要學習撰寫好的故事情節之間，也同時需要考量與閱讀者，甚至是遊玩者的可能交流形式，透過一系列對話、事件與角色互動，提供學生具有挑戰性又深具吸引力的數位敘事創造活動，以培養學生的數位敘事能力，此概念本研究稱為「遊戲說書」。後續，將能透過「遊戲說書」，讓人社類的學生來接觸各式數位轉譯工具，提供人社類學生有機會跨領域學習，原先在自身領域沒機會接觸的知識，利用遊戲說明作為學習數位轉譯的第一步，嘗試創作非線性的、高互動的數位敘事作品。

基於遊戲說書概念，本研究嘗試設計一課程活動來促進學生的數位敘事能力發展，並實際運用於場域中，學生需要在參與課程活動過程中，進而實作三項數位敘事創作任務，本研究也進一步調查此模式對於學生的參與情況與自我效能的影響。

2. 文獻探討

2.1. 數位說故事

近年來，說故事已經成為一種非常流行的教育方法。在說故事中，學習者創造或講述與主題相關的故事。學習者的個人觀點將主題與更大的背景聯繫起來。講故事作為一種學習方法具有許多積極的認知、社會和情感益處，包括提高語言技能、注意力、想像力、理解力和批判性思維(Boltman 2001)。由於電腦在學校教室中的普及，數位說故事已成為一種廣泛使用和研究的的教育講故事形式。數位說故事(digital storytelling)被定義為「使用電腦作為媒介來來說故事」，因此數位說故事強調「需運用說故事技術並加上各種多媒體結合的想法，包括文字、圖片、聲音、影片和網路出版」(Robin, B. (n.d.))。通常使用電腦來撰寫故事。數位說故事是一種使用現代數位工具學習數位資訊處理和多媒體製作的方法。它還提供了對學習過程的參與，並鼓勵學生進行多媒體素養 (Liu, Liu, Chen, Liu, 2020; Çıralı et al. 2015)。

表1 相關工具進行數位說故事工具

工具名稱	特點	支持平台	更多資料
Twine	可透過HTML分享故事	Mac, Windows, Web, Linux	https://twinery.org/
Quest	提供原始碼	Web, Windows	https://textadventures.co.uk/quest
Squiffy	強調故事情節的設計	Linux, Windows, Web	https://textadventures.co.uk/squiffy
ADRIF	提供GUI操作控制	Linux, Windows	https://www.adrift.co/download
Inklewriter	僅能在網頁上使用	Web	https://www.inklewriter.com/
Inform 7	提供 writing with inform	macOS, Linux, Raspberry Pi, FreeBSD, Windows	https://intfiction.org/
Ren' Py	透過電腦敘述故事的視覺小說	iOS, Windows, Linux, Android, macOS, Web	https://renpy.org/latest.html

此外，近年來，越來越多的互動電影上映受到大眾的注意與歡迎，凸顯了其運用於教育的潛力與可行性，然而，其劇本編寫過程，或是交互式敘事框架等，對於學習者具挑戰性，這是因為原先大多數教育故事講述，包括數位故事講述，在結構上都是線性的，故事只呈現一個預定的事件序列。而互動電影與故事、遊戲化故事等交互式敘事編寫腳本，涉及用於引導故事的分支路徑選項或多個結局，這為故事的用戶、讀者或玩家提供了影響故事情節的可能性。這樣的故事情節有分支，結構不是線性的而是非線性的。這為故事創建了一個複雜的結構，具有多種可能的結果。因此，提供其發展方式和相關規範對於學習者來說十分重要。近年來，數位說故事的編輯工具提供透過簡單的操作，幾乎不需額外的指導，學習者就能快速上手。本計算也整理相關可能用於課程教學的數位說故事工具，見表一。再者，數位說故

事有別比別於傳統說故事的特點，即能採非線性方式說故事、或是基於對話方式進行互動說故事等，因此透過編輯工具與相關教學的範例故事來幫助經驗較少的學習者將他們的經驗轉化為新故事。

2.2. 學生創作數位影片

學生創作數位影片活動是一種將數位影片用作學習工具的活動。讓學生獨立或合作參與數位影片錄製相關的學習活動的過程(Henderson et al. 2010)。先前研究表明，學生創作數位影片活動對於幫助學生建立自己的知識很有用(Jordan et al. 2015)。透過這種方法學生能理解、溝通和創造來激發學生從新手到專家的發展(Engin 2014)。此外，Rodriguez et al. (2012)發現創作數位影片涉及更高層次的認知處理，以便能夠向同齡人解釋一個議題。而 Yang 和 Wu (2012)要求高中學生製作具數位故事的數位影片，並發現能提高學生對課程內容的理解並發展他們的批判性思考能力。此外，Woodcock (2012)發現學生創作數位影片可以幫助減輕學生對口頭報告焦慮。Smith (2016) 研究也發現學生創作數位影片，能夠驗證學生的學習經歷價值，也能記錄學生的學習過程，具體的呈現學生後設認知成長的結果。

最近，越來越多的研究人員開始致力於採用數位影片來促進學生學習。例如，研究人員指出了影片教學如何因應學生的個人學習需求(Hoogerheide et al. 2014; Ouwehand et al. 2015; Pan et al. 2012)。研究人員和教師還結合了數位影片教學和數位影片創作，讓學生創作數位影片(Henderson et al. 2010; Palmgren-Neuvonen and Korkeamäki 2014)。這種數位影片創作的方法要求學生進行交流，反思自己的理解，並讓其他人看到他們的理解。因此，學生創作數位影片的方式將為人社類學生提供了新的機遇和挑戰。

因此，本計畫將讓學生參與製作數位影片，學生將獲得更多與小組成員進行討論和合作的機會，從而使他們能夠在模仿過程中向同學學習(如，準備製作影片、通過觀察和採納同學的想法來模仿同學)。此外，學生可以透過共享來合作並組合所獲得的知識，也可以透過合作創作數位影片為他們的人工產物(artifacts)。此外，應提供社交鷹架，以防止學生不參加小組討論和創造，並促進有效的合作學習；應該建立每個學生的個人責任感，以形成積極的、相互依存的關係。例如，在每次創作數位影片小組中，學生可以輪流扮演不同的角色（例如，演員、攝影師、編劇和支持者）；每個學生應負責自己的職責，並協助其他成員一起完成任務。因此，此步驟為學生提供了鷹架，以幫助他們共同創建自己的數位影片並促進學生之間的積極相互依存。

3. 研究設計

隨著互動電影與故事或是遊戲化故事等交互式敘事編寫腳本逐漸受到重視。因此，本研究除了安排故事情節撰寫與影片拍攝，也嘗試設計以互動作品的專題作品為學習活動課程內容。本研究也搭配「遊戲說書」課程，學生將參與互動作品的製作和評論，從「選擇你自己的冒險」漫畫到電子文學和互動小說。借鑒 Janet Murray 的全息甲板上的哈姆雷特(Hamlet on the Holodeck)、Scott Rettberg 的電子文學(Electronic Literature)、Merritt Kopas 的人類電子遊戲(Videogames for Humans)和 Amaranth Borsuk 的書(The Book)等讀物，在此課程中也討論數位敘事的介面、線性/非線性和交互性的歷史和相關問題等。學生也將根據他們的興趣與目標，努力完成並繳交的其數位創造品。故本課程分為三個單元，

表2 「遊戲說書」課程的三個單元的目的、數位工具與說明

單元	目的	數位工具	說明
----	----	------	----

第一單元	選擇你自己的冒險	Twine	學生將使用 Twine 創建一個遊戲，這是一種基於超文本的交互式說故事工具。
第二單元	互動小說	Inform 7	學生將使用該工具製作小型、封閉的遊戲體驗，並思考敘事謎題、謎語、環境設計以及與物體的互動。
第三單元	視覺敘事遊戲	Ren' Py	學生將使用 Ren' Py 構建小型敘事體驗，使用系統開發簡單的視覺環境以及角色交互和對話。範例將包括跨類型的遊戲，包括視覺小說、並結合影片拍攝。

每週課程皆包括相關閱讀資料和實踐練習等內容模塊。課程模塊分為三個部分：

(1) 練習。在論壇上完成和分享的創造性練習。如紙本互動作品的閱讀與體驗、數位作品試玩和分享的機會；

(2) 理論。預先錄製的講解、推薦閱讀和觀看以及反思遊戲的組合。此外，部分課程將提供小組學生一討論討論與遊戲的機會；

(3) 實踐。每週使用本學期的三種數位說故事工具完成課程作業和練習：Twine、Inform 7 和 Ren' Py。這些課程包括參考文本和影片內容。

為此，本課程安排三個數位敘事創作的學習單元，分別為選擇你自己的冒險、互動小說與視覺敘事遊戲。在過程中，學生需要自己設計數位敘事創作學習活動，其中包括選定主題、決定內容範圍、設計活動內容、進行方式、實際測驗、收集數據、分析結果等不同的面向。除了完成三個單元的任務活動設計外，課程也會介紹各式數位敘事理論、如何建構各式數位敘事類型的方式、協助建構數位敘事創作、如何調整或修改數位敘事的規則元素，轉為互動遊戲等內容。

4. 研究方法

4.1. 參與對象與敘事遊戲設計活動

參與對象為臺灣北部地區某國立大學 9 位人社領域背景的大學生。年齡平均約為 20 歲。參與對象對於資訊科技接觸不多，普遍缺少對於資訊科技應用的基本認識，缺乏學習信心與學習動機，連帶影響他們後續接觸課程活動的學習情況。先前無設計遊戲經驗，採異質性分組，2-3 人為一組。鼓勵學生動手做撰寫故事情節外，也讓學生以遊戲推進的方式來發想，能讓學習者在溝通、問題解決、批判思考等能力有較佳的表現。這是因為，在制作數位敘事遊戲設計作品的製作過程中，學習者勢必需要動手操作，而動手做 (hands-on) 的方式不只可能會影響學習者的學習態度，也可能更容易將情境與認知進行連結，達到更加的學習與記憶效果，更能提高學生的擁有感與成就感。

4.2. 研究流程

研究流程分為活動前、活動中與活動後，活動共進行 18 次，每次進行 3 個小時。為期一學期。在活動前，調查學生背景與相關資訊與填寫自我效能量表前測。在活動中，本研究安排三個單元的數位敘事遊戲創作設計，分別為 Twine、Inform 7、Ren' Py 等數位工具，每單元分別進行為期五週的創作活動，讓學生能學習工具使用、熟悉理論、實踐作品。每堂課進行前，教師會先進行 30 分鐘的介紹，並安排該次上課的小組討論活動，包括尋找相關資料，並透過筆記記錄其所尋找的資料，從中教導學生包括選定主題、決定內容範圍、設計活動內容、進行方式、實際測試等，並在該次課程結束前，每個小組需要分享該次的討論結果。教師會依小組分享情況進行補充教學。在活動過程中，研究人員進行觀察，並進行模式與活動的修

改與調整。活動後，學生填寫自我效能量表後測與參與情況自我評分與 5 題開放題問題，並進行訪談。



圖 1 學生對課堂練習進行討論



圖 2 學生根據教學內容進行實作

4.3. 資料收集

參與情況：為了了解學生的參與情況，本研究參考 Chen 和 Yang (2019) 經統合分析 30 篇專題式學習 (Project-based learning) 所採用的學習表現構面與 Nestel 與 Tierney (2007) 所提出角色扮演於小組合作概念，參與情況的評估分為問題解決、思考模式、個人貢獻、小組合作 (Vizeshfar et al., 2019) 與評估反思等能力的變化。參與情況的資料收集包括開放題與自我評分二部分，每個維度皆包括一題開放題與一題自我評分，共五個維度。

自我效能量表：為了了解學生是否認為自身具有自我效能，本研究採用先前研究者 Tierney 和 Farmer (2011) 與 Bandura (2006) 來訂立自我效能量表，以李克特氏五點量表檢視學生的自我效能，量表分為四個向度：成就表現、替代經驗、口語說服、個人身心狀態，每個面向各自包括六題，其中四題為正向題、二題為反向題。總共二十四題。各分量表的內部一致性信度介於 Cronbach $\alpha = .72 \sim .82$ ，顯示該量表的內部一致性佳。

5. 初步發現

5.1. 學生參與情況

為了了解學生在數位敘事創作專題後，對於不同面向的自我表現的評分，分別在問題解決、思考模式、角色合作與評估反思等能力的變化，分析結果分別顯示為 9.25、9.38、9.63、9.13 與 9.25 等相當高的平均分數，見表3。這意味著隨著活動的進行，數位敘事創作活動對於學生分別在問題解決、思考模式、個人貢獻、小組合作與評估反思等的參與情況產生正面影響。見表3。

表 3 在小組進行數位敘事創作專題中，對參與情況的自我評分 (n=9)

面向	問題	自我評分 (1~10) 平均數 (標準差)
問題解決	你曾經遇到的困難與解決方式？並且自我評分	9.25 (0.89)
思考模式	你覺得自己學會了什麼？並且自我評分	9.38 (0.74)
個人貢獻	你作出何種重要貢獻？並且自我評分	9.63 (0.74)
小組合作	你認為小組合作情況如何？並且自我評分	9.13 (1.81)
評估反思	你會想要重新規畫那些部分？並且自我評分	9.25 (0.89)

5.2. 學生自我效能

為了解學生們進行數位敘事遊創作專題活動後，對於數位敘事創作專題設計的自我效能變化，本研究分別收集了學生們在進行活動前後的資料，見表 4。為了比較參與活動學生的自我效能變化情況，進一步使用成對樣本 t 檢定分析，分別為成就表現面向 ($t_{(137)}=5.04, p=.000<0.001$)、替代經驗面向 ($t_{(137)}=5.93, p=.000<0.001$)、口語說服面向 ($t_{(137)}=4.90, p=.000<0.001$)、個人身心狀態面向 ($t_{(137)}=5.52, p=.000<0.001$)，活動前後的自我效能的四個分面向皆達顯差異，這意味著隨著活動的進行，透過遊戲說書模式並搭配數位工具於數位敘事創作專題活動對於學生的自我效能產生正面影響。

表 4 活動前後，學生自我效能的變化 (n=9)

	前測		後測		Δ (後-前)	t 值
	正面同意 人次 (百分比)	平均數 (標準差)	正面同意 人次 (百分比)	平均數 (標準差)		
成就表現	26 (48.15%)	3.45 (0.77)	35 (64.81%)	3.79 (0.81)	0.34	5.04***
替代經驗	32 (59.26%)	3.80 (0.91)	47 (87.04%)	4.22 (0.85)	0.42	5.93***
口語說服	27 (50.00%)	3.33 (0.76)	35 (64.81%)	3.63 (0.83)	0.30	4.90***
個人身心 狀態	21 (38.89%)	3.35 (0.77)	30 (55.56.32%)	3.73 (0.90)	0.38	5.52***

*** $p < .001$

6. 小結

本研究聚焦於學生的數位敘事能力的發展，透過互動故事情節來進行遊戲設計，學生透過遊戲媒體來積累數位說故事經驗，學生除了需要學習撰寫好的故事情節之間，也同時需要考量與閱讀者，甚至是遊玩者的可能交流形式。本研究初步研究結果發現透過「遊戲說書」模式，讓學生接觸與學習各式數位故事情節編寫工具，學生能透過設計敘事遊戲的過程中，撰寫各式不同的故事情節，嘗試創作非線性的、高互動的的數位敘事作品，透過 18 週的活動，研究結果顯示學生的活動參與與自我效能都有正面影響。此外，也有部分學生提到「部分數位工具的學習門檻比較高」，故有學生提到難以在短時間內掌握，後續也可以依學生的回饋進而修改課程內容。

誌謝

本研究在教育部高教深耕計畫「國立中央大學教學創新補助計畫」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- Anderson, L. W., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. NY: Longman.
- Boltman, A. (2001). *Children's Storytelling Technologies: Differences in Elaboration and Recall*. Dissertation. Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, Maryland.
- Ç irali, H., & Usluel, Y. K. (2015). *A Descriptive Review Study about Digital Storytelling in Educational Context*. Presented at the 7th International Conference on Education and New

- Learning Technologies (EDULEARN15), Barcelona, Spain. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Hatice_Cirali_Sarica/publication/284177441
- Engin, M. (2014). Extending the flipped classroom model: Developing second language writing skills through student-created digital videos. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 14(5), 12 – 26.
- Henderson, M., Auld, G., Holkner, B., Russell, G., Seah, W. T., Fernando, A., et al. (2010). Students creating a digital video in the primary classroom: Student autonomy, learning outcomes, and professional learning communities. *Australian Educational Computing*, 24(2), 12 – 20.
- Hoogerheide, V., Loyens, S. M. M., & van Gog, T. (2014). Effects of creating video-based modeling examples on learning and transfer. *Learning and Instruction*, 33, 108 – 119. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.04.005>.
- Jordan, J. T., Box, M. C., Eguren, K. E., Parker, T. A., Saraldi-Gallardo, V. M., Wolfe, M. I., et al. (2015). Effectiveness of student-generated video as a teaching tool for an instrumental technique in the organic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 93, 141 – 145.
- Liu, C.-C., Liu, K.-P., Chen, G.-D., & Liu, B.-J. (2010). Children’ s collaborative storytelling with linear and nonlinear approaches. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4787 – 4792. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.771>
- Ouwehand, K., van Gog, T., & Paas, F. (2015). Designing effective video-based modeling examples using gaze and gesture cues. *Educational Technology & Society*, 18(4), 78 – 88.
- Palmgren-Neuvonen, L., & Korkeamäki, R. L. (2014). Group interaction of primary-aged students in the context of a student-generated digital video production. *Learning, Culture and Social Interaction*, 3(1), 1 – 14.
- Pan, G., Sen, S., Starett, D., Bonk, C. J., Rodgers, M., Mikoo, M., et al. (2012). Instructor-made videos as a student scaffolding tool: A case study. *Journal of Online Learning and Teaching*, 8(4), 298 – 311.
- Robin, B. (n.d.). *What is digital storytelling?* Educational uses of digital storytelling. <https://digitalstorytelling.coe.uh.edu/page.cfm?id=27&cid=27&sublinkid=29>
- Rodriguez, P. M., Frey, C., Dawson, K., Liu, F., & Rotzhaupt, A. D. (2012). Examining student digital artifacts during a year-long technology integration initiative. *Computers in the Schools*, 29(4), 355 – 374. <https://doi.org/10.1080/07380569.2012.737293>.
- Smith, S. (2016). (Re) counting meaningful learning experiences: Using student-created reflective videos to make invisible learning visible during PjBL experiences. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(1), 2 – 16. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1541>.
- Woodcock, P. (2012). Bravery, technological literacy and political philosophy: Replacing oral presentations with student-created video presentations. *Enhancing Learning in the Social Sciences*, 4(2), 1 – 9.
- Yang, Y. C., & Wu, W. I. (2012). Digital story telling for enhancing student academic achievement, critical thinking, and learning motivation: A year-long experimental study. *Computers & Education*, 59(2), 339 – 352. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.012>.

教师智能教育素养模型及发展策略研究

A Review of Research on Teachers' Intelligent Educational Literacy Models and Development Strategies

刘婧¹

¹ 北京邮电大学, 教育技术研究所

*2803957956@qq.com

【摘要】 近年来, 人工智能在教育领域的应用越来越普遍, 人工智能教学平台的使用成为教师个性化教学和学生评估的重要部分, 人工智能工具有效使用的关键在于具备较高智能教育素养的教师。为了明确教师应该具备的智能教育素养以及教师素养能力的发展策略, 本文采用文献分析法, 阐述了国内外教师智能教育素养的研究现状, 从知识工具层、实践应用层、教学研究层和道德意识层四个层面构建了教师智能教育素养模型, 最后从国家、学校及教师层面对教师智能教育素养的提升和教师专业发展提出了相关建议。

【关键词】 教师素养; 智能教育素养; 人工智能素养; 教师发展

Abstract: In recent years, the application of artificial intelligence in education has become more and more common, and the use of artificial intelligence teaching platforms has become an important part of teachers' personalized teaching and student assessment. The key to the effective use of artificial intelligence tools lies in teachers with high intelligent educational literacy. This paper adopts the content analysis method, describes the current situation of research on teachers' intelligent educational literacy at home and abroad, constructs a model of teachers' intelligent educational literacy from three levels. Finally, we put forward suggestions for the improvement of teachers' intelligent education literacy and professional development at the national, school and teacher levels.

Keywords: teacher literacy, intelligent educational literacy, AI literacy

1. 前言

近年来, 人工智能、大数据、云计算等新兴技术快速发展, 给各行各业带来了新的挑战和发展机遇。人工智能的出现给教育领域也带来了很大的变化, 国家层面出台了一系列政策促进人工智能技术在教育领域的应用, 如 2017 年国务院发布的《新一代人工智能发展规划》就将“发展智能教育”作为一项重要内容, 强调要利用人工智能技术推动教育教学改革; 2018 年教育部印发《教育信息化 2.0 行动计划》提出开展以学习者为中心的智能化教学环境建设, 推动人工智能在教学、管理等方面的全流程应用。随着对人工智能技术的深入了解和应用, 人们讨论和关注的重点从“人工智能是否会取代教师”转变为“人机协同”以及“人工智能时代教师需要具备的素养”。实际上, 越来越多的学校开始使用智慧学习平台对学生进行评估、个性化资源推送以及指导教师调整教学。因此, 如何针对性地提升教师的智能教育素养、帮助教师使用人工智能改进自己的教学是人工智能在教育领域落地生根过程中亟待解决的课题。

但是很多教师反应不知如何有效地使用智慧平台等人工智能技术, 对人工智能技术在教育中的具体作用缺乏深入了解, 甚至有些教师认为从中获取的信息的仅凭观察和经验就能得到, 这反应出教师普遍缺乏“智能教育素养”, 王丹 (2022) 指出教师智能教育素养是教师运用人工智能技术提升教学与管理效能、创新人才培养模式、塑造智能伦理与价值规范、提高学生个性化、智能化学习水平与创新能力的综合性素养。简单来说, 教师智能教育素养是指人工智能时代教师使用人工智能改进教学过程中需要具备的核心素养。为此, 本文通过比

较国内外学者对教师智能教育素养内涵和框架的研究,提出了一个四层智能教育素养模型,然后从国家政策、学校支持、教师互助以及自身驱动四个角度提出了教师智能教育素养的发展策略,旨在为国内教师提升智能教育素养提供参考,能够更熟练更有效地应用人工智能技术提升自己的教学水平。

2. 研究现状

本研究从中国知网 (CNKI) 上以“人工智能教育素养”、“人工智能素养”、“智能素养”、“智能教育素养”、“人工智能+教师素养”为关键词进行搜索,时间限定在2010年至2022年,文献来源设定为SCI期刊和CSSCI期刊,获得文献95篇;以“AI education”、“AI literacy”、“AI competency”、“teaching AI”、“ML literacy”和“Artificial Intelligence Literacy”为主题,在web of science 核心合集检索到可开放获取的文章77篇。经过进一步筛选,排除与主题无关文章,最终选取了54篇中文文献,23篇外文文献。

通过梳理、分析和归纳教师智能教育素养相关的论文,可以发现在理论层面许多学者从不同角度对教师智能教育素养进行了定义;在实践应用层面,许多学者构建了智能教育素养的框架和模型,提出了教师需要具备的智能教育素养和提升策略。

2.1. 教师智能教育素养概念研究

“智能教育素养”一词在2018年教育部发布的《关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》中首次提出,强调了教师智能教育素养的两个关键:在理论层面要了解人工智能技术的相关知识及其发展,在应用层面要积极使用人工智能技术推进教学改革。大多数研究者是从人工智能技术应用于教育教学的角度对教师智能教育素养进行定义和描述。如麻省理工学院的Duri Long等(2020)首先将人工智能素养定义为一套能力:“批判性地评估人工智能技术;与之有效沟通和合作;将其作为在线、家庭和工作场所的工具”,其次对于教师来说,智能教育素养除了需要掌握人工智能素养中的相关能力,还需要将人工智能技术运用到教学全过程中的能力,包括课程开发、教学设计及教学评价等。李湘(2021)分辨了智能教育素养与人工智能素养、教师专业素养的关系,即“教师的智能教育素养既具有人工智能素养的基本规定性,又体现教师的专业特性”。

国内研究者倾向于从多个层面构建教师智能教育素养框架,主要包括知识层面、技术层面、伦理道德层面等(胡小勇等,2021;吴河江等,2020)。部分研究者从人机协同的角度出发,更加针对具体地阐述教师智能教育素养,如郭炯等(2021)除了关注智能技术赋能的教育发展,更关注智能技术在教育教学中的融合应用,他们认为智能教育素养是“智能时代教师开展符合伦理道德的人机协同教学工作的能力、思维和品质”;许亚锋等(2020)关注到大数据与人工智能技术趋向融合的背景,从人机协同的角度提出教师需要将人工智能素养和数据素养有机融合起来,并将这种融合称作“数智素养”,这与一些国外学者的看法相似,如Viktoria Olari等(2021)认为“数据素养与机器学习的AI子领域密切相关”,由此提出了在AI素养框架中涵盖数据素养能力的方法。

国外更多地进行实证研究,以此为依据对教师提出相关要求。如Van Brummelen等(2021)通过评估麻省理工学院的人工智能课程,发现最难的是人工智能的伦理和机器学习并建议应该通过设计强化该主题、人工智能与教师合作;Kandlhofer M等(2017)认为未来人工智能和计算机科学方面的知识将变得和传统的知识(阅读/写作)一样重要,因此开发了一个针对不同年龄段和不同教育水平的人工智能教育体系,旨在培养人工智能素养,最后通过试点实施证明了其可行性;Lin CH等(2021)通过实践研究发现学生的人工智能素养与他们对人工智能伦理问题的认识显著相关,基于SIEM的人工智能课程能够提高低人工智能素养的学习者对人工智能伦理问题的认识,因此教师可以设计相关的人工智能课程帮助提高学生素养。还有学者开发并测试了在职中小学教师的人工智能素养能力方案(Sun J等,2022)。

综上所述,教师的智能教育素养研究还处于探索阶段,学界对人工智能时代教师需要具备的素养没有形成统一的说法,国内有关人工智能教育素养的实证研究匮乏。关于智能教育素养

的表述和内涵说法众多，如人工智能素养、人工智能教育素养等。本研究认为虽然名称不同，但这些概念的含义是类似的，在本文中统一使用智能教育素养来表示教师在使用人工智能技术促进教和学的过程中需要具备的知识、技能和伦理等。

2.2. 教师智能教育素养体系框架研究

不同的学者从不同层面对教师智能教育素养的构成要素进行了分析，表1列举了国内外部分比较完整的、有代表性的研究作为参考依据，对其中教师智能教育素养要素进行了归纳。总体看来，国内外学者都强调教师要将人工智能技术应用到教学中的能力，但考虑的内容和层次略有不同。国内学者倾向于将智能教育素养分为知识、能力和态度三个层面，如刘斌、胡小勇等，并且将伦理道德作为重要的一部分；国外学者除了关注人工智能相关知识，Duri Long 等（2020）提到了教师需要具备的相关数据能力及编程能力，Kandlhofer 等（2017）将使用人工智能促进师生之间以及生生之间的合作的能力也纳入了智能教育素养的范畴。

表1 教师智能教育素养要素

学者		教师智能教育素养要素
国内	胡小勇等（2021）	知识基础 （教学法知识、教育人工智能技术知识、创意知识）、 能力聚合 （创意教学设计者、融合教育人工智能技术的创意教学行动者、智慧型教师引领者、创意智能学习示范者）、 思维支撑 （教育思维、设计思维、计算思维和数据思维）、 文化价值深化 （课堂学习文化境脉、社会文化活动境脉和教育人工智能技术文化境脉中的具体文化涵养及价值观）。
	吴河江等（2020）	技术素养 （技术意涵、明确技术范畴、了解技术发展史与技术性质、轻松自如地使用技术、正确的技术观）； 人文素养 （道德、审美、哲学、信仰、情感、态度、价值观等）； 驾驭人工智能的素养 （创新性思维、批判性思维、系统性思维）。
	刘斌（2020）	基本知识 （理论型、实践型、技术型）、 核心能力 （智能教育教学能力）、 伦理态度 （理性的态度、合乎伦理道德的实践）。
	吴茵荷等（2021）	硬素养 （数据化、结构化和可重复的教育教学能力）； 软素养 （基于“关系能力”和创造性的教育教学能力）； 巧素养 （教育人机协同的价值观、意识、知识能力与反思）。
国外	Long & Magerko, (2020)	认识人工智能、理解智能、跨学科性、区分一般和狭义的人工智能、人工智能的优势和劣势、想象未来的人工智能、理解知识表征、决策、ML的步骤、人工智能中人类角色、数据素养、从数据中学习、批判性地解释数据、行动和反应、了解传感器、决策、ML的步骤、人工智能中人类角色、数据素养、从数据中学习、批判性地解释数据、行动和反应、了解传感器、职业道德、可编程性。
	Anton, Behne, & Teuteberg, (2020)	技术能力 （技术知识、数据能力和系统知识）， 技术知识 （人工智能相关软件和软件开发不同方面的能力）， 数据知识 ， 系统知识 （解决问题的能力以及有关方法和STEM领域的知识）， 管理能力 （业务知识和社会能力）， 商业知识 （商业智慧和商业管理）， 社交能力 （领导能力和合作能力合作）。

Chiu & Chai,
(2020)

Kandlhofer,
Steinbauer,
Hirschmugl-Gaisc
h, & Huber, (2016)

人工智能基础知识; 使用人工智能设计和教学的能力;
使用人工智能适应学生多样化和动态需求的能力; 使用
人工智能对相关课程评估的能力; 把人工智能和生活社
会联系教学的能力; 创造和开发人工智能课程的能力。

人工智能和计算机科学原理的扎实知识; 人工智能和计
算计算机科学的基本概念; 使用人工智能促进学习者之间的
合作以及教师与学习者之间的合作。

3.教师智能教育素养能力模型

3.1. 智能教育素养能力维度和要素分析

上述研究提出的 AI 素养要素中，有些虽在术语表达上不同，但含义和内容相近，因此，可以将它们归类合并。最终，本研究将教师智能教育素养及对应的能力归纳到 8 个基本维度，如表 2 所示。

表 2 教师智能教育素养维度和关注点

序号	维度	关注点
1	基础知识	了解计算机科学原理和基本概念，认识人工智能，区分一般和狭义的人工智能，明确人工智能的优劣势；
2	技术工具	了解人工智能技术发展史与技术性质，轻松自如地使用技术，正确的技术观；
3	人机协同能力	使用人工智能促进学习者之间的合作以及教师与学习者之间的合作，使用人工智能适应学生多样化和动态需求，使用人工智能设计评估教学，人机协同教学；
4	数据素养能力	获取和分析人工智能产生的数据，从数据中学习、批判性地解释数据，根据人工智能的反馈提供个性化、精准化学习指导；
5	人工智能教学	设计和选择合适的人工智能教学，融合教育人工智能技术进行创意教学，使用人工智能产生诊断教学设计并进行反思，使用人工智能实现精准化的教学评价、个性化学生评价，利用人工智能技术设计开发灵活多样的学习环境，设计立体化、跨学科融合的综合课程，实现虚实结合教学；
6	课程开发和评估	创造和开发人工智能课程，评估人工智能课程；
7	思维意识	计算思维，思维支撑（教育思维、设计思维、计算思维和数据思维），社会意识（社会认知、社会责任、社会引领），驾驭人工智能的思维和意识（创新性思维、批判性思维、系统性思维），协作意识和能力（教师与教师、教师与机器、学生与机器）；
8	伦理道德	伦理态度（理性的态度、合乎伦理道德的实践），职业道德，人文素养（道德、审美、哲学、信仰、情感、态度、价值观等），教育服务伦理监管。

3.2. 教师智能教育素养能力模型构建

根据朱旭东（2014）提到的教师专业发展的机制是“教师运用教师精神、教师知识、教师能力等专业基础的活动过程”，本文进一步将上述提出的智能教育素养 8 个维度归纳到四个层次下：知识工具层（基础知识、技术工具）、实践应用层（数据素养能力、人工智能教学）、教学研究层（人机协同能力、课程开发和评估）和道德意识层（思维意识、伦理道德），

构建出教师智能教育素养能力模型如图 1 所示。接下来将分别对这四个层次内涵进行解析。

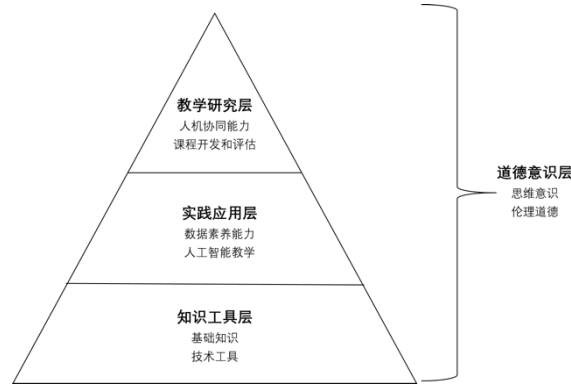


图 1 教师智能教育素养能力模型

3.2.1. 知识工具层

知识工具层涉及到的能力是对教师最基本的要求，是后续教学和研究的基础。知识层面上涉及到的智能教育素养主要包括两个方面：人工智能基础知识和人工智能工具知识。在基础知识层面，教师需要知道人工智能的发展历程、优劣势以及人工智能在人类生活尤其是教育领域中的应用和由此带来的机遇和挑战。

在人工智能技术工具方面，人工智能技术框架包括算法层、感知层和认知层，各类人工智能教育应用一般需要结合三层中的技术来实现，教师需要了解三层中包含的主要技术，掌握人工智能的工作原理，以便能够根据自己的需要选择合适的人工智能工具，客观地分析和利用人工智能获取的数据和报告，最好能够学习人工智能编程和算法知识，可以根据实际需求开发或修改程序，更好地服务于精准教学。

3.2.2. 实践应用层

实践应用层是最关键的能力，要求教师能够有效使用人工智能促进自己的教学，具体包括两方面的内容：一是人工智能教学设计能力。为了促进人工智能教育应用，要求教师将人工智能融入教学全过程，选择合适的人工智能工具促进教师的教以及学生的学，具体包括：利用多模态技术设计创造灵活多样的学习环境，实现虚实结合教学，使用人工智能进行智能导学和学情检测，使用人工智能实现自动化测评、精准化的教学评价和个性化的学生评价；二是数据素养能力。在使用人工智能的过程中，会产生大量的数据，李青等（2016）指出在教学实践层面教师的数据素养包括“教学数据获取、教学数据处理以及教学数据评估的能力”，即在教学过程中，教师需要获取人工智能产生的数据，处理和分析数据后，应用这些数据对学生进行评估，进而发现学习问题和教学问题，最终调整教学策略，改进自己的教学，达到促进学生学习的目的。这三个能力中都涉及“AI+教师”的人机协同应用能力，应用人工智能进行一部分简单枯燥、重复性强的教学活动，将更多精力投入到富有创造力的教学设计和更复杂的育人上。

3.2.3. 教学研究层

教学研究层对教师提出了更高层次的要求，包括进行人工智能课程的开发以及人机协同促进教和学，一方面教师要有一定的创新性，对学生需要掌握的人工智能知识和技能有充分的了解；另一方面要求教师更加关注学生情感上的需求，利用人工智能提高工作效率从而有更多的时间关注学生的全面发展。卢宇等（2021）指出中小学阶段的人工智能课程需要促使学生乐于进行相关的理论探索和动手实践，引导学生重视智能技术所带来的社会伦理与道德等问题，最终帮助学生适应未来的智能化学习与生活方式。目前人工智能课程建设处于起步阶段，教师应具有评估已有人工智能课程的能力，取长补短，基于本校实际情况设计立体化、跨学科融合的综合性和人工智能校本课程。

3.2.4. 道德意识层

道德意识层涉及到的能力要求贯穿教学过程的始终，教师需要时刻关注和遵守。教师是

学生的榜样和典范, 师德是教师的职业精神, 智能教育素养除了包含最基本的敬业精神、奉献精神 and 团队精神等, 更加强调思维意识以及理论道德精神。在思维意识层面, 教师首先要意识到人工智能技术的存在对于教育教学是一个机遇, 人工智能技术能够提升教学质量和效率。其次, 教师需要有意识地学习人工智能相关知识, 以便能够在教学中熟练使用人工智能技术, 吴茵荷等 (2021) 还指出“计算思维是人机协同时代个体的基本技能”, 要注意培养教师的计算思维。

此外, 由于人工智能应用的过程中涉及到学生和数据, 带来了许多伦理道德问题, 正如 Amanda (2016) 提到的“数据泄漏和隐私侵害”、“AI 算法数据可能存在隐性偏见会导致歧视和错误评价”、“AI 教学资源与技术的可获得性可能加剧现有教育不公平”、“人机交流过多可能减少师生交流而造成心理压力及情感难以排解”等。这要求教师在应用人工智能技术教学的过程中合理应对伦理困境, 包括邓国民 (2021) 列举的: “知道如何定义和应对自己新的角色地位及其与智能导师之间的关系”、“知道如何保护学生的隐私”及“个人安全及遵循伦理准则做出伦理决策”等。

4. 教师智能教育素养发展路径

人工智能不能取代教师, 但是使用人工智能的教师却能取代不使用人工智能的教师。人工智能时代的教师只有具备人机合作的意识, 掌握必要的智能教育素养能力, 才能适应人工智能教学的大环境, 更高效更有效地进行教育教学工作。关于教师智能教育素养的培养, 有以下几方面建议:

4.1. 国家政策

教师的专业发展方向离不开国家、政府的政策指导, 一方面, 这些政策能够帮助教师明晰最新局势和先进技术, 紧跟时代的步伐; 另一方面, 这些政策可以给学校的政策和活动提供暗号, 包括科研方向、资金分配、教师考核等等。因此, 国家需要制定较为详细的关于培养教师智能教育素养的政策, 引起学校及教师的重视, 便于教师紧跟教育发展的新趋势, 循着政策的引领促进自身素养的提高。

4.2. 学校推进

国家政策能够提供一个大体方向, 具体的实施方式还需要学校领导管理层来制定。学校政策的制定受制于学校实际情况的影响, 包括师资力量、学校经费、学校现代化设备等等。教师智能素养的提升无法一蹴而就, 会受到很多因素的干扰, 教师自身动机等内部因素学校无法干预, 但是学校可以为教师提供良好的外部环境, 如举办智能教育素养讲座引领教师转变观念, 引进人工智能平台和工具并请专业技术人员培训, 帮助教师发现人工智能技术的优势; 提供关于人工智能的教师教育课程, 帮助教师加强与人工智能技术相关的能力; 改革教师评价机制, 激发教师使用人工智能技术改进教学的斗志等等。

4.3. 教师合作

教师之间的交流对于人工智能工具的推广十分有效, 相比于学校领导甚至专家的倡导和建议, 教师更倾向于相信自己亲眼见到的证据。在观察了使用人工智能工具或平台的教师课堂之后, 听课的教师更容易愿意尝试使用人工智能技术改善自己的课堂。此外, 教师之间可以组成学科或年级小组, 共同探讨使用人工智能平台教学和评估的方法, 来解决传统教学中可能出现的批改作业繁琐且易出错、难以精准识别学生的薄弱点并为之推送相应资源、没有精力为每个学生制定个性化的学习方案等普遍问题。

4.4. 自我驱动

处于科技迅速发展的 21 世纪, 自我提高内驱力、终身学习是教师必须具备的态度, 只有不断学习新的教学理念、新的教学工具, 才能不被教育行业所淘汰, 才能培养新一代具有创新能力、能够适应时代潮流的学生。首先, 教师需要认识到人工智能应用于教学中的优势, 克服传统的守旧观念, 积极学习新技术新观念, 了解人工智能工具的原理和编程知识, 与其他教师合作交流并不断总结反思调整自己的教学, 最后还可以在自己力所能及的范围内向其

他教师推广人工智能的教学方式，共同提高教学效率。

参考文献

- 中华人民共和国教育部。教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知。取自<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201808/t20180815_345323.html>
- 王丹 (2022)。人工智能视域下教师智能教育素养研究：内涵、挑战与培养策略。中国教育学刊, (03), 91-96。
- 邓国民、李云春和朱永海(2021)。“人工智能+教育”驱动下的教师知识结构重构——论融入伦理的 AIPCEK 框架及其发展模式。远程教育杂志, (01), 63-73。
- 卢宇、汤筱筠、宋佳宸和余胜泉(2021)。智能时代的中小学人工智能教育：总体定位与核心内容领域。中国远程教育, (05), 22-31+77。
- 刘斌(2020)。人工智能时代教师的智能教育素养探究。现代教育技术, (11), 12-18。
- 朱旭东 (2014)。论教师专业发展的理论模型建构。教育研究, (06), 81-90。
- 许亚锋、彭鲜、曹玥和杨小峻(2020)。人机协同视域下教师数智素养之内涵、功能与发展。远程教育杂志, (06), 13-21。
- 李青和任一妹(2016)。教师数据素养能力模型及发展策略研究。开放教育研究, (06), 65-73。
- 李湘 (2021)。师范生智能教育素养的内涵、构成及培育路径。现代教育技术, (09), 5-12。
- 吴茵荷、蔡连玉和周跃良(2021)。教育的人机协同化与未来教师核心素养——基于智能结构三维模型的分析。电化教育研究, (09), 27-34。
- 吴河江、涂艳国和谭轶纱(2020)。人工智能时代的教育风险及其规避。现代教育技术, (04), 18-24。
- 国务院。国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知。取自<http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm>
- 胡小勇和徐欢云(2021)。面向 K-12 教师的智能教育素养框架构建。开放教育研究, (04), 59-70。
- 郭炯和郝建江(2021)。智能时代的教师角色定位及素养框架。中国电化教育, (06), 121-127。
- 教育部。教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知。取自<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html>
- 教育部。教育部办公厅关于开展人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知。取自<http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201808/t20180815_345323.html>
- Anton, E., Behne, A., & Teuteberg, F. (2020). The Humans Behind Artificial Intelligence – An Operationalisation of AI Competencies.
- Chiu, T. K., & Chai, C. S. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. Sustainability, 12(14), 55-68.
- Kandlhofer, M., Steinbauer, G., Hirschmugl-Gaisch, S., & Huber, P. (2017). Artificial Intelligence and Computer Science in Education: From Kindergarten to University. In IEEE Frontiers in Education Conference (FIE).
- Lin, CH., Yu, CC., Shih, PK., & Wu, LY. (2021). STEM-based Artificial Intelligence Learning in General Education for Non-Engineering Undergraduate Students. Educational Technology & Society, 24 (3) , 224-237.
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-16.
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, K. W. S., & Qiao, M. S. (2021). AI Literacy: Definition, Teaching, Evaluation and Ethical Issues. Proceedings of the Association for Information Science and Technology, 58(1), 504-509.
- Olari, V., & Romeike, R. (2021). Addressing AI and Data Literacy in Teacher Education: A Review

of Existing Educational Frameworks. In The 16th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, 1-2.

Sun, J., Ma, H., Zeng, Y. et al. (2022). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Educ Inf Technole*. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11256-5>

Sharkey, A. J. (2016). Should we welcome robot teachers? *Ethics and Information Technology*, 18(4), 283-297.

Van Brummelen, J., Heng, T., & Tabunshchik, V.(2021).Teaching Tech to Talk: K-12 Conversational Artificial Intelligence Literacy Curriculum and Development Tools. In The 35th AAAI Conference on Artificial Intelligence, 15655-15663.

国内高职院校产教融合研究的可视化分析

Visual Analysis of Research on Production-teaching Integration in Domestic Higher

Vocational Colleges

颜仓

哈尔滨师范大学

* yancang@stu.hrbnu.edu.cn

【摘要】 产教融合是高职院校人才培养的重要方式，因此立足于新职业教育法以及二十大的背景，研究该问题。在对文献筛选后，运用 Cite Space 进行可视化分析，归纳作者、研究机构、发文量以及当前的热点与趋势。经过研究发现，该领域在整体上受政策影响较大，研究人员在不断扩大与更新，研究机构集中于职业院校中，研究范围较广。但是也存在研究质量有待提升，合作研究仍需加强的问题。

【关键词】 高职院校；产教融合；研究；分析

Abstract: The integration of production and education is an important way to cultivate talents in higher vocational colleges. Therefore, based on the background of the New Vocational Education Law and the Twenty National Universities, this issue is studied. After literature screening, Cite Space is used for visual analysis to summarize authors, research institutions, number of publications, and current hot spots and trends. Through research, it is found that this field is greatly affected by policies on the whole, and researchers are constantly expanding and updating. The research institutions are concentrated in vocational colleges, and the research scope is wide. However, there are still some problems that need to be improved in research quality and collaborative research.

Keywords: higher vocational colleges, integration of production and education, study, analysis

1. 前言

高职院校是职业教育的重要组成部分，是实施的一大主体。

高职院校深化产教融合是实现教育和产业良性互动、协调发展的着力点，是解决人才教育供给与产业需求结构性矛盾的突破点，是我国职业教育长期坚持的发展方向。（王玉龙和郭福春，2021，p40-45）

当前处于后疫情时代，受其影响，社会更多的群体希望接受更高等的教育。我国目前也已经迈入了高等教育普及化的阶段，同时国家于 2022 年 4 月出台新修订的《中华人民共和国职业教育法》，二十大报告中提出统筹职业教育、高等教育、继续教育协同创新，推进普职融通、产教融合、科教融汇，优化职业教育类型定位。在新的时代背景与指导方向下，重新审视高职院校中产教融合对解决社会就业问题的影响具有重要价值。因此，本文对相关领域的文献进行分析，总结当前发展现状，在新背景下，预测未来走向与热点话题，为今后的研究提供重要参考。

2. 研究设计

2.1. 数据来源

本研究的数据来源为中国知网 CNKI 期刊全文数据库，选取核心期刊和 CSSCI 期刊论文、学位论文及会议论文，通过高级检索主题为“高职院校”并含“产教融合”，或“高职院校”并含“产学研融合”，或“高职院校”并含“产学研加值”，或“高职院校”并含“产学研共创”，或“高职院校”并含“产学研创新”，或“高职院校”并含“组织融合”。学科为“高等教育”

与“职业教育”，将时间截止到2023年2月。得到期刊573篇，通过手工筛选，剔除学校及地方介绍、书评、点评、新闻、会议、无作者等本研究主题无关的文献，最终得到有效文章562篇；学位论文为215篇；会议论文为53篇；总计830篇。

2.2. 研究方法

本研究使用的工具是Cite Space 5.8.R3。

Cite Space 是应用Java语言开发的一款信息可视化软件,它主要基于共引分析理论和寻径网络算法等,对特定领域文献进行计量,以探寻出学科领域演化的关键路径及其知识拐点,并通过一系列可视化图谱的绘制来形成对学科演化潜在动力机制的分析和学科发展前沿的探测。(陈悦、陈超美、刘则渊、胡志刚和王贤文,2015, p242-253)

对作者、研究机构、发表期刊、发文量等基本信息进行统计,对高职院校产教融合的相关研究进行可视化分析,结合新修订的《中华人民共和国职业教育法》的时代背景,发现研究热点问题,总结其总体发展趋势,预测未来走向。在本研究中, $Q=0.9152>0.3$, $S=0.9744>0.5$,符合要求。

3.研究结果

3.1. 研究现状

3.1.1. 作者分析

根据普赖斯定律的计算公式,其中 $M=0.749 \times \sqrt{(N_{\max})}$ 为文章篇数, N_{\max} 为所统计年限内发表文章数量最多的那位作者的发文数。(姚雪、徐川平、李杰、冯甜和舒安琴,2017,p64-66)

本研究中,发文量最高的是李梦卿,共8篇,将其带入可得 $M=0.749 \times \sqrt{8}=2.118$ 。所以,在所有作者中,发文量 ≥ 3 篇,为核心作者。根据基本信息的统计得知,本研究核心作者共25位,发表文章共79篇,占总量的9.5%,未达到50%以上,说明当前仍未形成核心作者群。由图1可得,研究的作者群体较为分散,以独立作者为主,合作作者较少,仍需进一步加强彼此之间的合作。近些年不断有新的作者加入这一研究领域,未来研究人员的队伍将进一步扩大,不断丰富研究成果。



图1 作者合作情况图

3.1.2. 研究机构分析

通过对研究机构进行分析,可以得知其集中分布的区域情况。如图2所示,在所有研究机构中,排名前5位的是天津大学、广东技术师范大学、江苏农牧科技职业学院、浙江金融职业学院、金华职业技术学院。对于该领域的研究集中于职业院校与研究型大学中,从区域分布的角度来看,位于我国东南沿海地区,说明经济发展情况对该领域的研究具有一定的影响。

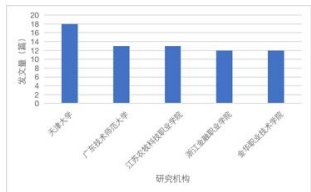


图2 研究机构统计图

3.1.3. 发文量分析

由图3可得,该研究领域,首篇核心以上期刊论文于2001年发表,首篇学位论文于2002年发表,首篇会议论文于2003年发表。经过起步阶段(2001年—2013年)、推进阶段(2014年—2017年)、发展阶段(2018年—2022年)、深化阶段(2023年及以后)。

2013年《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》提出:“加快现代职业教育体系建设,深化产教融合、校企合作,培养高素质劳动者和技能型人才”。由此,推动了对高职院校产教融合的不断研究。2014年《国务院关于加快发展现代职业教育的决定》明确将其作为指导思想。2017年,《关于深化产教融合的若干意见》明确规定“将产教融合作为促进经济社会协调发展的重要举措,融入经济转型升级各环节,贯穿人才开发全过程,形成政府、企业、学校、行业社会协同推进的工作格局”。2021年,《关于推动现代职业教育高质量发展的意见》,提出“完善产教融合办学体制”,同时“协同推进产教深度融合”。由此,该领域的研究达到顶峰。2022年,新修订的《中华人民共和国职业教育法》提出职业教育要“坚持产教融合、校企合作”,二十大报告强调在高等教育中加强产教融合。在新的法律与政策指导下,未来关于该领域的建设与发展将更加完善,不断深化,同时更多的研究人员、研究机构投入其中,产出更多的研究成果。

综上所述,发现高职院校产教融合的研究在一定程度上受国家政策影响较大,随着政策、法律的不断推进而加速研究进程。

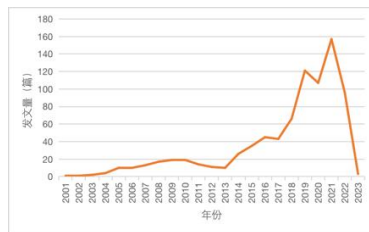


图3 发文量时间分布图

3.2. 研究热点

3.2.1. 共现分析

在Cite Space所提供的图谱中,各个年轮环表示节点,节点越大,关键词所出现的频次越高。

表示作者在该研究中,使用的越多,为该专业领域的核心词。另外,根据陈超美教授的理论,关键词中心度越高,表明该词在研究领域内影响越广泛。(仇梦华和张力跃,2018, p69-74)

说明该关键词中介性就越强,能够产生较强的沟通、连接作用,作用于其他领域之中。剔除产教融合、高职院校、高职教育、职业教育等表述含义接近且研究范围较大的领域,得到产学合作、产学研结合、校企合作、人才培养、产业学院等为较为凸显的关键词,且与各部分联系密切,关联性更强。

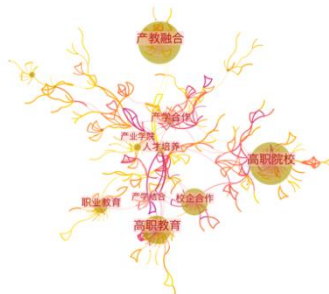


图4 关键词共现图

3.2.2. 聚类分析

通过算法计算进行聚类分析,得到15个聚类结果,如图5所示,分别为高职院校、高职教育、产教融合、产学合作、对策、产学研、职业教育、实训基地、工学合作、校企合作、人才培养、专业群、发展路径、协同育人、兼职教师。通过对比,将相近内容进行归类,如

高职教育、高职院校与职业教育，产教融合、产学合作、工学合作、产学研以及校企合作，人才培养与协同育人，对策与发展路径。该四个知识群与实训基地、专业群、兼职教师，共七个知识群构成未来研究趋势与热点。

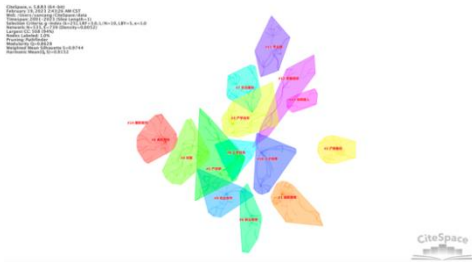


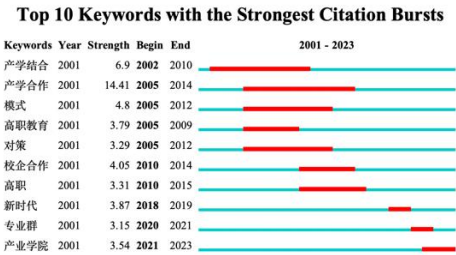
图 5 关键词聚类图谱

3.2.3. 突现词分析

通过对 2001 年以来对关键词突现情况进行分析，得到 10 个突现词，如图 6 所示，分别为产学结合、产学合作、模式、高职教育、对策、校企合作、高职、新时代、专业群、产业学院。

从突现强度来看，强度最大的是“产学合作”，其为研究对象，故而更为明显。其次，为“新时代”。其突现时间为 2018 年，这与国家发展的时代背景密切相关。2017 年，习近平总书记在党的十九大报告中提出：“中国特色社会主义进入了新时代”。因此，在 2018 年开始，研究者们着重注意“新时代”在该领域中的研究。从突现时间来看，持续时间最长的同样为“产学合作”，其次为“产学结合”，剔除二者，则为“模式”持续时间最长，达到 7 年。最新的研究热点议题是专业群与产业学院。

图 6 突现关键词



4. 研究讨论

4.1. 研究数量有所增长，质量有待提高

从发文量来看，受到国家政策的指导，研究成果的数量总体呈现上升趋势，未来在新职业教育法的背景下，对其将进行更加深入的关注，预测发文量进一步上涨。

但是，从 2001 年至 2023 年，在这 23 年中，发文总量共有 830 篇，平均每年 36 论文，高质量的期刊论文数量相对较少，因此该领域的研究质量是一个值得关注的问题，仍有较大的提升空间。

4.2. 研究队伍较为分散，合作有待深化

从作者的角度来看，当前作者主要进行单独的研究工作，彼此缺少合作，整体较为分散，尚未形成核心作者群，因此作者之间的合作研究需要进一步深化；目前也有更多的新作者加入这一领域之中，为推进研究进步贡献力量。

从研究机构的角度来看，首先，研究机构独立研究较多，缺少相互间的联系与沟通。其次，研究机构的区域分布不均衡，东南沿海较多，内陆相对较少；其受到经济条件的制约。因此，需要增加各个研究机构之间的联系，从各自优势学科专业出发，通过合作研究，产出更多的高质量成果。与此同时，要突破职业院校的限制，推进更多的研究型大学的加入。

4.3. 研究话题紧跟前沿，内容有待深入

从研究的范围来看,涉及的话题较为广泛,并随着政策的不断出台而拓展。首先,关注育人问题;强调协调育人、合作育人、立德树人,增强技术技能训练,培养人才的创新性、创造性思维,保障培养质量。其次,体现本土化、信息化的总趋势;保障高职院校产教融合推进区域发展建设,体现中国特色与新时代的特征,充分利用当前“互联网+”与技术迭代的优势,加强构建平台建设,强调未来走向。

但是研究的内容需要进一步的深入细化,例如对于教师的研究,主要集中于评价体系、企业实践等,对于相关专业教师培养机制、平台建设等缺乏全面系统的研究。

参考文献

- 王玉龙和郭福春 (2021)。高职院校深化产教融合的现实样态与路径选择。职教论坛, 02, 40-45。
- 仇梦华和张力跃 (2018)。改革开放以来我国高等职业教育研究热点可视化分析。中国职业技术教育, 10, 69-74。
- 陈悦、陈超美、刘则渊、胡志刚和王贤文 (2015)。CiteSpace 知识图谱的方法论功能。科学学研究, 2015, 02, 242-253。
- 姚雪、徐川平、李杰、冯甜和舒安琴 (2017)。基于普赖斯定律和二八定律及在线投稿系统构建某科技期刊核心作者用户库。编辑学报, 2017, 01, 64-66。

交互式在线同伴评价对师范生的信息化教学设计能力和高阶思维的影响研究

Impact of Interactive Online Peer Assessment on Pre-service Teachers' Informatized

Instructional Design Skill and Higher Order Thinking

陈辉^{1*}, 宋汶樾¹, 王奕奕¹, 邢亚娜¹

¹ 华中师范大学 人工智能教育学部, 湖北 武汉 430079

*1149609498@qq.com

【摘要】 培养学习者的高阶思维能力, 是一流课程建设的要求和 21 世纪教育的重要目标。同伴评价是一种重要的高阶思维训练活动。鉴于传统在线同伴评价存在的系列问题, 研究采用交互式在线同伴评价, 探究其对师范生的信息化教学设计能力和高阶思维的影响。依托《现代教育技术应用》课程, 72 名师范生参与了本研究。结果显示: 相较于传统在线同伴评价, (1) 交互式在线同伴评价更好地提升了师范生的信息化教学设计能力、批判性思维倾向和反思; (2) 交互式评价活动中, 师范生的评语质量更高, 产生更多认知和元认知类评语。研究从优化在线同伴评价的角度为有效促进在线学习环境中师范生的能力发展提供了实践参考。

【关键词】 在线同伴评价; 师范生; 信息化教学设计能力; 高阶思维

Abstract: Developing students' higher order thinking capabilities, has been regarded as a requirement of first-class curriculum construction and a crucial educational objective in the 21st century. Peer assessment is considered as an effective training approach of higher order thinking. Considering the problems existing in the traditional online peer assessment, the present study applied an approach of interactive online peer assessment, and examined its impact on pre-service teachers' informatized instructional design skill and higher order thinking. Based on the course of Modern Educational Technology, 72 pre-service teachers participated in the study. The results indicated that compared with traditional online peer assessment, interactive online peer assessment better improved pre-service teachers' informatized instructional design skill, critical thinking tendency and reflection. Moreover, higher quality of peer-assessment content (i.e., more cognitive and meta-cognitive feedback) was produced in interactive online peer assessment activities. The study provided practical reference for effectively promoting pre-service teachers' ability development in online learning environment from the perspective of optimizing online peer assessment.

Keywords: online peer assessment, pre-service teacher, informatized instructional design skill, higher order thinking

1. 前言

培养学习者的高阶思维能力, 包括批判性思维、反思性思维等, 既是一流课程建设的要求, 也是 21 世纪教育的重要目标 (卜彩丽等, 2022)。在传统教学中, 学习者十分依赖于教师传授知识、提供评价, 视教师为绝对权威, 导致其很少有机会发展高阶思维能力。与此同时, 研究者开始关注采用特定的教学策略来促进学习者的高阶思维发展 (Zhang et al., 2022)。对他人作品进行评价的活动 (即同伴评价) 是一种重要的高阶思维训练活动 (张生等, 2021)。由于同伴评价既具备学习诊断的作用, 还具有训练学生高阶思维发展的潜力, 因此, 同伴评价这一教学策略受到了教学实践者和研究者的广泛关注 (许玮&祝思璇, 2022)。

同伴评价是指学习者依据教师提供的评价量规对同伴的作品或学习表现进行评价, 往往包含评分和评语两部分, 涉及到评价者和被评价者两个角色 (柏宏权等, 2019)。尽管已有多项研究证实了同伴评价对于学习者的诸多益处, 例如, 提升学习投入度 (李红霞等, 2020)、创造力与学习表现 (Zhang et al., 2021)、问题解决能力 (Cevik, 2015) 等。但也有研究发现, 在同伴评价活动中存在诸多问题, 例如评语的质量不高、学习者拒绝吸纳同伴评价等 (Hoang

et al., 2022)。造成这些问题的原因之一是由于传统的同伴评价大都是单向的,即评价者单向地向同伴提供评价,然而被评价者没有机会对收到的评价进行监督和回复。在单向的同伴评价中,当被评价者收到不客观的、低质量的同伴评价时,由于他们无法对评价者进行再次反馈,往往产生消极的学习体验,进一步导致其拒绝吸纳同伴评价,甚至对同伴评价活动失去信任,最终损害同伴评价的积极效益 (Lin et al., 2021)。

因此,本研究试图改进传统的单向同伴评价,采用交互式的双向同伴评价,即被评价者有机会对收到的评价进行评估回复、表达看法。相较于传统的同伴评价,交互式同伴评价的潜在优势有以下两点:一方面,对于被评价者,被评价者对收到的同伴评价表达看法、进行评估这一过程能够促进其对自身作品的深度思考,有利于高阶思维的发展 (Huisman et al., 2018);另一方面,对于评价者,当他们预先得知自己的评价将会被同伴再次回复和评估时,他们在提供同伴评价时可能会更加谨慎和细致,这有利于他们提出更具有建设性的高质量评语。已有研究指出,在同伴评价中提供高质量评语更有助于评价者作品质量的提升 (Tan & Chen, 2022)。此外,通过查阅被评价者的评估回复,评价者能够知晓其是否提供了中肯的、有建设意义的评价,由此,他们可能会进一步巩固自身已有的知识框架,或者对评语进一步修缮 (Lin et al., 2021)。

综上所述,相较于传统的同伴评价,交互式同伴评价对于学习者的高阶思维发展、评语质量以及学习作品质量的提升均具有潜在优势。基于此,本研究提出以下研究问题:(1)相比传统在线同伴评价,采用交互式在线同伴评价的师范生的信息化教学设计作品质量提升更多吗?(2)相比传统在线同伴评价,采用交互式在线同伴评价的师范生展现出更高的批判性思维倾向吗?(3)相比传统在线同伴评价,采用交互式在线同伴评价的师范生展现出更高的反思性思维吗?(4)相比传统在线同伴评价,采用交互式在线同伴评价的师范生的评语质量更高吗?

2. 方法

2.1. 被试

本研究选取了中国中部某师范大学的72名本科三年级的师范生作为研究对象(其中66名女性)。被试均来自生物科学专业,且均在2022年秋季学期选修了《现代教育技术应用》课程。在签署了知情同意书之后,72名被试参与了本研究。通过随机分配,实验组包含36名被试,采用交互式在线同伴评价,被试不仅能够向同伴提供评价、接收来自同伴的评价,还能够对接收到的同伴评价进行认可度评分(1=非常不合理,5=非常合理),并对同伴评价进行评估回复;另外36名被试为对照组,采用传统单向的在线同伴评价,被试仅能向同伴提供评价、接收来自同伴的评价。两组被试均由同一位教师授课,该教师已教授《现代教育技术应用》课程10余年。

2.2. 在线学习平台

本研究采用的在线学习平台为华师云课堂(<http://spoc.ccnu.edu.cn/>),该平台由华中师范大学开发。该学习平台主要由三大板块组成:资源区、讨论区和作业区。课前,教师将教学视频、课件、教学设计案例等学习资源上传至资源区,并在讨论区建立两个独立的模块供实验组和对照组的学习者开展同伴评价活动。学习者将信息化教学设计作品上传至讨论区,并在各自的讨论区进行同伴评价。评价活动结束后,学习者将修改完善的作品上传至作业区。

2.3. 研究工具

2.3.1. 批判性思维倾向问卷

本研究采用的批判性思维倾向问卷改编自Chai等人(2015)和Lin等人(2021)的研究,问卷包含6个题项,例如:“在本课程的学习活动中,我尝试从不同的角度理解新知识”。问卷采用5点李克特量表形式(1=完全不符合,5=完全符合)。本研究中,该问卷在前测和后测中的Cronbach's α 分别为0.737和0.703。

2.3.2. 反思性思维问卷

本研究采用的反思性思维问卷改编自 Kember 等人 (2000) 的研究, 问卷包含三个子维度: 习惯性行为、理解、反思。每个维度包含 4 个题项, 共 12 个题项。问卷采用 5 点李克特量表形式 (1=完全不符合, 5=完全符合)。本研究中, 该问卷的三个子维度在前测和后测中的 Cronbach' s α 分别为 0.617 和 0.817; 0.603 和 0.631; 0.607 和 0.715。

2.3.3. 同伴互评量规

信息化教学设计同伴互评量规由该课程的授课教师和研究人員共同开发, 包括四个子维度: 前端分析与教学目标设计 (4 个指标)、教学过程与策略设计 (4 个指标)、信息化教学环境设计 (4 个指标)、学习评价设计 (3 个指标)。因此, 同伴互评量规共 15 个评价指标。

2.3.4. 评语类型编码表

本研究采用的评语类型编码表改编自 Cheng 等人 (2015) 的研究, 该编码表将同伴评语分成 4 种类型: 情感、认知、元认知和无关评语, 如表 1 所示。该编码表已被 Lin 等人 (2021) 和柏宏权等人 (2019) 的研究所采用。编码的单位为单个语句。首先由两名经过编码培训的研究人員共同编码 12 份评语, 并讨论了任何存在分歧的编码, 以澄清和完善编码表。其次, 两名研究人員背对背地编码了 25% 的评语, 两份编码的 Kappa 系数为 0.876, 具有较高的一致性。因此, 将剩余评语分为两等份, 由两名研究人員独立完成对剩余评语的编码。

表 1 评语类型编码表

维度	类别	定义	例子
情感	表示支持 (积极情感)	表扬、赞美或支持性意见的评论	“教学流程各个环节非常清晰、让人一目了然。”
	表示反对 (消极情感)	批评、质疑或反对性意见的评论	“学习内容分析非常粗糙, 未指出教学重难点。”
认知	直接修正	对作品中的内容正确性提出评论 (例如: 是否符合作品要求规范、是否存在学科知识或教学设计方面的错误)	“该教学设计几乎未使用信息技术工具, 与作业要求不符。”、“该教学设计缺少教学评价环节。”
	个人观点	提出宽泛的建议、以及个人观点, 没有指出具体的改进措施和方向	“教学评价还可以写得再详细一点。”、“教师让学习者手工制作生物模型能够吸引学习者的兴趣。”
	指导意见	提出具体的建议、概念、方法、改进措施以帮助改进同伴的作品	“可以考虑把教学环境由多媒体教室改成智慧教室, 利用可移动桌椅和侧屏, 方便学习者分组讨论。”
	评估	对作品中的教学策略、教学模式、信息技术运用、教学活动的安排等方面进行评估、检查、核实	“在教学媒体分析中提到在课中采用虚拟仿真实验; 而在教学过程中却并没有使用虚拟仿真实验, 而是观看酵母菌培养的教学视频, 前后矛盾。”
元认知	反思	对作品中的教学策略、教学模式、信息技术运用、教学活动的安排等方面提出质疑, 建议同伴重新更全面地思考这个问题	“你的教学设计在教学模式部分写的是合作探究式教学模式, 虽然在教学过程中涉及到基于问题的小组合作讨论, 但仍然停留在很粗浅的层面, 并没有深入探究, 希望你重新思考一下如何设计合作探究环节, 并尽量融入信息技术手段。”
无关评语	无关评语	除了上述三种 (情感、认知、元认知) 以外的评语	

2.3.5. TPACK 评价标准

本研究采用 TPACK 评价标准对师范生在同伴评价活动前后的信息化教学设计作品的质量进行评分，以衡量师范生信息化教学设计能力的发展程度。TPACK 评价标准改编自 Chen 等人 (2021) 的研究，包括 7 个子维度：学科内容知识 (CK)、教学法知识 (PK)、技术知识 (TK)、学科教学知识 (PCK)、整合技术的教学法知识 (TPK)、整合技术的学科内容知识 (TCK) 和整合技术的学科教学知识 (TPACK)。每个维度的分值为 1-5，因此，作品质量分数的最大值为 35。两名研究人员在充分讨论了评价标准后，独立地对所有被试的作品进行评分。两名研究人员在各维度上评分的 Cronbach's α 系数分别为 0.786, 0.811, 0.830, 0.805, 0.678, 0.762 和 0.784，均具有较高的一致性水平。因此，采用两名研究人员评分的平均分作为信息化教学设计作品质量的最终分数。

2.4. 研究流程

在第一个周，被试进行前测，填写批判性思维倾向和反思性思维问卷。教师在资源区上传关于信息化教学设计的学习资源，要求每位学习者在自主学习资源之后，基于一节 45 分钟的标准课堂撰写信息化教学设计，以发帖的形式将作品上传至讨论区。在第二周，教师向学习者提供信息化教学设计的评价量规，要求学习者依据评价量规，对讨论区中自己帖子下方紧邻的依次三名同伴的作品进行评价。评价需要包括各个指标的评分，并给出评语。因此，每位被试将受到来自三名同伴的评价。特别的是，对于实验组，教师额外要求该组的学习者对收到的同伴评价进行认可度评分和评估回复。在这一过程中，教师允许评价者对其给出的评语进行修改或补充。在第三周，被试进行后测，再次填写批判性思维倾向和反思性思维问卷。接下来一周时间，教师要求学习者根据收到的同伴评价对自己的信息化教学设计作品进行修改完善，并将修改后的作品提交至作业区。研究流程如图 1 所示。

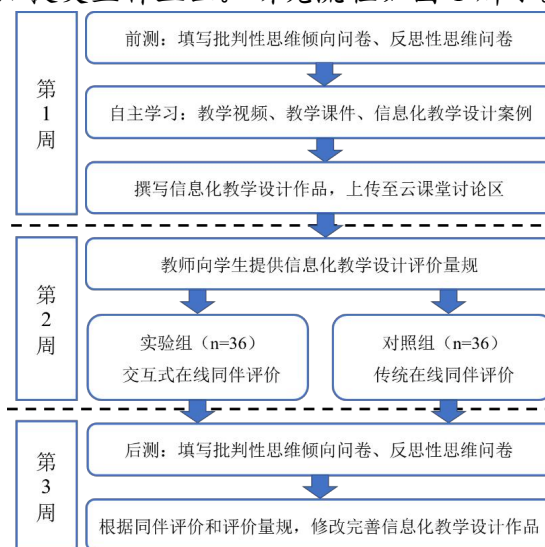


图 1 研究流程图

3. 结果

采用两因素混合重复测量方差分析，比较不同的在线同伴评价形式（交互式 vs 传统）对师范生的信息化教学设计作品质量、批判性思维倾向和反思性思维的影响。其中，评价形式为组间因素，时间（评价前 vs 评价后）为组内因素。研究因变量的描述性统计结果如表 2 所示。采用卡方检验，比较不同的在线同伴评价形式对评语质量的影响。

研究因变量	实验组 (n=36)		对照组 (n=36)	
	评价前	评价后	评价前	评价后
作品质量总分	18.65 (3.80)	23.46 (3.56)	20.19 (3.00)	22.67 (3.74)
CK	2.90 (0.74)	3.44 (0.64)	3.22 (0.55)	3.51 (0.62)

PK	2.69 (0.70)	3.49 (0.69)	2.92 (0.55)	3.50 (0.63)
TK	2.50 (0.69)	3.31 (0.69)	2.86 (0.80)	3.32 (0.77)
TPK	2.51 (0.64)	3.36 (0.67)	2.72 (0.58)	3.01 (0.69)
PCK	2.78 (0.59)	3.35 (0.61)	2.94 (0.41)	3.21 (0.63)
TCK	2.71 (0.74)	3.32 (0.60)	2.78 (0.50)	3.11 (0.63)
TPACK	2.56 (0.68)	3.20 (0.64)	2.75 (0.60)	3.00 (0.76)
批判性思维倾向	3.33 (0.61)	3.91 (0.45)	3.46 (0.53)	3.72 (0.46)
反思性思维				
习惯性行为	2.99 (0.58)	2.83 (0.85)	3.26 (0.70)	3.03 (0.61)
理解	3.51 (0.58)	3.89 (0.39)	3.57 (0.43)	3.81 (0.42)
反思	3.54 (0.67)	4.10 (0.47)	3.47 (0.52)	3.71 (0.53)

表 2 描述性统计结果

3.1. 信息化教学设计作品质量

混合重复测量方差分析结果显示, 对于信息化教学设计作品质量, 时间的主效应显著 ($F(1,70)=219.10, p<.001, \eta^2=0.758$); 评价形式的主效应不显著 ($F(1,70)=0.22, p=.639, \eta^2=0.003$)。更重要的是, 时间和评价形式的交互效应显著 ($F(1,70)=22.521, p<.001, \eta^2=0.243$)。根据交互效应结果 (如图 2a), 在同伴评价前, 对照组的作品质量分数高于实验组; 而在同伴评价后, 实验组的作品质量分数高于对照组。进一步从信息化教学设计的 7 个分维度来看, 在 CK、TK、TPK、PCK、TCK 和 TPACK 这 6 个分维度上均发现时间和评价形式存在显著的交互效应, 且交互效应的结果均为实验组在评价活动前后的分数提升高于对照组。说明相较于传统同伴评价, 交互式同伴评价能够更好地提升师范生的信息化教学设计作品质量。

3.2. 批判性思维倾向

混合重复测量方差分析结果显示, 对于批判性思维倾向, 时间的主效应显著 ($F(1,70)=31.76, p<.001, \eta^2=0.312$), 即无论是实验组还是对照组, 在同伴评价后师范生的批判性思维倾向均高于同伴评价前; 评价形式的主效应不显著 ($F(1,70)=0.08, p=.775, \eta^2=0.001$); 评价形式和时间的交互效应显著 ($F(1,70)=4.80, p=.032, \eta^2=0.064$)。根据交互效应结果 (如图 2b), 在同伴评价前, 对照组的批判性思维倾向分数高于实验组; 而在同伴评价后, 实验组的批判性思维倾向分数高于对照组。说明相较于传统同伴评价, 交互式同伴评价能够更好地促进师范生的批判性思维倾向的发展。

3.3. 反思性思维

由于反思性思维分为三个子维度: 习惯性行为、理解和反思, 故采用三组两因素重复测量方差分析分别对三个子维度进行分析。结果显示, 对于习惯性行为和理解维度, 仅发现时间的主效应显著 ($F(1,70)=5.07, p=.027, \eta^2=0.068$; $F(1,70)=26.56, p<.001, \eta^2=0.275$)。无论是实验组还是对照组, 同伴评价活动均降低了师范生的习惯性行为, 均提升了理解。

对于反思维度, 混合重复测量方差分析结果显示, 时间的主效应显著 ($F(1,70)=33.38, p<.001, \eta^2=0.323$); 评价形式的主效应显著 ($F(1,70)=4.38, p=.040, \eta^2=0.059$); 评价形式和时间的交互效应显著 ($F(1,70)=5.11, p=.027, \eta^2=0.068$)。根据交互效应结果 (如图 2c), 在同伴评价前后, 实验组的反思维度分数均高于对照组, 但相比对照组, 实验组的反思维度分数提升更多。说明相较于传统同伴评价, 交互式同伴评价更好地促进了师范生反思的发展。

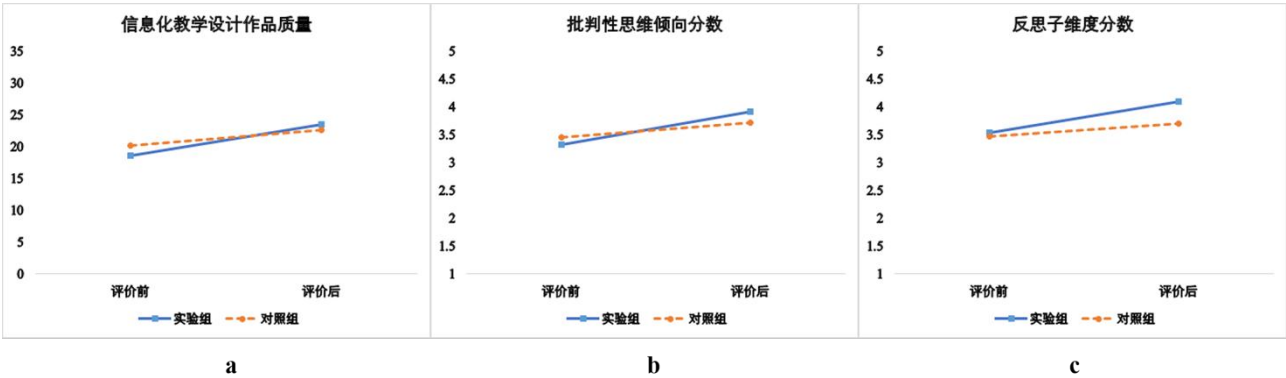


图 2 研究结果

3.4. 评语质量

首先，两组的评语在类型分布上存在显著差异 ($\chi^2(7) = 39.119, p < .001$, 见表 3)。其次，分别进行三次卡方检验，探索实验组和对照组在情感、认知和元认知三个维度的评语数量是否存在差异。在情感维度上，实验组和对照组无显著差异 ($\chi^2(1) = 0.006, p = .937$)。在认知 ($\chi^2(2) = 7.394, p = .025$) 和元认知 ($\chi^2(1) = 10.078, p = .002$) 维度上，两组之间存在显著差异。具体而言，实验组的直接修正、个人观点、指导意见以及评估类的评语数量均多于对照组。

表 3 评语质量

组别	评语类型								χ^2	P 值
	情感类		直接修正	认知类		元认知类		不相关 无关评语		
	支持	反对		个人观点	指导意见	评估	反思			
实验组	174 (19.8%)	59 (6.7%)	123 (14.0%)	216 (24.6%)	162 (18.4%)	102 (11.6%)	29 (3.3%)	14 (1.6%)	39.119	.000
对照组	162 (26.6%)	54 (8.9%)	84 (13.8%)	143 (23.5%)	69 (11.4%)	74 (6.9%)	42 (5.3%)	22 (3.6%)		

4. 讨论

在信息化教学设计作品质量方面，研究发现，相较于传统同伴评价，交互式同伴评价更好地提升了师范生的信息化教学设计作品质量。可能的原因如下：首先，从评价者角度来看，在交互式同伴评价中，由于评价者预先知晓其提供的评价将会受到被评价者的评估回复，这在一定程度上督促评价者更加全面细致地阅读同伴的作品，以提供更具有建设意义的评价。本研究在评语质量的研究结果也支持了这一解释。其次，从被评价者角度来看，在交互式同伴评价活动中，被评价者需要对同伴评语进行评估回复，这一过程使其更深入地理解和吸收同伴的评语和反馈，从而能够更深入地进行作品修缮 (Zhang et al., 2021)，最终更大程度地提升了信息化教学设计作品的质量。

在高阶思维方面，首先，本研究证实了相较于传统评价，交互式同伴评价更好地促进了师范生批判性思维倾向的发展。其次，本研究从三个维度（习惯性行为、理解和反思）考察了不同形式的同伴评价对师范生反思性思维的影响。研究发现无论是传统同伴评价还是交互式同伴评价，均降低了师范生的习惯性行为，提升了理解。更重要的是，对于反思维度，相较于传统评价组，采用交互式同伴评价的师范生在评价活动前后的反思提升更多。在交互式同伴评价中，来自被评价者的评估回复使得评价者更深入地思考其是否向同伴提供了中肯的、有建设意义的评价，从而有利于其批判性思维和反思的发展。此外，两种形式的同伴评价均降低了师范生的习惯性行为，并提升了理解，说明对同伴作品进行评价这一活动能够促进师范生对教学设计知识的深入理解，减少死记硬背的观念和行为 (Chang et al., 2020)。

在评语质量方面, 研究发现传统评价组和交互式评价组在评语质量上存在显著差异。具体而言, 虽然两组在情感类评语上无显著差异, 但在认知类和元认知类评语上, 交互式评价组产生的直接修正、个人观点、指导意见以及评估类评语的数量均要显著多于传统评价组。由于交互式同伴评价中评价者的评语将受到被评价者的评估回复和评分, 这使得学习者在提供评价时更加谨慎, 更加细致全面地考察同伴的作品, 从而产生了更多的认知和元认知类评语 (Lin et al., 2021)。这一结果也从侧面为本研究在高阶思维上的研究发现 (即交互式同伴评价组的师范生在批评性思维和反思上提升更多) 提供了解释证据: 由于在交互式同伴评价活动中, 师范生经历了更多的元认知训练, 从而更大程度地发展了高阶思维能力。

5. 结论

本研究基于同伴评价存在的问题, 改进了传统在线同伴评价, 并证实了交互式在线同伴评价相较于传统同伴评价的优势, 即更好地促进了师范生信息化教学设计作品质量、批判性思维倾向、反思的发展。因此, 本研究对于未来在线教学的启示如下: 建议教师在组织学生开展在线同伴评价活动时, 允许并要求学生对收到的同伴评价进行评估和回复, 这样不仅能够督促学生产生更高质量的评语, 而且能够促进评价者与被评价者之间的生生交互, 有利于深度学习的发生, 最终更好地促进学生的学习作品、能力和高阶思维的发展。

本研究存在以下三点局限: 首先, 研究的实验干预持续时间为 3 周, 周期较短, 且仅开展了一次在线同伴评价活动。未来可以采用更长的研究周期, 开展多次在线同伴评价活动, 考察学习者在多次评价活动中的变化趋势。其次, 本研究未深入探究学习者的个体差异对于两种形式的在线同伴评价的影响。未来研究可以探索学习者的先前知识经验、学业自我效能感等个体差异对两种形式的同伴评价的影响, 以期为在线同伴评价提供更具针对性的教育启示。最后, 尽管本研究证实了交互式同伴评价的优势, 由于以往研究指出在同伴评价活动中加入教师评价对于学习者的学习投入、学业成绩的积极效应 (Zhang et al., 2022), 因此未来研究可以将交互式同伴评价和教师评价结合起来, 更有效地发挥评价对于教与学的积极作用。

参考文献

- 卜彩丽, 李飒, 王静, 张思和, 董乐 (2022)。为深度学习而思: 反思日志促进大学生元认知发展的实证研究。现代教育技术(09), 73-81。
- 许玮和祝思璇 (2022)。同伴互评对学习者的知识建构过程的实证研究——基于时间序列的认知网络分析。现代教育技术(01), 44-53。
- 李红霞, 赵呈领和蒋志辉 (2020)。匿名与量规对基于 SPOC 的混合式同伴互评投入度的影响。现代教育技术(10), 20-27。
- 张生, 王雪和齐媛 (2021)。评他能力: 人工智能时代学生必备的高阶思维能力。中国电化教育(11), 24-31。
- 柏宏权和李婷 (2019)。同伴互评中评语类型对情绪体验的影响研究。电化教育研究(04), 92-98+111。
- Çevik, Y. D. (2015). Assessor or assessee? Investigating the differential effects of online peer assessment roles in the development of students' problem-solving skills. *Computers in Human Behavior*, 52, 250-258.
- Chai, C. S., Deng, F., Tsai, P. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2015). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. *Asia Pacific Education Review*, 16(3), 389-398.
- Chang, S. C., Hsu, T. C., & Jong, M. S. Y. (2020). Integration of the peer assessment approach with a virtual reality design system for learning earth science. *Computers & Education*, 146, 103758.
- Chen, W., Tan, J. S., & Pi, Z. (2021). The spiral model of collaborative knowledge improvement: an exploratory study of a networked collaborative classroom. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 16(1), 7-35.
- Cheng, K. H., Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2015). Examining the role of feedback messages in undergraduate

- students' writing performance during an online peer assessment activity. *The internet and higher education*, 25, 78-84.
- Hoang, L. P., Le, H. T., Van Tran, H., Phan, T. C., Vo, D. M., Le, P. A., & Pong-inwong, C. (2022). Does evaluating peer assessment accuracy and taking it into account in calculating assessor's final score enhance online peer assessment quality?. *Education and Information Technologies*, 27(3), 4007-4035.
- Huisman, B., Saab, N., Van Driel, J., & Van Den Broek, P. (2018). Peer feedback on academic writing: undergraduate students' peer feedback role, peer feedback perceptions and essay performance. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(6), 955-968.
- Kember, D., Leung, D. Y., Jones, A., Loke, A. Y., McKay, J., Sinclair, K., Tse, H., Webb, C., Wong, F. K. Y., Wong, M., & Yeung, E. (2000). Development of a questionnaire to measure the level of reflective thinking. *Assessment & evaluation in higher education*, 25(4), 381-395.
- Lin, H. C., Hwang, G. J., Chang, S. C., & Hsu, Y. D. (2021). Facilitating critical thinking in decision making-based professional training: An online interactive peer-review approach in a flipped learning context. *Computers & Education*, 173, 104266.
- Tan, J. S., & Chen, W. (2022). Peer feedback to support collaborative knowledge improvement: What kind of feedback feed-forward?. *Computers & Education*, 187, 104467.
- Zhang, S., Gao, Q., Sun, M., Cai, Z., Li, H., Tang, Y., & Liu, Q. (2022). Understanding student teachers' collaborative problem solving: Insights from an epistemic network analysis (ENA). *Computers & Education*, 183, 104485.
- Zhang, Y., Dai, C., Pi, Z., & Yang, J. (2022). Pre-class teacher feedback in the flipped classroom: cognitive or praise feedback is better than mitigating feedback. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-11.
- Zhang, Y., Pi, Z., Chen, L., Zhang, X., & Yang, J. (2021). Online peer assessment improves learners' creativity: Not only learners' roles as an assessor or assessee, but also their behavioral sequence matter. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100950.

教师专业发展的新样态

A New Pattern of Teachers' Professional Development

薛曼^{1*}

¹ 榆林学院

* xueman931229@126.com

【摘要】 思维能力培养是落实立德树人根本任务的有效方式，是发展学生核心素养的重要内容。教与学是一个有机的整体，我们在关注学生思维发展的同时，必须促进教师自身思维技能的提升。为此，我们设计开发了一套促进中小学教师思维技能提升的训练营课程，从方法策略到真实案例为教师提供系统专业的支持。

【关键词】 思维能力；教师培训；教师专业发展；训练营

Abstract: The cultivation of thinking ability is an effective way to carry out the fundamental task of cultivating morality and cultivating people, and an important content of developing students' core quality. Teaching and learning is an organic whole. We must promote the improvement of teachers' thinking skills while paying attention to the development of students' thinking. To this end, we have designed and developed a set of training camp courses to promote the improvement of thinking skills of primary and secondary school teachers, providing systematic and professional support for teachers from methods and strategies to real cases.

Keywords: thinking ability, teacher training, teachers' professional development, training camp

1. 研究背景

思维能力培养是新时期教育教学的核心目标之一。2022年，在教育部最新发布的《义务教育课程方案和课程标准（2022年版）》中，各学科课标均指出学生思维能力培养的重要性，并提出了具体的思维培养方向与要求（教育部，2022）。从中我们可以看出思维教学的重要性、必要性和紧迫性。教师是教学改革的第一生产力，教师的理念和技能对构建高效课堂起着关键性作用。

2. 教师专业发展的现实困境

各级各类学校都高度重视教师发展，并会提供多种培训项目。但教师专业发展中最需要提升的是教学能力，而教学的本质是思维的发展（胡卫平，2020）。我们发现，中小学教师想要真正落地开展思维教学时，面临着诸多难题，譬如：缺乏系统的理论学习，缺乏有效抓手和方法，缺乏值得学习的优秀案例资源。因此，针对思维教学的新型师训服务亟待改进。

3. 训练营助力教师专业发展

基于上述难题，我们开发了一套促进中小学教师思维技能提升的训练营课程。训练营充分还原班级式深度学习历程，跨校跨地区组成线上班级。其内容设计以八大思维图示、思维导图、概念图三大类思维工具和教学应用方法为核心，其呈现形式丰富多样，包括智能互动课、录播课、打卡点评、直播研讨、社群陪伴等。其学习形式按照“学—练—测—评—研”的闭环设计。旨在通过专业系统的内容、理论与实践结合，促进教师理念转变与能力提升。

4. 结语

这是在“双减”、“新课标”与“后疫情”等多重大背景下，专门针对中小学教师设计的新型师训服务。整体来看，训练营精致且符合教师发展需求的课程是核心。评价、反馈和预警的机制是保证培训质量、促进训练营科学高效开展的有力支持。工欲善其事必先利其器，

训练营中讲解的三大类思维可视化工具兼具易用性和实用性。学以致用，积极实践，让工具成为课堂教学变革的重要抓手，让学生在课堂中感受到思维迸发的乐趣，让课堂走向充满认知挑战的深度学习样态，让思维教学更好地助力学校教育内涵式发展。

参考文献

教育部. (2022). 教育部关于印发义务教育课程方案和课程标准（2022 年版）。。

http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/t20220420_619921.html

胡卫平.(2020).思维型教学理论引领下教师专业能力的发展. 中国教师(11),27-29.

人工智能助推教师专业发展研修活动的设计研究

The Design Research of Teacher Professional Development Activities Boosted by

Artificial Intelligence

宋丽敏, 李佳平, 梅子

杭州师范大学

2022112004128@stu.hznu.edu.cn

【摘要】 随着时代的发展和科技的突破, 人工智能不断深入应用于教育系统, 对教师专业发展提出了机遇和挑战, 与人工智能并存是教师专业发展的必然趋势。如何利用人工智能助推教师研修从而提高教师质量值得深思。本文通过阅读文献, 结合实践, 提出了人工智能助推教师研修活动设计的理论基础、需要解决的关键问题、以及相应策略, 为未来更好地运用人工智能技术促进教师专业发展提出建议。

【关键词】 人工智能; 教师专业发展; 研修活动设计

Abstract: With the development of The Times and the breakthrough of science and technology, artificial intelligence has been deeply applied in the education system, which brings both opportunities and challenges to the professional development of teachers. Coexisting with artificial intelligence is the inevitable trend of the professional development of teachers. It is worth pondering how to use artificial intelligence to boost teachers' research and training so as to improve teachers' quality. Based on literature review and practice, this paper puts forward the theoretical basis, key problems to be solved, and corresponding strategies of artificial intelligence to promote teachers' research and training activities design, so as to put forward suggestions for better use of artificial intelligence technology to promote teachers' professional development in the future.

Key words: artificial intelligence, teacher's professional, training activities design

1. 引言

随着人工智能技术的快速发展和广泛应用, 如何借助人工智能助推教师专业发展成为热点议题。2018 年中共中央, 国务院印发《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》中明确提出, 教师要主动适应信息化、人工智能等技术变革, 积极有效开展教育教学(张建虎, 2021)。在人工智能的背景下思考如何提升教师的素养, 思考人工智能对教育的价值, 思考如何借助人工智能来提升教师队伍, 也是教师研究领域在智能时代面临的新挑战(刘斌, 2020)。众所周知, 教师教育是教师事业的工作母机, 是提升教育质量的动力源泉(查苏函, 2020)。教师是影响教育质量的关键变量, 因此不断探求在不同时代背景下教师专业发展意义重大。

以“人工智能”“教师专业发展”“教师培训”“AI”“智能研修”为关键词检索 2018 年以来, 在核心期刊中发布的文章。发现, 大家聚焦的关键点, 一方面是人工智能助推教师专业发展的理论, 如教师专业发展的阶段、人工智能下教师专业发展面临的机遇及教师面临的挑战; 另一方面是人工智能助推教师专业发展的实践, 如项目式学习等。在国际层面, 联合国教科文组织也在其发布的《北京共识——人工智能与教育》中号召各国“在教师政策框架内动态地审视并界定教师的角色及其所需能力, 强化教师培训机构并制定适当的能力建设方案, 支持教师为在富含人工智能的教育环境中有效工作做好准备”(UNESCO, 2019)(苗逢春, 2019)。国内外一般更多的研究是人工智能协同下的教学, 把人工智能当成一种技术

手段来进行优化教学,而不是呈现两个极端或高估或低看,从人工智能辅助教学得出:可以利用人工智能反馈、分析教师情况,从而进行个性化教学或培训;可以利用人工智能承担教师部分工作,缩短教师工作学习,从而促进教师泛在学习。

我国主要研究人工智能助推教师专业发展的机遇与挑战。2021年9月教育部颁发的《关于实施第二批人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》,明确了智能时代教师专业发展的内涵,从战略视角为教师专业发展指明了方向(朱珂,炕留一 & 王春丽, 2021)。其机遇是创新教师专业发展模式和教学模式,为高质量水平的教师队伍的建设出力。其挑战是在人工智能的背景下,对教师能力、知识、素养等各方面能力要求不断提升,教师必须要不断专业发展,才能适应时代发展。

通过阅读文献,梳理总结以往教师研修出现的难题,概括而言,主要表现为如下四点:一是研修目标笼统分散;二是研修内容陈旧老套;三是研修模式僵化单一;四是研修评价形式化(殷蕾, 2018)。

综上,目前的研究主要集中于人工智能对教师专业发展、对教师角色的机遇和挑战,几乎没有研究关注到人工智能技术支持的教师专业发展研修活动设计等相关内容。因此,本文着重探索人工智能助推教师研修活动设计的理论基础、需要解决的关键问题、以及相应的策略。

2. 人工智能助推教师专业发展研修活动设计的理论基础

教师研修的主体是教师,其具有清楚的学习目的、大量的背景知识、繁重的工作任务等风格。因此,用建构主义学习理论、联通主义学习理论、混合式学习理论、泛在学习理论来说明:人工智能支持下教师研修活动中如何促进教师专业发展。

2.1. 建构主义学习理论

建构主义强调知识不是一成不变的,而是对事物的一种观点和看法。学习发生在一定情境中,通过学生者之间交流合作,实现知识的内化(李聪, 2017)。如支架式教学、抛锚式教学、认知学徒制、合作学习等都是受此理论的指导。

基于建构主义学习理论,人工智能中虚拟现实的问世运用于教师研修时可以创设一种情境,让学习者身临其境,更可能地唤醒培训者自身的经验,研修时增加成员间的交流合作,促进知识的习得转化。

2.2. 联通主义学习理论

联通主义学习理论认为,学习不是独立于群体的事,而是在与他人交流和互动、社会化的过程中,建立知识与知识间的联系,这比掌握知识更重要(吴庭倩,吴健 & 张小青, 2017)。知识与知识间要形成并持续连接,才能促进学习。

基于联通主义学习理论,网络使得老师们可以一起在线备课、在线学习、在线参与培训活动等,把不同地域、不同学校、不同学科的教师连接起来,组成学习共同体。人工智能又可以将大家的观点收集整理起来,形成词云、或者量化大家观点。大家互相启发,进行思维碰撞,一起去促进知识与知识之间的联系,共建共享知识体系。

2.3. 混合式学习理论

最早,何克抗教授指出“所谓混合式学习就是要把传统学习方式的优势与 e-Learning 的优势结合起来,使两者优势互补,才能获得最佳的学习效果。(何克抗, 2004)”随着“互联网+”时代的到来,信息技术,移动技术的高速发展,混合式学习更多地可以理解为利用互联网进行学习,提升自己信息化能力。

基于混合式学习理论,人工智能助推教师研修,一方面,客观上就要求先构建大量优质网上资源;另一方面,教师要学习并熟练掌握各种智能研修平台的操作,提升自己的信息化水平和能力,提升自己的专业水平。线上线下相结合,教师不断学习培训,促进专业发展。

2.4. 泛在学习理论

泛在学习是学习者根据自己的学习需求,可以随时随地使用智能终端设备获得所需的学习资源和信息(张雪 & 李子运, 2010)。2011年第十届移动及情境学习世界会议提出,利用移动技术及其他教育科技手段,为学习者构建的能够将正式学习与非正式学习相联结、跨越个人学习与社群学习、衔接现实学习与网络学习的无缝学习空间,是移动学习未来发展的诉求(肖君,姜冰倩,许贞 & 余晔, 2015)。

基于泛在学习理论,人工智能一方面可以代替老师完成机械性、重复性的工作,缩减工作时间,使教师有更多闲暇时间安排自己的学习;另一方面,人工智能又可以追踪计算教师需求、特点等,基于此推荐线上学习资源,避免了老师寻找资源的烦恼。这样教师可以根据自身课程安排,充分利用时间,依托线上资源进行系统学习。既方便了老师的学习,又提高了教师的学习能力,教师不断学习扩充自己的“认知地图”,为教师终身发展提供支持。

3. 人工智能助推教师专业发展研修活动设计需要解决的关键问题

人工智能助推教师专业发展既是教师专业发展的重要方式,也是时代背景下特殊的产物。与传统教师研修相比,人工智能助推的教师专业发展研修方式组织需要解决的关键问题有:

3.1. 研修设计理念的转变: “以专家为中心”到“以教师为中心”

在集中培训模式中,各级教育行政部门、教师进修学校、高校教师发展(继续教育)中心以及社会上各类培训机构将为在职教师创造无数集中培训的机会。该种培训模式以灌输教育理念、传授教育技术和教授教育实操为主要内容(李树英, 2019)。从专家角度出发,提升教师知识等,未考虑教师的需求或研修时接受状态,单方面认为教师是具有充分培训意愿和动机的学习者(刘洋, 2021)。实际情况是,少数深受传统教育理念影响且“固步自封”的教师面对教育改革时望而却步,以慵懒之态排斥新教育理念;同时,大部分教师处于新旧思想转化之间,加上未来教育注重倡导文化熏陶、启迪学生智慧,这在思想层面给教师带来了很大的挑战,使其因担忧教育迅速变革而在思想上长期处于迷茫、停滞不前的状态(刘燕 & 胡凡刚, 2022)。而在人工智能时代,以提高能力为旨的培训要求加强教师自身经验与相关理论的联系,促进教师深度学习,就必须要求教师积极主动地学习。教师研修对象是教师,必须以教师的需要、情况作为研修活动的出发点(朱忠明 & 常宝宁, 2018)。人工智能的出现可以更便利更科学地研究教师,使以教师为中心的理念成为现实。

3.2. 研修对象范围的转变: “较少集中”到“较多分散”

之前教师培训依靠讲座或集中讲课,对时空要求很高。首先,教师集中培训比较困难,考虑时间路程等问题,不利于教育资源共享;其次,对培训人数的要求也较严格,培训人数较少于成本不合算,培训人数较多现场不好管理、培训效果会受影响。在信息技术发展的背景下,培训不再依靠单纯的面对面集中学习,而且,对于分散的教师自主学习也要有适当的技术与手段予以指导、监测与管理等(朱益明, 2017),人工智能助推借助互联网优势,实现了较大规模的在线培训,有利于资源共享;其次,借助大量教师智能研修平台的建设,实现了教师与培训人员实时互动,教师提出自身疑问,基于联通主义理论,与同伴交流,与老师讨论,增加参与度,可以促进知识的吸收内化;让线上的专家和教师形成互联互通的学习共同体,更有利于知识的理解和连接,提升培训效果。

3.3. 研修资源范围的转变: “狭小”到“宽阔”

传统教师培训,只能是部分地区部分老师集中,一方面会使得一部分教师得不到应有的培训,导致专业发展受限。如由于乡村学校一般远离城市,教师紧缺,受往返路途、课时的调补顶换、待遇和培训内容的实用性等影响,乡村教师中愿意参与外出集中培训或进行学历提升的并不多(王丽娟,汪燕 & 唐智松, 2021),另一方面造成了地域间教育水平的差距过大,不利于教育资源的利用。人工智能助推教师专业发展下,可以建构各种智能研修平台、打磨各种课程来促进教育的公平与质量。可以是专递课堂、名师课堂、名校网络课堂。人工

智能的技术应用使得资源迅速传播、利用率不断提升、影响范围不断扩大。

3.4. 研修课堂评价的转变：“比较质性”到“突出量化”

传统研修评价是突出质性，在我们了解到的基础教育培训中，培训机构在培训结束后主要通过满意度调查了解参训教师对于培训的满意度。（殷蕾，2018）。人工智能的运用，一方面，借助科学的评价量规，从教学理念、教学方案、培训活动、技术应用、教学效果等方面进行，要求受训教师量化评价且还有质性评语，等级划分：优秀、良好、有待提高，且以颜色区分，非常醒目。另一方面，全程会有记录，对数据切片打点，根据多种教学行为：巡视、师生活动、讲授、板书、读写、举手、听讲、生生互动、应答，分析教学模式、参与度等。这样针对培训对象的打分和行为对此次培训课程进修剖析，反思培训课程的内容设计和效果达成。“应用或开发人工智能工具以支持动态适应性学习过程；发掘数据潜能，支持学生综合能力的多维度评价；支持大规模远程评价”（苗逢春，2019）。

3.5. 研修时效维持的转变：“暂时”到“终身”

职后线下培训是多人甚至上百人的讲座式培训，效果甚微（蒲紫君，2019）。培训时间较短、较为集中，且大量培训内容只停留在表面的记忆或者理解上。对于这些教师将培训中获得的新理念、新方法在教学实践中的应用效果如何就不得而知了，类似基础教育教师培训中“虎头蛇尾”的现象并不少见（殷蕾，2018）。没有进行实操训练，教师们理解不深刻或者仅留下较浅的印象，这就会让培训效果大打折扣。而在人工智能时代，基于建构主义的指导，在培训过程中，基于真实教学情境展开，调动教师的积极性，提升教师参与感，促进培训内容的深入学习；在培训期间，建构大量丰富的网络资源，依托数据推算，有针对性地推荐教师学习资源；在培训后，定期收集教师问题或反思或上课视频，借助智能技术，归类共性个性问题。对共性问题进行集中解决，对个性问题做到一对一辅导。这种针对性、长期性地教师研修是一项长期工程，不会立竿见影，必须分步骤、分阶段地不断深入推进，特别注重研修后教师反思与建议的收集整理分析，是下次培训的关键点，切忌一蹴而就。

4. 人工智能助推教师专业发展研修活动设计的组织策略

《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》第44条强调“建设高质量教育体系”“发挥在线教育优势，完善终身学习体系，建设学习型社会”（孙锦涛 & 李莎，2021）。教育高质量发展，教师质量是重点，教师队伍的建设就要进入换挡升级、提质增效的新阶段。针对人工智能助推教师专业发展研修活动需要解决的关键问题，需要遵循相应策略，为打造优质教师资源助力。应以研修理念为中心，其决定了研修对象选择、研修评价和研修资源，研修对象的广泛异质要求研修资源的海量相宜，研修资源要适应研修对象；研修对象可以提出研修评价，研修评价可以反馈研修对象的研修质量；根据研修评价可以修改研修资源，研修资源应用后要选择合适的评价方式，贯穿整个始终的研修时效要碎片化标准化，保证研修质量和促进教师终身学习。如图1所示。

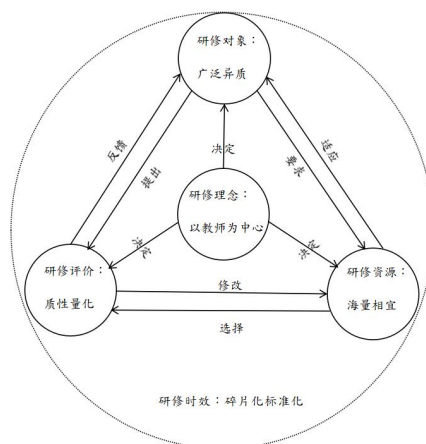


图1 人工智能助推教师专业发展研修活动设计的组织策略模型

5. 研修活动理念“情境”“个性”

传统培训假定教育理论可以直接指导教育教学实践。认为教师在培训中学习到的理论知识,应用于实践即能取得较好的教学效果,促进教学质量的提升,忽视了作为教育主体的人的差异性和复杂性、教育实践活动的伦理价值属性,以及教育情境的具体性、复杂性。(刘洋,2021)人工智能的出现,虚拟现实等的应用,无一不使得教师研修更加智能化。

5.1. 研修理念“情境”

传统教师培训中,主要以提高教师教育硬实力和一般教学技能为主,对教师自身情感、态度和价值观没有特别强调和说明,这就相应造成了问题,侧重教师研修知识的灌输,忽视与自身经验的联系导致教师没有真正理解所学内容,造成生拉硬套、墨守成规。教师研修活动目标就应该对焦“情境”。建构主义提出,知识是学习者在一定情境下与环境相互作用获得地,基于此情境教学法、抛锚式教学法等应运而生,利用人工智能技术创设教学情境,VR、AR增加情境体验,激发教师自身情感,进行生成性学习。

5.2. 研修理念“个性”

传统教师培训中,千篇一律的培训内容不适合每个教师的成长,因此如何在区域性大规模研修中满足学员个性化的学习需求并进行针对性的学习辅导也是培训要解决的燃眉之急。

应该根据教师自身所处阶段、性格特点、擅长教学风格、短板等方面,综合判断,“一对一”给出培训方案,把每位老师都培养成风格鲜明、技能高超的教育艺术家,去教书育人,让每个学生都可以成就自己。人工智能支持下的智能研修平台可以根据培训时的针对个体行为的动态捕捉,形成个人的参与度曲线、关注度曲线、和表现曲线,根据这些曲线分析此次培训的效果、状态表现和可能不懂的地方,形成一对一方案。

综上,只有教师研修活动目标更加“情境”“个性”,不忽略知识的意义建构,不忽略教师个体需求,才能贯彻落实研修设计理念的转变:“以专家为中心”到“以教师为中心”。

6. 研修活动对象广泛异质

互联网的出现是可以实现大规模线上教师研修活动,那我们应该如何选择教师参与研修达到较高的培训水平呢?

6.1. 研修对象广泛

既要有山村教师,也要有城市教师;既要有学科教师,也要有行政教师等。研修对象广泛,在进行合作学习时、交流讨论时,有不同的观点、不同的角度思考问题,可以启发教师思路、开阔教师眼界。

6.2. 研修对象异质

既要有特级教师,也要有一级教师;既要有新手阶段的老师,也要有专家阶段的老师等。这样水平较高的老师会是水平较低的教师的榜样,从行为主义的观点来看,可以进行观察学习;且水平较高的教师都是从较低的成长过来的,对较低水平教师的一些困惑和感受有体验,可以进行情感上的沟通 and 交流,促进专业发展;在进行异质分组时,根据维果茨基的最近发展区理论,在老师或更有能力的同伴的帮助下,可以实现超越现有水平的发展,达到潜在发展水平。

研修活动主体不光要实现数量上的突破,更是实现质量上的突破,这样才能从质上达到研修对象范围的转变:“较少集中”到“较多分散”。

7. 研修活动资源海量相宜

传统教师培训在培训资源的质量方面效果不是很令人满意,表现为培训内容单一或陈旧,人工智能的出现使得资源的生成、加工等更具智能化、人性化的实现提供了可能。

7.1. 研修资源海量

转变教师传统角色，提高教师智能化素养。教师角色转变牵引教学变革，智能时代“数字教师”要摆脱传统角色定位，从死板教材开发者到智能教学资源开发者，从传统教书匠到智能化学习引领者，从已知世界陈述者到未知世界探险者，（张晓文 & 吴晓蓉，2021）；还有期望教师要“一精多专”，这些趋势就要求教师研修时资源要多样。

7.2. 研修资源相宜

研修资源相宜主要体现在适合教师和借助地方两方面。一方面，教师发展具有阶段性、系统性、动态性等特点，其中最显著的就是阶段性（吕琪，2021），学者本尼尔就把教师专业发展分为五个阶段，即新手阶段、高级新手阶段、胜任阶段、精熟阶段和专家阶段（龙娇，2014）。因此人工智能下基于追踪技术要根据教师的不同阶段设置不同的资料，突出“以师为本”。另一方面，要根据各个地区的环境因地制宜，充分开发利用地区环境资源（朱益明，2017），建设一批具有区域特色的高水平教师队伍。如培训少数民族教师时，要尊重和保留少数民族自身的传统文化，为文化的保留与传承助力；在培训教育质量薄弱地区教师时，要重视教师人工智能素养的提升，为教师今后借助网络研修平台等进行专业发展奠定基础。

研修活动资源海量可以吸引给更多的教师注意力，提升培训影响力；研究活动资源的因地制宜，提升资源的相宜。只有研修活动资源海量相宜，才能实现从：“狭小”到“宽阔”的转变。

8. 研修活动评价质性量化

评价，一方面可以看出教师培训的效果，另一方面又给培训组织者一定的反馈，为下次培训改进提供思路。评价不能流于形式，要真实地推进，从培训双方出发，（朱旭东 & 宋萑，2013）对质性量化两方面分析，借助人工智能实现评价的收集与整合，生成评价报告。

8.1. 研修评价质性

研修评价的质性包括两方面：一方面是老师对此次培训进行评价，包括自己的培训感受，软件的使用感受，培训老师的风格特点，培训内容的改进意见，以及自己喜欢的或者建议的培训活动开展方式等等，让老师针对此次培训畅所欲言，为培训建言献策，提高教师培训的效果。另一方面是对教师培训结果进行评价，更加注重过程性评价，这样更容易对教师培训过程中暴露的问题进行有针对性的解决，并不是简单的终结性评价中数据的分析。质性评价，更容易对老师的问题提出针对性建议，并给予教师情感上的支持，使得教师兴趣被很好地激励，较好地发挥评价的激励功能，形成良性循环。

8.2. 研修评价量化

良好的组织运行必须要有科学的评价机制为其保驾护航。例如研修活动，作为教师培训的载体和学习的共同体，必须有“他评”“评他”两种评价系统。具体表现在两方面，一方面是参训教师对每次培训模块进行打分评价，平台利用大数据统计，分析本次培训内容的薄弱之处和优势之处，做到有针对性的改进和保持，不断优化学习内容，促进教师专业发展。另一方面，平台要对教师的培训过程及培训结果打分，采用“学分制”“积分制”进行评价。“学分制”，是教师要在规定时间内完成相应的学习内容和任务，可以纳入教师继续教育考核体中；“积分制”是针对培训过程中，作业的完成水平和参与程度等的一种奖励性机制，积分较高者即可进入下一个较高层次的学习区参与研修，获得更多高层次学者的个性化指导。这种“双规制”可以激发教师的学习潜能，使教师专业发展有无限潜能（吕琪，2021）。

只有做到研修活动评价质性量化，才可以实现研修课堂评价的转变：“比较质性”到“突出量化”。

9. 研修活动时空碎片化标准化

为了解决传统培训时效维持较短的问题，我们要利用网络进行泛在学习，动态追踪，让学习成为教师的一种习惯。这就要求我们实现研修活动时空碎片化集中化。

9.1. 研修时空碎片化

网络的共享性,使教师随时随地学习成为一种现实,但碎片化学习要保证学习的效果和学习的系统性。为此类似的智能研修平台中,一方面要控制教师学习视频的时长,20分钟左右最佳,既充分利用了时间又维持了教师的学习热情,从而保证了教师的学习效果;另一方面又要保证视频资源的主题性,方便教师碎片化的学习,但又不妨碍整体性的知识构建,使碎片化的学习可以达成系统性的学习效果,既遵循了学习规律又追求了学习效果。

9.2. 研修时空标准化

要使教师培训落到实处,培训质量得到确保,那就必须要有一定规则约束,使其规范化标准化。例如此次培训项目,给教师的时间是三个月,那教师就必须在三个月内,根据自己的时间灵活安排培训学习,完成培训学时。这给予了教师相当的自由度和灵活度,使教师能够掌控自己的学习进度、效果,达到学习自觉化、研修常态化。专业发展是教师的终身事业,教师网络研修应是在规范前提下的常态化,而不是阶段性或任意性完成学习而已。

只有实现了研修活动时空自由化规范化,我们才可能实现研修时效维持的转变:“暂时”到“终身”。

从研修活动的理念,研修对象,研修资源,研修评价,研修时长,五方面入手,不断修正理念,整合对象,扩大资源,保持评价,促进学习,充分利用人工智能技术,研修活动才能不断完善,切实提高教师质量。

10. 结论

总之,人工智能作为教师专业发展研修活动的一种技术支持,它可以帮助我们解决实际生活中的一些难题,但也只能是作为一种解决方案的部分,而非整个解决方案。未来人工智能对教师专业发展研修活动的影响会越来越深,这既是一种机遇也是一种挑战,因此我们要始终坚持用相关理论来指导实践应用,深入发现教师专业发展研修活动的关键问题,不断丰富教师专业发展研修活动的实施策略去解决问题,不断探索追问人工智能对教师专业发展的影响,让人工智能更好地助推教师专业发展,为建设高水平师资助力。

参考文献

- 张建虎.(2021).培养新型教师,推动教育高质量发展.河南教育(教师教育)(11),5-6.
- 刘斌.(2020).人工智能时代教师的智能教育素养探究.现代教育技术(11),12-18.
- 查苏函.(2020).2015-2019年海南省中学历史名师工作室研究(硕士学位论文,海南师范大学).
- 苗逢春.(2019).引领人工智能时代的教育跃迁:2019年北京国际人工智能与教育大会综述.电化教育研究(08),5-14+29.
- 朱珂,炕留一 & 王春丽.(2021).人工智能助推教师专业发展的机遇、变革与策略.河南教育(教师教育)(11),9-10.
- 殷蕾.(2018).转化学习理论视角下教师培训的困境与出路.中国教育学刊(10),87-91.
- 李聪.(2017).建构主义学习理论下的化学教学设计研究(硕士学位论文,延安大学).
- 吴庭倩,吴健 & 张小青.(2017).联通主义理论指导下中学生的移动学习.中小学信息技术教育(04),39-41.
- 何克抗.(2004).从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上).电化教育研究(03),1-6.
- 张雪 & 李子运.(2010).打开终身教育希望之门的学习方式——泛在学习.继续教育研究(02),43-45.
- 肖君,姜冰倩,许贞 & 余晔.(2015).泛在学习理念下无缝融合学习空间创设及应用.现代远程教育研究(06),96-103+111.

- 李树英.(2019).智慧教育需要教育智慧: 教师专业发展的人文选择. 现代远程教育研究(06),32-38+51.
- 刘洋.(2021).AI 赋能教师培训: 教育意蕴及实践向度. 电化教育研究(01),64-71.
- 刘燕 & 胡凡刚.(2022).智能技术之于教师的隐忧省视与消解路径. 现代教育技术(02),37-43.
- 朱忠明 & 常宝宁.(2018).学习者中心:中小学教师培训的转型发展. 中国教育学刊(04),76-80.
- 朱益明.(2017).改革中小学教师培训的原则与策略. 教师教育研究(02),55-60.
- 王丽娟,汪燕 & 唐智松.(2021).智能时代乡村教师队伍建设的困境与出路. 现代远程教育研究(06),103-111.
- 蒲紫君.(2019).“乡村教师支持计划”政策实施效果个案研究. 智库时代(48),248-249.
- 孙锦涛 & 李莎.(2021).提升教育改革效能, 完成建设高质量教育体系的重大历史任务. 教育与教学研究(01),62-72.
- 张晓文 & 吴晓蓉.(2021).人工智能时代教育反贫困逻辑取向的历史与未来: 一个系统性分析框架. 电化教育研究(11),34-41.
- 吕琪.(2021).“6+1”教师网络研修平台建构策略. 大连教育学院学报(04),6-8.
- 龙娇.(2014).师徒制对新手教师身份认同的影响研究(硕士学位论文,华中师范大学).
- 朱旭东 & 宋萑.(2013).论教师培训的核心要素. 教师教育研究(03),1-8.

微课资源设计与开发——以“学习环境设计”为例

Design and Development of Micro-class Resources——Take "Learning environment Design" for Example

张玉平¹, 林丽玲¹, 陈晓雨²
^{1,2} 华中师范大学人工智能教育学部
3435236468@qq.com

【摘要】 微课作为一种新型的数字化资源, 不仅适用于移动学习时代知识的传播, 也适合学习者个性化、深度学习的需求。本研究通过选题、教案编写、制作课件、脚本编写、教学实施与拍摄、后期处理六大开发流程详述了“学习环境设计”微课资源的过程, 并根据已编写的脚本开发微课资源。在当前教学改革热潮中, 以学生为本开发课程微课, 具有重要推广价值。

【关键词】 微课; 设计与开发; 教学设计; 学习环境

Abstract: As a new type of digital resources, micro -classes are not only suitable for the spread of knowledge in the era of mobile learning, but also for personalized and deep learning. In this study, the six development processes of the "Learning Environment Design" micro -course resources are detailed through topic selection, teaching plan writing, production of courseware, script writing, teaching implementation and shooting, post -processing. In the current boom of teaching reform, it has important promotional value to develop courses for students -based development courses.

Keywords: Micro course, design and development, teaching design, learning environment

1. 引言

教育部(2016)颁布《教育信息化“十三五”规划》, 明确指出“加快探索数字教育资源服务供给模式, 有效提升数字教育资源服务水平与能力”。微课是“互联网+”的特殊产物, 是在“互联网+”新形势下的学与教资源新形式、新形态、新生态(岑健林, 2016)。微课质量直接决定了学习者对微课的接受度, 中高端质量的微课, 需包括微课内容合理、设计科学、制作精良, 且兼具教育、艺术和商业价值(郑颖平等, 2020)。因此, 在设计和制作微课时要充分考虑学习者特征、教学设计、资源设计重要因素, 使微课的使用更有针对性和实用性。

2. 微课资源设计

微课设计由“教学设计”和“微课资源开发”组成, 按“选题分析→教学设计→微课资源开发→应用反思”的设计路线进行。其中, 教学设计中包括学习者分析、教学目标分析、教学活动、实现手段、总结反思等流程。

3. “学习环境设计”微课资源的开发

3.1. 选题

一节好的微课, 选题和多媒体二者应是相得益彰的, 选题要精准, 且适于视频媒体表达, 以此为出发点, 本研究以《教学系统设计》的内容——学习环境设计为范例, 制作微课视频。

3.2. 教案编写

3.2.1. 学习者情况分析

《教学系统设计》为教育技术学专业学生的主修课程之一, 适用于拥有一定的教学设计理论基础, 但对学习环境设计的相关知识了解尚浅的学习者。

3.2.2. 教学目标与教学重难点分析

教学目标为 1、通过案例学习，能说出并掌握学习资源的含义；2、能够对学习资源的分类；3、学会应用学习资源设计开发原则，提高独立思考能力以及信息素养。

教学重点为掌握学习资源设计开发的基本原则。难点为能够根据梅耶多媒体教学学习资源设计原则设计与开发教与学资源。

3.2.3. 教学思路设计

导入—>举例—>学习环境概念和种类—>学习资源设计与开发基本原则—>多媒体教学原则—>小结

3.3. 制作课件

课件制作即 PPT 制作，需把握核心知识点，详略得当，将文本抽象思维转变为直观形象思维的方式。制作过程中注重画面、音频、字幕、讲解的完美配合，标注需要突出的内容，可通过特效进行缩放、旋转等动作，保持学生的注意力。

3.4. 脚本编写

导入		正文				结尾
内容	欢迎各位同学学习本节微课!	第一节：当前高校信息化建设成果展示	第二节：什么是学习资源?学习资源的分类	第三节：学习资源设计开发的基本原则	第四节：梅耶的多媒体学习资源设计原则	小结
画面						
时间	30s	60s	60s	60s	160s	30s

图 1 《学习环境设计》微课录制脚本

3.5 开发工具及过程

采用的拍摄工具有手机拍摄和录屏大师应用，然后根据设计好的脚本拍摄真人讲座或进行绿屏抠像及动漫等制作，最后通过 Adobe Premiere 2019 软件进行剪辑合成成品视频。

4. 结束语

微课作为一种新的教学资源，制作方法简单，是深受教师喜爱的教具之一，但仍存在着微课质量参差不齐的问题，导致教学效果下降。因此，如何制作高质量的微课是当下被广泛关注的问题。本研究详细阐述了制作微课步骤，并对微课的结构框架进行构建，通过进行微课案例的设计与制作，了解微课的设计与制作流程，对今后教师设计和制作微课提供一定的参考。

参考文献

- 中华人民共和国教育部.(2016).教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知[EB/OL].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html,2016-06-07.
- 岑健林.(2016).“互联网+”时代微课的定义、特征与应用适应性研究. *中国电化教育*(12),97-100.
- 郑颖平,李敏 & 孙贻白.(2020).微课在大学化学开放实验教学中的应用探索. *东南大学学报(哲学社会科学版)*(S2),144-146.

智能时代乡村教师专业发展的需求与促进策略——基于扎根理论的研究

The Demand and Promotion Strategy of Rural Teachers' professional Development

in the Intelligent Era-- Research Based on Grounded Theory

王晓^{1*}, 陈鹏¹

¹首都师范大学 教育学院

* wangxiao16361@163.com

【摘要】 智能技术的飞速发展使人类社会进入了一个新的时代,教育也面临新的挑战。乡村教师是振兴乡村教育的核心要素,了解当前乡村教师的实际需求,利用智能技术赋能乡村教师专业发展已成为亟须思考和解决的问题。本研究以一线乡村教师为研究对象开展半结构化访谈,并采用扎根理论方法对访谈文本进行三级编码,根据编码分析结果得到智能时代背景下乡村教师专业发展的需求模型,并据此提出了促进乡村教师专业发展的策略,旨在为智能时代乡村教师专业发展的理论研究与实践应用提供参考。

【关键词】 教师专业发展; 智能时代; 乡村教师; 扎根理论

Abstract: With the rapid development of intelligent technology, human society has entered a new era and education is facing new challenges. Rural teachers are the core elements of revitalizing rural education. Understanding the actual needs of current rural teachers and using intelligent technology to enable their professional development have become urgent problems to be considered and solved. This study takes first-line village teachers as the research subjects to carry out semi-structured interviews, and adopts the grounded theory method to conduct three-level coding of the interview texts. According to the coding analysis results, a demand model for the professional development of village teachers under the background of the intelligent era is obtained, and strategies for promoting the professional development of village teachers are proposed accordingly. The purpose is to provide reference for the theoretical research and practical application of rural teachers' professional development in the intelligent era.

Keywords: Teacher Professional Development, intelligent era, rural teachers, Grounded Theory

1. 引言

2018年,中国政府发布了《中共中央国务院关于实施乡村振兴战略的意见》,其中明确提出了要大力振兴教师教育,不断提高教师专业素质。同时,最近发布的《2021年地平线报告(教学版)》强调了确保教师技能和素养与技术同步的重要性(兰国帅,魏家财,张怡,等,2021)。教师要主动适应信息化、人工智能等新技术变革。在智能时代的背景下,教师面临着一系列挑战,包括教与学关系的重构、教学内容的更新、教学职能的转变、智能技术的应用以及教学空间的转换(赵磊磊,马玉菲,代蕊华,2021)。促进一线教师专业发展是提升教育质量的重要方法(Maher,D.& Prescott,A., 2017),实现专业发展是也是每位教师职业生涯的重要组成部分。

Frances 等人(2020)提出智能时代背景下,在线培训对乡村教师专业学习和发展的潜力巨大(Quinn,F., Charteris,J., Adlington,R. et al., 2020)。近年来,乡村教师专业发展的主要研究内容涉及乡村教师专业发展需求的需求内涵、需求现状、影响因素和专业发展路径等(罗怡琬,张继河,2018),提出乡村教师专业发展需以情境脉络中的需求分析为起点(龚宝成,2019),使用问卷调查了乡村教师的教学行为现状及培训需求(闫桢,2017),并进一步从“国培计划”视角开展个案调查(胡瑾,李国强,贺文华,2015; 闫桢,2017),参加“国培计划”教师的数学教学知识有积极提升,但在课堂教学实践中没有出现显著的效果(Lu,M., Loyalka,P., Shi,Y. et al.,

2019)。尽管结构化问卷在量化研究中发挥着重要作用，但它往往难以考虑到实际情境的复杂性和个体的差异性，因此在深入解释内在心理过程方面存在一定局限性(刘春年，黄俊，周涛，2019)。作为一种质性研究方法，扎根理论量化实证研究不同，研究者在调查之前不会提出理论假设，而是从调查资料中概括、提炼出反映社会现象的概念，然后发展范畴及范畴之间的关联，最终提升为理论(张敬伟，马东俊，2009; Reviews., KKB, 1998; Strauss, ALCJM, 1997)。本研究基于扎根理论(Grounded Theory)，通过访谈一线教师挖掘智能时代乡村教师专业发展现状和实际需求，构建智能时代乡村教师专业发展需求模型，为促进乡村教师专业发展提供理论指导和实践启发。

2. 研究设计与分析

2.1 研究方法与数据收集

本研究基于扎根理论，运用 NVivo12 对访谈文本进行程序化编码，从中挖掘乡村教师专业发展真实现状和需求并构建模型，以期更好地实现乡村教师的专业发展。研究对 10 位乡村中学教师进行半结构化访谈（其中包括新手教师 6 人，成熟教师 3 人，专家教师 1 人），每位教师的访谈时间控制在 30 分钟左右。访谈结束后，研究人员对录音进行转录、整理和分析，形成 68392 字访谈文本。

2.2 数据处理分析

2.2.1 开放式编码

开放式编码是对原始文本资料逐行编码，进行概念化和类型化，形成编码初级框架(表 1)。通过开放式编码，本研究抽象出 84 个概念，19 个类属。

表 1 开放编码示例

类属名称	访谈文本（初始概念）
环境驱动	社会多为我们提供一些资源，比如金钱资助等等。（利益牵引）
	家长的支持对我们这些教师的发展也是有一定作用的。（家长支持）
	主要还是要激发学生自身的学习动力，这就体现每个学校的校风问题，把学生的学习动力给激发出来，以此带动教师一起进步。（学习氛围）
	遇到困难还是要及时去解决的，解决不了可能这节课就不能上。迫于一些课题的要求，几个老师成组，针对出现的突出问题寻找解决方案。（完成教学任务）
	学校的重视如果不够，可能自身有发展想法，但也很难去落实。（学校重视）

2.2.2 主轴编码

主轴编码是在开放编码基础上，对不同概念类比、整合、分析和调整，形成更高层级类属。例如，利益牵引、学习氛围、任务要求可以归纳到更高级别的“环境驱动”类属。照此方法，开放编码得到的 19 个类属在经过主轴编码后形成了 4 个主类属：多维驱动、多元互动、能力为本、教研培训，如表 2 所示。

2.2.3 选择性编码

选择性编码是提炼和归纳类属之间的逻辑关系。本研究认为，在乡村教师专业发展需求中，多维驱动为教师专业发展提供动力，以能力为本为目标导向，利用教研培训的方式，通过多元互动途径实现乡村教师专业发展。当新增数据不能再带来新的主题时，即可判断达到饱和状态(Birks,M.M.J., 2011)，本研究随机抽取 2 位教师进行访谈，未发现新概念、新范畴、新关系，表明编码已基本达到饱和。

表 2 主轴编码结果

主类属	类属	关系内涵
多维驱动	环境驱动	利益牵引、教学任务要求、校风学风等因素会影响教师专业发展。
	效能驱动	乡村教师对自己能否达到专业发展目标、外界支持（政策、资源等）能否满足自身发展需求的预期和判断会影响教师专业发展。
	情感驱动	成就感、充实感等正向情感体验会促进教师专业发展。
	价值驱动	乡村教师的职业责任感、自我实现要求、自我发展意识会影响教师专业发展。
多元互动	专家引领	专家的理论支持、研究指导能够促进教师专业发展。
	导师导学	导师的示范、反馈、引导能够促进教师专业发展。
	同伴互助	同伴之间的交流、研讨、互评能够促进教师专业发展。
能力为本	技术融合	教师的技术操作能力亟需提升以适应时代要求。
	教学技能	要加强学情把握、教学环节设计、教案撰写等基础教学技能。
	专业知识	加强教师的专业知识，提升其在学科内容、一般教学法、学科教学法、课程以及教育相关方面的知识等。
	新颖理念	及时更新教学理念，转变师生角色等以适应时代发展。
	教师素养	教师职业道德、心理健康、学习能力等需要进一步提升。
教研培训	精准培训	培训多元化、个性化、精准化有助于教师专业发展。
	情境实践	乡村教师需要在真实情境中进行实践、反思以实现专业发展。
	弹性学习	个性推送、自定步调、打破时空限制会有助于教师专业发展。

3. 智能时代乡村教师专业发展需求模型构建

通过编码分析，本研究构建了智能时代乡村教师专业发展需求模型（图 1），主要包括智能时代背景下，以多维驱动为动力，以能力为本为导向，以多元互动为途径，以教研培训为方法，促进乡村教师专业发展。

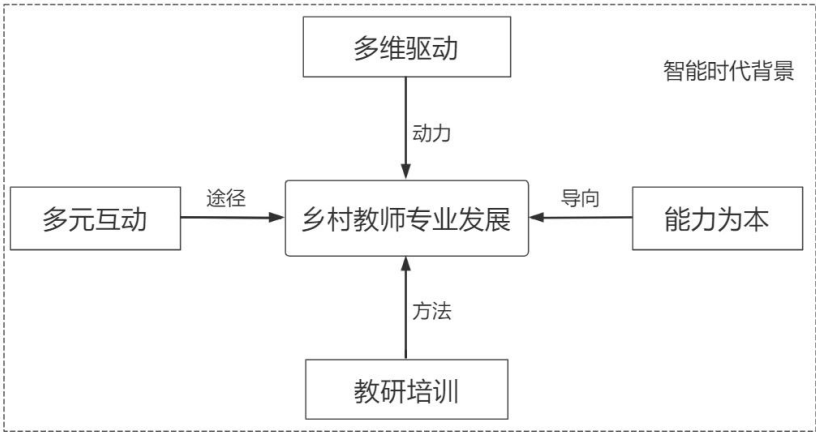


图 1 智能时代乡村教师专业发展需求模型

3.1 动力：多维驱动

本研究认为，多维驱动可以激发乡村教师的专业发展动力，其中包括环境驱动、效能驱动、情感驱动和价值驱动。社会组织制度、教学任务、人际关系等方面对教师能力提出了要求，

而教师需要通过实现自身专业发展来完成,这种情况便是对教师专业发展产生的环境驱动。乡村教师的行动倾向受到其对能否完成要求和外界支持的认知判断影响,即效能驱动。教师的职业认同感对其发展效能具有决定性作用,从而产生情感驱动的行动倾向;由精神层面而产生的行动倾向就形成了价值驱动。乡村教师表示:“希望政策适当向乡村倾斜,增加资源支持和编制岗位,完善激励制度,增强师资力量。加强对教师成长重视,落实相关政策,组织培训,形成良好学风。”教师专业发展不完全是外在控制下的发展,也不完全是自主的发展,而是取决于外在专业支持和自身努力的相互作用(朱仲敏,2014),乡村教师需摆脱职业懈怠,提升职业认同感,增强发展意识。

3.2 导向:能力为本

以能力为本为目标导向,强化教师能力。乡村教师表示专业发展要立足于能力提升,包括技术融合、教学技能、专业知识、新颖理念和教师素养。教师表示:“在教学技能方面仍存在欠缺,包括教学方法选择、教学活动设计、学情把控、灵活变通等。自身基础知识不够扎实,包括课程知识、心理知识等。”部分教师提到:“需改变传统教学观念,更新教学理念,提升技术水平,明确发展目标,提升反思意识,提升自身素养。”

3.3 途径:多元互动

多元互动丰富乡村教师专业发展途径,互联网支持下的通信技术使个体交互更加便捷高效,教师专业发展需要在交互性设计原则指导下,组织异步或同步交流,鼓励教师经验分享与汇聚(冯晓英,何春,宋佳欣,孙洪涛,2022),甘肃省平凉市的“研训一体化”项目中采用了多元互动的学习方式,并收到了良好的效果(朱怀太,2018)。教师在访谈中提到:“期望加强教师与专家、导师、同行的互动和交流;开展专家专题报告、专家学习答疑和专家点评指导;完善导师导学即师徒制,资深前辈分享经验、提供针对性指导;建立学习共同体,让教师们通过合作、沟通、交流和倾听等方式互相学习、共同成长,从而促进共同体成员的专业发展。”

3.4 方法:教研培训

完善教研培训方式,教育研究与培训机构成为推动教师专业发展的主阵地(李彦荣,2009)。目前教研培训主要内容涉及教学理论、师德师风、学科知识等,主要形式有线下集中培训、远程研修、名师送教、师徒导学等。部分乡村教师表示:“这些培训效果一般,主要表现为培训内容无法贴合自己需求,与农村教学现状不相匹配,技术和科研能力培训不足,缺少实践和创新机会,缺少效果检验和反馈机制,教学与培训冲突难以调节等问题。”

智能时代,乡村教师专业发展面临诸多困境,要明晰发展现状和实际需求,抓住机遇,立足现实,秉承理性态度,科学制定乡村教师专业发展规划,实现智能时代乡村教师专业发展。

4. 智能时代促进乡村教师专业发展策略

乡村教师相较于城市教师,具有独特的职业特点,面对着特殊的生存环境、教学方式和教育对象。在专业理念方面,乡村教师对于乡村的发展和乡村教育事业充满热情,但部分偏远地区的教师难以参与专业发展(Maher,D.& Prescott,A., 2017),甚至对于自身成长缺乏重视。在专业知识方面,乡村教师需要掌握教学技能和通用知识,同时还需要了解乡村文化、社会特点和本土知识。在专业能力方面,乡村教师应该具备本土课程的开发能力,借助乡村特色资源来开发与乡村实际情况相符合的课程内容(张育菡,赵永勤,2021)。根据上述分析结果,本研究认为在智能时代可从以下四个方面促进乡村教师专业发展。

4.1 建立多维驱动机制,激发乡村教师专业发展动力

为响应教师适应新技术变革的要求,需增强教育技术的普及和应用,激发乡村教师的专业发展动力。通过构建学习共同体,激发乡村教师的专业发展动力,让教师们在合作、共享、

包容和互敬的精神下相互交流和学习借鉴,以平等对话的方式实现个体和群体的共同成长。(蔡其勇,刘筱,胡春芳,2020)。教师专业学习社区的性质和发展取决于机构支持、校长领导和教师自身的主动性(Tanja c. sargent, EH, 2009)。完善一系列支持政策措施、提高乡村教师的薪资待遇、提供职称晋升机会等;鼓励社会力量参与到乡村教育中来,为乡村教师提供更多的资源和支持;提供学术研究、教育实践等方面的机会,构建乡村教师专业发展路径,加强对乡村教育的评估工作,建立科学的评估体系,对教师的教育教学质量、专业发展和教学效果等方面进行评估;增强乡村教师的自信心,激发乡村教师的学习兴趣和积极性,鼓励他们敢于尝试、敢于创新,推动其自主学习和自我完善,做到以自我发展促进乡村教育事业的发展。唤醒教师专业发展意识,树立目标,构建覆盖多元群体、人员开放、内容跨界、组织灵活的“链式培养”机制,将不同发展阶段的教师结成相互关联、实时互动的“链锁”,以促进前辈培育后辈、同辈互助和后辈反哺前辈的教育氛围(陈德收,王学男,2020)。

4.2 以能力为目标导向,强化乡村教师能力

组织各种专业培训,如教学技能培训、教学策略培训等,以提高乡村教师的教学能力。乡村教师的教育需求与城市教师有所不同,他们需要更多的乡土文化和实践技能方面的支持,培训课程应该更具有针对性(唐松林,2012)。需强化实践反馈,引导乡村教师在教学实践中不断提高,通过反思、讨论等方式进行提高(张红波,2019)。鼓励乡村教师参与教育研究,帮助他们更好地了解教育的科学原理,并对教学进行创新。建立教师团队,让乡村教师可以与其他教师交流经验,分享教学经验,共同提高能力。对教师进行客观、公正的教学评价,关注教学评价的发展性、过程性、综合性,并基于新课程标准进行教学评价(张瑞,覃千钟,2021)。这些方法可以有效提升乡村教师的教学能力,为他们的专业发展提供有力支持。

4.3 优化智能化教育资源配置,丰富乡村教师专业发展途径

在智能教育场域下,教育教学问题与需求具有复杂性和多样性,教师要成为兼具“软”“硬”技能的学者(张蓉菲,田良臣,马志强,2022),不仅要具备人文素养等“软技能”,还要具备利用新技术的“硬技能”。智能时代教育资源更加丰富、多样,更新周期不断缩短,对此需要关注智能化教育资源(如:技术支持的师资资源、虚实结合的课程教学资源 and 过程生成型自主研修资源)配置(柳立言,张会庆,闫寒冰,2021),实现教育资源更大规模、更低成本、更迅速、更有效的推送和共享,缩小地区差异,优化教育新生态。设立专业团体,如教师协会、教学研究组等,通过与其他专家和教师合作开展主题研修、案例分析和话题研讨等教研活动,乡村教师能够创造更多的教学和教研资源,促进资源和成果的不断迭代和创新,从而提高教育教学质量(王永固,聂瑕,王会军,莫世荣,2020)。利用智能进行交互,打破乡村学校所处地理位置不便的困境,丰富乡村教师专业发展途径。

4.4 借助智能软件和数据分析,促进乡村教师专业发展方法升级

智能技术为教师专业发展成长提供了多模态、线上线下混合式、智能泛在式的支持(张会庆,许亚锋,辛宪民,2022),人与人、人与机器时空同步的学习场景、虚拟学习社区、虚拟学习场等多场域并存,教师可选发展方式更加多样。除了组织各种教研活动之外,还可以运用数据分析技术,对乡村教师进行精准评估,了解他们的专业发展水平并找出存在的问题。可以避免传统的通用培训模式,通过制定个性化的发展方案和干预措施,实现教师的可持续发展。同时,智能决策和软件技术可提供多样的研修方式,使乡村教师更加自主和灵活。这些措施可以有效提高教师的专业水平,并生成更多高品质的教学资源(柳立言,张会庆,闫寒冰,2021),助力教师弹性学习,从时空自由度上进一步丰富发展方式,保障发展的可持续性。

智能技术为增进教师辅助性知识、增强教师教学监控力以及提高教师校本教研力带来机遇(陈俊源,2021),乡村教师需要不断提升自己的意识,积极学习时代发展的脉搏,及时适应新技术的变化,善用各种技术手段,有效推进个人专业成长,提高乡村教育的效果,从而推动教育现代化进程。

参考文献

- 蔡其勇, 刘筱 & 胡春芳. (2020). 新时代乡村教师学习共同体建构策略[J]. 中国教育学刊, (2), pp.83-86.
- 陈德收 & 王学男. (2020). 构建教师学习共同体: 优质校师资优化的理性选择[J]. 中小学管理, (9), pp.21-23.
- 陈俊源. (2021). 人工智能时代教师专业发展: 契机、挑战与应对[J]. 江汉大学学报(社会科学版), 38(4), pp.5-11, 125.
- 冯晓英, 何春, 宋佳欣, 孙洪涛. “互联网+”教师专业发展的实践模式、规律与原则——基于国内外核心期刊的系统性文献综述[J]. 开放教育研究, 2022, 28(06): 37-51. DOI: 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.06.005.
- 龚宝成. (2019). 乡村教师专业发展困境与疏解: 地方性知识的视角[J]. 课程·教材·教法, 39(3), pp.126-130.
- 胡瑾, 李国强 & 贺文华. (2015). “国培计划”视角下乡村教师培训需求分析——以娄底市乡村教师培训为例[J]. 湖南人文科技学院学报, (5), pp.44-46, 66.
- 兰国帅, 魏家财, 张怡, 郭倩, 张巍方, 孔雪柯 & 王志云. (2021). 未来高等教育教学: 宏观趋势、关键技术实践和未来发展场景——《2021年地平线报告(教学版)》要点与思考[J]. 开放教育研究, 27(3), pp.15-28.
- 李彦荣. (2009). 促进教师专业发展: 教育研究与培训机构的应为与可为[J]. 教育发展研究, (22), pp.71-78.
- 刘春年, 黄俊 & 周涛. (2019). 基于扎根理论的付费数字阅读用户需求的分层特征及其驱动力[J]. 现代情报, 39(11), pp.80-89.
- 柳立言, 张会庆 & 闫寒冰. (2021). 智能时代乡村教师专业发展的困境、机遇和实践路径[J]. 中国电化教育, (10), pp.105-112.
- 罗怡珑 & 张继河. (2018). 农村教师专业发展需求研究综述——基于2008—2017年相关文献的统计分析[J]. 南昌师范学院学报, 39(6), pp.103-107.
- 唐松林. (2012). 理想的寂灭与复燃: 重新发现乡村教师[J]. 中国教育学刊, (7), pp.28-31.
- 王永固, 聂瑕, 王会军 & 莫世荣. (2020). “互联网+”名师工作室促进乡村教师专业发展: 机制与策略[J]. 中国电化教育, (10), pp.106-114.
- 闫楨. (2017). 立足培训需求的乡村教师专业发展路径探析——基于某市乡村教师专业发展的调查研究[J]. 常熟理工学院学报, 31(3), pp.107-111, 120.
- 张红波. (2019). 散点·联动·螺旋: 乡村教师教学能力提升新路径[J]. 中小学管理, (10), pp.44-47.
- 张会庆, 许亚锋 & 辛宪民. (2022). 学习科学视域下的智能时代教师专业发展研究[J]. 黑龙江高教研究, 40(6), pp.54-61.
- 张敬伟 & 马东俊. (2009). 扎根理论研究法与管理学研究[J]. 现代管理科学, (2), pp.115-117.
- 张蓉菲, 田良臣 & 马志强. (2022). 智能时代教师设计思维培养: 逻辑向度与困境纾解[J]. 中国远程教育, (4), pp.55-64, 77.
- 张瑞 & 覃千钟. (2021). 从“脱嵌”到“嵌入”: 乡村教师评价素养发展的实践转向[J]. 教育理论与实践, 41(2), pp.29-33.
- 张育菡 & 赵永勤. (2021). 实践取向的乡村教师培训: 为何与何为? [J]. 中国成人教育, (13), pp.76-80.
- 赵磊磊, 马玉菲 & 代蕊华. (2021). 教育人工智能场域下教师角色与行动取向[J]. 中国远程教育, (7), pp.58-66.

朱怀太. “研训一体化”促进乡村教师专业发展[J].基础教育课程,2018(14):71-74.

朱仲敏. (2014).论区域教师发展支持系统的建设——基于上海市浦东新区的改革实践[J]. 中国教育学刊, (3), pp.18-21, 62.

Birks,M.M.J. (2011). *Grounded Theory:a Practical Guide*. London:sage.

Development Student Achievement in Rural China: Evidence From Shaanxi Province. *Journal of Development Effectiveness*, 11, pp.105-131.

Lu,M., Loyalka,P., Shi,Y., Chang,F., Liu,C. & Rozelle,S. (2019). The Impact of Teacher Professional

Maier,D. & Prescott,A. (2017). Professional Development for Rural and Remote Teachers Using Video Conferencing. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 00, pp.520-538.

Quinn,Frances., Charteris,J., Adlington,R., Rizk,N., Fletcher,P. & Parkes,M. (2020). The Potential of Online Technologies in Meeting Pld Needs of Rural Teachers. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 00, pp.69-83.

Reviews, KnafIKA.Book. (1998).Grounded theory in practice[J]. *Western Journal of Nursing Research*.

Strauss, AnselmL.CorbinJulietM. (1997). *Grounded theory in practice*: Sage Publications.

Tanja c.sargent , EmilyHannum. (2009).Teacher Professional Learning Communitiesin Resource-Constrained Primary Schools in Rural China[J]. *Journal of Teacher Education*, 60(3), pp.258-276.

大学生学习兴趣与自我效能感对在线学习参与度的影响研究

Research on the Influence of Learning Interest and Self-efficacy of College Students on Online Learning Engagement

邹佳丽¹, 张倩苇¹, 曾艳婷¹, 武春李¹, 余雪梅¹

¹ 华南师范大学 教育信息技术学院

2647824117@qq.com

【摘要】 在线教育的“质量革命”已经到来,以学习者视角分析在线学习参与度尤为重要。本研究基于313份来自全国各地高校大学生的问卷调查数据,使用结构方程模型分析学习兴趣、自我效能感和在线学习参与度之间的作用关系和影响效应。研究结果表明:学习兴趣和自我效能感均能对在线学习参与度产生显著正向影响,且自我效能感对四种参与类型(行为参与度、认知参与度、情感参与度和社会参与度)的整体影响效应高于学习兴趣;自我效能感在学习兴趣和在线学习参与度之间存在中介效应,其中,在学习兴趣和行为参与度之间的中介效应最高。

【关键词】 在线学习参与度;学习兴趣;自我效能感;结构方程模型

Abstract: The "quality revolution" of online education has arrived, and it is particularly important to analyze online learning engagement from the perspective of learners. Based on the questionnaire data of 313 college students from all over the country, this study uses Structural Equation Model(SEM) to analyze the relationship and influence among learning interest, self-efficacy and online learning engagement. The research results showed that both learning interest and self-efficacy can have a significant positive impact on online learning engagement, and self-efficacy has a significant impact on four types of engagement(behavioral engagement, cognitive engagement, emotional engagement and social engagement)and the overall influence effect of self-efficacy is higher than that of learning interest. Also, it showed that self-efficacy has a mediating effect between learning interest and online learning engagement, and the mediating effect between learning interest and behavioral engagement is the highest.

Keywords: online learning engagement, learning interest, self-efficacy, structural equation model

1. 前言

疫情之下,在线学习迎来了新一轮转机,在推动教育理念变革、模式创新、体系重构等方面起着重要作用(王巍,等,2021)。但目前在线学习仍存在一些有待解决的难题,其中在线学习参与度问题尤为突出。究其原因,离不开学习兴趣欠缺、学习目标感与课程胜任感较弱、学习环境缺少监管等因素。研究表明,提高学习兴趣对促进积极学业表现有着重要作用。兴趣是学习的催化剂,强烈的学习兴趣能够催生旺盛的求知欲,促进学习参与度的提高(胡金木,等,2021)。另外,自我效能感对学习参与度也有显著影响,自我效能感的强弱能直接影响在线学习参与度水平的高低(Wang & Baker, 2015)。作为一个过程性指标,学习参与度能够帮助教师更准确地把握学习者的学习质量,调整教学策略,进而促进有效学习的发生。然而,国内研究者在探讨学习参与度时,主要针对传统课堂教学环境下的参与度展开分析,对在线学习参与度的关注相对较少。并且已有研究成果多集中在在线学习参与度的影响要素方面,对各要素之间的相关性研究尚为有限。

因此,本研究对在线学习参与度展开探究,检验学习兴趣与自我效能感是否会对在线学习参与度产生直接显著影响,探讨自我效能感是否会作为中介要素对学习兴趣与在线学习参与度之间的关系产生影响。

2. 文献综述

“参与度”的概念首先出现在心理学领域，随后扩展到教育领域衍生出“学习参与度”一词。学习参与度指学生在有益的教育活动上所付出的时间和投入精力以及学校所创造的促进学生参与这些教育活动的服务和条件 (Kuh, 2001)。在线学习参与度则指“在依托网络技术所打造的学习情境中，学生在知识学习与能力提升方面付出的时间与精力” (Susan & Steve, 2017)。学者们普遍认为学习参与是一个多维度的结构，其所包含的维度数量 (2~4 个) 和各维度的指标均会存在差异 (Finn, 2012)。学界最为广泛认可的是：学习参与度由三个不同但相互关联的维度组成，即行为、认知和情感参与度 (Fredricks, 2004)。近年来，一些学者认为社会互动在学习中发挥着日益重要的作用。因此，他们在对学习参与度进行概念化的过程中，添加了社会参与度。例如，加西亚等围绕课堂任务的参与和社会形式来定义社会参与度，其中包括与同伴的参与和社会互动的质量 (Garcia, 2011)。本研究将在线学习参与度界定为：学习者在在线学习过程中投入的有效行为与精力的程度，包括行为参与度、认知参与度、情感参与度和社会参与度四个维度。

目前已有不少学者对在线学习参与度的影响因素开展研究，但主要关注学习者自我效能感、自我调节能力、学习动机等因素，对学习兴趣的关注有限，且较少采用结构方程模型的方法验证在线学习参与度与其它影响因素之间的相互作用关系。基于此，本研究基于学习参与理论，构建网络环境下大学生在线学习参与度的影响关系模型，采用实证研究的方法，从量化和质性层面分析模型各要素之间的相互关系及其作用机理。

3. 研究假设与理论模型

3.1. 学习兴趣

学生特质是影响在线教学中学生在线学习参与度的因素之一。学生兴趣能够有效激发学生的学习动机，提升在线学习参与度。如孙等的研究表明，学习兴趣与各类参与（行为参与、认知参与和情感参与）呈正相关，且与情感参与之间的相关系数高于其他两种参与类型（行为参与和认知参与）之间的相关系数 (Sun, 2012)。弗朗西斯科强调，学习兴趣会激发学生获取新知识的热情和积极性，从而更频繁地参与在线学习活动或花更多的时间观看视频活动 (Francisco, 2020)。同时，学习兴趣还会对自我效能感产生直接影响。有学者针对大学生高等数学学习兴趣、自我效能感、学习焦虑和学习动机之间的关系展开研究，结果发现自我效能感作为独立的中介变量，可以促进学习兴趣对学习动机的间接影响 (李鹏, 等, 2021)。据此，本研究提出以下假设：

H1: 学习者学习兴趣对其自我效能感具有显著正向影响。

H2: 学习者学习兴趣对其行为参与度具有显著正向影响。

H4: 学习者学习兴趣对其认知参与度具有显著正向影响。

H6: 学习者学习兴趣对其情感参与度具有显著正向影响。

H8: 学习者学习兴趣对其社会参与度具有显著正向影响。

3.2. 自我效能感

自我效能感源于班杜拉的社会认知理论，是指个体对自己组织和执行行动过程的能力的个人信念 (Bandura, 2001)。在线学习环境下的自我效能感可能会影响学生的学习成果，如在线互动和同伴参与。巴拉克等发现自我效能感是 MOOC 完成者和未完成者的关键决定因素，它对学生在 MOOC 平台上的社交参与 (如发帖、观看视频、回复帖子) 至关重要 (Barak, Watted, & Haick, 2016)。郭等对 608 名 MOOC 课程参与者进行了调查，发现网络自我效能感有助于行为、情感和认知参与，指明了其在在线学习参与中的关键作用 (Kuo, 2021)。然而，也有研究表明，自我效能感对学生参与没有直接影响，并不是行为、情感参与和认知参与等参与变量的重要预测因子 (Sun, 2012)。可见，自我效能感与在线学习参与度之间的关系仍值得进一步研究。因此，本研究提出以下假设：

H3: 学习者自我效能感对其行为参与度具有显著正向影响。

H5: 学习者自我效能感对其认知参与度具有显著正向影响。

H7: 学习者自我效能感对其情感参与度具有显著正向影响。

H9: 学习者自我效能感对其社会参与度具有显著正向影响。

H10: 学习者自我效能感在学习兴趣与在线学习参与度之间存在中介作用。

基于上述文献分析,本研究将学习兴趣和自我效能感作为自变量,行为参与度、认知参与度、情感参与度、社会参与度作为因变量,构建出如图1所示的研究模型。

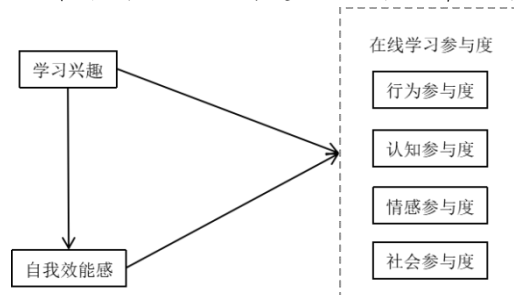


图1 在线学习参与度的影响因素模型

4. 研究设计

4.1. 研究目的

本研究以学习兴趣和自我效能感为自变量,学生在线学习参与度为因变量,对参与在线课程学习的高校大学生进行调查研究,旨在探究:(1)大学生学习兴趣、自我效能感、在线学习参与度情况如何?(2)大学生学习兴趣和自我效能感对在线学习参与度的影响如何?(3)大学生的自我效能感是否在学习兴趣和在线学习参与度之间存在中介作用?

4.2. 研究对象

本研究调查对象是来自全国各地不同高校参与在线课程学习的大学生,经过为期四周的线上问卷收集,最终共回收调查问卷353份,剔除无效问卷40份,得到有效问卷313份。其中参与过2门以上在线课程的学生占89.1%,被试者的在线课程学习经历大多较为丰富。

4.3. 研究方法

本研究采用结构方程建模法,综合运用SPSS 17.0和AMOS 23.0工具分析所收集到的有效问卷数据,并采用极大似然法,以卡方值(X^2)、卡方自由度比(X^2/df)、模拟适配指数(GFI)、比较适配指数(CFI)、非规范拟合指数(TLI)、均方根残差指数(RMR)、渐进均方根残差指数(RMSEA)等作为模型拟合度判别与验证的参照指标。

4.4. 研究工具

本研究参考学习兴趣、自我效能感及在线学习参与度的已有成熟量表,并结合大学生学习特征和在线学习环境,编制出“大学生在线学习参与度影响因素调查问卷”。该问卷包含“学习者基本信息”和“在线学习参与度影响因素调查”两大部分,共34个题项。其中,“在线学习情况”包括学习兴趣、自我效能感、行为参与度、认知参与度、情感参与度、社会参与度6个分量表,所有量表的题项均采用标准的李克特(Likert)五点式进行设计。为保证所构建模型的信效度,在正式发放问卷之前,本研究进行了小范围预测试,根据预测试收集的数据和专家提出的建议,选择信度和效度载荷因子大于0.50的题项,最后保留28个题项。

5. 研究结果与分析

5.1. 测量模型检验

本研究主要通过克伦巴赫系数(Cronbach's α)和组合信度(CR)指标进行信度检验,由表1可知,学习兴趣、自我效能感、行为投入度、认知投入度、情感投入度、社会投入度六个分量表的Cronbach's α 值在0.883—0.759之间,均大于0.70,属于高信度区间;其组合信度(CR)值在0.760—0.885之间,均大于0.60,说明潜在变量的内在质量良好。综合以

上评价指标，该测量模型的信度较好。

表 1 测量模型的信度检验值

潜在变量	均值	标准差	Cronbach's α 系数	CR
学习兴趣	3.880	0.577	0.878	0.877
自我效能感	3.679	0.730	0.846	0.843
行为参与度	3.832	0.670	0.862	0.867
认知参与度	3.747	0.682	0.834	0.836
情感参与度	3.611	0.774	0.883	0.885
社会参与度	3.808	0.649	0.759	0.760

在模型效度检验中，采用 KMO 和 Bartlett 球形检验、标准化因子载荷量、解释变异量、组合信度及平均方差萃取量等指标项进行模型的效度检验。由表 2 相关数据可知，本研究中各潜在变量的标准化因子载荷量在 0.68—0.85 之间，均大于 0.65，满足数值要求（>0.71 表示“优秀”；0.63—0.71 表示“非常好”；0.55—0.63 表示“好”）（邱皓政，等，2009），即各维度的潜变量设置能够较好地解释该维度下各个观测题项；KMO 值在 0.692—0.892 之间，且 Bartlett 球形检验的显著性值均小于 0.000；观察变量的解释变异量（SMC）值在 0.468—0.729 之间，均大于标准值要求的 0.36；各因子的组合信度（CR）值在 0.760—0.885 之间，均满足检验数值的基本要求（大于 0.70）；各观察变量的平均方差萃取量（AVE）值在 0.514—0.659 之间，均符合标准要求（大于 0.50），这表明问卷题项设置合理，该模型的收敛效度较好。

表 2 测量模型的收敛效度检验值

潜在变量	观察变量	标准化因子载荷量	KMO	P	解释变异量（SMC）	组合信度（CR）	平均方差萃取量（AVE）
学习兴趣（LI）	LI1	0.732	0.841	***	0.536	0.877	0.589
	LI2	0.737			0.543		
	LI3	0.740			0.548		
	LI4	0.807			0.651		
	LI5	0.818			0.669		
自我效能感（S）	S1	0.709	0.852	***	0.503	0.843	0.518
	S2	0.730			0.533		
	S3	0.684			0.468		
	S4	0.748			0.560		
	S5	0.727			0.529		
行为参与度（BE）	BE1	0.815	0.805	***	0.664	0.867	0.620
	BE2	0.801			0.642		
	BE3	0.749			0.561		
	BE4	0.785			0.616		
认知参与度（CE）	CE1	0.728	0.717	***	0.530	0.836	0.630
	CE2	0.832			0.692		
	CE3	0.818			0.669		
情感参与度（EE）	EE1	0.854	0.811	***	0.729	0.885	0.659
	EE2	0.802			0.643		
	EE3	0.806			0.650		
	EE4	0.784			0.615		
社会参与度（SE）	SE1	0.711	0.692	***	0.506	0.760	0.514
	SE2	0.707			0.500		

SE3	0.733	0.537
-----	-------	-------

注：***表示 $P < 0.001$ ，**表示 $P < 0.01$ ，*表示 $P < 0.05$ ，未标*表示不显著。（下同）

样本数据的区分效度如表 3 所示，表格中加粗字体的数据为平均方差抽取量平方根，该数据基本大于其所在列的所有数值，说明学习兴趣、自我效能感、行为参与度、认知参与度、情感参与度、社会参与度等变量之间彼此独立，不存在共线性问题，即测量模型具备合适的区分效度。以上数据分析可知，本研究的测量模型的总体信效度较好。

表 3 区分效度表

	收敛效度	区分效度					
	AVE	社会参与度	情感参与度	认知参与度	行为参与度	自我效能感	学习兴趣
社会参与度	0.514	0.716					
情感参与度	0.659	0.632	0.811				
认知参与度	0.630	0.718	0.725	0.793			
行为参与度	0.620	0.704	0.806	0.792	0.787		
自我效能感	0.518	0.654	0.717	0.790	0.736	0.719	
学习兴趣	0.589	0.673	0.796	0.734	0.738	0.682	0.767

5.2. 结构模型检验

5.2.1. 模型拟合度检验

本研究从学习者视角出发，以参与在线课程学习的高校大学生问卷调查为数据分析依据，构建在线学习参与度影响因素关系模型，模型拟合度检验具体数值，如表 4 所示：卡方/自由度比值 (χ^2/df) 为 2.599，符合小于 3 的要求；拟合优度指数 (GFI) 为 0.848，修正的拟合优度指数 (AGFI) 为 0.812，比较拟合指数 (CFI) 为 0.919，非规范拟合指数 (TLI) 为 0.909，渐近残差均方和平方根 (RMSEA) 为 0.072，标准平方平均残差的平方根 (SMAR) 为 0.049，以上检验指标总体符合理想拟合指标值标准。这表明该模型与数据拟合效果良好，可以深入研究在线学习参与度影响因素之间的关系。

表 4 模型拟合度检验

适配指标	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
拟合值	2.599	0.848	0.812	0.919	0.909	0.072	0.049
推荐值	<3.0	>0.9	>0.9	>0.9	>0.9	<0.08	<0.05
检验结果	理想	理想	理想	理想	理想	理想	理想

5.2.2. 研究假设检验

通过验证模型中的研究假设，可以分析学习者在线学习兴趣、自我效能感及学习参与度之间的影响和作用关系。由表 5 可知，研究假设均成立。由图 2 可知，学习者的学习兴趣对其自我效能感具有显著正向影响 ($\beta = 0.689$, $P < 0.001$)，说明学习者的求知欲和好奇心与学习信心息息相关，可促使学生更有动力地体验在线学习，进而提升学习成就感和自我效能感。与此同时，学习者的学习兴趣对其行为参与度 ($\beta = 0.254$, $P < 0.001$)、认知参与度 ($\beta = 0.306$, $P < 0.001$)、情感参与度 ($\beta = 0.517$, $P < 0.001$) 和社会参与度 ($\beta = 0.312$, $P < 0.001$) 均具有显著正向影响，说明具有较高学习兴趣的学习者能够更好地适应在线学习方式，尤其在情感方面呈现出较好的参与状态。在自我效能感对在线学习参与度的影响中，学习者的自我效能感对四种参与类型均有显著影响，其中，对行为参与度 ($\beta = 0.725$, $P < 0.001$)、认知参与度 ($\beta = 0.656$, $P < 0.001$)、社会参与度 ($\beta = 0.689$, $P < 0.001$) 的影响效应大于对情感参与度 ($\beta = 0.430$, $P < 0.001$) 的影响，说明学习者对自身能力的认可是其拥有高品质学习心流体验的重要基石和保障。

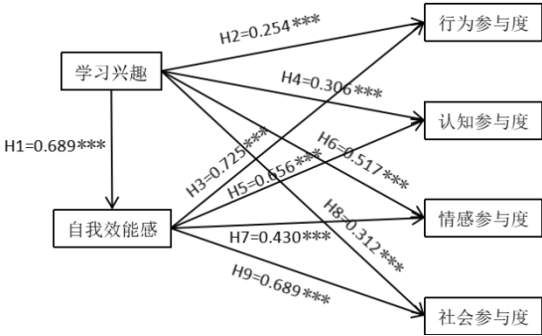


图 2 模型路径系数输出图

表 5 模型参数检验值及研究假设验证

假设	因变量	自变量	Estimate	S.E.	C.R.	P	结果
H1	自我效能感	学习兴趣	0.689	0.065	9.263	***	成立
H2	行为参与度	学习兴趣	0.254	0.070	4.008	***	成立
H3		自我效能感	0.725	0.098	9.332	***	成立
H4	认知参与度	学习兴趣	0.306	0.067	4.456	***	成立
H5		自我效能感	0.656	0.091	8.048	***	成立
H6	情感参与度	学习兴趣	0.517	0.083	7.446	***	成立
H7		自我效能感	0.430	0.092	6.404	***	成立
H8	社会参与度	学习兴趣	0.312	0.068	4.271	***	成立
H9		自我效能感	0.689	0.093	7.992	***	成立

5.2.3. 中介效果检验

在某一关系模型中，当模型中的变量 A 既能对变量 B 产生直接影响效应（直接效应量），又能借助变量 C 对变量 B 产生中介效应（也称间接效应值）时，则称变量 C 为变量 A 与变量 B 之间关系的中介变量。若中介变量的间接效应值大于直接效应值，则说明该中介变量具有关键影响（胡小勇，等，2020）。在本研究中，采用自助法（Bootstrapping 置信区间方法）探析自我效能感的中介作用（如表 6 所示）。

由图 2 可知，学习者学习兴趣对行为参与度具有直接影响，同时，又能通过自我效能感对行为参与度产生间接作用。因此，自我效能感是学习兴趣与行为参与度的中介变量，其直接效应值为 0.279，间接效应值为 0.548，表明自我效能感是学习者学习兴趣与行为参与度的重要中介变量。此外，其直接效应的置信区间为[0.021, 0.513]，不包含 0，且 P 值小于 0.05，说明直接效应显著，间接效应的置信区间为[0.339, 0.771]，不包含 0，且 P 值小于 0.001，说明间接效应也显著。因此，中介效应类型为部分中介。同理，自我效能感也是学习兴趣与认知参与度和社会参与度的中介变量且直接效应和间接效应均显著，该中介类型为部分中介。不过在自我效能感对情感参与度的作用过程中，其直接效应值为 0.616，间接效应值为 0.353，表明自我效能感是影响学习者学习兴趣与情感参与度的重要因素，但没有足够的研究数据表明达到核心关键作用。

表 6 自我效能感中介作用分析表

路径分析	作用效果	效应值	SE	Bias-corrected 95% CI			中介类型
				下限	上限	P	
学习兴趣— 行为参与度	直接效应	0.279	0.165	0.021	0.513	*	部分中介
	间接效应	0.548	0.128	0.339	0.771	***	
	总效应	0.827	0.105	0.628	0.869	**	
学习兴趣— 认知参与度	直接效应	0.297	0.158	0.037	0.618	*	部分中介
	间接效应	0.438	0.115	0.27	0.706	**	

	总效应	0.735	0.105	0.622	0.879	**	
学习兴趣— 情感参与度	直接效应	0.616	0.193	0.264	0.804	**	
	间接效应	0.353	0.123	0.112	0.522	*	部分中介
	总效应	0.969	0.112	0.704	0.901	**	
学习兴趣— 社会参与度	直接效应	0.292	0.128	0.06	0.555	*	
	间接效应	0.445	0.099	0.324	0.726	***	部分中介
	总效应	0.737	0.096	0.654	0.895	**	

6. 研究结论

本研究采用结构方程模型法,构建了学习兴趣、自我效能感与在线学习参与度各因素之间的影响关系模型,并通过大样本的大学生在线学习调研数据验证了该模型的合理性。研究结果表明:学习兴趣和自我效能感均能直接正向影响在线学习环境下学生的行为参与度、认知参与度、情感参与度和社会参与度;自我效能感作为中介变量,在学习兴趣对行为参与度、认知参与度、情感参与度和社会参与度之间的影响过程中起积极作用。基于此,可以推论出在线学习环境下学生学习参与度的影响机理为:学习兴趣既能直接影响在线学习参与度,也能通过影响自我效能感进而对在线学习参与度产生间接影响;自我效能感是影响在线学习参与度的直接因子,也是影响在线学习参与度的中介性因子,是连接学习兴趣 and 在线学习参与度之间的纽带(王莉华,等,2021)。

6.1.1. 学习兴趣对在线学习参与度的影响

学习兴趣能够直接正向影响大学生在线学习的行为参与度、认知参与度、情感参与度和社会参与度,即学习兴趣对在线学习参与度具有显著积极作用。从图2的路径系数输出图可知,学习兴趣与情感参与度之间的路径系数高于其他三种参与类型之间的路径系数。这说明在在线学习过程中,学习者内在的学习兴趣能够有力激发其自身的学习热情,调动学习积极性,进而促进在线学习的深度参与。该结果与孙志远等人的研究结果相一致。

6.1.2. 自我效能感对在线学习参与度的影响

研究发现,自我效能感对在线学习参与度有显著正向影响。从整体上看,自我效能感与四种参与类型之间的路径系数较高,其中,与行为参与度、认知参与度、社会参与度之间的路径系数均高于0.50,情感参与度则相对较低。这说明自我效能感越高的学生,越能深入地融入教学过程,从而更好地参与在线学习。同时,深层次的课堂参与也能促进学生对学习方式的把握和增强其完成学习目标的自信,进而实现自我效能感与学习参与度之间的双向促进作用。该结果与巴拉克和郭等人的研究结果保持一致。

6.1.3. 自我效能感的中介作用

研究假设检验表明,学习兴趣能够对自我效能感和在线学习参与度产生显著正向影响,同时,自我效能感也能对在线学习参与度的四种参与类型产生显著正向影响。由此可合理推断:自我效能感在学习兴趣与在线学习参与度之间存在中介作用。通过进一步的中介效应检验,发现自我效能感在学习兴趣对行为参与度、认知参与度、情感参与度和社会参与度的影响过程中起到部分中介效应。因此,在行为、认知和社会参与方面,自我效能感可以作为影响学习兴趣与这三种参与的关键中介变量,但在情感参与方面,其“桥梁”作用并不是很明显。

参考文献

- 王巍, 闫寒冰, 黄小瑞. (2021). OMO 教学有多远: 从教师自我效能感看在线教学的重难点突破[J]. *现代远程教育*, (1), 48-55.
- 王莉华, 高源月. (2021). 研究型大学研究生成就目标定向与学业拖延——学业自我效能感的中介效应[J]. *研究生教育研究*, (3), 26-34.
- 李鹏, 曹丽华. (2021). 大学生高等数学“学习兴趣”“自我效能感”“学习焦虑”“学习动机”的关系研究[J]. *数学教育学报*, (4), 97-102.

- 邱皓政, 林碧芳. (2019). 结构方程模型的原理与应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社.
- 胡金木, 赵林卓. (2021). 学习兴趣的发展阶段, 影响因素与激发路径[J]. *课程.教材.教法*, (11), 78-85.
- 胡小勇, 徐欢云, 陈泽璇. (2020). 学习者信息素养, 在线学习投入及学习绩效关系的实证研究[J]. *中国电化教育*, (3), 77-84.
- Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual review of psychology*, 52(1), 1-26.
- Barak, M., Watted, A., & Haick, H. (2016). Motivation to learn in massive open online courses: Examining aspects of language and social engagement. *Computers & Education*, 94, 49-60.
- Guillén-Gámez, F. D., & Mayorga-Fernández, M. (2020). Quantitative-comparative research on digital competence in students, graduates and professors of faculty education: An analysis with ANOVA. *Education and Information Technologies*, 25(5), 4157-4174.
- Hrastinski, S. (2008). What is online learner participation? A literature review. *Computers & Education*, 51(4), 1755-1765.
- Kuo, T. M., Tsai, C. C., & Wang, J. C. (2021). Linking web-based learning self-efficacy and learning engagement in MOOCs: The role of online academic hardiness. *The Internet and Higher Education*, 51, 100819.
- Kuh, G. D. (2001). Assessing what really matters to student learning inside the national survey of student engagement. *Change: The magazine of higher learning*, 33(3), 10-17.
- Ko, S., & Rossen, S. (2017). Teaching online: A practical guide. Routledge.
- Linnenbrink-Garcia, L., Rogat, T. K., & Koskey, K. L. (2011). Affect and engagement during small group instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 13-24.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, 74(1), 59-109.
- Sun, J. C. Y., & Rueda, R. (2012). Situational interest, computer self-efficacy and self-regulation: Their impact on student engagement in distance education. *British journal of educational technology*, 43(2), 191-204.
- Wang, Y., & Baker, R. (2015). Content or platform: Why do students complete MOOCs. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 11(1), 17-30.

“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”助力 OMO 教学模式发展路径研究

The "National Primary and Secondary School Smart Education Platform" under the "Double Reduction" Policy Helps the Research on the Development Path of OMO Teaching Model

刘亚男^{1*}, 黄克斌²
¹²黄冈师范学院, 教育学院
*2277106057@qq.com

【摘要】 国家教育部上线推行的“国家中小学智慧教育平台”一方面有效支撑了“双减”政策及在疫情下学校“停课不停学”的工作, 另一方面助力了 OMO (Online-Merge-Offline) 教学模式的发展, 将新技术与在线教育平台深度融合, 促进实现数据驱动、线上线下相互融合更高效的教学模式。本文对“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”助力 OMO 教学模式发展研究现状分析的基础上, 对 OMO 教学模式的未来发展趋势及发展路径提出建议, 为未来 OMO 教学模式的发展提供参考方向。

【关键词】 “双减”政策; “国家中小学智慧教育平台”; OMO 教学模式

Abstract: The "National Smart Education Platform for Primary and Secondary Schools" launched online by the Ministry of Education has effectively supported the "double reduction" policy and the work of "school suspension without school suspension" in schools under the epidemic situation, on the other hand, it has helped the development of OMO (Online-Merge-Offline) teaching mode, deeply integrated new technology with online education platform, and promoted the realization of a more efficient teaching mode of data-driven, online and offline integration. Based on the analysis of the current research situation of the "National Smart Education Platform for Primary and Secondary Schools" under the "Double Reduction" policy to help the development of OMO teaching mode, this paper puts forward suggestions on the future development trend and development path of OMO teaching mode, and provides a reference direction for the future development of OMO teaching mode.

Keywords: "double reduction" policy, "National Primary and Secondary School Smart Education Platform", OMO Teaching Model

1. 前言

2021 年由中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》(简称“双减”政策)。在“双减”政策中明确提出要做强做优免费线上学习服务。教育部门要利用国家和各地教育教学资源平台及优质学校网络平台, 免费向学生提供高质量专题教育资源和覆盖各年级各学科的学习资源, 推动教育资源均衡发展, 促进教育公平。“双减”政策的落地实施无疑为学校教育及校外的线上教育发展提供方向引导, 鼓励各教育企业进行教育转型, 大力发展线上教育。

自 2020 年受疫情影响, 线上教育的需求急剧增加, 尤其在“双减”政策的落地实施及疫情下各地区开始实行“停课不停学”的背景下, 使得线上教育作为提供教与学的主要平台, 承担起学校的教学任务。由于从线下向线上教育的转换过渡期较短, 在开展线上教育的过程中许多问题逐渐暴露出来。针对短期内线上教育迅速发展的现状, 使得线上教育软件及资源平台的选择增多, 同时暴露出由于缺乏有效规范使得资源过多无法选择的缺陷。对此, 教育部在总结“国家中小学网络云平台”运行服务经验的基础上, 研究制定了《国家中小学智慧

教育平台建设与应用方案》，并将原云平台改版升级为“国家中小学智慧教育平台”，于2022年3月1日上线试运行，该平台的上线运行，特别是针对疫情后实行“停课不停学”的地区及全国各地“双减”政策的落地实施提供了有效的支持，同时为发展线上教育提供了优质的教育资源平台及有效资源的支持。

OMO教学模式即线上线下混合教学模式，在疫情恢复线下课程后，越来越多的学校教育、校外培训教育等开始转向发展OMO教学模式，这一教学模式是未来教育教学的必然发展趋势，但目前OMO教学模式的实践还处于初期探索阶段，理论基础不够完善。鉴于此，本文分析了OMO教学模式的研究现状，及在“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”对OMO教学模式发展的推动助力，对OMO教学模式的未来发展趋势及发展路径提出了建议，为未来OMO教学模式发展提供参考方向。

2. OMO 教学模式研究现状综述

OMO，最初是由李开复在《The Economist》杂志 The World in 2018 特辑专栏文章“Meet OMO sapiens”中在新零售领域中提出，作为一种商业模式，OMO旨在连通线上线下，使消费者能同时体会到线上购物的便捷性与线下购物的服务体验（李开复，2017）。随着OMO模式在商业领域的不断应用，部分教育机构也开始形成线上线下融合的教育平台。

在教育领域中，祝智庭学者将OMO教学模式定义为，以学生为中心，通过技术手段打通线上和线下、虚拟和现实学习场景中各种结构、层次、类型的数据，形成线上线下融合的场景生态，实现个性化教学与服务新样态。通过OMO教学模式的发展，最终能够兼容混合学习（blended learning）和混成学习（hybrid learning），体验无缝学习（seamless learning），并促进智慧学习（smart learning）发展（祝智庭，2021）。

教育部等部门在2019年9月颁布《关于促进在线教育健康发展的指导意见》文件中提到要坚持融合融通，加快科技与教育深度融合，推动线上教育与线下教育良性互动、校内教育与校外教育有机衔接，推动线上线下教育融通（教育部，2019）。国家发改委在2020年7月颁布的《关于支持新业态新模式健康发展激活消费市场带动扩大就业的意见》文件中提到要大力发展融合化在线教育，要求构建线上线下教育常态化融合发展机制（国家发改委，2020）。对于OMO这种线上线下教育融合的教学模式政府目前持积极鼓励态度，鼓励教育行业积极发展应用科学技术，将线上教育与线下教育完美融合，加快信息化时代的教育变革。

目前教育行业的OMO模式主要存在于教培机构中，主要包括三种形式：一是线上教学、线下服务；二是线下教学、线上服务；三是线上教学与服务的同时兼具线下教学与服务，把线上线下的优势融合贯通，该形式将成为今后OMO教学模式的主要应用形式。目前国内诸多学者对OMO教学模式的应用进行了探索研究，如熊祖涛学者积极探索教学模式改革，将线上线下相融合的教学模式在软件工程的教学中使用，提升学生主观能动性的同时优化了教学效果（熊祖涛，2016）；北京市密云区某小学依托密云教育云平台，建设了在线课程资源，实现了学生、教师、家长联动，促进了线上线下课程融合（屈博学，2022）。

综上所述，教育行业OMO的发展主要集中在教育机构的模式应用中，随着“双减”政策的落地实施及各项教育文件的颁布，国家鼓励教育行业结合科学技术，实现线上与线下教育完美融合，发展应用OMO教学模式。因此本文对“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”助力OMO教学模式的发展路径展开具体的论述研究，为未来在此方面的研究提供方向。

3. OMO 教学模式未来发展趋势

OMO教学模式是受疫情影响下迅速发展的一种新型教学模式，比起传统的线下教学或疫情初期和线上教育培训机构的纯线上教学模式来说，OMO教学模式这种将线上与线下教育融合的教学模式是一种新的尝试，目前还处于初步探索阶段，理论和实践内容都不够完善，对此提出了以下几点关于OMO教学模式未来发展的趋势方向。

3.1 利用OMO教学模式，促进教育智能化发展

人工智能、大数据等技术的飞速发展,为OMO教学模式的智能化奠定了基础。人工智能与大数据等技术手段能够准确地分析学习者的学习数据或教师的教学数据,对学习过程或教学过程所产生的数据结果进行分析,以可视化的图示呈现,帮助学习者自身、教师以及家长快速准确地掌握学习者的学习情况,帮助教师及时反思更改教学设计,更有针对性地进行教学。技术手段在OMO教学模式中能够发挥重要作用,将线上线下教学有效结合。

3.2 利用OMO教学模式,促进教师教学水平提高

在OMO教学模式下,教师需要提高线上教学技能与信息素养水平,在保证教学任务正常开展的基础上,能利用信息技术提高教学水平,提高学生学习效率。同时教师要顺应时代发展方向与市场发展需求,加强自身科研创新能力,将现代科技应用到教学的各个过程中,将教学内容与技术手段相融合,相互促进发展。

3.3 利用OMO教学模式,促进线上教学设计优化

线上教学设计与传统课堂教学设计的内容相比有很大差异,首先要求提高线上教学资源平台的质量,线上教学所需的资源种类多,教师要根据不同的课程内容、年级层次及学生需求提供最优化的学习资源;其次要求提高支持线上教学资源平台的技术水平,随时记录学习者的学习数据,及时向教师反馈,便于教师及时调整教学设计,提高教学效率与学生的学习效率,使教师将更多的注意力放在教育本身,不断优化线上教学设计。

4. OMO教学模式发展路径探索

OMO教学模式是线上线下融合的教学模式,它要求将线下教育的现实感及师生交互体验的优势,与线上教育的无限空间、无限时间、共享优质资源等优势结合起来,弥补纯粹线上教育或线下教育的缺陷,为学生或者其他学习者提供更优质的学习体验。针对于目前“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”助力OMO教学模式的发展现状,分别从线上线下教育融合、学习环境智能化建设、教育者思维转变几个方面给出以下发展路径的探索建议。

4.1 线上线下教育融合

依托“国家中小学智慧教育平台”及其他线上教学软件平台,能够实现线上线下教育的有效融合,为学生学习提供便利条件的同时,线上丰富的学习资源更能激发学生的学习兴趣,提高教师教学水平及教学效率,提高学生的学习效率,培养学生自主学习能力。

课前,学生利用“国家中小学智慧教育平台”及其他教学资源平台,对课程内容展开自主学习后参与在线自主测试等环节,教师根据线上教学平台得到的可视化数据图精准备课,并将教学内容及学生反馈问题的重难点制成微课视频投放在线上学习平台,供学生学习。

课中,利用翻转课堂的教学方法,在线下授课同时利用线上教学软件平台,记录学生学习过程产生的数据,及时向教师反馈,使教师对教学内容、进度、方法等及时做出调整,并利用平台技术形成持续性的学生学习可视化图谱,掌握学生学习状况的动态化过程。

课后,教师在线上教学平台发布课程任务,学生不仅在线下与教师讨论问题,同时能够利用线上教学平台与教师交流讨论,而学生的完成过程及结果能及时反馈给教师,教师进一步反思,根据学生完成效果调整教学设计,并不断完善优化教学资源。

4.2 学习环境智能化建设

熊才平等学者提出近年来,数字化学习环境建设逐渐注重虚实融合、线上线下一体化新兴技术和理念催生智慧校园、未来学习空间等新型学习环境(熊才平,2018)。而OMO教学模式将线下课堂与线上虚拟环境融合起来,未来的发展必然离不开智能化学习环境的建设,同时智能化学习环境的建设也需要OMO教学模式作为支撑,OMO教学模式不仅仅依赖于技术支持,但必然离不开技术融合。在智能化学习环境的建设过程中,将重点放在教育中,学习环境服务于教育教学过程,学习环境与学习内容相匹配,增强学生学习的体验感、沉浸感。

4.3 教育者教育思维转变

自疫情之后,教育者要及时转变教学思维,由线下教育转变为线上教育,教师作为最直接的教育者,要迅速接受使用线上教学软件平台开展教学任务的需求,但多数教师对于新兴

教学软件的接受能力低,导致线上教学效果并不理想。对于教师而言,要针对OMO教学模式对教学方式、教学设计等做出适当调整,充分利用“国家中小学智慧教育平台”获取优质教学资源,参考优质课程视频,提高微课制作能力,利用平台建设课程资源;对于其他教育工作者,要及时关注教育部文件,对学校教育目标、发展方向等各方面及时进行变革,逐渐转为适合OMO教学模式的教育方向,同时为教师提供课程培训,提高教师自身的信息素养和综合实践能力,能更好地利用“国家中小学智慧教育平台”及其他教育资源软件平台。

5. 结语

OMO教学模式作为一种新型的线上线下教育融合的教学模式,是未来教育发展的必然方向。同时“双减”政策的落地实施、疫情影响、“国家中小学智慧教育平台”的上线运行等,使OMO教学模式迅速发展,但目前国内的理论和实践研究都不完善。本文在分析了“双减”政策下“国家中小学智慧教育平台”助力OMO教学模式发展研究现状的基础上,对OMO教学模式的未来发展趋势提出了利用OMO教学模式,促进教育智能化发展;促进教师教学水平提高;促进线上教学设计优化的三个方向,并从线上线下教育融合、学习环境智能化建设、教育者思维转变三个方面给出发展路径的探索建议,对未来OMO教学模式的发展提供了参考方向。

参考文献

- 中共中央办公厅, 国务院办公厅(2021-07-24). 关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见.
- 李开复(2017-11-23). OMO 将引发中国经济新风暴. 经济学人 The Economist 专栏, <https://www.chuangxin.com/blog/omo-the-economist>
- 祝智庭, 胡姣(2021). 技术赋能后疫情教育创变:线上线下融合教学新样态. 开放教育研究, 27(1), 13-23.
- 教育部等(2019-09-30). 关于促进在线教育健康发展的指导意见.
- 国家发展改革委等(2020-07-14). 关于支持新业态新模式健康发展激活消费市场带动扩大就业的意见.
- 熊祖涛(2016). 基于MOOC的软件工程课程混合教学模式设计与实施[J]. 高师理科学刊, 36(03): 62-65.
- 屈博学, 王小平(2022). 基于密云教育云平台推动学校线上线下融合教育发展[J]. 中小学信息技术教育, (S1): 10-12.
- 熊才平, 戴红斌, 葛军(2018). 教育技术:研究进展及反思. 教育研究, 39(3), 118-128.

大学生设计素养的现状调查与对策探索

Current Situation Investigation and Countermeasure Exploration of College Students'

Design Literacy

武春李¹, 张倩苇¹, 邹佳丽¹, 余雪梅¹

¹ 华南师范大学 教育信息技术学院

965924616@qq.com

【摘要】 设计素养是21世纪创新人才培养的助燃剂,也是未来创新教育发展的重要突破口。本研究结合现有文献,从自我精进、设计创新、设计传达、企划执行四个维度构建了大学生设计素养框架模型,并进一步设计出大学生设计素养的调查问卷。利用所收集的221份调查问卷对该模型展开二阶验证性因子分析,探索大学生设计素养的现状。最后,结合分析结果,从教育部门、研究者、教育者和学习者四个角度提出大学生设计素养的提高策略,以期为该领域相关人员提供一定的启发。

【关键词】 设计素养; 大学生; 评测量表; 结构方程模型

Abstract : Design literacy is an accelerant for the cultivation of innovative talents in the 21st century, and also an important breakthrough in the future development of innovative education. Based on the existing literature, this study constructs the framework model of college students' design literacy from four dimensions: self-improvement, design innovation, design communication and planning execution, and designs the questionnaire of college students' design literacy. A second-order confirmatory factor analysis was carried out to explore the current status of college students' design literacy by using 221 questionnaires collected. Finally, combined with the analysis results, this paper puts forward strategies to improve college students' design literacy from the perspectives of education departments, researchers, educators and learners, in order to provide a definite inspiration for relevant personnel in this field.

Keywords : Design literacy ; college students ; evaluation measurement table ; structural equation model

1. 引言

设计造就创新,是实现创新的有效途径之一(陈鹏,2021)。薛伟明(2021)在阐释“设计”一词的内涵中,描述了设计和创新的内在关系,即设计是人类在现有成果基础上构思、创新,最终产出成果的一种实践活动。可见,具备设计相关的知识与技能,即设计素养是个体实现创新实践的关键。然而,由于长期以来学生设计素养的培养主要集中在美术、工程等专业学科,导致不少学生对设计的认知存在一定的局限,甚至认为其“高不可攀”。而实际上,早在1972年,Papanek就指出,设计是所有人类活动的基础,人们所做的一切,几乎不论何时,都是设计。可见,设计并非局限于少数人,在这个大力弘扬创新精神和努力实现全民教育的时代,设计素养的培养最终需要面向大众并服务于大众(高懿君,2007)。许多研究者提出,设计素养将是21世纪创新人才培养的要求,是教育领域创新发展的新趋势。通过教育培养学生设计素养能够提高学生的设计兴趣,丰富学生的设计知识储备,增强学生的设计实践能力,培养学生的发散思维(陈鹏,2021)。

因此,关注设计的社会性功能,培养个体的设计素养是帮助学生重新认识设计的重要途径,也是创新人才培养的发力点。目前关于设计素养的相关研究较少,且多集中在中小学领域,那么,我国大学生设计素养的现状如何?不同群体的学生设计素养是否存在差异?研究以此为出发点探究大学生设计素养的现状并根据现状提出相应的解决策略。

2. 文献综述

2.1. 设计素养的内涵与特征

设计是通过有目的地运用创造力,规划和想象不存在的事物(Cowan, 2012)的一种特殊形式(Christensen et al., 2019)。21世纪学习联盟(Partnership for 21st Century Learning)建议将“设计”视为多种素养的一种形式,培养学生探究、构思、外化等基本技能。“设计”和“素养”两词由此产生交织。

1999年,史蒂文·哈勒(Steven Heller)正式提出“设计素养”概念,用来描述平面设计的能力。设计素养是一种以设计为中心,探究、评估、构思、素描和原型制作的基本技能(Pacione, 2010),是联结未知结果和复杂的现实世界的工具(Christensen, 2019),也是人们为了应对各种挑战与问题,有意识地开展创新实践过程中所涉及的知识、技能、态度、经验与价值观的综合(陈鹏, 2022)。关于设计素养的内涵,可以从大众和消费者两个视角进行深入解读。从大众视角来看,设计素养指的是人们在生活中的自我表达,具有愿景、抉择、技能三层含义(Rijken, 2011)。从消费者视角来看,设计素养的基本表现形式便是消费,其三大主要特征为:发现与探索、欣赏与反思以及视觉化的自我表达(徐韵婷, 2019)。

2.2. 设计素养的培养困境

在创新日益受关注的背景下,设计素养作为提升综合能力的载体,早已不再局限于设计师专属的特质,而是公民终身学习的必备要素之一(Nielsen & Brønne, 2013)。然而,当前教育领域在培养学生设计素养上仍面临着诸多困难,具体表现在三个方面。一是设计素养相关的课程体系建设不完善。针对通识教育的设计素养培养的课程相对缺乏,课程建构缺乏合理性;教学方法和教学手段以传统的灌输式教学为主,缺乏启发式教学及对话研讨式教学(胡文娟 & 沈榆, 2015);评估体系尚未完善(Christensen et al., 2019)。二是教师关于设计素养课程活动的设计意识淡薄。目前针对设计素养培养的相关培训较为少,专业师资力量较弱(李静, 2019)。许多教师对设计教育的意识淡薄,缺乏职业认同感(周端云, 2014),开展设计素养相关的课堂活动设计意识淡薄,导致学生常处于机械模仿的状态,学习参与度不高(丁依文, 2021)。三是设计素养课程难以实施。设计素养课程难以联动教育管理者、教研人员、教学实践者、学生等多方力量,综合考虑知识、技能、态度等多方面要素,导致课程无法真正落实(Spencer & Spencer, 2008)。培养学生的设计素养,就意味着培养学生的共情、探究、构思、设计、表征等综合能力(Christensen et al., 2016),未来教育应该让学生在参与过程中掌握相应的设计的知识、技能、方法,开展思维训练,提高设计审美,增强全民的设计创新意识与设计创新能力(陈鹏, 2021),使“人人都是设计师”的概念逐渐成为可能。

2.3. 设计素养的要素及框架模型

日本设计理论家川添登依据人、自然与社会三要素间的关系,将设计划分为产品设计、视觉传达设计和环境设计三个维度,视觉传达设计是借助于视觉化的图形或图像沟通个体与社会;产品设计是为了生产出符合人类需求的工具;环境设计是为了协调人与自然的关系,从自然中获取更多宜人的生存空间。研究在其划分基础上,开展文献分析,得到大学生设计素养要素关键词,咨询了相关领域三位学者后,结合台湾学者严文伶(2019)构建的设计素养指标体系,参考核心素养框架结构,从自我精进、设计创新、设计传达、企划执行四个一级维度和学习力、探究力、创新力、应变力、美感力、表达力、表现力、规划力、执行力九个二级维度构建大学生设计素养的框架模型,如下图1所示。基于此,研究将设计素养定义为学生应该具备的基本设计知识技能、从设计的角度看待世界,思考、分析问题,以应对多元挑战,解决棘手问题。

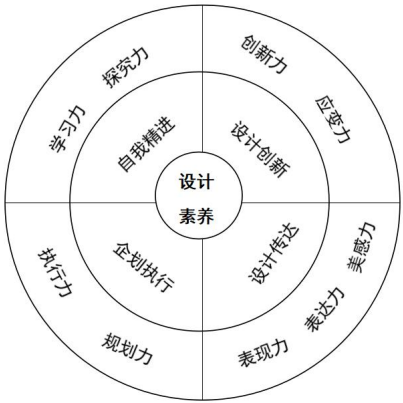


图 1 大学生设计素养的模型框架

自我精进是指学习者具备自主学习的能力和主动探索精神。该维度包含两个层面的意思，一是自身具备对学习的积极性和保持对新事物的好奇心，即学习力；二是具备搜集和辨别有效信息的能力，运用分析和组织能力探究事物并有条理地归纳整合，即探究力。

设计创新是指学习者能够巧思并敢于做出突破。该维度包含两个层面的意思，一是将创意想法付诸实践，并创造新的价值，即创新力；二是能够细致的观察事物，发现问题、及时做出反应并解决问题，即应变力。

设计传达是指学习者具备感受美的能力，能够通过符号表达观点，并能实现创意转化。该维度包含三个层面的意思，一是具备对事物的美感判断，能够将自身对美的感知呈现在日常生活中，即美感力；二是能够通过适切的语言、文字或图像清晰地表达想法，即表达力；三是能够利用设计知识及工具将创意想法转化为作品，即表现力。

企划执行是指学习者具备沟通协调的能力和统筹规划的能力。该维度包含两个层面的意思，一是具备良好的沟通表达能力，能够传递观点，与他人达成共识，即协调力；二是善于利用资源，能够以目标为导向制定方案并实施的能力，即规划力。

3. 研究设计

3.1. 问卷设计

本研究在台湾学者徐韵婷（2019）构建的大学生设计素养量表的基础上，改编和设计了大学生设计素养问卷。问卷由两部分组成，第一部分为被试的基本信息，共 4 道题目；第二部分为大学生设计素养现状调查问卷，共 30 道题目。本研究从自我精进、设计创新、设计传达、企划执行四个维度的衡量大学生设计素养，各个题项均采用李克特五级量表，范围从 1-5，“1”表示完全不同意，“5”表示完全同意，各维度的内涵和题项如表 1 所示。

表 1 设计素养维度描述

一级维度	内容说明	二级维度	题项
自我精进	具备自主学习能力和探究态度，能主动追求进步，实现自我提升；	学习力 探究力	6
设计创新	能够利用创新思维开展设计与实践，敢于大胆设想、突破以往经验；	创新力 应变力	6
设计传达	能够通过语言、文字、图像等形式表达自我对美好事物的感受，能清晰传达设计理念或想法；	美感力 表达力 表现力	12
企划执行	能够制定合适的目标，以独立或协作的形式有计划地进行结构问题、构思方案、实施与优化，最终解决问题；	协调力 规划力	6

问卷设计完成后,本研究在广州市某高校进行小范围预调查,根据收集的数据和专家建议对问卷进行修改和完善,避免问卷中出现歧义和表达不清的语句。

3.2. 研究对象

本研究借助问卷星平台制作电子问卷,并通过微信、QQ等社交平台以线上的形式于2022年6月28日-7月4日向华南地区某211大学生发放电子问卷,共回收问卷226份,剔除选项一致和填写时间少于60秒的无效问卷后,收集有效问卷共221份,问卷有效率高达97.8%。其中,男生59名,占比26.7%,女生162名,占比73.3%。本科生共145人,占比65.6%,研究生76人,占比34.4%,基本符合实际情况。近一年内参与设计类活动次数在“1-3次”的人数最多,共103人,占比46.4%;没有参与设计类活动的学生共89人,占比40.1%,参与次数在“4-6次”和“7次及以上”的人数较少,分别为20人(占比9%)和10人(占比4.5%)。通过对被试的人口学特征分析可以发现,大学生参与设计类活动次数整体偏低。

3.3. 信效度分析

3.3.1. 信度分析

本研究选择Cronbach α 信度系数、折半信度这两个方面来考察大学生设计素养量表的信度状况。一般而言,Cronbach α 信度系数、折半信度以及重测信度在0.9以上则认为量表信度极好,在0.8-0.9之间则认为信度较好,在0.7-0.8之间则认为信度达标,当信度在0.7以下则认为量表需要修订。通过SPSS软件的运算分析结果可知,大学生设计素养调查问卷的整体Cronbach α 系数为0.969,自我精进、设计创新、设计传达、企划执行四个维度的Cronbach α 系数分别为0.893、0.880、0.946、0.910,均大于0.8,符合信度中的指标要求,表明问卷的信度结构良好。

3.3.2. 效度分析

3.3.2.1 结构效度

结构效度是考察量表维度划分情况的,本研究利用SPSS 24.0对大学生设计素养现状调查问卷开展探索因子分析,以考察大学生设计素养量表的维度划分情况。其运算结果如下:运用因子模型分析之前,首先要对量表数据进行因子模型适应性分析,通过KMO与Bartlett球形度检验的数值判断,由分析结果可知,量表的KMO值为0.946(>0.5),Bartlett球形度检验值为0.000($P<0.01$),说明大学生设计素养现状调查的数据满足因子分析所具备的数据条件。

本研究进一步对该数据进行因子分析,根据方差贡献率分析结果可知,问卷中30个信度良好的问题可以提取4个主因子,这4个因子可以反映总量表信息的69.8%>60%,因此,我们认为所提取的4个公因子能够充分提取和解释原量表的信息,表明该问卷具备良好的结构效度。

3.3.2.2 收敛效度和区分效度

研究以学习力、探究力构建二级潜变量“自我精进”,以创新力、应变力构建二阶潜变量“设计创新”,以美感力、表达力、表现力构建二阶潜变量“设计传达”,以“规划力”和“执行力”构建二阶潜变量“企划执行”,在AMOS 24.0软件中进行了该模型的二阶验证性因子分析,对初始理论模型进行拟合。结果表明,大部分拟合指数均符合评价标准,但模型的整体拟合度还有待提高。根据修正指标对模型进行多轮修正,删除5个题项,得到大学生设计素养的二阶模型,如下图2所示。

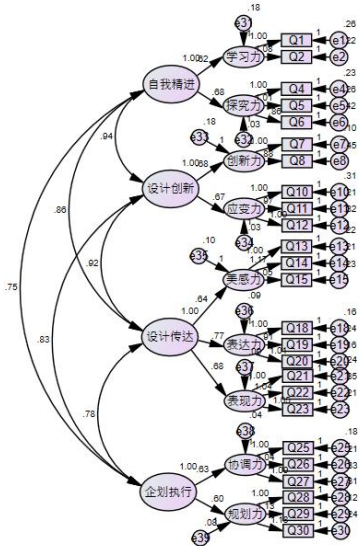


图 2 大学生设计素养的二阶模型

模型拟合度指标如表 2 所示，卡方/自由度为 2.012<3，相异性指标 RMSEA 和 SRMR 数值均小于 0.08，相似性指标 CFI 和 TLI 均大于 0.9，均符合理想数值，表明该模型拟合良好。

指标	模型指标指数	标准	检验结果	标准来源
CMID	551.272	越小越好		
DF	284	越小越好		
χ^2/df	2.012	<3 拟合良好; <5 可接受	拟合良好	Kline (2005)
GFI	0.845	>0.8 可接受; >0.9 拟合良好	可接受	Bagozzi & Yi (1988)
AGFI	0.807	>0.8 可接受; >0.9 拟合良好	可接受	Scott (1994)
CFI	0.939	>0.9	拟合良好	Hu & Bentler (1999)
TLI	0.930	>0.9	拟合良好	Hu & Bentler (1999)
RMSEA	0.068	<0.08	拟合良好	Kline (2005)
SRMR	0.044	<0.08	拟合良好	Hu & Bentler (1999)

表 2 模型拟合指标

收敛效度表明单个维度的所有题项都具有足够的相关性，一般来说，组合信度（CR）大于 0.7，平均方差提取量（AVE）大于 0.5，则认为各个题项之间具有较高的一致性（Fornell & Larcker, 1981）。研究运用 Amos 24.0 计算了四个维度的组合信度和平均方差提取量（见表 3），由表格数据可知，各维度的 CR 值分别为 0.902、0.905、0.961、0.930，均大于 0.7，AVE 值均大于 0.5，表明问卷具备良好的内部一致性。

表 3 收敛效度检验表

维度		自我精进	设计创新	设计传达	企划执行
组合信度	CR	0.902	0.905	0.961	0.930
收敛信度	AVE	0.650	0.657	0.731	0.689
显著性	P	***	***	***	***

区分效度是通过对比平均方差抽取量（AVE）的平方根和各变量间的相关系数的数值大小得出的。本研究的区分效度结果如表 4 所示，由表格数据可知，各个维度的平均方差提取量（AVE）的平方根均大于各变量间的相关系数，表明各个维度之间不存在共线性，即该模型具备良好的区分效度。

表 4 区分效度表

	收敛效度	区分效度			
	AVE	自我精 进	设计创 新	企划执 行	设计传 达
自我精进	0.650	0.806			
设计创新	0.657	0.796	0.811		
企划执行	0.731	0.802	0.784	0.855	
设计传达	0.689	0.745	0.805	0.783	0.830

4. 数据分析

4.1. 大学生设计素养现状分析

由于自我精进、设计创新、设计传达和企划执行四个变量都属于数值型变量，研究选择描述性统计分析、单样本 T 检验来考察大学生设计素养现状。由分析结果可知，自我精进、设计创新、设计传达、企划执行这四个维度的平均分分别为 3.44、3.75、3.41、3.64，全部显著高于 3 分（中立），单样本 T 检验的 P 值全部小于 0.05。由此可知，大学生对自己设计素养的自我精进、设计创新、设计传达、企划执行这四个维度的评估都是肯定的。

4.2. 不同群体的设计素养水平差异分析

大学生在设计素养现状会受到个体因素的影响，因此本研究选择独立样本 T 检验考察不同性别学生的设计素养是否存在差异，选择单因素方差分析考察不同年级、专业、近一年内参与设计类活动次数的大学生设计素养现状差异，分析结果如表 5 所示。

表 5 大学生设计素养的个体特征差异

要素	具体内容	均值±标准差	F	要素	具体内容	均值±标准差	F
性别	男	3.62±0.73	1.199	年级	大一	3.33±0.82	1.120
	女	3.5±0.65			大二	3.55±0.71	
专业	理工类	3.63±0.73	2.745*		大三	3.54±0.81	
	文史哲类	3.41±0.34			大四	3.35±0.67	
	教育类	3.49±0.57		研究生	3.57±0.54		
	艺术类	4.01±0.70		近一年0次	3.37±0.64		
	经管类	3.35±0.70		内参与1-3次	3.52±0.65		
	农医类	3.21±1.28		设计类4-6次	3.93±0.56		
				活动次数	7次及以上	4.35±0.47	10.106*

注：*表示 P<0.05

由表 5 可知，p 值大于 0.05，表明性别男女在大学生设计素养整体水平及其各个维度均没有显著差异，即性别不会影响大学生的设计素养水平。

不同年级的大学生的设计素养在总体及其它各个维度上均无显著差异（P=0.351>0.05），即年级不会影响大学生的设计素养状况。

不同专业的大学生在设计传达、企划执行上无显著差异，P 值大于 0.05。不同专业的大学生在自我精进、设计创新、总体情况维度上存在显著差异，P 值分别为 0.006、0.046、0.02（<0.05）。为了进一步分析哪几个专业在自我精进、设计创新、总体情况维度上存在显著差异，对三个维度进行塔姆黑尼事后多重比较，结果显示，艺术类学生在自我精进、设计创新和设计素养整体情况维度上显著高于经管类学生。

近一年内参与设计类活动次数对大学生的设计素养的整体和各个维度上均存在显著差异，P 值均小于 0.05。为了进一步分析具体的参加次数对大学生的设计素养显著差异，采用邦弗

伦尼事后多重比较,结果显示,总体上,活动参与在4-6次、7次及以上的学生设计素养显著高于参与次数为0次和1-3次的学生。基于此,设计类活动参与次数越多,大学生的设计素养水平越高。总体而言,不同群体的设计素养差异结果与徐韵婷针对台湾大学生设计素养的调查结果基本一致,具有一定的可信度。

5. 结果与讨论

研究通过梳理设计素养相关文献,在台湾学者严文伶(2019)构建的设计素养指标体系和徐韵婷(2019)编制的大学生设计素养量表的基础上,构建了大学生设计素养的二阶模型,结合已有设计素养问卷,编制了大学生设计素养调查问卷,调查了华南地区某211大学生的设计素养情况。数据分析结果表明,大学生设计素养水平整体一般,学生在设计创新维度上得分最高,其次是企划执行、自我精进,得分最低的是设计传达维度。差异分析结果表明,大学生的设计素养在性别、年级不存在显著差异,不同专业的大学生在设计素养的设计传达和企划执行维度上无显著差异,而在自我精进与设计创新方面艺术类专业的学生得分显著高于经管类专业的学生得分。近一年内参与设计类活动次数对大学生的设计素养的整体和各个维度上均存在显著差异,且设计类活动参与次数越多,大学生的设计素养水平越高。

基于上述分析,本研究针对大学生设计素养的现状,结合设计素养培养的困境,提出以下对策建议:

(1) 教育部门: 加强设计素养培养的顶层设计, 推动校学生设计素养发展

在这个倡导终身教育的时代,设计素养终将面向大众并服务于大众。设计素养融入通识教育将会是未来教育的新趋势。然而,由于缺少系统、科学的顶层设计,阻碍了高校通识教育中学生设计素养的发展。为提高个体问题解决能力与创新能力,推动大学生设计素养发展,应从政策上大力提倡设计素养的培养,构建高校设计素养培养机制,坚持需求导向,构建大学生设计素养培养的差异化路径,推动不同层次的高校落实设计素养的培养。

(2) 研究者: 重视大学生设计素养理论研究, 完善设计素养培养机制

设计素养一词由来已久,但至今未有大的研究进展,究其根本,国内研究者对设计素养的重视程度不高,设计作为新时代创新和发展的重要手段,设计的现代价值受到普遍认可,尤其是对创新的价值(陶海鹰等,2021)。因此,研究者应重视设计素养相关的理论与应用研究,构建设计素养培养路径和评价体系,以评促教,以评促学,实现设计素养培养的全过程动态调节与宏观把控,推动学习者的深度参与。

(3) 教育者: 注重将设计类活动注入课堂教学, 提高学生的设计兴趣

设计类活动是提高学生设计素养的有效途径之一,将设计类活动注入课堂教学中,能够激发学生设计兴趣,促进设计知识转化为设计技能,提高学生设计成果转化,有利于培养学生的问题解决能力和创新能力。一方面,可以在课堂中注入项目式学习任务,让学生在定义问题——结构问题——构思方案——解决问题——迭代优化的过程中实现设计创新、设计传达、企划执行等方面的锻炼与提高。另一方面,可以在课堂中设置问题情境,让学生在思考和设计问题解决方案过程中,提高学生的设计兴趣,增强学生设计的自我效能感,将设计活动的刻意训练转化为生活习惯。

(4) 学习者: 关注设计素养相关课程, 积极参加设计类活动, 提升设计意识、积累设计知识技能

从学习者角度来看,要提高学生的设计素养水平,应从意识、知识、技能三个层面考虑。首先,学习者应意识到设计素养对于个体迎接未来挑战,适应新时代的发展,发挥着必不可少的作用。其次,学习者应认识到自身的设计素养在哪些方面存在问题,积极采取有效措施加以改善。最后,学习者应主动了解设计素养相关的知识、技能,以及相关的课程、培养策略、工具与资源,有意识地提高设计类活动参与频率,在活动参与过程中积累设计知识、经验,在实践与反思中提高自身的设计素养能力。

参考文献

- 陈鹏 & 黄荣怀.(2021).设计教育的路径及策略探析: 创新人才培养的新视角. *电化教育研究*(03),18-26. doi:10.13811/j.cnki.eer.2021.03.003.
- 薛伟明,何园园,曹咏 & 莫兰娟.(2021).构建以创新设计素养培育为导向的学生实践活动——以苏式红木小件“非遗”传承背景下的创新设计为例. *苏州工艺美术职业技术学院学报*(01), 53-55.
- 高懿君 & 唐兴荣.(2007).论大众设计意识的培养. *装饰*(11),98-99. doi:10.16272/j.cnki.cn11-1392/j.2007.11.015.
- 陈鹏 & 黄荣怀.(2022).中学生设计素养研究: 要素、框架及评测. *电化教育研究*(01),24-31. doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.01.003.
- 胡文娟, & 沈榆. (2015). 设计实践教学环节的必要性——以德国教育方式为例. *设计*, (19), 104-105.
- 李静. (2019). 浅谈中小学美术教学中设计素养的培养. *西部皮革*, 14.
- 周端云. (2014). 学前教育专科学生活活动设计素养现状及对策研究--以湖南某学院为例. *湖北函授大学学报*, 27(3), 114-115.
- 丁依文. (2021). 激发日常创造力: 美国 K-12 设计教育的理论框架和实施路径. *比较教育学报*.
- 严文伶.(2019).设计素养评估指标之研究. (硕士学位论文, 国立台北科技大学) .<https://hdl.handle.net/11296/tkha78>
- 徐韵婷.(2019).大学生设计素养量表之构建. (硕士学位论文, 国立台北科技大学) .<https://hdl.handle.net/11296/74n84r>
- Cowan, J.(2012).Integrating design thinking practices into the public sector.
- Christensen, K. S., Hjorth, M., Iversen, O. S., & Smith, R. C. (2019). Understanding design literacy in middle-school education: Assessing students' stances towards inquiry. *International journal of technology and design education*, 29, 633-654.
- Pacione, C. (2010). Evolution of the mind: A case for design literacy. *Interactions*, 17(2), 6-11.
- Rijken, D. (2011). Design Literacy: organizing self-organization. *ABEL; BV et al.(Eds.). Open Design Now: why design cannot remain exclusive. Premela: BIS Publisher*, 152-158.
- Nielsen, L. M., & Brønne, K. (2013). Design literacy for longer lasting products.
- Spencer, L. M., & Spencer, P. S. M. (2008). *Competence at Work models for superior performance*. John Wiley & Sons.
- Christensen, K. S., Hjorth, M., Iversen, O. S., & Blikstein, P. (2016). Towards a formal assessment of design literacy: Analyzing K-12 students' stance towards inquiry. *Design Studies*, 46, 125-151.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd ed.). New York, NY: Guilford Press.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16, 74-94.
- Scott, J. E. (1995). The measurement of information systems effectiveness: evaluating a measuring instrument. *ACM SIGMIS Database: the DATABASE for Advances in Information Systems*, 26(1), 43-61.
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.

“双转型”时期开放大学教师数字化转型素养框架构建

A Framework for Digital Transformation Literacy of Open University Teachers in the

"Double Transformation" Period

刘铁柱

宁波开放大学教学中心

liucraft@qq.com

【摘要】教育数字化转型遇上开放大学新转型。双转型时期，开放大学教师亟待解决能力不充分、研修不高效、发展不均衡、评价不精准等问题。本研究使用叙事行动研究方法，对开放大学具有较高教学动机和教学能力的案例教师进行数字化转型进程的纵向研究，并且构建以数字化转型意识、创新性教学技能、人机协同素养为核心的数字化转型素养框架。

【关键词】开放大学教师；数字化转型；素养框架

Abstract: Digital transformation of education meets the new transformation of open university. During the double transformation period, open university teachers are in urgent need of solving the problems of inadequate competence, inefficient training, uneven development and imprecise evaluation. This study uses a narrative action research approach to conduct a longitudinal study of the digital transformation process of case teachers with high teaching motivation and teaching ability in open universities, and to construct a digital transformation literacy framework with digital transformation awareness, innovative teaching skills, and human-computer collaboration literacy as the core.

Keywords: Open university teachers; digital transformation; literacy framework

1.前言

当前，以数字驱动变革与发展已经成了世界性的主题。但教育数字化转型还处于发展初期，面临着空前的机遇和挑战（祝智庭等，2022）。中国的开放大学希望通过数字化转型，全方位主推开放教育高质量发展（范贤睿，2022）。

开放大学教师存在四方面的数字化转型困境。第一，教学能力不充分，包括导学能力不充分、问题分析能力不到位等（刘永权等，2015）。教师对于学习目标、学习内容、学习方法、学习评价都缺乏针对性了解，对数字化资源的获取和使用缺少认知；第二，研究水平不高。开放大学教师的学术职业发展在尴尬的处境中游走于学术边缘地带（孙传远等，2021）。比如，研究的理论性、科学性、推广性三方面的成效处在较低水平，缺乏实践性反思和理论性的提炼和概述，无法适应数字化转型带来的挑战；第三，发展水平不均衡。除了地域差异外，开放大学教师遇到体制机制层面的障碍，考核评价机制与教师实际工作、人才引进机制与社会认同均存在失衡状态（吴韶华，2016）；第四，教学评价不精准。开放大学过去以文本数据评价为主，形式单一、反馈滞后，难以动态追踪学生的学习状态。

作为开放教育的关键要素，开放大学教师亟须从符合数字时代发展和新型大学教师的现实需求出发，发展教师综合性和竞争性的高阶数字素养。因此，开放大学教师数字化转型素养是一个非常值得研究的课题。

2.研究回顾

2.1 教师素养与教师的数字化转型

教师素养又被称作“教师专业素养”，被看作“教师有关教学的知识、能力、信念的集

合”。而数字化转型的提法由来已久，但直到2015年前后才被广泛研究。对教育而言，教育数字化转型是将数字技术与教育教学融合，推动教育范式、组织架构、教学过程、评价方式等方面的创新与变革。

作为教师素养的组成部分，教师数字化转型素养已经成为人工智能时代教师基本素养，要求教师具备知识、能力、思维和文化与人工智能融合发展理念，涉及理解和掌握人工智能技术及其教育应用的基础知识、实施智能化教育教学并促进教师专业发展的核心能力、对待智能教育的理性态度与合乎伦理道德的实践等方面的内容。也有学者提出，教师需要掌握与人工智能协同工作的能力和素养，应重点转型基于创造性的教育软素养，包括创造性思维、情感、审美等（周跃良等，2022）。总之，教师数字化转型素养的培育是一个长期而持续的过程，需经历复杂的发展阶段。

2.2 教师数字素养标准和模式

有的教师数字素养模型和框架超过100种，其表述和定义众说纷纭（马克·布朗&肖俊洪，2018）。为了进一步找到核心范本与关键参考，研究采用“教师+数字化+能力或技能或素养+标准或模型或框架”的关键词组合，搜索了Web of Science、Springer、Scopus和CNKI数据库，提炼出几种最受关注的教师数字素养模型和框架。我们把研究样本框定在2017-2022年。2017年，联合国教科文卫组织发布的新版教师信息通讯技术（ICT）能力框架第3个版本，将教师使用信息技术的能力分为三个层次：知识获取、知识深化和知识创造，梳理出教师工作的六个实践维度十八项能力标准（兰国帅等，2021）。该框架为日后发布的教师数字素养和能力框架奠定基础。美国国家教师教育技术标准从赋能专业发展和促进学生发展两个维度，分成学习者、领导者、设计者、分析者等角色描述了教师应具备的数字化专业素养（冯仰存等，2018）。欧盟教师数字素养框架更加全面和细致，它从教师专业素养、教师教学素养以及促进学习者的数字素养三个维度，界定了教师应该在专业化参与、数字资源、教学&学习、评价、赋能学习者应具备的能力。

中国分别对老师的态度与知识、数字素养、教学实践技能、自主学习和发展能力、研究和沟通能力等方面做了规范，强调不同专业教师职业基本能力的数字素养要求，在教师数字素养差异化发展方面位居国际前列（仇晓春&肖龙海，2021），但是针对开放大学教师数字素养的标准规范仍是空白。

2.3 研究方法的理论基础

本研究主要采用叙事行动研究的方法。近年来，教育研究者逐渐重视教师实践中发展形成的知识，其中叙事行动研究被证明是推动教师素质提升的有效途径（Craig, C., 2011）。北京大学陈向明教授认为，“叙事行动研究”是在“叙事”的基础上增加了“行动”的成分（陈向明，2021）。叙事行动研究的理论基础包含了跨界学习理论、双环学习理论、三维叙事探究空间理论和生态系统理论等经典学习理论。尽管以上理论对研究均有启发，但本研究侧重于跨界学习理论的视角来开展实证探究。

3. 研究设计

我们经过两个学期观察发现，开放大学教师整合数字技术的实践经验比较丰富，加上疫情等公共卫生事件的催化，这方面的实践知识得到进一步发展。但是与人工智能、虚拟仿真、教育大数据相关的高阶数字素养提升却显得迟缓。

2021年秋季学期，我们完成对我国东部Z省开放大学10位不同专业背景教师的调研访谈，筛选出在数字化转型进程中教学动机和教学能力较高的C老师作为研究个案。我们对C老师进行追踪访谈和分阶段记录，利用其在“过程性”和“纵深性”方面的优势，从C老师的经历回答：开放大学教师为何迫切需要数字化转型？怎么进行数字化转型？培育什么样的数字化转型素养？同时，C老师十分乐意开展叙事行动研究，接收教育研究者启发，提升自身的数字化转型素养，推动教学的数字化转型。

由于疫情影响，多数线下访谈改为线上形式进行，只保留一次面对面访谈形式。2021年

秋至 2022 年春学期，我们采用微信、邮件、腾讯会议等技术工具，一共分七次对 C 老师进行访谈，访谈时长累计 5 小时，整理出 4 万多字的文本。此外我们搜集了访谈对象的电子教案、教学视频、研修心得、科研成果等资料，用来佐证访谈内容。

4. 案例分析

4.1 意义建构：转型之动力

开放教育大规模开展线上教学是常态。线上课配合学生平时的线上自学进行，一定程度缓解了学生的工学矛盾，但教学效果存在盲区，实践类课程尤其受影响。C 老师设想根据学生的认知水平，要求学生反馈个性化的学习效果。“我每次在线辅导课以后，安排一次形成性测试，检验学生的掌握程度。从效果看，学生通过率比较高，作业平均成绩在 80 分以上。但是，我仍然担心学生的学习成绩。”平时作业以外，老师还组织线上同步答疑活动，来弥补辅导课课时量不足的问题，但很多学生抱着应付心态，复制已有的问题或者答案。这样下去，学生学习的状态和效果很成问题。

另外的转型动力来自成人学生本身。“带了多届学生，比较清楚他们的学习情况，我的经验是，线上进行针对性的教学设计，用先进的远程教育理论和成人学习理论来设计学习，增强学习参与感和趣味性，又要保证学习质量，所以实际操作比较繁琐……”

4.2 视角再造：转型之方向

研究过程中，C 老师明显意识到老路走不通，必须要转型。经过研究人员的点拨，他开始实施一项教改项目，利用国家开放大学新平台 (<http://one.ouchn.cn/>) 进行成人学习活动改造。“为了适应新学习平台，我近一个学期都在试验，计划在学期后观察学生的学习效果。”C 老师借鉴了芬兰学者 Engestrom 提出的文化历史活动理论，针对成人在线学习存在的问题，构建了一个成人在线学习活动设计模型，并且归纳出详细步骤。基于开放大学新的平台和数字化转型新形势，C 老师重新设计四门专业课的线上学习活动。

4.3 实践重构：转型之窍门

开放大学新技术推进速度没有想象中这么快，业务流程数字化还在酝酿中，但是 C 老师选择精进自我。“我在一门专业课中尝试使用大数据和人工智能技术来分析教学过程，也申报了数字化转型相关的课题。”大致的做法是：基于理论研究和实践调研，借用教育人工智能（人机协同）理念构建开放教育教学分析框架，结合市场上比较成熟的机器视觉分析技术和自然语言处理技术，开放大学教师与机器协同开展教学分析。我们可以获得教师授课数据、学生听课数据、课堂交互质量、知识图谱、及教学诊断和评价数据等。借此可以解锁开放教育教学资源短缺、评价困难、管理繁琐、原有的分析方法局限大的困境。

4.4 经验升华：转型之素养

面对新一代产业人才缺口的现状和传统工程教育种种弊端，C 老师计划按照“新工科”理念与数字化转型结合的思路，重新设计专业规则。人才培养要求提高了，作为老师也应该顺应这个变化。

综合前期文献研究和 C 老师的访谈内容，可提炼出开放大学教师数字化转型胜任力的三大核心特征要素。首先，教师应树立数字化转型的教育理念和态度，改变过去经验驱动的思考路径，养成合乎技术伦理的道德规范。其次，要重视技术情境的教学实践，要炼就创造性混合教学能力、教学改革和科学研究能力、数字化教学发展能力。此外，借鉴社会智能三维模型框架（吴茵荷等，2021），人类教师应该与人工智能互相学习、互为提升，从而加快数字化转型进程。尽量发挥教师与智能体的协同优势，实现人机协同的教学设计、教学实施、教学管理和教学评价。

总之，教育数字化转型与开放大学转型相叠加的时期，传统的教师专业发展模式已经不适应新的需求，也无法培育适应新时代的开放大学师资。人工智能时代，开放大学教师需要塑造积极和理性的数字化转型意识，提升创新性的教学技能，培养与智能体协同工作的能力，走出整体能力不充分、研修不高效、发展不均衡、评价不精准的困境，更好应对未来开放教

育教师素养诉求。

参考文献

- 马克·布朗,肖俊洪.(2018).数字素养的挑战:从有限的技能到批判性思维方式的跨越[J].中国远程教育(4):42-53.
- 仇晓春,肖龙海.(2021).教师数字胜任力框架研究述评[J].开放教育研究(05):110-120.
- 冯仰存,钟薇,任友群.(2018).美国国家教师教育技术新标准解读与比较研究[J].现代教育术(11):19-25.
- 兰国帅,张怡等.(2021).提升教师 ICT 能力驱动教师专业发展——UNESCO《教师 ICT 能力框架(第3版)》要点与思考[J].开放教育研究(2):4-17.
- 刘永权,武丽娜,邓长胜.(2015).我国开放大学师资队伍建设研究——基于教师分类与角色定位的视角[J].中国远程教育(02):45-55+79.
- 孙传远,李爱铭,董丽敏.(2021)开放大学教师学术职业发展的困境与出路[J].中国远程教育(1):27-36.
- 吴茵荷,蔡连玉,周跃良.(2021).教育的人机协同化与未来教师核心素养——基于智能结构三维模型的分析.电化教育研究(09),27-34.
- 吴韶华.(2016).制约开放大学师资队伍发展的突出问题与对策[J].中国远程教育(10):51-57.
- 陈向明.(2021).从“叙事探究”到“叙事行动研究”.创新人才教育(01),50-56.
- 范贤睿.(2022).数字化转型激发开放教育发展新动能.中国教育报,2022-07-26.
- 周跃良,吴茵荷,蔡连玉.(2022).面向人机协调教育的教师教育变革研究[J].电化教育研究(10):5-11.
- 祝智庭,胡姣.(2022).教育数字化转型的实践逻辑与发展机遇[J].电化教育研究(01):5-15.
- Craig,C..(2011). Narrative inquiry in teaching and teacher education[J]. Advance in Research on Teaching(13):19-42.

数据驱动在线教学决策模型构建

Construction of Data-driven online teaching decision-making model

徐翔¹, 兰欣¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

* 2861135611@qq.com

【摘要】 教学决策是教师最为普遍的一种教学行为,是保证教学质量的关键。在传统的教学中,教学决策往往是教师根据主观经验做出的,缺乏科学的依据。随着教学信息化的不断推进,教学数据日益丰富且更容易获取,数据驱动的教学决策应运而生。本研究旨在以国外成熟的数据驱动决策流程“目标-数据-信息-知识-决策”为基础,并从决策目标、决策数据、支持决策的工具和方法三个方面对该流程进行操作步骤的具体化,从而形成一套能够指导一线教师教学实践的数据驱动在线教学决策框架。

【关键词】 数据驱动决策; 教学决策; 教学数据

Abstract: Teaching decision-making is the most common teaching behavior of teachers, and it is the key to ensure the quality of teaching. In traditional teaching, teaching decisions are often made by teachers based on subjective experience, lacking scientific basis. With the continuous advancement of teaching informatization, teaching data is increasingly abundant and easier to obtain, and data-driven teaching decision-making emerges as the times require. This research aims to base on the mature data-driven decision-making process abroad "objective-data-information-knowledge-decision-making", and to carry out the operation steps of this process from three aspects: decision-making goals, decision-making data, and tools and methods to support decision-making. Concrete, so as to form a set of data-driven online teaching decision-making framework that can guide the teaching practice of front-line teachers.

Keywords: data-driven decision-making, instructional decision-making, instructional data

1.引言

传统的教学决策依赖于教师的主观判断或经验,由于技术和工具的匮乏,往往容易出现决策的准确度不够、过分依赖常识、容易陷入思维定势等问题(曾兵芳等,2016)。随着信息化2.0时代的到来,丰富的教学数据为教师的教学决策提供了直观的参考,在一定程度上克服了传统教学决策存在的问题。尤其是在在线教学的过程中,在线教学工具会为教师提供类型和数量可观的数据。但事实上,教师们在应用数据进行教学决策时却遇到了很多阻碍,有研究表明教师在解释数据方面尤为困难(Cowie&Cooper,2017),即使能够解释数据也很难将其转化为教学行为。

本研究旨在关注数据驱动在线教学决策的实践,以国外较为成熟的数据驱动教学决策模型作为参考,指向一线教师在线教学的课前决策情境,将数据驱动在线教学决策的流程具体化、可操作化,从而构建出更加贴合教学实践的,具有一定参考意义的数据驱动在线教学决策模型。

2.文献综述

关于数据驱动教学决策模型构建的研究,起源于阿科夫提出的 DIKW 模型,该模型展示了数据—信息—知识—智慧的升阶。Schildkamp (2015) 在前人研究的基础上,纳入数据驱动决策的成效为关键要素,综合考虑了决策者及决策环境特征对决策的影响。Dodman (2021) 等人对数据使用和公平的关系进行思考,将 DDDM 的外延扩展到 CDDDM,探讨了批判性数

据驱动决策框架 (CDDDM) 在帮助教育管理者使用数据反思和实践方面的潜力。黄炜等人 (2021) 在对 DIKW 的分析基础上, 参考数据智慧机制, 构建出了数据驱动教学决策过程框架, 并进一步构建了数据驱动教学决策的分析框架, 将数据驱动教学决策过程分为四个阶段: 数据转变为信息、信息跃升为知识、知识升华为智慧、智慧落实于实践, 并开展了相关的案例研究。

综上所述, 目前对于数据驱动决策框架构建的研究大多是从管理者层面出发, 服务于宏观的学校决策。部分研究虽有辐射到课堂教学决策, 但大多停留在理论层面, 未能开展实证研究, 且很少有研究关注数据驱动的在线教学决策模型构建, 需要进一步的研究探索。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究共有 6 位高级中学教师参与, 所教授科目包括高中语文、英语和信息技术。以新手教师居多, 2 位教师的教龄在 2 年以上, 3 年以上教龄的有 1 位。因为该学校较早引进规模化平板教学, 所有教师对于教学数据的观察和使用都有一定了解。

3.2. 研究过程与方法

3.2.1. 前期访谈

本研究开展初期, 在文献调研的基础上制作关于教师利用数据进行教学决策的访谈提纲, 通过对访谈结果分析归纳出数据驱动在线教学决策的决策类型和依据, 总结决策所用数据的类型及其获取和应用情况, 了解研究对象应用数据分析工具和决策方法的现状。

3.2.2. 模型构建和应用

在对前期访谈结果进行分析整理以及文献调研的基础上, 构建出符合在线教学实际的数据驱动决策框架模型, 并应用到真实的课堂教学, 验证模型的适用性。本研究以高中语文课堂《祝福》课前导学部分作为案例开展分析,

4. 访谈结果分析

4.1. 数据驱动在线教学决策的决策类型和决策依据

通过对六位教师的访谈结果进行三级编码分析, 最终确定在课前决策过程中主要包含五个主要决策类型, 分别是: 教学目标、教学内容、教学方法、教学媒体、教学评价。决策依据主要包含学情、考情、课程标准、教材、教学内容等。具体的决策类型和决策依据见下表。

表 1 教学决策类型和决策依据

	决策类型	决策依据
课前教学决策	教学目标	学情、考情、课程标准、教材
	教学内容	学情、考情、教学目标、教材
	教学方法	教学目标、学情、教学内容
	教学媒体	学情、教学目标
	教学评价	教学目标、教学内容、学校要求

4.2. 数据驱动在线教学决策的数据类型、获取及应用

在数据类型以及获取方面, 主要依托于统一配置的某智能学习平台, 可以获取到的数据类型包括学生行为数据、学生学习状态数据、学习测验考试结果数据等。

在数据的应用方面, 大部分教师表示会对平台上的数据进行查看, 每次大型考试也会参与学校组织的数据分析会。但对于系统生成的可视化图表并不会去探寻其中的规律, 自身也缺乏将数据转化为可用的教学决策信息的能力。

4.3. 数据驱动在线教学决策的数据分析方法、决策方法

在被问及是否了解和掌握数据的统计分析工具或方法时, 大部分教师表示掌握程度不高, 只会简单的观察平台可视化图表上的关键点, 会一些最简单的描述性分析方法。此外, 几乎所有教师都对如何将信息转化为真实决策感到为难, 表示并未掌握相应的决策工具和方法。

5.数据驱动在线教学决策模型构建和应用

5.1. 数据驱动在线教学决策模型构建

本研究以 Ackoff 的 DIKW 模型为基底, 以 Schildkamp 等人的数据驱动决策模型为原型, 从目标出发逐步过渡到决策的执行。在原有模型的基础上, 明确决策的类型、用于决策的数据, 完善了从“数据到信息”以及“从信息到知识”的过渡, 从而构建出更加具有可实施性的模型。该框架共分为六个步骤: 确定决策目标类型、收集决策数据、分析决策数据, 形成信息、综合信息, 生成知识、基于数据的教学决策制定、决策实施及决策结果的评估反馈。如下图:

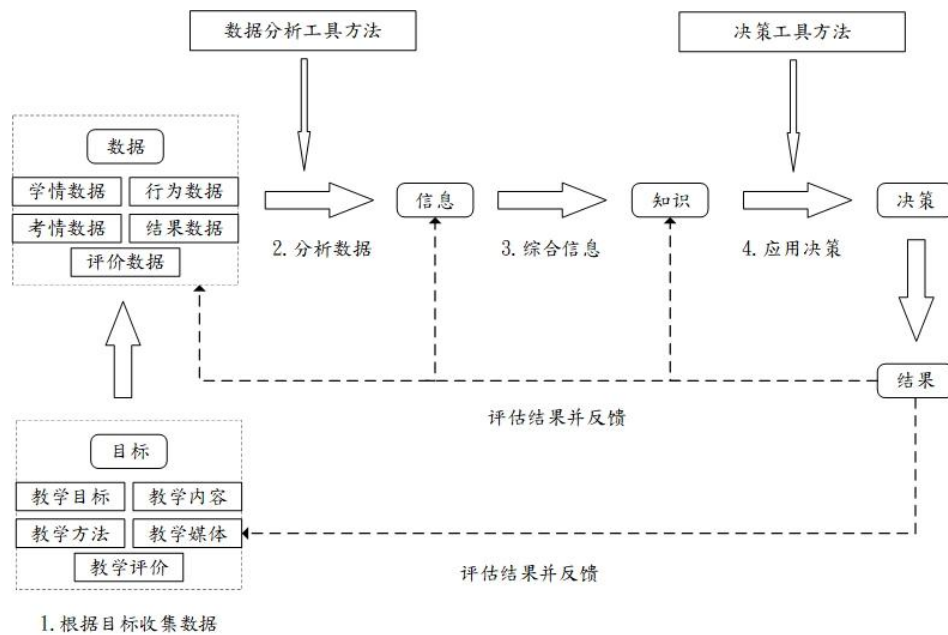


图1 数据驱动在线教学决策模型

5.2. 数据驱动在线教学决策的决策模型应用

5.2.1. 决策目标的确定

在本应用案例中, 决策目标为确定课堂的教学目标、教学内容。决策依据包括教材、课标要求、学情、考情。

5.2.2. 决策数据的获取与分析

在教师可从智慧学习平台上获取到的数据主要包括学生行为数据以及学生结果数据。学生行为数据包括微课的观看人数, 学习微课的时间、停顿和回放点等。89%左右的学生观看微课时间在8-10分钟以内, 11%的学生观看微课时间超过了15分钟。63%的学生停顿点和回放点集中于祥林嫂的人物剖析片段。推断原因为: ①无法联系当时的社会背景对祥林嫂人物准确把握 ②部分学生的视频观看毫无规律, 可能并未认真对待。学生结果数据包括文本赏析的答题人数、正确率、答题时间等。学生作答与标准答案贴合率在62%左右, 答题时间在10—13分钟不等。学生较难完整列举全害死祥林嫂的“嫌疑人”, 可能的原因有: ①对祥林嫂人生悲剧的起因分析不够透彻 ②对某些人物形象的把握有些模棱两可 ③部分学生没有做完赏析题, 值得关注。

5.2.3. 决策方法的应用

本案例采用美国政治学家拉斯韦尔的六何分析法来为上述问题制定解决方案: ①What: 提高学生对于文章人物形象的把握尤其是祥林嫂, 并要理解造成悲剧的溯源是什么 ②Why: 把握人物形象是理解文章主旨, 吸收文章内容的关键 ③When: 课堂开始时带大家以第一人称视角带大家感受祥林嫂在鲁府乃至整个黑暗社会的遭遇 ④Who: 教师引导完后, 由学生小组进行讨论, 交流彼此的想法, 拓宽思维广度 ⑤How: 课前导入环节, 给予学生提示, 提醒学

生注意联系社会背景；指引学生互相交流协作，共同完成文本赏析。

5.2.4. 数据驱动的决策制定

通过以上数据的获取和分析、决策方法的应用，实现了从决策目标-数据-信息-知识的转化，进而用于指导决策。最终确定了本节课的教学目标是：在准确把握祥林嫂形象特征的基础上，理解造成人物悲剧的社会根源。教学内容是：引导学生深挖文本，通过提问、讨论的方式带学生感悟祥林嫂悲剧美的价值，深刻领悟文章主旨。

6.总结与展望

本研究是在借鉴国内外成熟的数据驱动教学决策研究的基础上，深入一线课堂的一次落地实践，为开展在线教学的教师利用数据进行决策提供了一个较为基础、可操作的框架，完成了从数据到决策的跨越，弥补了传统主观决策的不足，使得教学决策更加科学精准。但本研究依然存在很多局限和不足：比如选取的研究样本较少、提出的决策工具方法不够深入。且框架的普适性可能不足，难以适应所有学科数据驱动决策场景，且因为时间有限本研究仅仅关注课前决策，后续还会持续关注课中和课后决策。

参考文献

- 黄炜,王昭君 & 李锋.(2021).数据驱动课堂教学决策的分析框架与实践案例解析. 中小学数字化教学(07),32-36.
- 杨豫晖 & 宋乃庆.(2010).教师教学决策的主要问题及其思考. 教育研究(09),85-89.
- 曾兵芳, & 宋俊慧. (2016). 中学化学教师教学决策能力的调查研究. 化学教育, 37(5), 37-42.
- Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of applied systems analysis*, 16(1), 3-9.
- Cowie, B., & Cooper, B. (2017). Exploring the challenge of developing student teacher data literacy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 24(2), 147-163.
- Calık, T. & Arslan, M.M. (2019). *Eğitime Giriş. [Introduction to Education]* Ankara: Pegem Academy
- Dodman, S. L., Swalwell, K., DeMulder, E. K., & Stribling, S. M. (2021). Critical data-driven decision making: A conceptual model of data use for equity. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103272.
- Schildkamp, K., & Poortman, C. (2015). Factors influencing the functioning of data teams. *Teachers college record*, 117(4), 1-42.

多模态英语演讲教学与评估平台的设计与研发

The Design and Development of an English Public Speaking Assessment System Supported by Multimodal Learning Analytics

陈旭¹, 张华阳², 郑春萍^{1*}

¹ 北京邮电大学人文学院

² 北京师范大学教育学部

*zhengchunping@bupt.edu.cn

【摘要】 公众演讲与表达是全球高校人才培养过程中普遍重视的一项重要素养。公众演讲能力的评估涉及写作与表达水平、演讲展现能力与情感调控等多个维度,对评价方法与评估模型提出了诸多挑战。多模态学习分析(Multimodal learning analytics)针对真实教育场景中学习者多源异构的学习行为数据进行深度挖掘和分析,为教师的教和学生的学提供了实证支持。目前,面向真实的教学场景,依托人工智能深度学习等技术,相关的多模态教学与评估平台还有待进一步研发。本研究从评估标准、智能反馈与研发进展三大方面,初步介绍了北京邮电大学多模态英语演讲教学与评估平台的设计与研发。

【关键词】 英语公众演讲;多模态学习分析;多模态评估;平台研发

Abstract: Public speaking and presentation is a highly-valued competence in the process of talent training in universities worldwide. The multimodal evaluation of public speaking competence involves multiple dimensions, that is, writing skill, speech delivery, emotion-regulation strategies etc., making the assessment method and model challenging. In educational settings, Multimodal Learning Analytics (MMLA) deeply explores and analyzes learners' heterogeneous learning traces from multiple sources, thus empirically supporting teaching and learning process. Currently, supported by Artificial Intelligence deep learning and other technologies, an intelligent teaching and assessment platform using MMLA needs to be further developed. This paper presents our current work in designing a platform aimed at assessing students' English public speaking competence through MMLA in Beijing University of Posts and Telecommunications. The present study introduces public speaking rubrics, intelligent feedback and platform design respectively.

Keywords: English public speaking, multimodal learning analytics, multimodal assessment, platform design

1. 前言

全球高校普遍重视学生公众演讲能力的培养。随着全球化社会的发展,英语公众演讲能力在学生学业成长与职业发展过程中发挥重要作用(李向勤,2019)。“外研社·国才杯”全国英语演讲大赛、“21世纪杯”全国英语演讲比赛等各类演讲赛事进一步推动了高校演讲教学的普及与发展,英语公众演讲在国内备受关注(Lucas,2013)。

在智能教育时代,面向真实的课堂教学场景,开展精准化、规模化和智能化的教育评价是教育研究领域亟待解决的挑战性难题。结合真实的英语演讲教学场景,学习者英语演讲能力的评估涉及英语语言能力、交际策略与心理生理因素等多个维度,对评价方法与评估模型提出了诸多挑战。学生学习过程中的多模态数据为教师准确判断学情,精准施教,给予学生适当的反馈提供有力支持(刘清堂、李小娟、谢魁、常瑀倍和郑欣欣,2022)。多模态学习分析、机器学习技术与真实教学场景中的学习数据有效结合,为开展教育的智能评估提供了有效途径。智能技术与真实教育场景的有效融合为采集与分析多源异构的演讲学习者数据,进一步深入分析与精准评估提供了新路径。

北京邮电大学科研团队系统梳理了近十年多模态学习分析应用于演讲能力评估的实证研究（张华阳、郑春萍、吴斌和宋威，2022），结合多模态演讲教学数据的采集与分析过程，总结了多模态的数据形态、特征提取与融合计算方法、常用的多模态演讲教学数据集及公众演讲能力多模态评估系统。在此基础上，我们尝试设计和研发了“多模态英语演讲教学与评估平台”，旨在将多模态学习分析与形成性评价结合，有效缓解英语演讲者焦虑，提升英语学习者的综合演讲能力。该平台旨在为开展大规模、自动化、智能化的公众英语演讲提供技术支持与系统保障。本文将主要围绕英语公众演讲能力评估、多模态学习分析技术与评估实践的深度融合等，介绍平台的设计和研发工作。

2. 英语公众演讲能力的评估标准

2.1. 针对演讲者语言和展现能力的评估标准

英语公众演讲能力的评估涉及多个维度，如表 1 所示，学术界与教学界已经开展了长期的探索，取得了一系列前期成果。1970 年代，美国国家传播协会（National Communication Association, NCA）开始对美国学生的演讲能力进行调查，为公众演讲能力的测评奠定了基础（Morreale, Rubin, & Jones, 1998）。1998 年，NCA 发布了高效演讲者评估表（Competent Speaker Speech Evaluation Form, CSSEF），采用 3 级量表，包含主题选择、演讲目的、言语表达、内容构思、语音语调、肢体语言、语言使用和支撑材料使用等 8 项评估指标。Quianthy 与 Hefferin（1999）将 CSSEF 中的 8 项指标拓展为 9 项，被后续演讲教学与研究所采用（Lucas, 2007; Morreale, Moore, Surges, & Webster, 2007; Thomson & Rucker, 2002）。在 CSSEF 基础上，Thomson 与 Rucker（2002）制定了公众演讲能力量表（Public Speaking Competency Instrument, PSCI），该量表包含 7 个维度，共计 20 个题项，采用 5 级量表进行评分。

美国著名演讲专家 Stephen Lucas 教授在《演讲的艺术：使用手册》中，提出了演讲能力评估（Speech Evaluation Form）的 5 级量表（Lucas, 2007）。该量表主要从演讲的导入、主体、结尾、展现和总体表现五个维度对学生的演讲能力进行评估，为英语演讲教学提供了评估依据。2012 年，Schreiber 等提出了公众演讲能力标准（Public Speaking Competence Rubric, PSCR），该量表从核心能力和辅助能力两个方面进行评估，共计 11 个题项，采用 5 级量表计分。与演讲能力评估表（Lucas, 2007）类似，该量表增加了针对视觉辅助材料的评估。

在国内演讲教学与研究领域，陈朗（2010）从学生语言交际综合能力发展的角度出发，制定公众英语演讲能力评分量表，从语言能力、社会文化知识及思维能力、策略能力、心理生理调控能力四个维度对学生英语演讲能力展开评估。田朝霞（2015）提出英语演讲能力包含英语语言能力，跨语言的交流能力、思维能力和知识储备四个评估指标。光彩虹（2017）提出了由 11 个项目组成的英语演讲能力评估量表，给演讲教学与评估提供了参考。国内外评估量表重点聚焦演讲者英语表达能力、总体展现、演讲情绪调控、视觉辅助工具使用等。

表 1 主要公众演讲能力评估量表及评估维度

制定者	评估工具	主要评估维度
Paul (1966)	演讲者信心自评量表	共 30 个题项，得分越高，焦虑程度越高
McCroskey (1970)	公众演讲焦虑自我报告量表	共 34 个题项，得分越高，焦虑程度越高
National Communication Association (1998)	演讲能力评估表	主题选择、演讲目的、言语表达、内容构思、语音语调、肢体语言、语言使用和支撑材料
Thomson 与 Rucker (2002)	公众演讲能力量表	演讲的导入、组织、结论，支撑材料、口头表达能力、非语言表达能力及整体表现
Lucas (2007)	演讲能力评估表	导入、主体、结尾、展现和总体表现

陈朗 (2010)	公众英语演讲能力评分量表	语言能力、社会文化知识及思维能力、策略能力、心理生理调控能力
Schreiber (2012)	公众演讲能力标准	演讲主题、内容组织、口头表达、非言语行为、支撑材料 (文档、视觉辅助工具)
光彩虹 (2017)	英语演讲能力评估量表	主题选择、演讲表达、非言语表达、视觉辅助工具、构建有效劝说信息
Zhang 等 (2019)	英语演讲自我效能感问卷	话题、组织、语言能力和展现能力

2.2. 针对演讲者焦虑或焦虑调控能力的评估标准

外语学习者情绪研究是学界广泛关注的主题，其中，外语焦虑作为学习者的一类负性情绪，受到的关注最多(董连棋, 2021)。Horwitze 等(1986)首次提出了外语焦虑(Foreign language anxiety)这一概念，并开发了外语课堂焦虑量表(Foreign Language Classroom Anxiety Scale, FLCAS)。学习者在语言技能(如演讲、听力、写作)习得的过程中，由于各类复杂的原因，会很自然地产生焦虑情绪。其中，针对英语演讲者的焦虑情绪，Paul 于 1966 年制定了演讲者信心自评量表(Personal Report of Confidence as a Speaker, PRCs)。该量表采用“是或否”问答形式，包含 30 个题项，用于测量演讲者公众演讲时的情感及行为反应，得分范围为 0-30 分，得分越高，焦虑程度越高。McCroskey 于 1970 年开发了公众演讲焦虑自我报告量表(The Personal Report of Public Speaking Anxiety, PSPSA)，该量表由 34 个题项组成，采用李克特 5 级量表计分，用于评测学习者的演讲焦虑(Zheng, Wang, & Chai, 2021)。此外，基于自我效能理论(Bandura, 1997)，Zhang 等(2019)开发出了英语公众演讲自我效能感问卷(English Public Speaking self-efficacy)，共计 12 个题项，采用李克特 5 级量表，包含演讲话题、组织能力、语言能力和展现能力四个维度，用于评测中国高校学习者英语演讲的自信程度。当下国内外关于演讲焦虑的评测主要以评价量表为主要依据，结合演讲者不同模态的学习数据开展的评估实践还比较有限。

3. 基于多模态学习分析的智能反馈

多模态学习分析为复杂环境下的学习测量与评估提供了新的视角(牟智佳和符雅茹, 2020)。多模态学习分析(Multimodal learning analytics)利用多种分析技术对学生学习过程中产生的多模态学习行为数据进行深度挖掘和分析，为教和学提供支持(Scherer, Worsley, & Morency, 2012)。此类学习分析技术通过对多源异构的学习者行为与其内在学习潜能的整合分析，利用智能技术帮助学习者主动调整学习行为、优化学习体验的方法(刘清堂等, 2022)。

如何运用多模态学习分析技术使评估更客观，以便更有效地提升学生的演讲能力，已成为公众演讲能力评估研究的焦点(李向勤, 2019)。作为传统评估方式的有效补充(Mihoub & Lefebvre, 2017)，多模态学习分析技术的应用能有效克服传统教学评价中人工评价成本高、工作量大、评价反馈不及时、评价客观性受质疑等局限。多模态演讲能力评估一般包括“数据采集”“特征提取与融合计算”与“演讲能力评估”多个环节，涉及文本、语音、图像等单模态的特征表示与提取，以及跨模态特征的融合。

相关研究已经针对公众演讲能力的多模态评估进行了初步探索。Chatterjee 等(2015)用不同的技术手段对演讲者的文本、视频、音频等多模态数据特征进行提取，结合演讲者语言和非言语行为，对多源异构、语义上相互联系的模态数据进行分析建模。Chen 等(2015)开发了一套基于多模态特征分析技术的公众演讲自动评分系统。他们通过体感摄像机，采集了 14 位参与者的 56 段演讲视频，结合视频提取数据，再根据语言内容、演讲表现及头部运动、眼神凝视、面部表情等多模态特征等进行自主打分和评估。Komiya 等(2017)根据演讲比赛中非言语行为，如头部姿势等动作对演讲能力进行了评估。Gan 等(2019)借助数码摄像机、体感摄像机和智能眼镜对 51 位演讲者演讲过程产生的多模态数据进行捕捉，基于言语行为、

身体语言、参与度、演讲状态制定了多模态评估标准，构建了多模态评估系统，对演讲者演讲能力进行自动评估。多模态学习分析的发展为公众演讲智能反馈、平台研发与实证研究指明了方向。近年来，Presentation Trainer, MACH (My Automated Conversation coach), Cicero, Automanner, Automated skills, ROC speak 等公众演讲能力的多模态评估系统也陆续研发面市，但国内多模态演讲教学与评估的相关平台设计和实证研发相对缺乏。

4. 平台的设计研发

北京邮电大学研究团队依托人工智能深度学习与自动语音识别技术，自主研发了“多模态英语演讲教学与评估平台”（以下简称“平台”）。平台将多模态学习分析与形成性评价结合，旨在有效缓解英语演讲者焦虑，提升英语学习者的综合演讲能力。平台将为大规模、自动化、智能化的公众英语演讲能力评估提供技术支持。

4.1. 智能评估与人工评估的结合

4.1.1. 智能评估与反馈

团队结合真实课堂教学场景，采集了学生演讲过程中的视频、音频、演讲稿（Word 和 PPT）等多模态的数据，以 15 秒为一个片段，切分出了 2267 个视频片段，形成演讲教学数据集。机器智能评估部分主要围绕音频、视频和文本（Word）三类模态的数据，分别评估学生的总体语言表达、演讲焦虑状况和演讲稿的质量。音频评估采用自动语音识别技术（Automatic Speech Recognition, ASR），对演讲者演讲的流利度（fluency）、准确度（accuracy）、完整性（integrity）和标准度（standardness）进行评估。演讲者焦虑主要依托深度学习分析技术，结合演讲者表情进行建模计算。演讲稿的智能评估主要依托自动批改技术，基于可读性、词汇、语法、拼写等方面进行评估。

4.1.2. 人工评估与反馈

人工评估包括学生自评（self-assessment）、同伴互评（peer assessment）和教师评价（teacher-assessment）三个环节。人工评估在机器评估的基础上，增加了演讲展现能力、幻灯片展示效果和演讲者整体印象等三个维度，同时提供主观反馈的模块，为演讲者提供更加细致、个性化的反馈。每个维度在机器评估指标的基础上适当增加人工评估的题项，弥补机器评估的不足，旨在更加全面、系统地评估学生英语公众演讲能力。

4.2. 多模态学习分析技术应用评估平台设计特色

4.2.1. 评估结果的智能化与实时性

平台基于机器学习、深度学习等算法，依托多模态学习分析技术，能够对演讲者的演讲表现及时、高效并多视角地给出反馈。演讲者及时地接收反馈，从而加强自己演讲训练以达到更好的效果。平台生成的可视化学情分析能清晰地呈现出演讲者演讲过程中语言表达、展现能力、焦虑程度等方面的评估结果，这类智能化、实时性、可视化的反馈能有效引导演讲者调整演讲策略，提升演讲能力（Fung, Jin, Zhao, & Hoque, 2015）。

4.2.2. 评估主体的多元化和评估反馈的个性化

平台注重形成性评价，力求将其作为演讲教与学的过程中常态化的教学活动，以促进学生的学业表现为最终目标。平台有望实现人工评价和智能机器自动评分的结合，形成性评价与终结性评价的结合，最大程度上使得评价主体与评价形式的多元化，提升教学效果。英语公众演讲能力评估量表中丰富的评价指标可以实现对文本、音频、视频多种类型材料的综合评价，师生可以结合多模态学习分析智能评价反馈研究学生英语演讲过程中存在的问题，提供及时、有针对性的个性化指导。

4.2.3. 评估结果的客观性和准确性

平台可以实现针对真实教学场景中演讲者演讲表现的系统性评价。能有效地结合音频、文本、视频等数据，实时分析演讲者的语言行为与非语言行为，对演讲者的演讲过程进行特征提取与综合评估（Chatterjee, Park, Morency, & Scherer, 2015），有望提升评估结果的客观性与准确性。

5. 结语

本研究从评估标准、智能反馈与研发进展三大方面,初步介绍了北京邮电大学“多模态英语演讲教学与评估平台”的设计思路 and 研发进展。平台的有效研发有望实现公众英语演讲能力智能评估的规模化应用。研究团队将围绕机器评价与人工评价两个层面,对英语公众演讲能力多模态评估的信度和效度进行进一步检验,不断修正完善评估平台。面向真实的教学场景,依托人工智能深度学习等技术,实现对学生能力的精准评估是教育研究领域具有挑战性的研究议题,有待持续深入的跨学科合作与研究。

项目基金

本文系2021年国家自然科学基金项目“融合多模态学习分析的英语演讲能力评估模型与应用研究”(编号:62107005)和北京邮电大学研究生创新创业项目“基于智能评估平台的混合式英语演讲教学模式创新研究”(编号:2023-YC-A268)的阶段性研究成果。

参考文献

- 陈朗(2010)。公众英语演讲课程内容、活动及评估规划——英语专业教学改革新课型探索。
外语研究, (06),56-62。
- 董连棋(2021)。外语学习者情绪研究进展与前景——从“调控情绪”到“培养情商”。**解放军外国语学院学报**, (05),18-25。
- 光彩虹(2017)。构建英语公众演讲能力的评估量规。**华北理工大学学报(社会科学版)**, (02),121-126。
- 李向勤(2019)。高中生英语演讲能力培养行动研究。(博士学位论文,华东师范大学)。
- 刘清堂、李小娟、谢魁、常瑀倍和郑欣欣(2022)。多模态学习分析实证研究的发展与展望。
电化教育研究, (01),71-78+85。
- 牟智佳和符雅茹(2021)。多模态学习分析研究综述。**现代教育技术**(06),23-31。
- 田朝霞(2013)。“英语演讲”课在中国高校的本土化研讨——其课程性质与基本教学观。**中国外语教育**, (02),34-40+80。
- 张华阳、郑春萍、吴斌和宋威。多模态学习分析应用于公众演讲能力评估的系统性综述。**现代远程教育**, (03),25-36。
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York, NY: W. H. Freeman and Company.
- Chatterjee, M., Park, S., Morency, L.-P., & Scherer, S. (2015). Combining two perspectives on classifying multimodal data for recognizing speaker traits. *ICMI '15: Proceedings of the 2015 ACM International Conference on Multimodal Interaction*, 7-14.
- Chen, L., Leong, C. W., Feng, G., Lee, C. M., & Somasundaran, S. (2015). Utilizing multimodal cues to automatically evaluate public speaking performance. *2015 International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, 394-400.
- Fung, M., Jin, Y., Zhao, R., & Hoque, M. (2015). ROC speak: semi-automated personalized feedback on nonverbal behavior from recorded videos. *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, 1167-1178.
- Gan, T., Li, J., Wong, Y., & Kankanhalli, M. S. (2019). A multi-sensor framework for personal presentation analytics. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, 15(2):1-21.
- Horwitz, E. K., Horwitz, M. B., & Cope, J. (1986). Foreign language classroom anxiety. *The Modern language journal*, 70(2), 125-132.
- Komiya, R., Saitoh, T., Fuyuno, M., Yamashita, Y., & Nakajima, Y. (2017). Head pose estimation

- and motion analysis of public speaking videos. *International Journal of Software Innovation (IJSI)*, 5(1), 57-71.
- Lucas, S. E. (2007). *Instructor 's manual to accompany the art of public speaking* (9th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Lucas, S. E. (2013). English public speaking and the cultivation of talents for Chinese college students. *Chinese Journal of Applied Linguistics*, 36(2), 163-182.
- McCroskey J C. (1970). Measures of communication-bound anxiety. *Speech Monographs*, 37(4):269 – 288.
- Mihoub, A., & Lefebvre, G. (2017). Social intelligence modeling using wearable devices. *Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces*, 331-341.
- Morreale, S. P., Rubin, R. B., & Jones, E. (1998). *Speaking and listening competencies for college students*. Washington, DC: National Communication Association.
- Morreale, S. P., Moore, M. R., Surges-Tatum, D., & Webster, L. (2007). *“The competent speaker” speech evaluation form* (2nd ed.). Washington, DC: National Communication Association.
- Paul G L. (1966). *Insight vs. desensitization in psychotherapy*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Quianthy, R., & Hefferin, D. (1999). Speak Up! A College Competency Assessment Tool. *Popular Measurement*, 2(1), 27-29.
- Scherer, S., Worsley, M., & Morency, L. P. (2012). 1st international workshop on multimodal learning analytics. *Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimodal interaction*, 609-610.
- Schreiber, L. M., Paul, G. D., & Shibley, L. R. (2012). The development and test of the public speaking competence rubric. *Communication Education*, 61(3), 205-233.
- Thomson, S., & Rucker, M. L. (2002). The development of a specialized public speaking competency scale: Test of reliability. *Communication Research Reports*, 67, 449-459.
- Zhang, X., Ardasheva, Y., Egbert, J., & Ullrich-French, S. C. (2019). Building assessments for self-efficacy in English public speaking self-efficacy in China. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(5), 411-420.
- Zheng, C., Wang, L., & Chai, C. S. (2021). Self-assessment first or peer-assessment first: effects of video-based formative practice on learners’ English public speaking anxiety and performance. *Computer Assisted Language Learning*, 1-34. <https://doi.org/10.1080/09588221.2021.1946562>

面向在校师范生教育技术能力调查与启示——基于 F 大学师范生的问卷调查

Investigation and Enlightenment on the Educational Technology Ability of Normal University Students -- Based on the Questionnaire Survey of Normal University Students in F University

顾林健^{1*}, 余丽², 曾庆培³, 王晓琛⁴, 符致翔⁵

¹²³⁴⁵ 佛山科学技术学院人文与教育学院教育技术系

*2290115735@qq.com

【摘要】 随着教育信息化的发展,国家对教师教育技术能力的要求也逐渐提高。同时还对在校师范生的教育技术能力提出了相应的要求。笔者通过文献研究法、问卷调查以及基于 SPSS 工具统计分析等方法对在校师范生的教育技术能力培养现状进行深入解析,以 F 大学为例,对该校师范生展开了教育技术能力调查。在调查分析的过程中发现:教育技术能力教学内容缺乏系统性与全面性;教学模式单一、僵化且忽视实践应用环节;专业课程设置不够合理完善等问题。本文将给同类高校的师范生教育技术能力培养改革工作提供一些相应的策略参考与启示。

【关键词】 在校师范生; 教育技术能力; 问卷调查

Abstract: With the development of educational informationization, the requirement of teachers' educational technology ability is increasing gradually. At the same time, it also puts forward the corresponding requirements for the educational technology ability of normal university students. By means of literature research, questionnaire survey and statistical analysis based on SPSS tools, the author made an in-depth analysis of the current situation of education technology ability cultivation of normal university students. Taking F University as an example, the author conducted a survey of education technology ability of normal university students. In the process of investigation and analysis, it is found that the teaching content of educational technology competence is lack of systematism and comprehensiveness; The teaching model is single, rigid and neglects the practical application. The professional curriculum is not reasonable and perfect. This paper will provide some strategic reference and enlightenment for the reform of education technology ability training of normal university students in similar universities.

Key words: Normal university students, Educational technology capability, Questionnaire survey

1. 引言

随着现代信息技术的快速发展,国家着力加快教育现代化,推进新时代教育信息化等一系列重大战略任务。为适应发展需要,对教师的专业能力也提出了相应的要求。2004 年 12 月 25 日,教育部印发了《中小学教师教育技术能力标准(试行)》(以下简称《标准》),在国内首次发布了教师专业能力发展相关文件,这是中国教师专业发展过程中的一个重要里程碑,对教师的教育技术能力发展具有指导和规范作用。

而目前在校师范专业毕业生就业形势不容乐观,其中最主要的原因就是在校师范生的核心竞争力不足。面对严峻的就业压力和社会竞争使得一些高等院校开始关注并重视学生专业能力方面教育改革工作,而师范生教育技术能力是衡量师范生综合素质的重要指标(赵颖,2020),也是师范生专业能力的重要部分。因此本文以 F 大学的在校师范生为调查研究对象,通过“线上问卷”+“线下访谈”结合的方式,依据《标准》在“能力意识、应用创新、技术能力、设计能力和伦理责任”这五个维度对 F 大学在校师范生的教育技术能力培养现状进行分析,为高校改革师范生教育技术能力培养提供建议与启示。

2. 理论基础

教育技术能力的内涵在 30 年中发生了巨大的变迁,这不仅是思想上的革新,还是方法上的革新。过去,教育技术一味地强调技术的作用;今天,教育技术的范畴扩展为理论与实践的结合,技术的存在是为了让教学最优化(张波,2008)。

对于一名师范生而言,应该具备很高层次,如心理学、教育学等方面的相关理论水平和实践经验;同时还应具有一定程度上科学文化素质修养以及较好地道德品质建设;其次,是能够将学习能力与应用意识相结合进而形成了良好习惯并能够自觉遵守这些规范及行为准则,将其贯彻到教与学应用的始终。

我们的调查最主要就是评估 F 大学在校师范生的教育技术能力的培养状况。为确保在校师范生教育技术能力发展调查结果的科学性、客观性以及全面性,在制定评价指标时,查阅了解众多文献研究以及相关的政策文件,系统参考《TPACK 视角下师范生教育技术能力结构构建研究》(王凯萍,2017)分析在校师范生教育技术能力结构构建以及 2016 年美国颁布的《国家教育技术计划》(王媛媛和何高大,2016)制定面向在校师范生教育技术能力的评价标准,以《标准》为基础,从意识与态度、知识技能、应用与创新、社会责任四个维度将评价指标分为 5 个方面的指标,即能力意识、伦理责任、技术能力、应用创新、设计能力 5 个方面。在对在校师范生教育技术能力培养中,重视这五个方面的综合发展,着重针对技术能力和应用创新两方面进行强化,综合师范生教育技术能力培养要遵循的原则并形成了 5 个方面评价所对应的各个二级指标及其细化的三级指标。具体如图 1。

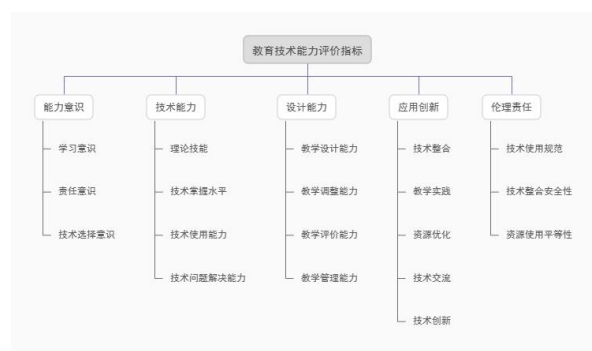


图 1 师范生教育技术能力评价标准

3. 调查实施

3.1 调查对象概况

本次课题研究以 F 大学的师范专业学生作为调查对象,调查的范围包括思想政治(师范)、数学(师范)、物理(师范)、汉语言(师范)、英语(师范)和教育技术学(师范)这个六个师范专业及其所有年级。

3.2 调查工具

本研究调查是依据制定的评价指标编制问卷。问卷包括基本信息、影响因素、师范生教育技术能力评价标准三大部分,问卷使用李克特量表和单选题(共 32 题)。本问卷在正式发放之前,在小范围内进行预测问卷投放。

预测问卷回收之后,用 SPSS 对数据进行信度分析,Cronbach α 系数为 0.913,预测问卷整体的信度较高。基于以上分析以及部分被测者的反馈对问卷进行了修改并正式投放。

4. 结果分析

4.1 数据分析

本次问卷共收取 475 份问卷, 其中有效问卷 456 份, 有效回收率为 96%。其中基本信息的年纪数据构成为大一 15.79%、大二 41.45%、大三 14.47%、大四 12.72%、研一 5.26%、研二 5.26%、研三 5.04%, 男女占比分别为 23.25%和 76.75, 而专业的数据构成为思想政治(师范) 13.16%、教育技术学(师范) 33.99%、数学(师范) 10.09%、汉语言(师范) 19.30%、物理(师范) 10.53%、英语(师范) 12.94%。在问卷投放的同时还展开线下的访谈调研, 访谈的总人数为 32 人, 大一 4 人, 大二 9 人, 大三 11, 大四 4 人, 研一 2 人, 研二 2 人。

本次调查是用 SPSS 来对数据进行统计分析。信度分析是对问卷的可靠性和一致性的分析, 选取的是 Cronbach α 系数, Cronbach α 系数越接近 1, 信度越高。而本问卷的整体信度为 0.903, 而各个维度的信度从下表 2 可以看出, 各个维度的信度均在 0.8 以上, 这表明问卷的信度良好。

表 2 信度分析表

维度	Cronbach α 系数	项目 数
能力意识	0.818	4
技术能力	0.861	4
设计能力	0.806	4
应用创新	0.869	5
伦理责任	0.824	3

表 3 KMO 和 Bartlett 的检验

KMO 值		0.845
Bartlett 球形度检验	近似卡方	9396.896
	df	496
	p 值	0.000

效度用于测量题项(定量数据)设计是否合理,由表 3 可以看出, 问卷的 KMO 值为 0.854, P 为 0, KMO 值大于 0.8, P 小于 0.05, 因此问卷效度检验良。

通过基本信息与师范生教育技术能力评价指标之间的相关性分析, 发现“年级”、“性别”和“专业”这三个因子与教育技术能力整体相关性没有太多的相关性, 部分教育技术能力的维度指标与这三个因子具有相关关系, 但关系紧密度非常低, 低于 0.2, 关系较弱。“责任意识”、“技术整合安全性”和“资源使用平等性”这三个维度指标与“年级”这一因子具有相关关系的同时, 关系紧密度大于 0.2, 关系一般。“技术整合安全性”与年级也存在相关关系, 关系紧密度大于 0.2, 关系一般。

通过影响因素与师范生教育技术能力评价指标之间的相关性分析, 发现整体相关性较好, 多个题项之间普遍存在相关关系, 关系紧密度多数大于 0.2。

师范生教育技术能力评价的 19 个指标中, 标准差相对稳定。我校师范生教育技术能力整体水平偏中等, 个体差异不大, 但在教育技术能力各个方面的平均水平并不均衡。师范生在能力意识和伦理责任这两个指标中均值都超过了 4, 表明学生在能力意识和伦理责任意识这两方面的水平较高, 据此可以说明学生学习教育技术能力态度较端正并且大部分学生具有应用教育技术的意识以及道德意识。而技术能力、设计能力和应用创新这三个指标分别对应的是教育技术应用能力、教育设计能力和技术应用创新能力, 这三个指标都均值都低于 4, 说明学生在教育技术应用能力和创新能力水平相对较低, 高校对于这三个指标的培养需要进一步提升。

4.2 原因分析

4.2.1 教育技术能力的学习氛围欠佳, 技术应用的实践环节薄弱

学校对培养师范生教育技术能力的意识觉悟较低, 宣传与开展力度不够。经过数据统计以及结合访谈内容得到: 师范生对学校开展的相关教育技术课程的评价一般, 学校在教育技术能力方面涉及的政策和宣传力度都较弱, 进而导致营造的教育信息化环境氛围也欠佳。同时学校对于不同师范专业的培养发展方案差异性较大。在问卷调查的数据中我们也可以发现, 近 60% 的学生表示希望可以增加更多的课堂实践部分, 而大多数同学都是能意识到教育技术能力对自身专业能力发展的重要性。

而在访谈的过程中,大部分同学表示,并不是非常了解教育技术。小部分同学表示了解教育技术,但实践的机会更是非常少。他们表示非常希望可以在教育技术能力培养方面给予更多的支持,教授更多技术及其应用,提供更多的教育技术的应用实践。

4.2.2 教育技术能力培养的相关课程设置不够完善,教学模式单一且僵化

在调查数据中我们可以发现,除了教育技术学(师范)专业其他专业的教育技术相关课程设置方面有较大的问题。多数师范专业在教育技术能力这一方面的培养只是开设了一门现代教育技术课来与之对应。而师范生教育技术能力其他的指标培养都是比较浅程度地在其他课程中渗透,教学模式单一且僵化。多数的技术利用都是停留在较浅的层面,例如PPT、word的简单应用,很少会出现把在现代教育技术课程的理论知识进行实践验证。

4.2.3 学院包括学校对师范类专业的人才培养目标缺乏教育技术相关的定位

结合数据并从该高校的人才培养方案可知,6大师范类专业的培养目标都是以立德树人为根本任务,但是汉语言文学(师范)专业与思想政治教育(师范)专业的培养目标中并未出现“技术、技能”等字眼,而英语(师范)专业、物理(师范)专业提到一小部分关于“技术、技能”方面的培养,数学(师范)专业则要求毕业生具备在中小学和中等职业学校从事教学的各种专项技能,教育技术学(师范)专业的培养目标有出现现代教育技术,很明显,在这6大师范类专业中教育技术学(师范)最跟教育技术能力挂钩,可见,除了教育技术学(师范)专业,其他专业对于师范生教育技术能力的培养还缺少相应的定位培养目标。

在访谈中我们还得知部分专业的专业建设存在一定的问题,没有很好地落实国家对教师教育技术能力的培养政策,也没有构建好培养该专业师范生的教育技术能力培养目标相应的体系。

5. 启示

教育信息化是时代所趋,而在这个大趋势中教师的作用是至关重要的,所以作为教师预备役的在校师范生更应该注重专业能力的培养。教育技术能力是衡量在校师范生教育技术能力的重要标准,我们必须关注对在校师范生的教育技术能力的培养,注重教育技术能力在实践上的培养,尽可能为学生提供教育技术能力实践应用的环境,创新增加教育技术课程内外的实践活动及完善课程内容的设置,从多个角度为师范生提供提高教育技术能力的措施。同时,我们重点关注教育技术能力培养薄弱的师范专业,依据国家对教师的教育技术能力要求,完善专业培养方案,建立相应的教育技术能力培养体系。以期来培养符合国家发展需要的专业人才。

参考文献

- 赵颖. (2020). 师范生教育技术能力评价及提升策略研究. (Doctoral dissertation, 辽宁师范大学).
- 张波. (2008). 网络环境下小学教师教育技术培训策略研究. (Doctoral dissertation, 曲阜师范大学).
- 王凯萍. (2017). TPACK 视角下师范生教育技术能力结构构建研究. (Doctoral dissertation, 曲阜师范大学).
- 王媛媛, & 何高大. (2016). 美国《国家教育技术计划》的创新及其启示——基于五轮(1996-2016)教育技术发展规划的比较与分析. 远程教育杂志, 34(2), 8.

数据挖掘下信息技术教师岗位分析

Analysis of Information Technology Teacher Positions Based on Data Mining

符致翔^{1*}, 余丽², 谢诗吟³, 顾林健⁴, 曾庆培⁵

¹²³⁴⁵ 佛山科学技术学院人文与教育学院教育技术系

^{*}2109182679@qq.com

【摘要】 随着我国教育信息化 2.0 的推进, 人工智能教育和信息技术赋能教育这两大概念逐渐深入人心, 这对中小学信息技术教师来说是新的机遇和挑战。本文通过 Python 技术对市面上的招聘网站进行爬虫, 将得到的数据进行分析。根据分析结果得出目前市面上对信息技术教师的需求情况, 对于想要从事信息技术教师工作的人才提供参考数据。

【关键词】 数据挖掘; 信息技术教师; 网络爬虫

Abstract: With the development of education informationization 2.0, the two concepts of artificial intelligence education and information technology enabling education are gaining popularity, which are new opportunities and challenges for primary and secondary school information technology teachers.

Keywords: data mining, information technology teacher, web crawler

1. 前言

从《新一代人工智能发展规划》到《全民科学素质行动规划纲要(2021-2035 年)》, 国家将人工智能深入到教育中并且在中小学课程中增加人工智能和编程。紧接着, 提高信息化应用水平和师生信息素养是《教育信息化 2.0 行动计划》中的大一目标(万振环&蔡颖雯, 2019)。无论是人工智能课程、编程教育课程开展还是提高学生信息素养, 关键在于信息技术教育, 因此, 通过招聘数据爬取分析, 了解目前劳动市场对信息技术教师的需求情况, 并进行相应可视化分析, 为之后想要从事信息技术教师行业的相关人员提供参考资料。

2. 招聘数据分析

当前, 国内外有多数学者通过网络爬虫技术爬取招聘网站信息以分析岗位人才的需求特征。国外对此类研究比较有代表性的有 Beblavy (Beblavý et al., 2016) 对美国招聘网站约 200 万条信息进行分析。该研究分析了不同职业下美国雇主对招聘者的能力要求; Deming & Kahn (Deming & Kahn, 2018) 获取某一网站 4 万条招聘数据, 分析了各行业招聘单位的需求, 并将其需求划分 9 个人才特征方面。

在国内, 周金燕(周金燕&冯思澈, 2020)运用网络爬虫技术爬取招聘网站教师招聘信息, 以此为基础数据, 对教师劳动力市场的技能或特征需求进行了研究; 翟俊杰利用 Python 语言编写的自动化爬虫程序抓取并解析了上述 6 个招聘软件中社工机构所发布的招聘信息。得出当前我国社会工作行业整体招聘规模较小、岗位平均薪资较低; 行业准入门槛不高, 所需专业资质不严格; 张嘉威基于 Python 的爬虫技术以及 Selenium 框架, 设计一种自动化采集数据的程序, 并对采集的数据使用 Pyecharts 对公司概况、城市分布和薪资水平等关键信息进行分析, 对大数据相关专业毕业生的职业规划提出建议; 程欢欢选取前程无忧网站的招聘数据进行挖掘, 获取企业对人才的能力需求信息。再利用 TF-IDF 方法分析招聘数据的能力关键词, 并将最终确定的关键词与自己构建的五大能力进行匹配, 进而分析不同维度下企业更关注的能力。

3. 数据获取和处理

根据实际招聘数据详情内容对比分析,发现信息技术岗位要求分为资历、专业技能、情感与态度这三个维度。其中资历主要是学历、工作经验和教师资格证等;专业技能主要是编程语言、竞赛指导、教学反馈和学生情况分析等;思维与情感主要是热爱教育行业、乐观、有责任心和有担当等。因此,本研究基于资历、专业技能、思维与情感这三个维度,按照小初高三个阶段进行相应的数据分析。

4.1. 资历分析

图2反映出,在基本资历特征中,各学段对于教师的学历要求最低是专科,但从百分比来看,大部分招聘信息的学历要求最低为本科。并且在这些招聘信息中,虽然最低要求是本科学历,但也有明确要求是双一流本科院校毕业。虽然,目前招聘数据显示学历最低要求为专科、本科,但都会明确表明优先录取硕士及以上学历人才。

图3反映出,在基本资历特征中,信息技术教师岗位十分看重应聘者的工作经验,其中3~4年经验要求占比最大,其次是1~2年。对于无需经验的岗位,多数有明确要求,有在校实习经历优先录取。而对有教学经验要求的岗位,都会要求应聘者有课程教学经验。

而对于教师资格证需求的,并不是所有招聘信息都有明确写明要求。仅仅只有67.31%的招聘数据明确要求。对没有明确要求教师资格证的招聘信息,多数是教育机构培训市场。侧面反映出目前我国教育机构在教师管理和建设上,存在很大的问题,与我国《教师资格条例》规定的“中国公民在各级各类学校和其他教育机构中专门从事教育教学工作,应当依法取得教师资格”条例相冲突(周金燕&冯思澈,2020)。

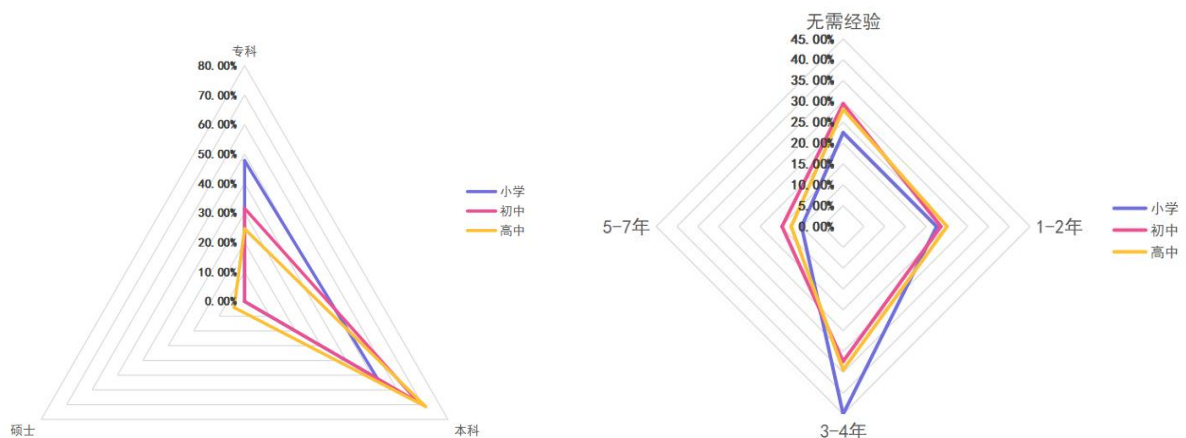


图2 各学段对于教师的学历最低要求

图3 各学段对于教师的教学经验最低要求

4.2. 专业技能

通过内容分析法对招聘数据详细信息进行解读,确定了专业技能相关关键词库,关键词云图如下图4所示。如图所示,除去教师通用技能关键词后,我们可以发现目前信息技术教师在中小学教育中学院开展多种编程教育,自身需要掌握多种编程语言,同时还需要教师深入了解创客教育与STEAM教育。更重要的是,招聘单位十分看重应聘人员自身是否有参加相关信息技术学科竞赛获奖以及是否有带学术参加竞赛获奖。

4.3. 思维与情感

通过内容分析法对招聘数据详细信息进行解读,确定了思维与情感相关关键词库,关键词云图如下图5所示。我们可以发现主要的信息技术教师需要具备创新思维和创新意识,目前中小学信息类竞赛多数都要考查学生作品的创新性,这十分考验教师自身的创新思维以及如何培养学生的创新思维;紧接着是编程思维、逻辑思维和计算思维,这三大思维不仅考察了信息技术教师自身水平,目前信息类的软件比赛以及人工智能教育课程中都涉及了算法知识。这不仅需要教师掌握高超的编程水平,同时还是有良好的思维去做解题分析;还考察了教师如何培养学生这三大思维。



图4 专业技术能力关键词词云



图5 思维与情感关键词词云图

5. 结论

总的来说,一方面,招聘市场对信息技术教师专业技能十分繁杂, 需要掌握多种技术, 这就十分考察应聘者的自身水平和终身学习能力。另一方面, 招聘市场对信息技术教师思维与情感要求也丰富起来, 主要在于对教师的责任心、团队合作和亲和力等的高需求,反映了情感=对教师工作的重要性; 其次是重视教师自身的人创新思维、计算思维和编程思维等, 这侧面反映了我国目前信息技术教师教育市场需求的特点, 招聘单位开始关注创新、批判思维和问题解决等能力。

参考文献

- 万振环, & 蔡颖雯.(2019).教育信息化 2.0 与高校信息化建设. 福建电脑, 35(5), 3.
- BEBLAV , MIROSLAV, FABO B, et al.(2016) Skills requirements for the 30 most-frequently advertised occupations in the United States: an analysis based on online vacanc data. CEPS Special Report.
- Deming, D. , &Kahn, L. B. . (2018). Skill requirements across firms and labor markets: evidence from job postings for professionals. *Journal of Labor Economics*.
- 周金燕&冯思澈.(2020).劳动力市场需要什么样的教师?——基于网络招聘信息的挖掘与分析. 教育与经济(06),68-76.

基于“一师一课”活动的中小学教师专业发展策略研究

Research on the professional development strategy of primary and secondary school teachers based on the "One Teacher, One Lesson" activity

汤德智¹, 张利桃^{2*}, 郝艺伟³

¹ 内蒙古师范大学

² 内蒙师范大学

³ 西北师范大学

【摘要】 一师一优课、一课一名师”活动（以下具体简称“一师一课”活动）是信息技术时代实现中小学教师专业发展的重要起点，是教育部持续推进的一项重要教学活动。本文主要采用问卷调查的方法深入剖析中小学教师专业发展现状，从教科研观、专业知识、专业能力、“一师一课”活动遇到的问题等方面进行分析，发现中小学教师教科研能力较弱，专业知识与信息技术应用能力有待提高等问题。在此基础上，进一步探索和构建基于“一师一课”活动的中小学教师专业发展策略，改进“一师一课”活动平台，从而更好地推动和引导中小学教师专业发展。

【关键词】 一师一课；教师专业发展；中小学；教师

Abstract: "One teacher, One Excellent Lesson, One Lesson, One Teacher" activity (hereinafter referred to as "One teacher, One Lesson" activity) is an important starting point for realizing the professional development of primary and secondary school teachers in the information technology era, and is an important teaching activity continuously promoted by the Ministry of Education. This paper mainly adopts the method of questionnaire survey to deeply analyze the current situation of the professional development of primary and secondary school teachers, from the aspects of teaching and research concept, professional knowledge, professional ability, "One teacher, one lesson" activities encountered problems, and found that primary and secondary school teachers' teaching and research ability is weak, professional knowledge and information technology application ability needs to be improved and other problems. On this basis, further explore and construct the professional development strategy of primary and secondary school teachers based on the activity of "One teacher, One Lesson", improve the activity platform of "One teacher, one lesson", so as to better promote and guide the professional development of primary and secondary school teachers.

Keywords: A division a lesson; Teacher professional development; Primary and secondary schools; Teachers'

1. 引言

2018年9月10日，习近平总书记在全国教育大会上发表重要讲话指出：“教师是人类灵魂的工程师，是人类文明的传承者，承载着传播知识、传播思想、传播真理，塑造灵魂、塑造生命、塑造新人的时代重任。”教师学科专业知识、能力与综合素质的提升，既有利于全面深入贯彻落实科教兴国和国家人才培养强国战略，也有利于实现“高素质的劳动者和创新型人才”的培养。全面加强中小学教师队伍建设，推动中小学教师专业化发展，为实现我国教育革命性发展做出贡献^[1]。

教师专业发展方式，包括专家学者引领、积极参加教师培训、校本教研、项目教学研究、终身学习、人工智能、STEM教育、微课、虚拟现实与最新的“一师一课”活动。“一师一课”活动将教师、课程资源和教学经验交流活动等方面结合起来，充分发挥教师应用信息技术的积极

性、主动性和创造性的作用,促进信息技术与学科教学的融合。“一师一课”的理念与教师专业发展高度契合,活动内容可以与中小学教师专业发展有效衔接,是促成中小学教师专业发展的一种新的有效路径^[2]。本文以“一师一课”活动为依托和载体,系统归纳“一师一课”活动的相关环节,全面梳理“一师一课”活动与中小学教师专业发展的关系,进一步探索和构建基于“一师一课”活动的中小学教师专业发展策略,推动中小学教师专业发展。

2. 国内外研究综述

2.1. 教师专业发展综述

2.1.1 教师专业发展的含义

教师专业发展是推进教育教学改革的关键一招。教师专业发展逐渐成为优化教师教学策略、提高课堂效率、促进教师职业改革的方向和目标。教师专业发展是指教师作为思想的引领者以及知识的传授者,在专业素质、专业知识、专业技能等方面不断发展和完善的过程^[3]。

2.1.2 教师专业发展的特点

一是具有阶段性。目前对于教师的阶段的理论存在着不同的看法,来自国内外会各个方面都对教师专业发展进行了深入细致的探索。从新教师刚刚参加工作的入门阶段到熟练掌握教学基本技能阶段再到形成自己的教学特色阶段,不管是哪一阶段,哪一时期,都有其共同的特点,那就是教师是不断成熟不断发展进步的。教师专业发展的各个阶段着眼于教师终身培训发展的动态过程,其理念正与目前倡导的“终身学习”理念是一致的^[4]。教师专业发展的各个阶段的特点使得教师在各个阶段都有自身的任务,始终是围绕自身不断努力学习展开的,所以教师要不断地学习,增长自身经验,改进完善自身教育教学行为,最终成为一名优秀的老师。

二是具有很强自主性。教师的自主发展是教师专业发展的重点,教师专业发展“无处不在的自我实现之地”^[5]。在学校,无论你从事什么工作,都有独立发展的空间。在学校管理工作中,可以开展制度加情感管理,尊重每一位学生的思想,充分发挥每个班级成员的主观能动性;在学生德育工作中,可以创造性地开展爱国演讲、组织义务劳动、诗歌朗诵、社会公益实践活动,培养学生的责任感和爱国情操;在课堂教学活动中,可以开展集科学、工程、艺术、技术、人文于一体的跨学科综合素质活动,培养学生创新创造精神,有利于学生全面发展。行是知之始,只要教师掌握发展的主动权,剩下所要做的就是脚踏实地,才能实现自己专业的发展。

三是具有多样性和差异性。教师不仅要教书育人、服务社会,还要在自己学科范围担负起科研工作,因此决定了其发展的多样性和差异性。教师除了听课、授课、答疑、考核成绩外,还要观察学生的思想情绪,还要注重对学生德智体美劳各个方面的培育、认真贯彻国家教育政策法规、制定学期计划、处理班级突发事件等等。教师在不同发展阶段是不同的,这就决定了其专业发展的重点、过程和内容也不同,即反映出差异。

2.1.2 教师专业发展的重要性

教育现代化的发展,不仅促进了教师自身的发展,而且使教师能够胜任教学实践和教学理论,从而获得更好的发展。另一方面,教师的专业性不断提升,也有利于学生求知,教师的专业化水平提高,意味着教师教学技能、班级管理方面水平的提升,从而更有利于学生成绩的提高,对于学生的终身发展都是有利的。除此之外,教师的专业化水平的不断提高,对于提升教师队伍的整体素质水平发挥着重要的作用和意义。教师队伍的整体提升,有利于我国人才的培养,教育强则国强,要想建设教育强国,必须加强教师的专业发展,不断提高教师的理论水平和实践水平。推动教师的专业发展水平,有助于提高教师的社会地位和职业认同感,使教师成为真正令人羡慕的职业。

2.2. “一师一课”活动促进教师专业发展研究综述

2.2.1 “一师一课”活动的含义

“一师一课”活动是教育部为了推进基础教育信息化应用,在2014年发起开展的一项活动,意思是一名老师用信息技术教好一堂课,一堂课能有一名优秀的教师借助信息技术讲授。主要分为

网上“晒课”与教师“评课”两个阶段。通过实践该活动使教师认识到信息技术对促进教师改革和发展的重要性，推动教育信息化发展。

2.2.2 “一师一课”活动的活动目的

活动的首要目的就是提升中小学教师信息素养，推进信息技术与教育教学深度融合，增强教师应用信息技术的主动性和创新性^[6]。活动要求中小学教师利用现有的多媒体技术资源，充分发挥自己的信息技术能力，深入挖掘资源库中的精品课程资源，在一个教学周内至少上一节精品课，达到“优课”效果，从而可以使教师信息技术素养得到培养，信息技术应用能力得到提高。通过开展活动，努力使每一堂课和每一个模块至少有一名优秀教师能够利用好优质的数字信息技术和教育资源，实现“优课”。最终形成一系列覆盖中小学各年级各学科各版本的生成化、示范化的课程资源体系，更好地促进优质数字教育资源的开发与共享，促进信息技术和数字教育资源在中小学教育中的合理有效应用和深度加工，促进中小学教师专业发展。

2.2.3 “一师一课”活动促进教师专业发展

首先，有助于解放教师传统教育思想，为教师注入符合时代发展的新的教育思想，促进教师相互借鉴相互交流。该活动对教师“蜷缩在课堂上”提出了一些基本要求。在参加活动时，要求教师改变原有的传统教学方法，参照活动标准完善并制定出自己新的教学方法。在录制课程的初始阶段，教师必须认真研究教学内容，充分分析学习情况，明确教学重点和难点，教师要灵活采用多媒体技术和信息技术将其融入到教学活动中。活动为全体教师提供了一个观看精彩且质量高课程的统一平台。在教学过程中更好地吸取别人的优点去弥补自己的短处，让每个教师都能学习和交流，让每个教师都能看到其他教师最好的一面，不断地向更优秀的教师学习，这不仅仅使自己在“晒课”过程中受益匪浅，也影响启发了其他教师。

其次，利用开放平台，助力实现教师快速成长。教师想要把自己的课上好，必须在分析教材、设计教学、发现重难点上下功夫，在录课的最初阶段进行集体备课，并多次不断淬火提炼。在这个过程中，可以促进他们对教学的反思，使备课能力和授课水平得到显著提高。鼓励教师要在“晒课”前期学习，熟练使用多媒体以及采用一些先进的信息技术手段，甚至在下一阶段对课堂记录进行修改和处理。通过观察其他教师的教学，教师将继续体验从“模仿学习”到“循规蹈矩”再到“独善其身”的整个内化过程。教师不仅对知识有了更深的理解，而且在教学能力和课堂效率上也会有更显著的提高。

最后，为中小学教师专业发展树立了方向和目标。“优课”评价标准明确提出：教师借助智慧教室、交互式电子白板以及多媒体网络等教学设备可以创新教学的互动方式，通过信息技术的应用更好地吸引学生的注意力，提高学生学习的积极性，增强课堂气氛，教师在这个过程中应把信息技术与教学内容和谐自然地结合起来，科学合理地组织各种媒体资源，真正实现信息技术与教育教学深度融合。这些标准要求需要教师不断的努力，使得教师有了奋斗目标和方向。教师在教学中经常是传统地与学生面对面讲课，下课之后，从来没有观看自己上课时的情景，该活动则正好为教师提供了这个机会，要求教师“晒课”，上传课堂实录，让教师通过课堂实录了解到自己教学的利弊，及时寻找有经验的教师来完善自己的教学方式方法。并且该平台展示了其他教师展示的“优课”，给教师树立了学习的标杆，教师通过发现自己的不足，学习其他教师的优点，创造出更高质量的课程，成为中小学教师专业发展的加油站。

3. 研究设计与过程

3.1. 调查目的与对象

教师专业发展方式，包括专家学者引领、积极参加教师培训、校本教研、项目教学研究、终身学习、人工智能、STEM教育、虚拟现实、闪课等等。“一师一课”活动结合教师、开发课程资源和教学活动，广泛调动教师在应用信息技术的积极性、主动性和创造性的作用，促进信息技术与学科教学的深度交融。它的活动理念能与教师专业发展高度一致，活动内容能与中小

学教师专业发展充分挂钩，成为促进中小学教师专业发展的一种十分有效的方式。为此笔者设计了基于“一师一课”活动的中小学教师专业发展现状调查问卷，研究分析教师专业发展现状并提出对策，有利于全面提高教育教学质量，从而更好地推动和引导中小学教师专业发展。

本此调查的对象是中小学学科教师，发放问卷 159 份，收回问卷 159 份，经统计，有效问卷 156 份，有效率为 98%。

3.2. 调查工具与过程

根据研究目的和研究需要,本研究设计了一系列调查问题。调研工具的开发侧重于借鉴“一师一课”活动内容,并对相关文献进行梳理,使问卷具有可靠性，提高研究成果的科学性和可参照价值。问卷维度详如表 1 所示。

表1 维度分析表	
一级维度	具体问题设计
个人基本信息	年龄
	性别
	职称
	教龄
	从教学段
教师专业发展现状	教科研观
	专业知识
	专业能力
	影响因素
“一师一课”活动促进 中小学教师专业发展	了解情况
	参与情况
	功能作用
	存在问题
	实现途径

3.3. 存在问题归因对教科研认识偏颇，进行教科研能力有待加强

由于大多数中小学教师在大学读书的时候并没有开设教育科研这一门课程，参加工作后，又没有相关正确理论指导，仅凭之前对于教科研的简单认识是无法满足现实需要的。而很多教师，甚至很多学校领导，认为教育科研就是写论文，教育科研成果就是论文在期刊发表或获奖，并且很多教师编写教材、组织课堂项目都需要自己掏腰包，学校投入少之又少，重视对考试、升学、评级、教学等评价，忽视对教科研的评价，出现教科研被“冷落”现象。

3.4. 专业知识体系结构不完备，难以适应教育事业发展

受我国学校发展水平和学校办学条件的严重影响，长期以来，我国部分地区中小学教学资源、教学设备、信息技术资源严重缺乏，教师扩展自己本专业知识所需要的理论资源和技术资源严重短缺，使广大中小学教师未能及时、有效地获取和补充专业知识，调整完善自己的知识体系结构。同时，城乡教育分化和地方政府对一些学校的教育投入不足，严重制约了中小学教师在参与高质量的职后培训，这在无形之中严重阻碍了中小学教师汲取专业知识发展所需的各种信息技术资源。

3.5. 专业知识体系结构不完备，难以适应教育事业发展

提高教师专业能力的关键在于教师对自身的认识，教师主观能动性、天赋等因素,以及受我国客观社会环境与发展规律的直接影响。部分教师上课就给学生划重点、不充分尊重学生身心发展规律，不利用信息技术创设情景，导致学生积极性不高，教师也没有展示自己的能

力。还有一部分教师信息技术应用意识比较缺乏，总是习惯于传统教学方式进行教育教学，大多数教师都很清楚信息技术的实际应用给课堂教学带来的效果，但不能有效地掌握信息技术的特点辅助教学，如今，大部分学校都把信息技术作为辅助教学的工具，但由于教师信息技术应用能力参差不齐，很容易出现技术的误用，从传统的“人灌”变成简单的“机灌”，教师的信息技术应用能力需要大力提高。

3.6. “一师一课”活动参与使用情况问题较为突出

在上层设计上，“一师一课”活动从活动的规划出发，呈现出系统、有效、科学的结构，自上而下的活动开展力度非常大，但是作为基层、作为资源的创造者各种标准化要求未能统一，因此出现教师不能快速找到自己想看的视频，观看课程时经常出现视频错误字样，各类排行榜设置也不科学合理，缺乏教师交流互动模块，教师寻找优质课程资源如水中捞月，缺乏个性化推荐等问题。同时，由于教师自身原因以及学校重视程度等因素导致中小学教师对平台了解参与程度也不够，学校宣传推广力度不强。

4. 基于“一师一课”活动促进教师专业发展的优化对策

从 2014 年“一师一课”活动开展以来，教师专业的各方面能力得到显著提升，活动不断受到来自国内外社会、教师的广泛关注。在这里，“一师一课”活动平台作为优质教育资源的聚集地充分发挥了平台自身的显著优势。但还是有一些显著问题制约者平台运营，也阻碍着教师自身专业发展，所以非常有必要针对一些实际现实问题提出切实可行的对策与建议，从而促进活动的高效开展。

4.1. 全面开展符合学校自身特色的教研活动，提高中小学教师教科研能力

学校要以促进教师专业发展基本方向，创设良好的教学和科研氛围，开展多样化的、特色的校本教研活动。开展校本教研活动的主要目的是解决学校教育教学中的突出问题，以校长和全体教师为主体，提高教师专业能力。校本教研活动中的“学习”、“讲课”、“评课”、“改进教学”对应“一师一课”活动平台的“教研”频道、“话题”频道，二者有共同之处。在校本教研活动中，有助于教师转变传统的思想观念，以训练为主体，与有经验的教师沟通交流，有助于教师树立信心，提高教学能力；在评课环节要集思广益、广开言路，通过沟通交流虚心采纳别人的意见，从而不断修改完善自己的教学思路与方法，达到“优课”；可以通过学科小组成员共同学习、讨论，做到以学促教，以学促学，以学促研，帮助教师实现专业发展。

4.2. 整合优质教育资源，促进教师专业知识发展

“一师一课”活动的开展为中小学教师专业发展聚集了很多优质资源。首先，资源建设应广泛征求中小学教师意见，以教师满意程度为标准，推动线下教育资源和智力资源向线上聚集，整合优质教育资源，打造有助于教师自主知识建构或发展的生成性体系。以国家教育资源公共服务平台为中心联系点，对接各省平台，实现优质资源协同创造。其次，开展“一师一课”活动，通过晒课活动，教师既可以贡献自己的智力资源，比如与课程相关的教学资源 and 教学设计等，并且也可以通过别人提供的优课资源丰富自己的专业知识。再次，鼓励 and 吸引企业和社会力量参与各类优质课程资源建设，丰富网络教学资源建设和网络活动等。在网络教研中可以接触到更多优秀的教师，从而不断完善自己的专业知识结构，在与专家进行探讨时无疑也是一种知识资源交换的过程，通过提高普通教师群体的这些认识，可以强化普通教师群体学习需求和理论积累。防止教师只与本校教师交流沟通的局面产生，建设校本研修共同体，教师以崭新的理念、饱满的激情进行学术之间讨论交流，理清教学思路，解决教学问题，挖掘教材内涵，实现优质资源协同创造。

4.3. 切实加强信息技术与课程整合，提高教师信息技术应用能力

信息技术与课程的整合有利于整合优质教育资源，实现教育高质量发展。信息技术与课程整合对于教师人才培养具有举足轻重的地位，信息技术与学科融合的提出不仅仅是纸上谈兵，重要的是进行亲身实践。首先，教师应在实践中、观摩学习中将有限的信息技术恰当地

应用于日常教学,根据教学内容找到与信息技术整合的切入点;其次,没有丰富的教育资源就谈不上促进教师信息技术与课程整合,教师要利用好平台给予的功能,广泛搜集提高自身信息技术能力的课程资源,并学习观摩。最后,应重视人工智能在教学中的应用,强调学习者自主探究学习,利用人工智能的特点激发学生的学习兴趣和探究动机,丰富教学形式,提高教学质量。

5. “一师一课”活动政策改进

5.1. 建立活动质量保证与监督机制

“一师一课”活动目的是为了培育教师信息技术素养,提高信息技术应用能力,通过自身各方面能力将自己的课程上传到国家教育资源公共服务平台“晒课”栏目,建立一个集百家众长的独特的、优质的、能囊括中小学教材内容的共享优质资源库,方便全国所有中小学教师共享学习观摩优质课程资源。建议政府充分发挥行政机关监督机制,扩大对活动实施监督的范围和深度,以确保相关的优惠政策得到充分落实,相关法规地到全面贯彻。教育行政部门应当构建组织“一师一课”的监督管理制度,并派教学督导对活动开展进行督导检查。

5.2. 建立教师参与活动的激励机制

“一师一课”活动是国家为广大中小学教师提供的自我展示与自我提升的机会和平台,因此得到很多教师积极参与,但也有相当一部分教师参与的积极性不高,所以建立更好的激励机制激发教师参与度在这里凸显的十分重要。各级各类教育行政部门应将“一师一课”活动当做促进教师专业发展的基石,不断地采取问卷调查、实地走访等方式充分调动中小学教师参与的积极性。建立起一系列以促进教师参与积极性的奖励激励措施,使广大中小学教师在活动中受益,特别要注意偏远地区的中小学教师参与的积极性,切身解决影响参与积极性的各种阻碍,借助大数据、人工智能等技术让大家突破时间和空间的限制进行交流沟通、共享优质课程资源和共享自身的教育教学宝贵经验,最终形成一个教师互助学习的交流圈。

5.3. 增加科学合理的栏目排行

现如今“一师一课”活动活动栏目排行榜,只是单纯地机械地看数字的排位,这方面应该采取更科学合理标准去评判资源的好坏优劣,不能追求数量不求质量。一方面,要增加全国教师“晒课”的数量,分类排行规则要以地区教师人均“晒课”为标准;另一方面,要增强对各地区教师“优课”质量的考核标准,设置地区人均“优课”排行榜以及增设教师点赞功能,但要有权限,防止一个“优课”被“刷赞”,确保公平。也可以设置评价框,利用人工智能技术借助语义识别对评价内容进行分门别类,让评价正确、有效、科学。排行榜第一的“优课”,设立“优课达人”称号,评选标准应该由播放数量、点赞数量以及评论内容等要素进行评判。

5.4. 全面提升教师信息技术素养

信息素养是运用信息解决问题的修养和能力。伴随信息社会的爆炸式发展,信息时代的教师不仅需要拥有扎实的专业知识,还应具备相应的信息技能。首先,教师转变自己的教育思想观念,推陈出新,教师一旦有了信息意识就可以加快其教育思想观念的转变;其次,教师应该利用各种渠道掌握丰富的信息知识,为自己信息技术应用能力不断增加理论基础;再次,全面提高信息技术应用能力,虚心向一切有利于提高自己信息技术应用能力的资源学习,深入挖掘信息技术的内涵,掌握信息技术的作用以期更好地促进自身教育教学发展;最后,教师要有正确的信息意识,扬长避短,以我为主,为我所用。

6. 结语

当前,信息技术的广泛应用,教师在课堂运用信息技术是“互联网+”时代教师必须面对的突出问题,教师已开始接受各种新技术并逐步探索新技术在教学中的应用,但对教学工作方式方法的创新仍需持续与时俱进,从而为进一步适应社会提供可靠保障。“互联网+”时代对现代教师专业能力提出了更高的标准,教师专业能力分为基础能力、教学能力、教育能力、教研与自我发展、

教学改革与创新等。这就要求教师面对技术的快速更新应不断进行探索研究,将技术和学科知识整合,从而重构教学模式,更好地促进教师的专业化发展。

参考文献

- [1] 孙雪.中小学教师队伍建设研究[J].教育教学论坛,2020(29):25-26.
- [2] 陈超.一师一课活动促进中小学教师专业发展研究[J].中国教育技术装备,2019(05):20-21.
- [3] 袁年英,邹建军.高职教师专业发展新路径探析[J].内蒙古教育,2019(18):23-25+36.
- [4] 邵婷婷.小学语文教师专业发展的对策探究[J].科学咨询(教育科研),2021(04):133-134. [5] 刘子园.“互联网+”背景下高校教师专业发展面临的挑战及路径重构[J].教育观察,2018,7(17):44-46.
- [6] 李念平.TPACK理论下高中信息技术课程标准的培训设计 [J].中小学教师培训,2019(05):11-14.

我国教师专业发展影响因素研究：现状、热点与趋势

The Current Situation, Hot Topics, and Evolution of Frontier Research in Influencing Factors of Chinese Teacher Professional Development

叶晶双¹, 黄小佳¹, 徐光涛¹

杭州师范大学经亨颐教育学院

xuguangtao@hznu.edu.cn

【摘要】 分析教师专业发展的影响因素能够为优化教师专业发展进程提供参考及依据。本研究以 Citespace 和 Nvivo 为研究工具, 对我国相关研究成果进行分析。结果发现: (1)研究数量总体呈上升趋势, 已形成了庞大的文献积累; (2)相关研究从轮廓勾勒的理论思辨发展到细节描摹的实证研究; (3)教师专业发展的影响因素普遍以内外来源为划分标准来探讨其对教师发展的重要作用, 且影响因素之间彼此依存。未来的研究可引入其他领域的研究视角以突破思维限制, 并加强基于实证研究的探讨与分析, 以利于教师教育策略的制定和实施。

【关键词】 教师专业发展; 影响因素; Citespace; 知识图谱; 文献综述

Abstract: Analysis of the factors influencing teacher professional development can provide reference and basis for optimizing the process. This research uses Citespace and Nvivo to analyze related research results in our country. The results show that: (1) the number of studies is increasing, and a large amount of literature has been accumulated; (2) Related research has evolved from theoretical speculation to empirical research; (3) The influential factors of teacher professional development are generally classified as internal and external sources, and their interdependence is highlighted. In the future, research perspectives from other fields should be introduced to break through thinking limitations, and empirical research-based discussion and analysis should be strengthened to facilitate the formulation and implementation of teacher education strategies.

Keywords: teacher professional development, influencing factors, Citespace, knowledge graph, literature review

1. 引言

教师专业发展不仅是现代教育改革与发展的现实需求, 还是社会对教师“量”的需求提高到对教师“质”的需求的反映, 目前被普遍认为是教师职业生涯的核心组成部分。教师专业发展一直以来受到社会各界的广泛关注, 已有大量研究对相关领域的研究成果进行了总结与分析, 研究者们逐渐意识到厘清教师专业发展的影响因素成为优化教师专业发展进程的前提及依据(葛志炎, 2021; 张忠华 & 王子朦, 2017)。然而, 目前较少有研究聚焦于教师专业发展的影响因素分析, 相关研究还不成体系, 所以有必要进一步梳理相关研究的现状、热点与趋势。

2. 研究方案

2.1. 研究工具

本研究以文献计量法和内容分析法为研究方法, 借助可视化分析软件 Citespace 提供的知识图谱功能和定性分析软件 Nvivo 提供的分析、整理与标注功能, 以直观认识目前教师专业发展影响因素的热点领域和发展前沿。

2.2. 数据来源

本研究以中国学术期刊出版总库 (CNKI) 作为检索数据库, 选择“高级检索”类型与“主

题”检索，检索词设置为“教师专业发展 AND 影响因素”，来源设置为“期刊论文”，截止到 2022 年 11 月 25 日共检索出 538 篇文献。经过人工去重和筛选相关度较低的文献，共检索出 304 篇教师专业发展影响因素相关的文献，作为本研究的样本文献。

3.研究结果与分析

3.1. 年发文量分析

如下图所示，从总体发文趋势来看，国内围绕教师专业发展影响因素的研究整体呈现上升趋势，从 2004 年到 2010 年不断上升，在 2010 年到达高峰后，总体发文量呈现波动趋势，在 2014 年达到新顶峰。究其原因，可归结于 2014 年是中国全面深化教育领域综合改革的开局之年，一系列教育新政策陆续出台，教育领域的文献呈现出百家争鸣的研究态势。

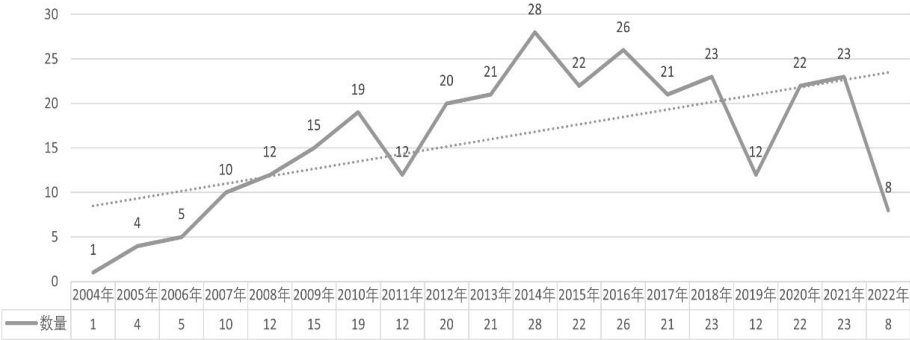


图 1 教师专业发展影响因素的文献统计

3.2. 突现词分析

突现词指在较短时间内出现较多或使用频率较高的词，根据突现词的词频变化可以判断研究领域的前沿与趋势。如图 2 所示，教师专业发展影响因素的相关研究围绕着整个教师群体开展，此后关注点才细分至小范围的教师群体，如“体育教师”、“幼儿教师”、“青年教师”、“乡村教师”、“高职教师”等教师群体。其中，“幼儿教师”的突发强度最高，突发率为 2.87，突发年份为 2015 年-2018 年。与“幼儿教师”同年突发的还有两个突现词，分别是“青年教师”、“民族地区”。近年来颇受关注的热点是“乡村教师”、“高职教师”。

Top 10 Keywords with the Strongest Citation Bursts

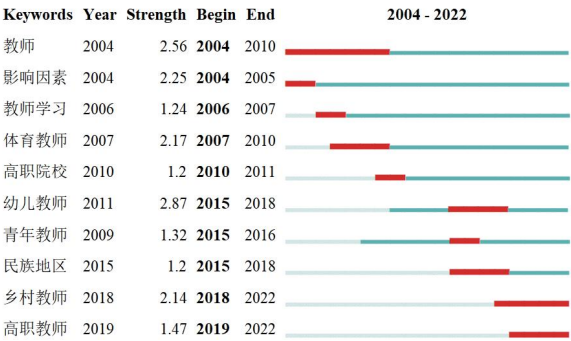


图 2 突现词分析

3.3. 关键词共现分析

关键词是论文研究内容的精炼、研究主题的高度概括，中心性代表该关键词连接其他主题关键词的过渡能力，中介中心大的关键词容易成为网络中的关键节点。如表 1 所示，教师专业发展影响因素文献中出现频次较高的关键词主要是“专业发展”“影响因素”“教师”“对策”“幼儿教师”“体育教师”等，这些关键词存在一定的内在联系，是近年来研究的热点问题。

表 1 关键词共现频次、中心性及年份

序号	频次	中心性	年份	关键词	序号	频次	中心性	年份	关键词
----	----	-----	----	-----	----	----	-----	----	-----

1	137	0.63	2004	专业发展	6	12	0.09	2007	体育教师
2	107	0.66	2004	影响因素	7	11	0.03	2007	高校
3	22	0.16	2004	教师	8	10	0.06	2008	英语教师
4	17	0.02	2007	对策	9	10	0.04	2010	高职院校
5	13	0.03	2011	幼儿教师	10	10	0.03	2009	青年教师

4.我国教师专业发展影响因素研究的趋势

结合 Nvivo 对文献样本进行二次标注,本研究认为相关研究呈现出以下三个方面的趋势。

4.1. 影响因素的划分标准不断细化

关于教师专业发展影响因素的研究大致可以分为以下三种情况:(1)在论述时没有以严格的标准来进行分类,而是直接阐述影响因素,并描述其影响结果。如潘苏东认为科学教师在专业发展的过程中,除了教师专业发展的一般性问题以外,还会受到对课程的熟悉程度、课程对教师的要求、科学教师保守性和封闭性的反差程度、工作负担过重等方面的影响(潘苏东, 2005)。该类研究能够将研究者对相关问题的理解进行全面阐述,但容易导致思维跳跃、影响因素梳理不够系统等问题。(2)基于教师专业发展的因素来源、教师专业发展阶段、教师活动场所等维度或者以其他研究领域的视角或者实证研究结果作为研究框架提出教师专业发展的影响因素。如王洁旨在全国范围内展开大规模教师专业发展测评,结果表明教师专业发展与教师所面临的社会环境、政府支持、学校氛围、家庭背景、个人特质密切相关,且东中西部教师的工作时间、学历水平和专业支持等方面存在较大差异(王洁 & 宁波, 2019)。

4.2. 研究对象群体不断细化

高频关键词主要体现的是研究对象群体从早期宏观的教师群体到后来对微观层面不同类型教师的细化研究,表明了研究对象从宏观整体探究到后期探究的精确、细致。从总体上来看,最开始进行教师专业发展研究的是整个教师群体,此后,高校教师(含地方高校)、职业院校教师以及青年教师的专业发展逐渐成为研究热点,这可能是因为2012年教育部印发《全面提高高等教育质量的若干意见》以及《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》等文件,明确要求提升中青年教师专业水平和专业能力有关。此后,幼儿教师的发展在很长一段时间成为研究关注的热点,这可能是由于幼儿园虐童事件频频发生并曝光于众,引起了各界的广泛关注,造成了极大的社会负面影响,国家高度重视幼儿园教师的职业素养。随后,对乡(农)村教师、民族教师等的研究也慢慢被提上了研究议程,这很有可能与国内在一直不断推进社会主义新农村建设和大力解决“三农”问题有关。近年来,我国教师队伍呈“女性化”趋势发展,因此有相当一部分研究将数量占据主导地位的女性教师作为研究对象,也有部分研究将数量“弱势地位”的男性教师作为研究对象加以关注。

4.3. 重视实证研究方法的多元取向

根据计量分析结果,近年来教师专业发展影响因素的研究仍以思辨式的理论分析为主,实证分析不足,定性研究与定量研究的比例严重失调。虽然学者们从不同分类维度、研究视角以及理论框架阐述了教师专业发展的影响因素,但这些因素的影响强度以及如何作用于教师专业发展的过程,都需要实证研究来进行证明和检验。采取实证研究范式的文章中,问卷调查为主的量化研究方法占据主导地位,以访谈为主要形式的质性研究方法逐渐成为教育研究领域的“新宠”。

部分研究者以问卷调查法为数据收集的主要方法,辅之以结构方程模型、决策实验室分析法、多层线性模型等分析方法,能够从量化层面对教师专业发展的影响因素、影响程度、因素之间的相互关系以及理论模型进行检验。定性研究主要通过观察法、访谈法收集数据与资料,借助文本分析(毛刚,吴童,& 崔子恒, 2021)、叙事研究(李敏 & 刘金赵, 2020)或者扎根理论(焦晓骏, 2021)等方式,从纵向的角度对教师专业发展结构要素、影响因素和提升路径进行研究剖析。也有部分研究采用问卷调查与访谈相结合的混合研究范式,以综合定性研究探寻教师专业发展的普遍规律以及质性研究关注教师专业发展整体性、连续性的特点(韩淑萍,

2009), 如李臣之采用问卷调查和访谈等研究方法,以深圳市非在编教师为研究对象进行回归分析,结果发现:同伴互助、支持机制、人际关系、编制身份、职业压力、职业待遇、考核评价等因素对非在编教师专业发展具有较为显著的预测作用(李臣之 & 高聪聪, 2015)。

5. 总结与展望

通过使用Cite Space对教师专业发展的影响因素研究进行可视化计量分析,以及Nvivo对相关文献进行二次阅读与标注,我们认为:(1)教师专业发展影响因素的相关研究总体呈上升趋势,并形成了比较庞大的文献积累与成果,并且在发展的总体脉络中不断涌现出新的热点话题;(2)我国教师专业发展影响因素的研究已不局限在思维层面的理论研究,研究内容与形式均从粗线条式的轮廓勾勒过渡到研究对象、研究方法和研究视角的细分领域,正在从“宏观”向“微观”、“理论”到“实践”的方向转变;(3)总体上来说,教师专业发展的影响因素普遍以内外来源为划分标准,内部因素多是教师的专业知识、专业能力、专业人格等,个人主体性因素对一个教师能否成长为优秀教师起着至关重要的作用;外部因素对教师的影响也不容忽视,主要涉及学校、社会等更为广阔的领域相关的道德与政治因素。

由于教育教学体系是一个复杂的动态系统,促进教师群体的专业发展涉及多主体、多要素。因此,未来研究可引入其他领域的研究视角与理论框架,以使教师专业发展影响因素的研究能够打破原有因素研究中的理论框架,突破思维限制,为后续研究提供更大的探讨空间;此外,可加强基于实证研究的探讨与分析,如果在理性分析的基础上,加之适当的量化研究或相关系数的说明,能够提供更切实、有力的依据,搭建更加坚实的理论平台,也将更加有利于教师教育策略的制定和实施,并以此推动教师专业发展研究向更广的、更深的方向发展。

参考文献

- 葛志炎. (2021). 国内教师专业发展研究热点与脉络的可视化图谱分析. *职业教育(中旬刊)*, 20(07), 3-9
- 韩淑萍. (2009). 我国教师专业发展影响因素研究述评. *现代教育科学*(09), 76-79
- 焦晓骏. (2021). 高职教师专业能力结构与提升路径——基于20名高职专业教师的访谈研究. *江苏高教*, No.246(08), 99-104. doi: 10.13236/j.cnki.jshe.2021.08.016
- 李臣之, & 高聪聪. (2015). 非在编教师专业发展的影响因素与路径选择. *教师教育学报*, 2(05), 95-102
- 李敏, & 刘金赵. (2020). 成长的足迹: 一名幼儿园专家型男教师专业发展的叙事研究. *陕西学前师范学院学报*, 36(10), 52-59
- 毛刚, 吴童, & 崔子恒. (2021). 引领型STEM教师能力构成、发展路径与影响因素研究. *电化教育研究*, 42(11), 107-113
- 潘苏东. (2005). 影响综合科学教师专业发展的因素分析. *教师教育研究*(05), 35-40
- 王洁, & 宁波. (2019). 什么因素在影响着教师的专业发展?——中小学教师专业发展测评的背景、发现与改进路径. *人民教育*(11), 31-34
- 张忠华, & 王子朦. (2017). 教师专业发展影响因素研究与分析. *当代教育科学*(04), 62-65

大学生数字化学习能力对学业发展的影响研究

Research on the influence of college students' E-learning ability on their academic development

汤倩雯^{1*}, 殷子涵²

¹扬州大学新闻与传媒学院

²南京邮电大学教育科学与技术学院

*1397920227@qq.com

【摘要】 高等教育教学数字化转型的最终目标是为了促进学习者的学业发展, 在其推进过程中, 培养大学生的数字化学习能力是极为重要的一环。学习者的数字化学习能力是否对其学业发展有着一定的影响, 能否通过培养数字化学习能力进而推进学生的学业发展, 最终达到教育教学数字化转型的目标, 还有待进一步求证。本研究制定了大学生数字化学习能力和学业发展评价量表及相应的问卷, 对江苏省高校的大学生进行问卷调查。经过实证检验发现: (1) 大学生数字化学习能力和学业发展总体处于中等偏上水平; (2) 大学生的数字化学习能力各维度与其综合成绩和个人能力素质都存在正相关关系; (3) 大学生的数字化学习能力可以正向影响其个人能力素质但不能影响综合成绩。本研究分析了大学生数字化学习能力对学业发展的影响机制, 进而探究以数字化教学及学习促进学习者学业发展的策略及方法, 以期为更好实现以数字化转型促进学生学业发展提供依据。

【关键词】 数字化学习; 数字化学习能力; 学业发展; 大学生

Abstract: The ultimate goal of the digital transformation of higher education teaching is to promote the academic development of learners, and it is extremely important to cultivate the E-learning ability of college students. So whether learners' E-learning ability has a certain impact on their academic development, whether the students' academic development can be promoted through the cultivation of E-learning, and finally achieve the goal of the digital transformation, Further verification is needed. This study developed a E-learning ability and academic development evaluation scale for college students and the corresponding questionnaire, conducting a questionnaire survey on college students in Jiangsu Province. It is found that: (1)the E-learning ability and academic development of college students are generally in the upper middle level; (2)All dimensions of college students' E-learning ability are positively correlated with their comprehensive scores and personal abilities; (3)The E-learning ability of college students can positively affect their personal ability and quality but not their comprehensive scores. This study analyzes the impact mechanism of college students' E-learning ability on their academic development, and then explores strategies and methods to promote learners' academic development through digital teaching and learning, in order to provide a basis for better realizing digital transformation to promote students' academic development.

Key words: E-learning ; E-learning ability; Academic development; college student

1. 问题提出

2022 年初《教育部高等教育司 2022 年工作要点》发布, 明确提出全面推进高等教育教学数字化转型(教育部, 2022)。高等教育数字化转型强调技术与教育教学的深度融合, 在其推进过程中, 重要的实践途径之一就是培养学习者在数字时代借助数字化工具获得新技能、新知识和新思维方式的能力(李铭等, 2022), 即数字化学习能力。而教育的主体是学生, 高等教育数字化转型的最终目标是为了实现学生的学习与发展(韩锡斌等, 2022), 即促进学业发展。这意味着, 培养大学生的数字化学习能力最终是为了推动其学业的发展, 那么学习者的数字化学习能力是否对其学业的发展有着一定的影响, 能否通过培养数字化学习能力进而促进学生的学业发展, 最终达到教育教学数字化转型的目标, 还有待进一步求证。本研究以此为切入点, 利用问卷调查法进行实证检验, 分析了大学生数字化学习能力对学业发展

的影响机制,探究数字化教学及学习促进学习者学业发展的策略及方法,以期为更好实现以数字化转型促进学生学业发展提供依据。

2. 文献综述

2.1 数字化学习能力

李克东(2001)指出数字化学习包含三个基本要素:数字化学习环境、数字化学习资源和数字化学习方式。在拥有这些要素的基础之上,学习者便可进行有效的数字化学习。基于对数字化学习及其各要素的理解,任华(2016)等将数字化学习能力定义为学习者利用数字化学习资源,借助数字化学习工具获取、加工和操纵信息,在交流中共同探讨问题解决方案的一种新型学习能力。庄榕霞(2018)等将“学习能力”的范围做了更精确的界定,提出数字化学习能力的内涵为学习者在数字化环境中利用工具和资源开展学习所需的知识、技能、动机和态度等基本特质。归纳来说,数字化学习能力是指学习者在数字化学习环境下采用数字化的学习方式,如利用工具、平台等对学习资源进行加工处理所需的知识、技能、态度等。

在对数字化学习能力进行研究时,需进一步探究其构成。目前学者们对数字化学习能力的结构主要分为七要素、五要素和四要素三种划分形式。张庆秀(2006)从构建终身教育体系的视角,提出数字化学习能力包括使用信息技术的主体意识、较高的信息素养、适应数字化学习环境的超文本阅读能力、信息呈现和传输的能力、交流协作能力、科学探究能力、评价鉴赏能力七个要素。李远(2014)从对大学生的数字化学习能力现状的测量角度,提出数字化学习能力应包括数字化学习意识、学习技术、学习行为、学习管理和学习评价能力五个要素。庄榕霞(2018)等则以有效测评中小学生数字化学习能力为目的,将数字化学习能力的框架划分为认知加工、信息素养、意愿管理、行为管理四个维度。虽然数字化学习能力结构的研究存在着多种取向,但其都是在基本的认知、交流、协作、管理、评价等学习能力的基础上突出了信息属性和工具属性,并强调了学习者的自主学习能力。本研究从研究对象及可测量性的角度,借鉴了李远(2014)的数字化学习能力五要素框架。

2.2 学业发展

“学业发展”概念的提出是为了促进“以学生为中心”理念的发展(焦玉博等,2019)。当前,国内学者对学习发展的界定不一。在以往的研究中,我国学者多将学业发展简单的定义为学习成绩、成绩排名等特征(程跟锁等,2009;鲍伟等,2015)。然而,随着素质教育的逐渐成为我国教育改革的主旋律,大学生学业发展的考量不应该仅仅以学习结果为导向,更应该从全面发展的角度出发,将学习过程中的学习态度、能力等指标纳入其中(陈坤华等,2009;王胡英等,2013)。如陈坤华(2009)等人在学习成绩之外,还从学习积极性、学习满意度、自学能力三个方面研究大学生的学业发展;王胡英(2013)等将大学生学业发展的内涵界定为学习积极性和主动性的激发与养成、知识的掌握及知识掌握过程中学习能力和创新能力的提升等方面;焦玉博(2019)等人在其实证研究中将“学业发展”的内涵理解为学业成绩、获奖层次、获奖数量和个人发展因素等。综合来看,学者们主要将学业发展定义为“学业”和“发展”两个维度,“学业”方面强调静态的学业成绩、课外活动成果,“发展”方面强调动态的学习能力以及学习情感等提升等。因此,本研究结合多位学者对学业发展的界定,将学业发展分为体现学习结果的综合成绩以及体现学习过程的个人能力素质,分别包括学业成绩、获奖情况和思维能力、创新能力、自学能力以及学习满意度。

3. 研究设计

3.1 理论框架与研究假设

数字化学习意识是学习者对数字化学习的认识和态度(李远,2014)。研究表明,学习者对学习媒介的态度很大程度上影响着学习成绩(谢舒潇等,2005)。数字化学习技术是学习者在学习过程中熟练地使用数字化的“学习技术”并用之解决自己的实际问题的能力。研究发现,学生越早开始使用计算机,其综合能力与学业成绩越好(SHANK D B, COTTEN S R, 2014)。

数字化学习行为是学习者在数字环境下的学习方式，学习行为对学生的学习成效有着直接的影响（姚纯贞等，2009）。数字化学习管理是学习者对数字化学习资源以及在数字化学习过程中自身行为的管理，数字化学习的特点是学习者对自己的学习有控制权。学习者在多媒体环境中选择适合自己的学习方式，可以随意地控制学习路径、步调。学习管理可以提高学生的学习动力（林羽，2015），进而影响学业发展。数字化学习评价是学习者在数字化学习中对自身及他人的评价，数字化评价可以促进学习者的发展，促进学习者自我评价和元认知能力（李远，2014）。因此，本研究构建了如下（图1所示）理论框架，并提出相应假设：

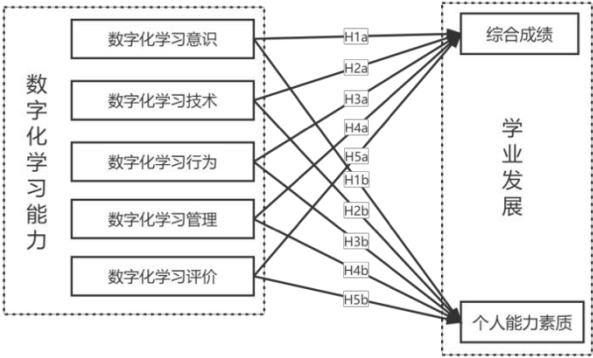


图1 大学生数字化学习能力对学业发展影响的理论框架

- (1) H1a: 数字化学习意识正向影响综合成绩；
- (2) H1b: 数字化学习意识正向影响个人能力素质；
- (3) H2a: 数字化学习技术正向影响综合成绩；
- (4) H2b: 数字化学习技术正向影响个人能力素质；
- (5) H3a: 数字化学习行为正向影响综合成绩；
- (6) H3b: 数字化学习行为正向影响个人能力素质；
- (7) H4a: 数字化学习管理正向影响综合成绩；
- (8) H4b: 数字化学习管理正向影响个人能力素质；
- (9) H5a: 数字化学习评价正向影响综合成绩；
- (10) H5b: 数字化学习评价正向影响个人能力素质。

3.2. 量表设计

在本研究中，量表被分为两个部分，分别研究了大学生数字化学习能力和学业发展的现状。量表的第一部分借鉴了李远的所提出的大学生数字学习能力评估体系的基本构架（李远，2014），主要从5个能力层面11个基本能力要素出发，结合不同能力维度的特点，提出了18条与之相对应的数字化学习能力的基本评估指标，部分内容如表1所示，在量表的基础上，编制出大学生数字化学习能力部分的问卷内容，该部分共31道量表题。

表1 大学生数字化学习力量表（节选）

一级指标 能力维度	能力要素	能力指标
数字化学 习能力 层面	要素 1:具备使用数字化学习方式进行学习的意识	对数字化学习工具有敏锐感知 认可并积极参与数字化学习活动
	要素 2:具备终身学习的意识	对数字技术支持的终身学习持积极态度

量表的第二部分主要依据本研究总结出的学业发展的定义，分为了两个效果层面以及其对应的5个效果指标，具体内容如表2所示。在量表的基础上，编制出大学生学业发展部分的问卷内容，该部分共5道单选题，6道量表题。

表2 大学生学业发展量表

发展维度	效果指标
综合成绩	学业成绩

个人能力素质	获奖情况
	创新能力
	思维能力
	自学能力
	学习满意度

3.3. 信效度检验

在进行正式问卷调查之前，本研究对编制出的问卷进行了小范围预测试，除去无效问卷后共得到 93 份答卷。分析得出数字化学习能力总量表以及其五个维度的内部一致性信度分别为 0.974、0.904、0.901、0.919、0.911 以及 0.875；学业发展总量表以及其两个维度的内部一致性系数分别为 0.841、0.637 和 0.915，问卷信度较好。在效度方面，本研究以有关成熟量表为依据，对各种可能变量进行测验，并通过理论与实践的验证，具有较高的内容效度。因此，本研究以问卷调查为基础，对调查问卷的结构效度进行了测试，数字化学习能力部分五个子维度的以及学业发展的两个维度的 AVE 值均大于 0.5，且组合信度均大于 0.7，说明数字化学习能力部分以及学业发展部分具有较好的聚合效度。数字化学习能力各维度以及学业发展的 AVE 的平方根均大于维度间的相关系数，因此数字化学习能力部分和学业发展部分具有较好的区别效度。问卷信效度均良好，可以进行正式问卷的发放与数据分析。

3.4 数据收集及抽样设计

本研究主要采用问卷调查法，采用分层随机抽样的方式对江苏省的本科高等院校不同年级、不同专业的学生进行调查。受访者分布于一流大学、一流学科建设高校以及普通本科等不同层次大学。在正式调查中，共收回 750 份答卷，除去无效问卷（全部题项均选择同一选项、作答时间低于 100 秒）（杨悦，2019）后得到 707 份有效问卷，有效率为 94.27%。

4. 研究结果

4.1. 样本概况

如表 3 所示，调查基本情况包括：性别、年级、专业大类、学校层次。从样本的性别构成看，男生占总样本的 49.7%，女生占总样本的 50.3%，大约各占一半；从年级分布来看，大三、大四样本较多，分别为 32.1%、37.5%，其次是大二 20.2%，大一 10.2%；从专业来看，理工类占比超过一半，为 54.2%，经济类次之，占比 13.4%，其次分别是人文社科类 11.7%，艺术类 9.8%，农林类 7.5%，医学类 3.4%；从学校层次来看，双一流学科建设高校占比最大，为 69.2%，普通本科占比 25.3%，双一流大学占比较少，为 5.5%。总的来看，本研究样本涵盖类别丰富，具有一定的代表性。

表 3 样本信息的描述性统计量

变量	类别	频数	百分比 (%)
性别	男	352	49.8%
	女	355	50.2%
年级	大一	72	10.2%
	大二	143	20.2%
	大三	227	32.1%
	大四	265	37.5%
专业大类	人文社科类	83	11.7%
	理工类	383	54.2%
	艺术类	69	9.8%
	农林类	53	7.5%
	经济类	95	13.4%

	医学类	24	3.4%
学校层次	普通本科	179	25.3%
	双一流学科建设高校	489	69.2%
	双一流大学	39	5.5%

4.2.大学生数字化学习能力、学业发展的相关分析

将大学生的数字化学习能力中的五个层面与学业发展的综合成绩和个人能力素质之间进行 Pearson 相关分析，得到表 4。

表 4 大学生数字化学习能力和学业发展的相关性分析

	学习意识层面	学习技术层面	学习行为层面	学习管理层面	学习评价层面
外在发展效果	0.407**	0.428**	0.426**	0.432**	0.409**
内在发展效果	0.774**	0.800**	0.818**	0.842**	0.805**

从表 4 中可以看出，综合成绩与数字化学习意识、学习技术、学习行为、学习管理和学习评价的相关系数分别为 0.407、0.428、0.426、0.432 和 0.409，个人能力素质与数字化学习意识、学习技术、学习行为、学习管理和学习评价的相关系数分别为 0.774、0.800、0.818、0.842 和 0.805。说明数字化学习能力和学业发展二者呈现出显著的正相关关系，即数字化学习能力各层面越强，学业发展水平越高。

4.3.大学生数字化学习能力、学业发展的回归分析

4.3.1.数字化学习能力对学业发展的回归分析

将数字化学习五个层面作为自变量，而将学业发展作为因变量进行线性回归分析，从表 5 可以看出，模型公式为： $Y=0.778+0.125*X_1+0.099*X_2+0.190*X_3+0.201*X_4+0.080*X_5$ ，模型 R^2 值为 0.616，意味着这五个维度可以解释学业发展的 61.6%变化原因。具体分析可知：数字化学习意识 X_1 的回归系数值为 0.125($t=3.223$, $p=0.001<0.01$)，数字化学习技术 X_2 的回归系数值为 0.099($t=2.244$, $p=0.025<0.05$)，数字化学习行为 X_3 的回归系数值为 0.190($t=4.285$, $p=0.000<0.01$)，数字化学习管理 X_4 的回归系数值为 0.201($t=3.896$, $p=0.000<0.01$)，数字化学习评价 X_5 的回归系数值为 0.080($t=1.978$, $p=0.048<0.05$)，意味着数字化学习能力五个维度全部均会对学业发展 Y 产生显著的正向影响关系。

表 5 数字化学习能力对学业发展的回归分析表

	非标准化系数		标准化系数	t	p	VIF	R ²
	B	标准误差	Beta				
常数	0.778	0.079	-	9.815	0.000**	-	
数字化学习意识 X_1	0.125	0.039	0.152	3.223	0.001**	4.072	0.616
数字化学习技术 X_2	0.099	0.044	0.123	2.244	0.025*	5.488	
数字化学习行为 X_3	0.190	0.044	0.226	4.285	0.000**	5.071	
数字化学习管理 X_4	0.201	0.052	0.240	3.896	0.000**	6.944	
数字化学习评价 X_5	0.080	0.040	0.103	1.978	0.048*	4.916	

因变量：学业发展 Y

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

通过回归分析可以发现，数字化学习能力对学业发展有着显著的正向影响，那么数字化学习能力对学业发展具体影响的方面，可以进行下一步的分析。

4.5.2.数字化学习能力对综合成绩的回归分析

将数字化学习五个层面作为自变量，而将综合成绩作为因变量进行线性回归分析。从表 6 可以看出，模型公式为： $Y_1=1.443+0.081*X_1+0.100*X_2+0.122*X_3+0.102*X_4+0.024*X_5$ ，模型 R^2 值为 0.207，意味着这五个维度可以解释综合成绩的 20.7%变化原因。具体分析可知：数字

化学习意识 X_1 的回归系数值为 0.081($t=1.368$, $p=0.172 > 0.05$), 数字化学习技术 X_2 的回归系数值为 0.100($t=1.480$, $p=0.139 > 0.05$), 数字化学习行为 X_3 的回归系数值为 0.122($t=1.793$, $p=0.073 > 0.05$), 数字化学习管理 X_4 的回归系数值为 0.102($t=1.287$, $p=0.199 > 0.05$), 数字化学习评价 X_5 的回归系数值为 0.024($t=0.390$, $p=0.697 > 0.05$), 意味着数字化学习五个层面全部均不会对综合成绩 Y_1 产生影响关系。

表 6 数字化学习能力对综合成绩的逐步多元回归分析表

	非标准化系数		标准化系数	t	p	VIF	R ²
	B	标准 误差	Beta				
常数	1.443	0.122	-	11.876	0.000**	-	0.207
数字化学习意识 X ₁	0.081	0.059	0.093	1.368	0.172	4.072	
数字化学习技术 X ₂	0.100	0.068	0.117	1.480	0.139	5.488	
数字化学习行为 X ₃	0.122	0.068	0.136	1.793	0.073	5.071	
数字化学习管理 X ₄	0.102	0.079	0.114	1.287	0.199	6.944	
数字化学习评价 X ₅	0.024	0.062	0.029	0.390	0.697	4.916	
因变量：综合成绩 Y ₁							
* p<0.05 ** p<0.01							

4.3.3. 数字化学习能力对个人能力素质的回归分析

将数字化学习五个层面作为自变量, 而将个人能力素质作为因变量进行线性回归分析。从表 7 可以看出, 模型公式为: $Y_2=0.114+0.168*X_1+0.098*X_2+0.259*X_3+0.300*X_4+0.136*X_5$, 模型 R^2 值为 0.763, 意味着这五个维度可以解释个人能力素质的 76.3%变化原因。具体分析可知: 数字化学习意识 X_1 的回归系数值为 0.168($t=4.451$, $p=0.000<0.01$), 数字化学习技术 X_2 的回归系数值为 0.098($t=2.272$, $p=0.023<0.05$), 数字化学习行为 X_3 的回归系数值为 0.259($t=5.955$, $p=0.000<0.01$), 数字化学习管理 X_4 的回归系数值为 0.300($t=5.953$, $p=0.000<0.01$), 数字化学习评价 X_5 的回归系数值为 0.136($t=3.436$, $p=0.001<0.01$), 意味着数字化学习五个层面全部均会对个人能力素质 Y_2 产生显著的正向影响关系。

表 7 数字化学习能力对个人能力素质的回归分析表

	非标准化系数		标准化系数	t	p	VIF	R ²
	B	标准误差	Beta				
常数	0.114	0.078	-	1.465	0.143	-	0.763
数字化学习意识 X ₁	0.168	0.038	0.165	4.451	0.000**	4.072	
数字化学习技术 X ₂	0.098	0.043	0.098	2.272	0.023*	5.488	
数字化学习行为 X ₃	0.259	0.043	0.246	5.955	0.000**	5.071	
数字化学习管理 X ₄	0.300	0.050	0.288	5.953	0.000**	6.944	
数字化学习评价 X ₅	0.136	0.040	0.140	3.436	0.001**	4.916	
因变量：个人能力素质 Y ₂							
* p<0.05 ** p<0.01							

5. 研究结论与建议

5.1. 研究结论与讨论

在相关关系上,大学生的数字化学习能力与学业发展之间存在显著的正相关关系,即数字化学习各层面能力越强,学业发展效果越好。在影响关系上,数字化学习能力五个层面均会对个人能力素质产生显著的正向影响关系,但均不会对综合成绩产生影响,假设 H1a、H2a、H3a、H4a、H5a 不成立,假设 H1b、H2b、H3b、H4b、H5b 成立。该结果表明,数字化学习能力的发展并不一定会直接体现在学习者学业成绩的提高上,这是由于大学对学习成绩的考核仍是对课本知识点的考察,而数字化学习意识、数字化学习技术等数字化学习能力更多的促进的是学生学习方式方法的转变,对与考试相关的记忆力、运算能力等应试能力的影响不大。但是,数字化学习可以帮助学习者更好地培养知识的迁移能力、元认知能力来进行更好的自我调节,将所学内容内化为能力素质,实现更加全面的发展。何克抗(2002)教授早在2002年就指出,数字化学习的最终目标是培养出一大批21世纪所需的创新人才,即具有创新思维、创新能力的人才,培养学习者的数字化能力是为了更好的培养其创新思维精神。在倡导素质教育的新时代,创新能力、思维能力、自主学习能力等应该比学业成绩等应试化能力摆在更高位置。因此,大学生的数字化学习,不应该仅仅作为提升学业表现的手段和工具,而是通向培养创新能力和思维能力等个人能力素质的桥梁。

5.2. 未来推进数字化学习的建议

学生的思维、创新能力,是新时代社会进步的重要指标之一,也是高等教育中的重要内容(岳晓东,2004)。因此,我们应该借助数字化手段进一步推动这种积极影响作用,将学生的思维能力、创新能力、自主学习等方面的发展推进到更高的水平,以实现教育数字化转型的最终目标。

5.2.1. 高校数字化培养环境的创设

高校方面应充分发挥数字化优势,加强数字化的校园文化环境建设;针对当今大学生的特点,可以以数字技术为载体,开展鼓励知识创新共享的科技活动;同时,高校应为学生提供多样化的数字化学习资源,让学生自主学习、自主发现和自主探索,通过对资源中所呈现的社会、文化、自然情景的分析和思考,培养其思维能力。

5.2.2. 教师数字化教学方式的转变

教师方面应促进自身和学习者的角色转化,打破传统“以教师为中心”的教学模式,重塑新型师生关系,利用数字化工具有意识地培养学生创新能力,鼓励他们提出不同见解;并利用数字化平台实现不受时空限制的师生、生生之间交流互动,鼓励学生提问,以促进学生在问题解决中创新能力的提升。激发学生自主探索、发现问题并充分地调用数字化能力解决问题;运用数字化环境培养学生自我创新能力与善于创造的性格,鼓励学生的多样性、差异性和个性发展(李艳,2012)。

5.2.3. 学生数字化学习思维的培养

学生方面可以自主组成学习型小组,借助多种数字化工具来实现各种类型的协商、讨论活动(全胜,2007),变被动学习为主动学习,以培养独立思考、求异思维、创新能力探索能力和团队协作能力。要借助数字化工具和方法,在解决现实生活中的实际工作中,提高动手能力和创造力,为步入社会奠定良好的基础。作为一个数字时代的大学生,应该以一种开放的态度接受先进的数字技术和学习观念,积极地调整自己的思维模式,提高自己的使用工具和适应信息环境的能力(李远,2014),以促进教育数字化转型目标更快地得到落实。

参考文献

- 中华人民共和国教育部.教育部高等教育司关于印发2022年工作要点的通知[EB/OL].[2022-02-23].http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202203/t20220310_606097.html.
- 王胡英,周国平.专业教师兼任班主任对大学生学业发展的影响[J].学校党建与思想教育,2013(06):45-46+87.
- 全胜.职业学校学生数字化学习能力培养的实验研究[D].长沙:湖南师范大学,2007.
- 庄榕霞,杨俊锋,李冀红,李波,黄荣怀.中小生数字化学习能力测评框架研究[J].中国电化

教育, 2018(12):1-10+24.

李远.大学生数字化学习能力现状调查研究[D].金华: 浙江师范大学, 2014.

张庆秀,王跃生,韩清献.数字化学习能力与终身教育体系构建的关系[J].成人教育,2006(10):18-19.

何克抗.E-learning 与高校教学的深化改革(上)[J].中国电化教育, 2002(2):8-9.

何克抗.E-learning 与高校教学的深化改革(下)[J].中国电化教育,2002(03):11-14.

陈坤华, 谭千保, 刘成伟.大学生学业发展及其影响因素的实证研究[J].煤炭高等教育, 2009, 27(03):76-78+110.

杨悦.大学生数字化学习能力对在线学习参与度的影响研究[D].武汉: 华中师范大学,2019.

李铭,韩锡斌,李梦,周潜.高等教育教学数字化转型的愿景、挑战与对策[J].中国电化教育,2022(07):23-30.

林羽.硕士研究生学习管理现状及问题研究[D].桂林: 广西师范大学,2015.

岳晓东.大学生创新能力培养之我见[J].高等教育研究,2004(01):84-91.

姚纯贞,米建荣,王红成.国内外“学习行为”研究综述[J].教学与管理,2009(30):48-50.

焦玉博,赵雅莉,宋晓婉.大学生学业发展资优性特征实证研究——基于对山东省属高校学生的问卷调查[J].当代教育科学,2019(02):27-33.

谢舒潇,吴芸,谢雨萌,李招忠.在校大学生数字化学习特征调查与分析[J].电化教育研究,2005(06):23-27.

韩锡斌,陈香妤,刁均峰,周潜.高等教育教学数字化转型核心要素分析——基于学生和教师的视角[J].中国电化教育,2022(07):37-42.

程跟锁,李耀青,安雪慧.地方经济发展水平与学生学业发展关系研究[J].上海教育科研,2009(02):7-8+14.

鲍威,陈亚晓.经济资助方式对农村第一代大学生学业发展的影响[J].北京大学教育评论,2015,13(02):80-96+190.

SHANK D B, COTTEN S R. Does technology empower urban youth? The relationship of technology use to self-efficacy[J]. Computers & Education, 2014, 70 (1) : 184-193.

近十年技术支持的教师专业发展研究的热点和趋势——

基于 CiteSpace 的可视化分析

Hot Spots and Trends in the Research of Teacher Professional Development Supported by

Technology in the Last Decade——Visual Analysis Based on CiteSpace

廖慧敏^{1*}, 宋玉婷¹, 罗兆玉¹, 王昕琰¹

¹ 华南师范大学 教育信息技术学院

*3411554869@qq.com

【摘要】 建设一支高质量的教师队伍对于教育发展至关重要, 当今社会, 技术带来重大变革, 探讨技术支持的教师专业发展是符合时代发展的新理念, 本文以知网数据库中社会科学二辑收录的期刊论文为数据来源, 运用可视化分析工具 CiteSpace 软件进行文献分析, 从研究态势、作者分析、关键词分析、突显词分析等角度展开, 并在关系图谱和时序图谱中进行可视化呈现, 直观展现近十年技术支持的教师专业发展态势和研究热点, 为技术支持的教师专业发展提供一个综合视角审视该领域的研究, 最后从发现问题中为技术支持的教师专业发展研究内容和方式提出建议。

【关键词】 技术; 教师专业发展; 人工智能; CiteSpace; 可视化分析

Abstract: Building a high quality teacher team is important for the development of education, In today's society, technology has brought great changes, and it is a new concept to explore the technology-supported teacher professional development. This paper takes the journal papers from cnki.net as the data source, and analysis with the CiteSpace software. From the perspectives of research situation, author analysis, keyword analysis, salient word analysis and so on, it is visually presented in the relationship graph to show the development trend and research hotspot of technical support teacher professional development in recent ten years, and provide a comprehensive perspective to examine the research in this field. Finally, giving some suggestions for the technology-supported teacher professional development.

Keywords: Technology, Teacher Professional Development, Artificial Intelligence, CiteSpace, Visual Analysis

1. 前言

教师是立教之本、兴教之源, 在教育过程中, 教师肩负着重要的使命与责任。随着技术的不断发展, 大数据、人工智能等新兴技术广泛应用于教育领域, 对教育教学产生了深远的影响, 这也对教师的教学能力提出了新的要求, 提升教师的信息化教学能力, 促进教师专业发展势在必行。2022 年 4 月, 教育部等八部门印发《新时代基础教育强师计划》立足“十四五”、面向 2035, 提出加强基础教育教师队伍建设的思路举措, 建强新时代教师专业发展体系, 是提升教师专业能力水平、厚育大国良师的必然要求(教育部教师工作司, 2022)。分析当前新兴技术对教师的专业发展产生的影响, 探索技术支持视角下教师专业发展研究热点和研究趋势, 对提升我国教师的技术教学能力, 提高教育质量具有重要的理论意义和实践价值。

国内已有学者对技术视角下教师专业发展开展了相关探索与实践。2013 年卢强对 2001-2011 年以“教师专业发展”为检索条件对中文社会科学引文索引数据库进行检索研究, 呈现了过去十年教师专业发展研究情况。近十年来, 随着技术在教育领域深入广泛的应用, 需要我们进一步追踪技术支持视角下教师专业发展研究现状。因此, 本文以 2012-2022 年以来以“教师专业发展”和“技术”为主题的国内期刊论文数据进行研究, 就技术视角下支持

的教师专业发展研究热点和趋势做出更全面、更有实效的分析和判断，为未来教师专业发展提供更有价值的研究方向。

2. 研究方法

2.1. 研究工具

本研究采用文献综述法，对中国知网（CNKI）中的文献进行统计分析，致力于探索近十年以来，技术视角下教师专业发展研究热点和趋势，本研究采用的研究工具是美国德雷赛尔大学陈超美教授研发的一款专门用于学术文献分析的信息可视化工具 CiteSpace，该软件可以探测出某一学科或领域的热点主题及其演进趋势。

2.2. 数据来源

本研究为保证文献数据的全面性和代表性，以中国知网（CNKI）为检索数据库，使用高级检索功能，检索时间为 2012-2022 年，以“教师专业发展”和“技术”为关键词，选择北大核心期刊及 CSSCI 期刊，检索方式选择为“精确”，在上述数据库中进行检索，共检索出 504 篇文献，剔除报纸，会议，资讯，目录等非学术性文章，以及根据文献的标题、摘要和关键词等，删掉与主题不相关的文献，最终筛出 488 篇有效文献。

3. 研究概况知识图谱分析

3.1. 研究态势



图 1 近十年技术支持教师专业发展年度发文量

对筛选的 488 篇期刊论文进一步统计，得出近十年技术支持教师专业发展年度发文量（见图 1），从图中可以看到北大核心期刊以及 CSSCI 期刊的总发文量从 2012 年以来总体呈现下滑趋势，最高发文量出现在 2012 年 41 篇，虽然从时间节点的对比趋势看是下降，但非平稳，出现两次波动上升，从时间节点观察，笔者把技术支持的教师专业发展分为三个阶段：2012 年至 2015 年为探索阶段，2016 年至 2019 年为尝试阶段，2020 至今为发展阶段。2012 年教育部先后对幼儿园，小学和初中颁布《教师专业标准》，从职业道德、专业知识和专业技能三个方向构建教师专业素质(徐莹莹,王海英 & 魏聪, 2022)。同年发布《关于加强教师队伍建设的意见》提出需要大力提高教师的专业化水平，也因此第一阶段大量学者对教师专业发展的研究更多从理论层面先行探索，对技术的热衷程度降低，一直处于下滑趋势。2019《关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程 2.0 的意见》等重磅文件的推动，2020 相较于 2019 发文数量出现最大一次涨幅。

3.2. 作者分析

对该领域研究作者进行分析可以看出学术界对该领域的关注情况以及了解哪些学者对该领域有较大贡献，笔者通过 CiteSpace 对文献发文作者统计，一共有 286 位学者在这一研究方向发表论文，涉及研究学者数量较多，表明大家对这一研究领域有广泛的关注，但是从发文

数量上看，如图 2 所示，最高发文量为刘清堂、张妮，学者发文数量只有 1 篇占比最大，高达 85.7%，也说明大家对于这个领域的研究不够深入，持续研究的学者较少。

发文量	初始年份	作者
7	2019	刘清堂
7	2019	张妮
5	2012	孙众
3	2012	余胜泉
3	2017	冯晓英
3	2012	卢强
3	2014	宋灵青
3	2015	曹晔
3	2012	金彦红

图 2 近十年技术支持教师专业发展领域活跃作者

进一步使用 CiteSpace 对作者的合作网络关系进行可视化分析，Slice length(时间切片)=1，Threshold（阈值）=2，Density（密度）=0.003，节点大小与作者发文数量正相关，颜色从紫色到红色代表发文年份从 2012 至 2022，节点之间的连线则表示作者之间的合作网络。从图 3 可以看到学者之间总体联系不高，主要以刘清堂和张妮两位学者为关系网络中心，两个节点联系多且密集，有很好的网络关系网，其红色面积占比较大，也即两位学者与其他学者进行合作的时间节点是在笔者研究的近十年中的第三阶段，是第二次波动上升时期，反映出两位学者带动研究的发展，同时还需要注意的是孙众这一节点没有连线但其在这一领域有较多发文量，从紫色到红色均有占比，表明孙众很早便关注了技术支持教师专业发展这一领域，并且现在仍持续研究，同样做出了很大贡献。很早就关注该领域的学者还有何克抗、余胜泉等人，但是没有红色占比，意味着近几年没有再持续研究。总结而来第一阶段的作者之间基本没有产生合作，并且很多学者未能持续跟进研究，第三阶段在张妮和刘清堂两位学者的推动下有更广泛的合作关系，发文数量也较多。

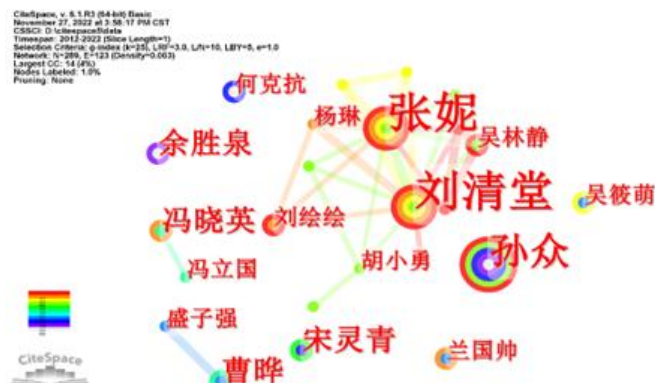


图 3 作者合作网络关系图

3.3. 机构分析

通过对筛选的 488 篇论文发表机构进行分析可以看出该研究领域的空间分布情况，CiteSpace 统计共有 264 个机构参与发表，发文量大于 4 篇有 13 家机构，发文量最高的是华南师范大学教育信息技术学院 20 篇，占有所有发文总量的 7.57%。利用软件对机构间合作网络关系进行可视化，阈值=4，节点数=264，连线=163，密度=0.0047，如图 5 所示，从节点颜色可以看到华南师范大学信息技术在本次讨论的近十年期间都有相关论文发布，中心圆颜色较深可以看到是较早开始了有关技术支持的教师专业发展的相关研究，并且在其节点中形成了较多合作联系，结合发文量我们可以知道在这一领域华南师范大学教育信息技术学院有着较为深厚的学术影响，其次是华中师范大学教育信息技术学院，北京师范大学教育信息技术学院、华东师范大学教育信息技术学院节点颜色有多层，并且有形成和其他机构的一些合作，而北京师范大学教育部发文量较多，但是集中在前面的阶段，总结而言，发文机构以华南师范大学教育信息技术学院为代表，各大高校教育类学院大部分分阶段参与该领域研究。

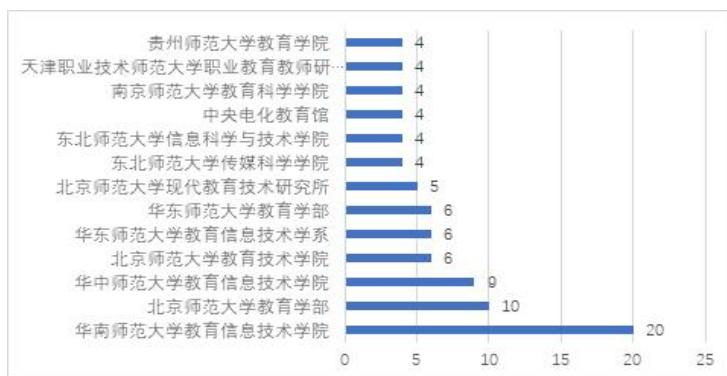


图 4 近十年技术支持教师专业发展领域活跃机构



图5 近十年技术支持教师专业发展机构合作图谱

4. 技术支持的教师专业发展研究热点

4.1. 关键词分析

关键词是对表述论文的中心内容有实质意义的词汇，每篇论文一般选取 3 至 8 个关键词，了解和分析关键词是快速摸清论文主题的有效方式。Keyword 为 CiteSpace 中的关键词共现分析功能，将结果进行可视化就可以反映出某一领域当前研究热点及过去产生过哪些热点研究。运行 CiteSpace，节点类型设置为“Keyword”，时间跨度设置为 2012-2022 年，时间切片设置为每 1 年，得到技术支持的教师专业发展研究领域的关键词共现图谱（图 6）。N=291，E=313，网络密度 Density=0.0074。由图可以看出，近十年信息技术、人工智能、信息化、信息素养等与教师专业发展具有紧密的联系。



图6 近十年技术支持的教师专业发展研究关键词共现图谱

在 CiteSpace 中, 频次 (Count) 是指该关键词出现的总次数, 中心性 (Centrality) 是分析关键词重要程度的一个关键指标。若中心性超过 0.1 的节点, 则说明该节点为中心节点, 在研究中较为重要且具有较大的影响力。论文中关键词出现的频次及中心度可以反映研究热点的分布情况, 频次越高, 中心性越大, 说明该关键词就是研究者们研究的热点(张秀梅等,2020)。

如图 7 所示, 关于技术支持的教师专业发展研究中高频关键词有“专业发展”“高职院校”“教师”“信息技术”“人工智能”“高职教师”“信息化”“教师培训”等, 中心性较高的词汇有“专业发展”“教师”“信息技术”“人工智能”“教师培训”“教师发展”等, 进一步证实了人工智能技术对教师专业发展包括教师培训、教师发展方面具有重要的作用。

Visible	Count	Centrality	Year	Keywords
<input checked="" type="checkbox"/>	71	0.38	2012	专业发展
<input checked="" type="checkbox"/>	20	0.08	2012	高职院校
<input checked="" type="checkbox"/>	19	0.11	2012	教师
<input checked="" type="checkbox"/>	19	0.10	2012	信息技术
<input checked="" type="checkbox"/>	13	0.08	2018	人工智能
<input checked="" type="checkbox"/>	10	0.03	2013	高职教师
<input checked="" type="checkbox"/>	9	0.03	2013	信息化
<input checked="" type="checkbox"/>	9	0.07	2016	教师培训
<input checked="" type="checkbox"/>	9	0.03	2013	教师教育
<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.06	2014	农村教师
<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.04	2012	策略
<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.04	2012	信息素养
<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.07	2012	教师发展
<input checked="" type="checkbox"/>	7	0.02	2016	开放大学
<input checked="" type="checkbox"/>	7	0.02	2012	教学能力

图 7 近十年技术支持的教师专业发展研究文献高频关键词

4.2. 关键词 R 聚类分析

为了得到更加清晰且能突出技术对教师专业发展研究领域特征的图谱, 本文通过 CiteSpace 软件对相关文献进行聚类高频关键词进行分析, 得到了关键词聚类图谱(如图 8), 该聚类分析的 Q 值为 0.7973 大于 0.3, S 值为 0.9311 大于 0.5, 表明聚类结构显著且合理。其中涉及 9 大聚类主题, #0 聚类, 专业发展; #1 聚类, 信息技术; #2 聚类, 学习科学; #3 聚类, 教师培训; #4 聚类, 教师; #5 聚类, 人工智能; #6 聚类, 实践智慧; #7 聚类, 高职院校; #8 聚类, 中职学校。根据聚类关键词之间的联系和共同点进行系统分析, 可以分为三大主题: 教师专业发展内容(#0、#3、#6); 技术支持的教师专业发展(#1、#2、#5); 教师专业发展面向的教师对象(#7、#8)(李雨朦等, 2022)。其中, 对教师专业发展有重大影响的技术涉及有信息技术、学习科学、人工智能三大类。

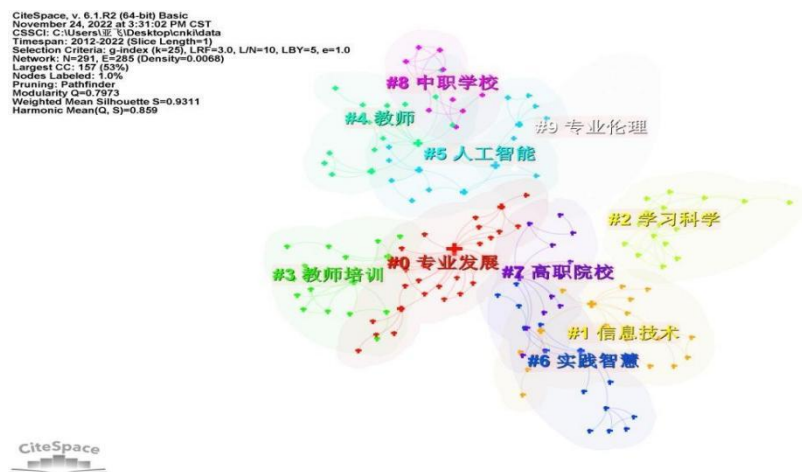


图 8 近十年技术支持的教师专业发展研究关键词聚类图谱

5. 技术支持的教师专业发展研究趋势

5.1. 关键词热点演化路径分析

利用 CiteSpace 软件绘制近十年技术支持的教师专业发展研究热点时间线图(见图 9), 根据时间线图对技术支持的教师专业发展的三个阶段具体进行如下阐述。

2012—2015 年理论和策略初步探索阶段, 其中出现频率较高的词有实践智慧、信息技术、培养模式、培养策略、学习科学、学习评价等。这一阶段主要包括对信息技术支持的教师专

了智能时代教师知识结构的发展框架,并对智能时代教师知识结构发展框架的实现路径进行阐释(罗强,2022)。在未来,人工智能助力教师专业发展依然是该领域的研究趋势之一。

6. 研究结论与建议

6.1. 研究结论

总体来说,从2012年以来技术支持的教师专业发展领域发文量没有持续增加,但在波动下降中有上升趋势,并且持续有众多学者关注,说明这一研究领域还有很多挖掘空间。通过网络合作关系图看到学者及研究机构之间的合作是围绕某一个体开展,也呼吁更多学者加入合作,形成更好的学术氛围。通过关键词分析,技术支持的教师专业发展注重对发展内容的研究,以学习科学为理论依据,以教师培训的方式进行,以信息技术和智能技术为主要支柱,研究对象高校和高职占比较大。根据时间线图发现技术支持的教师专业发展大致分为三个阶段,分别是理论和策略初步探索阶段、技术支持的教师培训阶段以及智能技术赋能教师专业发展阶段。对技术支持的教师专业发展关键词突现率进行分析发现,在未来教师培训依然是促进教师专业发展的有效途径之一,以人工智能为代表的新型智能技术将成为促进教师专业发展的重要推动力之一。

6.2. 研究建议

6.2.1. 技术支持的教师专业发展理论挖掘

当前技术支持的教师专业发展,仅仅关注教师对技术的利用,或是单纯将技术作为一种知识提取工具,不少学者都提出信息素养或是数据素养的培养对于教师专业发展的重要意义,在探讨技术支持的教师专业发展,我们对智能时代教师专业发展新特征与新规律的认识与理解还不全面。当前实践中智能技术支持教师专业发展主要着力于技术设备以及策略模式探究,在基础理论规律的挖掘还不足(冯晓英,郭婉璐 & 黄洛颖,2021)。然而技术是用来增效,掌握理论方法才是长久之计,我们还需要深入研究新时代教师专业发展的实际需求,教师专业学习规律,探究教师培养新理念新模式,结合学习科学理论方法等,在理论研究与技术创新的双重基层下推进教师专业发展。

6.2.2. 关注技术支持的中小学教师专业发展

在对关键词进行统计分析时,“高职教师”“高校教师”“开放大学”等的中心度较高,但是“中小学”的中心度相对较低,随着网络通信等信息技术以及新兴智能技术等的发展,各类依托技术进行的中小学课堂重构,教学管理,教与学的方式直接冲击着中小学教育教学,而中小学教师的专业发展正是这场变革的直接影响因素(钟苇笛,2017)。为了能够让中小学教师适应变革,利用技术进行教学方式转变和课堂策略模式转变,引导学生学习,探索在技术背景下教师自身专业发展提升策略,既是教师成长路径的一种新思路,也是为提升中小学基础教育质量的必要探索。

6.2.3. 技术支持教师专业成长策略转变: 教师培训转为教师自我学习

围绕教师培训,组织教研活动等教师专业发展策略一直是热点问题,延伸出很多组织形式:工作坊,区域研修等,“虽然教师的成长和发展离不开外部社会、学校的支持,但最终获得教育的新生却更需要教师自身的努力和心灵的支撑,教师必须成为自我实践的解放者(宋灵青 & 许林,2018)”在智能时代,人机协同,不确定性和更新速度加快,关注教师的自我教育刻不容缓。探索如何灵活利用技术获取更精准的自我判断以促进教师自我成长也是我们需要解决的问题。

同时,本研究存在一些局限,目前本研究仅使用中国知网(CNKI)数据库作为搜寻范围,数据集容量较小,且文章使用的关键词不能包含所有的技术,分析结果可能与实际有一定偏差。未来或许能添加更多国际资料库,如 Web of Science 或 Scopus 等加以进行比较,分析国际与中国当地发展趋势之异同,以获得更加全面准确的研究。

参考文献

- 教育部教师工作司.(2022).建强教师专业发展体系 厚育新时代大国良师. *中国教育学刊*(09),1-6
- 徐莹莹,王海英 & 魏聪.(2022).我国教师专业化政策的演进历程、逻辑转换及未来走向. *教育评论*(06),124-132.
- 张秀梅,田甜,田萌萌,高丽芝 & 张学波.(2020).近十年我国智慧教学研究的演变与趋势. *中国远程教育*(09),62-69.
- 李雨朦,张洪锐,胡嘉旭 & 杨建辽.(2022).我国远程教育教师专业发展进程——基于2001-2021年中国知网文献的可视化分析. *新疆开放大学学报*(02),1-5.
- 姜艳玲,李文 & 冯小燕.(2017).我国智慧学习研究热点和趋势分析——基于 CiteSpace Ⅲ的数据分析. *天津电大学学报*(03),62-68.
- 张秀梅,张悦,李佳文 & 田甜.(2019).用技术学技术:教师信息技术能力提升的实证研究——运用思维导图开展教师微课制作培训项目. *中国远程教育*(05),76-83.
- 汪茹.(2018).基于云服务正反馈的区域教师培训策略研究. *电化教育研究*(12),123-128.
- 郑珍珍 & 张恩仁.(2017).中小学教师培训:现状、问题及对策. *河北师范大学学报(教育科学版)*(02),120-124.
- 陈恩伦 & 郭璨.(2018).以教师精准培训推动教育精准扶贫. *中国教育学刊*(04),42-46.
- 戴云 & 杨绪辉.(2022).人工智能时代教师专业成长的路径探究——基于人机协同智能视角. *教育理论与实践*(30),53-57.
- 罗强.(2022).智能时代教师知识结构的发展框架及其实现路径. *现代教育技术*(07),31-39.
- 冯晓英,郭婉璐 & 黄洛颖.(2021).智能时代的教师专业发展:挑战与路径. *中国远程教育*(11),1-8+76.
- 钟苇笛.(2017).教育信息化背景下中小学教师专业发展提升策略. *中国电化教育*(09),125-129.
- 宋灵青 & 许林.(2018).“AI”时代未来教师专业发展途径探究. *中国电化教育*(07),73-80.

CoP 视域下中小学教师网络学习社群的群体动力特征研究

A Study on the Group Dynamics of Teachers' Online Learning Community from the CoP

Perspective

李秀晗, 刘巧伶, 张晓曼, 杨玉芹
华中师范大学人工智能教育学部
xiuhanli@ccnu.edu.cn

【摘要】 在深入“互联网+教师教育”创新行动过程中, 基于社交媒体的教师网络学习社群成为教师自主学习和专业发展的重要途径; 然而大部分教师网络学习社群面临着群体动力不足的瓶颈问题, 导致研修和学习效果有限。研究以在线实践社区 CoP 理论和群体动力理论为基础, 采用群体对象访谈和学习行为分析的混合式研究方法, 探究强群体动力学习社群的群体特征和成员行为模式, 总结出教师网络学习社群动力的发展机制, 以期提升网络学习社群的群体动力、促进群体互动和知识构建提供借鉴和参考。

【关键词】 互联网+教师教育; 在线学习社群; 群体动力; 学习行为分析

Abstract: In the process of deepening the innovative action of “Internet + teacher education”, teachers’ online learning community based on social media has become an important way for teachers’ independent learning and professional development. However, most teachers’ online learning communities face the bottleneck problem of insufficient group motivation, which leads to limited research and learning effects. Based on Community of Practice (CoP) Theory and Group Dynamics Theory, this study adopts a mixed research method to explore the group characteristics and member behavioral patterns of those online learning communities with strong group dynamics. The mixed-method research consists of group semi-structured interviews and learning behavior analysis. This study found that learning communities with strong dynamics have certain typical characteristics and operational mechanisms in terms of knowledge domain, community structure and community practices; they have tendencies in terms of community goals, leadership roles, activity development and resource support, and show more obvious patterns of cohesive and driving behaviors. This study analyses the development mechanism of group dynamics in teachers’ online learning community which provides reference for enhancing teachers’ group motivation of online learning and promoting group interaction and knowledge building.

Keyword: Internet + teacher education; online learning community; group dynamics; learning behavior analysis

基金信息: 本文由教育部人文社会科学研究项目青年基金“CoP 视域下中小学教师网络学习社群的群体动力特征研究”(课题编号 21YJC880041) 资助

1.问题的提出

2018 年 1 月国务院下发的《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》和《教育信息化 2.0 行动计划》中强调兴国必先强师, 将新时代教师队伍建设和专业发展提升到国家战略高度。传统的在职培训模式已经难以满足智能时代教师专业发展的迫切需求, 教师自主研修和终身学习能力是深化教育教学改革的重点。教育部《教师教育振兴行动计划(2018—2022 年)》中提出了“互联网+教师教育”创新行动, 倡导充分利用互联网资源和优势支持教师专业发展和学习共同体建设, 全面提升教师素质能力(教育部)。

当前研究显示全民普及的社交通信软件为公民社会化学习和终身学习提供了多样化的环境、内容和工具。基于社交通信软件的网络学习社群为教师专业发展和学习提供了新的平台、资源和机遇, 催生出一一种即时的、需求导向的、同伴协作的教师自主学习模式。在过去的五年中(2017-2022)利用社交通信软件促进教师研修的研究逐渐兴起。相关文献大多认可聚焦实践反思和知识建构的网络学习社群体现了在线实践社区(CoP, Community of Practice)视域

下教师专业发展的群体意愿和社会化学习模式，能有效促进教师知识增长和能力提升，但同时指出教师网络学习社群仍面临着重大挑战，例如成员参与度低，社群不活跃，群员收获较少；社群难以稳定长久的持续下去（杨彦军，郭绍青，童慧，2011），造成此现象的主要原因在于社群群体动力不足（杨延从，黄碧慧，2016）。因此，探究强群体动力学习社群的行为特征和运行机制对于加强教师网络学习社群建设、促进群体互动和知识构建、提升教师自主研修效果具有重要的指导意义。

2. 群体动力理论与网络学习社群

2.1. 网络学习社群

当前学者对于网络学习社群并没有明确统一的界定；一般认为，网络学习社群是一种以网络为沟通媒介的非正式学习群体集合（温嘉荣,朱耀明,许丽玲,杨荣,2009），尤其是基于社交通讯软件和平台的、以学习发展为目的的社交群体（例如微信群和QQ群）。网络学习社群的兴起得益于全民普及的社交通信软件，在概念内涵上与在线实践社区 (CoP, Community of Practice) 相似，可以认为其是一种特殊的在线实践社区。CoP 一词最初由 Etienne Wenger 提出并将其定义为“关注某一主题，并对这一主题都怀有热情的一群人，他们通过持续的相互沟通和交流增加自己在此领域的知识和技能”（Wenger, E, 1998）。王陆等人对面向教师的 CoP 进行了系统的研究与实践，认为一个 CoP 包括三个要素，分别是知识领域、社区结构和社区实践（王陆, 2015）。在过去的五年间，关注教师在线实践社区的研究大多基于官方的教师培训项目和研修平台，且存在正式的组织结构和绩效考评。这些研究大多认可聚焦实践反思和知识建构的在线实践社区能够体现教师专业发展的群体意愿和社会化学习模式，有效促进教师知识增长和能力提升，但忽略了脱离项目支撑和组织管理的自发性学习社群的运行机制和学习效果。网络学习社群作为一种特殊的在线实践社区，更能凸显 Etienne Wenger 最初定义的“实践社区”的本质，即关注某一主题的一群人，强调以人为核心，弱化传统意义上社区的空间环境和组织结构要素。

2.2. 群体动力理论

群体动力理论起源于上个世纪四十年代，由德国人勒温提出，主要用于研究社会组织和群体内各个要素及相互关系的理论（Lewin, K, 2016）。群体动力理论认为群体内存在自发的动力系统，推动着群体的演化和发展；群体动力主要包括凝聚力、驱动力、约束力和耗散力等作用机制（Sohrabi, S., & Ahmadi Safa, M., 2020）。群体动力理论将带有个体心理色彩的动力概念延伸至组织，同时又积极采纳动力学、组织管理学、经济学等多方视角，在社会科学中受到广泛关注和认可。Etienne Wenger 在发展 CoP 理论的过程中，提出群体动力是社群内部促进成员相互作用和知识生产的核心动力，是整个实践社区有效运行的重要保障。当前鲜有研究探究在线学习社群的群体动力特征模型，但有关 CoP 和网络学习共同体的群体动力模型研究为本研究提供参考（王娟,顾雯 & 郑浩, 2020）。有研究认为影响在线学习社区群体动力的主要因素包括：群体领导、群体目标、群体结构、群体环境、个体成员、外部威胁（王小根 & 杨爽, 2020）（Sánchez, D. M., 2018）（Trust, T., Carpenter, J. P., & Krutka, D. G., 2018）。这些研究基本确立以凝聚力、驱动力、耗散力为核心的群体动力环状运行模型，但对于社群中群体动力的表征形式和强弱特征模式缺乏分析和构建，对网络学习社群的群体动力生成机制也缺乏详细的解析。

为了充分探究强动力学习社群的群体特征和行为模式，本研究综合使用质性访谈和文本分析的方法，首先对一线中小学教师进行群体访谈（25人），获取群体成员对群体动力主观认知，并邀请访谈对象自愿提供目标社群进行田野观察，共收集 15 个强动力社群样本。本研究对目标社群的群聊内容进行行为编码和滞后序列分析，总结出教师学习社群群体动力特征和行为模式。15 个目标社群相关信息如表 1 所示。

表 1 田野观察目标社群信息分布

主题分布	特定学科类-7
------	---------

	翻转课堂-1 游戏化教学-1 阅读类-1 师训比赛类-3 项目式学习-1 STEM-1
成员构成	>1500-1 500~1500-1 200~500-6 <200-7
信息持续时间	6 个月-1 三个月-8 一个月-6
提供者信息	乡村教师-7 省会城市教师-8

3.强动力学习社群特征分析

3.1. 教师主体认知视角下的社群特征描述

本研究邀请 25 名一线中小学教师进行半结构化访谈，要求他们评估自身参加的网络学习社群现状，并挑选出群体动力最高和最低的两个网络学习社群进行特征描述和对比。借鉴温嘉荣等人的观点（温嘉荣,朱耀明,许丽玲 & 杨荣宗, 2009），衡量一个网络学习社群群体动力的强弱可以从成员的视角评判其对网络学习社群的活跃度、有用性和干扰性三个维度的评估。本研究借鉴 CoP 理论中关于在线实践社区的三大属性（分别是知识领域、社群结构和社群实践）和勒温关于群体动力生成的五大要素（群体目标、群体结构、群体领袖、群体内聚力以及群体氛围）对访谈内容进行编码和总结，形成成员视角下的强弱动力学习社群的特征描述和对比，如表 2 所示。

表 2 强弱动力学习社群的特征描述

社群属性	动力要素	强动力群特征	弱动力群特征
知识领域	群体目标	① 群主题围绕单一学科 ② 关注教学实践问题和实际需求 ③ 有项目和比赛做驱动	① 群主题不明确 ② 群主题跨学科 ③ 依托某单次培训项目建群 ④ 与日常教学无关
社群结构	群体结构、群体领袖	① 群内成员学科教学和专业背景一致 ② 存在实体组织支持 ③ 群内成员有教研机构和公司的背景 ④ 群内有组织架构或分组 ⑤ 群内有核心领导人和管理团队 ⑥ 群内有名校教师和专家 ⑦ 群主热心积极且有	① 群内鱼龙混杂 ② 被动入群 ③ 管理角色不明确

		领导力	
社群实践	群体内聚力、群体氛围	① 群内有常规活动和日常管理 ② 社群有线下实体活动 ③ 有问必答、及时回应成员问题和需求 ④ 主动分享及时有用的资源 ⑤ 群内有人进行知识整理 ⑥ 适当强制的任务或活动 ⑦ 实名管理 ⑧ 积极社交情绪表达丰富 ⑨ 存在奖励机制 ⑩ 活动形式多样 ⑪ 提供学习结果的展示平台	① 群内信息较少 ② 群里广告和转发信息较多 ③ 社交关系不明显 ④ 闲聊或不相关话题多

由表 1 可见，教师视角下不同的网络学习社群在社群属性和动力要素等方面存在差异。首先，强动力学习群在知识领域上更加关注单一的学科教学或实践问题，同时引入项目或比赛作为活动背景。其次，强动力社群在群体结构上表现出成员同质性较高，可能存在较为官方或实体的组织背景，领导角色明显。最后，强动力学习社群的突出表现是群内互动和氛围较为积极，存在一定的管理与运行机制，并引入社交元素。

3.2. 网络学习社群群体动力的产生机制

根据丁红玲等人的理论，组织中群体动力的产生包括诱发机制、生成机制和调控机制（丁红玲 & 郭晓珍，2017）。本研究结合访谈内容和表 1 信息，从上述三个方面对网络学习社群群体动力的发展机制进行阐述。

3.2.1. 诱发机制

网络学习社群群体动力的诱发机制主要来源于个体对于参与网络学习社群的兴趣，而个体的兴趣主要包括内在动机和外在环境两个方面。内在动机诱发机制是指成员的兴趣爱好、专业发展愿景、自主学习意识和价值取向能够达成一致。专业发展意识和自主学习积极性越高的教师，对网络学习社群的期待越高，参与程度也越高。访谈显示，影响个体参与网络学习社群活动的相关外部环境因素主要包括：组织要求、群成员年龄、群成员学科背景、群内教师所在学校的地域层次、群里话题的相关性和重要性、群内教师的社交熟悉程度、群内意见领袖的讨论组织策略。

3.2.2. 生成机制

当教师网络社群组建完毕后，网络学习社区需要稳定的运行机制使其持续发展。网络学习社群的群体动力生成机制包括三大要素：组织管理、活动设计和群体互动。首先，规范的组织管理是产生群体动力的基础，在保证网络学习社群常态化运行的同时有效规范和制约成员行为。在某些强动力社群中，存在常规的点名、任务打卡、轮流值日、清退、奖励等制度；同时适当的线下面对面活动有助于增强成员的社交联结和群体动力。在组织管理过程中，社群知识管理也很重要。网络学习社群的缺陷在于即时性过强，知识零散，因此有必要对社群内生成的内容进行知识管理。某些强动力社群的做法是轮流进行公屏整理、借助公众号对学习成果进行展示、制作学习月报等。其次，社区活动是产生群体动力的核心。社群成员通过活动凝聚在一起，发现问题，共享资源和工具，相互讨论、碰撞、交流、磨合，解决问题并完成任务。因此形式多样、内容丰富、面向需求的线上活动是提升群体动力的有效途径。最后，主动积极的群体互动是群体动力发展的增强剂，而社交元素的引入则有助于增强群体互动，例如圈人、点赞、红包、表情等。网络学习社群给与所有成员平等的参与权和话语权，成员在活动中逐渐形成对群体的认知和信任，在活动之外主动社交互动，共同保障网络学习社群的生命力。

3.2.3. 调控机制

网络学习社群的调控机制包括内部调控和外部支持系统两大部分。内部调控是指社群组织者或积极参与者针对有损群体动力发展的问题进行及时的调节和处理。调控机制主要取决于领袖人物的领导力。来自外界的支持调控和能量输入是一个组织长久运行的重要保障，强动力的网络学习社群往往也受到了外部环境的支持，例如存在实体组织支持、资源输送、线下活动和项目驱动等。例如在访谈中多名教师提到，群体动力较强的社群往往具有实体组织和机构背景，建群者往往带有明确的任务或使命，例如改革举措实施、项目推进、名师工作室建设、课题研究、公司业务推广等。这也可以看出，完全自发的网络学习社群群体动力十分有限且生命周期较短，须与实体组织和线下活动形成互补效应。

3.3. 基于田野观察的网络学习社群群体行为分析

本研究对 15 个目标社群以及另外两种教师研修 CoP（某省级教师研修平台、某慕课平台教师研修课程）近三个月的信息交互频率进行计算发现，目标社群的平均交互频率为 4.8 天/次，远高于另外两种，其中 X1 群高达 1.5 天/次。基于社交媒体的网络学习社群与其他类型的 CoP 相比，学习行为频率更高。

群体动力理论将群体动力分解为凝聚力、驱动力和耗散力三大要素，并认为群体里个体的各类行为导致三种类型的动力要素相互作用、动态发展。本研究基于群体动力三大要素模型提出网络学习社群三大群体行为模式：凝聚行为、驱动行为和耗散行为。凝聚行为在于激发凝聚力，保持社群稳定；驱动行为促使群体发展、提升群体绩效；耗散行为破坏群体稳定，降低群体绩效。

本研究借鉴国内张思、王陆等人有关教师网络研修行为、知识建构行为编码体系（张思，陈娟，夏丹，王涛，王志锋 & 刘清堂，2022）（王陆，2012），并在此基础上对 15 个目标社群进行内容编码。整个编码过程由两位编码人员独立完成，首次编码结果的一致性系数为 0.57，一致性较低的原因是编码者对于凝聚行为和驱动行为下面的二级行为编码的理解存在混淆，对于两者的边界认识模糊。王娟等人的观点认为凝聚力体现在对学习共同体的认可和学习者之间的相互吸引，是情感与意识层面的行为模式，而驱动行为是促进发展的行为，例如群体目标、意见领袖、评价激励、规则设计构成驱动力（王娟，顾雯 & 郑浩，2020）。为了解决上述问题，本研究认为有助于群里产生新内容和新知识的行为属于驱动行为，而着重情感表达和责任意识的行为属于凝聚行为。经过协商讨论后，二次编码结果的一致性系数为 0.71，编码条目多达 5355 条，最终形成教师网络学习社群群体行为编码表（如表 3 所示）。

表 3 教师网络学习社群群体行为编码表

维度	编码	行为	频率	解释
----	----	----	----	----

	名称			
凝聚行为	QR	圈人	770	成员在群里表达时会@其他成员
	JJ	积极情绪表达	1402	成员在表达时流露出积极情绪，例如问候、祝福、感谢、赞扬等
	ZZ	组织管理	68	组织打卡或点名，对成员进行表扬鼓励、或者对他人冲突进行调节，或对群员进行清理。
	TX	提醒与公告	150	成员对过往或即将到来学习事件进行提醒和公告、设置精华消息、对群员行为/责任进行规范和提醒
驱动行为	BD	表达/发起话题	132	成员主动发起话题并表达观点，例如对当前教育热点和事件的热议。
	ZY	分享	205	成员转发分享教研讲座、视频、课件、信息、笔记、招聘等学习资源
	TW	提问/求助	545	成员在群里主动提问、求助资源或请求帮助。
	HF	回复	1500	成员回复他人的提问或求助，或者对群里任务进行回复和提交
	PJ	评价	147	对成员的内容进行评价
	BL	辩论	253	成员就某一话题或问题深入讨论反思，阐述不一致观点，利用证据或相关的例子来解释观点。
	JL	奖励	5	成员在群中发红包
	XZ	协作/任务	143	成员抛出共享文档等协作工具邀请其他成员共同完成
耗散行为	CT	冲突	3	成员与他人互动时出现非理性辩论和言语冲突
	XJ	消极情绪表达	7	成员在群中表达消极情绪
	GR	干扰	20	成员在群中乱发广告或生产与教学研修无关的内容

经过对 5355 条/次群聊数据的主题编码和统计分析，形成教师网络学习社群的群体行为分布结果,如表 2 所示。强动力社群中的驱动行为最为频繁，占比 54.72%；包括发起话题、分享、提问/求助、回复、评价、辩论、奖励、协作等八种行为，其中起主导作用的是“回复”行为（28.01%）；远大于“提问/求助”行为（10.18%），这说明当成员提问或求助时，不止一人/次做出回应，回复的内容可能包括多种方案或资源；由此可见，促使一个社群持续发展仅有需求和驱动性问题还不够，更重要的是问题能够引起成员的共鸣，成员对求助和问题进行及时回应，并在多种方法和路径中寻求更优解决方案或知识创新。

通过表 3 可以看出，教师网络学习社群中激发群体动力的凝聚行为主要包括四类，分别是圈人、积极情绪表达、组织管理、提醒与公告。凝聚行为包括管理和社交两个层面，一方面群体动力较强的网络学习社群往往有交往明确的运行管理机制，例如点名制度、任务打卡、常规活动、清退制度、轮岗值日、知识管理等；另一方面，积极的社交情绪表达也有助于群体凝聚，例如圈人、表达问候、祝福、感谢、赞扬等信息。驱动行为共有八类：发起话题、分享、提问/求助、回复、评价、辩论、奖励、协作。耗散行为主要包括冲突、消极情绪表达和干扰三种行为。由于 15 个目标社群均为个体主观感知下的强群体动力社群，凝聚行为和驱动行为较为频繁，耗散行为较少。

根据群内成员“发起话题”、“组织管理”、“提醒”和“评价”行为频率,总结出该类型的教师学习社群的三类核心成员特征。第一类是网络学习社群的创建者和管理团队;他们通常是学校或区域内的学科带头人,并且依托某项教学改革或学科建设项目建群,有分工明确的管理团队。第二类是名校名师和学科教研专家,这些成员往往是群内重点求助和交流的对象,是群内教研引领和答疑解惑的主要力量,也是一个的核心人力资源和优势。第四类是与管理团队社交关系较近的成员和同区域学科教师;由于社交关系的优势和区域内教育的相似性。他们往往对群中的话题和任务有更高的参与积极性,更愿意主动回应群内求助和讨论。

4. 讨论与总结

本研究从教师主体和社群客体两个对象切入,从主观认知和客观建模两个维度构建出强动力网络学习社群特征模型,主要得出如下结论:首先,强动力学习社群在社群目标、结构等要素上表现出明显的动力特征。其次,强动力学习社群的学习行为丰富,能够有效增强群体的凝聚力和驱动力。基于社交媒体的网络学习社群与其他类型的CoP相比,学习行为频率更高,体现了社交媒体作为工具中介的及时性和便捷性。强动力学习社群的动力行为包括驱动行为(54.72%)、凝聚行为(44.63%)和耗散行为(0.56%)。驱动行为中以“回复”行为占主导,且回复行为远高于提问或求助行为,说明群体驱动力的产生不仅仅取决于问题和任务的驱动,更要依赖于群体智慧的交流和融合。凝聚行为中目前“积极情绪表达”占比最大,但组织管理行为有限。耗散行为包括冲突、干扰和消极情绪表达。

根据研究结果分析,本文提出建设强动力高质量的教师网络学习社群的若干建议。首先,提升教师专业发展意识,强化基于互联网的教育数字化转型意愿,促进个体对网络学习社群的动机激发和认知发散,从而孕育和唤醒参与网络学习社群的群体动力。其次,凝练学习社群知识领域和社群目标,将实践主题与基础教育改革行动和国家政策方针紧密联系在一起,提供群体动力产生和运行的有效轨迹。第三,合理优化社群成员结构,创建社群管理运行机制,在保证学习社群常态化运行的同时有效规范和制约成员行为;借助游戏化元素和社交机制促进群体交互,提升社群协作氛围和责任意识,增强群体凝聚力。第四,扩展社群实践空间,依托实体组织和项目驱动进行线下协同,实现线上线下、融合协同式研修。管理者要在开展丰富多元的实践活动中引导和调控群体协作和认知过程,确保活动质量和研修效果。最后,注重社群绩效评估和外显性成果产出,加强对社群内容的知识管理,进一步增强成员的群体认同和社群可持续发展。

互联网时代的教师专业发展拥有更多的机遇和挑战,灵活自主的网络学习社群理论上能够突破时空地域的限制,满足教师自主学习和主动发展的意识和需求,但在实践过程中需要较强的群体动力作为核心支撑,才能让某个网络学习社群充分发挥学习效力,不至于过早进入衰亡期。本研究通过分析一线教师参与经历和强动力学习社群的实际运行,总结出群体动力较强的教师学习社群特征和行为模式。研究表明,强动力社群在知识领域、社群结构和社群实践等方面均具有一定的特征和运行机制,在社群目标、领袖角色、活动开展和资源支持等方面均具有倾向性,并表现出较为明显凝聚和驱动行为,这些特征和机制为建设高质量网络学习社群提供了建议和思路。该研究对于面向其他群体的网络学习社群建设同样具有借鉴作用,旨在有效提高网络学习共同体的群体动力和学习效果;但仍然有不足之处有待提升,例如对教师网络学习社群子类分析不足,缺乏大规模量化数据支持等等。

参考文献

教育部等五部门关于印发《教师教育振兴行动计划(2018—2022年)》的通知
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201803/t20180323_331063.html

杨彦军,郭绍青 & 童慧.(2011).城乡教师的网络学习共同体互动特征研究. *中国电化教育* (11),42-46.

杨延从 & 黄碧慧.(2016).群体动力学视域下农村小学英语教师学习共同体建构的研究——以厦门市X区农村小学为例. *教育理论与实践*(17),28-30.

温嘉荣,朱耀明,许丽玲 & 杨荣宗.(2009).由科技接受理论看网络学习社群创新扩散因素. *科技进步与对策*(07),50-53.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University Press.

王陆.(2015).教师在线实践社区的知识共享与知识创新的机理分析. *电化教育研究* (05),101-107.

Lewin, K. (2016). Frontiers in group dynamics: Concept, method and reality in social science; social equilibria and social change. *Human relations*.

Sohrabi, S., & Ahmadi Safa, M. (2020). Group dynamic assessment and EFL learners' oral production, motivation, and classroom anxiety. *English Teaching & Learning*, 44(4), 353-376.

王娟,顾雯 & 郑浩.(2020).群体动力视角下在线学习共同体发展的动力机制及模型构建. *中国成人教育*(21),3-8.

王小根 & 杨爽.(2020).群体动力学视角下的协作知识建构活动探究. *现代教育技术* (11),55-61.

Sánchez, D. M. (2018). Researching the Social Construction of Knowledge and Group Dynamics. In *Culturally Inclusive Instructional Design* (pp. 178-194). Routledge.

Trust, T., Carpenter, J. P., & Krutka, D. G. (2018). Leading by learning: Exploring the professional learning networks of instructional leaders. *Educational Media International*, 55(2), 137-152.

温嘉荣,朱耀明,许丽玲 & 杨荣宗.(2009).由科技接受理论看网络学习社群创新扩散因素. *科技进步与对策*(07),50-53.

丁红玲 & 郭晓珍.(2017).社区学习共同体的动力机制及模型建构——基于动力学的视角. *中国成人教育*(16),7-17.

张思,陈娟,夏丹,王涛,王志锋 & 刘清堂.(2022).在线论坛中学习者兴趣与行为主题联合建模研究. *远程教育杂志*(01),81-90.

王陆.(2012).教师在线实践社区COP的绩效评估方法与技术. *中国电化教育*(01),61-72.

王娟,顾雯 & 郑浩.(2020).群体动力视角下在线学习共同体发展的动力机制及模型构建. *中国成人教育*(21),3-8.

面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式构建

Construction of Virtual Teaching Research Model for Improving Intelligent Education

Literacy of Primary and Secondary School Teachers

尹栩如^{1*}, 李草茵¹, 林秋纯¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

* shereeshereeyin@163.com

【摘要】 第四届国际人工智能与教育会议对人工智能技术赋能教师开展研训、提高教育教学绩效的探讨,表明人工智能技术与教育发展到了新的阶段,由智能技术赋能课堂改革转向赋能教师智能教育素养发展与提升。本研究充分结合教育部开展教师智能教育素养提升行动的需求,在对中小学教师虚拟教研现状的系统分析基础上,以人本主义、协同学及活动理论为理论指导,采用文献研究、理论演绎等方法,构建面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式,并从资源、平台、评价三方面提出具体实施策略,以期为提升中小学教师智能教育素养提供有益借鉴。

【关键词】 智能教育素养; 虚拟教研; 中小学教师; 模式构建

Abstract: The Fourth International Forum on AI and Education discussed artificial intelligence empowering teaching research and improving the performance of pedagogy, indicating that artificial intelligence and education have developed to a new stage, from empowering class reformation to teachers' intelligent education literacy. This research combined the demand of the Ministry of Education to carry out the action on improving teachers' intelligent education literacy. Additionally, based on systematic analysis on current teaching research situation of primary and secondary school teachers, guided by humanistic theory and synergistic theory, applied methods of literature research and theoretical deduction, this research constructed a construction of virtual teaching research model, put forward implementation strategies from three aspects of resources, platforms, and evaluation.

Keywords: intelligent education literacy, virtual teaching research, primary and secondary school teachers, model construction

1. 问题的提出

2017年国务院发布的《关于印发新一代人工智能发展规划的通知》中提到,人工智能为教育等方面的社会建设带来新机遇,为建设高质量智能社会,应利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革(国务院,2017)。教育部(2018)响应这一号召,于2018年发布《关于人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》,通过试点工作推动教师把握人工智能技术进展,积极运用人工智能技术,改进教育教学,创新人才培养模式,提升教师智能教育素养。联合国教科文组织(2019)在《北京共识——人工智能与教育》中也表明要利用人工智能技术强化教师教研培训,为支持教师在人工智能环境下有效教学做好准备。由此可见,随着人工智能技术的发展,催生教师在智能环境下开展教学与教研的需求,教师需要具备一定的智能教育素养,通过积极开展教研培训活动探索人工智能变革教学的新路径,推动教育更有质量地发展。基于此,本研究响应教育部开展的教师智能教育素养提升行动,以人本主义理论、协同学理论及活动理论为指导,运用文献研究、理论演绎等方法,构建面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式,并提出具体实施策略,以期为提升中小学教师智能教育素养提供有益借鉴。

2. 相关研究综述

2.1. 中小学教师虚拟教研的研究现状

虚拟教研是指利用现代信息技术,以互联网为依托,促进不同地域教师开展的跨时空教研活动,彼此随时随地进行教学成果展示、教学经验交流、教学信息与资源共享的一种方法(桑新民,2001)。目前关于中小学教师虚拟教研的研究多集中于平台建设、组织管理、实践应用等方面。在平台建设方面,蒋星(2014)等基于实践,归纳总结出六种适合中小学教师开展虚拟教研的网络平台;陈黎明(2008)面向校本教研现状,提出协同备课、协同评课、协同教师圈等理念,并据此设计出虚拟教研平台原型。在组织管理方面,周元春(2004)将虚拟教研活动按开展主体分为了一线教师组织和教研部门组织,并对应提出其组织管理方式的特点;此外,从学科教学资源、人员以及机制三大角度入手,探讨分析虚拟教研活动和管理方式上的新特点与要求(周春元,2006)。在实践应用方面,李海(2008)基于实践归纳出数学教师虚拟教研的七大特点,并总结出虚拟教研对中小学数学教师专业发展的八大影响;李明山等(2010)通过西北的两年实践,提出了适合农村小学教师的九种虚拟教研模式,归纳总结出中小学虚拟教研活动的开展步骤,并得出了虚拟教研能提高教师专业水平的结论。

通过对中小学教师虚拟教研相关文献分析发现,目前关于教师虚拟教研的研究较多聚焦于虚拟教研的平台建设、组织管理、实践应用等方面。然而,随着智能技术对教育的深入影响,教师不得不需要具备合理、科学使用智能技术开展教学、提升教学质量意识与能力,针对虚拟教研的研究需要将研究重点瞄准教师智能教育素养。因此,在基础教育领域中,如何有效构建虚拟教研模式,从而促进教师智能教育素养提升是亟待解决的问题。

2.2. 中小学教师智能教育素养的研究现状

目前,我国对中小学教师智能教育素养的研究重点在内涵探析、策略制定、测评设计等方面。在内涵探析方面,部分研究对“教师智能素养”内涵及结构进行分析。徐嘉欣(2019)从分析各国核心素养出发,在此基础上提出教师智能素养包括人机协同素养、思维素养和人文素养;刘斌(2020)将智能教育素养定义为支撑教师在人工智能时代教育教学实践和专业发展的知识、能力、态度与伦理的集合;王丹(2022)认为教师智能教育素养是教师运用人工智能技术提升教学与管理效能、创新人才培养模式、塑造智能伦理与价值规范、提高学生个性化、智能化学习水平与创新能力的综合性素养。在策略制定方面,部分学者对教师智能素养的培育策略进行研究。如彭玉兰(2022)基于AI—TPACK理论研究了某市中小学教师智能素养现状,并根据现状结果提出了相应的提升策略;曹玉娜(2022)在思考教师教什么、怎么教、教得怎么样的基础上,从国家、学校和教师个人层面提出人工智能背景下的教师智能素养提升策略,为教师个人成长和专业发展提供一定的参考。在测评设计方面,有少部分学者研究教师智能素养的测量开发工具,如王欢(2021)根据师范生人工智能素养水平现状,开发构建的师范生人工智能素养自评工具。

通过对中小学教师智能教育素养相关文献分析发现,目前关于教师智能素养的研究主要集中在内涵结构、培养策略以及测评设计等方面,缺乏有效提升教师智能教育素养的模式构建研究,尤其在基础教育领域。因此,随着教育领域对人工智能技术强化教师教研培训的呼吁,响应提升中小学教师智能教育素养的需求,面向中小学教师智能教育素养提升的教研模式迫切需要转向依托智能技术开展虚拟教研,由此产生的教研模式仍有待进一步深入探究,以助推教师利用人工智能技术提升教学效率。

3. 理论基础

3.1. 人本主义理论

人本主义的主要观点是强调“个体”的重要性,在整个学习过程中是自我发展与自我实现的过程,而该学习能够使学习者的行为、态度、未来行动方针等发生重大变化(刘宣文,2002)。人本主义理论重视学习者的需求,关注学习者学习的过程,并非单纯关注技术与工具对人的作用,通过影响学习者心智、情感、个人意义促使学习者进行知识与经验、认知与情感的有机结合(黄孝山等,2017)。本研究以人本主义理论为主导的面向中小学教师智能教育

素养提升的虚拟教研模式从教师这一个体出发,从教师自身的发展出发,坚持以教师的教研需求为主导,依托人工智能赋能教师教研活动过程。在案例学习与教学实践中促使教师主动顺化智能教学知识,理解人工智能在教学中的潜力与局限,避免过度强调单纯技术使用的智能教育素养,从而形成具备智能技术基础知识、智能技术整合能力、智能技术数据思维、智能技术人文伦理的智能教育素养。

3.2. 协同学理论

协同学理论来源于德国物理学家赫尔曼·哈肯(Hermann Haken),他提出:协同学是一门由普遍规律支配的有序、自组织的具体行为科学,非平衡态的开放系统与外界进行物质或能量交换时,自身各子系统产生内聚耦合作用,形成协同效应,自发形成时间、空间和功能上的有序结构(Haken, 1988)。基于协同学理论协同效应的特点,本研究中,构建面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式时,参与教研活动的教师通过协力聚集智能资源、协调整合智能技术、协助开展教学交流,促使教师与教研系统内部的教研组织者、专家名师、同行教研教师等各要素产生协同效应,形成彼此促进、相互影响的有序教研系统。

3.3. 活动理论

活动理论是以“活动”为逻辑起点和中心范畴来研究和解释人心理发展问题的心理学理论(杨莉娟, 2000),“活动”的概念是构成该理论的基本要素,其统共经历了三代发展。第三代活动理论中以恩戈斯托姆的活动三角模型为经典,他指出活动是一个系统,包含主体、客体、工具、规则、共同体、分工、结果六大要素(吕巾姣等, 2007)。基于此,本研究中,构建面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式需考虑作为虚拟教研活动作为一个系统性结构的构成要素,明晰虚拟教研系统中各要素的地位及相互之间的作用,实现教师之间、共同体成员之间、教师与资源之间知识的衔接。

4. 面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式构建

目前针对教师智能教育素养的内涵界定不一,胡小勇等(2021)以创意为内核,构建了包含知识基础、能力聚合、思维支撑、文化价值深化四个层次的教师智能教育素养结构模型;刘斌(2020)认为教师智能教育素养由基本知识、核心能力及伦理态度构成;王丹(2022)则认为教师智能教育素养是教师运用人工智能技术提升教学效能、创新人才培养模式、塑造智能伦理与价值、提高学生智能化学习能力的综合性素养。综合上述分析,本研究认为,智能教育素养是教师身处人工智能时代应具备的综合性专业素养,具体包括认识理解智能技术基础知识,具备整合应用智能技术改进教学的能力,形成对数据分析、应用、创新的智能技术数据思维,对智能技术的利弊持有批判性观点的智能技术人文伦理。

根据教师智能教育素养的内涵及构成要素,基于人本主义理论聚焦个人需求的重要性、协同学理论强调系统内各要素的协同效应,及活动理论提到六大要素的活动结构,借鉴恩戈斯托姆的人类活动结构,形成如图1的中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研结构,进而构建如图2的面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式。该虚拟教研结构包括主体、客体、工具、规则、共同体、分工、结果六大要素,该模式包括“明确需求,角色定位”“指向主题,认识理解”“案例学习,知识顺化”“教学实践,迁移应用”“反思提升,综合创新”等五个环节。

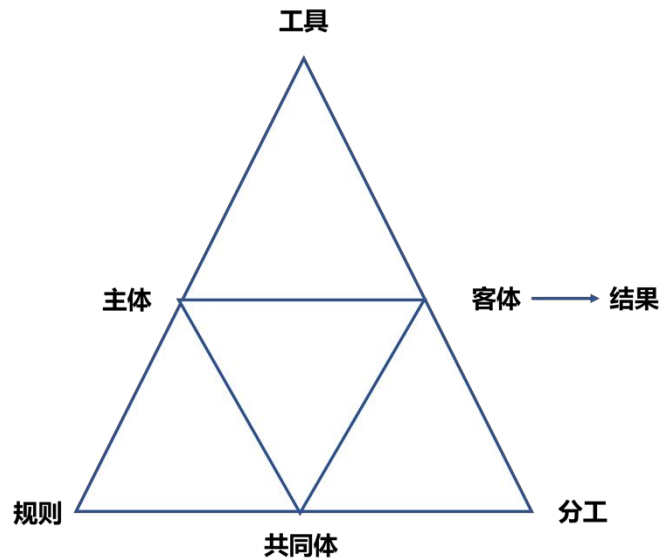


图1 中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研结构

中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研结构是一个系统，包含主体、客体、工具、规则、共同体、分工、结果六大要素。其中，主体指虚拟教研活动中的教研教师，虚拟教研活动是依据教师教研需求开展的；客体指教研教师观摩并应用的教学课例；工具指开展虚拟教研活动所用到的共享平台、共建资源、互联工具等外部工具；规则指保证虚拟教研活动顺利开展的规定规则；共同体指教研组织者、教研教师、指导专家等个体组成的虚拟校验共同体，该共同体共享虚拟教研系统中的各类平台、资源、工具等；分工指共同体内成员的任务与权利；结果指作为主体的教研教师，将作为课例的客体转化为创作成果。

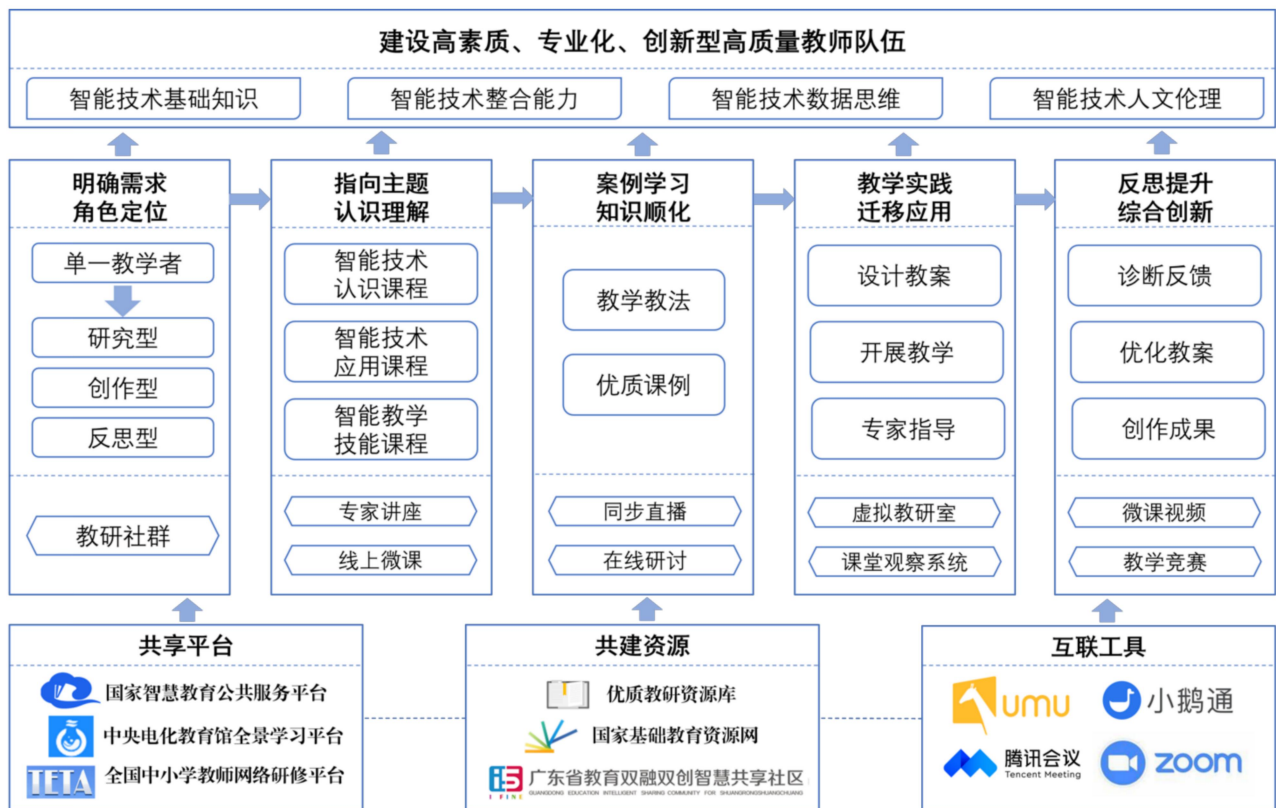


图2 面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式

4.1. 明确需求，角色定位

智能时代促使教师角色不再局限于单一的教学者，智能技术对课堂教学的变革倒逼教师学会整合智能资源，合理利用智能技术开展教学，根据学生需求及人才培养目标创新教材，并

从教学实践中反思教学问题,促使教师由单一教学者向研究型、创作型、反思型教师转变,进而提升整体教学效果,助推教育高质量发展。开展教研活动需明确研修教师的教研需求,在该环节中,可收集开放教研社群中教师对教研活动的具体需求,定位不同教研群体角色,为后续确定主题,有效开展教研做充分准备。

4.2. 指向主题, 认识理解

基于教研社群需求指向特定教研主题,该环节中的虚拟教研活动主要围绕理论性课程帮助教师认识理解智能技术的基础原理与知识。其中,理论性课程主要包括智能技术认识课程、智能技术应用课程及智能教学技能课程,通过智能互联工具与共享智慧平台开展线上专家讲座、发布在线微课视频,让研修教师对智能教育的原理、特征、方法等内容形成系统性的认识,为教师利用智能技术开展实际教学奠定理论基础。

4.3. 案例学习, 知识顺化

该环节主要依托全国中小学教师网络研修平台和各类直播软件等平台工具,通过采取同步直播、在线研讨等方式,基于教材教法开设专家讲座与智能教育素养培训课程,以专业知识和前沿进展引领研修教师进行深度思考,促使教师转变观念和跟进行动;或向教师推送共建资源库中的优质案例,以具体课题引发教师开展观摩交流活动,通过交流协同,关注智能技术的实际应用,探索人工智能与教育教学的融合路径和方法,以便将前一环节所学的基础知识通过案例学习顺化到自身的知识体系中,在一定程度上提升教师智能教育素养。

4.4. 教学实践, 迁移应用

该环节的教研重点在于实践及应用。研修教师将结合智能技术基础知识,聚焦新课标与核心素养,按需选用人工智能教育产品,撰写教学设计方案,以提升教师的备课水平,培养恰当运用智能技术开展教学的能力。而后,研修教师需在虚拟教研室中开展实际教学,以便更好地体会如何在智能环境下掌控教学节奏,提高教学资源的适配性,帮助学生开展个性化学习,进而培养学生核心素养等。同时,基于课堂观察系统实时生成关于教师行为、教师语言等可视化报告,专家及时提供针对性、专业化的教学评价意见,以促进教师智能教育素养提升与专业发展。

4.5. 反思提升, 综合创新

在该环节中,依托全国各类教学共享平台、各类优质教研资源库及各类互联直播工具,该虚拟教研模式通过组织开展微课设计活动、教师教学技能竞赛等方式,促使教师在竞赛和教研活动中整合专家反馈,对教学进行反思诊改,优化教案,并应用于实际教学中。此外,通过智能教学技能比赛等活动,鼓励教师关注对共享平台、共享资源和互联平台工具的使用,吸纳优质教学资源,对自身实践教学进行改进优化,从而生成相应的成果,如优质课例、案例报告、教研报告等,有效促使研修教师反思提升,综合创新。

5. 实施策略

5.1. 拓展多方渠道资源

教学资源一定程度上能够帮助提高研修教师的备课质量,因此虚拟教研活动组织者应注重拓宽多方渠道资源,即通过各种渠道共享各级各类优质教研资源,形成人人享有优质资源的智能教研环境,以促进资源共享,辐射带动教育高质量发展。可通过自建优质教研资源库,收录研修过程中教师的优质教学录像及教研讲座视频,并将其共享给研修教师,从而实现以优质资源带动优质资源生成的良性循环。此外,研修教师可从广东省教育双融双创智慧共享社区、国家基础教育资源网等资源平台中选取国内名校名师的优质资源,按需合理调用学科资源、教研培训资源等,促进教师高效率整合资源,减少教师备课教学压力。

5.2. 选用共享智慧平台

开放共享智慧平台可以突破时间、空间的限制,用网络虚拟的方式将教师们链接起来,为实现高效率教研协同、高质量资源共享、高水平教学服务提供强有力的支撑。研修教师及教研组织者可选用免费共享的智慧平台,如国家智慧公共服务平台、中央电化馆全景学习平台,

全国中小学教师网络研修平台等, 依托智能技术, 在实践教学过程充分利用平台丰富教学资源, 包括电子教案、课件、多媒体教学软件、教学视频等备课资源, 落实新课程的基本理念及教学理论, 对标课程标准及课程内容要求, 提升教研活动质量。同时, 依托共享智慧平台, 基于同步直播、在线研讨的形式, 有效实现线上线下同步教研的方式, 促进教师的自我反思、同伴互助和专业引领的实践, 从而实现教师智能素养的提升以及个人专业的成长。

5.3. 制定精准评价机制

制定科学合理、切合实际且针对性强的精准评价机制能够确保教师虚拟教研更加有效。因此, 虚拟教研活动在开展前应通过问卷调查收集教师对智能教育素养提升的需求及期望, 根据教师的不同需求设计教研活动, 制定相应评价指标体系, 结合虚拟教研系统可视化数据形成个性化教研报告。同时, 教研组织者制定评价机制时, 应落实《关于人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知》中提升教师智能教育素养的要求, 围绕智能技术基础知识、智能技术整合能力、智能技术数据思维、智能技术人文伦理四个维度, 创建实操性强的评判教研效果的评价机制, 为教师个人专业发展提供支持。

6. 结语

随着人工智能技术对教育的变革性影响, 面对利用人工智能助推教师把握人工智能技术知识, 积极利用智能技术瞄准教学上的应用, 创新人才培养模式, 深化新教改, 提高教育质量, 打造教育新形态的迫切需求, 亟待提升中小学教师智能教育素养。本研究充分结合教育部开展教师智能教育素养提升行动的要求, 在对中小学教师虚拟教研现状的系统分析基础上, 以人本主义理论、协同学理论及活动理论为指导, 构建面向中小学教师智能教育素养提升的虚拟教研模式, 并在此基础上从拓展资源、选用平台、制定评价三方面提出具体实施策略, 以期提升中小学教师智能教育素养提供有益借鉴。

参考文献

- Haken, H. (1988). 协同学: 大自然构成的奥秘, 2005 (Lin, F. H., Trans.). Shanghai: Century publishing group of Shanghai. (Original work published 2001)
- 王丹 (2022)。人工智能视域下教师智能教育素养研究: 内涵、挑战与培养策略。《中国教育月刊》, 03, 91-96。
- 王欢 (2021)。师范生人工智能素养自评工具开发研究 (硕士论文)。贵州师范大学。
- 吕巾姣、刘美凤和史力范 (2007)。活动理论的发展脉络与应用探析。《现代教育技术》, 01, 8-14。
- 刘宣文 (2002)。人本主义学习理论述评。《浙江师范大学学报》, (01), 90-93。
- 李海 (2008)。虚拟教研对中小学数学教师专业发展的影响与展望。《中国教育信息化》, 04, 8-10。
- 刘斌 (2020)。人工智能时代教师的智能教育素养探究。《现代教育技术》, 11, 12-18。
- 李明山、马秀梅和张兴志 (2010)。小学教师开展虚拟教研的实践与探索。《中国教育信息化》, 02, 38-42。
- 杨莉娟 (2000)。活动理论与建构主义学习观。《教育科学研究》, 04, 59-65。
- 陈黎明 (2008)。虚拟教研平台的设计与实现 (硕士论文)。华东师范大学。
- 周元春 (2004)。中小学虚拟教研活动的特点、功能与组织管理方式研究 (硕士论文)。华南师范大学。
- 周元春 (2006)。中小学教师虚拟教研活动的组织管理方式。《文教资料》, 22, 176-177。
- 国务院 (2017)。关于印发新一代人工智能发展规划的通知。检索自 http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm

- 胡小勇和徐欢云(2021)。面向 K-12 教师的智能教育素养框架构建。*开放教育研究*, **04**, 59-70。
doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2021.04.006.
- 桑新民和潘华东 (2001)。虚拟教研模式的构想与实践。*人民教育*, **08**, 17-20。
- 徐嘉欣 (2019)。核心素养视域下人工智能时代教师智能素养的内涵。*卫星电视与宽带多媒体*, **14**, 56-57。
- 黄孝山、余惠先和田维斌 (2017)。基于人本主义学习理论的教师培训研究——以 H 大学为例。*中小学教师培训*, **04**, 13-17。
- 教育部 (2018)。关于人工智能助推教师队伍建设行动试点工作的通知。检索自 http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5441144.htm
- 彭玉兰 (2022)。基于 AI-TPACK 理论的中小学信息技术教师智能素养现状及提升策略研究 (硕士论文)。华中师范大学。
- 联合国教科文组织 (2019)。北京共识——人工智能与教育。检索自 <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000368303>
- 蒋星、李明山和曹玉梅 (2014)。例谈适合中小学教师开展虚拟教研的网络平台。*中国信息技术教育*, **08**, 71-72。

後疫情時代下幼兒英語字母書寫學習之探討-設計一款書寫 ABC 之數位遊戲

Discussion on Children's English Alphabet Writing Learning in the Post-Epidemic Era-Design a Digital Game of "Writing ABC"

湯梓辰^{1*}

^{1*}國立臺灣科技大學應用科技研究所

^{1*} jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】 疫情改變世界在教育模式，大多數教育機構不得不重新考慮教學方式，而數位學習成為了後疫情時代的教學方法。本研究將數位學習導入幼兒園當中，開發一款書寫 ABC 的幼兒數位遊戲，探討在後疫情時代下幼教教師對數位融入教學的改變及想法，並探討學生對英語學習的成效。研究發現，透過遊戲學習可以顯著提升幼兒書寫字母的學習，而遊戲學習英語書寫對於幼兒而言，是有趣、愉快的，且幼教教師也肯定教育轉變數位化是未來必然的趨勢。

【关键词】 後疫情時代、幼兒教育、數位平板、幼兒英文字母書寫

Abstract: The epidemic has changed the world's education model. Most educational institutions have to reconsider their teaching methods, and digital learning has become the teaching method in the post-epidemic era. This research introduces digital learning in kindergartens, develops a digital game for children to write ABC, explores the changes and ideas of preschool teachers on digital integration in the post-epidemic era, and explores the effectiveness of students' English learning. The study found that learning through games can significantly improve children's learning to write letters, and learning English writing through games is fun and enjoyable for children, and preschool teachers also affirm that digitalization of education is an inevitable trend in the future.

Keywords: post-pandemic era, early childhood education, digital tablet, English alphabet writing for children

1. 前言

隨著 COVID-19 在全球蔓延，世界正面臨健康危機(Aguilera-Hermida, 2020)。COVID-19 的大流行已經擾亂並改變了我們社交、工作和生活的方式，特別是影響了世界在教育模式(Gonzalez et al., 2020; Wu et al., 2021)。然而，多數的教師及學生並不習慣線上的學習方式，從而導致學習低落(Reimers & Schleicher, 2020)。但在後疫情時代，大多數教育機構不得不重新考慮教學和評估方式(García-Peñalvo et al., 2021)。

在教學方面，教師的工作量明顯增加；同樣地，學生也在適應計劃外的數位學習轉變所面臨的困難和挑戰(Allen et al., 2020)。幼兒階段是發展身體及各項能力指標的關鍵期，研究指出若在幼兒發展過程中，適時導入科技的輔助，可以幫助幼兒學習得更好、更投入參與學習活動當中，並有助於孩子社交互動的發展(Hourcade et al., 2013)。此外，在資訊的時代中，幼兒有許多的機會可以接觸到資訊科技設備(Barr, 2019)。若我們把握這段關鍵期，幫助學齡前兒童適應數位學習方式，提升相關資訊技能，將能減少未來面臨科技輔助學習的困境與阻礙(Iivari et al., 2020)，同時也能建立數位科技輔助學習的觀念，若未來再遇到如 COVID-19 等疫情擾亂時，教師與學生也能有所準備。

近年來，許多研究人員關注在幼兒的教學中，加入科技以輔助幼兒學習(Dias & Brito, 2021)。研究者將各式各樣的科技融入於幼教當中，像是使用數位電子繪本，以提升幼兒的學習動機與學習注意力(Doty et al., 2001)；或是使用觸控桌面的科技，幫助幼兒們在學習時，可以有更多的互動交流，並提升幼兒的學習滿意度(Roldan-Alvarez et al., 2020)。其中，在幼兒教學時，最常使用的科技是數位遊戲。Hung 等學者(2018)也發現數位遊戲學習在語言運用方面是可以有效地應用。

因此本研究欲將數位學習導入幼兒園當中，讓幼兒從小即建立使用數位科技進行學習的觀念，並培養其資訊素養能力。本研究採用英語字母讀寫的數位平板遊戲作為教學的科技設備，希望能有效發揮數位遊戲的優點與特色，以具有趣味性、互動性高的數位遊戲吸引幼兒的學習注意力，以提升學齡前兒童的數位學習能力以及英語字母手寫的學習成效。

本研究以半結構質性訪談及實際觀察之方式，探討以下之問題：

- (1)使用數位平板遊戲進行英文字母手寫之幼兒，其學習成就是否顯著進步？
- (2)分析幼兒對於使用數位平板遊戲進行英文字母手寫的感想為何？
- (3)分析在後疫情時代下，幼兒園教師對於資訊融入教學的看法為何？

2. 文獻回顧

2.1. 疫情對於教育的影響

COVID-19 影響了世界的教育方式(Aguilera-Hermida, 2020; Wu et al., 2021)。自 2020 年 COVID-19 大流行以來，已導致全球 84%學校停課，各國的在校學生自 2020 年 3 月也開始陸續地停止上課(UNESCO, 2020)。面對後疫情時代，無論是教與學都面臨極大的改革(Lemay et al., 2021)。學校需要重新思考不同的教學模式(Gonzalez et al., 2020)，以減少學生的學習成效下降或是學習動機低落等問題(Reimers & Schleicher, 2020)。另一個考慮的因素是，由於疫情的限制，需要避免面對面的互動，但因此教學迅速轉向線上方式所帶來的負面影響(Hill et al., 2020; Reimers & Schleicher, 2020)。此外，學生不一定都充分具備操作這些科技與設備的基礎能力，故而導致學生在尚未適應科技或是軟體時，就得面臨透過不熟悉的方式以進行學習(García-Peñalvo et al., 2021)。

學者指出若能在幼兒時期即培養孩子對於資訊技能的能力，則可以幫助孩子面對如 COVID-19 所造成戲劇性地學習轉型(Iivari et al., 2020)。此外，過去研究也指出應該讓年輕一代的孩子開始積極地使用數位科技進行學習，以提高科技對兒童學習發展的潛在益處。(Kinnula et al., 2017; Tran & Subrahmanyam, 2013)。研究者指出透過平板電腦的一系列互動媒體體驗，可以幫助孩子以有意義的方式建構知識(Kucirkova et al., 2015)。特別是使用平板進行教導幼兒學習識字技能(Crescenzi et al., 2014; Neumann, 2018)。

因此，本研究希望能夠以資訊科技協助後疫情教育的影響，以此來彌補幼兒教育因後疫情時代下的兒童學習能力。

2.2. 數位科技融入幼兒手寫的發展

隨著科技的發展，許多不同的數位科技已融入幼兒的教學中(Dias & Brito, 2021; Hourcade et al., 2013)。過去有學者讓學齡前兒童使用 iPad 進行手指繪畫的學習或是識別字母等(Crescenzi et al., 2014; Huang et al., 2013)。此外，學者 Neumann (2018)透過 iPad 進行教導幼兒書寫之研究，其結果發現，使用 iPad 進行學習的孩子在姓名書寫能力以及字母的發音知識方面，明顯比控制組的孩子表現更出色。

在臺灣幼教體系當中，非常注重幼兒的雙語學習(Tang, 2020a)。學者指出幼兒階段是各項學習的黃金期，自然包含語言學習在內(Snow, 2014)。以前的觀念認為，讀寫能力只有在幼兒進入正規教育後，才能逐步培養；然而，現代則認為在幼兒時期，就可以開始正式培養孩子的讀寫能力(Liao et al., 2020)。若孩子能在幼兒時期，奠定英語字母學習的基礎，後續在學習英文詞彙時，則可以輔助孩子連結字母與字音的對應規則，進而提升單字的記憶以及運用(Neumann, 2018; Tang, 2020b)。過去研究也表示，讓孩子提早接觸字母的學習，有助於發展早期閱讀的能力(Christensen & Bowey, 2005; Crescenzi et al., 2014)。

兒童識字能力的影響可以藉由資訊科技來彌補，本研究透過平板遊戲盼能讓幼兒提早以遊戲的角度接觸書寫，希望藉此觀察兒童的書寫字母的能力。

3. 實驗設計

本研究以準實驗進行，透過英文字母測驗、行為紀錄觀察表、一對一半結構式訪談探討幼兒使用數位平板遊戲進行英文字母手寫之學習成效、學習感受，以及教師使用數位平板遊戲進行英文字母手寫教學之態度。

3.1. 研究對象

本研究對象為臺灣新北市某幼兒園的 18 名幼兒及 1 名幼兒園英語教師，幼兒年齡介於 5-6 歲(幼兒園大班)。所有幼兒皆具備平板基礎操作知識，且皆無英文字母書寫之學習基礎。本研究在開始前即先取得幼兒法定監護人之同意後才進行實驗。在幼兒園英語教師方面，其負責課程規劃與教學，並具備使用數位科技進行教學之經驗。

3.2. 研究工具

3.2.1. 英文字母書寫前後測驗

研究者與幼兒園教師討論後，挑選大寫英文字母之母音(A、E、I、O、U)進行測驗，題目共計 5 題，施測時間為 10 分鐘。評分標準改編自 Duiser 等人(2020)以及 VanWaelvelde 等人(2012)的研究，將分為四個面向，分別是(1)筆畫順序正確性、(2)空間位置正確性、(3)英文字母熟悉程度及(4)形狀正確性，每個面向總分皆為 5 分，如表 1 所示。計分方式由兩位研究者共同針對幼兒之英文字母書寫正確性、字母完整度等面向進行評分，以檢驗幼兒使用數位平板遊戲進行英文字母書寫之學習成效。

表 1 英文字母書寫評分標準

評分項目 說明	可以正確達成 該評分標準(5 分)	可以大部分達成 該評分標準(3-4 分)	可以一部分達成 該評分標準(1-2 分)	無法達成 該評分標準(0 分)
1. 英文字母書寫之筆畫順序正確性	筆劃順序完全正確者，為 5 分。	筆劃順序有少部分錯誤者，為 3-4 分。	筆劃順序大部分錯誤者，為 1-2 分。	筆劃順序全部錯誤者(意即寫錯、不會書寫英文字母)，皆為 0 分。
2. 英文字母書寫之空間位置正確性(如圖 1 所示)	空間位置完全正確者，為 5 分。	有對齊在藍線(標準線)、但空間位置未達頂端書寫者(或未對齊在藍線、但有對其頂端)，為 3-4 分。	未對齊在藍線(標準線)、且空間位置未正確者，為 1-2 分。	書寫在一個空間位置者，為 0 分。
3. 英文字母書寫之字母熟悉程度	當老師講完英文字母後，可以立即反應並獨立書寫該英文字母者，為 5 分。	當老師講完英文字母後，會停頓 2-3 秒後才獨立書寫該英文字母者，為 3-4 分。	當旁邊同學寫完後，需看著旁邊同學才會書寫、或跟著同學一起書寫者，為 1-2 分。	完全書寫不出來、或英文字母書寫錯誤者，皆為 0 分。
4. 英文字母書寫之形狀正確性	英文字母形狀完全正確者，為 5 分。	英文字母形狀正確，但有少部分未達標準者，為 3-4 分。	英文字母形狀正確，但有 2 處以上未達標準者，為 1-2 分。	英文字母形狀完全錯誤者(意即寫錯、不會書寫英文字母)，皆為 0 分。

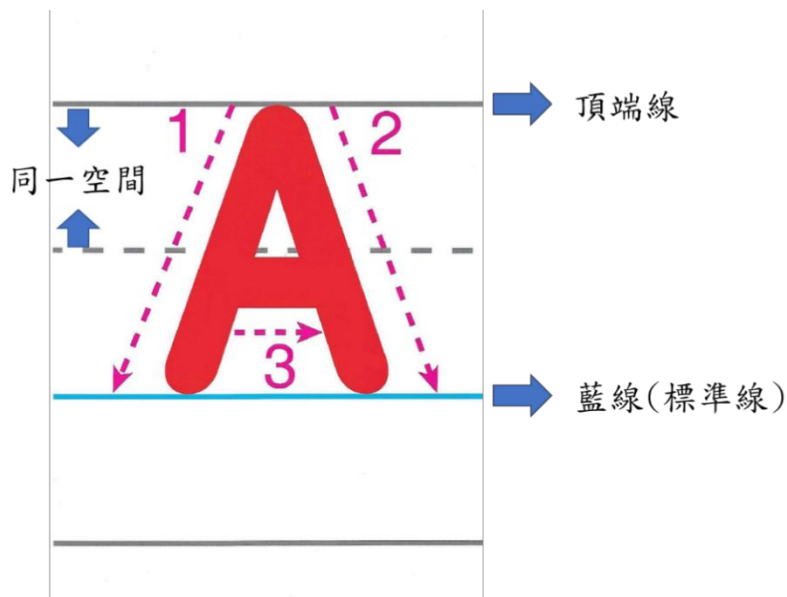


圖 1 英文字母書寫之空間位置示意

3.2.2. 幼兒與幼兒園教師訪談紀錄

本研究針對幼兒及幼兒園教師所設計之訪談記錄表是參考 Hwang 等人(2009)學者之訪談題目，並根據研究主題進行修改。在測驗結束後，研究者依照訪談紀錄表，分別與幼兒及幼兒園教師進行一對一半結構式訪談，幼兒訪談時間約為 5 分鐘，幼兒園教師訪談時間約為 10 分鐘，以了解幼兒對於使用數位平板遊戲進行英文字母書寫學習之感受，以及幼兒園教師對於使用數位平板遊戲進行英文字母手寫教學之態度。幼兒及幼兒園教師訪談題目如表 2、3。

表 2 幼兒訪談紀錄表

幼兒訪談紀錄表	
1	你知道你使用平板在學習什麼嗎？
2	你學到了什麼？你可以舉例看看嗎？
3	你在學習時，有覺得哪裡很困難嗎？還是都很簡單呢？（學習、操作、老師/NPC 引導等…）
4	你喜歡使用平板來學英文字母嗎？為什麼？
5	你喜歡使用這個 App 來學習英文字母嗎？為什麼？
6	你在學習英文字母的過程中，你覺得有趣嗎？有趣或不有趣的地方在哪裡？
7	你在學習英文字母的過程中，你最記得哪件事情呢？

表 3 幼兒園教師訪談紀錄表

幼兒園教師訪談紀錄	
教學	1 整體來說，你覺得使用平板 APP 進行英文字母書寫教學的方式有什麼優點？
	2 你覺得這樣的教學方式，孩子的學習狀況如何呢？請舉出具體的例子並說明。
	3 你覺得使用平板 APP 進行英文字母書寫的教學方式有何需要改進之處(例如：教學時間、教學流程、App 選擇)？請舉出具體的例子並說明。
使用數位科技	4 你覺得使用平板 APP 進行教學與你過去使用數位科技(或預期)進行教學有何不同之處？
	5 你希望未來還有機會再使用數位科技進行教學嗎？為什麼？
	6 呈上題，你覺得什麼樣的科目會比較適合這樣的教學方式呢？為什麼？這些科目為什麼適合呢？
	7 你會如何規劃數位科技結合英文字母教學內容呢？

疫 8 因應疫情影響，幼兒園所採取的改變措施是什麼？

情 9 面對與疫情共存的時代，你認為未來的教學方式會怎麼變化呢？

3.3. 實驗流程

本研究旨在分析幼兒使用數位平板遊戲進行英文字母手寫之學習狀況，以及教師使用數位平板遊戲進行英文字母手寫教學之看法；教學用之數位平板教學畫面如圖 2 所示。本研究透過錄影方式紀錄幼兒每次使用數位平板遊戲學習英文字母之情形，以觀察幼兒使用平板的學習變化；教學過程如圖 3 所示。在教學的前後，分別進行英文字母測驗，以檢視幼兒透過數位平板遊戲是否能提升幼兒英文字母學習表現，最後再與幼兒及幼兒園教師分別進行一對一半結構式訪談，了解幼兒學習過程中的感受，以及教師在教學過程中的想法。本研究之實驗流程如圖 4 所示。



圖 2 數位平板教學畫面



圖 3 數位平板教學過程

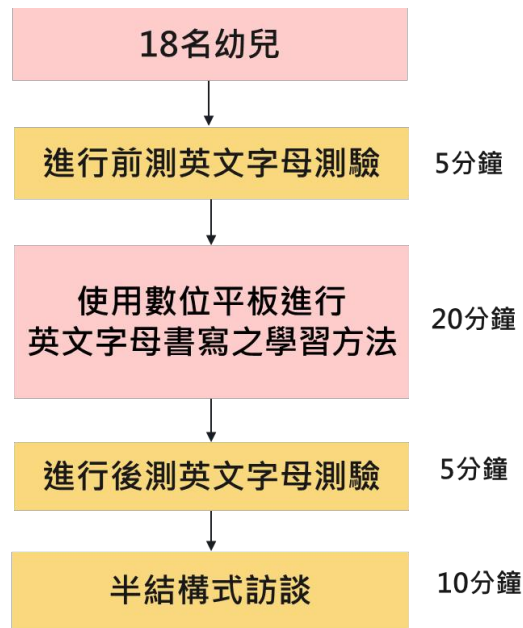


圖 4 實驗流程圖

而本研究在遊戲中的教學模式，是讓幼兒獨自應用平板進行數位遊戲學習，在此階段平板會有影片引導，之後帶入遊戲讓孩子跟著藍色的引導點，來完成書寫，請見圖 2 及圖 3，並在練習後給予幼兒一個空白無引導點的線格，讓幼兒獨自在沒有鷹架引導下完成書寫。在此，幼兒在遊戲階段僅需要教師協助開啟平板後，則讓幼兒獨自透過遊戲完成任務。本研究採用五個字母 A、E、I、O、U，觀察幼兒透過遊戲完成書寫任務。

4. 結果

4.1. 英文字母書寫成績

兩位研究人員根據本研究所擬定之評分標準對幼兒的書寫結果進行評分。結果表明，兩名研究人員之間的一致性信度(Kappa 值)分別為 0.86。由於一致性高於 75%，表示兩位研究人員的評分有很高的一致性(Bakeman & Gottman, 1997)。

為了瞭解幼兒使用「數位平板」方式進行英文書寫在成績表現方面是否具有顯著差異。本研究採用相依樣本 t 檢定分析，分析幼兒整體的前後測驗學習成績表現是否有顯著差異。分析結果如表 4 所示，以相依樣本 t 檢定分析發現，前後測驗有顯著差異， $t(18)=5.74$ ， $p<0.000$ ， $d=2.71$ 。後測驗成績($M=79.56$ ， $SD=16.36$)顯著地高於前測驗成績($M=52.72$ ， $SD=12.63$)。

表 4 英文字母書寫前後測驗之相依樣本 t 檢定($N=18$)

向度	平均值(標準差)		自由度	t 值	p	效果量(d)
	後測驗	前測驗				
成績	79.56(16.36)	52.72(12.63)	17	5.74	0.000	2.71

*** $p<0.000$

4.2. 幼兒與幼兒園教師訪談紀錄

本研究隨機抽選 6 位幼兒進行訪談，普遍幼兒認為使用「數位平板學習英文書寫」時有兩大優點，分別是「有趣」以及「喜歡」，以下將分別闡述說明上述兩項優點。

在「有趣」的方面，6 名受訪的幼兒中，有 6 位學生提到。例如幼兒 E04 表示：「很有趣，超有趣的！因為它會教你寫字」；由此得知，透過使用數位平板學習的方式，對於幼兒而言，是可以提升學習上的興趣。在「喜歡」的方面，6 名受訪的幼兒中，有 4 位學生提到。例如幼兒 E03 表示：「恩，喜歡。因為是遊戲啊！」；由此可以發現，在書寫學習過程中，數位平板可以提供高互動性的機制，使幼兒更加喜歡且投入學習，進而能引起較高的學習動機。本研究訪談了幼兒園教師；在教學部份，幼兒教師表示：「數位平板教學的話，小朋友會覺

得比較新奇，然後學習的意願感覺好像比較高，與傳統教學方式比較起來的話，平板好像更容易引起他們的興趣。」；如同幼兒訪談的內容一致。

在疫情對於幼兒教育影響的部份，幼兒教師表示：「就是我們如果遇到三級警戒要停課的時候，你(教師)就要變成要線上教學，線上教學的話，這個時候我們就必須要搭數位平板，就是不太能用紙筆，因為你們是線上教學，也就是需要小朋友用數位學習的方式，所以這個有的時候是無可避免的。」；由此可以發現，教育逐漸轉變數位化是必然的趨勢。

5. 結論與討論

本研究欲探討後疫情時代下數位平板對於幼兒手寫成效之影響，結果顯示在學習成效上，的確有效提升幼兒手寫成績。此外，再進一步針對幼兒進行訪談，得知使用數位平板學習對於幼兒而言，是感到有趣、愉快的。本研究結果與過去研究相同，過去研究曾指出透過數位平板可以有效提升幼兒的學習動機，使幼兒更加投入在學習的教材當中(Tang, 2020a; Tang, 2020b)。

在後疫情時代，幼教教師指出幼兒教育需轉變為數位化。該結果與過去研究相同，過去學者指出在後疫情時代，高等教育將面臨極大的轉變(Lemayetal., 2021)。透過本研究發現，幼教體系也正面臨的相同狀況。因此，各種體制的學校都需要應該重新思考不同的教學模式(Gonzalez et al., 2020)，以因應千變萬化的環境，若未來再遇到如 COVID-19 等疫情攪局時，教師與學生都能有所應對。

此外，研究的主要局限性在於幼兒樣本較少，因此無法有對照組進行比對，或是進行二因子變異數分析(Two way ANOVA)。若樣本數足夠，建議未來相關研究，可以針對傳統教學方式以及數位平板的教學方式進行比較，並進一步探討變項之間的關係。

參考文獻

- Aguilera-Hermida, A. P. (2020). College students' use and acceptance of emergency online learning due to COVID-19. *International Journal of Educational Research Open*, 1, 100011. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100011>
- Allen, J., Rowan, L., & Singh, P. (2020). Teaching and teacher education in the time of COVID-19. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 48(3), 233-236. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2020.1752051>
- Bakeman, R., & Gottman, J. M. (1997). *Observing Interaction: An Introduction to Sequential Analysis* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511527685>
- Crescenzi, L., Jewitt, C., & Price, S. (2014). The role of touch in preschool children's learning using iPad versus paper interaction. *Australian Journal of Language and Literacy*, 37(2), 86-95. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.317608811701884>
- Dias, P., & Brito, R. (2021). Criteria for selecting apps: Debating the perceptions of young children, parents and industry stakeholders. *Computers & Education*, 165, 104134. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104134>
- Duiser, I. H., Ledebt, A., van der Kamp, J., & Savelsbergh, G. J. (2020). Persistent handwriting problems are hard to predict: A longitudinal study of the development of handwriting in primary school. *Research in Developmental Disabilities*, 97, 103551. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2019.103551>
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande-de-Prado, M. (2021). Recommendations for mandatory online assessment in higher education during the COVID-19 pandemic. In *Radical solutions for education in a crisis context* (pp. 85-98). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7869-4_6
- Gonzalez, T., De La Rubia, M. A., Hincz, K. P., Comas-Lopez, M., Subirats, L., Fort, S., & Sacha, G. M. (2020). Influence of COVID-19 confinement on students' performance in higher education. *PloS one*, 15(10), e0239490. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239490>
- Hill, C., Rosehart, P., St. Helene, J., & Sadhra, S. (2020). What kind of educator does the world need today?

- Reimagining teacher education in post-pandemic Canada. *Journal of Education for Teaching*, 46(4), 565-575. <https://doi.org/10.1080/02607476.2020.1797439>
- Huang, S., Clark, N., & Wedel, W. (2013). Teaching tips: The use of an iPad to promote preschoolers' alphabet recognition and letter sound correspondence. *Practically Primary*, 18(1), 24-26. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.297012117870584>
- Hwang, G. J., Yang, T. C., Tsai, C. C., & Yang, S. J. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. *Computers & Education*, 53(2), 402-413. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.016>
- Iglesias-Pradas, S., Hernández-García, Á., Chaparro-Peláez, J., & Prieto, J. L. (2021). Emergency remote teaching and students' academic performance in higher education during the COVID-19 pandemic: A case study. *Computers in human behavior*, 119, 106713. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106713>
- Iivari, N., Sharma, S., & Ventä-Olkkonen, L. (2020). Digital transformation of everyday life – How COVID-19 pandemic transformed the basic education of the young generation and why information management research should care? *International Journal of Information Management*, 55, 102183. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102183>
- Kinnula, M., Iivari, N., Molin-Juustila, T., Keskitalo, E., Leinonen, T., Mansikkamäki, E., ... & Similä, M. (2017, December). Cooperation, Combat, or Competence Building-What Do We Mean When We Are Empowering Children in and through Digital Technology Design? In *ICIS*. <http://jultika.oulu.fi/files/nbnfi-fe2018121150380.pdf>
- Kucirkova, N., Sheehy, K., & Messer, D. (2015). A Vygotskian perspective on parent-child talks during iPad story sharing. *Journal of Research in Reading*, 38(4), 428-441. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.12030>
- Lemay, D. J., Bazelaïs, P., & Doleck, T. (2021). Transition to online learning during the COVID-19 pandemic. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.100130>
- Neumann, M. M. (2018). Using tablets and apps to enhance emergent literacy skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.10.006>
- Reimers, F. M., & Schleicher, A. (2020). A framework to guide an education response to the COVID-19 pandemic of 2020. *OECD*. Retrieved April, 14 (2020), 2020-04.
- Snow, C. E. (2004). Preventing reading difficulties in young children. *The Great Curriculum Debate: How Should We Teach Reading and Math?* 229.
- Tang, J. T. (2020a). Comparative study of game-based learning on preschoolers' English vocabulary acquisition in Taiwan. *Interactive Learning Environments*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1865406>
- Tang, J. T. (2020b). A study of Taiwanese children's learning and preferences in game-based learning scenarios. *E-Learning and Digital Media*, 2042753020980124. <https://doi.org/10.1177/2042753020980124>
- Tran, P., & Subrahmanyam, K. (2013). Evidence-based guidelines for the informal use of computers by children to promote the development of academic, cognitive, and social skills. *Ergonomics*, 56(9), 1349-1362. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.820843>
- UNESCO. (2020). Education: From disruption to recovery. Retrieved 6 October 2020. <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>
- Van Waelvelde, H., Hellinckx, T., Peersman, W., & Smits-Engelsman, B. C. (2012). SOS: a screening instrument to identify children with handwriting impairments. *Physical & occupational therapy in pediatrics*, 32(3), 306-319. <https://doi.org/10.3109/01942638.2012.678971>
- Wu, J. S., Chien, T. H., Chien, L. R., & Yang, C. Y. (2021). Using Artificial Intelligence to Predict Class Loyalty and Plagiarism in Students in an Online Blended Programming Course during the COVID-19 Pandemic. *Electronics*, 10(18), 2203. <https://doi.org/10.3390/electronics10182203>

社会性交互读写对小学生数字阅读成效的影响

Effects of the social interactive reading and writing on pupils' digital reading performance

吴磊, 李雨馨, 吴娟*

北京师范大学教育学部

* wuj@bnu.edu.cn

【摘要】 数字阅读成为常见的阅读形式, 已有研究表明社会性交互读写为数字阅读的优化提供了有效路径。本研究聚焦小学生群体, 设计并实施了基于三余阅读 APP 的数字阅读活动, 运用社会网络分析法和内容分析法对学生社会性交互读写的特点进行分析, 并检验小学生社会性交互读写的强、弱对数字阅读成效的影响。研究发现, 小学生数字阅读的社会性交互读写呈现出参与度差异较大、但交互内容层次较低的特点, 数字阅读的社会性交互读写有助于提高小学生的阅读理解水平, 对阅读体验有积极影响、对阅读焦虑无显著影响。

【关键词】 数字阅读; 社会性交互读写; 阅读成效; 三余阅读 APP

Abstract: Digital reading has become a common form of reading, and studies have shown that social interactive reading and writing activities can optimize digital reading performance. Focused on primary school students, this study designed and implemented a social interactive reading and writing activity based on the Sanyu reading APP. Social network analysis and content analysis were used to analyze the characteristics of students' social interaction. The effects of students' social interaction on their reading performance were also examined. It was found that pupils varied widely in social interaction, and the overall level of their interaction was low. Social interaction helped to improve their reading comprehension and had a positive effect on their reading experience and no effect on reading anxiety.

Keywords: digital reading, social interactive reading and writing, reading performance, Sanyu Reading App

1. 引言

阅读是人类获取信息、认识世界的一种主要行为, 也是提高国民素养、丰富精神文化生活的一种重要方式。随着社会的发展和信息技术水平的进步, 数字阅读在人们生活中占据了越来越重要的地位。2022 年 4 月, 由中国新闻出版研究院发布的第十九次全国国民阅读调查显示, 2021 年我国 0-17 周岁未成年人数字化阅读方式接触率为 72.5%, 其中 9-13 周岁少年儿童数字化阅读方式接触率达到 76.4%。“数字阅读”指使用数字设备来进行阅读, 其阅读内容是以语言符号为主的数字文本(姜洪伟, 2013)。有研究者认为, 数字阅读中阅读者的认知理解效果和知识内化程度不如纸质阅读(袁曦临、王骏和刘禄, 2015); 其受干扰性更强、沉浸度更低, 阅读体验不如纸质阅读纯净(江玉, 2022); 数字阅读的媒介特点会给阅读者带来焦虑情绪(杨沉, 2018a)。也有研究表明, 数字阅读中的社会性交互能促进阅读者的认知发展和阅读理解(柴阳丽、陈向东和李玉, 2018), 增强阅读者的阅读体验(Moyo, & Abdullah, 2013), 降低阅读焦虑(Chen, Wang, Chen, & Wu, 2016)。如何基于数字阅读环境来设计小学生的数字阅读活动, 使其能够对阅读理解、阅读体验和阅读焦虑等数字阅读成效产生积极影响, 成为广为关注的研究问题。

在数字阅读过程中, 阅读者可与他人对阅读内容进行分享与交流, 常见的有发表个人意见与想法、浏览他人发表的文字内容、对他人意见进行点赞或评论等, 在本研究中将此类阅读和表达的具体读写行为定义为社会性交互读写。为揭示小学生数字阅读中社会性交互读写的特点, 探讨其对阅读成效的影响, 本研究提出以下具体问题:

- (1) 在数字阅读中, 小学生的社会性交互读写有何特点?
- (2) 数字阅读中的社会性交互读写是否有助于提高小学生的阅读理解水平?
- (3) 数字阅读中的社会性交互读写是否对小学生的阅读体验和阅读焦虑有积极影响?

2.文献综述

2.1. 社会性交互读写对阅读理解的影响

数字阅读对未成年人的阅读理解和认知发展发挥着重要作用。数字阅读中多样化的阅读互动策略和虚实结合的阅读空间能够促进读者言语能力和想象能力的提升,从而有助于中学生对于阅读内容的理解(王佑镁, 2013)。与传统的纸质阅读方式和面对面讨论相比,数字阅读能够给学生提供协作阅读环境,支持学生在线形式的社会性交互读写,促进学生发展更强的阅读理解能力、更好的策略使用表现以及更积极的阅读态度、学习兴趣和学习满意度(Chen, & Chen, 2014)。樊敏生、武法提和王瑜(2016)也通过实证研究证明了使用电子书能够促进小学生阅读水平的提高,电子书打造的强交互的数字阅读环境显著地提高了学生在整体把握维度和组织分析维度的阅读成绩。此外,柴阳丽等人(2018)对17岁及以上调查对象的研究也表明,社会性交互行为能够显著促进读者发展认知水平和理解阅读内容。Tseng和Yang(2015)则发现,学生能够从对阅读文本的在线注释和通过在线论坛的同伴讨论当中受益,这些互动行为能够促进他们的阅读理解水平加深。

2.2. 社会性交互读写对阅读体验的影响

在数字阅读时代,阅读媒介的改变给阅读方式带来了剧烈的变化,也对读者的阅读体验产生了巨大的影响。柴阳丽等人(2018)的研究结果表明,“微信读书”阅读平台中的社会性交互行为对大学生读者的阅读效能感具有显著影响,同时在激发阅读兴趣、维持阅读动机、消除孤独感和获得归属感方面也具有积极作用。Moyo和Abdullah(2013)提出,社交媒体技术能够对学习者的学习体验产生增强作用,其研究也证明了Facebook具有的社会性交互功能能够为学生的在线交流服务,社交网络的建立能够鼓励学习者阅读自己的作品或其他学习者的作品和评论,从而丰富学生的阅读体验。然而,袁曦临等人(2015)对基于PAD的移动阅读过程的研究结果却表明,移动阅读和传统阅读之间存在着显著差别,基于PAD的移动阅读效果并不理想,目前仍需要大力加强移动阅读中的互动分享等社会性交互功能,给读者提供分享阅读感受和收获的机会。因此,本研究将探讨数字阅读中社会性交互读写对小学生阅读体验的影响。

2.3. 社会性交互读写对阅读焦虑的影响

阅读焦虑是焦虑情绪在阅读领域中的具体化,指读者受各种因素影响而不能有效阅读所产生的一种焦虑情绪和心理感受,是由于阅读障碍的无法克服或阅读目标的无法实现带来的紧张不安和忧虑烦恼(杨沅, 2018b)。目前,国内外研究中对阅读焦虑的大部分研究均为二语学习研究情境,关于母语学习中的阅读焦虑的研究数量还较少。

将研究视域从数字阅读拓宽到在线学习中,可以从在线学习焦虑的有关研究中获得一些启示。学生的在线学习行为与网络学习焦虑存在密切关系,研究发现焦虑水平较低的学习者有更高的社会性交互参与倾向,学习者的在线学习行为能够在一定程度上预测其焦虑水平(黄一橙等, 2021);还有研究结果表明虚拟学习社区中成员间的社交关系和交互活动对学习者的学习焦虑有着显著影响(李兴保、张婷婷和刘敏, 2016)。而在数字阅读的研究情境中,也有研究者发现在线教师支持下的协作式标注能够帮助学习者降低英语阅读焦虑(Chen et al., 2016)。然而在我国小学生的语文数字阅读中,社会性交互读写是否能对阅读焦虑产生积极影响仍然有待检验。

3.基于三余阅读 APP 的数字阅读活动设计

3.1. 三余阅读 APP 对于数字阅读的支持

本研究依托三余阅读 APP 为学生提供数字阅读环境,来支持小学生的社会性交互读写。该环境具有以下功能:(1) 阅读资源的丰富呈现:三余阅读 APP 提供与教材相匹配的篇章拓展阅读材料以及适应各年龄段的整本书经典阅读作品,能够支持学生的自主阅读活动。(2) 支持社会性交互读写的多样活动:社会化批注、讨论区等多个功能模块支持学生进行社会性

交互读写。在阅读过程中，学生可以选中相关文本进行摘抄或批注。对于他人发表的批注，学生可以进行浏览和点赞互动。在群组讨论区，教师和学生均可以发起讨论、回复讨论以及对他人发布的内容进行点赞和评论。除此之外，三余阅读 APP 中提供的小作家、概念图、朗读等活动也均支持学生查看他人的作品并通过点赞、评论等方式参与社会性交互读写。(3) 阅读数据的全过程记录：三余阅读 APP 能够自动采集和记录学生的阅读行为数据，支持本研究对小学生社会性交互读写的特点的分析。

3.2. 数字阅读活动设计

基于三余阅读 APP，本研究设计了支持小学生社会性交互读写的数字阅读活动，如下所示。

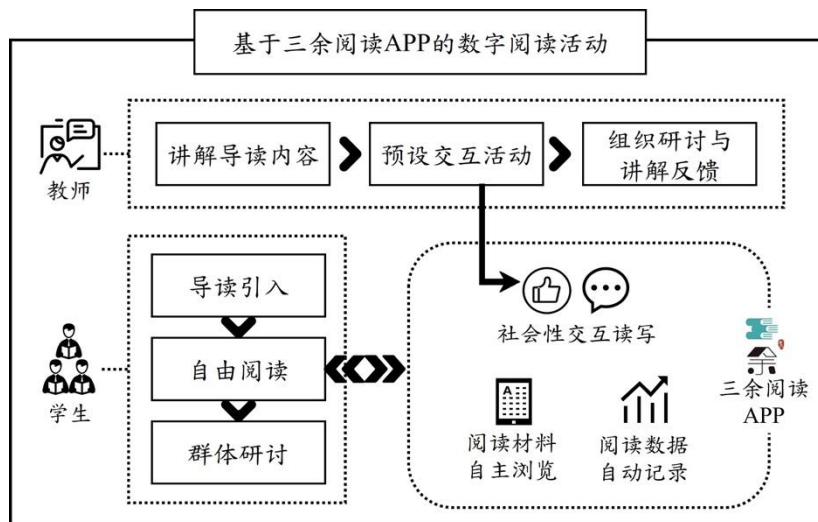


图 1 基于三余阅读 APP 的数字阅读活动模式图

教师在阅读活动中承担的任务主要包括讲解导读内容、预设交互活动和组织研讨与讲解反馈。在每一个阅读主题开始时，教师将对本主题涉及的主要阅读方法与赏析关注点进行讲解，引导学生进入该主题的阅读。针对主题内容特点，教师将预先设计的讨论等交互活动发布在三余阅读 APP 中，用于引导和支持学生在自由阅读环节参与社会性交互读写。在学生进行自由阅读时，教师向学生强调了进行社会性交互读写的重要性并鼓励学生积极参与，除此之外为保证数据真实性和研究严谨性，教师不对学生自由阅读环节中的社会性交互读写进行干预或介入。组织研讨与讲解反馈是教师发挥主导作用的重要环节，教师通过外部监控与观察分析，对学生的社会性交互读写参与情况进行反馈，并组织开展相关主题知识的补充讲解与深入研讨。

学生在阅读活动中参与的环节主要包括导读引入、自由阅读和群体研讨。其中导读引入和群体研讨两个环节主要由教师组织和主导，学生在教师引导下发挥主体作用，积极思考并参与教学活动。自由阅读环节中，学生使用 iPad 在三余阅读 APP 中自主浏览阅读材料，参与讨论区内教师预设的交互活动或自由发起讨论帖，并通过点赞、评论、回复等方式进行社会性交互读写。学生的社会性交互读写数据将被三余阅读 APP 自动记录，用于后续的研究分析。

4. 研究设计

4.1. 研究对象

本研究选取河北省某小学三年级某班学生作为研究对象，共计 48 人。三年级学生处于小学第二学段，正是培养阅读兴趣和提高阅读理解能力的重要时期。研究对象在此前均具备一定的数字阅读经验，能够使用三余阅读 APP 开展数字阅读活动。

4.2. 研究过程

阅读活动实施阶段持续3周,共15课时。本研究选取适合小学三年级学生阅读的文学类书籍《稻草人》作为阅读书目,选取全书的14篇童话作为必读篇目、12篇童话作为选读篇目,并分为4个主题组织数字阅读活动。数字阅读活动开始前,向学生介绍了三余阅读APP的基本功能和使用方法,使学生能够顺利利用该软件进行社会性交互读写。数字阅读活动实施过程中,学生参与《稻草人》书籍四个主题的阅读活动,每个主题持续约3天,均按照“导读引入——自由阅读——群体研讨”的流程展开。阅读理解测试于每个主题的自由阅读环节之后下发,群体研讨之前上交。在四个主题均结束以后,学生完成阅读体验量表和阅读焦虑量表的后测问卷。

4.3. 研究工具

为测量小学生的阅读理解水平,本研究参考亲近母语研究院编著的《阅读力测试》(2020),并结合语文课标要求和试卷编制实际,从信息提取、推理解释和整体感知三个维度编制了阅读理解测试。测试包括选择题、填空题、连线题、简答题等题型,其中简答题由两位研究者采用统一标准分别进行评分,计算得到斯皮尔曼相关系数为0.936,说明评分者一致性较高。本研究采用自陈量表来测量小学生的阅读体验和阅读焦虑。阅读体验量表参考Busselle和Bilandzic(2009)的文学投入量表,同时针对小学生数字阅读的情境对相关表述进行了适当调整,包括故事理解、专注程度、故事临场感、情感参与四个维度,共12个题项;阅读焦虑量表源于范晓玲(2016)编制的小学生学习焦虑量表的“作业焦虑”因子维度,并将完成作业情境的相关表述改编为进行阅读,共7个题项。上述两个量表均为经过验证的成熟量表,具有良好的信效度;量表均采用李克特5点计分方式(“5”表示完全符合,“1”表示完全不符合)。

为揭示阅读素养的过程状态和社会性交互读写的层次水平,本研究对学生的评论交互进行内容分析,使用的编码框架为张燕华、郑国民和关惠文(2015)提出的语文阅读能力指标体系。该指标体系将学生的语文阅读能力分为六大要素,分别为信息提取、分析概括、领会理解、解释推断、发散拓展和批判赏析。以“我喜欢小白船这个故事,因为它写得像诗一样,写出了孩子们纯真的心灵”这一条发帖内容为例,本研究将其编码为批判赏析。在正式进行文本编码之前,随机抽取50条学生发布的交互文本,由两位研究人员分别进行预编码,计算得出预编码的评分者一致性系数为0.803,说明此编码表的信度良好。

5. 数据处理与分析

为便于进行数据分析,本研究将数字阅读中的社会性交互读写分为点赞和评论两大类,其中点赞包括在批注、讨论区等所有功能模块内的点赞行为,评论包括发布讨论帖、回复讨论帖和评论他人的回复等所有以文字形式进行的交互。本研究利用社会网络分析法对学生在数字阅读中的社会性交互读写的特点进行分析,分析单位为每个学生个体,社会网络的边界为学生所处的班级,数据来源为三余阅读APP自动记录的阅读数据,数据分析工具为Ucinet社会网络分析软件。利用内容分析法对学生与他人评论交互的内容文本进行编码,用于反映学生社会性交互读写的内容层次水平。

在此基础上,采用正态分布法则对不同交互参与强度和交互内容层次的学生进行社会性交互读写的强弱分组。其中,交互参与强度方面指标包括点赞次数、评论次数和被点赞次数、被评论次数;交互内容层次方面指标包括基础能力层次(含信息提取、分析概括和领会理解)和高阶能力层次(含解释推断、发散拓展和批判赏析)。其次,分别按照各指标将学生进行排序,取指标量为前33%和后33%的学生(若有排序并列情况,则一并纳入计算范围内),作为该指标下的强交互组和弱交互组。最后,采用曼惠特尼U检验的方法,检验各指标下强交互组和弱交互组学生在阅读理解水平、阅读体验和阅读焦虑上是否存在显著性差异,进而分析社会性交互读写对数字阅读成效的影响。

5.1. 社会性交互读写的特点分析

统计结果显示,学生共进行了435次点赞交互和301次评论交互,其中有159次评论交

互为学生参与教师预设的讨论区交互活动。通过社会网络分析法建立点赞和评论两类交互的网络结构可视化社群图，如下所示。

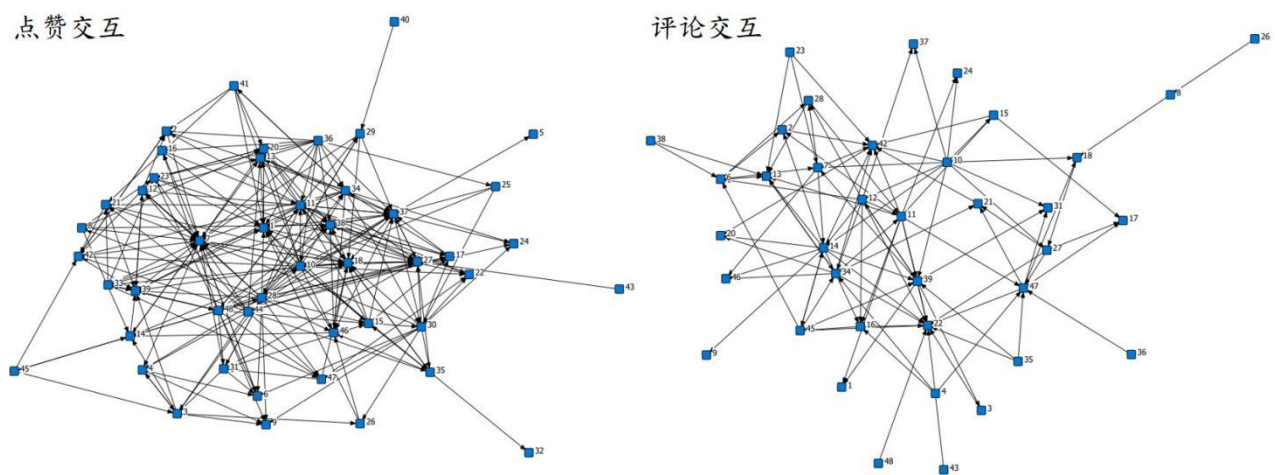


图 2 点赞和评论交互网络结构社群图

图中顶点代表社群中进行交互的学生个体，顶点之间的连线代表学生之间的点赞或评论交互行为，连线的箭头从交互行为的主动方指向接受方。需要说明的是，在评论交互的网络结构社群图中，考虑到学生的大量评论交互为回复教师预设的讨论帖，为避免教师的突出作用影响对整体网络的分析 and 判断，该图将教师的作用排除在外，仅对学生之间的评论交互行为进行研究。

通过两图对比和计算网络密度，发现评论交互网络（网络密度：0.085）比点赞交互网络（网络密度：0.171）更为稀疏，涉及的成员数量也更少。核心-边缘结构分析发现，不同学生参与社会性交互读写的积极性存在较大差异：在点赞交互网络中，编号为 1、7、10、11、18、20、27、28、36、37、38、48 的 12 名学生处于核心位置，其余学生处于网络边缘位置；在评论交互网络中，编号为 7、10、11、12、13、14、22、34、39、42、47 的 11 名学生处于核心位置，其余学生处于边缘位置，还有极少数学生不在网络中。

对学生与他人评论交互内容文本的编码结果进行统计，结果如表 1 所示。约四分之一的评论文本为不涉及任一语文阅读能力层次的无关评论。在基础能力层次中，信息提取、分析概括和领会理解层次的评论分别占比 28.57%、7.64%和 21.93%，合计超过总评论的一半；而在高阶能力层次中，解释推断、发散拓展和批判赏析层次的评论均不超过 10%，合计约占评论总数的六分之一，可见学生的评论交互大多属于基础能力层次。

表 1 交互文本内容分析编码结果统计

	信息提取	分析概括	领会理解	解释推断	发散拓展	批判赏析	无关	总数
数量	86	23	66	8	25	16	77	301
占比	28.57%	7.64%	21.93%	2.66%	8.31%	5.32%	25.58%	100%

5.2. 数字阅读的社会性交互读写对阅读理解水平的影响

对社会性交互读写的不同层次水平分组学生的阅读理解水平差异检验结果如表 2 所示。由表格数据可知，在交互参与强度方面，点赞次数、评论次数、被点赞次数的强、弱交互组在阅读理解水平上没有显著性差异，而被评论次数维度的强、弱交互组的阅读理解水平呈现出了显著性差异，被评论次数的强交互组的阅读理解水平显著高于弱交互组。在交互内容层次方面，基础能力层次的强、弱交互组的阅读理解水平无显著性差异；高阶能力层次的强交互组的阅读理解水平则显著高于对应的弱交互组。

对阅读理解水平分维度进行进一步检验，发现高阶能力层次内容交互的强弱分组的阅读理解水平差异主要体现在信息提取维度 ($U=0.009^*$) 和整体感知维度 ($U=0.011^*$)。

表 2 各交互维度分组的阅读理解水平差异性统计

交互维度	组别	均值	标准差	Mann-Whitney U 检验
------	----	----	-----	-------------------

交互参与强度	点赞次数	强交互组	16.49	5.77	0.224
		弱交互组	18.58	5.29	
	评论次数	强交互组	18.70	6.00	0.318
		弱交互组	16.61	5.15	
	被点赞次数	强交互组	18.69	5.32	0.276
		弱交互组	16.83	4.90	
	被评论次数	强交互组	19.76	5.20	0.030*
		弱交互组	16.57	5.03	
交互内容层次	基础能力层次	强交互组	19.13	5.70	0.224
		弱交互组	17.06	4.70	
	高阶能力层次	强交互组	20.86	5.32	0.023*
		弱交互组	16.34	4.84	

5.3. 数字阅读的社会性交互读写对阅读体验的影响

对社会性交互读写的不同层次水平分组学生的阅读体验差异检验结果如表 3 所示。

表 3 各交互维度分组的阅读体验差异性统计

交互维度		组别	均值	标准差	Mann-Whitney U 检验
交互参与强度	点赞次数	强交互组	47.63	6.51	0.724
		弱交互组	48.50	5.88	
	评论次数	强交互组	49.67	5.56	0.066
		弱交互组	45.25	6.86	
	被点赞次数	强交互组	51.00	4.69	0.033*
		弱交互组	46.20	7.02	
	被评论次数	强交互组	49.95	5.52	0.038*
		弱交互组	45.42	6.95	
交互内容层次	基础能力层次	强交互组	50.06	5.00	0.086
		弱交互组	45.81	7.18	
	高阶能力层次	强交互组	52.47	4.12	0.000**
		弱交互组	45.65	6.38	

由表格数据可知，在交互参与强度方面，点赞次数和评论次数的强、弱交互组在阅读体验上没有显著性差异；被点赞次数和被评论次数的强、弱交互组在阅读体验上均具有显著性差异，且均为强交互组的阅读体验得分显著高于弱交互组。在交互内容层次方面，基础能力层次的强交互组和弱交互组在阅读体验上没有显著性差异；高阶能力层次的强交互组与弱交互组在阅读体验上具有非常显著的差异，强交互组的阅读体验得分显著高于弱交互组。对阅读体验分维度进行进一步检验，发现被点赞次数强弱分组的阅读体验差异体现在故事理解（U=0.042*）和整体感知（U=0.011*）维度；高阶能力层次内容交互强弱分组的阅读体验差异则体现故事理解（0.036*）、专注程度（U=0.039*）和情感参与（U=0.001**）维度。

5.4. 数字阅读的社会性交互读写对阅读焦虑的影响

对社会性交互读写的不同层次水平分组学生的阅读焦虑进行差异检验，结果发现：在交互参与强度方面，点赞次数（U=0.654）、评论次数（U=0.495）、被点赞次数（U=1.000）和被评论次数（U=1.000）的强、弱交互组在阅读焦虑上均不存在显著性差异；在交互内容层次方面，基础能力层次（U=0.402）和高阶能力层次（U=0.093）的强、弱交互组在阅读焦虑上也均不存在显著性差异。总之，不同社会性交互读写强弱分组的学生在阅读焦虑上均不存在显著性差异，学生社会性交互读写的强弱没有对阅读焦虑产生显著影响。

6. 结论与讨论

6.1. 小学生数字阅读的社会性交互读写具有不同特点

研究发现,小学生数字阅读的社会性交互读写具有两方面特点:交互参与强度上,不同学生之间的社会性交互读写参与度存在较大差异;交互内容层次上,学生社会性交互读写的内容层次整体水平较低,学生倾向于运用较为基础的语文阅读能力进行评论交互,解释推断、发散拓展、批判赏析等高阶层次的能力运用较少。

研究者分析产生上述结论的原因如下:研究对象对于社会性交互读写的参与兴趣存在较大个体差异,本研究中教师也没有对学生的社会性交互读写进行明确的定量要求或过多的干预处理,因此学生表现出的交互参与强度差异较大。小学三年级学生的语文阅读能力仍处于发展起步阶段,对于阅读内容的理解程度和思考深度较为有限,因此交互内容层次水平整体较低;本研究使用的数字阅读软件仅支持学生点赞和评论,交互形式较为单调,在促进学生深度思考与交流上发挥的作用较为有限,这也在一定程度上限制了学生的交互内容层次水平。

针对上述分析,本研究提出以下建议:一方面,充分发挥教师的引导作用,鼓励学生先参与基础能力层次的交互,再不断加强思考与表达,逐渐向更深层次的社会性交互读写过渡,同时教师应多加关注班级内学生的阅读情况,在必要时对参与度较弱、交互内容层次较低的学生进行精准提醒和及时干预,改善其阅读成效;另一方面,数字阅读软件应为学生提供更加丰富、有趣的功能和活动,以支持学生进行社会性交互读写和教师组织有意义、有趣味的阅读活动,从而吸引学生兴趣,促进学生在数字阅读中的深度思考和积极交流。

6.2. 数字阅读的社会性交互读写有助于提高小学生的阅读理解水平

本研究中,被评论次数较多的学生阅读理解水平显著较高,这说明学生能够通过与他人的交流讨论,尤其是从他人对自己的回复中获取重要信息,从而加强对阅读内容的认识和理解,这与已有的研究结论一致。班级内学生的社会性交互读写使其组成学习共同体,通过发挥社会强化和信息交流作用,促进学习的有效发生和学习质量的提高(曹传东和赵华新,2016),因此社会性交互读写对学生的阅读理解水平产生显著影响。

另一方面,高阶能力层次内容交互较多的学生阅读理解水平显著较高,其差异尤其体现在信息提取和整体感知维度。学生的交互内容层次深浅代表交互的质量,较高层次的内容交互能够促进学生对阅读内容的理解、帮助他们产生观点碰撞和接触多元想法,因此他们的社会性交互读写能够带来更高的阅读理解水平。

总而言之,数字阅读的社会性交互读写有助于提高小学生的阅读理解水平。数字阅读中社会性交互读写的重要目标和核心价值是通过学习者之间的点赞、评论等交互行为,促进学习者对于阅读内容的深度理解,从而提高阅读效果。因此教师在进行数字阅读教学设计时,应充分考虑其拟开展的社会性交互读写的意义与价值,尤其需要考察交互活动是否能促进学生对阅读内容的深度理解;在学生进行社会性交互读写的过程中,教师要引导学生积极参与,从与他人的交流讨论中促进意义理解和知识建构。

6.3. 数字阅读的社会性交互读写对阅读体验有积极影响,对阅读焦虑无显著影响

数字阅读的社会性交互读写对小学生的阅读体验产生积极影响,这与已有研究的研究结论也较为一致。数字阅读软件中的各类交互功能为学生提供了与他人进行交流和讨论的平台,学生能够从社会性交互读写中获得更强烈的阅读兴趣、更积极的参与意愿和更牢固的社会情感联结,从而获得更加丰富和积极的阅读体验。

数字阅读的社会性交互读写没有对小学生的阅读焦虑产生显著影响,这说明学生没有因为数字阅读的交互环境而产生消极的社会比较倾向或者过多的阅读焦虑。这也说明本研究为学生营造的数字阅读氛围和班级内形成的交互氛围是较为轻松愉悦的,因此社会性交互读写对学生阅读焦虑产生的影响较小。

在未来的数字阅读教学实践中,教师应当关注学生的阅读体验情况和阅读焦虑水平,让学生能够在轻松、积极的状态下开展数字阅读和参与社会性交互读写,使其在社会性交互读写的促进作用下获得良好的阅读体验。

综上,本研究仍存在一些局限之处:本研究以数字阅读的社会性交互读写为聚焦点,分

析了数字阅读软件中的点赞和评论两类交互,没有考虑学生在班级集体教学环境下的面对面社会性交互行为。未来可以在已有基础上拓展社会性交互的范畴和形式,通过数字视频技术记录和分析学生的面对面社会性交互行为。其次,本研究关注的是学生自由阅读环节中自发的社会性交互读写,总体而言教师发挥的引导作用较弱,未来研究可以进一步探索促进小学生积极参与社会性交互读写和进行深度数字阅读的有效策略及活动设计,为一线教学提供更为直接的指导。另外,本研究采用量表自我报告的方式收集小学生的阅读体验和阅读焦虑数据,未来可以引入课堂观察或焦点小组访谈等方法收集更为客观的数据,还可以引入眼动追踪、面部表情识别等方法,利用多模态学习分析技术进行更为科学和全面的研究。最后,研究对象数量较为有限,未来可以在其他对象群体上进一步验证研究结论的普适性和可推广性。

参考文献

- 王佑镁.(2013).数字化阅读对未成年人认知发展的影响研究. *中国电化教育*(11),6-11.
- 江玉.(2022).探究纸质阅读经久不衰的独特魅力. *编辑学刊*(01),108-114.
- 李兴保,张婷婷 & 刘敏.(2016).虚拟学习社区中学习焦虑的影响因素研究. *远程教育杂志* (06),55-62.
- 杨沉.(2018a).影响的焦虑:基于新媒介影响的阅读考察. 芜湖:安徽师范大学出版社.
- 杨沉.(2018b).全民阅读视域下的阅读焦虑:理论基础、概念、模型、发生机制及启示. *图书馆学研究*(10),86-92.
- 张燕华,郑国民 & 关惠文.(2015).初中生语文阅读能力表现研究. *教育学报*(06),83-90.
- 范晓玲.(2016).中小学生学习行为测评研究:学习行为评估与研究量表.广州:广东世界图书出版有限公司.
- 亲近母语研究院.(2020). *亲近母语 阅读力测试*. 桂林:广西师范大学出版社.
- 姜洪伟.(2013).数字阅读概念辨析及其类型特征. *图书馆理论与实践*(09),9-11.
- 袁曦临,王骏 & 刘禄.(2015).纸质阅读与数字阅读理解效果实验研究. *中国图书馆学报* (05),35-46.
- 柴阳丽,陈向东 & 李玉.(2018).社会性交互对在线阅读的影响——基于“微信读书”的调查. *开放教育研究*(04),90-100.
- 黄一橙,张鹏,王雯,陈芸杉,丁斯培 & 周均奕.(2021).网络学习焦虑及其与在线学习行为关系研究——以“互联网+教育:理论与实践的对话IV”在线课程学习者为例. *开放学习研究* (05),53-62.
- 曹传东 & 赵华新.(2016).MOOC课程讨论区的社会性交互个案研究. *中国远程教育*(03),39-44.
- 樊敏生,武法提 & 王瑜.(2016).数字阅读:电子书对小学生语文阅读能力的影响. *电化教育研究* (12),106-110+128.
- Busselle, R., & Bilandzic, H. (2009). Measuring narrative engagement. *Media psychology*, 12(4), 321-347.
- Chen, C. M., & Chen, F. Y. (2014). Enhancing digital reading performance with a collaborative reading annotation system. *Computers & Education*, 77, 67-81.
- Chen, C. M., Wang, J. Y., Chen, Y. T., & Wu, J. H. (2016). Forecasting reading anxiety for promoting English-language reading performance based on reading annotation behavior. *Interactive Learning Environments*, 24(4), 681-705.
- Moyo, M., & Abdullah, H. (2013). Enhancing and enriching students' reading experience by using social media technologies. *Mousaion*, 31(2), 135-153.
- Tseng, S. S., Yeh, H. C., & Yang, S. H. (2015). Promoting different reading comprehension levels through online annotations. *Computer Assisted Language Learning*, 28(1), 41-57.

信息技术与中小学语文学科教学整合研究知识图谱分析与展望¹

Knowledge Mapping Analysis and Outlook of Research on the Integration of Information Technology and Language Subject Teaching in Primary and Secondary Schools

范学健 魏顺平
中央民族大学教育学院
fxjwork@163.com

【摘要】 运用文献计量法和内容分析法,结合 CiteSpace 软件绘制的知识图谱,对信息技术与中小学语文学科教学整合研究的文献进行分析,具体从研究基地、发文载体、研究群体、核心主题、研究方法等方面对既有文献进行梳理并归纳特点。基于此,对信息技术与中小学语文学科教学整合研究提出如下建议:(1)充分发挥不同群体研究者各自的优势并开展合作研究;(2)推进信息技术与语文新课型的整合研究;(3)拓展新一代信息技术背景下相关教学要素的研究;(4)规范和创新信息技术与中小学语文学科教学整合研究方法。

【关键词】 信息技术;语文;知识图谱;教育数字化转型

Abstract: Using bibliometric method and content analysis method, combined with the knowledge map drawn by CiteSpace software, we analyzed the literature on the integration of information technology and language subject teaching in primary and secondary schools, specifically sorting out and summarizing the characteristics of the existing literature in terms of research bases, issuing carriers, research groups, core themes, and research methods. Based on this, the following suggestions are made for the research on the integration of information technology and language subject teaching in primary and secondary schools: (1) giving full play to the respective advantages of different groups of researchers and conducting cooperative research; (2) promoting the research on the integration of information technology and new language curriculum; (3) expanding the research on relevant teaching elements in the context of new generation of information technology; (4) standardizing and innovating the research on the integration of information technology and language subject teaching in primary and secondary schools methods.

Keywords: information technology, language, knowledge mapping, digital transformation of education

1. 引言

2022年2月,教育部发布年度工作要点,强调要落实教育数字化战略行动,大力促进“互联网+教育”,全面推动教育智能升级和数字化转型。教育信息化走向逐步深入发展阶段,该阶段强调要通过教育信息化应用于教学过程以显著提升当前的教育质量^[1]。过去10余年,我国基础教育领域信息化建设取得了较大进展,2015年全国中小学(含教学点)联网率仅为69.3%,而截至目前已增至99.7%,其中95.2%的中小学拥有多媒体教室,与基础教育阶段所有学科教材配套的资源达5000万条^[2]。上述基础设施的建设为中小学开展信息技术在各学科教学中的深入应用提供了坚实基础,信息技术与课程整合成为推进教育教学不断改革的新视点,各门学科的教育者都在积极探索信息技术与学科进行有效整合的策略,语文学科也不例外。在教育数字化转型的新要求下,我们有必要系统梳理信息技术在中小学语文教学中的应用成果,为中小学语文教学数字化转型提供借鉴与参考。

通过查询中国知网学术期刊库,近10年有关信息技术与中小学语文学科教学整合研究的综述不多见,主要在语文教学方法变革趋势的研究中论及,如有研究对30年来语文教学方法变革的历程、经验及趋势进行了系统回顾^[3]。除此以外,更宏观系统的梳理和分析较为缺乏。

¹ 基金项目:本文受国家自然科学基金2022年面上项目“教育信息化战略对民族地区义务教育优质均衡的影响研究(72274234)”、2022年度教育部人文社会科学研究规划基金项目“多文本阅读中基于多模态数据的认知负荷作用机制研究”资助。

为了整体上理清近 10 年信息技术与中小学语文学科教学整合研究的基本情况,本研究拟梳理、分析并呈现中国知网 2012—2021 年间所刊载的信息技术与中小学语文学科教学整合研究的期刊文献。陈超美博士研发的 CiteSpace 作为一款引文可视化分析软件,可以帮助我们实现上述研究目标^[4],结合文献计量法和内容分析法,能够进一步探索出该主题研究中存在的不足和今后的研究方向,从而为更好地开展信息技术与中小学语文学科教学整合研究提供参考。

2. 研究设计

2.1 研究样本

以中国知网学术期刊库作为数据源,在专业检索界面,以“信息技术”“网络”“多媒体”“计算机”“语文”等为关键词,并剔除“大学”“高校”“职业”等非中小学语文相关论文,发表时间限定在 2012—2021 年间,编写了如表 1 所示检索语句。共检索到相关期刊文献 4264 篇,检索时间为 2022 年 8 月 1 日。

表 1 检索语句

(SU='信息技术'+ '网络'+ '多媒体'+ '计算机'+ '互联网'+ 'AI'+ '人工智能'+ '大数据') AND (SU='语文') NOT (SU='大学'+ '高校'+ '高职'+ '职业') AND (YE>=2012 AND YE<=2021)
--

2.2 研究方法

为了直观呈现信息技术与中小学语文学科教学整合研究的样态,运用文献计量法统计并分析各年发文量和期刊的类别,利用 CiteSpace 可视化分析软件绘制相关知识图谱,主要从核心研究机构及论文作者的类别与核心文献的关键词这两个方面来进行绘制,结合内容分析法整理相关研究主题,归纳出信息技术与中小学语文学科教学整合研究的主要特点。

3. 研究结果

3.1 文献计量分析

3.1.1 发文数量的变化

为了整体上把握信息技术与中小学语文学科教学整合研究发文数量的变化走势,笔者对近 10 年该研究的发文数量进行了统计,实际发文数量的变化趋势如图 1 所示。

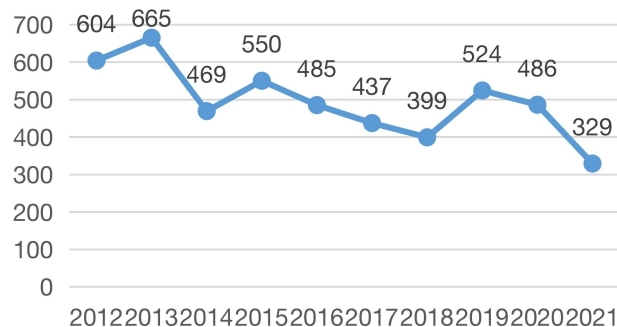


图 1 发文数量的变化趋势

总体看来,近 10 年信息技术与中小学语文学科教学整合研究的发文数量呈现波动减少的趋势。这一下降变化与陈新华等(2021)的研究发现也是一致的,原因主要包括学术期刊的监测评估因期刊整改而得到加强,高校师生论文的发表因学术环境的优化而得到强化指导和规范,高校考核和管理方案因破“五唯”指导思想而发生变更,部分高校降低了对期刊论文发表的量化要求等^[5]。

3.1.2 发文期刊的类别及发文情况

信息技术与中小学语文学科教学整合研究的主要发文期刊有 411 种,其大致可以分为四类,分别是教育类综合性、语文教育类、大中专院校学报和其它期刊形式,对应的期刊数量分别是 71 种、7 种、119 种和 214 种。从发文数量的角度分析,在 4264 篇相关期刊中,教育类综合性期刊发文量为 2062 篇,占比 48.4%;大中专院校学报发文量为 270 篇,占比 6.3%;

语文教育类期刊发文量为 174 篇，占比 4.1%；其余 1758 篇为其它期刊，占比 41.2%。从期刊平均发文量的角度分析，最高的是教育类综合性 29.0 篇，其次是语文教育类 24.9 篇，大中专院校学报则为 2.3 篇，其它期刊 8.2 篇。从期刊年平均发文量的角度分析，教育类综合性年均发文 2.9 篇，语文教育类年均发文 2.5 篇，其它期刊年均发文 0.8 篇，大中专院校学报年均发文仅 0.2 篇。具体数据详见表 2。

表 2 发文期刊类别

期刊类别	发文数量	期刊数量	期刊平均 发文量	期刊年平均 发文量
教育类综合性期刊	2062	71	29.0	2.9
语文教育类期刊	174	7	24.9	2.5
大中专院校学报	270	119	2.3	0.2
其它期刊	1758	214	8.2	0.8
合计	4264	411	10.4	1.0

其中，核心期刊数量占有所有发文期刊数量的 6.5%，共计 27 种（前 10 见表 3），其发文总量为 130 篇，约占总发文量的 3.0%。据此可以得出核心期刊的平均发文量是 4.8 篇，核心期刊的年平均发文量是 0.5 篇。在这些期刊中只有《语文建设》的发文量超过 50 篇，《中国电化教育》的发文量超过 10 篇，有 10 种期刊发文量在 2~10 篇区间之内，有 15 种期刊发文量仅为 1 篇。

表 3 核心期刊（前 10）发文情况

序号	期刊	发文数量
1	《语文建设》	68
2	《中国电化教育》	12
3	《中学语文教学》	6
4	《中国教育学刊》	6
5	《教学与管理》	5
6	《电化教育研究》	5
7	《基础教育课程》	3
8	《现代教育技术》	2
9	《全球教育展望》	2
10	《教育理论与实践》	2

3.2 知识图谱绘制

3.2.1 核心研究机构及论文作者的类别

在 CNKI 专业检索界面将期刊的来源类别设定为“北大核心”和“CSSCI”，剔除与中小学语文学科教学无关的文献及会讯后共检索到相关论文 130 篇，利用 CiteSpace 绘制关于核心研究机构和论文作者的知识图谱，通过解读知识图谱并抓取相关软件数据可以发现，研究信息技术与中小学语文学科教学整合的核心研究机构大体上可分为 3 类。第一类是高等院校，占总研究机构数量的 56.7%；第二类是中小学，占总研究机构数量的 30.5%；第三类是各级各类教研部门，占总研究机构数量的 12.8%。研究者主要包括高校教师与硕博士研究生、中小学教师和各级各类教研员，分别占总研究人数的 63.4%、27.6%、9.0%。其中，该主题研究的核心力量是由高校教师和硕博士研究生共同构成的研究团队，在长期的探究过程中已经形成了各自的研究特色。例如，东北师范大学以钟绍春等人为代表，主要研究信息技术在语文教学中的应用策略，北京师范大学以何克抗为代表，主要研究信息技术支持下语文课堂教学的结构性变革。其他各级各类教研员和中小学教师主要从信息技术在语文学科教学中的实际应用视角对该项研究进行了补充和探究，但仍需进一步提升其研究的整体层次和严谨性、持续性。

总体而言，信息技术与中小学语文学科教学整合研究以高等院校为主要研究基地，由高校教师与硕博士研究生、中小学教师和各级各类教研员组成研究群体，在高校核心作者的推动和引领下，创造出了特色鲜明、数量颇丰的研究成果。

3.2.2 核心文献的关键词

借助 CiteSpace 可视化软件还可绘制核心文献关键词知识图谱（见图 2），整理统计部分核心文献关键词中心性和频次（见表 4）。关键词是论文中心概念和内容凝炼的表达，我们可以通过分析核心文献关键词及频次来获取研究的热点。

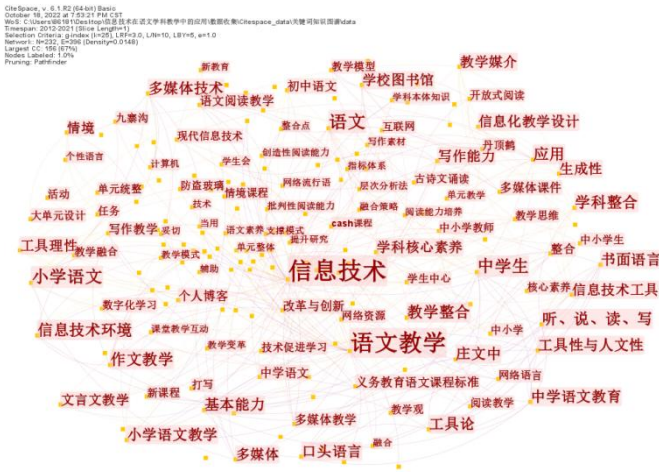


图 2 核心文献关键词知识图谱

表 4 核心文献关键词频次（前 10）和中心性统计

序号	核心文献关键词	频次	中心性
1	信息技术	25	0.54
2	语文教学	23	0.28
3	语文	9	0.11
4	小学语文	7	0.20
5	多媒体	7	0.06
6	应用	5	0.12
7	多媒体技术	5	0.12
8	中学语文	4	0.03
9	整合	4	0.01
10	网络语言	4	0.03

通过对图 2 和表 4 的分析发现，信息技术、语文教学、语文、小学语文、多媒体、应用、多媒体技术、中学语文、整合、网络语言等是研究者主要关注的关键词，也即是说，在信息技术与中小学语文学科教学整合研究中，主要集中于探究信息技术与语文学科进行有效整合的策略，其核心主题有课型研究和教学要素研究，涉及的学段主要是小学，初高中次之。

3.3 内容综述

基于关键词知识图谱，深入研读和分析相关文献发现，近 10 年信息技术与中小学语文学科教学整合研究呈现两大主题：一是课型研究；二是教学要素研究。

3.3.1 课型研究

信息技术与不同课型整合是研究信息技术与中小学语文学科教学整合的重要主题。这一主题包括信息技术与阅读、写作、识字与写字、综合性学习等不同语文课型进行整合的探索。

首先，阅读课型的研究包括信息技术应用于语文阅读课型存在的问题和应用策略。信息技术应用于语文阅读教学中存在的主要问题有数字化阅读远超出课程范围，学生阅读内容良莠不齐，语文教师阅读指导作用弱化，缺乏有效的数字化阅读评价机制^[6]。在应用策略方面，不同研究者提供了信息技术应用于语文教学不同层面的实际举措。有研究主张借助多媒体画

面语言和相关软件技术来构建“思维可视化”课堂^[7]；有研究基于多媒体教学原则和语文学科教学目标提出语文阅读多媒体教学绩效评价指标体系^[8]；有研究提出利用人工智能（AI）帮助学生实现分级阅读以满足学生个性化的阅读需求并提升其阅读能力；还有研究聚焦于信息技术与古诗文阅读教学的整合策略，例如借助信息技术拓宽学生文言文的学习空间。

其次，写作课型的研究包括信息技术应用于语文写作课型的教学模式、教学模型和优化策略。有研究分别基于计算机网络和触屏时代的“4S”（即将搜索（Search）、分享（Share）、展示（Show）、总结（Summarize）组合为一体作为学习步骤），探索了两种小学语文写作教学模式的改革方案^[9]；有研究构建了人机协同支持下的小学语文写作教学模型，以促进小学生写作水平的提升^[10]；还有研究提出利用信息技术优化初中作文教学的具体举措，例如通过教学联机平台与学生共享作文评改情况以促进学生讨论、修改^[11]。

再者，识字与写字课型的研究主要聚焦于小学语文课程中如何降低错别字率的问题，有研究为解决这一长期留存的问题提供了新的思路，提出建构基于信息技术环境的小学语文课程形态，即分设汉字认读课与书写课，整合计算机汉字输入学习与汉语拼音学习，结合计算机书写与书面书写来进行书面表达，让学生可以在实际语境中用字，帮助学生形成正字法规则和自主识字意识^[12]。

最后，综合性学习作为一种“活化”的学习，不同于语文课程中的其它课型，它没有统一的教材，它的学习内容和学习方法都是灵活的。正如语文课程标准指出的，综合性学习主要表现为整体发展听说读写能力、综合运用语文知识、紧密结合书本学习与实践活动、沟通语文课程与其他课程^[13]。因此，综合性学习课型的研究主要包括信息技术应用于语文综合性学习课型的原则与要求和应用策略两个方面。在原则与要求方面，有研究主张运用多媒体技术要把握分清主次、注重实效的总体原则，同时必须坚持学生的主体地位和教师的主导作用^[14]。在应用策略方面，有研究主张将信息技术与语文课堂活动进行有机结合^[15]；有研究构建了基于信息技术环境的“四学式”混合学习模式^[16]；还有研究提出了一些具体性应用举措，例如借助网络资源丰富学生的学习内容以消除时代隔阂^[17]。

总体而言，信息技术与语文不同课型的整合研究主要通过阅读、写作、识字与写字、综合性学习展开，相关研究多从信息技术应用于不同课型的优势、存在的问题、具体策略、原则与要求等方面进行探究，研究成果颇丰，但是缺乏对口语交际这一语文课型的研究。与此同时，随着《义务教育语文课程标准（2022年版）》的出台发布，语文学科教学的课程目标和课型分类都做出了相应的调整，对信息技术与语文课型的整合也提出了新的挑战和要求，这是今后研究仍需要拓展和加强的方面。

3.3.2 教学要素研究

教学要素是研究信息技术与中小学语文学科教学整合的重要主题，这一主题主要包括教师、学生和教学环境3个要素的研究。

首先，在教师方面，主要研究包括探讨教师信息素养存在的不足和对教师应具备的信息素养提出的具体要求。有学者指出当前教师信息素养存在的不足主要有欠缺融合信息能力，个性化服务水平不高和专业成长自觉不足^[18]。除此之外，学者的研究更多聚焦于对教师应具备的信息素养提出的具体要求。2014年，我国教育部印发了《中小学教师信息技术应用能力标准（试行）》，提出从技术素养、计划与准备、组织与管理、评估与诊断、学习与发展五个维度来衡量教师应具备的信息素养^[19]。因此，学者们也多从上述五个维度对教师应具备的信息素养提出了一些具体要求。

其次，在学生方面，主要研究集中于对培养学生的信息素养提出了不同层面的要求。有研究指出“互联网+”时代教育的重要目标是培养学生的高阶思维能力^[20]和利用信息技术实现提升学生的表达能力。有研究认为要培养学生正确对待信息技术的态度，如增强学生对媒介的理性认识与合理运用的能力^[21]。此外，有学者探究了学生的信息素养与学业成绩之间的关系，具体从信息认知、信息应用、信息伦理三个维度展开考查研究，最后得出中小学生学习信息素养能够显著提升其语文成绩的研究结论。

最后,在教学环境方面,主要研究包括信息技术背景下语文教学环境的特征和利用信息技术构建语文教学环境的策略。在特征层面,有研究分别从硬件、资源和学习特点三个维度详细介绍了网络多媒体教室的总体特征^[22]。在策略层面,有研究基于“跨越式教学”试验研究提出改革传统课堂教学结构,构建新型的“主导——主体相结合”的教学结构,并合理使用信息化的教学资源 and 教学媒体^[23]。有研究提出构建“互联网+”背景下“虚拟课堂”与“实体课堂”相结合的“双课堂”教学方式,为学生的个性化学习提供保障^[24]。还有研究基于 CASH 课程理念提出构建中学语文网络学习空间,为不同教育教学主体提供一个可管可控、统一认证的教学管理和教学活动发生的基本阵地^[25]。

总体而言,教学要素的研究主要通过教师、学生和教学环境展开,相关研究也多从不同角度进行深入,或聚焦于信息技术时代对不同教学主体提出的信息素养要求,或侧重于利用信息技术构建语文教学环境的策略等,但是以往信息技术背景下的语文教学多是依托多媒体电脑来掌握有关信息获取与处理的各种知识、方法与技能,随着物联网、人工智能、云计算、大数据、元宇宙等新一代信息技术的兴起与发展,相关教学要素面临着新的机遇与挑战,这是今后研究仍需要开拓和深入的方面。

4. 结论及建议

4.1 结论

通过文献计量统计、绘制知识图谱和内容分析等方法,全面回顾和审视近 10 年信息技术与中小学语文学科教学整合研究成果,发现相关研究呈现出以下特点。

第一,在研究机构与人员方面,信息技术与中小学语文学科教学整合研究的主要研究基地为高等院校,约占总研究机构数量的 56.7%,主要发文载体为教育类期刊,研究群体包括高校教师与硕博士研究生、中小学教师和各级各类教研员,分别占总研究人数的 63.4%、27.6%、9.0%。由此可见,信息技术与中小学语文学科教学整合研究的主要力量是高校研究者和中小学教师,其研究都存在一定的优势与不足。高校研究者基于长期的科研训练,研究内容多从较高的理论视点出发,研究方法也更为科学严谨,但因缺乏实践性而对具体教学的指导性较弱。中小学语文教师的研究内容更多指向信息技术在语文教学应用中的实际问题,实践性较强,但研究多基于个人的经验总结,研究的规范性相对欠缺,理论性有待提升。

第二,在研究内容方面,信息技术与中小学语文学科教学整合研究主要围绕信息技术、小学语文、多媒体、语文教学等关键词展开,其核心主题有课型研究和教学要素研究。其中课型研究包括信息技术与阅读、写作、识字与写字、综合性学习等不同语文课型进行整合的探索,但是缺乏对口语交际这一语文课型的研究,教学要素的研究主要通过教师、学生和教学环境展开,涉及的学段主要是小学,初高中次之。随着《义务教育语文课程标准(2022 年版)》的出台发布以及新一代信息技术的兴起与发展,信息技术与语文学科教学的整合面临着新的挑战和要求,这也是当前研究所欠缺的方面。

第三,在研究方法方面,信息技术与中小学语文学科教学整合研究多为思辨、经验总结,约占总研究成果的 80.8%,而采用实验研究法、行动研究法的实证研究较少,仅占总研究成果的 19.2%。很多研究是基于个人教学经验的总结和归纳,开创性和规范性存在明显不足,进而影响整体研究的科学性和层次。

4.2 建议

4.2.1 充分发挥不同群体研究者各自的优势并开展合作研究

据教育部教育统计数据显示,截至 2020 年,我国中小学语文教师中拥有研究生学历的教师人数共计 93035 人^[26],这说明在中小学语文教师队伍中是存在具备一定科研能力的人才的。这些教师应当充分利用自己亲临一线的身份优势,大力开展相关调查研究工作。与此同时,高校研究者和中小学语文教师彼此之间应当充分发挥各自的优势,相互取长补短,合作开展协同研究,共同致力提高信息技术与中小学语文学科教学整合研究的层次和水平。

4.2.2 推进信息技术与语文新课型的整合研究

2022年3月教育部印发了《义务教育语文课程标准(2022年版)》(以下简称《课程标准》),《课程标准》对语文学科教学的课程目标和课程方案都做了一定程度的调整,对义务教育的不同学段设定了新的要求,将语文课型调整为识字与写字、阅读与鉴赏、表达与交流、梳理与探究这四种,同时强调要充分发挥信息技术在教学资源提供、学习情境设计、学习证据收集、个性化学习指导等方面的优势,提高语文教学效益,增强课程育人效果^[27]。新课型的设定对信息技术与语文教学的深度融合提出了新的挑战和要求,需要结合《课程标准》对整合的影响和策略等问题进行探索性的研究。

4.2.3 拓展新一代信息技术背景下相关教学要素的研究

当前,我们正在实施教育数字化战略,加快推进教育数字化转型,具体来说就是要促进全领域(各级各类教育)、全要素(教师、学生、内容、手段)、全业务(教学、科研、管理、服务)、全流程(课前、课中、课后)的数字化转型。传统信息技术背景下的语文教学多是依托多媒体电脑来掌握有关信息获取与处理的各种知识、方法与技能,随着科技的进步,人工智能、区块链、物联网、大数据、元宇宙等新一代信息技术的兴起与发展,对教师和学生信息素养的培养提出了不同层面的新要求,也给教学环境的改进带来了新的机遇和挑战,需要对新技术的运用进行更多、更深入的实证研究,以期促进新一代信息技术与语文学科教学全要素、全流程之间融合发展,最终推动语文教学数字化转型。

4.2.4 规范和创新信息技术与中小学语文学科教学整合研究方法

教学研究应当从实用的角度出发,在实践的基础上综合运用多种研究方法,坚持一种方法多元论的立场。因此,信息技术与中小学语文学科教学整合研究在符合基本研究规范的基础上,还要积极模仿并学习信息技术同其它学科进行整合的逻辑思路和研究方法,综合运用理论研究与实践研究,质化研究与量化研究,横向研究与纵向研究,结合语文教育研究的需求和语文学科特点,不断改进和创新研究方法,提高信息技术与中小学语文学科教学整合研究的科学性。

参考文献

- [1] 何克抗(2009)。对国内外信息技术与课程整合途径与方法的比较分析。中国电化教育,(09), 7-16。
- [2] 教育部举行教育2020“收官”系列新闻发布会(第一场)([www.scio.gov.cn](http://www.scio.gov.cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/jyb/Document/1693885/1693885.htm))。
<http://www.scio.gov.cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/jyb/Document/1693885/1693885.htm>。
- [3] 张永祥(2016)。30年来语文教学方法变革的历程、经验及趋势。河北师范大学学报(教育科学版),18(05), 95-102。
- [4] 陈悦,陈超美和刘则渊等(2015)。CiteSpace知识知识图谱的方法论功能。科学研究,33(2), 242-253。
- [5] 陈新华、胡宇晴、曾红艳和金开昌(2021)。2008—2020年高校中文学术期刊论文数量变化趋势及其原因分析。科技与出版,2021(08), 119-128。
- [6] 王红梅(2015)。大数据背景下课外阅读转型的思考。中学语文教学,(11), 12-14。
- [7] 王志军、温小勇和施鹏华(2015)。技术支持下思维可视化课堂的构建研究——以小学语文阅读教学为例。中国电化教育,(06), 116-121。
- [8] 王小根、王丽丽和吴仁昌(2013)。基于层次分析的语文阅读多媒体教学绩效评价指标研究。电化教育研究,34(07), 87-93。
- [9] 李莲(2015)。基于信息技术环境下的小学语文写作教学模式改革。语文建设,(33), 13-14。
- [10] 黄涛、龚眉洁、杨华利、王涵和张晨晨(2020)。人机协同支持的小学语文写作教学研究。电化教育研究,41(02), 108-114。
- [11] 刘俊校和刘勇(2016)。巧用信息技术优化初中作文教学。中国教育学刊,(S1), 46+54。
- [12] 郑飞艺(2015)。信息技术环境下小学语文课程的探索——着力课程形态解决错别字问题。全球教育展望,44(03), 107-116。

- [13] 中华人民共和国教育部 (2011)。义务教育语文课程标准 (2011 年版)。北京: 北京师范大学出版社。
- [14] 赵欣楠 (2014)。小学语文综合性学习如何运用多媒体技术的思考。语文建设, (18), 7-8。
- [15] 张兵 (2013)。信息技术与中学语文课程的整合: 基于课程结构要素视角。中国电化教育, (04), 114-118。
- [16] 陈云宇 (2018)。“互联网+”背景下小学语文“四学式”混合学习模式研究。中国电化教育, (07), 111-115+128。
- [17] 周华飞 (2017)。高中语文综合性学习资源的开发与利用。语文建设, (06), 17-19。
- [18] 倪美青 (2020)。“互联网+”背景下初中语文教师教学能力发展策略。教育理论与实践, 40(32), 53-55。
- [19] 中华人民共和国教育部 (2014)。中小学教师信息技术应用能力标准 (试行)。
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s6991/201405/t20140528_170123.html。
- [20] 张生、陈丹、程姝、韩盼盼和齐媛 (2018)。“互联网+教育”如何促进学生的思维发展?——以华西小学思维发展型语文课堂为例。现代教育技术, 28(05), 89-94。
- [21] 满春燕 (2019)。“跨媒介阅读与交流”学习任务的设计开发。基础教育课程, (Z1), 42-48。
- [22] 沙凤林 (2012)。网络多媒体教室条件下中学语文整合课的教学张力。中国电化教育, (02), 101-104。
- [23] 何克抗 (2014)。从“翻转课堂”的本质, 看“翻转课堂”在我国的未来发展。电化教育研究, 35(07), 5-16。
- [24] 李卫东、王屏萍和张婷 (2017)。“互联网+”背景下“双课堂”理论与实践研究——以高中语文专题教学中的实践应用为例。中国电化教育, (12), 103-108。
- [25] 刘忠强、钟绍春、钟永江和孙思 (2018)。基于 CASH 课程理念的中学语文网络学习空间建设策略研究。中国电化教育, (06), 38-44。
- [26] 中华人民共和国教育部 (2021)。2020 年教育统计数据。
http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/moe_560/2020/。
- [27] 中华人民共和国教育部 (2022)。义务教育语文课程标准 (2022 年版)。北京: 北京师范大学出版社。

基於情境學習之學習管家對話機器人

A conversational agent butler based on situational learning

簡鈺笙¹, 何珮妤², 楊舒涵^{3*}, 王振漢⁴, 陳國棟⁵

^{1,2,5} 國立中央大學資訊工程學系

³ 健行科技大學餐旅管理系

⁴ 國立中央大學學習科技研究中心

* yoko@uch.edu.tw

【摘要】 當今聊天機器人多以滿足特定需求為主，也較少有在行動裝置上與對話機器人互動來實現情境學習理論。此外，大部分教育機器人的研究以學習者為使用對象，較少同時為學習者跟教育者而打造。因此本研究提供了以對話機器人為管家協助學習，幫助學習者進行學習活動的時間管理、關心學習者給予心情回饋、練習時的正向激勵、針對教材內容給予學習目標提示、多重情境的對話腳本，以及個性化的配音設置使管家聊天機器人更具趣味性、變化性，以期在學習過程達到監督陪伴與情感支持。而本實驗之結果顯示以學習管家為模式之聊天機器人能夠提升學習成效。

【關鍵字】 教育聊天機器人、社交聊天機器人、情境學習、行動情境學習、管家

Abstract: Nowadays, chatbots are designed to satisfy the specific needs of users. There are only a few chatbots on mobile phones applying situational learning theory. Besides, most of the chatbots in education are designed for learners and few of them are designed for both learners and teachers. Hence, this study proposed the butler learning model and implemented it in our learning system. This system provides time management, emotion management, encouragement during practicing, learning goal prompts, multiple-branch scripts, and dubbing configuration inspired by the characteristics of butler. During class, learners can rehearse with the learning butler chatbot in the classroom situational learning system as well. Ultimately, the research result indicates that the chatbot modeled as a learning butler can improve learning outcomes.

Keywords: Chatbot in education, Social chatbot, Situational learning, Mobile situated learning, and Butler

1. 緒論

1.1 研究背景

相較於傳統教育，利用聊天機器人得以獲得方便整合教學內容、提供學習者快速取得學習資訊的途徑、維持學習興趣與提升學習投入程度、能夠一次面對多位學習者、提供即時的學習協助等優勢(Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021)。而根據情境學習理論，藉由與實體或數位的方式形塑出來的角色進行對話互動，教學者能夠克服時間與空間上的限制，以低成本也較便利的方式提供學習者應用課堂知識的真實情境(Dede, 2009; Qiu et al., 2021; Walsh, 2015)。此外，管家具備有組織能力、專注於細節、訓練有素等特質，能夠為學習者打理作息與活動。

綜合以上論述，本研究提出以學習管家為模式的學習對話機器人，並以學習管家來代稱。透過此管家來協助學習者進行時間管理、情緒管理，以及代替教學者鼓勵學習者達成學習目標、評量、發放學習獎勵。此學習對話機器人亦融入情境學習理論，使學習者能夠擁有更貼近真實的學習環境。本研究將對話機器人導入手機情境學習平台和教室情境學習系統，並探討以學習管家為模式的學習對話機器人是否能夠提升學習成效，以及其對學習的影響為何。

1.2 研究目標

本研究提出學習管家為模式之學習對話聊天機器人相關設計方法，並將此聊天機器人應用於手機情境學習平台和教室情境學習系統中，藉此驗證以學習管家為模式的學習對話機器人是否能夠提升學習成效，並探討其對學習者與教學者的影響為何。

1.3 研究問題

本研究將探討以學習管家為模式的學習對話機器人是否能夠提升學習成效，以及其對學習者與教學者的影響為何，因此提出以下四個研究問題提出相應對策：如何製作以學習管家為模式的學習對話機器人？如何利用以學習管家為模式的學習對話機器人來幫助學習者學習？如何利用以學習管家為模式的學習對話機器人來幫助教學者進行教學與評量？以學習管家為模式的學習對話機器人對學習成效與教學上的影響為何？

2. 相關研究

2.1 聊天機器人於教育上的應用

Winkler & Söllner (2018)提及聊天機器人能協助教學者解答學習者的問題，進而解決教育人力不足的問題，且聊天機器人尤其能夠在語言學習上幫助初階學習者(Yin & Satar, 2020)。如 Pham 等人 (2018)的研究中，設計了一款聊天機器人來協助使用者練習英文，其功能包括了進行一般的問候、回應使用者的特定請求、針對學習內容進行提示或解釋、對使用者發送提醒等。然而，如何維持學習者的學習熱忱也是一個教育應用上的挑戰(Fryer et al., 2017)，亦有研究指出缺乏情感以及無法對使用者表達理解可能會影響到聊天機器人納入教學的正面效果(Gallacher et al., 2018)。

2.2 情境學習與對話機器人

情境認知(Situated Cognition)的概念最初由 Brown 等人所提出，指學習者透過與情境之間的互動來獲得知識(Brown et al., 1989)，而情境學習(Situational Learning)以情境認知的概念為基礎，強調學習者所要學習的知識、技能，應該要在應用的情境下學習(Lave & Wenger, 1991)。藉由虛擬環境如虛擬實境所提供的沉浸式介面亦能夠模擬較難以取得的學習情境(Dede, 2009)，Cognitive Immersive Language Learning Environment(CILLE)認知沉浸式語言學習環境，是虛擬環境結合了人工智慧與延展實境技術，讓學習者在情境學習環境中透過與人工智慧代理對話來學習中文(Divekar et al., 2021)。然而如此之環境或頭戴式 VR 雖能提供虛擬情境，但手機應用程式能夠以較便於攜帶的方式提供利於學習的虛擬環境(Qiu et al., 2021)。在 Huang 等人的研究中使用行動裝置來進行情境學習能夠得到更好的學習成效(Huang et al., 2016)。甚至有研究指出自實驗結束起算的六個月後行動學習對學習者的學習成效仍具備持續的影響力，以及學習時仍有興奮、快樂等正向情緒(Demir & Akpinar, 2018)。

2.3 管家與社交聊天機器人

在 Zhou 等人(2020)的研究中提及一個理想的社交聊天機器人不但要能夠溝通，更要能夠與使用者建立情感連結並給予社會歸屬感。此外，聊天機器人進行自我揭露亦有助於使用者感受到與聊天機器人之間的親密性，亦能夠讓使用聊天機器人的過程更令人享受，使用者會傾向於和聊天機進行更長也更有深度的對話 (Lee et al., 2020)。社交聊天機器人亦能夠被應用於教育領域，提供學習時的陪伴與情感支持，並藉此提升學習者的學習動機與學習興趣，然而此類型的研究目前仍比較少見(Liu et al., 2022)。

一般對於管家認知中，會有良好的溝通能力、組織能力、謹慎、專注於細節、主動聆聽等特質，並可以透過管家完成指派的任務、進行監督、回報成果，由此可見管家的特質適合用於監督陪伴與學習協助。此外，以管家形態來設計聊天機器人並將其應用於教育領域的相關文獻比較少見，因此本研究提出以聊天機器人作為管家之學習模式，該管家聊天機器人能夠替學習者進行時間管理和情緒管理，並代替教學者協助學習者逐步完成課中及課後的練習，並將透過手機上的情境學習平台和教室情境學習系統來驗證以學習管家為模式的學習對話機器人是否能夠提升學習成效。

3. 系統設計

3.1 設計理念

本研究以聊天機器人作為管家，在教室情境學習系統上加入此學習管家，使學習者能

夠在課堂教室中與學習管家一同進行展演彩排。此外，本研究開發了手機情境學習平台作為教室情境學習系統的延伸，使學習者於課中及課後皆能夠在管家聊天機器人的陪伴下複習課堂所學，並在時間管理和任務管理之間去做情緒上的輔導。學習管家作為教學者和學習者之間的中介，能夠以教學者預先建立好的情境腳本與學習者進行對話，學習者完成練習後，學習管家會將練習紀錄向教學者報告，系統設計理念如圖 1 所示。再者，無論是一般聊天機器人或管家聊天機器人，皆有真人教師進行學習輔導、對學習紀錄進行人為評量。

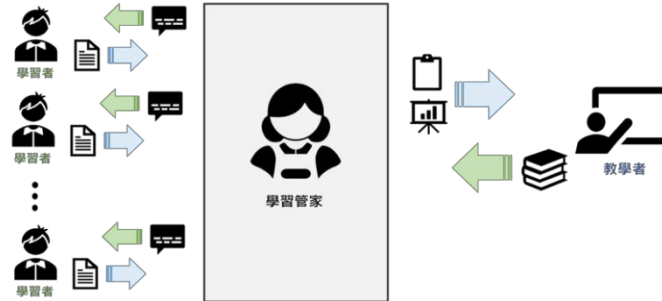


圖 1. 系統設計理念

3.2 系統架構

管家聊天機器人所應用的平台有二，其一是教室情境學習系統，其二是手機情境學習平台，此管家聊天機器人透過使用者介面提供了八項功能，分別為時間管理、情緒管理、正向激勵、提示學習目標、多重情境腳本、配音管理、人工評量及獎勵機制，如圖 2 所示。學習者可透過教室情境學習系統與管家聊天機器人一同彩排，亦可透過行動裝置隨時隨地在獻上練習網站與管家聊天機器人一同練習。

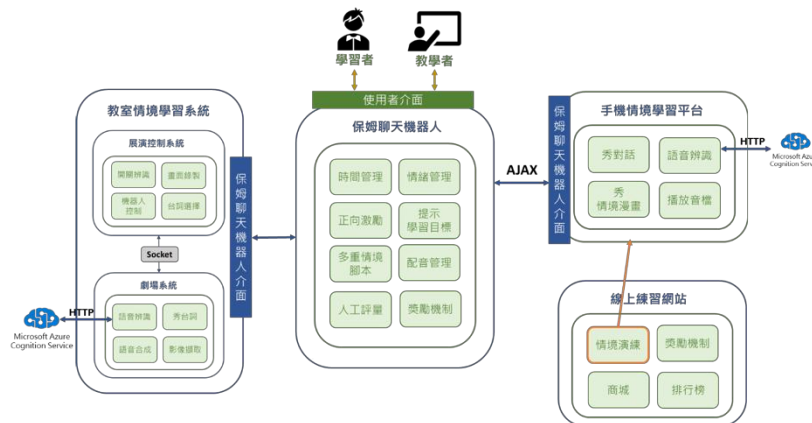


圖 2. 系統架構圖

3.3 系統實作

在教室情境學習系統實作的部分，是基於胡立綸(2021)所設計的易於持續演進之數位學習劇場為基礎建立了具管家聊天機器人與一般聊天機器人之教室情境學習系，並加入多重情境之劇本進行練習彩排。亦加入了微軟 Azure 的語音轉文字服務作為管家聊天機器人之初步評量功能，如圖 3 所示。



圖 3. 劇場系統提示學習者開始說話、語音辨識正確、語音辨識錯誤
此外，本研究於教室情境學習系統的資料庫加入了語音助理客製化功能，以設定語音

助理的名稱、語音合成的語言、語音助理性別、微軟 Azure 的預建神經語音名稱、說話風格、音高、音量、語速，增添了管家聊天機器人的角色豐富度。並且還包含了提示學習目標、正向激勵、情緒關懷與回饋之台詞，望藉此能夠降低學習者於展演彩排時的焦慮感，提升學習者的信心，同時亦能夠透過提示學習目標讓學習者了解需要努力和注意的面向。

在手機情境學習平台的部分，由線上練習網站搭載一般聊天機器人與管家聊天機器人，以驗證管家聊天機器人較是否能提升學習成效。在線上練習網站選擇劇本後，分別以管家聊天機器人、一般聊天機器人的流程闡述差異之處。首先是管家聊天機器人，學習者進入情境演練時告知學習目標及即將到來的學習行程，並給予正向激勵、觀看情境漫畫和聆聽示範音檔、錄製特定台詞並將這個音檔送出並評量(透過微軟 Azure 的語音轉文字服務)，以及情境演練後管家聊天機器人會給予學習者情緒上的關懷，並且提供五個學習者能夠回覆的心情，如圖 4、圖 5。

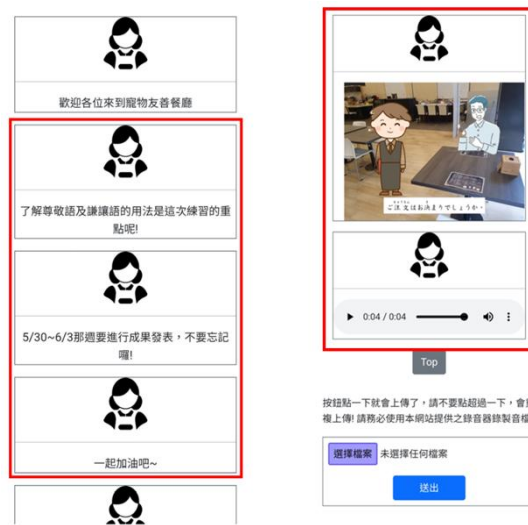


圖 4 管家聊天機器人告知學習目標、學習行程、給予正向激勵，並提供情境漫畫和示範音檔



圖 5 管家聊天機器人給予學習者情緒上的關懷

一般聊天機器人則是會讓學習者錄製劇本台詞並將音檔送出，不包含初步評量，亦不關懷學習者心情的情況下完成該次的情境演練。此外，兩種聊天機器人皆會於學習者點擊交卷按鈕完成一次情境演練時替學習者建立學習紀錄。學習者能夠於線上練習網站之練習紀錄中查看自己所錄製的台詞內容及音檔，待教學者使用管理者帳號批改完畢後，學習者便能夠看到批改分數及評語。教學者於線上練習網站能夠使用管理者帳號對情境演練上傳之音檔進行審題。以上畫面如圖 6 所示。

練習紀錄

劇本名稱	得分	總分
寵物友善餐廳	116	140

台詞內容

ご注文はお決まりでしょうか。

上傳音檔

▶ 0:00 / 0:03 🔊 🔍

得分

10

總分

10

老師評語

聲調很標準，再接再厲！

審查情境演練

尚未審查題目數量為：**15670**，一次最多顯示50筆資料

一次顯示 10 筆 搜尋:

紀錄日期	台詞內容	評分項目	實際得分	總分	評語
2022/05/20	大丈夫です。ご理解、ありがとうございます。	▶ 0:00 / 0:02 🔊 🔍	10		送出
2022/05/20	ありがとうございます。合計で4500円になります。カードと現金とどちらになさいますか。	▶ 0:00 / 0:06 🔊 🔍	10		送出
2022/05/20	5500円のお返しでございます。どうぞお帰が、あください。	▶ 0:00 / 0:05 🔊 🔍	10		送出
	かしこまりました。ログ				

圖 6 學習者於練習紀錄中查看得分與老師評語、教學者於審查情境演練分頁中進行審題

4. 實驗方法

4.1 受試者與實驗流程

本研究與桃園市某科技大學合作，招募餐旅日文課程上共 60 位學生參與實驗，並隨機將學生分為實驗組與對照組，其中實驗組共 30 人，由 16 位男性與 14 位女性組成，對照組共 30 人，由 10 位男性與 20 位女性組成。實驗組與對照組在實驗過程中完全獨立、互不影響。實驗共為期六週，實驗組與對照組的實驗皆使用相同教材，並由相同的日文老師進行授課。其中，實驗組受試者使用管家學習模式進行練習及彩排，而對照組受試者使用一般學習模式進行練習及彩排，詳見圖 7。

4.2 實驗教材

使用餐廳劇本作為實驗教材，該劇本由餐旅日文課程之授課老師協助編撰成日文，劇情講述餐廳服務生從接待客人、介紹餐點到客人用餐完畢離去的過程中可能遭遇到的情境，藉由此教材設計學生能夠學習到餐飲相關日文及餐廳接待禮儀。

4.3 研究工具

本研究於實驗前後分別進行前測及後測以了解學習成效之提升與否，並於實施後測時搭配問卷量表做進一步分析，以探討「以學習管家為模式的學習對話機器人」在學習上的成效。本次實驗所使用之前後測試卷由餐旅日文課程之授課老師協助編撰而成，測驗內容為課程範圍內的對話所構成之選擇、是非、填充題，滿分為 100 分。其中，前測試卷的施測目的為了解受試學生的先備知識，後測試卷的施測目的是為了了解在使用不同的學習模式的情況下對學習成效的影響，並以 ANCOVA 進行分析。除了前後測本實驗另以 Likert 五

點量表來設計問卷，1 分至 5 分由「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」及「非常同意」組成，共有 17 題，涵蓋了五個面向，前四個面向主要針對 ARCS 動機模型所提出之四項要素進行量測，分別為引起注意、切身相關、建立信心、感到滿足(Keller, 1987)，而第五個面向為學習責任，由研究人員自行編寫後經專家檢視設計而成。

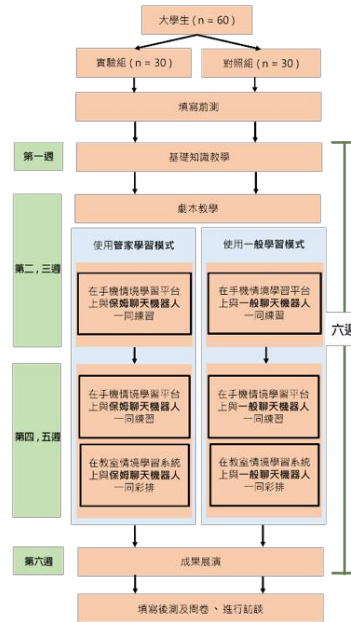


圖 7 實驗流程圖

5. 結果與討論

5.1 前後測驗

本研究以 SPSS 22 統計分析軟體來分析實驗數據，並探討使用管家學習模式和使用一般學習模式對學習者的影響為何。並以共變異數分析 (ANCOVA) 來分析前後測成績，實驗組學習者的平均分數與調整後平均分數分別為 82.40 分與 81.70 分，而對照組學習者的平均分數與調整後平均分數分別為 72.16 分與 72.85 分，排除前測成績對後測成績的影響後，兩組之間存在顯著差異 ($F = 6.255, p = .015 < .05$)，且淨 eta 平方值 (partial eta square) 為 .099，介於 .058 至 .138 之間，其效應值 (effect size) 可視為中等效果 (medium effect) (Cohen, 1992)。此兩項數據意味著使用「以學習管家為模式的學習對話機器人」比起「一般模式的學習對話機器人」能夠顯著的提升學習者的學習成效，而且影響效果具中等之水準。

5.2 問卷

問卷針對五個構面進行信度分析，包含引起注意、切身相關、建立信心、感到滿足、學習責任，並以這五個構面進行獨立樣本 t 檢定。經 Cronbach's Alpha 評定此問卷可信度 0.986。結果顯示實驗組與對照組在所有的構面上皆不顯著，即意味著「以學習管家為模式之學習對話機器人」並無降低學習動機和學習責任。因此為進一步了解受試學生對於以學習管家為模式的學習對話機器人的使用感受，本研究安排了後續的訪談，找來了四位參與本次實驗之學生對他們進行面對面訪談，大部分學習者認為管家聊天機器人能發揮督促作用，以及提供學習上的趣味性。而少部分的學習者認為一般聊天機器人較能使人進入專注學習的狀態，這可能是課後問卷中五個面向不顯著的原因之一。

6. 結論

本研究在手機情境學習平台和教室情境學習系統上，為教師與學生提供了一種新的使用聊天機器人作為學習管家的教學方式，其功能包含了四大面向，包含學習規劃、客製化選擇、加強輔導和關懷管理，在學習規劃面向，學習管家能夠協助時間管理，並透過獎勵機制來幫助學習者建立學習習慣；在客製化選擇面向，能夠提供學習者一定的情境資訊來

進行情境學習；在加強輔導面向，學習管家能夠針對初步評量不足的部分進行人為介入，使學習者能夠得到更為全面的學習反饋；在關懷管理面向，學習管家能夠替學習者進行情緒管理，關懷學習者的學習心情並適時給予正向激勵。並且能使教師以更便捷的方式規劃、追蹤學生的學習進度。

研究結果指出，使用以學習管家為模式的學習對話機器人能夠顯著地提升學習成效。此外課後問卷之結果說明以學習管家為模式的學習對話機器人並無降低學習動機與學習責任，並且在後續的訪談可知大部分的受試者的回饋是正向的，故推薦以將學習管家融入教學當中。

致謝

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號：MOST 111-2410-H-008 -012 -MY3；MOST 111-2811-H-008-008

參考文獻

- 胡立綸(2021)。設計與製作一個易於持續演進之數位學習劇場軟體架構。國立中央大學資訊工程研究所。
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *science*, 323(5910), 66-69.
- Demir, K., & Akpinar, E. (2018). The Effect of Mobile Learning Applications on Students' Academic Achievement and Attitudes toward Mobile Learning. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6(2), 48-59.
- Divekar, R. R., Drozdal, J., Chabot, S., Zhou, Y., Su, H., Chen, Y., ... & Braasch, J. (2021). Foreign language acquisition via artificial intelligence and extended reality: design and evaluation. *Computer Assisted Language Learning*, 1-29.
- Gallacher, A., Thompson, A., Howarth, M., Taalas, P., Jalkanen, J., Bradley, L., & Thouësny, S. (2018). "My robot is an idiot!" – students' perceptions of AI in the L2 classroom. *Future-proof CALL: language learning as exploration and encounters – short papers from EUROCALL*, 70-76.
- Huang, C. S., Yang, S. J., Chiang, T. H., & Su, A. Y. (2016). Effects of situated mobile learning approach on learning motivation and performance of EFL students. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(1), 263-276.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development*, 10(3), 2-10.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.
- Lee, Y. C., Yamashita, N., Huang, Y., & Fu, W. (2020, April). "I Hear You, I Feel You": encouraging deep self-disclosure through a chatbot. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-12).
- Liu, C. C., Liao, M. G., Chang, C. H., & Lin, H. M. (2022). An analysis of children' interaction with an AI chatbot and its impact on their interest in reading. *Computers & Education*, 104576.
- Malson, E. (2021, April 30). *How to Become a Nanny*. US Nanny Association. <https://www.usnanny.org/become-a-nanny/>
- Okonkwo, C. W., & Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100033.

- Pham, X. L., Pham, T., Nguyen, Q. M., Nguyen, T. H., & Cao, T. T. H. (2018, November). Chatbot as an intelligent personal assistant for mobile language learning. *In Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Education and E-Learning* (pp. 16-21).
- Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. *In Academy of Management Annual Meeting (AOM)*.
- Yin, Q., & Satar, M. (2020). English as a foreign language learner interactions with chatbots: Negotiation for meaning. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*.
- Zhou, L., Gao, J., Li, D., & Shum, H. Y. (2020). The design and implementation of xiaoice, an empathetic social chatbot. *Computational Linguistics*, 46(1), 53-93.

調查好奇問模式對學生在寫作前想法產生的影響

Investigating the Impact of the Curiosity-Questioning Model on Students' Ideas Generation

洪佳伶^{1*}, 廖長彥², 陳德懷¹

¹臺灣中央大學 網路學習科技研究所

²臺灣中央大學 客家語文暨社會科學學系

* 110524025@cc.ncu.edu.tw

【摘要】 寫作前的思考對於學生來說至關重要。過往寫作主題由老師直接提供，學生在寫作時沒有足夠的相關知識背景，且缺乏對於主題的好奇，使學生寫作的動機只有為了考試或交作業，學生將會越來越排斥寫作。因此，本研究聚焦於寫作前的活動，發展「好奇問」寫作模式，利用學生好奇心激發的興趣，來改善學生寫作的動機，過程採用多媒體素材及結合腦力激盪的方式刺激學生思考，藉由提出問題來累積想法，建立大量背景知識作為寫作材料，能夠讓學生在寫作過程中產生興趣並持續寫作，期望教師能透過此模式促使學生建構想法，能提升學生寫作動力及表現。

【關鍵字】 寫作前；好奇心；寫作興趣；腦力激盪；提出問題

Abstract: Thinking before writing is crucial for students. In the past, the topic of writing was provided directly by the teacher. Students did not have enough relevant knowledge background when writing, and they lacked curiosity about the topic. The motivation for students to write was only for exams or handing in homework. Students will increasingly reject writing. Therefore, this study focuses on pre-writing, develops the "curious questioning" model, and uses the students' curiosity by asking questions, the process uses multimedia materials and brainstorming methods to stimulate students' thinking as writing materials to write. It is hoped that teachers can use this model to encourage students to construct ideas and improve students' writing motivation and performance.

Keywords: pre-writing, curiosity, writing interest, brainstorming, questioning

1. 前言

現今寫作都只是追求寫作成果及品質，忽略寫作的過程，但對於大多數的學生來說，開始寫作時容易面臨困難，學生對於主題的詞彙量不足，不僅是想法的產生與組織方面的難題，還要將想法轉化為文字表達出來。於是，對於學生來說，在寫作前(pre-writing)階段是關鍵的過程，不僅能先促使學生針對主題的思考，也讓學生設想如何運用於後續的寫作。好奇心是透過尋找訊息以彌補知識差距 (Hidi & Renninger, 2020)，對於主題有興趣的人可能會產生好奇的問題 (Renninger & Hidi, 2019)，基於問題引發探究，因而獲得更多的想法，藉此幫助學生在沒有思路的狀態下寫作。因此，本研究聚焦於在寫作前的活動準備，試圖探討在寫作前刺激學生的好奇心對於寫作的影響？基於上述，本研究設計一個寫作模式，利用多媒體素材促發學生的好奇心的過程，並透過提出問題挖掘更多層的想法，及結合腦力激盪的方式，反覆刺激學生產生想法，進而鼓勵學生參與寫作並產生興趣。

2. 模式設計

本研究針對學生在寫作前，基於「趣創者理論」(Chan et al., 2018)理論為背景基礎，發展「好奇問」寫作模式，先以利用多媒體教材刺激學生的好奇心，結合腦力激盪方法為主要設計。模式透過提出問題收集大量的想法的原理，為了整理散亂的想法，讓想法具體化，變得明確以提升對於想法核心的掌握度，因此再想法產生的階段之後，接續分類、整合想法的階段以幫助學生組織想法。模式的第一階段為「產生想法」，因在整理想法的前提，需要大量的想法的提供，本研究結合循環式(Round-robin)腦力激盪的方法，讓學生輪流提出問題或

想法，可以基於組員的問題作延伸或創造新的想法。分類為整理想法的方式之一，在第二階段「分類想法」，經由小組將組內的所有想法做分類整理，學生可以按照想法的種類、來源等，依據觀察找到的特徵將想法歸類，或是把相似的問題放在一起，並取名為分類名稱。完成分類後，第三階段「整合想法」與最後的「轉換想法」階段，是進一步對於想法的整理，對類別中有重複或相近的想法合併和刪減，並將非問題之想法轉換成開放式問題，目的是讓學生以提問的方式，持續促發他們的好奇心，加上小組合作的過程，積極組織這些想法素材，想法便可以被擴展。

3. 初步評估

3.1. 研究參與者

本研究之研究參與者為桃園某實驗學校共 10 位四年級學生，預計採用好奇問寫作模式將促進他們的寫作過程，並透過資料分析及課堂觀察狀況，進一步調整適合學生的寫作模式。

3.2. 初步結果

本研究之實驗主題為能源主題，本研究主要探討的問題是好奇問寫作模式的使用，是否會影響學生在寫作的影響，初步從全班各組的提出問題數顯示，循環式腦力激盪的方式會助於學生想法的產生，且後續學生的想法與前者的相關性大，得知前面提出的想法會影響後續其他組員想法的產生。在分類階段發現，學生多數以發電方式、一般科學知識等作為分類的依據。根據課堂觀察，學生會試圖尋找答案，以作為相似問題的依據，除了會與組員分享他們的知識，還會由一個人做為討論的主導者，例如主持組內的想法該分在哪一類，讓每位組員都發表意見。

3.3. 後續工作

因初步只探討上述問題，後續將持續進行及入班觀察，並運用科技輔助此寫作模式，協助學生想法的保留及快速地組織。雖然初步分析無法評量學生的好奇程度，但讓學生不斷針對主題提出相關問題，學生進而想進一步探索，也讓學生投入在課堂討論的寫作活動中。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (109-2511-H-008 -011 -MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- Chan, T. W., Looi, C. K., Chen, W., Wong, L. H., Chang, B., Liao, C. C., ... & Ogata, H. (2018). Interest-driven creator theory: Towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century. *Journal of Computers in Education*, 5(4), 435-461.
- Hidi, S. E., & Renninger, K. A. (2020). On educating, curiosity, and interest development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 35, 99-103.
- Renninger, K. A., & Hidi, S. E. (2019). Interest development and learning. In K. A. Renninger & S. E. Hidi (Eds.), *The Cambridge handbook of motivation and learning* (pp. 265 – 290).

数字时代高中语文“跨媒介阅读与交流”教学研究

Teaching Research on "Cross-media Reading and Communication" in the Digital Era

刘雨辰, 魏顺平
中央民族大学教育学院
1152542867@qq.com
weishunping@muc.edu.cn

【摘要】 当前, 积极开展信息技术与语文学科教学整合已成为语文教学的一种常态, “跨媒介阅读与交流”即是整合的一种具体形态, 是高中语文教学适应数字时代发展的产物。文章采用文献计量法、知识图谱分析及内容分析法, 对“跨媒介阅读与交流”近五年教学研究成果及案例进行分析, 发现“跨媒介阅读与交流”教学研究成果呈逐年上升趋势, 内容聚焦在跨媒介、教学评价、媒介素养等方面。最后, 文章指出未来教学研究需要努力的方向, 提出探索课程资源, 回归语文性, 丰富教学评价, 打破条件限制等建议。

【关键词】 数字时代; 新媒体; 跨媒介阅读与交流; 高中语文; 教学研究

Abstract: At present, actively carrying out the integration of information technology and language teaching has become a normal state of language teaching, and "cross-media reading and communication" is a specific form of integration, which is the product of high school Chinese teaching adapting to the development of the digital age. This paper uses bibliometrics, knowledge graph analysis and content analysis to analyze the teaching research results and cases of "cross-media reading and communication" in the past five years, and finds that the teaching and research results of "cross-media reading and communication" are increasing year by year, and the content focuses on cross-media, teaching evaluation, and media literacy. Finally, the paper puts forward suggestions such as exploring curriculum resources, returning to language, enriching teaching evaluation, and breaking the constraints.

Keywords: Digital era, new media, cross-media reading and communication, high school Chinese, teaching and research

基金项目: 本文受国家自然科学基金 2022 年面上项目“教育信息化战略对民族地区义务教育优质均衡的影响研究 (72274234)”、2022 年度教育部人文社会科学研究规划基金项目“多文本阅读中基于多模态数据的认知负荷作用机制研究”资助。

1. 引言

信息技术快速发展的背景下, 新媒体的出现为语文阅读课堂开拓了多种教学方式, 让语文阅读课程立体化、具象化, 为语文教学提供了更多的可能性。语文阅读不再局限于传统纸质媒介, 交流表达方式也更为丰富。为适应时代发展, 2017 年发布的《普通高中语文课程标准》设置了“跨媒介阅读与交流”学习任务群, 在此之后, 跨媒介阅读与交流的实践引起相关学者以及一线教师广泛关注。本文拟对高中语文“跨媒介阅读与交流”在数字时代的教学研究成果及相关教学案例进行分析, 以期梳理“跨媒介阅读与交流”教学经验, 总结教学特点, 发现问题并提出改进建议。

2. 数据来源及分析方法

本文使用 CiteSpace 软件和 SATI 数据统计软件并运用文献计量法、知识图谱分析法、内容分析法对“跨媒介阅读与交流”教学研究论文及教学案例进行分析。在中国知网学术期刊库中, 以“跨媒介阅读与交流”为关键词, 检索字段设为“主题”, 检索年限设定为 2017 年至 2022 年检索论文, 经剔除与“高中语文”相关度较低的论文后, 得到 240 篇期刊类论文, 其中 76 篇学术期刊论文和 164 篇特色期刊论文 (检索时间为 2023 年 2 月 10 日)。同时, 作者分别从由王宁、褚树荣、张悦等人主编的著作中梳理了 27 篇教学案例, 经过筛选后保留了

22 篇将情境、探究与实践教学相结合的优秀案例。

3.研究基本情况

3.1.文献时空分布

2017 年 12 月 31 日教育部发布印发《普通高中语文课程标准（2017 年版）》通知并宣布其在 2018 年秋季开始执行后，才开始有学者为“跨媒介阅读与交流”提供解读。2018 年该主题下的发文量缓慢增长，由于该内容属于新概念，人们对其认识不够深入甚至在教学中存在误区，所以相关理论和实践探索较少。2018 年至 2020 年，该主题的发文量迅速增长，开始得到学界的普遍关注。2020-2022 年发文数量达到持平状态。

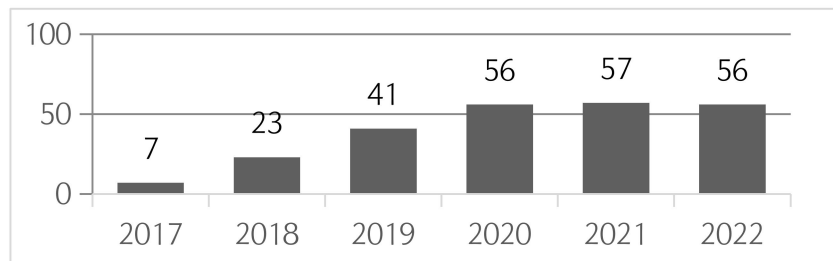


图 1 文献年度变化

结合 SATI 软件统计的数据，作者对“跨媒介阅读与交流”主题下的期刊文献进行时空分布分析，如图 2 所示。《语文教学通讯》《语文建设》《中学语文》的相关发文量排在总期刊的前三位。其中《语文教学通讯》和《中学语文》是中学语文教学类专业刊物；《语文建设》是综合性语文刊物。

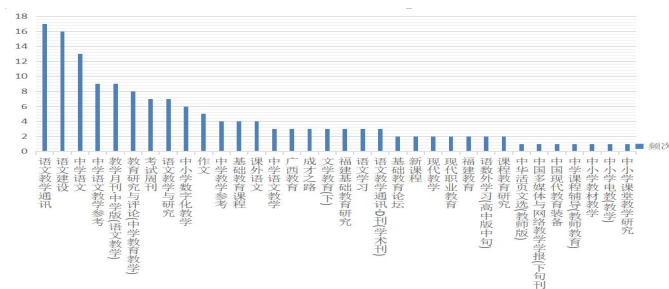


图 2 文献期刊分布

3.2.关键词分析

本文以 240 篇文献为基础，选择“Keyword”作为节点类型，运行 CiteSpace 软件进行共现分析，得到共现图谱，如图 3 所示。

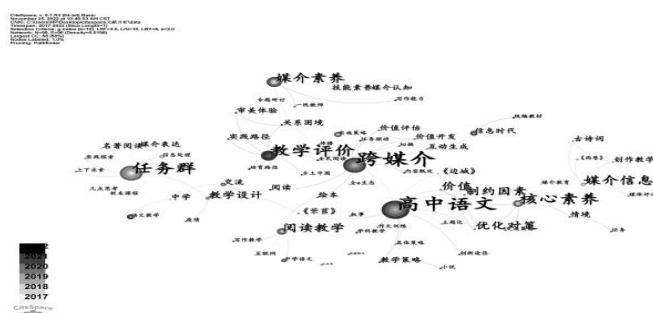


图 3 关键词共现图谱

可以发现该主题以“高中语文”“跨媒介”“任务群”为中心形成重要的研究区域，同时，“媒介素养”“核心素养”“教学评价”等也备受学界关注，这些词基本代表了我国 2017-2022 年间“跨媒介阅读与交流”研究热点。

4.教学研究主题分析

关键词图谱显示，跨媒介的角色，数字时代下如何进行相关的“教学评价”以及如何培养学生的“媒介素养”“核心素养”是教学设计与实施研究中关注的内容。

4.1. 跨媒介的角色

在语文教学中，跨媒介存在不同的角色。一方面，跨媒介就是学习内容。其强调数字时代的高中生需要在学会语文知识的基础上，了解媒介特点，学会用多种媒介，尤其是数字媒介和信息辅助工具，例如：教学案例《为新科技设计有创意的跨媒介表达》中，教师引导学生使用网络媒介和手机、摄影机等工具来获取媒介信息并提供合适的软件对媒介内容进行剪辑。另一方面，跨媒介是学习手段。其渗透在语文学习过程之中，为语文学习提供支撑，是学生阅读与交流的辅助工具。学生在媒介信息获取、辨析和交流分享等方面，不再局限于传统的纸质文本，而是通过电影赏析、网络调查、评书欣赏、MTV 的制作等多样形式完成学习任务。可见，跨媒介是学生语文学习内容与手段。

4.2. 教学评价

首先，数字时代下，教师培养学生媒介素养成为语文教学的任务之一，所以在教学中教师会注重评价的多样性。“多样”包括方式和主体两个方面：在评价方式上，应将过程性评价与多种方式综合使用。在评价主体上，教师选择多元化的评价主体，能更准确地反映学生的学习情况。其次，表现性测评是跨媒介阅读与交流研究论文中提及最多，也是教师教学实践中使用最多的评价类型。此外，研究者更强调教师在教学评价中要从真实的语用环境入手，发挥跨媒介学习实践活动的评价作用。最后，教学评价注重测试与命题设置的完善。顾之川、毛刚飞等多位研究者认为，无论在专题学习时设计问题，还是进行综合性自我评估，都要尽量设置实践性、个性和开放性的题目来测量学生的知识掌握和媒介运用的情况。

4.3. 教学设计与实施

跨媒介阅读与交流在实践中包含教师引导学生阅读、辨析、整合、交流分享的过程，其目的是在真实情境中，教师通过综合实践培养学生媒介素养，最终指向核心素养。本文对教学案例的教学流程进行梳理后整合为以下内容，如图 4 所示。

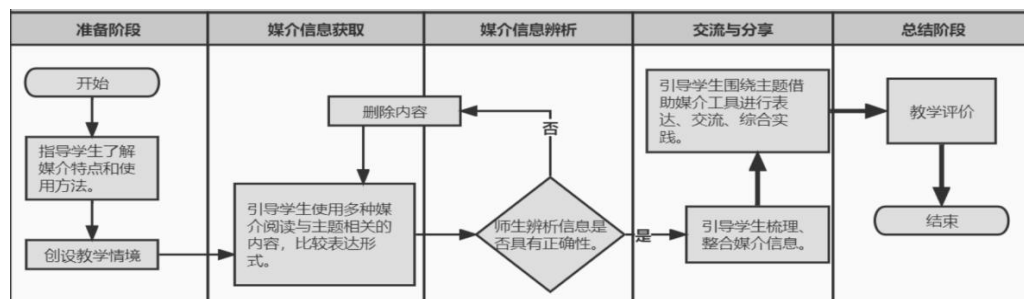


图 4 教学流程图

首先，在媒介信息获取层面，活动形式主要可分为自主探究、社会调查、资源供应三个大方向，其性质指向综合实践。其次，在媒介信息辨析层面，教学中存在“阅读与比较”“软件辅助筛选”“阅读与欣赏”三个主要活动形式。跨媒介阅读与交流最核心、最本质的任务仍然是语言文字的理解运用。学生在筛选辨析内容的过程，也在逐渐了解不同媒介语言文字运用的规律、特点，从更理性的层面认识媒介素养对现代人获取、辨析、应用媒介信息的重要性。最后，学生运用媒介信息交流与分享的层面，通过多种媒介渠道获得新的认知体验。目前，多数研究虽然聚焦于“阅读”方面，但仍有“交流”的影子，其一般活动形式为：开展“成果分享会”或多类型比赛，构建交互性的“跨媒介学习共同体”。

5. 教学研究困境与建议

5.1. 探索课程资源

目前教学实践中，有些课堂内容过多、难度大并脱离实际生活甚至完全成为专业理论课。对此，研究者应首先结合学情合理调整教学难度和课时，避免教学设计与实践相脱节。除此

之外,研究者需要进一步探索贴合语文性质的课程资源,例如:拓展具有当地特色的跨媒介阅读校本课程,结合选择性必修的内容开展跨媒介性质的语文实践活动等。

5.2. 回归语文性

未来的跨媒介阅读与交流下的研究主题更需要研究者基于语文的“根”向外延伸,即以语文学习中的某一问题为出发点,从语文常见问题的某一角度入手,将语文作为学生学习的“泥土”生根发芽后,才能慢慢延伸到课外知识中去。总之,学生阅读多种媒介表达内容后,其落脚点仍需回归语文课堂。跨媒介中的“跨”,不是对纸质媒介的完全否定,不是多种媒介间的割裂与隔离,而是需要教育研究者在“跨”的基础上,将媒介内容融合,再引导学生将视线“跨”回语文教学内容上。由此,语文跨媒介阅读与交流才能从以课文、知识技能为中心,转变到以素养、情境和任务为中心的教学。

5.3. 丰富教学评价

首先,教学研究以及相关案例中,教学评价的受益主体呈现单一性特点。结合文献梳理,不仅学生对于跨媒介阅读与交流很陌生,而且教师未必清楚相关知识和技能。因此,在未来的教学研究中,教学评价应适当在学生受益为主的基础上,增强教师等受益主体的范围。其次,目前的跨媒介阅读与交流课堂上,教学评价环节与教学过程是存在割裂关系的。在未来的研究中可以考虑将教学评价与跨媒介教学密切结合、相辅相成,并适当贯穿教学过程,真正做到教学评价的过程就是学生学习的过程。最后,在语文的跨媒介学习中,教师对学生学习过程、成果的评价内容不再拘泥于依照教学目标进行单纯的纸笔测验,而是扩大到个性化并且有多媒介支撑的工具使用、信息获取、辨析与表达等学习表现或成果。但是,有些内容量化的难度较高,在未来的研究中,教师需在传统教学评价的基础上优化教学评价体系与指标,研究人员需进一步加强教学评价量化计算模型的研究。

5.4. 打破条件限制

目前,偏远地区以及乡村学校在该主题下的教学研究与实践较少,这是因为跨媒介阅读与交流的实施在教育信息化高的校园环境中才能获得较好的效果,但是一些偏远地区和乡村学校的硬件设置不全、设施陈旧、内容更新速度慢,为跨媒介阅读和交流的实践推广增加了困难。因为该方面的情况已是客观事实,所以在未来的研究中,教师需要因地制宜,从主观方面灵活机动地调动一切资源来缓解设备不均衡所带来的阻力。研究人员需放宽视野,聚焦家庭、社会、学校等多方面的调查,在教材文本的基础上,勇于探索与创新跨媒介阅读与交流的新模式。

6. 总结

本文从多个角度出发进行分析,发现该主题教学下的跨媒介角色,数字时代下如何进行相关的教学评价以及如何培养学生的“媒介素养”“核心素养”是教学设计与实施研究中关注的内容。最后,针对当前的教学研究现状提出探索数字时代下课程新资源,回归语文性质,丰富跨媒介教学评价,打破条件限制等建议。

参考文献

- 王宁.(2021).高中语文学习任务群详解与案例丛书.北京:语文出版社.
- 王超 & 孙静雯.(2021).跨媒介阅读与交流视域下的经典名著阅读.文学教育(上)(06),126-128.
- 关嘉曦 & 马会.(2021).“跨媒介阅读与交流”理念下的高中语文名著阅读教学.赤峰学院学报(汉文哲学社会科学版)(12),101-105.
- 顾之川.(2018).跨媒介阅读与交流:教材、教学及评价.语文建设(34),17-21.
- 曹勇军.(2018).用跨媒介探索名著阅读新的打开方式——兼谈对“跨媒介阅读与交流”任务群实施的理解.语文建设(28),12-15,37.

基于智能英语教学系统的高等教育外语词汇教学实践研究

Practical Research on Foreign Language Vocabulary Teaching in Higher Education based on

Intelligent English Tutoring System

张誉月¹, 贾积有^{1*}, 黎宇珍^{1, 2}

¹ 北京大学教育学院教育技术系

² 北京理工大学珠海学院外国语学院

persistbetter@stu.pku.edu.cn, *jjy@pku.edu.cn, st20016d@gse.pku.edu.cn

【摘要】 本文提出了一套基于智能英语教学系统的高等教育外语词汇教学方案, 并在某工科高校大学英语课程进行了一个学期的自然实验研究。分析学生系统使用数据和常规考试数据发现: 实验组在后测取得的成绩比前测更高; 在常规考试中, 实验组在总分和各个单项上的平均成绩都优于对照组; 即使考虑了两组学生实验前的成绩差异, 协方差分析也表明实验组的平均成绩仍显著高于对照组。该方案能帮助学生提高英语成绩和英语素养, 其原因在于智能教学系统所提供内容的个性化、学生智能手机的快捷方便性及多媒体功能。

【关键词】 智能教学系统; 大学英语教学; 教学实践; 智能手机

Abstract: In this paper, a foreign language vocabulary instruction scheme for higher education based on intelligent tutoring system is proposed, and a natural experimental study is carried out in a college English course of an engineering university for one semester. By analyzing the data, it was found that the experimental group achieved higher scores in the post-test than in the pre-test; In the routine examination, the experimental group was better than the control group in the total score and the average score of each single item. Even after accounting for the difference in pre-experiment scores between the two groups of students, the covariance analysis showed that the average score of the experimental group was still significantly higher than that of the control group. The solution can help students improve their English performance and English literacy. The reasons lie in the personalization of the content provided by the intelligent teaching system, the convenience of the students' smart phones and the multimedia function.

Keywords: intelligent tutoring system, foreign language instruction in universities and colleges, instruction practice, smart phone

1. 引言: 技术赋能高等教育

高校可以通过以下各种前沿技术的适当应用, 促进学生的专业素质和综合素质的全面发展: 1) 数字资源、数字终端、网络环境, 为培养学生的专业素质提供了技术保障。多媒体计算机的交互性有利于激发学生的学习兴趣 and 认知主体作用的发挥, 通过课程管理平台, 学生可以有效地参与各类教学活动、管理教学资源、形成学习档案。VR、AR 等元宇宙技术更能打破空间的隔阂 (陈昂轩、贾积有, 2022), 为学生提供充分交互、完全沉浸、充满想象的学习环境。教师在先进的教学理念指导下, 也可以充分利用上述手段, 为学生设计翻转课堂、混合式教学等新型的学习方式, 让学生达到最好的学习效果 (黎宇珍、贾积有和蒋学清, 2022)。2) 数据挖掘、数据可视化等人工智能技术, 可以对学生在学业成绩、体育运动、食堂消费、课堂表现等各个维度的海量数据进行挖掘分析和可视化, 形成学生学习、生活等各个维度的个性化画像, 并评价、预测学生的综合素养。

2. 智能教学系统赋能高等教育外语教学

智能教学系统能够模仿人类教师帮助学习者进行某个学科、领域或者知识点学习 (贾积

有, 2018)。本研究团队曾提出常规教室的英语教学设计, 包括学生平板电脑、教师智能终端、局域网和智能教学系统 CSIEC (贾积有, 2012)。随着我国智能手机的普及和课程管理系统、5G、人工智能等前沿技术的发展, 学生可以在校内外通过手机和 5G 访问网络资源, 替代上文中的局域网。本团队继续完善了智能英语教学系统, 以支持高校的外语教学。

该系统旨在提高学生的外语专业素质, 包括词汇练习、对话练习、语法练习等外语教学必备的核心要素, 有两种方式, 一是单词填字游戏 (crossword), 二是听音、选义、写词的单词小测验 (quiz)。在每一教学单元的 crossword 填字游戏中, 系统会随机为每个学习者产生一个纵横交错的空白词汇矩阵, 学生点击某个空白词汇上, 会看到右边显示的汉语解释, 据此填写相应的英语单词, 依次循环, 将所有的空白补充完整、形成词汇矩阵, 即完成了游戏任务; 在每单元的 quiz 测验中, 学生通过点击按钮, 听取该单词或者短语的发音后, 不仅需要从 4 个选项中选择正确的中文意思, 且需要正确完整地拼写该单词, 如图 1 所示。

每个学生看到的词汇顺序、所需要选择的汉语意思的四个选项都是随机出现的, 避免学生相互抄袭。无论是在填字游戏还是小测验中, 学生提交答案之后都会看到相应的得分。在每个单元的练习中, 学生都可以多次尝试填字游戏和小测验, 逐步提高对词汇的掌握程度。

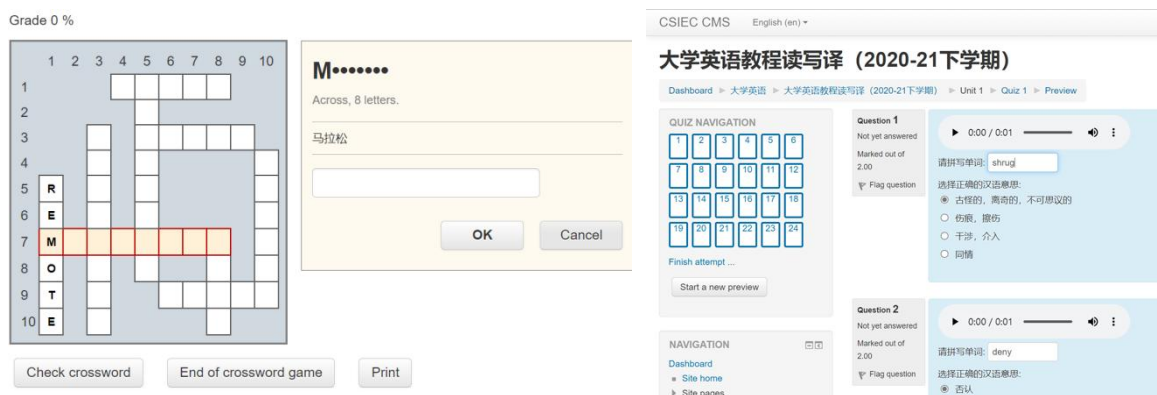


图 1 系统填字游戏 (Crossword) 和听音、选义、写词 (quiz) 界面示例

该系统基于客户端/服务器模型, 学生通过事先授权的用户账户和密码登录, 参与其中的各项练习。每个学生的参与过程, 都被自动记录保存, 包括起始时间、成绩等。老师可以访问、下载、分析这些数据, 以便了解班级的总体情况和每个学生的具体表现。

3. 实证研究及其效果

3.1. 实验设计

为了验证上述方案的实际效果, 本文在某工科高校《大学英语教程读写译》课程中进行了一个学期实证研究。为了解学生的基础词汇水平, 实验之前设置了前测, 为 50 个单词的听音、选义、拼写的小测试, 测试中的单词均来自于本学期课程 8 个单元, 每个单词分值为 2 分, 满分 100 分。实验结束时设置了后测, 其内容和前测完全一样, 便于和前测进行比较。

基于学生在学期中所有单元、前测及后测的表现, 本文将学生分为实验组和对照组: 前后测都参与且总使用系统次数较多 (大于等于 3 次) 的学生属于实验组, 其他学生属于对照组。剔除异常数据后, 总实验组样本量共 488 条, 其中实验组样本量 209 条、对照组样本量 279 条。学生的成绩均呈正态分布, 可以进一步使用 t-test 等统计方法比较差异。

如此大规模的实证研究很难采用要求严格的准实验方法, 因此本文采用了自然实验法 (Jia & Chen, 2020)。通过参与次数、所有活动的平均成绩、所有活动的总得分三个维度对比实验组和对照组学生使用该系统学习的行为差异, 从表 1 可以看到, 实验组在所有的三个维度上都高于对照组; 在参与次数和所有活动的总得分两个维度上, 实验组和对照组的差异呈统计意义上的非常显著性 ($p < 0.01$)。所以, 按照自然实验法进行的分组是有效的。

表 1 实验组和对照组使用系统的行为比较

	人数	参与次数			所有活动的平均成绩			所有活动的总得分		
		均值	标准差	中位数	均值	标准差	中位数	均值	标准差	中位数
实验组	209	9.10	1.98	9.00	83.47	10.11	85.22	765.96	214.38	739.62
对照组	279	6.97	2.34	7.00	82.33	19.35	88.11	616.80	218.68	644.96
差值	-70	2.13**	-0.35	2.00	1.14	-9.24	-2.89	149.17**	-4.29	94.67
t-test p 值		6.36802E-24			0.392970667			3.64849E-13		

注: **表明 $p < 0.01$.

3.2. 实验组在系统中的成绩变化分析

如表 2 所示, 从前测到后测, 实验组学生的平均成绩提高了 19.2 分, 成绩的中位数也提高了 27 分, 该平均成绩的差异非常显著 ($p < 0.01$), 后测相对于前测而言的效果量为 0.771, 为较大的效果。这说明经过一个学期系统的使用, 学生们对词汇的掌握程度显著提高。

表 2 实验组前后测成绩差异

	前测	后测	差异
均值	45.18	64.37	19.19**
标准差	23.51	26.10	2.59
中位数	40.50	68.00	27.50

注: **表明 $p < 0.01$.

3.3. 实验组和对照组期末成绩比较

为了探究该词汇练习系统对常规期末考试成绩是否有影响, 即词汇能力的提高是否能提高除词汇外的听力、阅读、汉译英和写作等其他能力, 本文还收集了学生常规英语考试的期末成绩进行对比分析, 结果如表 3 所示。

表 3 实验组和对照组学生期末成绩差异

		听力 20 分	词汇 20 分	阅读 30 分	翻译 15 分	写作 15 分	总分
实验组 (N=209)	均值	14.76	11.90	15.79	10.45	11.28	64.18
	标准差	3.24	3.98	4.96	2.35	1.95	11.50
对照组 (N=279)	均值	14.41	10.49	14.63	9.59	10.44	59.57
	标准差	3.66	4.21	5.24	2.78	2.66	14.06
均值差		0.35	1.41**	1.16**	0.86**	0.84**	4.62**
cohen's d 效应量		0.10	0.34	0.23	0.33	0.35	0.35

注: **表明 $p < 0.01$.

可以看出, 无论是总分还是各个单项得分, 实验组学生的平均成绩均高于对照组学生; 独立样本 t 检验结果表明, 实验组的总分均值显著高于对照组的总分均值 ($p < 0.01$)。从分项上来看, 实验组学生在词汇、汉译英、写作方面的成绩优势非常显著 ($p < 0.01$)。说明系统对实验组学生的英语学习的帮助作用不仅表现在词汇能力提高上, 也表现在总分的提高上。

3.4. 以上学期期末成绩为协变量的协方差分析

最后，为了消除学生基础能力差异的影响，本文以上学期的期末考试成绩为协变量、以是否为实验组成员为自变量、以本学期期末成绩为因变量，分析使用系统频率对成绩的影响。

表 4 协方差分析（置信区间：95%）

组别	平均值	标准误差	下限	上限
实验组	63.060	0.582	61.916	64.205
对照组	61.545	0.505	60.554	62.537

由表 4 可见，即使在考虑到上学期期末考试成绩的前提下，实验组本学期期末考试的平均成绩仍然高出对照组 1.5 分，该差异呈统计意义上的显著性（ $P=0.051 \approx 0.05$ ）。表明无论学生英语基础水平如何，智能教学系统对学生的英语能力提高仍然有显著的促进作用。

4. 结论和讨论

本文提出了一种智能教学系统 CSIEC 赋能高等教育外语教学具体方案，为验证该方案的实际教学效果，在某工科高校进行了一个学期的自然实验研究，根据使用频次将学生分为实验组和对照组。通过分析实验组的前后测成绩发现，使用次数较多的实验组在词汇测试中取得显著进步；通过对比实验组和对照组的常规期末考试成绩发现，实验组在总分和词汇单项上的平均表现都显著高于对照组；通过协方差分析发现，即使考虑了上学期期末成绩的差异（即基础水平的差异），实验组本学期期末成绩仍然显著高于对照组。所以，本文提出的方案，对于学生的词汇能力以及整体英语水平的提高都有很大的帮助。

上述实验的有效性，应该归因于智能教学系统为不同学生呈现练习内容的个性化，学生做题结果的及时反馈功能，以及能够通过手机和 5G 网络在教室内外实时使用该系统的多媒体功能。此外，规定学生只能在限定的时间内访问所练习的内容，也会促使学生珍惜练习时间、加强注意力和记忆效果。该系统的应用具有长期性，因此在一个学期的常态应用，而非短时期的应用，对学生英语专业素养的促进效果更加明显。

致谢

本文是全国教育科学规划 2022 年国家一般项目“基于大数据挖掘的学生智能评测和辅导研究”（BCA220208）的一项研究成果。感谢所有参与项目的老师和学生！

参考文献

- 陈昂轩和贾积有（2022）。教育元宇宙——虚拟沉浸的教学新模态。教学研究, 2022,45(03), 1-6+13。
- 贾积有（2019）。平板电脑在中小学英语课堂教学中的应用探究——基于 6 个省市 9 节中小学英语课程视频的分析。现代教育技术, 2019,29(11), 74-79。
- 贾积有（2018）。人工智能赋能教育与学习。远程教育杂志, 2018,36(01), 39-47。
- 贾积有（2012）。高性价比的便携式智能电子学伴及其在传统教室的应用探讨。中国电化教育, 2012(03), 120-126。
- 黎宇珍、贾积有和蒋学清（2022）。国内大学英语混合式教学研究述评与展望(2001—2021)。外语电化教学, 2022(03), 58-63+111。
- Jia, J., & Chen, Z. (2020) Voluntary participation and natural grouping with smart phones: an effective and practical approach to implement a quasi-experiment. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 2020, 14(1), 49-62.

探討高中生運用 Trello 平台以專題式學習進行英文自律學習成效

Investigating High School Students' Self-Regulated Learning in Project-based Learning: A study of applying Trello

董佩瑄^{1*}, 林倍伊², 周秋惠³, 林秋斌¹

¹ 清華大學 學習科學與科技研究所

¹ 清華大學 學習科學與科技研究所

² 清華大學 教育與學習科技學系

³ 台灣清華大學 英語教育學系

*sherri92123@gmail.com

【摘要】 本研究探討台灣高中 108 課綱自主學習中，高中生在彈性學習時間進行英文自律學習的成效及經驗。此研究中，英語教師以輔導員的角色引導高中生在 108 課綱彈性時間中的自主學習課程期間，透過線上 Trello 平台以專題式學習(Project-based Learning, PBL)來增加學生對英文檢定的了解、提升英語聽、說能力、自律學習能力的影響。以網路自律學習量表檢測自律學習成果，以英文聽、說能力的前後測試驗來檢驗英文學習成果。研究結果發現，學生在線上平台進行專題式學習對英文學習及自律學習都有正向的影響。

【關鍵字】 自主學習；專題式學習；Trello 平台；英語學習；自律學習

Abstract: This study investigated high school students' self-regulated learning experience and outcome while they were participating in a project-based learning course, a compulsory learning experience in accordance with the new curriculum guidelines, enacted in 2019 in Taiwan. In this project, an English instructor, serving as a facilitator, guided the students in their project-based learning (PBL), in which an online platform Trello was employed to scaffold students' English learning online and to trace their online discussion and learning results. Participants were thirty-four students. A questionnaire was employed to explore students' self-regulated learning. Online Self-regulated Learning Questionnaire was used to examine the result of students' self-regulated learning. Pre- and post-English listening tests and oral tests were used to examine participants' English learning outcome. The result shows PBL learning has a positive effect on English learning and self-regulated learning.

Keywords: self-regulated Learning, project-based Learning, online platform Learning, English Learning

1. 前言

本研究在台灣 108 課綱倡導自主學習的背景下，針對英語自律學習議題，輔以 Trello 平台及專題式學習策略，探討自律學習成效以及英語聽、說溝通能力之成效。本研究問題為：

(1) 高中生以線上 Trello 平台進行專題式學習，是否能提升學生自律學習的能力？

(2) 使用專題式學習策略於英文自律學習，對英文不同學習成就的學生，英文聽、說能力有多少不同程度的提升？

2. 文獻探討

2.1. 自律學習的相關研究

自主學習一詞於翻譯上有 self-directed learning、self-regulated learning (SRL) 不同的翻法。Self-regulated learning 譯為「自律學習」，強調學生具有設定目標、擬訂計畫、執行、監督與控制學習進度，並依學習情形進行調整的能力（林心茹，2000；林清山、程炳林，1995）。

臺灣的 12 年國民基本教育課程名稱雖訂為自主學習，但本研究主要探討的是學生在高中自主學習課的自律學習情形。

在社會學習理論中，Zimmerman (2000) 認同 Bandura (1986) 提出之三元交互決定論 (Triadicreciprocal determinism)，並針對其進行修改，Zimmerman 更將自律學習根據不同科學問題六個面向 (when, what, where, why, how, with whom) 整理為不同心理層面、任務指標、自律學習屬性以及過程，並發展出「網路自律學習量表」 (Online Self-regulated Learning Questionnaire, OSLQ)，各面向整理如下圖。

Zimmerman					Barnard 等人	
科學問題	心理層面	任務指標	自律學習屬性	自律學習過程	構面	定義
When	時間	選擇時間限制	時間性與有效性 (Timely and efficient)	時間管理 (Time management)	時間管理 Time management	時間管理是指網路學習者能審視自身學習情況，掌握時間安排以強化個人學習表現。
What	行為	表現行為	自覺表現 (Self-aware of performance)	自我監控、自我評估與自我反思 (Self-monitoring, self-evaluation, self-consequences)	自我評價 Self-evaluation	自我評價是指網路學習者能夠了解自身學習狀況，並加以評估是否需要調整個人學習。
Where	環境	選擇環境	環境支援 (Environmentally sensitive and resourceful)	環境結構 (Environmental structuring)	環境建構 Environment-structuring	環境建構是指網路學習者能掌控學習環境，選擇適當的環境學習，避免學習受外在因素的干擾。
Why	動機	選擇參與	自我動機 (Self-motivated)	目標設定與自我效能 (Goal setting and self-efficacy)	目標設定 Goal-setting	目標設定是指網路學習者能為自己的學習設定目標，做為學習調整的參考標準。
How	方法	選擇方法	規劃或常規 (Planned or routinized)	任務策略、心像與自我指導 (Task-strategies, imagery, and self-instruction)	任務策略 Task strategies	任務策略是指網路學習者能夠使用學習策略，提升網路學習成效。
With whom	社會	選擇同伴、導師或模式	社交面支援 (Socially sensitive and resourceful)	有選擇的尋求協助 (Selective help-seeking)	尋求支援 Help-seeking	尋求支援是指網路學習者能適當利用周遭資源，例如教師與同儕的協助，幫助自己解決網路學習時遭遇到的問題。

圖 1 自律學習的六個層面及其定義的發展 (Zimmerman, 1998; Barnard, 2008)

Barnard、Paton 與 Lan (2008) 參考 Zimmerman (1998) 以上六個面向衍伸出之量表，經過內部一致性檢驗及探索性因素分析後，最後編訂為 24 題的量表。其內部一致性 Cronbach's α 值為 .93。本研究自律學習能力的測量採用 Barnard 等人 (2008) 自主學習能力的測量指標中的幾個構面。

2.2. 專題式學習的相關研究

此研究所使用之專題式學習 (project-based learning 簡稱 PBL)，讓學生於情境中應用所學之知識，學生參與相似於真實世界之活動，相似於成人在專業環境中工作時的模式。Moursund (1999) 認為專題式學習對學生的學習來說，具有以下特色：(1) 以學生為中心，注重內在動機；(2) 合作學習；(3) 學生可以持續增加或修改自己的作品、發表及作業；(4) 學習的活動強調能主動參與工作，在執行中學習，而非只是學習知識本身；(5) 學習者被要求完成成品、展出或發表；(6) 使用具有挑戰性的高層次技能。

3. 線上平台 Trello 系統及融入學習介紹

本研究透過 Trello 為專題式學習原因為，學習者可透過組間合作進行探究與問題解決，以具體的成果發表呈現其學習結果，培養專題管理、研究、資訊組織、自我反思、團體合作與資源工具應用等多項能力，達成專題式學習的目標。透過 Trello 平台前后台的系統，紀錄下學生的學習紀錄及成果，進行研究及分析。Trello 為企業 Atlassian 所開發出的產品，以日本文化中常見的 Kanban (看板) 為基礎，功能分為：看板、列表、卡片、選單。以專案進行組織的排列看板具有彈性，學生可以在討論過程中，利用平台上的功能編輯卡片。每一個卡片有一個主題或任務，提供學生彙整學習資料及追蹤進度，或邀請其它同儕共同編輯使用 Trello 進行進度規劃、分享資料、互動討論以及聽力及口說音檔上傳。透過 Trello 近真實工作模式

的設計，符合專題式研究之精神。

4. 研究方法

4.1. 研究對象

以台灣中部地區高中一年級 H 班 34 人為研究對象，分為九組，每組皆平均 3-4 人。

4.2. 研究工具

4.2.1. 自主學習態度量表

本研究之自主學習量表基於 Barnard 等人(2009)發展的 OSLQ 量表。研究者根據自律學習研究實際情況將其六個構面修改為目標設定 (goal-setting)、自主規劃 (self-planning)、自主監控 (self-monitoring)、自我評價 (self-evaluation)、尋求支援 (help-seeking) 五個部分共 25 題之量表，以李克特氏五點量表 1 分 (非常不同意) 到 5 分 (非常同意) 作為計分方式，並以前、後測成績做為分析自主學習成效之工具。

4.2.2. 全民英檢聽說測驗

本研究採取學生於上學期自主研究英文檢定後，考取之英文多益試驗成績作為能力分級之依據，並參考 CEFR 語言能力指標及全民英檢(GEPT)分級標準，對照相應之多益成績分為低、中、高成就之學生，進行符合個人能力之前測。全民英檢為台灣教育部補助財團法人語言訓練測驗中心完成，進行多次探測及符合適切性，為「標準參照」類型測驗，各級設有通過標準。以台灣教育部公布之提供公益及研究使用「全民英檢預試試題」測驗作為研究工具。

4.3. 資料分析

本研究在分析自主學習量表前後測成績時，採用的研究工具軟體為 IBM SPSS Statistics 版本 28.0.1.1，比較平均數後採用成對樣本 T 檢定分析，並根據雙尾 P 值結果得出是否顯著。

5. 結果分析

5.1. 自律學習成效分析

分析學生前後測的自律學習量表，進行成對樣本 T 檢定得到的結果如表 1，從自律學習五個不同面向分析得知，學生在目標設定、自我評價、尋求支援皆達到顯著提升。

表 1 自主學習成效分析

	前 測 平均數	標準差	後測 平均數	標準差	P 值
目標設定(Goal-setting)	3.71	0.56	4.28	0.58	<0.001
自主規劃(Self-planning)	3.91	0.61	4.16	0.60	0.116
自主監控(Self-monitoring)	3.84	0.53	4.14	0.64	0.073
自我評價(Self-evaluation)	3.76	0.56	4.26	0.65	0.001
尋求支援(Help-seeking)	3.80	0.48	4.06	0.52	0.045

5.2. 英文聽力能力的提升

英文聽力前測顯示，初級通過人數為 30 人，中級通過為 3 人，中高級為 1 人，初級通過學生分數分布皆為 100 分以上 (滿分 120 分，80 分以上為通過)，因而鼓勵高分通過初級之學生後測時考下一等級。圖 2 後測顯示，第二次測驗時考取初級人數下降為 12 人，初級通過後的學生往中級的程度移動，中級人數大幅提升，共 20 人考取中級，19 人通過。中高級則從 1 人通過增加至 2 人通過，通過人數變化圖可見圖 4。

5.2.2. 英文口說能力的提升

在口說能力的前後測上，可見圖 3，初級前測通過人數為 20 人，中級前測通過人數為 3 人，中高級為 1 人。後測初級通過人數為 11 人，中級通過人數為 11 人，中高級通過人數為 2 人，通過人數變化圖可見圖 5。(口說總分為 100 分，以 80 分以上為通過)

分數範圍	初級				中級				中高級			
	前測		後測		前測		後測		前測		後測	
	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%
120	16	47%	4	12%	0	0%	0	0%	0	0%	1	3%
110-119	11	32%	8	24%	0	0%	4	12%	1	3%	0	0%
100-109	3	9%	0	0%	1	3%	5	15%	0	0%	0	0%
90-99	0	0%	0	0%	1	3%	6	18%	0	0%	0	0%
80-89	0	0%	0	0%	1	3%	4	12%	0	0%	1	3%
80 以下	0	0%	0	0%	0	0%	1	3%	0	0%	0	0%
通過人數	30	88%	12	35%	3	9%	19	56%	1	3%	2	6%

圖 2 英文聽力前後測

分數範圍	初級				中級				中高級			
	前測		後測		前測		後測		前測		後測	
	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%	人數	累計%
100	0	0%	1	3%	1	3%	0	0%	1	3%	1	3%
90-99	5	15%	0	0%	1	3%	0	0%	0	0%	0	0%
80-89	15	44%	10	29%	1	3%	11	32%	0	0%	1	3%
80 以下	10	29%	1	3%	0	0%	9	26%	0	0%	0	0%
通過人數	20	59%	11	32%	3	9%	11	32%	1	3%	2	6%

圖 3 英文口說前後測

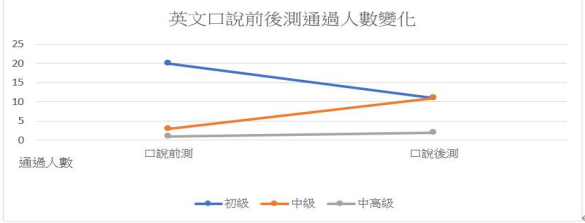


圖 4 英文聽力前後測人數線圖

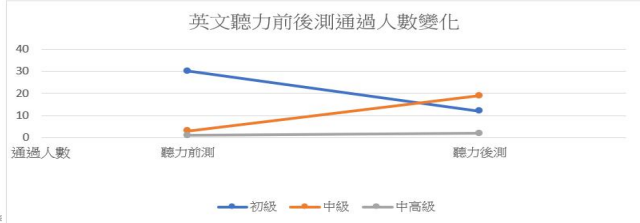


圖 5 英文口說前後測人數線圖

6. 結論與討論

6.1. 高中生在透過線上 Trello 平台輔助的策略下能有效提升三面向自律學習的能力

透過 OSLQ 量表，可知高中生在線上 Trello 平台輔助下，目標設定、自我評價、尋求支援的三項得到顯著的效果。

6.2. 使用 PBL 策略於英文自主學習，對英文不同學習成就的學生，英文聽、說能力有所提升

此研究中，使用專題式學習(PBL)策略有助學生的英文聽、說能力提升，數據顯示，在英聽能力上，初級至中級程度有最大幅的提升。口說能力上，初級至中級程度有最大幅進步。

參考文獻

林心茹譯 (2000)。自律學習。台北市：遠流。

林建平 (2005)。國教新知 5202 期 第 52 卷 第 2 期自律學習的理論與研究趨勢。

林清山、程炳林 (1995)。國中生自我調整 國教新知 第 52 卷 第 2 期 23 整學習因素與學習表現之關係暨自我調整的閱讀理解教學策略效果之研究。

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Yoward an unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*. 84, 191-215

Barnard, L., Lan, W. Y., To, Y. M., Paton, V. O., & Lai, S.-L. (2009). Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *The Internet and Higher Education*, 12(1), 1 – 6.

David Moursund (1999). *Project-Based Learning Using Information Technology*. (first edition) Eugene , OR: Information Age Education

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Englewood Cliffs: Prentice Hall/Cambridge.

Zimmerman, B.(2000). *Attaining self-regulated learning:A social cognitive perspective* (p.15). In M. Boekaerts, P. Pintrich,& M.Zeidner(Eds.),*Handbook of self-regulation*(pp. 13-39).San Diego, CA: Academic Press.

Zimmerman, B. J. (1998). Academic studying and the development of personal skill: A self-regulatory perspective (P75). *Educational Psychologist*, 33(2-3), 73-86.

書本討論模式：透過說故事來促進閱讀理解

Book Discussion Model: Promoting Reading Comprehension through Storytelling

楊筱彤^{1*}, 廖長彥², 許喬珉¹

¹ 台灣中央大學 網路學習科技研究所

² 台灣中央大學 客家語文暨社會科學學系

* jessica4625@gmail.com

【摘要】 閱讀為學習的基礎，許多領域的學習都源於吸收書本的知識。而閱讀屬於知識的「輸入」，若要進行「輸出」，在閱讀書籍後自然地與他人談論書籍便是最直接的方式，這樣的方式就稱為聊書。許多研究指出聊書對於閱讀的重要性，因為聊書不僅能訓練孩子重新組織書籍內容，增進其口語表達能力，並且有助於加深孩子對書籍的理解與吸收。在台灣，雖然從小學教育開始就提倡閱讀，但「輸出」的進行多僅限於「讀書心得」的方式，鮮少有針對書本進行「談論」的活動。因此，本研究欲發展一套模式來幫助學生聊書和說書，增進學生的閱讀興趣與知識輸出能力。

【關鍵詞】 閱讀討論；聊書技巧；說書；文學圈

Abstract: Reading is the foundation of learning, and many areas of learning are derived from the absorption of knowledge from books. Reading is the "input" of knowledge, and to "output", the most direct way is book talk. Many studies have pointed out the importance of book talk to reading, because book talk not only trains children to reorganize the content of books and improve their oral expression, but also helps to deepen their understanding of books. In Taiwan, although reading has been promoted since elementary education, there are few activities that focus on "talking" about books. Therefore, this study aims to develop a model to help students do book talk and storytelling activities, to enhance their interest in reading.

Keywords: reading discussion, book talk strategies, storytelling, literature circle

1. 前言

隨著科技的進步，資訊的傳播越來越迅速，獲取資訊的管道也越來越多，我們要如何蒐集並從中揀選出有用、正確的資訊，便是一個刻不容緩的課題。書本內容經過整理分類，能讓閱讀者有系統地吸收新知。

「聊書」是閱讀後的一個延續活動，透過「反思」可以讓孩子二次學習書本知識。孩子們透過與同儕聊書，可以增加他們對於發表自己看法的自信心，加深對書本的理解 (Pie Corbett, 2008)，口語表達能力亦會隨之提升，而聊書通常於非正式、規模較小的場合進行，可以幫助一些平常較為內向、害羞的同學更勇於表達自己內心的想法。在與同儕聊書時，透過與他人觀點的交流，學習從不同面向來看事物，培養群體思考的能力。「說書」不同於聊書，通常是在多人面前、較正式之場合進行，強調與觀眾的互動與連結 (National Storytelling Network, 2020)，常搭配肢體語言及手勢的輔助，以激發觀眾對書本的想像。

在台灣，多數人對於知識的「輸出」似乎僅有讀書心得報告產出的經驗，鮮少有與同儕進行「聊書」相關活動的機會。因此，本研究希望透過聊書方法、流程的設計，提供教師在規畫、進行聊書活動的參考方向，幫助學生更有趣、更有效率地閱讀，讓閱讀不再侷限於讀、寫，可以拓展到聽、說能力的鍛鍊。

2. 文獻探討

2.1. 書籍分類

我們一般依書籍內容可以將書籍分為兩類：故事類以及非故事類書籍(Scholastic Book Clubs, 2018)，故事類書籍可以分為角色、問題與解決方式以及經驗傳承三個方向去討論。「角色」是針對讀者要如何透過與角色情感的連結來了解故事進行討論，內容涵蓋角色的性格特質、感受或者角色的動機與目標等；「問題與解決方式」則是去猜測故事中的角色如何解決問題，可以先描述故事中的問題，再探討問題是如何被解決的；而「經驗傳承」是在探討讀者如何藉由吸收角色在故事中克服問題而習得的經驗學習與成長。

非故事類書籍則可分為主旨以及作者觀點兩個方向去討論，「主旨」主要在討論讀者透過書中的哪些細節來得知主旨；「作者觀點」則探討讀者透過作者的哪些選詞以及線索來釐清、確認作者觀點的。

2.2. 聊書定義與策略

一名小學校長 Dr. Brad Gustafson 提出 "Bring the book talk HEAT!" 的構想(Melissa Edwards, 2018)，HEAT 中的 H 代表 Hook，意味著抓住觀眾的注意力，可透過生動的介紹、運用特殊的道具等方式來吸引觀眾；E 則代表 Energy，說明在聊書時必須投入、大聲地說，將故事清楚的介紹給觀眾，有自信地分享想法給大家聽；A 則指 Audience，意味著你必須找尋書本與觀眾之間的關聯點，提升聆聽者對書本的興趣；而 T 是 Time，聊一本書的時間應控制在約 30 到 60 秒之間，至多到兩分鐘內，挑重點、挑精華講即可。聊書的過程最好能用錄影的方式記錄下來，可以上傳到網路平台上，供學生回顧、檢討或改進(Melissa Edwards, 2018)。

2.3. 文學圈

文學圈(Literature Circle)是一種廣為人知的實用聊書模式，為 Harvey Daniels 提出的概念。它的活動過程是在每個人選擇讀物之後，先獨立閱讀，再分享個人對文本的回應(吳敏而, 2005)。經由架構式的討論和延伸書寫以及精緻的回應，能引導學生對於書中內容有更深層的了解(Harvey Daniels, 1994)。

文學圈通常將組員分為幾種角色，每種角色各司其職，讓討論內容更豐富、更完整。其主要角色有：討論主持人、總結者、聯想者、繪圖者、朗誦者、單字統整者、時空梳理者以及角色觀察者，每個角色都有各自不同的任務內容。各角色以「分工合作」的方式去解析文本，從不同角度、方法切入文學作品，經由活動中與其他角色任務內容的分享與交流，逐漸完整、釐清文本的脈絡。角色可依學生人數或教師需求彈性調整。

3. 聊書模式設計

3.1. 前置活動

近兩年，研究團隊偕同其他單位舉辦了「明日說書人博覽會暨比賽」，讓參加者以錄製影片的方式，向其他「說書人」推薦自己喜愛的書籍，在影片中簡單介紹書本的內容並闡述自己的感想與看法，由主辦單位將其說書影片上傳至 YouTube，以及會後將活動成果張貼於官網，將影片「陳列」於公開平台上，供與會者進行「博覽」。希望說書人們在觀看完影片之後，也會對書本產生興趣而願意去閱讀。希望藉由這個博覽會，能讓說書人們更深刻理解書本內容，培養聊書習慣，同時也提供說書人訓練口語表達能力的機會及發揮創意的空間；也藉此讓同時身為「聆聽者」的說書人們，能收穫更多的好書清單，拓展閱讀視野，提供聆聽者接觸平常較少閱讀領域的機會，改善多數人存在的閱讀偏食的狀況。

然而，這兩屆活動舉辦下來，學生普遍存在「以演講比賽方式說書」、「看稿念」、「缺少個人觀點」、「音量小、不夠自信」、「流暢度不足」等現象，以及硬體上的問題像是「雜音多」、「收音效果不佳」等也對說書品質產生不小的影響(見表 1、圖 1 評語分析結果)，可能是由於多數學生還不熟悉聊書、說書活動的進行方式，在影片中多半仍以傳統朗誦課文的方式在說書，部分學生偶有餘光瞥向鏡頭外的稿子的情形，而非以自然、自在方式向觀眾介紹書籍。僅有少部分學生具有「觀眾意識」(audience awareness)，即創作者須了解觀眾，清楚要說服什麼對象以及如何說服他(Baker, Rozendal & Whitenack, 2000)，參與活動的大部分

學生僅闡述了些微的個人觀點，比較沒有試圖將書本與觀眾連結。綜觀以上觀察結果，也許是因為學生與教師都未曾有過相關經驗所致。

表 1 2021&2022 明日說書人博覽會暨比賽評語詞頻分析統計數據

Term	聲音	動作	語速	語氣	咬字	起伏	雜音	平淡	收音	個人觀點少
TF	50	14	14	13	11	11	11	11	10	9

Term	眼神	情感	看稿	口條	吸引力	音量	背稿	手勢	背書	流暢度
TF	50	14	14	13	11	11	11	11	10	9

註：Term 表示詞彙， TF 表示詞彙出現次數。



圖 1 2021&2022 明日說書人博覽會暨比賽評語詞頻分析文字雲結果

3.2. 模式設計

本研究由先前研究者透過「明日說書人博覽會暨比賽」所觀察到學生普遍有遇到的狀況以及不足的地方，以前文提及的「HEAT」架構為主軸，搭配文學圈的角色任務，為學生重新設計一個聊書模式，幫助學生能更有系統地進行聊書，改善學生的聊書品質。

我們預計讓學生每週進行一次聊書活動（圖 2）。首先，讓學生進行選書，可由學生於課堂上舉手提名推薦書籍並進行票選。蒐集約 4 到 5 本書，書籍類型採「故事類書籍」以及「非故事類書籍」單雙週輪流制。選完書籍後，學生可依自己喜歡的書籍選組並分配角色，學生可辯論競爭角色或者設計角色卡讓他們抽選各自的角色。由於「非故事類書籍」內容較無時空背景的變化或發展，可將「時空梳理者」角色改為「觀點梳理者」，繪製的圖表可以改成心智圖，整理作者想法及觀點。定好各自負責的角色後，再領取「角色學習單」。角色學習單解說各個角色的任務，讓學生將準備內容記錄到學習單上，以利正式聊書活動時討論的進行。

聊書活動當天，各個角色輪流發表，並發下「任務審核自評表」，供學生審核各自任務的完成度。在所有角色都發表完畢後，由「討論主持人」統合並總結各個角色的討論狀況，最後推派出一個組員來向其他組「說書」。各組須依「HEAT」架構的元素，共同討論出「說書」活動要發表的內容，時間應控制於 2 分鐘內。

正式說書時，請學生以「HEAT 審核表」記錄各組同學說書時，在四個要素中分別做到了哪些，也可寫下需要加強的地方。全程使用相機或手機錄影，將說書過程錄製下來，放到網站上讓學生可以反覆觀看，為下次活動做出檢討或改進。整個活動中的學習單也一併上傳，張貼在各組的影片旁，供學生們點選查看，觀摩其他組、其他角色做得不錯的地方。

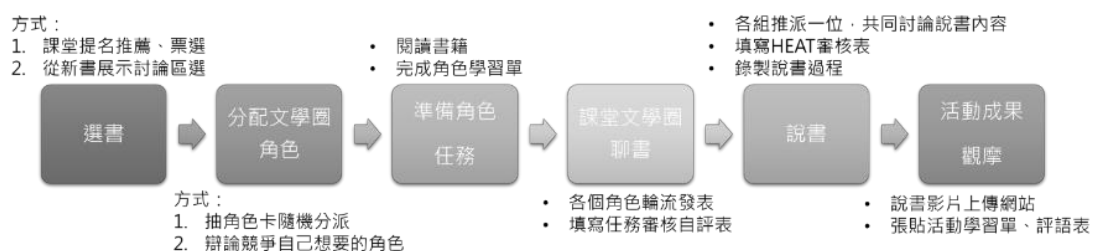


圖 2 聊書活動流程圖

4. 預期結果

本研究旨在探討學生在閱讀書籍後，以系統性的聊書模式進行聊書活動，對學生的閱讀興趣與動機之影響。研究者將以國小五六年級生為研究對象，展開八週共八次的聊書活動。透過訪問教師活動進行狀況，並蒐集學生各次活動之成果，在活動結束後進行分析並檢討，依分析結果再針對聊書模式進行調整與改進，望能使學生於這樣模式活動的進行下，有趣、自在地體驗聊書、說書，除了增進學生的閱讀興趣與動機之外，也幫助他們培養資料整理能力、批判性思考力以及口語表達能力，並使他們學習團隊合作。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (109-2511-H-008 -012 -MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- 吳敏而 (2005)。文學圈之理論與實務。台北：朗智。
- 卓珈郁 (2020) 以文學圈進行小組討論對於高中生英文閱讀能力及興趣影響之研究。臺灣師範大學圖書資訊學研究所。臺北市。
- Baker, E. A., Rozendal, M. S., & Whitenack, J. W. (2000). Audience Awareness in a Technology-Rich Elementary Classroom. *Journal of Literacy Research*, 32(3), 395 – 419.
- Daniels, H. (1994). *Literature Circles: Voice And Choice in the Student-Centered Classroom*.
- Edwards, M. (2018). *A Free Book Talk Template for More Engaged Readers!* <https://thereadinggroundup.com/bring-heat-to-your-book-talks/>
- New Teacher Starter Kit. (2018). Retrieved from https://www.scholastic.com/newtoteaching/pdfs/New_Teacher_Starter_Kit.pdf
- Pie Corbett. (2008). Book-Talk. *The National Strategies*.
- Schlick Noe, K.L. & Johnson, N.J. (1999). *Getting Started with Literature Circles*. Norwood, MA: Christopher-Gordon Publishers, Inc.
- What Is Storytelling? (2020, September). Retrieved from <https://storynet.org/what-is-storytelling/>

不同英语水平学生基于自动批改写作反馈的作文修改过程研究

A Study on AWE-Mediated Revision Process in EFL Writing of Students

with Different English Proficiency Levels

赵晓娟^{1*}, 张津津¹, 陈真真¹

¹ 北京邮电大学人文学院

*zxj981114zxj@163.com

【摘要】 本研究选取北京某大学非英语专业的 100 名大一学生为研究对象, 量化分析了不同英语水平的学生基于批改网提供的自动批改写作(Automated Writing Evaluation, AWE)反馈的修改率和修改行为, 结果表明虽然基于批改网提供的十七类 AWE 反馈的总修改率及每一类 AWE 反馈的修改率和七种修改行为在不同水平的学生之间均无显著性差异, 但数值比较发现, 低水平学生基于 AWE 反馈的修改率最低, 且对于错误表达更倾向于使用“无修改”和“删除”两种修改行为。同时, 不同英语水平的学生基于 AWE 反馈的作文修改过程也表现出了一些共同点: 学生均主要修改了技术性细节(如拼写、大小写、标点)、单词、词组等较小语言单位, 而对句子、段落这些较大语言单位的修改较少; 在修改行为方面, 学生都更多采用“无修改”“修改”和“替换”, 而“重组”和“重写”行为所占的比例均较少。在未来二语写作教学中, 教师可根据不同英语水平学生的修改特点为其提供适合的指导与帮助。

【关键字】 自动批改写作反馈; 批改网; 修改过程; 英语水平

Abstract: Taking 100 first-year non-English major students from a university in Beijing as research objects, the study quantitatively analyzed AWE-mediated revision rates and revision operations of these students with different English proficiency levels. Results showed that there was no significant difference between students with different levels in the total revision rate of 17 kinds of AWE feedback, the revision rate of each kind of AWE feedback and 7 revision operations. But numerical values suggested that the revision rates of students at lower level were lowest and they were more inclined to use “no correction” and “deletion” for incorrect expressions. At the same time, students with different English levels also exhibited some common points in revision process: students mainly revised such mechanic details as spelling, capital letter and punctuation, words, phrases and other smaller language units, but less revised larger language units such as sentences and paragraphs. In terms of revision operations, students used “no correction”, “correction” and “substitution” more, but used “reorganization” and “rewriting” less. In EFL writing instruction, teachers can provide appropriate help for students with different English proficiency levels according to their revision characteristics.

Keywords: AWE feedback, Pigai, revision process, English proficiency levels

1. 引言

在如今全球化的形势下, 书面英语越来越受到重视, 因为书面英语已经成为主要的信息来源, 在全球交流中的作用也不可忽视(Wang et al., 2013)。事实上, 要掌握一门语言, 写作是必不可少的一部分(Li, 2005)。此外, 英语写作也是评价英语水平的一个重要工具 (Rezaei & Lovorn, 2010), 正如 Swain (1995)强调的, 英语写作不仅能有效反映学习者对词汇、语法等知识的掌握情况, 而且是学习者句子结构、语篇组织和论述能力的体现。因此, 如何评价和提高语言学习者的写作能力成为人们关注的焦点。

针对二语写作的反馈是评估学生英语写作表现的一个关键因素, 也是帮助学生重建知识、纠正错误概念、增强动机以及提高学习成绩的最重要的信息来源之一(Foote, 1999; Warden,

2000)。以往关于写作反馈的研究主要集中在教师反馈和同伴反馈等传统反馈方式上。近年来,随着科技的发展,自动写作评价(Automated Writing Evaluation, AWE)系统提供的自动反馈也引起了人们的广泛关注。它不仅能为学生提供多维度的、具体的、及时的反馈,还能极大地减轻教师的工作负担,使他们将精力更多地集中在优化写作教学中(陈冰青和张荔,2017)。当前,有关 AWE 反馈的研究主要关注 AWE 反馈与人工反馈相比的信度和效度以及 AWE 反馈对二语写作结果的影响两个方面,然而,较少研究将重点放在学生如何根据 AWE 反馈对作文进行修改。值得注意的是,现有的关于学生基于 AWE 反馈的修改过程研究表现出这样一个现象,即不同英语水平的学生在基于 AWE 反馈的作文修改过程中会采取不同的修改行为。因此本研究也将聚焦不同英语水平的学生基于 AWE 反馈的修改过程。

2. 文献综述

2.1. 自动写作评价(AWE)系统

自动写作评价(AWE)系统旨在提供即时计算机生成的分数和诊断性反馈(Chen & Cheng, 2008)。国外成功开发并投入使用的 AWE 系统有十多种,其中最具代表性的是 PEG (Project Essay Grade)、IEA (Intelligent Essay Assessor)和 E-Rater (Electronic Essay rating),它们各有特点(梁茂成和文秋芳,2007)。然而,国外开发的这些 AWE 系统多用于对英语母语者的写作进行评价和反馈,并不十分适合中国学生的英语写作(石晓玲,2012;何旭良,2013),因为二语写作和母语写作在写作过程和写作文本特征上存在差异(Silva, 1993)。国内由北京词网科技有限公司开发的句酷批改网(以下简称批改网)现已在中国多所大学中广泛使用(石晓玲,2012;何旭良,2013)。

随着自动写作评价(AWE)系统的出现,与之相关的研究也日益增多。目前,对 AWE 反馈的研究主要集中在两个方面。早期研究主要关注 AWE 反馈在大规模语言考试中整体评分的信度和效度。通过比较 AWE 反馈与人工反馈,相关研究的结果表明, AWE 反馈和人工反馈之间具有高度的相关性和一致性(Cohen et al., 2003; Keith, 2003; 何旭良, 2013; 张荔和盛越, 2015)。另一方面是 AWE 反馈对二语写作结果的影响。由于 AWE 系统可以解放教师,减少他们对句子层面问题(如语法、词汇)的关注,更多地关注语篇层面的问题(如内容、组织)(Ranalli, 2018)和写作教学的其他方面(Warschauer & Grimes, 2008),因此 AWE 系统被越来越多地应用到写作教学环境中。当前许多研究均证实了 AWE 反馈能够有效提高学生的写作水平,特别是在词汇、搭配、短语和语法等方面(石晓玲,2012; Wang et al., 2013; 黄爱琼和张文霞, 2018; Ranalli, 2018; 周雪峰, 2019; Stephanie et al., 2020)。

2.2. 基于 AWE 反馈的作文修改过程研究

Zhang & Hyland (2018) 指出,仅仅是向学生提供反馈并不能提高学生的写作能力,因此为了从 AWE 反馈中有所收获,学生们需要针对 AWE 系统提供的反馈做出相应的修改。学生只有积极参与基于 AWE 反馈的作文修改过程才有可能提高其二语写作能力。然而,与有关 AWE 反馈对二语写作结果影响的研究相比,当前针对学生基于 AWE 反馈的作文修改过程的研究尚显不足。

此外,值得注意的是,现有的部分关于学生基于 AWE 反馈的修改过程研究表现出这样一个现象:不同英语水平的学生在基于 AWE 反馈的作文修改过程中会采取不同的修改行为。卢鹿(2016)基于 6 名非英语专业研究生写作过程的研究表明,不同水平的学生在修改次数上有很大区别。Zhu et al. (2017)的研究发现,大多数学生(77%)在收到 AWE 反馈后进行了修改,初始分数越高的学生越有可能基于 AWE 反馈修改作文。Zhang & Hyland (2018)的研究中,学生较低的英语熟练水平影响了他纠正错误的能力,从而导致学生基于 AWE 反馈的作文修改过程中认知、行为及情感投入减少。张姗姗和徐锦芬(2019)在对高低水平组学生的写作过程研究中也发现,高水平组无论是作文提交的篇数还是修改次数都远超低水平组。Koltovskaia (2020)也发现,语言能力高的学生能够理解大多数错误的原因以及如何纠正这些错误,然而语言能力低的学生似乎不能有效处理 AWE 反馈并根据反馈做出恰当的修改。在 Liu & Yu

(2022)的研究中, 较低的英语水平限制了学生们对句子层面的间接反馈的正确修改率, 因为没有足够的英语语言知识, 他们只能通过猜测和不断尝试来修改作文。

但当前有关不同英语水平的学生基于 AWE 反馈的作文修改过程研究的样本较小, 且多通过访谈进行质性研究, 学生的修改率和修改行为是否因他们英语水平的高低表现出显著差异需要更多量化实证研究来验证。

2.3. 研究目的及研究问题

综上所述, 本研究将采用量化研究的方法, 考察学生英语水平的差异是否会显著影响他们基于 AWE 反馈的修改率和修改行为, 并基于此改进二语写作教学, 从而更好地帮助不同英语水平的学生发展其二语写作能力。本研究旨在回答以下两个研究问题:

1. 不同英语水平的学生基于 AWE 反馈的修改率有无显著差异?
2. 不同英语水平的学生基于 AWE 反馈的作文修改行为有无显著差异?

3. 研究方法

3.1. 研究对象

本研究选取北京某工科特色重点大学中非英语专业四个英语教学班级的 100 名大一学生作为研究对象。

3.2. 研究工具

句酷批改网(<http://www.pigai.org>, 以下简称批改网)是由北京词网科技有限公司开发的一款 AWE 系统, 已在国内高校中广泛使用(石晓玲, 2012; 何旭良, 2013)。它不仅即时生成对整篇作文的整体评分和评价, 还可以提供针对每个句子的诊断性反馈, 包括拼写、语法、词汇、搭配等。批改网的反馈速度快, 针对性强, 可以激励学生多次修改作文(Black & William, 1998)。此外, 使用批改网也可以大大减少教师的工作量(黄绍莹和张荔, 2015), 更多地关注语篇层面的问题(如内容、组织)(Ranalli, 2018) 和写作教学的其他方面(Warschauer & Grimes, 2008)。学生在批改网上提交他们的作文, 可以立即得到批改网提供的诊断性反馈并根据反馈对他们的作文进行修改。修改过程中, 批改网会跟踪系统提供的 AWE 反馈类型以及学生的修改行为, 同时将这些数据自动记录下来。

3.3. 研究过程

学生按照老师的要求完成作文, 然后将作文提交到批改网。批改网会提供即时反馈, 学生可以根据批改网的 AWE 反馈修改自己的作文, 直到自己满意为止。期间, 学生可以多次提交作文多次接受反馈并修改作文。根据批改网上的记录, 本研究首先记录下批改网提供的 AWE 反馈, 其次将学生根据反馈的具体修改行为进行编码。在编码学生修改行为的过程中发现, Zhang (2020)的分类并不能包含本次研究中学生所有的修改行为, 因此本研究在 Zhang (2020)分类的基础上, 根据学生的实际修改操作添加了一个分类: 重写。本研究最终学生作文修改行为的编码分类如表 1 所示。不同英语水平学生的分组标准是本学期英语期末考试成绩, 据此, 本研究将排名前 33% 的学生分为高水平组, 排名位于中间 33% 的学生分为中等水平组, 排名后 34% 的学生分为低水平组。

表 1 学生基于 AWE 反馈的作文修改行为

修改行为	描述
无修改	对反馈无任何回应
修改	正确修改语法、细节及句子中的错误
添加	添加新的单词、短语或句子
删除	删除单词、短语、句子或段落
替换	替换单词或短语
重组	重新排列一些句子或段落
重写	重新编辑部分内容

4. 研究结果与讨论

4.1. 学生的修改率

由于每一位学生接收到的 AWE 反馈类型和数目皆不相同，比较学生基于每一类型错误的修改数并不科学，因此，本研究主要对比学生基于收到的不同类型的 AWE 反馈的平均修改率，采用克鲁斯卡尔-沃利斯检验考察学生英语水平的差异是否会对他们基于 AWE 反馈的修改率产生显著影响，检验结果如表 2 所示。

表 2 三组中平均每位学生基于 AWE 反馈的修改率

	N	高水平组			N	中等水平组			N	低水平组			克鲁斯卡尔-沃利斯检验	
		平均反馈数	平均修改数	平均修改率		平均反馈数	平均修改数	平均修改率		平均反馈数	平均修改数	平均修改率	H	p
拼写	21	2.90	2.29	77.54%	21	2.19	1.67	69.05%	26	3.15	1.31	47.64%	5.44	0.07
冠词	27	2.67	1.74	59.05%	28	2.93	1.86	63.14%	23	2.57	1.17	43.09%	3.40	0.18
标点	23	7.48	4.52	57.75%	26	6.31	4.23	67.42%	24	5.96	1.79	51.68%	1.81	0.40
名词	23	2.09	1.52	70.72%	27	2.56	1.74	70.37%	21	2.52	1.29	51.39%	4.34	0.11
动词	27	2.19	1.26	51.60%	29	2.45	1.38	60.00%	25	2.64	1.68	50.97%	0.71	0.70
句子结构	24	3.29	1.21	41.74%	31	3.87	1.65	39.66%	27	3.89	1.52	41.59%	0.02	0.99
搭配	18	1.83	1.17	62.78%	21	2.10	1.29	61.35%	16	1.69	0.81	41.67%	1.89	0.39
介词	17	1.47	0.65	43.14%	13	1.69	1.00	61.54%	18	1.39	0.61	50.00%	1.27	0.53
大小写	11	1.64	1.27	81.82%	13	2.00	1.15	46.15%	13	1.54	1.15	69.23%	3.40	0.18
形容词	11	1.27	0.55	50.00%	11	1.36	0.91	59.09%	16	1.25	0.50	37.50%	1.36	0.51
副词	7	1.14	0.43	42.86%	9	1.00	0.56	55.56%	5	1.00	0.40	40.00%	0.39	0.82
连词	8	1.13	0.25	25.00%	12	1.17	0.50	37.50%	13	1.15	0.31	30.77%	0.45	0.80
代词	8	1.00	0.63	62.50%	6	1.00	0.50	50.00%	6	1.17	0.83	66.67%	0.36	0.83
其他	11	1.09	0.45	36.36%	14	1.71	0.93	51.19%	18	1.38	0.38	37.50%	0.69	0.71
学习提示	33	24.00	2.76	11.70%	33	21.91	3.36	12.98%	34	21.44	3.09	13.57%	0.08	0.96
使用频率	29	1.28	0	0	27	1.37	0	0	30	1.17	0	0		
积极评价	19	1.63	0	0	22	1.73	0	0	23	1.61	0	0		
总数	33	44.79	13.79	28.79%	33	45.76	16.30	31.74%	34	42.32	11.18	24.97%	2.41	0.30

注：N 表示该组中收到每一类 AWE 反馈的学生数

由表 2 可知，克鲁斯卡尔-沃利斯检验结果的 p 值均大于 .05，这也就表明，基于批改网提供的十七种 AWE 反馈的总修改率及每一种 AWE 反馈的修改率在三组不同英语水平的学生之间均不存在显著性的差异。为了排除三组学生的英语水平差异过小对研究结果的影响，对三组学生的期末考试英语成绩进行了单因素方差分析，结果显示三组学生的成绩显著不同 ($p < .05$)，事后检验也表明任意两组之间均存在显著差异。

从每一种 AWE 反馈的修改率角度分析，发现在十七种反馈中学生仅对除“使用频率”和“积极评价”之外的十五种反馈进行了修改。其中，批改网提供的 AWE 反馈中“使用频率”

和“积极评价”两种反馈类型并不是指学生作文中某处有错误，而是学生使用的某亮点表达在标准语料库中的使用频率信息和批改网对此的积极评价。因此，学生对“使用频率”和“积极评价”两类反馈均未采取任何修改行为也是可以理解的。通过组内比较发现，十五种 AWE 反馈中，三组学生对“大小写”“拼写”“标点”以及单词层面等反馈的修改率均较高，而对于“句子结构”和“连词”等反馈，由于需要更高英语素养和综合考虑上下文才能做出恰当修改，因此修改率均较低。陈冰青和张荔(2017)也表明在一些技术性细节(如拼写、大小写、标点)、单词、词组等较小语言单位层面的修改较多，而在句子、段落这些较大语言层面的修改较少。

其次，通过横向对比三组学生的平均修改率发现，经过修改的十五种 AWE 反馈中，低水平组学生的八种反馈类型的平均修改率在三组中是最低的，分别为“拼写”“冠词”“标点”“名词”“动词”“搭配”“形容词”和“副词”；高水平组的“介词”“连词”“其他”和“学习提示”四类 AWE 反馈的平均修改率低于中等水平组和低水平组；对剩余的“句子结构”“大小写”和“代词”三类 AWE 反馈平均修改率最低的是中等水平组。由此可推测，相对于中高水平组的学生，低水平组的学生对基于 AWE 反馈修改作文的积极性更低。最后，基于批改网提供的十七种 AWE 反馈类型的总修改率在三组间虽并未因英语水平的不同表现出显著的差异($p>.05$)，但从表 2 可以看到，低水平组的学生平均总修改率是三组中最低的，仅为 24.97%。中等水平组平均总修改率最高(31.74%)，其次是高水平组(28.79%)。这也就表明，与高水平组和中等水平组的学生相比，低水平组的学生基于批改网提供的 AWE 反馈对作文的修改是最少的。这也和 Zhu et al. (2017)及张姗姗和徐锦芬(2019)的研究发现在一定程度上相吻合，即英语水平高的学生更有可能基于 AWE 反馈修改作文。

4.2. 学生的修改行为

本研究中低水平组的学生依据批改网提供的 AWE 反馈做出相应修改的平均总修改率是三组中最低的，但不同英语水平的学生如何根据反馈修改作文仍需进一步研究。因此，本研究对学生基于 AWE 反馈的七种作文修改行为进行单因素方差分析，以检验不同的英语水平是否会导致学生基于 AWE 反馈的作文修改行为出现显著性的差异，结果见表 3。

表 3 三组中平均每位学生基于 AWE 反馈的作文修改行为

	高水平组(N=33)		中等水平(N=33)		低水平组(N=34)		单因素方差分析	
	均值	百分比	均值	百分比	均值	百分比	F	p
无修改	30.97	69.14%	29.45	64.37%	31.15	73.61%	0.24	0.79
修改	8.67	19.36%	9.85	21.53%	6.35	15.00%	1.15	0.22
添加	0.58	1.29%	1.06	2.32%	0.56	1.32%	2.51	0.09
删除	0.91	2.03%	1.15	2.51%	1.12	2.65%	0.28	0.76
替换	3.42	7.64%	4.03	8.81%	2.85	6.73%	0.67	0.52
重组	0	0	0.03	0.07%	0	0	1.02	0.37
重写	0.24	0.54%	0.18	0.39%	0.29	0.69%	0.23	0.79
总数	44.79	100%	45.76	100%	42.32	100%	0.52	0.60

从表 3 中可看出，三组不同英语水平的学生使用最多的修改行为均为“无修改”，通过编码过程可推测造成这种现象的主要原因是批改网提供最多的一类 AWE 反馈为“学习提示”(见表 2)，但这类反馈并不是指学生作文该处有错误，而是为学生提供可以让二语学习者的英语表达更地道的一些替代表达，如近义词表达、推荐表达等。针对这类 AWE 反馈，学生主要采取的修改行为是“无修改”和“替换”，这也是“替换”这一修改行为在七类修改行为中所占比例也较多的原因。除此之外，“重组”和“重写”在三组不同英语水平的学生中所占的比例均较少，一是因为学生提交到批改网上的作文结构都是经过充分构思的，而不是像在考场上临时发挥，因此学生并不需要过多地修改文章的结构。二是由于批改网反馈的特点，即与按句反馈相比，批改网较少对学生的作文结构提出针对性反馈和相应的修改建议，因此，

学生收到反馈后也将精力更多地放在纠正语法错误上，而非重新调整文章结构和逻辑。

对学生每一种修改行为的单因素方差分析的结果显示， p 值均大于.05，即基于 AWE 反馈的七种作文修改行为在三组不同水平的学生之间均不存在显著差异，同时对学生修改行为总数的单因素方差分析结果($p>.05$)也进一步证实了这种结论。但是三组之间比较发现，相对于高水平组和中等水平组的学生，低水平组学生的“无修改”和“删除”这两类行为在三组中所占比例最高，而“修改”和“替换”行为所占比例最低。这也就表明在面对批改网提供的 AWE 反馈时，与英语水平较高的学生相比，英语水平较低的学生更倾向于删去或忽视作文中错误的表达，而非进一步根据 AWE 反馈采取其他的修改行为。与“无修改”和“删除”一样，“重写”这一行为在低水平组中所占比例高于高水平组和中等水平组。在编码学生修改行为的过程中发现，低水平组的学生进行“重写”绝大多数是由于批改网提供了“句子结构”(见表 2)这一反馈。因为作文中某些句子的语法或结构有错误，学生不得不采用“重写”行为调整句子。而部分中高水平组的学生在收到 AWE 反馈后，不仅会采用“重写”这一修改行为避免使用批改网反馈的错误表达，而且也会通过“修改”“添加”和“替换”等行为来纠正错误。这一现象就体现了不同英语水平的学生在面对 AWE 反馈时不同的处理方式。以上发现在一定程度上与前人研究(Zhang & Hyland, 2018; Koltovskaia, 2020)的结果相符合，即学生较低的英语熟练水平可能会影响了他们纠正错误的能力，从而导致学生基于 AWE 反馈的作文修改过程中的行为投入减少，他们似乎不能有效处理 AWE 反馈并根据反馈做出恰当的修改。

七种修改行为总数的均值在三组间虽并未因英语水平的不同表现出显著的差异($p>.05$)，但根据表 3 可以发现，低水平组中平均每位学生的修改行为总数少于其他两组；此外，低水平组中“无修改”这一行为在三组中数量是最多的，这也就表明，与较高水平的学生相比，低水平组的学生采取的修改行为是最少的，与本研究从表 2 中得出的结论相符合。

5. 结论与不足

本研究将学生按照期末考试英语成绩分为高中低三组，并将其收到的 AWE 反馈类型及基于反馈的作文修改行为进行编码，通过量化分析方法考察了三组不同英语水平的学生收到 AWE 反馈后的修改率和修改行为。研究结果表明，虽然基于批改网提供的十七种 AWE 反馈类型的总修改率及每一种 AWE 反馈类型的修改率和基于 AWE 反馈的七种作文修改行为在三组不同英语水平的学生之间均不存在显著性的差异，但通过数值的比较发现，与高水平组和中等水平组的学生相比，低水平组的学生基于批改网提供的 AWE 反馈的修改率是最低的，而且他们更倾向于删去或者忽视作文中错误的表达，而非进一步根据 AWE 反馈采取其他的修改行为。同时，不同英语水平的学生在基于 AWE 反馈修改作文的过程中也表现出了一些共同点：在十七种反馈中三组学生均仅对除“使用频率”和“积极评价”之外的十五种反馈进行了修改，且修改主要集中在一些技术性细节(如拼写、大小写、标点)、单词、词组等较小语言单位层面，而在句子、段落这些较大语言单位中层面的修改较少；在修改行为方面，三组学生都更多采用“无修改”“修改”和“替换”，而“重组”和“重写”行为所占的比例均较少。

基于本研究的研究结果，在二语写作教学中，对于不同英语水平学生都存在的修改特点，教师可以统一为学生提供修改建议，帮助学生提高二语写作水平。而针对不同水平学生的不同修改特点，教师在教学中要因材施教，实施相应的 AWE 反馈的修改计划，引导不同水平的学生正确认识到自己修改行为的不足，从而在未来修改作文过程中更加关注这些问题，进一步促进二语写作能力的发展。

本研究并未发现学生的英语水平会对其基于 AWE 反馈的作文修改过程造成显著影响，可能由于仅选取了学生入学后第二次使用批改网进行写作和修改后提交的作文文本。因此，在未来进一步探究学生的英语水平与其基于 AWE 反馈的作文修改过程的关系时，将会编码现有研究对象多次写作的 AWE 反馈类型和基于反馈的作文修改行为，并辅以访谈分析学生在

修改过程中深层的情感及认知变化。除此之外，未来研究也会关注其他因素，如学生的语言学习信念、学习策略等个体差异对他们基于 AWE 反馈的作文修改行为的影响。

参考文献

- 陈冰青和张荔 (2017)。基于自动作文评阅系统反馈的修改过程研究——以批改网为例。 *当代外语研究*, (04), 37-43+54。
- 何旭良 (2013)。句酷批改网英语作文评分的信度和效度研究。 *现代教育技术*, 23(5), 64-67。
- 黄爱琼和张文霞 (2018)。英语作文自动评价反馈对学生词汇修改的影响——以批改网为例。 *现代教育技术*, 28(07), 71-78。
- 黄绍莹和张荔 (2015)。自动作文评阅系统对不同水平学习者英语写作能力的影响——基于句酷批改网的研究。 *外语与翻译*, 22(04), 70-76+4。
- 梁茂成和文秋芳 (2007)。国外作文自动评分系统评述及启示。 *外语电化教学*, (05), 18-24。
- 卢鹿 (2016)。基于自动评价系统的第二写作过程研究。 *外语界*, (02), 88-96。
- 石晓玲 (2012)。在线写作自动评改系统在大学英语写作教学中的应用研究——以句酷批改网为例。 *现代教育技术*, 22(10), 67-71。
- 张荔和盛越 (2015)。自动作文评阅系统反馈效果个案研究。 *外语电化教学*, (03), 38-44。
- 张姗姗和徐锦芬 (2019)。ZPD 视角下在线自动反馈对英语不同水平学习者写作的影响。 *外语与外语教学*, (05), 30-39+148。
- 周雪峰 (2019)。基于语料库在线自动批改系统对学生写作水平的影响观察。 *新课程(下)*, (04), 26-28。
- Black, P., & William, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.
- Chen, C.-F. E., & Cheng, W.-Y. E. (2008). Beyond the design of automated writing evaluation: Pedagogical practices and perceived learning effectiveness in EFL writing classes. *Language Learning & Technology*, 12(2), 94-112.
- Cohen, Y., Ben-Simon, A., & Hovav, M. (2003). *The effect of specific language features on the complexity of systems for automated essay scoring*. Paper presented at the 29th Annual Conference of the International Association for Educational Assessment, Manchester, UK.
- Foote, C. J. (1999). Attribution feedback in the elementary classroom. *Journal of Research in Childhood Education*, 13, 155-166.
- Keith, T. Z. (2003). Validity and automated essay scoring systems. In M. D. Shermis, & J. C. Burstein (Eds.), *Automated essay scoring: A cross-disciplinary perspective*. (pp. 147 – 167). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Koltovskaia, S. (2020). Student engagement with automated written corrective feedback (AWCF) provided by Grammarly : A multiple case study. *Assessing Writing*, 44, 100450-100450.
- Li, M. (2005). *A tentative study of e-grading mechanisms in the teaching of writing*. (Unpublished master's thesis). National Tsinghua University, Beijing, China.
- Liu, S., & Yu, G. (2022). L2 learners' engagement with automated feedback: An eye-tracking study. *Language Learning & Technology*, 26(2), 78-105.
- Ranalli, J. (2018). Automated written corrective feedback: How well can students make use of it? *Computer Assisted Language Learning*, 31(7), 653-674.
- Rezaei, A.R., & Lovorn, M. (2010). Reliability and validity of rubrics for assessment through writing. *Assessing Writing*, 15, 18-39.
- Silva, T. (1993). Towards an understanding of the distinct nature of L2 writing: the ESL research and its implications. *Journal of Second Language Writing*, 27(4), 657-677.
- Stephanie, L., Mohaddeseh, M. & Mohammad, R. (2020). Impact of automated writing evaluation

- on teacher feedback, student revision, and writing improvement. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 1-30.
- Swain, M. (1995). Three functions of output in second language learning. In G. Cook & B. Seidlhofer (Eds.), *Principles and Practice in Applied Linguistics: Studies in Honor of H.G. Widdowson* (pp. 125-144). Oxford: Oxford University Press.
- Wang, Y. J., Shang, H. F. & Briody, P. (2013). Exploring the impact of using automated writing evaluation in English as a foreign language university students' writing. *Computer Assisted Language Learning*, 26(3), 234-257.
- Warden, C. A. (2000). EFL business writing behaviors in differing feedback environments. *Language Learning*, 50, 573-616.
- Warschauer, M. & Grimes, D. (2008). Automated Writing Assessment in the Classroom. *Pedagogies: An International Journal*, 3(1), 22-36.
- Zhang, Z. V. (2020). Engaging with automated writing evaluation (AWE) feedback on L2 writing: Student perceptions and revisions. *Assessing Writing*, 43, 100439.
- Zhang, Z. V., & Hyland, K. (2018). Student engagement with teacher and automated feedback on L2 writing. *Assessing Writing*, 36, 90-102.
- Zhu, M. X., Lee, H. S., Wang, T., Liu, O. L., Belur, V., & Pallant, A. (2017). Investigating the impact of automated feedback on students' scientific argumentation. *International Journal of Science Education*, 39(12), 1648-1668.

智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂模式构建

Construction of High School Chinese Grouping Reading in-depth Classroom Model Enabled

by Intelligent Technology

林秋纯^{1*}, 尹栩如², 李草茵³

¹ 华南师范大学信息技术学院

* 1145841335@qq.com

【摘要】 智能时代呼唤全面深化基础教育教学改革, 变革中小学课堂、提升学生核心素养是当前基础教育信息化建设与应用的关键任务。本研究直击中小学课堂的问题, 以深度学习理念、“智能+”教学设计理念为指导, 突出智能技术赋能教学创新, 构建了智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂的模式, 提出了实施策略, 期为智能技术赋能课堂变革提供理论支撑与实践指引。

【关键词】 智能技术; 群文阅读; 深度学习; 课堂模式

Abstract: The comprehensive deepening of the reform of basic education and teaching is needed in intelligent age, so transforming classrooms in primary and secondary schools and improving the core literacy of students are the key and substantive tasks in the current construction and application of basic education informatization. Guided by concepts on deep learning and "intelligent+" pedagogical design, this research directly hit the problems of middle school classroom, highlighted the innovation of intelligent technology empowering pedagogy, constructed a model on in-deep classroom of high school Chinese group reading empowered by intelligent technology. Additionally, this research proposed the implementation strategies, in order to provide theoretical support and practical guidance for classroom revolution empowered by intelligent technology.

Keywords: intelligent technology; group reading; deep learning; classroom model

1.问题的提出

2017年,《新一代人工智能发展规划》明确提出要实施“智能教育”,利用智能技术加快推动人才培养模式和教学方法改革(新华社,2017)。2021年,《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》提出要减轻义务教育阶段学生过重的作业负担和校外培训负担(新华社,2021)。双减背景下的课堂生态呼唤变革,以人工智能为核心的新一代智能技术为此提供了全新的空间和手段支持,探索智能技术与课堂教学双向赋能思维,推动课堂教学减负提质增效、优质均衡,成为时代发展主诉求。《普通高中语文课程标准(2017年版)》提出要重视培养学生广泛的阅读兴趣,扩大学生阅读面,增加阅读量,明确了学科目标从知识点的理解与记忆,转变为学科核心素养中的关键能力、必备品格与价值观念培育(教育部,2017)。而现阶段语文阅读教学缺少深度广度以及学习的系统性和总结性等问题。因此,本研究面向双减政策背景下课堂变革的现实需求,构建了智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂模式,提出实施策略,以期推进群文阅读深度课堂与智能技术的有效结合。

2.相关研究综述

2.1. 高中语文群文阅读教学的研究现状

目前关于高中语文群文阅读教学的研究重点主要集中在以下方面。在策略探究方面,万志(2022)提出了“1+NX”群文阅读实施策略;李艳丽(2022)突出培养学生的思维能力,提出了有效选文、合作阅读、设疑导读、情境创设的策略。在方法路径方面,王蕊(2021)基

于智慧学习环境,提出了阅读内容多元化,阅读渠道多样化,阅读评价灵活化的路径方法。在实践探讨方面,根据不同文章类型,范井轩(2021)将群文阅读实践于古诗词阅读中,使其培养学生的古诗词人文情怀;王永莉(2022)将群文阅读用于小说阅读中,以此加强文本之间的互文性,对阅读教学进行整体设计。综上所述,群文阅读已成为促进高中语文教学的研究热点,但对于学生阅读思维能力的培养还不够,未能进一步实现培养学生的深度学习能力,群文阅读的教学还需要融合深度学习理念进行课堂变革。

2.2. 智能技术教育应用研究述评

智能技术的迅速发展以及“十四五”规划的出台,引起了教育领域对其广泛研究。目前关于智能技术的教育应用现状主要集中在理论探讨、教学应用、教学评价等方面。在理论探讨方面,黄荣怀(2020)等提出了互联网教育智能技术的发展方向与研发路径;刘平辉(2021)等提出智能技术赋能未来课堂变革的系统方案及其推进路径。在教学应用方面,智能技术支持的教与学模式初见成效,如人机协同支持的小学语文写作教学模型(2020,黄涛)、“因材施教”教学模式等(2020,刘邦奇)。在教学评价方面,孙众(2020)等构建基于人工智能的课堂教学分析框架;刘邦奇(2021)提出了智能技术赋能教学评价的“5+1”的总体框架。综上所述,智能技术引发的教育教学内生性变革的潜在优势逐渐显现,如何在课堂教学中合理有效地应用智能技术,创新课堂教学样态有待进一步探索。

3. 理论基础

3.1. 深度学习理论

深度学习是指在理解学习的基础上,学习者能够批判性地学习新思想和事实,并将其与原有的认知结构相融合,能够在众多思想间进行联系,并能将已有的知识迁移到新的情境中,作出决策和解决问题的学习。因此,以深度学习理念为指导,构建的高中语文群文阅读深度课堂模式可供教师展开群文阅读教学,让学生在集体构建语文知识,培养语文学科核心素养。

3.2. “智能+”教学设计理论

智能技术支持下课堂教学模式,要将“智能+”思维系统融入到教学目标、内容、活动和评价的整体设计中,变革教学流程和教学结构,重塑课堂生态。因此,本研究从语文学科核心素养出发,以教学设计理论为指导,融合智能技术于教学设计全过程,构建高中语文群文阅读课堂模式,最终实现学生的高阶思维品质与能力的提升。

4. 智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂模式的构建

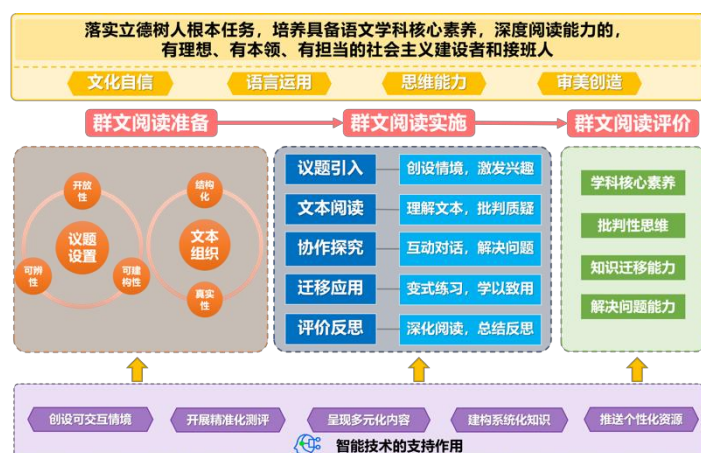


图1 智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂模式图

4.1. 群文阅读准备设计

议题和文本的确定都需要结合语文学科核心素养、深度学习能力目标、教学内容、教学活动和课程思政等元素,以学习者的需求、认知发展规律等学情分析为基础,直击学科的核心内容与思想方法于议题和文本中。同时,充分发挥智能技术的功能作用,深度挖掘已有教学

内容共通之处,对标语文学学科核心素养和深度学习的有关要求,结合智能技术收集分析的数据,建立学情数据分析模型,对学生潜在能力的知识、能力薄弱点进行智能诊断,从而设置具备开放性、可辨性和可建构性的议题,组织具备结构性、互文性和真实性的文本内容。

4.2. 群文阅读实施设计

首先,利用在线学习平台发布开放性议题,创设交互式真实情境,激发学生兴趣;其次,基于特定主题,运用略读、精读、对比等方法,通过智能教育工具推送针对性的群文阅读资源,鼓励学生批判性阅读,分析多篇作品的异同,在质疑中提升思辨能力;接着,教师通过引导学生利用阅读技能探究深层核心问题,归纳总结多篇作品中的阅读要点,进而解决问题,建构系统化知识;然后,让学生在阅读过程中记录语言知识点,通过赏析群文,进行“读写结合”阅读训练,引导学生根据总结归纳的阅读要点仿写经典文学;最后,根据学生群文阅读训练情况,依托智能教育软件呈现具备深度及广度的多元化文本内容,拓展学生群文阅读的范围,学生在广泛阅读与教材相关的文本过程中总结反思训练的成果,构建语文知识体系。

4.3. 群文阅读评价设计

在智能时代,群文阅读深度课堂模式的成效评价应以语文学科核心素养为导向,着眼于学生批判性思维、知识迁移能力与问题解决能力等深度学习能力的培养。关注学生在阅读过程中对群文以及议题的兴趣、思考、理解、探究和应用等表现,借助阅读软件、协作工具等多种智能技术进行多维数据采集和评估,重点开展表现性、过程性评价。此外,在评价反思环节,选用权威量表对学生深度学习能力进行问卷调查,以期让学生清晰了解自身存在的短板,让教师适时调整课堂策略。

5. 实施策略

5.1. 数智协同确定阅读议题适宜化

阅读议题是群文阅读内容组织的基础和来源,制约着群文阅读深度学习开展的过程,也是教学实施过程中核心的部分。利用知识图谱、模式识别和智能代理等智能技术手段支持阅读议题的选择,结合人工智能技术收集分析数据确定学习目标,并通过对学习数据的采集,对学习者的学习风格和偏好进行精准分析,推荐符合学生最近发展区的学习内容,结合议题需具备的开放性、可辨性、可建构性核心特征确定群文阅读深度学习的议题。

5.2. 沉浸式环境实现文本情境真实化

创设一个集阅读、思考、发现、表达等于一体的学习情境,有利于帮助完成知识的习得和内化。充分发挥VR、AR和数字孪生等智能技术优势,创设立体化、沉浸式的学习情境,打造虚实结合一体化的课堂环境,从而建立知识与情境之间的联系,文本与文本之间的联系,不断拓展学生具身认知,促进知识向智慧生成与转变。

5.3. 探究工具促进阅读过程可视化

智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂应充分发挥深度学习内容挑战性及探究性的特点,使学生通过协作探究任务自主构建语文知识体系。借助智能技术,完整记录学生在阅读情境中问题解决的探究过程,根据学生的学习过程和学习状态,及时有效调整教学策略,利用智能教育平台及时调整内容并推送个性化资源,发挥数据的效能,从而实现阅读过程的可视化,辅助学生深入全面阅读文本,完成核心问题的分析及解决,促使学生对群文文本产生全面、系统、完整的深刻认识,构建自身语文知识体系。

5.4. 智能测评驱动阅读评价多元化

基于智能技术的支持,以科学、精准的数据作为依据推动多元化评价,为学生的能力发展提供精准指引。依托智能技术,采集学生的学习过程和学习行为数据,利用多模态数据融合分析和智能可视化表征,建立学情数据分析模型,生成可视化的学习分析报告,借助阅读软件和在线学习平台收集学生的阅读时长、阅读笔记等数据记录学生的阅读成长经历,反映学生的动态发展过程;针对学生的知识掌握、必备品格和素养水平进行动态画像评价,最终实现以学生为中心的综合评价,同时为教学目标的动态调整提供数据参考。

6. 结语

本研究面向双减政策背景下课堂变革的现实需求,直击群文阅读教学主要问题,以深度学习理论、“互联网+”教学设计理论为指导,通过文献探讨和理论演绎的研究方法,融合“智能+”思维方式,明晰了基于智能技术支持下群文阅读及深度学习的主要特征及其两者内在关系,构建了智能技术赋能高中语文群文阅读深度课堂模式,提出实施策略,为智能技术赋能课堂变革提供理论支撑与实践指引,以期积极推动我国中小学课堂变革与创新。

参考文献

- 万志(2022)。高中语文群文阅读教学实施策略。**语文教学通讯·D刊(学术刊)**, 08, 25-27。
- 王永莉(2021)。群文阅读在高中小说阅读教学中的实践探究(硕士论文)。西南大学。
- 王蕊(2021)。智慧学习环境下高中语文群文阅读的方法路径初探。**数字教育**, 01, 56-59。
- 刘平辉、祝士明、梁裕和张慕文(2021)。智能技术赋能未来课堂的系统方案及其推进路径。**现代教育技术**, 31(12), 20-26。
- 孙众、吕恺悦、骆力明、陈美玲、许林和施智平(2020)。基于人工智能的课堂教学分析。**中国电化教育**, 10, 15-23。
- 刘邦奇、袁婷婷、纪玉超、刘碧莹和李岭(2021)。智能技术赋能教育评价:内涵、总体框架与实践路径。**中国电化教育**, 08, 16-24。
- 李艳丽(2022)。高中语文群文阅读教学的实践性研究。**语文教学通讯·D刊(学术刊)**, 02, 60-61。
- 范井轩(2021)。高中古诗词群文阅读实践研究(硕士论文)。广西师范大学。
- 教育部(2017)。中华人民共和国教育部关于印发《普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017年版)》的通知。检索自
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/201801/t20180115_324647.html
- 黄涛、龚眉洁、杨华利、王涵和张晨晨(2020)。人机协同支持的小学语文写作教学研究。**电化教育研究**, 41(02), 108-114。
- 黄荣怀、陈丽、田阳、陆晓静、郑勤华和曾海军(2020)。互联网教育智能技术的发展方向与研发路径。**电化教育研究**, 41(01), 10-18。
- 谢幼如、邱艺和刘亚纯(2021)。人工智能赋能课堂变革的探究。**中国电化教育**, 9, 72-78。
- 新华社(2017)。中共中央办公厅 国务院办公厅印发《新一代人工智能发展规划》。检索自
http://www.gov.cn/zhengce/2022-09/04/content_5708260.html
- 新华社(2021)。中共中央办公厅、国务院办公厅《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》。检索自
http://www.gov.cn/zhengce/2021-07/24/content_5627132.html

大学生英语写作互评中的意见分歧研究

Disagreements in Peer Assessment of College Students' English Writing

冯佳林¹, 武永^{2*}

北京邮电大学 人文学院

* wuyong@bupt.edu.cn

【摘要】 本文研究了大学生英语写作同伴反馈中存在分歧的回评反馈特点。我们对 39 名大学英语学习者提供的 1072 条回评评语进行了分析, 发现大多数回评没有分歧, 这说明学生大多认可同伴提供的反馈, 开展同伴互评活动具有可行性。然后我们对存在分歧的回评进行进一步分析, 发现作者和评者产生分歧的主要原因有 5 个: 不同意评阅人的观点; 反馈不具体; 反馈模糊; 反馈不认真; 反馈错误。最后, 我们对研究发现展开讨论, 该研究对英语写作反馈有一定启发意义。

【关键词】 英语写作; 同伴反馈; 回评

Abstract: The present study investigated characteristics of the writers' responses to peer review in college students' English writing. We analyzed 1,072 responses to peer feedback provided by 39 college English learners and found that most of the feedback comments were acceptable to the writers, which indicates that students mostly approve of the feedback provided by their peers. We then further analyzed the writer's responses to reviewer's feedback and found that there were five main reasons for writer-reviewer conflict: disagreement with the reviewer's feedback; feedback is unspecific; feedback is vague; the reviewer is not serious in giving feedback; and the feedback is incorrect. Finally, we discuss the findings of the study that have implications for teaching English writing.

Keywords: English writing, peer feedback, response to feedback

1. 介绍

同伴反馈 (peer feedback) 是指学生在写作修改的过程中, 阅读同伴作文并提出对应的修改建议的写作教学活动 (Wu & Schunn, 2020)。目前, 一些研究发现, 部分学生对同伴反馈持怀疑态度 (Tsui & Ng, 2000; 周一书, 2013)。其中, 有研究对学生同意的反馈进行分析。Wu & Schunn (2020) 通过分析作者对同伴反馈的回评 (即学生对收到同伴反馈的回复), 发现批评性反馈中的 “mitigating praise” 和作者同意反馈显著正相关, 即作者更有可能同意有 “mitigating praise” 的批评性反馈。而本文主要研究作者和评阅人不一致的反馈, 即有分歧的反馈。以往研究中对于学生不认可的反馈, 主要是利用访谈进行定性研究, 较少有研究通过定量研究的方法分析学生存在分歧的回评所呈现的特点。本研究首先对同伴反馈中学生的回评内容进行分析, 进而对存在分歧的回评的原因进行分析。本研究主要探讨 2 个问题: 1. 学生对收到反馈的看法如何? 即学生是否认可收到的同伴反馈? 2. 如果学生不认可同伴提供的反馈, 不认可的原因有哪些?

2. 研究设计

2.1. 研究环境和研究对象

本研究在北京某理工高校英语专业的《英语写作》课上进行, 该课程主要讲授英语议论文的写作, 共 39 名大三学生参与本研究。所有学生均为 19 至 21 岁, 女生 35 人, 男生 4 人。本研究的数据来自第三个写作任务。

2.2. 数据分析

首先, 我们对回评数量进行统计。第二, 对回评内容进行判断, 将回评分为无分歧和有分歧两个方面。第三, 采用内容分析法分析有分歧的回评内容, 并对其进行归纳总结。第四, 我们对有分歧的回评 (N = 80) 进行分析, 标注每条回评中是否包含以下特点: 不同意评阅

人的观点、反馈不具体、反馈模糊、反馈不认真、反馈错误。2名接受了内容分析培训的研究助理对有分歧的回评内容进行了分析，有分歧的内容通过讨论达成一致（Kappa = .88）。

3. 研究结果

我们对学生所提供的全部回评进行统计分析。分析显示（见图1）：学生共提供了1072条回评评语，其中无分歧的回评评语有992条，这说明学生大多认可同伴提供的反馈。

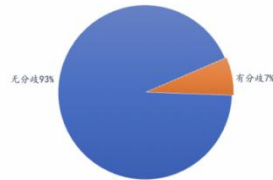


图1 回评整体分布情况

我们对存在分歧的回评（N=80）进行分析，发现产生分歧的5个原因：不同意评阅人的观点（占55%），反馈不具体（占23%），反馈不认真（占10%），反馈表达模糊（占9%），反馈表达错误（占3%）（见图2）。

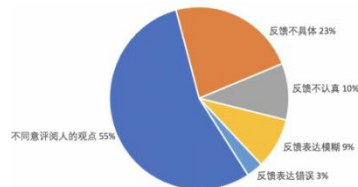


图2 有分歧的回评特点

4. 结论

本研究分析了同伴反馈中的回评内容，发现：第一，93%的回评评语（N=1072）对同伴反馈无异议，这说明学生大多数对于同伴反馈持认可态度。第二，在有分歧的回评中（N=80），作者认为反馈错误的回评仅占3%，这说明大多数反馈能准确指出同伴作文中的问题。第三，不同意评阅人的观点和反馈不具体是学生们不认可同伴提供反馈的主要原因。

本研究对促进同伴反馈在写作教学中的广泛运用具有一定借鉴意义。本研究的局限性是数据来自一次同伴反馈活动，虽有一定代表性但不够丰富。后续研究可以适当延长研究周期，对学生进行英语写作能力发展的动态评估，以便更加全面了解学生在互评中遇到的问题。

致谢

本研究受下列项目资助：北京邮电大学研究生科研创新项目《高校英语学习者反馈素养培养研究》，（编号：2023-YC-A269）

部分参考文献

- 高瑛 (2018). 基于 Peerceptiv 互评系统的英语写作同伴反馈效果研究. 外语电化教学, 180, 3-9.
- Wu, Y. & Schunn, C. D. (2020a). *The effects of providing and receiving peer feedback on writing performance and learning of secondary school students*. American Educational Research Journal, 58, 1-35.
- Wu, Y. & Schunn, C. D. (2020b). *From feedback to revisions: Effects of feedback features and perceptions*. Contemporary Educational Psychology, 60, 1-17.
- Wu, Y. & Schunn, C. D. (2020c). *When peers agree, do students listen? The central role of feedback quality and feedback frequency in determining uptake of feedback*. Contemporary Educational Psychology, 62, 1-16.

融入劳动教育理念的小学人工智能课程实施路径——以“智慧农业”课程为例

A Pathway for Implementing AI Curriculum in Primary Schools Incorporating the Concept of Labour Education——Taking "Smart Farming" Course as an Example

沈峥嵘¹

¹ 苏州市吴江区青云小学

*4132025@qq.com

【摘要】 创新性地实施小学人工智能课程，构建与现实生活联系的项目化情境，给学生鲜活的探索体验，可以尝试在小学人工智能课程实施中融入劳动教育理念。小学人工智能课程融入劳动教育理念是因为两者目标追求一致、技术诉求契合、价值生成同向。融入劳动教育理念的小学人工智能课程实施路径包括建构“人工智能+劳动”课程体系、开发“人工智能+劳动”教学资源、创新“人工智能+劳动”教学方式等。又以“智慧农业”为例，进行了详细的阐述。

【关键词】 劳动教育；小学；人工智能课程；实施路径

Abstract: In order to innovatively implement the primary school AI curriculum, build project-based contexts with real-life connections and give students a vibrant exploration experience, can try to integrate the concept of labour education into the AI curriculum in the primary school. The integration is due to the alignment of the two objectives, technology requirements and value generation. The implementation path of primary school AI curriculum that incorporates the concept of labour education includes the construction, the resource development and the innovation in teaching methods of an AI+labour curriculum system. As an example, the article elaborates on "smart agriculture" in detail.

Keywords: Labour education, Primary school, Artificial intelligence curriculum, Pathway of implementation

1. 前言

人工智能时代的来临，彻底改变了人们的生产、生活和学习方式。掌握人工智能技术，学会使用人工智能进行创新教育已经成为了教育界的共识。随着义务教育信息科技新课标的颁布，六条逻辑主线之一的人工智能教学成为一线教师关注的焦点。如何创新性地实施小学人工智能课程，构建与现实生活接近的项目化情境，给学生鲜活的探索体验，是摆在一线信息科技教师面前的难题。小学人工智能课程实施最好的抓手就是让学生学会“做事”，新时代的劳动教育正好为“做事”提供了合适的契机和土壤。新时代的劳动教育具有“手脑并用”、“综合育人”等理念。劳动教育课程建设需要坚持与学科渗透相结合，打破学科之间、课堂内外、校园内外的边界，创新课程形态，完善劳动教育课程体系，充分实现课程育人的功能。尝试融入劳动教育理念来实施小学人工智能课程，两者相融合，可以起到“润物细无声”“四两拨千斤”之功效。基于此，本文将劳动教育理念融入小学人工智能课程中，构建“人工智能+劳动”课程体系，力求通过人工智能课程培育学生的综合素养，使学生形成良好的价值取向，实现智育和劳动教育的育人价值与育人功能。

2. 小学人工智能课程融入劳动教育理念的现实意义

2.1. 目标追求一致

人工智能的应用与发展，目标就是模拟人类的思维过程，延伸和扩展人的智能和行为。从最初的解决单一问题到目前解决各类复杂问题，人工智能把智能提升到了一定的高度。劳动教育的直接目标是让教育者掌握一定的劳动知识，具备一定的劳动技能。新时代的劳动构

成的元素复杂多元，现代化、信息化、智能化的劳动内容不断增加，劳动教育更是“手脑并用”的教育。开展劳动实践活动，在实践中可不断深化自身的智力和能力的认识。由此可见，在目标追求上，人工智能教育和劳动教育具有一致性，都是为了开发、延伸人的智能，使人具有更好的思考和行动能力。

2.2. 技术诉求契合

人工智能在一定的应用场景中，根据用户需求和特点，基于大数据、算法、算力、机器学习、自动化程序设计等，进行不断的优化、升级迭代和自我提升，以适应“应用场景”的变化和需求。新时代的劳动教育，也是以推动科学技术发展为诉求展开的。新时代的劳动教育要求学生掌握当前社会发展需要的科学技术知识、科学技术能力的同时，进行创新活动，推动科学技术的发展和进步。劳动教育既是在一定科学技术的赋能下开展，又是推动科学技术的发展。因此，人工智能赋能劳动教育，使劳动教育的质量提升到一个新的层级，劳动教育又反哺人工智能，以高素质的劳动者推动人工智能向更深层次发展。

2.3. 价值生成同向

人工智能的自动化减轻了人类无意义重复的劳动，释放了更多劳动力去执行更智能的任务，同时也减轻工作环境带来的高风险。通过大数据、算法、算力，可以把很多人的智慧融合起来，生成一种新型的智慧成果。劳动教育同样也遵循直接创造价值和生成价值的内在逻辑。一方面，劳动教育提升了教育者的劳动素质，使劳动者在劳动过程中提高生产效率，直接创造价值；另一方面，劳动教育提高整个社会的劳动生产力，使社会发展具有内生动力，推动社会整体进步。因此，人工智能进入劳动教育，能够产生协同效应，共同推动社会发展和进步。

3. 融入新时代劳动教育理念的人工智能课程实施路径

3.1. 学科融合：建构“人工智能+劳动”课程体系

学科融合已成为培养“全面发展的人”的重要途径。2022版《义务教育信息科技课程标准》指出，教师应当依据核心素养，挖掘学科育人价值，融入跨学科主题的教学，实现多学科教师和学生共同设计与创造。随着人工智能技术的发展和普及，人工智能已经成为了一种全球性的技术革命。同时，随着社会经济的发展和科技的进步，劳动力市场的需求也在不断变化和升级。在这种背景下，将人工智能和劳动教育有机结合，构建“人工智能+劳动”课程体系，是一种非常有意义的教育模式。因此，在原有的人工智能课程学习领域基础上，进行延伸拓展，将多学科知识纳入小学“人工智能+劳动”拓展课程中，全方位对学生在人工智能课程学习过程中进行劳动教育渗透，完善“人工智能+劳动”拓展课程，努力构建德智体美劳全面培养的教育体系，形成更高水平的人才培养机制。如图1所示，在人工智能课程体系的建构中，数据、算力和算法是人工智能的三大核心要素，“人工智能+劳动”拓展课程与原有的人工智能基础学习课程相比，操作和技能已经不是重点的培养方向，而是将贴近学生生活的技术、基于学生兴趣的劳动项目作为主线，引导学生学习用人工智能技术赋能劳动项目的相关知识，帮助学生经历包括方案构思、验证实现和反思评价操作在内的一系列真实思维建构的劳动创造过程。在小学阶段，从人工智能运用的场景体验入手，学习人工智能技术的基本原理，掌握基本的计算和编程技能，尝试运用收集数据、训练模型，智能控制等。劳动教育的数字化转向，意味着综合性能力的培养和创造性能力的发挥，意味着从“技能型”向“复合型”人才的转变。

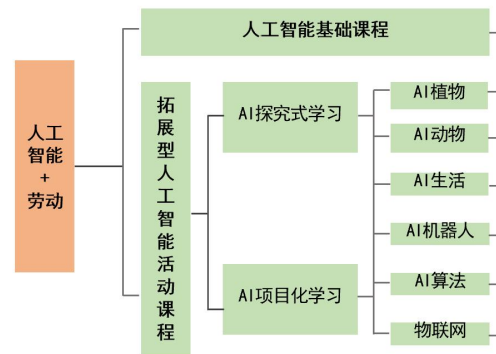


图1 小学“人工智能+劳动”课程示意图

例如，“智慧农业”这一单元的教学，笔者以项目化学习方式开展了智慧种植课程，通过劳动实践活动让学生了解数据、算力和算法的概念。学生可以通过传感器获取各种植物生长环境中的数据，例如温度、湿度、光照等等，然后将这些数据存储在云平台中进行分析。通过这样的过程，学生理解数据在人工智能系统中的重要性，以及如何通过数据来进行问题分析和解决方案的设计。同时，学生也可以学习到如何利用云计算平台来提供强大的算力支持，以分析大量的数据。

此外，学生还可以通过编程学习基本的算法原理，例如分类算法、人工神经网络等等。通过这些算法的学习，学生可以更好地理解如何使用数据来训练人工智能模型，并将其应用于智慧种植系统中，以实现自动化浇水和养护植物。

通过建构这样的“人工智能+劳动”课程体系学生可以深入了解人工智能系统的核心要素，包括数据、算力和算法，同时也可以将所学的知识应用于实践中，提高他们的劳动实践动手能力和解决问题的能力。这样的学习方式也符合劳动教育理念，让学生通过实际操作来体会劳动的意义和价值。

3.2.因地制宜：开发“人工智能+劳动”教学资源

目前，在日常的教学中，学生往往只沉浸在课堂和书本上，缺乏亲身参与体验的劳动经历，可谓是“有教育没劳动”；有的学校虽然开设了一些劳动教育课程，但却把劳动教育课开设成了劳动体验课和劳动技术学习课等，可谓是“有劳动无教育”。劳动源于生活，人工智能技术服务于生活。教学应跳出原有樊篱，回归生活的本真。只要教育者有心，日常生活与劳动都能挖掘到人工智能教育的“素材”，只要找准定位，就地取材，校园的一花一草一木，家乡的土壤空气水源，人们的衣食住行等，都可以成为“人工智能+劳动”实践的对象。

“校园中新栽种的大树旁为什么要插入白色的管子”“农村老年人如何科学服药”“疫情期间如何保持一米线”“农村居民骑行电动车不戴头盔”等生活问题，都可以成为师生开发和利用的资源。可以说，人工智能课程与劳动课程相互渗透、有机融合，既可以让劳动教育“活”起来，又能充分发挥人的能动性，让人工智能场景成为教育者和学生发掘自身劳动潜能的扩大器。伴随着数字化劳动等新形态的涌现，劳动教育更应该关注新的劳动形式和能力要求，增加新的劳动教育内容，提升“智能原住民”的智能素养。

例如，“智慧农业”这一单元的教学，笔者以真实的生活主题情境入手，课上出示学生熟悉的校园、周边小区、东太湖湿地公园新栽大树两旁预埋管子的图片，启发学生思考：新栽种的大树旁插入白色管子的作用？如何解决大树栽种存活率？将“大树智慧养护”这一教学资源引入课堂，在情境任务基础上，结合实际观察，测量数据，让学生以解决江南地区大树栽种存活率为切入点，基于已知，提出想法，引导学生将理解的情况和掌握的数据转化为信息科技问题，利用人工智能技术设计一种可以代替人工检查并抽水的自动化装置，实时监测树木根部水位情况，一旦达到警戒水位线，水泵就会自动将多余的水排出，从而保证树木的存活率。同时将监测到的数据：水位、温度等传送到大数据平台进行数据分析，通过收集数据到训练深度学习模型，再到部署智能信息系统，借助人工智能技术可实现针对性养护，

大大减轻了劳动力,使学生在探究性的学习过程中树立正确的劳动价值观并促使学生形成各方面的能力,培养了持续探究的坚韧精神和劳动智慧,体验工匠精神。

3.3. 跨越时空: 创新“人工智能+劳动”教学方式

随着人工智能技术的快速发展,将其应用于劳动教育中成为了一种新的教学方式,即“人工智能+劳动”教学方式。这种教学方式的出现,旨在将人工智能技术与劳动教育相结合,创新传统的单线教学方式,从而更好地培养学生的综合素质。这种教学方式的实现,需要教育者在教学设计和实践中充分融合人工智能技术和劳动实践。在具体的教学中,可以采用模拟实践的方式来帮助学生更好地了解人工智能技术在劳动实践中的应用。

教育部在2022“教育新春”发布会上提出要充分运用人工智能、虚拟现实、增强现实等技术手段,最大程度地还原真实场景,丰富资源呈现形式,助力提高资源使用实效性。将人工智能运用于劳动教育,将劳动场景虚拟化,使实践与知识无缝衔接,改变过去的劳动实践模式,给劳动教育以新的实践思路。如在劳动课程中有种植、养殖等农业生产方面的要求,然而这些实践过程往往需要时间、空间等限制,那么人工智能和虚拟现实的出现,可大大缩短动植物的生长周期和教学周期,真正把时间留给学生,学生通过虚拟交互设备,通过人工智能算法,可对动植物进行定期或不定期浇水或喂食等行为,“虚拟动植物”能够模仿真实动植物作出各种反应,突破时间、空间的局限性,增强学生兴趣,加强学生的主体感受。同时,虚拟现实又具有共享性和开放性,在教育资源匮乏农村地区也能够接触到优质的教育资源。

例如,“智慧农业”这一单元的教学,在人工智能、虚拟现实等技术的夹持下,“果园采摘”可以让学生身临其境地感受采摘的乐趣和丰收的喜悦。“田园农耕”除了体验田园农耕乐趣,还可以锻炼自身的劳动技能,达到手、眼、耳操作时的一致和协调。自己动脑设计的AI算法,动手开垦、播种、浇水、除虫,让学生学会使用农耕工具的同时,掌握农耕技术,感受劳动创造价值,增强产品质量意识。“智能温室”可以观察温室中植物全天候生长的状态,通过人工智能算法及大数据探索了解温室的构成及其原理。虚拟劳动场景的设置,弥补了过去劳动教育缺乏实践场景的短板,为劳动教育的知识与技能融合、劳动者创新素质培养提供了更为广阔的实践空间。

由此可见,人工智能教育支撑下的劳动教育形态,将改变以往单向和单一的学习方式,将更多的学习时间还给学生。这样的创新课堂,将极力推进人工智能教育及劳动教育的双向突破,利用人工智能载体进行全新的劳动教育创新模式。在这种教学方式下,学生可以接触不同领域的劳动实践,从而更好地了解各行业的发展趋势和就业前景,为他们未来的职业发展打下坚实的基础。

4. 结束语

在小学人工智能课程中融入新时代劳动教育理念,构建“人工智能+劳动”课程体系,突破了原有的单线人工智能或劳动教育课程,有效地转变学校课程开设的方式。这样的课程力图凸显基于真实情境下的跨学科教学结构,引导学生综合运用所学的知识在学科内、学科间、学科与社会等多种情境下解决真实问题,并以“理论+实践+劳动”的形式进行教学实践,有针对性地培育了学生对劳动教育的兴趣,感受人工智能对当代劳动者的影响,学生在实际参与的过程中增进对人工智能的认知,学习的体验感更强。因此,“人工智能+劳动”教学方式的实施,不仅有助于培养学生的实践能力和科技素养,也能够更好地满足新时代人才培养的需要,有着重要的现实意义和长远意义。

参考文献:

工业4.0时代德国学校劳动教育课程改革及启示[J]. 任平,贺阳,赵腾飞.北京教育学院学报. 2021(06).

徐洁. 基于大概念的教学设计优化 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2021.

中华人民共和国教育部. 信息科技课程标准 (2022 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.4.

中华人民共和国教育部. 劳动课程标准 (2022 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.4.

檀传宝. 劳动教育的概念理解——如何认识劳动教育概念的基本内涵与基本特征[J]. 中国教育学刊, 2019(2): 82-84.

王新波. 情绪劳动: 人工智能时代劳动教育的内容创新[J]. 人民教育, 2019(19): 62-65.

刘佳, 王玥玮. 学校劳动教育课程建设的“乡村思路” [J]. 中国教育学刊, 2021(06): 71-75.

张家军, 吕寒雪. 人工智能时代劳动教育的价值意蕴、可能困境与突破路径[J]. 广西师范大学学报: 哲学社会科学版, 2021(02): 61-71.

班建武. “新”劳动教育的内涵特征与实践路径[J]. 教育研究, 2019(1): 21-26.

吴砥, 饶景阳, 王美倩. 智能教育: 人工智能时代的教育变革[J]. 人工智能, 2019(3): 119-124.

杨颖秀. 人工智能时代劳动教育的价值省思与超越[J]. 中小学管理, 2019(5): 23-25.

孙田琳子, 沈书生. 论人工智能的教育尺度——来自德雷福斯的现象学反思[J]. 中国电化教育, 2019(11): 60-65+90.

“农村娃”也能玩转人工智能：农村小学人工智能教育的“青小路径”

"Rural Children" Can Also Play with Artificial Intelligence: the "Qing Xiao Path" for AI

Education in Rural Primary Schools

沈峥嵘^{1*}, 杨云妹²

¹² 苏州市吴江区青云小学

*4132025@qq.com

摘 要： 人工智能教育逐渐成为了我国基础教育的热点。本文通过对学校学情和校情的深度调研，提出了将人工智能教育纳入到农村小学科技教育体系的实践思路。具体阐述了构建“1+2+N”人工智能教育模式，助推学生信息素养发展；因地制宜开发人工智能教育资源，破解人工智能学习困境；建构农村小学生“项目驱动”学习模式，促进学生创造力发展；设计跨学科项目，夯实学生核心素养。并提出了进一步开展人工智能教育的思考。

关键词： 农村；小学；人工智能教育；青小路径

Abstract: Artificial intelligence education has gradually become the focus of basic education in China. This document proposes a practical idea of integrating AI education into the science and technology education system of rural primary schools through an in-depth study of the school situation and school conditions. It elaborates on the construction of a "1+2+N" AI education model to promote the development of students' information literacy, the development of AI education resources according to local conditions to solve the AI learning dilemma, and the construction of a "project-driven" learning model for rural primary school students to promote the development of students' creativity, and designs interdisciplinary projects to consolidate core literacy. It also provides thoughts on how to further develop AI education.

Keywords: Rural areas, Primary school, Artificial intelligence education, Qing Xiao Path

1.前言

《新一代人工智能发展规划》把全面推进新一代人工智能提升到国家战略高度，指出在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育；建设人工智能学科，培养复合型人才，形成我国人工智能人才高地等。在这种新的时代背景下，学校教育需要做出相应的改变，才能满足社会需求和学生发展需要。而对于一所农村小学来说，最好的切入点则是将其纳入到现有的学校科技教育体系中，因地制宜结合农村学校的学情和校情，有针对性地完善课程体系，开展人工智能项目学习活动，为农村科技教育注入新的发展活力。

青云小学是一所苏南农村社区小学，相对于城区学校和集团型学校，此类学校体量小，本地生源不足，骨干教师稳定性不够。学校现有在校学生 791 人，学校在原有科技特色的基础上，紧抓人工智能发展的重大机遇，从 2019 年开始着手布局规划人工智能教育，特别是在师资和师生意识上提前行动，积极探索符合农村小学人工智能教育教学模式、学习方式和教学策略，开展不同层次的人工智能知识科普教育，着力提升学生人工智能素养和科技基础教育。

2.问题与困惑：农村小学开展人工智能教育现状

2.1 农村小学生人工智能学习方面存在的问题

为了更深入地了解学情，把握学校在开展人工智能教育方面的实际情况，笔者曾以网络问卷的形式对五、六年级学生进行了一次问卷调查。本次调研共发放问卷近 240 份，回收 235

份。根据对调查结果所做的分析,学生在人工智能学习方面主要存在如下的问题。

2.1.1 学生对人工智能的概念认识模糊

仅 30.8% 的学生听说过“人工智能”这个概念,只有 6.4% 的学生能够说出两个基于人工智能技术的应用。这在客观上就需要学校教育补充人工智能教学部分,以适应社会的需求。

2.1.2 学生对于学习人工智能的目的理解尚不到位

调查显示,62.3% 的学生把学习人工智能的目的仅仅停留在开拓视野的层面上,大部分学生都没有认识到学习人工智能知识能够让他们未来更好地适应智能时代的快速发展。

2.1.3 学生获取人工智能知识的渠道不足

调查显示,86.8% 的学生都表露出对学习人工智能的兴趣,但选择“不知道从哪里学”的学生比例高达 64%。理论上来说,学生可以上网查阅到关于人工智能的很多知识,但如果你以“人工智能”为关键词在网络上搜索,出现在前几页的大部分内容都是广告,还有很多小学生很难理解的内容。客观上来说,一个小学生,从网络上很难获取与他年龄相匹配的人工智能知识。

2.2. 农村小学在实施人工智能教育方面存在的困惑

2.2.1. 专业教师匮乏

学校能够承担人工智能教学任务的教师主要是信息科技学科教师。学校共有专职信息技术教师 2 人,只有 1 个接受过人工智能教学培训,这些成为农村和边远地区的共性问题,是学校开展人工智能教育面临的最大挑战。

2.2.2. 课程资源短缺

在小学实施人工智能教育,没有统一的课程标准,课程在构建过程中,教学目标的确立、教学内容的选择、教学课时的安排和调整、教学模式和教学策略的遴选、课程评价和综合教学场地建设等方面,都存在着或大或小的分歧。

2.2.3 课时难以保障

目前,很多学校的人工智能教学都放在信息技术课上完成。但仅靠信息技术的课时量,是难以承担这项新的教育任务。很多学校信息技术课每周只有 1 课时,还需要完成大纲规定的教学任务,很明显难以满足学生学习人工智能教育需要。

2.2.4. 缺少家长支持

农村的父母,还是希望孩子一心读书,语数英考出高分才是王道。农村孩子的父母,心里装的只有分数。

3. 实践与行动: 农村小学人工智能教育策略研究

3.1. 构建“1+2+N”模式的人工智能教育, 助推学生信息素养发展

为推进学校人工智能教育,学校成立了人工智能教育行动研究小组,创造了“1+2+N”模式。如图 1 所示,“1”是指信息技术学科课程,常规课堂开展人工智能必修课程,按照国家信息科技课程实施。“2”是指兼具拓展性与研究性特点的思维课程和实践课程,属于选修课程。思维课程培养学生计算思维,包括图形化编程、Python 课程;实践课程是指注重智能软硬件结合,动手实践创作智能作品的课程。“N”是指将人工智能教育融入到学校所有学科。与此同时,学校还不定期举办人工智能开放日,拓展学生视野,激发学习热情。必修课程与拓展课程互相联系、互相补充,形成了“知识拓展—思维训练—创新实验”三部曲。

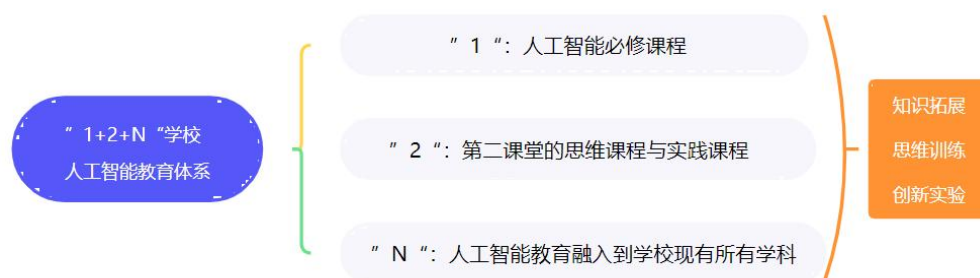


图1 “1+2+N”模式图

每周一次的信息技术课是学生期待已久的课程，因为这些课程不仅有趣，而且富有效果。教师们巧妙地将编程知识融入到生动有趣的项目中，比如使用自己训练的模型“控制飞船”“智能防疫”等。选修这门课的学生早早地前往实验室参加社团活动，与其他社员交流自己的项目思路、算法和想法。师生充满热情，如智能家居、自动驾驶、AI视觉、语音技术等，都是学生们喜闻乐见的领域。这些活动组织有效，效果明显，师生关系平等和谐，创设了一个可以自由分享最新AI技术和算法辩论的“场”。实验室充满了正能量，每个孩子都在学习，都在成长。

3.2. 因地制宜开发人工智能教育资源，破解人工智能学习困境

实验教学是小学人工智能教育的重要方法，对学生的信息素养提升具有举足轻重的作用。2022年4月，教育部正式公布了信息科技新课标，其中特别突出了人工智能实验教学的重要性，这跟笔者前两年的实践不谋而合。人工智能实验教学具有天然优势，它为发展学生利用计算思维设计、实现解决实际方案的能力提供了自主、探究、开放的学习场域。只要找准定位，多方推进，便可逐步构建合理的人工智能课程群生态。

3.2.1. 构建“学习村落”，创设个性化的学习体验

学习是社会环境或特定情境中的知识建构，学校打破了原有车间式教室布局，将墙打破，打通，把“教育工厂”变成“学习村落”，学习空间发生了一场重要变革，不在是完全固定的，是多元的，有效地进行了功能重组，构建了六大功能区，有探究区、发展区、交流区、合作区、展示区和创造区，即可以满足老师讲、学生听的传统教学，也可以满足主题式、项目式、探究性、大单元等不同教学方式，并提供配套资源和技术工具。这里的学习中心可以实现校园的万物互联和智慧感知，校园的一花一草一木，校园的土壤空气水源等，都可以成为人工智能实践的对象。如用AI实现智能浇花、花生质量检测、学校公区清洁卫生自动检查、校园内种植区植物的生长数据监测等，这种面向真实的学习、真实的实践、真实的动手、真实的探究，为学生人工智能教育提供了落地的支架，是教育哲学的转型。

3.2.2. 开发教材资源，创造性地构建人工智能学习活动

信息技术日新月异，写进教材中的人工智能教学模块，由于有地域、目标、篇幅和结构的要求，对于人工智能教育的内容只是点到为止，给教师呈现的课程也只是提供了一个大概的框架。为了更好地实践人工智能中涉及的体验、验证与实现、应用部署等不同任务的实验教学，笔者尝试从设计微项目入手，利用一系列人工智能编程软件与教学平台，例如“Openinnolab 浦源智能教育平台”、“畅言智AI”、“慧编程”、“Mind+”等资源进行开发。这些人工智能编程软件除了具有图形化编程功能之外，还涵盖了许多实用的机器学习、语音识别、人脸识别、文字识别等人工智能模块，这些都为师生体验人工智能技术提供了良好的实验平台。

3.2.3. 开发学生资源，在主动建构中设计人工智能实验

我们在选择和设计人工智能实验时，一是抓住学生的兴趣点，引发学生的创造动机。例如疫情期间，保持社交距离“一米线”是非常重要的防疫公共卫生举措，但是在实际生活中，地上的一米线标语提示，并不能让每一个人都自觉遵守。上课伊始，笔者先出示校门口上下学以及医院、银行、商场人们排队的情况，引发学生思考，是否可以利用智能技术设计一种

“用于安全距离排队的人工智能装置”。此时一石激起千层浪，学生们纷纷给出了自己的设计方案。这样的教学场域，为学生创造了一个有趣、健康、互动的情境，激发学生对人工智能学习的兴趣，提升了学生的创造能力和动手能力。二是结合生活需求。例如学校处于农村地区，电瓶车、摩托车是很多家长接送孩子上下学时的主要交通工具。通过日常观察发现，家长和学生对于“戴头盔”的安全意识还比较淡薄。基于此，以解决这一实际生活安全问题为导向，将来源于实际生活需求的创意引入，借助学生已有的生活经验，设计和制作智能头盔。学生们在这个过程中，解决了真实的生活问题，体验创造的乐趣，感悟人工智能的力量，形成“源于生活——融合创造——用于生活”的人工智能教育生态。

3.3. 建构了农村小学生“项目驱动”学习模式，促进学生创造力发展

如何更好地实践人工智能中涉及的体验、验证与实现、应用部署等不同任务的学习活动呢？笔者尝试从设计基于农村生活经验的项目入手，利用人工智能开放平台资源开展“项目驱动”学习活动新模式，有效破解了人工智能学习开展的困境。学校基于农村实际状况出发开展学习活动设计，而不是照搬基于城市情境的学习活动设计。因此，我们就构建了基于农村生活经验的“项目驱动”学习活动模式（如图2所示）。

“项目驱动”人工智能学习活动新模式主要让学生围绕着真实项目开展活动，包括了项目分析、设计解决方案、实现解决方案和项目反思等四大阶段。在具体的项目教学实施过程中，我们努力让学生沉浸在理解、设计和建造一个新系统的创造性过程中，驱动农村儿童的内在动力，让他们感受到成就感。例如，学校所处的农村，有许多空巢老人，子女不在身边，而且他们大多是文盲，不会操作智能手机，随着年龄的增加，身体各种疾病也增多，他们一天内往往要口服很多药，但在服药过程中往往搞不清如何准时按量服药。通过这一生活情境，教师让学生们以周边老年人服药情况为调查样本，进行问卷调查。经过前期调查，数据汇总，创意构思，让学生亲历用“小飞”给老人设计智能机器人，通过药品盒子上的文字识别，结合他们自己录制的“方言”，完成语音输出实验，最后开发出老人使用时只需扫描相应的药片包装文字，即可播报孩子事先录制的服药剂量家乡话的人工智能伴侣。项目驱动的人工智能学习和实践，不仅培养了孩子们的计算思维，发展了核心素养，最重要的是让孩子们亲历设计与实现简单智能系统的基本过程与方法。

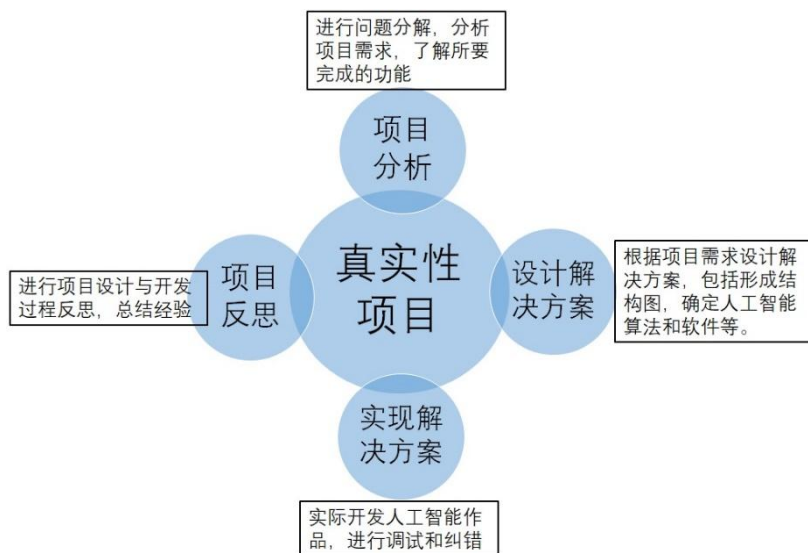


图2 “项目驱动”学习活动模式图

3.4. 设计跨学科项目，夯实核心素养

人工智能是一门综合类课程，有着非常强的吸纳能力，教师要善于从其他学科的课程中发现与人工智能教学有暗合因子的因素，进行跨学科的整合，使项目式教学资源最大化，最优化。如《声控机器人》的教学，笔者将人工智能实验与语文、数学、艺术学科做了有机融合，以学生喜爱的古诗词为切入点，将互动古诗词这一创意引入课堂，借助学生已有的古诗

词和图形化编程的经验，以项目的方式开展多学科的整合教学，利用 AI 编程实现语音识别和智能应用。

例如，《江南》这首古诗的场景，如何让画中的鱼儿具有灵性，能听懂我们人类的语言呢？对着鱼儿说：“‘鱼戏莲叶东’，鱼儿就会往舞台左边游；‘鱼戏莲叶西’鱼儿就会往舞台右边游，……”通过 Ai 语音识别模块结合广播、移到等命名，就能轻松实现创意设计、享受人工智能带来的快乐。当孩子们用自己的智慧，将一首首古诗《敕勒歌》、《村居》、《清明》、《所见》等变成互动的人工智能作品时，孩子们亲历了人工智能实验的应用场景、算法、计算思维、语音识别。让学生在具体的微项目实践过程中学习人工智能，这样的教学方法不仅能培养学习人工智能的兴趣，让学生在实验的过程中获得了智慧，还能有效地促进人工智能应用的发展。

4.效果与展望：农村小学人工智能教育发展成效与未来思路

4.1.农村小学人工智能教育成效明显

人工智能教育的全面开展为学校实现了凸显创新实践特色的农村小学人工智能教育新形态，为农村儿童带来了“后发优势”，在创新实践中将农村生活经验与新兴科技创新相融合，有效驱动了学生的认知内驱力，激发了各学科在实际应用中的知识需求，形成了强烈的学习动机，促进了高阶思维能力、核心素养和创新能力的有效提升和发展。学生不再是浅尝辄止地体验人工智能技术，而是尝试基于人工智能的技术审视生活中的现象和问题，根据真实生活的需要，运用知识迁移能力和学科思维水平，实现问题解决。学生的信息意识、数字化学习与创新、计算思维、信息社会责任等方面素养都得到了夯实和发展。近两年，他们频频在科技创新和人工智能比赛中，摘得最高荣誉！200 多名农村娃站上了全国、省、市级的领奖台。“人民日报”、“无线苏州”、“江苏省青少年科技中心”、“苏州教育”、“科普苏州”等微信公众号以及“学习强国”平台进行了多次宣传报道。2021 年，学校获评“全国青少年人工智能活动特色单位”“江苏省人工智能活动省级特等奖”“苏州市青少年数字公民培育计划”项目学校等荣誉；“校园 AI 智能研究社”获评苏州市“阳光团队”和苏州市中小学生“十佳社团提名奖”；2022 年 5 月，人工智能创新成果又一举荣获科技创新政府奖、优秀辅导教师和优秀组织奖三大奖项。8 月，学校人工智能教育案例入选国家级“2022 全国智慧教育优秀案例”。

4.2.农村小学人工智能教育未来发展思路

4.2.1.人工智能教育要因地制宜，关注学生实际

人工智能教育是否有效，关键看学生有没有发展。正像熊璋教授所说“中国很大，有些地区经济非常发达，有些地区经济还在发展之中，有大型城市，也有偏远的乡村。过去的信息技术教材，几乎所有的情境、案例都是大城市的。一些边远地区的学生没有到过飞机场，没有坐过飞机，却给他用机场的情境；有些边远地区的学生没有到过高铁站，没有坐过高铁，却给他们用高铁的案例。这些情境、案例都只照顾到了经济发达地区。”我们农村小学的人工智能教育开发同样要因地制宜，只有能落地的，符合儿童认知的，才是最有效的。同时，我们也要谨防为了炫耀人工智能技术，而脱离小学生的认知实际。人工智能技术实现，很多都需要 PYTHON 语言和大学高等数学的支持，而小学生没有代码编程和扎实的数学基础，立马让他们开发人工智能产品，势必会造成学生难以入手。

4.2.2.人工智能为素养评价提供了有效支持

新课改将评价方式从面向知识技能转向面向素养，而素养的养成是一个长期的、动态的和持续的过程。而人工智能实验的过程，恰好为素养的评价提供了契机和平台，因为人工智能实验涉及了众多因素，学生在完成实验，不断迭代的过程中要充分调动各种知识和能力，这些过程中多元化、全过程跟踪和记录学生学习情况的大数据平台，可全面真实地反映对信息科技的掌握和运用程度。

参考文献：

中华人民共和国教育部. 信息科技课程标准 (2022 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.4

熊璋. “科” “技” 并重: 义务教育信息科技课程标准解读——访义教信息科技课标组组长熊璋教授[J]. 中国信息技术教育, 2022(09): 4-7.

徐晔. 从“人工智能教育”走向“教育人工智能”的路径探究[J]. 中国电化教育, 2018(12): 81-87.

陈玉琨, 田爱丽. 人工智能将如何改变学校教育? [J]. 上海教育, 2018(06): 30-33.

于勇, 徐鹏, 刘未央. 我国中小学人工智能教育课程体系现状及建议——来自日本中小学人工智能教育课程体系的启示[J]. 中国电化教育, 2020(8): 93-99.

马涛, 魏宁. 中小学人工智能教育面面观 [J]. 中国信息技术教育, 2022(22): 4-8.

何聚厚, 李天宇, 何秀青. 中小学人工智能教育大单元设计的意蕴、困境和路径[J]. 中国电化教育, 2022(02): 30-37.

梁云真; 刘瑞星; 高思圆. 中小学“人工智能+X”跨学科融合教学: 理论框架与实践策略[J]. 电化教育研究, 2022(10): 94-101.

李世瑾, 顾小清. 什么影响了人工智能教育的教学效果? ——基于教师技术认知和教学实践层面的分析 [J]. 现代教育技术, 2022(08): 92-99.

徐莉, 梁震, 杨丽乐. 人工智能+教育融合的困境与出路——复杂系统科学视角[J]. 中国电化教育, 2021, (5): 78-86.

于泽元, 那明明. 人工智能时代教育目的的转向[J]. 中国电化教育, 2022(01): 66-72.

面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的设计与开发

The Design and Development of Graphical Programming Software for Artificial Intelligence Education in Primary and Secondary Schools.

刘俊宏¹, 薛耀锋^{2*}

^{1,2} 华东师范大学 教育信息技术学系

*yaofeng.xue@163.com

【摘要】 本文在调研国内外相关资料的基础上,对图形化编程在中小学人工智能教育中的应用现状进行了分析,详细阐述了面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的设计方法与开发过程。对该软件进行了功能测试,确保开发工作的目标达成。最后通过访谈,对该软件进行了初步验证。结果表明,利用所研发的软件进行人工智能相关技术的学习更加生动有趣,使学生更易理解原理并实现人工智能项目,有效提升了学生对学习人工智能相关技术的兴趣与信心。

【关键词】 人工智能教育; 图形化编程; 机器学习; TensorFlow

Abstract: Based on researching relevant research at home and abroad, this paper analyzes the current situation of graphical programming in Artificial Intelligence education in primary and secondary schools. The design method and development process of graphic programming software for artificial intelligence education for primary and secondary schools are described in detail. The function test of the software is carried out to ensure that the goal of the development work is achieved. Finally, through the interview, the software is preliminarily verified. The results show that using the software to learn AI technologies is more vivid and interesting, making it easier for students to understand the principles and realize AI projects, and effectively improving students' interest and confidence in learning AI technologies.

Keywords: Artificial Intelligence education, graphical programming, machine learning, TensorFlow

1. 引言

人工智能技术已经成为全球中小学的新学科领域,各国人工智能教育正在向中小学不断深入发展。我国相继发布《教育信息化 2.0 行动计划》、《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》、《2022 人工智能教育蓝皮书》等一系列重要文件,使得一线教师和研究者对中小学人工智能教育的关注达到前所未有的高度,在全国掀起了一股 AI 教育热潮。中国教育学会发布《中小学人工智能课程开发标准》使该学科“教什么”和“怎么教”的问题也变得更加清晰。

1.1. 课程标准对中小学人工智能教育内容的要求

2021 年 10 月,《中小学人工智能课程开发标准》正式发布。该标准指出,在中小学阶段,人工智能课程内容应当包括“人工智能与社会(人工智能对社会的影响和社会伦理)”、“人工智能与人类智能(人工智能和与人工智能密切相关的人类智能)”、“人工智能原理与技术(机器感知、表达与推理、机器学习和自然交互)”三个部分(中国教育学会,2021)。在实践类型上,以调查实践、模拟与推理、AI 程序设计为主。

1.2. 课程难度与学生现有水平之间的冲突

根据课程内容,人工智能原理与技术是中小学人工智能教学的重点,其中又以机器学习为核心技术内容。然而,由于人工智能技术本身的复杂性和综合性,学生在学习该模块时常会遇到较大的挑战。究其原因,是由内容本身的难度和学生现有水平之间的落差所造成。某些

人工智能技术原理背后的数学知识已经是高中甚至大学所不及的（周建华，李作林，赵新超，2018）。如何解决中小学生在数学基础、编程能力以及实践经验等方面的欠缺与学习 AI 技术原理所必需的知识储备之间存在的客观矛盾，是影响教学效果乃至决定教学成败的重要因素。

1.3. 利用图形化编程工具支持中小学人工智能原理教学的优势

图形化编程技术最突出的特点是简单和直白。通过抓取、拖曳、组合、嵌入组块化的代码块实现程序设计，并直接呈现运行效果，做到“所见即所得”。它能够有效降低操作门槛，培养学生的创造性思维，因而被广泛应用在青少年编程教学中。

将图形化编程引入中小学人工智能教学中，能够屏蔽编程能力和数学基础的差异，使学习者重点关注人工智能技术的实现逻辑。通过动手实践，运用形象的、组块化的编程语言代替晦涩的公式和文本代码，将有效激发学生兴趣，提升学生对人工智能技术基本思路的理解（刘俊波，乐进军，2020）。一项实证研究通过对青少年分别进行 Python 与 Scratch 教学的对照试验证明，图形化编程与人工智能结合的教学使学生更容易理解 AI 技术背后的逻辑，对于人工智能的学习有极大促进效果（倪震，刘晓迁，臧亮亮，2019）。

2. 图形化编程及其应用于国内中小学人工智能教育的现状

2.1. 图形化编程

图形化编程是一种组块化编程的技术，通过将文本代码封装为图形模块，而降低编程门槛。用户通过拖曳、组合这些模块，以一种搭建积木的方式完成程序设计。图形化编程的核心特征是门槛较低、便于操作、易于理解、趣味性强以及所见即所得。相较于文本代码编程是一种更简单的编程模式，但设计程序时的思考逻辑与 C++、Python 等文本编程语言并无二致。

图形化编程最具代表性的是 MIT 推出的 Scratch。它不仅完全开源免费，教学资源也非常丰富，在全世界应用广泛。TIOBE 世界编程语言排行榜 2022 年 11 月榜显示，Scratch 位居第 17（TIOBE，2022）。被引入国内后，它衍生出了一系列优秀的图形化编程工具，如 mBlock、编程猫、Mind+ 等，均基于 Scratch 二次开发，使用上更贴近中国的青少年。此外也有优秀的国产图形化编程软件，如北师大傅骞团队所研发的米思齐 Mixly（傅骞等，2016）。

2.2. 图形化编程应用于国内中小学人工智能教育的现状分析

随着图形化编程技术在青少年编程教育中的广泛应用，也有许多研究者将其引入中小学人工智能教学实践当中，所使用的图形化编程工具主要分为三类。

第一类是集成了人工智能模块的 PC 端图形化编程工具。例如，伍清清和刘朋娜不约而同选择了 Mind+，利用其中的人工智能拓展设计了针对小学阶段的人工智能课程并开展教学实践。前者设计了 AI 科普、AI 编程基础和 AI 技术应用三个模块（伍清清，2022），后者选择了语音识别、图像识别和机器学习三个案例，均取得了一定的成果（刘朋娜，2022）。李忠玉等利用 Mixly 中的人工智能模块，结合百度 AI 开放平台设计了语音合成、图像识别以及文字识别的案例（李忠玉，张杰，王惠清，2020）。

第二类是 Scratch 与 Machine learning for kids（ML for Kids）相结合。Scratch 本身没有人工智能相关的模块，但 ML for Kids 提供了一个少儿机器学习平台，从该平台创建的项目可以在 Scratch 中运用。张天依基于 Scratch 和 ML for Kids 平台构建了义务教育学段的《机器学习》校本课程，提升了该学段学生对于人工智能原理的理解深度（张天依，2022）。倪震等的对照实验中，图形化编程教学组所使用的教学工具同样是 Scratch + ML for Kids（倪震等，2019）。

第三类是移动端图形化编程软件。App Inventor 是谷歌公司推出的移动端图形化编程 APP，可以编写安卓手机软件、控制乐高机器人和 Arduino 集成电路实验板，也支持文本训练和图像或数字识别的积木代码。孙振宏尝试借助 APP Inventor 在江苏农村小学开展人工智能教育。他根据帮助文件，编制了 5 节课的教学内容，并征集学生创意形成校本教材（孙振宏，2018）。

通过对应用现状的分析，图形化编程在中小学人工智能教育中的应用主要呈现两个特点。

第一，智能硬件拓展远多于人工智能拓展。人工智能相关功能通常以拓展模块的形式存在于各类图形化编程软件中，但总体来看，人工智能拓展模块的数量远不及智能硬件。以人工

智能拓展最丰富的 Mind+ 为例，其中有 6 个硬件系列共 16 套教程，而只有 1 个 AI 系列共 4 套教程；拓展粒度更细的 mBlock 中硬件相关拓展共 38 个，AI 相关拓展 5 个；编程猫（5 套完整的硬件拓展、3 个简单 AI 拓展）和 Mixly（4 套硬件拓展、1 套 AI 拓展）亦是如此。

第二，人工智能拓展以实现和应用为主，对技术原理并不深入。在此类软件中实现 AI 功能主要有两种方法。一种是通过开放 AI 平台的 API 接口实现，这种情况下的 AI 积木相当于被封装的云 API 应用接口而非人工智能技术本身。如 Mixly 的人工智能模块、Mind+ 的语音识别与合成和图像识别系列均调用百度 AI 实现。另一种是集成已训练的模型，直接使用其预测功能即可。这种情况下的 AI 积木类似于一个功能强大的黑箱，使用者输入数据，直接得到预测结果。如 Mind+ 的机器学习系列集成了 ML5，编程猫的认知 AI 集成了人脸识别模型，可以直接预测性别、年龄、情绪等。这两种方式的核心都在于快速实现和应用人工智能案例，教学目标层次集中在了解和体验阶段，对人工智能技术原理的学习并不深入。因此在实际教学过程中，在技术原理的教学阶段仍是传统的讲解，图形化编程则常被用来快速实现应用案例，容易造成理解和应用的脱节。此外，云 API 的使用需要网络覆盖，对学习环境要求更高。

本研究的图形化编程软件通过更细的积木粒度、更强的可视化特点以及更清晰的编程逻辑对人工智能技术原理的实现过程予以呈现和解释，帮助学生理解和实现人工智能。组块化编程能够避免不必要的数学和编程语言学习，有效降低学习负荷。该软件的 AI 模块可以离线使用，但考虑到用户偏好也保留了在线编程环境，访问对应网址即可使用。同时，出于对更低成本和更广适用范围考虑，该软件也支持在 Jetson Nano 或树莓派等嵌入式设备上运行。

3. 开发模式与流程设计

到目前为止，利用图形化编程工具设计与开发课程的实践已经非常众多，但是有关图形化编程工具设计与开发的相关研究还较为稀少，主要原因有以下两方面。其一，开发难度较高。开发或者个性化改造图形化编程工具需要研究者深入理解工具的底层架构，还要具有扎实的程序开发功底，对于大多数人而言难度较高。其二，相关教程稀缺。目前互联网上尚未出现完整系统的图形化编程工具开发教程，大多是零散的博客、视频且良莠不齐，需要学习者花费大量时间搜寻、筛选、试错，学习成本较高。因此，难以找到有关开发模式和流程的内容。本文在分析现有图形化编程软件的设计思路之后，参考常见的软件开发模式（），本文提出人工智能教育图形化编程软件的开发模式，如图 1 所示。

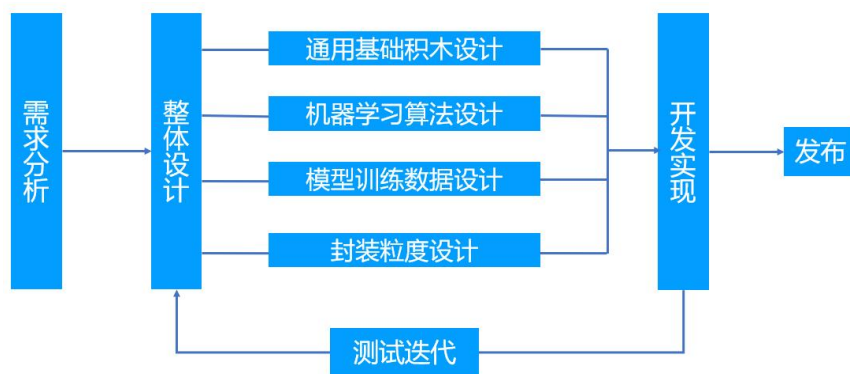


图 1 面向中小学人工智能教育的图形化编程软件开发模式

依据所总结的开发模式，设计了面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的开发流程，具体可分为六个阶段：

阶段一：需求分析阶段。主要工作是确定开发的主题和方向，确定所需的资源和技术，并评估方案的可行性。至少可以从四个方面展开：学习者需求分析，技术需求分析，相关产品调研和可行性评估。

阶段二：整体设计阶段。一方面基于需求分析的结果，对整个图形化编程软件的功能进行原型设计，一般会划分为若干层或模块，统筹协调各层各模块之间的关系以及对资源进行合

理地规划，但并不需要关注具体的细节设计。另一方面，进行 UI 设计。

阶段三：具体设计阶段。深入到每一层的每一个模块，以功能实现为导向，进行具体的设计。不仅关注资源、功能，还要关注技术、性能、学习者偏好等。首先设计所有图形化编程工具都包含的通用基础积木，这些积木提供了诸如外观、角色运动、运算、控制等基本功能，是图形化编程的基石。其次，根据教学目标和情景选择合适的人工智能算法和训练数据。最后还要考虑积木的封装粒度，粒度越大越接近“黑箱”状态，粒度越小越接近文本代码编程，需要平衡好“深入原理细节”与“组块化”之间的关系。

阶段四：开发实现阶段。获取相关的资源并使用相关的技术编程实现每一部分的具体设计。

阶段五：测试迭代阶段。试用者使用人工智能图形化编程软件并给出反馈，根据其评价和意见对软件进行修改和优化迭代。

阶段六：发布阶段。将开发完成的图形化编程软件发布出去，并进行维护和更新。

4.面向中小学人工智能教育的图形化编程软件开发

4.1. 整体架构

参考市面上常见的各类图形化编程软件，设计了面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的整体架构，如图 2 所示。按照功能特性，可以将该软件划分为四个层次，分别是：数据处理层、积木原型层、积木功能层和软件界面层。

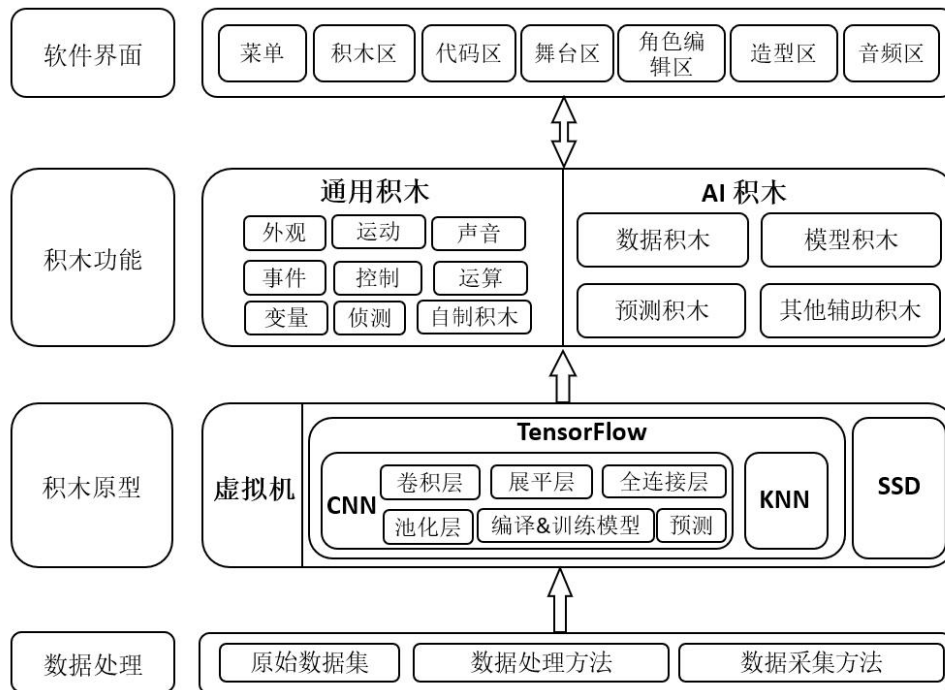


图 2 面向中小学人工智能教育的图形化编程软件整体架构

数据处理层由原始数据集和数据采集与处理方法组成。后者在本质上是一个抽象类，封装了采集数据或读取以及清洗数据的方法，将数据处理为模型可直接使用的格式化数据。

积木原型层主要包括用于实现通用基础积木的虚拟机技术和用于实现人工智能积木的 TensorFlow 两部分，是积木的底层实现方法，一个积木可能由多段原型代码实现。TensorFlow 是 Google 推出的机器学习框架，是该软件人工智能拓展的核心逻辑。

积木功能层是对界面上各类积木的抽象，本质上也是一个抽象类，在源码中其命名通常与界面上的拓展名称一致，实现积木外观以及将积木代码映射到积木原型。由九类通用基础积木和四类 AI 积木组成。

软件界面即图形化用户界面（Graphic User Interface, GUI），是用户直接与机器进行交互的界面，由菜单、积木区、舞台区等七个主要功能区组成。

4.2. 开发环境与运行环境

本文中面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的开发环境包括硬件和软件两部分。硬件主要是普通的计算机（笔记本和台式机均可），软件具体包括：

操作系统：Windows10 专业版

支持软件与第三方框架技术：Node.js、Electron、TensorFlow

开发工具：Visual Studio Code

角色资源编辑软件：Photoshop CC2022

运行环境指该图形化编程软件能够成功运行的硬件配置和软件环境，具体而言，指 1.4GHz、4 线程及以上 CPU，4GB 及以上 RAM 和 Windows7.0 及以上操作系统或 Linux 操作系统。

4.3. 制作与实现



图3 面向中小学的人工智能教育的图形化编程软件开发过程

(1) 生成角色资源。使用 Photoshop CC2022 制作默认舞台角色、舞台背景、Logo、Icon 等图像资源，并以 SVG 和 PNG 的格式分别导出。将文件应当命名为根据图像内容使用信息-摘要算法 5（MD5）生成的编码，以确保文件一致性，防止恶意篡改。

(2) 完成 UI 开发。根据 UI 设计，基于前端框架 React 实现软件界面各功能区的构建，并将相关图像资源渲染到图形化用户界面（GUI）上。

(3) 制作通用积木。使用虚拟机技术（Virtual Machine）和 Blockly 实现通用基础积木的造型和功能，并将其链接（Link）到图形化用户界面（GUI）上，使之实现双向操作。

(4) 制作 AI 积木。主要包括以下三个环节：第一，实现从数据集 MNIST（PNG+LABEL）和 EMNIST（CSV）读取数据以及利用 IO 控制模块从摄像头捕获环境视频流的方法。第二，从 TensorFlow 中选择合适的机器学习算法，最常用的是 CNN 和 KNN。第三，将 TensorFlow 与虚拟机技术结合，前者实现 AI 积木的核心逻辑，后者实现 AI 积木的呈现样式。

(5) 构建桌面应用。为方便发布和用户使用，使用 Webpack 和 Electron 构建桌面程序。前者是一个用于现代 JavaScript 应用程序的静态模块打包工具，后者是一个从 JavaScript、HTML 和 CSS 构建桌面应用程序的框架。使用 Webpack 将源程序以及相关资源打包为静态模块，再将其导入基于 Electron 构建的 App Builder 执行构建命令便可生成桌面应用程序。

(6) 待所有开发工作完成之后，发布应用程序和开发教程。

4.4. 软件测试

用户只需要有一台具有摄像功能的计算机便可以使用该面向中小学人工智能教育的图形化编程软件。软件界面如图 4 所示。

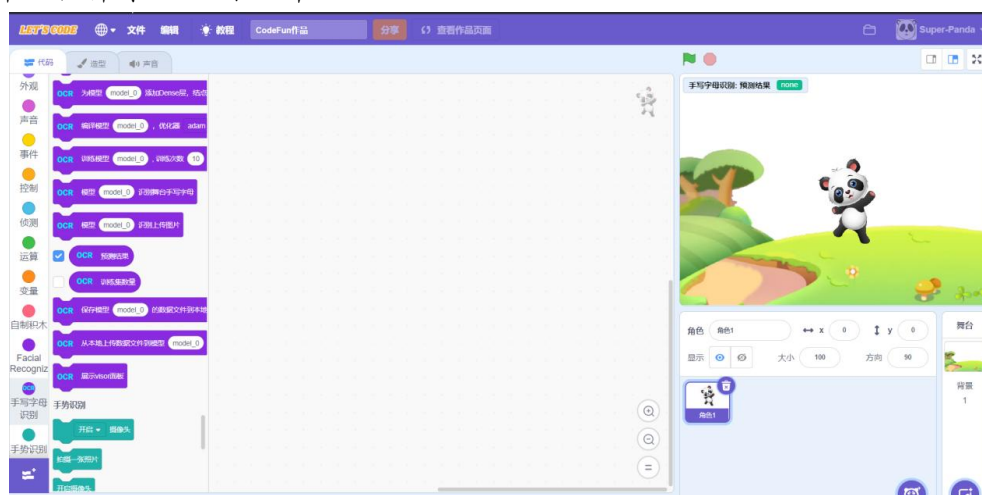


图 4 软件界面

在该软件中，实现了四类人工智能模块，分别是手写字母识别、手写数字识别、手势识别、面部识别，四类模块所涉及的数据源、数据处理方式、机器学习算法等有较大区别。前两个模块均使用卷积神经网络（CNN），但在数据来源和处理方式上完全不同；手势识别使用 K-近邻算法（KNN）；面部识别所使用 Single Shot MultiBox Detector 算法（SSD）。

以手写字母识别模块为例解释 AI 积木的使用过程。该模块封装了四类积木，详见表 1。

表 1 手写字母识别四类积木

AI 积木类别	积木个数	具体功能
数据类	2	导入原始数据；清洗原始数据
模型类	9	初始化模型；添加卷积层；添加池化层；添加展平层 添加全连接层；编译模型；训练模型；保存模型；上传模型
预测类	2	识别舞台区手写字母；识别上传字迹图像
其它类	4	渲染图像；显示训练集数量；显示预测结果；开关可视化面板

如图 6 所示，首先从原始数据集 EMNIST-LETTERS.csv 中随机导入部分手写字母图像的数据并进行清洗，随机抽取 20 张清洗之后的图像数据在可视化面板上渲染出来。由于严格规定了渲染数据的格式，因此只要渲染成功，则表示原始数据被正确导入并清洗，可以被进一步用于模型训练。测试结果显示数据成功导入与正确清洗。



图 6 数据导入与清洗渲染

下一步，进行模型训练与预测功能的测试。如图 7 所示，构建一个 6 层神经元的 CNN 模型并训练 10 次。训练过程中通过准确率和损失率折线图对模型性能进行监控，如图 8 所示。



图 7 搭建模型训练积木程序

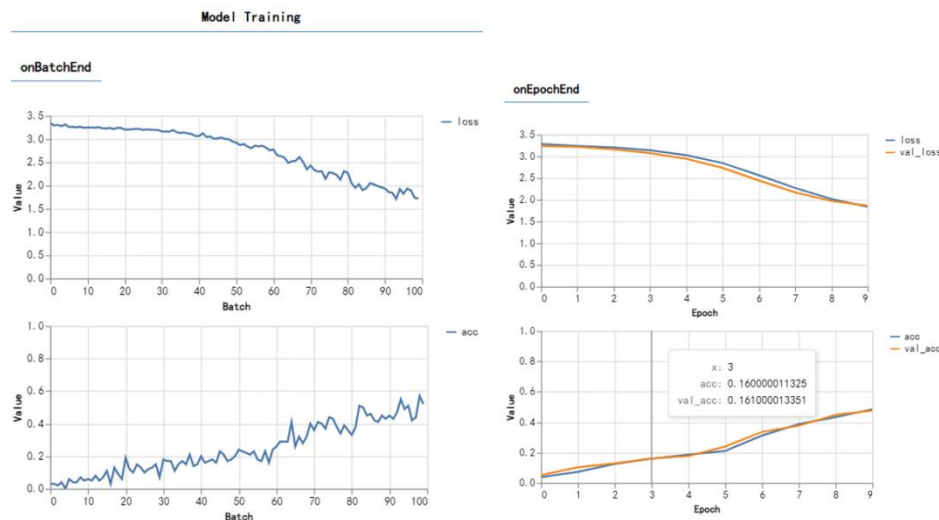


图 8 模型训练过程中监测指标的变化

随后将舞台背景绘制为黑色, 利用画笔工具进行书写, 并使用利用训练好的模型进行识别。



图 9 识别结果

经过测试, 其余几类 AI 模块的功能均成功实现, 此处不再花费篇幅展示。

4.5. 应用分析

该图形化编程软件可以用于课堂教学, 也可以用于自主学习, 主要分两条路径对所研发的软件进行应用分析。一是在教师人才培养和提升方面, 针对某高校的 30 名教育硕士的相关课程以及某市级科研机构所开展的跨学科教师人才培训活动进行教学应用。二是在中小学生学习人工智能教育实践方面, 在两所中学选择 4 个试点班级共 153 名学生进行一个月的教学实践。

通过对学生的访谈得知, 利用该软件进行人工智能相关技术的学习更加生动有趣, 也能够更容易理解原理, 更容易实现人工智能项目。学生对于学习人工智能相关技术的兴趣与信心都得到了较大的提升。通过对教师的访谈得知, 由于该软件的组块化、可视化等特性, 学生不再需要掌握编程语言和复杂的数学知识便能实现人工智能, 且人工智能实现的过程更为清晰, 能够很好地突出人工智能实现逻辑, 而避免了不必要的编程学习。教师更容易熟练掌握这款教学工具并基于此设计合适的教学内容。其中一位教师将该软件作为人工智能课程项目式教学的支架提供给学生, 充分激发了学生的参与感和能动性, 获得了学生的一致好评。

虽然该软件具有很多优点, 但同时也存在一些不足。首先是软件体积较大。该软件目前的总大小在 450MB 左右, 其中近 1/4 的资源是训练模型所需的数据文件。可以考虑将训练数据文件从软件中抽离, 并增加从本地读取数据文件的接口。其次是积木编程与文本代码编程的衔接。部分教师指出, 随着年级的增加, 人工智能课程对编程语言的要求也越来越高, 高中的高年级阶段要求能够使用 Python 等语言实现人工智能。因此他们建议增加积木和代码相互转译的功能, 实现从积木编程到代码编程的平稳过渡。以上均是未来需要努力的方向。

5. 结束语

本研究在调研国内外相关研究的基础上,对图形化编程在中小学人工智能教育中的应用现状进行了分析,详细阐述了面向中小学人工智能教育的图形化编程软件的设计方法与开发过程:需求分析——整体与具体设计——开发实现——测试迭代与发布,验证了本文提出的开发模式与流程。之后对该软件进行了功能测试,以确保开发工作的目标达成。最后,在通过访谈的方式对所研发的软件进行了初步的应用分析与评价。

图形化编程与文本代码编程相比,更为形象生动、直白易懂,趣味性更强。将其运用在人工智能技术原理教学中,能够有效弥补学习者数学知识和编程基础的不足,重点突出实现逻辑,从而促进学生的理解,提升学习效果。随着中小学人工智能教育的不断推广与深入,图形化编程与之也必然会碰撞出更为激烈的火花,期望本研究能成为一次有意义的尝试与探索。

参考文献

- 杨银付(2021)。中小学人工智能课程开发标准[S]。北京:中国教育学会。
- 周建华,李作林,赵新超(2018)。中小学校如何开展人工智能教育——以人大附中人工智能课程建设为例。*人民教育*,22,72-75。
- 刘俊波,乐进军(2020)。中小学人工智能课程建设初探。*基础教育课程*,01,16-20。
- 倪震,刘晓迁,臧亮亮(2019)。图形化编程工具在面向青少年人工智能教育中的应用。*电子世界*,21,27-29。
- 傅骞,罗开亮,陈露(2016)。面向创客教育普及的 Mixly 图形化编程工具开发。*现代教育技术*,26(01), 120-126。
- 伍清清(2022)。基于 Mind+平台的小学 AI 编程教学设计与实践。宁夏大学。
- 刘朋娜(2022)。基于 Mind+的小学人工智能课程设计与实践研究。河北师范大学。
- 李忠玉,张杰,王惠清(2020)。基于图形化编程工具的青少年人工智能教育的实现。*现代计算机*,15,145-150。
- 张天依(2022)。义务教育阶段《机器学习》校本课程的开发与实践。华东师范大学。
- 孙振宏(2018)。借助 APP inventor 在农村小学开展人工智能教育的尝试。*中学课程辅导(教师教育)*,24,121。
- 钟春霞,王冬青,蔡午,杨莉(2017)。基于增强现实技术的数字教材设计与实现。*教育信息技术*,277(03),14-18。

基于学生-问题关联的异构图知识追踪模型

Student-Problem Association Based Heterogeneous Graph Knowledge Tracing Model

司雨晴* 闫秋艳

中国矿业大学计算机科学与技术学院

*siyq@cumt.edu.cn

【摘要】 知识追踪旨在评估学习者的学习状态，并根据先前的答题情况预测他们未来的答题表现。然而现有的知识追踪模型大多仅关注问题或技能间的关系，忽略了学生在这项任务中的重要性。为此我们提出了基于学生-问题关联的异构图知识追踪模型 SPKT (Student-Problem Association Based Heterogeneous Graph Knowledge Tracing Model)。该模型在知识追踪中融合了学生的学习能力和问题的重要性，并使用图注意力网络学习学生问题间的交互，获得学生、问题的嵌入表示。通过在公测数据集上的性能对比和模型消融实验，证明了 SPKT 在预测性能上优于现有的知识追踪模型；验证了 SPKT 的改进是有效果的。

【关键词】 知识追踪，异构图网络，注意力机制

Abstract: Knowledge tracing aims to assess learners' learning status and predict their future performance based on previous answers. However, most of the existing knowledge tracking models only focus on the relationship between problems or skills, ignoring the importance of students in this task. Therefore, we propose a heterogeneous graph knowledge tracking model (SPKT) based on student problem association. The model integrates the learning ability of students and the importance of problems in knowledge tracing, and uses graph attention network to learn the interaction between students' problems, so as to obtain the embedded representation of students and problems. Through performance comparison and model ablation experiments on open test data sets, it is proved that SPKT is superior to existing knowledge tracking models in prediction performance. This also proves that the improvement of SPKT is effective.

key word: Knowledge Tracing, Heterogenous Graph Network, Attention

1. 引言

知识追踪作为在线学习中的新兴研究领域，近几年来，受到了越来越多的关注。知识追踪的主要任务是根据已有的答题情况对学生的知识状态进行建模，从而预测学生对技能的掌握程度^[1]。目前的几类主流方法大致可分为传统方法^[1]和深度学习方法^[2]，由于传统方法人工成本高昂，当前的知识追踪模型多以深度学习方法为主。深度学习方法又可按时空分为两类，一类基于时序以循环神经网络(RNN)为主，但其对技能的结构信息建模过于简略。一类基于技能结构以图神经网络(GNN)为主。基于图神经网络的知识追踪模型可以更好地表达知识、问题间的结构并利用边缘信息扩展模型，因此在图的基础上进行知识追踪具有更广阔的研究前景。在以图结构构建的知识追踪模型中，目前有三个经典工作：Nakagawa^[3]等人最早提出了基于图神经网络的知识追踪方法(GKT)，采用图神经网络学习知识结构。Yang^[4]利用图卷积网络来聚合问题嵌入和技能嵌入(GIKT)，探讨了问题和技能间的相关性。Tong^[5]等人提出了层次图知识追踪模型(HGKT)，探索问题之间潜在的层次关系。但三者大多只注意到了问题或技能的结构关系，而忽略了学生这一重要组成部分。

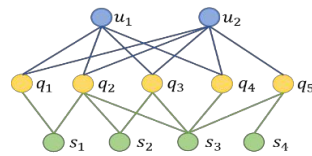


图 1 学生、问题、技能关系示意图

为了更好表达学生和题目、技能之间的关系，本文针对学生学习能力和题目重要性提出两个经验假设，以图 1 进行说明。说明本文提出的两个假设。现存在一组学生 $U = \{u_1, u_2\}$ ，一组问题 $Q = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ ，一组技能 $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$ 。图中有三种类型的节点，即学生节点、问题节点、技能节点。一个问题可涉及几个技能，一个技能可以包含多个问题。假设 1：两个学生具有相似的答题序列往往意味着他们具有相似的知识储备，而答对某个技能下的问题数量越多，学生对这个技能的掌握程度越好。图 1 中学生 u_1 回答了问题 $\{q_1, q_2, q_3, q_4\}$ ，学生 u_2 回答了问题 $\{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ ，两人具有十分相似的答题序列。若 u_1 在相似的答题序列中答对的问题越多，说明该生的技能掌握情况更好，具有更强的学习能力。假设 2：在问题集合中，一个问题所涉及的技能越多，且与其相似的问题越少，则回答这个问题所带来的收益越大，对于学生的重要性也越大。如图 1 中， q_2 包含 $\{s_1, s_2, s_3\}$ 三个技能，比 q_3 包含的技能多，且 q_2 与其他问题相似程度都不高，则说明 q_2 对于学生掌握技能更具有重要意义。

基于上述两个假设，本文提出了基于学生-问题关联的异构图知识追踪模型，将知识追踪定义为在异构图上的元组分类问题。本文将学生、问题看作两类节点 $\mathcal{V} = \{U, Q\}$ ， U 为学生集

合， Q 为问题集合。学生与问题间的关系看作两类边 $\mathcal{E} = \{T, F\}$ ， T 为正确边集合， F 为错误边的集合。在异构图网络结构的基础上，基于提出的两个假设分别计算学生的能力向量和问题的重要性向量，并将学生的答题序列融合学生的学习能力作为学生的嵌入向量；将问题与技能的重要性作为问题的嵌入向量。对处理过的嵌入向量，我们使用 GAT 来传递信息，优化节点的嵌入表示。最后，将优化后的学生、问题嵌入向量拼接成一个新向量，对拼接后的向量进行分类，从而预测学生下一个时间步长 t 的答题表现。本文的贡献主要如下：

- 基于假设 1，利用问题与技能间和学生与技能间的结构关系，结合学生答题表现和学生节点的度，分别计算学生的技能掌握程度和学习能力，二者融合后建立学生节点的特征嵌入。
- 基于假设 2，认为问题包含技能的丰富度与重要性成正比，问题之间的相似性与重要性成反比。据此，通过随机游走策略配合 pagerank 算法，计算不同问题的权重值，建立问题节点的特征嵌入。
- 引入多头注意力机制，将融合学生能力和问题重要性后的学生节点嵌入和问题节点嵌入，通过多头注意力机制重新融合，提取学生-问题交互中有价值的信息，提高知识追踪的精度。
- 在四个公开实验数据集上进行了对比实验和消融实验，在 AUC 指标上证实了本文提出的基于异构图注意力的知识追踪模型的有效性及先进性。

2. 相关工作

2.1. 知识追踪

知识追踪研究可分为传统方法和深度学习方法两种类别。传统方法分为贝叶斯知识追踪^[1]和基于逻辑回归模型的知识追踪^[6]。这两类模型属于高度结构化的模型，需要较高人工成本，深度知识追踪模型(DKT)^[2]的出现使得知识追踪迈入了深度学习领域，很好的解决了上述问题。DKT 将 RNN 应用到知识追踪任务中，取得了比传统方法更好的预测性能，但它忽略了知识结构的影响，因此 Chen^[7]将技能间前驱后继关系建模为有序对，用作知识追踪模型中的约束。此外，基于问题预训练嵌入的知识追踪模型(PEBG)^[8]对每个问题进行预训练嵌入，在获得的嵌入上训练深层知识追踪模型。基于练习感知的知识追踪模型(EKT)^[9]添加了问题的技能属性，

使用内存网络衡量学习者在学习每个问题时，对技能掌握程度的影响。上述方法多将答题记录简化为时序序列，不能挖掘答题记录中蕴含的结构信息。受图神经网络的启发，Nakagawa提出了GKT^[3]，但GKT忽略了问题间潜在的层次图性质，Tong^[5]提出的HGKT有效的解决了这一问题。上述网络结构在节点和边的表示上，都具有相同的结构性质，因此同属于同质图的研究范畴。但实际场景中，学生、问题和技能具有不同的节点属性及节点之间的关系，因此，利用异构图对学生的知识空间进行建模，具有重要的现实意义及广泛的应用价值。

2.2. 异构网络

异构图神经网络可以模拟现实世界的异构信息网络，在推荐系统、网络挖掘等领域都取得了成果。随着图神经网络(GNN)的兴起，以图卷积网络(GCN)^[10]和图注意力网络 (GAT)^[11]为代表的图神经网络被应用于异构网络的表示学习中。Wang提出一种基于层次注意力的异构图神经网络模型(HAN)^[12]，它利用语义级别注意力学习每条元路径的权重，并通过相应的聚合操作得到最终的节点表示。由于大多基于元路径的表示学习方法舍弃了元路径内部的节点信息，因此Fu^[13]等提出了基于元路径的异构嵌入模型 (MAGNN)，MAGNN使用注意力机制将元路径内部的语义信息纳入考虑，并聚合多条元路径信息得到最终的节点表示。在知识追踪领域，GIKT^[4]利用GCN聚合问题和技能的嵌入，从高阶信息中挖掘问题和技能的特征。基于会话序列的异构知识追踪模型(SGKT)^[14]使用关联图建模问题技能之间的关系，使用门控图神经网络从学生回答过程中获得学生知识状态。在基于异构图的知识追踪中，多数研究只考虑知识和问题间的关联，忽略了学生节点在结构中的作用。

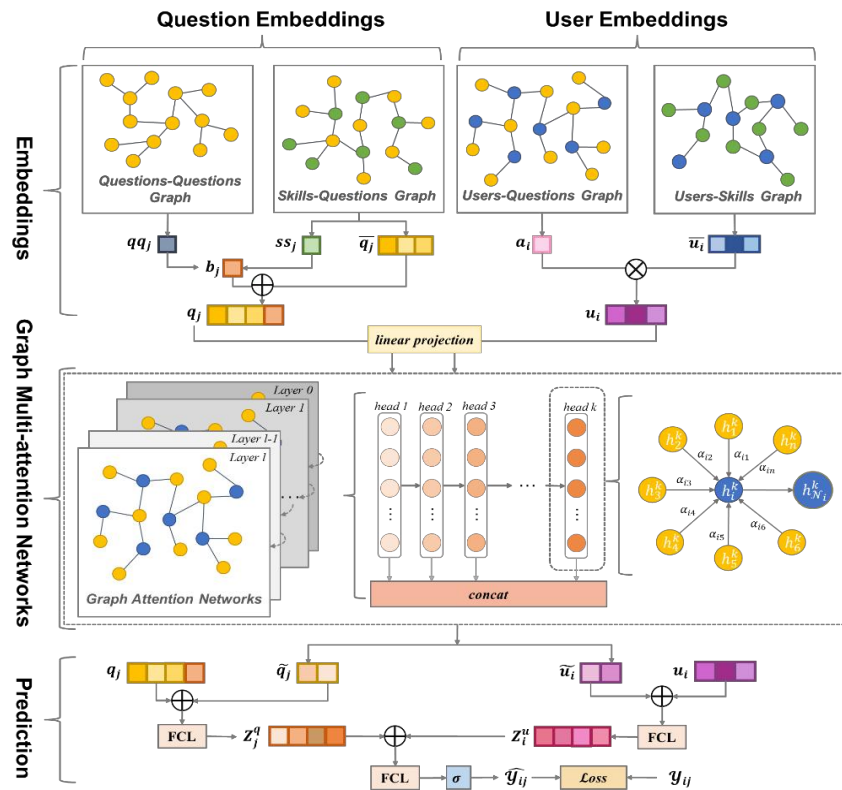
3.方法描述

假设在线学习系统中，存在一组学生集 U ，一组问题集 Q ，存在一组技能集 S 。本文引入学生-问题关系图，用 $U_Q \in \mathbb{R}^{|U| \times |Q|}$ 矩阵表示；问题-技能关系图，用 $Q_S \in \mathbb{R}^{|Q| \times |S|}$ 矩阵表示。若学生 i 回答问题 j 的结果是正确的，则将 U_Q 中第 i 行，第 j 列置为 1，其余位置均置为 0，因为未回答的题目和答错的题目都无法证明学生对该问题所涉及的技能有所掌握。 U_Q 中的第 i 行即为学生 i 当前时刻的答题序列 u_i' 。若 Q_S 中的第 i 行，第 j 列为 1，则表示问题 i 涉及技能 j 。 Q_S 中的第 i 行表示问题 i 的初始嵌入 $\overline{q_i}$ ，由于问题与技能之间的关系是静态的，因此 Q_S 是固定不变的。在二者基础上，对学生的学习能力和问题的重要性进行定义。

3.1. 问题定义

定义 1: 学生能力系数。根据学生 i 的答题序列 u_i' 对学生的答题能力进行定义，表示为能力系数 a_i ，具体定义见 3.2 公式 (1)。

定义 2: 问题重要性系数。根据问题与技能间的关系, 综合考虑问题的独特性和丰富性, 利



用 Q_S 矩阵对问题的重要性进行定义, 表示为 b_j , 具体定义见 3.3 公式 (4) —公式 (6)。

图 2 SPKT 模型架构图

3.2. 学生节点嵌入

首先引入学生能力系数 a_i 作为学生的属性, 能力系数由学生-问题图获得, a_i 的获取如 (1) 所示。其中, r_{ij} 表示 U_Q 中第 i 行, 第 j 列, 即学生 i 最近一次回答问题 j 的情况, 若回答正确, 则 r_{ij} 的值为 1, \mathcal{N}_i 表示学生 i 回答的问题的集合, $|\mathcal{N}_i|$ 表示学生 i 回答问题的总数。

$$a_i = \frac{\sum_{j \in \mathcal{N}_i} r_{ij}}{|\mathcal{N}_i|} \#(1)$$

其次, 对于学生的知识状态, 我们将根据学生的答题情况, 和问题与技能的对应关系获取。学生初始知识状态 \bar{u}_i 的表示如(2), 其中, u_i' 表示学生的初始答题序列。

$$\bar{u}_i = u_i' \cdot Q_S \#(2)$$

最终, 将能力系数 a_i 嵌入到学生的知识状态 \bar{u}_i 中, 获得学生的嵌入表示 u_i , 计算过程如下:

$$u_i = a_i \otimes \bar{u}_i \#(3)$$

3.3. 问题节点嵌入

针对问题节点所涉及的技能的数量不同, 在问题-技能图中, 实行 PageRank 算法, 计算出每

个问题节点的 PR 值, 记作 ss_j , 其计算方式如 (4), 所有节点设置相同的初始 PR 值, \mathcal{N}_j 代表问题 j 涉及的技能的集合, $L(s_k)$ 表示技能节点 s_k 的出度, 即为技能节点 s_k 关联的问题数量。

$$ss_j = \sum_{k \in \mathcal{N}_j} \frac{PR(s_k)}{L(s_k)} \quad \#(4)$$

将 Q_S 矩阵做内积, 得到问题-问题拓扑关系, \mathcal{R}_j 为与问题 j 相关的问题集合计算每个问题节点的 PR 值, 将其记为 qq_j :

$$qq_j = \sum_{i \in \mathcal{R}_j} \frac{PR(q_i)}{L(q_i)} \quad \#(5)$$

综合考虑问题的独特性和涉及技能的丰富性, 将问题的重要性定义为 b_j , 其计算方式如下:

$$b_j = ss_j / qq_j \quad \#(6)$$

综合上述公式, 对问题节点的嵌入定义如下:

$$q_j = \overline{q_j} \oplus b_j \quad \#(7)$$

3.4. 注意力机制

由于学生-问题异质图中的问题、学生节点处于不同的特征空间中, 对类型为 ϕ_i 的节点, 引入节点类型转换矩阵 W_{ϕ_i} , 将问题、学生节点投影到维度为 32 的同一向量空间中进行计算:

$$h_i = W_{\phi_i} \cdot F_i \quad \#(8)$$

其中, F_i 和 h_i 分别表示节点 i 的初始属性特征和投影后的属性特征 (F_i 可以表示学生节点嵌入 u_i 或问题节点嵌入 q_i)。本文采用多头注意力机制聚合异质节点的邻域信息, 并将其与中心节点的属性信息相融合, 得到包含异质图结构与节点属性信息的问题和学生的有效嵌入。首先计算中心节点 i 与其邻居节点 j 之间的注意力分数 e_{ij} , 如下所示:

$$e_{ij}^k = \text{LeakyReLU}(h_i^k (h_j^k)^T) \quad \#(9)$$

式(9)中, LeakyReLU 为非线性激活函数, 仅计算问题节点 $j \in \mathcal{N}_i$ 的注意力分数 e_{ij} 。其中, k 表示第 k 个注意头, \mathcal{N}_i 表示学生节点 i 回答的问题集合。采用 softmax 函数规范化注意力分数 e_{ij}^k , 并计算出注意力权重系数 α_{ij}^k , 如下所示:

$$\alpha_{ij}^k = \text{softmax}(e_{ij}^k) = \frac{\exp(e_{ij}^k)}{\sum_{t \in \mathcal{N}_i} \exp(e_{it}^k)} \quad \#(10)$$

根据节点*i*的投影特征和注意力权重系数计算出节点*i*的异质邻居聚合特征 $h_{\mathcal{N}_i}^k$ ，如下所示：

$$h_{\mathcal{N}_i}^k = \sigma \left(\sum_{j \in \mathcal{N}_i} \alpha_{ij}^k h_j^k \right) \quad \#(11)$$

式(12)中， $\sigma(\cdot)$ 表示 ELU 激活函数。为使模型学习到的嵌入更加稳定，按照上述公式独立计算*K*次，并将每次计算的结果拼接起来作为节点*i*最终的异质邻居聚合特征 H_i ，如下所示：

$$H_i = \parallel_{k=1}^K \sigma \left(\sum_{j \in \mathcal{N}_i} \alpha_{ij}^k h_j^k \right) \quad \#(12)$$

上述过程仅聚合了异质邻居特征，忽略了中心节点属性特征，因此将异质邻居聚合特征 H_i 与中心节点属性特征 F_i 拼接，并通过全连接层进行特征融合，如下所示：

$$Z_i = \sigma(g(H_i \oplus F_i)) \quad \#(13)$$

式(13)中， $g(\cdot)$ 表示全连接层， \oplus 表示拼接操作。最终获得问题和学生的向量嵌入 Z_j^q ， Z_i^u 。

3.5. 预测模块

为预测学生*i*在下一时刻是否能正确回答问题*j*，将3.4中得到的问题和学生嵌入拼接计算出预测概率 \hat{y}_{ij} ，如(14)所示， $f(\cdot)$ 表示全连接层， $\text{sigmoid}(\cdot)$ 表示非线性激活函数。

$$\hat{y}_{ij} = \text{sigmoid}(f(Z_i^u \oplus Z_j^q)) \quad \#(14)$$

本文采用交叉熵损失计算模型的预测值与真实标签间的损失，如下所示：

$$\mathcal{L} = - \sum_{i,j \in \mathcal{Y} \cup \mathcal{Y}^-} (y_{ij} \log \hat{y}_{ij} + (1 - y_{ij}) \log (1 - \hat{y}_{ij})) \quad \#(15)$$

式(15)中， y_{ij} 表示问题*j*与学生*i*间的真实关联标签， \mathcal{Y} 表示回答正确的学生问题关联，为正样本。为平衡正负样本比例，我们选择回答错误的学生问题关联作为负样本 \mathcal{Y}^- 。

4. 实验

本文在 python3.9(pytorch)中实现所有版本的 SPKT。实验参数设置如下： epoch 设置为 500， learning rate 设置为 0.01， dropout 设置为 0.7， 对所有模型采用五折交叉验证，采用 AUC (ROC 下曲线面积) 性能指标作为衡量标准。

4.1. 数据集

本文选择四个在知识追踪领域上广泛使用的数据集进行了实验。ASSIST2009、ASSIST2012、ASSIST2017均是由ASSISTments平台收集,学生-问题-技能间的映射关系均由平台给出定义。其中ASSIST2012中,每个问题只涉及一项技能,但一项技能仍然对应着几个问题。EdNet由于整个数据集太大,本文随机选择了5000名学生,他们有189项技能、12161个问题和676974个问题记录。四个数据集的统计数据如表1所示:

表1 数据集统计

Datasets	students	concepts	Problem	records
ASSIST2009	4151	110	16891	325637
ASSIST2012	27485	265	53065	2541201
ASSIST2017	1709	102	3162	942816
EdNet	5000	189	12161	676974

4.2. 对比实验

本文选用传统方法BKT和六种深度学习模型作为基线方法进行对比分析,BKT、DKT、GKT、GIKT和SGKT方法在综述部分已经介绍,基于动态键值存储网络的知识追踪模型(DKVMN)^[15]使用存储网络分别存储不同概念的知识状态,而不是使用单个隐藏状态。基于上下文感知的注意力知识追踪模型(AKT)^[16]使用了一种新颖的单调注意机制,将学习者未来对评估问题的反应与其过去的反应联系起来;除了问题之间的相似性之外,注意力权重还使用指数衰减和上下文感知的相对距离度量来计算。表2展示了所有方法在预测学生未来学习反应上的AUC值。结果表明SPKT在三个数据集上都达到了最优。但在ASSIST2009数据集上,AKT的表现略优于SPKT,这表明在学生-问题关联密度越高的数据集上,SPKT的表现越好。融合了图结构和注意力机制的知识追踪模型相较于仅依赖注意力机制的模型可以从关联中学习丰富信息。此外与GIKT、GKT相比,SPKT在四个数据集上均有显著优势,这表明融入学生-问题的异构关联对知识追踪的效果是有正向影响的。由于SPKT是基于学生-问题关联进行知识追踪,因此在学生-问题关联稀疏的数据集上,仍存在改进空间。

表2 知识追踪模型在AUC性能指标上的对比结果

Model	ASSIST2009	ASSIST2012	ASSIST2017	EdNet
BKT	0.6513	0.6232	0.6114	0.6271
DKT	0.7662	0.7306	0.7277	0.7649
DKVMN	0.7967	0.7873	0.7268	0.7840
AKT	0.8263	0.8134	0.7829	0.8031
GKT	0.7244	0.7352	0.7152	0.7018
GIKT	0.7890	0.7757	0.7613	0.7535
SGKT	0.7975	0.8135	0.7924	0.7550
SPKT	0.8251	0.8158	0.8027	0.8113

4.3. 消融实验

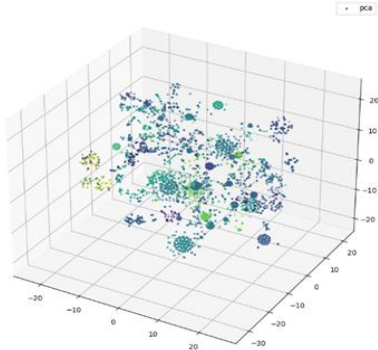
为了验证SPKT模型的结构设计优势,本节分别针对网络拓扑结构、注意力头数、学生节点嵌入、问题节点嵌入等部分进行消融实验分析,以研究SPKT对网络设计的有效性。

4.3.1. 传播层数影响

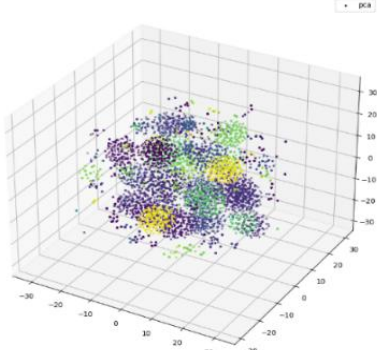
将传播层数范围设置在0~3之间,以研究高阶学生-问题交互关系对实验效果的影响。结果如表3所示,其中,当层数为0时意味着模型不通过学生-问题交互传递信息,仅使用问题、学生节点自身信息。从表3中可以看出当聚合层数由0变为1时,SPKT的性能略有变化,因为此时使用了一阶学生-问题联系。当层数由1变为2时,模型性能提升显著,在学生-问题图中,学生的二阶邻居为做了相同问题的学生,在现实教学场景下,回答问题集合相似的学生往往拥有相似的学习过程。当层数由2变为3时,SPKT性能提升细微在有些数据集上甚至略有降低,这主要是由于图神经网络自身的局限性。层数增多,单个节点从图上获取的信息也呈几何倍增长,当超过一定临界值,图中所有节点会趋于相似,失去其自身特点。

表 3 传播层数的影响

Layers	ASSIST2009	ASSIST2012	ASSIST2017	EdNet
0	0.8129	0.7932	0.7985	0.7979
1	0.8133	0.8081	0.8003	0.8107
2	0.8251	0.8158	0.8019	0.8112
3	0.8242	0.8154	0.8027	0.8113



(a) 学生节点聚类效果图



(b) 问题节点聚类效果图

图 3 聚类效果示意图

图 3 使用了 PCA 算法可视化了经过多头图注意力网络传播后学生、问题节点的嵌入，两者呈现了较好的聚集性。图 3(a)中，同一班级下的学生用相同的颜色标注，从 3(b)中同一技能下的问题用相同的颜色标注。图 3 表明同一班级的学生往往拥有相近的答题序列，相似的技能分布。同一个学生所回答的问题往往存在一定的关联性，在稀疏数据集上，问题相似性除了从问题-技能关联中获取，学生-问题关联也可以为其提供有意义的补充。

4.3.2. 注意力头数的影响

多头注意力机制即可以理解为多个独立的注意力机制进行计算，可以让模型去关注到不同方面的信息，起到集成作用，防止过拟合的情况。然而在现实实验中，并非注意力头数越多模型效果越好，有时反而会降低模型性能，并且造成时间资源空间资源的浪费，因此，如何选择多头注意力机制的头数对我们而言也十分重要。

表 4 注意力头数的影响

Heads	ASSIST2009	ASSIST2012	ASSIST2017	EdNet
1	0.8159	0.8112	0.7993	0.8074
2	0.8203	0.8147	0.8025	0.8105
4	0.8242	0.8158	0.8026	0.8110
8	0.8251	0.8155	0.8027	0.8113

如表 4 所示，除 ASSIST2012 以外，其他三个数据集注意力头数在 1~4 的范围内，增加注意力头数可以更好地帮助模型关注不同方面的信息，更全面地对学生-问题之间的关系进行建模。然而在 ASSIST2012 数据集上，增加注意力头数到 8 头，模型的预测效果反而呈现下降趋势，这主要是由于过多的注意力头数有极大可能给无用的特征做了强化。

4.3.3. 学生节点嵌入模块的影响

为验证 SPKT 中对学生节点嵌入处理的影响，对模型的四个变体进行消融实验，四种设置的具体内容为：SPKT-n 表示未引入学生能力系数且未使用学生知识状态，通过学生做题序列生成学生节点的嵌入表示；SPKT-a 表示引入学生能力系数，未使用学生的知识状态生成学生节点嵌入表示；SPKT-s 表示未引入学生能力系数，使用了学生的知识状态生成学生节点嵌入表示；SPKT-u 表示引入学生能力系数并且应用在学生的知识状态上生成学生节点嵌入表示。

表 5 学生学习能力嵌入的影响

Model	ASSIST2009	ASSIST2012	ASSIST2017	EdNet
SPKT-n	0.8029	0.8102	0.8017	0.7979

SPKT-a	0.8157	0.8131	0.8021	0.8097
SPKT-s	0.8130	0.8126	0.7998	0.8104
SPKT-u	0.8251	0.8158	0.8027	0.8113

表 5 表明 SPKT 综合考虑学生的学习能力和知识状态后，模型实现最佳性能，这说明对学生节点的嵌入设计是有效的。此外在三个数据集上，单独引入学生能力系数获得了比单独引入学生知识状态更好的效果。这说明学生的学习能力可以为预测学生未来表现提供更多参考。在引入学生能力的基础上添加学生的知识状态可以进一步提升预测效果，这说明使用学生的知识状态替代学生答题序列作为学生节点嵌入的操作是有效的。

为进一步说明学生节点嵌入设计的效果，图 4 展示了拥有相同答题序列的学生 A 和学生 B 在同一个技能 K 上知识状态的变化。当学生回答一个问题时，证明学生在两个答题时刻间知识状态有所改变。图 4 中颜色深浅表示知识状态，颜色越深，技能掌握情况越好。以学生 A 为例，学生 A 在 $t-1$ 时刻回答正确，则 $t-1$ 时刻相比 $t-0$ 时刻知识状态提升，颜色加深；在 $t-2$ 时刻，回答错误，说明当前知识状态有回落，颜色变浅。图 4 表明，由于学生的历史答题结果不同，所以即使在 $t-7$ 、 $t-9$ 、 $t-12$ 时刻两个学生均回答正确，两人对技能 K 的掌握程度也并不相同。因此将学生的学习能力融入知识追踪中，是有意义的。

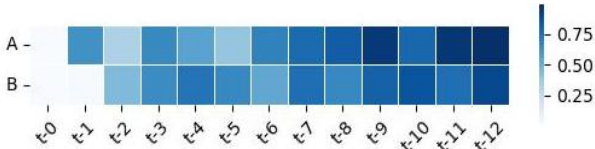


图 4 学生知识状态热力图

4.3.4. 问题节点嵌入模块的影响

为了评估 SPKT 中对问题节点嵌入的设计，对模型的四个变体进行了消融实验，其性能如表 6 所示。SPKT-f 不添加问题重要性属性；SPKT-q 使用问题-问题图计算问题的区分度作为问题重要性；SPKT-k 使用问题-技能图计算问题的技能丰富度作为问题重要性；SPKT-b 使用问题包含技能的丰富度和问题区分度的比值计算问题重要性。

表 6 问题重要性嵌入的影响

Model	ASSIST2009	ASSIST2012	ASSIST2017	EdNet
SPKT-f	0.8042	0.8107	0.7858	0.8038
SPKT-q	0.8142	0.8132	0.7949	0.7953
SPKT-k	0.8230	0.8126	0.7958	0.8103
SPKT-b	0.8251	0.8158	0.8027	0.8113

表 6 说明问题的区分度和问题包含技能的丰富度均对 SPKT 的性能有影响。在三个数据集上，问题包含技能的丰富度产生的影响更大，但问题间的区分度对模型性能也有正向影响。由于 ASSIST2012 为单技能数据集下，所以问题区分度对模型性能提升略高于问题包含技能丰富度。综合来看，将问题包含技能丰富度和问题间区分度的比值作为问题的重要性属性，对模型的性能提升最为显著，说明 SPKT 的改进是有意义的。

5. 总结与未来工作

本文提出了一种基于学生-问题关联的异构图知识追踪模型 SPKT，根据学生已有的知识状态，预测学生隐藏的答题表现。SPKT 模型改进了现有的知识追踪模型，融合了现实教学场景下学生的学习能力和问题的重要性，在表达了知识追踪图结构的基础上，增加了注意力机制。在公测数据集上的实验结果表明 SPKT 模型取得了较好的性能。在未来研究中，将针对以下方面进行探索：首先，学生的学习过程存在遗忘因素，需要在学生节点的特征嵌入上融合遗忘曲线。其次，节点之间除了结构信息，其内部也应包含多种不同类型的数据，然而公测数据集中缺少这部分内容无法充分利用图神经网络的优势。学生学习过程中的学习状态以及问题、技能的内容信息都会对知识追踪的效果产生影响，这也将成为未来的研究工作。

致谢

感谢国家自然科学基金面上项目 (项目编号: 61977061, 62277046)对本研究的支持。

参考文献

- Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1994). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User modeling and user-adapted interaction*, 4(4), 253-278.
- Piech, C., Bassen, J., Huang, J., Ganguli, S., Sahami, M., Guibas, L. J., & Sohl-Dickstein, J. (2015). Deep knowledge tracing. *Advances in neural information processing systems*, 28.
- Nakagawa, H., Iwasawa, Y., & Matsuo, Y. (2019, October). Graph-based knowledge tracing: modeling student proficiency using graph neural network. In *2019 IEEE/WIC/ACM International Conference On Web Intelligence (WI)* (pp. 156-163). IEEE.
- Yang, Y., Shen, J., Qu, Y., Liu, Y., Wang, K., Zhu, Y., & Yu, Y. (2020, September). GIKT: a graph-based interaction model for knowledge tracing. In *Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases* (pp. 299-315). Springer, Cham..
- Tong, H., Wang, Z., Liu, Q., Zhou, Y., & Han, W. (2020). HGKT: Introducing Hierarchical Exercise Graph for Knowledge Tracing. *arXiv preprint arXiv:2006.16915*..
- Cen, H., Koedinger, K., & Junker, B. (2008, June). Comparing two IRT models for conjunctive skills. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 796-798). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Chen, P., Lu, Y., Zheng, V. W., & Pian, Y. (2018). Prerequisite-driven deep knowledge tracing. In *2018 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)* (pp. 39-48). IEEE.
- Liu, Y., Yang, Y., Chen, X., Shen, J., Zhang, H., & Yu, Y. (2020). Improving knowledge tracing via pre-training question embeddings. *arXiv preprint arXiv:2012.05031*.
- Liu, Q., Huang, Z., Yin, Y., Chen, E., Xiong, H., Su, Y., & Hu, G. (2019). Ekt: Exercise-aware knowledge tracing for student performance prediction. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 33(1), 100-115.
- Zhang, S., Tong, H., Xu, J., & Maciejewski, R. (2019). Graph convolutional networks: a comprehensive review. *Computational Social Networks*, 6(1), 1-23.
- Veličković, P., Cucurull, G., Casanova, A., Romero, A., Lio, P., & Bengio, Y. (2017). Graph attention networks. *arXiv preprint arXiv:1710.10903*.
- Wang, X., Ji, H., Shi, C., Wang, B., Ye, Y., Cui, P., & Yu, P. S. (2019). Heterogeneous graph attention network. In *The world wide web conference* (pp. 2022-2032).
- Fu, X., Zhang, J., Meng, Z., & King, I. (2020). Magnn: Metapath aggregated graph neural network for heterogeneous graph embedding. In *Proceedings of The Web Conference 2020* (pp. 2331-2341).
- Wu, Z., Huang, L., Huang, Q., Huang, C., & Tang, Y. (2022). SGKT: Session graph-based knowledge tracing for student performance prediction. *Expert Systems with Applications*, 206, 117681.
- Zhang, J., Shi, X., King, I., & Yeung, D. Y. (2017). Dynamic key-value memory networks for knowledge tracing. In *Proceedings of the 26th international conference on World Wide Web* (pp. 765-774).
- Ghosh, A., Heffernan, N., & Lan, A. S. (2020). Context-aware attentive knowledge tracing. In *Proceedings of the 26th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery & data mining* (pp. 2330-2339).

國小學童在一對一數位學習下專注力發展現況之初探

An Exploratory Study on the Current Situation of Elementary School Students' Concentration by Using One-to-One Technology Enhanced Learning

歐陽閻

臺南大學教育學系

ouyang@mail.nutn.edu.tw

【摘要】本研究旨在探究國小高年級學生在一對一數位學習環境下，其學習專注力的發展現況及相關影響因素。本研究採問卷調查表，主要研究對象為 572 位國小高年級學童。研究結果主要有四項：(1) 國小學童在進行一對一數位學習時的專注力屬於中上程度，其中在專注容量分量表得分最高。(2) 在進行一對一數位學習時，男生與女生的學習專注力並無顯著差異。(3) 在進行一對一數位學習時，五年級學生的學習專注力顯著較六年級學生高。(4) 在進行一對一數位學習時，學生的學習專注力與學業成績成正比。

【關鍵詞】 一對一數位學習；平板電腦；專注力；國小學生

Abstract: The purpose of this study was to investigate the current situation of elementary school students' concentration by using one-to-one technology enhanced learning. This study adopted survey method and the subjects were 572 fifth- and sixth-grade students. The findings of this study include: (1) The level of students' concentration by using one-to-one technology enhanced learning was above average, especially in the concentration capacity. (2) The scores of concentration of students with different gender were not significant difference. (3) The scores of concentration of fifth-grade students were higher than sixth-grade students. (4) The relation between the concentration and achievement was positive.

Keywords: one-to-one technology enhanced learning, tablet, concentration, elementary school students

1. 前言

近兩年整個世界因 COVID-19 疫情影響，教育上經歷了有史以來的大變動，在「停課不停學」的政策實施下，數位學習的需求急遽增加。因此，在 2021 年底行政院推出「班班有網路、生生用平板」政策，希望在全國中小學大力推動數位學習，期待未來平板電腦能成為孩子的學習工具。而陳德懷(2009)指出，不同年代技術的發展，將帶動著研究與實踐潮流的改變，在實踐上，他共歸納出三個公式：(1)PC 時代=PC 教室實踐時代；(2)網路時代=網路學習實踐時代；(3)低價筆記型電腦時代=一對一教室實踐時代。而所謂「一對一數位學習(one-to-one technology enhanced learning)」是指在教室中每位學生均擁有一項學習設備以參與學習活動(Liang et al., 2005)，而其可預見的情景是每位學生會擁有一台輕便、低價、可無線連線和個人化電腦以取代傳統的書包或教科書。而此場景將是發生在一般的課堂教室內，直接影響師生日常的教與學活動，也將大幅改善學生的學習方式與成效(如 Chan et al, 2006; Smith et al., 2022)。然而資訊科技大幅滲透學校，除了代表大幅改善教育的機會，也有可能帶來一些不良的副作用(陳德懷，2009)。

數位媒體對學生專注力與學習成就表現之影響，一直以來也是備受爭議的。例如：英國 BECTA(2001, 2002)的相關研究指出當學校中 ICT 資源使用程度增加，對學童在英文、數學、自然科學等主要學科的成就表現有正向的效果。而 Ballard(2003)調查及訪談美國中西部兩州的學生，學生自陳媒體對其學業表現有負面影響，因為是影響他們無法專心完成回家作業的最主要來源。Burke 與 Ray(2008)指出學生的專注力不但不足且難以維持，並提到學生在課室中專注力狀態之相關實證性研究是缺乏的。無可否認的數位媒體對教育有其正面的影響與價值，然而亦引發眾人質疑、甚至害怕其是否會損害我們新一代學子的身心健康、認知發展與

學業表現(Christakis et al., 2004)。有鑑於此，本研究目的主要在探討國小不同年級、性別之學童採用一對一數位學習方式，其學習專注力的發展狀況與差異情形，以及學習專注力與其學業成績之關聯性。

2. 研究方法

2.1. 研究對象

本研究採問卷調查法，以臺灣南部地區有實施過一對一數位學習之公立國民小學高年級學生為主要研究對象。採立意取樣之方式，以 17 所目前正在實施行動學習融入教學之國小高年級學生為對象，共計發放 600 份問卷。總計有效樣本為 572 人，其中五年級有 344 人(60%)、六年級有 228 人(40%)；男生有 298 人(52%)、女生有 274 人(48%)。

2.2. 研究工具

本研究採用歐陽閻(2014)編製的「國小學童一對一數位學習專注力量表」，做為主要研究工具，其一對一數位學習係指教師在日常班級教學中，採用一生一平板(電腦)以進行相關學習活動而言。該量表係參酌林玉雯、黃台珠、劉嘉茹(2010)編製的「課室學生專注力量表」，以發展初稿，採李克特式五點量表之方式加以編製，預試後經項目分析、探索性因素分析及驗證性因素分析，總計量表共包含 42 題，內含六向度：專注容量、專注意識狀態、專注選擇性、專注移動、專注持續力、專注強度，各向度之內部一致性信度 Cronbach' s 係數依序是 .58、.85、.80、.83、.82、.94，總量表的信度是 .95(歐陽閻，2014)。

3. 研究結果

3.1. 國小學生在一對一數位學習專注力量表的得分情形

由統計結果分析得知，六個分量表每題的平均得分介於 3.73 ~ 4.00 之間，總量表的平均得分是 4.50，顯示國小高年級學生在進行一對一數位學習時的專注力屬於中上程度，均高於五點量表的中點(3 分)。其中專注容量分量表平均得分(M=4.00)最高，次之為專注持續力 M=(3.93)、專注強度(M=3.90)、專注意識狀態(M=3.87)、專注移動(M=3.76)，最低則是在專注選擇性(M=3.73)。

3.2. 不同性別學生在一對一數位學習專注力量表得分的差異情形

由表 1 可知，男、女生在各分量表與總量表得分上並沒有顯著差異。顯示在進行一對一數位學習時，男生與女生的學習專注力並不會有所差異，此點可能與男女學生在校接觸科技的時間與頻率相差無幾，再加上目前科技設備的操作越來越容易上手，故無性別上的差異。

表 1 男、女受試者在「國小學童一對一數位學習專注力量表」得分的差異比較 (N=572)

專注力量表	男生 (n=298)		女生(n=274)		t值	p值
	M	SD	M	SD		
專注容量	11.79	2.71	12.22	2.44	-1.96	.051
專注意識狀態	38.90	7.97	38.49	7.70	0.62	.536
專注選擇性	22.36	5.16	22.41	4.89	-0.13	.899
專注移動	30.41	6.58	29.82	6.33	1.08	.280
專注持續力	23.64	4.84	23.53	4.88	0.27	.790
專注強度	35.30	8.74	34.84	8.48	0.64	.524
總量表	188.54	33.00	189.33	32.28	-0.29	.773

3.3. 不同年級學生在一對一數位學習專注力量表得分的差異情形

由表 2 可知，不同年級學生在各分量表與總量表得分有顯著差異，其中五年級的得分均顯著高於六年級，顯示在進行一對一數位學習時，五年級學生的學習專注力顯著較六年級學生高。

表 2 不同年級受試者在「國小學習專注力量表」得分的差異比較(N=572)

專注力量表	五年級 (n=344)	六年級(n=228)	t值	p值
-------	-------------	------------	----	----

	M	SD	M	SD		
專注容量	12.17	2.57	11.72	2.61	2.04*	.042
專注意識狀態	39.34	7.64	37.75	8.06	2.39*	.017
專注選擇性	22.91	5.02	21.59	4.94	3.09**	.002
專注移動	30.58	6.43	29.44	6.46	2.08*	.038
專注持續力	24.28	4.74	22.54	4.85	4.24***	.000
專注強度	36.06	8.46	33.61	8.65	3.36***	.001
總量表	192.52	31.99	183.47	32.91	3.27***	.001

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

3.4. 一對一數位學習專注力與學業成績之相關分析

表3 為本量表與國語、數學、社會、自然各科學業成績之相關係數。其中，全體受試者的六個分量表與總量表得分與國語、數學、自然三科學業成績之相關均達顯著，其學習專注力越高，各科學業表現就越佳；而專注容量、專注選擇性、專注持續力、專注強度與總量表與社會科成績有顯著正相關。值得注意的是，六年級學生在一對一數位學習環境下，其學習專注力與其學業成績之關聯性與五年級學生相比，僅有部分向度達顯著。

表3 受試者在「國小學習專注力量表」得分及學業成績的相關係數(N=572)

專注力量表	五年級(n=344)				六年級(n=228)				全體(N=572)			
	國語	數學	社會	自然	國語	數學	社會	自然	國語	數學	社會	自然
專注容量	.22***	.18***	.20***	.16**	.12	.11	.06	.15*	.18***	.16***	.14***	.15***
專注意識狀態	.23***	.07	.16**	.13**	.10	.07	-.03	.05	.17***	.09*	.08	.10*
專注選擇性	.26***	.14*	.21***	.21***	.15*	.11	.02	.10	.21***	.15***	.13**	.16***
專注移動	.20***	.13*	.14*	.18**	.07	.06	-.02	.07	.14***	.11**	.08	.13**
專注持續力	.22***	.12*	.14*	.17**	.12	.13*	.05	.14*	.17***	.16***	.11*	.14***

專注強度	.18***	.10	.20***	.16**	.08	.06	.04	.07	.13**	.11**	.14***	.11**
總量表	.28***	.16**	.25***	.21***	.14*	.12	.04	.12	.21***	.17***	.16***	.16***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4. 結論與建議

4.1. 結論

本研究旨在探究國小高年級學生在一對一數位學習環境下，其學習專注力的發展現況及相關影響因素，研究結果主要有四項：(1)國小學童在進行一對一數位學習時的專注力屬於中上程度，其中在其中專注容量分量表得分最高，顯示學生在使用平板電腦上課時，能同時接納與理解多種課程表徵刺激(如文字、圖形、動畫、聲音等)，並能兼顧師生教學互動。(2)在進行一對一數位學習時，男生與女生的學習專注力並無顯著差異。(3)在進行一對一數位學習時，五年級學生的學習專注力顯著較六年級學生高。(4)在進行一對一數位學習時，學生的學習專注力與學業成績成正比。然值得關注的是六年級學生在一對一數位學習環境下，其學習專注力與其學業成績之關聯性與五年級學生相比，僅有部分向度達顯著，其中可能原因是六年級接觸行動學習之經驗較五年級學生早，故其對科技的使用已熟悉，故而影響其學習專注力及學業成績的因素可能與教師教學活動設計(Schmidt & Vandewater, 2008)、學生個人的學習動機或學習策略之發展有關(Bates, 2017)，此點有待研究後續深入探究。

4.2. 建議

本研究屬於初探性研究，對於目前政府正大力推動之「班班有網路，生生用平板」之政策實施下，教育人員及家長所關注的數位媒體與資訊科技的應用對國小學生專注力之影響情形，透過問卷調查法提出一些實證資料。透過本研究可發現在一對一數位學習環境下，教師如能妥善設計多媒體教學，運用多元的課程表徵刺激、運用平板提供師生更多的互動，將有助於提高學生的學習專注力。然對六年級學生而言，當科技的新奇性不再有時，如何持續維持其學習專注力，進而提高其學習成就，將是未來研究的重點方向，有待後續教學者及研究者持續關注。

參考文獻

- 林玉雯、黃台珠、劉嘉茹(2010)。課室學習專注力之研究—量表發展與分析應用。《科學教育學刊》，18(2)，197-129。
- 陳德懷(2009)。一對一數位學習的研究。《數位學習科技期刊》，1(2)，106-111。
- 歐陽閻(2014)。國小兒童一對一數位學習專注力量表之編製。文發表於「2014 教育高階論壇海峽兩岸學術研討會」，2014/10/16~10/17，臺南市：國立臺南大學。
- Ballard, K. D. (2003). *Media habits and academic performance: Elementary and middle school students' perceptions*. Paper presented at the National Media Education Conference.
- BECTA (2001). *Primary schools of the future: Achieving today*. Coventry, BECTA.
- BECTA (2002). *Impact2: Final report*. Coventry, BECTA.
- Betes, C. C., Klein, A., Schubert, B., McGee, L., Anderson, N., Dorn, L., McClure, E., & Ross, R. H. (2017). E-books and E-book Apps: Considerations for beginning readers. *The Reading Teacher*, 70(4), 401-411.
- Burke, L. A., & Ray, R. (2008). Re-setting the concentration levels of students in high education: An exploratory study. *Teaching in High Education*, 13(5), 571-582.

- Chan, T. W., Roschelle, J., His, S., Kinshuk, S. M., Brown, T, et al. (2006). One-on-one technology enhanced learning: An opportunity for global research collaboration. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 1(1), 3-29.
- Christakis, D. A., Zimmerman, F. J., DiGiuseppe, D. L., & McCarthy, C. A. (2004). Early television exposure and subsequent attentional problems in children. *Pediatrics*, 113, 708-713.
- Liang, J. K., Liu, T. C., Wang, H. Y., Chang, B., Deng, Y. C., Yang, J. C., Chou, C. Y., Ko, H. W., Yang, S., & Chan, T. W. (2005). A few design perspectives on one-on-one digital classroom environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 181-189.
- Schmidt, M. E., & Vandewater, E. A. (2008). Media and attention, cognition, and school achievement. *Children and Electronic Media*, 18(1), 63-86.
- Smith, D. L., Milburn, S. M., Esener, Y., & Colby, D. (2022). Teacher perceptions of one-to-one laptop implementation: Suggestions for the role of school librarians. *School Library Research*, 25.
<https://www.ala.org/aasl/sites/ala.org/aasl/files/content/pubs/slr/vol25/smith-milburn-esener-colby.pdf>

“双减”背景下，基于智慧平台对中学生个性化学习策略的探究

Under the Background of Double Reduction, Research on the Individualized Learning Strategies of Middle School Students Based on the Intelligent Platform

何天意^{1*}, 王敏敏², 孙晓叠³

^{1、2、3} 西北师范大学

* 1377494708@qq.com

【摘要】 “双减”成效调查报告于2022年3月发布，报告显示作业设计质量、课后服务等取得了明显成效，但也出现了不良行为——“等量减负”和“齐步减负”，作业“一刀切”，忽略了学生个性化。本研究针对所出现的问题，提出了利用智慧平台对中学生进行分层管理，根据学生的个体差异，提供分层作业和个性化课后辅导，从而进一步落实因材施教，希望对基础教育的减负、提高教师对学生特征的了解等方面有所启发。

【关键词】 双减政策；个性化学习；分层作业

Abstract: The investigation report on the effectiveness of "double reduction" was released in March 2022. It has achieved obvious results in the quality of homework design and after-school services, but there are also bad behaviors -- reducing the load by equal amounts and simultaneously, and "one size fits all" homework, ignoring student personalization. In view of the problems, this study proposes to use the intelligent platform to conduct hierarchical management for middle school students, and provide hierarchical homework and personalized after-class tutoring according to the individual differences of students, so as to further implement the teaching in accordance with their aptitude. It hopes to provide some inspiration for reducing the burden of basic education and improving teachers' understanding of students' characteristics.

Keywords: Double reduction policy, Personalized learning, Work in layers

1. 前言

随着现代信息技术的发展和应用，智能的学习环境，人才培养模式、教育教学方法等改革，已然成为教育智能化的一个重要研究领域。《中国教育现代化 2035》将“利用现代技术加快推动人才培养模式改革，实现规模化教育与个性化培养有机结合”作为重要战略任务。（顾明远、滕珺，2019）“双减政策”落地后暴露了一些不良问题，如作业“一刀切”、课后辅导针对性不强等问题，在总体原则的第二点工作原则中提到了坚持学生为本，这就要求从学生出发，考虑学生的主体性，其次提到了遵循教育规律，着眼学生身心健康成长，保障学生休息权利，这就要求教师需要遵循教育学、教育心理学等规律出发，考虑学生心理发展规律，探究出适应学生实际学习情况的教学模式。那么进一步落实“双减”的关键点是对学生个性化学习策略的探究。本研究立足当前中学生日益增加的课业负担环境下，针对学优生“吃不饱”，学困生“学不进”等问题，探究因材施教，个性化合理化设计课程作业的策略。智慧平台支持下的个性化学习模式能够满足学生能自由选择学习资源，互动讨论，分层探究，实现个性化学习，教师也根据平台反馈的学习数据来提供针对性的指导，实现以学定教，因材施教。

2. 全国“双减”成效报告的启示

2.1. “双减”成效报告分析

今年3月初,北京师范大学中国教育与社会发展研究院发布《全国“双减”成效调查报告》。其显示,校长、教师、家长和学生表示赞同“双减”政策的比例分别是96.8%、92.8%、90.5%和96.0%。“双减”政策得到了普遍赞同,尤其是得到学生和校长高度赞同。(全国“双减”成效调查报告)数据表明全国“双减”取得了一定的成效,但也出现一些“双减”改革面临的挑战,其重点提到了五个方面,涉及作业设计、课后服务经费保障、教师负担加重等方面。报告也给出了明确的建议:利用各级中小学智慧教育平台,汇聚共享优质作业资源;推广智能化作业平台,赋能教师学生学情诊断,提高分层、个性作业设计与评价能力;健全作业管理制度,实现对作业来源、设计、布置、批改、反馈等全流程管理;健全作业质量评价机制,教研组定期开展作业设计质量和学生作业达标情况评价。(全国“双减”成效调查报告)

2.2 智慧平台赋能教师探究“个性化学习”新路径

从报告我们可以得到很多的启示,首先智慧平台如何赋能教师诊断学情?当下处于“后疫情”时代,线上线下混合教学模式成为了当前教育教学的趋势,以雨课堂智慧平台为例,教师通过雨课堂为学生制作并推送各种丰富的学习资源,学生可以根据学习状况和个人喜好选择学习资源,平台也记录了学生在线上答题、作业等等数据,利用大数据技术全面记录、充分挖掘、分析和呈现学生的学习情况,教师可以根据数据结果反思总结,调整教学进度,丰富教学活动设计,为学生提供个性化的服务与指导。

其次,怎么满足个性化学习的分层作业设计?首先个性化学习是随着近些年来教育改革的不断发展和深入,为了改变过去同质化教育模式而提出的一种新的学习理论。学者们对个性化学习的认识各所不同,共同点都是为学生提供个性化的资源、教学方法以及教学策略等,以学习者为中心,促进学生全面发展。还是以雨课堂为例,按照学生的不同学习能力将作业分为一二三四级别,同时这样分层作业是有“弹性”的,使不同层次学生的数学水平都得到最大程度的提高,并促进学生的个性发展。

3. 个性化学习策略

本研究提出的个性化学习策略,利用智慧平台对学习者的画像,结合学科专业老师所具备的教育理论、教学经验等,为学习者提供满足其个性化需求的课后作业和课后辅导,进而改进传统的“一刀切”的作业布置方式,教师通过智慧平台的数据反馈,对学生学习的薄弱部分进行精准辅导,落实“因材施教”。

3.1 基于智慧平台的学生分层管理

智慧平台利用线上和线下相结合的数据去反馈学生的学习状况,教师根据平台数据以及教学过程对学生学习能力、性格特点的综合分析,将班级中的学生分成不同层次的小组,并为其设定分层学习目标,在分层学习目标的指导下,设计不同层次的作业,平台再把作业数据情况反馈教师,实施个别辅导,其模式如下图所示:

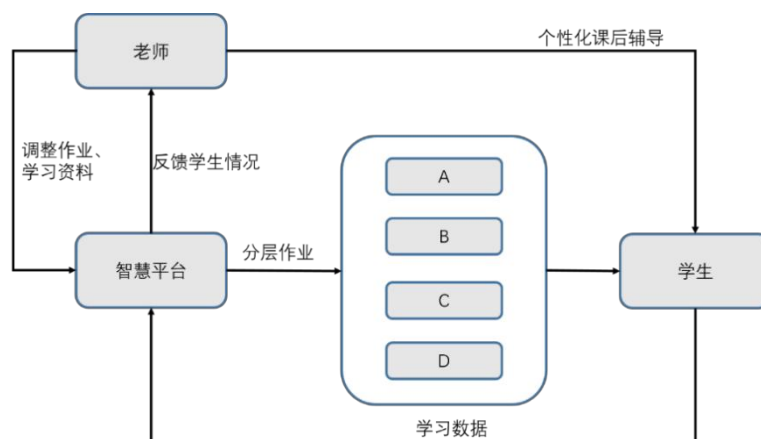


图 1 智慧平台服务模式图

3.2 个性化分层作业

课后作业作为教学过程中一个部分，起到极为重要的作用。它可以帮助学生巩固课堂所学知识，检测这节课自己的学习情况，并在练习过程中发现自己学习中所存在的问题。对于教师而言，应该针对学生学习能力的不同，综合考虑各方因素对学生进行分组，布置个性化的分层作业，作业与分组都是弹性的，并不是绝对的。学生可以根据自己能力提升去提高自己的作业难度，老师也要鼓励学生对于课后作业进行举一反三的思考学习。在“双减”背景下，分层作业也为减轻学生过重作业负担做出贡献，可以杜绝传统“一刀切”作业中部分机械、无效、重复性作业。例如因式分解的教学后，安排了 A(基础题)、B(中档题)、C(提高题)、D(思考题) 四个层次的作业，本次以初中数学因式分解分层作业为例。分层案例如图所示：

- A 层：
把下列各式因式分解
1、 $3bx^2+3by^2$
2、 $2xy+x^2+y^2$
- B 层：
1、因式分解 $a^2-3ab+2b^2$
2、因式分解 $9a^2-4b^2$
3、因式分解 $3x^2-81$
- C 层：
1、请你从下列各式中任意选择两式作差并将得到的结果因式分解： a^2 、 $(a+b)^2$ 、 1 、 $2b^2$
2、请写出一个三项式。使它能先提公因式。再运用公式法来因式分解。
你编的三项式是_____，分解因式的结果是_____。
- D 层：
1、 $2x^3+x^2-13x+6$
2、 x^5+x+1

图 2 因式分解案例图

课后分层作业要求：不强行对学生指定 ABCD 层，由学生视自身能力、当天的时间情况来确定作业的完成量。作业难度从低到高，基础薄弱的同学只要求完成 A 层作业，A 层题目是上课例题改编，比较容易，所有学生都能够很好地完成。B 层作业有一定的难度，难度设置在学生的最近发展区中适合中等生用来挑战自我、提升自我，C 层作业具有挑战性，适合有较强学习能力的学生，发展他们用课堂所学知识解决实际问题的能力，以及分析问题解决问题的能力，培养他们的创新精神。D 层作业属于思考题，这类题目属于对于某些需要参与竞赛的同学，用于练手和拓展思路。从作业安排上给学生以鼓励和信心、消除他们心理上对学习的紧张情绪，轻松地参加学习，能够培养他们健康的心态和良好的心理品质。

最后利用智慧平台向学生推送分层作业，让不同层次的学生选择完成，学生完成作业后，智慧平台将收集整理，分析，最后将可视化数据反馈给老师，教师可以调整下一次作业难度，也及时发现自己教学中所存在的问题，进一步改进教学方法和策略。

3.3 个性化课后辅导

教师根据智慧平台对学生学情的分析可以精准为学生提供个性化辅导，教师清晰知道同学们哪个知识点没有掌握，还可以精确到某个同学的某一知识点没掌握。大数据精确的数据魅力正体现在此。对于学困生，老师可以针对关联知识点一对一学生进行辅导，同时教师也可以直接给学生推送相关学习资源为学有余力的学生提供拓展学习空间，科普、文体、艺术、劳动、阅读、兴趣小组及社团活动这样的课后辅导也可以在智慧平台上进行安排，满足不同水平学生的学习需要，落实因材施教，促进学生整体发展。

4. 结尾

随着教育信息化发展的不断深入，合理利用信息技术提高教学水平是一种行之有效的方法。

对此, 本文立足当下中学生课业负担日益增加的学情, 探究了基于智慧平台的中学生个性化学习策略。提出根据不同学生的学习情况进行分层管理, 分层作业, 分层辅导的教学模式。该模式能够有效避免出现学优生“学不饱”, 学困生“学不进”等教学困难, 在很大程度上落实了因材施教这个教学理念。对于未来的教学工作中, 尤其是类似于数学, 物理这种对于学生学习效果区分度大的主要学科, 更应该大力推广个性化学习策略中的分层作业, 分层辅导方法从而提升教学效果, 使得学生能最大化吸收课堂知识。

参考文献

- 顾明远 & 滕珺.(2019).《中国教育现代化 2035》与全球可持续发展教育目标实现. 比较教育研究(05),3-9+35.
- 北京师范大学中国教育与社会发展研究院发布《全国“双减”成效调查报告》
- 陆赞.(2022).“双减”背景下对高中数学分层作业个性化设计的几点思考. 数学之友 (14),54-57.
- 高琳琦.(2022).“双减”背景下的个性化学习推荐策略研究. 天津师范大学学报(基础教育版)(06),38-43.

文本挖掘下国内人工智能教育政策分析

Analysis of Domestic Artificial Intelligence Education Policy under Text Mining

李航任^{1*}, 余丽², 符致翔³, 胡星琴⁴, 杨智杰⁵

佛山科学技术学院人文与教育学院教育技术系

*2404502568@qq.com

【摘要】 人工智能在教育领域的应用愈发普及,这促进了教育公平、提高了教育质量,推动了我国人才培养方式的革新,对实现教育现代化有重要意义。通过文本挖掘对国内已有的人工智能教育政策进行分析,得出国内人工智能教育的发展现状与应用情况,并对其未来的发展提出建议,对人工智能教育进行总结与反思。

【关键词】 人工智能教育政策; 政策分析; 文本挖掘;

Abstract: The increasingly widespread application of artificial intelligence in the field of education promotes educational fairness, improves the quality of education, and promotes the reform of personnel training methods in our country, which is of great significance for the realization of the modernization of education. Through text mining, this paper analyzes the existing domestic AI education policies, obtains the development status and application of domestic AI education, puts forward suggestions for its future development, and summarizes and reflects on AI education.

Keywords: artificial intelligence education policy, policy analysis, text mining

1. 前言

随着信息技术的不断发展,新技术与新理念迅速增长,人工智能在教育领域的应用逐渐增加。近年来,我国对教育信息化、“人工智能+教育”越来越重视。国务院在2017年发布《新一代人工智能发展规划》和教育部在2018年发布《教育信息化2.0行动计划》,提出以人工智能技术推动人才培养、教育系统性变革、教学资源开发,以加快教育现代化、建设教育强国。发展人工智能教育已成为我国当前的重要战略任务。本研究对我国政府发布的人工智能教育相关政策文件进行可视化分析,回顾人工智能教育政策发展过程,为人工智能教育研究提供参考。

2. 研究结果与分析

本研究样本的确定主要来自我国国务院与教育部官方网站,在公开文件中输入“人工智能”与“教育信息化”关键词进行查找,查找出有关人工智能教育的政策。以政策文本与研究主题的相关性,对所得政策进行精确处理,删去无关或相关性低的文献,最终筛选出2012年-2022年的80项政策文本。

2.1. 政策分布情况

在查找所得的80篇人工智能教育政策文件中,其中教育部发文最多,共发布34项政策文件,占总样本的42.5%。其次是国务院办公厅所发文的政策文件,共有4项,占总样本的5%。代表性地方政府发文政策文件11项,占总样本的13.75%,其余为地方教育厅,教育局发文政策文件31项,占总样本38.75%。

2.2. 政策发布时间

其中首份政策文件成文于2012年3月30日,检索截止前最后一份政策文件发布于2022年9月2日。从政策文件发布量来看,自2016年开始人工智能教育相关政策文件明显增加,在2021年达到最高峰共25份,整体呈现上升趋势,体现出我国在近几年对人工智能教育越来越重视。见图一。

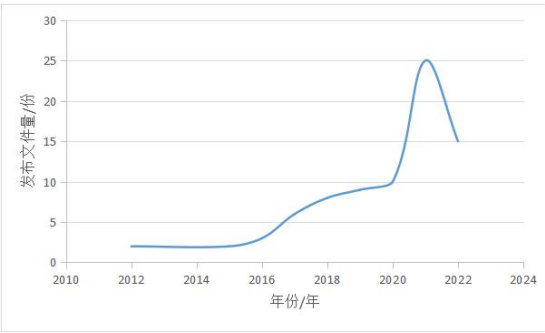


图 1 年代分布图

2.3. 政策文件关键词分析

本研究对 2012 年-2022 年政策文件进行文本分析，截取前 100 个高频词形成词云图。根据文本云图显示，政策核心为“信息化”“人才培养”“教育资源”“个性化”“教学改革”等。政策关注的人工智能在教育应用的领域为“管理信息系统”“资源共享”“教学评价”“教学模式”等。政策关注的人工智能在教育应用的技术有“机器人”“虚拟现实”等。

通过关键词网络关系图，以关键词“信息化”与“人工智能”为中心节点，将其向外辐射区域分为教学改革、教学资源开发、人才培养、教学环境构建四个部分。

教学改革部分主要针对我国教育模式革新，在教学过程中融入信息技术，实现在线学习、课程标准更新、有关人工智能学科建设等。在教学模式革新的背景下，全面加强新时代教师队伍建设，以大数据处理分析技术构建教师专业发展的测量与评估机制，对教师进行精准测评与指导，实行个性化培训，形成以人工智能技术支持教师持续发展的机制；（教育部，2021）

教学资源开发部分，以机器人、虚拟现实、图像识别等技术开发新的教学内容，提升教育质量。以大数据、云计算等人工智能技术构建学习服务平台，并对数据库进行分析与管理，以无线网络共享教学资源，促进教育公平，为贫困地区缺乏教育资源提供新的解决方法；

人才培养部分，以大数据分析、大数据处理等技术分析各个学生学习画像，制定专属学习技术，实现个性化学习。以人工智能的检测、信息安全技术，对学生学习进行监督并保障学生信息安全；

教学环境构建部分，以信息技术优化教育服务平台，通过大数据、云计算、文本分析等技术构建教育资源服务平台，实现教育资源共享；以教育机器人、人脸识别、虚拟现实等技术构建智能课室与智能实验室，逐步完成智慧校园的构建。在指定区域设立示范基地、实验试点，促进人工智能教育的不断发展。



图 2 关键词词云图

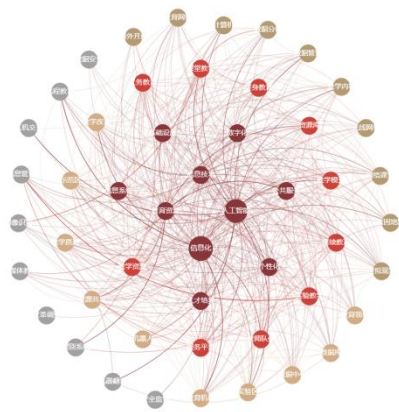


图 3 关键词网络关系图

3. 研究问题结论

3.1. 政策发布趋势

据图一所示,我国人工智能教育相关政策在2012年-2015年发文趋势平稳,至2016年开始,我国对于人工智能教育的政策发文量逐年增加,政策发布量呈上升趋势(由于2022年统计不全,不计入趋势),可看出2016年至2021年我国越来越重视人工智能教育。

3.2. 人工智能在教育中的热点技术

本文对人工智能在教育中运用的热点技术进行总结。根据图二词云图数据以及教育部发布的《教育信息化十年发展规划(2011-2020年)》、《教育信息化2.0行动计划》等政策文件,目前运用在我国教育中的技术主要为云计算技术、大数据、机器人技术、人脸识别以及语言分析。(教育部,2012、教育部,2018)

对于云计算与大数据技术,可优化教育资源配置,对旧的资源平台进行翻新并继续创建新的资源共享平台。(教育部,2016)此外,云计算与大数据技术还适用于各个校园内的教育平台,在为学生提供便利的知识获取方式的同时,还能保障学生信息安全。(刘志堃,2021)

对于人工智能机器人技术方面,主要呈现的形式有智能陪伴机器人、教育机器人、教学辅助机器人。这些教育机器人有效实现了智能辅导、智能测评,让学生评估更具有科学性,也提升了学生的学习兴趣。教育机器人还可运用在医学、工科等实操性强的领域,机器人模拟机能很好地锻炼学生的实操能力。此外,教育机器人在特殊教育的作用也是不可忽视的,以技术弥补特殊学生的身体缺陷,提高授课水平。(张瑞阳,2022)

对于人脸识别技术,其主要运用在学生的考试监督,能够有效遏制作弊、替考等行为的出现。语言分析技术能够实现学生作文批改、视听评分,可快捷有效地帮助学生找出错误,缓解了教师的教学负担。

3.3. 人工智能教育政策对学生、教师和教学环境的推动

根据教育部关于印发《教育信息化2.0行动计划》的通知、中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《加快推进教育现代化实施方案(2018-2022年)》等多个政策文件,人工智能技术主要用于推动改进教学、优化教学管理、建立网络教育资源共享平台、课堂教学等方面,可分为人才培养、教育资源开发两个部分。培养新时代教师队伍,有助于促进师生信息思维的养成。在教学时采用人机互动交互模式,进一步提高学生的决策思维能力,有效帮助学生将理论知识应用到实践活动中。(吴晓冰,2019)人工智能技术还可保证教育公平性,对学生的身份认证、课程内容、讨论记录、学习数据实施监控,有效识别学生刷课、替考等违规操作。建立网络教育资源共享平台,实现教学资源、优秀教师、教育研究数据、教学信息的有效共享,建立智能课堂与智能实验室,构建数字校园。(教育部,2018)

《教育部关于加强“三个课堂”应用的指导意见》提出教师应及时更新教育理念,提升自身信息技术能力和信息素养,完善师范教育课程体系,推动和师范生人才培养方案的创新。

(教育部,2020)教师为顺应人工智能政策要求,需提升自身信息素养和信息化教学能力。在此影响下,教师的教学方式会更加多样化。人工智能技术还可解决教师重复工作量大的问题,例如帮助教师批阅作业、批改试卷等。(沈心培,2022)另外,教师的授课方式也受到影响,教师可采用希沃白板、教育机器人等新方式对学生进行授课。且教师逐渐从教学主导者向教学辅助者的方向进行改变,逐渐形成以学生为中心的教学模式。

《浙江省高等教育“十三五”发展规划》、《教育信息化2.0行动计划》等多篇政策提出要构建网络教学交流平台,使教师可以网络平台上对学生进行指导 and 教育。(教育部,2018),对于教学环境的发展推动,人工智能技术可帮助建立线上交流平台与数字化图书馆的构建,丰富了学生的学习资源,增加学生获取资源的方式。智慧校园平台还可以根据学生和教师的特点去将其进行合理的分配,使师生能够快捷地找到适合自身的教学环境。

4. 总结

我国人工智能教育在相关政策的支持下正处不断发展阶段,政策为人工智能教育制定了详细合理的发展规划,涉及到人才培养、教师队伍培养、教学环境构建、教育模式改革等方面,

为人工智能教育的后续发展开拓了道路。虽然有相关政策的保障,但人工智能教育仍存在一些不足。对于学生的信息素养培育,我国仍存在地区差异,虽然可通过网络平台进行教育资源共享,但贫困地区学生的学习质量仍无法得到保证。人工智能技术虽然已经应用于教育之中,但其仍处于实行初期阶段,并未大力推广。另外,对于教师队伍的信息化教学能力仍需增强,为更好地培养我国师范生信息素养,应在高校设立相关课程。此外,还需设计更多地示范课程与精品课程,增加线上平台教师,实现远程教育,促进教育公平。对于教师的培训,应落实成立培训队伍,对教师开展定期信息素养培育,提升教师的教学能力,保证教学质量。以人工智能技术与教育相结合,对教学模式进行革新,对教育理念进行创新,优化人才培养体系,是我国教育现代化的重要途径。

参考文献

- 中华人民共和国教育部 (Ed.). (2012, March 13). 教育部关于印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020 年)》的通知. Retrieved from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201203/t20120313_133322.html
- 中华人民共和国教育部 (Ed.). (2018, April 18). 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知. Retrieved from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html
- 中华人民共和国教育部 (Ed.). (2016, June 7). 教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知. Retrieved from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201606/t20160622_269367.html
- 刘志堃,林亮 & 李丽智.(2021).云计算技术在智慧教育中的应用. 电子技术与软件工程 (17),192-193. doi:.
- 张瑞阳.(2022).机器人在教育中的应用研究分析: 现状与思考. 软件导刊(11),188-195. doi:.
- 吴晓冰.(2019).人工智能技术推动高校人才培养模式改革研究. 无线互联科技(17),97-98. doi:.
- 教育部关于加强“三个课堂”应用的指导意见教科技[2020]3 号. 中华人民共和国国务院公报.
- 中华人民共和国教育部 (Ed.). (2020, March 5). 教育部关于加强“三个课堂”应用的指导意见. Retrieved from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202003/t20200316_431659.html
- 中华人民共和国教育部 (Ed.). (2022, February 11). 教育部等五部门关于加强普通高等学校在线开放课程教学管理的若干意见. Retrieved from http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-04/01/content_5682923.htm
- 沈心培.(2022).人工智能时代英语教师角色的转变——基于技术哲学中的“人—技”关系的分析. 海外英语(15),152-153+167. doi:.

智能技术赋能教育评价改革——研究热点、现状探析

The Evaluation Reform of Intelligent Technology Enabling Education——Research Hotspot and Trend Analysis

江音澈¹, 李爱霞², 唐琪³

¹²³ 鲁东大学初等教育学院

李爱霞, 讲师, 鲁东大学教师教育学院, 研究方向: 学习分析、学习设计研究

943084713@qq.com

【摘要】 近年来, 智能技术在教育评价领域的应用使得现代教育评价朝着智能化、科学化的方向发展, 为探析我国智能技术与教育评价融合的研究现状与热点, 文章利用 CiteSpace 可视化工具, 对来源于中国知网的 388 篇文献进行了定量分析, 以期从整体把握我国智能教育评价研究的现状与趋势。

【关键词】 智能技术; 教育评价; 智能教育评价; 教学评价;

Abstract: In recent years, the application of intelligent technology in the field of education evaluation has led to the development of modern education evaluation in the direction of intelligence and science. In order to explore the current situation and hot spots of research on the integration of intelligent technology and education evaluation in China, the article uses the CiteSpace visualization tool to conduct a quantitative analysis of 388 documents from CNKI, in order to grasp the current situation and trend of intelligent education evaluation research in China as a whole.

Keywords: Intelligent technology; Education evaluation; Intelligent education evaluation; Teaching evaluation;

1. 前言

教育评价是教育活动中极其重要的一环, 是教育活动调整与后续开展的指南针, 具有重要的导向作用。随着现代教育理论的不断发展和教育评价体系的不断完善, 传统的教育评价体系因其方法单一、内容片面、体系僵化等方面而备受诟病, 新时代的教育评价改革也一直是教育领域研究的重要内容。2020 年 10 月, 中共中央、国务院印发的《深化新时代教育评价改革总体方案》提出有效运用现代信息技术手段, 将变革教育评价体系作为教育评价改革的重点内容, 切实促进学生的全面发展。NETP2000 指出随着互联网的发展, 传统的纸笔测评不能再准确反映 21 世纪学生的学习情况, 教育评价可以使用在线技术以更有效的方式进行。近年来, 随着人工智能、大数据、云计算等技术在教育评价领域的实践应用, 现代教育评价正朝着智能化、多元化、系统化的方向发展。目前, 国内现有关智能技术赋能教育评价的研究已取得初步成果, 在利用智能技术变革教育评价理念、标准以及智能教育评价技术、工具等方面都积累了一定的经验。本文借助 CiteSpace 计量可视化软件, 对中国知网相关主题文献的研究现状、热点进行了分析, 以期对智能时代教育评价变革的研究提供可借鉴的信息支撑。

2. 研究方法与数据来源

2.1 研究方法

本研究采用文献定量分析法与文献研究法, 借助 CiteSpace 软件对中国知网已发表的相关文献作可视化分析, 通过创建关键词等相关信息的关系图谱、发文量趋势图, 剖析了相关研究的整体趋势, 揭示智能教育评价领域的知识结构, 分析其研究现状与热点。

2.2 数据来源

本研究以中国知网全文数据库为文献检索数据来源, 在 CNKI 高级检索页面选择“主题”检索, 键入条件“智能技术+人工智能&教育评价+教学评价”, 时间截止到 2022 年 12 月 31 日, 共检索到相关主题文献 414 篇。经人工筛选, 剔除会议、访谈等不相关的条目, 共得到

有效样本文献 388 篇，据此建立智能教育评价计量分析的原始数据库。

3.文献发表情况分析

3.1 文献发表时间分布

学术论文发表量是衡量某一研究领域研究状况的重要指标，能够直观地了解该领域的研究发展情况。本研究对 2022 年以前中国知网收录的相关主题文献进行的统计如图 1。由图 1 可知，智能技术与教育评价的结合最早可追溯到 1993 年，王岚等（王岚等，1993）将人工智能技术与教育评价技术相融合，探究了“研究生工作评价与决策专家系统”的理论模型。但该领域的研究正处于起步阶段，年发文量皆为个位数。2019 年是相关研究的重要转折点，自此之后有关主题的研究在整体上呈快速增长趋势。从总体来看，近几年智能技术赋能教育评价的热度不减，发文量一直呈上升的趋势，预计在未来依然是教育领域重点的研究方向。

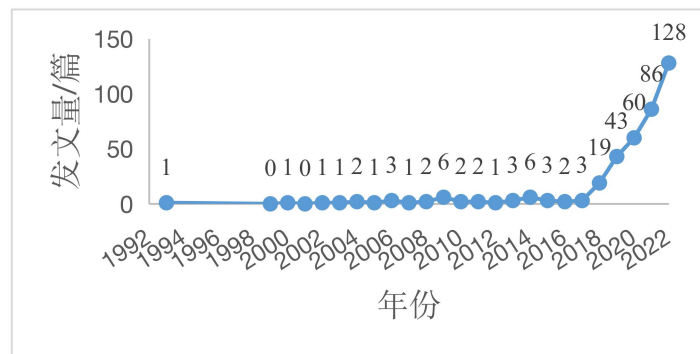


图 1 1992-2022 年中文文献年发文量

3.2 高影响力论文分析

论文的被引量能够较客观地反映出论文的影响力，高被引的论文直接反应此领域的研究热点和方向。本研究将相关主题的论文按照被引频数进行排序，总结出智能技术支持下教育评价改革的研究重点，包括评价主体、评价内容、评价方式、评价结果四个方向，以大数据技术、人工智能技术、区块链技术、多模态学习分析技术等为支撑，探究教育评价改革的框架构建与实践路径。高被引文献普遍关注信息时代教育评价改革的“数据导向”，以期实现教育评价主体多元化、评价内容多维化、评价方式智能化、评价结果全面化的新目标（吴立宝、曹雅楠等，2021）。

4.研究热点分析

关键词能够反映文章主题，是高度浓缩后的核心与精髓，对其进行统计与分析能够在一定程度上更加科学、合理地提炼出文章的主旨与思想。本研究基于 CiteSpace 软件以“keyword”作为节点类型进行共现分析，共得到 293 个关键词，各个关键词的频次如表 2（频次≥8），从中可以看出现代教育评价改革主要以人工智能、大数据技术为依托，更加注重人才培养的模式与规格，“职业教育”“高职院校”等关键词表明教育评价改革涉及各个教育阶段、各门学科。从表中的数据也可以看出，随着智能技术的发展，教育评价正在向着更加智能化、科学化的方向发展。其中与之相关性最强的是大数据技术，大数据技术主要是在人工智能时代发展起来的；结合对高被引量文献的分析也可得知，大数据技术是推动智能测评发展的关键技术，为过程式、伴随式数据采集与分析提供了技术支撑，使教育评价转向过程性评价、动态性评价。

对上述两类数据进行整理并结合研究热点共现知识图谱（如图 2）进行分析，除去人工智能、教育评价等指向性较为笼统的关键词与近似词，综合得出我国智能教育评价领域的研究已经由理论构想进入落地实践阶段，现阶段的研究主要集中于智能技术和教育评价的深度耦合，利用技术手段切实优化教育评价的方方面面。基于对研究主题的归类，可以将该领域的研究划分为理论构想、技术融合与实践应用三个层面：

(1) 理论构想包括智能教育评价的模型搭建与评价体系的完善等，现阶段的教育评价不再单纯关注学生的知识、技能，将情感、能力、价值观等也纳入评价范围，从以往的“双基”转向“四基”甚至更加广泛的评价目标（陈雨萱、杨立军，2022）；同时批判“唯分数论”的倾向，开始注重过程性评价，关注学生的个性发展，刘邦奇等人提出利用智能技术开展增值评价的理论模型（刘邦奇、朱广袤等，2022），并以美国田纳西州增值评价系统为例，阐述了智能技术时代增值评价模式的优势与可行性；杨华利等人探究了智能教育测评模型的搭建（杨华利、耿晶等，2022），并提出了通用性的理论框架与实践路径。

(2) 技术层面的研究则更加广泛，智能教育评价前期的研究主要是智能工具的简单套用，如利用机器代替教师重复性的劳动，现阶段的智能评价旨在进行全面、准确、立体的评价。刘邦奇等人提出智能技术赋能教育评价的内涵是基于大数据、人工智能、区块链、云计算、5G 等先进技术，实现教育过程的数据精准采集，并利用学习分析、数据挖掘等技术进行分析和反馈应用，以期对教育教学进行有效调整与改进（刘邦奇、袁婷婷等，2021）。同时评价主体也在朝着多元化的方向发展，将学校、家长等也纳入评价体系。但智能化测评也存在多模态数据采集、流通、利用等方面的限制（骆方等，2021），在未来还有很大提升空间。

(3) 实践方面的探究主要是智能教育评价的应用研究、反思以及伦理层面的问题。闫志明等人总结了新兴技术支持下教育评价面临的现实问题（闫志明，朱友良等，2022），包括唯分数、唯升学等“五唯”现象、“唯技术论”的倾向、数据驱动带来的伦理问题、技术自身的限制、评价主体能力的不足五个方面。赵磊磊等人则以内在主义的视角探究了技术变革所带来的伦理问题（赵磊磊、蒋馨培等，2023），具体表现为：可能损害评价主体尊严、过分的数据挖掘暴露用户隐私、智能算法的不透明性影响教育公平、“智能化”倾向违背人本主义思想道德等方面。

表 1 我国人工智能教育评价领域关键词统计（频次≥8）

序号	关键词	频次	中心性	序号	关键词	频次	中心性
1	人工智能	163	0.71	8	信息技术	10	0.42
2	教育评价	32	0.29	9	人才培养	10	0.05
3	教学评价	27	0.31	10	职业教育	8	0.09
4	大数据	23	0.58	11	高职院校	8	0.02
5	学习	18	0.35	12	人机协同	8	0.06
6	智能技术	18	0.21	13	智能时代	8	0.11
7	智慧教育	10	0.29	14	教学改革	8	0.09

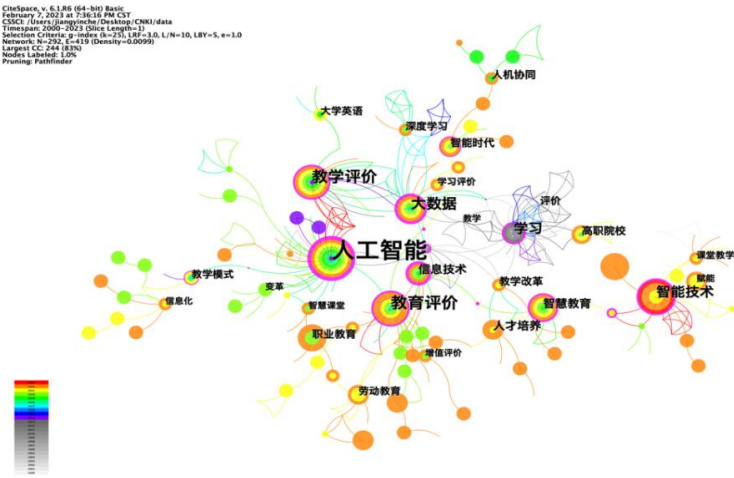


图 2 我国智能教育评价领域关键词共现图谱

4. 智能技术赋能教育评价改革发展趋势

新时代教育教学评价改革要坚持“育人”初衷，优化评价过程，守住道德底线，合理规避智能技术带来的各种风险，全面提升教育评价的质量与有效性。未来智能技术赋能教育评价改革的发展趋势主要有以下几个方面：

(1) 评价主体的多元化是现代教育评价变革的一个重要特征，传统的评价主体除师生之外，还有众多参评人员，使得教育评价进程较慢，同时也存在主观性造成的偏差。智能时代的评价依托面部识别、语音识别等技术让学生行为数据的收集变得更加精准化、科学化，加快了评价开展的进程，使教育评价能够真正发挥其作用。

(2) 在评价内容方面，教育研究者们都意识到传统的对于学生文化知识的评价是极其片面的，新时代的教育评价内容应该更加注重对学生核心素养的培养，国家政策也做出了相关的要求。教育教学评价内容不再局限于学科成绩的评价，同时也涵盖学生德智体美劳等方面。

(3) 智能时代教育评价的突出变化是评价方式的改变，传统的教育评价主要是通过教师、教育研究者的直接观察或者一些评价量表，往往缺乏真实性、稳定性，同时也存在较强的主观性，不能准确地对学生做出评价，也难以关注到学生的发展性。而现代教育技术的应用彻底扭转了这一现象，能够依托人工智能、大数据等技术采集学生真实的行为数据，并关注到学生行为变化，符合关注学生发展的观念。

(4) 评价结果作为教育评价的成果，是改进教育教学的重要决策材料。通过评价结果的反馈，教师能够改善自身教学行为，也能够使学生明确下一步学习方向，具有重要教育意义。人工智能支持下的教育评价能够基于教学数据的采集，开展过程性评价。

在教育评价领域引入人工智能技术是时代的需要，也是未来教育评价发展的必然趋势。在未来要继续发挥信息技术优势，将技术变革融入到教育领域的更深层次，同时也需要进一步挖掘人工智能技术带来的优势，推动智能测评的多元化、精准化等，切实提高教育评价的实用性，培养学生的核心素养。

参考文献

- 陈雨萱 & 杨立军.(2022).我国教育智慧评价进展与趋势. 软件导刊(08),235-241.
- 刘邦奇,袁婷婷,纪玉超,刘碧莹 & 李岭.(2021).智能技术赋能教育评价: 内涵、总体框架与实践路径. 中国电化教育(08),16-24.
- 刘邦奇,朱广表 & 张金霞.(2022).智能技术支持的增值评价模式及典型实践. 中国远程教育(12),49-57.
- 骆方,田雪涛,屠焯然 & 姜力铭.(2021).教育评价新趋向: 智能化测评研究综述. 现代远程教育研究(05),42-52.
- 沈忠华.(2017).新技术视域下的教育大数据与教育评估新探——兼论区块链技术对在线教育评估的影响. 远程教育杂志(03),31-39.
- 王岚,乐毓俊,王公亮.(1993).研究生工作评价与决策专家系统. 信息与控制(03),179-186+192.
- 吴立宝,曹雅楠 & 曹一鸣.(2021).人工智能赋能课堂教学评价改革与技术实现的框架构建. 中国电化教育(05),94-101.
- 杨华利,耿晶,胡盛泽,黄涛 & 徐晨曦.(2022).人工智能时代的教育测评通用理论框架与实践进阶. 中国远程教育(12),68-77.
- 杨宗凯.(2020).利用信息技术促进教育教学评价改革创新. 人民教育(21),30-32.
- 闫志明,朱友良 & 刘方媛.(2022).新一代信息技术支撑的教育评价:价值诉求、现实问题与建设进阶. 现代教育技术(11),34-41.
- 赵磊磊,蒋馨培 & 代蕊华.(2023).内在主义技术伦理: 教学评价智能化转型考量. 中国远程教育(01),40-48.
- 张生,王雪 & 齐媛.(2021).人工智能赋能教育评价: “学评融合” 新理念及核心要素. 中国远程教育(02),1-8+16+76.

以 DAS3H 模型於英文學習適應性間隔複習學習系統初探

A Preliminary Study on Adaptive Spaced Repetition Learning System for English Language Learning based the DAS3H Model

徐世凡 洪暉鈞

國立中央大學網路學習科技研究所

w7m26sw@g.ncu.edu.tw

hch@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 隨著科技的快速發展，學生需要更快速的學習知識並保持長期的記憶。而學生在學習英文時常需要在舊知識的基礎上進行學習。間隔式複習是間隔的重複進行複習以提高學生的長期記憶，而為學生提供一個適應性的間隔式複習時間表，將比固定時間複習更有益處。因此，本研究目的旨在開發以 DAS3H 模型為基礎的適應性間隔複習系統以輔助英文學習，對學生的學習狀況和遺忘建立模型後預測學生的技能掌握度和成績，適時地對學生掌握度較低的知識點給予複習，降低學生在課程中後期的認知負荷以提高學習成效。

【關鍵字】 教育資料探勘、深度知識追蹤、學生建模、間隔複習、語言學習

Abstract: Due to the increasing attention to program learning in recent years, students need to learn how to program based on their previous knowledge. Spaced repetition is temporally distributing exposure to information to improve long-term memorization, and providing students with a personalized distributed practice schedule would benefit more than just a generic scheduler. Therefore, this study aims to develop an adaptive spaced repetition system to assist English learning via establishing the students learning and forgetting model. This system could predict students' skill mastery and achievement, give them the timely repetition of the knowledge points that students lack, and reduce students' cognitive load in the middle and later stages of the course to improve learning effectiveness.

Keywords: Educational Data Mining, Deep Knowledge Tracing, Student Modeling, Spaced Repetition, Language Learning

1. 前言

近年因為科技快速的發展，學生需要在更短的時間內學習新知識。因此學生必須明智地管理學習策略。考慮到英文課程常需要在舊知識的基礎上進行，若學生對於學習的內容不進行複習等重複的學習和記憶，學習的內容就會隨著時間漸漸遺忘，影響到課程的學習品質。

然而，以往的複習方法是學生在相同的間隔時間進行複習，鮮少有針對學生個人進行適性化的複習系統。間隔複習常用在語言方面，但適性化的間隔複習機制卻少之又少。故本研究提出一個基於 DAS3H 模型(Choffin et al., 2019)的適性化複習系統，分析並預測學生在練習英文內容時各個技能知識點的掌握度，並適性化的提供學生複習的間隔時間以及需要複習的知識點，希望學生能夠透過適當的間隔複習提升英文技能的長期記憶，並且幫助學生提高學習品質和在更短的時間內有效的學習新知識。

本研究為一個正執行中之研究，預計探討的問題如下：

- (1) 如何以間隔學習演算法建立一套輔助學生英文練習之適性化複習系統？
- (2) 在使用適性化複習系統練習英文的學生，是否能夠提升學生的學習態度？
- (3) 在使用適性化複習系統練習英文的學生，是否能夠提升學生的學習成效？

2. 文獻探討

2.1. 自我導向

自我導向學習是一種人類的基本能力(Knowles, 1975)，其基本原則是透過自發的活動對自己的學習負責(Hiemstra, 1994; Long, 1989)。Garrison (1997)提出了一種綜合理論方法，透過三個維度將教育環境中的認知、動機和社會面向相結合。分別為自我管理、自我監控和動機。本研究透過演算法對學生的知識點進行建模，在適當時機提醒學生複習，協助學生們自我管理。並透過儀表板呈現學生各知識點之掌握程度，幫助學生們自我監控。理解自身的學習狀況，進而產生後設認知。適時地提供適性化之題目幫助學生們學習知識。

因本研究主要對象為想考取證照之學生，故參與者已經有強烈的開始動機。在任務動機中，本研究透過儀表板呈現學生與其他人知識點掌握程度的差異，保持學生的任務動機。並且在適當時機提醒學生回到系統中複習，以保持學生的開始動機。

2.2. 自我調節於線上學習

自我調節被定義為設定自己的目標並管理自己的學習和表現(Driscoll, 1994)。並且「在後設認知上、動機上和行為上積極參與自己的學習過程(Zimmerman & Martinez-Pons, 1988)」。

在線上學習環境中，學生需要對自己的學習更加負責(Joo et al., 2014; You & Kang, 2014)。成功的學生積極參與學習，包括定期查看課程通知、認真學習和復習課程內容、及時完成標記、自我評價學習、在需要幫助時提出問題、用心與其他人交流；而不成功的學習者的特點

是無法估計完成任務所需的時間和精力，缺乏時間管理和生活應對技能(You & Kang, 2014; Yukselturk & Bulut, 2007)。

因此，本研究藉由對學生建模預測學生對於各知識點的掌握度，並在掌握度降低時提醒學生複習。透過適性化的提醒以及推送相關知識點之題目，幫助學生保持並延長記憶。進而提升學習成效並且降低學生的認知負荷。

2.3. 間隔效應

“間隔效應”是一種經常使用並被廣泛認可有助於學習的方法，即在技能的重複之間有時間間隔，特別是當技能涉及事實回憶時(Dempster, 1996)。幾位作者已經證明，隨著保留時間間隔的增加，間隔的好處更大(意味著間隔提高了學習的持久性)。不同尺度的間隔保留對於長期記憶都得到了證明，範圍從秒到分(Glenberg, 1976)到數天或數月(Pashler et al., 2003)。

然而，遺忘的速度因學生而異，故本研究透過教育資料探勘並使用 DAS3H 模型對學生進行建模並預測，為學生提供適性化的間隔複習時間。

2.4. 教育資料探勘

資料探勘(EDM)致力於找出模式並做出預測，以描述學習者的行為和成就、領域知識內容、評估、教育功能和應用(Luan, 2002)。近年來，隨著科技和數位教育環境的發展，大量教育資料日益可用(Romero & Ventura, 2010)。研究人員和實踐者可以收集和分析資料以發現模式，這些模式可用於預測需關懷的學習者，找到改進學習過程的方法，並做出有利於學習者的適當決策(Calvet Liñán & Juan Pérez, 2015; Şahin & Yurdugül, 2021)。

而本研究可以透過教育資料探勘並使用 DAS3H 模型對學生進行建模，預測什麼時候學生需要對於哪些知識點進行複習？降低學生的認知負荷、增加學生的長期記憶。

3. 研究方法

3.1. 研究對象與資料

為瞭解以 DAS3H 模型的英語適性化複習系統是否能幫助學生提升英語技能。本研究實驗對象預計為台灣北部某大學想考取英語證照的學生，預計 100 人。蒐集 12 周本研究系統上學生的作答日誌。期望利用適性化複習系統，提升學生長期記憶與英語技能。本研究預計蒐集的資料：學生在 TAG EASY 系統上之日誌檔案、測驗成績、英語背景調查問卷、線上自我調節學習問卷(Barnard et al., 2009)、自我導向問卷(García Botero et al., 2019)。

3.2. 研究流程

本研究預計於學期初進行英語能力測驗以及英語背景、線上自我調節學習的問卷調查，接著學生們依自由意願使用 TAG EASY 系統練習英語內容。並將學生的作答資訊輸入 DAS3H 模型中，預測學生各知識點之掌握度。結合作答的反應時間與知識點掌握度適性化的出題幫助學生學習或複習較弱的知識點。實驗後進行英語能力後測和線上自我調節與自我導向問卷。

來了解是否能夠提升學生的自我調節、提升學生的自我導向和提升學生的學習成效。

4. 系統介紹

4.1. TAG EASY

「TAG EASY」是一套適性化間隔複習系統。讓學生依照需求選擇學習的科目。在練習時系統會收集學生作答資訊(Log)，其中包含：學生 Id、題目 Id、知識點代碼、時間戳、正確或錯誤。並輸入至演算法之中對學生進行建模。在後續出題時優先選擇知識點掌握度與反應時間較低的題目，提供給學生適性化的英語內容練習。

4.2. DAS3H 模型

DAS3H 模型(Choffin et al., 2019)代表難度(Difficulty)、學生能力(student Ability)、技能(Skill)和學生練習歷史(Student Skill practice History)，是一個基於 AFM 模型(additive factor model, AFM)和包含一個專案所涉及的技能和時間分佈的學生模型。DAS3H 模型接受不同技能有不同的學習和反應時間。所以本研究可以透過 DAS3H 模型預測學生在不同技能的掌握度，並對於較低的技能給予適時的複習，甚至是特別幫助，以提高學生的學習成效。

5. 預期成果

本研究透過 DAS3H 模型對學生的學習和遺忘狀況進行建模，預測和分析學生的各個技能的掌握度以及遺忘的狀況，開發一個幫助學習者複習的系統，以及適性化的複習間隔時間。預期學生在使用系統的過程中，適時地針對不同學生的給予適性化的複習項目和複習的間隔時間，進而降低在課程中的認知負荷以及增加學生的長期記憶。

考慮到學習新的知識時必須反覆利用到舊知識，如果學生遺忘了先前的知識，將導致學生無法很好的學習目前的學習內容，因此本研究預期透過系統降低學生的認知負荷和增加學生的長期記憶後，增加學生的英文學習成效。

6. 致謝

本研究感謝中銳科技產學合作計畫（計畫編號：11114020）與科技部專題研究計畫（計畫編號：111-2628-H-008-002-）支持。

參考文獻

- Barnard, L., Lan, W. Y., To, Y. M., Paton, V. O., & Lai, S.-L. (2009). Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *The Internet and Higher Education*, 12(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2008.10.005>
- Calvet Liñán, L., & Juan Pérez, Á. A. (2015). Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(3). <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i3.2515>
- Choffin, B., Popineau, F., Bourda, Y., & Vie, J.-J. (2019). DAS3H: modeling student learning and forgetting for optimally scheduling distributed practice of skills. *Proceedings of The 12th International Conference on Educational Data Mining (EDM 2019)*, 29-38. <https://educationaldatamining.org/edm2019/awards/>

- Dempster, F. N. (1996). Distributing and Managing the Conditions of Encoding and Practice. In E. L. Bjork & R. A. Bjork (Eds.), *Memory* (pp. 317-344). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/b978-012102570-0/50011-2>
- Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of learning for instruction*. Allyn & Bacon.
- García Botero, G., Questier, F., & Zhu, C. (2019). Self-directed language learning in a mobile-assisted, out-of-class context: do students walk the talk? *Computer Assisted Language Learning*, 32(1-2), 71-97. <https://doi.org/10.1080/09588221.2018.1485707>
- Garrison, D. R. (1997). Self-Directed Learning: Toward a Comprehensive Model. *Adult Education Quarterly*, 48(1), 18-33. <https://doi.org/10.1177/074171369704800103>
- Glenberg, A. M. (1976). Monotonic and nonmonotonic lag effects in paired-associate and recognition memory paradigms. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15(1), 1-16. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(76\)90002-5](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(76)90002-5)
- Hiemstra, R. (1994). Self-directed learning.
- Joo, Y. J., Joung, S., & Kim, J. (2014). Structural relationships among self-regulated learning, learning flow, satisfaction, and learning persistence in cyber universities. *Interactive Learning Environments*, 22(6), 752-770. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.745421>
- Knowles, M. S. (1975). Self-directed learning: A guide for learners and teachers.
- Long, H. B. (1989). *Self-Directed Learning: Emerging Theory & Practice*. ERIC.
- Luan, J. (2002). Data Mining and Its Applications in Higher Education. *New Directions for Institutional Research*, 2002(113), 17-36. <https://doi.org/10.1002/ir.35>
- Pashler, H., Zarow, G., & Triplett, B. (2003). Is Temporal Spacing of Tests Helpful Even When It Inflates Error Rates? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(6), 1051-1057. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.6.1051>
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 40(6), 601-618. <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2010.2053532>
- Şahin, M., & Yurdugül, H. (2021). Educational Data Mining and Learning Analytics: Past, Present and Future. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 9(1), 121-131.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/buefad/issue/51796/606077>
- You, J. W., & Kang, M. (2014). The role of academic emotions in the relationship between perceived academic control and self-regulated learning in online learning. *Computers & Education*, 77, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.018>
- Yukselturk, E., & Bulut, S. (2007). Predictors for student success in an online course. *Educational Technology and Society*, 10(2), 71-83. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.10.2.71>
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1988). Construct Validation of a Strategy Model of Student Self-Regulated Learning. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 284-290.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.80.3.284>

基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究：框架、路径与挑战

Research on college students' mental health based on sentiment analysis of social text: frameworks, pathways and challenges

柴昭甲, 王萌*, 刘钊昊

江南大学人文学院

* wangmengly@163.com

【摘要】 大学生心理健康一直是高校育人工作中的重要环节, 传统的心理健康评估存在效率低、方式单一等问题。心理学相关研究表明情绪是心理健康问题重要表征之一, Web2.0 背景下, 富含情绪表达的社交文本数据为心理健康研究提供了新视角。因此, 文章从自然语言处理角度, 梳理了基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究框架, 包括数据采集、数据预处理、模型建构与基于情感分析的心理健康监测, 并总结了每个环节的常用方法。在此基础上本文阐述了其应用路径, 分析了社交媒体数据教育应用面临的三大挑战, 以期高校智能化心理健康服务提供参考。

【关键词】 心理健康; 大学生; 社交文本数据; 文本情感分析; 自然语言处理

Abstract: College students' mental health has become an important part of university education, but traditional mental health assessment has problems such as low efficiency and single way. Psychology-related research shows that emotion is one of the most important representations of mental health problems, and in the context of Web 2.0, social text data rich in emotion expression provides a new perspective for mental health research. Therefore, the article compares the framework of college students' mental health research based on social text sentiment analysis from the perspective of natural language processing, including data collection, data pre-processing, model construction and mental health monitoring based on sentiment analysis, and summarizes the common methods of each link. On this basis, we illustrate its application path and summarizes three major challenges about the application of social media data education in order to provide reference for intelligent mental health services in universities.

Keywords: mental health, college students, social text data, text sentiment analysis, natural language process

1. 引言

心理健康是大学生成长过程中的重要因素, 情绪变化与心理健康之间有着密切的关系。大学生的情绪特点为变化迅速、情感丰富、体验强烈、容易产生过激行为。据《2020 中国大学生健康调查报告》显示, 情绪问题是学生面临的三大健康问题之一, 约 38% 的大学生受情绪问题困扰。《中国国民心理健康发展报告(2019-2020)》显示, 18-25 岁年龄段的人群心理问题阳性检出率为 17%~21%, 由此导致的自杀、抑郁等负面事件逐年增加。心理健康问题对学校管理和学生个人都有重要影响, 越来越多的高校将大学生的心理健康测量纳入工作重点, 应尽早发现并干预 (揭秋云、李丹、袁曦和邝家旺, 2022)。

Web2.0 的发展促进了以用户交互为主的在线社交媒体的产生, 如微博、微信、博客等。《微博 2020 用户发展报告》显示微博的月活跃用户数达 5.11 亿, 90 后和 00 后两个年龄段总占比接近 80%, 用户群体明显呈年轻化趋势。社交媒体作为一种分享用户原创内容的方式在大学生群体中也变得越来越流行。其中, 以微博、小红书为主的快节奏、高时效性的短文本社交媒体深受学生喜爱, 用户可以在平台更新个人状态、发布文本表达看法、评论他人内容进行互动等。这种即时、真实的表述通常包含了很多情感、观点和态度, 心理学相关研究也表明情绪是心理健康问题的重要表征, 因此富含情绪表达的社交文本数据为心理健康研究提

供了新的视角：基于社交文本中蕴含丰富观点和情感表达的特点，结合文本情感分析技术，可为大学生心理健康分析提供重要的参考。

文本情感分析是自然语言处理与社会计算等领域的热点研究问题。近年来，面向中文社交媒体短文本的情感分析研究得到广泛关注，情感分析的目的在于研究如何自动分析文本中所要表达的情绪和与情绪相关的信息，从而更好地挖掘数据中的情绪价值。随着大规模语料库的建设和各种语言知识库的出现，以深度学习为代表的机器学习方法成为主流。文章从自然语言处理技术角度，梳理了基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究框架，包括数据采集、数据预处理、模型建构与基于情感分析的心理健康监测，并总结了每个环节的常用方法。在文献筛选过程中，本研究以“社交媒体数据”“心理健康”“文本情感分析”作为一级关键词，以“基于社交文本数据的情感分析在心理健康领域中如何应用”为线索，结合学生心理特点、心理评估方式与社交文本数据特征，逐级归纳得出结论，阐述了其应用路径，分析了社交媒体数据教育应用的三大挑战，以期高校智能化心理健康服务提供参考。

2. 国内外研究现状

2.1. 心理健康问题筛查与研究现状

心理健康是健康的重要组成部分，外界环境、自身压力等都是导致心理状态出现巨大波动、诱发心理疾病的原因，提前预警和及时疏导，将会减少心理健康问题出现的几率。心理健康问题的筛查与测量可以根据评估方式（自评或他评）、评估对象（青少年、成年人或老年人）、适用场景（线上问卷或主动问诊）和适用病证（自杀倾向、抑郁症、焦虑症等）进行分类。对于大学群体，高校多使用教育部于2014年统一制定的《中国大学生心理健康相关评定表》，也有研究者使用心理健康症状自评表（SCL-90）、大学生人格问卷（UPI）等进行评估（李彤彤、李坦和郭栩宁，2021）。

目前的心理健康筛查主要通过量表测量、主动向医生报告、专业人员观察等方式进行。一方面，传统的评估方式时间上相对滞后，人群覆盖面有限、费用较为昂贵，且很多筛查都是针对具体疾病进行的，缺少常态化的动态监测。而且这些方式在一定程度上会侵入被试者，增加其不适感，可能影响结果的准确率。另一方面，测试结果对于被试人员的配合度要求较高，有些出现心理健康问题的学生从主观上对心理问题抱有偏见或污名态度，不能正确直面问题，产生消极抵触情绪（张海钟，2019），加之大多数学生缺乏主动寻求心理帮助的意识 and 行为，更加不利于心理健康问题的识别与分析。

国内外心理学研究者普遍认为情绪是心理健康问题的重要表征之一（Yucel E, Karanfil D, & Emine I., 2001）。情绪是情感的一种表现方式，其特点是产生迅速、程度强烈，且具有情境性和暂时性，相较于稳定的情感更易波动。常用的情绪分类是根据“效价-唤醒度”来进行的。在“效价”的维度，将情绪的极性分为正极——积极情绪和负极——消极情绪两类。在“唤醒度”方面，情绪的区分在于唤醒的程度，即情绪强度。唤醒度越大，强度越强烈，反之越弱。也有研究者细分为喜悦、愤怒、悲伤、恐惧、惊慌、厌恶六类（Ekman, P., & Friesen, W. V., 1971）。现代医学研究证明，情绪主要通过三种方式对心理健康造成影响。首先是不良情绪，积极和消极两种情绪都有可能成为一种不良情绪。积极情绪是促进身心发展的友好因素，但程度过于强烈，持续时间较为持久的积极情绪也会变为不良情绪，出现失控的情况。美国耶鲁大学的两位心理学研究者将极端的积极情绪称为“可爱侵犯”（Cute Aggression），认为这是一种对于可爱的事物的喜爱超出了控制而产生的消极行为（Aragon O R, Clark M S, Dyer R L, et al., 2015）。其次，过于强烈的情绪反应，过强的情绪会使大脑皮层的高级心智活动受到一定程度的抑制，引起不正常的反应。最后，情绪作用的时间长短也会导致心理疾病，如长期的消极情绪会通过神经、化学机制的方式引发心血管系统等疾病，从而影响身心健康（邓丽芳和郑日昌，2003）。基于上述文献，本文主要从“效价-唤醒度-时间序列”三个维度对大学生的心理健康进行分析。

2.2. 基于社交文本数据的情感分析相关研究

互联网高速发展促进了人们的沟通与交流,在线社交媒体的兴起也拉近了人与人之间的距离。社交媒体(Social Media)又称社会性媒体,主要是人们用来分享意见和观点的综合性虚拟社区和平台。社交媒体数据包含了图片、文本、音频等多模态信息,本研究基于社交文本数据,其特点是:数据量庞杂、数据噪音大、潜在价值高、交互变化快、连接范围广。随着短文本社交平台的普及,如脸书(FaceBook)、推特(Twitter)、新浪微博等,短文本的特点是语言表述精练,情感表达集中。在线社交媒体的便捷性满足了用户的分享欲和归属感,发布者可以在网络上展示自我,通过虚拟世界发送信息即时表达自己的情绪。O'Connor等人(O'Connor B, Balasubramanyan R, Routledge B R, et al., 2010)研究人们在社交媒体上表达时态度的转变,证实了社交媒体中的文字表达了发布者的真实情感和态度。

情感分析(sentiment analysis)又称倾向性分析或观点挖掘(opinion mining),指通过计算机对带有主观色彩的文本进行收集、处理、分析的过程。其主要目的是挖掘文本中显式或隐藏的喜恶、观点、情绪等主观信息,包含了情感抽取、情感分类、情感检索等多项研究任务。社交媒体中大量的观点性文本是构建情感语料库的重要来源,基于社交文本数据的情感分析涉及计算机科学、语言学、心理学和社会学等多个学科,其应用价值也在教育、心理、经济等领域中得以凸显。

2.3. 面向大学生心理健康的情感分析相关研究

目前,许多研究聚焦于从大学生的社交媒体数据中挖掘具有情感价值的信息,将其应用于心理健康的监测与识别。该方式不仅可以辅助临床医生为深受心理健康疾病困扰的学生群体提供及时的帮助和治疗,也可以通过计算机自动监测提前发现学生的心理健康问题从而进行预警和干预。

对具体心理疾病的预警和消极情绪持有者的识别也引起了国内外研究者的关注。Schwartz等人基于Facebook的文本数据,建立回归模型预测用户的抑郁程度,并加入了时间的参考标准,预测用户在不同季节的抑郁变化(Schwartz H A, Eichstaedt J, Kern M, et al., 2014)。张金伟考虑到性格、情感和心情三种影响心理变化的认知因素,将重点放在消极情感识别中,设计了基于二维情感空间、PAD三维心情空间和大五人格的多层次心理预警模型,使用传统的情感词典法对学生微博文本进行情感分析,筛查可能出现心理问题的学生(张金伟, 2013)。李彤彤等结合心理学的应激反应理论和大五人格,对五种人格类型的情绪强度的和情绪阈值进行情感计算,构建了面向学生的心理危机预警模型,从时间序列上判断学生是否出现了心理危机(李彤彤、李坦和郭栩宁, 2021)。

由此看出,研究者可以通过心理学理论和分析维度的支持,借助计算机相关模型和算法进行改进,使得建立于真实教育情境下的社交文本情感分析应用成为可能。

3. 研究框架及技术

在自然语言处理领域中,对社交文本数据进行情感分析主要有四个步骤:数据采集、数据预处理、模型建构、情感分析。本研究在参考了社会网络用户心理健康自动评估框架的基础上(李静、刘德喜、万常选、刘喜平、邱祥庆、鲍力平和朱廷劭, 2021),梳理常用的技术与方法,提出了基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究框架,如图1所示。

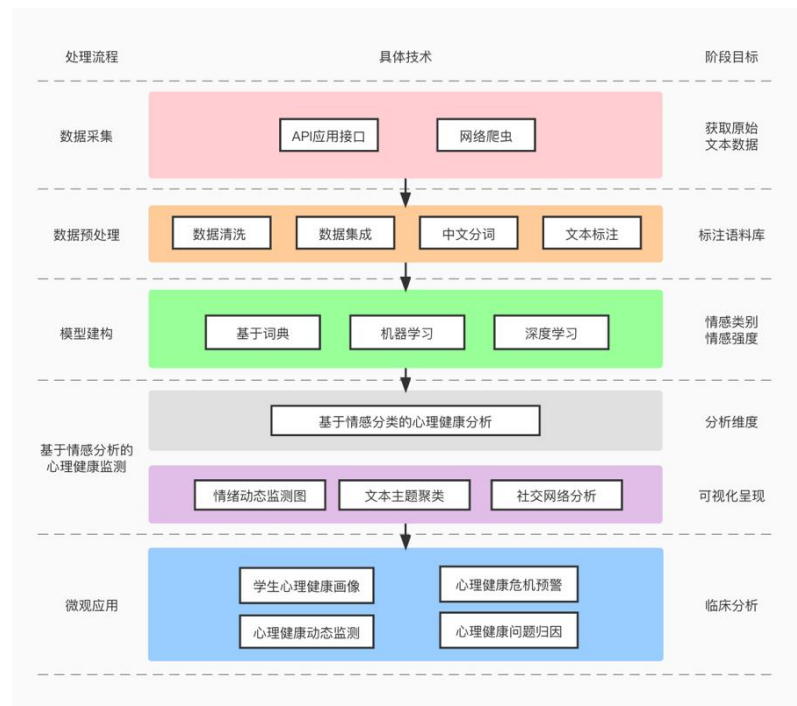


图 1 基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究框架

3.1. 数据采集

基于社交媒体的数据采集主要有两种常见的方法：API 应用接口与网络爬虫。

API (Application Programming Interface) 为应用程序编程接口，是一种体系结构方法，用于应用程序之间的数据交互。研究者通过应用提供者公开的服务路径进行函数调用。目前国内外的主流社交媒体平台都开放了封装好的 API 接口，如研究者可利用 REST API 访问 Twitter 的核心数据，经过申请获得同意后，便可根进行数据的获取。

网络爬虫 (Web Spider) 又称为网络机器人。随着社交媒体的盛行，成熟的网络爬虫框架常被用于社交媒体大数据的抓取与挖掘，如 Scrapy、PySpider、Tweepy 等。其原理是将用户浏览社交媒体数据的过程抽象成为程序，根据事先定制的规则，通过链接地址寻找网页，将符合要求的数据自动采集并保存。社交文本数据多为动态实时的，研究者可以根据需求选择不同的算法和爬虫策略。

3.2. 数据预处理

数据预处理是整个过程中的关键步骤，良好的预处理会提升模型建构的质量。文本情感分析的数据预处理主要包括数据清洗、数据集成、中文分词和文本标注四个部分。

数据清洗主要是检测、查看和处理缺失值、重复值与异常值。处理方式通常为利用回归和贝叶斯等算法进行数值填充、全局常量替换、删除超出正常范围的值等。在学生社交文本数据的处理中，应减少因数据采样造成的相关值缺失。

数据集成是将多源异构数据（多个数据库、数据立方体、文件）合并，存放在数据仓库中。根据数据的特点以及研究需要，可以设计不同的数据表进行归类，如用户信息表、话题表等。在此过程中应重点考虑数据结构或属性是否匹配、对冗余数据进行相关分析、检测和处理由属性抽象层（表示、尺度或编码）产生的数据冲突三个方面。

中文分词是将连续的汉字序列按照一定的规范切分成词序列，常用的分词方法有三种：基于词典的方法、基于规则的方法、基于统计的方法。目前的中文分词技术与工具已经十分成熟，常用的分词工具有：jieba、SnowNLP、THULAC、NLPIR 等。

文本标注是对文本进行特征标记的过程，根据研究需要为文本标注具体的语义、情感、目的等元数据标签。在机器学习领域中，高质量的文本标注是后期模型训练的坚实基础，数

据标注的规模和质量与模型准确率呈正相关关系。目前, 文本标注仍然是以人工标注为主, 随着技术的发展, 基于主动学习 (Active Learning) 的方法将会大大减少人工标注的成本。

3.3. 模型建构

文本情感分析中常用的建模方法有: 情感词典法、机器学习法和深度学习法。

情感词典法源自于对语法规则的文本分析, 通过抽取文本中的情感词、情感短语, 与建立的情感词典进行关键字识别和加权计算, 得出文本整体的情感权重值, 实现情绪的分类。研究者通常使用已有的情感词典, 或在此基础上整理、扩充和开发新的情感词典资源。郝苗整理合并多个词典, 加入了网络新词、表情符号, 将情感划分为七类, 显著提高了微博文本情感分类的准确率 (郝苗, 2020)。基于词典的情感分析是较为常用的方法, 可以准确反映文本的结构化与非结构化特征, 其特点是处理速度快, 准确率较高。然而, 目前针对大学生心理健康方面的情感词典资源建设相对贫乏。

机器学习法主要是通过有监督学习和半监督学习进行情绪分类。其原理是使用大量的已标注语料 (训练集) 对机器学习模型进行训练, 再将训练后的模型对测试集文本进行分类评测最终的效果。主流的方法包括: 朴素贝叶斯 (NB)、决策树 (DT)、支持向量机 (SVM) 等。Perez Cebros J A 等人为了预测社交网络文本中抑郁症的情况, 采集 Twitter 上公开声明患有抑郁症用户的推文, 分别使用了 NB 和 SVM 两种分类器对文本进行二分类, 准确率达到 84% 和 86% (Perez Cebros J A, Vazquez Fernandez E, Partida Herrera A, et al., 2022)。Peng 等人设计了多内核支持向量机的方法从微博文本、用户资料、用户行为的数据中识别可能患有抑郁症的用户 (Peng Z, Hu Q, Dang J., 2019)。

深度学习法是通过使用深度神经网络自动对输入的复杂数据进行特征提取, 借助输入层、隐藏层和输出层多层神经网络对数据进行表征学习, 改善抽取规则与数据特征维数呈线性增长的问题, 大幅提升模型泛化能力和结果准确性。文本情感分析领域中常用的深度学习模型有: 卷积神经网络 (Convolutional Neural Network, CNN)、循环神经网络 (Recurrent Neural Network, RNN) 和递归神经网络 (Recursive Neural Network, RNN) 等。郑啸等将 CNN 与长短期记忆网络 (LSTM) 结合起来, 提出了一种应用于微博短文本的卷积记忆神经网络模型 (CMNN), 在提取文本局部最优特征的同时, 解决了远距离的上下文依赖的问题 (郑啸、王义真、袁志祥和秦锋, 2018)。以神经网络为主的深度学习技术高速发展, 进一步提高了大学生心理健康自动评估的准确率, 为推进心理健康服务智能化奠定技术基础。

3.4. 基于情感分析的心理健康监测

通过文献梳理, 心理学研究表明, 情感的波动与变化有助于心理健康问题的识别。因此, 本研究将基于“效价-唤醒度-时间序列”三个维度对大学生心理健康进行分析, 即在时间序列切片中, 以情感极性和情感强度两个因素进行情感分类。研究者可根据问题需要确定具体分类类别, 并将情感分类的结果与心理学理论结合, 进行模型优化与算法调整, 形成基于情感分类的心理健康分析模型。

将基于情感分类的心理健康分析结果赋值量化, 主要通过情绪动态监测图, 文本主题聚类及社交网络分析三种方式进行可视化展示。如利用 VOSviewer 软件, 将基于高频词的社会网络知识图谱可视化呈现。关键词的频次越高, 即权重越大, 连接节点的边越粗, 即关系越密切。对于时间序列的社交网络分析可使用 Gephi 软件进行分析, 根据平均度、密度、聚类系数、介数中心度等宏观与微观指标解析网络关系数据。软件工具的支持有利于进一步探究相关高频话题或关键词在心理健康问题中的影响与关系, 并将分析后的结果可视化反馈, 从而为后续的具体应用搭建桥梁。

4. 应用路径与挑战

情感分析技术是教育人工智能中的重要组成部分, 而社交媒体大数据在大学生心理健康分析的研究仍处于发展阶段。基于前文所提出的“基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究框架”, 本研究梳理了国内外情感分析的相关文献, 对其应用路径进行探讨, 分析了社

交媒体大数据教育应用主要面临的三大挑战，并给出了相应的建议。

4.1. 应用路径

4.1.1. 学生心理健康画像

用户画像技术近年来受到了研究者的广泛关注，通过个人数据，抽取特征并对其标签化，精准快速的对有显著特点的用户群体进行分析。基于社交文本数据通常要对社交文本、行为数据、个人信息等结构化与非结构化数据抽取特征，从而实现精准快速的刻画学生用户的心理健康特点。有研究人员将心理学的大五人格理论与大学生心理健康建立联系，数据统计分析的结果证明宜人性、严谨性和神经质三种人格与心理健康状况呈显著相关性。通过生成学生心理健康画像，辅助研究人员临床分析，定制个性化的心理健康干预策略，也可为学生自身心态调整提供可视化参考。

4.1.2. 心理健康危机预警

心理健康危机的预警是文本情感分析应用的重要方面，依据不同的理论与模型进行情感计算，确定心理危机预警的临界值或阈值。心理危机主要是由于个体受应激事件的影响与自身心态相互耦合而产生的应激反应，并通过情感外化出来。融合计算机科学、心理学等多学科知识设计模型与分析算法，在一定程度上可以提高心理危机识别的效率与准确率。与此同时，心理危机预警需要结合学生用户常用的多平台社交文本数据，长期优化模型和算法，提升预警的准确性，关注非负性不良情绪的影响。

4.1.3. 心理健康动态监测

负向情绪是引发心理健康问题的主要因素，不正常的非负向情绪也会诱发心理疾病的产生。如在一个时间序列内，过于高涨和激动的情绪表现，在一定程度上对学生的心理健康会产生消极影响。人的情绪是动态变化的，社交文本数据也具有即时性和真实性，可以及时反映学生的心理状态。目前大学生心理健康问题的发现存在一定的局限性和滞后性。因此心理健康问题的防控工作应常态化进行，关注非常态的正负向情绪变化，动态监测，尽早发现，及时干预，降低问题发生的几率，这对学生个体和学校都尤为重要。

4.1.4. 心理健康问题归因

对心理健康问题进行情感归因，是探究问题根源，进行心理干预的有效手段之一。情绪归因理论是情绪认知理论的重要组成部分，主要是个体受外界环境的刺激而产生的情绪进行原因的归纳、分析与解释。情感的动态可以通过文本情感分析进行自动识别，结合文本数据分析的主题聚类结果、社交网络分析结果等对其产生的原因进行情绪归因，从学生的日常社交数据中追溯证据，建立多级情绪归因体系，计算不同归因因素所占权重，从而细化并精准分析心理健康问题的缘由。

4.2. 应用挑战

4.2.1. 多源异构数据的应用

目前的社交文本数据多来自于真实情境下的社交媒体平台，其数据具有动态实时、情境性强、多源异构的特征。这些多源异构数据因为语义、结构、来源等的不同，在一定程度上形成了数据孤岛，而数据融合有利于挖掘数据间的关联与潜在价值，促进孤岛的连接与信息交互。由文献调研可知，社交文本数据可以用来支持学生的心理健康分析，但这仅仅是社交媒体大数据应用的一部分，心理健康分析是一个复杂的交互过程。已有的研究关注了多源异构问题，但对于社交平台产生的如图片表情信息、视频流媒体数据、用户交互行为数据、地理位置信息等多模态数据的处理与融合应用仍需要进一步的研究与探索。

4.2.2. 数据应用边界与合理性

社交媒体数据的应用一方面要符合技术使用规范，以伦理为边界，以学生利益为中心，将学生的数据效益最大化，避免陷入纯技术主义的泥潭。另一方面，由于“路灯效应”的影响，后续研究应从以方法为驱动转向以问题为驱动进行深入探究，提高模型结果准确性的同时，也要结合人文社科视角，如教育心理学、学习心理学等，为分析结果提供理论支撑。面向大学生的心理健康服务是跨学科、跨平台的应用，所涉及的方法和模型应结合具体情景，

以及学生心理变化的规律,揭示其心理健康作用的发生机制,理解学生的在文本表达过程中的方式,使得情感分析结果具有更高的可解释性,助力高校实现数据赋能的心理健康服务。

4.2.3. 数据隐私与伦理监管

真实的用户信息作为社交媒体数据的重要来源,其应用一直存在着一定的伦理困境和局限性,因此面对这个挑战,主要从两个方面进行规范和管理:数据隐私的保护和伦理监管的优化。数据泄漏会侵犯用户的数据隐私,减少获取和使用个人信息伦理问题的方法之一是对手机的数据进行匿名化处理,以防止识别参与者。Sula 提供了处理社交媒体数据研究的策略,包括让参与者参与研究(不是单方面的收集公共内容),不收集个人身份信息(如社交网络资料等),为参与者提供选择退出的机会,让参与者容易获得和理解所产生的研究结果(Sula CA., 2016)。对于伦理监管的优化,应基于政府、机构、研究者等多元主体建立伦理监管机制,有效构建制度化规范体系并且通过立法、教育等方式进行落实,尽可能消解侵犯数据隐私、滥用数据资源等方面的伦理道德问题。

5. 总结

人工智能技术的不断发展,为心理健康的自动评估带来了新机遇。大学生的心理健康是高等教育的重要环节,以数据赋能为驱动,多学科方法融合,促进学生的身心健康发展,对培养现代化高素质人才具有重要意义。本文从自然语言处理技术角度梳理了基于社交文本情感分析的大学生心理健康研究框架,包括数据采集、数据预处理、模型建构与基于情感分析的心理健康监测,并总结了每个环节的常用方法。在此基础上,文章阐述了其应用路径,分析了社交媒体大数据应用面临的多源异构数据应用、数据应用边界与合理性以及数据隐私与伦理监管这三大挑战,并给出了相应的建议,有助于拓展对大学生心理健康与情感分析的研究与实践,在教育、心理等领域有着丰富的现实意义。

参考文献

- 揭秋云、李丹、袁曦和邝家旺 (2022)。互联网背景下高校心理健康教育教学与管理改革创新研究。中国学校卫生, (08), 1281-1282。
- 李彤彤、李坦和郭栩宁 (2021)。社交媒体大数据的教育应用研究: 价值, 路径与挑战。中国远程教育, (07), 36-44。
- 张海钟 (2019)。情绪是心理健康的根本标志——评心理卫生和心理教育活动中的情绪消灭论。辽宁师范大学学报(社会科学版), 42(02), 58-62。
- 邓丽芳和郑日昌 (2003)。大学生的情绪向性、表达性与心理健康关系的研究。心理发展与教育, 02, 69-73。
- 张金伟 (2013)。微博情感分析的心理预警模型与识别研究。合肥工业大学。
- 李彤彤、李坦和郭栩宁 (2021)。基于社交媒体大数据的大学生心理危机预警。现代远程教育研究, 33(04):92-103。
- 李静、刘德喜、万常选、刘喜平、邱祥庆、鲍力平和朱廷劭 (2021)。社会网络用户心理健康自动评估研究综述。中文信息学报, 35(02), 19-32。
- 郝苗 (2020)。扩展词典与规则结合的微博情感分类研究。杭州电子科技大学。
- 郑啸、王义真、袁志祥和秦锋 (2018)。基于卷积记忆神经网络的微博短文本情感分析。电子测量与仪器学报, 32(03), 195-200。
- Yucel E, Karanfil D, Emine I.(2001). Understanding the Mental Health Implications of Emotion Regulation: A Journey Through Authenticity. Psikoloji Calismalari, 40(2): 477-512.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants Across Cultures in the Face and Emotion. Journal of Personality and Social Psychology, 17(2), 124-129.
- Aragon O R, Clark M S, Dyer R L, et al. (2015). Dimorphous expressions of positive emotion: Displays of both care and aggression in response to cute stimuli. Psychological science,

26(3),259-273.

O'Connor B, Balasubramanyan R, Routledge B R, et al. (2010).From tweets to polls: Linking text sentiment to public opinion time series. Fourth international AAAI conference on weblogs and social media.

Schwartz H A, Eichstaedt J, Kern M, et al. (2014).Towards assessing changes in degree of depression through facebook. Proceedings of the workshop on computational linguistics and clinical psychology: from linguistic signal to clinical reality, 118-125.

Perez Cebreros J A, Vazquez Fernandez E, Partida Herrera A, et al. (2022)SVM Based Learning System for the Detection of Depression in Social Networks. *Computacion y Sistemas*, 26(1), 337-345.

Peng Z, Hu Q, Dang J.(2019). Multi-kernel SVM based depression recognition using social media data. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 10(1), 43-57.

Sula CA. (2016). Research ethics in an age of big data. *Bull Assoc Inf Sci Technol*, 42(2), 17-21.

数字孪生在中国教育中的应用——基于 CiteSpace 的可视化分析

Application of Digital Twin in Chinese Education – Visual Analysis Based on CiteSpace

谢诗吟^{1*}, 余丽¹, 符致翔¹, 李航任¹, 顾林健¹

¹²³⁴⁵ 佛山科学技术学院人文与教育学院

*3331749163@qq.com

【摘要】 在教育信息化 2.0 时代, 数字孪生正在逐步应用于教育领域中。研究以中国知网中检索到的 129 篇相关文献为数据来源, 采用文献计量分析方法, 借助 CiteSpace 工具从关键词共现、聚类和时间线进行可视化分析, 通过数据分析总结数字孪生技术在我国教育领域应用的优势和困境。在分析归纳应用现状的基础上, 借鉴国外的应用案例, 针对困境从课程改革的推动、教师信息技术应用能力的培养和相关资源案例的建设三个方面, 提出了将数字孪生技术应用于我国教育领域的建议与展望。

【关键词】 数字孪生; CiteSpace; 可视化分析

Abstract: Digital twin is gradually being applied to the field of education in Education Informatization 2.0. This paper takes 129 documents retrieved in CNKI as the data source, adopts bibliometric analysis method, and uses CiteSpace tool to visually analyze from the perspective of research hotspots and trends, and summarizes the advantages and dilemmas of digital twin technology in Chinese education through data analysis. On the basis of analyzing and summarizing the situation of application, drawing on foreign application cases, suggestions and prospects for applying digital twin technology to China's education field are put forward in view of the dilemma from three aspects: the promotion of curriculum reform, the cultivation of teachers' information technology application ability and the construction of resource cases.

Keyword: digital twin, CiteSpace, visual analysis

1. 前言

随着 5G 通信、教育大数据、人工智能等新兴前沿教育技术和理念集群突破, 数字孪生技术也正加速融入到教育领域中。数字孪生的术语是在 2003 年美国密歇根企业高管培训课中首次被提出, 是一种通过物理设备收集的数据, 在虚拟空间构建可以表征该设备的虚拟实体和子系统, 并以数字可视化的方式实现透明化的产品全生命周期管理 (Grieves, M., 2014)。简单来说, 数字孪生是在虚拟空间中对物理实体对象进行高仿真的模拟, 并进行实时的双向反馈。以“智能制造”为主要特征的工业 4.0 即将完成量变, 而数字孪生是工业 4.0 时代的核心技术, 连续几年来被美国德纳咨询公司评为今年全球十大战略性技术之一 (CeArley, D., Burke, B., Searle, S., & Walker, M. J., 2016)。在我国, 教育部颁布《教育信息化 2.0 行动计划》, 积极推动新技术支持下教育模式的变革。国家互联网信息办公室发布《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》, 呼吁开展数字孪生创新计划。

数字孪生具有虚实共生、高虚拟仿真、高实时交互、闭环优化、智能决策和深度洞见等特征, 随着教育数字化、智慧化的推展, 其应用走向也从工业领域延伸和拓展到教育等领域。目前, 数字孪生技术在我国教育领域中的应用处于初期阶段, 尚不成熟。为更加深入地全面梳理出国内教育中数字孪生技术的应用状况, 本文对中国知网中的 129 篇相关文献进行可视化分析。

2. 数据来源与研究方法

研究以“数字孪生+教育”为主题进行检索, 共检索到 165 篇文献, 首先按照相关度进行排序, 根据文献内容进行筛查剔除无效文献, 得到 129 篇有效文献。本文采用文献计量分析

的方法，运用 CiteSpace6.1.R3 软件对文献进行热点和趋势的可视化分析和科学图谱的绘制。

3.数据分析

3.1 研究热点与趋势

通过 CiteSpace 软件进行关键词共现分析，根据对检索得到的文献可视化分析，我国有关的发文是从 2018 年开始的，美国国家航空航天局与美国空军在 2012 年就已经联合发表了关于数字孪生的论文，时间跨度为 2012 年至 2022 年，时间切片设置“Time Slicing”是根据检索文献的年限跨度设置，研究的文献最早是 2012 年，最新的是 2022 年，所以设置时间参数是 2012-2022，由于文献年份跨度不大，所以设置时间片区为 1 年，节点类型为 Keyword，采用 Pathfinder 网络精简算法，经调整后生成的数字孪生和教育的关键词共现图谱如图 1 所示。图谱中出现的高频关键词有数字孪生、教育应用、人工智能、学习空间、元宇宙、虚实共生等，标签的字体越大，说明出现频次越高。在图 2 关键词共现频次和中心度数据统计中，出现在频次首位的“数字孪生”与关键词“元宇宙”、“应用场景”，揭示了元宇宙是基于数字孪生技术创建现实世界的镜像（陈昂轩和贾积有，2022），为教育者和受教育者搭建了一个新型社会适应空间以及虚拟沉浸的教学新模式态，数字孪生技术的虚实共生、高仿真性等功

能也在元宇宙中得到实现，两者成为相辅相成的耦合关系；“人工智能”和“虚拟现实”，数字孪生技术是在虚拟现实技术基础之上，进一步完善虚实的双向互动，实现了以虚控实；“职业教育”、“学习空间”和“人才培养”，表明借助数字孪生技术，加码互嵌共生型职业教育学习空间和培训基地，继承教育资源的优势和效率（陆宇正和汤霓，2022），夯实高素质技术技能人才培养手段。

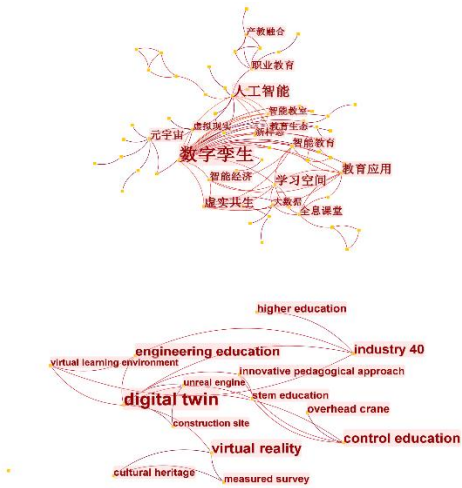


图 1 关键词共现图谱

Visible	Count	Centrality	Year	Cited References Keywords
<input checked="" type="checkbox"/>	49	0.00	2018	数字孪生
<input checked="" type="checkbox"/>	17	0.00	2021	元宇宙
<input checked="" type="checkbox"/>	13	0.00	2018	人工智能
<input checked="" type="checkbox"/>	13	0.00	2018	digital twin
<input checked="" type="checkbox"/>	5	0.00	2021	职业教育
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0.00	2021	虚拟现实
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0.00	2022	应用场景
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0.00	2019	学习空间
<input checked="" type="checkbox"/>	4	0.00	2021	智能制造
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.00	2020	大数据
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.00	2020	数智融合
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.00	2019	虚实共生
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.00	2021	人才培养
<input checked="" type="checkbox"/>	3	0.00	2020	全息技术
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2020	Industry 40
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2022	虚拟仿真
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	产教融合
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	物联网
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	教材
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2020	engineering education
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2020	virtual reality
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2020	全息课堂
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2022	新工科
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2020	control education
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	教学改革
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	higher education
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2022	未来教育
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2022	高等教育
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2019	教育应用
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	教学模式
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2021	数字技术
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2022	智慧教育
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2020	虚实融合
<input checked="" type="checkbox"/>	2	0.00	2022	虚实共生

图 2 关键词共现频次和中心度数据统计图

聚类分析能够将相关研究划分为若干研究领域，帮助把握研究趋势。在关键词共现的基础上，采用 log-likelihood ratio(LLR) 算法进行聚类分析，得到关键词共现频次的聚类图谱，如图 3 所示。包括“实践教学”、“数智融合”、“元宇宙”、“未来学习”及“智能制造”5 个聚类标签，本研究主题的 Q 值为 0.785，S 值为 0.9891，表明本文的聚类结果具有较高的有效性和可信度。结合文献梳理，对这些聚类进行定性分析：

聚类标签#0“实践教学”中包含的高频节点有“人工智能”和“数字孪生”，针对传统的实践教育中校内实践资源有限、校外教学资源受时空限制，线上实践资源建设不成熟的问题，以数字孪生为技术支持的人工智能正逐步构建虚拟空间，以此来缓解实践教学中的难题。聚类标签#1“数智融合”中包含的高频节点包括“教育应用”、“全息课堂”和“学习空间”，基于大数据的全息课堂是数字孪生技术在教育中的虚拟环境重构应用，实时互动的学习空间，全息教师和全息学伴，都是数智融合的体现。聚类标签#5“元宇宙”中包含的高频节点有“虚

拟现实”，虚拟现实技术、数字孪生技术和区块链技术的融入，为在元宇宙中重塑教育提供技术层面的支持。聚类标签#8“智能制造”中包含的高频节点有“产教融合”、“职业教育”和“人才培养”，数字孪生作为实现“智能制造”工业4.0的核心技术，其在职业教育中推动打造产教融合的实训基地，重塑了职业教育生态体系。聚类标签#9“未来学习”中包含的高频节点有“学习图景”，数字孪生技术与其他技术共同协作，影响着未来学习的学习图景。

在聚类图谱的基础上，选择 Timeline 视图，经调整得到如图 4 的聚类时间线图。按照关键词的出现顺序，近五年数字孪生的教育应用研究大致可以分为两个阶段：第一阶段（2018-2020 年），北京航空航天大学的陶飞教授在《计算机集成制造系统》（陶飞等，2018）中首次将数字孪生技术概念引入我国，随后，数字孪生技术的教育研究主要聚集在探索如何在课堂教学中结合大数据，解决职业教育遇到的难题。第二阶段（2021 年至今），这个阶段的关键词主要集中在元宇宙、在线教育、未来教育等，在对实践教学模式的应用探究之后，随着新冠疫情的爆发，线上课程逐渐成为教学常态化，进一步展望未来在元宇宙中重塑教育。



图 3 关键词共现频次聚类图谱

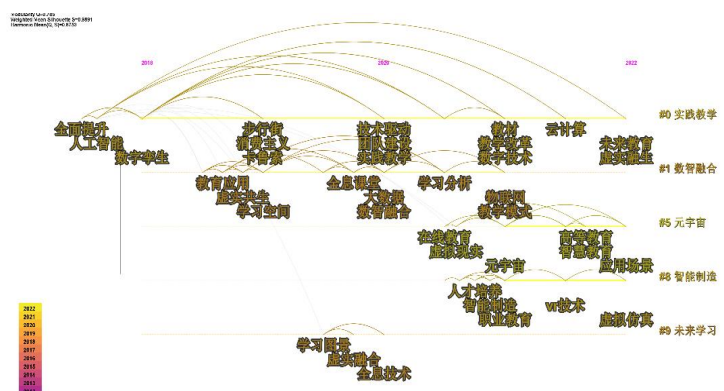


图 4 聚类时间线图

3.2 数字孪生技术应用于教育领域的优势

3.2.1 数字孪生技术提供深度洞见和智能优化

数字孪生技术具有闭环优化和深度洞见的特点，通过精确描述实体，分析规律从而形成优化策略。在线上数字孪生课堂中，数字孪生技术可以对学习者及线上同伴和场景进行建模，摄像头对学习者的面部捕捉，教师可通过数字孪生的表情变化判断教学内容是否需要进行调整（蒋嘉顺，2022），掌握学习者的学习情况，并提出反馈和预测，最终给出相关的优化建议，改善学习者的学习效果（褚乐阳,陈卫东,谭悦,郑思思,徐铷忆和徐浩然，2019）。

3.2.2 数字孪生技术提供多维交互的具身学习体验

数字孪生技术具有虚实共生、高虚拟仿真的特点，可以创设虚实共生的学习情境。例如还原再现历史文化，跨越时空，创设真实情景，让学生具身于虚拟或充满探究的场景中，进而实现从表层学习向深度学习的跃迁（卢迪,段世飞,胡科,李福华和陈熠舟，2020）。

3.2.3 数字孪生技术保障实时全面的评价方式

数字孪生技术可以实现“以实映虚，以虚控时”的双向交互，通过对数字孪生镜像可以对学习者进行分析评估，数字孪生与全息技术打造的未来学习环境，将提供教师反馈、同伴反馈与自我反馈等多维度反馈（张艳丽,袁磊,王以宁,张海和谭姣连，2020），减少主观评价。

3.3 数字孪生技术应用于教育领域的困境

3.3.1 应用学科单一

目前数字孪生技术在教育领域的应用主要集中在教授隐性知识的实训课堂中，在工程学领域、计算机科学领域、自动化领域的应用研究较多，其他学科的应用研究还没有探索实证。

3.3.2 教师应用信息化技术的能力有待提高

数字孪生技术也是当前的新兴技术，尚未大量投入使用，大部分教师对技术的熟悉程度

不足,教师应用起来也有一定的困难。过度的使用技术或是技术的使用不当,都会影响学生的专注力和认知。

3.3.3 资源体系的建设尚不完善

数字孪生的实现依赖于诸多先进信息技术的发展和应用,现阶段,相关技术成熟度不高,平台模式标准化滞后(武丹,2022),同时,对于大数据的网络传输需要高速稳定,5G校园仍需要继续向前推进。

4. 总结与建议

针对数字孪生技术在我国教育中的应用困境,本文借鉴国外的应用案例,得到启示,提出以下解决问题的建议。

政府、高校及企业三位一体推动课程改革,企业在推进认知数字孪生体发展过程中应不断加大创新,贴近教学实践现实需求。加强教师信息技术能力的培养,运用信息技术开展教学活动。

数字孪生技术仍在更新优化中,本研究的内容存在不足,但数字孪生技术的确是一个重要的研究方向,相关研究的文献数量还在逐年增加,说明数字孪生技术仍有较大的发掘空间,希望本研究能够为数字孪生融入到教育领域的新探索提供借鉴参考。

参考文献

- 陈昂轩 & 贾积有.(2022).教育元宇宙——虚拟沉浸的教学新模态. 教学研究(03),1-6+13.
- 陆宇正 & 汤霓.(2022).数字化时代新基建重塑职业教育生态系统的挑战与因应. 职教论坛(08),5-14.
- 陶飞,刘蔚然,刘检华,刘晓军,刘强,屈挺,... & 程辉.(2018).数字孪生及其应用探索. 计算机集成制造系统,24(1),1-18.
- 蒋嘉顺..元宇宙技术应用于高中生物学教学的思考与展望. 生物学教学.
- 褚乐阳,陈卫东,谭悦,郑思思,徐铄忆 & 徐浩然.(2019).虚实共生:数字孪生(DT)技术及其教育应用前瞻——兼论泛在智慧学习空间的重构. 远程教育杂志(05),3-12. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2019.05.002.
- 卢迪,段世飞,胡科,李福华 & 陈熠舟.(2020).人工智能教育的全球治理:框架、挑战与变革. 远程教育杂志(06),3-12. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.06.001.
- 张艳丽,袁磊,王以宁,张海 & 谭姣连.(2020).数字孪生与全息技术融合下的未来学习:新内涵、新图景与新场域. 远程教育杂志(05),35-43. doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.05.004.
- 武丹.(2022).数字孪生技术在教育中的应用研究. 中小学信息技术教育(07),82-85.
- CeArley, D., Burke, B., Searle, S., & Walker, M. J. (2016). Top 10 strategic technology trends for 2018. The Top, 10, 1-246.
- Grieves, M. (2014). Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. White paper, 1(2014), 1-7.

基于 BlazePose 的学生体育测试智能评测系统的设计

Design of Intelligent Evaluation System Based on BlazePose for Students' physical Examination

张宇超*, 薛筱茜, 张皓然, 韩泽坤, 王文陇

北京邮电大学

*yczhang@bupt.edu.cn

【摘要】 人工智能技术的发展,在教育领域产生了很多积极影响。将人工智能技术与特定的场景结合,可以很大程度上辅助和推进传统的教学工作。本文提出了一种基于人体姿态估计方法的学生体育测试智能评测系统,旨在体育教学工作中更准确地评测学生体考分数,并且对测试结果给出针对性建议。系统通过基于轻量级神经网络 BlazePose 得到人体骨关节点信息,根据关节点信息判断动作的合规性并对动作打分。总体上每个检测项目都可以划分为三个功能模块,计数模块、动作检测模块和动作建议模块。本测试平台可以对多达九种体育考试项目进行实地检测,在实际测试中,由于加入量化评判标准使检测结果更具说服力,在确保测试准确率的同时还针对性对学生动作提出改进建议,能够协助学校更好地推行体育健康工作。

【关键词】 深度学习; 人体姿态估计; MediaPipe; 体育健康; 学生体测

Abstract: The development of artificial intelligence technology has had many positive impacts in the field of education. Combining artificial intelligence technology with specific scenarios can greatly assist and advance traditional teaching work. This paper proposes an intelligent evaluation system for students' physical examination based on human body posture estimation method, which aims to evaluate students' physical examination scores more accurately, and give targeted suggestions for test results. The system obtains the information of human bone joint points through the lightweight neural network BlazePose, judges the compliance of the action according to the joint point information, and scores the action. In general, each physical examination item can be divided into three functional modules: counting module, action detection module and action suggestion module. The test platform can conduct on-the-spot testing of up to nine physical examination items. In the actual test, due to the addition of quantitative evaluation standards, the test results are more convincing. While ensuring the accuracy of the test, we also propose improvements to the students' movements. Suggestions can assist schools to better implement sports health work.

Keywords: Deep Learning, Human Body Pose Estimation, MediaPipe, Sports Health, Student Body Measurement

1. 前言

体质是人的生命活动和劳动、工作能力等的物质基础,增强中国人民的体质是我国社会主义现代化建设的重要基础。学生的体能、体质测试,是各院校在学生体育健康教育工作方面的重要成果。

体育中考是通过统一测试的形式对应届初中毕业生作出体质评价的统一测评模式,即通过测试运动成绩的分数来进行体质评价。采取的测试方式是选取固定的场景以及设备,在测试人员的配合下对体考人员进行动作评测。对于考试内容,各地区的具体要求有所差异,但总体上都包含仰卧起坐、引体向上、坐位体前屈、立定跳远等基础项目。每项体考动作都有具体的评价指标:测试规则、成绩判定和关键动作评判标准。在传统人工评分体系中,往往仅采用工作人员以目测方式获得结果,进而对考生的动作规范进行评价并最终确定成绩,但受制于“人”在评判中存在的诸多不确定性,这种评分方式往往具有评分准确性差、效率低下的特点。对于工作人员自身而言,长时间维持高专注度用眼容易产生视觉和精神上的双重疲劳,进而导致注意力下降,在计数、动作规范判断上出现纰漏的可能性也大大提高。同时,人工检测也更容易受到外部因素的干扰,场地、角度、甚至光线的变化都可能引起工作人员

在测试的过程中出现偏差并进而造成误判,例如较暗光线会导致工作人员视力下降,丢失对动作姿态的捕捉,最终工作人员不能进行有效的评估。同时,公平和公正也是测试当中尤为重要的一环,不同的工作人员界定动作规范的标准各不相同,主要依据肉眼的观测,难以形成统一并且量化的标准,倘若规则界定的尺度参差不齐,那么测试结果也无法服众。此外,对于考生数量较多的测试而言,采用人工评分的方式,检测的时间效率将是一个值得考虑的问题。每个考生的测试过程若全部通过人工方式完成,时间成本将会大大提升,例如对于坐位体前屈、立地跳远等需要读取测量数据的项目,工作人员需要花费数秒来完成成绩评估,而这对于智能评测系统来说仅仅不到一秒,同时还能减少因肉眼观测带来的误差,这将极大提高测评效率,有效节省人力和时间成本。因此针对上述传统人工评分体系呈现的问题,选取一种准确性高、可靠性强的测试平台是非常必要的。

教育数字化转型是数字化转型在教育这一特殊领域的表现形态,教育数字化转型有可能带来极具创造性的新教学策略[5]。随着人工智能、大数据等相关技术的快速发展,各个行业、企业都相继参与了人工智能革命,加速人工智能融入特定的场景中以提供相应服务。这一势头在教育领域中也势不可挡,将人工智能相关技术运用到教育行业中,使其作为传统教育教学方式的高效辅助手段,可以很大程度上提升教学效率。基于人工智能的学生体育测试智能评测系统是这种结合的一个具体实例。

2. 相关研究

近年来智能手机已经成为每个人不可或缺的移动设备,将智能手机作为实验工具和辅助设备,可以为科学教育提供更多的可能性[1]。教育部在2018年4月颁布《教育信息化2.0行动计划》进一步推进了“互联网+教育”的发展,鼓励大力推进人工智能在教学方面的全流程应用[2]。目前,已有研究将人工智能技术结合在日常运动和体育考试中,这类应用大多基于人体姿态估计方法,一种以人体骨关节为研究对象,通过检测关节的位置信息即关节之间的联系进而重构人体肢干的方法。结合人体姿态估计方法和具体应用场景,在体育、健康和领域有重要的影响意义。

融梦科技推出的“云+端 体育 AI 平台化服务”支持多种体育锻炼运动项目,该产品通过人体姿态估计,识别学生各运动项目的锻炼结果并进行数据化呈现。做到了结合学生个人体育素质提供个性化锻炼建议。FITURE 作为家庭科技健身方式的开创者和引领者,推出的首款智能健身产品“FITURE 魔镜”采用硬件+内容+服务+AI 的商业模式。该产品可以通过内置的AI摄像头实时检测用户动作,采用人体姿态估计关键技术,根据用户选择的健身、运动内容及时给出反馈与建议,帮助用户更好地在家锻炼身体。

当前人体姿态估计方法总体上可以分为单人姿态评估方法和多人姿态评估方法。其中单人姿态估计包括:1) 基于卷积神经网络的方法,例如Toshev等[9]使用 AlexNet 作为基本网络结构对关节坐标进行回归,通过多次计算获得关节的坐标。2) 基于生成对抗网络的方法,例如Chen等[7]结合人体结构先验知识估计被遮挡的人体部位,用对抗网络来训练姿态生成器。以及3) 基于组合模型的方法,例如Tang等[8]提出一种通过学习人体复杂的结构关系,以精组合各个身体结构部件。多人姿态估计可以分为自上而下的评估方法和自下而上的评估方法,与自上而下方法相比较而言,自下而上的方法运行效率较高,但需要更繁琐的后续处理过程。具体算法的参照和选择需要结合特定的场景,例如适用于单人和多人姿态估计的OpenPose 开源框架,在多人场合下具有更高的识别准确率,以及适用于单人姿态估计的解决方案BlazePose,可以在单人场景下展现出更快的速度和更高的性能,帧率是前者几十倍[6]。

BlazePose[6]是谷歌开发的一个轻量级卷积神经网络架构,该模型具有显著加速效果,可以用于在移动设备上实时检测33个人体骨骼关键节点。MediaPipe Pose[6]是基于BlazePose实现的,一种高保真人体姿态跟踪和识别的机器学习解决方案。具有端到端、易部署、实时性强、计算速度快以及开源等优势特点。大多数流行的目标检测方案适用于自由度很小的刚体,不适用于高清晰、运动自由度大的人体检测。为了克服这个限制,BlazePose专注于检

测相对刚性的身体部位（例如人脸或躯干）的边框，达到的效果是对于单人用例，当头部始终清晰可见时，检测效果强大且有效[6]。在体考场景下，保证头部和躯干清晰可见是必要条件，所以 Mediapipe Pose 框架用于姿态检测和动作判断是很合理的，为实现基于人体姿态识别的体育测试智能评测系统提供了依据和保障。

3. 基于 BlazePose 的学生体育测试智能评测系统的设计

本文设计的学生体育测试智能评测系统测试过程如图 1 所示，首先选择目标检测项目，选定之后通过调取移动端设备的摄像头监测体测同学的动作，将捕捉到的视频流传入基于 BlazePose 实现的关键点识别模块，获得 33 个人体骨关节点，将关节点序列输入关键点处理模块，根据置信度等关键信息筛选出可用于检测的关键点，对关节点序列表示的动作进行检测和评估，及时提示关键动作建议，在检测的过程中控制测试时间，测试完成后计算动作得分，最终将检测结果和建议反馈给测试人员。

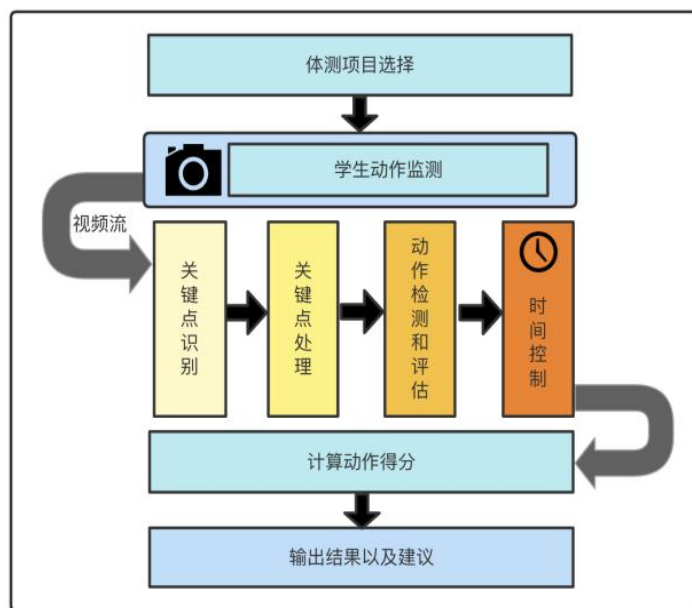


图 1 智能评测系统结构图

3.1. 关键点识别模块

MediaPipe Pose 的主要概念包括数据包 (Packet)、数据流 (Stream)、计算单元 (Calculator)、图 (Graph) 以及子图 (Subgraph)。图 2 是 MediaPipe Pose 的核心框架。

人体姿态估计 pipeline 被实现为一个 MediaPipe graph，如图 2 所示，使用姿态标志模块识别，并使用姿态渲染模块进行渲染。ConstantSidePacket 用来启用分割掩模，而 FlowLimiter 用来数据限流计算单元，它会接收下面计算单元的一个输入信号，如果没有下面单元的输入信号它会丢弃当前的视频帧，这样就可以控制处理过程不会因为输入间隔小于处理时间而出现问题。

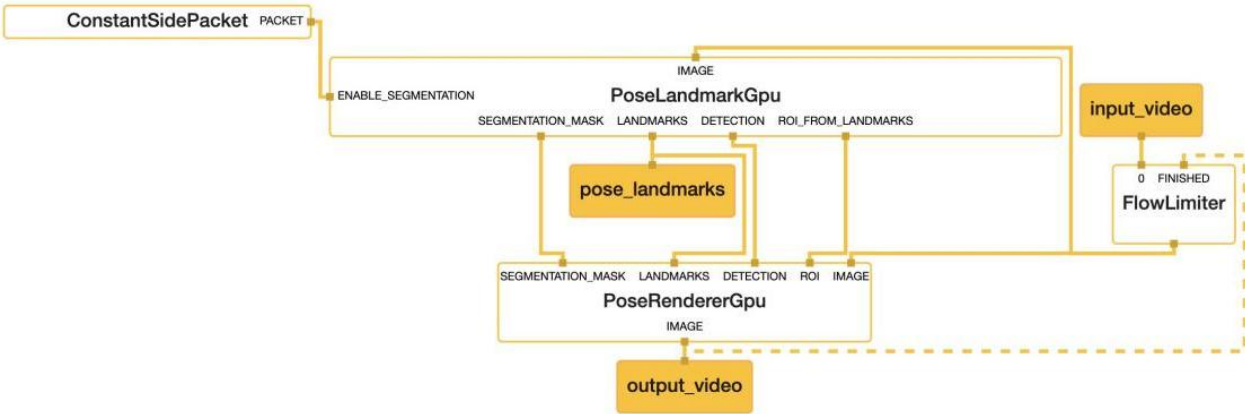


图 2 MediaPipe Pose 核心框架

MediaPipe Pose 的核心神经网络架构 BlazePose 用于实时检测 33 个人体骨骼关键节点，BlazePose 采用热图、偏移和回归组合的方法，仅在训练阶段使用热图和偏移损失，有效地使用热图来监督轻量级 embedding，以便随后被回归编码器网络使用。并且积极利用网络所有阶段之间的跳跃连接来实现高级和低级功能之间的平衡。这不仅可以改善热图预测，还可以显著提高坐标回归的准确性[6]。

3.2. 关键点处理模块

根据体测的项目设计合适的人体检测框。关键点的生成分为自顶向下和自下向上两种构造方式，其中前者针对视频或图片中的单人场景，而后者针对的是多人同时检测的场景。因为本课题项目所针对的是单人体育测试的场景，所以采用的是自顶向下的关键点生成。这要求为体育测试中的学生设立人体检测框。针对于每种体测项目的不同，为了达到识别的精确性，单独训练了较为合适的检测框，旨在让识别效果达到更好。

在体测视频中因为场景的复杂性，并且人体存在遮挡的现象，有时候识别出的骨骼关键点并非是可信的。因此，衡量在关键点识别模块计算出的骨骼点是否可信，有着重要的作用。通过为每一个关键点及它周围的背景与前序帧的差异，判断该关键点的置信度。为每一个场景单独设置了置信度的阈值，如果在体测执行中的关键点，置信区间小于阈值的话，就会将此帧的该点从判别逻辑中移除。从而使得系统更为健全。

3.3. 动作检测以及评价模块

如图 3 所示，各个体测项目功能主要由三个核心模块组成，分别为计数模块、动作检测模块和动作建议模块。当系统成功检测到关节点后，根据不同体测项目的评判标准进行关节点间的特征计算，最后判断计算值是否符合标准，以此进行计数并给定相应的动作建议。下面以斜身引体、引体向上、双杠臂屈伸、仰卧起坐为例，具体介绍系统模块。

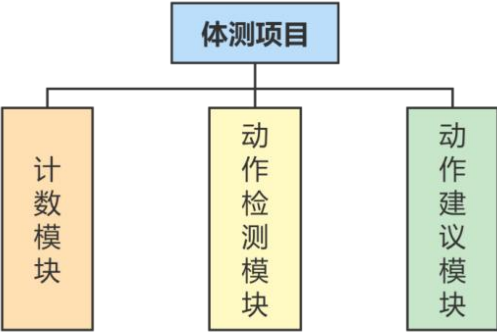


图 3 体测项目结构功能图

3.3.1. 斜身引体项目

斜身引体项目功能模块分别为计数模块、动作检测模块和动作建议模块。在检测过程中, 动作检测模块用于判断视频关键帧的动作是否始终满足要求, 如果不满足会根据动作建议模块判断所属常见错误动作类型, 并及时提醒测试人员。计数模块在检测过程中判断体考测试者是否满足一次完整动作的起始状态和终止状态, 并根据计数控制模块决定是否计数。本项目检测关键点为手腕、手肘、肩部、髋部、膝盖以及脚踝。

检测示意图如图 5(a)所示, 准备动作时身体与地面约 45 度角, 胳膊与身体约 90 度角, 完成动作时下巴需要超过横杠。在测试过程中不得塌腰挺腹或曲腿, 并且双腿双脚不得随意移动。完成一次动作后需要回到准备状态。测试流程为, 在检测正式开始后首先获取初始状态, 以“定制化”获取具有不同身型特征的体考同学的基准关键信息。如果初始准备姿势不正确系统会提醒, 直到体考同学满足准备动作的要求才会进入检测。检测开始后获取关键帧并对关键点序列进行判断, 在满足“开始”和“完成”的前提下, 如果符合动作规范则成功计数, 否则输出提醒信息。检测结束后输出计数结果, 具体如下:

开始检测时, 记录初始状态下手腕、手肘、肩部、髋部、膝盖以及脚踝的关键点, 分别记为 P_{wrist_init} , P_{elbow_init} , $P_{shoulder_init}$, P_{hip_init} , P_{knee_init} , P_{ankle_init} 。后续获取关键点序列 $P_n, n \in \{0, 1, \dots, 33\}$, 根据横纵坐标 P_x, P_y 进行肢体的角度判断。

准备动作时, 躯干胳膊角度, 躯干地面角度需要满足条件:

$$85 \leq \theta_{arm_body} \leq 95, 40 \leq \theta_{body_floor} \leq 50$$

检测过程中始终保持躯干挺直, 腿部伸直, 即满足:

$$\theta_{max_body} \leq 15, \theta_{max_leg} \leq 15$$

完成动作需要满足, 身体与地面的夹角与初始状态下手腕、脚踝与地面的夹角的差值的最大值小于阈值, 即:

$$\max_{t_k \leq t \leq t_{k+1}} (\theta_{wrist_ankle_floor_init} - \theta_{body_floor_now}) \leq 10, (k \text{ 定义如下})$$

当准备动作和完成动作都符合要求, 并且在检测过程中没有违规行为, 则本次动作成功计数, 并且继续判断流程。假设 t_k 意味着第 k 次满足准备动作, 在时间段 $T_k = t_{k+1} - t_k$ 内, 定义动作完成情况如下:

$$a(t_k) = \begin{cases} 0, & \text{未达到完成动作标准或者动作违规} \\ 1, & \text{达到完成动作标准且动作正确} \end{cases}$$

斜身引体检测流程完成后, 根据满足准备动作的次数 K , 输出最终计数结果为:

$$\sum_{k=1}^K a(t_k), a(t_k) \in \{0, 1\}$$

3.3.2. 引体向上项目

引体向上项目检测关键点为鼻子、嘴、手腕、手指、手肘、肩部、髋部。

检测功能模块可以划分为: 计数模块、动作检测模块和动作建议模块。

计数模块: 当体侧者完成一次正确的引体动作后, 成功动作次数+1, 要求体侧者需下巴过杠, 若下巴未过杠则不计数。

错误动作检测模块: 开始体侧时, 体侧者需双臂伸直, 双手与肩同宽或略宽抓杠, 若不满足以上条件则会视为未达到开始准备动作条件。

动作建议模块: 当以上两个模块发生错误或需要提示信息时, 会在界面左上方显示对应的提示信息, 保证监测者第一时间了解动作的不足之处并提醒体侧者调整动作。

3.3.3. 双杠臂屈伸项目

双杠臂屈伸项目的检测分为三个大的模块，分别为计数模块、动作检测模块和动作建议模块。在检测过程中，动作检测模块用于判断视频关键帧的动作是否始终满足要求，如果不满足会根据动作建议模块判断所属常见错误动作类型，并及时提醒测试人员。计数模块在检测过程中检测测试人员是否满足一次完整动作的起始状态和终止状态，并根据计数控制模块决定是否计数。项目检测关键点为手腕、手肘、肩部、髋部、膝盖以及脚踝。

测试流程为，首先在监测开始时，识别每名参加体测同学的初始姿态，一方面这是为了避免在开始识别动作前就检测到了结束的姿态。另一方面，从学生进入画面至达到准备阶段的这段时间，可以让检测系统能更好的针对该名学生的信息进行分析。如果初始姿势不正确系统会提醒，直到体考同学满足准备动作的要求才会进入检测。在检测过程中，如果关键点的置信度较低，则会提示人体拍摄不全。在关键点符合可信度阈值后，根据帧中的关键点信息判断姿势是否正确，是否到达准备状态，是否到达完成状态，是否在满足“开始”和“完成”的前提下符合计数要求。如果是则计数增加，否则继续下一帧的判断或者是输出姿态错误的提示信息。

3.3.4. 仰卧起坐

仰卧起坐项目的检测核心模块为计数模块、动作检测模块和动作建议。此外还用到了人体关节特征计算特征模块作为辅助。在检测过程中，动作检测模块用于判断视频关键帧的动作是否始终满足要求，如果不满足会根据动作建议模块判断所属常见错误动作类型，并及时提醒测试人员。计数模块在检测过程中检测测试人员是否满足一次完整动作的起始状态和终止状态，并根据计数控制模块决定是否计数。

该项目将摄像头捕获的每一帧进行处理，利用人体骨关节检测技术进行目标检测，判断人体是否进入检测画面以及检测到 33 个关节点的置信度是否达标，当条件满足后，进入计数状态。在计数过程中，将全程计算臀部与双脚离地距离来判断是否有动作违规，同时在仰卧起坐上升与下降的拐点处分别通过计算膝盖与手肘距离以及头部手肘与地面距离来评估动作是否规范。部分动作规范如图 5(e)所示，若动作达标则计数加一，否则不进行计数，并将显示不规范动作建议以此提醒测试人员。

4. 实验与讨论

4.1. 视频数据收集

在对学生体育测试智能评测系统的设计过程中，需要广泛收集每项动作的标准动作范例和错误动作示范的视频数据集，用以检测过程的设计和测试。我们对九个项目的测试规则、成绩判定规则和关键动作评判标准做了详细的调研和规范，包括引体向上、仰卧起坐、立定跳远、一分钟跳绳、坐位体前屈、原地纵跳摸高、双杠臂屈伸、斜身引体和实心球。并且收集了符合正确计数要求，以及常见错误示例的视频数据集。例如宾夕法尼亚动作数据集和 HMDB51 数据集，以及实地拍摄的动作视频。数据集的来源丰富，包含动作类型广泛，贴合本项目的使用场景。

4.2. 测试环境需求

硬件环境需求：1. 使用装有 Android 操作系统的设备部署和运行体考评测系统（运行内存大于等于 8GB）。2. 拍摄过程中检测设备不能有明显的晃动，需要放置在平稳、高度适宜的设备支架上。

自然环境要求：1. 要求视频中只能出现体测者本人，不能有 2 个及 2 个以上的人同时出现在视频中。2. 体测者身穿衣服颜色应尽量与背景颜色存在较大差别，不应同色或相近颜色。3. 应尽量选择光源充足的场地且不能出现光线过亮导致无法看清人物的情况。4. 检测过程中需要将所需身体关键点全部露出，不得遮挡。

4.3. 检测效果评估

4.3.1. 检测效果评估

对四个体测项目进行准确率评估，针对每个项目的检测算法，都采用准确率 Accuracy 作为性能评估指标[3]，其公示见式为：
$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

式中各符号含义见表 1 所示，以斜身引体项目为例，将人工肉眼观测计数的结果作为准确参考，针对每一次动作，当人工计数为 1，并且系统检测计数也为 1 时，TP 累加；当人工计数为 1，但是系统检测计数为 0 时，FN 累加；当人工计数为 0，但是系统检测计数为 1 时，FP 累加；当人工计数为 0，并且系统检测计数也为 0 时，TN 累加；最后得出每个检测项目的评估结果制作成柱状图，如图 4 所示。

表 1 TP、FN、FP、TN 的含义解释

检测计数 \ 人工计数	1	0
1	TP	FN
0	FP	TN

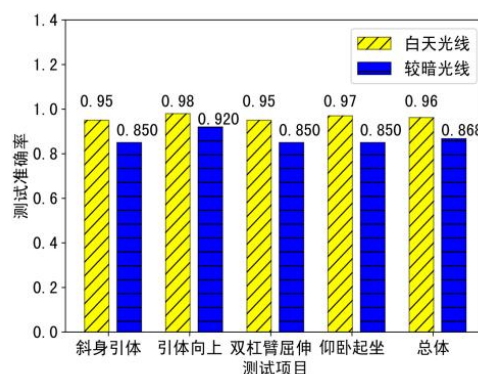


图 4 测试准确率评估

4.3.2. 测试结果展示

下图为实际检测效果，展现了以斜身引体、引体向上和仰卧起坐为例的智能评测系统的检测结果，当动作符合测试标准时刷新计数结果，当动作不规范时给出评测建议，提醒测试者即时更正。



图 5 测试结果示例 (a)-(e)为正确动作计数示例, (f)-(j)为错误动作提示示例

4.4. 实验结果讨论

检测结果显示, 在日间光线充足, 设备要求满足时, 检测准确率皆达到了 95%以上, 足以辅助体育教育工作者开展体考测试工作。相比于类似产品: Keep 和天天跳绳, 在相同的项目上达到了接近的检测效果。并且, 本智能评测系统考虑到了不同学生的体形特征和考试场景的具体要求, 在特定的体考测试环境中会有更好的检测效果。

5. 总结

“体育强则国强”, 加强体育锻炼、改善身体素质, 是提升我国整体国民体质现状的重要方法。因此, 体育考试在中学生综合素质评价中变得越来越重要, 也逐步成为了统一的测试模式。传统基于人工的体育成绩评测方法不仅存在着无法避免的测试误差, 而且测试效率较低, 通常需要多名体育教师同时对一名学生的考试做定性或定量的成绩评价。针对当前智慧课堂在体育中考的实际应用需求, 结合当前视频采集技术、人体姿态估计方法等先进技术, 本文设计和实现了基于 BlazePose 的学生体育测试智能评测系统。对体育中考中常见的多个体测项目进行检测, 实地测试时, 在确保测试准确率的同时对学生动作提出改进建议, 能够很好地辅助学校推行体育健康工作, 更有助于体育课程的教师团队完善和提升教学内容, 适时地转变教学策略[4]。在后续的工作中, 我们将进一步考虑视频模糊、遮挡情况下对体测过程造成的影响, 使该系统能够精准应用于不同学校差异化的体育环境场景, 进而充分利用 AI 技术赋能体育教学, 全面服务体育强国战略。

6. 致谢

这项工作得到了如下项目的支持: 国家自然科学基金面上项目 (编号: 62172054、62072047)、国家重点研发计划国家自然科学基金项目 (编号: 2019YFB1802603)、北京自然科学基金重点项目 (编号: M21030)、北邮-创世云联合实验室 (编号: A2022164)。

参考文献

- 何雨泽, 余舒雯, 张勉, 田园心语 & 郑永和(2022).科学教育中以智能手机作为实验工具的研究综述, 第二十六届全球华人计算机教育应用大会, 64-65.
- 李思颖 & 王露莹.(2022).人工智能在高中教育领域应用的研究热点与展望: 第二十六届全球华人计算机教育应用大会, 305-306.
- 季利鹏, 吴世龙 & 顾小清.(2022).基于 MTCNN-AlexNet 的学习状态检测系统设计, 第二十六届全球华人计算机教育应用大会,381-388.
- 周彦丽, 李彤彤, 边雨迎, 李国涛 & 郭栩宁.(2022).基于情感分析和主题挖掘的课程交互文本分析模型构建与实践, 第二十六届全球华人计算机教育应用大会,463-470.
- 舒杭 & 顾小清.(2022).教育数字化转型的现实基础与行动框架: 现代教育技术(11),24-33.
- Bazarevsky, V., Grishchenko, I., Raveendran, K., Zhu, T., Zhang, F., & Grundmann, M. (2020). *Blazepose: On-device real-time body pose tracking*. arXiv preprint arXiv:2006.10204.
- Chen, Y., Shen, C., Wei, X. S., Liu, L., & Yang, J. (2017). *Adversarial posenet: A structure-aware convolutional network for human pose estimation*. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (pp. 1212-1221).
- Tang, W., Yu, P., & Wu, Y. (2018). *Deeply learned compositional models for human pose estimation*. In Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV) (pp. 190-206).
- Toshev, A., & Szegedy, C. (2014). *DeepPose: Human pose estimation via deep neural networks*. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 1653-1660).

中小学人工智能课程内容现状与启示

Current Situation and Enlightenment of AI Curricula Content in Primary and Secondary Schools

刘雅琳^{1*}, 江波²

¹² 华东师范大学上海智能教育研究院

* 741430016@qq.com

【摘要】 人工智能教育的发展是提升国家综合国力和核心竞争力的必要组成部分, 中小学阶段是人工智能教育的基础发展阶段。本研究通过梳理与分析国内外中小学人工智能课程现状, 总结出现有的中小学人工智能课程内容域主要涉及人工智能基础知识、应用实现和情意价值三个方面, 并提出包含人工智能概念与历史、应用与技术、感知与数据、方法与实现和伦理与社会四部分的人工智能课程内容结构, 试图为我国科学化人工智能课程体系的建设提供价值参考。

【关键词】 人工智能课程; 中小学教育; 课程内容; 课程框架

Abstract: AI education is a necessary part of a country's comprehensive strength and core competitiveness, and primary and secondary schools are the basic stage of AI education. By analyzing the current situation of AI curricula in primary and secondary schools at home and abroad, this study summarizes the main contents of the existing AI curricula, involving AI basic knowledge, application and realization, and emotion and value, and generates the content structure involving AI concept and history, application and technology, perception and data, method and realization, and ethic and society, trying to provide value reference for the construction of the system of scientific AI curricula.

Keywords: AI curricula, education for primary and secondary schools, curriculum content, curriculum framework

1. 前言

人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 作为推动第四次工业革命的一大核心技术, 正在深刻影响着信息时代公民的生活方式、学习方式和工作方式, 正在国际范围内掀起一波又一波的广泛热潮。如何通过人工智能教育提升全民人工智能素养, 已成为提高国家综合国力和核心竞争力必须考虑的重要问题。2017年7月, 国务院印发《新一代人工智能发展规划》, 明确提出应在中小学阶段设置人工智能课程, 标志着人工智能的发展提升至国家战略地位(国务院, 2017)。2018年4月, 教育部印发《教育信息化2.0行动计划》, 号召在中小学阶段引入人工智能普及教育(中华人民共和国教育部, 2018)。发展人工智能教育, 必须要重视中小学阶段的人工智能课程, 通过普及化和多样化的课程内容, 引导学生成长为智能时代所需要的智能人才。本文从美国、英国、日本三个发达国家出发, 对国际人工智能课程内容域进行分析, 并通过对国内信息技术课程标准的梳理分析, 挖掘人工智能课程内容域建设的重要性, 为国内中小学科学完备的人工智能课程内容体系建设提供借鉴与参考。

2. 发展现状

技术的发展, 从电化到信息化、数字化, 再到智能化; 教育的目标, 从知识掌握到三维目标观, 再到核心素养的提出, 时代对人才的要求逐步提高。本文从国内外现有的人工智能课程出发, 分析其中的内容结构, 挖掘智能时代学生的科学价值、必备品格和关键能力, 以

逐步形成科学的人工智能内容体系。

2.1. 国外课程现状

当今时代背景之下，世界各国高度重视 K-12 人工智能教育，积极倡导各学习阶段的人工智能课程建设，在探索与创新中逐渐建设完善的人工智能课程体系。以下以人工智能课程建设的领头羊国家——美国和国际合作的推动组织——联合国教科文组织在人工智能课程内容建设方面的文件为例进行细致化综述，以代表国外主流的人工智能课程内容选择和编排情况。

美国的人工智能课程虽没有全国统一的课程标准，但提供了课程框架和主题目标。人工智能促进协会（Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AAI）联合美国计算机科学教师协会（Computer Science Teacher Association, CSTA）在 2018 年 5 月启动了美国 K-12 人工智能教育行动（AI4K12）计划，旨在探究各学段学生应具备的人工智能知识技能水平，为美国的人工智能课程与教育建立科学的参考标准。AI4K12 工作组提出了人工智能五大理念（Five Big Ideas）——感知、表示与推理、机器学习、人机交互和社会影响，“感知”指计算机通过传感器来感知世界，“表示与推理”指代理存储表征世界的信息并利用这些信息加以推理，“机器学习”指计算机可以从数据中进行学习，“人机交互”指智能代理需要通过多样化的信息来实现与人类之间的自由交互，“社会影响”指人工智能既能为社会带来积极影响也能为社会带来消极影响（AI4K12, 2021）。在每一个理念之下进行了主题和知识点的细化，并分阶段给出了 K-2、K3-5、K6-8 和 K9-12 的递进式学习目标，可以说 AI4K12 的人工智能五大理念在世界范围内都具有深远而广泛的影响力，表 1 给出了美国 AI4K12 五大理念界定的课程域，“社会影响”理念部分仍在积极开发中。

表 1 AI4K12 人工智能课程域

类别	主题	知识点
感知	感知	生物，计算机感应器，数字编码
	处理	传感 vs 感知，特征提取，抽象传输：语言，抽象传输：视觉
	领域知识	领域知识类型，包容性
表示与推理	搜索	状态空间和运算符，组合搜索
	推理	推理问题类型，推理算法
机器学习	学习的本质	人类 vs 机器，于数据中发现模式，训练模型，建构 vs 使用推理机，调整内部表达，从经验中学习
	神经网络	神经网络结构，权重调整
	数据集	特征集，大数据集，偏见
人机交互	自然语言	语言结构，语言歧义，文本推理，应用
	常识推理	N/A
	情感理解	N/A
社会影响	思维哲学	N/A
	N/A	N/A

2019 年 5 月，联合国教科文组织发布《北京共识——人工智能与教育》，号召人工智能相关的课程应当被纳入中小学阶段的课程教学之中（联合国教科文组织，2019）。面向未来的智能时代，人工智能核心素养的培育需要提上日程。联合国教科文组织经过全球范围的调研，在 2022 年发布了颇具代表性的经政府审核批准的人工智能课程图谱，其中将人工智能课程所

涵盖的内容划分为“人工智能基础”“伦理和社会影响”以及“理解、使用 and 开发人工智能”三类，并进而在每个类别内部细化出三个主题领域，形成算法和编程、数据素养、基于情境的问题解决、人工智能伦理、人工智能社会影响、人工智能在其他领域的应用、理解和使用人工智能方法、理解和使用人工智能技术和人工智能技术开发九个主题领域，表 2 是 2021 年 UNESCO 对人工智能课程域进行划分的具体情况(UNESCO & Miao, 2022)。

表 2 2021UNESCO 人工智能课程域

类别	主题领域	课程考量
人工智能基础	算法和编程	算法和思维、数据素养
	数据素养	理解数据及其功能，管理整个数据周期
	基于情境的问题解决	生成问题解决的框架
伦理和社会影响	人工智能伦理	理解人工智能伦理，理解人工智能伦理挑战，掌握违背道德法律使用人工智能时的补救方法
	人工智能社会影响	理解人工智能于法律和市场范围的社会影响，说明人工智能社会影响的趋势
	人工智能在其他领域的应用	考虑人工智能在其他领域的应用以及应用的程度
理解、使用 and 开发人工智能	理解和使用人工智能方法	认识人工智能过程涉及的理论，使用人工智能算法生成结果，了解常用的人工智能方法
	理解和使用人工智能技术	使用人工智能技术完成任务或项目，研究创建人工智能技术的过程
	人工智能技术开发	创建新的用以解决问题或提供服务的人工智能应用程序

以上可见，国际范围内都在高度重视人工智能课程的建设、人工智能教育的发展和人工智能人才的培养。从课程目标来看，已实现由知识掌握导向、操作技能导向到聚焦综合素养的转型；从课程内容来看，人工智能课程内容大多涉及基础理论部分和实践应用部分，并于其中渗透科学价值观和积极情感态度的熏陶；从课程形式来看，人工智能课程多与其他科目课程联系紧密，一致服务于学生综合知识的习得和综合能力的发展；从课程情境来看，人工智能课程均强调内容的实际性，关注学生生活的联系和活动的体验。但是，即便是占有人工智能教育发展领衔地位的国家，也面临着诸如人工智能课程内容体系不明晰、课程框架结构不系统、学科教师概念理解不深刻、专业师资力量不充足等种种发展困境，因此国际人工智能教育的发展之路依旧漫长。

2.2. 国内课程现状

人工智能课程作为一门新兴学科，与传统意义上的学科课程有着明显的区别。教学内容更为综合，需要知识、技能和情意价值的有机交融，更加强调跨学科知识整合能力、创新思维和实践能力的培育。目前，我国的中小学人工智能教育正处于起步和探索阶段(华东师范大学，中国教育科学研究院，腾讯研究院，& 腾讯教育, 2022)，人工智能课程尚内嵌于义务教育阶段的信息科技课程和高中阶段的信息技术课程之中，因此本文通过对中小学信息科技和信息技术课程标准中的人工智能内容部分进行梳理，用以分析我国中小学人工智能课程当前的内容结构。

2022 年 4 月，教育部颁布了《义务教育信息科技课程标准（2022 年版）》，其中，在计算思维第四学段的目标中明确学生应通过案例分析理解人工智能，根据需要合理选用人工智能，并能比较人工智能使用与否带来的问题处理效果的差异；在信息社会责任第四学段中也

特别明确了学生应通过在人工智能应用场景中合理地与人工智能进行互动，了解人工智能所带来的伦理与安全挑战。在课程内容方面，已将人工智能列为信息科技课程知识体系六条逻辑主线之一，明确在第四学段学生需要学习“人工智能与智慧社会”内容模块，按照应用系统体验、机器计算与人工计算的异同以及伦理与安全挑战的顺序渐进式进行义务教育阶段人工智能课程内容的学习，该模块中包含“人工智能的基本概念和常见应用”“人工智能的实现方式”和“智慧社会下人工智能的伦理、安全与发展”三部分内容，并于课程标准中明确了对于该模块相应的内容要求(中华人民共和国教育部, 2022)。表3是我国义务教育阶段课程标准中的人工智能内容域现状。

表3 义务教育阶段人工智能课程内容域

类别	内容要求
人工智能的基本概念和常见应用	认识身边的人工智能应用，感受人工智能技术的社会影响 分析人工智能典型应用，了解人工智能基本特征，理解数据、算法和算力是人工智能的三大技术基础 对比人工智能应用场景，了解人工智能的不同实现方式
人工智能的实现方式	分析人工智能典型案例，对比计算机传统方法和人工智能方法在问题处理上的效果
智慧社会下人工智能的伦理、安全与发展	体验人工智能应用场景，了解人工智能伦理与安全挑战，促进人机良好共处 了解智慧社会是集成化的新型社会形态，认识自主可控技术对于智慧社会安全保障的必要性

我国现行的高中学段信息技术课程标准为教育部2017年颁布，2020年修订。其中在必修模块1：数据与计算中明确了学生需要认识到人工智能在信息社会中的重要作用，并且增设了模块4：人工智能初步作为选择性必修模块，引导学生了解人工智能的基本概念和发展历程、描述人工智能算法的实现、设计与实现简单的智能系统、培养使用智能技术服务人类的责任心。课程标准将人工智能初步选择性必修模块中的课程内容分为“人工智能基础”“简单人工智能应用模块开发”和“人工智能技术的发展与应用”三个部分，并明晰了该模块的内容要求(中华人民共和国教育部, 2017)。表4是我国高中阶段课程标准中的人工智能课程域现状。

表4 高中阶段人工智能课程内容域

类别	内容要求
人工智能基础	描述人工智能的概念与特征，知道人工智能的发展历程、典型应用与未来趋势 了解人工智能核心算法，熟悉人工智能技术应用的基本过程和实现原理
人工智能应用模块开发	知道人工智能特定领域应用系统的开发工具和平台，了解工具特点、应用模式和局限性 利用人工智能开源框架搭建简单的人工智能应用模块，根据实际需要配置环境、参数和自然交互方式等
人工智能技术的发展与应用	体验人工智能应用系统，了解人工智能给社会带来的伦理及安全挑战，知道维护安全的基本方法和措施，增强安全防护意识和责任

认识人工智能对社会发展带来的机遇与挑战，维护人工智能法律规范

通过以上分析可以发现，我国政府高度重视人工智能相关的教育教学工作和中小学生相关素养的发展与提升。伴随着时代背景的进步与发展、国际环境的变化与交融，国家课程标准也历经了一次次的更新迭代，教学目标从知识掌握、能力培养到素养培育，从信息素养到数字素养(杨晓哲 & 刘昕, 2022)，并在逐步走向未来智能时代所需要的智能素养，人工智能逐渐成为信息科技和信息技术课程中的一个相当重要的组成模块。

分析表3和表4的三个类别，可以看出我国中小学阶段的人工智能课程主要涉及人工智能基础知识、人工智能应用实现和人工智能情意价值三个方面。相较于信息科技与信息技术课程的学科体系已逐渐发展成熟、具备一定系统性、贯穿小初高三学段的学科现状，其中所涉及的人工智能内容则较为零散，缺乏清晰性与系统性，较之国外模块、主题、要求逐步细化的内容域现状，我国现有的人工智能课程内容域在课程标准中只呈现了粗颗粒度的模块分类和细颗粒度的内容要求，尚未定义置于两者中间的过渡化的主题领域。除此之外，我国的人工智能课程也缺乏小学阶段的渗透教育，学生在小学阶段并不涉及人工智能课程的学习，在初中阶段才开始接触人工智能相关的内容，并在高中阶段进一步去延展内容的广度和深化内容的难度。由于我国中小学阶段的人工智能教育启动较晚，课程系统性较弱，课时数较少，教材质量参差，课程内容较为单一，人工智能课程的实施也多依附于其他课程而进行(于勇，徐鹏，& 刘未央, 2020)，所以不难看出我国人工智能课程距离发展成熟尚有很长的路要走，我国的人工智能教育之途任重而道远。

3. 启示

人工智能课程建设有其紧迫的时代背景和发展诉求，分析国内人工智能教育所面临的困难与挑战，首当其冲的应当是缺乏统一的人工智能课程标准(张丹 & 崔光佐, 2020)。为了建立正式的人工智能课程标准，应首先明晰人工智能课程的内容结构，通过科学地选择与组织多样化的领域内容，建立起科学的人工智能课程内容体系，分学段培养学生的人工智能学科核心素养，逐步敲定合理的课时分配，并依据统一的人工智能课程标准开发高质量的人工智能教材，再逐步解决专业化师资培训等问题，逐步建立起完备而系统的人工智能教育体系。

3.1. 构建系统的人工智能课程内容结构

基于上文对国内外人工智能课程内容域的总结与分析，本研究提出包含“人工智能概念与历史”“人工智能应用与技术”“人工智能感知与数据”“人工智能方法与实现”和“人工智能伦理与社会”五个部分的人工智能课程内容框架。“人工智能概念与历史”部分主要学习人工智能基本概念、基本特征、发展历程和未来趋势，“人工智能应用与技术”部分主要学习人工智能典型应用领域和关键领域技术，“人工智能感知与数据”部分主要学习信息感知和数据展示等人工智能基础技术，“人工智能方法与实现”部分主要学习人工智能经典算法及其实现过程，“人工智能伦理与社会”部分主要学习人工智能应用与发展所带来的社会影响和伦理道德问题。以概念与历史为底蕴，以应用与技术为情境，以感知与数据为手段，以方法与实现为目的，以伦理与社会为保障，构建起系统的人工智能课程内容结构。表5是本研究提出的国内人工智能课程建设的内容结构框架。

表5 人工智能课程内容结构

模块	主题	要求
人工智能 概念	人工智能 基本理念	理解人工智能的基本涵义和基本理念

与历史	人工智能基本特征	掌握人工智能的基本特征
	人工智能的发展	知道人工智能的发展历史, 想象人工智能的发展趋势
	人工智能的典型行业应用	了解人工智能在医疗、交通、教育等行业的典型应用
	人工智能的关键领域技术	理解行业主要应用中所涉及的人工智能的关键领域技术
人工智能应用与技术	感知	理解感知的内涵, 比较生物感知和非生物感知的, 理解机器感知的基本过程
	数据管理	掌握数据处理、分析和管理的的基本方法
	数据集	理解数据集的内涵, 批判性地理解和运用数据集
人工智能感知与数据	机器学习模式	比较机器与人类的学习模式, 理解三种基本的机器学习模式
	机器学习算法	掌握常用机器学习算法的基本原理并能够初步编程实现。
	人工智能基础软硬件平台	认识和使用人工智能基础软硬件平台
人工智能方法与实现	人工智能伦理道德	理解人工智能所带来的伦理道德问题, 掌握人工伦理问题的补救方法, 树立科学的人工智能伦理道德观
	人工智能社会影响	认识人工智能所带来的社会影响, 批判性地分析人工智能与社会的关系
人工智能伦理与社会		

3.2. 建立连贯的中小学人工智能课程体系

上文提到我国现有的中小学教育体系中人工智能内容的学习始于初中, 缺少小学阶段的渗透教育。考虑到我国当今基础教育的基本国情, 小学阶段可以说是小学、初中和高中三个学段中学业压力较为轻松、学习活动更有趣味性的一个阶段, 应当考虑在小学阶段进行人工智能的体验化课程, 在情境应用中初步熏陶小学生的人工智能素养, 一方面, 有利于做好小初高的一体化衔接, 减轻中学阶段的压力, 合理安排人工智能课时; 另一方面, 也有利于学生尽早形成对于人工智能的积极情感, 在日常生活和趣味情境中构建起学生初步的人工智能伦理道德观念。

在后续的研究中, 将逐步建立起人工智能课程结构各个模块、各个主题在小学、初中和高中分阶段的具体化的内容要求, 不断充实人工智能课程内容结构以形成更加系统化的、更具针对性的、更符合中国学生发展特点的中小学人工智能课程内容结构。

本研究通过对国内外已有的人工智能课程内容域的比较与分析, 提出了我国中小学人工智能课程的内容结构和发展启示, 期望为参考国内外人工智能研究的最新成果, 把握中国中小学教育特色和现况, 进而推动国内人工智能教育发展提供借鉴与参考价值。

参考文献

- 中华人民共和国教育部. (2017). **普通高中信息技术课程标准 (2017 年版 2020 年修订)**. 北京: 人民教育出版社.
- 中华人民共和国教育部. (2022). **义务教育信息科技课程标准**: 北京师范大学出版社.
- 中华人民共和国教育部. (2018). **教育信息化 2.0 行动计划**. (2018-04-13). Retrieved from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html?from=timeline&isappinstalled=0
- 于勇, 徐鹏, & 刘未央. (2020). 我国中小学人工智能教育课程体系现状及建议——来自日本中小学人工智能教育课程体系的启示. *中国电化教育*(08), 93-99.
- 华东师范大学, 中国教育科学研究院, 腾讯研究院, & 腾讯教育 (Producer). (2022). **2022 人工智能教育蓝皮书**. Retrieved from https://mp.weixin.qq.com/s/A2mOLtfqlojg1__jjHmV7w
- 国务院. (2017). **新一代人工智能发展规划**. Retrieved from http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm
- 张丹, & 崔光佐. (2020). 中小学阶段的人工智能教育研究. *现代教育技术*, 30(01), 39-44.
- 杨晓哲, & 刘昕. (2022). 面向数字素养的义务教育信息科技课程. *全球教育展望*, 51(06), 109-117.
- 联合国教科文组织 (Producer). (2019). **北京共识——人工智能与教育**. Retrieved from http://www.gov.cn/xinwen/2019-08/28/content_5425382.htm
- AI4K12 (Producer). (2021). *Five Big Ideas Poster*. Retrieved from https://ai4k12.org/wp-content/uploads/2022/01/AI4K12_Five_Big_Ideas_Poster_3_19_2021.pdf
- UNESCO, & Miao, F. (2022). *K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula*. Paris, France: UNESCO.

智能技术促进教育评价国际研究热点分析——基于社会网络分析方法

Analysis of International Research Hotspots of Intelligent Technology Enhanced Educational Evaluation Based on Social Network Analysis

王正鑫¹, 吴龙凯^{2*}, 刘姚慧卓³, 张珊⁴

^{1 2 3 4} 华中师范大学人工智能教育学部

*longkai.wu@gmail.com

【摘要】 随着数字经济的发展,教育由信息化向数字化方向跨越,传统的评价方式已经不能适应教育发展的进程。大数据、人工智能、物联网等智能技术的出现为教育评价转型优化提供了契机。本文基于社会网络分析方法,借助 UCINET 和 SATI 软件,对 web of science 核心数据库中的相关文献进行作者合作网络分析、关键词共现分析和关键词聚类,明确智能技术促进教育评价领域研究的热点内容、最新研究成果、贡献较大的研究者,归纳总结该领域的研究种类,建议尚待研究的主题。

【关键词】 智能技术;教育评估与评价;社会网络分析;UCINET;SATI

Abstract: With the development of digital economy, education has been transformed from informationization to digitalization, and traditional evaluation methods have been unable to adapt to the process of education development. The emergence of intelligent technologies such as big data, artificial intelligence and the Internet of Things provides an opportunity window for the transformation and optimization of educational evaluation. Based on social network analysis method, using UCINET and SATI, this paper conducts author cooperation network analysis, keyword co-occurrence analysis and keyword clustering for relevant literatures in the core database of web of science, and identifies hot topics, latest research results and researchers with major contributions in the field of intelligent technology enhanced educational evaluation. We summarize research categories in this field and suggest topics needed to be further studied.

Keywords: Intelligent Technology, Educational Assessment and Evaluation, Social Network Analysis, UCINET, SATI

目前,智能技术正深刻影响着人们的生产和生活,并加速融入到教育领域之中,利用智能技术促进教育评价的发展,已经成为世界各国学者的研究重点。杨宗凯(杨宗凯,2020)指出,新兴智能技术与教育领域加速融合,推动了教育教学评价创新性改革。Conga 和 Fu(Cong & Fu, 2021)表示随着信息技术的发展,评价方式变得更加智能化、自动化。Gardner 等人(Gardner et al., 2021)认为,人工智能在教育评价领域的研究重点应该放在从数字环境中获取教育过程的相关数据。Tang 和 Hai(Tang & Hai, 2021)构建了基于人工智能的教育 APP 智能评价体系,并通过实证研究发现,智能评价系统对用户进行评估时具有较高的准确性。教育评价智能化成为教育评价改革的潮流,是大势所趋。本文在梳理国际智能技术促进教育评价相关研究文献的基础上,明确该领域的研究热点以及最新研究成果,归纳总结该领域的研究种类,并为智能技术促进教育评价发展提出建议。

1. 研究过程

1.1. 研究过程

本文以文献题录信息统计分析工具 (Statistical Analysis Toolkit for Informetrics, SATI) 和社会网络分析工具 (University of California at Irvine Network, UCINET) 作为数据分析工具, SATI 支持 EndNote、NoteExpress 以及 web of science (WoS) 导出的纯文本格式。我们主要使用 SATI 进行字段抽取、词频统计以及生成共现矩阵,将导出的文献题录压缩包上传至 SATI,

选择文献去重、词干提取、默认停用词、应用分词和智能清洗,手动设置需要合并的关键词、机构、高频字段显示个数以及矩阵大小。题录信息统计分析结束后,将词频统计、共现矩阵、相似矩阵和相异矩阵以 EXCEL 的格式导出,以便于在 UCINET 中进行进一步处理,UCINET 是常用的社会网络分析工具。使用 UCINET 内嵌的 NetDraw 对生成的矩阵进行可视化分析,结合关键词共现网络图、聚类图对智能技术促进教育评价的研究热点和趋势进行分析。

1.2. 数据收集和清洗

智能技术包含大数据、人工智能、物联网、计算机视觉、区块链、教育机器人等多种技术。因此,为了能够获得更加全面的数据,本文将以上所有关键词进行主题检索。为保证数据的科学性和可靠性,本文主要从 web of science 中的核心数据库中检索文献。以主题词“big data” or “educational robots” or “artificial intelligence” or “computer vision” or “blockchain” or “Internet of Things” or “learning analysis” plus “educational assessment” or “educational evaluation” 为检索条件,共搜得论文 176 篇,剔除重复文献后得到可有效分析论文 153 篇,其中包含作者 493 位,独立作者 480 位,关键词 745 个,独立关键词 525 个。通过计算,平均每篇文章有 3.22 个作者和 4.87 个关键词。

2. 结果与分析

2.1. 关键词共现网络分析

一般来说,关键词能够体现出一篇文献的大致研究方向和研究要点,是论文研究主题的直观反映,关键词出现的频次越高,越能够代表研究领域的热点,研究的发展动向可以通过高频关键词进行判断(许双月, 2022)。本研究通过 SATI 得到关键词词频统计表,根据普赖斯公式($M=0.749 \times \sqrt{N_{\max}}$)计算高频关键词阈值 M(虞秋雨和徐跃权, 2020),其中 N_{\max} 为关键词频次的最高值,最高频次为 32,得到与 M 为 4.23,结合实际情况,确定频次大于等于 4 的关键词为高频关键词,共计 22 个(如表 1)。其中频次大于等于 10 的关键词共有 8 个,分别为人工智能(artificial intelligence)、机器学习(machine learning)、教育(education)、学习分析(learning analysis)、智能辅导系统(intelligent tutoring system)、大数据(big data)、教育机器人(educational robot)、教育数据挖掘(educational data mining),说明这些是智能技术促进教育评价领域中的研究热点,其中除教育外的其他几个关键词是教育评价中应用较多的智能技术。

表 1 高频关键词词频

序号	关键词	频次	序号	关键词	频次
1	artificial intelligence	32	12	educational technology	6
2	machine learning	18	13	adaptive learning	5
3	education	17	14	blockchain	5
4	learning analysis	17	15	higher education	5
5	intelligent tutoring system	14	16	mooc	5
6	big data	12	17	data mining	4
7	educational robot	11	18	decision tree	4
8	educational data mining	10	19	deep learning	4
9	elearning	9	20	online learning	4
10	artificial intelligence in education	7	21	stem	4
11	internet of things	7	22	systematic review	4

为了便于观察关键词所代表的主题关系以及他们在整个网络中所处的地位,本文将从 SATI 得到的词频排名前 50 的关键词共现多值矩阵导入 UCINET 中,生成 .# #h 的文件,再利用 NetDraw 对生成文件进行处理,得到关键词共现网络(如图 1),再通过二值关系矩阵测得网络整体密度为 0.161,数值接近 0,说明关键词之间联系紧密程度较差。图 1 中节点代表关键词,节点大小表示关键词频次,频次越高节点越大,节点连线代表关键词共现关系,

联系粗细代表关系的紧密程度。按 K-核分析, 将高频关键词分类, 红色节点数量多、节点较大并且较为密集, 说明他们是智能技术促进教育评价领域研究的热点。其中人工智能(artificial intelligence)处于整个网络的核心位置, 说明人工智能在该领域中的地位大有可观。从图中可以发现人工智能和教育、机器学习和教育、学习分析和教育的连线较粗, 说明这些关键词的之间的联系较为密切, 而形成性评价(formative assessment)、大规模评价(large-scale assessment)等关键词与智能技术之间的连线少且细, 由此可以明确国际上智能技术已经广泛地应用到整个教育领域当中, 但对于智能技术如何高效地应用于教育评价中并促进教育评价发展的相关研究较少, 还未形成一种稳定的模式, 没有构建出社会公认的评价体系。

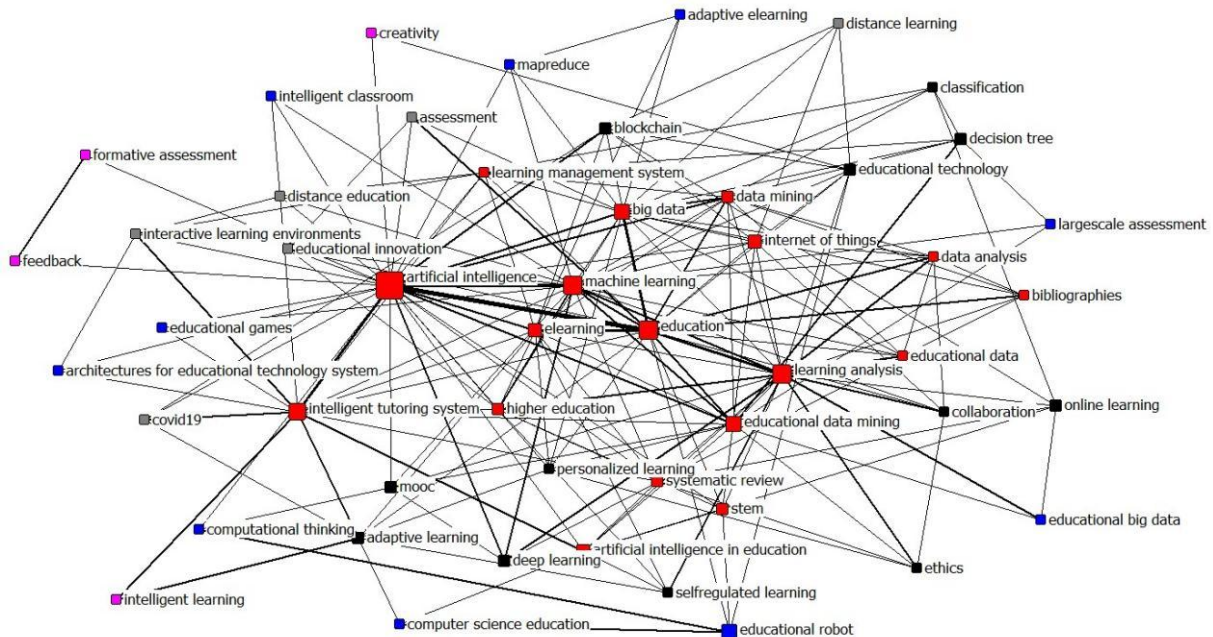


图 1 高频关键词共现网络图

根据高频关键词（即排名前 22 位的关键词）共现的多值和二值矩阵，运用 UCINET 计算关键词的中心性，其中利用多值矩阵进行度中心度的计算，用二值矩阵进行中间中心性的计算（董芸和邱小健，2020）。表 2 中的序号是对关键词进行中心性分析后的排序，词频排名是指表 1 中高频关键词的排名。对比两组排名可以发现，大部分关键词大部分关键词的排名只在小范围内浮动，排在前几位的关键词始终是人工智能、机器学习、学习分析和教育，说明这些关键词是目前智能技术促进教育评价领域中的研究热点。也有些排名大幅度变动的关键词，如系统性评价(systematic review)频次排名虽然靠后，但度中心性和中间中心性排名靠前，这说明系统性评价与其他关键词之间的联系较为密切，控制其他关键词之间交往的能力较强，表明对于系统性评价的研究虽然不多，但已经处于该领域研究中较为重要的位置。

序 号	词频 排名	关键词	Degre e	词频 排名	关键词	Between-ness
1	1	artificial intelligence	39.00	4	learning analysis	29.83
2	3	education	34.00	3	education	28.092
3	2	machine learning	26.00	1	artificial intelligence	22.995
4	4	learning analysis	22.00	2	machine learning	14.164
5	9	elearning	16.00	8	educational data mining	5.412
6	8	educational data mining	15.00	9	elearning	4.087
7	5	intelligent tutoring system	15.00	6	big data	3.161
8	6	big data	14.00	5	intelligent tutoring system	2.858

9	17	data mining	11.00	21	stem	2.644
10	15	higher education	10.00	17	data mining	2.28
11	11	internet of things	8.00	10	artificial intelligence in education	1.798
12	22	systematic review	8.00	14	blockchain	1.723
13	10	artificial intelligence in education	8.00	22	systematic review	1.618
14	14	blockchain	7.00	12	educational technology	1.508
15	19	deep learning	7.00	11	internet of things	1.256
16	21	stem	7.00	15	higher education	1.162
17	12	educational technology	6.00	20	online learning	0.492
18	13	adaptive learning	5.00	16	mooc	0.203
19	16	mooc	5.00	7	educational robot	0.119
20	20	online learning	4.00	18	decision tree	0.079
21	18	decision tree	4.00	19	deep learning	0.037
22	7	educational robot	3.00	13	adaptive learning	0

表 2 高频关键词中心性测度分析结果

2.2. 关键词聚类分析

本文借助 UCINET 软件对关键词进行聚类分析，将高频关键词二值矩阵导入 ucinet，进行以下处理：Tools—Cluster Analysis—Hierarchical。依据层次分析结果以及参考相关文献，将 22 个高频关键词分为五类。

种类一包含关键词人工智能、自适应学习、学习分析。基于人工智能和学习分析技术，促进自适应学习的发展。Choi 和 McClenen(Choi & McClenen, 2020)指出教育领域越来越多地关注在线形成性评价，对于评估模型和设计已经进行了广泛研究，但尚未提出基于心里测量模型的系统软件，因此他们以人工智能和计算机自适应测试为学习分析方式，设计了计算机形成性自适应测试，能够根据学习者能力提供相应的测试题目，同时给予形成性评价反馈。

种类二包含关键词机器学习、教育机器人、决策树、网络化学习。机器学习能够根据数据和经验不断改进算法，应用于教育评价中能够对教育数据进行分析，提供反馈意见。Zhu 和 Arthur 等人(Zhu, Arthur, & Chang, 2022)设计出新的基于机器学习的个人拟合方法，解决认知模型中的测试数据由于某些偏差或异常响应模式（如欺骗、睡眠和随机猜测）导致测试结果不准确的问题，给予更加精确的关于学生有缺点的个性化反馈。

种类三包含关键词大数据、智能辅导系统、在线学习、mooc、教育技术、区块链、stem、数据挖掘。利用智能辅导系统、区块链等技术充分挖掘在线学习过程中的数据信息，依据获取的大数据进行教育评价，为教育提供更加精准、科学的反馈信息。Mao 和 Zou 等人(Mao, Zou Song, & Yin, 2017)提出 Apriori-Gen algorithm（先验元算法），突破传统 Apriori algorithm（先验算法）在教育评价中的局限性，并将该算法用于思政课的评价中，取得了一定成效。

种类四包含关键深度学习、物联网、教育数据挖掘、系统性评价。通过物联网技术最大限度的促进深度学习，将获取的有关数据作为系统性评价的依据。Farhan, Jabbar 等人(Farhan et al, 2018)设计了基于物联网的交互框架，进行电子学习学生体验分析，并设置数据收集模块，通过对数据的分析为学生的学习的学习评估提供依据。

种类五包含关键词教育、人工智能教育、高等教育。将智能技术应用于教育评价首先要对了解关理论基础，明确高等教育评价的研究现状，将人工智能教育融入到高等教育之中，探索利用智能技术发展教育评价的有效模式。

2.3. 作者合作网络分析

本文主要选取发文量排名前 50 的作者绘制作者合作网络图。将前 50 名发文作者组成的共现矩阵导入 UCINET 内嵌的 NetDraw 中（方法同上），生成国外智能技术促进教育评价发展作者合作网络图，如图 2 所示。图中节点代表作者，正方形节点大小代表作者发文频次，发文量越多节点越大，节点连线粗细表明作者合作的密切程度。在 NetDraw 中进行 K-核分析，作者节点的颜色代表通过分析得到的不同的分组，其 K 值大小从高到低依次为红色、灰色、黑色、蓝色。从图中可以看出，黑色节点组有 5 组，红色和灰色节点组各有 2 组，但红色组节点数量多，说明红色节点代表的作者在智能技术促进教育评价发展领域中合作规模大，其团队的研究成果最具影响力，而蓝色节点都是孤立节点，与其他节点之间不存在联系。

网络密度可以用来度量网络成员之间联系的紧密程度（陈兰兰，2013）。将从 SATI 中导出的作者合作二值矩阵导入 UCINET 中计算作者合作网络密度，得到结果为 0.031，网络连通性不够，说明对于智能技术促进教育评价发展的研究已经形成了一些小的研究团体，但合作关系比较松散，各小团体之间没有合作，该领域还未形成一个较大的合作团体，与上述对作者合作网络分析结果一致。

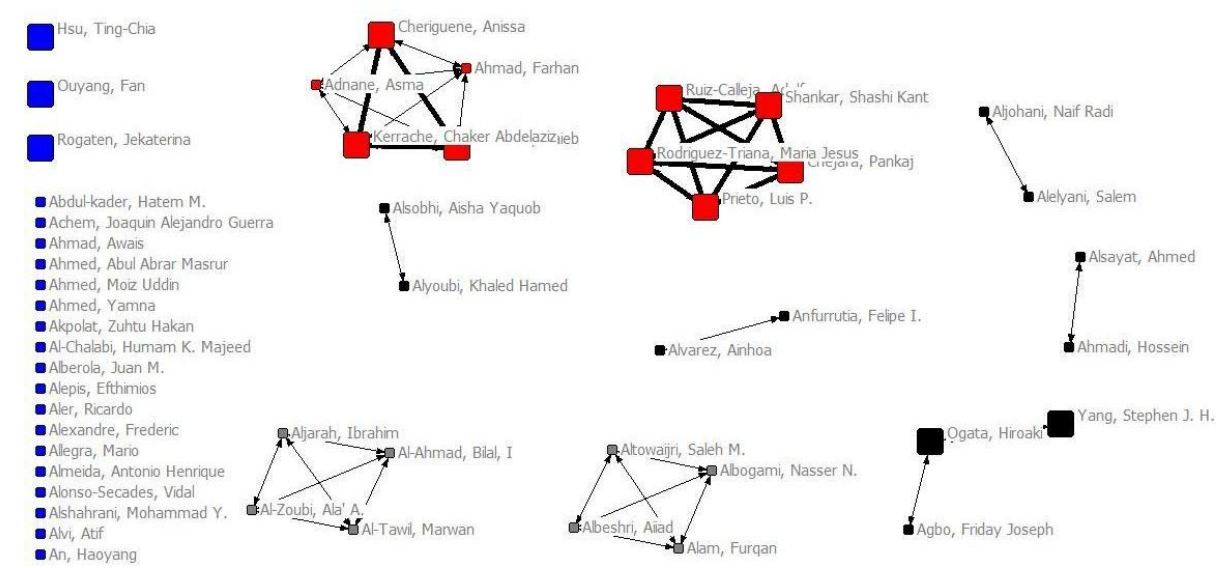


图 2 国外作者合作网络图

对作者合作网络网络分析只能得到各作者之间合作程度的有关信息，无法明确某个作者在整个网络中的权利或者地位，因此本文进行了中心性分析，具体数据如表 3。点度中心性体现作者之间直接相连的关系，一般作者的点度中心性越高，表明该作者的合作者越多，在这个网络中处于中心地位；中间中心性体现了作者对资源的控制力，中间中心性越大，则该作者能够掌握更多的资源，在整个领域研究中有着举足轻重的地位；接近中心性一般用于完全相连的图的测量，对本研究的价值不大。通过表 3 可以发现，Chejara 的度中心性、接近中心性以及中间中心性排名均靠前，表明他在该领域具有举足轻重的地位，并且掌握较多的学术资源。

表 3 高频作者合作中心性分析

序号	作者姓名	Degree	作者姓名	nCloseness	作者姓名	nBetweenness
1	Chejara, Pankaj	8.16	Chejara, Pankaj	2.17	Ogata, Hiroaki	0.09
2	Prieto, Luis P	8.16	Cheriguene, Anissa	2.17	Chejara, Pankaj	0.00
3	Rodriguez-Triana, Maria Jesus	8.16	Kabache, Taieb	2.17	Cheriguene, Anissa	0.00
4	Ruiz-Calleja, Adolfo	8.16	Kerrache, Chaker Abdelaziz	2.17	Hsu, Ting-Chia	0.00

5	Shankar, Shashi Kant	8.16	Prieto, Luis P	2.17	Kabache, Taieb	0.00
6	Cheriguene, Anissa	6.12	Rodriguez-Triana, Maria Jesus	2.17	Kerrache, ChakerAbdelaziz	0.00
7	Kabache, Taieb	6.12	Ruiz-Calleja, Adolfo	2.17	Ouyang, Fan	0.00
8	Kerrache, Chaker Abdelaziz	6.12	Shankar, Shashi Kant	2.17	Prieto, Luis P	0.00
9	Adnane, Asma	4.08	Adnane, Asma	2.17	Rodriguez-Triana, Maria Jesus	0.00
10	Ahmad, Farhan	4.08	Ahmad, Farhan	2.17	Rogaten, Jekaterina	0.00

3. 讨论与建议

3.1. 研究结论

借助 SATI, 利用 UCINET 对 web of science 核心数据库中的论文进行可视化分析, 可以得到如下结论:

对关键词频次、高频关键词共现网络以及高频关键词中心性的进行统计与分析, 发现人工智能、学习分析以及机器学习处于该领域的研究中心, 且这些技术与教育、高等教育等关键词的共现性更强, 而与评估、形成性评估以及反馈等关键词的共现性强度小, 由此可以得出这些关键词与评价之间还未建立起密切的联系, 说明在教育领域智能技术的应用已经较为普遍, 但是还没有有效地应用于教育评价当中。并且对关键词共现网络图研究发现, 与评价相关的关键词数量少、频次低, 一方面是由于文献数量少, 形成的网络图不够完善, 另一方面也是由于该领域的研究还处于起步阶段, 发展并不成熟。因此, 学者应注重转变传统的教育评价方式, 充分发挥智能技术的优势, 以期从根本上促进教育评价智能化, 这涉及智能评价工具的研发、教育评价模式的创新以及评价指标体系的构建等工作。

对关键词进行聚类, 大致可以分为五类, 与自适应学习、机器学习、在线学习、深度学习以及人工智能教育等主题相联系。从聚类结果能够看出, 相关文献涉及的内容主要停留在学习方式以及智能技术的研究上, 对于如何使用智能技术促进教育评价发展相关理论研究不够深入, 目前的研究还没有形成智能技术有效促进教育评价的指标体系, 主要集中在自动评分系统的研究与设计, 还需不断深入探索。。

对作者合作网络分析发现, 在教育评价中应用智能技术的相关研究中, 发文数量较少, 并且作者合作网路密度低、连通性差, 虽然各研究者之间形成了小型合作关系网, 但大部分还处于个人独立研究的状态, 缺少大规模的合作研究, 这种情况不利于智能技术促进教育评价的深入研究, 还需加强各学者之间的合作关系, 形成专业化的科研队伍, 促进教育评价向智能化转型升级。结合作者合作网络图以及对作者合作网络中心性分析结果, 能够发现 Chejara 在该领域中处于核心位置, 其研究重点关注多模态学习分析(Multimodal Learning Analytics, 简称 MMLA), 研究人员逐步采用机器学习的方法开发多模态学习分析系统模型, 以改善学习和教学实践, 该系统能够利用多模态学习更好的模拟学习情况, 但其由于技术的复杂性以及设计人员较少, 因而尚未在教育实践中广泛传播, 在未来的研究中, 依旧是需要重点研究的领域。

3.2. 智能技术促进教育评价建议

首先, 需要制定智能技术促进教育评价发展的指标体系。评价指标体系包括评价指标、指标权重以及评价标准。目前关于智能技术促进教育评价发展的研究相对较少, 主要集中在理论层面, 还未制定相应的评价指标, 因此制定有关智能技术促进教育评价发展的一级指标、细化二级指标、确定指标权重以及评价的标准是该领域亟待解决的问题。同时, 在制定指标体系时要坚持科学性、多元性、系统性、动态性以及可操作性的原则 (肖平和李洋, 2012)。

其次，需要全方位、多层次挖掘教育过程数据。刘邦奇等人（刘邦奇、刘碧莹、胡健和袁婷婷，2022）指出，全域评价数据采集与汇聚能够保证综合评价的专业性、科学性以及专业性，能够全时段自动采集教育过程的数据，能够在评价主体无意识的情况下采集数据以保证数据的真实性。因此，我们应该充分利用人工智能等技术全方位、多层次地采集教育数据，为教育评价提供真实可靠的数据分析基础。

最后，需要有效利用区块链技术，保障教育数据的安全性。为确保能够顺利实现评价目标，必须坚持评价过程以数据为核心。教育评价者获得教育大数据后必须采取相关手段，防止数据被他人篡改，保证评价数据的准确性和真实性。

4. 结语

近几年利用智能技术促进教育评价发展的研究开始出现在大众视野之中，转变以往的通过考试成绩或认为观察等方式获取有关教育评价的形式，开始借助人工智能、大数据等智能技术，以更加全面、科学的方式获取有关教学过程的数据。但对于怎样利用这些数据对教师以及学生进行有效评价，以及通过评价结果促进教师和学生能力发展有待进一步研究。

致谢：

本研究受到全国教育科学规划“十四五”规划2022年度教育学重点课题“智能技术赋能教育评价改革研究”（编号：ACA220026）的资助。

参考文献

- 刘邦奇、刘碧莹、胡健和袁婷婷（2022）。智能技术赋能新时代综合评价：挑战、路径、场景及技术应用。**中国考试**，06，6-15。
- 许双月（2022）。具身认知在国内设计领域的研究热点与趋势分析。**设计**，35(20)，76-79。
- 杨宗凯（2020）。利用信息技术促进教育教学评价改革创新。**人民教育**，21，30-32。
- 陈兰兰（2013）。基于社会网络分析和共词分析的国内关联数据研究。**图书与情报**，05，129-132。
- 肖平和李洋（2021）新时代高校研究生思想政治教育评价指标体系构建。**亚太教育**，23，153-155。
- 董芸和邱小健（2020）。知识图谱镜像中的我国劳动教育研究——基于2010-2020年CNKI文献的共词分析和社会网络分析。**职业技术教育**，41(18)，58-63。
- 虞秋雨和徐跃权（2020）。共词分析中高频词阈值确定方法的实证研究——以新冠肺炎文献高频词选取为例。**情报科学**，38(09)，90-95。
- Choi, Y., & McClenen, C. (2020). Development of Adaptive Formative Assessment System Using Computerized Adaptive Testing and Dynamic Bayesian Networks. *Applied Sciences*, 10(22), 8196.
- Cong, C., & Fu, D. (2021). An AI based research on optimization of university sports information service. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3313-3324.
- Farhan, M., Jabbar, S., Aslam, M., Ahmad, A., Iqbal, M. M., Khan, M., & Maria, M.-E. A. (2018). A Real-Time Data Mining Approach for Interaction Analytics Assessment: IoT Based Student Interaction Framework. *International Journal of Parallel Programming*, 46(5), 886-903.
- Gardner, J., O'Leary, M., & Yuan, L. (2021). Artificial intelligence in educational assessment: 'Breakthrough? Or buncombe and ballyhoo?' *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(5), 1207-1216.
- Mao, C.-L., Zou, S.-L., & Yin, J.-H. (2017). Educational Evaluation Based on Apriori-Gen Algorithm. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(10).

- Tang, J., & Hai, L. (2021). Construction and Exploration of an Intelligent Evaluation System for Educational APP through Artificial Intelligence Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(5), 17 – 31.
- Zhu, Z., Arthur, D., & Chang, H. (2022). A new person - fit method based on machine learning in CDM in education. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 75(3), 616 – 637.

基于人工智能的视频教学资源设计与应用——以数字播报人为例

Design and Application of Video Teaching Resource Based on Artificial Intelligence——Take digital human as an example

季丽丽^{1*}, 高丹丹¹

华东师范大学教育学部教育信息技术学系

*572841298@qq.com

【摘要】 疫情期间,教育信息化的步伐加快,在线教学成为“停课不停学”的新常态,教育视频课程作为最为基础与核心的要素之一,其设计与制作是影响在线教学质量的关键。与此同时,学生注意力分散、课程趣味性不高、教师制作视频困难等问题也日益突出。人工智能作为一种流行且广泛应用的新型信息技术,可以将其关键技术运用于在线教学中。本研究将借助人工智能视频制作工具设计和制作教学资源并将其运用在课堂中,研究发现基于人工智能的数字播报人教学视频会丰富教学形式,增强学习趣味性。

【关键词】 人工智能; 教学视频; 数字人; 在线教学

Abstract: With the accelerated process of educational informationization, online teaching becomes the main teaching method during the epidemic. As one of the most basic and core elements, the design and production of educational video courses are the keys to affect the quality of online teaching. Meanwhile, problems such as students' distraction, low interest in the curriculum, and teachers' difficulty in making videos have become increasingly prominent. As a popular and widely used new information technology, AI can apply its key technology to online teaching. This research will use AI video production tools to design and produce teaching resources and use them in the class. It is found that the teaching video based on AI will enhance the fun of learning.

Keywords: Artificial Intelligence, teaching video, digital human, online teaching

1. 前言

目前我国已经进入后疫情时代(王竹立, 2020), 在线教学成为“停课不停学”的主力军。但是数据显示, 有相当多的学生表示在线上学习过程中有容易分散注意力、缺乏监督、效率低下等问题, 对于教师来说, 有课堂监管困难(赵京波 等, 2020)、教学方式单一、在线教学负担超重等问题(谢幼如 等, 2020), 因此, 如何设计出制作成本低且富有趣味性的课程视频成为一个急需解决的问题。人工智能是一种流行且广泛应用的新型信息技术, 我国《新一代人工智能发展规划》、《教育信息化 2.0 行动计划》提出要发展推进“智能教育”, 本文将讨论如何将人工智能中的文本语音驱动技术、虚拟数字人等技术运用于在线教学视频中, 形成智能教学视频。因此, 笔者将设计基于人工智能数字播报人的视频教学资源, 并将其应用在真实课堂教学中, 它不仅减轻教师制作视频的负担, 而且会提高课堂趣味性, 对学生的有积极影响, 也为教学智能化提供了借鉴意义。

2. 研究现状

2.1. 在线教学现状

根据艾媒网发布的《2020 年春季中国学校在线复课效果评估专项调研报告》, 2020 年新冠疫情期间, 在线复课将覆盖包括学生教职工在内近 3 亿人, 在线教育迎来首次全国大规模落地实施。在线教育从不同的维度进行划分可以有多种教学形式, 如慕课、微课、翻转课堂、直播课堂、录播课堂、在线自主学习等, 学习资源也包括文字材料、音视频等多种资源形式。

其中，视频课程作为最为基础与核心的要素之一，其设计与效果是影响在线教育质量的关键因素（原铭泽 等，2020）。然而目前在线教学出现了优质视频短缺，包含信息量过大，由于成本约束教师不出镜等问题（陈洁，张文涛，2021）。导致在教学过程中，学生被动接受知识、失去学习兴趣，学习情感投入、认知投入都不高，教学效果并不理想。Carrillo 和 Flores（2020）在研究在线教学效果时提出，在线学习环境的所有成员能积极参与和思考，才是实现有效在线教学的核心。因此，优化在线教学资源，提高学生参与度和积极性，提升学生兴趣才是问题的关键。优化视频资源，除了要优化教师的教学设计外，利用技术支持是更为便捷的手段。

2.2.人工智能辅助在线教学的优势

人工智能(Artificial Intelligence)是研究、开发用于模拟和延伸人类智能的理论、方法、技术及应用系统的科学（刘清堂 等，2016）。近年来，人工智能开始将教育作为重要应用领域之一，并形成跨学科的新兴研究领域：教育人工智能（孙众 等，2020）。目前人工智能在教育方面的应用分为四种类型：智能在线学习平台、智能教育助理、智慧教室和智能校园（刘清堂 等，2019）。

在智能教育的时代背景下，人工智能也逐渐用来优化教学视频。Jayanthiladevi 等人（2020）表示，人工智能驱动的技术，如深度学习、机器学习和自然语言处理，是视频分析、制作和流媒体的下一代变革技术。基于人工智能的教学视频，与传统视频相比，优势体现在以下几个方面。第一个是制作方面，可以利用语音识别、数字人合成等功能，快速生成教学视频，大大提高了视频制作效率，降低制作成本。第二是效果方面，基于人工智能的视频更具有科技感、趣味性和互动性，如笔者设计的数字人教学视频，虚拟数字人作为教师给学生讲课并跟学生互动，会增强学生的参与感、提升学生兴趣。同时，Kizilcec 等人（2015）对在线学习者采用长期追踪观察的方法，发现具有教师画面呈现的教学视频，学习者自我评价学习效果和社会存在感更好。数字人有高度拟人化的特点，微表情、发质、肤质都可以做到对真实人的还原，拥有贴近真正的教育相关者的虚拟形象（娄方园 等，2022），所以高度仿真的虚拟数字人教师代替真人教师出镜，不仅能解决部分教师不愿出镜问题还能增强学生学习效果。目前有多个平台支持这一功能，如腾讯智影平台。

3.教学资源设计

笔者运用智影数字播报人设计和制作了教学课程。数字播报人是一款人工智能数字虚拟人，其采用的自然语言处理、语音识别、语音合成、智能翻译、虚拟主播合成、视频内容识别等人工智能技术，还提供了字幕自动配音、视频字幕提取、虚拟主播等多种智能编辑辅助功能。只需将教学文本输入，便能自动转换成语音，同时选择合适的数字人形象，就能够快速生成一个同时具有虚拟教师和教学内容的视频。

《计算机系统基础》是教育技术学专业的必修课程，笔者以《计算机系统基础》第一章第一节冯·诺依曼基本结构为例，利用人工智能数字人设计和开发教学资源，通过人工智能数字人讲授计算机的组成和工作原理，并将其运用在课程中，检验其教学效果。资源设计包括了学习者分析、教学内容分析、教学目标分析、应用场景和教学方法，如表1教学资源设计表所示。

表 1 教学资源设计表

分析维度	分析内容
学习者分析	学生能熟练运用计算机，但是对于计算组成部分和原理的了解不足；学生希望能有更新颖的教学方式，提高课堂趣味性；也希望能在课堂上多跟老师互动，提高学习投入。
教学内容分析	本节课的内容是概念类，内容比较枯燥且抽象。主要包括讲述计算机基本原理和冯·诺依曼基本结构，认识输入设备、控制器、运算器、存储器、输出

	设备，需要依靠动画或者图片来辅助教学。
教学目标分析	1. 了解计算机的基本工作原理； 2. 掌握冯·诺依曼基本结构，能说出常用的计算机设备属于冯·诺依曼基本结构的哪部分。
应用场景	本视频可以作为线上教学的用在课程的导入环节，数字人作为教师的智能助手，通过新颖的数字人讲授、动画播放从而引起学生兴趣，改善注意力不集中的问题。
教学方法	运用讲授法，只不过是数字人代替真人教师进行讲授。首先通过动画形式让同学们了解世界上第一台计算机的诞生和冯·诺依曼基本结构，然后讲授基本概念，并且提出思考题和学生互动思考，在兼顾趣味性的同时也兼顾了教学的互动性和沉浸式的特点。



图1 视频课程截图（人像已马赛克）

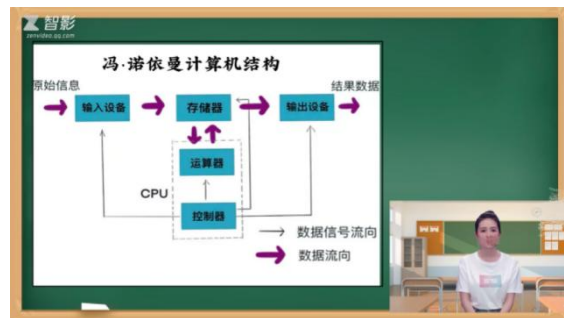


图2 视频课程截图

4.教学应用与结果分析

4.1.问卷分析

该视频将运用于真实课堂，为了反映基于人工智能的教学视频的应用真实情况，将采用问卷调查法，并且通过“问卷星”电子问卷的形式进行。本次的调查对象为某大学教育技术专业学生。共采集到问卷68份。本次调查问卷调查的主要内容包括：（1）学生在线学习的相关经历，包括对各教学平台的熟悉情况、在线学习情况、对平台的建议等。（2）对人工智能支持的教学视频的满意度，包括视频趣味性、视频互动性、学习效果等。（3）对之后在教教学视频的建议和展望。通过分析这几个方面的情况，对在线视频现状和本次课程实施情况进行把控。

根据问卷结果显示，在学生在线学习经历方面，有86%的学生认为自己在在线学习时注意力不集中，80%的人觉得线上学习枯燥，有67%的人希望教师能运用新型技术来提高课堂的兴趣，提高学生注意力。在对人工智能支持的教学视频的满意度方面，有55%的同学认为该类型的视频能增强课程趣味性，有69%的同学给出了积极评价。说明基于人工智能的教学视频确实对课堂有积极作用，符合学生对课堂的期待。

4.2.教师访谈分析

为了了解一线教师对该类视频的认可度和满意度，笔者对该专业两名任课教师进行访谈。访谈内容包括目前的在线教学学生的参与度和积极性的状态，对该类视频的认可度，是否愿意尝试使用此类工具制作视频。综合两名教师的意见，访谈结果如下：（1）针对目前的在线教学现状，教师觉得学生参与度和积极性比较低。（2）对基于人工智能支持的教学视频资源的体验与感受，教师觉得形式新颖，提高学习兴趣需要看教师的运用情境。可以用来读学习内容，让学生体验另一种听讲方式。（3）是否愿意尝试运用此类工具，该教师认为如果提供使用手册可以尝试使用。

5.研究结论

后疫情时代推动了教育信息化的发展,线上教学已经成为日常教学中不可分割的一部分,但是仍然存在许多问题,存有改善的空间。本研究利用人工智能语音识别、数字人合成等技术,设计并制作人工智能支持的教学视频,并将其应用在实际课堂中。通过研究表明,人工智能支持的教学视频对课堂有很大的实际意义,真实趣味的虚拟场景能够吸引学生,从视觉等方面给予学生更生动、更有趣的课堂体验。从课堂效果上来说是有利的,是非常好的教学辅助资源。但是对于教师来说,这是一个新工具,教师对此不够熟悉,需要使用手册来说明辅助使用。

笔者希望通过本次研究,能够为改善在线教学环境提供可借鉴的材料。基于人工智能技术的数字人视频教学资源,对改善在线教学环境、提高学生课堂积极性意义重大。新颖的、充满科技色彩的教学工具能够调动学生积极性,提升课堂趣味性;更智能化的视频制作工具能够使教师简化教学视频录制工作,减轻制作负担;除此之外,智能化的教学资源可以丰富教学形式,教师可以利用数字人工具进行教学导入,还可以进行听写、点名等简单的交互。在智能教育的潮流下,教师应该充分利用人工智能技术来辅助教学,发挥智能工具的优势,为课堂注入新鲜活力,同时积极推动科技与教学深度融合,赋予数字技术更多价值与意义。

参考文献

- 王竹立.(2020).后疫情时代,教育应如何转型?. *电化教育研究*(04),13-20.
- 郑勤华,秦婷,沈强,桂毅,周晓红,赵京波... & 曹一鸣.(2020).疫情期间在线教学实施现状、问题与对策建议. *中国电化教育*(05),34-43.
- 谢幼如,邱艺,黄瑜玲 & 王芹磊.(2020).疫情防控期间“停课不停学”在线教学方式的特征、问题与创新. *电化教育研究*(03),20-28.
- 国务院新闻办公室. (2018-09-10). 新一代人工智能发展规划.
<http://www.scio.gov.cn/34473/34515/Document/1559231/1559231.htm>.
- 中华人民共和国教育部.(2018-04-18).教育信息化 2.0 行动计划.
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html?from=timeline&isappinstalled=0
- 原铭泽,王爱华 & 尚俊杰.(2020).在线教学中教师该不该出镜?——教师呈现对学习者的影响研究综述. *教学研究*(06),1-8.
- 陈洁 & 张文涛.(2021).开放大学 MOOC 教学视频设计与开发研究. *天津电大学报*(04),18-25.
- 刘清堂,毛刚,杨琳 & 程云.(2016).智能教学技术的发展与展望. *中国电化教育*(06),8-15.
- 孙众,吕恺悦,骆力明,陈美玲,许林 & 施智平.(2020).基于人工智能的课堂教学分析. *中国电化教育*(10),15-23.
- 刘清堂,何皓怡,吴林静,邓伟,陈越,王洋 & 张妮.(2019).基于人工智能的课堂教学行为分析方法及其应用. *中国电化教育*(09),13-21.
- 娄方园,齐梦娜,王竹新 & 王娟..元宇宙场域下的教育数字人及其应用. *图书馆论坛*.
- Carrillo, C., & Flores, M. A. (2020). COVID-19 and teacher education: a literature review of online teaching and learning practices. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 466-487.
- Jayanthiladevi, A., Raj, A. G., Narmadha, R., Chandran, S., Shaju, S., & Prasad, K. K. (2020, December). AI in video analysis, production and streaming delivery. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1712, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Kizilcec, R. F., Bailenson, J. N., & Gomez, C. J. (2015). The instructor's face in video instruction: Evidence from two large-scale field studies. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 724.

我国教育机器人应用研究现状——基于 CiteSpace 知识图谱可视化分析

Research Status of Educational Robot Application in China——Based on CiteSpace Knowledge Graph Visual Analysis

范千喜¹ 林雅琳¹ 曾钰琦¹ 刘博¹
华南师范大学教育信息技术学院

【摘要】教育机器人是人工智能运用于教育领域的典型应用，促进了人才培养目标和教育教学模式的深刻变革，推动了教育领域的创新化发展。文章以 CNKI 数据库中的相关文献为研究对象，基于“教育机器人”、“机器人教育”和“机器人教育应用”等主题进行检索，运用 CiteSpace 等软件分析和总结出了我国教育机器人在教育教学中应用的三方面内容：教育机器人在教育领域中采用的技术、教育机器人对基础教育模式的影响、教育机器人对学生高阶能力的培养。最后对教育机器人的应用现状与实施困境指出相应措施，以期为国内机器人与教育的创新融合与实践应用提供参考。

【关键词】 教育机器人；机器人应用；教育应用；研究综述

Abstract: Educational robots are typical applications of artificial intelligence in the field of education, which has promoted the profound transformation of talent training goals and education teaching models, and promoted the innovative development of the field of education. Based on the topics of "educational robot", "robot education" and "robot education application", this paper analyzes and summarizes the three aspects of the application of educational robots in education and teaching in China by using CiteSpace and other software: the technology used by educational robots in the field of education, the impact of educational robots on the basic education model, and the cultivation of students' high-order abilities by educational robots. Finally, the application status and implementation dilemma of educational robots are pointed out corresponding measures, in order to provide reference for the innovative integration and practical application of domestic robots and education

Keywords: Educational Robots; Robotics Applications; Educational Applications; Review of Studies

1. 概述

随着人工智能、大数据分析、传感器等技术的不断发展，机器人被越来越广泛地应用于教育教学领域。2017 年，国务院颁布的《新一代人工智能发展规划》中多次提到机器人，明确指出了智能教育的重要性。2018 年，高中通用技术课程中增加了“机器人设计与制作”模块。教学机器人和机器人教育课程的出现，推动着教育逐步向智能化发展。近十几年来，教育机器人在教育领域的应用得到不断发展和深化，我国诸多学者也在教育机器人应用研究领域进行了积极的探索，研究内容主要为：一是机器人赋能教育模式变革，柳晨晨提出将智能机器人与传统课堂的相互融合，形成“双师+学习者”的新型教学模式(柳晨晨、宛平和王佑镁, 2020)；二是机器人赋能教育教学创新应用，清华大学与“学堂在线”借助庞大的高等教育在线学习知识图谱，合作研发了能够实现学习问题自动解答的“小木”机器人(Jing X&Tang J, 2017)；三是机器人赋能学生高阶能力的培养，网龙 AI 教育机器人与 STEAM 教育相结合，学生使用 AI 编辑器的图形化积木进行拼搭编程，培养其创新能力、实践能力和协作技能。由此可见，对研究成果进行梳理不仅能够明晰教育机器人在我国的应用研究现状，也能为未来教育机器人的发展方向提供参考思路。

2. 研究设计

2.1. 数据来源

本研究以 CNKI 学术期刊全文数据库为数据来源,检索条件为主题:机器人教育或主题:教育机器人或主题:机器人教育应用。检索跨度为 2012~2022 年,剔除不符合主题的文献,其中文献纳入标准:(1)研究对象为机器人或教育机器人;(2)研究内容为教育应用;(3)文献类型为研究论文或综述;排除标准:(1)数据不全的研究;(2)仅有摘要的研究。综上共选取 1576 篇文献作为研究样本。

2.2. 研究设计

本研究首先将所筛选的文献数据经过 CiteSpace 自带的格式转换器进行预处理,再导入到 CiteSpace 中进行知识图谱生成。CiteSpace 的参数设置如下:时间阈值为“From 2012 to 2022”时间切片为 1 年,连线阈值数据对象强度设置为夹角余弦距离(Cosine)类型;节点阈值(Selection Criteria)设置为每年频次最高的节点数据(Top N)类型,数值为 50,节点类型为关键词,知识图谱网络修剪方式为寻径网络算法(Pathfinder)。

3. 研究结果

3.1. 关键节点分析

3.1.1. 热点分析



图 1 关键词共现图谱

Top 14 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2012 - 2022
传感器	2012	4.23	2012	2016	
创新教育	2012	4.44	2013	2016	
创新能力	2012	3.41	2014	2017	
中小学	2012	3.24	2014	2016	
微课	2012	2.91	2014	2015	
创客教育	2012	8.67	2016	2018	
创客	2012	4.72	2016	2017	
教育	2012	3.54	2017	2019	
深度学习	2012	2.85	2017	2018	
人工智能	2012	8.48	2019	2022	
课程设计	2012	3.69	2019	2022	
计算思维	2012	5.69	2020	2022	
教学设计	2012	5.33	2020	2022	
应用	2012	2.73	2020	2022	

图 2 关键词突现

本文通过关键词共现功能,从出现频率、中介中心性、突现强度等方面揭示教育机器人的研究热点和发展动向,如图 1 所示。图中的 12 个热点关键词可大致归纳为三个方面:①教育变革方面,主要涉及“中小学”、“教学模式”。机器人应用于教育领域而出现的相关课程为基础教育阶段带来新的活力,也对教师教学能力提出了新要求,因此需要探索并创新人机协同的教学模式;②信息技术方面,主要涉及“人工智能”、“传感器”。人工智能是教育机器人的关键技术之一,传感器在机器人控制中起重要作用。提高移动机器人的定位精确度和稳定性可以提升机器人运用于教学时的性能质量;③人才培养方面,主要涉及“创客教育”、“创客空间”、“创新能力”和“创新教育”。这四个关键词皆以创新为主,由此可知机器人教育教学与创客理念相融合能够促进学生创新能力以及高阶思维的培养。

3.1.2. 前沿分析

本文通过使用 CiteSpace 软件对检索到的文献进行共现关键词 timeline 分析可以得到与“教育机器人”共现关键词的时间线图如图 2 和图 3。在软件中利用突现词检测等功能,可以清晰的看出我国 2012 年~2022 年内教育机器人领域的发展变化情况。

从图 2 和图 3 中可以看出,在 2012~2016 年,学者们对机器人在教育领域中的最早的研究内容为“传感器”及“创新教育”。随着国内创客文化的发展,“创客教育”一词在 2016 年前后被大量提及与引用,持续时间从 2016~2018 年,且突现强度最强,高达 8.67。机器人进入中小学课堂中后,教育领域的深度学习也随之出现,极大促进了我国基础教育改革。随着新技术的发展,“人工智能”一词的突现强度与持续时间都位居前列,尤其在 2019 年后呈现快速增加的趋势,这可能与近年来智能技术的应用以及相关课程改革的不断推进有重要的关系。2020~2022 年,人工智能、计算思维、课程设计和应用等关键字凸显最为明显。根据时

间线图 3 可知：近两年来，机器人方面的研究主要集中于路径规划算法研究、机器人教育校本教材开发研究等方面；在相关的校本课程建设中强调 AI 伦理；机器人课程教学模式探究中逐步重视体验学习。智能机器人课程是培养未来创新人才的有效途径之一，基于体验学习的教学模式有益于培养学生的信息素养、创新精神、实践能力(袁加欣、孔新梅、杜东燕,和方海光, 2022)。除了将机器人作为教学主体融入课堂中外，在新型的“双师”课堂中，机器人作为助教角色与教师在课上进行分工协作，更进一步地探索了人机协同课堂的新样态(方海光、孔新梅、李海芸和郑志宏, 2022)。据图谱及文献分析可知，与教育机器人相关课程设计、教学模式及应用探索是当前教育机器人领域内的研究趋势。

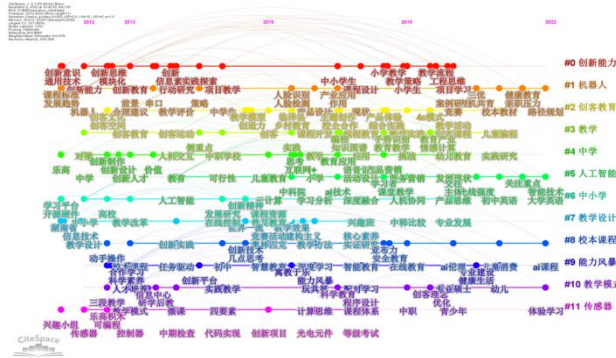


图 3 关键词时间线可视化图



图 4 聚类分析图谱

3.2. 聚类分析

本文从图 4 得出机器人在教育领域中主要涉及 12 个聚类，并归纳为：教育机器人在教育领域中采用的技术、教育机器人对基础教育模式的影响、教育机器人对学生高阶能力的培养。

教育机器人在教育领域采用的技术——3 个聚类

#1 机器人、#5 人工智能、#11 传感器。教育机器人的主要功能是让学生通过使用人工智能技术来完成各种实践操作，以此培养学生的分析、实践和创新能力。传感器是教育机器人获得感知的基础，教育机器人在课堂中行走、感知物体等行动均依靠传感器。根据功能特性可以对传感器进行分类并赋予智能教育机器人类似人的感知能力，促进了机器人在教育实践中的发展(陈数刚, 2007)。人工智能技术应用于教育机器人能够使其具备师生交流互动和问题反馈等智能功能。人工智能技术能控制机器人实现专家应用功能，也能模仿人工神经网络可以实现机器人导航与定位功能，推动教育机器人在教育应用中的智能化(柯振东, 2021)。

教育机器人对基础教育模式的影响——6 个聚类

#3 教学、#4 中学、#6 中小学、#7 教学设计、#8 校本课程、#10 教学模式。根据我国教育机器人在中小学应用的调查分析可知，机器人进入课堂是教师和学生都期待的(钟柏昌和张禄, 2015)。机器人在英语学科中可以辅助词汇学习和角色扮演等教学环节，这一举措可以激发学生学习兴趣、增加学习互动性，同时减少教师教学负担(余乐, 2022)。与此同时机器人进入课堂也会造成一些问题，如课堂时间不够用、学生注意力转移等，这对人机协同的教学模式提出了更大的挑战。我国学者对人工智能教育机器人视域下的“双师课堂”教学形态进行探究，并论证了人机协同的教学模式可以发挥教师与教育机器人的不同优势，提出了教学活动精细化、课堂分析数据化和人机协同化等措施，最终形成了一种闭环的智慧教学流程，提升教学质量，促进了学生的个性化学习(汪时冲、方海光、张鸽和马涛, 2019)。

教育机器人对学生高阶能力的培养——3 个聚类

#0 创新能力、#2 创客教育、#9 能力风暴。我国创客教育的发展突破了应试教育的限制，创客教育秉持实践创新的教育理念，而机器人作为实践创新的有效载体，发展成为了创客教育的重要组成部分。学生在创客教育和教育机器人打造的教学模式中自主思考、动手实践，促进其科学素养和实践能力的提升。创客教育推动了机器人教育的发展，两者的创新结合助力学生理论知识联系实际，学生在获得机器人和编程知识的基础上发展自身的高阶思维能力

和实践创新能力(吴永和和李彤彤, 2018)。机器人走进课堂是教育创新的一大举措, 对学生创造力有促进作用, 尤其是初中和小学阶段。与其他教学模式相比, 探究式教学更有利于激发学生的创造力(侯浩翔、张先义和王旦, 2022)。

4. 总结

综上所述, 本文将机器人在教育领域的应用大致分为三个方面: 信息技术上, 人工智能和传感器保证了机器人在教学时的性能质量和辅助教学能力; 在教育变革上, 教育机器人在课堂中的应用有利于探索并创新中小学人机协同教学模式; 其次, 本文在研究过程中发现机器人在教育领域存在的问题为: 人工智能技术还未充分应用, 目前教育机器人重教育轻育人, 没有将人工智能技术和神经网络融入; 教育机器人课程开发停留在机器人基础知识, 还有待提升; 教师缺乏新颖有效的人机协同教学; 机器人教育在实践课程中缺乏优质的案例资源。

基于教育机器人应用的现状, 本文提出以下举措: ①不断加强新型智能技术和机器人的创新融合, 真正做到技术赋能教育; ②大力推动机器人教育本土化校本课程, 规范课程内容和标准; ③高等教育院校和中小学联合开展对一线教师的培训, 在落实“双师课堂”的基础上不断提高教师开展机器人教学的素养和能力。机器人和教育的结合是技术赋能教育的具体实践, 我们需要在把握新型技术的基础上正确应对技术走进教育带来的挑战, 真正将机器人用于教育、助力教育和创新教育。

参考文献

- 陈树刚.(2007).传感技术在教育机器人中的应用.信息技术教育(06),15-16.
- 方海光、孔新梅、李海芸和郑志宏.(2022).人工智能时代的人机协同教育理论研究.现代教育技术, 32(7), 9.
- 侯浩翔,张先义和王旦.(2022).教育机器人可以提升学生创造力吗?——基于48项实验与准实验研究的Meta分析.华东师范大学学报(教育科学版)(03),99-111.
- 柯振东.(2021).人工智能在机器人领域中的应用与发展.科技与创新(24),160-161.
- 柳晨晨、宛平和王佑镁等.(2020)智能机器人及其教学应用:创新意蕴与现实挑战[J].远程教育杂志,38(02):27-36.
- 汪时冲,方海光,张鸽和马涛.(2019).人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究——兼论“人机协同”教学设计与未来展望.远程教育杂志(02),25-32.
- 吴永和和李彤彤.(2018).机器智能视域下的机器人教育发展现状、实践、反思与展望.远程教育杂志(04),79-87.
- 魏学峰、刘永渤、曲丽娟和王晓宇.(2018).教育测评机器人的理念构想与教学应用研究[J].中国电化教育研究,(12):25-30+53
- 余乐.(2022)论教育机器人在英语教学中的有效应用[J].海外英语,No.470(10):143-144+153.
- 袁加欣、孔新梅、杜东燕和 方海光.(2022).中小学人工智能机器人课程教学模式研究.中国教育信息化, 28(10), 6.
- 钟柏昌和张禄.(2015).我国中小学机器人教育的现状调查与分析.中国电化教育(07),101-107.
- Jing X&Tang J. Guess You Like:Course Recommendation in MOOCs[C]//Proceedings of 2017 IEEE/WIC/ACM International Conferences onWeb Intelligence(WI' 17),New York:ACM,2017:783-789.

人工智能教学应用研究综述

A Review on Application of Artificial Intelligence in Education

糟赞华¹, 蔡旻君²

西北师范大学

zao_zh@163.com

【摘要】 近年来人工智能应用于教育教学推动了教育变革向前发展。为了进一步促进人工智能在教学中的应用, 本文采用文献分析法发现目前人工智能教学应用主要围绕智能技术支持下的框架设计、模型构建、教师角色改变等开展研究, 这些研究成果对开展人机协同教学提供了理论支撑和方法指导, 但也存在教师和学生过度依赖技术、计算机无法识别幽默或讽刺性语句、个性化推送对学生爱好兴趣的影响、伦理道德等问题, 后期需要围绕人工智能助力学生全面发展、人工智能助力教师发展、人工智能助力教学评价开展进一步研究。

【关键词】 人工智能; 备课; 教学应用; 教师角色; 评价与诊断

Abstract: In recent years, the application of artificial intelligence in education and teaching has promoted the development of educational reform. In order to further promote the application of AI in teaching, this paper adopts literature analysis method to find that the current research on AI teaching applications mainly focuses on framework design, model construction, and teacher role change under intelligent technology support, etc. These research results provide theoretical support and methodological guidance for carrying out human-computer collaborative teaching, but there are also problems such as teachers' and students' over-reliance on technology, computers can not recognize humorous or sarcastic statements, impact of personalized push on students' hobbies and interests, ethics and morality, etc. Further research on AI for students' overall development, AI for teachers' development, and AI for teaching evaluation is needed in the later stage.

Keywords: artificial intelligence, prepare lessons, education application, teachers' role, evaluation and diagnosis

1. 简单回顾

本文基于文献研究法, 以“人工智能”、“智能技术”+“教学应用”为主题, 在《电化教育研究》、《中国电化教育》、《远程教育杂志》、《现代教育技术》等期刊中, 从2016年1月到2022年12月的相关文献中进行检索。通过梳理发现目前学者们对人工智能教学的研究主要集中在以下几个方面: ①在实践设计方面, 研究者们设计了沉浸式工程实践环境^[1], 分析了“5G+AI”创新教学实践活动的场景及示例^[2]。②在教学评价方面, 部分研究者构建了教学评价体系, 并提出关键技术^[3], 在人工智能背景下, 搭建了课堂教学评价的实践路径^[4]。③在教师角色转变方面, 诸多研究者从各个方面分析并提出未来教师角色的转变和发展, 以及提升教师自我信息素养的建议。④在人机协同方面, 构建机器人支持的新型“双师课堂”^[5], 探讨了智能机器人教学应用实施的案例, 构建人机协同课堂教学模式^[6], 并对部分案例进行了分析。⑤在未来课堂方面, 基于对智能技术赋能未来课堂的构想, 设计了系统方案, 并探索了系统方案的推进路径^[7]。

2. 详细解读

2.1 人工智能在备课中的应用

杨俊锋^[8]等对中美两国人工智能教育应用作比较研究时分析到智慧教材以其富媒体性、交互性、笔记、可管理、可分析等功能为教师教学和备课提供便捷, 在未来智能时代, 教师应

该将工作重心转向教学任务自动化。陈卫东^[9]等提出的4D打印技术为教师课前备课提供了思路,教师可以在课前打印出上课需要用到的智能教具。综上所述,人工智能技术在辅助教师备课方面发挥着不可忽视的重要作用,通过技术实现教育教学的智能化,提供丰富的备课资源,实现智能备课,通过精准推送,为教师和学生提供优质资源。

2.2 人工智能在教学中的应用

杨晓哲、任友群^[10]将人工智能教学应用场景分了八个方面,即智能辅导、微格教学、自适应学习、沉浸学习、自动测评、课堂评价、数据决策、智能治理。智能技术丰富了教师的教学过程和组 织方法,闫志明^[11]等提出的智能化教学系统,通过嵌入了面部识别技术,识别学生的面部表情,记录学生学习状态,以便及时反馈给老师和家长。柳晨晨等^[12]的文章通过梳理机器人的特征与功能,梳理出机器人在教学中的应用场景,如进行教学辅导、语言翻译、阅读陪伴、学习答疑等。

综上,专家学者们从教学场景、典型案例以及智能教学系统方面,从实践和理论两个大的方面分析和解释智能技术助力学习者个性化学习。机器人应用在课堂教学中能有效的帮助老师照顾到学生的学习以及情感问题。部分学生面对机器人时可能不会特别羞涩,更愿意主动表达自己的情感和想法。教学中的主要要素是教师、学生和教学内容,除了教师传授给学生的内容,机器人在辅助学生答疑时也会传授额外的知识。

2.3 人工智能在评价与诊断中的应用

杨晓哲、任友群^[10]认为在课堂评价方面,采用图像识别、语音识别、语义识别等对课堂进行分析,是人工智能在教育领域内应用的主要方向之一。胡钦太等^[3]基于人工智能前沿技术与高等教育教学评价原理,提出构建基于人工智能的高等教育教学评价体系的五大关键技术。并在此基础上总结人工智能应用在高等教育教学评价中的优势。如表1所示

表 1 人工智能应用在高等教育教学评价中的优势

比较项	人工智能教学评价	传统的教师人工评价
普惠化	可覆盖班级每一位同学	只能覆盖班级一部分学生
个性化	个性化程度高,细粒度	个性化程度低,粗粒度
公平性	算法标准统一	受人为因素影响大
实时性	实时性高	实时性低
精准干预	可实现精准的干预或预警	精准程度不高

刘邦奇等^[13]在人工智能技术支持下构建的智慧课堂教学体系总体框架中设计了智能评测服务层。吴立宝^[4]等提出利用人工智能技术对师生教学全过程表现信息进行采集,开展过程性评价。方便学生及时认识了解到自身学习状态,然后在老师的指导下正确地调整与改进。

综合上述研究成果,人工智能技术在教学评价中的应用确实对学习策略等进行了相应的指导,在评价过程中通过设计和使用各类关键技术,使得评价方式更灵活、更精准。实现了教育评价的各个功能,促使教育教学逐步向智能化方向迈进。

2.4 人工智能教学应用中教师角色的转变

郭炯等^[14]从四个方面探讨了智能时代的教师角色转型,梳理了未来教师角色转型的具体指向。在教育教学方面,未来教师角色主要向知识引导、智慧教育、资源整合、教学设计等视角转变;在学习服务方面,未来教师角色主要向学习组织、学习协作、信息咨询、过程辅助等视角转变;在技术应用方面,未来教师角色主要向人机协同、应用构建、伦理责任视角转变;在主体属性方面,未来教师角色主要向教学参与、教学研究、终身学习等视角转变。方海光、汪时冲等^[5]的研究提出人工智能教育机器人是人工智能技术集成化、具象化的课堂体现,并构建了新型“双师课堂”的学习环境模型。韦妙等^[15]审视了教师角色在智能教育生态下的多重转变四种类型。在技术方面,从教学者变成导学者;在数据方面,从分析者变成对

话者；在工作状态方面，从奴役者变成唤醒者；在教育本质方面，从追求者变成探索者。

结合专家学者们的观点，本研究认为在人工智能背景下，未来教师角色会发生重大改变，这也是必然的趋势，尤其在师生相处方面，教师角色的改变可以缓和师生融洽关系，使得师生关系更自然、更亲切，让教师和学生相处时无压力，未来大家既是师生关系，更是亲密朋友和知己。其次，人工智能时代教师角色更多的转向教学过程组织者、协助者和学生情感开导者，教师在未来将更全面、更细致的关注每一位学生的全面发展，打破了传统的“教师至上”的封建认识。

3.深度反思

李泽林、陈虹琴^[16]提出了这样的担忧，思维“寄生”的危机，相比教师单独授课，人工智能教学中在学生面临知识疑惑时计算机并不能完全理解学生是否确实遗忘了该知识点，然后将知识直接发送给学生。长时间下去，学生们只会过于依赖技术，学生们会面临全面发展的危机^[17]。综上所述，对人工智能教学应用中存在的问题本研究总结为以下三个方面：学生层面主要在于智能技术与教育融合的过程中要注重学生核心素养、创新能力、学生主动创造性等方面的培养；教师层面主要要求教师顺应时代发展，提高自身信息技术能力、转变自身角色；在技术层面主要关注利用智能技术教学时要避免技术的异化，保护学生隐私、安全、伦理道德。

4.未来展望

在这个智能时代，对待教育教学，我们要学会随机应变，尤其对于教师来说，不仅自己要积极应对外部环境的变化，而且还要在教学过程中为学生考虑一切，监督自己并引导学生在发展中时刻践行终身学习理念，在这个过程中努力接受新元素、创新新元素，转变教师角色，努力做一名教育教学研究者。关于未来发展人工智能教学应用的展望，本文从人工智能助力学生全面发展、教学评价、以学生为中心和实践应用四个层面进行展望。①学生的全面发展更应该在智能技术的辅助下被高度重视，技术辅助教师的教和学生的学，但是更应该值得关注的是利用技术让学生健康全面发展，提高学生创新素养。②智能技术在为教师提供资源的时候要进行部分“隐藏”和“留白”，“隐藏”指的是提供的智能技术资源不是将所有课件或者习题直接提供给教师，要为教师留足机会去使用自己学习到的技术。③利用智能技术的优势，对学生德智体美劳进行全面评价，帮助学生找到自我价值、发现自身优点，提高学生学习积极性，为培养创新型人才提供指导力量，比如可以借助技术设计更合理的课堂评价量表，从多个方面对学生进行评价。④未来需要重点研究人工智能教学产品的研发和推广，加强学校和企业之间的沟通，让企业更有针对性的完成产品设计，以便服务于教学。

参考文献

- 曾明星,徐洪智,黄云,钟健,周清平,宁小浩.人工智能赋能实践教学:软件工程“游泳池”实训空间设计与应用[J].现代远程教育研究,2020,32(04):48-56.
- 赵瑞斌,杨现民,张燕玲,刘彩霞.“5G+AI”技术场域中的教学形态创新及关键问题分析[J].远程教育杂志,2021,39(02):44-52.
- 胡钦太,伍文燕,冯广,潘庭锋,陈卓,邱凯星.人工智能时代高等教育教学评价的关键技术与实践[J].开放教育研究,2021,27(05):15-23.
- 吴立宝,曹雅楠,曹一鸣.人工智能赋能课堂教学评价改革与技术实现的框架构建[J].中国电化教育,2021(05):94-101.
- 汪时冲,方海光,张鸽,马涛.人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究——兼论“人机协同”教学设计与未来展望[J].远程教育杂志,2019,37(02):25-32.
- 高琼,陆吉健,王晓静,商家慧,周跃良.人工智能时代人机协同课堂教学模式的构建及实践案例[J].远程教育杂志,2021,39(04):24-33.

- 刘平辉,祝士明,梁裕,张慕文.智能技术赋能未来课堂的系统方案及其推进路径[J].现代教育技术,2021,31(12):20-26.
- 杨俊锋,包昊罡,黄荣怀.中美智能技术教育应用的比较研究[J].电化教育研究,2020,41(08):121-128.
- 陈卫东,褚乐阳,杨丽,叶新东.4D 打印技术及其教育应用展望——兼论与“人工智能+教育”的融合[J].远程教育杂志,2018,36(01):27-38.
- 杨晓哲,任友群.教育人工智能的下一步——应用场景与推进策略[J].中国电化教育,2021(01):89-95.
- 闫志明,付加留,朱友良,段元美.整合人工智能技术的学科教学知识(AI-TPACK):内涵、教学实践与未来议题[J].远程教育杂志,2020,38(05):23-34.
- 柳晨晨,宛平,王佑镁,杨刚.智能机器人及其教学应用:创新意蕴与现实挑战[J].远程教育杂志,2020,38(02):27-36.
- 刘邦奇,李新义,袁婷婷,董晶晶.基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究[J].电化教育研究,2019,40(04):85-91.
- 郭炯,郝建江.智能时代的教师角色定位及素养框架[J].中国电化教育,2021(06):121-127.
- 韦妙,何舟洋.技术现象学视域下人工智能对教师角色的重塑[J].电化教育研究,2020,41(09):108-114.
- 李泽林,陈虹琴.人工智能对教学的解放与奴役——兼论教学发展的现代性危机[J].电化教育研究,2020,41(01):115-121.
- 刘燕,胡凡刚.智能技术之于教师的隐忧省视与消解路径[J].现代教育技术,2022,32(02):37-43.

学科能力驱动的试题难度自动计算模型构建研究

A Disciplinary Competence-Driven Model for Auto-Calculating Item Difficulty

骈扬¹, 卢宇^{1*}, 曹云波²

¹ 北京师范大学未来教育高精尖创新中心

² 腾讯科技(北京)有限公司

*luyu@bnu.edu.cn

【摘要】 面向学科能力实施测评是落实形成性评价的重要途径。作为测评的关键环节, 试题的命制和标注亟需面向学科能力开展。然而, 目前尚缺乏以学科能力为驱动的试题难度自动化计算方案, 限制了对学科能力的诊断和培养。本研究以“多维整合模型”为理论指导, 构建了学科能力驱动的试题难度自动计算模型, 利用自然语言处理和机器学习技术, 提取试题文本中的学科能力特征, 得到试题的学科能力分类情况, 在此基础上利用统计学混合分布方法计算试题难度值。本研究以全国性在线教育服务平台中的数学学科试题作为实验数据集, 对模型表现进行评估。结果表明, 该模型具有较高准确性与有效性, 为试题学科能力的表征与难度值的计算提供了新方法。

【关键词】 学科能力; 试题难度; 自然语言处理; 机器学习; 形成性评价

Abstract: One crucial method of putting formative assessment into practice is the evaluation of disciplinary competency. Accordingly, test items need to be designed and marked toward disciplinary competence as a critical assessment component. The diagnosis and development of disciplinary competence are, nevertheless, constrained by the absence of automated techniques to calculate the difficulty of test items driven by disciplinary competence. Based on the theoretical guidance of the Multi-integrative Model, we proposed a disciplinary competence-driven model for automatically calculating the difficulty of test items. Firstly, natural language processing technology and machine learning algorithms are utilized to extract the semantic features in question texts and classify the disciplinary competence dimension for each test item. Secondly, the item difficulty is calculated by a statistical mixed distribution method. Experiments were carried out on a national online education service platform, and the performance of the model was evaluated by taking the mathematics questions as an example. Results indicate that the model has high accuracy and validity, providing a new method for characterizing disciplinary competence and calculating difficulties for test items.

Keywords: disciplinary competence; question difficulty; NLP; machine learning; formative assessment

1. 引言

随着教育改革的推进, 构建合理的教育评价体系与评价手段逐渐成为国内外教育领域的研究热点。在这一背景下, 以学科能力、核心素养等作为评价的目标, 能够助力实现从知识技能评价到能力素养评价、从终结性评价向形成性评价、从相对评价到绝对评价的转变(余胜泉, 2021)。然而, 当前教育实践中主要以大规模考试的总体分数和相对排名作为考核学生的标准, 尚缺乏面向学科能力、学习目标、学习过程等维度的综合评价方式。因此, 充分理解学科能力的内涵, 并以学科能力为基础进行试题设计与测验实施, 是教育评价改革的关键问题, 也是当前教育领域面临的难题之一(李晓庆等, 2018)。

在试题设计中, 试题难度是反映试题质量的重要指标。试题难度指被试在完成试题时所面临的困难程度, 包含了试题所测量的知识技能水平、心理加工策略和认知属性层级(罗玛和王祖浩, 2016)。对试题难度进行准确判断与标注, 是确保测试公平性的前提, 也是实现自适应测评、智能组卷、个性化推荐等智能化教育服务的基础(叶海智等, 2019; Fang, Zhao & Jia, 2019)。以学科能力为导向, 对试题难度进行计算和标注, 可以有效助力学习过程的诊断、

教学目标的达成以及学科能力的提升,从而为更加科学合理的教育评价提供保障。本研究借助人工智能、统计学等相关领域的理论与方法,构建了学科能力驱动的试题难度自动计算模型,能够为面向能力发展的形成性教育评价与自适应学习提供直接帮助。

2. 相关研究

2.1 试题难度的标注

试题难度的标注有多种方式,目前相关研究主要集中在学科教育、教育测量学以及信息科学三个领域。其中,学科教育领域常采用专家标注的手段,由具备丰富经验的学科专家、命题专家、一线教师对试题难度进行人工标注。该方法直接利用专家经验,题目标注成本较高且具有一定主观性(Grivokostopoulou, Hatzilygeroudis & Perikos, 2014)。在自适应测评与个性化学习场景下,为确保对每位学习者的适应性支持,往往需要准确标注较大规模的试题,专家标注方式通常难以满足实际需求。

在教育测量领域中,研究者认为被试在答题过程中产生的信息(如作答表现、对试题难度的反馈等)能够反映出试题的难易程度,因此通常利用被试作答数据计算试题难度。其中,最直接的方法是计算特定试题上回答正确的学生比例(Holland & Thayer, 1985),但其忽视了不同被试群体之间的能力差异,因此存在较大局限性。项目反应理论(Item Response Theory, IRT)通过构建试题难度与被试能力之间的量化模型,基于群体被试的作答信息计算出试题难度值,被广泛应用于标准化考试中(Lord, 1952)。典型的IRT模型包括双参数(Two-parameter logistic, 2PL-IRT)、三参数(Three-parameter logistic, 3PL-IRT)以及多维能力(Multidimensional Item Response Theory, MIRT)模型等,适用于多种条件下的试题难度计算(Baker & Kim, 2004)。然而,基于IRT模型的难度标注方法需要满足潜在特质的单维性、项目的局部独立性等严格假设。同时,为满足IRT模型的估参条件,须在所有试题上采集大量被试作答数据,因而在实际应用中也有一定程度的局限性。

在信息科学领域,研究者主要基于试题中的题干、选项等文本信息,利用自然语言处理等技术,构建试题难度自动标注模型。例如,Mohammed等(2020)使用改进的TF-IDF和Word2Vec提取试题文本特征,并将两种特征混合输入到机器学习分类模型中,训练得到试题的难度自动标注模型。近年来,深度学习技术也为试题难度标注建模提供了新思路(Alkhuzaey, 2021),佟威等(2019)提出了一种基于卷积神经网络和循环神经网络的混合模型,分别捕捉试题中的局部关键词和序列语义逻辑,从而构建难度标注模型。基于试题文本信息的难度自动标注模型不需要被试作答数据,在大规模题库难度标注任务中,有较好的实际应用价值。

总体而言,试题难度标注已从人工标注方式逐渐走向自动标注方式。教育测量领域诸多模型能够对试题难度进行自动标注,但需采集大量被试的作答数据,较难适用于大规模题库或新编制题目;信息科学领域主要基于试题文本信息构建机器分类模型,适用于新试题与大规模试题的任务场景。然而当前这类模型普遍缺乏考虑学科教学领域的知识,尤其是学科能力等要素,因而在实践中缺乏教育理论基础与教学意义上的可解释性。新一轮的课程改革对学业质量评价提出了新要求,使得面向学科能力的命题与施测成为目前研究的焦点。相应地,在试题标注任务中纳入学科能力维度的信息,将成为新课改在实践层面落地的重要保障之一。

2.2 学科能力及其内涵

学科能力指学习者在完成相应学科学习活动时所必须具备的认知加工与心理调节机制。从构成要素的角度来看,林崇德(1997)认为,学科能力主要由普遍的概括能力、学科的特殊能力、个体的思维品质三方面组成。在此基础上,相关研究聚焦于特定学科的知识内容属性和操作过程属性,重点关注语言与阅读、数学、科学等学科领域(冯忠良, 1998),多维度地刻画其学科能力的构成。这些工作较好阐释了学科能力在知识内容上的具体表现,从而能够为教学过程中的学科能力培养提供操作与衡量的标准。

学科教育领域近年来开始对学科能力的构成、评价及发展进行系统化研究,并关注不同学科领域的关联性,从而贯通学科能力的理论研究与实践应用。面向基础教育阶段的九个主要学科,王磊(2016)提出了一套学科能力活动表现、内涵构成及其发展水平的多维整合模型

(以下简称“多维整合模型”)。具体而言,该模型面向学科的认识活动与问题解决活动,将其概括整合为“学习理解”、“应用实践”与“迁移创新”三个维度。其中,“学习理解”是知识与经验的输入过程,代表学习者观察、概括、说明信息等方面的能力;“应用实践”是知识与经验的输出过程,代表学习者分析、预测、证明信息等方面的能力;“迁移创新”是在应用实践基础上的高级输出过程,代表学习者解决复杂问题、进行批判性思考和创造等方面的能力。研究表明,包括数学学科在内的多个学科的学科能力都可以在这三个维度下进行深入构建和细化(曹一鸣、刘晓婷和郭衍,2016)。

以多维整合模型为代表的学科能力模型,不仅能够作为学生学科能力发展和培养的标准,也能够为基于学科能力的教育测评与诊断提供框架。模型中详细定义的不同维度学科能力的含义及表现,越来越多地被用作试题命制的重要依据,从而确保试题可以准确考察学习者相关的认知与技能水平。

2.3 发展趋势及问题提出

综上所述,当前学科教学领域的试题难度标注存在一定局限,具体体现在:

首先,教育测量学领域基于作答信息的试题难度标注方法,一方面需要大量被试作答数据且需满足严格假设条件;另一方面,所得到的难度值单纯来源于被试作答表现的统计性规律(例如,当大多学习者都能答对一道试题时,该试题会被赋以较低的难度值),仅表征了被试的在群体中的“相对表现”,忽视了教学目标等绝对评价标准,因而难以为后续教学改进提供充分的客观依据。

其次,信息科学领域基于文本信息的试题难度标注方法,能够从试题描述中抽取自然语言特征,不需要依赖学习者作答。但当前模型都未明确考虑学科能力维度的重要信息,缺乏教育理论基础与教学意义上的可解释性。

由此可见,已有试题难度标注模型难以适用于学科能力导向的试题资源建设。因此,本文在深入理解学科能力内涵的基础上,构建了学科能力驱动的新型试题难度自动计算模型。

3. 学科能力驱动的试题难度自动计算模型构建

构建学科能力驱动的试题难度自动计算模型,需解决两个方面的基本问题:一是如何从试题中识别所考察的学科能力维度;二是如何将所识别的学科能力维度信息纳入试题难度值的计算中。

因此,本研究基于“学习理解—应用实践—迁移创新”多维整合模型中对各学科能力维度的阐释,利用自然语言处理、机器学习、统计学等技术方法,构建了相应的试题难度自动标注模型。如图1所示,模型由两部分构成:

①基于试题文本信息的学科能力自动分类模型:利用自然语言处理技术和机器学习算法,提取试题文本中的学科能力特征,建模计算出试题所考察学科能力的基本分类情况;

②基于混合分布的试题难度值计算模型:利用统计学的混合分布计算方法,基于试题的学科能力分类结果以及各类试题的难度值分布规律,计算当前试题难度的估计值。

3.1 基于文本信息的试题学科能力分类模型构建

学科能力导向的试题通常其题干叙述也体现了对应学科能力的内涵与要求。图2展示了初中数学“有理数”知识点下不同学科能力类别的典型试题。其中,“学习理解”类试题要求学生直接提取与呈现材料一致的知识,因此题干中的关键词直接包含了解题时需要运用的“相反数”知识点;“应用实践”类试题要求学生在简单的场景中应用数学知识,因此题干做了较为间接的数学问题描述;“迁移创新”类试题要求学生能够在实际场景中推理构建知识之间的远联系,因此题干叙述更加情境化,通常不包含具体知识或数学问题的直接描述。

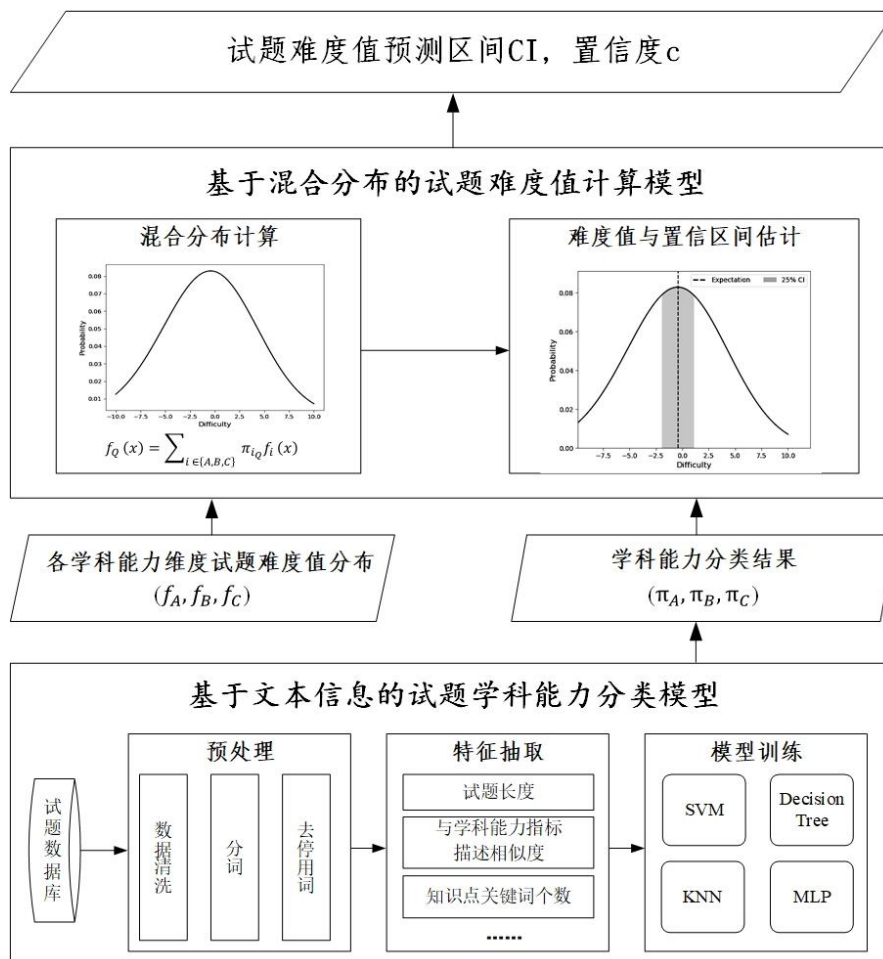


图 1 学科能力驱动的试题难度自动计算模型

学习理解

-3的相反数是_____.

A. $-\frac{1}{3}$ B. -3 C. $\frac{1}{3}$ D. 3

应用实践

若 $|x| = 3$, 则 x 与 -2 的差是_____.

A. 5 B. -5 C. -1或5 D. -5或1

迁移创新

电子跳蚤在数轴上的某点 K_0 , 第一步从 K_0 向左跳 1 个单位到 K_1 , 第二步由 K_1 向右跳 2 个单位到 K_2 , 第三步由 K_2 向左跳 3 个单位到 K_3 , 第四步由 K_3 向右跳 4 个单位到 K_4 , ..., 按以上规律跳了 100 步时, 电子跳蚤落在数轴上的点 K_{100} 所表示的数恰是 30, 则电子跳蚤的初始位置 K_0 点所表示的数为_____.

图 2 不同学科能力类别的典型试题示例

基于这一特点, 本研究利用自然语言处理技术从题干中提取文本特征, 以对试题所考察的学科能力进行建模和分类。模型的构建过程主要包含三个步骤: ①试题文本预处理: 对试题文本信息进行清洗, 并去除停用词; ②特征抽取: 从预处理后的试题文本中抽取特征, 从而提取试题中所包含的与学科能力相关的教育要素特征与信息。表 1 展示了所提取的部分人工特征及其对应的教育学意义; ③分类模型构建: 构建支持向量机 (Support Vector Machine, SVM)、决策树 (Decision Tree)、K 邻近 (K-Nearest Neighbors, K-NN)、多层感知机 (Multilayer Perceptron, MLP) 四种分类器, 并最终选取性能最好的分类器, 对试题的学科能力进行分类。

序号	特征	教育学意义
1	试题长度	反映试题的阅读难度、认知加工难度等 (Dechant & Smith)
2	试题类型	反映试题的复杂程度
3	知识点关键词个数	反映试题考察内容的丰富程度和所需学科能力的复杂程度
4	知识点比率	试题文本中知识点关键词占总词数的比例, 反映试题呈现的直观程度
5	是否含有公式或符号	反映试题考察内容的情境化程度以及理解相关抽象概念的能力
6	试题与学科能力指标描述相似度	反映试题与各类学科能力的关联程度, 采用 BERT Fine-Tune 相似度计算方法 (Kenton & Toutanova, 2019)

表 1 试题文本特征示例

所构建模型的输出是输入试题分别属于三个维度学科能力的概率值(Π_A, Π_B, Π_C), 其中 Π_A 代表试题考察的学科能力属于“学习理解”维度的概率, Π_B 代表考察的学科能力属于“应用实践”维度的概率, Π_C 代表属于“迁移创新”维度的概率, 且 $\sum_{i \in \{A,B,C\}} \Pi_i = 1$ 。

3.2 基于混合分布的试题难度值计算模型构建

基于上述模型得到的学科能力分类结果, 可进一步利用统计学中的混合分布计算模型, 得到该试题难度值的概率密度函数, 从而最终计算并得到该试题的难度区间与置信水平。具体而言, 假设待标注试题 Q 的学科能力分类结果为 $(\Pi_{AQ}, \Pi_{BQ}, \Pi_{CQ})$, 首先计算试题 Q 难度值的概率密度函数 $f_Q(x)$:

$$f_Q(x) = \sum_{i \in \{A,B,C\}} \Pi_{iQ} f_i(x), x \in (-\infty, +\infty) \quad (1)$$

其中 $f_i(x)$ 为第 i 类学科能力试题的难度值概率密度函数, 可以利用已有难度标注的题库资源或专家经验得到。

基于试题 Q 的难度值概率密度函数 $f_Q(x)$, 计算试题其难度值的数学期望 E_Q , 即

$$E_Q = \int x f_Q(x) dx \quad (2)$$

在此基础上, 选择适当的置信水平 c , 并以期望 E_Q 为中心点, 采用相等步长向左右两侧对 $f_Q(x)$ 进行积分, 直到积分值超过置信水平 c 。此时左右两侧所处端点 d_{left}, d_{right} 构成的区间 $[d_{left}, d_{right}]$ 即为试题 Q 的难度值估计区间 CI , 该区间所对应的置信水平为 c 。

4. 学科能力导线的试题难度自动计算模型验证

为验证所提出试题难度自动计算模型的有效性, 本研究基于北京师范大学研发的全国性在线智能教育公共服务平台, 开展了试题难度自动标注的相关实验。该平台自 2016 年来陆续为北京市、广东省等地的全国中小学提供各类学习测评服务, 平台以多维整合模型为基础进行学科能力驱动的试题命制与施测, 迄今已直接服务于超过 14 万名中小學生。平台所积累的大规模学生作答数据已面向研究领域开放 (Lu et.al, 2021), 研究者可下载使用 (<https://aic-fe.bnu.edu.cn/en/data/index.html>)。

4.1 数据集

本研究以智能教育公共服务平台的初中数学学科试题为基础开展验证, 所使用的数据集共

包含 2,449 道试题，所有试题均有题干文本数据，并标注了知识点、学科能力、题型等维度的信息。在此基础上，我们基于平台中的某一学生用户群体（共 1,124 人），以群体内每名学生在每个能力维度上的作答试题数均不少于 5 道为标准，进一步筛选出 348 道试题及其对应作答记录。实验数据中“学习理解”、“应用实践”、“迁移创新”三个能力维度的试题数量见表 2。

表 2 实验数据分布情况

试题学科能力	学习理解(A)	应用实践(B)	迁移创新(C)	总计
全部试题数量	1060	802	587	2449
有学生作答数据的试题数量	110	129	109	348

4.2 实验设置

为了验证模型的有效性，本研究按照如下设置对试题难度值估计结果进行检验。

4.2.1 数据分组

按照是否包含学生作答数据，将试题分为 A、B 两组。其中，不包含学生作答数据的 A 组共有试题 2,101 道，包含学生作答数据的 B 组共有试题 348 道。

4.2.2 实验流程

首先利用 A 组的 2,101 道试题，从试题文本中提取特征并训练学科能力分类模型，在对比了支持向量机、决策树、K 邻近、多层感知机四种分类器的性能后，本实验选择表现最好的多层感知机作为学科能力分类器。随后，使用构建好的模型对 B 组的 348 道试题进行学科能力分类，得到每道试题分别属于三个学科能力维度的概率 (π_A, π_B, π_C)。

在得到 B 组试题的学科能力分类结果后，将 348 道试题随机均分为 5 份，每次留出其中的 1 份作为测试集，其余的 4 份共同作为训练集，分别开展五轮试题难度标注实验。每轮实验中，首先在训练集内基于学生作答数据，利用双参数 IRT 模型计算出每道试题的难度值，并通过正态分布分别拟合出三个学科能力维度的试题难度值分布情况，即 $N(\mu_A, \sigma_A^2)$ 、

$N(\mu_B, \sigma_B^2)$ 、 $N(\mu_C, \sigma_C^2)$ ，进而得到三个维度试题的难度值概率密度函数(f_A, f_B, f_C)。

随后在测试集内，基于概率密度函数(f_A, f_B, f_C)和每道试题的学科分类结果(π_A, π_B, π_C)，利用难度值计算模型计算出试题的难度值估计区间及对应置信水平，并判断难度真实值是否落在估计区间内。最终，综合五轮实验的结果开展模型评价。

4.2.3 评价指标

本研究采用五轮实验中的平均准确率作为模型表现的综合评价指标。实验中利用 2PL-IRT 模型计算出的试题难度存在少数极端值，进行模型评价时已将该部分数据视作离群点而删除。

4.3 实验结果及分析

五轮实验计算得出的试题难度值正态分布参数详见表 3。从均值 μ 不难看出，“学习理解”、“应用实践”、“迁移创新”三个学科能力维度的试题，其难度水平呈递增趋势。同时，三个学科能力维度的试题难度标准差 σ 差异不大，说明不同维度试题的难度分布离散程度较为一致。

	学习理解		应用实践		迁移创新	
	μ_A	σ_A	μ_B	σ_B	μ_C	σ_C
第一轮	-1.646	3.514	-0.583	4.825	0.823	4.417

第二轮	-2.609	5.684	-0.520	4.763	0.508	4.200
第三轮	-2.746	4.910	-0.244	4.449	0.723	4.528
第四轮	-2.312	5.399	-0.684	4.781	1.140	3.104
第五轮	-2.643	5.656	-0.547	2.669	0.396	3.940

表 3 不同学科能力维度的试题难度值正态分布参数表

基于表 3 可以分别得到三个学科能力维度的难度值概率密度函数(f_A, f_B, f_C), 在此基础上利用难度值计算模型及给定的置信水平 c , 计算出测试集中每道试题的难度值预测区间。置信水平的选择决定了预测区间的宽窄, 如果置信水平设置过高, 会使得难度值的预测区间过宽, 导致输出计算结果不够精准; 置信水平设置过低, 会影响模型准确率, 从而影响实际教学中的应用效果。本实验选择置信水平 $c = 25\%$ 。

表 4 展示了难度值计算的实验结果。总体来看, 试题难度值计算的平均准确率为 79.14%。考虑到难度值计算模型的基础输入仅有试题文本信息, 模型取得的准确率较好。

表 4 试题难度自动标注模型实验结果

	Fold 1	Fold 2	Fold 3	Fold 4	Fold 5	平均值
训练集试题数量	279	279	279	279	276	
测试集试题数量	64	67	65	65	65	
准确率	78.1%	80.6%	81.6%	81.6%	73.9%	79.1%

为了直观理解难度值概率密度、预测区间与真实值之间的关系, 图 3 通过可视化方式呈现了训练集中三道试题的难度值估计结果, 最左侧的试题为“学习理解”类, 中间为“应用实践”类, 最右侧为“迁移创新”类。图中实线表示三道试题难度值的真实值, 虚线表示通过所提出模型得到的难度值的数学期望, 阴影部分表示模型输出的难度值预测区间(置信水平 25%)。三道试题的题干文本、标签、估计结果等信息见表 5。

表 5 试题题干、标签及难度估计结果示例

		试题 1	试题 2	试题 3
题干文本		下列软件图标中是轴对称图形的是_____。	某种商品的进价为 800 元, 出售标价为 1200 元, 后来由于该商品积压, 商店准备打折销售, 要保证利润率不低于 5%, 该种商品最多可打_____折。	如图, 当光线从空气射入水中时, 光线的传播方向发生了改变, 这就是折射现象。图中 $\angle 1=47^\circ$, $\angle 2=30^\circ$, 则光的传播方向改变的度数为_____。
真实值	学科能力	学习理解	应用实践	迁移创新
	试题难度	-2.38	-0.97	0.31
预测值		$\pi_A = 0.90$ (预测结果)	$\pi_A = 0.32$	$\pi_A = 0.13$
	学科能力	$\pi_B = 0.09$	$\pi_B = 0.54$ (预测结果)	$\pi_B = 0.16$ (预测结果)
		$\pi_C = 0.01$	$\pi_C = 0.14$	$\pi_C = 0.71$
	试题难度	Mean = -1.38 [-3.11, 0.33]	Mean = -0.61 [-2.14, 0.92]	Mean = 0.21 [-1.22, 1.62]

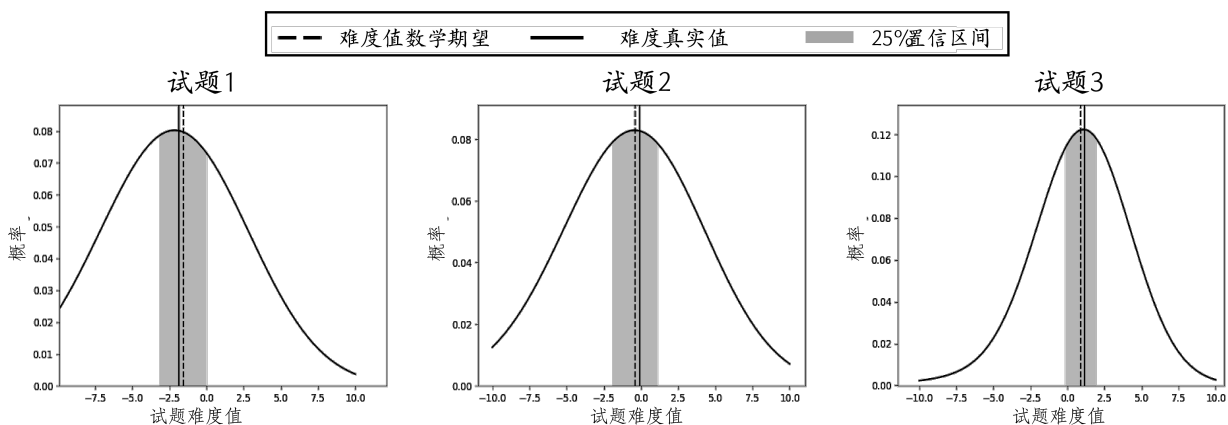


图3 试题难度计算结果可视化示例

观察图3发现, 试题一(真实学科能力维度为“学习理解”)、试题二(真实学科能力维度为“应用实践”)和试题三(真实学科能力维度为“迁移创新”)的难度值数学期望依次递增, 并与真实值的差异不大; 三道试题难度值估计区间的宽度较为一致, 在图像中的位置呈从左至右分布。这些信息从直观上体现了三道试题的难度值预测结果均较为合理。

5. 结束语

随着学科能力发展的重要性日益增强, 现有试题难度标注方法无法满足大规模个性化测评的实际需求。本研究着眼于教育改革背景下的学科能力评价, 构建了学科能力驱动的试题难度自动计算模型, 实现对试题学科能力及难度值的自动化计算。所提出的方法具有如下意义:

(一) 本研究依托“学习理解——应用实践——迁移创新”多维整合模型, 利用自然语言处理与机器学习等人工智能技术, 仅利用试题文本信息作为基础输入, 得到试题难度计算结果, 为学科能力驱动的试题难度自动计算提供了新方法, 且适用于大规模题库标注的任务场景。

(二) 本研究所提出的方法纳入了试题学科能力信息, 打破了传统难度值计算方法仅依赖学生作答的局限。基于本研究结果开展学业水平测试, 能够在获得量化分数的基础上, 进一步提供学生的学科能力客观水平, 促进“相对评价”到“绝对评价”的转变; 同时, 由于不必收集大规模作答数据, 所提出方法能有效控制试题曝光率, 可用于高利害考试中试题的难度估计。

(三) 本研究以全国性在线教育实践平台为基础, 在该平台的真实数据集上验证了所构建模型的有效性。由于多维整合模型对语文、数学、英语等九大学科的学科能力内涵均有定义, 本研究的成果同样适用于其他学科试题难度计算, 为多学科的形成性评价提供了实践支撑。

随着人工智能技术的快速发展, 未来可基于本研究成果, 利用深度神经网络、可解释人工智能等技术在复杂关系表征、建模与解释方面的优势, 进一步构建面向学科能力的精准学情评价模型, 设计学科能力导向的自适应学习服务, 以有效促进学习者能力的提升。

参考文献

- 王磊(2016)。学科能力构成及其表现研究——基于学习理解、应用实践与迁移创新导向的多维整合模型。《教育研究》, 09, 83-92+125。
- 叶海智、杨柳、黄宏涛和梅钰皎(2019)。面向认知诊断的能力等级自适应试题推送模型构建及应用。《电化教育研究》, 11, 93-98+113。
- 冯忠良(1998)。《结构化与定向化教学心理学原理》。北京: 北京师范大学出版社。
- 李晓庆、余胜泉、杨现民、陈玲和王磊(2018)。基于学科能力分析的个性化教育服务研究——以大数据分析平台“智慧学伴”为例。《现代教育技术》, 04, 20-26。
- 佟威、汪飞、刘淇和陈恩红(2019)。数据驱动的数学试题难度预测。《计算机研究与发展》, 05, 1007-1019。
- 余胜泉(2021)。数据赋能的未来教育评价。《中小学数字化教学》, 07, 5-10。

- 林崇德(1997)。论学科能力的建构。《北京师范大学学报(社会科学版)》，01。
- 罗玛和王祖浩(2016)。教育考试中试题难度的测评研究——影响因素、评估方法及启示。《教育测量与评价》，09，52-57+64。
- 曹一鸣、刘晓婷和郭衍(2016)。数学学科能力及其表现研究。《教育学报》，04，73-78。
- Alkhuzaey, S., Grasso, F., Payne, T. R., & Tamma, V. (2021). A systematic review of data-driven approaches to item difficulty prediction. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 29-41). Springer, Cham.
- Baker, F. B., & Kim, S. H. (2004). *Item response theory: Parameter estimation techniques*. CRC press.
- Dechant, E. V., & Smith, H. P. (1977). *Psychology in teaching reading*. Prentice Hall.
- Fang, J., Zhao, W., & Jia, D. (2019). Exercise difficulty prediction in online education systems. In *Proceedings of ICDMW 2019* (pp. 311-317). IEEE.
- Grivokostopoulou, F., Hatzilygeroudis, I., & Perikos, I. (2014). Teaching assistance and automatic difficulty estimation in converting first order logic to clause form. *Artificial Intelligence Review*, 42(3), 347-367.
- Holland, P. W., & Thayer, D. T. (1985). An alternate definition of the ETS delta scale of item difficulty. *ETS Research Report Series*, 1985(2), i-10.
- Kenton, J. D. M. W. C., & Toutanova, L. K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In *Proceedings of NAACL-HLT* (pp. 4171-4186).
- Lord, F. (1952). A theory of test scores. *Psychometric monographs*.
- Lu, Y., Pian, Y., Shen, Z., Chen, P., & Li, X. SLP: A Multi-Dimensional and Consecutive Dataset from K-12 Education. In *Proceedings of the 29th International Conference on Computers in Education Conference* (pp. 261-266).
- Mohammed, M., & Omar, N. (2020). Question classification based on Bloom ' s taxonomy cognitive domain using modified TF-IDF and word2vec. *PloS one*, 15(3), e0230442.

国际视野下人工智能教育应用研究热点与趋势——基于知识图谱的对比分析

Research Hotspots and Trends of Artificial Intelligence Education Application From an International Perspective——Comparative Analysis Based on Knowledge Mapping

温宁宁¹, 温文慧², 尹睿³

¹²³ 华南师范大学 教育信息技术学院

*2544956845@qq.com

【摘要】 大数据、云计算、移动互联网等技术的发展使得人工智能与教育的融合创新已成为未来教育变革的重要趋势。本文利用文献计量法, 基于知识图谱对人工智能教育应用中英文文献进行对比分析, 剖析国内外人工智能教育应用发展状况。研究发现二者虽都涉及系统模型设计、个性化反馈、人机协同、数据驱动决策与人才培养五大领域, 但主题内部的研究定位有所不同; 与此同时, 国内虽关注赋能教育生态构建、教师队伍与新时代人才培养, 但未来的实践研究仍需加强, 而国外则会继续关注如何提升系统模型性能、完善教育预测、与突破自然语言处理技术难关。

【关键词】 人工智能教育应用; 研究热点; 发展趋势; 文献计量法

Abstract: With the development of technology, the integration and innovation of artificial intelligence and education has become an important trend of future education reform. This paper makes a visual comparative analysis of artificial intelligence education applications at home and abroad, and finds that although both involve model design, personalized feedback, human-machine collaboration, data-driven decision making and talent cultivation, the research positioning within the subject is different. In addition, although China pays attention to education ecology, teachers and talent training in the new era, the future practical research still needs to be strengthened, while foreign countries will continue to pay attention to improving the performance of system models, improving education prediction, and breaking through the technical difficulties of natural language processing.

Keywords: educational applications of artificial intelligence, Research Hotspots, Development trend, Bibliometric method

1. 引言

人工智能技术变革教育是历史发展的必然趋势, 其为教育改革构建了智能化教育场景, 助力教育数字化转型服务升级, 推动教育由“教育 + 互联网”迈向“教育+AI”时代。时代虽在变化, 但以教育促进公平是永恒的话题, 联合国教科文组织发布的《北京共识——人工智能与教育》报告中明确指出教育人工智能方面的技术突破应被视为改善最弱势群体受教育机会的一个契机, 智能技术以独有的方式填补弱势群体与优质教育资源之间的鸿沟。目前, 研究者们已对人工智能赋能教育的意义形成了共识, 但人工智能技术的更新迭代的较快, 智能技术应用于教学实践时不断出现新问题, 因此, 研究者们持续探讨如何将人工智能与教育深度融合以促进教育变革。本文利用文献计量法对近三十年刊载人工智能教育应用领域的国内外数据库文献进行分析, 横向对比国内外人工智能教育应用的研究情况。

2. 研究数据和方法

本研究选择 CNKI 中的北大核心、EI、CSSCI 与 CSCD 数据库作为中文文献来源数据库,以 WOS 的 SCI、SSCI、AHCI 数据库作为英文文献来源数据库进行检索,文献类型均为期刊论文。基于他人的检索策略(黄国祯等,2022),以及对不同检索词的尝试,最后确定 WOS 检索策略为:主题=“artificial intelligence” OR “robot for education” OR “machine learning” OR “intelligent tutor system” OR “neural network” OR “natural language processing”。CNKI 数据库主要以“教育机器人”、“机器学习”、“智能导师系统”、“专家系统”、“神经网络”、“人机协同”、“自然语言处理”为检索词。时间设为 1992 年 1 月至 2022 年 11 月,共检索出 4996 篇英文文献、2062 篇中文文献,经过人工筛选清除其中的重复文献,以及剔除年会综述、期刊介绍等无作者文献,最终得到国际有效文献 2254 篇、国内有效文献 1916 篇。本文利用 CiteSpace、Excel 软件对国内外中英文文献发表数量、关键词聚类以及突现词进行对比分析。深度剖析国内外人工智能教育应用研究的特点与差异,以期为国内人工智能教育应用研究发展提供建议。

3. 人工智能教育应用研究发展现状

研究成果在时序上的数量变化(见图 1)是衡量某研究领域发展的重要指标,结合文献内容能够揭示国内外人工智能教育应用研究发展路径。

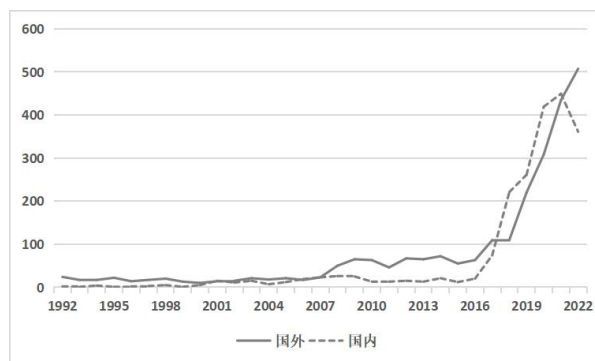


图 1 1992-2022 年国内外人工智能教育应用研究论文数量的年份分布曲线

3.1. 国外研究发展路径

国外人工智能教育应用研究呈现出起步、缓慢发展和快速发展三个阶段。第一阶段:起步阶段(1992-2005 年)。最初,由于受人工智能技术环境的影响,多局限于实验室研究或高等院校试点探索研究(Grandbastien, 1992)。随着人工智能教育应用有效性逐步被证实,K12 教育领域中的人工智能技术应用初见端倪。第二阶段:缓慢发展阶段(2006-2016 年)。该阶段的文献量与起步阶段相比有了明显增长,究其原因在于机器深度学习研究的勃兴(Hinton & Salakhutdinov, 2006),为研究者们突破人工智能技术的瓶颈问题提供了算理基础,大大提升了模式识别、自然语言处理等智能技术处理结果的精准性,使得人工智能教育应用范围得到进一步扩展,实现有效采用智能技术进行自动评估与智能管理。第三阶段:快速发展阶段(2017-2022 年)。进入 2017 年,世界各国开始认识到人工智能作为变革未来教育的潜力,纷纷将人工智能置于国家战略的高度,出台系列战略报告,如美国的《美国机器智能国家战略》、法国的《法国人工智能综合报告》、英国的《在英国发展人工智能产业》等。这一阶段的文献量相较于前两个阶段而言,出现陡然上升之势。人工智能教育应用在此阶段的发展更为成熟,人工智能在教育中担任的角色基本确定为四种:智能导师、智能学员、智能伙伴、决策顾问(Hwang et al., 2020)。

3.2. 国内研究发展路径

国内人工智能教育应用研究呈现出萌芽、积累和激增三个阶段。第一阶段:萌芽阶段(1992-2006 年)。在此阶段,国内研究基于国外研究成果对人工智能教育应用的历史演化、技术要点和发展趋势进行梳理。少量的技术开发研究主要是对已有的远程教学系统进行智能化设计,探讨其理论框架,但真正开发出的实用系统凤毛麟角(马颖峰和肖晓飞, 2006)。

第二阶段：积累阶段（2007-2016 年）。此期间研究数量上虽未形成较快增长，但其研究重点偏转为技术开发，其主要包含两个方面，一是智能机器人和教学质量智能评价系统的开发，二是探寻人工智能技术与教育数据挖掘技术的高效结合。第三阶段：激增阶段（2017-2022 年）。2017 年，《新一代人工智能发展规划》明确提出把人工智能发展放在国家战略层面系统布局。在技术和政策的双轮驱动下，研究遍及高等教育、基础教育、职业教育和特殊教育。基于大数据与人工智能的学习分析和教学管理、人工智能背景下的人才培养、教师教育及应用伦理问题成为这一阶段的研究焦点。2022 年，研究数量有所回落，研究进入冷静期，研究者们审思人工智能应用存在的伦理问题与管理问题（崔宇路和张海，2022）。

4.人工智能教育应用关键词分析

4.1. 国内外研究主题对比分析

关键词聚类在一定程度上体现了人工智能教育应用的研究热点与方向，本文采用 CiteSpace 软件，基于 LLR 算法对中英文文献关键词进行聚类统计，设置展示前 10 个聚类标签，获得国内外人工智能教育应用研究知识图谱(见图 2)。国内聚类模块值 $Q=0.6825>0.3$ ，聚类平均轮廓值 $S=0.8987>0.7$ ，国际聚类模块值 $Q=0.6256>0.3$ ，聚类平均轮廓值 $S=0.8693>0.7$ ，说明国内外聚类结构显著，聚类结果可信。

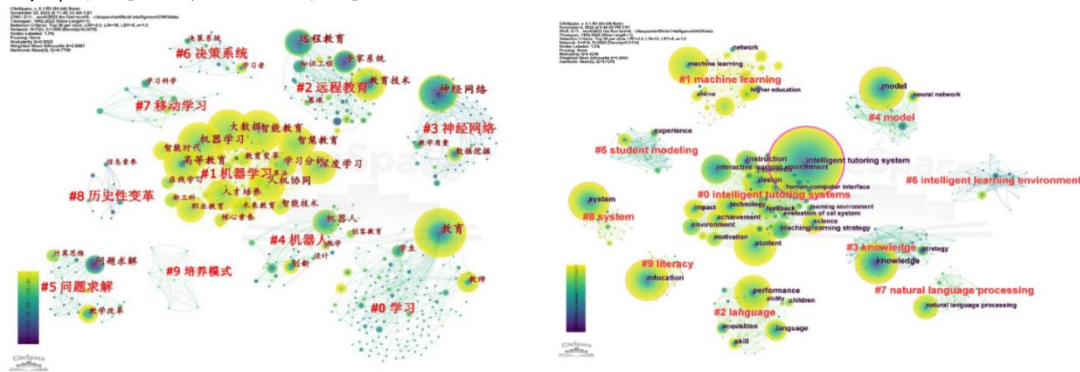


图 2 国内外人工智能教育应用研究关键词聚类 Top10

根据聚类及文献内容，可将国内外研究划分为五个主题（见表 3），二者均在一定程度上关注智能系统模型设计、个性化反馈与自适应学习、人机协同教育、数据驱动决策，以及人才培养，但结合表 1 与图 2 进一步分析，可以发现国内外研究仍存在较大差异性。

表 1 国内外研究主题

研究主题	国内	国际
系统模型设计	#3 神经网络	#3 Knowledge（知识） #4 Model（模型） #5 Student Modeling（学生建模）
个性化反馈与自适应学习	#2 远程教育 #7 移动学习 #5 问题求解	#0 Intelligent Tutoring Systems（智能导师系统） #1 Machine Learning（机器学习） #2 Language（语言） #7 Natural Language Processing（自然语言处理）
人机协同教育	#1 机器学习 #4 机器人	#6 Intelligent Learning Environment（智慧学习环境） #8 System（系统）
数据驱动决策	#0 学习 #6 决策系统	
人才培养革新	#8 历史性变革 #9 培养模式	#9 Literacy（素养/读写能力）

(1) 系统模型设计

模型是智能系统的基础,是发挥系统最佳性能的关键所在。目前,国内外学者大多关注如何设计以及完善系统模型,从而更好地挖掘教育规律,提升教育效果。国内学者不仅侧重于利用神经网络技术设计相关模型,还关注使用算法和技术优化神经网络以提高系统识别的精确度。神经网络是人工智能的底层技术,能够有效处理多维非线性问题。在设计模型方面,国内学者基于神经网络处理数据的优势,将其融入到多种教育模型当中,如采用三层自动编码器的神经网络提取学习者在线学习活动数据的关键特征,提高了数据的处理效率与形成性评价的准确性(文孟飞等,2018)。在改进神经网络方面,国内学者大多关注如何通过完善神经网络性能来提升评估模型与学业预警模型的精确度。

相对于国内研究而言,国外学者更偏向于运用人工智能技术建构学生模型。目前,国外研究建构学生模型的方法主要包含三类。第一类是利用一种技术创建学生模型,如可利用增强的贝叶斯模型来检测学生在网络课堂当中是如何学习的,推断学生的学习风格(Garcia et al., 2008)。第二类是混合建模方法创建学生模型,如结合知识工程技术与机器学习技术建立学生行为模型以检测学生在数字学习环境中与学习无关的行为(Paquette & Baker, 2019)。第三类是基于已有学习理论模型设计建模系统,如在费尔德-西尔弗曼学习风格模型的基础上,结合网络环境的特殊性,使用贝叶斯网络对学生行为进行建模(Garcia et al., 2007)。

(2) 个性化反馈与自适应学习

基于人工智能技术,结合学习者个体特征能够为学生推荐适宜的资源与反馈,提升学习效果。国内在远程教育、移动学习中实施个性化教育主要体现在利用智能代理、答疑系统以及专家系统三个方面。智能代理是在人工智能技术的基础上发展起来的,可高效搜集因特网上的信息资源来服务于远程教育,制定因人而异的导学策略(李力,2001)。更有学者使用多个智能代理来记录学生远程学习行为,实现更为复杂和广泛的功能(吴吉义和平玲娣,2008)。答疑系统是远程教育不可或缺的一部分,结合人工智能技术可以有效提升系统查询精度,满足用户需求。此外,也有学者使用智能专家系统来实现学生自适应学习,根据个性化学习理论,利用人工智能技术设计智能导学系统,动态调整课程与试题难度(荆永君等,2004)。

国外则体现在使用特定模型与系统来识别学习者个体特征,以及运用智能技术来促进学习者读写能力的个性化发展。一方面,部分学者在智能导师系统中使用机器学习技术来检测学生特征,继而根据分析结果赋予个性反馈,在虚拟学习环境中使用机器学习技术处理学生面部图像,来识别学生学习过程中出现的情绪,在学生参与练习的过程中结合情绪自动帮助学生(Cabada et al., 2020)。另一方面,国外学者重视学生的读写能力,强调使用智能技术来提升学生能力,使用语音生成、语音识别和自然语言处理技术创建虚拟动画角色,使虚拟代理以交互式口语对话的形式给予学习者反馈(Sydorenko et al., 2018)。

(3) 人机协同教育

人工智能技术的迅速发展与应用,引发国内外学者关注教师、学生、智能机器三者之间的关系。目前国内较多强调教师与智能机器的协同教学。国内人机协同教学可分为无形人机协同、有形人机协同,以及混合人机协同三种形式。无形人机协同在教学中多表现在教师利用智能学习平台的分析结果开展教学活动,可基于数据挖掘与机器学习技术设计虚拟实现平台框架,为教师提供关于学生学习状况的分析反馈报告(琚生根等,2017)。在有形人机协同教学当中,教育机器人与教师共同承担教育工作,构建新型“双师课堂”,创建了新型课堂教学模式,提升教学效果(汪时冲等,2019)。混合人机协同则是指混合了前两种人机协同教育方式,发挥各类智能机器的优势,在课前为学生推送、批改试题来帮助教师掌握学情,课中分析学生数据并以可视化的形式呈现给教师,课后精准定位学生问题,帮助教师及时发现问题,调整教学计划(梁云真等,2022)。

而国外则更多呈现在智能机器与学生的协同学习中。国外人机协同教育主要涵盖两个方面,一是利用智能系统分析学生数据,为学生提供学习建议,如利用自动导师监督学生行为,在没有老师的陪伴下,让学生在虚拟世界中进行练习(Ramírez et al., 2018)。二是利用社交辅助

机器人以交互的形式促进学生学科能力与综合素质的提升。与国内教育机器人研究有所不同,国外研究偏向于通过让学生与机器人进行交互来发展学生外在能力与内在素养,如学生可以通过与智能机器人进行自由对话,来促进自身第二语言的发展,与此同时,该方式也提高了学生学习的满意度、兴趣、信心与内在动机(Lee et al., 2011)。

(4) 数据驱动决策

近年来,利用数据来改善学校教育实践、探究教育教学活动规律已经成为一种流行的学校变革趋势,国内外在数据驱动决策方面开展了大量研究。但国外研究未形成聚类标识,其原因可能在于国内外对决策研究的定位不同。国外研究呈现出两种倾向:一是将决策视为智能导学系统中的数学模型或者工作流程,数据驱动决策的研究被置于智能导学系统的子领域中(郭炯等, 2020);二是将精准决策视为目的,主要研究为达到精准决策而需采用的技术,在技术中融合智能元素。这两种倾向造成了国外研究被分散在智能导师系统、模型和机器学习等研究主题中,而国内则偏向于将决策系统作为一个研究主题独立出来。

智能技术的发展使得数据驱动决策具有两层含义,分别是利用数据辅助决策系统和数据自动决策系统。系统共分为三个数据处理阶段,在数据收集阶段,语音识别、计算机图像视觉、智能感知设备等技术使得多模态数据能够被采集。数据分析阶段,国内采用的人工智能算法主要为深度学习,而国外尝试将宽度学习应用在数据挖掘与学习分析中(Chen & Zhang, 2014),宽度学习较深度学习在数据识别上分类更准确、聚类更有效(袁利平和陈川南, 2018)。在决策阶段,数据辅助决策系统可视化地呈现出数据分析结果,教师需要结合分析结果与自身经验进行循证决策。而数据自动决策系统则可以依据学习者画像自动制定出学生个性化学习路径,当感知到学生学习情绪低落或产生学习倦怠时则自动调整教学活动。

(5) 人才培养革新

随着人工智能等新技术的发展,流水线式的人才培养模式显然已不能适应新形势的需要,智能化的人才培养革新势在必行。国内研究主要面向高等教育和职业教育,研究智能时代人才培养的目标与过程。在培养目标层面,研究者们对复合型创新人才培养这一培养目标已达成共识,但对于复合的定义有所不同。在培养方法层面,人才培养教学模式必须从最简单的知识存储式的静态学习模式转向注重知识聚合的交互型深度学习模式(鲁石, 2018),学者们提出了基于数据库、共享中心、智能技术的立体化实践课堂教学模式、基于智能资源库的翻转课堂教学模式等多种教学模式,学生将成为智能技术环境下的能动主体(黄荣怀等, 2010)。此外,国内研究聚焦人工智能给教育公正带来的正效应与负效应开展了讨论。

国外领域形成的聚类标识词为 literacy, literacy 具有素养与读写能力两层含义。素养培养主要面向普通教育,针对特殊群体则主要培养读写能力这一基本技能。面向普通教育,研究者较多关注人才培养的过程和结果。在培养方法层面,相比于国内偏好研究智能技术赋能课堂的教学模式,国外更倾向于在智能系统的设计中融入教学策略,如 Huang(2010)等为提升小学生的信息素养,在智能辅助系统中设计了项目式学习活动。在培养结果层面,学者尝试探究如何通过智能系统检测学生的核心素养,如 Maestrales (2021)试图利用智能测评系统检验中小学生学习科学素养的三维目标达成度,系统采用了项目式评估。面向特殊教育,国外研究针对特殊人群较难采用统一教学的特点,对特殊人群的读写能力培养主要通过设计专门的智能系统进行。为培养特殊儿童的书写及写作能力,系统最常采用自然用户界面,只需要用户用动作手势、语音、表情等最自然的方式和计算机进行交流。

4.2. 国内外前沿趋势对比分析

研究前沿是某个领域中最先进、最新、最有发展潜力的研究主题,在 CiteSpace 中它由一定时间内突然涌现的突现词来体现。突现率高低可以体现出某一突现词在领域前沿中的价值,突现率越高则该突现词对于领域前沿的贡献率越大。突现结束年份显示出某一领域研究的最新进展,突现结束年份越近昭示着最新的领域研究动向。

4.2.1. 国内研究发展趋势

(1) 关注人工智能赋能教育生态构建

2018 年,《教育信息化 2.0 行动计划》提出要以人工智能、物联网等新兴技术为基础,推动新技术支持下教育的模式变革和生态重构。可见,人工智能赋能教育生态构建是研究趋势所在。教育内部生态系统主要是以教师、学生、管理、后勤和科研为构成要素(李景春, 2006),已有研究考虑了前四种生态要素,从系统分析的角度探讨了人工智能对教育生态系统中的环境、资源、课程、教学、评估、教师教育、管理等子系统的作用形式,但这些研究处于理论构建的阶段,很少有研究者追踪实际的教育生态建设情况,基于证据的横纵向研究不足。此外,教育生态系统中的科研这一要素的研究还较为缺乏,然而教育科学研究是教育改革的先导与基础。设计智能实验室以帮助研究者进行科研训练、利用人工智能技术革新研究方法、打造智能智库共享优质研究成果是人工智能赋能教育科学研究的可切入点。

(2) 关注人工智能赋能教师队伍培养

人工智能在赋能教师“教育力”的同时,也为教师的“学习力”提供了强劲的支撑。目前人工智能赋能教师队伍培养的途径主要为以下三种:一是提供环境设备,智能技术等能够为教师专业发展提供专业研修环境、学习资源推送、教师发展评价工具等。二是挖掘基础规律,智能技术能够为深度挖掘和解释教师专业发展的本质规律和内在机理提供支撑。三是技术创新应用,技术赋能的教师专业发展模式创新,如教师教研模式创新、教师发展评价模式创新等(冯晓英, 2021)。但目前的研究整体而言还处在策略提出阶段,具体的,智联互通的教师研修环境构筑、教师教育课程资源的智能推送、基于证据的教师教育质量评价工具打造、智能技术赋能的教师专业发展模式设计等问题还待解决。

(3) 关注人工智能赋能新时代人才培养

人工智能教育应用的源头供给在基础理论、关键技术和系统平台的基础上已新增了新时代人才供给。人工智能赋能新时代人才培养主要有两种方式。一是知识赋能,为适应、应用和引领人工智能,学习者亟待掌握人工智能相关知识。相关研究主要围绕着学科专业融合、课程体系建设和课程内容革新和人才培养模式开展。二是技术赋能,学者开始探索如何运用人工智能技术培养学生的核心素养,如针对中小学生,通过智能学习平台或空间建设、人机协同教学的方式培养学生的智能素养(周邵锦和王帆, 2019),针对高校生,主要通过智能技术打造虚拟实验室、技术支持的翻转课堂教学以培养学生的动手实践能力。但目前,研究所关注的核心素养及其培养方式都还较为单一,尤其是高等教育的四新建设中的新农科和新文科的人才培养研究还处于缺位的状态。

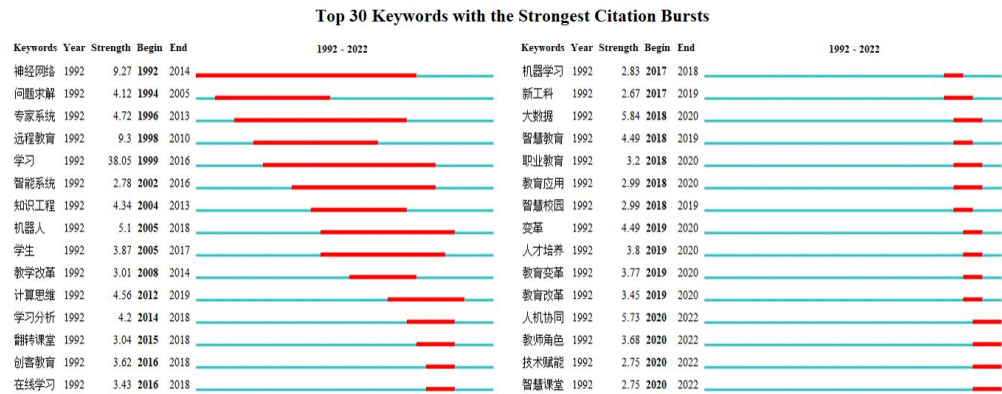


图 3 国内人工智能教育应用研究突现词 Top30

4.2.2. 国外研究发展趋势

(1) 关注系统模型的优化升级

人工智能系统模型的完善是保证各类智能系统高性能工作的基础,目前国外学者也从早期关注系统模型的应用开发,转向利用关键技术创建具有更高性能的模式,发展类脑智能。建模对于推动类脑智能的发展有着不可忽视的重要作用,模型性能与训练数据集的大小密切相

关，但随着数据的爆发式增长，传统机器学习无法在海量数据中发挥优势，基于人工智能技术的深度学习在面对庞大的教育数据时，依旧可以挖掘数据之间的因果联系，构建并优化模型。此外，有学者采用混合方式，对比并混合使用多种创建模型的技术，以达到最佳性能(Marbouti et al.,2016)，助推类脑智能的发展。但目前并没有任何一个模型可以完全准确提取信息与预测结果，仍然会存在一定误差，故如何优化技术与方法创设更为精准、智能化的模型与系统仍然是众多国外学者未来关注的问题。

(2) 关注学习分析的预测功能

学习分析是对学习者及其所在情境中产生的数据进行测量、搜集、分析和报告，以便进行精准教育，而人工智能算法支持着学习分析技术的运行。预测分析的研究主题主要包含预测模型设计与预测工具的应用。在预测模型的设计层面，学者往往是通过视频学习行为、作业提交行为、论坛讨论行为等数据集来预测风险学生、学生成果与辍学情况，但目前学者们用于训练预测模型的数据集小，并且性别、种族等数据占比失衡(Sha et al., 2022)。在预测工具的使用层面，预测工具的使用主要是运用在面向高等教育的在线学习当中，但研究大多止步于对使用预测工具对学生表现进行预测，缺乏对预测结果准确性进行验证的进一步研究，研究对象也需要从高等教育拓宽至中小学、职校生等各个受教育群体中。

(3) 关注自然语言处理

自然语言处理将人类沟通所用的语言经过处理转化为机器能理解的机器语言，语法纠正、写作评估和翻译等学习服务被开发以支持语言学习。此外，自然语言处理还被应用到了课程建设、绩效评估、科学研究、校园管理当中，如分析教师的课堂提问以研究有效教学的特征(Cook et al., 2018)、分析学生教学评价以进行教学绩效评估(Sindhu et al., 2019)、分析网络留言以识别学生自杀倾向(Castillo-Zuniga et al., 2022)。虽然自然语言处理现在已渗透到教育生态的各要素当中，但自然语言作为教育中最普遍的表达方式，自然语言处理的教育应用场景仍值得进一步拓展。并且，目前自然语言处理还面临着特定领域文本识别、讽刺情绪识别、歧义文本识别等挑战，自然语言处理的精准性问题仍待提升(Shaik et al., 2022)。

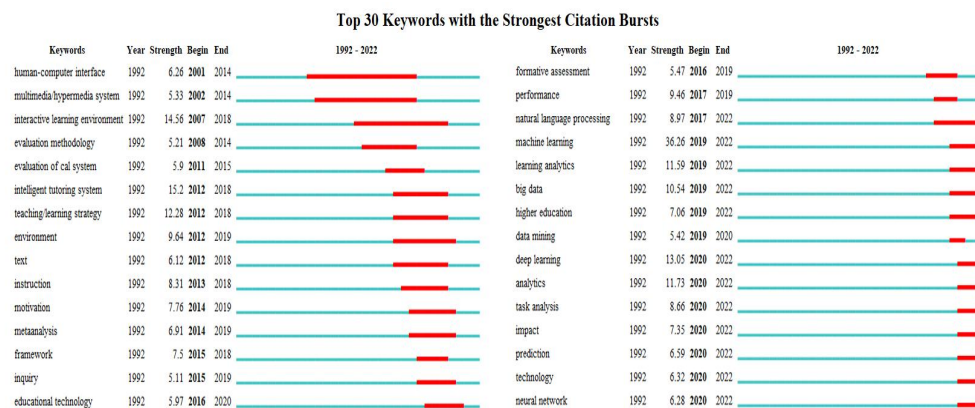


图 4 国际人工智能教育应用研究实现词 Top30

5.研究结论

在人工智能教育应用的研究主题方面，国内外虽都涉及系统模型设计、个性化反馈与自适应学习、人机协同教育、数据驱动决策与人才培养革新五大领域，但二者主题内部的研究定位有所不同。而在人工智能教育应用的趋势发展方面，国内关注运用人工智能技术赋能教育生态构建、教师队伍培养与新时代人才培养三个层面。但国内研究目前多浮现在理论层面，教育生态的实践跟踪与科研要素的研究、教师队伍培养如何从理论走向实践层面以及如何设计多样化的培养方式等问题的解决仍是未来国内人工智能教育应用发展的指向所在。与此同时，国外研究在趋势上呈现在优化系统模型、学习分析的预测功能与自然语言处理三个领域。国外学者未来也将会继续围绕如何进一步提高系统模型的精确度以助力精准教育、如何提高

预测模型的精准性、结果的可靠性和受众的全面性,与如何突破自然语言处理技术难关三个问题开展进一步研究,这些问题正在成为国外研究未来的发展方向。

参考文献

- 马颖峰和肖晓飞 (2006)。AI 教育应用研究的回顾与反思——我国教育技术界十年 AI 应用研究回眸。*现代教育技术*, (04), 76-79。
- 文孟飞、刘伟和叶征 (2018)。基于自动聚类 and 集成学习的网络教学形成性评价方法。*中国电化教育*, (03), 74-82。
- 冯晓英、郭婉琰和黄洛颖 (2021)。智能时代的教师专业发展: 挑战与路径。*中国远程教育*, (11), 1-8+76。
- 李力 (2001)。关于采用 AGENT 技术构建远程教育智能导学系统的研究。*电化教育研究*, (05), 28-30+35。
- 李景春 (2006)。生态位理论视域中的教育生态系统及其发展。*教育科学*, (03), 26-29。
- 吴吉义和平玲娣 (2008)。人工智能在现代远程教育中的应用研究。*中国远程教育*, (12), 66-69。
- 汪时冲、方海光、张鸽和马涛 (2019)。人工智能教育机器人支持下的新型“双师课堂”研究——兼论“人机协同”教学设计与未来展望。*远程教育杂志*, 37(02), 25-32。
- 周邵锦和王帆 (2019)。K-12 人工智能教育的逻辑思考: 学生智慧生成之路——兼论 K-12 人工智能教材。*现代教育技术*, 29(04), 12-18。
- 荆永君、钟绍春、程晓春和严小卫 (2004)。智能导学系统设计。*广西师范大学学报(自然科学版)*, (03), 19-23。
- 郭炯、荣乾和郝建江 (2020)。国外人工智能教学应用研究综述。*电化教育研究*, 41(02), 91-98+107。
- 袁利平和陈川南 (2018)。人工智能视域下的宽度学习及在教育中的应用。*远程教育杂志*, 36(04), 49-56。
- 黄国桢、方建文和涂芸芳 (2022)。人工智能教育应用研究的全球图景与趋势。*现代远程教育研究*, 34(03), 3-14。
- 黄荣怀、陈庚、张进宝、陈鹏和李松林 (2010)。关于技术促进学习的五定律。*开放教育研究*, 16(1), 11-19。
- 梁云真、刘瑞星和任丽玲 (2022)。面向计算思维培养的人机协同精准教学模式研究——以小学六年级信息技术课“丝绸之路大闯关”为例。*现代教育技术*, 32(03), 51-60。
- 崔宇路和张海 (2022)。教育人工智能应用的困境、成因及对策。*现代教育技术*, 32(06), 35-42。
- 琚生根、孙界平、陈黎和师维 (2017)。大数据下计算机网络虚拟实验智能分析平台设计框架。*实验室研究与探索*, 36(12), 113-115+120。
- 鲁石 (2018)。人工智能视角下的高校职业素养教育。*教育与职业*, (07), 104-108。
- Cabada, R.Z., Estrada, M.L.B., Felix, J.M.R., et al.(2020).A virtual environment for learning computer coding using gamification and emotion recognition. *INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS*, 28(8), 1048-1063.
- Castillo-Zuniga, I., Luna-Rosas, F.J., Lopez-Veyna, J.I.(2022).Detection of traits in students with suicidal tendencies on Internet applying Web Mining. *COMUNICAR*, 30(71).
- Chen, C.L.P., Zhang, C-Y.J.I.S.(2014).Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information Sciences*, 275, 314-347.
- Cook, C., Olney, A.M., Kelly, S., et al.(2018).An Open Vocabulary Approach for Estimating Teacher Use of Authentic Questions in Classroom Discourse. *Proceedings of the the 11th International Conference on Educational Data Mining*. 116-126.

- Garcia, P., Schiaffino, S., Amandi, A.(2008). An enhanced Bayesian model to detect students' learning styles in Web-based courses. *JOURNAL OF COMPUTER ASSISTED LEARNING*, 24(4), 305-315.
- Garcia, P., Amandi, A., Schiaffino, S., et al.(2007). Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles. *COMPUTERS & EDUCATION*, 49(3), 794-808.
- Grandbastien, M.(1992). Intelligent tutoring systems on scientific subjects - Are prototypes ready for broad experimentation. *COMPUTERS & EDUCATION*, 18(1-3), 63-70.
- Hinton, G., Salakhutdinov, R.(2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504-7.
- Huang, C.J., Liu, M.C., Chang, K., et al.(2010). A Learning Assistance Tool for Enhancing ICT Literacy of Elementary School Students. *Educational Technology & Society*, 13, 126-138.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., et al.(2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.
- Lee, S., Noh, H., Lee, J., et al.(2011). On the effectiveness of Robot-Assisted Language Learning. *RECALL*, 23, 25-58.
- Maestres, S., Zhai, X.M., Touitou, I., et al.(2021). Using Machine Learning to Score Multi-Dimensional Assessments of Chemistry and Physics. *JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY*, 30(2), 239-254.
- Marbouti, F., Diefes-Dux, H.A., Madhavan, K.(2016). Models for early prediction of at-risk students in a course using standards-based grading. *COMPUTERS & EDUCATION*, 103, 1-15.
- Paquette, L., Baker, R.S.(2019). Comparing machine learning to knowledge engineering for student behavior modeling: a case study in gaming the system. *INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS*, 27(5-6), 585-597.
- Ramirez, J., Rico, M., Riofrio-Luzcando, D., et al.(2018). Students' Evaluation of a Virtual World for Procedural Training in a Tertiary-Education Course. *JOURNAL OF EDUCATIONAL*
- Sha, L.L., Rakovic, M., Das, A., et al.(2022). Leveraging Class Balancing Techniques to Alleviate Algorithmic Bias for Predictive Tasks in Education. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES*, 15(4), 481-492.
- Shaik, T., Tao, X.H., Li,Y., et al.(2022).A Review of the Trends and Challenges in Adopting Natural Language Processing Methods for Education Feedback Analysis. *IEEE ACCESS*, 10, 56720-56739.
- Sindhu, I., Daudpota, S., Badar, K., et al.(2019). Aspect Based Opinion Mining On Student' s Feedback For Faculty Teaching Performance Evaluation. *IEEE Access*, PP, 1-1.
- Sydorenko, T., Daurio, P., Thorne, S.L.(2018). Refining pragmatically-appropriate oral communication via computer-simulated conversations. *COMPUTER ASSISTED LANGUAGE LEARNING*, 31(1-2), 157-180.

算法信任：智能教学系统中人机合作的关键问题

Algorithm Trust: the Footing Stone of Human-Computer Cooperation in Intelligent Tutoring Systems

乐惠骁^{1*}, 王英英², 倪琴³

¹ 北京大学教育学院

² 华东师范大学智能教育研究院

³ 上海师范大学人工智能教育研究院

* interesting@pku.edu.cn

【摘要】 人机合作是优化智能教学系统设计的有效方案，而算法信任则是设计良好的人机合作机制的关键。本文从智能教学系统的应用场景入手，梳理了行为决策领域中算法厌恶话题的相关研究，并通过讨论学习者的决策卷入问题，提出了智能教学系统中人机信任问题的独特挑战。

【关键词】 智能教学系统；人机合作；算法厌恶；

Abstract: Human-computer cooperation is an effective solution to optimize the design of intelligent teaching systems, and algorithm trust is the key to it. This paper started with the applications of intelligent teaching systems, reviewed the relevant research on the topic of algorithm aversion in the field of behavioral decision-making, and discussed the decision-making involvement of learners. At last, this paper proposed challenges for human-machine trust in intelligent teaching systems.

Keywords: intelligent tutoring system, human-computer cooperation, algorithm aversion

1. 引言

“模仿人类教师”是智能教学系统(Intelligent Tutoring Systems, ITS)研究的初始愿景。在这一愿景的基础上，研究者们不断地通过提升智能教学系统的自动化程度以提升其智能性。大量复杂、精致的人工智能算法被应用到教学中，以增强计算机理解教学情境、进行预测和干预的能力。如今的智能教学系统在大量数据与算法的支持下，能对学习者学习过程的每一个阶段进行精准地掌控，并个性化地为学习者定制学习方案。总体而言，智能教学系统的效果已经得到大量实证研究的肯定。VanLehn (2011)的研究表明智能教学系统的教学效果($d=0.76$)已经接近人类教师($d=0.79$)，而时隔五年，Kulik 和 Fletcher (2016)再次对已有实证结果进行了元分析，综合的 50 个对比 ITS 教学与传统教学的实验中，46 个实验中智能教学系统的表现优于传统教师的课堂教学。

然而研究者们逐渐注意到，论文中呈现的智能教学系统与实际在教学一线中得以大规模使用的智能教学系统之间表现出来的智能性相去甚远：论文展现出高度的智能性和学习支持能力的教学系统在实际的课堂教学中几乎不可见。由此可以发现，智能教学系统的研究与实践之间出现了某种断裂。Baker (2016)认为，对于高度智能性的过度追求而忽略智能教育系统应用情境中的人类智能是这一问题的成因：对于算法性能的追求大大提升了智能教学系统的开发成本，而专家系统导向的智能教学系统的设计模式则进一步局限了其应用场景，因此一款智能教学系统从实验室走向教学一线需要花费极大的成本，以致于没有成熟的智能教学系统可以在一线教学中大规模应用。同时，复杂、不透明的算法模型同样带来了人工智能教育应用(Artificial Intelligence in Education, AIED)的种种伦理问题，例如教学责任划分不清、模型中隐含的算法偏见等(乐惠骁和汪琼, 2022; 沈苑和汪琼, 2019, 2021)。此外，对系统智能性的单向度的追求也可能僭越学习者的自主度，进而降低学习者的学习动机与体验，进而影响学

习效果(Le & Jia, 2022; 乐惠骁, 2022; 乐惠骁和贾积有, 2021)。

在自动化与人机交互的研究中, 人机合作是在当前人工智能技术发展水平下提升智能应用可用性的一种高效解决方案, 其出现的逻辑在于当前人工智能技术的发展并不足以支持完全自动化的机器的出现, 而是需要在实际操作中由人类操作者与智能应用一起完成任务。例如, 在自动驾驶的研究中, 由于机器难以应对复杂的道路情况, 因此许多研究者致力于在自动驾驶的应用场景中使用人机合作的模式, 在完全自动驾驶技术成熟之前, 采用智能机器接管人类部分操作的模式(Aoki, Lin, & Rajkumar, 2021; Rödel, Stadler, Meschtscherjakov, & Tscheligi, 2014)。而在人机合作的视角下重新设计智能教学系统中的教学是应对这些问题最为行之有效的解决方案之一(Choung, David, & Ross, 2022; 郝祥军、顾小清、张天琦和王欣璐, 2022), 即智能教学系统的设计者并不应将学习者视作系统控制的对象以设计高度自动化的“机器教师”, 而是应该将教学及其中的决策设计为系统与学习者共同合作完成的任务。

信任, 是合作的基石。提升合作中各主体体验到的信任会有效提升工作效率(Jones & George, 1998), 如何通过合理的设计提升学习者与智能教学系统的合作体验是设计智能教学系统的关键所在。基于此, 本文将从行为决策研究中的算法信任问题入手, 讨论在这一问题中算法与学习者的特征对算法信任的影响, 进而为优化智能教学系统设计提供参考, 并厘清后续相关研究的方向。由于人工智能教育应用的形态多样, 涉及的情境和主体也较为复杂, 相关研究亦在起步阶段, 本文仅从学生在智能教学系统中进行学习这一情境入手展开讨论。

2. 人机合作中的分工与动机问题

可以从分工与动机这两者者来理解人机合作的设计将如何影响学习者使用智能教学系统的学习动机以及学习效果。首先是分工问题, 在智能教学系统中, 存在着两个对学习者的学习过程进行控制的主体: 学习者与智能教学系统各自有着对学习过程的控制权限以及控制的方式。学习者对自己的学习过程的控制可以从自我调节学习理论的视角来理解(Pintrich, 2000)。对于完全自学的学习者来说, 其享有对学习过程完整的控制权限。而在一个智能教学系统中, 计算机时常会介入到控制的某几个阶段, 甚至代替学习者做出决策(图1)。由此, 人与计算机的分工就成为了人机合作设计的第一个重点: 设计者需要对学习的流程进行设计, 在清楚认识学习者和系统的能力的基础上安排双方“适当”的权限, 智能教学系统擅长的工作就由计算机负责, 而学习者擅长的工作就由学习者负责。

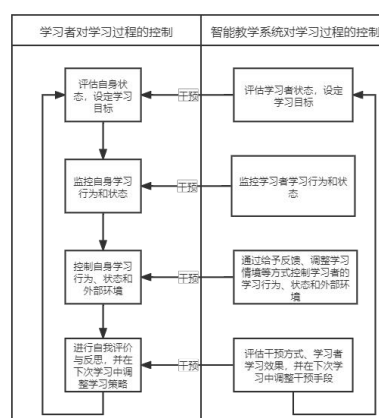


图1 智能教学系统中学习者学习过程的“两套控制系统”

然而, 让人与机器各司其职并不能解决所有问题。学习者在合作过程中获得的合作体验与动机也是不可避免的问题。在人机合作中有限的系统控制权限、不透明的算法决策都有可能威胁学习者的学习动机, 进而影响学习效果(Putnam & Conati, 2019; 乐惠骁和贾积有, 2021)。事实上, 无论如何去设计分工, 是不可能将学习者排除在学习的所有过程之外的, 因此学习

者是否能理解系统的决策并配合或调整自身的学习状态是其中的关键因素。学习者对算法的信任是重要的促进学习者学习动机要素。我们可以从技术接受模型(technology acceptance model, TAM)的角度来理解信任对于学习动机的影响:元分析研究的结论显示信任能显著地影响个体的技术接受度(Wu, Zhao, Zhu, Tan, & Zheng, 2011),而后者可以被认为与个体内部动机高度正相关的构念(Lee, Lee, & Hwang, 2015)。即使是在人类合作的场景中,不恰当的决策方式与信息传达方式都有可能破坏合作者间的信任而影响工作动机,而行为心理学的相关研究又揭示了建立起个体对算法的信任可能并不容易——人们天然地对算法的结果持有不信任的态度,这一现象被称为“算法厌恶”(Algorithm Aversion)。接下来,本文将通过对算法厌恶相关研究的综述,讨论影响学习者对智能教学系统中算法的信任度的因素。

3. 算法厌恶

算法厌恶一词首次被提出是在 Dietvorst, Simmons 和 Massey (2015)的研究中,他们用 5 个行为实验揭露了这样一个现象——一旦决策者发现算法可能出错,那么相比于运行在计算机中的统计算法,决策者在决策任务中往往更信赖自己或者人类的决策判断,而这一效应甚至在那些明确了解算法决策的精准度远高于自己的被试身上也存在。从实证研究来看,人类对于算法决策结果的不信任在医疗、金融等领域的决策场景中都存在(Longoni, Bonezzi, & Morewedge, 2019; Önköl, Goodwin, Thomson, Gönül, & Pollock, 2009)。虽然这一效应在智能教学系统的研究中仍未得到充分关注,但是经验地说,如果学习者卷入到对自己的学习进行规划的决策控制中,很多时候将会面临在系统的判断与自己的判断之间进行权衡(trade-off)的决策过程,而这将影响到其技术接受以及学习动机。

对于算法厌恶的理论解释至今仍不清晰,有学者认为决策者看待人类决策者与算法决策的不同可能来自于“完美图示”(perfection schema)的存在(Madhavan & Wiegmann, 2007; Prahli & Van Swol, 2017),个体习惯于在社会环境中获得决策支持,因此其对于人类决策者出现决策错误的宽容度会更高,而对于惯于以工具的形象出现的计算机给出的决策的宽容度则更低。虽然算法厌恶的理论解释仍有待明确。从实证研究给出的证据看,算法厌恶的主效应本身并不稳健,除了如 Dietvorst et al. (2015)给出的个体更倾向于相信自己或者人类决策者的结论外,另一些学者如 Logg, Minson 和 Moore (2019)等发现了不同的效应,认为在一些情境中也存在“算法喜好”(algorithm appreciation)的情况。总体而言,决策情境中个体是否信任算法给出的结果是一个复杂的问题,受到许多情境因素的调节。从已有的研究看,算法厌恶的效应的调节变量大致可以分为三类:一类是决策者个体因素、一类是任务特征、一类是算法特征。本文将从个体因素与算法特征入手综述相关研究,为提升智能教学系统中的算法信任提供参考。关于任务特征的讨论,将在下一大节与智能教学系统本身一起讨论。

3.1. 系统特征

3.1.1. 算法性能

算法性能,或者说个体感知到的算法性能,将影响算法厌恶的发生,一般而言,算法性能的性能越高就越容易取得使用者的信赖。需要指出的是,决策者对算法的决策与判断的精准度要求会比对人类的更高。一旦算法在预测或判断任务中出现了可以被人为察觉到的错误(尤其在简单任务中),那么个体将快速丧失对算法的信任(Bogert, Schechter, & Watson, 2021; Dietvorst et al., 2015),大多数个体倾向于认为算法的决策应当是完美的(Goodyear et al., 2016),这也被认为是算法厌恶的主要成因。此外,个体对算法性能的判断甚至并不建立在简单的统计数据上,一些算法厌恶效应甚至会发生在用户接触到真实算法之前。例如个体会主观的认为算法缺乏进行道德、伦理判断能力,不具有部分的人类特质,因而难以产生对这些算法的信任(Jussupow, Benbasat, & Heinzl, 2020; Longoni et al., 2019)。

3.1.2. 算法控制权

对于人类决策者来说,在决策过程中能够有权限去控制算法的运行。Dietvorst, Simmons 和 Massey (2018)的研究发现虽然个体一旦发现算法犯错就会很快丧失对算法的信心,但是只

需要给予个体一定的（即使很少）修改算法结果的权限就可以有效减少算法厌恶的发生。

Palmeira 和 Spassova (2015)的研究也发现了个体更容易信任在人类控制下的算法的决策。乐惠骁 (2022)在智能教学系统中也发现了给予学习者在算法决策的基础上修正结果的权限能有效降低其在学习过程中的流失率。因此，让个体感知到他们在与算法一起参与到决策中可能是缓解算法厌恶的有效方案(Mahmud, Islam, Ahmed, & Smolander, 2022)。

3.1.3. 算法透明度

算法透明度是AIED的伦理研究关注的热点，但是同时也是影响算法厌恶发生的重要因素。Jussupow et al. (2020)认为个体正确评估和感知算法的性能是减少算法厌恶发生的途径之一。用户感知到的算法的复杂度越高，就越有可能产生算法厌恶(Stein, Appel, Jost, & Ohler, 2020)，提高算法工作的透明度，例如告知用户算法的实际性能（如预测准确度和工作方式）是一种有效的解决方案(Goodwin, Gönül, & Önköl, 2013)。近期研究发现向用户展示算法具有在新的情境中学习的能力也能有效降低算法厌恶的发生，例如使用基于增量学习的算法模型(Berger, Adam, Rühr, & Benlian, 2021)。

3.1.4. 交互方式

建议响应理论(advice response theory, ART)认为影响个体是否选择接受某个建议的因素中，建议者本人的特征（如专业程度）只有很小一部分的影响，而建议本身的形式（如是否礼貌、信息量的多少）则对建议采纳有更大的影响(MacGeorge, Guntzville, Hanasono, & Feng, 2016)，因此学习者与算法系统的人机交互方式也会影响算法厌恶的发生。目前相关的实证研究集中在算法的交互代理上，采用拟人化的交互形象激发个体的社会临场感是一种有效的手段，例如用对话机器人作为算法的交互代理、使用人类语音进行交互、将代理设置为专家的形象等(Mahmud et al., 2022)。

3.2 个体特征

3.2.1. 算法接受度与期望

Mahmud et al. (2022)的研究发现一些群体对算法抱着一种“先天”的不信任的态度，称为“普遍算法厌恶”，普遍的算法厌恶为何出现的解释目前任不清晰，部分学者认为这来自于决策者对于算法持有的“不可靠、没有情感”的刻板印象。同样地，另一部分群体会对算法抱有过高的期待，因而容易在发现算法犯错时丧失对算法的信心。相对来说，对算法的工作方式和应用情境有更清晰的了解的群体（如从事统计学工作的个体）有更高的使用算法的意愿(Araujo, Helberger, Kruikemeier, & De Vreese, 2020)。

3.2.2. 对决策任务的熟悉程度

研究发现相比于一般人，决策任务相关的领域专家更少依赖算法的决策(Logg et al., 2019)，即如果个体对决策任务更了解，有更高的自我效能，那么更有可能无视算法的建议（也称之为“算法忽视”）。乐惠骁 (2022) 在智能教学系统的研究中也发现了类似的效应，高元认知自我调节能力的学习者更容易从完全由算法控制的学习系统的学习中流失，虽然这一效应可以从自我决定理论得到解释，但算法厌恶也可能是一条解释路径。

4. 决策卷入：智能教学系统中学习者算法信任研究的关键问题

以上是对算法厌恶的相关研究的梳理，在智能教学系统的研究中，如何建立起学习者的算法信任/如何规避算法厌恶的问题尚未得到充分讨论。要将这些结论应用到智能教学系统的设计中还需要面临更多的挑战：除了在相应的学习情境中重复类似实验以验证结论外，另一个关键问题是需要考虑学习者的决策卷入在其中扮演的角色，即学习者在何种程度上能主动地意识到自己在决策情境中。

4.1. 学习者认知的双过程假设

可以这样来理解算法厌恶的相关研究结论应用到智能教学系统设计中的挑战：上述综述的结论可能只对作为“理性人”的决策者有效，或者说仅在学习者意识到自己需要做决策时有效。早期的行为心理学家将个体的选择与决策行为视作是一个理性的个体在权衡利弊之后

的结果,但是21世纪以来的一些研究证据推翻了这一假设:个体的一些决策过程是无意识的选择的结果,由此发展出了认知的“双过程”理论(dual-process model)。个体在处理信息时可以被看作拥有两套信息处理系统,系统I负责处理日常的简单任务,其处理速度更为高效;而系统II则负责处理复杂任务,但是处理能力受到工作记忆等认知能力的限制。一般而言,系统I负责处理日常中遇到的简单任务,给出快捷的响应,但是当任务的复杂度过高或者具有一些特殊特点(如情绪唤起)时,系统II就会接管对相应信息的处理。例如,在计算 $7+7$ 时我们可以快速给出答案,但是当处理 $3145*2550$ 时就需要使用竖式等心理表征进行逐步计算,系统II就被唤起了(Hastie & Dawes, 2009)。由于行为实验具有外部激励的特点,我们很难确定实验中得到的结论是被试的系统I处理的结果还是系统II处理的结果(因此对系统I的观察往往被认为是行为实验设计的难点)。例如在一些有明确外部奖励的实验中(例如Dietvorst et al. (2015)),被试需要对算法与决策任务本身进行充分评估以争取更多的实验酬金,这样的实验结论可以被认为是作为理性人的被试用系统II处理的结果,而在一个真实的智能教学系统使用场景里,算法本身可能并不会吸引学生太多的注意力,学生的系统II甚至不会被唤醒,因为在他们可能并不会认为当前他们身处一个需要进行深思熟虑的决策的情境中。因此,在考虑将算法厌恶研究的结论迁移到智能教学系统场景中,学习者的决策卷入(involvement)的程度是必须考虑的问题。对于高决策卷入的情况来说,行为实验的相关结论可能是有效的;但是对于低决策卷入的情境而言,就需要考虑学习者的系统I与相关启发法的影响。

4.2. 学习者的系统I与启发法

在系统I中,启发法(heuristics)扮演了非常重要的角色。我们在处理一些问题中时常不会细致地权衡利弊,而是通过“A在多大程度上像B”来直接判断事件发生的可能性(Tversky & Kahneman, 1974)。因此,智能教学系统中“算法”的形象可能会退隐出来,而学习者在没有高度地卷入学习中的决策情境时,他们会将智能教学系统的决策类比为自己的教师给出的决策。因此,在智能教学系统中学习者的算法信任/厌恶问题的研究可能需要从学习者对教师的教学指令的研究中寻找相应证据。此外,学习者的启发法与个体的发展阶段也有关系。例如,发展心理学的研究发现早期阶段的儿童倾向于使用一种“最大化信赖”的启发法来判断他人的决策建议,即早期阶段儿童会对任何人抱有先天的信赖,即使已经观察到对方有过欺骗等行为(Hermes, Behne, & Rakoczy, 2018)。因此,在智能教学系统的学习情境中,尤其是在低决策卷入的情境中,似乎并不能持有“算法厌恶”必定发生的预设。

4.3. 决策卷入的影响因素

是什么会影响学习者的决策卷入呢?从任务本身来说,学习者发现算法给出的决策异常是一个可能的将其从低决策卷入唤醒到高决策卷入的因素,即通过观察到环境中明显的异常来,打破了系统与教师形象的相似性,继而唤起系统II接管整个认知过程。从这个角度来说,学习者容易察觉到的算法错误对于建立算法信任来说是非常不利的,设计者应在提升算法性能的同时隐藏一些明显的错误。从学习者个体的心理构念来说,其自我调节学习的动机和策略是很好地认识其决策卷入影响的理论框架,因为从发展心理学的角度理解自我调节学习时,可以将它看做一种“有意识地参与自己的学习过程”的能力(Paris & Newman, 1990)。自我调节学习的构念中的动机及动机导向可能可以解释动机引发的卷入,而策略部分的元认知自我调节能力等则可以解释其在多大程度上是有意识地规划、控制自己的学习过程,进而可能可以判断其决策卷入的程度。当然,由于相关研究仍不充分,这些探讨仅作理论上的推测。

5. 建议与总结

本文对智能教学系统中的算法信任问题进行了讨论,通过综述算法厌恶的相关文章梳理了影响个体对算法的信任的因素,并进一步讨论了智能教学系统中学习者的决策卷入对算法信任问题的影响。从上述讨论中可以发现,虽然对算法厌恶的研究产出了丰富的关于影响个体对算法的信任度的因素的结论,但是要优化智能教学系统中的人机合作设计,相关研究仍

面临不小的挑战。其中一个根本性的挑战在于明确学习者在智能教学系统中的学习过程，在多大程度上可以被看做是一个选择与决策的情境？学习者在何种刺激或干预中可能意识到自身对学习的控制权与系统控制权之间的冲突。此外，囿于当前人工智能教育应用中人机合作的讨论方兴未艾，另一部分的工作应在智能教学系统的真实情境中验证行为决策领域的相关证据。基于此，本文很难提出太多可靠的建议，但是依据已有的一些相对稳健的算法厌恶研究的证据，可以给出如下优化智能教学系统设计的建议：

首先是增加学习者对算法的控制权和透明度，从已有的算法厌恶的多篇系统综述来看，增加学习者的控制权和透明度可以降低算法厌恶的发生是一个较为稳健的结论(Burton, Stein, & Jensen, 2020; Jussupow et al., 2020; Mahmud et al., 2022)。同时，增加算法的透明度和控制权也是 AIED 研究中应对伦理问题的有效设计方案。

其次是通过设计隐藏明显的算法错误。个体在发现算法的明显错误之后会快速丧失对算法的信任是相关研究中发现的一致结论，而本文后续的分析认为明显的错误也有可能唤起学习者更高层次的决策卷入，更容易出现算法厌恶的情况。事实上，对于一般的学习者来说，在没有统计数据与模型的前提下是很难评估算法的性能的，也难以发现一般的算法错误，因此通过适当的交互设计隐藏可能的算法错误的成本与技术难度并不高，但是能有效保护学习者的学习动机。

总体而言，智能教学系统中的算法信任问题是人机合作机制设计的重要问题，相比其他领域的算法与个体的关系研究更具有挑战性，其挑战性的根本来源是学习者个体特征与教学情境的复杂性。如何在人机交互的基础上构造和谐的人机关系？如何调整人工智能赋能教学的步调？这些问题有待未来的共同探讨。

参考文献

- Aoki, S., Lin, C.-W., & Rajkumar, R. (2021). Human-robot cooperation for autonomous vehicles and human drivers: Challenges and solutions. *IEEE communications magazine*, 59(8), 35-41.
- Araujo, T., Helberger, N., Kruikemeier, S., & De Vreese, C. H. (2020). In AI we trust? Perceptions about automated decision-making by artificial intelligence. *AI & SOCIETY*, 35(3), 611-623.
- Baker, R. S. (2016). Stupid tutoring systems, intelligent humans. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 600-614.
- Berger, B., Adam, M., Rühr, A., & Benlian, A. (2021). Watch me improve—algorithm aversion and demonstrating the ability to learn. *Business & Information Systems Engineering*, 63(1), 55-68.
- Bogert, E., Schechter, A., & Watson, R. T. (2021). Humans rely more on algorithms than social influence as a task becomes more difficult. *Scientific reports*, 11(1), 1-9.
- Burton, J. W., Stein, M. K., & Jensen, T. B. (2020). A systematic review of algorithm aversion in augmented decision making. *Journal of Behavioral Decision Making*, 33(2), 220-239.
- Choung, H., David, P., & Ross, A. (2022). Trust in AI and Its Role in the Acceptance of AI Technologies. *International Journal of Human – Computer Interaction*, 1-13.
- Dietvorst, B. J., Simmons, J. P., & Massey, C. (2015). Algorithm aversion: People erroneously avoid algorithms after seeing them err. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(1), 114-126.
- Dietvorst, B. J., Simmons, J. P., & Massey, C. (2018). Overcoming algorithm aversion: People will use imperfect algorithms if they can (even slightly) modify them. *Management Science*, 64(3), 1155-1170.
- Goodwin, P., Gönül, M. S., & Önkal, D. (2013). Antecedents and effects of trust in forecasting advice. *International Journal of Forecasting*, 29(2), 354-366.
- Goodyear, K., Parasuraman, R., Chernyak, S., Madhavan, P., Deshpande, G., & Krueger, F. (2016).

- Advice taking from humans and machines: An fMRI and effective connectivity study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 542.
- Hastie, R., & Dawes, R. M. (2009). *Rational choice in an uncertain world: The psychology of judgment and decision making*: Sage Publications.
- Hermes, J., Behne, T., & Rakoczy, H. (2018). The development of selective trust: Prospects for a dual - process account. *Child Development Perspectives*, 12(2), 134-138.
- Jones, G. R., & George, J. M. (1998). The experience and evolution of trust: Implications for cooperation and teamwork. *Academy of management review*, 23(3), 531-546.
- Jussupow, E., Benbasat, I., & Heinzl, A. (2020, June 15-17). Why are we averse towards Algorithms? A comprehensive literature Review on Algorithm aversion. Paper presented at the Proceedings of the 28th European Conference on Information Systems (ECIS).
- Kulik, J. A., & Fletcher, J. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of educational research*, 86(1), 42-78.
- Le, H., & Jia, J. (2022). Design and implementation of an intelligent tutoring system in the view of learner autonomy. *Interactive Technology and Smart Education*(ahead-of-print).
- Lee, Y., Lee, J., & Hwang, Y. (2015). Relating motivation to information and communication technology acceptance: Self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 51, 418-428.
- Logg, J. M., Minson, J. A., & Moore, D. A. (2019). Algorithm appreciation: People prefer algorithmic to human judgment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 151, 90-103.
- Longoni, C., Bonezzi, A., & Morewedge, C. K. (2019). Resistance to medical artificial intelligence. *Journal of Consumer Research*, 46(4), 629-650.
- MacGeorge, E. L., Guntzviller, L. M., Hanasono, L. K., & Feng, B. (2016). Testing advice response theory in interactions with friends. *Communication Research*, 43(2), 211-231.
- Madhavan, P., & Wiegmann, D. A. (2007). Effects of information source, pedigree, and reliability on operator interaction with decision support systems. *Human factors*, 49(5), 773-785.
- Mahmud, H., Islam, A. N., Ahmed, S. I., & Smolander, K. (2022). What influences algorithmic decision-making? A systematic literature review on algorithm aversion. *Technological Forecasting and Social Change*, 175, 121390.
- Önkal, D., Goodwin, P., Thomson, M., Gönül, S., & Pollock, A. (2009). The relative influence of advice from human experts and statistical methods on forecast adjustments. *Journal of Behavioral Decision Making*, 22(4), 390-409.
- Palmeira, M., & Spassova, G. (2015). Consumer reactions to professionals who use decision aids. *European Journal of Marketing*.
- Paris, S. G., & Newman, R. S. (1990). Development aspects of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 25(1), 87-102.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502): Elsevier.
- Prahl, A., & Van Swol, L. (2017). Understanding algorithm aversion: When is advice from automation discounted? *Journal of Forecasting*, 36(6), 691-702.
- Putnam, V., & Conati, C. (2019). Exploring the Need for Explainable Artificial Intelligence (XAI) in Intelligent Tutoring Systems (ITS). Paper presented at the IUI Workshops.
- Rödel, C., Stadler, S., Meschtscherjakov, A., & Tscheligi, M. (2014). Towards autonomous cars: The effect of autonomy levels on acceptance and user experience. Paper presented at the Proceedings of the 6th international conference on automotive user interfaces and interactive

vehicular applications.

- Stein, J.-P., Appel, M., Jost, A., & Ohler, P. (2020). Matter over mind? How the acceptance of digital entities depends on their appearance, mental prowess, and the interaction between both. *International Journal of Human-Computer Studies*, 142, 102463.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221.
- Wu, K., Zhao, Y., Zhu, Q., Tan, X., & Zheng, H. (2011). A meta-analysis of the impact of trust on technology acceptance model: Investigation of moderating influence of subject and context type. *International Journal of Information Management*, 31(6), 572-581.
- 郝祥军、顾小清、张天琦和王欣璐 (2022)。 人机协同学习：实践模式与发展路向。 *开放教育研究*, 28(04), 31-41。
- 乐惠骁 (2022)。 智能教学系统中的学习者自主度研究。 (博士学位论文), 北京大学, 北京。
- 乐惠骁和贾积有。 (2021)。 智能的边界——智能教学系统中的用户自主度研究。 *中国远程教育*(09), 49-58。
- 乐惠骁和汪琼。 (2022)。 人机协作教学：冲突、动机与改进。 *开放教育研究*, 28(06), 20-26。
- 沈苑和汪琼。 (2019)。 人工智能在教育中应用的伦理考量——从教育视角解读欧盟《可信的人工智能伦理准则》。 *北京大学教育评论*, 17(04), 18-34+184。
- 沈苑和汪琼。 (2021)。 人工智能教育应用的偏见风险分析与治理。 *电化教育研究*, 42(08), 12-18。

课堂言语行为分析的研究综述

A Review of Studies on Classroom Speech Behavior Analysis

胡欣¹、魏艳涛^{2*}、胡诗雨³

华中师范大学人工智能教育学部湖北省教育信息化研究中心

yantaowei@mail.ccnu.edu.cn;

【摘要】课堂分析是改善教学质量的重要途径，但传统的分析方式难以满足当今教育发展需求，探索新的分析理论和技术具有重要意义。本文基于国内外有关课堂言语行为的研究文献，梳理了课堂言语行为分析的研究进展。从量化分析的角度出发，对不同阶段的分析技术进行了对比研究，并对当下主流的言语行为量化分析技术——文本分类技术的发展和應用进行了总结，最后对课堂言语行为分析发展给出建议，对促进教育技术和教学研究的深层次融和具有一定意义。

【关键词】课堂言语行为；教学行为；言语分析；文本分类

Abstract: Classroom analysis is an important way to improve teaching quality, but the traditional analysis method is difficult to meet the needs of today's education development. It is of great significance to explore a new analysis model. Based on the domestic and foreign research literature on classroom speech act, this paper summarizes the research progress of classroom speech act analysis. From the perspective of quantitative analysis, this paper makes a comparative study of the analysis technology at different stages, summarizes the development and application of the current mainstream speech act quantitative analysis technology - text classification technology, and gives suggestions for improvement of classroom speech act analysis, which has certain significance for promoting the integration of educational technology and teaching research.

Keywords: Speech behavior in class; Teaching behavior; Speech analysis; Text classification

1. 前言

课堂教学主要是通过教师的肢体行为和语言行为进行，据研究显示，课堂教学中有三分之二的时间被语言占据，通过对课堂言语行为进行观察、分析，可以构建教师的教学模型，及时发现教师的教学短板，提出有针对性地改进措施，改善教师教学能力，有效提升教学分析的实践意义。

课堂言语行为的传统分析大多是由研究人员通过人工观察后进行质性分析。然而，这个方法对观察员有较高的要求，通常需要观察员具备专业的教育知识，人工观察不仅效率低，而且成本高，很难常态化进行，不利于学校教师的专业能力发展。为了提升研究效率，国内外许多学者对言语分析工具做了探索，开发出了许多可协助人工编码的视频分析软件，在一定程度上提高了课堂言语的分析效率和精度，但是研究过程中仍主要依靠人工进行言语行为编码判断，并未实现质性的突破。

本文在中国知网数据库中以关键词“课堂言语行为 OR 师生言语互动”为检索条件进行检索，通过对文献进行机器筛选和人工剔除，2010年至2022年，中文相关文献一共有615篇，其中文献发表的年度数量变化情况如图1所示。由此图1可见，课堂语言行为分析受到了越来越多学者的关注。总体看来，有关课堂言语分析的文献数量呈现上升的趋势，但是近几年的发表量逐渐趋于平缓。通过对相关文献的梳理发现以往的课堂言语研究更多是聚焦于某一学科或者某类课程的言语特点分析，大多停留在理论层面的质性分析上，对课堂言语的量化

分析相对较少且量化分析的方式多是人工编码的方式，分析效率较低。为了改变这一现状，部分学者将人工智能应用于课堂言语分析，实现了课堂言语编码的自动化。在未来，课堂言语行为分析技术将会越来越智能化，教学分析和人工智能的联系会愈发紧密。

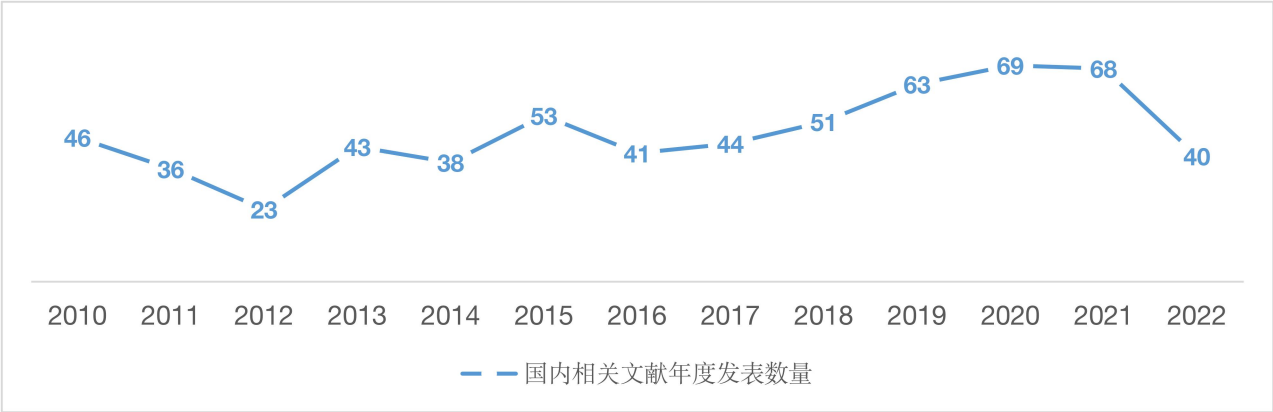


图 1 2010-2022 课堂言语分析的文献数量

2. 课堂言语行为的概念

2.1. 课堂言语行为

传统教学中教师主要是通过言语行为进行，据相关研究显示，课堂语言行为在课堂教学行为中占比达 80%左右，其行为主体包括教师和学生。课堂语言行为从广义上来看包含教师和有学生的有声语言和无声语言，其中教师的有声语言是一种具有规范化口语的动态言语行为，如教师向学生传授知识、发出教学指令等教学过程中使用的口头语言；教师的无声语言是指教师在实施教学活动中所表现出来的包括板书、眼神、手势等“语言行为”；学生的课堂语言行为主要包括学生提问和回答时的口头语言行为。狭义上来看，课堂语言行为指的是教师和学生的口头语言。本文关注的是狭义的课堂语言行为研究进展。

2.2. 课堂言语行为的分类

国内外学者依据不同的理论对课堂语言行为有不同的分类标准。贝拉克将课堂言语行为分为组织行为、诱导行为、应答行为、反应性行为四大类。布罗菲和古德对课堂上学生的应答行为和教师的反应行为进行了进一步的划分，其中，学生回答情况分为正确、部分正确、错误和没有回答四类，教师的反应分为表扬、肯定、没有反应、否定、批评、给答案、问别人、重复问题、给线索、新问题十一类。我国学者吴康宁等按“工作领域”将课堂中教师的言语行为划分为五大类：提问、答复、要求、评价和其他，其中，提问又被细化为对事实、结论和方法的提问；要求被细分为建议、指令、模糊；评价包括肯定、两可、否定的评价；答复包括开放、中间、封闭三类。邱微将教师的言语行为分为：组织类、陈述类、提问类、应答类；学生的言语行为分为：答题类、提问类、其他类。在课堂言语行为的研究中，使用最广泛的是弗兰德斯互动分类系统，该系统将课堂师生言语行为总结为教师行为、学生行为、寂静 3 大类，细分为 10 小类，具体参看表 1，以此来确定师生言语互动的状况并且进行量化分析。

表 1 弗兰德斯互动分析编码系统

分类		编码	内容
教师语言	间接影响	1	表达情感
		2	鼓励表扬
		3	采纳意见
		4	提问
	直接影响	5	讲授
		6	指令
		7	批评

学生语言	8	应答
	9	主动
沉寂或混乱	10	无有效语言

3. 国内外课堂语言行为研究现状

3.1. 国外课堂言语行为研究现状

1896年，美国教育家Kratz通过调查各类人员对教师语言行为的建议，制定了优秀教师言语特征的量表，他是最早进行课堂言语行为研究的学者。在二十世纪初，越来越多的学者开始对课堂言语行为进行分析探索，并且研究的角度也逐渐多样化。

3.1.1. 关于课堂言语行为的有效性研究

20世纪六七十年代，教师效能成为课堂言语行为研究的主题，这个阶段的研究主要关注教师的言语行为和教学效果之间的关系，以及影响教师言语行为的相关因素。20世纪70年代后，有关教学行为的研究从教师效能向教师认知过渡，教师认知研究主要关注教师自身的知识和思维对其教学行为所产生的影响，体现了行为的复杂性，但是忽略了情感、态度等因素对教师行为的影响。21世纪，学者们开始关注师生交互和课堂效率的关系，发现师生关系对学生的学习效果有一定的影响。研究发现，良好的师生言语互动不仅可以提升教学效果，还能培养学生的社会技能，提高学业水平。

3.1.2. 课堂言语行为分析方法的研究

对课堂言语行为进行分析是探索其有效性的前提。20世纪中期，国外开始使用课堂观察法进行言语行为分析。基于课堂观察的课堂言语分析大致可以划分为三个阶段：[1]探索阶段，20世纪二三十年代，随着心理学和社会学学科的发展，观察法被引入到教育领域。[2]工具发展阶段，20世纪50年代，贝尔斯创造性地采用编码方式来研究课堂小组的交互过程，开启了系统地课堂观察量化研究。60年代，美国学者弗兰德斯提出的基于课堂言语行为的互动分析系统，是现代课堂观察开始的标志，从此往后的学者大多是在弗兰德斯的基础上进行研究和改进。[3]定量与定性相结合阶段，70年代后，课堂观察分析中引入人种志等质性研究方法。

3.1.3. 技术支持下的课堂言语行为分析研究

2011年，Tenny, J.L.开发了eCOVE软件可用来为课堂中的教与学的行为搜集客观的数据，使用者将观察所得的原始课堂数据通过固定的模板输入，程序会自动生成相应的迁移矩阵，有效缩短了人工统计数据和分析的时间；美国威斯康辛—麦迪逊大学教育研究中心的数字化洞察力（Digital Insight）项目开发了可视化分析工具Transana平台，Transana平台可将录像数据转化为文字数据并进行分析，该平台还可进行合作分析、具备灵活的编码和统计功能且支持大规模数据库。同时期还有Nvivo、Atlas、VITAL、MediaNotes等协作式分析软件工具，研究人员可通过这些工具播放课堂视频并实现对教学行为的编码等操作，从而对课堂上的言语行为数据进行更快速的收集。

3.2. 国内课堂言语行为研究现状

与国外相比，国内的课堂言语行为研究起步较晚，研究内容主要包括课堂言语行为的有效性、比较研究、分析方法研究以及技术支持的课堂言语行为分析研究。

3.2.1. 课堂言语行为的有效性研究

从相关文献来看，我国学者对不同学科、学段的课堂教学言语的有效性进行了深入研究。例如：庞嘉雯借助Nvivo、SPSS软件对四位小学数学特级教师的课堂言语反馈特征进行了个案研究，针对不同的“反馈时机”和“反馈内容”对教学效果的影响进行了分析，并对不同教学类型的教师提出了优化策略，以提高课堂语言的有效性。

3.2.2. 课堂言语行为的比较研究

国内学者基于不同课堂的师生言语行为进行比较研究，从而对课堂言语行为的高效特点进行探索。如陈卓对英语学科的新手教师和专家教师的课堂言语行为进行对比研究，从课堂

言语结构、教师讲话风格、课堂情感氛围、提问于演讲类型、课堂互动方式五个维度进行,对新手教师常犯的错误进行归纳总结,并给予相应的建议。郑岚忆应用 FIAS 对初中英语课堂师生言语互动行为进行了实证研究,发现专家教师和新手教师在教学设计有效性上存在较大差异,包括学情分析能力、问题设计策略以及课堂互动模式三个维度。

3.2.3. 课堂言语行为量化分析研究

在国内,课堂言语量化研究多是以 FIAS 为基础来开展的。随着教学方式的转变,FIAS 的观察维度显现出一定的时代局限性,为了使观察编码更贴合当代教学实际情况,我国学者对 FIAS 进行了改进。宁虹和武金红改变了观察编码的赋值方式,将分析过程计算化,提高了分析效率,使得研究者对课堂言语的观察更具结构性和描述性。顾小清和王炜在 FIAS 的基础上提出了可用于包含信息技术课堂的分析系统 ITIAS,该系统主要从教师的言语、学生的言语以及信息技术这三个方面进行了相应的改进,扩大了 FIAS 的编码范围。方海光、高辰柱等学者在 IFAS 和 ITIAS 的基础上做了进一步的调整和优化,提出了 iFIAS (改进型弗兰德斯互动分析系统),并且开发了 iFIAS 辅助分析软件。此外,曹一鸣、宋宇等人对数学课堂上的课堂对话行为进行了编码分类,并建立了新型课堂评价体系,对实施大规模的数学课堂教学评价提供了基础。

3.2.4. 技术支持下的课堂言语行为分析研究

为了改变传统人工编码分析效率低且成本高这一情况,许多研究人员开发了各类辅助课堂言语行为分析的软件。例如,首都师范大学开发的《信息化教育科学研究方法》工具集中 FIAS 互动分析系统板块,该软件需要研究人员手动将课堂言语行为编码并输入固定格式的表格中 (EXCEL),然后软件将输入的编码进行处理后输出分析结果。该软件在后期数据分析阶段中可帮助研究者更快的发现课堂言语行为的特点及其蕴含的教学规律,但在行为编码过程中,这款软件无法回溯视频,如果观察者想要再次观察某个片段,需要视频进行手动定位;后来,张志禔等改进了课堂话语分析方法和编码体系,开发了相应的技术分析软件,该软件实现了视频即时回访、快速即时跳转、选择分析视角、只呈现最相关的属性集的候选值供教师选择、具有自动记录数据和计算数据等功能,有效地提高了分析效率。曾国平开发了一款基于 ITIAS 的智能教学视频分析软件,研究者可以在视频导入软件后利用编码按钮对课堂言语行为进行编码,软件在编码完成后可以自动根据研究者的需要对编码数据进行分析处理。

4. 课堂言语行为量化分析法的对比研究

课堂言语行为分析在初期主要是通过研究人员对课程进行观察,然后根据自身的专业知识和个人经验对课堂中的言语行为进行定性分析研究。定性分析的主要弊端在于难以摆脱研究人员的主观性,研究结果的信效度有限。因此,研究课堂言语行为分析的学者逐渐从定性分析向定量分析靠拢。目前定量分析法是课堂言语行为分析的主流方法,对课堂上的言语行为进行量化、编码后再进行分析。

4.1. 传统的课堂言语行为量化分析法

随着弗兰德斯互动分析系统的提出,国内外都开始流行课堂言语行为量化研究,产生以下几种具有代表性的言语行为分析方法:(1) S-T 教学分析法, S-T 分析法主要用于对教学过程的定量分析,将教学中的行为分为教师 T 行为和学生 S 行为两类,根据师生行为在教学过程中比例不同将教学分为四种教学模式:练习型、讲授型、对话型和混合型。(2) 基于信息技术的交互分析系统 ITIAS,该系统在 FIAS 的基础上增加技术互动这一大类。(3) 言语互动分类系统

上述课堂言语量化分析法的主要做法是以一定的时间间隔“切割”课堂教学录像,然后按照分析方法或分析系统对分割好的言语行为进行分类编码,最终对言语行为进行量化分析。这类量化分析方法存在明显的几个弊端:

(1) 在分析过程中,所有的行为分类和编码都需要依靠人工进行,以一节 45 分钟的课程为例,如果采用 S-T 分析法,那么每 30 秒需要进行一次采样,如果使用 FIAS 则需要每 3

秒进行一次采样,一节课将会产生 90-900 个编码。虽然有分析工具和软件支持,但是这个过程仍旧非常耗时且容易出错。

(2) 将课堂录像根据时间段进行切片后再分析,课程被“片段”化。通常,切割视频的时间段较小,这就导致了会出现许多“教学片段”呈现相似和空白的情况,这对课堂言语行为分析而言是无效的信息。

(3) 该方式对研究人员的要求较高,需要研究人员具备相当专业的教育知识,不利于课堂言语行为分析的常态化开展。

4.2. 以文本分类技术为基础的课堂言语行为量化分析法

近年来,人工智能发展迅速,为各行各业都带来了巨大的便利,教育研究者也开始尝试将人工智能运用到教育研究中。语音识别技术可以将音频数据转换为文本数据,由于课堂教学中言语信息的占比高达 80%,因此该技术受到了许多研究学者的关注。通过基于计算机的语音识别技术可以将课堂上的师生言语的音频信息转换为文本信息,然后借助文本分类算法对文本进行自动编码分类,有效降低了人工操作成本,为实现课堂言语常态化分析提供了技术基础。

4.2.1. 国内外文本分类技术的发展历程

(1) 国外文本分类技术的发展大致有四个阶段:第一个阶段是理论探索阶段,美国学者 Luhn 首次提出按词频统计进行文字归类的主张;第二个阶段是初步实验阶段,依靠人工制定的文本分类规则对文本进行分类,这种方式十分耗时费力,难以进行实际运用。第三阶段是自动分类阶段,以机器学习为基础。这一阶段的思路是:首先提取文本特征构建分类器训练,通过训练优化参数,从而得到分类模型,相较于人工分类其分类效率更高。1992 年, Lewis 对文本分类系统的实现过程进行了阐释,此后产生了逻辑回归、决策树、支持向量机和 K-近邻算法等一批成熟的机器学习算法。文本表示模型主要有布尔模型 (Boolean Model)、概率模型 (Statistical Model) 和向量空间模型 (VSM: Vector Space Model)。目前,文本分类技术在日常生活中得到了广泛应用,如 SergioMuñoz 等人通过文本分类技术实现了对个体心理压力的自动检测。

(2) 我国直到 20 世纪 90 年代才形成中文文本分类研究体系,研究进度相较于国外比较滞后。吴军是我国较早进行文本分类研究的学者,他在 1995 年开发了汉语自动分类系统;1998 年,南京大学多媒体计算机研究所 VSM 为基础开发了中文文本自动分类系统 CTDCS;2016 年,贾隆嘉提出了基于类别信息的特征加权算法,有效提高了分类器的训练速度。2019 年,朱文峰首先利用了 IG 和 MRMR 进行特征选择,再利用加入混合核函数的 SVM 进行文本分类,有效提升了分类效率。2021 年,Zijun Sun 等人开发出针对中文的预训练模型 ChineseBERT,将字形和拼音融入语言模型中,在中文文本分类中表现出优异的性能。

尽管国内外学者对文本分类的相关理论和技术进行了长期深入的研究,也产出了大量新技术、新理论,但这一领域还存在一些不足和挑战,还有待于进一步的探索和开拓。

4.2.2. 文本分类技术在课堂言语分析中的应用

2012 年, Araya 等人将支持向量机算法运用在对课堂教师的语音文本分类中,进而对教师的教学实践进行评估。2014 年,高桂平以 90 个上课实录视频为基础构建了一个课堂话语类型语料库,将课堂话语类型划分为课堂组织话语、教学内容呈现话语、交互类型话语和评价反馈话语四类,采用朴素贝叶斯分类方法实现了课堂话语的自动分类。2018 年,宋志海分别采用朴素贝叶斯、CNN 和 RNN 三种分类模型进行课堂语言行为的自动化识别,其中利用深度学习技术构建的 CNN 和 RNN 神经网络分类效果明显优于传统的分类技术。2020 年,徐丽丽以融合 TF-IDF 统计特征和 CNN 深度学习特征的文本表示模型对课堂言语行为进行自动分类,准确率最高达 88.45%,但是仅实现了对教师的讲授、指令和提问三类话语的自动分类,对于实际课堂的言语行为分析需求而言是远远不够的。同年,Emily Jensen 等人基于教师课堂言语设计了一个自动化教学反馈系统,首先将教师的课堂教学录音上传至云端,系统自动进行转录并进行语音处理后自动化系统基于预先训练的机器学习模型来识别关键话语,最后总

结并呈现教师话语的特点，形成教师的个人教学模型。

2021年，X.Zhang, J.Wang等人基于深度卷积神经网络（CNN）对教师语音进行分类，识别教学、提问和课堂管理三种教师主导的教学活动，其分类准确率分别达90.5%、100.0%、94.0%，基本满足课堂言语自动分析精度的要求。2022年，冯天成采用文本分类技术实现了教师言语的多类型识别，将教师教学言语分为正常授课、表扬、鼓励、批评、违禁5个类别，正确率达94.6%。2022年，宋宇构建了新型课堂教学评价指标体系（Coding Instrument for Productive Classroom Dialogue，简称CI-PCD）并率先采用CNN+BiLSTM+Attention混合神经网络技术，基于CI-PCD对课堂教学转录文本进行自动标注，一节40分钟的课程人工标注需要花费6-7小时，采用该模型进行自动标注可以缩减至15秒，有效提高了数据处理的速率。

随着文本分类技术的精进，课堂话语的自动分类准确率取得了明显提升。但是语言是具有一定的艺术性的，且课堂中所出现的语言类型复杂多样，而当前的课堂话语自动分类研究方向大多是通过调整算法以提升分类的准确率，对课堂言语行为的分类标准研究较少，因此目前的课堂言语自动化分析仍停留在简单总结教学模型和教学特点层面，在分类编码领域还需要进一步的理论探索和实证研究。

5. 总结与展望

笔者通过阅读国内外课堂言语行为分析方面的相关文献，发现近年来该领域的研究内容主要侧重于对某一类课程进行实证研究，总结言语行为的规律；在研究方法上主要采用定性和定量相结合的方式，目前学术界还没有形成统一的课堂言语行为编码，大多数学者都是依据FIAS进行人工编码来分析课堂言语行为。近年来，以文本分类技术为核心的言语行为分析方法开始被教育研究者所关注，该方式将研究者从繁琐的行为编码中解放出来，使其将更多的精力投入到探索教学过程所蕴含的教育规律中，显著提升了研究效率。但目前通过计算机对课堂言语行为进行自动化分析整体还处在试验阶段，暂未大规模的投入到教学实际应用中。总体来看，该领域还存在不少难题，笔者认为可以从以下5个方面加以改进：

5.1. 构建多模态课堂言语行为分析模式

目前大多数的课堂言语分析研究都是基于有课堂言语转录的文本信息进行的，但是，话语具有多模态性，除了基本的文字特征以外，话语还带有浓厚的情感色彩，相同的文字采用不同的语调可表达不同的含义。因此，课堂言语行为分析需突破原来单模态分析的局限，构建多模态的课堂言语行为分析系统，将语气、语调、体貌特征等都纳入分析范围内，全面而准确的理解言语行为，多维度对课堂言语行为进行研究。

5.2. 重构课堂言语互动分析系统

在梳理了国内有关课堂言语行为的文献发现其研究目的主要集中在以下3个板块：（1）总结优质课堂的教学特征，在此基础上给教师教学提出相关建议；（2）研究不同类型的言语行为对教学效果的影响；（3）针对新手教师和专家教师的言语行为进行对比研究，从而帮助新手教师改善教学水平。整体来看，我国相关的研究都是以传统的言语交互分析系统为基础（以FIAS为例）进行实证研究，只有较少的学者在对课堂言语行为的编码系统进行了探索和创新。随着教育信息化的发展，教师的教学方式以及学生的学习方式都出现了转变，课堂中言语行为的类型和结构越来越复杂多样，因此，笔者认为需要结合当下教育的实际情况对课堂言语互动分析编码系统加以创新和重构，更好契合各类新型课堂的评价分析需求。

5.2. 探索多类型文本表示模型

不同学科、不同课程类型，其课堂言语行为的特征各有不同。准确的言语行为分类有助于帮助我们获得更贴合实际的分析结果，文本表示模型是实现准确分类的前提。当前课堂言语行为研究所采用的文本表示模型具有以下3个特点：（1）主要针对某一类行为，例如教师提问或教师指令，模式单一。（2）仅考虑教师单向言语行为，忽视学生的言语互动。（3）仅适用于线下传统课堂，忽视线上课堂。因此，笔者认为应充分考虑师生之间的言语互动，在未来探索不同教学情境下的文本表示模型，提升机器学习模型的识别准确率，促进课堂言

语行为分析技术的进一步发展。

5.3. 关注师生数据隐私

在大数据时代, 如果不对数据进行妥善保存和处理, 个人隐私极易被泄露。在对课程言语行为进行研究的过程中, 需要采集师生的音频信息和图像信息。如果不慎导致数据外泄, 那么这将对教师和学生带来不同程度的困扰。教育研究领域一致认为, 在教育研究过程中, 教师和学生信息的私密化处理也是重要的一环。目前在课堂言语行为分析的相关研究中, 对于师生的隐私问题关注度不高, 还需要研究人员采取进一步的措施来加强师生的隐私保护。

基金项目

国家自然科学基金“面向同步直播课堂的可解释学习投入自动评测方法研究”(项目号: 62277029), 国家教师发展协同创新实验基地建设专项“基于视频数据的“人工智能+”研训学生情感演化规律分析方法”(项目号: CCNUTEIII-2021-19), 教育部人文社科项目“基于人工智能的在线学习参与度识别研究”(项目号: 20YJC880100), 武汉市知识创新专项“同步直播课堂中远端学生学习投入自动评测方法研究”(项目号: 2022010801010274), 华中师范大学交叉团队项目“融合多模态数据的教师教学能力智能评价技术及应用研究”(项目号 CCNU22JC011)

参考文献

- 方海光,高辰柱&陈佳 (2012)。改进型弗兰德斯互动分析系统及其应用[J].中国电化教育 (10):109-113
- 孙众, 吕恺悦, 骆力明, 陈美玲, 许林&施智平 (2020)。基于人工智能的课堂教学分析[J]. 中国电化教育, (10): 15-23.
- 宋宇 (2022)。人工智能赋能新型课堂教学的研究与实践[J].全球教育展望,51(10):19-29.
- 梁健敏 (2015)。基于 Transana 平台的课堂师生言语互动地区差异分析——以华南与西北地区为例[J].中国教育信息化,No.341(02):83-85.
- 陈卓 (2019)。初中英语新手教师与专家教师的课堂言语行为比较研究[D].四川外国语大学.
- 庞嘉雯 (2022)。小学数学特级教师课堂教学言语反馈特征的个案研究[D].上海师范大学.
- 张薇薇&王雪齐 (2018)。国内外课堂观察研究的文献综述[J]. 西藏科技, (05): 37-39.
- 郑岚忆 (2022)。基于 FIAS 的专家-新手教师初中英语课堂师生言语互动比较研究[D].华东师范大学.
- 张志桢, 喻凡&李芒 (2010)。课堂教学视频分析软件的设计与实现[J]. 中国电化教育 (06): 113-116.
- 杨伊,陈昌来 (2022)。多模态话语分析: 教师话语研究的一种新范式[J].当代外语研究, (04):144-153.
- 徐琮 (2022)。小学英语课堂师生互动行为分析——基于 FIAS 分析系统的个案研究[J].中小学数字化教学.
- 高桂平 (2014)。数字化课堂话语行为分类及方法研究[J].中国信息技术教育,No.185(08):66+68.
- 黄山 (2018)。IRF 课堂话语结构研究的新进展——基于 70 项研究的文献回顾[J]. 基础教育, (02): 93-101.
- 曹一鸣,宋宇,赵文君,李铭璇 (2022)。面向教育 2030 的数学课堂对话人工智能评价体系构建研究[J].数学教育学报, 31(01):7-12.
- J. Li, C. Li and R. Xiang.(2021). "A Preliminary Study on the Recognition of Speech Acts Performed by International Chinese Teachers in Class Based on Deep Learning," 2021 16th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE), Lancaster, United Kingdom, pp. 937-942.

- Jensen E, Dale M, Donnelly P J, et al.(2020). Toward Automated Feedback on Teacher Discourse to Enhance Teacher Learning[C]// CHI '20: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.
- Roberto Araya, Francisco Plana, et al. (2016). Patrick J.Donnelly. Automatic Teacher Modeling from Live Classroom Audio. Conference Paper (04)
- Sun,Z.(2021). “ChineseBERT: Chinese Pretraining Enhanced by Glyph and Pinyin Information” ,arXiv e-prints.
- SergioMuñoz.(2022).A text classification approach to detect psychological stress combining a lexicon-based feature framework with distributional representations.[J]Information Processing & Management.
- Tomas Mikolov, Liya Sutaever, Kai Chen, et al.(2013). Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality[C].Neural Information Processing System(NIPS), (26).
- X. Zhang, J. Wang, Z. Wan and Z. Luo.(2021). "Classification of Classroom Teachers' Speech Intention Based on Deep Learning," 2021 International Conference on Computer Engineering and Application (ICCEA), Kunming, China, pp. 230-233.
- Y . Jun , O. Huanghai. (2011). “ S-T analysis of classroom teaching ” IEEE, [International Conferenceon Computer Science & Education.]

基于项目式学习的人工智能伦理课程设计研究——以“信息茧房”课程为例

A Study on AI Ethics Course Design Based on Project-based Learning -Taking “Information Cocoon” as an Example

夏梦雨¹, 寇伊涵¹, 张翔², 卢宇^{1,2*}

¹ 北京师范大学教育学部教育技术学院

² 北京师范大学未来教育高精尖创新中心

* luyu@bnu.edu.cn

【摘要】 人工智能伦理属于人工智能教育的核心内容领域，但其课程建设质量亟待加强。本研究提出基于项目式学习的人工智能伦理课程设计思路，并以“信息茧房”课程设计为例进行分析。课程设计关注学科核心素养的培养，利用知识测验与文本分析结合的方式进行项目评价。实验结果表明课程目标达成效果好，本研究可以为人工智能伦理课程的教学设计提供参考。

【关键词】 项目式学习；人工智能伦理课程；核心素养

Abstract: The field of Artificial Intelligence ethics represents a vital component of AI education. However, the current curriculum in this area requires improvement. This study proposes a project-based curriculum design for AI ethics, and uses the "Information Cocoon" course as an exemplar for analysis. The course design prioritizes the development of disciplinary core literacy and employs a combination of knowledge assessments and text analysis to evaluate student projects. Our experimental results demonstrate that the course objectives were effectively met and that this study serves as a valuable reference for designing AI ethics courses in the future.

Keywords: Project-based learning, AI ethics, Core competency

1. 引言

中国高度重视中小学人工智能教育，自2017年以来颁布了一系列相关政策引导人工智能教育的发展（国务院，2017）。然而，当前中小学人工智能教育仍然存在较多问题，尤其在课程内容研发与优质资源建设等方面亟待提升（卢宇、汤筱珣、宋佳宸和余胜泉，2021）。人工智能课程教学多采用项目式学习方法，但课程内容知识点较为分散（詹泽慧和钟柏昌，2020），且项目式学习存在目标定位不清晰、问题缺乏驱动性、评价对学习过程的关注度不够等诸多问题（安富海，2022）。人工智能伦理属于人工智能教育的核心内容领域，但目前中小学人工智能伦理课程设计存在方式单一、教学活动丰富度不高等问题，缺乏对学生在如何与人工智能共存问题上的教育与引导（王东丽、周德青、王亚如和杨现民，2021）。因此本研究面向学科核心素养的培养，开展基于项目式学习的人工智能伦理课程研究，以为人工智能伦理课程教学提供参考，为今后相关课程的研发提供理论参考和设计思路。

2. 文献综述

2.1. 人工智能伦理课程设计

人工智能伦理问题及相关课程开发备受关注，麻省理工学院团队研发了多套主题丰富的人工智能伦理课程，旨在培养学生的人工智能意识、技能、批判性思维和态度，使其成为负责任的人工智能技术的设计者或使用者。相关课程涵盖“包容性人工智能素养和学习（Inclusive AI Literacy&Learning）”、算法偏见主题的“给中学生讲人工智能伦理（AI&Ethics for Middle School）”、“监督多边形：人工智能与公平（Supervised Polygons :AI and Fairness）”、数据安全主题的“人工智能与数据隐私活动（AI&Data Privacy Activities）”以及机器人主题

下的“如何训练你的机器人 (How to train your robot)”等 (RAISE, 2022)。

麻省理工提出三个关键原则设计人工智能伦理课程：1)主动学习，即学生不是通过老师的讲座被动地学习材料，而是通过参与到活动中自己驱动学习；2)嵌入式伦理，即将技术和伦理概念相结合的教学实践，每一堂课均会关注两个技术伦理的关键思想；3)低准入门槛，即通过将人工智能与艺术、舞蹈和机器人结合在一起，解决学生参与的障碍，并通过将人工智能概念分解为关键思想，利用不插电活动来教授学生关键思想，以此降低学习门槛 (Williams et al., 2022)。低准入门槛的重要性在于能更好地实现人工智能教育覆盖所有学生的目标。相关课程中采取和设计了多种满足低门槛原则的教学资源，如机器人、AI Bingo 卡及谷歌开发的 Teachable Machine 等。课程中设计了多种不插电活动，如角色扮演、模拟等。此外，不插电活动也驳斥了计算机科学主要是编程的观点 (Payne, 2020)。

2.2. 项目式学习

项目式学习是一种基于建构主义理论的学习模式。美国巴克教育研究所把以课程标准为核心的“项目学习” (standards-focused PBL) 描述为一套系统的教学方法，是对复杂、真实问题的探究过程，也是精心设计项目作品、规划和实施项目任务的过程。在这个过程中，学生能够掌握所需的知识和技能 (巴克教育研究所, 2008)。巴克教育研究所认为能让学生最大程度学习和参与的项目需要具备以下 7 个要素：富有挑战性的问题或困难、持续探究、真实性、学生的发言权和选择权、全程反思、批判和修订、作品公开展示 (王淑娟, 2019)。有研究证明项目式学习对核心素养的培养起到重要作用 (胡红杏, 2017)。中国信息科技课程标准建议教师创新教学方式，以真实问题或项目驱动，突出学生学习中的主体性地位 (教育部, 2022)。项目式学习作为一种成熟的学习模式，在学生的培养上有着特殊的优势，因此本研究采用项目式学习的方式设计开发人工智能伦理课程，并以“信息茧房”课程设计为例介绍设计开发思路。

3. 基于项目式学习的“信息茧房”课程设计

3.1. 项目设计

“信息茧房”项目式学习课程的设计思路如图 1 所示。先基于“核心素养——真实问题”确定课程目标，再结合情境对课程目标进行分析，确定驱动式问题，再将其进一步拆解成若干子问题，并针对子问题设计课程活动，最后进行支持活动开展的教学资源的开发。

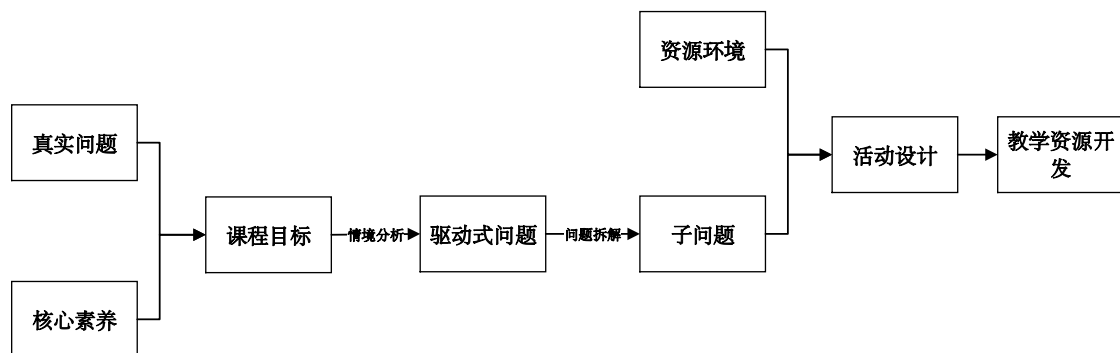


图 1 项目设计流程图

3.1.1. 基于“核心素养——真实问题”确定课程目标

中国在 2017 年信息技术课程课表修订中首次提出了信息技术学科核心素养。学科核心素养是“在特定学科或某一领域的知识学习过程中形成的，体现学科思维特征及态度，能够适应终身发展和社会发展需要的必备品格和关键能力”。学科核心素养既能体现学科课程目标、教育理想、育人价值，也能综合表现学生在接受特定的学科教育过程中形成的知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等 (解月光、杨鑫和付海东, 2017)。信息技术学科核心素养分别是信息意识、计算思维、数字化学习与创新和信息社会责任。信息意识是指个体对信息的敏感度和对信息价值的判断力。计算思维是指个体运用计算机科学领域的思想方法，在

问题解决过程中涉及的抽象、分解、建模、算法设计等思维活动。数字化学习与创新，指个体在日常学习和生活当中，通过评估并选用常见的数字化资源与工具，有效地管理学习过程与学习资源，创造性地解决问题，从而完成学习任务，形成创新作品的能力。信息社会责任是指信息社会中的个体在文化修养、道德规范和行为自律等方面应尽的责任。

基于核心素养确定的学科目标比课程目标更抽象，需通过对真实问题的分析使其具体化。以“信息茧房”课程设计为例，研究团队在课程设计之初关注到了普遍存在的但常被忽视的“信息茧房”问题。随着个性化推荐算法的广泛应用，“信息茧房”不仅为学者所关注，它所造成的信息视野狭隘化、立场固化、信息低质量化等问题也逐渐被大众所关注和讨论。社交平台、短视频平台、交易平台等都可能在一定程度上造成“信息茧房”，而破解之道则在于平台算法的优化以及个体媒介素养的提升。因此研究团队对“信息茧房”问题进行了研究和分析，并最终完成了对课程目标的设计。

表1 “信息茧房”课程目标

核心素养	目标
信息意识	辨别信息的价值
	识别“信息茧房”风险
	掌握多样的信息获取渠道
计算思维	运用算法的思想解决“信息茧房”问题
数字化学习与创新	选用合适的数字设备开展探究性学习
信息社会责任	合理使用个性化推荐功能
	熟悉与个性化推荐相关的法律法规
	拥有道德地开发人工智能的意识

3.1.2. 基于“课程目标——情境”确定驱动式问题

驱动式问题的设计应综合分析课程目标与情境。情境是驱动式问题的重要特征，因为真实情境能激发学生的学习兴趣与热情，对真实情境进行分析不仅有助于对驱动式问题的思考，还能在这个过程中找到支持后续活动的教学资源。在前期的探究中，我们发现了个性化推荐功能伴随着“信息茧房”风险的现实问题，而学生普遍喜爱使用的短视频平台常具有个性化推荐功能，因此我们对短视频平台进行了进一步的研究，发现短视频平台有一些有助于避免“信息茧房”风险的设计，如：长按取消相似内容推荐等，但这些功能较为隐蔽。而2022年1月，《互联网信息服务算法推荐管理规定》明确了算法推荐服务提供者应当以显著方式告知用户其提供算法推荐服务的情况。因此我们认为目前的短视频平台设计存在优化的空间，于是我们确定了如下的项目驱动式问题：“个性化推荐功能给人们的生活带来了巨大的影响，如果你们是短视频平台的开发人员，你们将如何优化短视频平台的个性化推荐设计？”

3.1.3. 项目式学习活动设计

由于驱动式问题是面向真实情境的、具有挑战性的问题，学生们起初面对问题时可能毫无头绪，产生畏难情绪，而对驱动式问题进行合理的分解设计能促进认知发展，所以在项目式学习中驱动式问题应进一步拆解成子问题，再根据子问题进行活动设计。子问题分解可以从关键词、项目成果、实施过程等方面着手。“信息茧房”课程从关键词着手对驱动式问题进行了分解：1) 面对丰富的资源，我们如何获取想要的信息？2) 个性化推荐功能有哪些风险？3) 如何应对信息茧房的风险？

对项目式学习活动的规划可以从子问题的解决入手，每一个子问题都对应若干课程目标，所以活动的设计需要有明确的目标意识，保证课程活动与课程目标在逻辑上的一致性。课程开发者应尽可能地整合多重技术资源展开丰富的活动，这样的活动设计能提高学生的学习兴趣。

趣（张文兰和胡姣，2019）。针对子问题1我们设计了在哔哩哔哩²平台上的个性化推荐功能探究活动。针对子问题2，我们设计了哔哩哔哩平台的“信息茧房”实验验证活动。哔哩哔哩是中国年轻世代高度聚集的文化社区和视频网站，青少年大多熟悉此平台，适合用于实验探究。针对子问题3，我们设计了课外调研、兴趣圈设计和产品设计活动，学生需借助其它手机软件或网站完成。

3.1.4. 项目式学习教学资源开发

为保障项目式学习的高效有序开展，课程开发者应重点关注支持活动开展的教学资源的开发。教学资源的设计应遵循低门槛、科学性的原则。

教学资源的设计应尽可能地低门槛，低门槛的教学资源设计有利于课程资源的广泛使用。在设计“验证‘信息茧房’的存在实验”时，研究团队发现，在平板上展开实验探究时实验效果更好，但考虑到大部分的学校并未配置学习平板，因此该实验需进行优化或舍弃。教学资源的设计还应保证其科学性。《评价方案》的设计参考的是 Peter Morville 提出的用户体验蜂窝模型（MORVILLE P., 2004），能很好地作为小组互评时的脚手架。

3.2. 项目实施

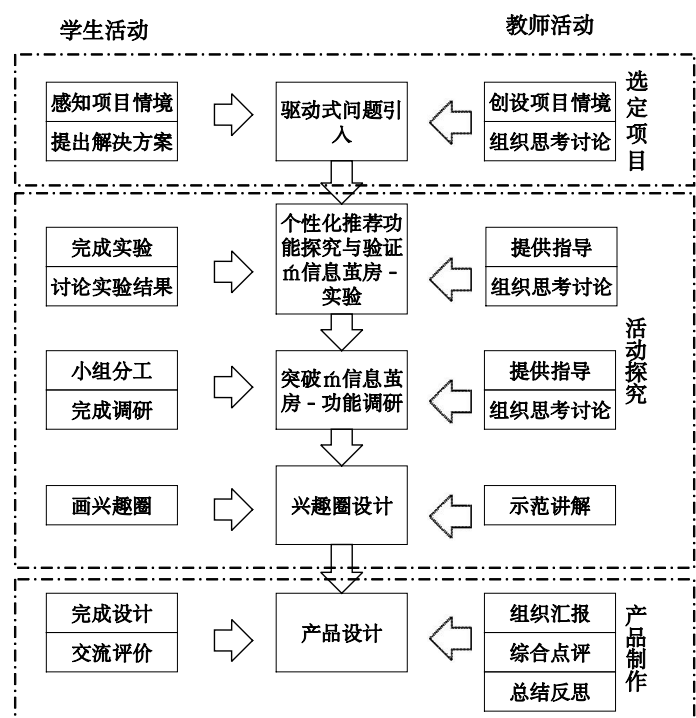


图2 “信息茧房”项目实施流程图

具体的项目实施流程如图2所示。项目实施包括选定项目、活动探究与产品制作三个环节。首先教师负责创设情境激发学生兴趣，并提出驱动式问题组织学生思考讨论，引导学生确定要完成的项目、制定项目开展的计划。接着学生展开具体的活动探究，教师主要起着“脚手架”的作用，在学生需要时中提供必要的支持。最后的环节学生合作完成产品。项目最后的产品是短视频平台原型的优化设计，对于学生来说较有挑战性。如果之前的活动组织得不到位，在这一环节中很难提出较好的设计想法，因此教师在活动探究过程中可以增加一些示范讲解的环节，引导学生思考如何进行产品设计，如“兴趣圈设计”活动即教师的示范讲解环节。

3.3. 项目评价

项目式学习作为一种教学方式不可缺少评价的环节，评价的目的是检验教育目标是否实现以及实现的程度。“信息茧房”项目式学习的评价工具指向核心目标，包括检验目标知识掌握情况的知识测验、针对学生探究活动的过程性评价和对最后产品的结果性评价。

² 哔哩哔哩, <https://www.bilibili.com/>

4. 评价工具

4.1. 自编测验

针对教学目标的达成程度，研究团队参考布鲁姆教育目标分类自编知识测验与量表进行测量。自编测验主要在“信息茧房”风险的识别、信息获取渠道的掌握、个性化推荐相关的法律法规的认识以及道德地开发人工智能的意识等方面对学生进行考察。

在实验开始前，研究团队从高一其它班级随机选取 30 名学生对前测、后测测验与量表进行试测，利用等值性系数估计复本信度，知识测验信度估计值为 0.8058，倾向性调查量表为 0.8690，具有较高的信度。

4.2. 人工智能态度量表

除教学目标的达成程度外，研究团队还选用了 Astrid Schepman 等编制的人工智能态度量表（GA AIS）（Schepman & Rodway, 2020）调查学生实验前后对人工智能技术的态度，该量表具有良好的心理测量特性、收敛和判别有效性以及良好的交叉验证模式。考虑到不同文化语境下表达的差异以及学生的认知水平，仅选取 10 道题目对学生的态度进行测量。

4.3. 产品文本分析

本研究围绕学生在完项目过程中的实验报告、调研报告、兴趣圈设计和最终产品收集并分析过程性数据，进行质性评价。实验报告与调研报告能反映学生运用数字设备开展探究性学习的能力。学生基于对现阶段自我能力与成长目标的分析进行兴趣圈设计，兴趣圈设计主要反映学生对信息价值的辨别能力。最终产品是质性评价中最重要的一部分，《“信息茧房”课程产品设计评价方案》作为学生互评的参考工具，分为两大维度，产品应对信息茧房的效果上包括实用性、丰富性、创意性、周密性四个子维度；产品设计包含有用性、友好性、美观性与安全性四个维度。最终产品的设计中能体现学生运用算法的思想解决“信息茧房”问题、合理使用个性化推荐功能的能力。

5. 课程效果检验

在完成了前期的项目设计后，研究团队于银川市某中学开展单因素前实验，收集并分析了课程数据，运用质性评价与量化评价相结合的方法对课程效果进行了检验。

5.1. 研究对象

研究对象是来自银川市某中学一个班级的学生，共 36 人，男女比例均衡。项目实施过程中，6 名同学为一组开展学习活动，所有同学全部完成本次课程。

5.2. 实验数据与分析

5.2.1. 知识测验与态度量表结果

对“信息茧房”知识测验、倾向性量表与人工智能态度量表的前后测结果进行右侧检验，结果见下表。可以得出学生的知识掌握情况、对人工智能技术的认可程度均有显著提升。

表 2 知识测验分数平均数差异的显著性检验

	前测		后测		Z	P
	平均数	标准差	平均数	标准差		
知识测验	6.11	1.77	7.26	1.52	2.54**	0.0057
倾向性量表	23.30	2.54	24.33	2.30	1.74*	0.0409
人工智能态度量表	31.63	4.67	34.30	6.96	2.10*	0.0179

注：*表示 $p < 0.05$ ，**表示 $p < 0.01$

5.2.2. 基于文本分析的学习效果检验

对学生实验报告进行分析发现，学生均按照规则完成了实验。有 6 名同学的实验结果并不理想，其中 2 名同学总结原因为第一次浏览的视频关键词过多，并计划在课后做进一步实验探究。在调研活动中学生在多个数字平台软件上探索个性化推荐功能，并寻找应对“信息茧房”的方法。大部分学生都在进一步调研中体会到了“信息茧房”的存在，并找到了一到

两个应对“信息茧房”问题的方法。在兴趣圈设计中，学生对短视频平台“信息茧房”导致的“缩减兴趣范围”的问题有了深刻的认识，因此学生在期望的兴趣中均加入了更丰富的话题。

通过对实验报告、调研报告的分析可发现学生掌握选用合适的数字设备开展探究性学习的技能。对兴趣圈设计的分析可得，学生对信息价值的辨别能力有所提升。教师从产品中体现的知识迁移、知识应用、算法设计思想、创新设计等角度对学生最终产品进行点评，其中第4小组在各方面的综合表现最优，与学生依据《“信息茧房”课程产品设计评价方案》给出的评价结果一致。

在知识迁移方面，1组和2组的产品中有非常好的体现。学生代入用户视角分析，认为用户希望了解自己接受信息的情况，因此1组与2组的同学分别使用柱状图、折线图展现信息的变化情况，具体实现如图3所示。该方案也体现了学生数学知识的迁移。

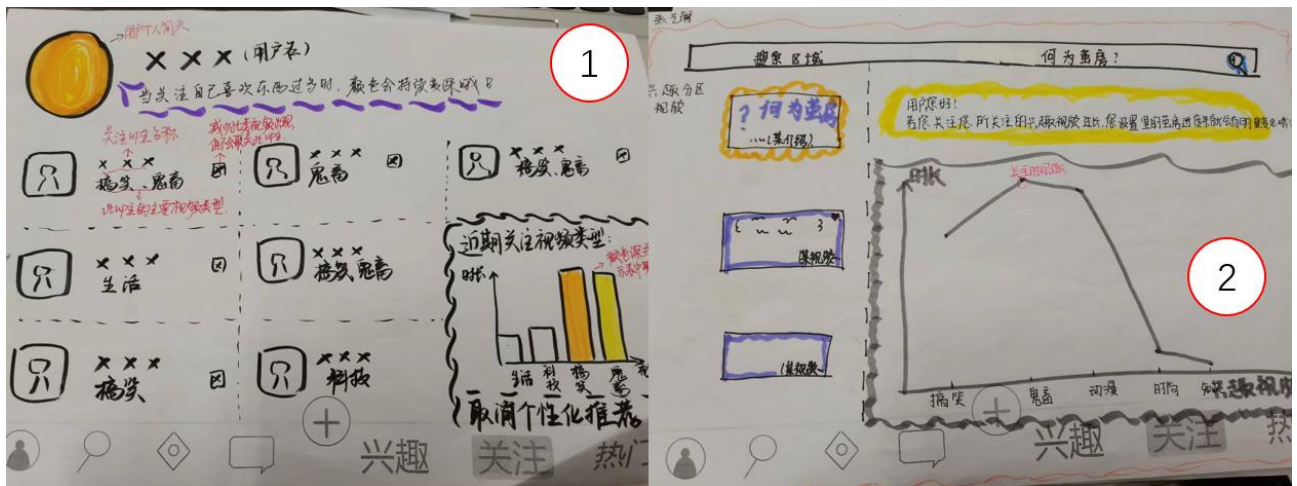


图3 第1组（左）和第2组（右）项目产品（部分截图）

知识应用方面，在前期的调研活动中，学生发现长按视频取消相似视频推荐可以很好地降低“信息茧房”风险，最后他们将前期调研中的发现运用到了自己产品中，说明调研活动的开展是有效果的，学生在此过程中积累了深刻的认识，具体内容可见图4中3组和5组的设计。

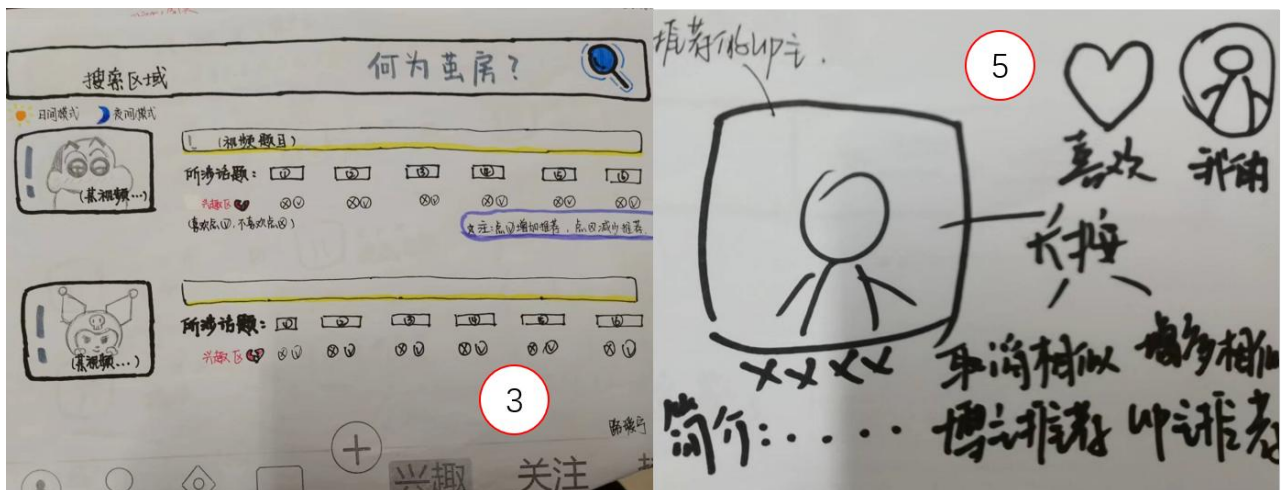


图4 第3组（左）和第5组（右）项目作品（部分截图）

在小组讨论中，学生意识到“信息茧房”问题会带来观点固化等风险，并且导致使用者越来越倾向于和自己观点相似的人交流，而在生活中与人交往时吸纳不同的观点，能扩宽信息面，因此多与不同的人交往沟通，也是应对“信息茧房”的有效手段。在学生的设计中，也能体现他们通过人际交往应对“信息茧房”的想法，具体内容可见图5中4组和6组的设计。

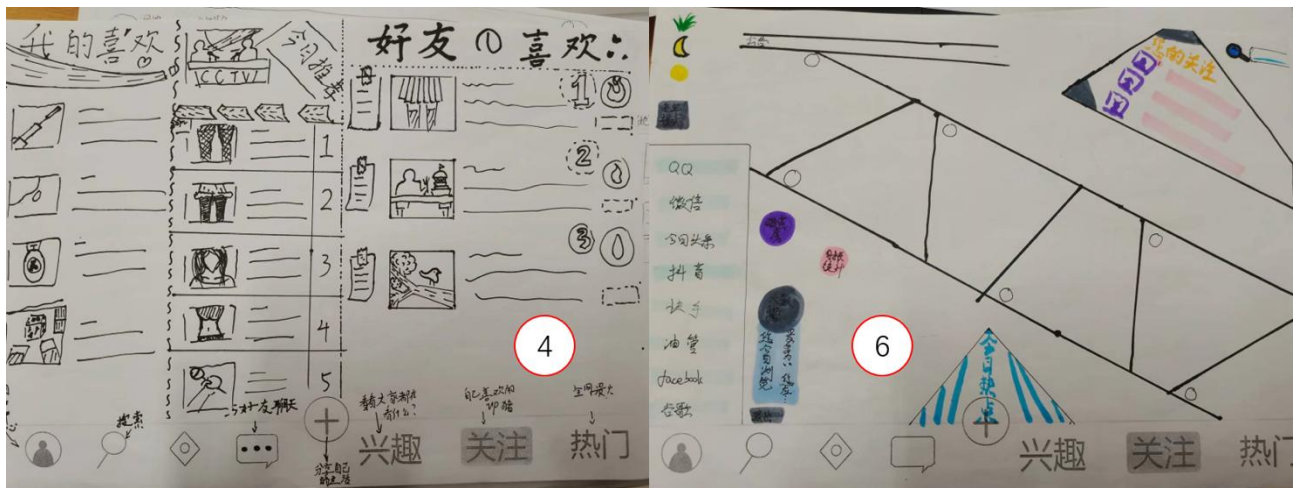


图5 第4组(左)和第6组(右)项目作品(部分截图)

在算法设计思想方面,1组、4组、5组和6组都提出了对个性化推荐功能进行优化,他们从算法的角度出发,提出的方法主要是调整个性化推荐视频数量的比例、调整算法推荐的关键词等。

在其它创新设计方面,除个性化推荐功能外,学生们还对其它的功能的优化表现出了极大的热情,例如老年模式的设计、青少年模式的设计等,实际上这些功能的设计也间接地优化了平台的个性化功能。这也能说明驱动式问题能促使学生广泛且深入地思考。

6. 结论和建议

在智能时代的今天,各类智能机器正在使我们的生活变得更加高效便捷,但也可能导致一些负面影响和危害,尤其是它在伦理道德领域带来的风险与冲击。如何引导学生更好地应对智能技术带来的风险、成为有素养的人工智能使用者以及未来的人工智能设计者,是人工智能教育应关注的现实问题。本研究基于项目式学习设计了关注核心素养的人工智能伦理课程。研究表明,学生对课程目标的完成度较高。依据我们的研究,可为人工智能伦理课程的教学设计提供以下建议:在课程目标的确定上,应关注学科核心素养,通过真实问题的分析使其具体到可操作的目标上。在现实生活中有许多人工智能伦理问题供课程设计者参考,例如,在人脸识别、情绪识别等人工智能技术中,智能机器采集信息时可能会侵犯用户隐私和数据安全;人们在利用智能化测评时,容易忽视它们从人类社会中“学习”到的知识实际上可能带有选择性偏见与歧视;个性化推荐算法在提升人类获取信息效率的同时也伴随着“信息茧房”的风险。此外,驱动式问题的设计应综合分析课程目标与情境,激发学生的学习兴趣与热情。在活动设计中,可将驱动式问题逐步拆解,使之符合学生的认知发展。整合多重技术资源展开活动将有助于提升学生的学习效果。在教学资源的开发上,应遵循低门槛、科学性的原则。在项目评价上,教师应注重对学生学习过程的关注。除采用量表、测验等量化分析的方法外,教师还可对学生项目开展过程中生成的文本资料进行质性分析。

致谢

本论文受到北京师范大学本科生科研训练与创新创业项目资助。

参考文献

- 安富海.(2022).项目化学习的实践困境及改进策略研究.上海师范大学学报(哲学社会科学版)(04),119-125.
- 巴克教育研究所(2008)。项目学习教师指南——21世纪的中学教学法(第2版)。北京:教育科学出版社
- 国务院(2017)。国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知。

http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.html

胡红杏(2017)。项目式学习:培养学生核心素养的课堂教学活动。 *兰州大学学报(社会科学版)*(06),165-172

教育部 (2022)。教育部关于印发义务教育课程方案和课程标准 (2022 年版) 的通知。

http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/moe_737/s3876_qt/202104/t20210409_525482.html

卢宇、汤筱筠、宋佳宸和余胜泉 (2021)。智能时代的中小学人工智能教育: 总体定位与核心内容领域。 *中国远程教育*(05), 22-31

王东丽、周德青、王亚如和杨现民 (2021)。中小学人工智能教材综述——基于 45 本已出版教材的分析。 *现代教育技术*, 31(02), 19-25

王淑娟 (2019)。美国中小学项目式学习:问题、改进与借鉴。 *基础教育课程*(11), 70-78

张文兰和胡姣 (2019)。项目式学习的学习作用发生了吗?——基于 46 项实验与准实验研究的元分析。 *电化教育研究*, 40(02), 95-104

詹泽慧和钟柏昌 (2020)。高中人工智能教育应该教什么和如何教——基于四本《人工智能初步》教材的内容分析。 *电化教育研究*, 41(06), 68-74

Payne, B. H. (2020). *Can my algorithm be my opinion?: an AI+ ethics curriculum for middle school students*. Massachusetts Institute of Technology.

Williams, R., Ali, S., Devasia, N., DiPaola, D., Hong, J., Kaputsos, S. P., . . . Breazeal, C. (2022). AI+ ethics curricula for middle school youth: Lessons learned from three project-based curricula. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-59.

Schepman, A., & Rodway, P. (2020). Initial validation of the general attitudes towards Artificial Intelligence Scale. *Computers in Human Behavior Reports*, 1, 100014.

RAISE. (2022). *Responsible AI for Social Empowerment and Education*. Retrieved from <https://raise.mit.edu/>

MORVILLE P. (2004). *User experience design*. Retrieved from [http://semanticstudios.com/user_experience_design /](http://semanticstudios.com/user_experience_design/)

基于“可逆尝试状态”的知识追踪模型研究

Research on Knowledge Tracing Model Incorporating Invertible Attempt State

马安瑶¹, 刘子韬², 田密³, 卢宇^{1*}

¹北京师范大学教育学部教育技术学院

²暨南大学广东智慧教育研究院

³北京世纪好未来教育科技有限公司

*luyu@bnu.edu.cn

【摘要】 随着人工智能与教育的深度融合, 提供个性化服务的智能导学系统成为智慧教育发展中的重点领域, 而贝叶斯知识追踪模型 (Bayesian Knowledge Tracing, BKT) 能有效支持智能导学系统建模学生知识状态并预测学生作答表现。本研究在原始 BKT 模型的基础上, 设计和增加了“可逆尝试状态”, 并相应增加了原有状态与新设状态间的转移, 从而提出了融合“可逆尝试状态”的贝叶斯知识追踪模型 (Invertible Attempt State-Bayesian Knowledge Tracing, IAS-BKT)。针对新建模型, 本研究设计消融实验在五个公开教育数据集上验证其合理性与有效性。实验结果表明, IAS-BKT 可以更准确地估计知识状态并预测学习者的作答表现。

【关键词】 贝叶斯知识追踪模型; 可逆尝试状态; 知识追踪

Abstract: The intelligent tutoring system providing personalized services has become a key field in the development of smart education, and the Bayesian Knowledge Tracing (BKT) model can effectively support the intelligent tutoring system to estimate students' knowledge status and predict students' performance. Based on the original BKT model, this paper proposes an Invertible Attempt State-Bayesian Knowledge Tracing (IAS-BKT) model by designing and adding the "Invertible Attempt state" and adding the transition between the original state and the new state. Besides, this study designs ablation experiments to verify the rationality and effectiveness of the new model on five public educational datasets. The experimental results show that IAS-BKT can estimate the knowledge state and predict learners' future performance more accurately.

Keywords: Bayesian Knowledge Tracing model, invertible attempt state, knowledge tracing

1. 研究背景

随着人工智能、大数据、虚拟现实等新兴技术的发展和广泛应用, 智慧学习成为教育信息化发展的态势之一, 提供个性化服务的智能导学系统作为智慧学习环境中必不可少的一环也备受关注 (尚俊杰和蒋宇, 2015)。当前已出现多种类型的智能导学系统, 比如具有适应性提示的 ASSISTments 平台 (张钰、李佳静、朱向阳和王珺, 2018)、针对代数领域的基于计算机的自适应智能教学系统 CTA (Walkington & Bernacki, 2019)、旨在为学习者提供不同领域的个性化课程的智能导学系统 Proteus (Klašnja-Milićević, Vesin, & Ivanović, 2018)、数据驱动的编程教学智能导学系统 ITAP (Rivers & Koedinger, 2017)、中文界面的学术论文写作指导系统 EEJP (Lin, Liu, & Wang, 2017) 等。智能导学系统的功能正在不断完善, 涉及的学科与课程更加广泛, 对智能导学系统的构建与应用已经成为当前人工智能教育领域的前沿研究之一 (郭炯、荣乾和郝建江, 2020)。

近年来, 基于各类深度学习模型的知识追踪研究逐渐成为本领域的研究热点, 也出现了多种代表性模型 (Piech et al., 2015; Zhang, Shi, King, & Yeung, 2017)。然而, 基于深度学习的知识追踪模型并没有在性能上明显超越基于马尔可夫过程与逻辑回归的传统知识追踪模型, 同时深度学习模型的可解释性与可拓展性也尚存在不足。因此, 需要进一步挖掘传统知识追踪模型的潜力, 避免盲目使用过于复杂且缺乏可解释性的知识追踪模型, 影响智能导学系统

的性能与实际落地应用。

贝叶斯知识追踪模型 (Bayesian Knowledge Tracing Model, BKT) 是最具代表性的传统知识追踪模型 (Corbett & Anderson, 1994), 它基于一阶隐马尔可夫过程构建, 具有良好的可解释性与拓展性。但 BKT 模型将学习者知识状态简单分为“未掌握”和“掌握”, 没有关注到学习和认知过程中的中间状态, 现有研究虽增加了“正在掌握中”的第三知识学习状态 (Zhang & Yao, 2018), 但仍认为由“未掌握”到“正在掌握中”、再到“掌握”的状态转移过程是单向不可逆的, 没有考虑到“掌握”状态和中间状态有可能退化至“未掌握”的情况, 因此亟需进行研究和改进。

2. 传统 BKT 模型的局限

传统 BKT 采用“掌握”或“未掌握”双状态对学习状态进行描述, 但实际上, 学习者常在完成当前作答题目后, 对相关知识有了一定了解, 会识记一些概念或理解部分原则, 但仍然可能没有完全掌握其使用方法和完全理解其内涵, 也无法进行知识迁移。为更完整地表征和捕捉普通学习者知识状态变化的过程, 本研究提出了一种由未掌握到掌握之间的过渡知识状态——“可逆尝试状态” (Invertible Attempt State)。“可逆尝试状态”描述了学习者一知半解、似懂非懂的知识学习情形。处于“可逆尝试状态”的学习者在遇到新的题目时, 能依据自身已有的部分认知尝试进行作答, 而不是对其一无所知, 完全需要导师或导学系统的帮助。同时, 学习者也难以对题目进行迅速准确作答, 需要经过相应认知加工过程, 才能进入“掌握”状态。此外, 在知识状态的相互转移方面, 传统 BKT 模型忽略了在真实学习过程中, 学习者随着做题时间流逝、注意力集中程度下降、外界信息干扰和误导等, 容易对已掌握的知识点产生遗忘和认知水平降低等现象, 也没有设置相应的状态转移变量。而本研究提出的“可逆尝试状态”, 在练习中不仅有可能升至“掌握”, 还有可能逆向转为“未掌握”状态, 也相应加入了相关变量。

“可逆尝试状态”的引入, 更完整地刻画了知识状态的双向转移过程, 使得系统能够考虑学习者当前的知识水平和作答表现是否是由其正在尝试造成的, 能够更细致地判断出当前学习者的知识掌握程度, 提升了模型预测学习者作答表现的准确性。

3. 融入“可逆尝试状态”的知识追踪模型

本研究在传统 BKT 模型的基础上构建了一个融入“可逆尝试状态”的贝叶斯知识追踪模型 (Invertible Attempt State-Bayesian Knowledge Tracing, IAS-BKT)。该模型主要引入“可逆尝试状态”, 以捕捉学习者一知半解的学习状态, 同时考虑试做、获得、干扰、退化、遗忘等学习行为, 丰富知识状态间的转换, 更加贴近学习者实际认知过程。

3.1 模型设计

如图 1 所示, IAS-BKT 模型将 BKT 模型由双状态扩展至“掌握”、“可逆尝试”和“未掌握”三状态, 且三种状态可以两两相互转移。学习者可能从一概不知的“未掌握状态”, 通过做题转移为“可逆尝试状态”, 也可能直接转移为更高认知水平的“掌握状态”; 同时, 学习者可能由于外界干扰信息从“掌握状态”降至“可逆尝试状态”, 也可能由于遗忘直接降至“未掌握状态”; 另外, 处于“可逆尝试状态”的学习者, 既可能在练习的过程中获得了新的领悟, 成功转为“掌握状态”, 也可能扰乱了已有认知, 退化为“未掌握状态”。三种学习状态也都有可能在练习后维持不变。

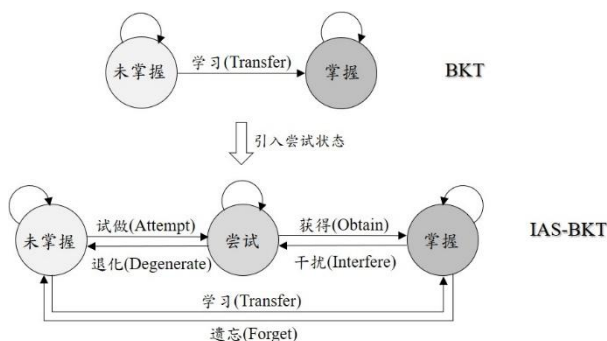


图 1 IAS-BKT 模型对于知识状态及其相互转移的扩展

表 1 IAS-BKT 模型的 11 个参数及其解释

参数	解释
初始掌握概率 $p(L_0)$	在开始做题前, 某一知识点就已经处于掌握状态的概率
初始尝试概率 $p(E_0)$	在开始做题前, 某一知识点就已经处于尝试状态的概率, 学习者只部分掌握该知识点, 还没有完全通晓
学习概率 $p(T)$	经过做题后, 某一知识点从未掌握状态转变到掌握状态的概率, 学习者通过该题对该知识点完全理解掌握
试做概率 $p(A)$	经过做题后, 某一知识点从未掌握状态转变到尝试状态的概率, 学习者通过该题对该知识点有所领悟, 但还没有彻底理解
获得概率 $p(O)$	经过做题后, 某一知识点从尝试状态转变到掌握状态的概率, 学习者本来对该知识点半懂不懂, 通过该题收获了新的认识, 变得完全理解
退化概率 $p(D)$	经过做题后, 某一知识点从尝试状态转变到未掌握状态的概率, 学习者本来对这一知识点半懂不懂, 该题使其产生困惑, 认知水平退化至未掌握
干扰概率 $p(I)$	经过做题后, 某一知识点从掌握状态转变到尝试状态的概率, 学习者本来理解了这一知识点, 但受到该题某些信息的干扰, 变得一知半解
遗忘概率 $p(F)$	经过做题后, 某一知识点从掌握状态转变到未掌握状态的概率, 学习者完全遗忘了该知识的含义和用法
猜对概率 $p(G)$	在处于未掌握状态时, 学习者完全凭借猜测作答正确的概率
失误概率 $p(S)$	在处于掌握状态时, 学习者不小心失误作答错误的概率
偶然概率 $p(C)$	在处于可逆尝试状态时, 学习者结合已有的不完整的理解和对未知部分的猜想, 在尝试的过程中偶然致使的作答正确的概率

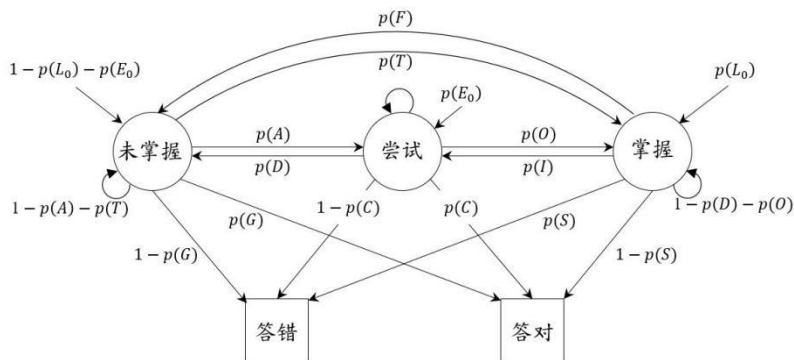


图 2 IAS-BKT 模型状态转换示意图

相应地, IAS-BKT 模型增加了试做、退化、获得、干扰、遗忘五个参数用于状态转移。同时, 针对新增加的“可逆尝试状态”, 新增了初始尝试概率, 用于表示做题前学习者就对

某知识点一知半解的概率，以及偶然参数，用于在该状态下生成对作答结果的预测。所有参数的具体解释如表 1 所示。该模型的状态转换示意图如图 2 所示，可以更直观地反映出这些参数与知识状态、表现状态之间的关系。而其结构如图 3 所示，模型仍然基于隐马尔可夫模型框架，由一条隐藏的知识状态序列和一条与之对应的可以被观测到的作答观测序列构成。

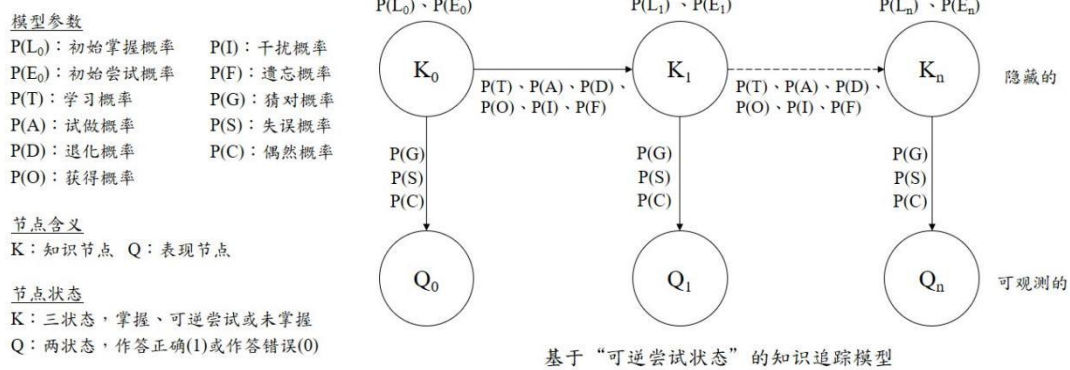
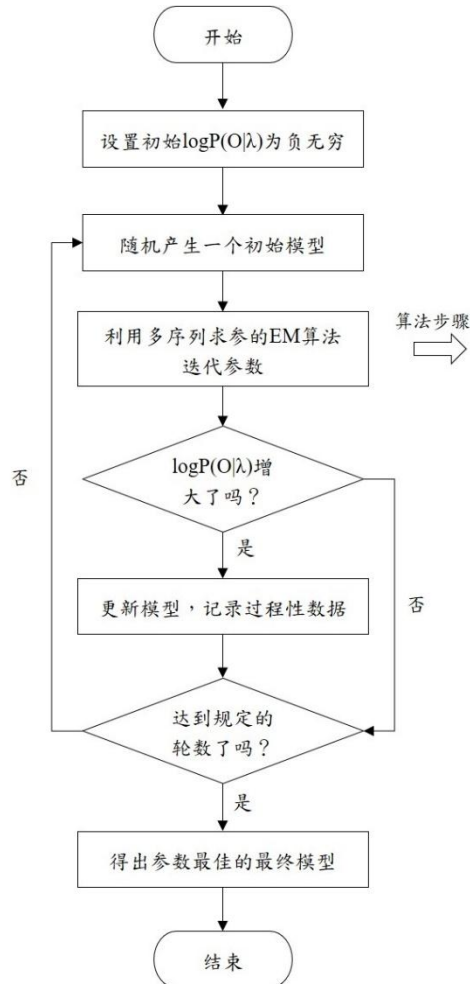


图 3 IAS-BKT 模型结构

3.2 模型构建与参数估计



输入：观测变量数据 $O=\{O^{(1)}, O^{(2)}, \dots, O^{(k)}\}$ (K 个观测序列的集合)，隐变量数据 I ，联合分布 $P(O, I|\lambda)$

输出：模型参数 $\lambda=(\pi, A, B)$ ，其中

- 初始状态概率向量 $\pi=(\pi_i)$ ， $\pi_i=P(i_1=q_i)$ ， $i=1, 2, \dots, N$
- 状态转移概率矩阵 $A=[a_{ij}]_{N \times N}$ ， $a_{ij}=P(i_{t+1}=q_j|i_t=q_i)$ ， $i=1, 2, \dots, N$ ； $j=1, 2, \dots, N$
- 观测概率矩阵 $B=[b_j(m)]_{N \times M}$ ， $b_j(m)=P(o_t=v_m|i_t=q_j)$ ， $m=1, 2, \dots, M$ ； $j=1, 2, \dots, N$

(1) 选择参数初值 $\lambda^{(0)}=(\pi^{(0)}, A^{(0)}, B^{(0)})$

(2) E步：确定Q函数

$$Q(\lambda, \lambda^{(i)}) = E_i[\log P(O, I|\lambda) | O, \lambda^{(i)}]$$

$$= \sum_i \log P(O, I|\lambda) P(O, I|\lambda^{(i)})$$

(3) M步：极大化 $Q(\lambda, \lambda^{(i)})$ ，确定第 $i+1$ 次迭代的参数估计值 $\lambda^{(i+1)}$

$$\lambda^{(i+1)} = \arg \max_{\lambda} Q(\lambda, \lambda^{(i)})$$

利用拉格朗日乘数法可得

$$\pi_i = \prod_{k=1}^K \frac{P(O^{(k)}, i_1=i|\bar{\lambda})}{P(O^{(k)}|\bar{\lambda})}$$

$$a_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} \prod_{k=1}^K P(O^{(k)}, i_t=i, i_{t+1}=j|\bar{\lambda})}{\sum_{t=1}^{T-1} \prod_{k=1}^K P(O^{(k)}, i_t=i|\bar{\lambda})}$$

$$b_j(m) = \frac{\sum_{t=1}^T \prod_{k=1}^K P(O^{(k)}, i_t=j) I(o_t=v_m)}{\sum_{t=1}^T \prod_{k=1}^K P(O^{(k)}, i_t=j|\bar{\lambda})}$$

(4) 重复 (2) 和 (3)，对较小的正数 ε ，若满足

$$\|Q(\lambda^{(i+1)}, \lambda^{(i)}) - Q(\lambda^{(i)}, \lambda^{(i)})\| < \varepsilon$$

则停止迭代

图 4 模型训练流程及关键算法

模型利用多序列求参的 EM 算法进行参数估计，估参过程如图 4 所示。A-BKT 模型本质上是一个三状态隐马尔可夫模型，因此该模型仍可以使用隐马尔可夫模型的估参方法进行训练，即以 EM 算法为基础的非监督学习算法 Baum-Welch 算法。但在实际实施时会遇到没有足够长的单条作答序列用于模型训练的问题，需要多序列求参 (Rabiner, 1989) 来解决。

多序列求参的 EM 算法假设每位学习者的作答相互独立，则可以使用多位学习者的作答

序列，将单条序列的对数似然函数做连乘（Li, Parizeau, & Plamondon, 2000），使用拉格朗日乘数法得到多序列下的参数更新公式，确保了有足够的对模型参数进行可靠估计。

3.3 模型应用

IAS-BKT 模型首先利用当前的作答反应信息，依据贝叶斯定理，评估当前知识状态的分布，接着利用状态转移概率计算出下一时刻三种知识状态的估计值，最后利用由知识状态向表现状态转换的三个状态发射参数得到下一时刻作答正误概率，用以预测学习者的作答表现。

3.3.1 利用观测结果更新当前知识点的掌握程度

对于在 n 时刻观测到学习者作答错误，存在未掌握且未猜对、尝试且未偶然答对和掌握但失误了三种情况，如式(1)所示。根据贝叶斯公式，可以算出在作答错误的条件下，学习者掌握该知识的概率，和学习者还处于“可逆尝试状态”的概率，如式(2)和式(3)所示。

$$p(o_n = 0) = (1 - p(L_n) - p(E_n)) \cdot (1 - p(G)) + p(E_n) \cdot (1 - p(C)) + p(L_n) \cdot p(S) \quad \text{式(1)}$$

$$p(L_n | o = 0) = \frac{p(L_{n-1}) \cdot p(S)}{p(o_n = 0)} \quad \text{式(2)}$$

$$p(E_n | o = 0) = \frac{p(E_{n-1}) \cdot (1 - p(C))}{p(o_n = 0)} \quad \text{式(3)}$$

若在 n 时刻观测到正确的作答结果，也存在三种情况：未掌握但猜对、尝试且偶然答对和掌握且未失误，如式(4)所示。同样依据贝叶斯公式，在作答结果正确的条件下，知识状态为“掌握”和“可逆尝试”的概率分别由式(5)和式(6)计算。

$$p(o_n = 1) = (1 - p(L_n) - p(E_n)) \cdot p(G) + p(E_n) \cdot p(C) + p(L_n) \cdot (1 - p(S)) \quad \text{式(4)}$$

$$p(L_n | o = 1) = \frac{p(L_{n-1}) \cdot (1 - p(S))}{p(o_n = 1)} \quad \text{式(5)}$$

$$p(E_n | o = 1) = \frac{p(E_{n-1}) \cdot p(C)}{p(o_n = 1)} \quad \text{式(6)}$$

3.3.2 利用评估结果预测下一时刻的表现情况

先利用状态转移概率参数，计算出下一时刻知识状态处于“掌握”或“可逆尝试”的概率。如式(7)所示，学习状态变为“掌握状态”包括了从“未掌握”转移、从“可逆尝试”转移、“掌握”保持不变三种可能。变为“可逆尝试状态”同理，如式(8)所示。

$$p(L_{n+1}) = (1 - p(L_n | o_n) - p(E_n | o_n)) \cdot p(T) + p(E_n | o_n) \cdot p(O) + p(L_n | o_n) \cdot (1 - p(I) - p(F)) \quad \text{式(7)}$$

$$p(E_{n+1}) = (1 - p(L_n | o_n) - p(E_n | o_n)) \cdot p(A) + p(L_n | o_n) \cdot p(I) + p(E_n | o_n) \cdot (1 - p(O) - p(D)) \quad \text{式(8)}$$

再结合式(1)和式(4)，可计算出在 $n+1$ 时刻 IAS-BKT 模型对学习者的正确作答和错误作答概率的预测值。

4. 实验设计与结果

为了探究 IAS-BKT 模型在预测作答表现上对 BKT 模型的改进效果，本研究开展了模型的验证实验。

4.1 实验数据

本研究使用到了五个常用于知识追踪模型验证的教育公开数据集：Algebra2005、Bridge2006、Algebra2008、Assist2009 和 Assist20107，其中前三个数据集来自 KDD Cup 2010 教育数据挖掘挑战杯，后两个来自 ASSISTments 在线教学平台。它们都记录了学生 id、知识点名称、作答是否正确等实验所需数据项，经数据预处理后的数据量如表 2 所示。

表 2 实验使用到的 5 个数据集及其数据量

数据集	记录数	知识点数	学生数	作答序列数
Algebra2005	416511	61	574	10672
Bridge2006	1810696	491	1146	85427
Algebra2008	3814627	441	3310	253080
Assist2009	274590	101	4217	29198
Assist2017	942816	102	1709	61587

4.2 研究对象

为探究增加“尝试”状态和增加知识状态之间的互相转移（使状态转移可逆）两个因素是否都积极作用于提升 BKT 预测效果，本研究采用消融实验的方式。首先，将这两个因素分别单独加入原始 BKT 模型中，形成 S-BKT 模型和 I-BKT 模型，接着再将这两个因素同时加入，即形成本研究提出的 IAS-BKT 模型。实验中所使用的 4 个模型名称及其含义如下：

- BKT：传统贝叶斯知识追踪模型，知识状态只有“掌握”和“未掌握”，不考虑遗忘。
- S-BKT (State-BKT)：只在 BKT 基础上增加一种知识状态，即不可逆的“尝试”状态，其余不变。由于 BKT 知识状态之间为单向递进关系（只能由“未掌握”变为“掌握”，不能逆向转移），因此该模型下的知识状态也存在“未掌握”→“尝试”→“掌握”的单向递进关系。相应地，状态转移参数仅增加试做概率和获得概率。由于 BKT 知识状态是可以任意发射至作答表现状态的（“未掌握”或“掌握”状态都有可能作答正确或作答错误）。为了保持这个特性不变，S-BKT 中还增加了一个用于“尝试”知识状态发射至作答表现状态的参数，即偶然概率参数。
- I-BKT (Invertible-BKT)：只在 BKT 基础上增加状态之间的转移，即考虑遗忘现象，其余不变。
- IAS-BKT (Invertible Attempt State-BKT)：本研究提出的模型，在 BKT 基础上既增加尝试知识状态，即加入试做、获得和偶然概率参数，又增加状态之间的转移，即考虑学习、干扰、退化和遗忘。

4.3 数据预处理与指标选取

在数据预处理上，本实验删除了来自 KDD Cup 2010 的三个数据集中的多知识点数据，保证每个作答都对应单一知识点，且知识点之间并列。以知识点和学习者为划分，将所有数据集中的数据都整理为只包含 0 和 1 的作答序列。每个数据集随机分出 80% 的数据作为训练集，剩余的 20% 作为测试集。接下来的实验在每个数据集上单独建模与预测。

本研究采用 Accuracy、AUC 和 MSE 共同作为检验模型预测效果的定量指标。Accuracy 是指模型预测学习者作答情况的平均准确度。所有模型都以 0.5 作为阈值。AUC 是指 ROC 曲线下与坐标轴围成的面积。MSE 即均方误差，是衡量数据变化程度的性能指标，由式(9)计算。

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad \text{式(9)}$$

其中， n 代表作答数量， y_i 代表作答 i 上的真实值， \hat{y}_i 代表作答 i 上的预测值。Accuracy 和 AUC 值越大，代表模型预测的准确度越高，而 MSE 计算思路为估量模型与真实作答之间的平均距离，该值越小，说明拟合效果越好。

4.4 实验结果

本实验在数据相同的条件下对 BKT、S-BKT、I-BKT 和 IAS-BKT 四个模型分别进行训练和预测，得出四个模型各自的验证指标值如表 3 所示。

一方面，为检验 IAS-BKT 模型整体上的提升效果，本研究将 BKT 与 IAS-BKT 实验结果进行对比。总的来说，IAS-BKT 模型在五个数据集上的 Accuracy、AUC、MSE 三个指标都比 BKT 模型表现更优，且准确度平均提升了 0.01524，AUC 和 MSE 分别以 0.06866 和 0.04524 的差距大幅领先，表明 IAS-BKT 模型对于预测学习者表现的准确性，相较于 BKT 模型有所

提升。究其原因，“可逆尝试状态”的加入既使模型对于知识状态的描述在掌握程度上更完备，又使其考虑了遗忘现象，更符合现实规律，有利于模型进行更准确地预测。

另一方面，本研究通过比较 S-BKT、I-BKT 和 IAS-BKT 三种模型，验证两个因素的同时加入是否优于单个因素的加入。将 5 个数据集的结果做平均处理后，在 Accuracy 上，IAS-BKT 和两个变体（S-BKT 和 I-BKT）没有明显差异，差距在 0.005 以内；在 AUC 上，IAS-BKT 最高，达到 0.68366，其次为 0.66976 的 I-BKT，而 S-BKT 最低，只有 0.63634，说明 IAS-BKT 预测效果在三者中最好；在 MSE 上，IAS-BKT 以 0.17054 的结果，同样优于 I-BKT (0.1752) 和 S-BKT (0.1963)，说明 IAS-BKT 对于测试数据拟合度最高。综合三个指标，IAS-BKT 表现最佳，体现出 IAS-BKT 对学习者未来学习表现的预测最准确，表明在 BKT 上同时增加“尝试”知识状态和状态之间的转移，能够更充分地提升模型预测准确度，反映出“增加尝试知识状态”和“增加状态之间的转移”两个改进同时进行的合理性和必要性，证实了 IAS-BKT 的改进效果同时来源于“尝试”知识状态的加入和知识状态转移的补全两个因素。

表 3 实验结果

数据集	模型	Accuracy	AUC	MSE
Algebra2005	BKT	0.8097	0.6635	0.1730
	S-BKT	0.8134	0.6654	0.1691
	I-BKT	0.8145	0.7110	0.1435
	IAS-BKT	0.8129	0.7263	0.1426
Bridge2006	BKT	0.8332	0.6062	0.1581
	S-BKT	0.8355	0.6450	0.1494
	I-BKT	0.8341	0.6934	0.1335
	IAS-BKT	0.8335	0.7114	0.1321
Algebra2008	BKT	0.8386	0.6442	0.1537
	S-BKT	0.8385	0.6537	0.1492
	I-BKT	0.8387	0.6909	0.1306
	IAS-BKT	0.8392	0.7084	0.1284
Assist2009	BKT	0.6715	0.5725	0.2898
	S-BKT	0.6792	0.6208	0.2587
	I-BKT	0.6771	0.6635	0.2193
	IAS-BKT	0.6914	0.6785	0.2123
Assist2017	BKT	0.5658	0.5886	0.3043
	S-BKT	0.5822	0.5968	0.2551
	I-BKT	0.5665	0.5900	0.2491
	IAS-BKT	0.6180	0.5937	0.2373

5. 总结与展望

本研究在传统知识追踪模型中创新性地引入“可逆尝试状态”和知识状态间转移变量，构建了一个可以考虑更完整的认知过程和知识学习过程的学习者模型。在此基础上，基于 5 个公开教育数据集，利用消融实验，对所提出的模型进行验证。实验结果显示：（1）IAS-BKT 模型相较于 BKT 模型可以更为准确地对学习者的学习表现情况进行预测；（2）本研究提出的模型对于传统贝叶斯知识追踪模型的改进效果来自于增加了“尝试”知识状态和增加了知识状态间的转移两个因素。

未来该方向上有以下三方面的工作仍需投入持续研究：（1）基于“可逆尝试状态”的定义，对现有其他知识追踪模型进行改进；（2）利用状态转移参数的含义，尝试解释深度知识追踪模型等，并且与现有深度学习模型进行比较；（3）采集客观可以观测到中间尝试状态的数据，例如编程类的，对 IAS-BKT 模型在知识状态层面完整深入验证。

致谢

本论文受到科技创新 2030 “新一代人工智能” 重大项目——“智慧教育人工智能开放创新平台” 项目(编号: 2020AA40104500)的资助。

参考文献

- 尚俊杰和蒋宇 (2015)。教育信息化七大态势。《人民教育》，01，32-33。
- 郭炯、荣乾和郝建江 (2020)。国外人工智能教学应用研究综述。《电化教育研究》，41(02)，91-98+107。
- 卢宇、王德亮、章志、陈鹏鹤和余胜泉 (2021)。智能导学系统中的知识追踪建模综述。《现代教育技术》，31(11)，87-95。
- 张钰、李佳静、朱向阳和王珺 (2018)。ASSISTments 平台:一款优秀的智能导学系统。《现代教育技术》，28(05)，102-108。
- Corbett, A. T., & Anderson J. R. (1994). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 4(4), 253-278.
- Klašnja-Milićević, A., Vesin, B., & Ivanović, M. (2018). Social tagging strategy for enhancing e-learning experience. *Computers & Education*, 118, 166-181.
- Lin, C.-C., Liu, G.-Z., & Wang, T.-I. (2017). Development and Usability Test of an e-Learning Tool for Engineering Graduates to Develop Academic Writing in English: A Case Study. *Educational Technology & Society*, 20 (4), 148 – 161.
- Li, X., Parizeau, M., & Plamondon, R. (2000). Training hidden Markov models with multiple observations-a combinatorial method. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(4), 371 – 377.
- Piech, C., Spencer, J., Huang, J., Ganguli, S., Sahami, M., Guibas, L., & Sohl-Dickstein, J. (2015). *Deep Knowledge Tracing*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1506.05908>
- Rabiner, L. R. (1989). A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. *Proceedings of the IEEE*, 77(2), 257 – 286.
- Rivers, K., & Koedinger, K. (2017). Data-driven hint generation in vast solution spaces: a self-improving python programming tutor. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 27(1), 37 – 64.
- Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2019). Personalizing algebra to students' individual interests in an intelligent tutoring system: moderators of impact. *International journal of artificial intelligence in education*, 29(1), 58-88.
- Zhang, J., Shi, X., King, I., & Yeung, D. -Y. (2016). *Dynamic Key-Value Memory Networks for Knowledge Tracing*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1611.08108>
- Zhang, K., & Yao, Y. (2018). A three learning states Bayesian knowledge tracing model. *Knowledge-Based Systems*, 148, 189 – 201.

人机协作教学中的教师算法信任

Research on Teachers' Algorithmic Trust in Human-computer Collaborative Teaching

王英英¹, 倪琴^{2*}, 乐惠骁³, 贺樑¹, 郭少阳¹

¹ 华东师范大学智能教育研究院

² 上海师范大学信息与机电工程学院

³ 北京大学教育学院

* niqin@shnu.edu.cn

【摘要】 人工智能技术与教育的加速融合,使得人机协作教学成为未来教育的主要发展趋势。但已有研究显示教师对智能教学工具存在算法厌恶现象,导致教师对智能教学工具的拒绝或不完全利用。针对这一现象,本文通过梳理算法厌恶的影响因素,来探讨人机协作教学中教师对智能教学工具的算法信任问题,提出“技术-主体-情境”分析框架,从算法特征,主体特征和情境特征三个维度构建合理的教师算法信任路径。

【关键词】 人工智能; 人机协作; 算法厌恶; 算法信任

Abstract: The accelerated integration of artificial intelligence technology and education has made human-machine collaborative teaching the main trend of future education. However, previous research has shown that teachers have algorithm aversion towards intelligent teaching tools, which leads to their rejection or incomplete use of these tools. To address this issue, this article explores the problem of teacher algorithm trust in intelligent teaching tools in human-machine collaborative teaching by analyzing the influencing factors of algorithm aversion and proposing a "technology-subject-context" analysis framework. The framework constructs a reasonable path for teacher algorithm trust from three dimensions: algorithm features, subject features, and context features.

Keywords: Artificial intelligence, Human-machine cooperation, Algorithm aversion, Algorithm trust

1. 前言

人机协作思想起源于工业时代,其核心概念是人和机器在工作中相互协作。随着人工智能技术的不断发展,机器被赋予了智能属性,并逐渐应用于教育场景中。教育场景中的人机协同指的是人和机器共同合作实现教育目标,机器可以对人的教学行为做出反馈,以此来推动教育的良性发展。人和机器在教学中各自拥有不同的技能和领域知识,人类劣势和缺陷的需求可以通过将“认知外包”嵌入机器中来解决,从而形成了新的人机协同教育形式(方海光,孔新梅,李海芸和郑志宏,2022)。人机协作可以将人类的优势和机器的高效性和精确性相结合,达到优势互补的效果,不仅可以提高智能产品的接受度,还可以解放人工,使他们不再被重复的工作所困扰。

然而在人机协作的探索中,人们发现在人机交互中存在“算法厌恶”现象。“算法厌恶”指个体即使知道智能算法在某些方面胜过人类,但依然对智能算法存在消极态度和行为的现象(Dietvorst, Simmons, & Massey 2015),在教育领域,算法厌恶的表现通常是教师不愿意使用智能技术进行教学。算法厌恶引发了个体对算法的信任危机,而教师的算法信任是实现人机协作的前提,因此,建立合理的人机信任关系是促进人机高效协作的关键。但是,需要特别指出的是,既有研究主要关注厌恶的消极视角,很少从积极的角度关注如何提高教师对技术的接纳程度。因此本文从人机协作视角出发,将教师使用智能教学工具视为人机协作场景,从算法厌恶现象入手,剖析算法厌恶产生的原因,并提出用“技术-主体-情境”分析框架来构建合理的教师算法信任路径,以期为促进教师在人机协作模式下的算法信任提供有益建议。

2. 算法厌恶原因

算法厌恶的思想最早可以追溯到 20 世纪 50 年代。目前,许多学者对算法厌恶现象进行了广泛的研究。本文通过相关文献分析,从技术特征、教师特征和情境特征综述了产生算法厌恶的原因。其中,技术特征包括智能技术的公平性、准确性、透明度、安全性、责任性和个性化等方面 (Shin, 2020);教师特征包括教师的技术经验、风险感知、技术效能和人口学变量等方面 (Junnonyang, 2021);情境特征包括社会影响等方面 (Lai, Wang & Huang, 2022)。值得注意的是,导致厌恶算法现象产生的原因可能并非某种单一的因素,很可能是多种因素的综合作用。

2.1. 算法特征

算法作为智能技术的核心和灵魂,其社会影响产生的两面性使得人们不得不以辩证的态度来看待它。早在两千多年前的中国,道家始祖之一的庄子就曾对技术的发展进行了深刻的批判和反思。一方面,部分研究将算法厌恶产生的原因归结为算法自身的特点,例如,智能算法的“黑箱”性质使人们对其持有怀疑态度,而其机制的复杂程度对于没有专业知识的人来说更是十分难以理解的。当人们不清楚、不理解算法的工作机制时,就会产生厌恶情绪 (Mahmud et al., 2022),当算法暴露出错误或者对部分群体产生偏见时,算法厌恶情绪更甚 (Dietvorst et al., 2015)。另一方面,人们认为算法缺乏智能、个性化和道德情感,无法持续学习和进步 (Berger et al., 2021)。Ochmann et al. (2020)在研究中证实了当人们在职位推荐系统中使用拟人化设计可以提高求职者对底层系统的接受度。有趣的是,在金融决策背景下,人工智能拟人化导致投资决策中的风险厌恶显著增加。这是因为人工智能聊天机器人拟人化激活了更大的心理风险依恋,这使得消费者表现出更强的风险厌恶倾向 (Cui, 2022)。可见,算法的厌恶的产生也会因为场景的改变而不同。此外,人机交互中,人类主体的自主度也会影响算法厌恶 (乐惠骁和贾积有, 2021)。研究表明,即使算法在预测精度上有所偏差,给人们提供少量的修改和调整算法的权限也能降低他们对算法的厌恶,提高他们使用算法的意愿 (Dietvorst, Simmons, & Massey, 2018)。

2.2. 主体特征

从主体特征来看,人们对算法的厌恶主要源于偏见、焦虑、自信、期望等心理特征。个体在对待算法时常常存在认知偏差,倾向于在自我认知和身份受到挑战的情况下对其产生负面情绪。如在医疗场景中,相比于算法诊断人们更倾向于寻求人类医生的帮助 (Cadario, Longoni, & Morewedge, 2021)。在营销场景中,当客户意识到与其对话的伙伴是算法时,他们可能会减少购买 (Luo et al., 2019)。当前,技术焦虑现象引起的算法厌恶也被广泛关注。技术焦虑主要来源于人们对自己算法使用能力的担忧。焦虑越大,算法厌恶程度就越高,使用意愿就越低 (Banzon, Walker-McKnight, & Taub, 2022)。此外,由自我专业性过高引起的过度自信 (Logg, Minson, & Moore, 2019)和较高的初始期望 (Dzindolet et al., 2002)都会引起算法厌恶。

人口统计学特征也会影响算法厌恶。不同年龄、性别等人口统计学特征的个体表现出的算法厌恶程度不同。Xiang, Zhou, & Xie, (2022)在一项针对垃圾邮件检测 AI 工具的接受度研究中指出,年轻人比老年人对 AI 工具表现出更高的信任。然而, Ho et al. (2005)在一项与年龄相关的对医疗决策辅助工具的信任差异研究者却发现了相反的现象。这是因为老年人对新科技的接受能力相对较弱,但在涉及医学等专业领域时,老年人对自身能力缺乏信心,会更信赖算法。在不同领域中,不同性别人群的对算法的态度也有所不同 (Araujo et al., 2020; Thurman et al., 2019)。同时,需要注意的是,研究者跟关注人口学特征和其他变量的交互影响。如在拟人化研究中发现,相比老年人,年轻人对对智能工具的信任更容易受拟人化的影响 (Pak, et al., 2012)。同时,拟人化主体的性别也会影响感知的某些方面 (Rosenbergkima et al. 2008)。

此外,算法经验也会影响算法厌恶。然而,当前研究者对算法经验对算法厌恶倾向的研究存在争议。部分学者认为算法使用经验不足会导致算法厌恶现象 (Liu, Du, & Xu, 2019),丰富的算法使用经验却可以减少算法厌恶,但如果人们在算法决策中经历了负面体验,可能会加重人们对算法的不信任 (Jones-Jang & Park, 2022)。

2.3. 情境特征

从情境角度分析,影响算法厌恶的因素主要包括任务类型和主观规范。基于常人理论,人们更倾向于使用算法决策来处理客观机械化的工作,而对于主观人性化的工作则更倾向于采用人类决策(李游、梁哲浩和常亚平,2022)。当人们看到算法在主观道德方面做出决策时,往往会本能地产生算法厌恶的倾向(Bigman & Gray, 2018)。这是因为人们普遍认为算法在解决客观问题时比人类更加准确和公正,而在涉及较高主观性的问题上,算法则无法理解个人感知和偏好,无法进行思考和主观判断,因此人们认为将主观性决策交给算法是不可靠的。教师也同样受到这种现象的影响。在智能教育的环境中,教师更容易接受客观性较强的任务,例如自动化辅导和答疑、学科知识智能测评、智能班级管理,而对于教育决策、道德评价、学生情绪检测技术等主观性任务则不容易接受。

主观规范来自计划行为理论,指的是个人对是否采取某项特定行为所感受到的社会压力。主观规范包括两类:一是指令性规范,指的是个体对外界态度的感知;二是描述性规范,指的是个体对其他人行为的感知(Cialdini, Kallgren, & Reno, 1991)。文化与教师对算法的态度密切相关,研究指出,文化价值观对高校教师信息通信技术接受度有正向影响(Lai, Wang & Huang, 2022)。另外,教师对智能教学工具的态度通常也受主观规范的影响。如果周围的人,包括家人、朋友、同事和领导,对算法持有负面看法,那么这些负面压力会引发教师的算法厌恶倾向(Yuen & Ma, 2008)。

3. 教师算法信任的“技术-主体-情境”框架

随着智能化时代的发展,人工智能领域引入了信任概念,并形成了一种新的信任类型——算法信任。算法信任是由数据科学和数据技术构建的环境中出现的一种信任形式。闫宏秀和宋胜男(2020)指出,算法信任不同于人与人之间的委托信任,它不是基于物理上的直接接触,而是在“无直接、物理、接触”的环境中产生,但它确实存在且可以被识别。王娟和汤书昆(2022)指出,实现算法信任主要有两种方式:以技术为中心和以人为主。技术哲学领域认为,技术变革经历了从技术工具论到技术环境论和技术主体论的理论转向。近年来,“技术生态”的概念逐渐从学术层面走向了大众媒体,并且概念的外延不断扩大,应用范围也得到了拓展。据此,本文从“技术-主体-情境”三个维度,结合技术生态的观点,建构教育数字化转型中教师算法信任的整合性分析框架,如图1所示。教师算法信任在三个维度处于相互的动态影响之中。智能技术作为一种工具其应用需要通过教师的主体实践来实现,但智能技术应用融入教育的过程需要社会环境的促进和支持,最终实现技术驱动教育的整体变革。

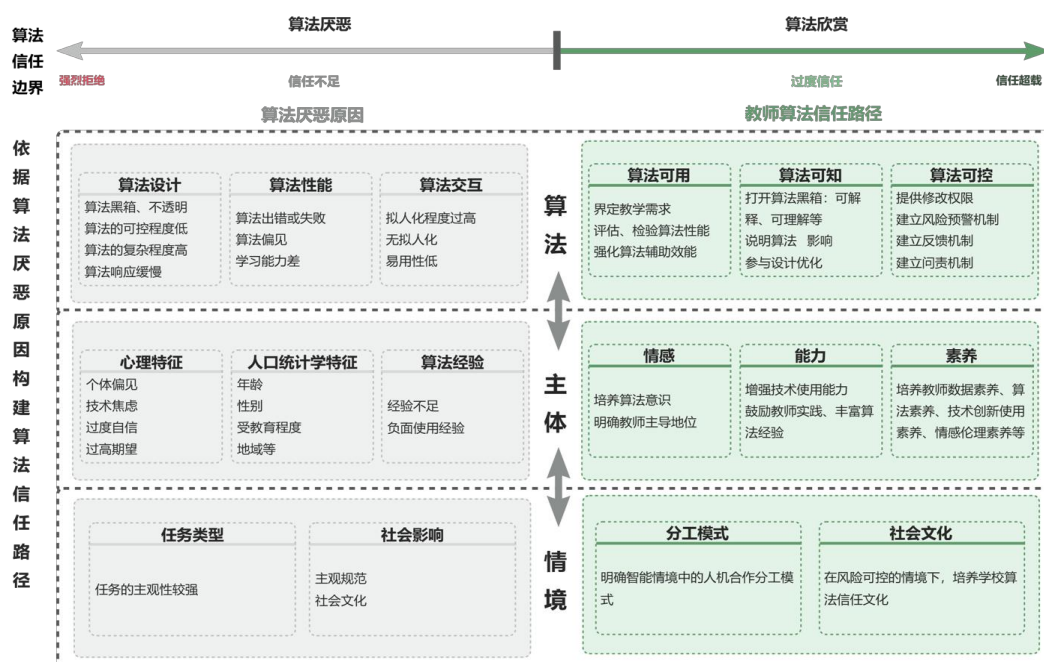


图1 教师算法信任的“技术-主体-情境”框架

3.1. 技术维度

技术质量决定着技术实现预期结果的能力,理想的结果收益可以增强人对人工智能系统的信任。算法是技术的核心,算法的质量应满足人们的基础信任要求。为了满足人们对算法的基本信任要求,我们必须建立有效的算法信任路径,实现算法的可用、可知、可控。

3.1.1. 算法可用

算法可用是信任产生的基础。智能教育算法的首要目的是为教师减负增效。因此,算法可用性意味着算法应满足需求且安全可靠:第一,智能算法的设计要满足教师的需求,教师作为教育领域的核心力量之一,在教学过程中发挥着极其重要的作用。如果人工智能算法无法满足教师的需求,不能帮助教师更好地实现教学目标、提高学生学习效果、减轻教学负担,那么就很难得到教师的接受。因此,为了提高人工智能算法在教育领域的信任和持续使用,算法设计需要从教师的角度出发,满足教师教学需求;第二,智能算法在投入使用之前应进行评估和检验,从而保障算法在实际教学过程中的有效性和稳定性,并通过高质量、准确的算法决策结果,为教师提供有用的参考和帮助,满足其对算法结果的期望和需求,增强其对算法的信任。第三,算法可用还意味着智能算法与教师应是和谐共存关系,智能技术不能抢夺教师的主导作用,不能威胁教师地位。虽然人工智能可以提供一些教学辅助和支持,但教师仍然是教学的主导者和组织者。教师具有人类的创造力、情感和价值观,而这些特质是人工智能所无法替代的。算法应协助教师完成重复的任务,让教师有更多的时间和精力去关注学生的个性化需求和指导学生的思考 and 创新能力。

3.1.2. 算法可知

教师对算法的信任在很大程度上源于对算法的理解。然而新一代人工智能技术多为“黑箱”模型。算法“黑箱”是导致信任风险产生的重要原因。相较于物理结构驱动的教学工具,教师更难以理解智能技术驱动的教学工具,无法明白其复杂的运行原理,因此无法产生信任。当前,学者已经致力于研究如何打开算法“黑箱”,并指出可以通过算法透明来打开“黑箱”,提高人们的算法信任(Zerilli, Bhatt, & Weller, 2022)。算法透明可以通过使算法可视化技术、可解释人工智能等来实现。需要注意的是,在进行算法透明设计的时候需要兼顾不同主体的认知差异,要考虑教师在算法方面的非专业属性,将智能技术降维至教师可理解的层次。另外,做到算法可知也需要对算法可能对教学产生的影响进行说明或解释,如算法在教学方面的效果和风险。并尽可能的让教师参与到算法的设计和优化环节中,因为教师是教育的实践者和经验者,他们对于学生的认知和教育需求具有深入的了解。教师参与算法设计中,可以为算法开发设计提供宝贵的教育经验,帮助算法更好地适应教育现实,更加符合实际教育需求,从而进一步增强教师对于算法的信任感。

3.1.3. 算法可控

算法可控意味着智能教学工具应置于教师的监管和合理控制之下,应增强教师在人机互动过程中的自主性与控制感。首先,算法应该给予教师适当的修改权限。在具有修改权限的情况下,教师可以根据学生的反馈,调整算法的设置,更好地满足学生的需求。同时可以避免算法因为潜在的偏见或错误的导致不公平的结果,保证学生受到公平和客观的评价。其次,应做好算法落地的风险把控。在算法大规模落地之前进行社会实验,对算法落地的风险进行提前评估,如思维固化,信息茧房,数字鸿沟等风险。并针对社会实验结果,建立风险警示体系,超前布局人工智能的风险防范方案,以防止人工智能对教育嵌入过深而无法被有效治理的情况。最后,算法可控还需要建立算法的反馈机制和问责机制。《人工智能白皮书》中明确指出:“技术追责是高风险人工智能监管的重要措施,同时也是构建可信任生态系统的必要环节”(Son et al., 2018)。让教师可以反馈算法的使用情况和效果,及时发现问题,并且能够通过技术,追溯原因并明确责任,尤其当风险侵害导致伦理与法律的冲突时,能够通过技术对相关责任主体实施问责并且建立赔偿体系,促进风险治理的公平合理性。

3.2. 主体维度

人机合作的研究一般采用“以人中心”的理念。教师作为人机合作中的参与主体与受益对象，应充分发挥其主体作用，不能因为算法信任程度过低而阻碍算法及教育的发展进程，也不能因为算法信任程度过高而盲目信任算法，要适度把控算法信任的边界，构建良好的人机合作模式，为教育事业带来更多的机会和发展空间。

3.2.1. 情感

在情感层面，首先要注重在思想上培养教师的算法意识。信任的建立基于了解，加强教师智能素养的提升是培养教师算法信任的重要环节。教师应积极参与学习智能算法相关的科普知识，接受相关的教育培训，以加深对算法的理解和认知，特别是对算法的运行逻辑，算法的学习功能等复杂特性的认知。通过培训和教育提高其对算法的认识，降低对技术的恐惧感和不安全感，增强其对算法的信任。同时，可以通过实际的案例来演示算法对教学的提升，让教师更好地了解算法的价值和作用，从而建立起信任。其次，要明确教师的主体地位。在教育数字化背景下，教师的工作结构也将发生改变，很多职能将由技术来承担。那么重新审视和界定人机合作中教师的角色定位是十分必要的。教师将不只是知识的传授者，还要是学生学习活动的设计者和指导者，更是教学活动的引领者、互动者、合作者。教师应充分意识到人与算法在感知、思考、决策上的不同，发挥主导作用，使算法实现其减负增益的职能。

3.2.2. 能力

在能力层面，鼓励学校为教师提供专业的技术培训和课程来增强教师的技术能力。教师需要具备一定的技术知识和技能来了解和应用人工智能技术，以及评估算法的有效性和可靠性。通过专业培训和课程，可以帮助教师更好地掌握相关技术，进而提高对算法的信任。同时教师要鼓励教师积极参与到实践中去。教师在技术实践中，能够积累算法的使用经验，可以更好地理解和掌握算法的应用方法和技巧，也可以在实践中发现和解决问题，从而减少算法厌恶现象，提升算法信任且不至于引起对算法的过度自信。

3.2.3. 素养

智能时代对教师能力也提出了更高的要求。探索适应人工智能时代的教师智能素养能力是教师创新发展的现实要求。在素养层面，不仅要培养教师科学的数据素养、智能技术素养、技术创新使用素养，还要强调教师在使用人工智能算法时的道德和伦理素养。教师应该了解算法可能存在的偏见和风险。同时，应该学会如何正确使用人工智能算法、如何正确地理解算法和应用算法的结果，以及如何防范算法的滥用和误用等。这些素养的培养将有助于提高教师对算法的信任，同时能够避免算法的不当使用。

3.3. 情境维度

传统的技术哲学论虽然对技术的本质特征作出了深刻的分析，但却将技术视为外生于社会的独立因素。与之不同的是，技术生态论以生态思维来探讨技术体系的演进规律，强调了社会情境的重要作用，对技术在真实情境下的实践发展具有积极意义。借鉴技术生态论的观点，我们的研究不仅需要考虑技术和主体对教师算法信任的影响，更要将情境因素纳入考虑。

3.3.1. 明确智能情境中的人机合作分工模式

当前智能教育领域的研究大多集中在解决技术问题方面，较少关注人机交互场景中人与技术的分工模式。但是在技术不断渗入且逐渐取代部分教师职能的情况下，明确人机合作中教师与机器的合作分工刻不容缓。教育中智能技术与教师的分工模式指教师与智能技术相互协作，共同实现教学目标。明确两者的角色和职责，结合两者的优势来实现最优的教育效果。教师可以利用人工智能技术的强大计算能力和数据分析能力，对学生的学习过程进行个性化指导，提供精准的教学方案和及时的反馈，同时利用人工智能技术的优势来管理学生档案、评估学生表现、识别学生的学习需求等。而人工智能技术则可以提供更加精细的学习路径、个性化的学习体验以及更为精确的评估和反馈，帮助教师更好地发现和解决学生的问题，提高学生的学习成果。如果没有明确的分工模式，教师和人工智能技术的优势都无法得到最大程度的发挥，可能会导致重复劳动、低效率等问题。因此，明确人工智能技术和教师各自的

任务和职责，确定合理的分工模式，是构建算法信任路径，实现教育数字化的必要条件。

3.3.2. 在风险可控的情境下，培养学校算法信任文化

文化对于教师信任具有重要作用。在某些条件下，文化对信任的影响甚至超越了个体的理性预期，个体出于文化自觉而自动地赋予受信者信任(Alsaadi, 2018)。当算法作为信任对象时，文化信任的导向就更为重要。学校算法信任文化营造，很大程度上体现于算法信任制度的建立与实施和榜样示范力量的引领。学校要积极提供制度支持，为教师智能化教学实践行动提供可靠依据，同时用榜样力量引领教师树立算法信任意识。两位一体，消除教师对信息化教学实践不确定性而导致的技术不安全感，帮助教师担当技术实践行动的责任，在技术化教学实践中，不断积累有效经验并形成一种新的可能性。同时，在培养学校算法信任文化中，也需要培养教师的风险和不确定性意识，不能对算法盲目自信，也不能因学校层面的强制措施形成不可拒绝的算法信任，削弱人的主体性，要形成在风险可控情境下的算法信任文化。

4. 结论

在教育智能化进程中，人工智能技术，教师，学校三者是相辅相成，互相影响的关系。信任作为促进智能教育的关系纽带，将三者紧密的结合起来，技术的优化有助于教师的算法信任的建立，学习算法信任的却是不仅影响教师的算法信任倾向，同样影响技术的发展，因此，本文结合算法厌恶现象和技术生态论的相关研究构建“技术-主体-情境”整合分析框架，通过三方的协同与互动来促进教师算法信任的建立与维持。本文仅是对智能化进程中教师算法信任体系的初步研究，未来我们必须在技术的推进中进一步加强教育智能技术落地的风险和不确定性研究，探索不同主体的算法信任边界，进一步完善教育领域的算法信任体系，推进教育数字化进程。

参考文献

- 王娟和汤书昆 (2022)。智能媒体算法信任建构路径探讨。自然辩证法研究, 38(05), 55-61。
- 方海光、孔新梅、李海芸和郑志宏 (2022)。人工智能时代的人机协同教育理论研究。现代教育技术, 32(07), 5-13。
- 乐惠骁和贾积有 (2021)。智能的边界——智能教学系统中的用户自主度研究。中国远程教育, (09), 49-58。
- 闫宏秀和宋胜男 (2020)。智能化背景下的算法信任。长沙理工大学学报(社会科学版), 35(06), 1-9。
- 李游、梁哲浩和常亚平 (2022)。用户对人工智能产品的算法厌恶研究述评及展望。管理学报, 19(11), 1725-1732。
- Alsaadi.(2018). Knowledge Sharing Among Academics in Higher Education Institutions in Saudi Arabia. fort lauderdale: Nova Southeastern University.
- Araujo, T., Helberger, N., Kruijemeier, S., de Vreese, & C.H. (2020). In AI we trust? Perceptions about automated decision-making by artificial intelligence. AI Soc, 35, 611 – 623.
- Banzon., Walker-McKnight., & Taub. (2022). AI and Teacher Education: Surveying Pre-Service Teachers' Acceptance and Future Use of Artificial Intelligence. Society for Information Technology & Teacher Education International Conference. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 1571-1575.
- Berger, B., Adam, M., Rühr, A., Benlian, & A. (2021). Watch Me Improve—Algorithm Aversion and Demonstrating the Ability to Learn. Bus. Inf. Syst. Eng, 63, 55 – 68.
- Bigman., Gray.(2018). People are averse to machines making moral decisions. Cognition, (181), 21-34.
- Cadario., Longoni., & Morewedge. (2021). Understanding, explaining, and utilizing medical artificial intelligence. Nature human behaviour, 5(12), 1636-1642.

- Cialdini., Kallgren., & Reno. (1991). A focus theory of normative conduct: A theoretical refinement and reevaluation of the role of norms in human behavior. *Advances in experimental social psychology*, 24, 201-234.
- Cui. (2022). Sophia Sophia tell me more, which is the most risk-free plan of all? AI anthropomorph- -ism and risk aversion in financial decision-making. *International Journal of Bank Marketing*, 40(6), 1133-1158.
- Dietvorst., Simmons., & Massey. (2015). Algorithm aversion: people erroneously avoid algorithms after seeing them err. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(1), 114.
- Dietvorst., Simmons., & Massey. (2018). Overcoming algorithm aversion: People will use imperfect algorithms if they can (even slightly) modify them. *Management Science*, 64(3), 1155-1170.
- Dzindolet, M.T., Pierce, L.G., Beck, H.P., Dawe, & L.A., (2002). The perceived utility of human and automated aids in a visual detection task. *Hum. Factors*, 44, 79 – 94.
- Ho, G., Wheatley, D., Scialfa, & C., (2005). Age differences in trust and reliance of a medication management system. *Interact. Comput*, 17, 690 – 710.
- Jones-Jang., & Park. (2022). How do people react to AI failure? Automation bias, algorithmic aversion, and perceived controllability. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 28(1), 1-8.
- Junnonyang.(2021). Integrating TAM, perceived risk, trust, relative advantage, government support, social influence and user satisfaction as predictors of mobile government adoption behavior in Thailand. *International Journal of eBusiness and eGovernment Studies*, 13(1), 159-178.
- Laakasuo, M., Palomäki, J., Koivisto, & N., (2021). Moral Uncanny Valley: a Robot's Appearance Moderates How its Decisions are Judged. *Int. J. Soc. Robot*, 1 – 10.
- Lai., Wang., & Huang. (2022). The differential interplay of TPACK, teacher beliefs, school culture and professional development with the nature of in - service EFL teachers' technology adoption. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1389-1411.
- Liu., Du., & Xu. (2019). Machines versus humans: People's biased responses to traffic accidents involving self-driving vehicles. *Accident Analysis & Prevention*, 125, 232-240.
- Logg., Minson., & Moore. (2019). Algorithm appreciation: People prefer algorithmic to human judgment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 151, 90-103.
- Luo., Tong., Fang., et al. (2019). Frontiers: Machines vs. humans: The impact of artificial intelligence chatbot disclosure on customer purchases. *Marketing Science*, 38(6), 937-947.
- Mahmud., Islam., Ahmed., et al. (2022). What influences algorithmic decision-making? A systematic literature review on algorithm aversion. *Technological Forecasting and Social Change*, (175), 1-26.
- Ochmann., Michels., Zilker., et al. (2020). The influence of algorithm aversion and anthropomorphic agent design on the acceptance of AI-based job recommendations. *ICIS*, 1-18.
- Pak., Fink., Price., et al.(2012). Decision support aids with anthropomorphic characteristics influence trust and performance in younger and older adults. *Ergonomics*, 55(9), 1059-1072.
- Rosenbergkima, R., Baylor, A., Plant, E., and Doerr, & C. (2008). Interface agents as social models for female students: the effects of agent visual presence and appearance on female students' attitudes and beliefs. *Computers in Human Behavior*, 24 (6), 2741 – 2756.
- Shin. (2020). User perceptions of algorithmic decisions in the personalized AI system: perceptual evaluation of fairness, accountability, transparency, and explainability. *Journal of Broadcasting*

& Electronic Media, 64(4), 541-565.

- Son., Lopert., Gleeson D, et al. (2018). Moderating the impact of patent linkage on access to medicines: lessons from variations in South Korea, Australia, Canada, and the United States. *Globalization and Health*, 14(1), 1-11.
- Thurman, N., Moeller, J., Helberger, N., Trilling, & D. (2019). My friends, editors, algorithms, and I: examining audience attitudes to news selection. *Digital Journalism*, 7, 447 – 469.
- Xiang., Zhou., & Xie. (2022). AI tools for debunking online spam reviews? Trust of younger and older adults in AI detection criteria. *Behaviour & Information Technology*, 1-20.
- Yuen., & Ma. (2008). Exploring teacher acceptance of e - learning technology. *Asia - Pacific Journal of Teacher Education*, 36(3), 229-243.
- Zerilli., Bhatt., Weller. (2022). How transparency modulates trust in artificial intelligence. *Patterns*, 1-10.

人工智能助力乡村教师精准教研的实践探索——以甘肃三县为例

Practice and Exploration of Artificial Intelligence Assisting Rural Teachers in Precise

Teaching and Research——Take three counties in Gansu as an example

蔡天一¹, 刘家旭¹, 李晓庆¹, 郭晓珊¹

¹ 北京师范大学未来教育高精尖创新中心

* 1530438053@qq.com

【摘要】 目前线上线下融合时期对教育教学有着不同程度的冲击,如传统课堂与线上教学转换,传统教研与线上教研的转变,教师备课方式的变化等都具有很大的挑战。教育领域的人工智能应更精准描述为“人工+智能+教育”,通过先进技术来提升师生信息素养,及个性化学习和开放、创新思维能力。本文以甘肃三县为例,研究人工智能助推乡村教师线上精准教研实践模式,积极探索应用策略与反思建议。

【关键词】 大数据;智慧教研;精准教研;乡村振兴

Abstract: At present, the online offline integration period has different impacts on education and teaching, such as the transformation of traditional classroom and online teaching, the transformation of traditional teaching research and online teaching research, and the change of teachers' lesson preparation methods. The artificial intelligence in the field of education should be more accurately described as "artificial+intelligence+education", to improve the information literacy of teachers and students through advanced technology, as well as personalized learning and open and innovative thinking ability. This paper takes three counties in Gansu Province as examples to study the online precision teaching and research practice mode of rural teachers assisted by artificial intelligence, and actively explore application strategies and reflective suggestions.

Keywords: big data, Smart teaching and research, Precision teaching and research, rural vitalization

1. 前言

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,深入学习贯彻党的十九届五中、六中全会精神和习近平总书记关于教育、乡村振兴、“三农”等工作的重要论述,坚决落实党中央、国务院和教育部党组决策部署,发挥教育部校外培训监管司资源优势以及北京师范大学在基础教育领域区域教育质量提升、教师专业发展和学生能力素养培养等方面的人员优势、研究成果、实践经验,立足国家乡村振兴重点帮扶县的教育质量提升工作,对口区县为甘肃白银市靖远县、白银市会宁县、临夏州永靖县(以下简称“三县”)三县教育发展现状和实际需求,以提升教育质量为主线,精准帮扶三县巩固拓展教育脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接,为三县全面实施乡村振兴战略奠定基础。

目前教育部正大力推进国家教育数字化战略行动,2022年4月,教育部等八部门关于印发《新时代基础教育强师计划》的通知,明确提出“推进教师队伍建设信息化。深入实施人工智能助推教师队伍建设试点行动,探索人工智能助推教师管理优化、教师教育改革、教育教学方法创新、教育精准帮扶的新路径和新模式,进一步挖掘和发挥教师在人工智能与教育融合中的作用”^[1]。北京师范大学借助人工智能、大数据、“互联网+”等技术,指导甘肃三县教研组长及骨干教师掌握智慧工具诊课、研课的方法,通过案例示范和亲身实践感知智慧研修的整体流程,学会在区域内或校内组织智慧研修活动,线上线下融合的背景下积极响应国家双减政策,探索在具体学科中减负增效的新办法。

2. 甘肃三县教师专业发展的关键问题

2.1. 城乡、校际间教学质量、教师队伍区域和结构不均衡

根据对甘肃三县学校规模、数量、教育教师队伍的统计资料和我们对其调研资料来看,目前小规模学校数量过多,城乡、校际之间教学质量差距较大,低质低效运转。教师队伍存在的问题,既有数量上的问题也有质量上的问题,而归纳起来则可以概括为主要是结构性失衡的问题,具体表现在城乡义务教育教师队伍在数量结构、年龄结构、学历结构、职称结构、学科结构等方面都存在偏差或不合理现象。

2.2 教师专业对口率低,参与教研积极性不高、动力不足

甘肃三县基础教育缺乏义务教育阶段引领性的教研体系,教研活动不透彻。同时教师本专业率较低,教非所学现象也较为普遍,对教育学、心理学、教育心理学、课程论等教育教学理论方面较薄弱。因此,教师平时参与教研活动的积极性不高、动力不足,很少立足教学实际开展研究。

2.3. 信息化教学意识不强,信息技术与学科融合能力不足

由于主客观原因的限制,农村中小学教师的专业素质长期得不到有效提高。在主观上,许多教师的教育思想观念较落后,对自己的专业发展认识不足。教学手段落后,教学形式单一,学生学习兴趣不高。在客观上,教师的专业发展缺乏良好的外部环境。对于教育改革、实现教育信息化、将信息技术与课程融合、微课、慕课、智慧教育等一系列的概念虽有所耳闻,但信息化教学意识不强,信息技术与学科融合能力不足。

3. 智慧研修助推西部教师专业成长新路径

办好人民满意的教育,离不开高质量的教师队伍。“我们将通过教育信息化,逐步缩小区域、城乡数字差距,大力促进教育公平,让亿万孩子同在蓝天下共享优质教育、通过知识改变命运。”习近平总书记一直高度重视信息化发展。随着“互联网+教育”跨界融合的深入发展,互联网能够破除教育规模与个性化、公平与质量等教育经典难题,为社会供给高质量的教育公共服务^[1]。立足新时代,面向2035年,基础教育工作者应当具备分析辨别能力、资料检索能力、数据支撑能力,驾驭信息技术和人工智能,改进教学,推动工作,提升效能。信息技术与教育教学深度融合,将通过一系列重构,创建人本、开放、平等、可持续的教育新生态,进而打造“人人皆学、时时能学、处处可学”的个性化、终身化教育体系^[2]。

通过对甘肃三县基础教育教师队伍、教育管理等方面的实地调查和系统研究,在全面客观分析甘肃三县教育现状的基础上,立足三县教育发展的实际需求和教师专业成长中的现实问题,教育部校外教育培训监管司携手北京师范大学未来教育高精尖创新中心、中央电教馆共同开展甘肃三县的教育质量提升工作,深度探索信息时代下人工智能助推智慧研修的新路径。

3.1. 区域智慧教研,构建线上教研共同体

智慧教研平台由北京师范大学研发,结合区域教研特征及需求,协助其搭建网络教研环境,构建具备协同性、个性化、全过程、知识创生性等特点的网络精准教研模式,支持群体性教研活动。可实现对教师备课、上课、听评课、反思数据个体及群体的汇聚,并通过对数据进行科学系统的分析、挖掘,生成基于教研数据个性化分析的教研报告,智能推荐个性化学习资源和系统性教研专题学习,并通过开展一系列的实践指导,提升教师协同建设教研资源及精准化专业教研能力。

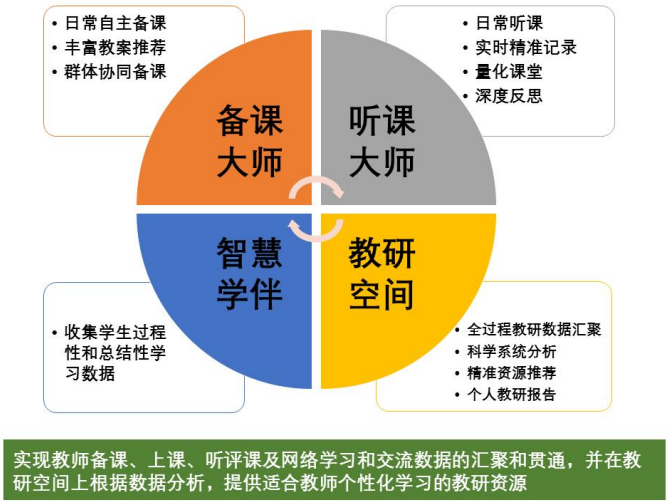


图 1· 基于“互联网+”的网络教研环境

智慧教研平台支持基于群体讨论的研修社区创立，可通过搜索相关的关键词或者自定义筛选快速找到相对应的教研社区。高精尖中心根据指导活动计划已为三县教研员与骨干教师创建了甘肃三县智慧研修社区（如图所示），为三县教研员与骨干教师提供一个可以实现在线共享学习与教研的线上社区，为三县智慧教研的开展提供技术支持。



图 2· 智慧教研甘肃三县智慧研修社区

在一个研修社区内，成员有创建者、管理员和普通成员，创建者即为创建该社区者，管理员由创建者设定，只有创建者和管理者可对社区进行管理操作。在社区内创建者和管理员既可以发布教研通知、发布学习资源、还有专门的活动专区以及讨论区，管理者可以随时看到社区内的成员动态并设有自主学习专栏。

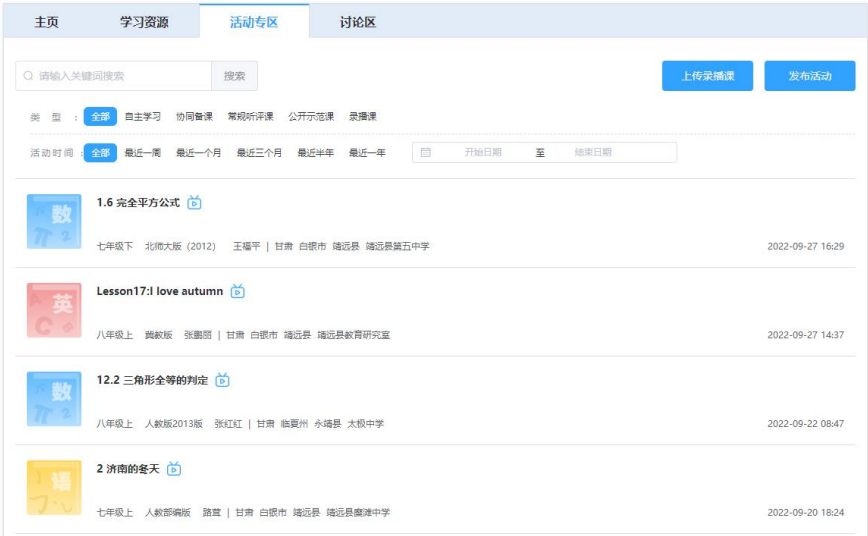


图 3· 智慧教研甘肃三县智慧研修社区活动专区

疫情背景下，教研员教师不得不采取居家办公网络授课，此时教研工作就尤为为难，既

无法聚集教师又无法组织活动^[3]。那么，智慧教研平台凭借自身优势能够将教师们聚集于同一网络社区，立足教师专业发展需求，开展系统性、有针对性的教师研训活动。根据甘肃三县教师不同层次的教学研水平，个性化开展研修活动，以提升教师教学技能、教研思维，促进教学水平的提升和教师专业素养的提高。

3.2. 关注教师成长，协同创生本土教研资源

针对甘肃三县教师集体教研活动水平参差不齐、缺乏优质示范活动的引领的问题，依托北师大高精尖中心研发的智慧教研平台组织教研活动，突破了北京与甘肃的时空限制，打破了当地学校、学区、县域壁垒，实现网络平台优质资源共享互惠。智慧教研平台为教师提供了不同学科不同教学内容的名师优质案例库，包含教学设计、教学实录、教学课件、教学点评等。通过引领甘肃三县教师观摩优质课程学习，结合专家对课程的点拨与指导，助力甘肃三县教研员与骨干教师理解、领悟课程内容，并结合自身真实学情，找准教学实践与优质课程的距离，明确教师课堂教学改进的方向。



图 4·智慧教研甘肃三县智慧研修社区内学习资源

同时，在智慧教研平台资源学习的基础上，关注三县全体教师的成长过程，注重甘肃三县本土教研资源的建设。为了将优质资源与智慧教研的理念辐射到三县全体教师，让每一位教师都能在学习中成长，依托区域优质教研平台和资源集聚环境、构建一体化的区域优质教研资源流转方案就显得尤为重要^{[4][5]}。

高精尖中心聚焦甘肃三县教研员及骨干教师的专业能力提升，带领三县教师根据各自的学科撰写教学设计，录制常态化教学视频，并上传至智慧教研平台，生成协同备课资源包，为三县教师的日常备课与教学活动提供便利的资源参考与借鉴，同时提升教师协同建设教研资源及精准化专业教研能力。通过协同创生本土教研资源的方式，构建线上教研共同体，实现教育数据的动态流转和优质教育资源的共建共享^[6]。平台为用户提供了便捷可靠的访问途径，通过优化数字教育资源服务供给推动优质教育资源共享，通过构建教育教学深度融合的智慧教育生态体系促进教育质量的全面提升，在破解教育发展难题，推动教育教学改革方面发挥着支点作用^[7]。



图 5 · 甘肃教师基于智慧教研平台协同创生本土教研资源

充分发挥在教育信息化、数字化发展领域的系列理论和实践成果，创新教育精准帮扶的新路径和新模式。通过智慧教研平台汇聚教师备课、课堂教学和教学反思等全过程案例和全流程数据，智能分析课堂教学情况，个性化推荐学习反思资源，利用分析数据多轮迭代改进课堂教学，关注教师成长过程，整合教师群体智慧，汇聚优质的教师数字化学习资源，让更多教师通过信息化的方式共享优质教育教学、教师研修资源^[8]。

3.3. 整合群体智慧，形成集体教研模式

乡村地区教研活动相对封闭，展示交流机会较少，缺少同专业的学科教师互相学习借鉴和前沿性的专业引领，缺乏优质示范教育资源的观摩学习。引领乡村地区教研人员和教师借助人工智能技术突破地理环境的制约，深入有效开展教研活动，引领教师转变教研理念，构建智能时代创新的教研模式，提高教研活动的实效性，以教研推动乡村教师教学模式改进和教学质量提升。

高精尖中心依托智慧教研平台开展甘肃三县智慧研修活动，带领三县教研员及骨干教师体验线上智慧研修的全过程，助力三县新学期教研活动的开展。三县教师通过智慧教研平台汇聚的教师备课-在线集体观摩录播课-评课-集体反思学习等形成课堂教学分析诊断报告，报告内包含基于教师课堂教学特色、亮点及待改进点，智能推荐优质学习资源，利用分析多维数据迭代教学内容，改进课堂教学。在使用该平台过程中，可以不断收集过程性教师群体的教研情况，教研员即可动态调整教研方向、主题等，做到落地组织教研活动。



图 6·甘肃三县教师在智慧教研平台在线观摩录播课并打点评课

集体协同教研，助力教师专业成长。智慧教研平台在教学实践中汇聚了大量学科数据、教学行为数据以及面向不同学科教师的多维评价数据等。通过挖掘和分析数据，精准定位诊断学科教师的教学问题，同时也可以发现不同学科教师的教研需求。通过备课-上课-听课-评课-反思等全流程的数据，整合群体的智慧，形成一种可实施的集体线上教研模式。

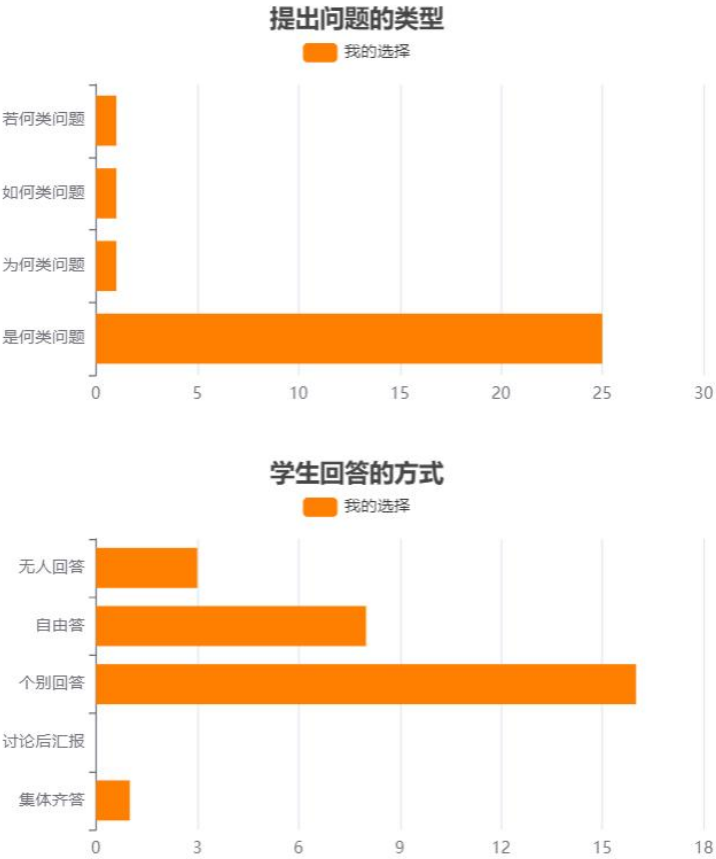


图 7·甘肃三县教师在智慧教研平台在线听课量表数据

“大数据助力教师精准教研”依据“互联网+”教学模式下的精准备课、精准听评课、精准反思、精准学习等教研思路，利用教研空间在线平台收集教师教研的相关过程性信息和数据以达到精准教研目的^[9]。利用网络优势，构建系统、完整的教研活动；收集并整理教师和相关教研的过程性信息和数据，通过数据分析持续向教师进行精准推荐学习，帮助教师科学的、有针对性的选择教研主题和内容，最终促进教师的可持续性、个性化和精准化专业发展^[10]。

4. 实践反思

4.1. 提升教师的信息化素养很关键

智慧教研的落地实施,不能仅仅停留在线上开展教研活动的浅层表面,更需要教师将信息技术工具与传统的教学教研过程结合起来,寻找解决问题的新方法。而乡村教师受到传统理念和年龄等各方面因素的限制,对信息技术工具的操作能力较弱,对信息化教育的理念理解不足,在日常教学和教研工作中很难真正做到对智能技术的利用。因此,探索信息化、人工智能等新技术与教师教育的深度融合,提升教师的数字素养,帮助教师掌握并使用信息技术手段改进教学,引领教师转变教育理念,是亟需解决的关键性问题。只有以专业能力的提升为核心,促进教师专业水平的提高和信息化素养的提升,才能培养出具有数字化特征、适应未来需求的卓越教师。

4.2. 需要更加注重培训指导的系统性与实践性

教育事业是一项长期复杂的系统工程,既要根据各教研员及教师目前发展阶段关注未来长远的发展,又要聚焦当下的实际需求和问题的解决。要注重培训指导的系统性,立足三县实际问题与需求做好全局规划,也要注重教研员能力培养,激发教师参与教研活动的主动性和积极性,着眼于教研员素养提升,培养区域和校本教研领路人。只有在做好顶层设计的同时,兼顾培训指导的实践性,才能持续性引领教研员专业成长。

4.3. 建立具有学校特色的校本教研制度是重点

教研是提升区域和学校教育教学质量,促进学科深度发展,持续性引领教师专业成长的关键路径。针对学校校本教研活动较少、缺乏主题教研、教师教研的主动性和探究性不足的问题,从学校的实际出发,引领学校依托自身的资源优势 and 特色,深度挖掘日常教学与教研工作中存在的真实性问题,助力学校开展聚焦解决教师实际问题的校本教研,同时激发教师参与教研活动的主动性和积极性,在带动学校逐步形成规范化的校本教研制度的过程中,促进学校学科建设和教师专业队伍成长。

参考文献

- 余胜泉. (2022). 智能时代的深度教学理念与模式. 中小学数字化教学(12), 7.
- 余胜泉, & 刘思睿. (2022). 智慧教育转型与变革. 电化教育研究, 43(1), 9.
- 余胜泉, & 王慧敏. (2020). 如何在疫情等极端环境下更好地组织在线学习. 中国电化教育(5), 9.
- 李宏, 魏莹, & 朱红叶. (2022). "双减"背景下,教育集团校本教研资源平台优化的研究. 北京教育:普教版(10), 3.
- 石玲玲. (2021). 以优质教研促区域教育高质量发展. 北京教育:普教版(11), 3.
- 王苗苗. (2021). "互联网+"背景下城乡小学优质教育资源共享的研究. 新课程(教研版), 000(015), 71.
- 余胜泉, & 陈璠. (2021). 智慧教育服务生态体系构建. 电化教育研究, 42(6), 10.
- 余胜泉. (2021). 教师与人工智能的协作. 中国教师(11), 3.
- 李阳, & 曾祥翊. (2022). 人工智能赋能教研高质量发展:智能精准教研的理论框架,实践蓝图与发展脉络. 中国电化教育(11), 10.
- [10]林映映. (2022). 基于"互联网+"的学研评一体化主题教研实践探索. 教育信息技术(7), 4.

人工智能技术应用于语言学习的文献综述研究

A Literature Review of Artificial Intelligence in Language Learning

郭智妍¹, 于森¹, 陈旭¹, 郑春萍^{1*}

¹ 北京邮电大学人文学院

*zhengchunping@bupt.edu.cn

【摘要】 人工智能技术日益受到外语教育研究领域的关注。本研究聚焦人工智能技术在语言学习中的应用, 选取 1990-2022 年高影响力国际期刊发表的 87 篇实证论文展开研究。在已有编码框架的基础上, 采用内容分析法, 从发文数量、目标语言、研究对象以及优势与挑战四个方面开展文献综述。研究表明, 人工智能技术应用于语言学习的研究学段主要集中在高等教育, 英语是研究关注的主要目标语言。本文梳理了人工智能技术应用于语言学习的整体趋势, 以期为技术支持下的语言教学提供启示和借鉴。

【关键词】 人工智能; 语言学习; 文献综述

Abstract: Artificial intelligence (AI) has received increasing attention in the field of educational research for foreign language instruction. Focusing on the application of AI technologies to language learning, this study reviewed 87 empirical studies published in high-impact international journals from 1990 to 2022. Based on the coding scheme, the authors adopted content analysis to review the publications from four perspectives: the number of publication, target language, research participants, and the advantages and challenges of AI in language learning. The results showed that these studies were mainly conducted in higher education settings and English is the main target language. This paper analyzed the general trend of AI application in language education, which might provide implications for the practice of technology-supported language teaching.

Keywords: artificial intelligence, language learning, literature review

1. 前言

人工智能 (Artificial Intelligence, AI), 是通过模拟人类智能, 实现分析、推理和决策的计算机技术 (Pokrivčáková, 2019)。人工智能应用广泛, 如数据分析、语音识别、机器翻译等, 是当前国际研究的热点。近年来, 随着人工智能在新闻、金融、医疗、家庭等多个领域的深入发展和广泛落地 (华璐璐、陈琳和孙梦梦, 2017), 其在教育领域的应用也受到越来越多的关注 (Zawacki-Richter, Marín, Bond, & Gouverneur, 2019)。人工智能与教育的结合带来了新的教育发展模式, 促进了教育的更好发展 (Qu, Zhao, & Xie, 2022)。同时, 人工智能技术的快速发展也为外语教学的革新带来了新契机 (Hong, 2018)。以基于人工智能的学习系统为例, 高效的学习平台能够为语言学习者提供个性化的指导与支持, 提高语言学习者的学习动机与学习效果, 从而减轻语言教师的教学负担 (Conijn et al., 2020; Jeon, 2021; Kim & Jang, 2020)。

2. 文献综述

人工智能技术的快速发展将给教育领域带来深层次的变革 (梁迎丽和刘陈, 2018), 其在语言学习中的应用也受到了国内外研究者的关注。Liang 等 (2021) 探讨了 1990-2020 年人工智能应用于语言教育相关研究的发展趋势与研究重点。他们总结认为: 在应用领域方面, 人工智能主要对促进写作、阅读技能与词汇习得具有积极意义; 在应用技术方面, 主要采用智能导学系统和自然语言处理; 在算法方面, 常用的包括统计学习、机器学习、数据挖掘以及自然语言解析等。Smutny 与 Schreiberova (2020) 从语言、主题和聊天机器人的开发平台三个层

次对 Facebook Messenger 平台的 47 个教育聊天机器人进行了评估。结果显示,作为即时通讯应用的一部分,聊天机器人仍处于人工智能教学助手的早期阶段。该研究为教师将聊天机器人融入课堂实践提供了实证依据。孙海洋(2021)对国内外英语口语自动评分的发展历程和主要内容进行了梳理,阐述了当前研究中主要存在的问题、未来的发展前景和研究方向,为实现针对英语学习者的口语自动评分的研究及其应用提供了思路和启示。

3. 研究方法

3.1. 文献筛选及编码

本研究首先基于 Liang 等(2021)的研究框架,以“人工智能(或机器智能、AI)”和“语言学习(或语言教学)”等作为关键词,以 Web of Science (WOS)为检索源进行文献检索,所选文章的时间跨度为 1990 年至 2022 年。随后,作者根据所筛文献的标题、摘要及关键词,将不符合本研究综述主题的文章进行了删除。例如,所筛文献为非实证性论文,或文章研究主题与语言教学无关的,最终确定了 87 项人工智能应用于语言学习的实证研究。其次,根据郑春萍等(2019)的编码及分析框架,采用内容分析法,从文章发表数量、目标语言、研究对象以及优势与挑战四个方面对文献进行分析与讨论。

3.2. 研究问题

通过梳理 87 项实证研究,本研究旨在回答以下两个研究问题:

- (1) 人工智能技术应用于语言学习的总体发文趋势是什么?
- (2) 人工智能应用于语言学习的优势与挑战是什么?

4. 研究结果和讨论

4.1. 总体发文趋势

本研究从发文数量、目标语言以及研究对象三个方面对人工智能技术应用于语言学习的总体发文趋势进行讨论。如图 1 所示,从 1990 到 2022 年,人工智能技术应用于语言学习的英文文献共计 87 篇。与前几年相比,2008 至 2022 年,文献数量呈现出快速增长的趋势,并在 2020 年达到发文数量的顶峰(12 篇)。结果表明,近些年来人工智能技术在语言学习中的应用受到了越来越多的关注。

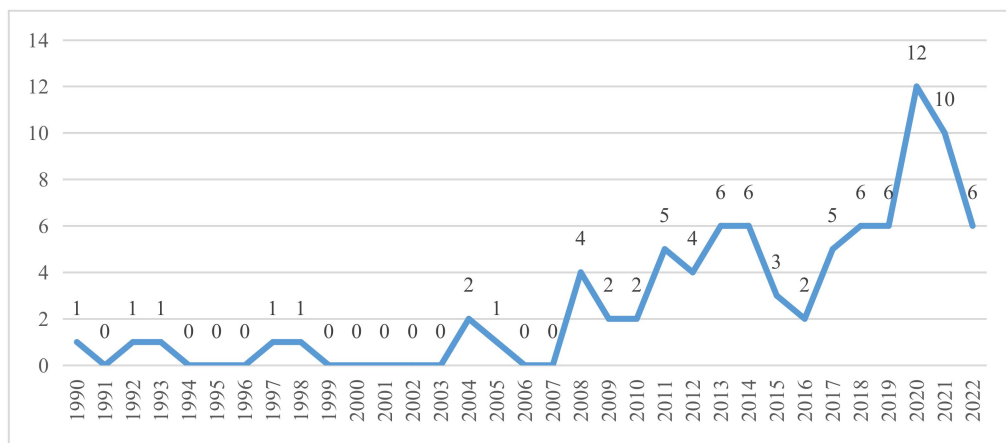


图 1 发文数量

图 2 为 1990 至 2022 年间实证研究的目标语言。如图 2 所示,在 87 项人工智能应用于语言学习的实证研究中,69 项研究的目标语言为英语,其次,3 篇文献探讨了人工智能在汉语学习中的应用。由此可见,英语仍然是研究的重要目标语言,但人工智能支持的汉语学习也越来越受到研究者的关注。

图 3 为 87 项实证研究的研究对象。如图所示,当前人工智能应用于语言学习的研究主要集中在高等教育(39 篇)。此外,在初等教育中开展的研究为 19 项,在中等教育中开展的

研究为 13 项, 仅有 4 项研究关注学前教育阶段及跨学段教育。因此, 除高等教育外, 人工智能在初等和中等教育中的应用也开始受到研究者的关注。

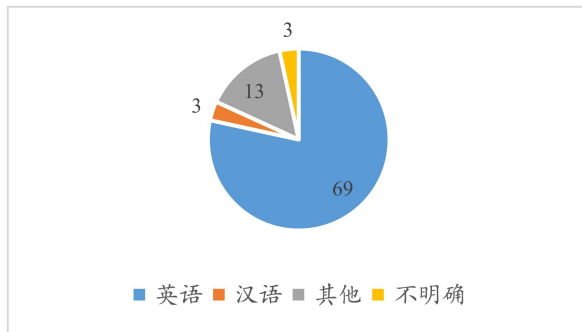


图 2 目标语言

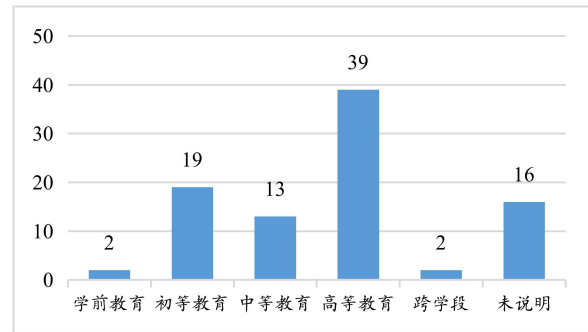


图 3 研究对象

4.2. 人工智能技术应用于语言学习的优势与挑战

人工智能应用于语言学习的优势主要包括三个方面。首先, 人工智能技术能够为语言学习者提供个性化的指导与支持, 有利于学习者了解自己的语言学习水平, 为后续学习提供有效支撑 (华璐璐等, 2017)。其次, 人工智能技术可以为学习者提供即时反馈, 有利于提高学习效率, 从而减轻教师的教学负担 (Conijn et al., 2020)。最后, 与传统课堂相比, 人工智能技术能够创造一种相对舒适自然的对话环境, 降低语言学习的焦虑, 增强交际能力以及语言表达的信心 (Divekar et al., 2021)。

同时, 研究还总结了人工智能应用于语言学习的主要挑战。第一, 人工智能的快速发展对语言教师提出了更高的技术要求, 如何使用人工智能进行有效的语言教学成为关注的重点 (Jeon, 2021)。第二, 技术应用的成熟度尚未达到理想的水平, 容易给学习者的学习体验带来负面影响。例如, 自动写作评估 (Automated Writing Evaluation, AWE) 系统存在矫枉过正、认知过载等技术挑战 (Barrot, 2021; Divekar et al., 2021)。

5. 结论

本研究聚焦人工智能技术在语言学习中的应用, 选取 1990-2022 年高影响力国际期刊发表的 87 篇实证论文展开研究。研究从以下四个方面制定了编码框架: 发文数量、目标语言、研究对象以及优势挑战, 采用内容分析法对文献进行了分析与总结。虽然人工智能技术在语言学习中的应用仍处于早期发展阶段, 但该技术的应用为语言教育的发展带来了新的活力, 改善了学习者的学习体验, 使得个性化学习成为可能。持续深入的实证研究将为教育实践者、研究者与人工智能技术专家提供更有益的启示, 推动人工智能在语言教育中更有效的应用。

6. 致谢

本文系国家自然科学基金项目“融合多模态学习分析的英语演讲能力评估模型与应用研究”(项目编号:62107005) 的阶段性研究成果。

参考文献

- 华璐璐、陈琳和孙梦梦(2017)。人工智能促进英语学习变革研究。《现代远距离教育》, (06), 27-31。
- 梁迎丽和刘陈(2018)。人工智能教育应用的现状分析、典型特征与发展趋势。《中国电化教育》, (03), 24-30。
- 孙海洋(2021)。国内外英语口语自动评分研究综述。《外语教育研究前沿》, (02), 28-36+89-90。
- 郑春萍、许玲玉、高梦雅、卢志鸿、程倩倩和杨紫彤(2019)。虚拟现实技术应用于语言教学的系统性文献综述(2009-2018)。《外语电化教学》, (04), 39-47。
- Barrot, J. S. (2021). Using automated written corrective feedback in the writing classrooms: Effects on L2 writing accuracy. *Computer Assisted Language Learning*, 1-24.
doi:10.1080/09588221.2021.1936071

- Conijn, R., Martinez-Maldonado, R., Knight, S., Buckingham Shum, S., Van Waes, L., & van Zaanen, M. (2020). How to provide automated feedback on the writing process? A participatory approach to design writing analytics tools. *Computer Assisted Language Learning*, 1-31. doi:10.1080/09588221.2020.1839503
- Divekar, R. R., Drozdal, J., Chabot, S., Zhou, Y., Su, H., Chen, Y., Zhu, H., A. Hendler, J., & Braasch, J. (2021). Foreign language acquisition via artificial intelligence and extended reality: design and evaluation. *Computer Assisted Language Learning*, 1-29. doi:10.1080/09588221.2021.1879162
- Hong, C. C. (2018). A study on the construction of college English ecological teaching mode in the age of artificial intelligence. *Technology Enhanced Foreign Language Education*, (06), 29-34.
- Jeon, J. (2021). Chatbot-assisted dynamic assessment (CA-DA) for L2 vocabulary learning and diagnosis. *Computer Assisted Language Learning*, 1-27. doi:10.1080/09588221.2021.1987272
- Kim, J. S., & Jang, E. S. (2020). Artificial intelligence literacy-based teaching conditions and model for improving primary english language learners' global digital citizenship. *Association of Global Studies Education*, 12(3), 169-198. doi:10.19037/agse.12.3.06
- Liang, J. C., Hwang, G. J., Chen, M. R. A., & Darmawansah, D. (2021). Roles and research foci of artificial intelligence in language education: an integrated bibliographic analysis and systematic review approach. *Interactive Learning Environments*, 1-27.
- Pokrivčáková, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. *Journal of Language and Cultural Education*, 7(3) 135-153. doi:10.2478/jolace-2019-0025
- Qu, J., Zhao, Y., & Xie, Y. (2022). Artificial intelligence leads the reform of education models. *Systems Research Behavioral Science*, 39(3), 581-588.
- Smutny, P., & Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers Educational technology*, 151, 103862.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education-Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.

教师课堂教学非言语行为分析研究进展

A Review of Teachers' Nonverbal Behavior Analysis in Classroom Teaching

高振康¹, 魏艳涛^{2*}, 高洁³, 李钰菁⁴

华中师范大学人工智能教育学部湖北省教育信息化研究中心

yantaowei@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 教师的非言语行为对于言语行为起到重要的辅助功能, 对于提升学生学习效果和课堂教学质量具有重要的意义。本文通过对教师非言语行为相关文献进行梳理, 主要内容如下: 首先论述教师非言语的定义及不同分类; 其次梳理了教师非言语行为的分析识别方法, 分为基于人工的方法和基于人工智能的识别方法, 对其中所用工具和方法进行分析; 再次论述了教师非言语行为分析中存在的问题; 论述“人机协同”的教师课堂行为分析方法将成为新的发展方向, 应当建立科学的评价体系, 最后说明了教师课堂行为分析当中应当注意的信息安全和隐私保护问题。

【关键词】 课堂教学; 教师非言语行为; 行为分析

Abstract: Teachers' nonverbal behavior plays an important auxiliary role in speech behavior, and is of great significance in improving students' learning effect and classroom teaching quality. This paper combs the literature related to teachers' nonverbal behaviors, and the main contents are as follows: First, it discusses the definition and different classifications of teachers' nonverbal behaviors; Secondly, it combs the analysis and identification methods of teachers' nonverbal behaviors, which are divided into artificial and artificial intelligence methods, and analyzes the tools and methods; Thirdly, it discusses the problems in the analysis; This paper discusses that the analysis method of teachers' classroom behavior based on "human-computer cooperation" will become a new development direction, and a scientific evaluation system should be established. Finally, it explains the information security and privacy protection issues that should be paid attention to in the analysis of teachers' classroom behavior.

Key words: Classroom teaching, Teachers' nonverbal behavior, Behavior analysis

1. 前言

近年来教师的教学能力受到人们广泛关注, 2018 年以来, 教师队伍建设被提升到史无前例的高度, 《中共中央国务院关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》(2018 年 1 月 20 日) 指出: 到 2035 年, 教师综合素质、专业化水平和创新能力大幅提升, 培养造就数以百万计的骨干教师、数以十万计的卓越教师、数以万计的教育家型教师。在“双减”背景下, 推动形成“双减”政策和课堂教学质量提升同向而行, 对于教师课堂胜任力提出了新的要求, 教师教学能力将成为提升课堂教学质量和重建智慧教育新生态的一个重要组成部分。

本文整理和查阅了与“教师非言语行为”相关的国内外资料和文献, 本文数据主要源于 Web Of Science 数据库和中国知网。在中国知网使用关键词“教师课堂教学行为”、“教师行为识别”、“教师非言语行为”进行搜索。在 Web Of Science 中使用关键字“Teaching behavior recognition”、“Non-verbal teaching behavior”为标题进行搜索, 经过筛选后, 可供参考的中文文献有 60 篇, 外文文献共有 30 篇。

以往的研究已经证实教师的非言语行为帮助提升课堂参与度、能起到促进师生交流和营造良好的课堂氛围等作用(范运祥、马卫平, 2011)。连婉婷(2022)基于具身认知理论对于小学语文课堂的教师非言语行为进行研究, 发现教师非言语行为可以激发学生学习兴趣、调控课堂秩序、提升师生互动的频率从而活跃课堂氛围。Abdiraupova(2022)指出教师通过非语言交流使学习环境变得活跃和有趣, 在教室管理中起着更有效的作用。教师教学能力主要

是通过教师行为来展现，较多研究专注于教师行为的功能以及分类，但是从教师行为分析上升到教师能力测评方面和教学质量评价的研究相对较少。

2.教师非言语行为的内涵

2.1 教师非言语行为的定义

起初并没有学者专门针对于教师非言语行为进行定义，大多数是依据言语行为来定义教师非言语行为，这样的定义方式忽视了教师的工作性质。由于所参照的理论基础和分类角度不同，不同学者所得出来教师非言语的定义也不尽相同。最早对非言语行为进行定义的是E.sapir(1921),他将非语言行为定义为人类的一种交流代码，不以文本形式呈现，所有人都可以理解，从20世纪50年代开始，研究范围逐步从人类学范畴扩展到语言学范畴，并逐步扩展到教育教学范畴。

周鹏生是国内最早研究教师非言语行为的学者，他在2006年出版的《教师非言语行为研究简介》当中指出教师非言语行为是在课堂教学过程中所特有的，主要针对学生，教师呈现的与语言行为密切相关的非言语行为。杨燕婷（2017）基于教师非言语行为的功能，认为教师非言语行为是为了改善教学效果，利用身体传授信息的一种形式。陈少辉（2020）认为教师非言行为有两种定义形式，广义层面上是指由教师自身形成或借助周围物体形成的动作或姿态；狭义层面上是指教师个体的动作或姿势，主要有头部动作、面部表情、板书、手势、体距等方面。

2.2 教师非言语行为的分类

不同的学者根据自己研究领域的特色以及相关的理论依据，对教师的非言语行为进行分类。国内研究者大多从教师个人角度为切入点，国外学者最开始大多聚焦在职业特性上，后来逐步转到课堂细节当中，逐步细化到教学活动的相关环节。本文依据查阅到的文献将教师非言语行为从类别数目上进行整理，详见表1：

表1 教师非言语行为的分类

分类数目	类别	引用
一类	手势分类（会意性、象征性、指示性、强调性、评价性、情境性）	何灿辉，2013
两类	有意识非言语行为、无意识非言语行为	柯廉，1990
三类	无声的动态行为、无声的静态行为以及有声却没有固定含义的	K.W.Back，1977
四类	体态语、副语言、客体语、环境语	毕继万，1999
五类	目光语、默语、面部表情、副语动作、空间利用	刘丽华&李明君，2006
六类	象征性、表露性、说明性、适应性、体调性、距离性	李振村&庄锦英，1993
六类	面部表情、头部语言、身体姿势、身体接触、情感姿态、面对的方向	Keith，1974
六类	手势、副语言、目光、表情、姿态、体距	麦克劳斯基，1995
七类	评价性动作、指示性动作、会意性动作、象征性动作、适应性动作、工具性动作、距离性动作	周鹏生，2016
七类	教师视野、体距、姿势、头势、表达情感的姿势、面部表情、表达情绪的姿势	Keith&Tornatzky，1974
八类	身势语、空间距离、外观装扮、接触、教室布局、环境因素、副语言、课堂时间分配	P.J.Cooper，1998
九类	面部表情、手势、身势、触摸、界域、服饰、副语言、时间场景	李杰群，2003

3.教师非言语行为分析的方法

教师非言语行为相关研究中主要从实证研究出发,基于人工的方法主要是通过课堂参议观察、问卷调查或者访谈等传统的研究方法,对收集到的数据利用统计学方法进行分析。人工智能的方法主要是依据深度学习相关算法。

3.1 基于人工的分析方法

3.1.1 课堂观察法

传统的教师行为识别和分析方法有参与式课堂观察法和非参与课堂观察法。如果进入课堂收集相关数据可能会影响教师的正常授课状态,所以一般采用非参与式课堂观察法。非参与课堂观察法首先要提前与教师进行交流和沟通、交代录像意图和写作计划等,依据相关观察量表,对于教师上课过程当中的非言语行为进行记录。Harisnawati (2022) 利用观察法和其他方法结合来对 SMKN 10 Makassar 的两名英语老师的教学行为进行分析。

3.1.2 视频分析法

视频分析法是在传统课堂观察法基础上的进步。随着视频录制技术的进步,视频分析法跟随微格教学而出现。微格教学研究是由斯坦福大学教师培训的德怀特·艾伦 (Dwight Allen) 开发的。它是一种基于数据的反馈干预,最初用于教师的自我询问和技能培训。通常,对课堂课程进行录像,录像材料捕获了教师行为和教学情况的实时画面,录音材料可作为教师行为进一步分析的经验数据。基于人工的视频分析法主要是借助录课视频对教师行为进行统计分析,吴佳豪 (2021) 对教师的 50 个课堂视频记录进行观察,制作了教师非言语行为的统计图,并根据相关编码权重对教师的非言语行为进行分析。汪天琪(2017)通过课堂视频对北京工业大学实验学校初一、初二教师的课堂行为进行观察,探究教师授课过程中的非言语使用状况,李嘉雯 (2020) 基于慕课教学视频构建了共有 12 个编码的分析编码体系。

3.1.3 问卷调查法

梁洁 (2021), 岳凯璇 (2020), 吴天姿 (2020) 等人根据教师非言语行为相关维度指定教师自我报告方面的相关问卷,还可以用学生对于教师行为感知的问卷进行辅助, Tatiana Dobrescu (2015) 利用问卷通过对一个由 150 名学生组成的中学群体进行调查,从学生层面来研究教师课堂行为。利用统计学方法进行分析。问卷主要包括教师对自身行为的分析、评价、学习意愿以及建议等。

问卷调查法主要依托的工具是量表,传统课堂主要采用课堂定量观察表,一种是基于模态分类的行为量表,如麦克劳斯 (1991) 制作了教师非言语行为亲切性量表,详见下表 2。而比较权威的是基于功能分类的周鹏生(2006)教师非言语行为观察量表,周鹏生基于人类学、行为学和语言学角度构建了教师非言语行为的观察量表,为后续关于课堂观察的相关提供了参考。该量表借助于七大分类主要从表现类型、时间和功能三个角度对教师课堂的非言语行为进行识别和测量,后续研究者发现时间维度繁琐难以测量,对课堂教师非言语行为测量方法进行改进 (汪天琪, 2017), 记录教师每种非言语行为出现的频次。在课堂观察和问卷调查法过程中主要是基于量表来对于教师的非言语行为进行测量,最终量表呈现效果如下表 3 所示。

表 2 教师非言语行为亲切性量表

变量	分类	指标
教师非言语行为	手势	辅助教学
	副语言	单一沉闷或多有变化
	目光	目光交流或看黑板讲义
	表情	微笑或皱眉
	姿势	紧张或放松
	体距	走动

表 3 课堂教师非言语行为观察量表

教师非言语行为类型	象征性动作			说明性动作		表露性动作			适应性动作			调节性动作		距离性动作	
具体内容	头势	手势	掌势	临摹人	临摹物	注视	环视	表情	背手	撑桌	手置胸前	指向自身	指向物体	缩小距离	增大距离
出现次数															

3.1.4 访谈法

访谈法分为结构式访谈和非结构式访谈，基于相关理论下对于非言语行为的相关内容进行分析，后续将访谈内容转换成文字，并导入问卷星进行分析。访谈法相对于问卷调查法耗时较长，收集数据的成本较高，相对来说使用较少。吴天姿（2022）基于互动理论视角下研究教师非言语行为对于学生课堂参与度影响的过程中使用访谈法对于教师和学生进行访谈。Harisnawati、Muhammad Basri Wello 等（2022）对于望加锡职业高中英语课堂教师的非语言交流的研究当中也采用了访谈法对于教师行为进行分析。

访谈主要是依据访谈提纲，经过梅德利、周鹏生、瑞安斯等学者的相关研究，教师行为的访谈提纲主要参照他们的研究成果相关维度展开，访谈主要内容围绕教师的非言语常识、注意和关注程度以及学习改进意向。吴天姿（2022）基于互动理论的视角利用半结构访谈的方法对于教师的非言语行为进行分析，制定了相应的访谈提纲。陈佳妮（2019）对基于多媒体课堂的中学英语教师的非言语行为进行访谈，访谈的内容主要是教师非言语行为的应用观念和应用行为。

综上所述，对教师行为进行分析的传统人工分析方法详见表 4:

表 4 人工分析方法

方法		所用工具
课堂观察法	参与式课堂观察	观察量表
	非参与式课堂观察	
访谈法	结构式访谈	访谈提纲
	半结构式访谈	
问卷调查法		问卷，量表
视频分析法		录课视频

3.2 基于人工智能的识别方法

3.2.1 基于单模态的教师非言语行为分析

当前随着网络技术的发展，教师的课堂数据可以借助于智慧教室采用人工智能的方法进行收集，人体行为识别技术逐渐应用于课堂相关教学行为的识别，可以利用人体行为识别技术构建舞蹈教学系统（JackyC.P,2011），智能化帮助学习者学习相关舞蹈动作。对教师手势进行识别，从而替代粉笔鼠标等设备，使授课方式更加自然（陈静，2019）。对学生的课堂行为进行检测分析，从而获取教室的实时到课情况和课堂表现情况等（陈江涛，2019）。基于人工智能的教师行为识别方法主要是基于人体骨骼的方法、基于图像处理的方法、智能时代的视频分析法以及深度学习方法。

陈少辉（2022）利用智慧教室对教师非言语行为进行量化研究，利用基于热红外图像真实人物目标分割方法 Nv-Net 对教师身份进行识别，利用轮廓特征提取、骨架特征提取、手势行为识别和 An-Net 网络模型对教师手势进行识别。构建了智能化课堂教学非言语行为量化计算和评价系统。闫晓炜,张朝晖,赵小燕（2019）等研究了课堂教学评估的教师肢体动作检测，张安然（2022）对利用深度学习算法对小学科学课堂当中的教师非言语行为进行识别。

利用智能视频监控来进行课堂教学行为识别，可以方便高效地服务于教学。范彦彬、钱明霞和赵磊磊（2022）对 MOOC 教学视频中教师课堂教学行为进行切片、编码和分析。赵刚（2021）

使用一种基于教师集的海量教学视频教师行为识别方法，提出了一种改进的基于三维双线性池的行为识别网络，识别出了实际教学场景中的八种教师行为。郑誉煌（2022）针对教学视频，构建了智能化评价教师教学行为的框架。

其他学者相关行为识别的方法如详见表 5：

表 5 人工智能时代教师行为识别

方法	学者	具体内容
基于人体骨骼数据	徐苏杰&高尚	Kinect 传感器在课堂环境中获取深度图像并提取学生骨骼的 3D 坐标数据
	谢伙生&罗洪文	通过使用多层膨胀时间卷积网络来提取骨骼数据在时间维度中的上下文依赖关系。
	罗旭飞&崔敏	提出一种基于骨骼的双支融合的人体行为识别模型
	蒋俊蕊&魏延	提出一种基于人体时空骨架特征的图卷积行为识别算法。
基于图像处理技术	冉宪宇	通过图像处理技术提取有效信息，采用精密的算法准确识别出人体各类行为
视频分析法	HUANG	提出一种基于深度卷积神经网络和级联的人脸特征点定位方法
	GREVE	提出一个用于分析课堂视频的评分系统
	周鹏霄，邓伟，郭培育&刘清堂	实现了对课堂教学视频中 S-T 行为智能识别的设计
深度学习方法	Wu	半监督的分层动态框架
	Neverova	手势识别的多模态多流 CNN
	Jain	用来估计 2D 关节位置的 CNN
	Duan	3D 深度 ConvNet

3.2.2 多模态融合的教师非言语行为分析

神经网络提供智能识别模型，深度学习技术蓬勃发展，姿态估计算法、行为识别技术等也随着卷积神经网络不断发展，目前以特征提取、特征编码、特征分类的三阶段的深度学习方法应用广泛，通过反向传播算法自主学习相关行为特征。魏艳涛（2020）基于多模态信息融合对于教师行为进行识别，主要是基于 RGB 信息和骨架信息对于收集到的数据进行融合，提升了教师行为识别的准确率。

不少研究者构建了一套教师行为可操作的识别框架流程图，陈少辉（2020）主要从头势、手势、体距和表情四个方面对于教师行为进行识别，构建了多模态融合的教师非言语行为智能化识别量化计算和评价系统的构架，通过文献阅读，综合各大模型，识别模型主要内容详见下表 6：

表 6 识别模型主要内容

识别系统各模块组成	主要内容
教师行为融合模块	信息提取
	权重分配
	多模态融合
头势估计模块	教学手势识别 目光注视范围
手势运用模块	教学手势识别

体距识别	体距亲密度识别
表情识别模块	表情亲和力识别

华南师范大学基于教师言语和非言语行为构建了一个教师能力 AI 测评系统, 构建了“AI+教师能力”发展实验室, 多重 AI 算法并行运算: 人物识别、姿态分析、表情分析同步采集和分析师生角色的姿态、动作、表情, 实时生成数据资源。首都师范大学的施智平 (2019) 基于计算机视觉研制出 S-T 课堂行为分析系统爱课系统 AICA (Artificial Intelligence Classroom Analysis)。该系统以大量课堂教学视频实录为数据源, 运用人脸识别、个体检测和骨架提取等技术, 智能化获取教师和学生动作行为的计量结果, 并利用注意力分析算法, 将收集的行为数据进行分类, 为课堂教学诊断和改进提供可参考的依据, 有助于教师对自己的教学行为进行反思从而促进教师的专业发展。

4.教师非言语行为分析存在的问题

4.1 教师非言语行为分类缺乏情境性

现在教师非言语行为的分类从整体上来看是各大学科一个普适性的分类, 大多数是基于非言语行为的模态种类或者教师非言语行为的功能种类而划分的。而数学、语文等知识性的学科和音乐、美术艺术性学科教师非言语行为的侧重点是不相同的, 学生也因为所处的年龄阶段和所处的地区不同而对教师非言语行为的要求有所不同。而当下还没有这种基于学科、基于学段、基于不同教学场景的详细分类, 普适性的分类体系无法很好地融入到真实的教学实践当中去。

4.2 教师非言语行为研究不够深入

对于非言语行为以及教师非言语行为的研究始于 20 世纪 80 年代, 通过阅读大量文献发现, 近年来对于教师课堂行为分析的研究越来越多, 科目主要集中在英语、语文和对外汉语, 研究内容主要集中在教师行为的种类、功能、对学生学业成绩和课堂氛围的影响以及非言语行为的改进上, 研究范围存在局限, 研究方法较为传统, 从 2020 年起, 深度学习相关算法不断被应用到课堂行为识别研究当中 (陈少辉, 2020、闫兴亚, 2022 等)。教师教学能力主要是通过教师行为来展现。但是从教师行为分析上升到教师能力测评方面的研究相对较少。

4.3 教师非言语行为缺少合理的评价体系

传统形式的教师行为评价标准不统一、依据主观, 存在一定的随意性和盲目性, 缺少提质增效的辅助性工具。传统课堂教师行为识别方法依赖于教学督导人员、学校管理者或其他专业老师的课堂观察, 评价方法也只能局限于一节课或者一门学科, 很难对整个学期的或者整个学校的教师非言语行为进行评价识别, 数据处理费时费力, 不能够对教师的非言语行为进行长期客观有效的分析。

综上所述, 当下还没有一个完整的教师非言语行为评价体系, 学校对于教师教学能力的评价大多集中在教学目标设置是否合理, 教学环节是否符合标准和要求, 针对教师非言语应用方面还没有统一的评判标准, 学校亟需建立相关的评价指标体系来规范教师的非言语行为, 同时将教师非言语行为纳入师范生教学技能合格验证上。

5.展望

5.1 研制新型教师行为分析方法

当前, 基于人工智能的教师专业发展已成为我国教师教育领域的研究热点。未来应当积极推进人工智能、大数据、5G 等新技术与教师行为分析相结合, 对于教师课堂教学行为进行准确识别, 应当利用智能识别方法与传统方法同步进行, 采集教师的表情、语音、手势、头势、教师位置等相关信息, 应用深度学习及其相关算法对采集到的数据进行分析。“人机协同”的教师课堂行为分析将成为新的发展方向。实现教师非言语行为分析研究从单模态到多模态融合的一个转变。

5.2 将教师行为分析应用于教师评测

应当基于学科、基于学段、基于地区研制详细情景化的评价体系,同时采用多主体分析的形式,通过教师自评、学生评价和专家评价相结合的评价方式,推进非语言行为的量化研究,并且融入智能化教学交互平台模块,还可以加入师生行为互动分析,通过学生的反馈和教师个人反思对于教师非语言行为的类型和影响进行评判,更好地构成教师非言语行为智能识别模型和评价机制。

通过对教师行为进行分析,可以精准获取教师非言语行为的运用情况及其特征,从而获得教师个体、群体特征性能力指标并建构对应的教师能力模型,利用测评数据跟踪个体教师能力发展动态,形成教师个性化能力发展所需要的路径和方法,为不同发展阶段的教师提供行为发展的精准支撑,破解传统教师课堂教学专业培训的难题。形成新技术助推教师队伍建设的不路径和新模式,对于深化教师教育改革提升课堂教学质量具有重要意义。

5.3 信息安全和隐私保护

课堂行为分析的相关研究过程中,人工智能技术的不断发展为数据的开发与利用提供了很大便利,课堂教学行为数据的易获得性使教学过程更加全面真实的同时也让师生的信息变得更加“透明”,可能会导致个人隐私被过分分析和利用,信息泄露的问题逐渐凸显。我国法律对个人数据采取“隐私权+个人信息”双重保护模式,应当注重人工智能技术可能会带来的信息安全、隐私泄露以及伦理道德问题,应考虑数据采集过程的接受程度、数据的应用范围以及数据处理过程中的信息伦理问题,建立完善安全的保护制度和法律。当利用人工智能手段对于课堂师生行为进行分析时,应当明确责任分配问题,遵守知情同意原则和不伤害原则,做好课堂行为识别和分析的信息安全和隐私保护等相关工作。

基金项目

国家自然科学基金“面向同步直播课堂的可解释学习投入自动评测方法研究”(项目号:62277029),国家教师发展协同创新实验基地建设专项“基于视频数据的“人工智能+”研训学生情感演化规律分析方法”(项目号:CCNUTEIII-2021-19),教育部人文社科项目“基于人工智能的在线学习参与度识别研究”(项目号:20YJC880100),武汉市知识创新专项“同步直播课堂中远端学生学习投入自动评测方法研究”(项目号:2022010801010274),华中师范大学交叉团队项目“融合多模态数据的教师教学能力智能评价技术及应用研究”(项目号 CCNU22JC011)

参考文献

- 闫晓炜,张朝晖,赵小燕 & 贾鹏宇.(2019).用于课堂教学评估的教师肢体动作检测.中国教育信息化(16),88-91.
- 周鹏霄,邓伟,郭培育 & 刘清堂.(2018).课堂教学视频中的 S-T 行为智能识别研究.现代教育技术(06),54-59.
- 吴天姿.(2022).互动理论视角下教师非言语行为对学生课堂参与度的影响研究(硕士学位论文,哈尔滨师范大学).
- 吴佳豪.(2021).基于视频分析的高中地理课堂教师非言语行为研究(硕士学位论文,华东师范大学).
- 岳凯璇.(2020).对外汉语初级阶段教师非言语行为研究(硕士学位论文,哈尔滨师范大学).
- 陈少辉.(2020).智慧教室环境下教师非言语行为量化计算研究及应用(博士学位论文,华中师范大学).
- 梁洁.(2021).大学教师非言语行为对学生课堂参与的影响研究(硕士学位论文,兰州大学).
- 汪天骥.(2017).中学教师课堂非言语行为研究(硕士学位论文,北京工业大学).
- Elisha Babad,Limor Sahar-Inbar,Ronen Hammer,Keren Turgeman-Lupo & Sharon Nesis.(2021).Student Evaluations Fast and Slow: It's Time to Integrate Teachers' Nonverbal

Behavior in Evaluations of Teaching Effectiveness. *Journal of Nonverbal Behavior*(prepublish). doi:10.1007/S10919-021-00364-4.

Elizabeth Brey & Kristin Pauker.(2019).Teachers' nonverbal behaviors influence children's stereotypic beliefs. *Journal of Experimental Child Psychology*(C). doi:10.1016/j.jecp.2019.104671.

Harisnawati, H., Wello, M. B., & Rahman, A. Teachers' Verbal and Nonverbal Communication in EFL Classroom at Vocational High School in Makassar. *Pinisi Journal of Art, Humanity and Social Studies*, 2(2), 66-74.

Wu, D., Chen, J., Deng, W., Wei, Y., Luo, H., & Wei, Y. (2020). The recognition of teacher behavior based on multimodal information fusion. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020.

Gang, Z., Wenjuan, Z., Biling, H., Jie, C., Hui, H., & Qing, X. (2021). A simple teacher behavior recognition method for massive teaching videos based on teacher set. *Applied Intelligence*, 51(12), 8828-8849.

Abduboriyevna, I. F. (2022). THE USAGE OF NONVERBEL COMMUNICATION IN FOREIGN LANGUAGE TEACHING. *Modern Journal of Social Sciences and Humanities*, 4, 299-301.

基于活动理论的小学阶段人工智能课程实践探究——以《决策树》为例

Exploring the Practice of Artificial Intelligence Curriculum at Primary Level Based on Activity Theory—Taking Decision Trees as an Example

张丹玲¹, 石磬², 童名文^{3*}

¹²³ 华中师范大学人工智能教育学部

*1245814165@qq.com

【摘要】 人工智能被视为提高国家竞争力的关键手段, 小学阶段是普及与开展人工智能课程的关键时期, 当前在中小学实施人工智能课程存在系列问题。基于活动理论为小学阶段实施人工智能课程提出五点策略, 以决策树为教学内容提供教学实践案例, 并验证其具有较好的实践效果。研究旨在为我国在小学阶段开展人工智能课程提供新思路, 普及人工智能教育提供有益参考。

【关键词】 活动理论; 人工智能课程; 小学阶段

Abstract: Artificial intelligence (AI) is seen as a key tool to improve the competitiveness of nations. The elementary school level is a critical period for the popularization and development of AI curricula. However, there are a series of problems with the implementation of AI curricula at the primary and secondary school levels. Based on activity theory, we propose five strategies for implementing AI curriculum at the elementary school level, provide teaching practice cases with decision trees as the teaching content, and verify that they have good practical effects. The study aims to provide new ideas for the development of AI curricula at the elementary school level in China and provide useful references for the popularization of AI education.

Keywords: Activity Theory, Artificial Intelligence Curricula, Primary Schools

1. 引言

随着人类历史向工业 4.0 迈进, 各国也都将人工智能技术提升到国家战略水平, 将其视为提高国家竞争力的重要手段。美国、日本等多个国家出台了一系列提升技术、培养顶尖人才的措施 (Stansbury M, 2016)。我国紧跟国际步伐, 发布系列政策以支持在中小学阶段开展人工智能课程, 培养智能时代所需人才。小学阶段作为义务教育的开端, 是普及与开展人工智能课程的关键时期。然而, 我国小学人工智能课程存在过程形式化, 停留于浅层次体验、概念模糊化, 片面追求编程教育、师资缺乏等问题 (阮静, 2021)、(段波, 2022)。同时, 人工智能相关知识晦涩难懂。活动理论强调活动在知识内化过程中的作用, 重视学习者的直接经验与同伴支持。因此, 本研究基于活动理论, 提出在小学阶段实施人工智能的策略, 并以《决策树》为教学内容开展课程实践探究并验证其效果, 以期为我国在小学阶段实施人工智能教育提供有益参考。

2. 活动理论概念界定

活动理论源于维果斯基的社会文化历史观, 社会文化历史观强调学习者与自然和同伴的交互。活动理论的发展经历了从“中介行动”到“异质联盟”四代活动理论的变迁 (吴刚, 赵军, 苏静逸和谢鑫, 2022)。维果斯基的中介思想认为高级心理技能在人际交往活动产生和发展。列昂捷夫的活动层次结构强调内部心理活动是由外部活动产生 (李沂和 A. H, 1979)。恩格斯托姆的活动模型理论认为活动系统由主体、客体、共同体、工具、规则、劳动分工六个要素组成。第四代活动理论主要强调不同的组织间建立共同客体。总而言之, 经过学者的共

同努力，已经形成了一套行之有效的分析框架。

3.活动理论运用于人工智能教学实践的可行性

3.1.活动理论的分析要素与教学系统要素一致

学习者是基于活动理论的教学系统中的主体，是教学活动的主要参与者和承担者。教学目标是重要的客体，教学目标在外部表现为活动的完成，在学习者内部表现为知识和能力的变化。除学习者自身以外的学习者、教师等角色组成学习共同体，学习共同体的支持是保障教学活动顺利开展的基础，是提高学习者参与感的重要措施，在一定程度上影响个体是否能达到教学目标。教学过程中使用的各类软件和硬件作为教学活动系统中的工具，是教学活动得以顺利实施的重要保障。规则的制定保证共同体之间的良性互动。

3.2.活动理论的内核与学习者特征符合

根据皮亚杰的认知发展阶段论，小学段学习者处于具体运算阶段，进行的推理仍需具体事物的支持，传统的“填鸭式”教学难以满足学习者的需求。活动理论强调学习者的直接经验，重视学习者从活动当中学习，并在活动中与同伴进行交互。同伴的支持以及活动中工具的使用能够很好的支持学习者对知识的理解，并提高其学习兴趣。

4.基于活动理论的小学人工智能课程实施策略

本文基于活动理论，提出几点在小学阶段进行人工智能课程实践的策略。

4.1.将学习与活动相联系

将教学内容与活动内容相联系是基于活动理论的小学人工智能课程实践的核心。学习者通过真实的活动体验感受人工智能知识的内在逻辑。同时，在活动过程中发挥学习者学习的主观能动性，将以学生为主体的教学落到实处。在实施中小学人工智能课程时，应当把知识内容转换为活动内容，学习者通过参与活动过程理解知识的内涵和外延。

4.2.创设真实的活动情景

教学情景有助于激发学习者的学习兴趣，帮助学习者明确教学目标以及教学内容，加深学习者对教学内容的价值与意义的认识。活动理论视域下的小学人工智能课程教学策略尤其注重活动情景的创设，这将直接影响后续活动的方向以及效果。教师在创设活动情景时，应当注意以下几点。其一，注重活动情景与学习者生活实际的联系；其二，注重活动情境的真实性。其三，将知识与问题情境有机融合。

4.3.分组支持协作学习

活动理论强调学习者组成一个学习共同体，在共同完成活动的过程中实现对知识的内化。在组织课堂活动的过程中，通过分组将学习者组建成不同的学习共同体。组内成员相互协作完成活动以实现教学目标。组间从不同视角分享组内成果，进一步促进对知识的理解。

4.4.提供工具促进学习者反思

小学阶段学习者的高阶思维能力较弱，为其提供外部工具的支持有助于促进其将活动内容与知识相联系，从而达到知识内化的目的。在活动过程中，教师既是共同体中重要的一员，也是不可或缺的工具，教师应当及时为学习者提供活动指导，防止学习者偏离活动路线。同时，提供其它工具支持，例如，提供活动反思表、活动清单、知识脚手架等以支持学习者的自我反思。

4.5.教师注重发挥自身主导作用

在基于活动理论的教学过程中，教师担任活动的设计者、监督者、评价者等角色。因此，在保证学习者主体地位的同时，教师要注重发挥自身的主导作用。教师可以从以下几个方面保障自身主导作用。首先，提升理论知识储备，并能够灵活地将教学内容转化为活动内容。其次，提升自身教育机智。与传统的“传递-接受”式教学相比，基于活动的教学过程出现教学意外的概率更高，需要教师灵活处理教学中的各种事故。

5.基于活动理论的小学人工智能课程实施--以决策树为例

本文结合以上所述实践策略，以决策树为教学内容，以小学六年级学习者 of 教学对象建立教学实践案例，为一线教师开展小学人工智能教育提供参考。决策树是机器学习的传统算法，机器学习是人工智能的重要研究领域之一，因此本研究以该决策树为教学内容。

5.1. 课前

环节一：确定目标：（1）能够说出决策树的作用，知道训练数据和测试数据的作用；（2）学习者通过活动体会到决策树的有趣之处及其在生活中的应用价值，对人工智能产生较为浓厚的兴趣。

环节二：分组。四名同学划分为一个小组。

5.2. 课中

环节一：情境引入。教师发布情境：我们是动物园里的动物管理员。动物园新进一批猴子，这些猴子看起来很可爱，但是有些猴子会咬人，现在我们已经知道哪些猴子会咬人，哪些猴子不咬人。今天我们的主要任务是找出会咬人的猴子，防止游客被猴子咬伤。

环节二：规则发布：一共有八张猴子卡片，其中编号为 1、2、3、4、5、7 的猴子咬人，编号为 6、8 的猴子不咬人。小组成员需要完成以下三个任务：（1）列出咬人猴子和不咬人猴子的特征有哪些；（2）根据案例卡片画出决策树判断猴子是否咬人；（3）从别的小组任意选一只猴子判断其是否咬人。（猴子卡片及案例卡片见文末附录）

环节三：分工协作。学生通过分工合作共同完成教师的任务。

环节四：反思迁移。表 1 为决策树这一课的活动反思表格。利用反思表格促进学习者将活动内容与知识相联系，学习者切实从生活实际出发了解知识的内涵与应用情境。

表 1 活动反思表

概念	定义	动物园管理工作内容
决策树的作用	决策树是一种被广泛使用的分类器	
训练数据	利用数据建构决策树	
测试数据	利用构建好的决策树 进行决策	

环节五：教师点拨。教师讲解知识点与活动内容的联系：决策树是一种被广泛使用的分类器，作为动物管理员，利用决策树可以把猴子分为咬人和不咬人两种类型；训练数据：作为动物管理员，我们利用猴子卡片上咬人猴子和不咬人猴子的特征建立了如何判断猴子是否咬人的决策树，这个过程叫做训练数据；测试数据：利用建立好的决策树判断别的小组的猴子是否咬人的过程称为测试数据。

6. 基于活动理论的小学人工智能课程实施效果

为了验证本课的实践效果，在贵阳某小学六年级实施本课程，共计花费 2 课时，每课时 40 分钟。共开展了课前和课后问卷测试和两次知识点测试。问卷内容包括学生基本信息和对人工智能知识的学习兴趣，其克朗巴哈系数为 0.834，KMO 值为 0.719，说明问卷具有良好的信效度。本课学习者的基本信息如表 2 所示。利用 SPSS 软件对前后测数据进行配对样本 T 检验，Sig 值为 0.00，小于 0.05，说明通过本课的学习，提高了学习者对人工智能相关知识的感兴趣程度。两次知识点测试分别于课后以及课后一周开展，每次分值为 10 分。第一次知识点测试的均值为 9.30 分，说明课后大多数学习者都掌握了本课知识。第二次知识点测试的均值为 6.00 分，虽然均值有所降低，但是满分的频数为 28，近乎半数学习者依然熟悉决策树相关知识。

表 2 学习者基本信息

基本信息	分类	频数
性别	男	27
	女	23
	10	18
年龄	11	28
	12	4

7.结语

小学阶段是开展人工智能教育的关键时期，但是在实施过程中存在诸多问题。本文在活动理论视阈下提出在小学阶段实施人工智能课程的策略。同时，基于决策树建立教学实践案例，并验证其具有较好的学习效果，旨在为开展人工智能教育提供新思路。同时，本研究还存在一些问题需进一步探讨，例如，不是每一类人工智能知识都可以设计成活动、教师自身不了解人工智能知识，难以设计出合理的活动等问题。系列问题还需教育研究者、工作者在实践过程中逐渐完善，以期为我国实现在中小学阶段普及人工智能课程奠定良好的基础,助力我国早日普及人工智能教育。

参考文献

Stansbury M(2016).three reasons why AI is future education. Distance Education Report, 20(18):7.

段波 (2022) 。面向计算思维发展的中学人工智能课程活动设计。天津师范大学学报(基础教育版),23(01)。

阮静(2021)。基于计算思维培养的人工智能课程设计实践探究——以《人脸识别一课为例》。中国现代教育装备,(22):18-20+23。

吴刚,赵军,苏静逸,谢鑫 (2022) 。“工作——学习”理论的创新与发展——第四代“文化——历史”活动理论及应用价值。远程教育杂志,40(02):86-95。

李沂和 A. H. (1979) 。列昂捷夫的活动理论。心理学报, (02):233-241。

附录：

链接: https://pan.baidu.com/s/1_MZTws5p7IF4sUA4ZcV7Fw
提取码: 1111

基于 MetaTutor 支持的自我调节学习的实验研究分析

Experimental Research Analysis of Self-regulated Learning Based on MetaTutor Support

曾宇娇^{1*}, 王楠²

¹² 北京邮电大学网络教育学院

* diamonds skies@163.com

【摘要】 新一代人工智能技术为教育领域带来深刻变革,智能导师系统(ITS)是人工智能技术在教育教学实践活动中的典型应用。目前,已有大量基于智能导师系统开展的实验研究以探究学习者自我调节学习过程。本文选取一个国外经典智能导师系统 MetaTutor 为例,对其功能与提供给学习者的支持做详细的梳理。文章采用内容分析法,对 25 项基于 MetaTutor 的实验研究进行梳理与分析,与此同时,文章从认知、情感、元认知、动机四个维度对于实验过程、实验方法和实验结果进行系统性分析。最后,提出了智能导师系统开发建议,并展望了未来的发展前景。

【关键词】 智能导师系统; 自我调节学习; MetaTutor

Abstract: A large number of experimental studies based on intelligent tutor systems have been conducted to investigate learners' self-regulated learning process. In this paper, MetaTutor, a foreign ITS, is selected to provide a detailed overview of its functions and the support it provides to learners. The article adopts the content analysis method to sort out and analyze 25 experimental studies based on MetaTutor. The article systematically analyzes the experimental process, experimental methods and experimental results in four dimensions: cognitive, affective, metacognitive and motivational. The article also proposes the development of intelligent tutor system

Keywords: Intelligent tutor system, self-regulated learning, MetaTutor

1. 前言

智能导师系统(ITS)是指具有某一领域的学科知识和相关的教学知识,能对学生进行个别化教学的软件系统。它由早期的计算机辅助教学发展而来,随着认知科学理论及人工智能技术在教育领域的深度应用而不断演进。根据学生对知识的理解和掌握程度,智能导学系统帮助学生获取知识并解决问题,为学生的学习、知识技能获得等过程提供学习支架、提示和反馈。

国外具有代表性的智能导学系统有 MetaTutor、Protus、Andes、SimStudent、ASSISTments、Betty 's Brain 等(韩建华、姜强和赵蔚, 2016)。其中, MetaTutor 系统是一款旨在促进学习者自我调节学习智能导学系统, MetaTutor 是很好的学习工具,同时也是有利的研究工具。在现有研究中已经基于 MetaTutor 进行了大量实验,本研究分析实验的过程与结果,可为智能导学系统的建设带来有益的启示。

2. Metatutor 智能导师系统

MetaTutor 系统是在 2009 年由美国孟菲斯大学智能系统研究所 Azevedo 及其同事基于的广泛研究所开发的 ITS(Azevedo, Bouchet, Harley, Feyzi-Behnagh, Trevors, Duffy, & Yang, 2011), MetaTutor 设计的主要目标是研究先进的学习技术如何在学习复杂的生物课题时自适应地支持学习者的自我调节学习(Azevedo, Behnagh, Duffy, Harley, & Trevors, 2012)。MetaTutor 以自我调节学习理论为基础,该理论认为学习是一个主动的、建设性的过程,学习者在这个过程中为自己设定学习目标,然后监测、调节和控制自己的认知和元认知过程。

作为一种学习工具, MetaTutor 拥有促进自我调节学习的功能。课程制定者可以设置的学习目标; 学生自己可以继续设置的子目标, 监控实现子目标和整体学习目标的进度; 系统还

展示教学内容的大纲目录、学习内容文字表述、学习内容的图示、SRL 选项卡可以为学生提供认知策略和元认知策略。学习者还可以在系统中做笔记的区域并且查看课程剩余时间。MetaTutor 有四个教学代理人, 系统采用多对一的师生关系, 可以根据不同学生的认知特点进行个性化教学, 为了以最佳的方式组织教学, 不同的教学代理间存在着信息的传递与计算。

作为研究工具, MetaTutor 和辅助测量设备能够通过收集丰富的多模态数据来测量自我调节过程, 包括: 认知和元认知过程的在线测量数据、代理人与学生互动的对话历史记录、动机和情绪的生理测量、面部数据和眼球跟踪数据。收集这些不同的数据对于研究对学生何时、如何以及为何调节他们的学习、适应或不适应他们的调节行为的理解至关重要。

本文分析了 MetaTutor 作为研究工具开展的大量实验研究, 这些研究聚焦于学习者使用 MetaTutor 学习时的自我调节学习过程。

3. 研究方法与分析框架

3.1. 研究方法

本研究采用内容分析法, 研究样本为基于实验研究的文献。文献来自于 Web of Science 数据库, 并结合“谷歌学术”搜索引擎。以“MetaTutor”为英文关键词进行搜索。检索时间是 2021 年 11 月 17 日, 检索时间跨度为 2009 年至 2021 年。最终, 本研究获得 25 个有效样本。

3.2. 分析框架

自我调节学习涉及四个关键过程: 认知、情感、元认知和动机(CAMM)(Azevedo, Taub & Mudrick, 2017)。学习者需要完成一些元认知策略的操作, 并做出必要的判断, 以确定是否理解正在学习的内容, 也许还需要根据动态变化的课程环境来修改他们的计划、目标和策略等。本研究以 CAMM 作为分析维度, 将样本实验进行分类, 以分析基于 MetaTutor 系统如何开展实验研究以促进学习者自我调节学习。

4. 研究结果

4.1. 监控学习者认知策略

本节分析了基于 MetaTutor 探究自我调节学习中学习者动机过程的实验研究。心理学研究发现目标与动机之间存在密切联系, 目标的设定能够激发个体为实现它而产生动机, 目标是产生动机的根本原因, 学者们将认知引入成就动机领域后形成成就目标理论(朱丽雅, 2012)。成就目标理论为实验中理解学生的成就任务动机提供了一个有效的框架。

MetaTutor 支持学习者学习动机的测量。研究人员从日志文件中收集了学习者互动和导航行为的时间点记录。例如, 访问相关页面的次数、访问页面和图表的时间、选择 SRL 选项卡的次数和代理与学习者对话记录, 使用这些数据可以评估学习者产生的 MetaTutor 学习动机(Duffy & Azevedo, 2015)。实验中还用到学习者成就目标的测量通过成就目标调查问卷(AGQ)(Elliot & Murayama, 2008)。

实验结果表明学习者的动机特别是成就目标动机在自我调节学习过程中起着不可或缺的作用, 学习者的主导成就目标与学习者得到的策略支架相互作用, 高表现欲的学生在提示和反馈条件下表现出色。

4.2. 情感的多模态测量

本节分析了学习者使用 MetaTutor 学习的实验中情感与情感调节如何测量。MetaTutor 主要采用的以下三种方式: 生理测量、行为测量和心理测量。

生理信号能够客观反映学习过程中身体的动态变化, 许多研究结合不同的生理信号探究学生的情感与认知过程, 如利用眼动数据、心率和皮肤电数据分析学习者的注意力以及情感状态。眼球追踪数据可以判断学习者多种学习情绪。眼动数据分析工具 EMDAT 通过计算用户的定视和注视的各种汇总统计来生成注视特征。

学习者的行为在一定程度上表征了内在情感及其变化。MetaTutor 配合其他测量设备可以采集学习者学习过程的行为数据, 实现对学习情感的客观分析。研究中多使用面部表情、眼

动数据来测量学习情感。面部表情识别技术是捕捉视频图像中面部,包括嘴巴、眼睛与眉毛动作进行分析,并依据相关编码系统建立面部表情与学习情感的映射关系。有研究表明,面部表情的情感识别效果比测量学习者皮肤电信息的效果更好(Harley, Azevedo & Calvo, 2015)。

心理测量以学习者自我报告为主,通过量表测量学习者在学习过程中的情感体验。实验中用到多种测量情感与情感调节的量表工具。应用最广泛的是情绪和价值观问卷(Emotions and Values Questionnaire, EV) (Harley, Bouchet, Hussain, Azevedo & Calvo, 2015), 和情绪调节问卷(Emotion Regulation Questionnaire, ERQ) (Gross & John, 2003)。

计算机支持学习的环境可以引发情绪的改变,同时也可以帮助学习者调节情绪,并提供独特的研究机会,以实现其他环境中难以实现的方式研究情绪。研究表明,教学代理人可以影响学生在使用智能辅导系统学习时的情绪,不同的情绪可以驱动学习者的不同自我调节行为。

4.3. 元认知策略的使用

本节分析了基于 MetaTutor 探究自我调节学习中元认知过程的实验研究。这些实验研究关注元认知策略的使用如何影响学生的自我调节学习过程。

学习者在使用 MetaTutor 学习时,可以从系统界面提供的 SRL 选项卡中选择元认知监控策略,它包括监控学习目标的进展(MPTG)、学习判断(JOL)、知晓感(FOK)和内容评估(CE)。学习判断策略(JOLs)要求学习者评估自己对当前所读材料的理解(Dunlosky & Lipko, 2007)。这种策略要求学习者监控他们对学习内容的理解,这使得学习者能够在学习过程中主动意识到自己的进步。一旦做出这个判断,学生就可以根据这个判断的价值,选择合适的后续认知学习策略来使用。内容评价策略(CE)要求学习者评估当前的内容是否与他们正在进行的次级目标的关联性(Greene & Azevedo, 2009)。在做内容评价策略时,学生会评估学习学习内容页上的文字和图表的相关性,从而监控他们正在学习的材料,以完成他们的次级目标。

4.3. 成就目标

本节分析了基于 MetaTutor 探究自我调节学习中学习者动机过程的实验研究。

MetaTutor 对于学习者学习动机的测量给予支持。在实验进行的过程中,研究人员从每个参与者的日志文件中收集了数据,这些数据提供了学习者互动和导航行为的时间点记录。例如,访问相关页面的次数、访问页面和图表的时间、选择 SRL 选项卡的次数和代理与学习者对话记,使用这些数据可以评估学习者产生的 MetaTutor 学习动机(Duffy & Azevedo, 2015)。实验中还用到学习者成就目标的测量通过成就目标调查问卷(Elliott & Murayama, 2008)。

实验结果表明学习者的动机特别是成就目标动机在自我调节学习过程中起着不可或缺的作用,学习者的主导成就目标与学习者得到的策略支架相互作用,高表现欲的学生在提示和反馈条件下表现出色。

5. 建议与启示

5.1. 开发更具情感适应性的能力的 ITS

在教育应用领域,情感计算是当前研究最为活跃的课题之一,尤其在人工智能技术的推动下,将学习情感视为教育研究的核心要素已成为一种趋势。未来的 ITS 应该注重情感交互体验,创建更具情感适应性的能力的系统以改善学习者与教学代理人的互动,教育应用的研究应推动情感与认知融合,整合情感测量方法与提升智能导师系统嵌入能力,拓展其应用边界与其价值潜能。

5.2. 善于利用与分析多元数据

在智能导师系统中,研究人员能够拿到海量的多维数据,能够帮助我们理解学习者如何进行自我调节学习非常有意义的价值信息。追踪这些多元数据并建立数据与概念指标的映射关系。善于利用数据挖掘技术和学习分析技术,收集、整合和调整多渠道数据,可以加强研究者对认知和元认知自我调节过程以及为学生提供复杂的科学材料的有效适应性教学所需的情感和动机过程的理解,最终利用多元数据完善系统和教学代理的行为。

5.3. 使 ITS 提供更精准个性化支持

ITS 应收集有关学习者的认知技能方面的信息, 如学习者性格特征、学习风格和目标取向等, 这些信息可以支撑学习者建模, 其中特定的个体差异可以与学习者自我调节的学习增益联系起来。注重学习者个人差异还应该表现在学习过程中智能导师系统提供更精准的认知和元认知策略以满足每个学生不同的需求, 提高不同学习阶段关联程度, 从而更有效地教导学生成为更好的学习自我调节者。

参考文献

- 韩建华、姜强和赵蔚 (2016)。基于元认知能力发展的智能导学系统研究。《现代教育技术》(03), 107-113。
- Azevedo, R., Behnagh, R. F., Duffy, M., Harley, J. M., & Trevors, G. (2012). *Theoretical foundations of learning environments*. New York: Routledge.
- Azevedo, R., Bouchet, F., Harley, J. M., Feyzi-Behnagh, R., Trevors, G., Duffy, M., ... & Yang, W. (2011). MetaTutor: An Intelligent Multi-Agent Tutoring System Designed to Detect, Track, Model Foster Self-Regulated Learning. In *Proceedings of the Fourth Workshop on Self-Regulated Learning in Educational Technologies*.
- Duffy, M. C., & Azevedo, R. (2015). Motivation matters: Interactions between achievement goals and agent scaffolding for self-regulated learning within an intelligent tutoring system. *Computers in Human Behavior*, 52, 338-348.
- Dunlosky, J., & Lipko, A. R. (2007). Metacomprehension: A brief history and how to improve its accuracy. *Current Directions in Psychological Science*, 16(4), 228-232.
- Elliot, A. J., & Murayama, K. (2008). On the measurement of achievement goals: Critique, illustration, and application. *Journal of educational psychology*, 100(3), 613.
- Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2×2 achievement goal framework. *Journal of personality and social psychology*, 80(3), 501.
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of personality and social psychology*, 85(2), 348.
- Harley, J. M., Bouchet, F., Hussain, M. S., Azevedo, R., & Calvo, R. (2015). A multi-componential analysis of emotions during complex learning with an intelligent multi-agent system. *Computers in Human Behavior*, 48, 615-625.
- <https://github.com/ATUAV/EMDAT>

信息技术职前教师智能教育素养量表的编制研究

Research on Development and Validation of the Intelligent Education Literacy Scale for

Pre-service Teachers of Information Technology

卢嘉萌^{1*}, 谢思琪¹, 陈浠钊¹, 谢佩珊¹

¹ 华南师范大学 教育信息技术学院

*1355026750@qq.com

【摘要】 智能教育素养是人工智能时代下教师的关键素养。国内已有研究提出智能教育素养的内涵和理论框架,但针对测评智能教育素养的研究仍存在空缺。本研究从“知识、能力、意识”的三方面出发,融入TPACK模型,将“智能教育知识与能力”和“智能教育意识”作为一级维度,编制信息技术职前教师智能教育素养量表,利用探索性因素分析、验证性因素分析等方法对量表进行修订和检验。该量表具有良好的信度和效度,适用于测量信息技术职前教师的智能教育素养水平。

【关键词】 智能教育素养; 职前教师; 问卷编制; 测评模型; 量表

Abstract: In the age of artificial intelligence, intelligent education literacy is essential for teachers. The connotation and theoretical framework of intelligent education literacy have been proposed in China, but there is still a gap in research on the evaluation of intelligent education literacy. In order to establish the intelligent education literacy scale for pre-service IT teachers, this research bases on the three aspects of "knowledge, ability and consciousness" and integrates the TPACK model. We take "intelligent education knowledge and ability" and "intelligent education consciousness" as the first dimensions, and employ exploratory factor analysis, confirmatory factor analysis to revise and test the scale. The scale was reliable and valid, making it appropriate for assessing pre-service IT teachers' degree of intelligent education literacy.

Keywords: intelligent education literacy, pre-service teacher, questionnaire compilation, evaluation model; scale

1. 研究背景与问题

近年来,智能技术与教育领域深度融合,赋予教育领域新生机。人工智能技术被认为在提高教学质量、提升教学管理效率等方面具备推动作用。面对智能技术与教育纵深融合的教育新形势,国家出台诸多政策文件,积极鼓励建设一支能够培养未来智能时代人才的教师队伍。2018年,《高等学校人工智能创新行动计划》提出,教师要了解人工智能相关知识和发展方向,提升自身实施智能教育的能力。2021年,教育部办公厅关于《开展第二批人工智能助推教师队伍建设试点推荐遴选工作的通知》指出,要提升教师智能教育素养,为智能教育开展培养一批“领头雁”。职前教师作为未来教师的预备役,测评其智能教育素养水平并及时进行干预,以满足未来社会人才培养需求变得尤为重要。然而,目前国内已有研究提出智能教育素养的理论框架,但针对测评智能教育素养的研究仍存在空缺。因此,本文在已有研究基础上设计和编制信息技术职前教师智能教育素养量表,为后续开展该领域测评研究提供依据。

2. 相关文献述评

2.1. 智能教育素养内涵

根据2017年颁布的《国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知》以及已有智能教育相关研究成果,本研究认为智能教育具有三重内涵,第一重内涵是强调智能技术在教育教

学中的深度应用，第二重内涵强调以智能技术为教学内容，第三重内涵强调促进智能发展的教育。智能教育的创新发展能够更好地促进人的智能发展，为智慧教育的实施提供支撑保障。为实现智能教育的可持续发展，智能教育素养是新时代各学科教师需要发展的核心素质。已有研究表明素养包括静态的知识，教师在特定情境下知识的应用，即能力，和满足情境所需要的“态度”（张华，2016）。换句话说，素养是适用于特定情境的知识、技能和态度的综合。综合智能教育和素养的概念界定，本研究认为智能教育素养是支撑教师包括职前教师 and 在职教师，在人工智能时代适用于特定教育教学情境和专业发展的知识、技能和态度的综合。

2.2. 智能教育素养测评指标的理论框架

随着智能教育素养在我国政策文件中出现频率的提高，智能教育素养开始成为学界研究的热点。尽管已经有不少研究尝试对智能教育素养的内涵与构成进行探索（刘斌，2020；胡小勇和徐欢云，2021；王丹，2022），学界对这一新兴素养的研究仍众说纷纭，尚未形成公认的内涵以及构成模型。然而本研究通过文献综述，发现前人研究在对智能教育素养的界定以及内涵的探索时，具有一些共同点。

首先，知识、能力、意识的三层框架常被应用于描述智能教育素养的构成。譬如，刘斌（2020）利用此框架，将基本知识、核心能力以及伦理态度作为一级维度，进一步下分包括理论性知识、实践性知识、技术性知识、智能教育教学能力在内的七个二级维度。可见，欧盟委员会1997年对素养的界定“适用于特定情境的知识、技能和态度的综合”，在我国智能教育素养领域受到广泛认可，应用知识、能力、意识的三层框架具有较高科学性。

其次，我国智能教育素养研究仍处于较新的阶段，过往研究多基于人工智能素养模型或教师专业发展模型开展。李湘（2021）的智能教育素养框架便是基于人工智能素养与教师专业素养提出的，其“整合人工智能的学科教学PCK知识”对应二级维度便借用了TPACK框架。刘斌（2020）与胡小勇等人（2021）研究均在知识层变量框架中融合了TPACK视角。此外，胡小勇等人（2021）更是强调了智能教育素养中知识和能力呈现的动态性和生成性特征，基于此构建了包含知识基础层、能力聚合层在内的四层智能教育素养模型，包含教学法知识、教育人工智能技术知识在内的二级维度共十五个。因此，本研究认为TPACK框架在智能教育素养情境中的适用性可能与TPACK是作为教师整合技术的学科教学法知识框架提出的前因有关。其实，在多年的发展中，TPACK不再只是一个简单的知识框架，其被认为是一个在实践中动态创造新知识的专业发展框架（Chai, Koh, Lim & Tasi, 2014）。这种特性让其在解释教师专业能力发展方面十分适用，被认为能促进对教师专业ICT应用知识和能力的理解（Chai, Koh & Tsai, 2013）。本研究认为TPACK框架适应素养的动态生成特征，在智能教育素养评估领域应该发挥更大的作用。因此，本研究结合欧盟素养定义与TPACK框架作为智能教育素养的构成的理论依据。

2.3. 职前教师智能教育素养测量的相关研究

尽管目前国内已有研究提出了智能教育素养框架，针对智能教育素养的量表开发仍存在研究空缺。而国外，“智能教育素养”这一表述的使用频率较低，但针对教师的人工智能技术使用能力、知识或是素养，已有学者开发了相应的量表。Zhao等人（2022）基于布鲁姆的认知分类理论开发相应的测量量表。同时，也有研究者基于TPACK框架设计测量教师人工智能素养的量表。Celik（2023）应用TPACK框架中与T相关的维度，并结合伦理维度对教师AI技术整合能力进行测量。这一借助TPACK框架理解人工智能素养的举措也证实本研究观点的科学性。国外相关研究为我国智能教育素养维度确定以及量表开发的研究提供了理论基础。但由于教师人工智能素养及智能教育素养仍为一个新兴领域，目前缺少针对职前教师智能教育素养的量表。然而，随着人工智能技术在教学中的角色转变，智能教育素养被认为是职前教师需要培养的新素养（刘斌，2020）。关注职前教师的智能教育素养对满足未来技术发展人才需求，培养智能时代优质师资队伍具有关键意义（郭炯和郝建江，2021）。开发有效测评工具对职前教师智能教育素养进行测量是必要的。同时，费斯勒的研究（The Teacher Career Cycle）将教师的角色准备期视为教师的职前教育阶段（Burke, 1994）。因此，本研

究将就读于师范院校正处于未来教师培育阶段的学生定义为职前教师，并将基于上述智能教育素养框架对针对职前教师的智能教育素养量表进行开发，从而弥补这一研究空缺。

3.问卷编制过程与方法

3.1. 问卷维度与操作性定义确定

首先，分析相关文献及成熟量表，初步确定问卷维度和相应的操作性定义；其次，征询专家意见，最终确定问卷维度和操作性定义。

在理论基础方面，本研究依据张华等人（2016）对素养的理解以及刘斌（2020）对于智能教育素养构成的划分，认为智能教育素养包括知识、能力和态度三方面。由于目前普遍认为TPACK在衡量教师整合技术的知识与能力方面存在特殊效用（Chai, Koh & Tsai, 2013），本研究将智能教育素养划分为两个一级维度：“智能教育知识与能力”和“智能教育意识”。其次，由于智能教育素养更强调技术的使用与融合，本研究依据Chai等人（2013 & 2017）和Celik等人（2023）对TPACK的研究结果并参考其做法，只选取了TPACK框架中与T有关的维度作为智能教育知识与能力的二级维度，即AI-K, AI-CK, AI-PK, AI-PACK。同时，参考Davy等人（2021）对AI伦理的定义，以及基于李湘（2020）对AI教育伦理与信念的理解，进一步对智能教育意识维度进行细化，分为两个二级维度，即智能教育理性意识和智能教育道德意识。

在专家意见征询方面，本研究邀请了以下三类专家进行意见咨询：在教育技术研究领域有一定权威，对智能教育素养相关问题了解深入的学者；深耕教育技术研究方法理论，具备丰富研究实践经验的学者；长年工作在教育技术领域一线，具备丰富教学经验的教师。根据专家咨询给出的意见，本研究对问卷的维度划分与二级操作性定义进行了进一步的修订与优化，最终问卷结构如表1所示。

表1 智能教育素养二级维度的操作性定义

一级维度	二级维度	操作性定义
智能教育 知识与能力	AIK	评估教师使用智能教育技术的信心
	AI-CK	评估教师整合智能教育技术表征学科内容知识的信心
	AI-PK	评估教师整合智能教育技术设计和开展教学实践的信心
	AI-PCK	评估教师整合智能教育技术设计和开展表征学科内容知识的教学实践的信心
智能教育 意识	理性意识	衡量教师对人工智能技术应用于教学的价值观念，以及对智能教育技术与自身关系的看法
	道德意识	衡量教师对在教学中应用人工智能技术的道德观念，即教师能认识智能教育教学是合乎伦理道德规范的

3.2. 问卷题目的确定

基于前期对智能教育素养测评指标体系的构建，编制出《信息技术职前教师智能教育素养（第一版）》，共包含36道题目，其中智能教育知识与能力24题，智能教育意识12题。由于国内外尚未相关成熟量表可借鉴，本研究的量表的题项均为自主编制。量表采用李克特量表5点计分方式，依次设置“非常符合”“比较符合”“一般”“比较不符合”“不符合”，后期数据分析分别赋值5-1分。

3.3. 数据的分析

本研究使用Excel软件对问卷原始数据进行录入与筛查，而后将数据导入IBM SPSS 26.0软件进行项目分析、信度分析、探索性因子分析等，在进行验证性因素分析时则使用IBM SPSS AMOS 26.0软件。

4.预试问卷的研究结果

本研究对初版问卷进行了问卷预试验, 问卷发放后, 回收总数为 76 份, 经筛查保留有效问卷 70 份, 样本有效率为 92.1%。

4.1. 项目分析

本研究采用极端组检验法在 IBM SPSS 26.0 软件中进行项目分析。首先依照总分降序排列, 以前 27%与后 27%为界限, 划分高分组与低分组。接着对同一道题目的高分组数据和低分组数据进行独立样本 T 检验。分析结果显示, 存在 4 道差异不显著的题目, 并予以删除。

4.2. 探索性因素分析

在进行探索性因素分析时, 本研究首先对问卷数据进行了 KMO 检验和 Bartlett 球形检验, 分析结果如表 2 所示。总问卷与两个一级维度问卷的 KMO 值均大于 0.6 且 Bartlett 球形度检验 χ^2 值均显著, 即现有数据适合进行探索性因素分析。本研究使用主成分分析法和最大方差旋转法来选取因子, 筛选题目遵循以下原则: ①因子的特征值大于 1; ②因子载荷值大于 0.4; ③剔除在不同主成分负荷大于 0.4 以上的因子; ④每个因子至少包含 3 个题目。依据数据分析结果, 智能教育知识与能力析出 4 个主成分, 智能教育意识析出 2 个主成分。基于探索性因子分析结果, 删除题目 7 道, 题目余量为 25 道。

表 2 预试问卷数据探索性因素分析检验值

	智能教育素养	智能教育知识与能力	智能教育意识
KMO 值	0.738	0.799	0.686
巴特利特球形检验	597.810	404.462	133.467
Sig	0.000	0.000	0.000

本研究对软件建议删除的题目进行分析, 认为这些题目数据结果不理想的原因主要在以下两个方面: ①题目难度不恰当, 部分填答者选择了极端分值; ②题目表述模糊, 填答者可能产生了理解偏差。基于现有数据分析情况, 本研究对问卷题目进一步进行完善, 并对修订后的题目混合编排, 编制出《信息技术职前教师智能教育素养 (第二版) 》, 共 25 道题目。

4.3. 信度检验

由表 3 可知, 问卷整体与问卷各维度的克朗巴赫 α 系数均在 0.712-0.866 之间, 说明本问卷内部一致性较高。

表 3 问卷信度指标分析

	智能教育素养	智能教育知识与能力	智能教育意识
克朗巴赫 α 系数	0.863	0.866	0.712

5.问卷的修订与正式确定

本研究采用线上与线下混合的方式, 对第二版问卷发放, 回收问卷总数为 117 份, 其中有效问卷 108 份, 样本有效率为 92.3%。

5.1. 项目分析与探索性因素分析

统一录入问卷数据后, 使用极端组检验法进行项目分析, 结果理想, 无需删除题目。再进行探索性因素分析, 删除不符合要求的题目 5 道, 剩余题目 20 道, 结果见表 4。

表 4 两个一级维度的探索性因素分析结果

一级维度	二级维度	题目数	载荷	方差贡献率(%)	累计方差贡献率(%)
智能教育 知识与能 力	AIK	3	0.676~0.762	12.622	12.622
	AICK	4	0.601~0.853	15.756	28.378
	AIPK	4	0.717~0.780	19.444	47.822
	AIPCK	3	0.675~0.770	15.818	63.640

智能教育	理性意识	3	0.681~0.822	31.615	31.615
意识	道德意识	3	0.838~0.900	39.220	70.835

5.2. 信度检验

由表 5 可知，问卷整体与问卷各维度的克朗巴赫 α 系数均在 0.710-0.854 之间，说明本问卷的信度较高。

表 5 问卷信度指标分析

	智能教育素养	智能教育知识与能力	智能教育意识
克朗巴赫 α 系数	0.854	0.840	0.710

5.3. 验证性因素分析

本研究采用标准化估计，检验问卷中各题目在所属维度的因子负荷量。结果显示，负荷量大于 0.9 的题目 1 道，负荷量在 0.65-0.9 之间的题目 6 道，负荷量在 0.50-0.65 之间的题目 13 道，无需删除题目。信息技术职前教师智能教育素养量表的 SEM 如图 1 所示。由此，本研究得到一阶 6 因子二阶 2 因子模型。从模型拟合指数可知（表 6），预设模型 X^2/df 介于 3-5 之间，RMSEA 值小于 0.05，CFI、TLI、GFI、AGFI 值接近 0.9，基本符合模型适配标准（Hair, Anderson, Tatham & Black, 1998）。

表 6 智能教育素养模型拟合指数

绝对适配指数					增值适配指数		简约适配指数
预设模型	X ²	GFI	AGFI	RMSEA	TLI	CFI	X ² /df
	197.808	0.857	0.816	0.045	0.941	0.950	4.630

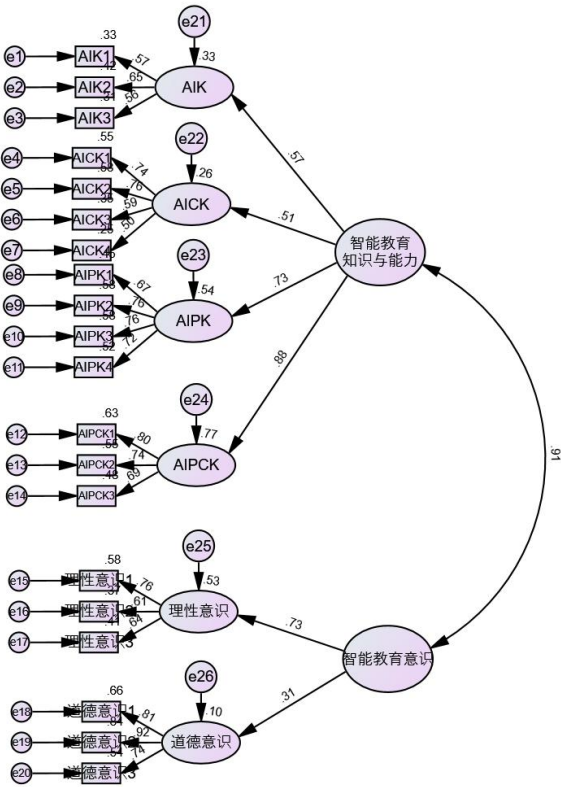


图 1 信息技术职前教师智能教育素养量表的 SEM

6. 讨论与展望

本研究通过文献分析法，证明了 TPACK 框架适用于素养评估的合理性，从“知识、能力、态度”三方面来编制素养问卷的基础上，融合 TPACK 框架，开发了一份信息技术职前教师智能教育素养测评模型，和研究领域现有量表（Celik, 2023）开发思路上一致性。但

仍存在以下不同：首先，在量表内容上，本研究针对的是包含三重内涵的智能教育素养，而该量表针对的是教师智能技术整合的专业知识，属于智能教育素养三重内涵中的一部分。其次，在研究对象上，该量表针对的是在职教师，没有区分群体的适用学科，面向群体广泛。而本研究考虑到不同学科对教师的智能教育素养有不同的要求，针对信息技术学科的特点，使量表更具针对性和准确性。本问卷的编制基于已有的研究基础，结合专家意见，经过多次测试与修订，最终确定测评模型。《信息技术职前教师智能教育素养调查问卷》共包含 20 道题目，包含 2 个一级维度和 6 个二级维度，具体题目分布见表 7。

表 7 信息技术职前教师智能教育素养调查问卷题目安排

一级维度	二级维度	题目数量	题号
智能教育知识与能力	AIK	3	1,3,4
	AICK	4	5,6,8,9
	AIPK	4	2,11,12,14,
	AIPCK	3	16,17,10
智能教育意识	理性意识	3	18,19,15
	道德意识	3	7,13,20

在人工智能成为国际竞争新焦点的今天，智能教育素养毋庸置疑是新时代教师的必备素养。但是人工智能属于新兴事物，许多高校对职前教师的培养方案未必能达到新时代的要求。本量表可以对信息技术职前教师的知识储备、教育意识等多方面进行测量。其测量结果有助于职前教师通过自测，发现自我智能教育素养的短板，并在上岗前进行自我完善，也为高校对教师培养方案制定提供了参考依据。但本研究仍存在不足，本研究的样本数量虽然满足分析要求，但还是缺乏一定的普适性，扩大样本覆盖范围，逐步完善问卷结构，将是未来研究开展的重要着力点。

7.结论

通过分析，《信息技术职前教师智能教育素养调查问卷》具有较好的信度与效度，可以作为调查与测评信息技术职前教师智能教育素养水平的有效工具。

参考文献

郭炯, & 郝建江. (2021). 智能时代的教师角色定位及素养框架. *中国电化教育*(6), 121-127.

胡小勇, & 徐欢云. (2021). 面向 K-12 教师的智能教育素养框架构建. *开放教育研究*, 27(4), 59-70. doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2021.04.006

李湘. (2021). 师范生智能教育素养的内涵、构成及培育路径. *现代教育技术*, 31(9), 5-12. doi:10.3969/j.issn.1009-8097.2021.09.001

刘斌. (2020). 人工智能时代教师的智能教育素养探究. *现代教育技术*, 30(11), 12-18. doi:10.3969/j.issn.1009-8097.2020.11.002

王丹. (2022). 人工智能视域下教师智能教育素养研究：内涵、挑战与培养策略. *中国教育学刊*(3), 91-96.

张华. (2016). 论核心素养的内涵. *全球教育展望*, 45(4), 10-24.

Burke, P. J. (1984). *Teacher Career Stages: Implications for Staff Development*. Fastback 214. Bloomington: Phi Delta Kappa.

Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers’ professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138. doi:10.1016/j.chb.2022.107468

- Chai, C. S., Koh, E., Lim, C. P., & Tsai, C.-C. (2014). Deepening ICT integration through multilevel design of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Computers in Education*, 1(1), 1-17. doi:10.1007/s40692-014-0002-1
- Chai, C. S., & Koh, J. H. L. (2017). Changing teachers' TPACK and design beliefs through the Scaffolded TPACK Lesson Design Model (STLDM). *Learning: Research and Practice*, 3(2), 114-129. doi:10.1080/23735082.2017.1360506
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C. C. (2013). A review of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(2), 31-51.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1998). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hsu, C. Y., Liang, J. C., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2013). Exploring preschool teachers' technological pedagogical content knowledge of educational games. *Journal of Educational Computing Research*, 49(4), 461-479.
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041.
- Zhao, L., Wu, X., & Luo, H. (2022). Developing AI Literacy for Primary and Middle School Teachers in China: Based on a Structural Equation Modeling Analysis. *Sustainability*, 14(21). doi:10.3390/su142114549

附录

题目	1	2	3	4	5
1.我能够使用人工智能技术产品以满足个人学习需求。(例如使用自适应学习软件进行语言学习)					
2.我能够有效选择并组合一种或多种人工智能教育技术支持学生开展协作学习。(例如通过智能机器人项目促使学生提高协作学习频率)					
3.我关注当前用于辅助课堂教学的人工智能创新技术的发展。(例如人脸识别技术、自然语言处理技术等)					
4.在使用人工智能教育产品时,我能够灵活应对突发的技术问题。					
5.我清楚哪些人工智能技术平台能够服务于对本学科的教学内容。(例如百度 AI 开放平台能够辅助“人脸识别技术”的教授)					
6.我能够针对本学科的教学内容选择合适的人工智能教育产品。					
7.我支持人工智能教学应用的设计应合乎伦理,要公平和透明。					
8.我能够使用人工智能教育产品向我的学生展示本学科的相关理论和概念。(例如 AI 学习机、智能学习环境等)					
9.我能够使用人工智能技术软件来开展本学科教学内容相关的调查研究。(例如使用知网的可视化分析工具分析检索文献)					
10.我能够恰当地整合教学内容、人工智能技术和教学方法来设计并实施以学生为中心的教学。					

11.我能使用人工智能教育技术为学习者设计一个的友好型学习环境。					
12.我能够有效选择并组合一种或多种人工智能教育技术支持课堂师生互动，例如利用使用了计算机视觉技术，能够自动识别并记录上传学生笔迹的点阵笔，收集学生课堂练习情况，从而及时反馈，提高课堂师生互动效果。					
13.我认为有必要审核人工智能在教学中的应用是否符合伦理要求。					
14.我能够选择合适的人工智能教育技术进行有效的课堂教学评价，例如通过智能作业批改软件及时对学生的课堂练习进行评价，作为教学效果评估的参考。					
15.我拥有应用人工智能工具完成教学任务或解决教学问题的主动性和敏感性。					
16.我能够通过人工智能技术设计合适的教学活动从而引导学生认识到学习本学科内容的意义。					
17.我能够使用合适的人工智能技术支持学生在本学科某一单元中的学习。					
18.我能处理好与人工智能的协同教学关系，让人工智能赋能教学。					
19.应用人工智能工具进行教学时，我注重教学的智能化和人性化，即既提高教学质量，也增强学生的价值观培养和人文关怀。					
20.我觉得在使用人工智能工具进行教学时，严格遵守道德法律法规是很有必要的。					

国内外人工智能基础教育应用研究综述——基于 VOSviewer 的对比分析

A Review on Artificial Intelligence Applications in Elementary Education at Home and

Abroad -- A comparative Analysis based on VOSviewer

吴婉瑕^{1*}, 林静娴², 彭珊³

¹²³ 深圳大学 教育学部

*1248690222@qq.com

【摘要】 为聚焦国内外人工智能基础教育应用研究的热点主题和研究趋势, 本文以 Web of Science 和 CNKI 数据库收录的 97 篇外文文献和 26 篇中文文献为研究对象进行可视化分析。基于对研究热点和研究趋势的归纳和分析, 提出关注人工智能在高中教育的应用, 聚焦各学科教学模式, 关注师生技术接受度, 关注学生心理健康, 加强与教学理论的联系等研究建议, 以期为国内人工智能基础教育应用研究和实践指明未来研究方向。

【关键词】 人工智能; 基础教育; 教育应用; 可视化分析

Abstract: To focus on the hot topics and trends of research on elementary education application of artificial intelligence at home and abroad, 97 foreign literature and 26 Chinese literature included in Web of Science and CNKI database are selected as research objects for visualization analysis. Based on the induction and analysis of hot spots and trends about this research, propound that, focus on artificial intelligence applications in high school education, focus on the teaching model of each subject, pay attention to technology acceptance between teachers and students, pay attention to the psychological health of students and strengthen the connection with teaching theories, we hope this will point out the future research direction for domestic application research and practice of elementary education of artificial intelligence.

Keywords: Artificial intelligence, Elementary education, Educational applications, Visual analysis

1. 前言

早在 1921 年, 关于人工智能的思潮已经开始萌芽。人工智能的概念于 1956 年在达特茅斯会议中由约翰·麦卡锡正式提出。自此, 人工智能的相关思想与理论得到进一步发展, 逐步渗透到各个领域。近年来, 人工智能凭借其独特的技术优势, 吸引了众多教育界学者的目光, 期望借助这一技术改善甚至解决长期存在的一些教育难题。在此背景下, 我国教育部先后发布了《教育信息化 2.0 行动计划》和《中国教育现代化 2035》, 文件中明确指出, 要推进新技术与教育全过程的深度融合, 实现规模化教育与个性化培养的有机结合, 着力提高教育质量, 促进教育公平, 优化教育结构。我国学者也陆续展开了许多关于人工智能技术与教育融合的研究, 主要分为两大类。一类是关于人工智能课程的开发设计, 一类是关于人工智能技术在教育领域的应用研究。随着后者研究的不断深入, 部分学者为了厘清人工智能教育应用的研究现状, 做了系统性调查研究。但目前国内的综述研究主要是面向高等教育, 缺少针对基础教育领域的系统性综述, 同时也缺少与国外的对比研究。在此基础上, 本文采用可视化分析软件 VOSviewer, 对中国知网和 WOS 数据库近十年 (2012-2022 年) 关于人工智能在基础教育领域应用的研究文献进行可视化分析。通过绘制国内外研究的关键词共现时间图谱, 更直观地展示了这一研究领域的热点主题以及研究方向的时域变化, 为未来国内人工智能基础教育应用研究和实践厘清了研究现状, 指明了未来的研究方向。

2. 研究方法和数据来源

2.1. 研究方法

本文使用可视化文献计量工具 Vosviewer (version 1.6.18 版本) 对所收集到的数据进行文献计量分析和科学图谱绘制。Vosviewer 是荷兰莱顿大学科技中心 (The Centre for Science and Technology Studies, CWTS) 基于 JAVA 开发环境所开发的文献可视化计量软件, 能够通过数据算法展现出某一领域的关键词共现聚类和时间图谱, 帮助我们快速了解某一领域的研究现状。

2.2. 数据来源

本研究关注人工智能在基础教育领域的应用, 因此数据样本的内容需要同时涉及“人工智能”和“基础教育”这两个主题。牟智佳 (2017) 认为机器学习和深度学习是人工智能的两个底层关键技术, 人工智能通过这两个底层技术和“三层服务” (面向生物特征的智能识别服务、面向内容的自然语言理解服务、面向行为的自适应学习服务) 能够支持个性化学习。因此, 本研究将“人工智能”的检索条件细分为机器学习、深度学习等关键词。同时由于国内外社会普遍将“基础教育”划分为不同的学段, 因此本研究以“小学”等单独学段以及“K-12”等联合学段作为“基础教育”的检索关键词。

在中国知网以表 1 的检索条件作为主题检索的关键词, 再把时间限于 2012-2022 年, 同时勾选北大核心和 CSSCI 两大核心期刊进行高级检索。在 Web of Science 数据库以表 2 的检索条件作为标题检索的关键词, 再把时间限于 2012-2022 年进行精确检索。截至 2022 年 11 月 25 日, 共检索出 1619 篇文献, 其中中文文献为 736 篇, 英文文献为 883 篇。根据收录标准 (见表 3) 手工剔除重复、非相关等无效文献后, 共得到 123 篇有效文献, 其中中文文献为 26 篇, 英文文献为 97 篇, 具体的数据筛选过程如图 1 所示。

表 1 中文文献检索条件

检索条件	
人工智能	人工智能、机器学习、深度学习、智能识别、自然语言理解、学习分析、教育机器人、个性化学习、自适应
基础教育	基础教育、幼儿园、小学、初中、高中、中学、K-12

表 2 英文文献检索条件

检索条件	
Artificial Intelligence	"artificial intelligence" 、 "machine intelligence" 、 "intelligence support" 、 "machine learning" 、 "intelligent agent"、“natural language processing” 、 "analysis of learning"、“deep learning”
Elementary Education	“K-12”、“kindergarten”、 "primary school"、“middle school”、“high school”、 “elementary school”

表 3 收录标准

发表时间	2012 年 1 月--2022 年 11 月
------	-------------------------

文献语言	中文或英文
研究领域	基础教育
研究内容	人工智能在教育中的应用
论文类型	一手研究、国内外核心期刊 (非综述、书评)

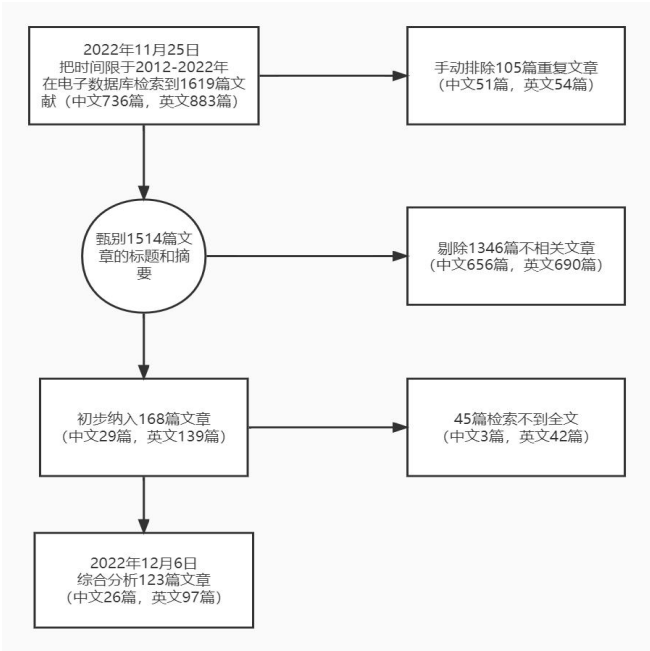


图 1 数据筛选流程图

3.数据分析

本研究采用 VOSviewer 软件，提取 26 篇中文文献和 97 篇英文文献中的关键词，得到国内外关键词共现聚类图谱（见图 2、图 3）和关键词共现时间图谱（见图 4、图 5），清晰地展现了人工智能基础教育应用的热点主题和研究方向的时域变化。图中关键词节点越大、与其他节点的连线越粗，代表该关键词出现频率越高、与其他节点的联系越紧密。另外，不同节点的颜色代表关键词出现的年份，紫色代表早期的关键词，黄色代表近年来出现的关键词。

图 2 中“人工智能”、“人机协同”、“知识图谱”等关键词出现频率较高。“人工智能”与“学科整合”、“学生发展”、“小学语文”之间联系较为密切。“人机协同”与“小学语文”“教学模式”“作文评价指标体系”之间存在一定联系。“知识图谱”与“教学模式”和“个性化学习”联系较多。

由图 3 可知，国外研究中出现频率较高的为“Machine learning”（机器学习）、“Deep learning”（深度学习）。“Machine learning”节点与“Motivation”（学习动机）、“Performance”（行为表现）、“Achievement”（学业成就）、“Prediction”（预测）、“Analytics”（分析）联系较多。

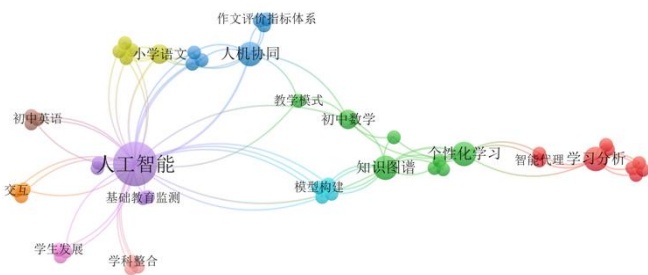


图 2 国内人工智能基础教育应用关键词共现聚类图谱

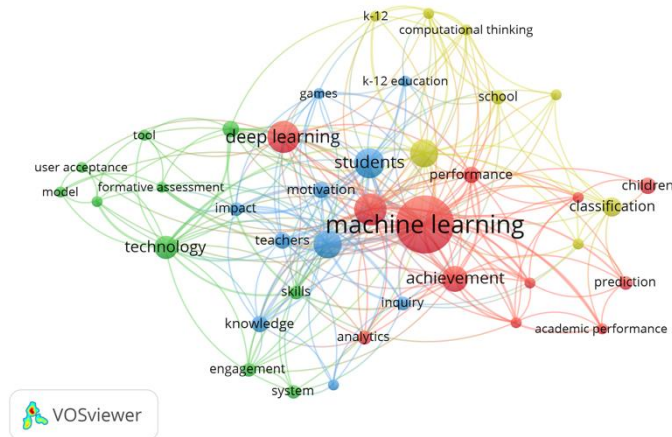


图 3 国外人工智能基础教育应用关键词共现聚类图谱

图 4 显示在 2019 年前后出现了“个性化学习”、“学习分析”、“模型构建”等关键词，表明此时国内学者的主要研究方向是以人工智能技术为支撑，探索在基础教育中实现学习者的个性化学习；在 2021 年前后，“人机协同”、“交互”、“实践案例”等关键词陆续出现，一定程度上反映出国内研究者此时开始探索人机协同教学，研究整体倾向于实践探索，出现了人工智能在“初中数学”、“初中英语”等基础学科领域的实践案例。

图 5 中显示在 2019 年前后，研究主题为“achievement”、“performance”、“technology”、“system”等，可以看出国外学者早期将人工智能技术应用于基础教育的初步尝试是分析学习者的学业成就以及学业表现。2021 年前后出现了“deep learning”、“motivation”、“user acceptance”等新兴研究热点，一定程度上反映出国外学者开始关注在人工智能应用于基础教育情境下的学习者学习动机以及师生技术接受度。

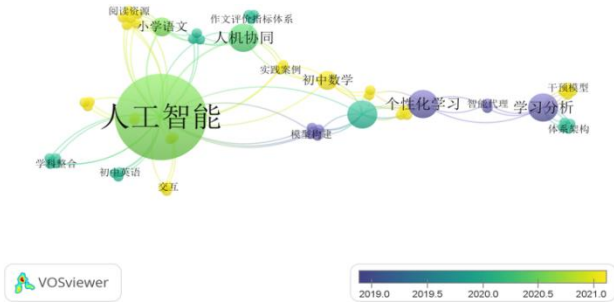


图 4 国内人工智能基础教育应用关键词共现时间图谱

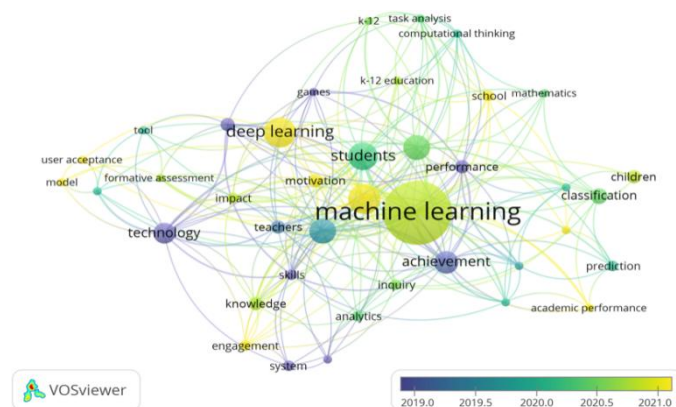


图 5 国外人工智能基础教育应用关键词共现时间图谱

4. 研究结论

4.1. 国内外研究热点

4.1.1. 国内研究热点

1.人机协同 从高频中心词“人机协同”来看,当前国内学者的研究重点主要集中在两个方面。一是关注人工智能技术支持下课堂教学模式或策略的构建。杨华利(2020)提出了基于人机协同理念的小学英语写作教学模式,并开展了教学实践,研究结果表明该模型能够精准定位学生英文写作的薄弱点,为教师开展精准教学提供了数据支持。张苏媛(2021)就提出了人工智能技术支持下小学语文分级阅读的教学策略,认为分级阅读平台要对接语文阅读课程体系,加强与课堂教学的关联性,融入语文课堂。高琼(2021)更是建构了包含教师智慧、机器智能、协同教学和学生智慧等要素的人机协同课堂教学模式。二是关注人工智能技术在教学评价方面的应用。刘金松(2021)认为对于普通高中学生综合素质的评价应该是以促进学生全面发展为目标,统筹机器评价和人的评价的智慧评价。刘浩(2022)肯定了人工智能在题库建设与智能化组卷、智能化测评与诊断、智能化阅卷、智能化分析决策与评价等方面发挥的重要作用,但也指出了人工智能赋能教学评价所面临的诸多挑战。

2.知识图谱 从高频中心词“知识图谱”来看,国内部分学者非常关注知识图谱的构建,认为教育领域知识图谱是教育人工智能需要优先开展的基础性工作。董晓晓(2022)就提出了一种以学科核心素养发展为导向的教育领域知识图谱模式构建的方法。与此同时,国内另一部分学者则是将研究重心放在如何利用知识图谱技术进行算法创新,以期更好地促进学生的个性化学习。比如赵玲朗(2021)就设计了基于知识图谱的学习者画像模型,并以“高中物理”课程为例进行了教学应用。而周炫余(2021)则是提出了一种联合知识图谱和时间特性的数学知识自动推荐方法,并以初中数学为例进行相关测试。

4.1.2. 国外研究热点

1.深度学习与机器学习预测 近十年来,国外研究者主要关注机器学习在教育领域的预测分析作用。对学生的预测主要分为为以下两个方面。一是关注学生学习。Frederico 和 Mauro (2020)通过构建机器学习模型,以中学生的学习周期年份、奖学金、学业生涯中失败的次数等为变量,预测学生的学业成就,以此为教师提供有价值的信息。Amanda (2021)等人通过红外光谱(FNIRS)监测中学生在在学习过程中的脑部活动,以预测学生的学习表现。还有较多研究将机器学习应用于预测高中生的辍学率,通过采集所需的变量,将有辍学风险的学生划分到不同聚类,防止未成年人过早流入社会。二是关注学生的心理健康,预警学生的消极内隐心理。基于深度学习的综合心理活动监测系统(DLIPAMS)能够预警高中毕业生的焦虑和抑郁情绪。还有不少研究者通过机器学习预警中小学生的心理健康缺陷,及时关注有抑郁倾向的学生,并采取措施帮助助力学生心理健康成长。

2. 智能教学系统 国外学者主要关注如何设计与开发基于人工智能技术的智能教学系统以及学生对其的接受程度。智能教学系统主要包括智能辅导系统、同行导师推荐系统等智能系统。

Zhao - Heng Ma 等人 (2020) 设计了一个基于机器学习的同行导师推荐系统 MPTRS, 并将其应用于高职学生的课堂。Hanjing Huang 和 Youjie Chen 等人 (2022) 则是基于技术接受模型考察学生对智能辅导系统的接受程度以及探究高中生利用该系统学习数学的效果。还有部分学者基于自然语言处理开发了英语作文智能评分系统、语法错误检测系统和各类学科的智能打分系统。

3. 促进教学 人工智能以教育规律、原理为依据, 以算法、模型为工具, 助力学科教学。国外学者主要关注于应用人工智能技术识别课堂中学生的学习状态, 以便给予教师及时反馈。部分学者将图像识别应用于体育课堂、健美操课中检测学生肢体动作的标准性。国外学者的另一个关注点在于应用人工智能创设实验活动, 允许学生在过程中无缝地收集、存储和理解实验证据, 同时形成全过程记录, 为师生评估提供依据。Shari J 和 Joseph (2018) 等人设计了一种基于多用户虚拟环境的中学科学活动课程, 它能够支持学生观察和探索虚拟池塘生态系统来学习生态系统的因果动态。Dede 和 Grotzer (2017) 建立了 EcoXPT 活动课程, 学生能够进行接近真实的生态系统科学实验。

4.2. 国内外研究趋势

人工智能技术的快速发展助力了学习分析技术的进步, 让国内研究者看到了实现个性化学习的可能性, 进而提出了“人机协同”的概念, 设计了基于人机协同理念的针对语数英基础学科的课堂教学模式, 并进行了教学实践, 探究人工智能对学习者的学习效果的影响。

国外关于人工智能的教育应用研究较之国内要早, 在 2019 年前后就已开始研究人工智能技术对学业表现的影响。随着人工智能的进一步发展, 越来越多的智能教学系统被开发出来。国外研究者又将研究重心放在师生对于智能教学系统的接受情况以及影响技术接纳的因素, 以期促进人工智能与教学的深度融合。

5. 未来展望

本研究通过文献计量分析方法, 初步厘清了国内外近十年人工智能基础教育应用的研究热点和未来发展的趋势。为了推动国内人工智能在基础教育领域的进一步发展, 借鉴国外人工智能基础教育应用的研究经验, 对我国未来的人工智能基础教育应用研究提出以下建议。

5.1. 关注人工智能在高中教育领域的应用

目前国内的研究主要集中在小学和初中, 对于高中学段的关注度不足。与此同时, 已有的高中教育应用研究也主要聚焦在普通高中学校, 而忽视了职业高中学校。普通高中和职业高中在高中教育领域具有同等重要的地位。因此, 今后的研究不仅需要关注人工智能在普高的应用研究, 还要留意人工智能在职高的应用研究。

5.2. 聚焦各学科教学模式

在人机协同视域下, 国内开展了一系列围绕课堂教学模式设计的研究, 并取得了一定的研究成果。但这类研究主要集中于语文、数学和英语这三门课程, 而缺少对其他学科教学模式的创新设计, 比如历史、地理、物理和化学等。每门学科都有其独特的教学方式, 因此未来的研究可以针对这些未被过多关注的学科, 尝试进行教学模式或教学策略的创新设计。

5.3. 关注师生接受度

目前国内已有许多基于人工智能技术开发的教育教学工具, 也有学者对其教学有效性进行了实证研究。但较少学者研究师生对这类教学工具的接受度。教师与学生是使用教育教学工具的主体对象, 因此, 今后在这类教学工具的开发与设计方面的研究应探讨师生的技术接受程度以及影响因素, 推动人工智能在基础教育领域的普及应用。

5.4. 关注学生心理健康

通过对比分析国内外学者的研究热点, 能够发现国内学者将人工智能应用于监测学生心理健康与精神状态的方面较为欠缺。心理健康与学业发展同等重要, 学生的心理健康是引领其健康成长的重要因素, 学生的焦虑心理和抑郁情绪是现阶段教育的重点关注话题。因此, 今后的研究应更多关注人工智能在学生心理健康教育方面的应用。

5.5. 加强与教学理论的联系

研究发现,在国内外的实证研究中,与教学理论的联系都不够密切。教学理论可以揭示教学的一般规律,指导教学实践。缺少了理论支持,仅仅依靠实验数据,我们无法清晰得知人工智能促进教学的内在机制是什么。因此,本研究鼓励研究者在研究中加强与教学理论的联系,促使人工智能进一步与教学融合的同时,也促进教学理论的进一步发展。

参考文献

- 刘邦奇、李新义、袁婷婷和董晶晶 (2019)。基于智慧课堂的学科教学模式创新与应用研究。**电化教育研究**,04,85-91.
- 刘金松和徐晔 (2021)。普通高中学生综合素质智慧评价的动因、内涵与实施。**课程.教材.教法**,07,47-54.
- 刘浩、刘笑笑和辛涛 (2022)。人工智能赋能基础教育监测的应用与挑战。**北京师范大学学报(社会科学版)**,02,136-142.
- 牟智佳 (2017)。“人工智能+”时代的个性化学习理论重思与开解。**远程教育杂志**,03, 22-30.
- 杨华利、郭盈、黄涛和赵媛 (2020)。人机协同支持下的小学英语写作教学研究。**现代教育技术**,04,74-80.
- 张苏媛和张水 (2021)。人工智能(AI)支持下的小学语文分级阅读教学策略探究。**教育理论与实践**,05,52-55.
- 周炫余、李璇、陈圆圆、刘林和卢笑 (2021)。联合知识图谱和时间特性的数学知识自动推荐方法。**武汉大学学报(理学版)**,06,539-546.
- 赵玲朗、范佳荣、赵一婷、唐烨伟和钟绍春 (2021)。基于知识图谱的学习者画像模型设计与应用——以“高中物理”课程为例。**现代教育技术**,02,95-101.
- 高琼、陆吉健、王晓静、商家慧和周跃良 (2021)。人工智能时代人机协同课堂教学模式的构建及实践案例。**远程教育杂志**,04,24-33.
- 董晓晓、周东岱、黄雪娇、顾恒年和李振 (2022)。学科核心素养发展导向下教育领域知识图谱模式构建方法研究。**电化教育研究**,05,76-83.
- Amanda Yumi Ambriola, &Sato, Joao Ricardo. (2021). Predicting Student Performance Using Machine Learning in fNIRS Data. *Frontiers in Human Neuroscience*.
- Chris Dede, Tina A. Grotzer, Amy Kamarainen, & Shari Metcalf.(2017). EcoXPT: Designing for Deeper Learning through Experimentation in an Immersive Virtual Ecosystem. *Journal of Educational Technology & Society*,Vol. 20(4) ,pp.166-178.
- Frederico Cruz-Jesus, Mauro Castelli, Tiago Oliveira, Ricardo Mendes, Catarina Nunes, Mafalda Sa-Velho,& Ana Rosa-Louro.(2020). Using artificial intelligence methods to assess academic achievement in public high schools of a European Union country. *Heliyon, Volume 6*(6).
- Huang, H., Chen, Y.,& Rau, P.L.P. (2022). Exploring acceptance of intelligent tutoring system with pedagogical agent among high school students. *Universal Access in the Information Society*(21),381-392.
- Shari J. Metcalf, Joseph M. Reilly, Amy M. Kamarainen, Jeffrey King, Tina A. Grotzer, &Chris Dede.(2018).Supports for deeper learning of inquiry-based ecosystem science in virtual environments-Comparing virtual and physical concept mapping. *Computers in Human Behavior*(87),459-469.
- Zhao-Heng Ma, Wu-Yuin Hwang, &Timothy K. (2020). Shih1Effects of a peer tutor recommender system (PTRS) with machine learning and automated assessment on vocational high school students' computer application operating skills. *J.Comput. Educ*(3),435-462.

基于脑电信号的数字化学习用户体验评测研究

Research on User Experience Evaluation of E-learning Based on Electroencephalogram

王坤^{1*}, 薛耀锋¹

¹ 华东师范大学 教育学部 教育信息技术学系

*kwang1127@qq.com

【摘要】 近年来, 数字化学习日渐普及。本研究通过实验收集学习者在数字化学习环境中的脑电信号数据及用户体验的量表值, 基于此构建数字化学习用户体验评测模型, 从脑电信号中提取出数据特征, 并将其输入随机森林算法。最终通过算法计算数字化学习用户体验结果。经过数据验证, 表明该模型拥有较高的评测性能。除此之外, 经过数据分析发现, 学习者的数字化学习体验高低与低频的脑电信号更为相关。

【关键词】 数字化学习; 在线学习; 脑电信号; 用户体验;

【基金项目】 2022 年度上海市自然科学基金面上项目“基于多模态数据融合的在线学习认知模型及优化研究”(项目编号: 22ZR1421300)

Abstract: In recent years, e-learning has become increasingly popular. In this research, the electroencephalogram data and user experience scale values of learners in the e-learning environment are collected through experiments. Based on this, a e-learning user experience evaluation model is constructed. Data features are extracted from electroencephalogram signals and input into the random forest algorithm. Finally, the e-learning user experience results are calculated through the algorithm. The data validation shows that the model has a high evaluation performance. In addition, through data analysis, it is found that learners' e-learning experience is more related to low-frequency electroencephalogram signals.

Keywords: E-learning, Online learning, EEG signal, User experience

1. 引言

二十一世纪以来, 随着互联网、多媒体等现代信息技术的发展, 传统的学习方式向着数字化学习 (E-learning) 进行转变。数字化学习通常也被称为在线学习, 目前已经广为人知, 而且在教育领域以外的许多其他领域中也得到了广泛应用(Pandu & Fajar, 2019)。数字化学习有利于形成一个数字化、知识化的社会, 借助互联网可以随时随地进行学习和知识的共享(Yilmaz, 2017)。然而在现如今的数字化学习中, 学习者用户体验不佳的现象经常出现, 针对数字化学习中的用户体验进行研究, 有助于对数字化学习的优化, 帮助学习者获得更佳的学习体和学习效果。因此本研究着眼于数字化学习过程中的学习者的脑电信号, 实现数字化学习用户体验的实时测量。

2. 文献综述

用户体验 (User Experience) 一词最早由心理学家 Donald Norman 于上个世纪 90 年代一经提出(Anderson, 2011), 他认为系统的功能应该满足用户的需求, 于是用户体验的理念开始在系统架构与设计相关领域内迅速流行(王亚飞, 董晶晶, 余浩然, 胡婷婷, & 郭诗韵, 2022)。随着实践的深入, 用户体验的应用领域不断扩展, 且研究者们对它的定义也在不断变化。国际化标准组织 (ISO) 将用户体验看作是人类的“反应和情感”, 认为“用户体验是用户对于某个产品、系统或服务等的使用和预期使用所产生的感知和反应”(ISO, 2010)。Hassenzahl 等人将用户体验分为娱乐、享乐和美学三个维度, 并认为用户体验是用户内部认知与具有一定特点的独立系统在交互过程中产生的结果(Hassenzahl & Tractinsky, 2006)。

尽管如今数字化学习普及广泛且广受青睐，但不得不承认这种学习形式也存在着参与度低，辍学率高等问题。众多研究者开始研究如何评价数字化学习环境中的用户体验（以下简称数字化学习体验），用户体验在数字化学习中的重要性也在众多研究中被证实(Garaj, 2010; Sutcliffe & Alrayes, 2012)。赵慧臣等人从用户体验视角出发，在用户体验层次理论的基础之上提出了针对数字化学习资源的质量评估模型，该模型包括技术支持、界面设计、教学设计、内容呈现四个维度(赵慧臣 & 李琳, 2022)。Pandur等人借助用户体验问卷（UEQ），试图通过数据的分析得出抑制最终学习效果的主要因素。

传统且常用的用户体验测量方法主要以问卷和访谈为主(王清菊, 吴萍, 范洁云, 于兆泉, & 高莹, 2022)，这类方法主观性太强且不具备实时性。随着科学技术的发展，融合多种技术的测量方式不断涌现，如生理传感器，眼动追踪技术等。贺强等人基于用户的眼动和表情数据，使用机器学习算法对航空公司官网的用户体验进行评价，不仅得出了优化网站建设的策略，而且实现了用户体验的实时监测和评价(贺强 & 王凯, 2022)。唐帮备等人则是同时采集用户在体验不同汽车设计时的眼动和脑电信号，经过数据分析建立模型评价用户体验(唐帮备等, 2015)。基于客观数据的测量方法是用户体验研究中现阶段十分流行的一种方法，也是更可靠和准确的一种方法。由于脑电信号直接反映了人的内部认知情况，所以脑电信号在用户体验测量领域也很常见。

因此本研究，综合量表测量和生理数据测量，使用机器学习算法构建了一个数字化学习用户体验评测模型，以实现在数字化学习环境中实时且更为准确地测量学习者的学习体验。

3. 模型构建

数字化学习环境中，干扰学习者最终学习体验与效果的因素众多，对学习者的数字化学习体验进行评测，有助于了解学习者的真实的内部心理状态，同时也有利于对数字化学习资源的评价与优化，从而使提高数字化学习体验。因此本研究基于脑电信号构建了一个数字化学习体验测评模型，如图1所示。

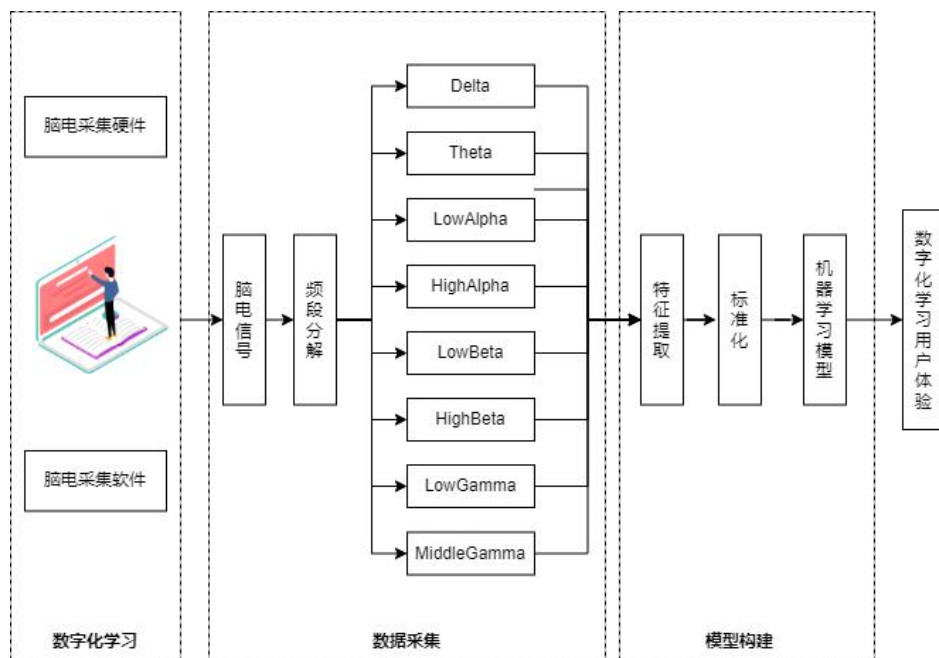


图1 数字化学习体验评测模型

在该模型中，首先在脑电信号采集的硬件和软件的支持下，实时记录学习者在数字化学习过程中的脑电信号，然后将原始脑电信号经过滤波分解为8个不同的子频段，按照频率高低分别是 Delta(0.5-2.75Hz)、Theta(3.5-6.75Hz)、LowAlpha(7.5-9.25Hz)、HighAlpha(10-11.75Hz)、LowBeta(13-16.75Hz)、HighBeta(18-29.75Hz)、LowGamma(31-39.75Hz)、MiddleGamma(41-49.75Hz)。最后对8个不同子频段的数据进行分析和特征提取，提取的特征

为 8 个脑电频段信号强度的均值和标准差，经过特征提取共得到 16 个特征变量。特征变量经过标准化后输入机器学习算法模型，这里本研究选择使用的算法是随机森林算法。最终经过模型计算可输出学习者的数字化学习体验模型。

4. 实验设计

4.1 实验对象

本研究以中国大陆东部地区某高校在读学生为实验对象，年龄分在布在 20-25 岁之间，为保证脑电的数据不会受到干扰，所有被试要求在实验前得到充足的睡眠，并以放松的状态参与实验。

4.2 实验材料

本研究以一系列的机器学习课程为实验刺激材料，要求被试在数字化的学习环境中对课程进行学习。每当学习者完成一个子课程的学习，就需要填写一份数字化学习体验量表，对本次的数字化学习体验进行自我报告。该量表是在 UEQ 量表(Laugwitz, Held, & Schrepp, 2008)的基础上，针对数字化学习环境特点进行修订的，该量表在用户体验研究中较为常见，且许多研究也证明该量表拥有较高的信效度(Schrepp, Hinderks, & Thomaschewski, 2014, 2017)。

4.3 实验环境

本研究的实验环境由一台联网的笔记本电脑、一个基于 TGAM 模块的脑电头环设备和一个本研究项目自主开发的并与脑电头环设备配套使用的数据采集软件。被试在配戴脑头环的情况下，使用笔记本电脑进行数字化学习，研究人员通过数据采集软件控制脑电信号的采集。

4.4 实验流程

首先，研究人员告知被试本次实验的目的，内容、流程和注意事项，并让被试登记基本的个人信息。随后被试坐在笔记本电脑前，在研究人员辅助下配戴脑电头环设备。最后实验正式开始，被试开始一系列课程的学习，且每完成一个子课程的学习，将在研究人员的指导下填写用户体验问卷，并在短暂的休息后进入下一个子课程的学习。

5. 结果与讨论

5.1 相关性分析

实验中所采集到的脑电数据经过特征提取，可得到 8 个频段的脑电特征，将其与学习者自我报告的数字化学习体验进行皮尔逊相关分析，其结果如表 1、表 2 所示。总体上看，频率较低的频段与数字化学习体验之间有更高的相关性，且相关性显著。如 Delta、Theta、LowAlpha 频段的信号均值与数字化学习体验之间的相关系数分别为-0.39、-0.28、-0.27，而且频率越低，相关性越强且更为显著。说明当数字化学习体验偏低时，学习者的低频的脑电信号强度会相对更高。除此之外，Delta 频段的脑电信号标准差与数字化学习体验的相关系数为-0.35，为负相关且相关性显著。说明当学习者的数字化学习体验越低，则学习者的 Delta 频段脑电信号强度的波动会越明显。

表 1 各频段均值与数字化学习体验的皮尔逊相关分析结果

	Delta	Theta	Low Alpha	High Alpha	Low Beta	High Beta	Low Gamma	Midlle Gamma
学习体验	-0.39**	-0.28*	-0.27*	-0.01	-0.09	-0.25	-0.07	-0.22

**表示在 0.01 级别（双尾），相关性显著；

*表示在 0.05 级别（双尾），相关性显著；

表 2 各频段标准差与数字化学习体验的皮尔逊相关分析结果

	Delta	Theta	Low	High	Low	High	Low	Midlle
--	-------	-------	-----	------	-----	------	-----	--------

			Alpha	Alpha	Beta	Beta	Gamma	Gamma
学习 体验	-0.35**	-0.17	-0.12	0.03	-0.09	-0.07	0.04	-0.14

**表示在 0.01 级别（双尾），相关性显著；

*表示在 0.05 级别（双尾），相关性显著；

5.2 模型效果

本研究首先将学习者自我报告的数字化学习体验量表值分为高、低两类，并作为标签以构建模型。并基于留出法构建并验证模型，即将数据按照 7:3 的比例划分为训练集和测试集，测试集数据用以训练模型，测试集用于验证模型效果。随机森林模型的参数设置如下：内部树的数量(number_of_trees)为 775；树的最大深度(maximal_depth)为 80；节点划分标准为增益率 (gain_ratio)，如表 3 所示。最终模型在测试集上的准确率为 93.75%，kappa 值为 0.87，说明该模型对于数字化学习体验模型的评测能力较好。而且 ROC 曲线偏向于左上角，如图 2 所示，且 AUC=0.95 也说明该模型具有较好的分类准确率。

表 3 模型参数

参数名称	参数值
number_of_trees	775
maximal_depth	80
criterion	gain_ratio

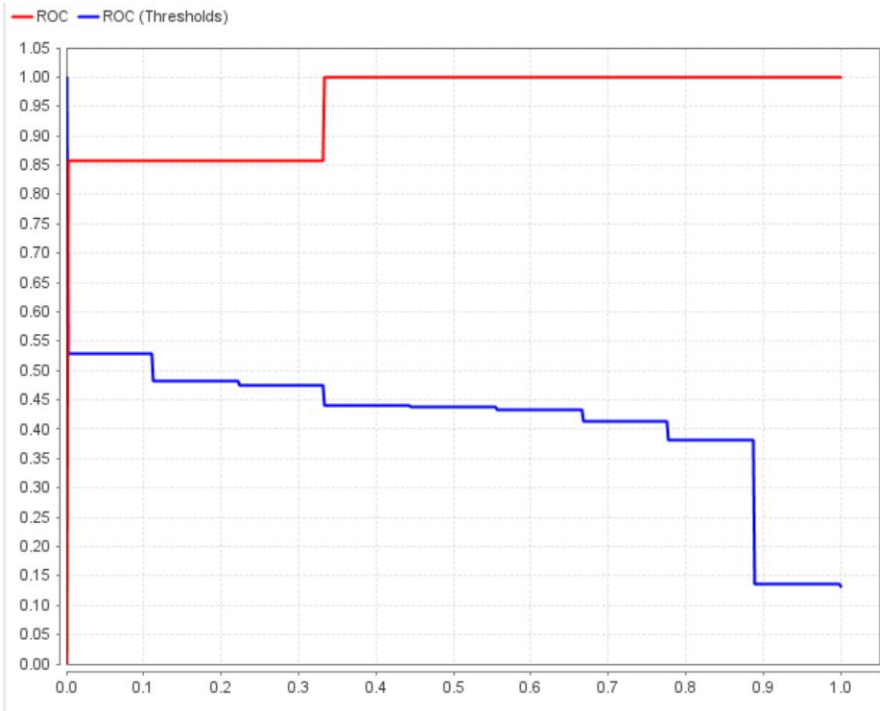


图 2 ROC 曲线

6. 总结

数字化学习日渐普及的环境下，学习者的学习体验一直难以得到保障，也成为困扰教育工作者的一道难题。本研究基于量表与生理数据的综合测量法，使用学习者的脑电数据与数字化学习体验量表值，使用机器学习模型构建两者之间的关联。实现了学习者在数字化学习情境下学习体验的实验评测。后续研究可将该模型用于数字化学习中学习者状态监测、学习课程的评价及优化、学习者画像的构建。

参考文献

- 贺强 & 王凯. (2022). 基于“眼动+面部表情”的航空公司官网用户体验分析与预测. *科学技术与工程*, 22(20), 8739 – 8747.
- 唐帮备, 郭钢, 王凯, 林立, 周婧, 樊轩, … 郭小燕. (2015). 联合眼动和脑电的汽车工业设计用户体验评选. *计算机集成制造系统*, 21(6), 1449 – 1459. <https://doi.org/10.13196/j.cims.2015.06.006>
- 王清菊, 吴萍, 范洁云, 于兆泉, & 高莹. (2022). 智能时代用户体验特点及其测量方法. *包装工程*, 43(4), 142 – 146. <https://doi.org/10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.04.016>
- 王亚飞, 董晶晶, 余浩然, 胡婷婷, & 邬诗韵. (2022). 智能教学环境下中小学教师的用户体验评估. *现代教育技术*, 32(11), 84 – 92.
- 赵慧臣 & 李琳. (2022). 智能时代数字化学习资源质量评估研究——基于用户体验的视角. *现代教育技术*, 32(1), 75 – 84.
- Anderson, S. P. A. (2011). *Seductive Interaction Design: Creating Playful, Fun, and Effective User Experiences* (1st edition). Berkeley, CA: New Riders.
- Garaj, V. (2010). m-Learning in the Education of Multimedia Technologists and Designers at the University Level: A User Requirements Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 24 – 32. <https://doi.org/10.1109/TLT.2009.38>
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience — A research agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 91 – 97. <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- ISO. (2010). ISO 9241 Part 210: Human-centred design for interactive systems. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/52075.html>
- Laugwitz, B., Held, T., & Schrepp, M. (2008). Construction and Evaluation of a User Experience Questionnaire. 5298, 63 – 76. https://doi.org/10.1007/978-3-540-89350-9_6
- Pandu, & Fajar, A. N. (2019). E-learning implementation using user experience questionnaire. *Journal of Physics: Conference Series*, 1367(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1367/1/012015>
- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2014). Applying the User Experience Questionnaire (UEQ) in Different Evaluation Scenarios. 383 – 392. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07668-3_37
- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2017). Construction of a Benchmark for the User Experience Questionnaire (UEQ). *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 4, 40 – 44. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2017.445>
- Sutcliffe, A., & Alrayes, A. (2012). Investigating user experience in Second Life for collaborative learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(7), 508 – 525. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2012.01.005>
- Yilmaz, R. (2017). Exploring the role of e-learning readiness on student satisfaction and motivation in flipped classroom. *Computers in Human Behavior*, 70, 251 – 260. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.085>

基于 LSA 法的小学数学智慧课堂教学行为事理图谱构建与分析

Construction and Analysis of Event Logic Graph of Elementary Mathematics Smart Class

Teaching Behavior Based on Method of LSA

党渤斐^{1*}, 王伟²

¹ 华东师范大学教育学部教育信息技术学系

² 东北师范大学信息科学与技术学院教育技术学系

*2435683658@qq.com

【摘要】 智慧课堂作为落实智慧教育的主阵地, 日益受到研究者的重视。数学作为小学阶段一门重要的基础学科, 也在积极进行着智慧课堂的实践。教学行为研究是课堂教学研究的有效方式, 有着重要意义, 对教学行为进行系统研究, 可以发现课堂教学规律, 促进课堂教学。本文通过运用滞后序列分析法, 构建小学数学智慧课堂导入、新知学习、检测、总结四个基本教学环节的教学行为事理图谱, 通过事理图谱反映出小学数学智慧课堂的活动情景和教学规律, 并据此为如何开展小学数学智慧课堂教学提出建议。

【关键词】 小学数学; 智慧课堂; 教学行为; 事理图谱; 滞后序列分析法

Abstract: As the main front to implement wisdom education, smart class has been paid more and more attention by researchers. As an important basic subject in elementary school, mathematics is also carrying on the practice of smart class actively. The study on teaching behavior is an effect way of class 's study and has an important meaning. The systematic study of teaching behavior can find the rules of teaching and promote teaching. This paper constructs the Event Logic Graph of four basic teaching phase of elementary mathematics smart class by using LSA. Reflecting the activity scene and rules of smart class teaching of elementary school mathematics, and giving advice on how to carry out smart class teaching by analyzing Event Logic Graph.

Keywords: elementary mathematics, smart class, teaching behavior, Event Logic Graph, LSA

1. 前言

以物联网、云计算、大数据为代表的新一代信息技术对教育发展具有革命性影响, 使人类迎来第四次教育革命(张菊芳和凌佩, 2020), 智慧化是教育的总体趋势。智慧教育是教育信息化的新境界、新诉求, 以智慧教育引领教育信息化的创新发展, 从而带动教育教学的创新发展, 已成为信息时代的必然趋势(祝智庭和贺斌, 2012)。推行智慧教育, 有利于实现信息技术与教育的深度融合, 实现教育由信息化向智慧化的整体飞跃, 是培养 21 世纪智慧人才、提高国家综合国力和国际竞争力的内在需求。智慧课堂是智慧教育推进过程中的基本单元和立足点, 是实现智慧教育的根本途径, 也是智慧教育落地的重要表现(邱艺、谢幼如、李世杰和黎佳, 2018)。目前, 我国已建立了多个智慧教育示范区, 积极开展智慧课堂教学实践, 产生了一些优秀的教学课例, 对这些课例中的教学行为进行系统研究, 则有助于挖掘智慧课堂教学规律。事理图谱概念的提出, 为研究课堂教学行为提供了新的思路, 将事理图谱运用于课堂教学行为的研究, 可以挖掘出课堂教学行为间的联系和转换关系, 反应出课堂教学活动情景和教学规律。基于此, 本文运用滞后序列分析法(LSA), 构建出小学数学智慧课堂导入、新知学习、检测以及总结四个基本教学环节的教学行为事理图谱, 通过事理图谱反映出小学数学智慧课堂四个基本教学环节的教学活动情景和教学规律, 为一线小学数学教师如何开展智慧课堂教学提供建议指导。

2. 核心概念界定

2.1. 智慧课堂

智慧课堂的概念源于智慧教育。祝智庭认为,智慧课堂应包括智慧学习环境、智慧教学法和智慧学习者(Z.T.Zhu & B.He,2012);黄荣怀认为,智慧课堂能感知学习情景、识别学习者特征、提供合适的学习资源和便利工具、自动记录学习过程和评测学习成果。它能提供丰富的学习内容呈现方式、丰富的学习和教学资源、强交互深体验的课堂和不同的学习情境(黄荣怀、杨俊锋和胡永斌,2012);解月光等认为,智慧课堂是智慧教育、智慧学习赖以发生的条件基础,旨在培养学生个性化学习、创造性学习,智慧课堂需要一个能够引导学生进行智慧型学习的数字化环境,将新的信息技术、新的教学媒体以及新的教育教学资源纳入教学中(赵琳、解月光、杨鑫、贾云和张琢,2017)。综合以上三位学者对智慧课堂的理解,本研究将智慧课堂的概念界定如下:智慧课堂是指通过智能化技术的运用,构建出智慧学习环境,运用智慧教学法(探究性学习,参考学习者的学习风格、学习兴趣等的个性化教学等),促进学习者的智慧学习,从而培养具有良好价值取向、较高思维品质和创造力的智慧型人才。

2.2. 教学行为

对教学行为进行研究,是课堂教学研究的一种有效方式。目前,已产生了大量的研究案例。关于教学行为的定义,有狭义和广义之分,狭义的教学行为是指在一定的教育理念指导下,在具体的课堂情境中,运用一定的教学方法和教学策略,促进学生全面发展的行为(丁蓓,2013)。这种概念具有一定的片面性,因为其只关注了教师行为。广义的课堂教学行为认为课堂是一个综合的形态,涉及到教师和学生两个主体。由此分析得出教学行为是指在课堂上进行的,由不同行为主体参与的,通过一定的教学手段来实现一定的教学目标的各种行为的总和(丁蓓,2013)。为全面反映小学数学智慧课堂教学行为间的联系,描绘小学数学智慧课堂教学情景和规律,本研究着眼于教学行为的广义定义,认为教学行为是指教师教学行为和学生的学习行为。

2.3. 事理图谱

事理图谱(Event Logic Graph 简称为ELG)是计算机科学领域的一个新概念,由哈尔滨工业大学刘挺教授在2017年中国计算机大会(CNCC)上正式提出。事理图谱是在传统的知识图谱的基础上延伸而来,其描述的是一个事理逻辑知识库,主要用来揭示事件之间的演化模式和行为间的联系(Li Z, Zhao S, & Ding X,2017)。结构上,事理图谱是一个有向有环图,其中节点表示事件,有向边代表事件之间的因果、条件、顺承和上下位等事理逻辑关系(张海、崔宇路、余露瑶、季孟雪和王以宁,2020)。目前,事理图谱主要用于网络舆情、政策分析、情报图书、医疗、消费等领域,在教育技术领域中的运用较少。在教育技术领域中,张海等学者指出了课堂事理图谱方法为研究教师教学行为和知识结构、课堂教学等提供了新的思路,并依据事理图谱的定义,提供了构建课堂事理图谱的两种方法:滞后序列分析法(LSA)和社会网络分析法(SNA)(张海、崔宇路、余露瑶、季孟雪和王以宁,2020);唐烨伟等学者运用滞后序列分析法,依据行为序列数据表征出不同风格的教师信息技术应用能力测评事理图谱,并据此提出了相应的建议(唐烨伟、赵一婷、陆淑婉、钟绍春和周东岱,2020)。课堂事理图谱可以反映出课堂教学情景和规律,而课堂教学情景和规律的背后蕴含着教师的教学策略和方法,因此,通过分析事理图谱,在一定程度上,可以为课堂教学的开展提出建议。

3. 研究过程

小学数学智慧课堂教学行为事理图谱的构建共分为三大步:第一步是形成分析小学数学智慧课堂教学行为的编码表,并对该编码表的科学性进行论证;第二步是选择智慧教育示范区优秀的小学数学智慧课堂教学案例,依据编码系统对视频进行编码,分别得到四个基本教学环节(导入、新知学习、检测、总结)的编码结果;第三步是在GSEQ软件中,输入编码结果,运行软件分别得到四个基本教学环节的教学行为二阶序列转换值(即Z-score),选择二阶序列转换值大于1.96的行为序列(此时该行为转化序列显著),构建出事理图谱。

3.1. 教学行为编码表设计

小学数学智慧课堂教学行为编码表的设计思路是：参考王艳丽等人的分类，将小学数学智慧课堂教学行为分为教师言语行为、学生言语行为、教师活动行为、学生活动行为、无意义行为（王艳丽、程云、王锋、童三红和黄克斌，2016），然后分析 FIAS、S-T、VICS、ITIAS、IFIAS 等五种经典的教学行为编码系统，并从中选取 15 种对于本研究可用的教学行为指标。接下来分析小学数学智慧课堂要素（智能技术的运用、智慧教学法的运用、智慧型学习者的培养），并将这些要素映射为可观察的 14 种教学行为。将从小学数学智慧课堂要素中提取出的 14 种行为和从五种典型教学行为编码系统中选取出的 15 种行为合并，按照对小学数学智慧课堂教学行为的分类，将每个教学行为加以归类，初步形成小学数学智慧课堂教学行为编码系统。最后，通过两轮 Delphi 专家咨询法，对编码系统的科学性加以论证，并进行相应的修改完善。最终形成的小学数学智慧课堂教学行为编码系统如下表所示：

表 1 小学数学智慧课堂教学行为编码表

行为类型	行为编码	行为含义
教师言语行为	QG	教师接受情感：接纳或澄清学生态度及情感的语气
	BY	教师鼓励或表扬：称赞或鼓励学生的动作或行为
	FTW	封闭式提问：教师的提问位于记忆、理解层面，侧重考察学生对数学基础知识的识记和理解
	GTW	高层级提问：教师提出位于综合、创造层面的高层级数学问题，包括不能由已知的数学知识直接获得解决、需要进行深入分析，得出有新意的解法或答案的创造性问题；能形成认知矛盾、比较不同方案优劣等的批判性问题
	JJS	基础讲授：教师讲解基本的数学概念、原理、公式、法则等
	GJS	高阶讲授：教师的讲授体现出了数学抽象，旨在培养学生数学学科的高阶思维能力
	ZD	指导：教师对学生开展学习活动给出相应的指导及提示
	pp	批评：教师企图改变学生的行为，从不可接受状态到可接受状态
	TPJ	教师点评：对学生的回答或学习作品进行点评和评价
学生言语行为	JL	讨论交流：学习者与同伴交流、讨论看法，开展合作学习
	BYD	被动应答：学生被动要求回答教师的问题
	ZYD	主动应答：学生积极主动要求回答教师的问题
	ZTW	主动提问：学生发现问题，提出自己的问题，提出一些新颖问题
	SPJ	点评同伴：学生用言语对同伴的学习成果或观点进行评价描述

教师活动行为	TYS	操作演示: 通过交互式电子白板或平板电脑,呈现教学内容
	ZZ	组织管理: 利用智慧课堂管理软件, 进行班级管理学生的管理, 丰富学习方式
	ZS	展示学生成果: 教师利用数字设备展示学生作品和学习成果
	TS	资源推送: 教师利用电子书包系统的推送功能, 向学生推送数学学习资源
	SFX	学习数据分析: 教师利用电子书包搭配的学习分析系统分析学生的学习数据
	QCS	情境创设: 教师利用技术创设生活中真实的情境
	TL	提供学习路径: 教师提供可供选择的学习方案和资源、多样化的学习途径
	LZY	学生浏览资源: 学生通过电子白板或平板电脑观看微课、动画等学习资源
学生活动行为	SYS	学生操作演示: 学生通过电子白板、平板电脑进行步骤的操作演示
	FX	上传分享: 学生将学习成果保存或拍照, 上传分享自己或小组成员的成果
	ZLX	做练习: 学生在平板电脑或纸质媒介上做数学题
	ZTS	自主探索: 学生利用电子书包系统内置的数学学科工具进行知识的自主探索
	HTS	合作探索: 学生利用电子书包系统内置的数学学科工具进行知识的合作探索
	ZP	自我评价: 学生通过填写电子问卷等方式进行自我评价
	CZ	创造作品: 学习者基于所学,创作、设计出有新意且合理的作品或方案
	SK	思考: 学生对问题进行思考,教室内呈现寂静状态
无意义行为	WG	无意义行为: 停顿;短时间内的混乱,以致于观察者无法了解师生之间的沟通

3.2. 视频编码

本研究所选取的样本是“一师一优课”平台上广州市、上海市闵行区、武汉市等三个智慧教育示范区的 14 节小学数学智慧课堂教学课例, 优课的级别为省部级, 授课内容包括数与代数、图形与几何、统计与概率等, 课例类型为新授课。在教学视频的采样方式方面, 本研究采用张海、王以宁等学者提出的持续时间状态单元的方法, 即按照行为的变迁进行采样。智

慧课堂教学行为根据行为状态的变迁,被划分为若干个持续状态单元,每个单元都有唯一的教学行为与之对应,同时每个单元的持续时间也能被精确统计(张海、王以宁和何克抗, 2010)。这种采样方式避免了对教学行为的分割,保证了课堂观察的连续性,同时,对于课堂教学交互频率高、单个教学行为持续时间较短的样本,该方法可以采集到更多的数据。在教学视频的编码规则方面,研究者经过商讨,明确了两条编码规则:一是一个行为状态单元内有且只有一个编码,二是对每个行为状态单元的编码遵循“谁主导谁优先”的基本原则(王艳丽、程云、王锋、童三红和黄克斌, 2016):即选择主导课堂教学过程的教学行为。

在明确采样方式和编码规则的基础上,本研究通过反复观看 14 节教学视频,结合教师的教学设计,确定了每个课例中四个基本教学环节的起止时刻(精确到 1s),通过视频剪辑工具,分别截取出每个课例中四个基本教学环节的教学片段,基于编码系统,进行视频编码。为保证对编码过程的一致性,划分持续单元工作,首先由第一位研究者编码完成,第二位研究者随机抽取每个视频中的若干条数据,进行编码的一致性检验,使用 SPSS 软件计算 Kappa 一致性系数,值均大于 0.75,编码结果的一致性较好(Fleiss J L,1981)。

3.3. 视频编码结果统计

本研究按照 GSEQ 软件规定的格式,分别将 14 节案例中,四个基本教学环节的教学行为编码结果录入软件,运行得到导入环节教学行为调整后的残差表、新知学习环节教学行为调整后的残差表、检测环节教学行为调整后的残差表、总结环节教学行为调整后的残差表。

表 2 小学数学智慧课堂导入环节教学行为调整后的残差表(部分)

	QG	BY	FTW	GTW	JJS	GJS	ZD	TPJ	PP	JL	BYD	ZYD	ZTW
QG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY	0	0	0.74	-0.08	3.89	0	1.41	-1.8	0	0	-0.51	-0.54	0
FTW	0	-1.61	0	-2	-1.67	0	-1.25	-3.26	0	0	7.38	2.26	0

4. 小学数学智慧课堂教学行为事理图谱构建

根据得到的四个教学环节的教学行为调整后的残差表,选择残差值 Z-score>1.96 的行为序列,构建事理图谱,得到小学数学智慧课堂导入环节、新知学习环节、检测环节、总结环节等四个基本教学环节的教学行为事理图谱如下图所示:

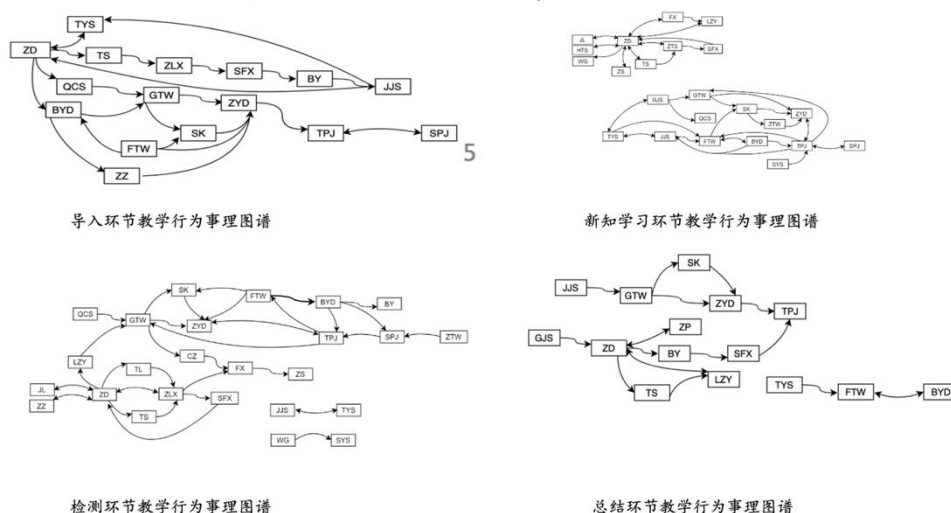


图 1 小学数学智慧课堂教学行为事理图谱

5. 小学数学智慧课堂教学行为事理图谱分析

5.1. 导入环节教学行为事理图谱分析

导入环节教学行为事理图谱呈现出了小学数学智慧课堂导入环节教学行为间的关联,通过事理图谱,摘取出以下几种行为事理序列:一是在导入教学环节,教师进行必要的学习指导

后, 会推送练习资源 (ZD->TS), 之后学生做练习, 进行相应的前测(TS->ZLX), 然后教师通过分析生成的学情报告, 及时诊断每个学生的起点水平(ZLX->SFX), 对答题情况理想的同 学进行表扬 (SFX->BY), 之后讲解回顾已学习的基本知识, 并进行板书演示 (BY->JJS, JJS->TYS)。二是教师发出指令后, 会创设生活中真实的数学问题情境 (ZD->QCS), 然后提出不能由已知知识直接解决、形成认知矛盾等的高层级数学问题(QCS->GTW), 并引发学生思考、主动回答等行为 (GTW->SK|GTW->ZYD)。教师会点评学生回答, 教师点评和学生点评往往交替进行。

三是教师会利用一些智慧课堂管理软件, 进行点名或是发布抢答, 进而引发学生的主动应答行为 (ZZ->ZYD)。四是教师会提出学生已知的基本概念原理等封闭式问题, 引发学生回答 (FTW->BYD), 并在此基础上, 提出高层级的问题 (BYD->GTW)。

通过分析事理图谱, 为小学数学智慧课堂导入环节教学的开展提供如下建议: 一是推送针对基础知识的练习题, 然后利用学习分析技术, 进行起点水平的即时诊断, 并进行表扬鼓励, 在课堂伊始, 增强学生的自我效能感, 激发其学习动机。二是小学生在刚开始上课时, 注意力不够集中, 这时可以利用一些智能管理软件, 组织抢答、点名等活动, 从而提高学生注意力, 诱发学生主动参与课堂学习的行为。三是利用技术创设真实的数学问题情境, 然后从中抽象出能形成认知矛盾的高层级数学问题, 聚焦“面向真实生活中的问题解决”开展教学。四是同学评价和教师评价交替进行, 以促进学 生导入环节对已学知识、即将面临的问题进行深度的反思。

5.2. 新知学习环节教学行为事理图谱分析

通过新知学习环节教学行为事理图谱, 摘取出以下几种行为序列: 一是教师明确学习任务后, 通过交互式电子白板或平板电脑向学生端推送辅助学生探究的微课、任务单等资源 (ZD->TS), 之后, 学生进行知识的自主探究(TS->ZTS), 教师会分析学生探究过程中的学习数据(ZTS->SFX), 并加以指导(SFX->ZD)。二是除了自主探究外, 以教师的指导行为为中介, 学生还会进行彼此间的交流以及合作探究 (JL<->ZD<->ZTS|HTS<->ZD<->ZTS)。三是在教师发出指令后, 学生会利用平板电脑的拍照功能, 将学习成果上传分享 (ZD->FX), 之后浏览其他同学的学习成果 (FX->LZY), 并在教师的指导下针对其他同学的探究成果开展相应的讨论 (ZD->JL)。四是教师在进行体现出数学抽象的高层级讲授后, 会创设真实情境 (GJS->QCS), 配合板书演示 (GJS<->TYS), 并提出高层级问题(GJS->GTW), 引发学生思考和主动回答行为。

五是教师在进行基本知识的讲解时, 会配合演示(JJS<->TYS), 并提出封闭式问题(JJS->FTW), 学生会在思考后, 提出自己的质疑(SK->ZTW), 并引发其他同学的回答(ZTW->ZYD)。教师的点评和学生的点评往往交替进行(TPJ<->SPJ)。

通过分析事理图谱, 为小学数学智慧课堂新知学习环节教学的开展提供如下建议: 一是当学生即将进行知识的自主探索前, 教师向学生端推送相应的辅助资源(如微视频), 作为“支架”, 供其在探究过程中参考, 帮助学生通过其“最近发展区”, 以完成探究任务。二是及时分析学生在探索过程中产生的数据, 之后对学生进行有针对性的指导, 使学习者在探究新知的过程中, 以及时调整探究的策略, 克服遇到的问题, 提高探究效率。三是使学生的自主探索和合作探索交替进行。借助智能化技术, 及时将探究过程中产生的成果在班级学习空间, 作为课堂的生成性资源, 通过彼此交流, 借助“头脑风暴”的方式来解 决认知冲突。四是当教师进行旨在培养学生数学抽象的高层级讲授后, 通过学科工具的运用或真实情境创设, 将抽象的知识形象化。五是通过高层级提问、学生思考、学生主动应答、教师评价等事件组成的闭合循环链, 在“动态生成”的言语交互中, 培养学习者的高阶思维能力。

5.3. 检测环节教学行为事理图谱分析

通过检测环节教学行为事理图谱, 摘取出以下几种行为序列: 一是教师发出相应的指令后, 利用电子书包的资源推送功能, 在教师端向学生推送练习资源, (ZD->TS), 或是分层推送练习资源(ZD->TL), 之后学生在平板电脑上做练习(TL->ZLX|TS->ZLX)。教师在此过程中进行指导

(ZLX \leftrightarrow ZD), 当学生完成练习后,会产生两种行为事件:教师利用电子书包系统,分析学习者做练习过程中产生的学习数据(ZLX \rightarrow SFX)或是学生将练习结果上传分享,教师加以展示(ZLX \rightarrow FX \rightarrow ZS)。在教师分析学习数据后,会组织学生间的讨论交流(SFX \rightarrow ZD \rightarrow JL)。二是教师发出相应的指令后,学生在平板电脑上浏览资源(ZD \rightarrow LZY)。之后,教师会提出位于创造等高认知层面的高层级数学问题(LZY \rightarrow GTW),或是教师通过真实情境创设的行为事件引发高层级提问(QCS \rightarrow GTW)之后,学生进行作品创作,并将作品分享,教师会展示学生作品(GTW \rightarrow FX \rightarrow ZS)。三是教师会在学生浏览扩展性资源或是创设问题情境的基础上,提出高层级问题(LZY \rightarrow GTW|QCS \rightarrow GTW),并将学生主动提出的创造性问题作为言语互动的起点,在给予学生及时反馈的基础上,进一步提出高层级问题或者封闭性问题,进而引发学生的深入思考(ZTW \rightarrow SPJ \rightarrow TPJ \rightarrow FTW|ZTW \rightarrow SPJ \rightarrow TPJ \rightarrow GTW)。

通过分析事理图谱,为小学数学智慧课堂检测环节教学的开展提供如下建议:一是教师推送不同层次的练习题,然后,学生进行有层次性的、选择性的练习。之后教师进行即时诊断,然后以学习数据为依据对个别学习者进行有针对性的指导。二是在利用学习分析技术诊断学习者在练习中遇到的问题后,组织合作学习,解决学生个性化问题。三是利用智慧课堂的智能化技术,促进学生做练习、创造作品后的分享,及时将课堂的生成性资源保存在班级学习空间中。然后挑选典型的案例在电子屏幕上展示。四是利用电子书包内置的丰富扩展性资源,在学生浏览资源或是创设迁移性的问题情境后,及时提出创造性的数学问题,进而引发学生的创造作品的行为,促进知识迁移、培养学生智慧。五是检测环节的言语互动,要在基础认知层面和高阶认知层面交替进行,通过主动提问、同伴点评、教师点评、高层级提问、封闭式提问等言语行为事件形成的闭合循环,在强化基本概念原理掌握的同时,培养学习者的高阶思维能力。

5.4. 总结环节教学行为事理图谱分析

通过总结环节教学行为事理图谱,摘取出以下行为事理序列:一是教师发出指导后,学生通过在平板电脑上填写电子问卷的方式,完成自我评价(ZD \rightarrow ZP),之后分析学生的自评数据,并进行点评(SFX \rightarrow TPJ)。二是教师进行高层级讲授后,对学生接下来如何开展学习活动,进行及时的指导,进而促进学生数学学科高阶思维能力的形成(GJS \rightarrow ZD),之后推送扩展学习资源,学生浏览资源(ZD \rightarrow TS \rightarrow LZY)。三是教师在讲授本节课基础知识的基础上,进一步提出位于高层级的数学问题,引发学生进一步思考和回答(JJS \rightarrow GTW \rightarrow SK \rightarrow ZYD)。

通过分析事理图谱,为小学数学智慧课堂总结环节教学的开展提供如下建议:一是引导学生进行自我评价,培养学生反思能力。二是向学生推送扩展性的学习资源,进一步进行知识的拓展延深。三是教师进行体现出数学抽象的高层级讲授后,对学生课下如何开展学习活动进行及时的指导。四是在总结本节课所学的基本概念之后,进一步提出高层级问题,使学生产生新的认知冲突,培养学生批判思维,为接下来的授课奠定基础。

6. 研究总结与展望

本研究通过构建小学数学智慧课堂导入、新知学习、检测、总结等四个基本教学环节的教学行为事理图谱的方法,挖掘出了教学行为间的联系和转换规律,反映出小学数学智慧课堂的教学情景,并据此为一线小学数学教师如何开展智慧课堂教学提供了方法和建议。日后的研究将尝试运用社会网络分析法,构建小学数学智慧课堂教学行为事理图谱,挖掘出单个教学行为随课堂教学时间的变化规律,并提出策略建议,进一步增强课堂教学行为事理图谱相关研究的深度。

参考文献

- 丁蓓 (2013)。课堂教学行为研究综述。《科教导刊(中旬刊)》, 11, 65-85。
王艳丽、程云、王锋、童三红和黄克斌 (2016)。技术支持下的课堂教学行为观察方法探究。《现代教育技术》, 26, 39-45。

- 张菊芳和凌佩 (2020) 。 **智慧教育**。北京:清华大学出版社。
- 张海、崔宇路、余露瑶、季孟雪和王以宁 (2020) 。基于数据挖掘的智慧课堂教学行为事理图谱研究。 **远程教育杂志**, **38**, 80-88。
- 张海、王以宁和何克抗 (2010) 。基于课堂视频分析对信息技术深层整合教学结构的研究。 **中国电化教育**, **11**, 7-11。
- 邱艺、谢幼如、李世杰和黎佳 (2018) 。走向智慧时代的课堂变革。 **电化教育研究**, **39**, 70-76。
- 祝智庭和贺斌 (2012) 。智慧教育:教育信息化的新境界。 **电化教育研究**, **33**, 5-13。
- 赵琳、解月光、杨鑫、贾云和张琢 (2017) 。智慧课堂的“动态”学习路径设计研究。 **中国电化教育**, **11**, 1-6。
- 唐烨伟、赵一婷、陆淑婉、钟绍春和周东岱 (2020) 。基于教学行为的教师信息技术应用能力测评事理图谱研究——以 2017-2019 年中小学展示与培训活动优质课为例。 **远程教育杂志**, **38**, 90-100。
- 黄荣怀、杨俊锋和胡永斌 (2012) 。从数字学习环境到智慧学习环境——学习环境的变革与趋势。 **开放教育研究**, **01**, 75-84。
- Fleiss J L.(1981). *Statistical methods for rates and proportions*. New York: John Wiley.
- Li Z,Zhao S,& Ding X et al.(2017). EEG: Knowledge base for event evolutionary principles and patterns.*Social Media Processing: 6th National Conference*,40-52.
- Z.T.Zhu & B.He.(2012). Smart Education:new frontier of educational informatization. *E-education Research*,**12**, 1-13.

学习分析仪表盘感知方式对自我调节学习的影响研究

A Study on the Effect of Learning Analytic Dashboard Perception on Self-regulated Learning

程诺^{1*}, 赵蔚¹, 徐晓青¹

¹ 东北师范大学信息科学与技术学院

* chengn142@nenu.edu.cn

【摘要】 学习分析仪表盘并不仅仅是结果可视化的最后一公里, 它同时还支持着学习者的意义建构, 将学习者因素纳入到仪表盘的设计是当下研究亟待解决的问题。本研究通过扎根理论对 23 名研究者的访谈资料进行质性分析, 建立了学习分析仪表盘感知理解阶段图, 揭示了学习者使用仪表盘的内在认知过程, 并在此基础上设计了仪表盘感知问卷用于判断学习者对仪表盘的理解和使用程度。分析仪表盘感知问卷和自我调节学习问卷的数据, 进一步论证学习分析仪表盘可以有效支撑学习者自我调节学习, 尤其是自我评价方面, 并从内容和设计两方面为仪表盘的优化提出了建议。

【关键词】 学习分析仪表盘; 自我调节学习; 可视化

Abstract: Incorporating learner factors into dashboard design is a critical area of current research because learning analytic dashboards support learners' sense-making in addition to being the final step in outcome visualization. In order to reveal the inner cognitive process of learners' use of the dashboard, a dashboard perception stage map was established in this study using qualitative analysis of 23 researchers' interview data through rooting theory. Based on this, a dashboard perception questionnaire was created to assess learners' understanding and use of the dashboard. After examining the data from the dashboard perception questionnaire and the self-regulated learning questionnaire, we further argue that the learning analytic dashboard can successfully support learners' self-regulated learning, particularly in terms of self-evaluation, and we provide recommendations for the dashboard's content and design optimization.

Keywords: Learning analytic dashboard; Self-regulated learning; Visualization

1. 引言

数字化背景下, 学习分析通过对情景和过程数据的测量和收集, 在优化学习和情景方面发挥重要作用, 是助推教学信息化发展的重要研究方向。学习分析仪表盘以其可视化呈现优势, 成为学习分析领域重要的研究内容。当前学习分析仪表盘的研究聚焦于设计和应用两方面, 包括对 LAD 的设计原则 (Cha & park, 2019)、评价标准 (杨兵等, 2017; Rubab et al., 2021)、影响因素和实证探究等维度 (胡水星和荆洲, 2022)。学习分析仪表盘 (Learning analytic dashboard, LAD) 是学习分析和教育中用户之间的桥梁。然而, 目前的学习分析仪表盘大多数是由高校的教育机构设计, 学习者作为学习分析实施和分析的关键利益者相关者很少或者只有少部分学生参与其中, 这种不考虑学习者实际需求和个性特征, 只由设计者“认为”的“一刀切”的设计理念并不能迎合个性化发展的需求。对于学习仪表盘的开发, 大部分研究者都秉持着“以学习者为中心”的设计原则, 但在应用评判学习仪表盘作用时, 只从感知有用性、满意度等方面进行了浅层需求分析, 这种评价并不能全面展示仪表盘设计的合理与否。

近年来疫情促使在线学习成为常态化教学方式, 交互层次浅薄、情感激励缺失、投入度不足等问题逐渐浮出水面, 对学习者的自我调节学习能力提出了更高的要求, 对在线干预提出了更高的期许。学习分析仪表盘是在线学习重要的干预方式, 可以有效支持在线自我调节学习的发展 (Matcha et al, 2020)。但是从学习者角度, 探究学习者对仪表盘的感知和意义建构过

程, 以更好的支持自我调节学习仍然缺乏研究。部分研究从学习者角度进行了初步探索, 如丽姿等(2019)使用访谈的方式探究学习者对 LAD 的反应。Jivet 等(2020)使用因子分析探究学生对 LAD 的意义建构与自我调节学习的关系。量化分析基于数据可以探索规律和联系, 但无法解释背后的原因。因此, 从质性分析视角, 探究学习者如何感知与理解 LAD 仍然是必要的。

综上, 本研究主要从当前学习分析仪表盘相关研究中缺乏以学习者角度探究的问题入手, 使用扎根理论解析学习者使用仪表盘的内在认知过程, 以及该过程与学习者自我调节学习发生的问题, 为现有研究提供更多的理论基础。帮助开发者了解学习分析仪表盘和自我调节学习行为的关系, 为教师和学生等利益相关者提供使用仪表盘的思路和指导。具体研究问题如下:

1. 学习者在使用学习分析仪表盘时, 如何进行感知和意义建构?
2. 学习分析仪表盘感知过程与自我调节学习有什么关系?

2. 研究设计

2.1. 研究对象

对于问题 1, 为了探究学习者如何理解和感知 LAD。本文采用非概率抽样的方式, 选取某大学教育技术学专业的 23 名学生, 年级涉及研究生、本科四年级和三年级, 对学习分析等相关研究领域较为熟悉, 且具备一定理论基础。首先向研究对象展示 LAD 案例, 其次采用访谈法深入了解研究对象真实的意见和想法。最后对访谈内容进行扎根分析探究学习者对于 LAD 的感知变化过程。

对于问题 2, 在问题 1 的基础上, 首先设计“仪表盘感知问卷”并验证其信效度, 其次, 选取了某大学 32 名教育技术学本科生为研究对象, 研究对象经过为期几周的仪表盘使用之后, 分别发放仪表盘感知问卷和自我调节学习问卷, 最后对问卷内容进行统计分析以探究学习分析仪表盘感知过程和自我调节学习的关系。

2.2. 研究工具

2.2.1. 访谈提纲设计

访谈提纲是访谈的前提和基础, 本文基于相关研究设计了如下的访谈提纲。在访谈过程中保持客观、中立的态度, 对研究对象的回答进行适时的追问和总结, 在取得同意的情况下, 对访谈内容进行录音。

(1) 是否接受以学习分析仪表盘可视化的方式查看课程学习情况?

(2) 对于仪表盘呈现的数据信息, 你在使用时会查看哪些数据? 理解仪表盘信息是否存在困难? 存在的话, 可以根据你所看到的数据具体说一下?

(3) 收到仪表盘数据信息, 你会有什么反应(情绪、态度、动机)? 会综合哪些仪表盘数据去评估自己的表现? 你将会如何调整自身行为呢?

(4) 还想在仪表盘上看到哪些信息? 希望仪表盘做哪些改进以更好地支持自身学习?

(5) 对于仪表盘的设计, 你还有什么感想和建议?

2.2.2. 学习分析仪表盘案例

学习分析仪表盘展示了某个学生前五周的学习情况, 包括学习情况总览、信息提醒、学习评估、单元学习、测试成绩、学习排行和学习交互。具体见图 2。

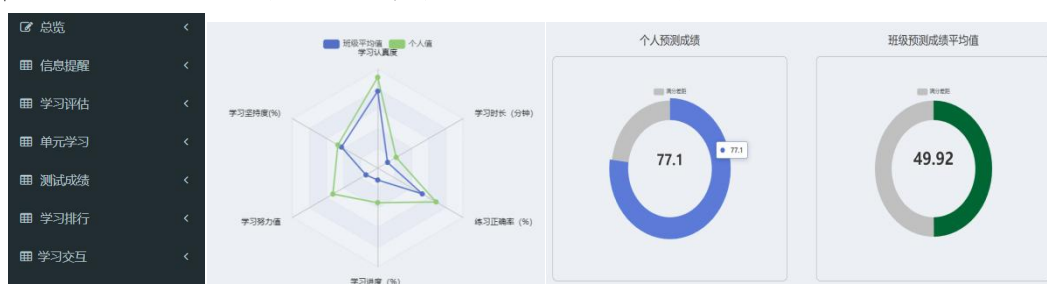


图 1 学习分析仪表盘示例

2.2.3. 自我调节学习量表选取

Barnard 的等人 (2009) 针对在线学习开发了 OSL-Q 问卷, 已经广泛应用于在线自我调节学习的研究。本研究选取了 OSL-Q 问卷的六个维度: 目标设定、环境建构、任务策略、时间管理、寻求帮助和自我评估共 24 个项目。问卷整体信度为 0.919, 子维度效度高于 0.8, 说明问卷的信度较高。效度分析的 KMO 为 0.612, sig=0.000, 说明问卷的效度可以接受。

3.学习分析仪表盘感知过程分析

将 23 名研究对象的访谈录音数据转录文本后导入质性分析软件 NVivo12 进行分析和编码, 扎根理论总共包括三级编码。

3.1. 开放性编码

一级编码为开放性编码, 是指研究者对扎根资料抛弃个人偏见, 秉持着“什么都相信, 什么都不相信”的原则, 对资料逐句阅读, 发现其中的概念类属并归纳出范畴的过程。本研究使用 NVivo 对资料仔细阅读, 共建立 69 个自有节点, 对相似内容的节点进行合并和删减后形成 28 个范畴。表 1 展示了部分一级编码, 例如访谈者说的“我很喜欢这种查看自己和别人的对比, 对比之后自己更有动力去学习”, 提炼出“数据增加动机”的概念, 归纳出“可视化支持动机”的范畴。

表 1 一级编码示例

原始数据	概念化	范畴
访谈者 A: 我个人的话, 主要查看自己在班里所占的排名比例的内容	查看排行信息	查看班级信息
访谈者 C: 我在想这个问题, 就是这个平台需要呈现出来多少? 这些问题涉及到数据隐私方面。我就仅从我这个角度, 假如我是一个中等的学生, 如果这个平台上把其他同学, 可能在我之上有很多那个优秀学生过多成绩数据呈现在我面前的话, 我可能压力也越大	平台需要给学习者呈现适当的信息	数据本源思考
访谈者 D: 我觉得平台现在评判是主观的, 应该还要结合自身的一个评判标准, 这两方面结合, 共同去确定我现在到底应该怎么做。	结合数据和自我标准做判断	主客观数据相结合
访谈者 E: 我很喜欢查看自己和别的学生的对比, 对比之后自己更有动力去学习	数据增加动机	可视化支持动机

3.2. 主轴编码

二级编码又称主轴编码, 即在一级编码的基础上根据因果关系、时间先后关系等发现并建立概念类属之间的各种联系。对孤立的范畴自由节点进行分析, 建立树状节点, 将自由节点归到树状节点中, 以深入分析二级编码。如表 2 所示。查看个人信息和班级信息同属于查看信息的二级编码下; 参考标准、兴趣、学习风格、学习目标均可归属于学习者的个性特征对可视化的影响, 依据此类关系, 在 28 个一级编码的基础上凝练出 8 个主范畴。

表 2 二级编码

核心类属	二级编码	一级编码
查看信息	查看信息	查看个人信息、查看班级信息、查看课程目标
个性特征	个性特征影响	参考标准不同、兴趣影响、学习风格影响、学习目标导向
可视化理解	对可视化信息进行自我解释	可量化的成绩等数据具有可靠性、努力无法用数值评估、知识可视化优于数据可视化、主客观数据结合、学习数据应该包括线上和线下
	对可视化信息进行自我理解	对呈现的可视化信息进行说明、不能理解部分可视化的内容、知道可视化网站的作用、说明自己对鱼骨图的理解

对可视化进行评价	对可视化内容进行评价、对可视化形式进行评价
对可视化信息的质疑	颜色信息说明、数据计算透明性、数据本源思考
行动支持	可视化支撑动机、可视化支持反思、可视化影响情绪、可视化影响投入度、可视化影响行为
可视化认同	接受可视化呈现、不接受可视化呈现、中立

3.3. 主轴编码

三级编码又称核心编码，是在在开放性编码和主轴编码的基础上找到“核心类属”的过程。核心类属在材料中频繁出现，很容易与其他类属发生关联，具有“提纲挈领的作用”，可以整合一级编码的“故事”和二级编码的“故事线”。在8个二级编码的上提炼出4个核心类属，分别为：查看信息、个性特征、可视化管理、行动支持。构建的学习分析仪表盘感知理解阶段见图2。

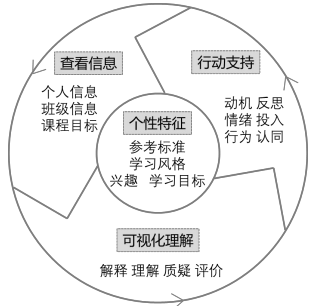


图2 学习分析仪表盘感知理解阶段图

3.4. 学习分析仪表盘感知理解阶段阐释

班杜拉认为自我调节包括自我观察、自我判断和自我反应三个反馈循环的过程。齐默曼建立的自我调节学习过程模型将自我调节学习分为计划、执行和反思三个循环过程。对比扎根理论的核心编码和班杜拉与齐默曼的自我调节学习的经典模型，发现它们在内容、循环方式和机理上具有相同之处。即学习过程是一个反馈回路，经历了计划、判断、执行等阶段，因此从信息加工视角分析，LAD感知理解阶段图包括外环循环的过程和内环的学习者个性特征。将学习者的参考风格、学习风格等归为个性特征，外部循环包括查看信息、可视化管理和行动支持。学习者内圈的个性特征影响学习者理解和使用仪表盘外部循环迭代的过程，整体是一个由内而外相互影响同时又由外而内反作用个性特征的过程。

4.仪表盘感知过程与自我调节学习关系

通过质性分析建构了学习者查看信息—可视化管理—行动支持的意义建构过程，接下来从实证角度出发，探究LAD与自我调节学习的关系。

4.1. 仪表盘感知问卷设计

根据扎根内容设计了仪表盘感知问卷。问卷包括查看信息、可视化管理、行动支持三个维度，共计15个项目。

表3 学习分析仪表盘感知问卷

查看信息	可视化管理	行动支持
在使用仪表盘时： (1) 我更关注可视化仪表盘 中个人预测成绩部分。 (2) 我更关注可视化仪表盘 中的学习成就部分。 (3) 我更关注个人和同伴任 务得分的对比统计图。	(1) 仪表盘客观地展示我当 前的学习情况。 (2) 我能理解可视化元素 (如：颜色、趋势、节点连接) 所表征的信息。 (3) 我能综合多个可视化报 表整体评价自己的学习情况。	(1) 可视化仪表盘能够改变我 的情绪状态。 (2) 可视化仪表盘能够改变我 的学习动机。 (3) 可视化仪表盘能够帮助我 规划接下来的学习内容。 (4) 可视化仪表盘能够帮助我

(4) 我更关注网络学习平台的登陆时长和次数统计图。 (5) 我更关注个人与课程目标成绩对比的柱形图。	(4) 我能根据仪表盘内容判断自己当前学习与课程目标的差距。	反思自身问题。 (5) 可视化仪表盘能够帮助我调整下一步学习重点。
--	--------------------------------	--------------------------------------

使用克隆巴赫 α (Cronbach' s Alpha) 系数检验问卷的效度, 总量表的内在一致性 α 系数为 0.842, 大于 0.8, 说明问卷的信度合适, 其余各量表的信度分别为 0.608,0.683,0.830, 均大于 0.5, 在信度方面适合进行调查研究。对问卷进行效度分析, KMO 值为 0.753, Bartlett 球形检验的显著性概率值 sig.为 0.000, 说明问卷的效度可接受。

4.2. 数据分析

仪表盘感知问卷各维度与自我调节学习问卷的各维度进行相关分析。分析结果见表 4, LAD 感知问卷的三个维度与自我调节学习问卷的寻求帮助和自我评价两个维度均正相关, 即 LAD 可以帮助学习者进行自我评价和使用适当的方式寻求教师 and 同学的帮助。行动支持维度与自我调节学习的目标设定、环境建构、时间管理也相关, 说明, 仪表盘可以帮助学习者设定学习目标, 选择合适的学习环境和进行时间的规划和管理。查看信息维度还与环境建构相关。此外, 查看信息和行动支持维度与自我调节学习总分具有显著正相关。

表 4 相关分析

维度		目标设定	环境建构	任务策略	时间管理	寻求帮助	自我评估	总分
查看信息	Pearson 相关性	.248	.501**	.207	.352	.549**	.572**	.522**
	Sig. (双尾)	.178	.004	.263	.052	.001	.001	.003
可视化解理解	Pearson 相关性	.207	.264	.106	.206	.365*	.489**	.349
	Sig. (双尾)	.263	.152	.572	.265	.044	.005	.054
行动支持	Pearson 相关性	.410*	.574**	.327	.557**	.573**	.648**	.651**
	Sig. (双尾)	.022	.001	.072	.001	.001	.000	.000

**在 0.01 级别 (双尾), 相关性显著。*在 0.05 级别 (双尾), 相关性显著。

为进一步明晰感知方式与自我调节学习的关系, 将自我调节学习总分设为因变量, 感知问卷三个维度为自变量分别做一元线性回归分析。结果发现, 查看信息 ($B=2.159$, $p=0.003$) 和行动支持维度 ($B=0.890$, $p=0.00$) 与自我调节学习呈正相关, 分别解释了因变量 24.8%和 40.5%的变异。可视化解理解维度与自我调节学习未达到统计学意义上的显著性。

将 LAD 感知问卷的三个维度与自我调节学习问卷总分进行多元线性回归分析。表 5 的回归分析模型中, 调整后 R^2 为 0.361, 解释了自我调节学习 36.1%的变异量, 方差分析显著性为 0.002, 小于 0.05, 说明感知方式的三个维度 (查看信息、可视化解理解、行动支持) 与自我调节学习总分的关系达到显著性。D-W 值为 2.497, 趋近于 2, 说明数据符合独立性要求。自变量三个维度的 VIF 值分别为 2.797, 1.551, 3.677, 介于 0-10 之间, 说明自变量的数据之间不存在多重共线性, 即相关性较弱。具体而言, 方程中查看信息 ($p=0.915$) 和可视化解理解维度 ($p=0.957$) 的标准化系数未达到显著性, 行动支持维度 ($B=0.870$, $p=0.031$) 对自我调节学习具有显著的正向影响, 说明通过仪表盘感知到的行为变化会影响自我调节学习水平。

表 5 多元线性回归分析

模型	未标准化系数		标准化系数		显著性
	B	标准错误	Beta	t	
(常量)	33.147	16.745	-	1.980	.058
查看信息	.108	1.009	.026	.107	.915
可视化解理解	-.061	1.116	-.010	-.055	.957
行动支持	.870	.383	.636	2.274	.031

4.3. 结果讨论

由一元回归分析的结果可知, 查看信息和行动支持维度与自我调节相关, 而理解维度却

未达到显著水平。多元回归分析中，行动支持具有显著正向影响，剩余两个维度对自我调节学习没有影响。查看信息在本文的界定是学习者在使用仪表盘时会重点关注的内容，表示浅层的查看，之后从查看的内容中明确自身当前的学习情况界定为理解阶段。很显然，浅层和深层的界限很模糊，学习者在使用仪表盘时浅层和深层在不断的交互进行。因此合并问卷的查看信息和理解维度为认知维度，再次尝试进行回归分析如表6所示，调整后 R^2 为 0.286，显著性为 0.001，达到显著水平，说明合并后的维度与自我调节学习具有正影响关系。这也与以往研究结论相符，即 LAD 可以帮助学习者监控调节自身行为，从认知和行为两方面达到元学习（姜强等，2017）。

表6 认知维度与自我调节学习总分回归分析

模型	未标准化系数		标准化系数		显著性
	B	标准错误	Beta	t	
(常量)	34.822	16.591	-	2.099	.045
认知维度	1.694	.469	.557	3.611	.001

5.讨论

5.1. 以学习者感知理解阶段为理论切入

本研究通过质性分析构建了学习分析仪表盘感知理解阶段图，最核心的个性特征是学习者在学习过程中内在较为稳定的部分，包括学习风格、偏好、学习目标等，这些关键的特征会在学习过程中持续影响学习者的“知”、“行”、“情”，如同克里（Curry）的学习风格分类框架“洋葱模型”一样，最里层不易观察但稳定，并持续影响着外层。正如一千个读者有一千个哈姆雷特这句话所述，每个人的个性特征不相同，对同一个事物的看法也不相同。因此我们将稳定且独特的个性特征置于最内核的位置，重点关注外层相同的信息加工过程，即查看信息—可视化理解—行动支持的过程。

查看信息是学习者关注到仪表盘的内容，可视化理解则是学习者通过分析仪表盘的内容定位自身学习情况的过程，行动支持是学习者基于前两个过程和以往经验对接下来的投入、行为等进行规划和执行。三个阶段在学习过程中循环往复，通过更全面客观的信息帮助学习者调整自身，随时监控、执行和反思。

将感知理解阶段与既往可视化研究中意义建构的模型进行对比，Lee 等（2016）通过扎根理论的方法，建立了包括：遇见可视化、建构框架、探索可视化、质疑框架、困惑可视化共五个认知活动，解释了新手在初次接触到可视化的认知过程。新手可视化认知模型与本文中“查看信息”和“可视化理解”两个阶段的部分子范畴对应。Jivet 等总结出学习分析仪表盘的设计透明度、参考标准和行动支持三个因子会影响学习者对仪表盘的使用。这三个因子在感知理解阶段图中皆有体现。通过对比说明了质性研究得出的感知理解阶段图的具有一定的科学性。感知理解阶段图基于信息处理加工角度，揭示了学习者在使用学习分析仪表盘过程中的认知变化，强调了个性特性在仪表盘理解的重要作用，说明了仪表盘使用的影响因素。以感知理解阶段图为理论切入点，研究者可优化学习分析仪表盘的设计，学习者可更好的进行认知。

5.2. 通过学习分析仪表盘发展自我调节学习

本研究数据分析的结论与 Jivet 等研究一致，即学习者对仪表盘的意义建构与自我调节学习显著相关，为学习分析仪表盘支持自我调节学习增加了更多的实证案例。同时，本研究在此基础上进一步回答了学习分析仪表盘感知理解何种阶段与自我调节学习哪些方面相关：“查看信息”和“行动支持”在一元回归分析中均正向影响自我调节学习，“可视化理解”未发现显著影响。后续将“查看信息”和“可视化理解”合并为“认知维度”，一元回归发现“认知维度”影响自我调节学习。虽然学习分析仪表盘感知理解的三个维度与自我调节学习的多元回归系数只在行动支持维度达到显著水平。但在细粒度的相关分析中发现，感知理解三个维度与自我调节学习的“寻求帮助”“自我评估”两个维度都相关。其中“自我评价”维度

相关系数最大,有力地说明仪表盘为学习者评价自身提供了客观全面的信息,是有效的数据呈现方式。赵艳等(2020)通过准实验证明了可视化等干预设计可以促成教师的在线自我调节学习。Panadero 等人(2016)也指出,使用学习分析仪表盘呈现评估结果、提供学习建议能够帮助学习者发展自我调节学习。张琪教授(2020)指出学习仪表盘通过扮演提示的角色,让学习者了解自我调节过程中目标和当前状态的差异。总之,学习分析仪表盘可以支持和发展自我调节学习,尤其是借助可视化展示的优势进行评估定位,是学习分析重要的工具。

5.3. 学习分析仪表盘优化建议

基于访谈内容和数据分析,为现有仪表盘的优化提出了如下的建议,可以归纳为内容和设计两方面。设计方面,仪表盘的目的是为了将数据以可视化的方式直观的呈现给学习者,从而减少认知负荷。但部分图表为表征更多信息导致过于复杂,反而需要学习者的再加工。因此仪表盘可以增加数据说明以辅助学习者对图表的理解。同时,多种数据可以进行整合,基于一定的理论基础,经过专业分析后,给予学习者综合判断的结论也是减少认知负荷的方法。内容方面,一是,数据迷失或者说数据本源的思考,当把所有的信息一览无余的呈现时,可能会造成学习者不知道关注何种信息的情况。杨兵等(2017)在数据可视化评价标准上也指出过多的图形和变化会扭曲重要的信息,导致信息与实际要传递的信息相悖,因此要适当的运用视觉点缀。二是,情绪反馈需要优化,当前仪表盘更多的是收集学习者主观情绪继而加以呈现,缺少反馈和调整手段。丽姿等(2019)也指出学习分析仪表盘呈现干预措施,会影响学习者情绪的波动,因此要注意干预手段的适切性,避免产生消极情绪。在收集情绪后,如何依据情绪理论,策略性地调整学习者的状态,保持良好的心境也是需要研究的问题。三是,需要增加知识性反馈,例如增加知识图谱、学习路径建议、分层策略推荐、个性学习报告等。四是,数据隐私保护,随着大数据时代浪潮的发展,数据隐私保护引入大众的视野,对此的标准也被不断的制定和完善,在学习分析仪表盘的设计过程中也应该遵守基本的规定,尽可能的保护学习者的信息隐私。总之,仪表盘不仅要追求简洁明了的设计,更应该注重合理内容的呈现。

6. 结论

学习分析仪表盘作为可视化表征的重要方法,对支持学习者量化自我,实现自我监控具有重要作用。本研究基于质性分析解释了学习者使用仪表盘进行意义建构的过程,设计了仪表盘感知问卷。借助问卷,进一步论证了学习分析仪表盘与自我调节学习的关系,为仪表盘的设计提出了相关的建议,为后续仪表盘支持自我调节学习的研究奠定基础。与此同时,对于学习者来说,以直观的方式综合理解学习仪表盘上复杂而有意义的数据并不是简单的事情,学习者的数据素养能否支持其理解数据背后的信息仍是目前仪表盘开发者忽略的一个重要问题,因此可视化呈现是否与学习者的数据素养相匹配将是接下来的研究重点。

参考文献

- 杨兵、卢国庆和曹树真(2017)。在线学习系统数据可视化评价标准研究。*中国远程教育*,12, 54-61。
- 丽姿·贝内特,肖俊洪(2019)。从学习的角度看学生对仪表盘数据的反应。*中国远程教育*, (01), 67-78。
- 张琪,武法提(2020)。学习仪表盘个性化设计研究。*中国电化教育*, (12), 36-43。
- 赵艳、赵蔚和姜强(2020)。学习分析视域下教师在线自我调节学习干预设计与实证研究。*现代远距离教育*, (03), 79-88。
- 胡水星和荆洲(2022)。在线学习干预的新发展:从学习分析仪表盘到教育智能体。*远程教育杂志*, 40(05), 83-92。
- 姜强、赵蔚、李勇帆和李松.(2017).基于大数据的学习分析仪表盘研究。*中国电化教育* (01), 112-120。

- Cha, H., & Park, T. (2019). Applying and Evaluating Visualization Design Guidelines for a MOOC Dashboard to Facilitate Self-Regulated Learning Based on Learning Analytics. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 13(6), 2799-2823.
- JIVET, I., SCHEFFEL M., SCHMITZ M., et al.(2020) From students with love: An empirical study on learner goals, self-regulated learning and sense-making of learning analytics in higher education. *The Internet and Higher Education*, 47: 100758.
- Lee, S., Kim, S. H., HUNG, Y. H., et al.(2016) How do People Make Sense of Unfamiliar Visualizations?: A Grounded Model of Novice' s Information Visualization Sensemaking. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(1): 499-508.
- Matcha, W., Uzir, N. A., Gasevic, D. (2020). A Systematic Review of Empirical Studies on Learning Analytics Dashboards: A Self-Regulated Learning Perspective. *IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES*, 13(2): 226-245.
- Panadero, E., Klug, J., Järvelä S.(2016). Third wave of measurement in the self-regulated learning field: when measurement and intervention come hand in hand. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 60(6): 723-735.
- Rubab, S., Tang, J., &Wu, Y. (2021). Examining interaction techniques in data visualization authoring tools from the perspective of goals and human cognition: a survey. *Journal of Visualization*, 24(2): 397-418.

微观发生法的缘起、局限与突破

Origin, Limitation and Breakthrough of Microgenetic Method

陶紫鑫¹, 叶晶双¹, 王柳¹, 徐光涛^{1*}

¹ 杭州师范大学 经亨颐教育学院

* xuguangtao@hznu.edu.cn

【摘要】 作为研究儿童认知发展的新方法, 微观发生法基于儿童认知发展相关的详细资料及数据, 通过对儿童掌握某个知识点、某种观念或某种技能的过程进行高频度观察, 并对数据进行定量、定性的精细分析, 揭示其在习得某种认知能力或策略时给予反馈或指导后的认知发展变化过程。为更好了解微观发生法研究现状, 本研究运用内容分析法对微观发生法相关文献进行分析, 以探寻微观发生法的研究与应用现状, 从研究对象、研究内容、研究过程、研究工具、数据收集、数据处理与分析等方面为突破点, 以期后续运用微观发生法的研究者提供一定的借鉴与参考。

【关键词】 微观发生法; 文献综述; 认知变化; 研究方法

Abstract: As a new method to study children's cognitive development, the microgenetic method is based on detailed information and data about children's cognitive development. Through high-frequency observation of children's acquisition of a certain knowledge point, a certain idea or a certain skill, and quantitative and qualitative analysis of the data, the microgenetic method reveals the process of cognitive development after giving feedback or guidance when acquiring a certain cognitive ability or strategy. In order to better understand the current situation of microgenetic research, this study analyzes the literature related to microgenetic method by using content analysis method to explore the current situation of research and application of microgenetic method, taking the research object, research content, research process, research tools, data collection, data processing and analysis as the breakthrough point, in order to provide some reference and reference for subsequent researchers who use microgenetic method.

Keywords: the microgenetic method, literature review, cognitive changes, research method

1. 引言

微观发生法 (Microgenetic method) 作为 20 世纪后期于认知心理学领域兴起的一种研究方法, 其历史可以追溯到 20 世纪初。1920 年代中期, 维尔纳 (H.Werner) 就开展了旨在描述组成心理事件连续表征的“微观发生学实验”。同时, 该实验受到了维果茨基 (Lev Vygotsky) 和皮亚杰 (Jean Piaget) 等的认可与赞同 (Siegler, 1991; 王宪钊, 1995)。随后, 该方法在 20 世纪 80 年代受到了研究者的关注, 其中西格勒 (Robert S. Siegler) 及其同事对微观发生法做出了巨大的贡献, 不仅对微观发生法进行了系统的理论发展与推广, 并且利用该方法对策略发展、规则学习、数的守恒等进行了大量的研究与实验并获得成功 (Siegler, 1991, 1998; R. S. Siegler, 1995; R. S. Siegler & Chen, 1998), 为利用该方法进行实证研究提供了很好的借鉴。

微观发生法研究能够提供与分析认知发展有关的详细资料或数据 (梁树森, 1996), 为心理学中对发生过程的粗线条勾勒所产生的难以解决的理论问题: 发展有无阶段性和变化的机制等提供了全新的研究思路。自此, 微观发生法逐渐被广泛应用于心理学、教育学等研究领域, 引发了海内外诸多学者对微观发生法的思考和研究。

2. 微观发生法的内涵与价值

2.1. 微观发生法的概念与内涵

从字面上看, “微观发生法”一词是在“发生法”前加上“微观”二字, 说明微观发生法是一种更精细或者特殊的“发生法”。因此, 对微观发生法的探究需要从“发生法”开始。

朱智贤在其主编的《心理学大词典》中将发生法定义为“对儿童心理发展进行纵向研究的方法”，也是发展心理学中常说的阶段追踪法(朱智贤, 1989)。张春兴在《张氏心理学辞典》中将发生法定义为“对事象变化采取追溯根源及发生经过的取向去研究探索的方法”(张春兴, 1989)，并将这个概念从心理学推广到了其他学科。对以上两种观点进行概括后不难得出，在心理学中发生法就是对某种心理现象的渊源及发生发展过程进行纵向研究的方法。在维果茨基、鲁里亚(A. Luria)等苏联社会文化学派心理学家的进一步发展下，微观发生法被用于探究每时每刻的学习过程。总的来说，微观发生法是研究儿童认知发展的一种新的方法，该方法基于与儿童认知发展有关的详细资料(数据)，精细分析儿童在习得某种认知能力或策略时，给予反馈或指导后的认知发展变化过程(王瑞明, 莫雷, & Chen, 2005)。

微观发生法要求研究者能在某个相对短的时间段内,对被试者学习掌握某个知识点、某种观念或某种技能的过程进行高频度观察,并对数据进行定量、定性的精细分析,以揭示群体内部与个体本身所表现出的变异性(文秋芳, 2003)。也就是说,相较于一般的横向研究或者纵向研究,它要对被试认知策略和技能变化的整个动态过程进行记录、观察和分析,而非只记录认知发展变化的最终结果。根据 Siegler 和 Crowley 的定义,该方法有 3 个关键特征:观察跨越从变化开始到相对稳定的整个期间;观察的密度与现象的变化率高度一致;需要对被观察行为的质变和量变过程进行精细的反复试验分析(Siegler, 1991)。

2.2. 微观发生法的特征

目前教育教学领域中的实证研究大多采用传统的横向研究或者纵向研究的研究形式。对于学习者而言,量变到质变的变化点通常发生在时间节点之间的某个时间,但是当该学习事件发生的时候,观察人员并未对此进行观察,因此也不能对学习发生的详细细节和过程进行研究。因此,不论是横向研究还是纵向研究,常常会因为研究间隔较长、考察点较少而导致获得的研究资料难以揭示个体内在的变化特点与和变化相关的行为表现。因此,确定学习者是如何学习的最好的方法就是对其学习过程 and 变化进行密切关注、密集取样。微观发生法的出现,为这个问题提供了较好的解决方法。

微观发生法是近年研究学习者策略运用的一种新的研究方法,与传统的研究方法相比,微观发生法不再只对变化发生时进行直接观察,而更能近距离考察个体发展的过程,能关注到变化的细节及个体间的差异(辛自强 & 林崇德, 2002)。因此,微观发生法能够较好地考察学习者在学习时的认知变化过程。将微观发生法运用于考察学生的计算思维变化,高密度的观察以及测量不仅能够有效地帮助研究者对教学策略,比如学习支架的应用效果、哪种形式的学习支架对学习帮助最大等问题进行研究,还可以对学生计算思维的变化诱因、行为表现、内在变化特点进行进一步的研究。

3. 国内微观发生法研究成果分析

本研究选取“中国知网”(CNKI)刊发的“微观发生法”相关文献以及硕博学位论文作为研究样本。以关键词“微观发生法”或“微变化研究法”进行检索,共获取文献 118 篇。初次检索后,除去剔除非学术性文献、会议论文、重复文献以及与微观发生法无关的文献后,将剩余的 109 篇作为本研究的有效期刊样本,其中硕博论文数量为 23 篇。以研究内容中的理论研究与应用研究进行归纳与分类,试图分析:国内相关研究数量分布情况如何、研究对象的学科和年龄聚焦于哪个层次,研究主题集中于哪些方面,应用研究主要聚焦于哪个层次,在应用方面主要开展了哪些工作,以及取得了哪些进展等问题。

3.1. 文献数量分析

从图 1 微观发生期刊论文年度分布情况与图 2 微观发生硕博论文年度分布情况可以看出,硕博学位论文数与期刊论文的趋势大致相同有关“微观发生法”在核心期刊上的文献最早出现在 2002 年,第一篇是 2002 年 4 月辛自强、林崇德等人在《心理科学进展》杂志上发表的《微观发生法:聚焦认知变化》。由于国内对于微观发生法的研究起始于 2002 年,因此本研究选取了 2002 年至 2022 年(检索时间为 2022 年 6 月)近 20 年的文献进行数据分析。

由图可知,我国关于微观发生法的研究起步较晚,从2002年至2013年总体呈现上升趋势;2013年至2016年呈现滞缓状态;2017年至今呈现平稳发展趋势。总的来看,我国关于微观发生法的相关研究趋势较为平稳。

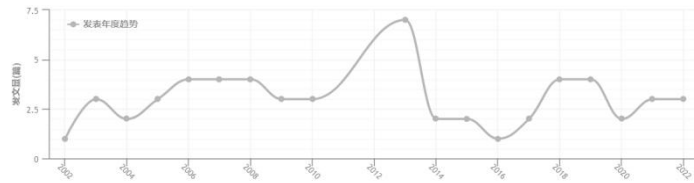


图1 微观发生期刊论文年度分布情况

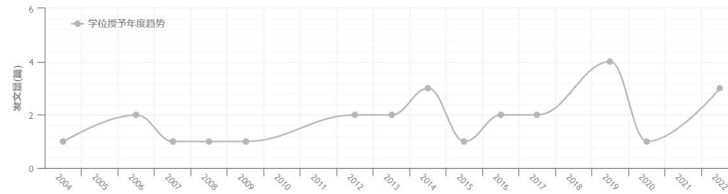


图2 微观发生硕博论文年度分布情况

3.2. 文献研究学科和年龄段分布

3.2.1. 学科分布

对以上文献进行归纳与分析后,本研究发现国内关于微观发生法的研究主要涉及数学、语言学、物理学、计算机科学、心理学等学科(如图3)。国内关于微观发生法的研究主要分布于人文社科类学科,其中语言学占比高达60%。其次是计算机科学和心理学,均占15%。由此可见,我国对于将微观发生法应用于自然科学学科的实证研究较少,这也是未来值得进一步探索的方向。

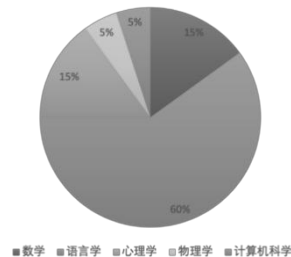


图3 国内微观发生研究学科分布图

3.2.2. 年龄分布

根据我国教育界对学生年龄划分的判断来进行本文研究对象的年级划分,即将3-5岁儿童划分为幼儿园阶段,6-11岁划分为小学阶段,12-14岁划分为初级中学阶段,15-18岁划分为高级中学阶段,除文献中明确指出是大学生的成年人,其他成年人划分为其他类别。在此基础上,根据文献中的研究对象的年龄数据生成关于年级分布的可视化图像(图4)。从图中可以看出,我国微观发生法研究年级分布仅涉及幼儿园、小学、大学以及其他成年人,几乎没有面向中学阶段的微观发生实证研究。此外,大学生是占比最多的研究对象,占52%;其次是小学阶段,约占33%,这可能与微观发生法的研究特点有关。首先,该方法适合研究某种知识或者技能从无到有的整个过程,小学阶段儿童的认知水平较好的符合这一特点;其次,微观发生研究对研究对象的要求较高,需要被试能够拥有较强的学习动机并且积极配合研究者完成学习和访谈等任务,而小学生拥有较高的学习热情和动机,大学生则能较好地配合完成任务,因此小学生和大学生是大多数研究者首选的研究对象。

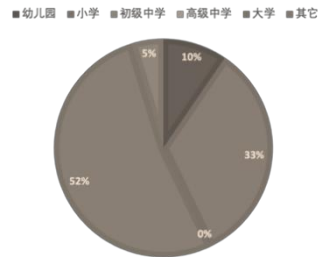


图4 国内微观发生研究年段分布图

3.3. 研究类型分析

本研究按照以下标准对文献进行进一步筛选与分析：（1）作者明确说明在实验中使用微观发生法，而不是仅看实验数据采集的频率；（2）研究属于实证研究而非理论研究。通过以上两种标准进行筛选，最后得到有效文献20篇。对20篇文献按照年份、研究目的、研究时长、研究过程进行进一步梳理后得到以下结论：

相较于国外，我国微观发生法的应用仍处于起步阶段，在广度、深度和数量上均有一定差距。微观发生法最早应用于策儿童认知略发展的研究，在我国辛自强教授首次运用微观发生法，以30名小学生为对象研究数学策略的形成，随后又进行了一系列的研究以补充我国微观发生研究的空白(辛自强 & 俞国良, 2003; 辛自强 & 张丽, 2006; 辛自强, 张丽, 林崇德, & 池丽萍, 2006; 张皖 & 辛自强, 2015; 张梅, 辛自强, & 林崇德, 2013)。除此之外，沃建中(沃建中 & 张宏, 2004)等采用微观发生学设计，以矩阵填充任务为研究材料研究了策略获得过程。毕有余(毕有余 & 张向葵, 2008)、张向葵(张向葵, 毕有余, & 姜伟, 2005)等人以记忆书面语词的分类材料为任务，考察儿童记忆过程中“记”、“忆”策略的不同发展规律，并对利用微观发生法开展认知教学策略提出了基本要求。

除了认知策略以外，我国对于微观发生法的研究都集中于语言学中二语习得领域中频次作用的研究，受试者一般为在校的大学生且以口语和二语词汇习得研究为主。Zhu等用微观发生法考察输入频次对阅读理解和词汇习得的影响(Zhu, 2003)，周丹丹(周丹丹, 2004, 2006)采用微变化研究法分别分析了练习频次和输入输出频率对口语故事复述的影响，谢谜等则运用微变化研究法考察了练习频率对两名受试者[v]/[w]不分语音纠错的影响(谢谜, 2009)。以上这些国内典型的微变化研究主要探讨学生认知策略以及频次在二语习得中的作用，虽然研究范围比较狭窄，但为国内应用学科教学研究提供了方法论的新视角。

4. 微观发生法的局限与突破

4.1. 微观发生法的局限性

总的来说，微观发生法的出现与发展越来越受到人们的关注。本文对相关文献进行梳理与分析，并结合Miller和Coyle对微观发生法优势的总结，不难得出以下几点关于微观研究的优势(Miller & Coyle, 1999)。第一，微观发生研究能够直接观察发生的变化。目前对于儿童的思维变化的研究，大多数研究者采用的都是传统的横向研究法或者少数研究者采用纵向的研究法。尽管这些研究能够考察变化是否发生或者不同年龄段儿童思维的数据，但是由于观察年龄段或者说静态时间点的跨度过大，难以对变化发生的过程或机制进行推断。微观发生法因其特性能够较好地解决该问题。第二，微观研究法十分灵活。它可以考察不同年龄段、不同研究领域以及不同研究内容。对相关文献进行梳理与分析后发现，被试的年纪范围分布很广，包括但不限于：婴儿、幼儿园、小学、初中、高中、大学等。目前的研究所涉及各个领域，比如：心理学、物理、化学、数学、语言等。并且微观发生法能用于不同的概念、技能和知识点的研究。因此微观发生法有较好的应用前景，受到不同流派研究者的欢迎，并且更多的研究领域等待发掘。

当然所以研究方法都不是完美的，虽然微观发生法存在许多优势，但是同样也存在一些

局限性。

数据收集与分析的成本问题。为了获得能够进行行为分析的数据,需要对被试进行精细的观察与研究、对其行为进行录像和录音并且撰写大量的口头报告,不仅耗时还耗力。当然,随着科技的进步,最新兴起的数字挖掘技术可能是解决该问题的有效方法之一。第二,实验设计、使用和分析的工艺知识要求较高。这不仅对研究者提出了较高的要求,同时对被试的要求也极高。研究者在访谈的过程中不能简单地依赖脚本,需要根据实际情况设计访谈内容并且随机应变。研究者需要用专业知识来对言语的和非言语的感兴趣的行为进行有用的转录,以及促进对海量信息的理解。该方法适用于动机较强的学习者,因此研究者需要有能力使得被试长时间持续的专注于学习任务,积极地参与到实验中。

除了上述实践操作方面的局限,微观发生法还存在着一些理论上的争议。质疑的焦点集中在微观发生法只能观察到变化的过程,但无法解释变化的性质(辛自强 & 林崇德, 2002)。举例来说,在微观发生法的研究中,学生多次练习某一类型的问题,最终提高了解题的策略。解释这种变化的原因有多种:可能是因为对这类问题的认知出现了发展;也可能是学生在反复练习或者教学干预中学习到了更好的策略;还有一种可能性是练习让学生对该问题的某些子步骤熟悉并形成了自动化,从而有多余认知资源用于发现更好的策略。通过高密度抽样,微观发生法帮助我们部分的了解变化过程,至于变化的性质,则难以给出清晰的界定。这一理论上的局限,很可能根源于认知变化机制本身的高度复杂性。微观发生法的研究需要更加精细的设计,或与其他研究方法结合,更加深入的探讨认知变化的机制问题。

尽管如此,微观发生法还是以其特有的优势受到了研究者的欢迎,并有望推广至更广泛的研究领域。并且在微观发生法设计的基础上,可以嫁接实验、观察、访谈等数据收集方法,这也使得微观发生法有较为广泛的适用领域。

4.2. 微观发生法的突破

微观研究法本身适合于概念和技能变化过程的研究,这一点已经得到了广泛的证明。在儿童的认知发展方面也取得了很多成果。但因为理论和实践上的局限性,该研究方法面临着瓶颈。本文将从研究范围、研究对象、测量方法和实践应用这几个方面,探讨微观研究法破除困境进一步发展的方向。

4.2.1. 拓宽研究范围

目前微观发生法的研究主题较为集中。在认知发展的条件上,目前主要考虑两种:一是儿童通过练习自发的习得策略,二是在干预条件下发生的认知变化。在研究的领域上,主要集中在语言发展、计算策略转变。这导致微观研究法的研究数量有限,并且成果集中在有限的几个领域。拓宽研究主题和视野,有助于丰富我们对认知发展的认识。因此,可以将研究扩展到更加多样的主题和领域,例如推理、问题解决能力、创新思维等。

在研究的周期上,目前的研究普遍局限于短周期的实验。考虑儿童的某一方面能力在几周、几个月甚至更长周期中的发展轨迹,可能会获取更多关于发展的长线条的理解(Flynn, Pine, & Lewis, 2007)。在较长的周期开展研究,相应的取样的频率也要与所研究的问题和目的相匹配。过于密集的取样频率会带来巨大的数据分析工作量,这可能是不必要的。而过于稀疏的取样频率不利于达到研究的目的。因此,在开展研究前需要对取样频率的合理性展开充分的论证。

此外,还可以考虑不同学习环境。从传统的自学或者教学干预下的学习,拓展到小组学习、项目式学习等,还有目前越来越流行的在线学习环境、人机交互、虚拟现实环境等(Charisi, Gomez, Mier, Merino, & Gomez, 2020)。不同的教学设计、学习环境下,学生认知发展的轨迹甚至机制是否存在独特之处,还需要使用微观发生法进行细致的探究。

4.2.2. 关注学习困难学生

大多数使用微观发生法的研究选择普通儿童或者成人作为被试,探究他们在解决问题的策略形成、概念转变等方面的一般发展过程,少有研究使用微观发生法来研究学习困难学生——他们如何形成策略以及转变概念。深入了解学习困难学生在发展问题解决策略等方面遇

到的具体问题，并为其提供有效的教学干预措施至关重要。微观发生法所采用的高密度观察和测量、细致和多角度的分析，非常适合于帮助研究者观察学困生所特有的认知发展模式 and 轨迹，发现影响其策略发展的因素，进而探索适合学困生的教学支持和干预措施。

一些采用微观研究法的研究发现，学习困难学生与普通学生在策略形成方面确实存在一定的差异。一般来讲，学习困难学生在推理任务中使用更少的策略，并且相对于成绩好的学生，他们更加频繁的使用不太先进的策略(R. S. Siegler, 2007)。例如，一项关于乘法推理的教学实验发现，学困生使用的策略较少，并且在明确的教学示范和他们自己使用目标策略之间可能会出现延迟(Zhang, Xin, & Si, 2013)；在最小加数策略获得的实验中，学困生表现出在数量比较方面的困难。

经过合适的教学干预，学困生在掌握策略方面都能取得进步。未来微观发生法的研究，可以关注个体之间认知变化的差异和差异的基本来源，了解学习困难发生的具体原因，评估并选择合适的教学方法和干预时机，有针对性的帮助学习困难的儿童发展策略(Polo-Blanco & González López, 2021)。

4.2.3. 采纳新的测量技术

在认知发展的研究领域，新技术支持的测量方法被越来越广泛的使用，例如功能性磁共振成像(fMRI)、脑电测量等，这些测量技术可以识别大脑活动正在发生的变化。已有研究表明，在学习任务中的表现不同的儿童，其大脑中激活的区域呈现出不同。Flynn和Siegler直接指出，微观发生法的研究与新的测量技术相结合，是未来的发展方向之一(R. S. Siegler, 2007)。

微观发生法通过观察学生在任务中的外在表现来了解认知发展的轨迹。而fMRI、脑电测量等技术记录大脑活动变化的生理数据，有助于研究人员了解学生在策略发展的过程中，认知的内在生理变化过程和机制。将微观发生法和先进的测量方法结合，有望更加全面、客观的反映认知的发展过程，帮助研究者深入了解大脑活动的生理现象与策略变化的外在行为表现之间的关系。此外，更加精确的测量结果也有助于了解不同个体之间差异表现的深层原因。

4.2.4. 落实到课堂教学实践

微观发生法在儿童认知发展的心理学研究中已经得到广泛的应用，但是把微观发生法搬到课堂上，对儿童进行训练以促进其认知发展的实践活动还比较少。王瑞明和莫雷等人认为，课程的教学活动中使用微观发生法，在训练儿童的科学思维、促进儿童的认知发展等方面，教学效果必将事半功倍(王瑞明 et al., 2005)。Flynn E 等也认为，将微观发生法的研究发现引入课堂，落实到教学上，是该研究方法的一个重要发展方向(Flynn et al., 2007)。

关于如何把微观发生法贯彻到教学活动中，有研究者提出了一些整体原则和具体的教学设计环节。整体原则主要有以下几点：在教学活动安排上，相似的任务要在不同的年级出现；教学过程要设定好关键的环节；教师关注儿童认知上的变化，并为儿童提供即时的指导反馈等。微观发生法的教学设计则包含三个具体环节：1. 设置情境，引导儿童观察，引发策略出现；2. 儿童多次尝试，教师提供反馈，帮助儿童形成目标策略；3. 设计相似的任务，巩固儿童已形成的策略并促进迁移。

微观发生法的研究结果帮助教师了解儿童认知发展的过程和规律，并在合适的时机提供适当的教学干预和反馈，有望成为课堂教学的有用工具。在一项将微观发生法应用于幼儿的科学创新思维训练的研究者中(王瑞明, 陈红敏, 佟秀丽, & 莫雷, 2007)，研究者设计了培养幼儿科学创新能力的课件，并严格按照微观发生法的原则和要求开展课程。结果表明，采用微观发生法教学的幼儿，在科学创造能力上的表现高于对照班。这项研究说明了微观发生法在培养幼儿的思维和能力方面，效果非常明显。在课堂活动中使用微观发生法，为培养幼儿的科学创新能力以及其他能力提供了一个新的思路。开展相关的教学研究，将对教学实践产生积极的影响。

5. 研究小结

本研究在梳理国内微观发生法相关研究时发现,我国对微观发生法的研究发展总体上还处于较初级阶段,一些研究还不够成熟,教育教学的实践或教学类型中有效开展并发展学生的微观发生研究还需要更多、更扎实的理论与实践探索。

微观研究法有其不可替代的价值。传统的横向研究和纵向研究,帮助人们了解相同年龄儿童的差异,或者在经历一个较长周期后,学生在某种学习策略或者教学方法影响下行为表现出现的变化。心理学的众多精细实验也从了解毫秒级别上探究认知的变化和差异。但是认知的发展是一个过程,这些研究都未能说明发展过程中变化发生的关键节点以及变化的路线。在具体的学习过程中,学生如何习得某个策略、如何转变某个概念,也未能得到解答。人们对微观层面上的认知发展还有诸多疑问,例如:儿童在习得高级策略和概念转变的过程中发生了什么?什么原因导致同样学习条件下儿童的认知发展呈现不同的轨迹和结果?什么样的支持和干预措施能够对促进发展?如何区分出具有不同认知发展特征的人群并为其提供个性化的教学干预?微观发生法因其高密度的观察和测量,对变化的细节和个体间的细微差异的关注,相信会成为揭开认知发展过程神秘面纱的有效解决办法。

不管是在理论的发展方面,还是在实证应用方面,微观研究法的研究仍有很大的空间。通过拓展研究领域、关注特殊人群、结合先进的测量手段,并致力于将研究成果应用于课堂实践,微观研究法有望突破瓶颈,被更加广泛的应用于认知发展机制的。

参考文献

- 毕有余和张向葵(2008)。二年级小学生“记”“忆”策略的微观发生研究。心理发展与教育(01), 25-30。
- 梁树森(1996)。物理学习论。南宁:广西教育出版社。
- 王瑞明、陈红敏、佟秀丽和莫雷(2007)。用微观发生法培养幼儿科学创造力的实验研究。学前教育研究(Z1), 41-45。
- 王瑞明、莫雷和Chen, Z. (2005)。使用微观发生法促进儿童的认知发展。心理发展与教育(01), 124-128。
- 王宪钊(1995)。发生认识论原理(Vol. 1)。北京:商务印书馆。
- 文秋芳(2003)。微变化研究法与二语习得研究, 现代外语(03), 312-317+311。
- 沃建中和张宏(2004)。图形推理任务中儿童策略获得的微观发展过程。心理发展与教育(04), 7-13。
- 谢谜(2009)。频率作用对英语语音纠错的影响——关于纠正[v]/[w]不分的一项微变化研究。外语研究(01), 63-69。
- 辛自强和林崇德(2002)。微观发生法:聚焦认知变化。心理科学进展(02), 206-212。
- 辛自强和俞国良(2003)。问题解决中策略的变化:一项微观发生研究。心理学报(06), 786-795。
- 辛自强和张丽(2006)。表征变化及其影响因素的微观发生研究。心理学报(04), 532-542。
- 辛自强、张丽、林崇德和池丽萍(2006)。练习背景下表征水平的变化。心理学报(02), 189-196。
- 张春兴(1989)。张氏心理学辞典。台北:东华书局。
- 张皖和辛自强(2015)。儿童表征深度的微观变化:路线、速度及来源。心理发展与教育, 31(02), 137-148。
- 张梅、辛自强和林崇德(2013)。两人问题解决中惯例的测量及其微观发生过程。心理学报, 45(10), 1119-1130。
- 张向葵、毕有余和姜伟(2005)。微观发生法在认知策略教学中的应用。教育科学(03), 40-43。
- 周丹丹(2004)。练习次数对故事复述的影响。解放军外国语学院学报(05), 41-45。
- 周丹丹(2006)。输入与输出的频率效应研究。现代外语(02), 154-163+219。
- 朱智贤(1989)。心理学大词典。北京:北京师范大学出版社。

- Charisi, V., Gomez, E., Mier, G., Merino, L., & Gomez, R. (2020). Child-robot collaborative problem-solving and the importance of child's voluntary interaction: a developmental perspective. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 15.
- Flynn, E., Pine, K., & Lewis, C. (2007). Using the microgenetic method to investigate cognitive development: an introduction. In (Vol. 16, pp. 1-6): Wiley Online Library.
- Miller, P. H., & Coyle, T. R. (1999). Developmental change: Lessons from microgenetic . Conceptual development: Piaget' s legacy, 209-239.
- Polo-Blanco, I., & González López, E. M. (2021). Teaching addition strategies to students with learning difficulties. *Autism & Developmental Language Impairments*, 6, 23969415211045324.
- Siegler. (1991). The microgenetic method: A direct means for studying cognitive development. *American Psychologist*, 46(6), 606—620.
- Siegler. (1998). Conscious and unconscious strategy discoveries: A microgenetic analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 127(4), 377-397.
- Siegler, R. S. (1995). How does change occur: A microgenetic study of number conservation. *Cognitive Psychology*, 28(3), 225-273.
- Siegler, R. S. (2007). Cognitive variability. *Developmental science*, 10(1), 104-109.
- Siegler, R. S., & Chen, Z. (1998). Developmental differences in rule learning: A microgenetic analysis. *Cognitive Psychology*, 36(3), 273-310.
- Zhang, D., Xin, Y. P., & Si, L. (2013). Transition from intuitive to advanced strategies in multiplicative reasoning for students with math difficulties. *The Journal of Special Education*, 47(1), 50-64.
- Zhu, J. (2003). Effects of input frequency on L2 learners' reading comprehension improvement and vocabulary learning. Nanjing University: unpublished BA thesis.

運用從眾效應於即時回饋系統以提升學生課堂互動及刺激思考

Apply Bandwagon Effect in Real-Time Feedback System to Enhance Interaction and Stimulate Thinking in Classroom

賴建宏^{1*}, 李炘佑²

^{1,2} 中原大學資訊工程學系

* soulwind@cycu.org.tw

【摘要】 教師為了讓學生於課堂學習能增加互動，會採取點名提問，以期能透過問答增加互動。然而由於學生數眾多，往往無法問答每位學生，因此有教師使用即時回饋系統讓每位學生皆有答題機會，然而選擇題式的即時回饋系統容易讓學生不願意花時間思考，因此如何誘發學生願意花時間思考，且透過問答增加課堂互動即是本研究之議題。本研究將即時回饋系統與熱門選項合併使用，透過熱門選項造成的從眾效應讓學生達到思考與互動之目的，結果顯示熱門選項比起傳統選擇題更能引起師生及同儕互動。問卷回饋也發現使用熱門選項可提高主動思考的能力。

【關鍵詞】 從眾效應；熱門選項；師生互動；同儕互動；課堂思考

Abstract: In order to increase the interaction of students in classroom learning, teachers will take questions by name, hoping to increase interaction. Some teachers use the real-time feedback system to give every student the opportunity to answer the question. However, the multiple-choice real-time feedback system tends to make students reluctant to spend time thinking. This study combined the real-time feedback system with popular options to enable students to think and interact through the herd effect caused by popular options. The results show that popular options can arouse teacher-student and peer interaction more than traditional multiple-choice questions. Questionnaire feedback also found that using popular options improved active thinking.

Keywords: Bandwagon Effect, popular option, teacher-student interaction, peer interaction, classroom thinking

1. 前言

「即時回饋系統」的教學方式行之有年，教師可利用遙控器蒐集學生於課堂之回應，並透過回應的結果給予即時檢核，以達到教學即時回饋之效果（顏予萱和蔡銘修，2018）。且有鑑於即時回饋系統可讓學生匿名回答問題，使得個性較為害羞、不善於表達的學生有機會得以表達意見，進而促使課堂環境的主動學習，教師也可以立即評估學生對概念的理解，解決學生於概念上的誤解或迷失（伍柏翰，2017）。此外「即時回饋系統」也可改善學生的參與度，不但使得課堂學習狀況趨於良好，且也增加與同儕討論答題的機會，亦可為教師提供一種吸引學生學習的方法（王怡萱，2016）。亦有研究指出在大型課堂上促進師生互動的方法即是使用個人即時回饋系統，學生按下設備按鈕，並對應於螢幕上多項選擇題之答案，而後利用投影幕上之作答分佈思考及討論正確答案。

基於前述之研究可知，「即時回饋系統」可刺激每位學生對問題進行思考，同時為了可即時評分學生作答結果以節省時間，多數的「即時回饋系統」採用選擇題的模式作答（林世倉、張淳翔、王守仁、蘇家弘、陳一嘉和陳正文，2020），顯示選擇題可用來檢測學習的記憶，且若能妥善使用，亦可成為檢驗學生觀念的極佳診斷工具（Lai, Jong, Hsia, & Lin, 2014）。

然而選擇題的思考模式為尋找正確的答案，容易造成機械式的學習，讓學生形成固定的思考模式；當題目中有關鍵字出現時，學生亦會直接依靠過往經驗找尋熟悉答案，使得作答模式不僅乏味且無法有效的思考答案與題目間的關聯，造成學生對選擇題的學習方式是被動

及不思考的 (Lai, Jong, Hsia, & Lin, 2021)，而好的選擇題架構設計，應建立在能夠讓答題者思考每個選項的對錯與否 (Lai, Jong, Hsia, & Lin, 2022)。因此為了讓學生能對題目多加思考及課堂互動，本研究開發「即時反饋系統」作為教師授課時的輔助系統，並參考先前研究提出的「選擇題加入熱門選項」之概論 (Hsia, Jong, Lin, & Liao, 2018)，於選項上加入具有 Hot 標示 (代表熱門選項) 之選擇題，當學習者進行作答時，可以看到根據教師經驗和過往學習者答案所產生之熱門選項，透過熱門選項所產生的從眾效應，以激發學習者對於題目的思考以及反思學習過的課程內容。

建立在上述理論基礎之上，本研究以北部某大學修習 Java 課程的學生作為實驗對象，並依班級分成實驗組與對照組，實驗組的課堂之上使用「熱門選項即時反饋系統」，對照組則使用「無熱門選項即時反饋系統」，兩組授課教師與授課內容皆相同，差別僅於實驗組於課堂作答時會有熱門選項之標記出現，藉此比較以即時反饋系統協助課堂教學時、若在選擇題中加入熱門選項、是否能進一步提昇學生課堂互動與刺激思考。

2. 即時回饋系統

本研究所開發之即時回饋系統以 Node.js v10.0.0 作為開發後台伺服器，前端呈現以網頁框架選用擁有 MVC 架構的 Express v4.15.2，且為了讓學生方便於手機操作系統，因此前端亦使用響應式網頁 (Responsive web design) 功能的 bootstrap4 作為 css 框架，資料儲存架構則將 Mysql 作為儲存課堂資料之資料庫，內容包括出題用之選擇題題庫、修課學生資料、學生答題記錄等。基於前述之開發工具，本研究開發一套可即時出題、自由討論與教師互動即時反饋系統，並因應教授 Java 程式概念，因此命名為「Javava」。

2.1. 學生端

本系統依功能分成學生端與教師端。學生登入系統後可透過「作答區」功能看到題目並作答，題目皆為單一選擇題，題型則分為「記憶題」與「思考題」，記憶題定義為「識別」與「回憶」，相當於 Bloom 與 Anderson 所提出的 Cognitive Process Dimension 之中的 Remember 與 Understand (Bloom, 1956) (Anderson & Krathwohl, 2001)，因此記憶題為背誦為主的題型；思考題則需要依照步驟進行，將概念一一拆解成許多部份，進而分析各部份與整體的關係，相當於 Cognitive Process Dimension 之中的 Apply 與 Analyze，因此思考題以邏輯推理為主，意即需經過推理才可知道答案的題型。

兩組學生於作答時差別僅在於實驗組的題目會出現紅色字體的 HOT 字樣 (圖 1)，教師會於實驗組學生回答問題時提醒「熱門選項僅是參考歷年的作答結果，並非一定為正確答案」，以防止學生誤將熱門選項視為正確答案，失去思考與討論問題的機會。然而本研究雖於施測時提醒實驗組，但為了避免絕大多數的熱門選項與正確答案相同，因此本研究制定的熱門選項篩選規則，以上一個學年度學生的答案比例作為「真實熱門選項」，教師挑選學生觀念容易錯誤的答案作為「誘導熱門選項」，於兩種題型所佔比例如下：

- 記憶題：80%為真實熱門選項，20%為誘導熱門選項。
- 思考題：30%為真實熱門選項，70%為誘導熱門選項。

兩組學生皆須仔細閱讀題目與選項再行作答，一旦送出即無法修改作答結果。而針對已作答過的題目，學生可利用「回顧區」檢視自己的答題歷程及每題的答題分布圖，但不會顯示每題的正確答案，實驗組於答題歷程則也會看到 HOT 字樣。

LAB715 JAVA

個人區 ▾ 作答區 回顧區 LOGOUT

請作答

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A) destructor	(B) parent	(C) finalizer	(D) constructor
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> HOT	<input type="radio"/>

填完送出

圖 1 實驗組作答介面

2.2. 教師端

本研究於教師端設計之功能包含帳號管理、題目管理與作答管理等。教師可利用「帳號管理」功能新增、刪除與修改帳號；「題目管理」功能用於課堂題目的增刪修改，教師亦於新增或修改題目時，設定題目內的哪一選項為熱門選項（圖 2）。

新增題目

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A) destructor	(B) parent	(C) finalizer	(D) constructor
<input type="radio"/> 正確 <input checked="" type="radio"/> 熱門	<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門	<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門	<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門

圖 2 新增題目介面

教師須於問答前將題目新增至系統，於課堂授課時即可以「作答管理」功能進行出題。當教師開始讓學生進行問答時，系統可即時觀看學生的作答分布圖（圖 3），亦會顯示學生是否已經作答，已作答與未作答會分別用綠色與紅色標記。而為了增加課堂互動，因此教師亦可於學生作答後透過系統抽點學生，被抽點的學生將會顯示於畫面上，並呈現該學生的作答結果（圖 4）。

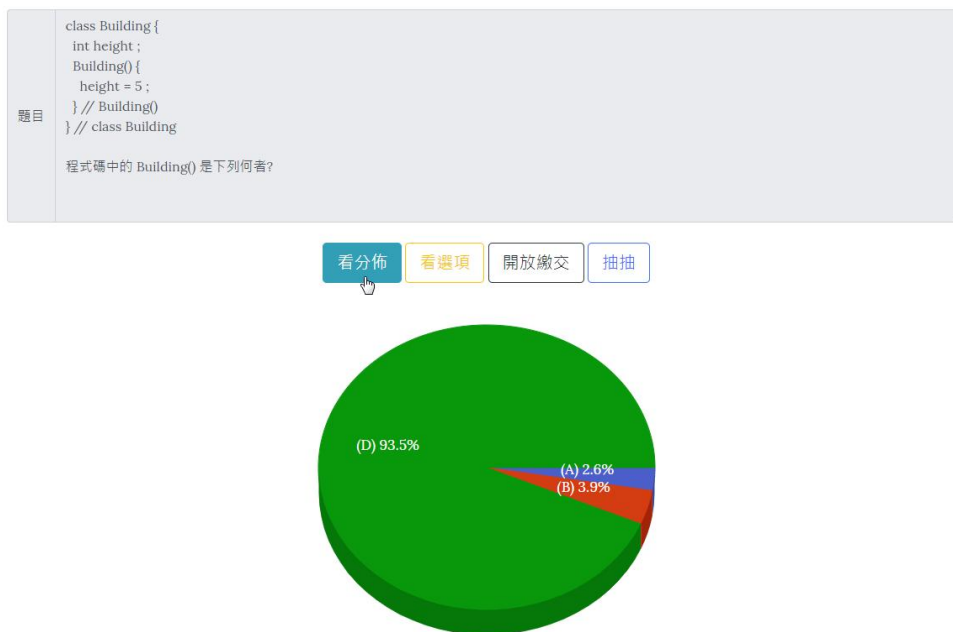


圖 3 學生答題分布圖



圖 4 教師抽點學生之介面

3. 實驗規劃

本研究實驗對象為台灣某大學資訊工程學系修習 Java 課程之學生，依照班級不同分成實驗組（有使用熱門選項）57 名與對照組（無使用熱門選項）72 名，平均年齡為 18 歲，年齡最小為 18 歲，最大為 22 歲，兩組資訊如表 1 所示，除了二年級以上的 11 位學生曾修過該課程，其餘 118 位一年級學生皆未修習過 Java 課程，亦未有開發之經驗。。兩組學生皆使用「JAVAVA」系統進行即時答題互動。

表 1 組別資訊

組別	人數	男	女	大一	大二	大三	大四(含以上)
實驗組	57	44	13	53	1	2	1
對照組	72	53	19	65	6	1	0

本研究實驗開始前，會先進行前測問卷，以瞭解學生在使用系統前同儕互動、師生互動和課堂思考的情況；實驗結束後進行後測，以瞭解學生是否受到系統影響，在互動及思考的面向有所變化。本實驗共計七週，學生必須在課堂上，使用手機、平板電腦或筆記型電腦等設備登入系統，由教師開放作答，學生即可使用設備進行答題，課後亦可隨時登入系統針對

課堂答題過的題目複習。

本研究欲探討兩組在有無熱門選項的情況下，於同儕互動、師生互動以及課堂思考之差異，因此參考 Blasco-Arcas、Buil、Hernández-Ortega 與 Sese (2013) 所使用之問卷，經過三個階段的探索性因素分析，逐步將因素負荷量較低的題目刪除，由原先 11 題修改為 8 題，以符合本研究討論構面。表 2 為本研究之前後測問卷組合信度，結果顯示皆達 0.7 以上之水準。表 3 則為前後測問卷之 Cronbach' s Alpha 分析結果，數值亦皆達 0.7 以上，代表本研究之問卷具有相當程度之一致性。

表 2 問卷各構面之組合信度指標

構面	題號	因素負荷		CR	
		前測	後測	前測	後測
同儕互動	1.	0.89	0.95	0.92	0.98
	2.	0.92	0.95		
	3.	0.85	0.90		
師生互動	4.	0.89	0.90	0.80	0.92
	5.	0.73	0.97		
	6.	0.85	0.95		
課堂思考	7.	0.84	0.87	0.84	0.90
	8.	0.70	0.85		

表 3 問卷 Cronbach' s Alpha 分析

構面	構面題數	前測 α 係數	後測 α 係數
同儕互動	3	0.92	0.95
師生互動	3	0.85	0.96
課堂思考	2	0.73	0.84

4. 實驗結果與討論

4.1. 各構面分析結果

為了探究組內是否存在差異，本研究以 T 檢定檢測，如表 4 所示。在「同儕互動」一項，透過檢定可知實驗組在使用 JAVA 系統學習時，與同儕之間的互動有著顯著提升；對照組雖然從前測的 17.78 進步到後測的 18.61，但於檢定結果並未有顯著差異，表示對照組在使用 JAVA 系統學習時與同儕之間互動並未有顯著變化。而造成兩組會出現不同分析結果的原因可從實驗期間兩組作答情況可知，雖然實驗過程不論實驗組或是對照組皆會有下列此情況—「每個群體會有主導者解釋選擇某選項的原因，其他成員則是默默聽取，鮮少會發表意見」(Jong, Lai, Hsia, & Lin, 2012)，但於實驗組除了討論以外，卻多了會去詢問聆聽者意見的現象，進而引發同儕間的玩笑及揶揄等，亦成為了同儕互動改善之主因。

表 4 各構面前後測 T 檢定結果

構面	組別	成對變數差異			相關	t	自由度	d	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	平均數的標準誤					
同儕互動	對照組	- .83	3.56	.42	.43	-1.96	71	.25	.051
	實驗組	-1.30	2.43	.32	.61	-4.01	56	.48	.000***
師生互動	對照組	-.11	4.24	.50	.33	-.22	71	.03	.83
	實驗組	-1.25	4.39	.58	.36	-2.14	56	.33	.04*
課堂思考	對照組	-.13	1.45	.17	.47	-.73	71	.09	.47
	實驗組	.07	1.58	.21	.31	-.33	56	.05	.74

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

其次在「師生互動」一項，檢定結果顯示實驗組透過使用 JAVAVA 系統與教師的互動有顯著的提升，對照組雖然從前測 15.10 進步到後測 15.21，但於檢定結果卻顯示對照組即使使用 JAVAVA 系統學習，但與教師的互動沒有顯著變化。而會造成兩組之間會有差異的原因，研判可能是因為兩組人數不同，由於本次實驗施測階段，在每作答完一題之後，授課教師即會隨機點名三至五位同學問問題，加上教師會於課堂討論約十題的選擇題，因此可推算每次上課約有 40 人會被抽點到。也就是說，實驗組的學生被抽點到的機率略大於 2/3，而對照組的學生被抽點到的機率則是大於 1/2，在實驗組擁有較高的抽中機率之下，相對與教師的互動也會提高，進而影響實驗組學生於「師生互動」之結果。然而此研判原因仍無法直接證明實驗組擁有較高的師生互動是因為於人數較少的因素，因此若未來要作類似的實驗，兩組人數相當會較好。

最後於「課堂思考」一項，從 T 檢定結果可知不論是實驗組或對照組皆未有顯著差異產生，意即實驗組與對照組即使在 JAVAVA 系統的輔助學習下，對於思考課堂問題並未有明顯改善。研判原因在於實驗過程中，當作答完畢後，教師會詳盡的講解題目，隨即進入下一題作答，導致學生自我思考的時間過短，無法完全透徹題目內容，進而造成學生於課堂的思考無顯著差異。

4.2. 系統使用問卷分析

為了瞭解學生對於使用系統後的心得以及建議，進行了系統使用問卷的調查。表 5 為兩組學生對於系統使用問卷之描述性統計資料與獨立樣本 t 檢定之結果。在第四題「『Javava』能提高我主動思考的能力」上，兩組的比較呈現顯著差異 ($p = .027 < 0.05$)，可以說明實驗組比起對照組更加認為使用「Javava」系統可以幫助他們提高主動思考的能力，研判原因為「JAVAVA」系統出題方式除了記憶題之外，大部分為思考題，因此在加入了熱門選項於答題之中，將會使得學生更需要去思考為何該選項為熱門選項，抑或是該選項作為答案是否有其道理存在等，也讓實驗組學生認為此種熱門選項作法有助於幫助提升主動思考，同時亦代表本實驗結果與過去研究提出熱門選項激發更多學習者對於主題的思考互相呼應 (Hsia et al, 2018)。

表 5 系統使用問卷描述性統計與獨立樣本 t 檢定結果

題目內容	對照組(SD)	實驗組(SD)	t	d	顯著性
1. 我喜歡用「Javava」來學習。	4.36(.68)	4.54(.68)	1.52	.27	.13
2. 透過「Javava」讓我覺得計算機概論課程不再那麼沉悶。	4.51(.69)	4.65(.61)	1.16	.21	.25
3. 我覺得「Javava」是一個好的輔助學習工具。	4.53(.63)	4.67(.61)	1.27	.23	.21
4. 「Javava」能提高我主動思考的能力。	4.51(.65)	4.74(.48)	2.36	.38	.03*
5. 「Javava」能幫助我加深對題目的印象。	4.38(.68)	4.56(.66)	1.57	.28	.12
6. 「Javava」能幫助我提升對於課程內容的理解。	4.57(.58)	4.65(.55)	0.80	.14	.43
7. 我喜歡「Javava」的出題方式。	4.32(.73)	4.44(.80)	0.88	.16	.38
8. 我認為在練習過程中系統的出題方式對學習有幫助。	4.46(.58)	4.63(.52)	1.76	.31	.08
9. 如果滿分 10 分你給「Javava」打幾分?	8.88(1.09)	9.16(1.21)	1.40	.25	.17

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

為了未來增進系統使用者體驗，因此在系統使用問卷中最後兩題為開放式問答，分別為

「呈上題，為什麼(給予 Javava 系統打這個分數)」，「使用「Javava」後的心得及建議」，以便蒐集使用者對於系統使用上的回饋，如表 6、表 7 所示。其中回饋大多數為正向描述支持系統，可以幫助思考、讓計算機概論課程更有趣等等，同時亦有「程式碼類型的題目」顯示過小，觀看不方便，時間作答過長等問題。

表 6 「呈上題，為什麼(給予 Javava 系統打這個分數)」代表性回饋

編號	評分	回饋
#1	10	能夠跟同學討論，比較有趣
#2	10	因為能夠動腦
#3	10	強迫每個人都要動腦筋想題目 而不是平常上課時 老師抽問其他同學時 大部分都處在發呆的狀態
#4	10	在這資訊普及的年代 透過行動裝置來學習逐漸成為一個一個趨勢 所以我覺得這是跟得上時代又同時可以幫助同學進步的系統
#5	9	有些問題平常不太會去注意的，尤其是理論類型。畢竟平常上課比較注重想法跟打程式。
#6	9	很容易發現自己有哪裡不了解
#7	8	很有趣，而且答題時腦袋真的會轉很兇
#8	8	用 Javava 系統上課可以增加同學之間的互動與思考，而不是一味死板的填鴨式學習
#9	7	很有效的令人了解程式，但感覺可以再深入一點
#10	3	如果選了答案後，不小心按到送出就會直接送出，希望可以設定多一個確定鍵

表 7 「使用「Javava」後的心得及建議」代表性回饋

編號	回饋
#1	跟同學對話增加了，非常開心，謝謝老師。
#2	作答時間可以短一點
#3	笑聲更多大家學習成效也增加
#4	很棒的系統，不過希望可以新增收回作答的功能以免我們手殘送錯答案
#5	助教寫這個互動式答題系統讓我更了解老大到底在講什麼碗糕，收穫很多
#6	題目顯示的視窗有點小，遇程式碼很長的題目要一直上下滑動頗不方便
#7	希望題目字體的縮放可以調整，在手機上不必一直調整畫面
#8	如果問題回顧有詳解或是可以自己備註的話感覺更棒
#9	如果可以設定一個限制時間強迫作答，就可以在課堂上進行更多題目，提示課堂的價值
#10	有趣的題目和動腦的時間，讓上課不是單方面不用動腦的聽老師說，而是多了分參與感。

5. 結論

從本實驗結果可以發現，以本研究所開發之即時反饋系統協助教師課堂教學時，當在選擇題中加入熱門選項，與教師的互動會顯著提升，意味著在課堂即時反饋系統中加入熱門選項選擇題會使得學生與老師的互動交流更加頻繁。另一方面，在同儕互動的結果中，統計上的顯著性只呈現於有熱門選項選擇題的組別（實驗組）中，代表著熱門選項選擇題的加入更可以引發同儕間的互相討論。總結實驗成果，兩組組內「與同儕的互動」及「與教師的互動」皆有統計上的顯著性，雖然兩組於課堂思考未有顯著性產生，但從系統回饋問卷仍可以發現，系統對於兩組於課堂思考亦有正面幫助，且基於互動皆須建立於思考之上，因此當互動頻率增加，思考也會隨之提升。本研究提出以熱門選項選擇題加入課堂即時反饋系統，以更增進

同儕間互動、教師互動與課堂思考之意願，實驗結果有著良好的成效，未來可進一步顯著增加參與實驗的受試者數量，提供實驗結果的精確度。其次在熱門選項選擇題的研究中有提及，在選擇題中使用熱門標記可以幫助具有高先備知識者有較好的成果 (Hsia et al, 2018)。因此可設計位於 Bloom (1956) 分類法較高層級（應用、分析、評估或創造）的 MCQ，觀察具有較高先備知識者是否可以顯著改善課堂學習活動的參與度。

參考文獻

- 王怡萱 (2016)。探究 Kahoot 雲端即時反饋系統輔助高中國文學習之效益。*教育傳播與科技研究*, 115, 37-57。
- 伍柏翰 (2017)。結合即時診斷機制的行動學習與自我調整學習模式對學生運用概念圖的學習成就與行為之影響。*數位學習科技期刊*, 9(2), 1-27。
- 林世倉、張淳翔、王守仁、蘇家弘、陳一嘉和陳正文 (2020)。線上即時反饋系統應用於耳鼻喉科實習醫學生核心課程翻轉教室教學之成效：一前瞻性控制研究。*臺灣耳鼻喉頭頸外科雜誌*, 55(3), 149-159。
- 顏予萱和蔡銘修 (2018)。即時回饋系統活化補習班教學。*臺灣教育評論月刊*, 7(5), 249-253。
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing*. New York: Longman.
- Blasco-Arcas, L., Buil, I., Hernández-Ortega, B., & Sese, F. J. (2013) Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. *Computers & Education*, 62, 102-110.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York: Longman.
- Hsia, Y. T., Jong, B. S., Lin, T. W., & Liao, J. Y. (2018). Designating “hot” items in multiple-choice questions—A strategy for reviewing course materials. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(2), 188-196.
- Jong, B. S., Lai, C. H., Hsia, Y. T., & Lin, T. W. (2012). Effects of anonymity in group discussion on peer interaction and learning achievement. *IEEE Transactions on Education*, 56(3), 292-299.
- Lai, C. H., Jong, B. S., Hsia, Y. T., & Lin, T. W. (2014). Using SPRT+ to Reduce Measure Time on Student Learning Efficiency by Pre-defined Student's Confidence Indicator, *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9, 55-58.

SVVR 与智能反馈的融合教学对学生英文写作的影响研究

An integrated SVVR and Automatic writing evaluation approach to improving students'

English writing performance

罗霞* 王旦 王海洁 张田田 王佑镁 柳晨晨

温州大学教育学院

*2034808527@qq.com

【摘要】 在英语教学中，英语写作是一项重要而又具有挑战的任务。基于人工智能技术的智能反馈因其可以为学生提供及时和个性化的反馈，在英文写作教学中发挥着重要作用。然而，研究发现，智能反馈在写作的基础层面（如语法、词汇、搭配）令人满意，但在高阶层面的反馈（如内容、组织、整体布局和逻辑结构）则相对不足。而球面视频虚拟现实（SVVR）技术提供的高沉浸、深度交互的学习环境恰好能弥补智能反馈的不足，促进学生对语境的感知和理解，增强文章内容的丰富度与完整性。因此本研究融合 SVVR 与智能反馈进行了准实验研究，实证分析结果表明：SVVR 与智能反馈的融合教学对学生写作的内容组织、独创性和逻辑结构均具有促进作用，并能够降低学生的英语写作焦虑，提升高阶写作能力。

【关键词】 英语写作；SVVR；智能反馈；体验式学习

Abstract: English writing is an important and challenging task in English language teaching. Intelligent feedback based on artificial intelligence technology plays an important role in teaching English writing because it can provide students with timely and personalized feedback. However, research has found that intelligent feedback is satisfactory at the basic level of writing (e.g., grammar, vocabulary, collocation) but relatively inadequate at the higher-order level (e.g., content, organization, overall layout, discourse coherence, and logical structure). The highly immersive and deeply interactive learning environment provided by spherical video virtual reality (SVVR) technology can precisely compensate for the lack of intelligent feedback, promote students' perception and understanding of the context, and enhance the richness and integrity of the text content. Therefore, this study conducted a quasi-experimental study integrating SVVR and intelligent feedback. The results of the empirical analysis show that the learning model integrating SVVR and intelligent feedback has a facilitating effect on students' content organization, originality, and detail elaboration in writing, and can reduce students' English writing anxiety and improve higher-order writing skills.

Keywords: English writing, SVVR, Automatic writing evaluation, Experiential Learning.

1.引言

在语言学中，英语作为一门国际语言，掌握英语对人们跨越国界进行交流至关重要。其中，英语写作作为四项基本语言技能之一，要求学习者在认知的基础上明确、完整地表达自己的思想。英文写作语言的表达不仅体现在词汇、语法、句子结构等基础层面，还体现在文本组织、逻辑推理和论证等高阶层面 (Lv, 2018)。许多学生在写作学习中存在诸多困难，而影响英语写作学习的因素主要有如下几点：（1）写作动机不足。以教师为中心和以结果为导向的写作教学法，导致学生写作兴趣和动机不足 (李伯武, 2016)；（2）写作内容质量不高。有研究指出学生在课堂上能够运用的素材、资源不足，缺少真实的、有意义的或富有想象力的经历，难以形成高质量作文 (Foxworth, 2017)；（3）写作反馈不及时。采用传统的教师反馈导致教师批改任务沉重，反馈不及时。（4）在写作学习过程中缺乏对真实情境的感知与体验，难以唤起学生的知识和经验，导致写作内容机械和缺乏活力 (Huang & Chen, 2019)。

随着人工智能技术的发展，依托于自然语言处理、神经网络以及深度学习等 AI 技术支持

的智能反馈不仅能够及时、有针对性地给予学生反馈意见,还能降低学生的写作焦虑 (Liu et al., 2021; Waer, 2021)。然而,研究者指出,学习者在语言表达和组织书面语篇面临一定的挑战 (Barkaoui, 2016)。虽然智能反馈提高了写作准确性,但是在提供具体的内容反馈层面仍存在一定的局限 (Wang et al., 2013)。

虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 是一种以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成与真实或假想环境在视、听、触感等方面高度近似的数字化环境 (赵沁平, 2009)。语言学界尝试将 SVVR 技术应用在英文教学的各个方面,诸如英语口语、阅读、写作等,为学习者提供相对真实的语言学习情境、弥补难以到达真实场景的缺陷,进而增强他们的学习体验 (Chien et al., 2020; Wang et al., 2021)。

基于上述写作学习中存在的问题以及相关研究,本研究通过融合 SVVR 与智能反馈形成一种新的学习模式,在为学生提供个性化指导的同时也为其提供丰富的学习场景与资源,增进写作学习的情境体验感,进而丰富写作内容。研究试图回答以下问题: (1) 相对于传统写作学习环境,融合 SVVR 与智能反馈的学习模式能否提高学生的写作成绩? (2) 融合 SVVR 与智能反馈的学习模式能否提高学生的学习动机? (3) 融合 SVVR 与智能反馈的学习模式能否降低学生的写作焦虑? (4) 学生对这种学习方式的感受如何?

2. 关键概念解析

2.1. 体验式学习

在 Kolb 提出的体验式学习模型中,学习者从主动实践过程中获取具体经验,这些具体经验能帮助其更好地理解抽象概念;借助体验后的反思性观察,学习者进一步加深对概念的认识与理解 (Kolb, 1984)。体验式学习理论被广泛应用于基于 VR 的学习活动中,并被证明能有效改善学习效果。先前的研究发现,体验式学习可以应用于学校课程和跨学科相关课程 (Cantor, 1997)。对于写作学习而言,有研究指出,跨多种活动环境的学习、与同伴互动的体验式学习对于提升学习者的写作体验至关重要,体验式学习在提高学习效率和学习动机方面具有巨大的潜力 (Martin et al., 2015)。

3. 融合 SVVR 和智能反馈的英语写作学习环境设计

图 1 为本研究以体验式学习理论为基础,融合 SVVR 与智能反馈的体验式学习模型。在具体经验阶段,学生可以通过 SVVR 观察到 360° 视频学习资料;在反思性观察阶段,学生通过回答 SVVR 中设计的相关问题,进行深度思考和写作构思,从而反思写作技巧;在抽象概念化阶段,学习者将前两个阶段观察到的视觉景象抽象化为文本内容,通过老师在自动写作评估工具发布的写作主题进行写作;在主动实验阶段,学习者通过智能反馈的意见进行评估、修改与二次写作,在修改的过程中如果需要重温情境还可以反复观看 SVVR 以获得写作灵感。

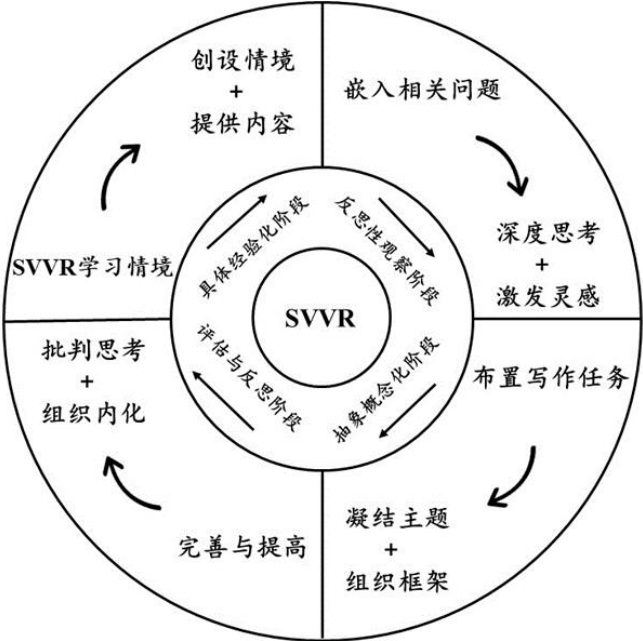


图 1 融合 SVVR 与智能反馈的体验式学习模型

此外，本研究融合 SVVR 与智能反馈形成一个学习系统(见图 2)。在教师端界面，教师可以使用 SVVR 工具编辑视频，创造和浏览学习材料。此外，该学习系统还可以储存学生的信息档案、设置测试项目以及布置学习任务，学生带上 VR 眼镜体验与访问学习材料、回答相关问题、切换学习场景，并且还能看到自己的学习成果。

学习系统在体验式学习理论的四个阶段介绍如下。

(1) 具体化经验阶段
该阶段是在写作学习活动的初期，由教师运用情境化感知的方式对学生进行引导。一方面，引导学生明确写作主题；另一方面，引导学生熟悉关于 SVVR 的体验式写作学习环境。在老师的指导下，学习者熟悉了 SVVR 的操作并进行体验。

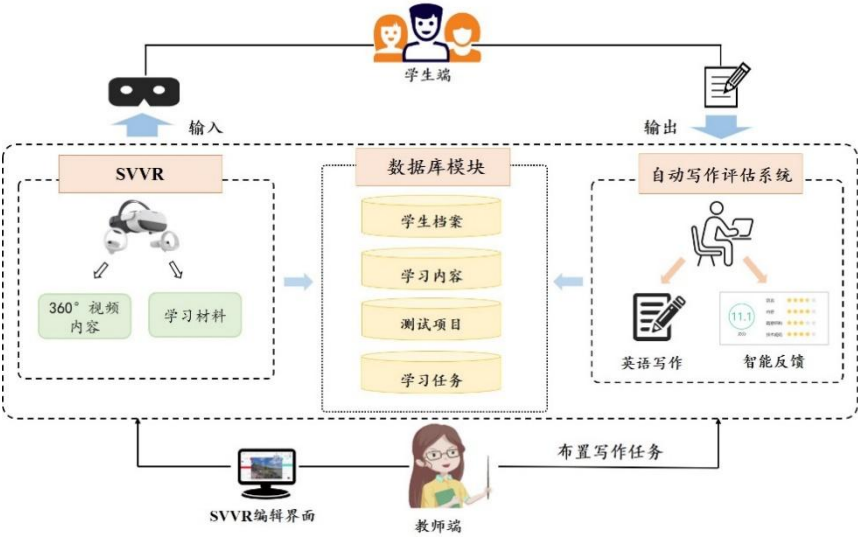


图 2 融合 SVVR 与智能反馈的系统架构图

(2) 反思性观察阶段
该阶段主要是利用问题引导的方式激发学生的灵感以及深度思考，参与者可以看到 SVVR 场景中设置的相关问题，并通过光标的移动点击相应的按钮参与互动。参与者通过 SVVR 系

统中开发的文本和图像观察交互式窗口观察图片以及回答相关问题，进行深度思考和写作构思，从而反思写作技巧。

(3) 抽象概念化阶段

该阶段是英语写作阶段，即学生通过使用文字符号来表达写作内容。学生在前面两个阶段获得的视觉化基础之上，结合老师布置的写作任务以及范例，将进一步观察到的信息抽象为概念，在自动写作评估工具上组织写作框架并进行深入写作。

(4) 评估与反思阶段

该阶段是学生运用批判性思维对所写内容进行评估、修改与再创造的过程。对写作内容中存在的问题进行批判性阅读，包括语意连贯性、错别字、语法、内容等。通过自动写作评估工具提供的反馈意见进行相应的修改。反馈意见包括总分、评分维度、评语以及具体的语法和单词拼写问题。

4. 实验设计

4.1. 实验参与者

本研究的参与者来自一所大学常规英语专业的 76 名大一年级学生，他们的平均年龄是 20 岁。实验组共 37 名学生，采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式进行学习，对照组共 39 名学生，采用传统的智能反馈写作学习方式学习。实验组和对照组均由具有 10 年以上教学经验的同一位英语写作教师授课。实验以自愿的形式参加，参与者在实验前被告知实验的目的。此外，参与者的所有私人信息都得到了很好的保护。

4.2. 实验过程

为验证前文提出的研究问题，本研究设计了如图 3 所示的实验流程。实验在大一年级学生的常规英语写作课上进行，共持续四周。在实验开始之前，教师用 20 分钟的时间向学生介绍了学习系统以及相关学习活动。在完成相应的前测问卷调查后，接下来的四周，学生被要求完成一系列课程学习活动，课程涵盖了四个写作主题，写作主题由授课老师根据学习素材制定，以培养学习者的写作技能。学习材料选自课外素材，主题与教材里的内容接近，大多是关于旅游与环保一类的话题，每周的视频素材以及写作主题均不一样，第一周是以“观赏成都大熊猫”为主题的写作活动，学生体验完之后被要求写关于保护动物的话题；第二次是以“伦敦旅游”为主题的写作活动，观看完之后被要求以日记的形式记录体验到的情景，第三次是以“摩天大楼之都纽约”旅行为主题的学习活动，学生在观看完视频之后被要求描述所看到的景象以及所思所想；第四次是以“海底世界”为写作主题，形式跟前面两种相近。在四周的学习活动中，教师每布置学习任务后，要求实验组和控制组学生分别通过 SVVR 和观看传统视频的形式对内容进行学习，随后指导学生在自动写作评估工具进行写作。

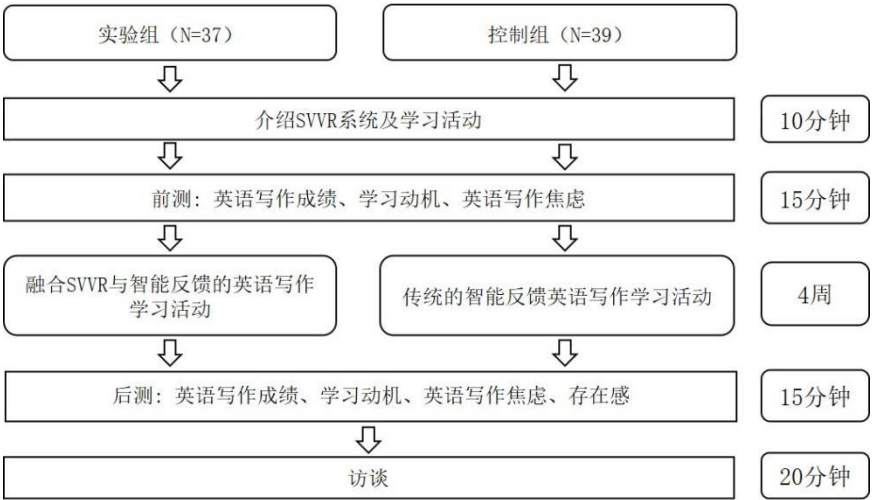


图 3 融合 SVVR 与智能反馈的英语写作活动实验流程

4.3. 测量工具

英语写作表现的评分标准。本研究的写作测试题由具有多年英语教学经验的英语专家教师选择并修订而成,旨在考察学生对于英语作文的篇章结构、词汇使用、拼写和语法以及内容的掌握。英语写作表现的评价标准包括五个维度:内容的组织、语言的准确性、独创性、流利度和详细阐述。它是根据 Fu (2019) 等人改编而来,并由两位具有多年英语写作教学经验的英语专家教师进行了检查。内容的组织是指写作的连贯性和逻辑性。语言准确性表明语法和拼写的正确使用。创意意味着在内容或者表达上是否有创新。流利是指能够产生更多的想法。详尽阐述是指能够产生具有丰富细节的想法。前后测总分均为 40 分,其中内容组织 15 分,语言准确性 10 分,独创性、流利性和精细度各 5 分。

学习动机量表。学习动机问卷改编自 Wang 和 Chen (2010),共有六个题项。具体包括外在学习动机和内在学习动机,该量表采用李克特 5 分李克特量表,其 Cronbach' s α 系数值为 0.81,表明量表具有较高的内部一致性。

英语写作焦虑量表。英语写作焦虑量表改编自 Cheng (2017),共有九个题项。例如:“在用英语写作时,我经常担心自己会犯语言错误”;“在练习写英语作文时,我经常轻易放弃”。该量表采用李克特 5 分李克特量表,其 Cronbach' s α 系数值为 0.85,表明量表具有较高的内部一致性。

存在感问卷。存在感问卷改编自 Hwang (2022) 等人,共有 5 个题项,所有的题目都是以积极的陈述呈现的。采用 5 分李克特量表,分数越高,表明学生在 SVVR 中的存在感更好。调查问卷的 Cronbach's alpha 值为 0.71。

本研究的访谈大纲是根据 Hwang (2009) 等人的提纲设计并稍加修改的。大纲由七个半结构化访谈问题组成,共有 24 名学生(每组 12 名,并分别编码为 E1-E12 和 C1-C12)被邀请参加了访谈。访谈的目的是从学生的角度调查该学习系统和学习方式的优缺点。访谈工具是采用基于探索性研究设计的定性分析方法,通过 Atlas.ti.22.1.4 software 对访谈数据进行主题归纳定性分析。预计访谈结果将为解释本研究结果提供额外证据,并为未来改进方法提供参考。

5. 结果分析

5.1. 写作成绩分析

为了研究所提出的方法对学生写作表现的影响,采用协方差分析(ANCOVA)方法。将写作前测作为协变量,后测成绩作为因变量。分析结果表明,两组之间的英语写作成绩($F=0.67, p>.05$)的回归系数同质性检验均无显著差异,表明可以进行 ANCOVA 分析。如表 1 所示,实验组和对照组之间的差异具有统计学意义, ($F=8.61, p<.05$), 效应量大小为中等 ($\eta^2=0.11$) (Cohen, 1988)。并且两组后测的调整平均值分别为 33.63 (SD = 2.31) (实验组) 和 32.17 (SD = 2.49) (对照组)。结果表明,采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式比传统的智能反馈学习方式能更好地提升学生的英文写作能力。

此外,为了确定英语写作成绩受益于所提出的学习方法的哪些方面,以组别作为固定因子,将写作评分中给出的 5 个维度的前测分别作为协变量,后测作为因变量,进行了一系列 ANCOVA 分析。回归斜率同质性假设的检验如下:内容组织 ($F=0.04, p>.05$),语言准确性($F=2.33, p>.05$),独创性($F=2.17, p>.05$),流利度 ($F=1.41, p>.05$)和详细阐述($F=3.07, p>.05$),这表明 5 个方面的同质性假设都没有被违反,可以进行 ANCOVA 分析。ANCOVA 结果如表 2 所示,在内容组织方面,排除前测的影响后,实验组学生的成绩明显高于对照组学生, ($F=9.46, p=0.003<0.01$), 效应量大小为中等 ($\eta^2=0.12$)。两组的调整后平均得分分别为 13.31 (SD = 0.94) (实验组) 和 12.70 (SD = 0.95) (对照组)。结果表明,在英语写作课程中,采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式的学生在内容组织上明显优于传统的智能反馈学习方式的学生。在独创性方面,实验组学生在写作中的创意明显高于对照组学生, ($F=4.82, p=0.03<0.05$), 效应量大小为中等 ($\eta^2=0.06$), 且实验组的调整平均值 4.50 (SD = 0.56) 明

显高于对照组 4.19 ($SD = 0.77$)。结果表明, 在英语写作课程中, 采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式的学生比传统的智能反馈学习方式的学生会产生更多的写作想法。在详细阐述方面, 排除前测的影响后, 实验组学生的写作精进度明显高于对照组学生, ($F = 4.41, p = 0.04 < 0.05$), 效应量大小为中等 ($\eta^2 = 0.06$), 且实验组的调整平均值得分 4.13 ($SD = 0.60$) 明显高于对照组 3.86 ($SD = 0.60$)。结果表明, 采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式的学生比传统的智能反馈学习方式的学生在写作过程中会更丰富自己的想法, 对写作进行更多的优化与精细。然而, 在流利度和语言准确性方面, 实验组和对照组之间没有显著差异。

表 1 英语写作成绩的 ANCOVA 分析结果

组别	<i>N</i>	Mean	<i>SD</i>	Adjusted mean	Std. error	<i>F</i>	η^2
实验组	37	33.65	2.31	33.63	0.36	8.61**	0.11
对照组	39	32.15	2.49	32.17	0.35		

表 2 英语写作成绩五个子维度的 ANCOVA 分析结果

写作成绩	组别	<i>N</i>	Mean	<i>SD</i>	Adjusted mean	Std. error	<i>F</i>	η^2
内容组织	实验组	37	13.32	0.94	13.31	0.14	9.46**	0.12
	对照组	39	12.69	0.95	12.70	0.14		
语言准确性	实验组	37	7.43	0.80	7.46	0.13	1.90	0.03
	对照组	39	7.23	0.87	7.21	0.12		
独创性	实验组	37	4.57	0.56	4.50	0.10	4.82*	0.06
	对照组	39	4.13	0.77	4.19	0.10		
流利度	实验组	37	4.24	0.55	4.24	0.10	0.07	0.001
	对照组	39	4.21	0.66	4.21	0.10		
详细阐述	实验组	37	4.08	0.60	4.13	0.09	4.41*	0.06
	对照组	39	3.90	0.60	3.86	0.09		

5.2. 学习动机分析

关于学生学习动机的前后测分数, 两组的方差同质性假设满足 $F = 1.09 (p > .05)$, 这一结果表明, 对于其余的测试, 两组回归系数的同质性假设是令人满意的。ANCOVA 结果如表 3 所示。排除前测的影响后, 实验组学生的学习动机显著高于对照组学生, ($F = 4.56, p = 0.04 < 0.05$), 效应量大小为中等 ($\eta^2 = 0.06$) (Cohen, 1988)。两组的调整后平均得分分别为 23.84 ($SD = 3.31$)(实验组)和 22.52 ($SD = 2.90$)(对照组)。结果表明, 在英语写作课程中, 采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式的学生们的学习动机明显高于传统的智能反馈学习方式的学生。

表 3 英语写作学习动机的 ANCOVA 分析结果

组别	<i>N</i>	Mean	<i>SD</i>	Adjusted mean	Std. error	<i>F</i>	η^2
实验组	37	24.19	3.31	23.84	0.44	4.56*	0.06
对照组	39	22.18	2.90	22.52	0.43		

5.3. 写作焦虑分析

关于学生的英语写作焦虑, Levene 方差齐性检验的结果($F = 1.09, p = 0.30 > 0.05$)表明, 两组的方差同质性假设得到满足, 表明两组在前测上没有差异。采用 ANCOVA 对两组的后测问卷进行评分分析, 表 4 显示, 实验组和对照组的写作焦虑存在显著差异($F = 5.17, p = 0.03 < 0.05$), 效应量大小为中等 ($\eta^2 = 0.07$)。两组的调整后平均得分分别为 26.03 ($SD = 5.42$)(实验组)和 29.28($SD = 4.77$)(对照组)。结果表明, 在英语写作课程中, 采用融合 SVVR 与智能反馈的学习模式的学生写作焦虑明显低于传统的智能反馈学习方式的学生。基于研究结果, 融合 SVVR 与智能反馈的学习模式可以用来降低学生的英语写作焦虑。

表 4 英语写作焦虑的 ANCOVA 分析结果

组别	N	Mean	SD	Adjusted mean	Std. error	F	η^2
实验组	37	26.03	5.42	26.77	0.57	5.17*	0.07
对照组	39	29.28	4.77	28.58	0.55		

5.4. 存在感分析

根据存在感问卷(表 5)的结果,几乎所有的学生都认为他们自己在 SVVR 中有很高的参与感,沉浸感体验很好(总平均值为 4.51,标准差为 0.50)。这表明学习者体验感强烈,经历的虚拟环境更像是自己的亲身经历。因此,基于研究结果,融合 SVVR 与智能反馈的学习模式可以增加学生的存在感。

表 5 学生的存在感分析

No.	Dimensions	Mean	SD
1	在这个学习活动中,我有一种身临其境的感觉。	4.57	0.50
2	活动中的虚拟场景似乎对我来说更像是真实存在的场所。	4.57	0.50
3	之后再回想这个活动经历时,我会觉得这个场景像我曾经游览过的地方,而不是仅仅一张图像。	4.51	0.51
4	在活动过程中,虚拟体验的场景令我感觉强烈?	4.51	0.51
5	在体验过程中,我经常忘记自己只是看的是虚拟视频。	4.38	0.49

6. 讨论与建议

以往研究表明,智能反馈在英文写作中的应用能够提高其写作效率,但是在内容和组织上缺少一定的辅助。SVVR 技术提供的虚拟学习环境在写作活动中的应用已被证实能够提高写作内容方面的成绩 (Huang et al, 2020)。但是目前尚未有研究将 SVVR 与智能反馈结合起来探究其对学习者英文写作成绩的影响。因此,本研究提出了一个融合 SVVR 与智能反馈的学习模式来探究其对学生英文写作成绩、学习动机、写作焦虑、存在感的影响。实验结果表明,与传统的智能反馈学习方式相比,融合 SVVR 与智能反馈的学习模式显著提高了学生的英文写作成绩、学习动机,并且降低了写作焦虑。研究结果表明,SVVR 技术弥补了智能反馈无法为学习者提供内容丰富度的缺点,SVVR 与智能反馈两项技术的整合可以对英语写作教学产生积极影响,不仅可以提高写作准确性,而且有利于提高写作内容的丰富性和完整性,从而进行高质量的写作。

在未来的研究中,我们将会根据课程的要求合理延长实验周期,并适当增加研究对象数量。另外,我们建议研究人员使用其它不同的学习策略来帮助学生更有效地学习,比如游戏机制。未来的研究还可以将虚拟现实应用于不同学科(例如语文、化学、生物、历史等)和阶段的学生,以帮助学生提高他们的高级思维技能。我们建议研究人员进一步分析学生的个人素质,如他们的知识水平和认知风格。

参考文献:

李伯武.论网络新媒体对小学生写作学习的支持[J].中国教育技术装备,2016(09):37-38.
赵沁平(2009).虚拟现实综述[J].中国科学(F 辑:信息科学),39(1):2-46.
Dunn, J., & Sweeney, T. (2018). Writing and iPads in the early years: Perspectives from within the classroom. *British Journal of Educational Technology*, 49(5), 859-869.
Ferris, D. R., Liu, H., Sinha, A., & Senna, M. (2013). Written corrective feedback for individual L2 writers. *Journal of second language writing*, 22(3), 307-329.

- Huang, H. L., Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2020). Learning to be a writer: A spherical video - based virtual reality approach to supporting descriptive article writing in high school Chinese courses. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1386-1405.
- Guo, Q., Feng, R., & Hua, Y. (2021). How effectively can EFL students use automated written corrective feedback (AWCF) in research writing?. *Computer Assisted Language Learning*, 1-20.
- Link, S., Mehrzad, M., & Rahimi, M. (2022). Impact of automated writing evaluation on teacher feedback, student revision, and writing improvement. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 605-634.
- Liu, C., Hou, J., Tu, Y. F., Wang, Y., & Hwang, G. J. (2021). Incorporating a reflective thinking promoting mechanism into artificial intelligence-supported English writing environments. *Interactive Learning Environments*, 1-19.
- Waer, H. (2021). The effect of integrating automated writing evaluation on EFL writing apprehension and grammatical knowledge. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 1-25.

教育领域增值评价的国际化进程：热点、趋势、前沿

Internationalization Process of Value-added Evaluation in the Field of Education: Hot Spots, Trends and Frontiers

高雨婷¹, 冯西雅², 牟智佳³

¹²³ 江南大学教育技术系

* 6212006001@stu.jiangnan.cn

【摘要】 随着教育改革的推进, 增值评价在我国教育评价研究中被推上前所未有的高度。为把握国际上教育领域中增值评价的趋势和前沿, 以 Web of Science 数据库的核心合集为数据源, 采用知识图谱、聚类分析、引证分析等方法进行量化分析及质性总结, 以此梳理该领域的历史进程、发展脉络和前沿热点。综合研究结果后得到该领域的研究趋向: (1) 理论趋向: 致力于师生素养协同增值; (2) 模型趋向: 个性化表征的多水平模型; (3) 方法趋向: 多重测量支撑证据链表达; (4) 数据趋向: 全数据动态刻画教学流程; (5) 技术趋向: 智慧平台赋能伴随式反馈。

【关键词】 增值评价; 可视化分析; 教学评价; 教育实践; 多源数据

Abstract: With the advancement of educational reform, value-added evaluation has been pushed to an unprecedented height in educational research. In order to grasp the trend and frontier of value-added evaluation, the core collection of the Web of Science database is used as the data source, and knowledge atlas, cluster analysis, citation analysis are used for quantitative analysis and qualitative summary. Based on the research results, the trends in this field as follows: (1) Theoretical trends: committed to the collaborative appreciation of teacher-student literacy; (2) Model trend: multi-level model of personalized representation; (3) Method trend: multiple measurements support the expression of evidence chain; (4) Data trend: full data dynamically depicts the teaching process; (5) Technology trend: intelligent platform enables accompanying feedback.

Keywords: Value added evaluation, Visual analysis, Teaching evaluation, Educational practice, Multi source data

1. 研究背景

在社会科学学科中, 经济学在政治和社会影响方面已经上升到最高水平 (Lazear, 1999)。经济学中严格的统计模型与分析工具、基于节俭的框架思想以及计量经济学的发展, 能够帮助决策者获得可见的结果, 更好的服务于对复杂社会领域的理解。“增值”作为经济学领域的概念强调评估时要兼顾“投入”和“产出”, 这种经济模式及其思想对教育领域以及教育政策开始产生影响, 特别是与教师质量相关的政策和问责举措。

在教育评价体系里, “增值”即指一定时段内某一学生或某一学生群体成长进步的幅度。其增长幅度即为教育增值。而增值的大小, 反映的是这一段时内的总体学校教育水平和教师教学能力。如果学校教育水平和教师教学能力起到的是正面的、积极的作用, 学生的价值就是增加的、向上的, 产生正增值; 反之, 如果学校教育水平和教师教学能力属于负面的、消极的, 则学生的价值就会缩减、退步, 产生负增值。2020年10月, 中央全面深化改革委员会第十四次会议审议通过的《深化新时代教育评价改革总体方案》提出, 要改进结果评价, 强化过程评价, 探索增值评价, 健全综合评价。由此可见, 增值评价在我国教育评价研究中被推上前所未有的高度, 响应国家政策号召、推进增值评价研究与实践势在必行。而增值评价在我国教育实践领域尚未得到充分了解和应用, 且相对其他三个评价, 增值评价在教育评

价发展史中出现较晚, 本身存在一些技术性问题, 学术界对其争论也相对更多, 在我国目前的教育实践中更多处于探讨和探索应用阶段。为此, 我们从国际视角对增值评价在教育领域的研究进行梳理, 明晰其历史进程, 厘清其发展脉络, 进一步前沿动向, 为增值评价的本土化研究进程提供思路。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源与处理

为了对国际上增值评价在教育领域的研究进行系统分析, 将研究主题设置为 Value-added assessment、Value-added evaluation 对 Web of science 的核心合集进行筛选, 将搜索进行按照相关度排序后, 对其中教育领域的文献进行人工筛选并剔除重复文献, 得到相关度最大的 2000 个文献。最终导出含有全纪录和引用文献的“.txt”格式文件, 用于后续的软件分析。

2.2. 研究工具与方法

借助 VOSviewer、Histcite 等软件的知识图谱、词频分析、引证分析等, 实现对作者、机构、国家合作网络分析、关键词聚类分析以及文献引证分析。研究过程主要包括以下五个方面: (1) 从选定的数据库中下载有关在教育领域增值评价的文献和题录; (2) 将下载的题录数据进行格式的转换以匹配后续使用的工具软件来进行定性与定量分析; (3) 将字段中包括作者信息、关键词、发表年限、文献摘要等的有效信息进行抽取, 并为后续的频次统计提供准备; (4) 运算频次排列表中的条目元素, 并构建知识单元的共现矩阵; (5) 通过可视化分析呈现最终效果, 生成共现知识网络图谱, 探讨教育领域增值评价研究的热点内容和发展趋势。

3. 研究结果

3.1. 国家/机构贡献

首先通过对研究者国籍/地区的分析, 可以发现不同国家对教育领域增值评价研究的贡献程度, 以及各个国家之间合作关系的亲疏程度。使用 VOSviewer 的 Full counting 算法得到发文量排名前 49 个国家的合作关系数据; 其中“minimum number of documents of a country”的值越大, 符合条件的国家越少。为了使图中能够呈现出关键的要素节点, 以及直观地展示出各要素节点间的亲疏关系, 将该值设置为“10”, 最终得出一个包含 49 个国家节点的网络知识图谱, 如图 1 所示。标签的大小代表该国家的总发文量, 连线的粗细代表两国之间的合作水平。

可以看出, 美国在该研究领域的成果颇丰, 中国的贡献和影响紧随其后, 英国、印度、德国、韩国等国家在该领域也有一定的贡献。其中, 中国-美国, 印度-韩国, 美国-韩国这三组国家之间的合作较为紧密, 其次是美国-印度, 中国-韩国, 中国-加拿大。除此之外, 我们发现美国在该领域的研究力量主要集中在亚利桑那州立大学和斯坦福大学, 中国在该领域的研究力量主要集中在中国科学院和清华大学。

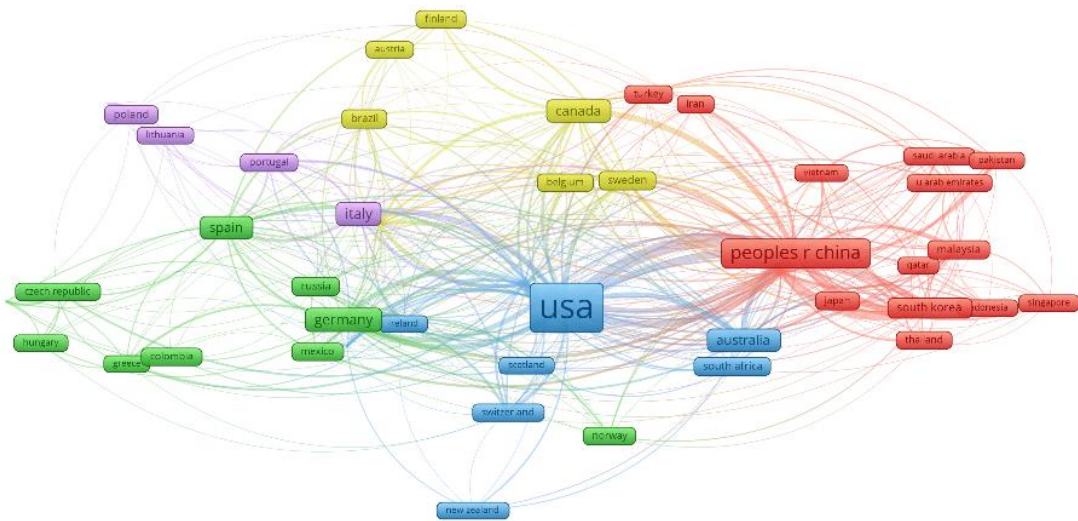


图 1 国籍/地区合作关系图

3.2. 作者合作关系

根据普赖斯定律, 核心作者发文量 $M=0.749 \times \sqrt{N_{\max}}$, 其中 N_{\max} 表示该领域最高产作者的发文量。若作者发文量大于 M 则可判断其为该领域的核心作者(陈悦、陈超美、刘则渊、胡志刚和王贤文, 2015)。结果发现, 最高产作者 Audrey Amrein-Beardsley 的发文量为 16 篇, $M \approx 3$ 篇。据此, 将 VOSviewer 中的 “minimum number of documents of an author” 值设置为 3, 筛选出 22 位核心作者。通过 Full counting 算法得到核心作者间的合作关系, 如图 2 所示。连线的粗细代表作者间之间的合作水平。

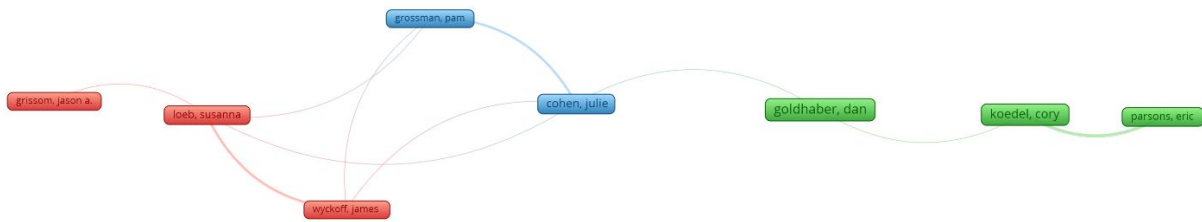


图 2 核心作者合作关系图

基于以上分析,我们发现该领域主要形成以 Susanna Loeb 和 James Wyckoff 为主、以 Pam Grossman 和 Julie Cohen 为主和以 Cory Koedel 和 Eric Parsons 为主的三个核心研究团队。

以 Susanna Loeb 和 James Wyckoff 为代表的团队，以纽约市大样本数据为依托，探究教师资源分布、流动等问题背后的原因以及带来的后果。研究的问题大致包括：（1）教师准备特征与教师对学生成绩附加值的关系；（2）教师分布与减员、流动政策的关系；（3）教师招聘与教师童年居住地的关系；（4）教学留任与学校环境、学校管理间的关系；（5）教师更替对学生成绩的影响问题（Lankford, Loeb, & Wyckoff, 2002）。从该团队的研究中可以看出：

(1) 教师更替对学生的负面影响较大,尤其是学习较差的学生,因此增值评价的应用要将重心放在教学反馈和优化上,而不是教师分配、流动等高风险决策上;(2) 相对于学校的位置,学校的管理风格以及有帮助的教师培训更能吸引优秀教师资源。

以 Pam Grossman 和 Julie Cohen 为代表的团队，利用语言艺术教学观察协议 (PLATO) 在中学英语语言艺术课堂中进行研究。前者在教师教育和专业发展、中学英语教学等领域具有一定的贡献，后者侧重挖掘高质量教学的特点，基于年级水平、学校环境、教学内容等理解教师教学。研究的问题大致包括：（1）增值评价对于教学质量差异的反应程度；（2）哪些可观察的课堂实践能够用来区分出对学生影响较大与较小的教师；（3）对比增值评价与其他测试间的结果；（4）发现增值评价中可能影响结果的变量 (Cohen & Grossman, 2016)。

从该团队的研究中可以看出：（1）学生人口学和学校特征在内的各种因素都会对增值评价结果造成影响，因此协变量的设置与计算也是增值评价模型的重点；（2）在增值评价中，选取契合专业的测试来获取学生成绩十分关键。

以 Cory Koedel 和 Eric Parsons 为代表的团队，主要围绕教育问责制背景下已有的增值模型展开研究，通过模型的对比、改进来为政策实施中的具体问题提供支持。研究的问题大致包括：（1）探索增值评价在改善 K-12 学校教学中的潜在作用；（2）将标准化测试中的测量误差因素纳入增值评价模型；（3）对比使用不同控制条件的增值评价模型（Ehlert, Koedel, Parsons & Podgursky, 2013）。从该团队的研究中可以看出：（1）几乎所有教师效能的差异都来自于教师之间的课程差异；（2）协变量的控制和选取，对基于模型输出的学校和教师排名具有重要的影响，学生背景和学校环境的效应排除将对学校、教师提供更公正的分数。

3.3. 关键词热点分析

增值评价已经从最开始桑德斯团队关于田纳西增值模型的实验，过渡到在欧洲乃至全世界范围的实践与应用（Collins & Amrein-Beardsley, 2014），根据时代背景和政策的差异以及技术的发展革新，研究内容的侧重点也发生很大变化。为进一步梳理其在演进中的热点规律，本文借助 VOSviewer 工具的聚类功能对在增值评价文献的关键词按照时间线进行可视化分析，结果如图 3 所示。

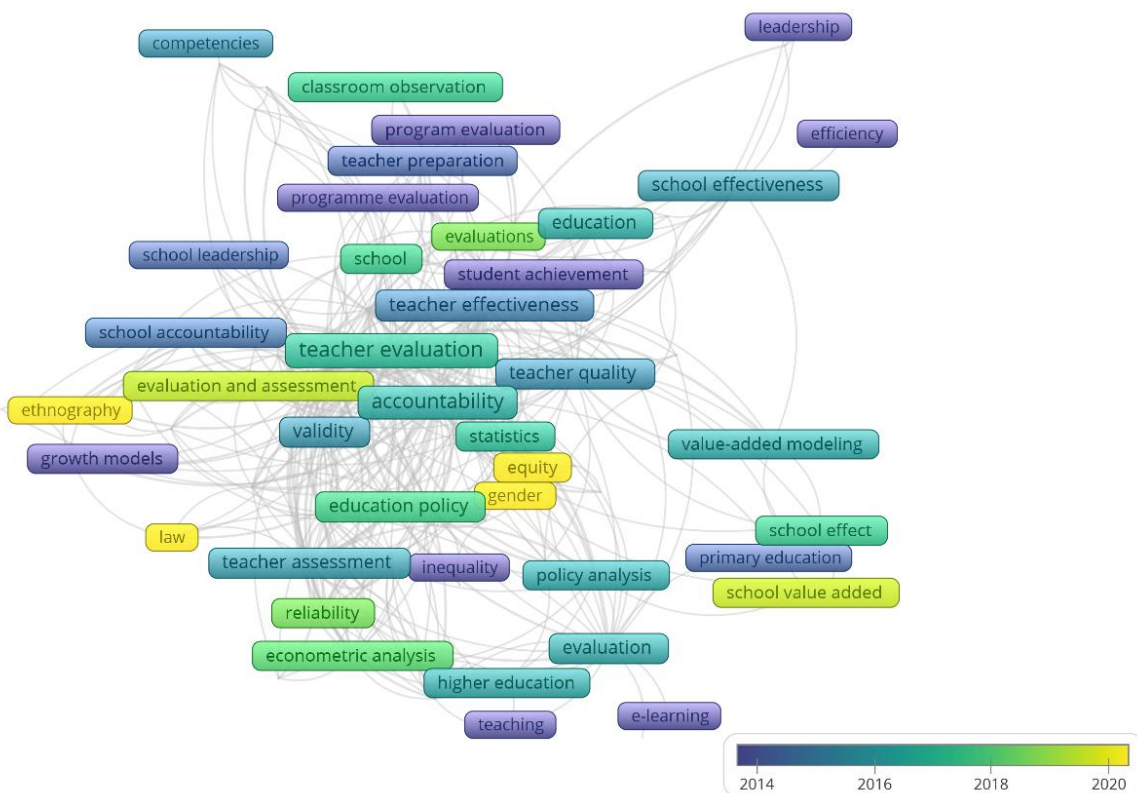


图 3 关键词聚类图

早期的研究多在中小学展开，探索使用纵向评估对项目、学校、教师进行评估（Ferrão & Couto, 2014），该阶段的研究者为增值评价在教育领域的应用打下了良好的基础，为教学评价提供新的范式。随着记录缺失、临时学生、前任教师影响问题的解决，增值评价模型逐渐走向成熟，也被更广泛的推广和使用。到了中期，可以看到高等教育中的增值评价研究走上舞台，多以学生四年间的增值来作为高校评价的依据。与此同时，该时期在结合政策探讨模型有效性、教学效能等问题的研究占主导地位（Harris, 2012），大量的实验和准实验研究被用来探索增值评价分数与被评价者能力间的关系，以及增值评价是否对被评价者具有深远的影响。

到了后期，研究者在延续中期研究风格的同时，开始转向可信度、公平性等问题的探讨。

作为经济学的产物，增值评价在教育领域的采用、实施和使用，尤其是与教师工资、聘用等高风险决策相关时，学者之间的分歧越来越大。其中，教育经济学家往往认为增值评价在教育领域具有一定的优势和潜力，有助于提高教学效能，改善绩效制度。而教育教学研究者常对增值评价用于教育评估表示担忧，主要讨论的问题包括：（1）方法问题，例如可靠性、有效性、偏见；（2）保障问题，例如公平性、透明性、可用性；（3）后续问题，例如结果的高风险、对学校文化和教学专业的影响。同时，数据分析也作为一个热点关键词出现，说明该阶段更注重数据的搜集、分析与利用。

3.4. 引证关系分析

为了解国际上教育领域增值评价的核心文献及其在发展历程中的推动作用，我们使用 Histcite 工具对该领域文献的引证关系进行分析并绘制出发展脉络，将 Limit 设置为 30，即选中 LCS 排名前三十的文献，共得到 54 条引证关系连线，结果如图 4 所示。

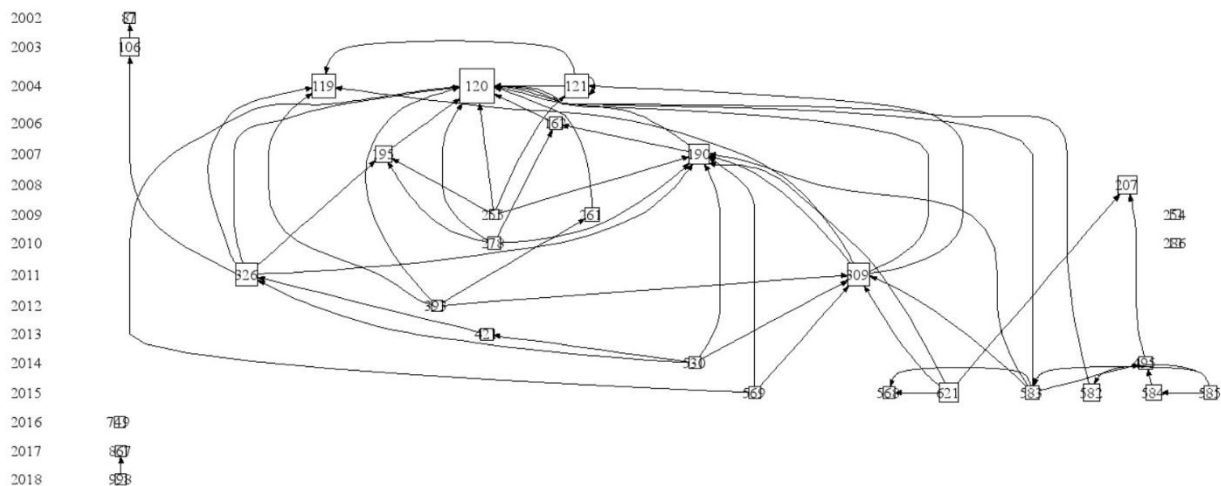


图 4 增值评价文献引证关系图

该图中的每个节点都代表一篇文献，两线代表二者之间存在引证关系，节点的圆圈大小代表该文献的本地引用次数，圆圈越大，说明该文献受到本领域的关注度越高。其中编号“120”的文献对应的圆圈最大，说明“120”对应的文章“Controlling for Student Background in Value-Added Assessment of Teachers”在所有导入的文献中受到的关注程度最高。该文献中指出田纳西增值评价系统（Tennessee value added assessment system, TVAAS）忽略了对社会经济地位（Social Economic Status, SES）、人口统计学或其他影响成绩的因素的控制，这将导致评价产生误差。通过在具有教师固定效应的模型中估计 SES 和人口统计学的影响来消除后者的影响，然后使用残差分数作为 TVAAS 中的因变量，从学生测试分数中去除 SES 和人口统计学因素的影响。结果发现，在学生水平上控制 SES 和人口因素对 TVAAS 评估的教师影响很小，但是当控制包括学校中有资格享受免费或降价午餐的学生比例时，会产生更大的影响（Ballou, Sanders & Wright, 2004）。

其次是与“120”来自同一期刊 Journal of Educational and Behavioral Statistics 的编号“121”和“119”的文献。“121”对应的文献“A Potential Outcomes View of Value-Added Assessment in Education”。该文献在讨论了在概念化和获得教师因果影响的可靠估计方面的挑战后，从鲁宾因果模型（Rubin Causal Model, RCM）“潜在结果”的角度进行增值评估，以澄清评估目标并理解所寻求的比较类型的数据局限性，同时为未来的研究方向贡献了想法，即重点研究基于增值模型实施奖励结构的效果，而不是评价教师和学校本身的效果（Rubin, Stuart & Zanutto, 2004）。“119”对应的文献“An Empirical Comparison of Statistical Models for Value-Added Assessment of School Performance”。该文献主要是对比了增值评价中的不同模型，得出四个结论：（1）在小学低年级各学科的应用中，各增值评价模型都具有高度相关，因此简单的模型简单固定效应模型 SFEM 比复杂的模型分层混合效应模型 LMEM 更可取；（2）在低风险的问责制中，SFEM 比 AHLMM 更可取，该制度为效率较低的学校提供激励和资源

以改进学校, 且不以增值措施为加薪基础; (3) 收缩和多变量分析的单独效应不显著, 而包括显著的学生和学校水平协变量的效应是显著的 (Tekwe, Carter, Ma, Algina, Lucas & Roth, et al, 2016)。

此外, “261”对应的文章“Teacher Preparation and Student Achievement”的 GCS 数值最大。该文献是评估教师准备特征与教师对学生考试成绩的附加值的影响的开创新文章之一, 其研究结果表明, 教师准备对增值评价的影响在各个年级、学科间具有较大差异, 支持教师教学准备的项目可能吸引更优质的教师, 且与实践直接相关的准备对教师的第一年教学有很大的帮助 (Boyd, Grossman, Lankford, Loeb & Wyckoff, 2009)。

基于以上分析, 可以发现: (1) 教师增值评价的研究要以最终应用效果为落脚点, 不应止步于模型构建; (2) 教师增值评价需要更多地考虑教师投入因素; (3) 教师增值评价在不同学科、年级间的探索具有相对独立性。

4. 研究趋向

4.1. 理念趋向: 面向师生人力资本协同发展

教育领域中增值评价的目标制定需要兼顾服务国家宏观经济战略与关照师生个体感受的双重任务。以往增值评价实践多以学生成绩为抓手, 虽然改善了起点公平问题, 但仍未破除唯分数论的禁锢, 因此增值评价应将测评重点向素养提升倾斜, 以师生主体间素养的协同增值作为落脚点。同时, 随着教育研究的深入, 教师投入与学生成绩间的关系被不断指出, 教师投入因素也逐渐被增值评价研究所关注。将教师投入等教师素养增值纳入增值评价研究, 也是适应新时代教育理念和人才培养理念的必然趋势。

4.2. 模型趋向: 个性化表征的多水平模型

众所周知, 增值评价在实施中具有一定的技术难点, 体现在其依靠庞大的数据库和复杂的计算模型 (Gilrairie, Gu & McMillan, 2020)。增值评价的根本动力来源于时代发展要求以及地区政策驱动, 面向不同地区、不同学区、不同年级、不同学科的增值评价研究, 既要面向大局统筹规划, 又要对指标模型进行个性化处理, 适应其特殊性要求。因此, 设计面向广泛教育研究者、实践者、管理者的计算模型变成为了模型建构的重点。

4.3. 方法趋向: 多重测量支撑证据链表达

在大数据和厚数据的时代下, 数据已经成为各领域关注和研究的重点。真实的教学数据, 尤其是高质量、有效的真实数据是产生测评证据的基础随着教育理念的革新和智慧教学场景的升级, 围绕增值评价展开的指标设计、数据采集也越来越繁杂, 因此就需要多重测量方案来支撑增值评价的证据表达。将教学起点证据、教学投入证据、教学交互证据、教学结果证据等统筹纳入证据链条, 既能体现出科学严谨的循证理念, 又能体现螺旋上升的增值理念。

4.4. 数据趋向: 全数据动态刻画教学流程

增值评价将改变原有的数据面貌, 从静态的结果性测试数据转变为实时过程性的动态数据, 根据测评需求以全数据、全周期、全流程的思维, 依靠数字化平台和智能传感设备对教学活动中产生的自然数据进行完整采集, 通过不同视角对教学流程进行刻画, 最终形成动态评估机制。

4.5. 结果趋向: 智能平台赋能伴随式反馈

增值评价作为经济学概念, 在早期的应用中更多注重以绩效、效能评估来为相关管理者提供决策方案 (Amrein-Beardsley & Holloway, 2019)。随着教育研究者同教育经济学研究者的思维不断碰撞, 教育领域的增值评价在达到提高评价效率、决策效率的基础上, 也需要为师生的增值提供方案。因此, 可以提供跨场景、跨时空的伴随式反馈的智能平台的赋能将成为增值评价结果应用的研究趋向。

5. 结语

增值评价在教育领域的应用包括学生增值评价、教师增值评价、学校增值评价等, 对国

际上增值评价研究的梳理和总结有助于教育研究者直观地了解该领域的历史脉络、研究现状以及前沿热点，为本土化研究的进行提供重要的支持作用。本研究通过对核心作者、核心文献及关键词演进的分析，提出了增值评价在教育领域中的五个趋向，为后续的增值评价研究提供思路。今后我们将基于此分析结果及研究趋向，针对不同类型的教育场景进行本土增值评价研究及个案分析，满足实际需求。

参考文献

- 陈悦、陈超美、刘则渊、胡志刚和王贤文 (2015) 。CiteSpace 知识图谱的方法论功能。科学学研究, 33(02), 242-253。
- Amrein-Beardsley, A., & Holloway, J. (2019). Value-added models for teacher evaluation and accountability: Commonsense assumptions. *Educational policy*, 33(3), 516-542.
- Ballou, D., Sanders, W., & Wright, P. (2004). Controlling for student background in value-added assessment of teachers. *Journal of educational and behavioral statistics*, 29(1), 37-65.
- Boyd, D. , Grossman, P. , Lankford, H. , Loeb, S. , & Wyckoff, J. H. (2009). Teacher preparation and student achievement. *Social science electronic publishing*: 31(4), 416-440.
- Cohen J. & Gossman P.(2016). Respecting complexity in measures of teaching: Keeping students and schools in focus. *Teaching and teacher education*: 55(1), 308-317.
- Collins, C., & Amrein-Beardsley, A. (2014). Putting growth and value-added models on the map: A national overview. *Teachers college record*, 116(1), 1-32.
- Ehlert M., Koedel C., Parsons E., & Podgursky M. (2014). The Sensitivity of value-Added estimates to specification adjustments: evidence from school- and teacher-level models in Missouri. *Statistics and public policy*:1, 19-27.
- Ferrão, M. E., & Couto, A. P. (2014). The use of a school value-added model for educational improvement: a case study from the Portuguese primary education system. *School effectiveness and school improvement*, 25(1), 174-190.
- Gilraine, M., Gu, J., & McMillan, R. (2020). A new method for estimating teacher value-added (No. w27094). National bureau of economic research.
- Harris, D. N. (2012). How do value-Added indicators compare to other measures of teacher effectiveness? What we know series: value-added methods and applications. Knowledge Brief 5. Carnegie foundation for the advancement of teaching.
- Lankford, D., Loeb ., & Wyckoff J. (2002). Teacher sorting and the plight of urban schools: A descriptive analysis. *Educational evaluation and policy analysis*: 24(1), 37-62.
- Lazear E. P. (1999). *Economic imperialism*. Boston: National bureau of economic research.
- Rubin, D. B., Stuart, E. A., & Zanutto, E. L. (2004). A potential outcomes view of value-added assessment in education. *Journal of educational and behavioral statistics*, 29(1), 103-116.
- Tekwe, C. D., Carter, R. L., Ma, C. X., Algina, J., Lucas, M. E., Roth, J., & Roth, J. , et al(2016). An empirical comparison of statistical models for value-added assessment of school performance. *Journal of educational and behavioral statistics*, 29(1), 11-36.
- Ruzek, E. A., Domina, T., Conley, A. M., Duncan, G. J., & Karabenick, S. A. (2015). Using value-added models to measure teacher effects on students' motivation and achievement. *The Journal of early adolescence*, 35(5-6), 852-882.

国际视野下的多模态学习分析动态与前沿：基于知识图谱视角

The Dynamics and Frontiers of Multimodal Learning Analysis from an International

Perspective: Based on the Perspective of Knowledge Graph

冯西雅¹, 高雨婷², 牟智佳³

江南大学 “互联网+教育” 研究基地, 江苏 无锡 214122

2173009665@qq.com

【摘要】 多模态学习分析是多模态技术与学习分析交叉融合的生长点, 为复杂环境下的学习测量与评价提供了新视角。以该领域的数据库为分析源, 采用共现分析、聚类分析等方法, 从国际化组织、关键词共现图谱、研究热点与演进等方面进行定量分析。结果显示: (1) 多模态学习分析研究的学术群体间呈现零散分布状态; (2) 研究演进呈现从知识模型与框架设计到多模态特征提取与情感分析, 再到多模态表征学习与深度学习的脉络趋势; (3) 未来主要趋向包括: 无感知数据采集、学习机理分析、智能化工具开发、隐私保护与治理、开放多模态学习分析模型。

【关键词】 多模态学习分析; 多模态数据; 热点主题; 未来趋向

Abstract: Multimodal learning analysis provides a new perspective for learning measurement and evaluation in complex environments. In the field of the source database for analysis, quantitative analysis is carried out from international organizations, keyword co-occurrence maps, research hotspots and other aspects using co-occurrence analysis, cluster analysis and other analysis methods. The results show that: (1) Multi modal learning analysis research has initially formed a number of academic groups, but the groups are scattered; (2) The research evolution shows a trend from knowledge model and framework design to multimodal representation learning and deep learning; (3) The trends in the future include: imperceptible data collection, learning mechanism analysis, intelligent tool development, privacy protection and governance, and open multimodal learning analysis model.

Keywords: Multimodal learning analysis; Multimodal data; Hot topics; Future trends

1. 多模态技术发展催生多模态学习分析

随着学习分析、多模态技术、生物识别、语义分析等技术的交叉融合, 多模态学习分析成为新的研究方向, 并得到不同学术组织群体的广泛关注。多模态的人工智能能够通过感知不同的信息维度和信息来源, 促进人机交互走向智能化。应用多模态融合技术可以从多源数据感知和理解学习者, 以帮助其更好地思考和学习。当前, 多模态学习分析研究已取得初步进展, 相关研究者通过脑电、眼动、人机交互等技术采集学习者的学习痕迹数据, 分析复杂环境下的学习表现。为进一步了解该领域的国际发展脉络和研究热点, 我们对已有研究成果进行量化和质性分析, 窥探其研究规律、挖掘其潜在研究价值, 为促进多模态学习分析研究提供有益的启示。

2. 多模态学习分析研究的文献梳理

2.1. 文献来源

由于多模态学习分析属于交叉学科研究方向, 不同的研究组织中都有关于该方向的研究讨论, 涉及多模态学习分析的研究组织主要包括多模态交互国际会议、学习分析与知识国际会议、促进多模态文化的技术生态系统国际会议、知识发现与数据挖掘国际会议、云计算与

物联网国际会议等。其中多模态交互国际会议、学习分析与知识国际会议围绕多模态学习分析研讨较多。在关键词选择上,我们以 Multimodal Learning Analytics、Multimodal Data、Multimodal Behavioral Analytics、Eye-Tracking Learning Analytics、EEG Learning Analytics、Multimodal Information Learning and Analytics、Multimodal Deep Learning、Multi-Sensor Analytics、Wearable Motion Sensor Analytics 为关键词进行筛选,提取与多模态学习分析直接相关的文献,最终获得样本数据 237 篇。

2.2. 研究方法与过程

本研究采用共现分析、聚类分析、维度分析、时序分析等方法,其中共现分析用于分析关键词的共现关系,筛选出核心关键词;聚类分析用于分析关键词的类别,聚焦领域核心研究内容;维度分析力求找出研究领域分布状态;时序分析致力于判断研究走向和趋势。具体分析过程包含以下步骤:(1)汇总近十年发表的多模态学习分析相关文献,对文献数据进行筛选;(2)提取文献数据中的关键信息,如作者、研究机构、文章标题、关键词、发表年份等,利用文献管理软件筛选、清洗关键词,合并同义词和单复数;(3)通过知识图谱和数据分析软件,对样本数据进行可视化分析并生成相应图谱;(4)结合分析结果和文献内容,梳理当前研究热点、研究领域和研究演进。

3. 多模态学习分析的国际组织分析

3.1. 研究者机构分析

通过对研究者所在机构分析,可以了解当前多模态学习分析的主要研究群体和研究机构,掌握不同机构对相关领域的贡献和合作关系,分析结果如图 1 所示。其中,连线的多少表明不同机构之间的合作关系,连线越多表明机构之间的合作关系越强。



图 1 多模态学习分析研究机构关系

在文献总量上,Stanford University 以 11 篇的发文量高居首位;其次是 University of Southern California,发文量为 6 篇;University of British Columbia 和 University Valparaiso 以 5 篇的发文量并列第三。在机构合作上,形成了以上述几所高校为首的多个研究机构团体。以 Stanford University 为例,该校研究者与 University of California、University of Southern California、Carnegie Mellon University 等诸多高校研究者之间存在相互合作关系。

3.2. 学术共同体分析

为进一步了解学术群体形成状态,我们对研究者之间的合作关系进行分析,结果如图 2 所示。由图可知,多模态学习分析研究已初步形成多个学术群体,包括 Marcelo Worsley 与 Mutlu Cukurova 等群体、Rodolfo Villarreal 与 Roberto Munoz 等群体、Marcus Specht 与 Hendrik Drachsler 等群体、Laura Allen 与 Caitlin Mills 等群体。但多个学术群体呈现零散分布状态,缺少互通与合作,这与该研究方向发展状况以及交叉学科原有特性有一定关联。

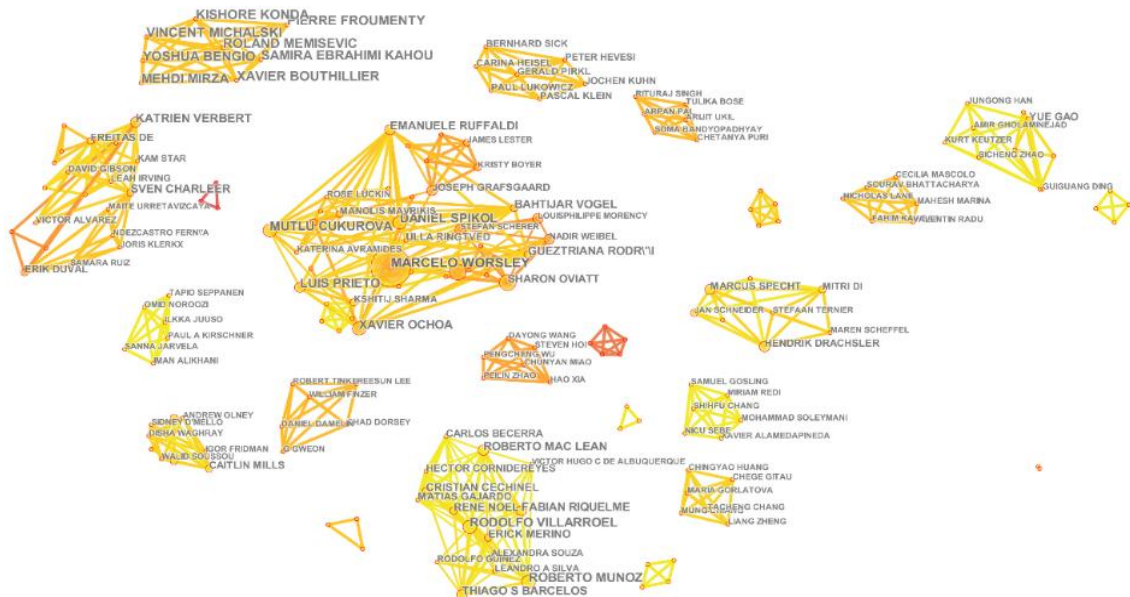


图 2 多模态学习分析学术群体合作关系分析

4. 多模态学习分析的研究热点分析

4.1. 多模态学习分析的关键词共现分析

关键词在一定程度上反映了多模态学习分析的研究热点，并能作为预测其未来研究趋势的重要指标，分析结果如图 3 所示。其中，字体大小表示该关键词出现的频次高低，字体越大，表明关键词的词频越高；连线的粗细表明关键词之间连接关系的强弱，连线越粗，表明关键词之间的联系越强。除 multimodal learning analytics、multimodal、multimodal data、EEG 这四个检索关键词外，deep learning、learning analytics、machine learning、classification、fusion、neural network、data mining、wireless sensor network、emotion recognition、wearable sensor 是排名前十的关键词。可以看出，多模态学习分析与以深度学习和机器学习为代表的人工智能结合比较紧密，可穿戴设备和感知技术为学习者的多种模态数据搜集提供数据源支持，而神经网络、模式识别、预测分类等为多模态学习分析算法提供支撑。此外，数据融合也是多模态学习分析研究中的一个重要方向，即将不同传感器所获得的学习数据分别处理后进行融合，形成统一的数据集，它包括数据层融合、特征层融合、决策层融合。在数据融合过程中还需要进行降维，减少相关程度低的数据，加快学习和模型的建立。

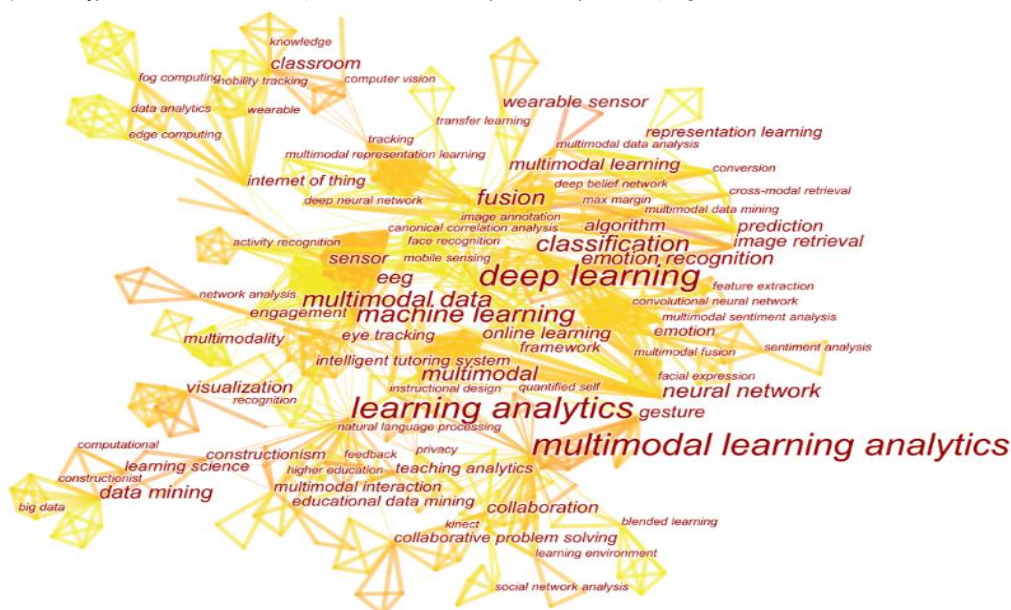


图 3 多模态学习分析关键词共现图谱

4.2. 多模态学习分析的热点主题分析

主题聚类用于聚焦当前研究热点和主题，通过对研究主题的聚类分析，可以了解当前研究热点，分析结果如图4所示。主题聚类大致分为15个类别，对各类别进一步归类划分如下：聚类#0 modeling students programming 和聚类#9 understanding regulation 侧重对学生的程序设计进行建模和学习调节。例如，有研究者对学生在问题解决系统中的行为表现进行分析，该系统由一系列逻辑任务组成，实验装置包括问题解决系统、六通道脑电耳机、生理传感器、视频源等，基于多种数据源来评估他们的情感反应、认知特征，并对学习过程中自我学习水平的掌握状态进行预测分析 (Jraidi, & Frasson, 2013)。

聚类#1 convolutional neural network、聚类#2 symmetrical deep neural network 和聚类#11 rule-based learning 是多模态学习分析中常用的分析方法，其中卷积神经网络用于序列类的数据处理和图像类文本的识别；对称深层神经网络用于对人体运动进行分析和识别；基于规则的学习则主要用于分析眼动数据。

聚类#3 scandent decision forest 和聚类#8 fog network 为多模态数据的分析算法，该类研究主要比较不同算法之间的有效性。聚类#4 multivariate machine 和聚类#12 effective digital learning 强调了多模态分析的重要性，通过多维数据分析为有效的数字化学习提供科学依据。例如，多模态学习分析可以为特殊教育的学生进行学习困难诊断，并为其创造新的学习体验 (Worsley, & Blikstein, 2018)。聚类#5 sensor data acquisition 和聚类#15 human action recognition 主要包括脑电数据、行动数据、定位数据等数据的采集和行为识别。例如，教育心理学研究者以认知和情感理论为基础，基于学习者面部表情、眼动追踪、学习点击流数据以及学习情境数据，使用机器学习建立计算模型并设计自动化测量方法，对学习参与者参与度进行识别分析 (D'Mello, Dieterle, & Duckworth, 2017)。此外，有研究者采用增强现实技术设计开发了基于桌面的视听活动系统，基于视听数据、界面交互数据、学习活动日志数据对学习结果进行预测分析 (Schneider, & Blikstein, 2015)。

聚类#6 pair programming 和聚类#13 collaborative construction 主要围绕合作编程与协作学习展开。例如，在软件工程课程中，研究者用乐高 Rbricks 模拟学习活动中的协作与交流，在课堂中使用传感器跟踪和测量学生的对话与协作行为，以此评估协作组与非协作组各自的努力程度、工作效率与特征 (Cornide, Noël, & Riquelme, 2019)。聚类#7 automated writing evaluation system 是借助写作系统中的文本分析，提供即时的学习反馈和成绩跟踪。聚类#10 video classification 主要研究在视频分类中的多模态表现学习，是机器学习的一种形式。Mutlu Cukurova 等从人工智能分析的视角出发，对教育机构中提供辩论辅导的教师决策过程进行建模分析，通过多模态数据揭示辩论辅导过程中的社交和情感状态变化，结果表明基于数据分析的决策模型能够准确地对教师进行分类，并能够支持教师在情境中进行分析决策，而非直觉判断 (Cukurova, Kent, & Luckin, 2019)。也有研究者对课堂环境下两位不同老师所实施的教学活动进行分析，使用可穿戴传感器和机器学习技术对教学行为进行自动提取编排，数据集包括眼动跟踪以及来自所佩戴传感器的视听和加速度测量数据，研究得到的模型能够对教学活动和社交互动进行预测 (Prieto, Sharma, & Kidzinski, 2018)。

5. 多模态学习分析的演进进程分析

为进一步了解多模态学习分析研究的整体变迁，我们对历年关注点的演进变化进行分析，结果如图6所示。在2002年仅有“algorithm”一词，出自 Barbara Hammer 等人所撰写的“Learning Vector Quantization for Multimodal Data”一文，彼时多模态学习分析的概念尚未兴起，仅有部分研究者围绕多模态数据的处理进行分析。Barbara Hammer 等人详细介绍了在使用学习向量量化 (LVQ) 原型聚类方法的基础上引入神经气体算法对多模态数据进行处理，为后续对多模态数据的分析提供了方法和技术指导。在2010年，多模态学习分析研究主要集中在对数据框架和知识模型的研究上。2014年以来，随着混合式学习、学习分析以及大数据技术的逐步发展，大量的线上和线下学习数据可供采集和使用，研究者通过对多模态特征数

据提取分析学习情感等。2018 年以后，人工智能技术被广泛应用于多模态学习分析。在教育人工智能发展方向上，有研究者提出利用多模态机器学习创建和复制人类认知，通过多模态学习分析设计基于人工智能技术的人工制品，最终支持、帮助和扩展人的认知能力 (Cukurova, 2019)。

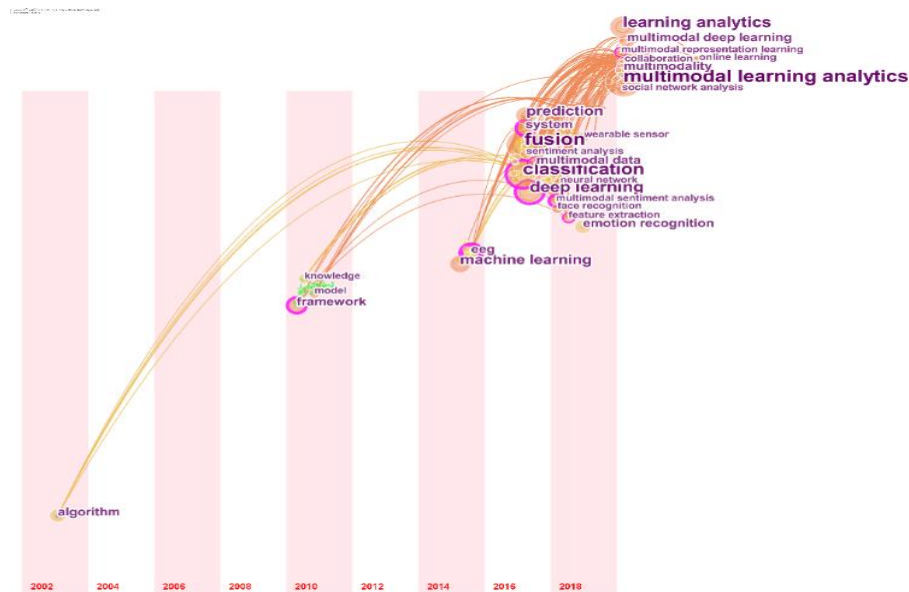


图 4 多模态学习分析研究演进

6. 多模态学习分析的未来趋向

6.1. 多模态学习数据的无感知采集

无感技术作为人工智能领域最新的一种应用形态。无感技术可以大致理解为参与人在没有感觉（或者不主动关注）的状态下完成某项指定活动的技术，它本身不作为一个独立的环节出现，不需要专门的操作动作，其核心思想是“去人工化+无人值守”。无感技术本身并不作为一项独立技术存在，而是多种新型技术的有效融合，人工智能、区块链、云计算、大数据、物联网等底层应用都是无感技术的骨架支撑和构成元素，无非是在不同的应用场景有不同的侧重而已。在传感器发展上，低成本传感器的发展与应用在一定程度上推动了多模态学习分析，研究者使用低成本的传感器评估课堂环境下学生的注意力水平 (Beerwinkle, 2020)、研讨会上的技能水平 (Wang, Mei, & Jia, 2020)、口头汇报上的姿势分类 (Munoz, Villarroel, & Barcelos, 2018) 等，未来需要通过无感化技术进行数据采集。在多模态分析系统上，研究者从软件体系结构视角对当前多模态学习分析的架构方案进行了对比分析，发现现有的体系结构并不能为分析不同学习活动的的数据价值链 (DVC) 提供有效支持，未来需要在无感知数据采集的体系结构分布、灵活性和可扩展性（更多关注数据组织和决策）等方面进一步探索 (Shankar, Prieto, & Rodríguez, 2018)。

6.2. 基于多模态技术的学习机理分析

学习机理是指各个要素之间知识流动的渠道和作用方式。多模态学习分析是多模态交互、信号处理、学习科学、机器学习等学科交叉形成的方向，而学习科学与机器学习又是其主要学科基础，这两个学科领域都对多模态学习分析开展独立的研究探索。但两者之间对于“学习”的讨论并不一样，一个是研究学习认知过程和社会化过程以产生最有效的学习，一个是研究计算机如何模拟和实现人的学习行为，从数据中学习规律并利用规律对未知数据进行预测。未来对学习过程的机理分析既需要来自认知神经科学的测量，也需要基于多模态数据的机器学习分析，两大学科领域需要建立统一的学术话语体系与共同体，共享学习分析成果，共同磋商与探索学习内在的机理与变化，为催生新型学习理论提供研究基础。

6.3. 支持多模态学习分析的智慧化工具开发

该方向聚焦于智能化工具开发与智能分析，主要包括多模态学习分析框架、人工智能分

析方法、智能化分析工具设计等。多模态学习分析中的一个核心组成部分是模型和框架的开发，以此为不同情境下的数据分析建立标准和规范。为应对多模态数据增长，需要开发一种能够从多种模态中有效提取信息的智能多模态分析框架，研究者采用集成特征提取方法开发了一种新的多模态信息抽取代理，利用文本、音频、视频三种模式特征对用户生成的多模态数据进行语义和情感信息的推理和聚合。也有研究者基于课堂师生的头部姿势构建面部动作单位，开发能够对教师教学技能和学生课堂参与进行自动评估的视听评价系统。在智能分析方法上，研究者利用多模态序列分类器，对自然环境下多方对话过程中关于笑的表情进行分析，利用多维数据通道从音频流中提取频率和频谱特征，从视频流中提取与运动相关的行为特征。在此基础上，使用隐马尔科夫模型和回升状态网络对交流过程中的副语言行为进行识别，并取得了相当高的准确度。

6.4. 多模态学习分析的隐私保护与治理

随着教育大数据与智能数据挖掘的逐步发展，与数据有关的隐私安全与伦理问题开始进入大众视野，如何规避新的伦理风险需要进一步研究探索。我国《数据安全法》的立法宗旨是规范数据处理活动，保障数据安全，促进数据开发利用。所以数据要素最好的治理办法，不是通过单一的所有权约束，而是通过在数据使用中的隐私保护去实现。数据隐私治理提供了保护数据并安全释放其价值所需的工具和见解。当前关于多模态数据安全与隐私保护的研究还停留在理论探索的层面，即处于早期发展阶段，未来还需要围绕隐私信息数据的生命周期开展系统探索，并转化为实践应用。当前，隐私计算正成为一种系统性加强隐私保护的范式，它是面向隐私信息全生命周期保护的计算理论和方法。使用隐私计算技术可以提供通用的隐私保护服务，降低通信和存储成本，未来有很大的研究空间。

6.5. 开放化的多模态学习分析模型与应用

模型是表征系统的典型表达形式，科学建模的方法只有在形成、评价、支持研究的情境中起作用。对建模来说，很重要的是开发、修改、操作表征来解决问题、解释事物，需要整合多种数学方法，而非简单应用单一的解决方法。在复杂学习环境下，探索多维数据与学习之间更高阶的关系映射，并进行类推以形成系统分析模型是开展多模态学习分析研究的理论基础。当前学习空间、学习数据呈现分布式状态，这使得学习方式和学习行为变得多样化，需要整合物理和数字空间的学习表现进行分析，对跨空间学习过程中的认知、情绪、行为等关系进行立体建模，揭示产生有效学习的生理信号与行为变化。开放化的多模态学习分析探讨的主题包括开放研究（开放数据集与预测模型）、开放标准、开源软件、机构战略与政策等。开放多模态学习分析模型涉及不同的场景目标，如监测分析、预测与干预、反馈与适应、个性化支持、意识与反思等，因此需要设计特定的问题和指标来服务于不同对象 (Pardos, Whyte, & Kao, 2016)。开放多模态学习分析面临的挑战包括开放源代码、开放系统架构、开放标准、开放应用程序接口等，这些挑战对于解决该领域的互操作、道德与隐私以及广泛部署等问题至关重要 (Muslim, Chatti, & Mahapatra, & Schroeder, 2016)。

参考文献

- Beerwinkle A L. (2020). The use of learning analytics and the potential risk of harm for K-12 students participating in digital learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 69(11): 327-330.
- Cornide-Reyes H, Noël R, Riquelme F, et al. (2019). Introducing low-cost sensors into the classroom settings: Improving the assessment in agile practices with multimodal learning analytics. *Sensors*, 19(15): 1-25.
- Cukurova M. (2019). Learning analytics as AI extenders in education: Multimodal machine learning versus multimodal learning analytics. *Mitchell T. Proceedings of the Artificial Intelligence and Adaptive Education Conference. New York: IEEE*, 2019: 1-3.

- Cukurova M, Kent C, Luckin R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision making: A case study in debate tutoring. *British Journal of Educational Technology*, 50(6): 3032-3046.
- D'Mello S, Dieterle E, Duckworth A. (2017). Advanced, analytic, automated (AAA) measurement of engagement during learning. *Educational psychologist*, 52(2): 104-123.
- Jraidi I, Frasson C. (2013). Student's uncertainty modeling through a multimodal sensor-based approach. *Educational Technology & Society*, 16(1): 219.
- Munoz R, Villarroel R, Barcelos T S, et al. (2018). Development of a software that supports multimodal learning analytics: A case study on oral presentations. *Journal of Universal Computer Science*, 24(2): 149-170.
- Muslim, A., Chatti, M. A., Mahapatra, T., & Schroeder, U. (2016). A rule-based indicator definition tool for personalized learning analytics[A]. Dawson S., Drachsler H., Rose Carolyn. *In Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge*. New York: ACM, 264-273.
- Pardos, Z.A., Whyte, A. & Kao, K. (2016). moocRP: Enabling open learning analytics with an open source platform for data distribution, analysis, and visualization. *Technology, Knowledge and Learning*, 21(1):75-98.
- Prieto L P, Sharma K, Kidzinski Ł, et al. (2018). Multimodal teaching analytics: Automated extraction of orchestration graphs from wearable sensor data. *Journal of computer assisted learning*, 34(2): 193-203.
- Schneider B, Blikstein P. (2015). Unraveling students' interaction around a tangible interface using multimodal learning analytics. *Journal of Educational Data Mining*, 7(3): 89-116.
- Shankar S K, Prieto L P, Rodríguez-Triana M J, et al. (2018). A review of multimodal learning analytics architectures. Merkel L , Atug J , Berger C , et al. IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). New York: IEEE, 212-214.
- Worsley M, Blikstein P. (2018). A multimodal analysis of making. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 28(3): 385-419.
- Wang T , Mei Y , Jia W , et al. (2020). Edge-based differential privacy computing for sensor-cloud systems. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 136(2): 75-85.

多媒体课件中事实性知识与插图的眼动研究

An Eye-tracking Study of Factual Knowledge and Illustrations in Multimedia Courseware

杨燕¹ 代思琦¹ 颜欣¹ 张琪^{1*}

淮北师范大学, 教育学院

*zqzqhata@sina.com

【摘要】 为提升学习效率, 多媒体教学 PPT 的插图类型与知识间的适应性至关重要。本研究聚焦事实性知识与不同类型插图的眼动研究, 探索不同类型的插图与事实性知识的适应性。研究将 30 名被试分为三组进行眼动实验, 完成前测问卷、眼动刺激材料和后测问卷, 将材料分为插图区、文本区、图文区。研究从眼动数据、认知负荷、学习成绩三方面分析, 发现事实性知识与组织性插图相互搭配, 可使学习者充分调动认知资源, 获得较好学习效果。

【关键词】 插图; 多媒体学习; 眼动范式

Abstract: The adaptability of illustration types and knowledge of multimedia teaching PPT are crucial for boosting learning efficiency. This study is mostly about how the eye tracks when looking at factual knowledge and various types of illustrations, as well as the adaptability of various types of illustrations and factual knowledge. The 30 subjects were divided into three groups for eye tracking studies, which included completing pre-test questionnaires, eye tracking stimulus materials, and post-test questionnaires. The resources were organized into three sections: illustration, text, and graphics. The study looks at eye tracking data, cognitive load, and academic performance. It finds that combining factual knowledge with organizational graphics can help students use all of their cognitive resources and learn better.

Keywords: illustration; multimedia learning; eye movement paradigm

1. 引言

在“教育信息化”以及“教育现代化”的潮流下, 多媒体教学已经成为大势所趋(齐逸翎, 2020)。多媒体教学是教师利用多媒体信息引导学生进行信息筛选、验证、加工和组合的过程(闫志明、郭喜莲和王睿, 2018)。其中 PPT 作为一种多媒体教学媒介, 可以在课堂教学中呈现多种形式交互性内容, 深受教师和学生的欢迎。这就迫切要求教育研究者探究学习者在多媒体教学中的学习效果及学习适应性等问题。眼动技术可以深入评估多媒体学习效果, 量化注意力和学习结果之间的关系, 应用于研究插图类型与知识之间的适应性。目前, 已有大量研究对概念性知识、程序性知识与不同类型的插图间的适应性展开了讨论, 但事实性知识与不同类型插图之间的适应性研究不够丰富。

基于此背景, 本研究通过梳理双重编码理论、多媒体学习认知理论、认知负荷理论并运用眼动追踪技术, 探究事实性知识与何种插图适应性最好, 达到吸引学习者注意、减少认知负荷、提高学习效果的目标。以 PPT 作为载体, 研究自变量为插图类型, 包括表征型插图、组织型插图、解释型插图, 收集到的数据主要为眼动数据和后测学习结果的数据(Fang-Ying Yang, Chun-Yen Chang, & Wan-Ru Chien, 2013)。眼动数据为插图区、文本区、图文区内的总注视次数、总注视时间、首次注视时间四个眼动指标的数据, 后测学习结果数据为被试学习三组刺激材料后的记忆力、迁移能力和学习表现。进行 SPSS 分析, 发现事实性知识与解释型插图适应性最高。

2. 文献综述

2.1. “插图”眼动研究

插图的英文为“Illustration”，为说明、图解之意，作用是说明内容。本研究从知识可视化和教育的视角，结合插图“说明”这一特征，将插图定义成用来可视化学习内容，具有表征、组织和解释学习内容作用的说明性图形或图像。Mayer按照功能将插图分为四大类：装饰性插图、代表性插图、组织性插图、解释性插图（理查德·E·迈耶，2014）。本研究因探究的是事实性知识与不同类型插图之间的适应性，且装饰型插图表示的是与学习内容无关的插图，所以本研究只考虑表征型、组织型、解释型三类插图（Dewolf, Van Dooren, & Verschaffel, 2017）。当前已有多项研究表明，人们使用多种表征（如文本、图片）进行整合学习比使用单一表征学习得更好（Jian, 2019）。插图和文本同时呈现可能更有利于学习者的学习和理解（Carlson, Robert, & Chandler, et al, 2003）我们将针对插图区、文本区、图文区进行数据分析。眼动追踪是一种通过测量眼球运动以反映被试注意力行为的技术，其数据结果可视化并可进行统计分析。它可显示学习者如何与教学材料进行交互，进而提供学习者是否达到或如何达到学习结果的信息。在课堂教学过程中，眼睛是学生观察、交流和认知的有效通道，眼球的运动参数是学生对多媒体课件内容的直观反映，更是学生心理活动的真实表达（于雅楠、陈静和吕润等，2016）。眼动仪以眼动指标来量化注意，在用眼动仪追踪眼球运动时经常会用到注视类、眼动热点图两大类眼动指标（闫国利、熊建萍和臧传丽等，2013）。

（1）注视类指标有总注视次数、总注视时间、首次注视时间。总注视次数：学习者在某一内容上的一次停留即为一个注视点，总注视次数是学习者注视多媒体材料时，某个内容区域的所有注视点的个数。总注视时间：指学习者在某内容区域连续的注视点上累计驻留的总时间，反映学习者对学习内容的认知加工程度。首次注视时间：在首次注视点上的持续时间被称为首次注视时间。首次注视时间越长，说明学习内容更能吸引学习者的注意，学习者也会进行更多的早期加工（闫志明、郭喜莲和王睿，2018）。

（2）眼动轨迹图，即认知过程中眼球活动情况与认知材料叠加起来合成的注视点及其运动轨迹。通过颜色来可视化学习者对学习内容的关注程度，反映学习者感兴趣和缺乏兴趣的区域。根据学习者对学习内容关注程度的由高到低，颜色由红色过渡到黄色再过渡到绿色。

2.2. 理论基础

2.2.1. 双重编码系统

双重编码理论认为人们有两种思维编码系统包括言语系统和非言语系统。学习者通过这两种编码系统加工信息，并在感觉记忆和工作记忆中形成对知识的信息表征与心理表征。言语系统专门用来处理和加工言语信息；非言语系统则用来处理和加工非言语的对象和事件。以上两个心理表征相互联系，相互映射，以平行和空间的两种方式对信息进行表征，增强学习者的学习效果。此理论可以作为分析不同插图和事实性知识分别结合时，哪种组合适应性更好、使学习者学习结果更好的依据。

2.2.2. 多媒体学习认知理论

Mayer对多媒体学习认知理论进行了三个假设：学习者的信息加工系统不是单通道、容量无限和被动加工的系统，而是双通道、有限容量和主动加工的系统（Mayer, 2002）。双通道假设认为学习者对视觉表征材料和听觉表征材料有独立的加工信息通道。当学习者从一个通道接收到信息，学习者可转换信息表征方式，信息不再是单一的依照这一个通道进行加工。容量有限假设认为学习者在每个通道中能同时处理的信息数量是有限的，影响因素有学习者个人的认知容量和记忆广度、多媒体学习材料的设计。所以，从外部因素考虑，要合理的设计多媒体学习材料帮助学习者最大限度的记忆学习内容。主动加工假设认为学习者为了与原有的经验形成统一的心理表征会积极进行相应的认知加工过程。这些主动的认知加工包括注意到新信息、组织捕捉到的新信息、将整合新信息与先前知识。

关于多媒体学习 Mayer 提出了 7 条科学的教学设计原则: 多媒体认知原则、空间邻近原则、时间接近原则、一致性原则、通道原则、冗余原则、个体差异原则 (Mayer, 2002)。依据三个心理学假设和多媒体教学设计原则, 可以设计本研究中眼动实验的多媒体实验材料。

2.2.3. 认知负荷理论

认知负荷理论主要从认知资源的角度来考量学习过程和优化教学设计, 进而提升学习效果。目前主流认知负荷的分类方法是参考 Sweller 的分类, 将认知负荷分为三种包括内在认知负荷、外在认知负荷、关联认知负荷。

内在认知负荷取决于所要学习的材料自身的复杂程度与学习者的专业知识之间的交互, 教学设计者不能对它产生直接的影响, 当学习材料较简单时, 学习者有足够的先前知识水平, 其在学习的过程中调用的内在认知负荷相对较少, 有利于学习的进行 (Paas, Renkl, & Sweller, 2003)。外在认知负荷是由于学习材料设计不良所造成的, 当学习材料中出现与学习不相关的内容, 或者教学材料的呈现方式不利于学习者进行知识建构, 则产生较高的外在认知负荷, 降低学习效果 (斯蒂芬·K·里德和张静, 2008)。关联认知负荷是指与促进图式构建和图式自动化过程相关的负荷。由于外部认知负荷和关联认知负荷都直接受控于教学设计者, 所以我们主要考虑内在认知负荷, 对心理努力与材料难度进行测量。

3. 研究方法

3.1. 实验材料

本研究的实验材料主要分为前测问卷、眼动刺激材料和后测问卷, 材料内容都为说明性文体, 3 种实验材料依据事实性知识和三类插图的属性编写, 插图中填充的内容为所呈现知识的关键内容。

前测问卷包括三类知识问卷。(1) 先前知识问卷。与事实性知识紧密相关的知识内容, 用来测试被试对即将要学习知识的了解程度, 包含 5 道测试题。(2) 阅读理解能力问卷。采用 PISA 中的一篇测试项目《小陶土》作为测量被试的前测材料。阅读内容的字数为 1191 字, 阅读理解测试题为 10 道包含排序、简答和选择三类题型的测试题。(3) 空间能力问卷。参照雄真在其研究中测量空间能力的方法 (雄真, 2014), 有卡片翻转和折纸测验两类共 16 道题目的测试题。

眼动刺激材料为事实性知识与三类插图组合的材料。事实性知识是关于“条形码”的知识。三组实验材料分别是“条形码”知识与表征型、组织型、解释型插图的组合。三组实验材料除插图不同, 其它排版和设计都完全相同。

后测问卷包括两类问卷。(1) 认知负荷测量问卷。包括 10 道测试题, 5 道测量被试学习刺激材料时的心理努力, 5 道测量被试对刺激材料难易的感知度。(2) 学习结果测试材料。为事实性知识, 10 道测试题, 类型均为选择题和填空题, 保持测试题目 5 道, 迁移测试题目 5 道。

3.2. 被试

实验被试选定大学生和研究生共 30 名, 所学专业大部分为教育技术学, 少部分为汉语言文学、数学与应用数学, 年龄分布在 20~25 岁之间, 所有被试视力或矫正后的视力正常, 无色盲和色弱。每组人数 10 人。

3.3. 实验仪器

眼动仪一台: 型号为 TobiiProX3-120, 采样率为 120Hz, 允许被试的操作距离为 50 厘米~90 厘米、被试头部在约 50 厘米*40 厘米的区域内移动。台式机一台: 台式机显示器屏幕为 15.6 英寸, 分辨率为 1920*1080。

3.4. 实验设计

3.4.1. 实验分组

- (1) “事实性知识*表征型插图”的实验组
- (2) “事实性知识*组织型插图”的实验组

(3) “事实性知识*解释型插图”的实验组

3.4.2. 实验变量

(1) 自变量

插图类型：表征型插图、组织型插图、解释型插图

(2) 因变量

认知负荷：心理努力、材料难度

眼动指标：总注视次数、总注视时间、首次注视时间、注视热点图

学习效果：记忆力、迁移能力、学习表现

(3) 无关变量：被试先前知识水平、阅读理解能力、空间能力

3.5. 实验流程

正式进行眼动实验之前，先进行预实验，再进行前测，进行阅读理解能力和事实性先前知识水平测试。分别填写测试问卷，选择先前知识水平较低或没有阅读理解能力和空间能力中等水平的学习者作为最终的实验被试；最后进行正式实验，让被试阅读关于事实性知识三种材料中的一种。最后参与后测，包括认知负荷的测试和对学习内容的记忆测试和迁移测试。

实验后，收集到的数据主要为眼动数据和后测学习效果的数据。将3个眼动刺激材料分别划分为图、文、图文三个兴趣区，均收集三个兴趣区内的总注视次数、总注视时间、首次注视时间三个眼动指标的数据。注视热点图为每个刺激材料被10个被试注视后注视点叠加的图片，测试学习结果数据为被试学习3组刺激材料后的记忆力测试成绩、迁移测试成绩、和学习表现，SPSS20.0处理收集到的数据。

4. 研究结果

4.1. 眼动数据分析

眼动数据如表1、表2、表3所示。

表1 插图区眼动数据描述统计分析结果

	总注视次数		总注视时间		首次注视时间	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
表征型插图	97.97	107.71	25.33	37.77	0.208	0.02
组织型插图	253.37	133.159	59.33	35.67	0.224	0.05
解释型插图	152.70	86.07	32.27	19.14	0.221	0.03
显著性	(p=0.00)		(p=0.00)		(P=0.01)	

表2 文本区眼动数据描述统计分析结果

	总注视次数		总注视时间		首次注视时间	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
表征型插图	517.30	274.68	111.73	69.09	0.206	0.35
组织型插图	358.43	198.41	75.88	46.06	0.204	0.31
解释型插图	366.63	199.95	73.35	38.62	0.201	0.29
显著性	(p=0.01)		(p=0.01)		(P=0.78)	

表3 图文区眼动数据描述统计分析结果

	总注视次数		总注视时间		首次注视时间	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
表征型插图	631.90	359.61	139.95	100.27	0.204	0.25
组织型插图	623.93	303.86	137.52	75.14	0.212	0.37
解释型插图	528.90	225.97	107.47	51.52	0.201	0.21
显著性	(p=0.36)		(p=0.01)		(P=0.40)	

4.1.1. 总注视次数

学习事实性知识时,插图区总注视次数描述性统计分析发现,组织型插图组总注视次数均值最高,其次分别为解释型插图组、表征型插图组。总注视次数方差分析发现,三组插图总注视次数之间存在显著差异。即被试学习事实性知识与三类插图分别组合的学习材料对其在插图区的总注视次数产生了显著影响。事后多重比较分析发现,插图组总注视次数高低依次为组织型、解释型、表征型。

文本区总注视次数描述性统计分析发现,表征型插图组总注视次数均值最高,其次分别为解释型插图组、组织型插图组。总注视次数方差分析发现,三组插图总注视次数之间存在显著差异。即事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合作为学习材料时,会对被试在文本区的总注视时间产生显著影响。事后多重比较分析发现,插图组总注视次数高低依次为表征型、解释型、组织型。

图文区总注视次数描述性统计分析发现,表征型插图组总注视次数均值最高,其次分别为组织型插图组、解释型插图组。总注视次数方差分析发现,三组插图总注视次数之间不存在显著差异。即事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合作为学习材料时,对被试在图文区的总注视次数不存在显著影响。

4.1.2. 总注视时间

插图区总注视时间描述性统计分析发现,组织型插图组总注视时间均值最高,其次分别为解释型插图组、表征型插图组。总注视时间方差分析发现,三组插图总注视时间之间存在显著差异。学习事实性知识时,表征型插图组、组织型插图组和解释型插图组的总注视时间之间存在显著性差异。即事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合时,对被试在插图区的总注视时间存在显著影响。事后多重比较分析发现,插图区总注视时间依次为由高到低为组织型、解释型、表征型。

文本区总注视时间描述性统计分析发现,表征型插图组总注视时间均值最高,其次分别为组织型插图组、解释型插图组。总注视时间方差分析发现,三组插图总注视时间之间存在显著差异。学习事实性知识时,表征型插图组、组织型插图组和解释型插图的总注视时间之间存在显著差异,即事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合为学习材料时,对学习者在文本区的总注视时间存在显著影响。事后多重比较分析发现,插图组总注视时间由高到低为表征型、组织型、解释型。

图文区总注视时间描述性统计分析发现,表征型插图组总注视时间均值最高,其次分别为组织型插图组、解释型插图组。总注视时间方差分析发现,三组插图总注视时间不存在显著差异。即当事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合时,对被试在图文区的总注视时间不构成显著影响,图文区总注视时间依次为由高到低为表征型、组织型、解释型。

4.1.3. 首次注视时间

插图区首次注视时间描述性统计分析发现,组织型插图组首次注视时间均值最高,其次分别为解释型插图组、表征型插图组。首次注视时间方差分析发现,三组插图首次注视时间存在显著性差异。即当事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合时,对被试在插图区的首次注视时间存在显著影响。

文本区首次注视时间描述性统计分析发现,表征型插图组注视点持续时间均值最高,其次分别为组织型插图组、解释型插图组。首次注视时间方差分析发现,三组插图首次注视时间不存在显著性差异。当事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合为学习材料时,对学习者在文本区的首次注视时间不构成显著影响。

图文区首次注视时间描述性统计分析发现,组织型插图组首次注视时间均值最高,其次分别为表征型插图组、解释型插图组。首次注视时间方差分析发现,三组插图首次注视时间不存在显著性差异。即当事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合为学习材料时,对学习者在图文区的首次注视时间不构成显著影响。

4.1.4. 注视热点图

三组学习者的注视热点图分别如图 1、图 2、图 3 所示，三组的注视热点图存在较明显差异。在文本区，表征型插图组注视点更为密集，其次为组织型、解释型；在插图区，组织型插图组注视点更为密集，其次为解释型、表征型。



图 1 表征型插图组注视热点图

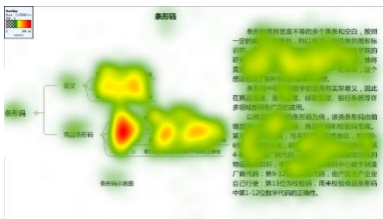


图 2 组织型插图组注视热点图



图 3 解释型插图组注视热点图

4.2. 认知负荷分析

认知负荷描述性统计分析结果如表 4 所示，表征型插图组心理努力均值最高，其次分别为组织型、解释型。方差分析发现，三类插图学习者的心理努力不存在显著性差异，即学习事实性知识时，三类学习材料对心理努力没有显著影响。

材料难度描述性统计分析发现，表征型插图组均值最高，其次分别为组织型插图组、解释型插图组。方差分析发现，学习者所学习的材料难度之间不存在显著性差异，即事实性知识与三类插图分别组合对被试的材料难易感知度并没有产生显著影响。

表 4 认知负荷描述性统计分析结果

	心理努力		材料难度	
	均值	标准差	均值	标准差
表征型插图	5.27	1.51	4.67	1.30
组织型插图	4.70	1.60	4.47	1.83
解释型插图	4.60	1.43	4.27	1.26
显著性	(p=0.08)		(p=0.58)	

4.3. 学习成绩分析

学习成绩描述性统计分析如表 5 所示，三组学习者记忆力成绩的描述性统计分析发现，解释型插图组记忆力成绩均值最高，其次分别为表征型插图组，组织型插图组。记忆力成绩方差分析发现，三组学习者记忆力成绩不存在显著差异。即事实性知识与三类插图分别组合时对学习者的记忆力成绩不存在显著影响。三组学习者记忆力成绩的事后多重比较分析发现，由高到低为解释型、表征型、组织型。

三组学习者迁移成绩的描述性统计分析发现, 解释型插图组迁移成绩均值最高, 其次分别为组织型插图组, 表征型插图组。迁移成绩方差分析发现, 三组学习者迁移成绩存在显著差异。即事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合成学习材料时, 对学习者的迁移成绩会产生显著影响。三组学习者迁移成绩的事后多重比较分析发现, 由高到低为解释型、组织型、表征型。

三组学习者学习表现的描述性统计分析发现, 解释型插图组学习表现均值最高, 其次分别为表征型插图组, 组织型插图组。学习表现方差分析发现, 三组学习者学习表现存在显著差异。即事实性知识分别与表征型插图、组织型插图和解释型插图组合成学习材料时, 对学习者的学习表现会产生显著影响。三组学习者学习表现的事后多重比较分析发现, 由高到低为解释型、表征型、组织型。

表 5 学习成绩描述性统计分析

	记忆力成绩		迁移成绩		学习表现	
	均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
表征型插图	4.13	1.07	3.30	0.75	7.43	1.57
组织型插图	4.03	0.81	3.37	1.13	7.40	1.59
解释型插图	4.23	0.73	5.20	0.71	9.43	1.43
显著性	(p=0.68)		(p=0.00)		(P=0.01)	

4.4. 数据分析与讨论

4.4.1. 眼动数据分析

学习者学习事实性知识与表征型插图组合的学习材料时, 会把更多的注意力、认知资源和时间投入在文本区来提取、加工新知识, 在插图区则较少。

学习事实性知识与组织型、解释型插图组合的学习材料时, 相比于文本区, 学习者在插图区会投入更多认知资源, 但总体上学习者注意力会在图文之间来回转换, 在插图区和文本区都会投入较多的认知资源来加工、提取新知识。

4.4.2. 眼动数据与认知负荷

学习者的认知负荷三组两两之间都无显著性差异, 无论心理努力还是材料难度, 都呈现表征型插图组、组织型插图组、解释型插图组均值由高到低的结果。从眼动数据来看, 可知相比于解释型插图组, 表征型插图组和组织型插图组都投入较多认知资源去学习。认知资源投入过多会使认知负荷较大。学习者自我报告的认知负荷最小的是解释型插图组, 学习过程中投入认知资源相对较少的也为解释型插图组。所以, 可知, 相比于其他两组, 学习者学习事实性知识与解释型插图组合的学习材料时, 其认知负荷相对较小, 投入的认知资源相对较少。

4.4.3. 眼动数据与学习成绩

从学习成绩分析结果可知, 学习者学习事实性知识与解释型插图组合的学习材料时, 其迁移成绩和总成绩都显著高于其他两组; 保持成绩虽与其他两组无显著性差异, 但是也高于其他两组。结合眼动数据, 可知解释型插图组, 投入了较少的认知资源, 得到了较好的学习效果。综合以上分析, 当事实性知识与解释型插图搭配使用时, 学习者的认知负荷较小、投入较少认知资源, 还能获得较好的学习结果。

5. 结论与展望

眼动技术可以深入评估多媒体学习效果和阅读过程, 量化注意力、认知过程和学习结果之间的关系。丰富的眼动指标使得描述学习行为更具有时空的立体性(谢和平、安婧和王福兴, 2017)。本研究为了更真实地还原学习者的认知和学习行为, 将眼动研究与访谈、问卷等分析结果相互结合(张琪和武法提, 2016)。眼动注视位置反映了注意力分布情况, 注意时间反映了信息处理的难度以及注意的次数(Cowen, Ball, & Delin, 2002)。当事实性知识搭配解

释型插图作为多媒体学习材料时,能使学习者投入较少认知资源来理解学习内容,获得较好的学习效果。出现这种结果的原因可能是因为解释型插图是由图片、图注和一些指引性元素组成,其中图注和指引性元素能将文字内容中所包含的关系和原理解释出来,从而更好的帮助学习者解读文字内容,使其获得较好的学习效果。当学习事实性知识时,要尽量搭配附有图注或指引性元素或两组都有的解释型插图,这样能使学习投入较少认知资源来记忆和理解学习内容。最后,关于学习者的个体差异、学习材料的不同文体类型应设计和搭配何种插图需进一步探究。

参考文献

- 于雅楠,陈静,吕润,张晓伟 & 刘源超.(2016).基于眼动信息分析的多媒体教学优化设计. 天津职业技术师范大学学报(03),50-53.
- 齐逸翎.(2020).PPT 课件中教材插图效果的眼动研究(硕士学位论文,西南大学).
- 闫志明,郭喜莲 & 王睿.(2018).多媒体学习研究中眼动指标述评. 现代教育技术(05),33-39.
- 闫国利,熊建萍,臧传丽,余莉莉,崔磊 & 白学军.(2013).阅读研究中的主要眼动指标评述. 心理科学进展(04),589-605.
- 张琪 & 武法提.(2016).学习分析中的生物数据表征——眼动与多模态技术应用前瞻. 电化教育研究(09),76-81+109.
- 理查德·E·迈耶.(2014).多媒体学习. 剑桥大学出版社.
- 斯蒂芬·K·里德 & 张静.(2008).多媒体学习的认知体系. 开放教育研究(03),28-36+78.
- 雒真.(2014).动画呈现方式与空间能力对多媒体学习的影响(硕士学位论文,华中师范大学).
- Carlson, R., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). Learning and understanding science instructional material. *Journal of educational psychology*, 95(3), 629.
- Cowen, L., Ball, L. J., & Delin, J. (2002). An eye movement analysis of web page usability. In *People and computers XVI-memorable yet invisible* (pp. 317-335). Springer, London.
- Dewolf, T., Van Dooren, W., & Verschaffel, L. (2017). Can visual aids in representational illustrations help pupils to solve mathematical word problems more realistically?. *European Journal of Psychology of Education*, 32(3), 335-351.
- Jian, Y. C. (2019). Reading instructions facilitate signaling effect on science text for young readers: an eye-movement study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 503-522.
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 41, pp. 85-139). Academic Press.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational psychologist*, 38(1), 1-4.
- Yang, F. Y., Chang, C. Y., Chien, W. R., Chien, Y. T., & Tseng, Y. H. (2013). Tracking learners' visual attention during a multimedia presentation in a real classroom. *Computers & Education*, 62, 208-220.

基于多模态数据因果分析的深度学习评测系统优化策略

Optimization Strategy of Deeper Learning Evaluation System Based on Multi-modal Data

Causal Analysis

王家壹¹, 胡航^{2*}

^{1,2} 西南大学教师教育学院

* ethuhang@swu.edu.cn

【摘要】 深度学习评测系统已完成三层架构的初步设计, 实现了评测量表在线填写和分析的功能, 但分析报告仅限于相关性描述, 总体可解释性差, 所以本研究基于多模态数据因果分析技术对系统现状提出了优化策略。在多模态数据处理中采用数据预处理、特征提取、特征选择的方法生成标准化数据, 再带入基于约束的因果网络模型, 执行构建因果网络骨架、寻找因果链接、选择因果特征的流程, 最后基于最具代表性的特征为学生深度学习提供更精确有效的决策。后续研究将通过有效的多模态数据集对模型进行验证和完善。

【关键词】 深度学习评测系统; 优化策略; 多模态数据; 因果分析

Abstract: The deeper learning evaluation system has completed the preliminary design of the three-tier architecture and realized the function of online filling and analysis of the evaluation scale. However, the analysis report is limited to correlation description and the overall interpretability is poor. Therefore, this study puts forward an optimization strategy for the current situation of the system based on multi-modal data causal analysis technology. In multi-modal data processing, standardized data are generated by means of data preprocessing, feature extraction and feature selection, and then the constrained causal network model is introduced to carry out the process of constructing causal network skeleton, finding causal links and selecting causal features. Finally, more accurate and effective decisions are provided for students' deep learning based on the most representative features. Subsequent studies will validate and refine the model with valid multimodal data sets.

Keywords: deeper learning evaluation system, optimization strategy, multi-modal data, causal analysis

1. 引言

深度学习是学习者运用高阶思维能力的学习形式, 注重认知结构、学习策略与思维品质的培养 (胡航和李雅馨, 2020), 其已成为大数据时代和信息社会人才的立身之本。然而深度学习评测机制较为薄弱, 评测指标与深度学习效果之间多为描述性和相关性的分析, 相关性决策模型准确度不高, 又缺少对因果性的研究; 同时, 能用于深度学习课堂数据分析和可视化的测评工具更为稀少。本研究在前期通过文献分析、实地考察、问卷调查等, 基于深度学习理论完成了中小学学生深度学习的评测量表, 采用三层架构设计完成了深度学习评测系统的初步版本 (王家壹和胡航, 2022)。下文先简要展示研究前期的系统设计成果, 再基于数据密集型范式的要求, 运用多模态数据处理技术和因果分析技术对已有深度学习评测模式提出优化策略, 解决当前系统仅分析课堂前后的问卷结果而导致的评价维度单一和解释力低的问题, 以达到使评价覆盖整个课堂过程和提高评测准确性的目的, 同时为深度学习和智慧化教育研究和人才培养提供更为完善的评测工具, 探究智慧教育评测下的大数据支持的教学有效决策, 为深度学习的教育教学的实施与改革提供有效的路径支撑。

2. 优化基础

2.1. 深度学习评测量表

基于深度学习内涵关于知识层、应用层和思维层的论述和深度学习能力框架的要求（胡航和李雅馨，2020），前期研究总结得到学科知识掌握水平、学科能力质量水平、深度学习动机、深度学习策略、创造性思维、批判性思维、大数据思维和成长型思维的八个指标，每个指标有对应的深度学习分层和题目设置，问卷结果采用李克特五级量表计分。

2.2. 深度学习评测系统

如下图 1 所示，当前的深度学习评测系统基于表示层、服务层和数据层三层架构进行了设计。系统目前已完成深度学习评测问卷填写的网页展示，会对学生在线填写问卷结果进行信度分析和效度分析；多模态数据处理与分析界面拟采用文件上传的方式，教师将设备采集的数据按文件格式规范进行传输，避免不同硬件设备接口难以与网站协同的弊端。

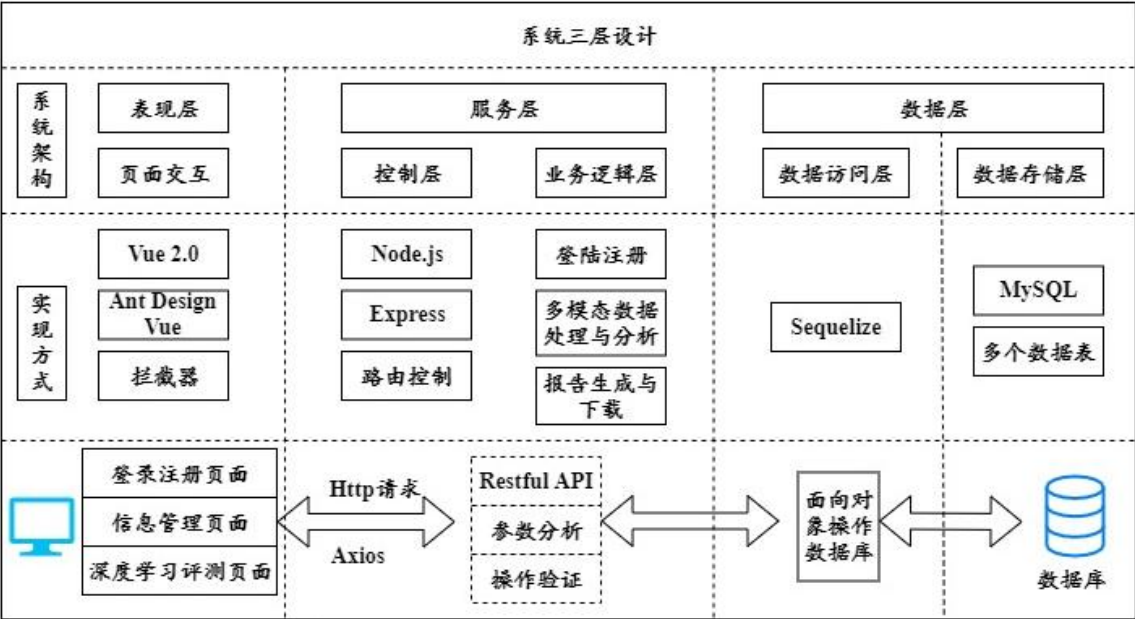


图 1 深度学习评测系统架构

3. 优化策略

3.1. 多模态数据的采集

以一堂课的时间为标准，教师在课堂中展开深度学习活动，运用相关设备采集这段时间内学生的多模态数据作为深度学习课堂中学生的学习过程数据，如表 1（穆肃，崔萌和黄晓地，2021）中展示了深度学习评测系统的多模态数据分析中可用的数据类型，不同数据有不同的采集方式，每种数据反映的学习指标可以和深度学习评测指标对应，即可以通过多模态数据分析得到可用量化指标展示的学生深度学习效果。

表 1 多模态数据的相关说明

数据类型	采集方式	应用	学习指标
眼动	眼动仪	用眼动度量师生的联合注意、促进远程协作	注意力、协作
声音	麦克风	用声音度量协作，用有声思维方式度量认知和元认知过程	协作、元认知
面部表情	摄像头	用面部表情度量情绪和学习投入	情感、投入
脑电	可穿戴智能传	脑电数据度量认知负荷和情感	认知、情感
皮电	感设备	分析 EDA 与学习成绩的关系	绩效

3.2. 多模态数据的处理

由于多模态数据涉及文本、音频、视频等多种类型，且采集的数据量大，系统将采用不同的数据预处理方式，然后通过特征提取将高维数据进行降维，再从原始特征空间中选择出最

具代表性的特征子集（王一岩和郑永和，2022），去除一些不相关特征和冗余特征，最后得到因果分析模型中可用的输入数据，此流程如图2所示。

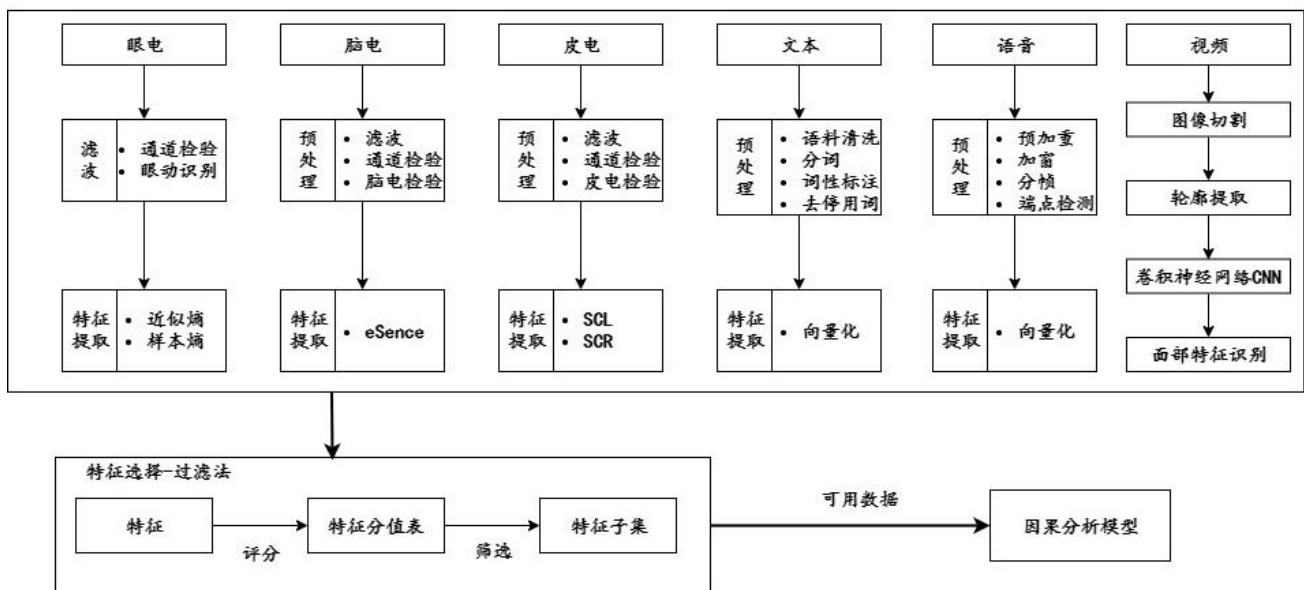


图2 多模态数据处理流程

3.3. 多模态数据的因果分析模型

常规的多模态数据分析方法只能得到相关性结论，而相关性高不一定就具有因果关系，可能存在另一个因素对两者都有影响导致相关性高，所以研究采用了性能较好和精确度高的基于约束的因果网络模型（Xuewen Yan, Jun Liao, Hao Luo, Yi Zhang and Li Liu, 2020），通过“干预”操作排除多模态数据中存在的伪相关因素，找到真正的因果关系，从而挖掘学生学习过程中最具代表性的多模态数据类型所反映的学习指标，将它们与深度学习评测维度对应，为每个学生的深度学习现状提出更精确有效的建议。在上述对系统的设计中，“因”是多模态数据所反映的学生学习动机、元认知、投入度、专注度等；“果”是学生深度学习的达成度或效果。如图3所示，运用因果模型进行整体流程分为如下四个步骤：

(1) 构建因果网络骨架：在图a)中，将作为问卷结果作为标签结点，为红色圆圈；将M种多模态数据作为特征结点，为白色圆圈；通过计算权重距离和正确分类的可能性，最小化L2-norm损失函数得到每个特征结点的特征权重，再根据此权重选出前K个特征结点构成网络中的点集，为蓝色圆圈。图b)所示的初始无向网络为满足因果马尔可夫条件，将相关性低、冗余的结点对之间的连线删除得到简化后的无向图c)。

(2) 寻找因果链接：通过v结构发现和d分离算法将无向边转化为有向边，得到一个部分有向无环图d)，它也满足马尔可夫条件，此时可看到有特征结点指向了标签结点。

(3) 选择因果特征：模型通过最小化回归系数的网络约束估计得到因果权重，再设置合理阈值 θ ，在图e)中选择因果权重大于 θ 的特征结点作为特征因果，即多模态数据所反映的学习指标中哪些是最具代表性的或对深度学习影响最大的。

(4) 进行教育决策：最后从这些最具代表性的特征出发，结合教育理论和教学实际，有针对性分析学生深度学习中存在的问题，得到比相关性分析更为准确的教育决策。

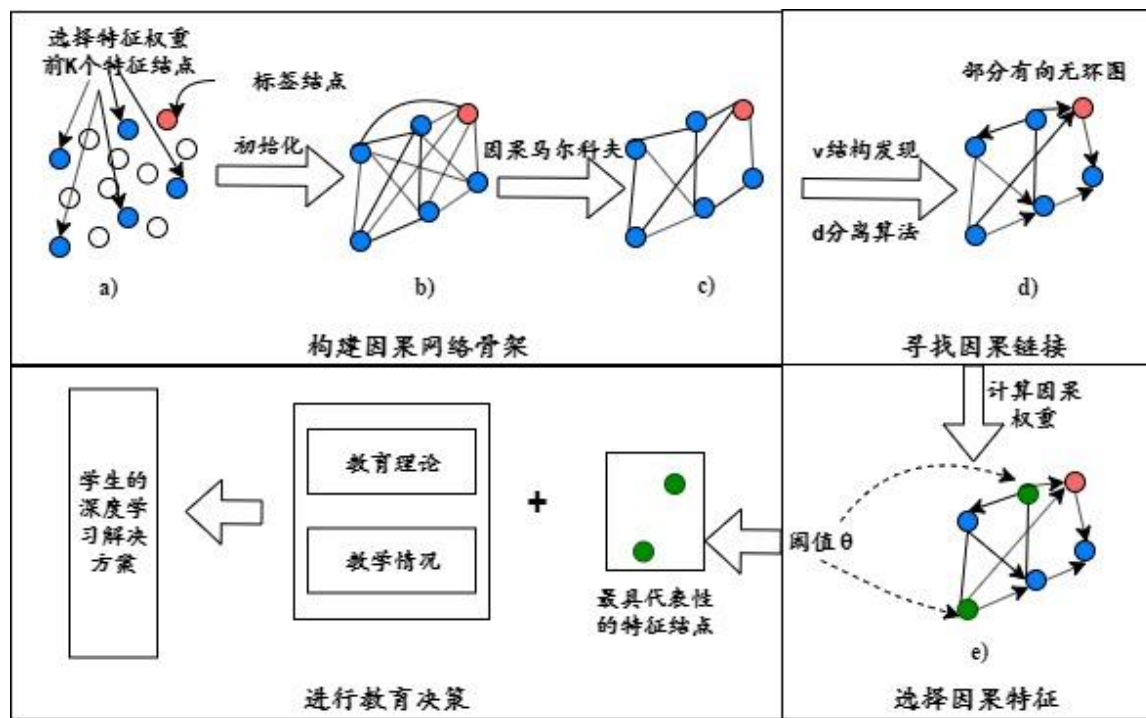


图 3 基于约束的因果网络模型

4. 总结与展望

本研究以编写适合当代教育的深度学习一体化评测系统和提出更有效的教育决策为目标，在已完成深度学习评测量表在线填写和分析的功能上，基于多模态数据因果分析技术对系统提出了优化策略。自此，深度学习评测系统的流程可覆盖整个课堂学习过程，学生课前课后可以在系统上填写评测问卷得到深度学习参考结果，课堂中的多模态数据由相关设备进行采集，再传入系统进行前述的多模态数据因果分析，最终得到学生的评测报告，据此为学生深度学习提供精确有效的建议。但研究仍存在不足之处，仅提出了多模态数据因果分析的优化策略，由于多模态数据采集所需的设备和环境要求高，研究暂未使用真实有效的多模态数据集对模型进行解释性和准确性的修正，仍然需要进行后续的实验应用。

参考文献

- 胡航、李雅馨 (2020)。深度学习:是什么?怎么做?。《中国信息技术教育》，01，85-87。
- 穆肃、崔萌和黄晓地 (2021)。全景透视多模态学习分析的数据整合方法。《现代远程教育研究》，01，26-37+48。
- 王家壹、胡航 (2022)。深度学习评测系统的设计、应用与优化。《中国高等教育学会学习科学研究分会 2022 年学术年会工作坊论文集》，213-223。
- 王一岩、郑永和 (2022)。多模态数据融合：破解智能教育关键问题的核心驱动力。《现代远程教育研究》，02，93-102。
- Yan, X., Liao, J., Luo, H., Zhang, Y., & Liu, L. (2020). Predicting Cancer Risks By A Constraint-Based Causal Network. 2020 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME), 1-6.

cMOOC 学习者协作规律研究：基于社会网络与概念网络的整合分析

Research on Learner Collaboration Rules Based on cMOOC: Integration of Social Network and Concept Network

李林泽, 王辞晓*,
北京师范大学 教育学部, 北京 100875
wangcixiao@bnu.edu.cn

【摘要】 MOOC 新型教学模式的发展, 对学生主动进行知识建构的能力做出了更高的要求。协作学习是 cMOOC 的主要学习方式, 学生在平台上进行认知和社会的交互。为了深入研究在线学习平台学习者的协作规律, 文章基于 cMOOC5.0 的协作学习交互数据, 整合社会网络与概念网络, 选取十一个指标反应学习者在社会网络中的个体地位与网络结构, 从概念认知数量反映个体概念网络的特征水平, 同时通过主题的相似度进行概念网络的可视化。研究发现社会网络时间切片之间具有差异性, 学习者概念网络之间具有聚类的特点。研究为基于网络的协作学习研究创设新视角。

【关键字】 协作学习; 社会网络分析; 概念网络; 慕课

Abstract: The development of MOOC has made higher requirements for students' ability to actively construct knowledge. Collaborative learning is the main mode of learning in cMOOC, where students engage in cognitive and social interaction on the platform. To further study the cooperation rules of online learning platform learners, based on cMOOC5.0 collaborative learning interaction data, paper integrates social network and concept network. Study selects 11 indicators to reflect the network structure of learners in social network, and reflects the characteristic level of individual concept network from the number of concept cognition. And the similarity of the topic is used to visualize the concept network. Study found that there are differences among time slices in social networks and clustering features among learner concept networks. Study provides a new perspective for the study of collaborative learning based on network.

Keywords: collaborative learning; social network analysis; concept network; MOOC

1. 前言

大规模在线开放课程 MOOC (Massive Open Online Course), 以共同的学习目标和内容为基础, 成功将大规模的教师和学习者聚集起来, 形成一门大规模群体参与的新型在线开放课程(李青和王涛, 2012)。MOOC 主要有两种模式: 基于关联主义学习理论的 cMOOC 模式和基于行为主义学习理论的 xMOOC 模式(王萍, 2013)。cMOOC 新型教学方式的发展, 将线下的学习环境拓展到线上的学习平台之中, 促进了学生身份的转变。学生从传统的被动的知识接收者转为主动的知识构建者。cMOOC 要求学习者的学习模式主要为协作学习, 侧重社会网络学习。协作学习是学生在社群中、为达到共同的学习目标, 而合作互助的一切相关行为(黄荣怀, 2001), 学习者在在线平台上与其他学习者进行社会性交互和将先前的习得成果进行认知交互。探究学生的在线协作学习的协作规律, 有助于教学者设计搭建在线学习脚手架运用相应教学干预策略, 提升学生的学习效果与绩效表现。

目前有关在线协作学习的研究主要停留于静态网络, 关注学习者的单一层次社会网络的社会交互规律和认知网络的认知交互规律。现有研究较少结合学习者的动态社会交互情况和将社会与认知层次同时展开学习者的协作规律探究, 基于学习者交互语句进行认知分析的实证研究也相对缺乏。构建社会网络与概念网络多重异质信息网络, 结合学习者社会交互和认

知交互综合分析, 通过学习者协作交互内容深度探究学习者的认知程度, 对探究学习者协作学习规律、提升学生学习效果与绩效表现尤为重要。鉴于此, 本研究基于 cMOOC5.0 的协作交互数据, 整合社会网络与概念网络构建异质信息网络, 通过社会网络分析、文本挖掘、LDA 主题聚类法等分析方法探究论坛中学习者的个体网络地位与网络特征, 进一步表征学习者的协作规律。

2. 研究综述

协作学习强调学习者之间的社会化交互。研究群体互动结构和参与性特征, 不仅可以挖掘学习氛围, 而且很大程度决定协作学习的质量和群体知识建构的成败(胡勇和王陆, 2006)。在协作学习领域, 社会网络分析法 (SNA) 和概念网络分析是研究协作学习规律的两种重要研究方法。社会网络以学生为节点, 关注学生的交互情况; 概念网络主要关注学习者关于话题的认知情况。

2.1. 社会网络表征协作规律

一般而言, 社会网络可以从节点层、关系层和网络层三个层面来分级表征(马志强和管秀, 2020)。节点层关注的对象是学习者节点, 主要分析节点分布、出度入度与度中心度等, 如周平红等人基于 SPOC 交互数据通过分析度中心度与核心-边缘结构分析来挖掘协作学习者的交互情况与重要性(周平红、周洪茜、张屹和林利, 2021); 关系层关注有互动行为的两个学习者之间的交互情况, 通过节点间连线的粗细表示学习者的交互强度、带有指向的箭头表示学习者的交互方向与平均度等, 如林雪芬使用平均度比较协作学习组群协作学习前后交互的频繁程度(林雪芬, 2015), 吴江等使用平均度反应协作组群交互模式中中学生交互联系广度的演化(吴江、陈君和金妙, 2016)。网络层面关注的视角宏观, 一方面关注节点占据的地位, 分析学习者在其他两个参与者之间充当最短桥梁的次数、学习者与其他人的平均距离、学习者相关联的参与者的严重程度等, 如 Liu SY 通过中介中心性、接近中心性与特征向量中心性比较协作社群中构建的多重网络与单层网络之间个体测度差异(Liu, Hu, Chai, & Peng, 2021); 林晓凡等通过中介中心度分析比较不同节点在连接小群体中的桥梁作用(林晓凡和胡钦太, 2014); 网络层面的另一层面关注整体的网络结构, 分析交互网络中的密度、平均聚类系数、模块化程度等, 如柳瑞雪等通过密度分析与凝聚子群分析对不同平台的学生形成的交流网络与学习效果进行比较(柳瑞雪、石长地和孙众, 2016)。社会网络通过上述指标可以在一定层面上表征协作学习小组个体的重要程度、学习者的交互关系与网络的结构特征。

协作学习是一个动态的有过程性的学习行为, 协作社群内的交互会随着不同的协作学习环节有所改变, 通过单一的时间切片或者仅仅对结果构建网络无法得出协作组群中社会网络的动态变化。基于此, 部分学者采用动态的社会网络分析法对协作学习过程进行网络构建, 分析动态网络特征与干预策略。彭文辉采用社会认知网络分析研究混合式学习共同体的演化动态和交互模式发展之间的相关性(彭文辉、王中国、上超望和史玲玲, 2021); Saqr, M 运用社会网络分析探究小组规模对学生社会动态的影响(Saqr, & Nouri, 2020), 周平红采用社会认知网络分析对协作小组的社会认知演化轨迹进行可视化分析来构建协同知识构建的教学模式(周平红、周洪茜、张屹和林利, 2021)。本研究将上述研究视域进行拓展, 对在线协作学习群体知识构建的全过程各个环节时间切片, 展开社会网络分析, 形成动态网络; 同时本研究借助社会网络的分析指标对协作小组的交互全过程进行协作规律探究。社会网络分析用来有效地分析网络协作学习中的互动关系, 挖掘出互动关系模式隐藏的互动网络结构, 描述、分析和测量互动网络结构的特征和变化规律(Wang, & Qiu, 2009)。

2.2. 概念网络表征认知水平

概念网络起始于大脑中的知识网络, 网络映射到神经的连接, 在教育研究中可以表征学习者在学习过程中对于概念主题的构建和认知。成功的协作学习是一个复杂的相互关联过程(柳瑞雪、石长地和孙众, 2016), 认知在协作学习组群的知识构建起到重要的作用, 社会网络无法表征学习者对于协作学习过程中主题的认知程度, 概念网络可以通过在线学习平台中学习

者的交互文本中提取学习者对主题的认知程度来弥补社会网络的不足。较于认知网络分析关注个人或团体的认知框架,概念网络更加关注学习者在学习过程中构建概念主题的联系、认知程度等等。关于概念网络节点关系的构建不同学者采用的规则不同,部分学者借助已有工具进行概念网络构建, Motter, AE 等借助同义词库词典中的条目定义构建概念网络来探究网络结构(Motter, Moura, APS, Lai, & Dasgupta, 2002), Nastase, V 等使用在线百科全书维基百科构建大规模和多语言的概念网络(Nastase, & Strube, 2013);此外,有学者通过相关性算法确定节点间的关系构建概念网络, Kim, HJ 等通过计算新概念与现有概念之间的语义相似度将新概念合并到概念网络中(Kim, Yune, Lee, & Lee, 2012), Li, Q 等利用词激活力构建语义概念网络来挖掘语义概念的共生模式(Li, Xiao, An, Long, & Sun, 2019), Chen, SM 等通过模糊关联构建概念网络(Chen, Horng, & Lee, 2001), 徐亚倩等利用认知参与度构建概念间关系的强度,同时提出概念数量贡献度、概念热度贡献度分别定义个体概念网络中拥有的概念数量和个体在各个生成性话题下联通概念的频次(徐亚倩和陈丽, 2019)。从以上观点出发,本研究以学习者节点,所参与认知的概念数量表征学习者的节点大小,采用语义相似度来构建学习者的话语文本中的概念网络。

基于此,本研究基于 cMOOC5.0 中主题学习阶段的交互数据,在整个课程期间设置三个时间节点对课程包括的参与者点赞、回帖、关注等类型的交互行为数据进行多重社会网络构建,利用网络分析指标对协作学习者的协作规律和个体网络地位进行探究;再利用 LDA 话题聚类方法构建学习者的概念网络探究学习者在协作学习过程中的认知。本研究提出以下问题:协作学习组群在各环节的社会网络演变特征如何?学习者概念网络的个体情况与群体聚类情况如何?

3. 研究设计

3.1. 研究情景

本研究基于 cMOOC5.0 的数据展开分析,课程主题为“互联网+时代的教育变革与创新”,研究主要采集学习者在主题学习阶段的数据。该阶段从 2020 年 10 月 12 日开始持续到 11 月 30 日结束,共计 50 天学习时间。10 月 12 日与 10 月 13 日为课程导入阶段,学习者加入课堂,进行欢迎交互;10 月 14 日至 10 月 20 日,为宣传引导周,为了学习者更好适应 cMOOC 平台,导学者较多搭建脚手架促进学习者进行交互。之后五周每周分别进行一个子主题的学习。10 月 21 日至 10 月 27 日,学习者进行主题一:“互联网+教育”的哲学观的学习;10 月 28 日至 11 月 3 日,学习者开展主题二:线上线下学习空间融合的学习;11 月 4 日至 11 月 10 日,学习者进行主题三:社会教育资源共建共享的学习;11 月 11 日至 11 月 17 日,学习者进行主题四:消费驱动的教育供给模式的学习;11 月 18 日至 11 月 24 日,学习者进行主题五:精准高校的教育管理模式的学习。11 月 25 日至 12 月 1 日,为主题总结反思阶段与选题组队环节。

3.2. 研究对象

主题学习阶段共有 160 名参与者,其中包含 145 名学习者和 15 名课程团队人员。研究基于 160 名参与者在主题学习阶段的交互数据展开分析。数据主要包括点赞、评论、回帖和关注四种类型。针对社会网络分析,由于点赞、评论、回帖和关注具有指向性,即研究者之间进行一次互动,就建立一次联系。针对概念网络,为了方便主题挖掘,本研究针对数据处理提出以下规则:①以每个学习者为单位对学习者在论坛上发布的帖子进行提取,作为一个分析单元;②排除仅仅表示社会层次的帖子数据,比如欢迎、表情等等,同时排除学习者认知无关的帖子数据,如参考文献引文的语句;③剔除文本中的停止词。将处理好的数据输入 LDA 模型中。

3.3. 研究过程

本研究的研究过程分为数据的收集与清洗、数据分析、数据解释三大模块。研究 cMOOC 5.0 的课程的学习者为研究对象,收集 cMOOC 平台上的交互数据。依据主题学习阶段学习进

程,同时鉴于有部分学习者中途加入课程没有进行整个时段的进行,研究将整个阶段的学习切分为三个时间段。第一阶段时间为2020年10月12日,该时间段内为导入阶段;第二阶段时间为2020年10月13日至11月2日,学习者进行主题一和主题二的学习;第三阶段为2020年11月3日至11月30日,学习者进行后三个主题的学习和主题总结环节。研究形成三个时间切片。根据切片对学习者的交互数据进行社会网络构建,计算每个时间切片的网络指标,并进行对比分析。运用LDA主题聚类法挖掘学习者在学习过程中所涉及的主题情况,统计每个学习者参与认知的概念主题数量,并通过语义相似度对学习者进行概念网络的构建,通过网络相关指标描述学习者之间的认知相似度。

3.4. 数据分析方法

3.4.1. 运用社会网络分析方法进行协作学习群组的演变特征

对于表征学习者协作学习规律的社会网络分析的网络度量较多,研究拟从节点、关系和网络三个层次的网络度量对学习者的协作规律进行表征。节点层面研究采用节点数量、度中心度(衡量学习者交互的次数);关系层面研究采用边的数量、平均度(所有学习者与之交互的相邻参与者的平均数量)、加权平均度;网络层面研究采用密度(网络连接的实际情况与所有可能数量的比)、网络直径(两两学习者之间最短路径中的最长路径)、平均路径长度(网络中两两学习者之间最短路径的平均步数)、连接部件(网络中连通子图的数量)、特征向量中心性(依赖与学习者相邻的学习者的重要程度)来进行刻画。上述指标研究使用成熟的网络分析软件工具Gephi自动计算。

3.4.2. 运用LDA主题聚类方法构建概念网络

LDA主题模型主要用于推测文档的主题分布,可以将学习者发表的帖子中的主题以概率分布的形式进行聚类。该模型假设隐含主题集是由一系列相关特征词组成,文档集合中所有文档均按照一定比例共享隐含主题集合,LDA模型最终能够依据设定话题数生成不同文本在各个话题下的分布概率(徐亚倩和陈丽,2019)。本研究以每个学习者在学习过程中的清洗过的文本进行分词处理,用LDA主题聚类方法在不同时间切片下对学习者的帖子中所涉及的主题进行提取,计算学习者参与认知的概念主题数量;同时将每个学习者所认知的概念主题转化为词袋,将词袋进行向量化处理,以学习者为节点,根据每个学习者的词袋向量进行语义相似度计算,选取具有一定程度的主题相似的学习者建立关系,构建概念网络。该网络可以反映学习者在概念认知的相似性。

4. 研究结果

4.1. 学习者个体网络地位与网络结构分析。

对论坛数据进行整理可得到三个又向社会网络图。如图1所示。比较三个阶段的社会网络图示,第二阶段和第三阶段的社会网络图相似。而对于第一阶段网络,由于为导入阶段,节点与互动较少,在进一步个体网络地位和网络结构分析中研究将不予讨论。比较第二时段与第三时段的网络切片图,第二时间段较于第三段的节点较多,在学习过程中有学习者流失。第二时间段网络更加紧密,同时连边较平均的分布在网络之中,并无两学习者联系较为突出,第三时间段的网络联系较第二时段较为分散,出现突出的学习者之间的交互强度更大。第二时间段中多数导学者占据中心位置,处于引导地位,第三时间段中较少导学者占据中心位置,学习者逐步取代导学者的地位。体现学习者在使用协作交互平台时总新鲜陌生感到熟悉的过程。

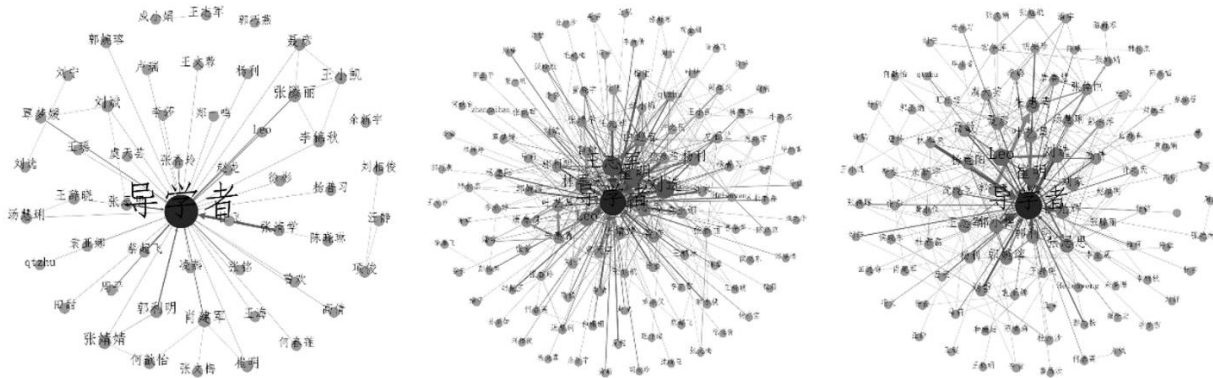


图 1 学习者社会网络切片图

运行个体网络地位和网络结构相关算法，第二阶段与第三阶段的节点、关系与网络的指标数据如表 1 所示。由节点与边的数量，可发现在第二阶段的参与协作学习的学习者较多，同时参与主题学习的交互频次更高。平均度、平均加权度与图密度表征第二阶段论坛中学习者的平均交互次数更高，即交互更加频繁。第二时段的社会网络的网络直径与平均路径长度均较小，学习者之间联系更加紧密。两时间段的网络的模块化与平均聚类系数均较低，说明社会网络是一个异质网络，不同程度的学生倾向于相互联系(Liu, Hu, Chai, & Peng, 2021)。网络的连接部件均为 1，两时间段的网络均为全连通图，网络中没有小团体的出现。平均特征向量中心度第二时段的网络相对更高，该网络中的学习者的重要程度即交互程度较高。

表 1 社会网络个体地位网络结构指标

节点数	边数	平均度	平均加权度	图密度	网络直径	平均路径长度	模块化	平均聚类系数	连接部件	特征向量中心度
117	480	4.103	10.274	0.035	7	2.573	0.146	0.271	1	0.0075
102	353	3.461	7.539	0.034	9	4.596	0.185	0.181	1	0.0052

4.2. 概念网络特征水平分析

对 160 位主题学习参与者进行数据处理后，共得出 88 位在学习参与中参与认知的学习者。通过对学习者在论坛发表的帖子进行 LDA 主题聚类，对帖子内容进行迭代挖掘、编码和修订，对学习参与认知的概念数量进行初步统计，挖掘得出 109 个话题，各位学习参与认知的概念数量箱图如图 2 所示。学习参与认知的概念数量最多涉及 10 个主题，最低涉及 1 个主题。大部分学习参与认知的概念主题分布在两个至五个，其中一部分学习参与认知的帖子较少，所涉及的主题较少，另一部分学习参与认知的帖子较多，但是所关注的概念主题较为聚集。

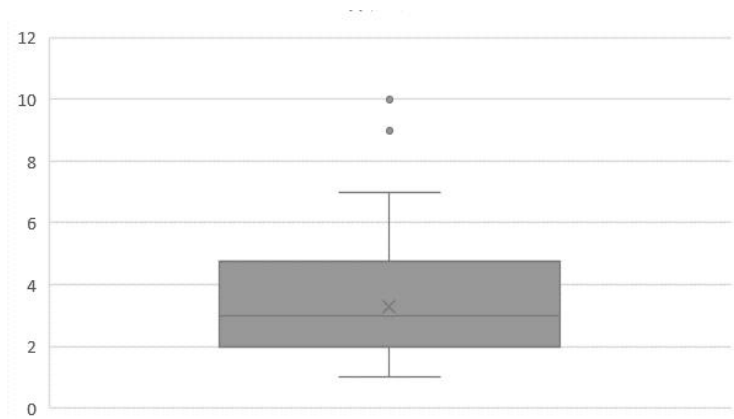


图 2 学习者参与认知概念数量箱图

以学习者节点，学习者参与认知的概念数量表示网络中节点的大小，将每个学习者在学习全过程的帖子作为一个分析单元，进行向量化处理，依据学习者认知的概念的相似度构建，研究认为语义相似度大于 0.5 认为两学习者之间有概念认知的联系，得出如图 3 所示的概念网络图。近五分之一的学生，并没有与其他学生建立联系，说明这类学习者参与认知的概念主题较为独立。处于中心位置且建立连接频繁的学习者节点较小，而处于边缘的节点或者与其他学习者建立联系较少的节点较大。说明学习者主要聚焦几个固定的主题；同时参与认知的概念数量多的学习者是较为独立的学习者，与其他学习者涉及的概念并无较大的相似性。

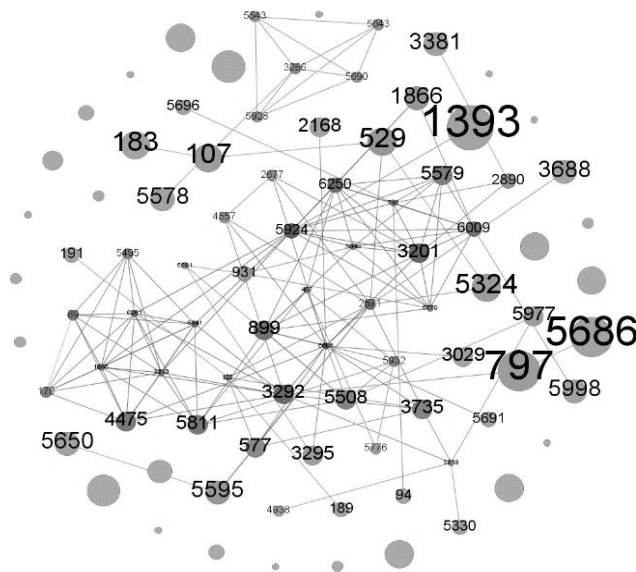


图 3 学习者概念网络图

运行个体网络地位和网络结构相关算法，指标数据如表 2 所示。节点数量大致为学习者数量的一半，仅有一半的学习者参与了主题学习的认知，学习者的认知参与度不高。平均度、平均加权度与图密度表征概念网络中学习者的参与认知的概念相似度较高，在主题学习阶段学习者所关注的领域较为集中。概念网络中的网络直径与平均路径长度均较大，学习者之间联系并不紧密，代表部分学习者所参与认知的概念与主要关注概念主题具有差异。概念网络的模块化与平均聚类系数均较高，学习者出现小团体，在不同聚类之中学习者关注不同的主题，学习者关注主题产生差异性。网络的连接部件为 26，网络并非全连通图，一方面网络中出现部分学习者参与认知的概念较为独立，并未与其他学习者关注的概念主题具有相似性；另一方面部分学习者所关注的概念主题较为相似，却并不是大部分学习者所关注的概念主题，所以产生独立的小团体。

表 2 概念网络网络指标

节点数	边	平均度	平均加权度	图密度	网络直径	平均路径长度	模块化	平均聚类系数	连接部件
88	153	3.477	6.932	0.04	7	3.24	0.614	0.548	26

5.结论与讨论

5.1. 研究结论

5.1.1. 学习者社会网络结构演变具有差异性

学习者在导入阶段的参与交互较少，不予讨论。在主题学习过程中的两阶段，在第二时间阶段学习者的交互频率、联系紧密度都较高，学习者在前期中期的投入度更高，交互更为积极。原因可能是学习者在前期中期的学习积极性较高，而因为课程推进、平台操作局限复杂等因素，学习者感到困难或产生无聊感。学习者网络更倾向于异质网络，中心性高的学习者不仅会与其他中心性高的学习者建立联系，更倾向于与中心性低的学习者建立联系，整体呈现一个完整平衡的网络。

5.1.2. 学习者概念网络特征具有差异性和聚类特点

根据个体学习者参与认知的概念数量统计得出，学习者在主题学习中所关注的主题之和为109个，概念的丰富度较高，学习者整体参与认知的思维发散。学习者所关注的概念主题数量具有差异性，大部分学习者所参与认知的概念主题数量分布在两个至五个之间，部分学习者较少学习者涉及到多个主题（大于七个）。学习者在主题学习中多为概念的深度学习，较少进行概念的广度学习。学习者的概念网络具有明显的聚类特点，概念网络产生多个连通子图即小群体，在每一个小群体中学习者所关注的主题较为相似。一方面 cMOOC 学习中，学习者依靠回帖来进行认知交互，参与同一篇帖子交互的学习者所涉及的主题较为统一，在一定程度下，会形成一定的主题相似；同时学习者在主题学习的每一个子主题的学习中，每个主题下所涉及的概念也较为学习者的认知也较为统一，大部分学习者在特定主题下也会形成一定的主题相似。

5.2. 讨论与展望

本研究的创新有两点：一是将社会网络与概念网络进行整合，将二者的研究优势进行互补，对学习者在协作学习中协作规律的探究较为满意；二是提出了概念网络构建的新算法，以学习者作为概念网络的节点，体现出概念网络与社会网络的节点一致性，以学习者参与认知的概念数量代表节点大小，可以表示学习者在主题学习中的概念认知程度。同时在构建联系时采取主题的语义相似度进行构建，可以关注学习者在主题学习中的认知聚类程度。

未来，研究将构建动态异质信息网络，在叠加社会网络与概念网络的基础上，叠加每个学习者个人的概念网络图，描绘学习者所参与认知的概念网络，对这些概念的认知程度，更加细化学习者的认知规律。同时将该个案的 cMOOC 研究拓展出普适性的研究规律。

课题资助

本文受 2018 年度国家自然科学基金重点课题“‘互联网+’时代的教育改革与创新管理研究”（课题编号：71834002）资助

参考文献

吴江、陈君&金妙.(2016).混合式协作学习情境下的交互模式演化探究.远程教育杂志(01), 61-68.

- 王萍.(2013).大规模在线开放课程的新发展与应用:从 cMOOC 到 xMOOC. 现代远程教育研究(03),13-19.
- 李青&王涛.(2012).MOOC:一种基于连通主义的巨型开放课程模式.中国远程教育(03),30-36.
- 胡勇&王陆.(2006).异步网络协作学习中知识建构的内容分析和社会网络分析.电化教育研究(11),30-35.
- 周平红、周洪茜、张屹&林利.(2021).深度学习视域下学习者协同知识建构历程的社会认知网络特征分析.电化教育研究(09),99-107.
- 林晓凡&胡钦太.(2014).社会网络分析视角下的混合学习社群协作策略研究.现代教育术(10),73-80.
- 马志强&管秀.(2020).面向多维关联的社会认知网络分析——协作学习交互研究的新进展.远程教育杂志(06),96-103.
- 林雪芬.(2015).基于项目的协作学习互动网络分析.远程教育杂志(01),80-86.
- 徐亚倩&陈丽.(2019).联通主义学习中个体网络地位与其概念网络特征的关系探究——基于 cMOOC 第 1 期课程部分交互内容的分析.中国远程教育(10),9-19+51+92.
- 黄荣怀.(2001).关于协作学习的组态结构模型研究.全球华人计算机教育应用大会论文集.
- 彭文辉、王中国、上超望&史玲玲.(2021).学习共同体演化动态及其参与者交互模式研究——数据驱动的社会认知网络分析.电化教育研究(11),69-76.
- 柳瑞雪、石长地&孙众.(2016).网络学习平台和移动学习平台协作学习效果比较研究——基于社会网络分析的视角.中国远程教育(11),43-52+80.
- Chen, SM., Horng, YJ., & Lee, CH. (2001). Document retrieval using fuzzy-valued concept networks. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part B-Cybernetics*, 31(1),111-118.
- Kim, HJ., Yune, HJ., Lee, J., & Lee, B. (2012). Concept Network-based Personalized Web Search. *Information-an International Interdisciplinary Journal*, 15(8),3531-3541.
- Li, Q., Xiao, F., An, L., Long, XZ., & Sun, XC. (2019). Semantic Concept Network and Deep Walk-based Visual Question Answering. *ACM Transaction on Multimedia Computing Communications and Applications*,15(2),49.
- Liu, SYY., Hu, T., Chai, HY., Su, Z., & Peng, X. (2021). Learners' interaction patterns in asynchronous online discussions: An integration of the social and cognitive interactions. *British Journal of Educational Technology*,53(1),23-40.
- Motter, AE., de Moura, APS, Lai, YC., & Dasgupta, P. (2002). Topology of the conceptual network of language. *Physical Review E*,65(6),065102.
- Nastase, V., & Strube, M. (2013). Transforming Wikipedia into a large scale multilingual concept network. *Artificial Intelligence*,194,62-85.
- Saqr, M., & Nouri, J. (2020). High resolution temporal network analysis to understand and improve collaborative learning. In *Proceedings of the tenth international conference on Learning Analytics & Knowledge*, 314 – 319.
- Wang, YG., & Qiu, FY. (2009). A Web-Based System for Visualizing and Analyzing Interaction Structure in Online Collaborative Learning. *Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Web Based Learning (ICWL2009)*,5686,424-433.

混合式学习环境下技术接受度对学习满意度的影响机制研究：序列中介模型

Mechanism of Technology Acceptance on Learning Satisfaction in Blended Learning Environment: A Sequential Mediation Model

陈天娇¹, 罗恒^{1*}

¹ 华中师范大学 人工智能教育学部

*luoheng@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 将技术接受度、学习投入和探究社区理论相关变量（情感体验、团队归属感、在线讨论行为、高阶思维）相结合，采用序列中介模型的方法探讨了混合式学习环境下技术接受度对学习满意度的影响机制。共有 110 名大学生参与了本研究，结果表明，技术接受除了可以直接影响学习满意度，还可以通过高阶思维的间接作用影响满意度。此外，技术接受度与学习满意度之间存在情感体验、团队归属感和高阶思维的连续中介作用。研究结果将有助于我们全面理解混合式学习环境下技术接受度对学习满意度的具体影响机制，从而完善混合式学习的开展和实施。

【关键词】 混合式学习；学习满意度；技术接受度；学习投入；探究社区理论

Abstract: Combining technology acceptance, learning engagement and community of inquiry related variables (emotional experience, sense of belonging, online discussion behaviors, higher-order thinking), the sequential mediation model was used to explore the mechanism of technology acceptance on learning satisfaction in blended learning. A total of 110 students participated in this study. The results show that technology acceptance can not only directly affect learning satisfaction, but also indirectly affect satisfaction through higher-order thinking. In addition, there are serial mediating effects of emotional experience, sense of belonging and higher-order thinking between technology acceptance and learning satisfaction. The results will help us to fully understand the specific mechanism of influence of technology acceptance on learning satisfaction, so as to improve the implementation of blended learning.

Keywords: blended learning, learning satisfaction, technology acceptance, learning engagement, community of inquiry

1. 引言

混合式学习在国内外经过 20 多年的发展，在研究者和教育教学工作者中已经普遍形成共识：混合式学习将成为未来高等教育的又一大新的发展趋势 (Porter, 2014)。对于混合式学习的定义有多种，目前最常见的是由 Garrison 提出的：混合式学习是将传统面对面教学与计算机技术辅助教学相结合的一种教学方式 (Garrison & Kanuka, 2004)。由于混合式学习具有能够克服时空限制，随时随地进行线上课程资源访问、论坛交流的优势，其已经被证明在提高学生成绩 (Kivniemi, 2014)、增强学习体验等方面具有显著作用 (Mccarthy, 2010)，并且在后疫情时代，逐渐成为了一种主流的教学方式。作为线下和线上教学方式的有机结合，混合式学习取得成功很大程度上取决于技术接受度、学习投入、探究社区、和学习满意度这四个相关概念 (Al-Azawei, Parslow & Lundqvist, 2017; Priego & Peralta, 2013; Rovai & Jordan, 2004)。为了帮助我们全面理解混合式学习并为相关研究和教学实践提供指导，这四个概念及其相互之间的关系值得我们特别关注。

作为学习过程的核心支撑，学习满意度被定义为学生对课程经验的感知，以及在参加教育机构时所接受教育的感知价值 (Ke & kwak, 2013)。先前关于传统课程和计算机辅助学习的研究清楚地表明，学习者或用户满意度是衡量学习结果和混合式学习实施成功的关键指标。此外，后疫情时代线上线下教学结合已经成为教育形式的新常态。通常来讲，已有研究将满意度作为结果变量，探究其他因素对满意度的影响，然而缺少综合了技术、学习投入、社区

意识等多方面要素的研究。

技术接受度是技术接受模型(TAM)的核心变量,由感知有用性(PU)和感知易用性(PEU)两个要素组成(Davis, 1989)。技术接受度通常都被作为预测变量,来考察学习者对技术的使用态度、自我效能感以及在线学习意愿等。除此之外,混合式学习还受到学习投入的影响,一般包含认知、行为和情感投入三部分(Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004)。此外,研究还指出学习投入与学生的学习满意度、学习效果以及课业完成情况等因素之间存在高度相关(Kuh, 2009)。然而,社区环境是研究混合式学习过程中不可忽视的一点。探究社区理论(COI)从协作建构主义角度出发,主要观点建立在探究式学习是一项社会性的活动,是教学体验需要关注的本质(Traver et al., 2014)。在探究社区理论中,社会存在已经被证明是学生满意度的有力预测因子,并且占学生满意度差异的58%(Gunawardena 和 Zittle, 1997)。

尽管技术接受度、学习投入和社会存在在预测学习满意度方面发挥着重要作用,但是很少有研究在三种理论视角之下,全面考察这些多层面变量之间的相互关系。因此,本研究选择采用序列中介模型的方法,试图将技术接受模型、学习投入和探究社区理论相融合,全面探究在混合式学习环境下,技术接受度对学习满意度的具体影响路径。以期更加全面的探究混合式学习环境下学生学习满意度的作用机制,并对相关研究和教学实践提供借鉴。

2. 理论基础

2.1. 技术接受模型

技术接受模型(TAM)由Davis在1896年首次提出,该模型是从个体的心理行为出发去考察哪些因素能够对使用者接受计算机技术的程度产生影响,以及各种影响因素之间的相互关系。技术接受度包括感知易用性和感知有用性。其中,感知易用性指的使用者感知到掌握技术的难易程度;感知有用性指的是使用者相信使用一种特定的系统可以提高他或她的工作表现的程度(Davis, 1985)。在关于技术对学习满意度的相关研究中,国外最早研究满意度的文献已经指出(Arbaugh & Duray, 2002),学生的学习满意度受到感知有用性和感知易用性等技术相关因素的影响。此外,Al-hawari 和 Mouakket (2010)使用结构方程模型的方法,也证实了感知有用性对学习满意度有着直接影响。因此,我们提出以下假设:

H1(c'): 技术接受度与学习满意度呈正相关。

2.2. 学习投入

Mosher 和 MacGowan 在上世纪 80 年代提出学习投入这一术语,主要代表了个体在学习者在学习活动的时候,展现出来的充沛活力以及积极向上的情绪态度,体现了学习者理解学习本质,并享受其中的状态(Mosher & MacGowan, 1985)。研究指出,学习投入包括认知投入、情感投入和行为投入(Jimerson, Campos & Greif, 2003)。其中认知投入主要体现学生在教学活动中的心理投入水平,与高阶思维的发展相关(Fredricks, Blumenfeld & Paris, 2004)。情感投入主要体现了学生对混合式学习的情感体验,例如热情、喜爱、幸福感和归属感(Mosher & MacGowan, 1985)。近年来,随着学习管理系统的普及和使用,有众多学者提出了在线学习行为投入这一概念。Macfadyen 和 Dawson (2010)指出论坛发帖量和时间投入能够预测学习成绩,但是在线总时长与学习成绩之间的相关度最高。因此,混合式学习中行为投入,可以从帖子总数和登录时长两方面衡量。

另外,有研究探究了三种投入之间的关系以及学习投入是否和其他变量之间存在联系。研究发现,情感投入有助于学习者对学习任务进行更深层次水平的认知加工,从而达到培养高阶思维的目的(Dixon, 2010)。研究还发现,信息技术的使用对于提升学生的学习投入有显著影响(Norris & Coutas, 2014)。因此,基于现有研究,我们提出以下假设:

H2(a₁b₁): 技术接受度与情感体验呈正相关,情感体验与学习满意度呈正相关。

H4(a₃b₃): 技术接受度与高阶思维呈正相关,高阶思维与学习满意度呈正相关。

H5(a₄b₄): 技术接受度与登录时长呈正相关,登录时长与学习满意度呈正相关。

H6(a₅b₅): 技术接受度与帖子总数呈正相关,帖子总数与学习满意度呈正相关。

H10(a₄d₄b₅): 登录时长和帖子总数对技术接受度与学习满意度之间起序列中介作用。

2.3. 探究社区理论

探究社区理论由 Garrison 等人在 2001 年提出, 它通过定义三个关键要素: 教学存在、社会存在和认知存在, 被用来阐明在线学习环境中有效构建知识所需的行为和过程, 成为对在线学习具有重要意义的理论框架(Garrison, Anderson & Archer, 2001)。在三种存在当中, 社会存在是在线学习和混合式学习环境下最突出具有的特性, 体现了社区学习与简单的信息下载之间的本质区别, 目的是使学习者在互动交流的过程中, 获得团队归属感。此外, 社会存在也被研究证明在 COI 理论模型中扮演着中介作用。Garrison 等人 (2010)通过构建模型指出, 在线课程中社会存在是认知存在与教学存在的一个中介变量。此外, 关于社会存在和认知投入以及满意度之间的关系也被一些研究证实。其他研究也发现指出, 社区参与能够带来高水平的学习投入并带来学习满意度的提升 (Pike, Kuh & McCormick, 2011)。综合先前文献研究, 我们提出以下假设, 并构建了图 1 所示的假设模型。

H3(a₂b₂): 技术接受度与团队归属感呈正相关, 团队归属感与学习满意度呈正相关。

H7(a₁d₂b₁): 情感体验和团队归属感对技术接受度与学习满意度之间起序列中介作用。

H9(a₂d₃b₃): 团队归属感和高阶思维对技术接受度与学习满意度之间起序列中介作用。

H11(a₁d₂d₃b₃): 情感体验, 团队归属感和高阶思维对技术接受度与学习满意度之间起多重中介作用。

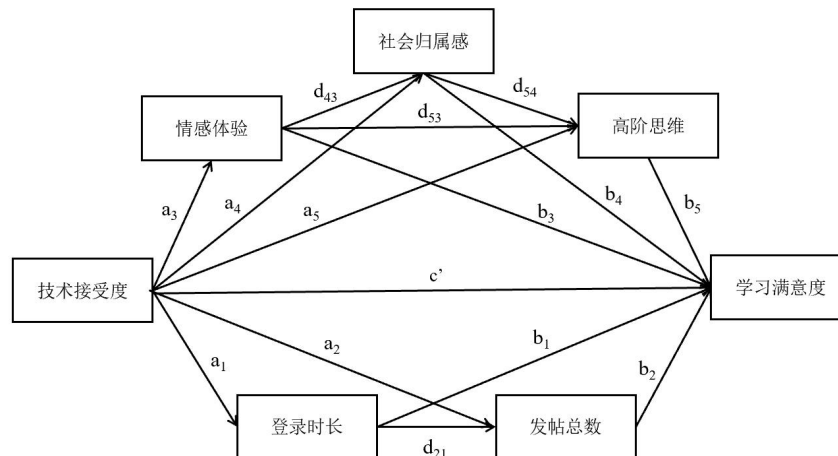


图 1 技术接受度对学习满意度的假设模型

3. 研究方法

3.1. 研究工具

本研究使用问卷进行数据收集。问卷由两部分组成, 第一部分为基本信息, 包括年龄、性别。第二部分是对五个观测变量的测量, 使用了李克特 5 级量表 (1: 非常不同意, 5: 非常同意), 参考了 COI 理论和学习投入框架以及在前人编制的问卷基础上对其做出修改调整, 从技术接受度 (Davis, 1989)、情感体验、团队归属感 (Ebrahimi, Faghih & Dabir-Moghaddam, 2017)、高阶思维 (Brookhart, 2010) 和学习满意度五个维度出发。

3.2. 数据收集与分析

本研究在华中地区某研究型大学的认知心理学选修课程上进行问卷发放。该课程设计采用混合式学习的方式, 由传统的线下授课和在线学习组成, 在线学习部分基于“小雅”学习管理平台开展, 主要供学生进行异步在线讨论。在进行了为期十一周的混合式课程学习之后, 我们向学生进行问卷发放, 共回收得到有效问卷 110 份。参与者为 110 名本科生 (男 40 人, 女 70 人)。参与者的平均年龄为 19.56 岁 (SD=0.52, min=17, max=23), 其中本科一年级 86 人, 本科二年级 4 人, 本科三年级 19 人, 本科四年级 1 人。他们分别来自教育技术学、科学教育、数字媒体技术等不同专业, 并且首次参加了认知心理学的选修课。另外, 通过在小雅平台数

数据库收集了每位参与者的登录小雅平台的学习时长、创建帖子的数量和回复他人帖子的数量来作为在线讨论行为变量。数据分析使用 AMOS 24.0 进行问卷的信效度检验,采用 SPSS 25.0 进行相关分析和简单中介分析以及序列中介分析。

本研究使用估计 Bootstrap 置信区间的方法对中介效应进行检验,使用 Hayes (2012) 编制的 SPSS 宏 (PROCESS is written by Andrew F.Hayes), 通过抽取 5000 个样本估计中介效应的 95%置信区间进行中介效应检验,若置信区间不包括零,表示中介效应显著;反之,则表示中介效应不显著。

4. 研究结果

4.1. 信效度检验

本研究采用 Cronbach' s Alpha 值测量问卷的内在信度,采用验证性因子分析 (CFA) 的方法对问卷的效度进行检验。CFA 主要通过求取收敛效度和区分效度来分析问卷各个测量项目的效度。对于收敛效度的测量,研究根据先前文献提出的标准 (Fornell & Larcker, 1981), 测量模型同时满足各测量指标的因子负荷量在 0.50-0.95 之间,组合信度大于 0.60, 平均方差萃取量大于 0.5 之上,被认为具有较好的收敛效度。如表 1 的结果显示, 问卷具有不错的信度和收敛效度。

表 1 问卷的信度和收敛效度

维度	题项数	Cronbach' s α 系数	因子负荷量	组合信度	平均方差提取量
技术接受度	6	0.877	0.627-0.874	0.874	0.539
情感体验	5	0.891	0.671-0.816	0.847	0.527
团队归属感	5	0.845	0.701-0.852	0.892	0.623
高阶思维	7	0.809	0.678-0.795	0.817	0.528
学习满意度	4	0.896	0.800-0.882	0.897	0.685

区分效度采用每个测量维度自身平均方差提取值的平方根大于该维度与其他任意一个维度的相关系数。表 2 结果,显示除了个别维度对角线上的 AVE 小于同列的之外,其余都符合要求。说明问卷具有较好的区分效度。

表 2 问卷的区分效度

维度	技术接受度	情感体验	团队归属感	高阶思维	学习满意度
技术接受度	0.734				
情感体验	0.558	0.726			
团队归属感	0.619	0.884	0.790		
高阶思维	0.661	0.686	0.675	0.723	
学习满意度	0.810	0.617	0.667	0.820	0.828

4.2. 各变量之间的相关分析

各变量相关分析结果(表 3)表明: 技术接受度、情感体验、团队归属感、高阶思维、和学习满意度五个变量之间都呈显著正相关; 登录时长和帖子总数之间除了与技术接受度之间呈显著正相关之外, 与其他四个变量均没有显著相关性。因此, 由于登录时长与学习满意度之间不存在相关性, 因此不能作为中介变量, 故不再进行中介效应检验, 即假设 H5 和 H10 不成立。

表 3 各变量的描述性统计结果和相关分析结果

	Mean	SD	1	2	3	4	5	6	7
1 技术接受度	3.699	0.746	1						
2 情感体验	3.884	0.734	0.509*	1					
3 团队归属感	3.507	0.776	0.457*	0.767*	1				
4 高阶思维	3.898	0.665	0.540*	0.583*	0.574*	1			
5 学习满意度	4.002	0.765	0.689*	0.570*	0.545*	0.705*	1		
6 登录时长	597.05	392.2	0.219*	0.010	0.015	0.059	0.118	1	
7 帖子总数	26.409	8.160	0.333*	0.150	0.063	0.083	0.191*	0.238*	1

注: * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.

4.3. 中介效应检验

表 4 呈现了情感体验、团队归属感和高阶思维三个变量在技术接受度与学习满意度之间的中介效应检验结果。结果显示, 情感体验、团队归属感和高阶思维三个变量存在总间接效应。这一间接效应由一个简单中介效应和一个序列中介效应组成。简单中介效应由 H4: “技术接受度->高阶思维->学习满意度” 的路径产生。序列中介效应由 H11: “技术接受度->情感体验->团队归属感->高阶思维->学习满意度” 的路径产生。

表 4 中介分析结果

路径	效应值	Boot SE	95%CI	
			Lower	Upper
总效应	0.690	0.075	0.244	0.540
直接效应	0.392	0.105	0.172	0.587
总间接效应	0.298	0.104	0.123	0.528
H2: a1b1	0.048	0.065	-0.049	0.207
H3: a2b2	0.008	0.016	-0.022	0.046
H4: a3b3	0.117	0.062	0.012	0.251
H6: a5b5	-0.013	0.030	-0.078	0.043
H7: a1d21b2	0.024	0.041	-0.057	0.108
H8: a1d31b3	0.039	0.031	-0.009	0.112
H9: a2d32b3	0.016	0.015	-0.004	0.054
H11: a1d21d32b3	0.047	0.029	0.004	0.116

基于上述分析, 我们最终得到了如图 2 所示的技术接受度对学习满意度的序列中介模型。

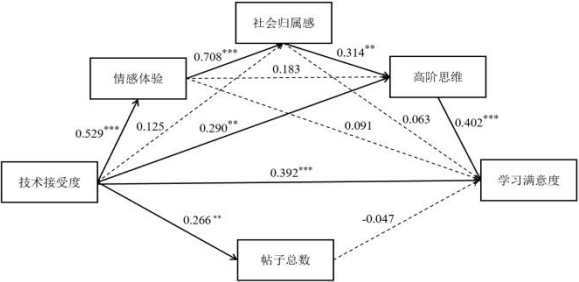


图 2 技术接受度对学习满意度的序列中介模型。 ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

5. 讨论与结论

5.1. 技术接受度对学习满意度的影响

研究结果表明,技术接受度对学习满意度具有正向的预测作用,H1得到了验证。这说明大学生越容易使用在线学习平台,发现在线学习平台提供的好处越多,他们就越满意。这一结果与 Han 和 Sa (2021)的研究结果一致,证实了他们所指出的在线学习的感知易用性和感知有用性能够对学习者的满意度产生积极影响。这一发现可以用 TAM 解释,当用户觉得系统是易于使用并且能够促进绩效提升时,将对行为态度起到显著影响,从而进一步提高对混合式学习的满意度。

5.2 登录时长和帖子总数与技术接受度和学习满意度之间的关系

结果表明,登录时长和帖子总数与技术接受度显著相关,但是不存在技术接受度与学习满意度之间的中介作用。可能是原因是,技术接受度可以直接影响使用者的行为意图,而行为意图将进一步带来实际行为上的改变。因此,能够较快熟悉平台操作,其登录平台浏览学习内容以及在讨论区进行发帖回复的行为将更加积极。然而,行为的改变并不能影响满意度,可能的原因是,呈现较多讨论行为的学生可能仅仅是为了完成课程任务,因此行为变量也就失去了对学习满意度的预测价值。所以,可以认为学生的登录时长和帖子总数并不能完全代表学生对课程学习的投入度,它只能代表学生的参与度,因此教师需要遵循多元化评价原则,不仅要重视总结性评价,还要关注过程性评价,特别是对学生在线学习情况的评价,不仅仅要从数量(登录时长、帖子总数)上衡量,更要注重帖子内容的质量。

5.3. 技术接受度对学习满意度的影响路径

研究发现,技术接受度主要是通过促进学生发展高阶思维来对学习满意度产生影响。根据先前研究,当学生参与讨论并详细阐述所呈现的信息,从他人的帖子中得出推论,链接不同的想法,并评价同伴的陈述时,他们在更高层次思维水平上的学习得到了证 (Volet, Summers & Thurman, 2009),说明当学生通过讨论获得新知识,培养自身分析、评价、创造和解决问题的能力时,其学习满意度也将得到提升。另外,本研究的参与者都为大学生,其认知水平的发展已经完善,他们不仅仅追求仅仅对知识进行识记和理解,更渴望能够从学习的过程中增强自己的判断和思考能力。因此,解决技术问题和完善平台设计是首要,需要在学习者认可讨论平台并且轻松掌握平台的使用方法之后,设计一些能够激发学习者思考的深层次问题,这样才有可能实现最终提升学习满意度的目的。

另外,“技术接受度->情感体验->团队归属感->高阶思维->学习满意度”的序列中介效应也显著,假设 H11 得到了验证,这说明学生的满意度是受到多种因素连续作用的。与先前研究结果一致 (Shea & Bidjerano, 2009),团队归属感在情感体验和高阶思维之间起着重要的中介作用。因为在缺乏师生以及生生之间互动交流的在线环境中,维持社区意识和归属感能够帮助学习者更加轻松自在地参加讨论,当学习者在线发帖变得更加轻松、更加畅所欲言之后,学生高阶思维的发展将会得到促进 (Richardson, 2017)。

5.4 研究局限性和展望

然而,本研究仍然存在以下几点研究局限性:第一,在研究方法上,本研究通过被试自我报告的方式收集数据,很大程度上取决于被试是否可以完全真实的填写信息。因此,未来研究可结合多种方法和途径收集数据。第二,在学习行为的数据收集上,本研究主要搜集了发帖数、回帖数和登录时长,但由于学习平台的功能还未完善,其他在线学习行为并未得到统计,例如点击帖子、查阅帖子以及登录论坛次数。这些行为也是学习者参与到在线活动的重要行为。未来研究可以在丰富在线学习平台的功能之后,收集更多类型的行为数据。第三,本研究是从技术接受、学习投入和探究社区的角度出发去探究技术接受度对学习满意度的影响机制的,但是也不排除其他因素对学习满意度产生影响,未来研究可以从其他理论视角出发来解释技术接受度对学习满意度的影响机制。

参考文献

- Al-Azawei, A., Parslow, P., & Lundqvist, K. (2017). Investigating the effect of learning styles in a blended e-learning system: An extension of the technology acceptance model (TAM). *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(2).
- Al - hawari, M. A., & Mouakket, S. (2010). The influence of technology acceptance model (TAM) factors on students'e - satisfaction and e - retention within the context of UAE e - learning. *Education, Business and Society: Contemporary Middle Eastern Issues*.
- Arbaugh, J. B., & Duray, R. (2002). Technological and structural characteristics, student learning and satisfaction with web-based courses: An exploratory study of two on-line MBA programs. *Management learning*, 33(3), 331-347.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to Assess Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. Virginia: ASCD.
- Davis F D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology[J]. *MIS Quarterly*, 1989, 13(3):319-340.
- Davis, F. D. (1985). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Dixon, M. D. (2010). Creating effective student engagement in online courses: What do students find engaging?. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 1-13.
- Ebrahimi, A., Faghih, E., & Dabir-Moghaddam, M. (2017). Student perceptions of effective discussion in online forums: A case study of pre-service teachers. *Innovations in Education & Teaching International*, 54(5), 467 – 475.
- Fornell, C. , & Larcker, D. F. . (1981). Structural equation models with unobservable variables and measurement error : algebra and statistics. *Journal of Marketing Research (JMR)*, 18(1), 39-50.
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of educational research*, 74(1), 59-109.
- Garrison, D. R. , Clevelandinnes, M. , & Fung, T. S. . (2010). Exploring causal relationships among teaching, cognitive and social presence: student perceptions of the community of inquiry framework. *Internet & Higher Education*, 13(1), 31-36.
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The internet and higher education*, 7(2), 95-105.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2001). Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education. *American Journal of distance education*, 15(1), 7-23.
- Gunawardena, C. N., & Zittle, F. J. (1997). Social presence as a predictor of satisfaction within a computer - mediated conferencing environment. *American journal of distance education*, 11(3), 8-26.
- Han, J. H. , & Sa, H. J. . (2021). Acceptance of and satisfaction with online educational classes through the technology acceptance model (tam): the covid-19 situation in korea. *Asia Pacific Education Review*(11).
- Hayes, A. F. (2012). PROCESS: A versatile computational tool for observed variable mediation, moderation, and conditional process modeling.
- Jimerson, S. R., Campos, E., & Greif, J. L. (2003). Toward an understanding of definitions and measures of school engagement and related terms. *The California School Psychologist*, 8(1), 7-27.

- Ke, F., & Kwak, D. (2013). Online learning across ethnicity and age: A study on learning interaction participation, perception, and learning satisfaction. *Computers & education*, 61, 43-51.
- Kiviniemi, M. T. (2014). Effects of a blended learning approach on student outcomes in a graduate-level public health course. *BMC medical education*, 14(1), 1-7.
- Kuh, G. D. (2009). What student affairs professionals need to know about student engagement. *Journal of college student development*, 50(6), 683-706.
- Macfadyen, L. P. , & Dawson, S. . (2010). Mining lms data to develop an "early warning system" for educators: a proof of concept. *Computers & Education*, 54(2), 588-599.
- McCarthy, J. (2010). Blended learning environments: Using social networking sites to enhance the first year experience. *Australasian journal of educational technology*, 26(6).
- Mosher, R., & MacGowan, B. (1985). *Assessing Student Engagement in Secondary Schools: Alternative Conceptions, Strategies of Assessing, and Instruments*.
- Norris, L., & Coutas, P. (2014). Cinderella ' s coach or just another pumpkin? Information communication technologies and the continuing marginalisation of languages in Australian schools. *Australian Review of Applied Linguistics*, 37(1), 43-61.
- Pike, G. R., Kuh, G. D., & McCormick, A. C. (2011). An investigation of the contingent relationships between learning community participation and student engagement. *Research in Higher Education*, 52(3), 300-322.
- Porter, W. W., Graham, C. R., Spring, K. A., & Welch, K. R. (2014). Blended learning in higher education: Institutional adoption and implementation. *Computers & Education*, 75, 185-195.
- Priego, R. G., & Peralta, A. G. (2013, November). Engagement factors and motivation in e-Learning and blended-learning projects. In *Proceedings of the first international conference on technological ecosystem for enhancing multiculturalism* (pp. 453-460).
- Richardson, J. C., Maeda, Y., Lv, J., & Caskurlu, S. (2017). Social presence in relation to students' satisfaction and learning in the online environment: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 71, 402-417.
- Rovai, A. P., & Jordan, H. M. (2004). Blended learning and sense of community: A comparative analysis with traditional and fully online graduate courses. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 5(2), 1-13.
- Shea, P. , & Bidjerano, T. . (2009). Community of inquiry as a theoretical framework to foster "epistemic engagement" and "cognitive presence" in online education. *Computers & Education*, 52(3), 543-553.
- Traver, A. E. , Volchok, E. , Bidjerano, T. , & Shea, P. . (2014). Correlating community college students' perceptions of community of inquiry presences with their completion of blended courses. *Internet & Higher Education*, 20, 1-9.
- Volet, S., Summers, M., & Thurman, J. (2009). High-level co-regulation in collaborative learning: How does it emerge and how is it sustained?. *Learning and Instruction*, 19(2), 128-143.

学习分析视角下自我调节学习模型构建研究

Research on the Construction of Self-regulated Learning Model from the Perspective of

Learning Analysis

颜欣¹, 杨燕¹, 张琪^{1*}
淮北师范大学, 教育学院
*zqzqhata@sina.com

【摘要】 随着在线课程数量的增长, 了解在线学生的自我调节学习过程很重要。学习分析被认为是可行的解决方案, 可及时提供个性化反馈, 以支持学生的自我调节学习。自我调节学习中个性化反馈存在三个调控因素, 即 (元) 认知、动机和情绪, 且个性化反馈与学生学习策略之间存在积极联系。为了更好地提供反馈, 文章基于 Zimmerman 模型, 使用过程挖掘方法提取序列模式, 从数据库中获取数据分析学习行为。使用探索性序列分析判断检测到的学习策略, 形成过程模型, 根据学习模式对学习者进行分类, 选择预测因子对学习者的课程预警分析, 并及时反馈给学习者, 构建了基于学习分析视角的自我调节学习模型, 以揭示从跟踪数据中检测到的学习策略中的自我调节过程。

【关键词】 学习分析; 自我调节学习; 学习策略; 理论模型

Abstract: As the number of online courses grows, it is important to understand the self-regulatory learning process of online students. Learning analysis has been seen as a viable solution for providing timely personalized feedback to support students' self-regulatory learning. There are three regulatory factors for personalized feedback in self-regulated learning, namely (meta-) cognition, motivation, and emotion, and there is a positive link between personalized feedback and students' learning strategies. To better provide feedback, the article is based on the Zimmerman model and extracting sequence patterns using process mining methods, obtaining data analysis learning behavior from the database. Using exploratory sequence analysis judgment detected the learning strategy, forming a process model, according to the learning mode to classify learners, select predictors to learners course early warning analysis, and timely feedback to learners, build the self-regulation learning model based on the perspective of learning analysis, to reveal the self-regulation process in the learning strategy detected from the tracking data.

Keywords: Learning analysis, self-regulation learning, learning strategy, theoretical model

1. 引言

学生缺乏自我调节学习技能, 并不利于在线学习的学业成功。成功的自我调节需要 (元) 认知技能和动机结合 (Pintrich & De Groot, 1990), 通过提供反馈来促进 (Hattie & Timperley, 2007)。Matcha 等发现教学情境影响反馈, 教学设计及教学方法影响学生投入水平和采用的学习策略, 最终影响学习绩效 (Matcha, Gasevic, & Uzir, et al., 2020)。有效的反馈需要及时, 由于学生需求日益复杂, 教育工作者提供大规模个性化反馈的能力日益减弱。学习分析有潜力提供解决方案, 以应对挑战。因此, 本研究基于 Zimmerman 模型 (Zimmerman, 2000), 建构学习分析视角下自我调节学习的理论模型, 为学习者提供有效个性化反馈, 促进自我调节学习。

2. 原理与方法

自我调节学习 (SRL) 由 Zimmerman 等人在 20 世纪 80 年代提出, 指学习者为了达到学习目标, 能够灵活运用某些学习策略积极主动地投入自己学习活动的过程。研究表明, 学习分析反馈对学生自我调节学习产生影响, 个性化反馈与学生的学习策略之间存在积极联系。因此, 我们强调学习策略的重要性, 以及学习分析反馈如何影响学习策略。

2.1. 从学习行为中检测学习策略

通过分析学习跟踪数据检测学习策略在学习分析研究中受到了广泛关注, 有大量研究表明, 教育数据挖掘和学习分析方法可通过从数字学习环境中收集的跟踪数据来评估学生的学习策略 (Jeong, Biswas, & Johnson, et al., 2010)。Weinstein 等认为学习策略是“任何有助于获得、理解或随后转移新知识和技能的想法、行为、信念或情绪” (Weinstein, Husman, & Dierking, et al., 2012)。而学生的学习策略具有潜在性, 因此, 为了提取具有解释性和有意义的表征, 需要适当的分析方法。

在线和混合式学习环境中, 聚类方法可以与跟踪数据结合使用, 以识别不同的学习者行为模式, 代表不同的学习策略。Fincham 等通过建立一个隐马尔可夫模型来确定学习策略, 探索在翻转课程中完成课前准备活动的学习者的学习过程 (Fincham, Gašević, Jovanović, & Pardo, et al., 2019)。通过解释已确定的模型隐藏状态来确定策略。因此, 根据相应学习课程的时间顺序, 将每个学习者确定的策略组织成序列, 并将结果序列进行聚类以确定学习策略。Berland 等人利用序列分析和聚类来研究学生在协作学习环境中学习编程的机制 (Berland, Martin, Benton, Smith, & Davis, et al., 2013)。发现学生会使用不同的学习策略来逐渐完善代码。以上各项研究充分证明了学习分析方法能够识别跟踪数据中的学习策略, 基本的分析单位可以从某次学习课程中的学生行为序列到一周或多周的学习数据。

2.2. 学习分析反馈的调控因素

反馈是促进学习的最有力手段之一 (Winne, & Butler, et al., 1994), 学习者在反馈的过程中获取信息, 以促进学习, 强调反馈与学习的联系, 并提高学生的认知投入。

2.2.1. (元) 认知

Winne 和 Hadwin 所提出的模型中非常强调 (元) 认知的影响。认为元认知监控是自我调节学习的最关键要素, 该自我调节学习模型具有很强的元认知视角, 认为进行自我调节的学生是积极的, 并主要通过监控和使用 (元) 认知策略来管理自己的学习 (Winne, & Hadwin, et al., 1998)。Efklides 模型探讨了情绪和动机如何与元认知相互作用 (Efklides, 2011)。Pintrich 将“认知调节”与元认知理论 (如 FOKs 和 FOLs) 的各个方面结合起来 (Pintrich & De Groot, 1990)。Zimmerman 认为学习者在自我调节学习中将监控自己的进度, 并使用一些自我控制策略来保持自己的认知投入和完成任务的积极性 (Zimmerman, 2000)。Boekaerts 在她的模型中使用了 (元) 认知策略, 但没有提到具体的策略 (Boekaerts, & Niemivirta, et al., 2000)。

2.2.2. 动机

Zimmerman 将自我调节学习描述为目标驱动的活动, 认为自我激励是重要组成部分, 表明意志的重要性; 在自我反思阶段, 自我反思会影响完成任务的动机 (Jeong, Biswas, & Johnson, et al., 2010)。Boekaerts 的模型中, 动机信念是一个关键方面, 将引导学生选择是否激活监管行动的途径 (Boekaerts, & Niemivirta, et al., 2000)。Pintrich 强调动机在自我调节学习中的作用, 对自我调节学习与动机的关系进行了重要的实证研究, 探索目标定向在自我调节学习中的作用 (Pintrich & De Groot, 1990)。Hadwin 与 Järvelä 提出的 SSRL 模型中, 强调了动机在协作学习情境中的作用, 但没有详细区分动机成分 (Hadwin, Järvelä, & Miller, et al., 2011)。

2.2.3. 情绪

Boekaerts 强调了情感对学生目标的影响, 以及情感如何激活两种可能的途径和不同的策略。Boekaerts 认为自我保护在获得成就感的过程中起着至关重要的作用, 因此, 学生有必要制定策略来调节自己的情绪, 从而激活学习途径 (Boekaerts, & Niemivirta, et al., 2000)。Pintrich 和 Zimmerman 对情绪有着相似的理解, 均最重视学生在自我调节学习中最后一个阶段自我评估时产生的反应 (即归因和情感反应), 且提到了在实施过程中控制和监控情绪的策略。

(Pintrich & De Groot, 1990; Zimmerman, Moylan, Hudesman, White, & Flugman, et al., 2011)。然而,在预先计划阶段,二者均没有直接提到情绪。SSRL 模型中包含了情绪,但没有具体说明情绪调节的子过程(Hadwin, Järvelä, & Miller, et al., 2011)。Efklides 以及 Winne 和 Hadwin 提到了情绪在自我调节学习中的作用,认为情绪可能会直接影响情绪的元认知体验,但并没有重点强调情绪调节策略(Winne, & Hadwin, et al., 1998; Efklides, 2011)。

2.3. 学习分析反馈促进 SRL 中学习策略使用

许多研究发现,反馈可以引导学生参与更多的自我调节学习活动(Hattie & Timperley, 2007)。根据 Winne 和 Hadwin 的自我调节学习模式,学生设定学习目标,并监控学习策略,监控提供了一个内部反馈回路,依靠内部和外部反馈来帮助学生调节学习(Winne, & Hadwin, et al., 1998)。反馈会影响学习者对其学习成果的评价以及所使用的学习策略和策略的有效性。Ahmad Uzir 等在三年中,对同一翻转课堂的时间管理策略进行研究。研究者使用过程挖掘程序,发现当呈现反馈时,有更多的学生使用时间管理策略并获得较高学习绩效(Uzir, Gašević, Matcha, Jovanović, & Pardo, et al., 2020)。但因为只考虑了翻转学习,教学环境较为单一,为结合多种教学环境进行进一步研究,Lim 等利用混合方法研究,将来自两个不同课程背景的学习者的跟踪数据与从焦点小组讨论中收集的学生定性数据进行三角化,发现反馈的作用主要是促使学生进行自我控制,以保持学习的持续性(Lim, Gasevic, Matcha, Uzir, & Dawson, et al., 2021)。通过以上分析可以发现,学习分析方法有能力发现有意义的学习策略,并强调反馈影响学生自我调节学习的潜力。

学习分析的反馈干预应该与教学设计紧密联系在一起,从而为学生学习提供有意义和可操作的反馈。反馈与教学目标保持一致是非常重要的,当学习分析和教学设计有效结合时,个性化反馈有助于学生吸收并帮助他们以更优的方式适应自我调节学习。在形成性学习评价中反馈与学生长期的表现有关,可以促进他们反思学习任务完成情况(Lockyer, Heathcote, & Dawson, et al., 2013)。

学习策略反映了学习者在追求特定学习目标时的特定方式(Jeong, Biswas, & Johnson, et al., 2010),但学生一般很难确定和使用最佳的学习策略来获得学业成功(Fincham, Gašević, Jovanović, & Pardo, et al., 2019)。反馈可为学生选择学习策略提供支持,通过利用学生在线学习活动的轨迹,采用数据挖掘方法可从跟踪数据中检测学生的动态学习策略。如果将这种数据分析方法应用到学习分析的干预措施中,那么学生将可以得到实时数据信息。这种增强还可以使反馈更具对话性,促进学生对当前学习策略的有效性进行反思。

3. 学习分析视角下自我调节学习的理论模型构建

本研究选取 Zimmerman 模型作为模型构建依据,其体现了自我调节学习的周期性,该模型分为三个阶段:预先计划阶段、实施阶段和自我反思阶段。在预先计划阶段,学生分析任务、设定目标、计划如何实现目标,动机推动过程发生并影响学习策略的激活。在实施阶段,学生执行任务,同时监控自己的进展,并使用相关自我控制策略来保持自己在认知上的投入和完成任务的动力。最后,在自我反思阶段,学习者通过绩效阶段的自我观察和预先计划阶段的设定目标进行自我评估,对他们的成功或失败做出归因。这些归因会对学生在以后的学习中产生积极或消极的影响。从自我反思阶段产生的内部反馈作为自我调节学习下一次迭代的输入。但是该模型未突出反馈的重要性,以及反馈与学生的学习策略积极联系。

学习分析面向利益相关者,分析、优化、促进自我调节学习。徐晓青等发现主要的利益相关者依次是研究者、学习者、教师,决定学习分析方法及其呈现方式(徐晓青、赵蔚、刘红霞和姜强, 2021)。学习者是自我调节学习的主体,是学习分析技术应用于自我调节学习时的数据来源。个性化反馈主要面向学习者和教师,辅助学习者及时优化学习策略和时间管理策略;支持教师了解整体学习情况,以适时调整教学设计和教学方式。

在预先计划阶段,学习分析主要应用于对(元)认知的分析,具体表现为任务分析和自我激励。实施阶段包括自我控制 and 自我监测,进行高级数据挖掘,检测学习和时间管理策略与

反馈之间的关联；学习分析对行为、动机和情感进行分析，具体表现为寻求帮助，选择和适应学习策略和时间管理策略等。自我反思阶段，包括自我评估和自我反应，学习分析将数据进行聚合、预测，用这一轮获得的结果来优化学习过程，从而影响后续循环。

综上所述, 整体模型构建如下:

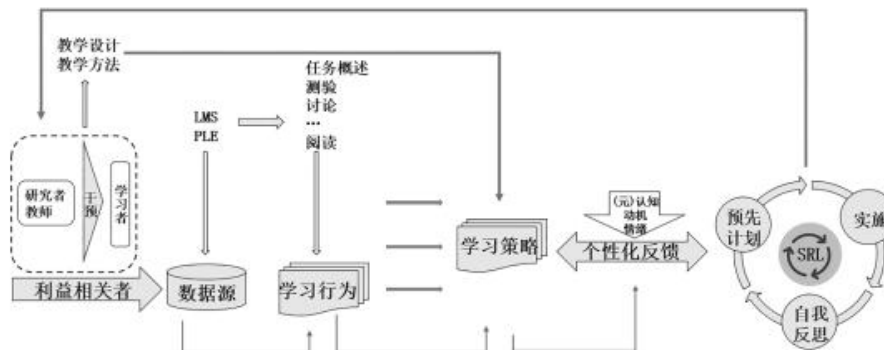


图 1 学习分析视角下自我调节学习的理论模型

为保障在自我调节学习分析过程中提供个性化反馈,推荐有效学习策略,需要制定自我调节学习机制。贯穿整个自我调节学习的多源动态数据采集机制,学习分析帮助学习者监控学习过程中的行为、情感、认知等方面,把握学习进度,了解所处学习环境自我调节能力使个体积极调整自身心理状态以适应环境。多通道分析的自适应反馈机制是学习分析环境下的理论模型进行自适应调整优化的基础,该模型为学习者提供了个性化学习反馈服务。面向利益相关者,以实现“教、学、管”等相关数据的采集。

4. 学习分析视角下自我调节学习量化研究框架

基于 MOOC 平台, 我们设置的课程共有十个单元, 时长为十二周。要求学习者完成每个单元教学视频的观看, 并在每周参加讨论, 测试包括单元测试、期中测试、期末测试, 课程中有两个作业, 一个要在第七周前完成提交, 另一个在课程结束前完成提交。我们要求进入 MOOC 课程的学员在课程开始时完成一份选填问卷。调查问卷包括个人相关信息 (年龄、性别、教育程度) 和学习者进入课程的目的 (观看所有课程或仅部分课程)。另外, 问卷还包括在线学习入学意向 (OLEI) 量表 (见表 1), 以及先前在 MOOC 中进行研究使用的 SRL 指标。SRL 指标由与六项 SRL 策略相关的 24 项陈述组成。学习者使用 5 分量表对陈述进行评分 (从 0 到 4 进行编码)。评估的六种 SRL 策略是目标设定策略 (4 项表述)、策略规划 (4 项表述)、自我评估 (3 项表述)、任务策略 (6 项表述)、细化 (3 项表述) 和寻求帮助 (4 项表述)。该量表已被证明具有高效度与信度 (Kizilcec, & Schneider, et al., 2015)。

表1 在线学习入学意向 (OLEI) 量表

你为什么选这门课	适用于	不适用于
对课程主题感兴趣		
与工作相关		
与学校或学位相关		
与学术研究相关		

为了个人的成长和充实

为改变职业

为了乐趣和挑战

认识新朋友

体验在线课程

获得证书/成就声明

课程由知名大学/教授颁发

和同事/朋友一起学习

提高我的英语水平

所有学习活动均在线上完成，因此我们能够收集学习者活动的痕迹，使用过程挖掘方法提取序列模式，对学习者进行预测，及时提供反馈，该过程分为五个阶段（见图2）：

(1) 提取阶段：为了研究 MOOC 中学习者的交互序列，从数据库中获取跟踪数据。这些原始数据分为三类：(a)一般数据；(b)讨论；(c)包含学习者行为相关信息的个人数据。

(2) 标记学习行为阶段：首先将跟踪数据中记录的事件流分割成学习会话。两个事件之间“不合理的长停留时间”被用作分隔学习阶段的标记，如果超过 45 分钟没有记录任何数据，相应的学习会话将终止。其次，在学习过程中记录学习者与 MOOC 课程内容的交互，包括观看视频（开始观看视频、完成视频讲座、回顾已经完成的视频）；测试（尝试测试、通过测试、回顾已经通过的测试）。提取学习会话，并将其编码为学习者在与 MOOC 课程交互时发生的连续动作（交互序列），识别和命名与课程中学习任务相对应的有意义的学习行为，以便后期检测学习策略。最后，定义一个事件日志。除了与课程的互动之外，事件日志还包括自我报告问卷的学习者自我调节学习的分数。

(3) 检测学习策略阶段：首先使用 pMineR R 软件包创建一个一阶马尔可夫模型(FOMM)，将学习会话中的学习行为的时间顺序序列作为输入，获得一个转移矩阵，其中包含任意相关学习动作之间的转移概率。然后，基于 FOMM 生成的转移矩阵，使用期望最大化 (EM) 算法对会话进行聚类，采取间隙统计的方法来估计最佳聚类数。最后，使用探索性序列分析 (TraMineR R 软件包) 从学习行动的分布方面判断检测到的学习策略，并形成过程模型。

(4) 提取自我调节学习的模式阶段：将提取的交互序列模式作为输入，对行为相似的学习者进行分组，可通过基于 Ward 方法的凝聚层次聚类实现。该聚类技术适用于在线环境中检测学习者群体，通过检查生成的树状图选择最佳的聚类数，聚类显示学习者在学习 MOOC 时使用的不同类型的学习策略。根据交互序列模式和 SRL 模式对学习者的分类，分类为抽样型学习者（在课程中活动较少）、综合型学习者（通常按照课程设计的學習路径有顺序学习，投入大量时间观看课程，并尝试通过测试）、针对型学习者（观看的视频比综合型学习者少，并专注于完成测试）。最后，根据各类学生人数统计通过课程的人数，运用 T 检验寻找不同类型的自我调节学习者的差异。

(5) 个性化反馈阶段：将提取的交互序列模式作为输入，将其与在线学习入学意向 (OLEI) 量表中的数据、自我报告的数据相结合，确定预测因子，使用多元线性回归分析和逻辑回归

分析, 评估变量是否对预测学习者的成功产生具有统计学意义的影响。验证预测因子后, 建立相应的预测模型, 进行课程预警分析, 判断是否需要调整学习策略, 并及时反馈给学习者。

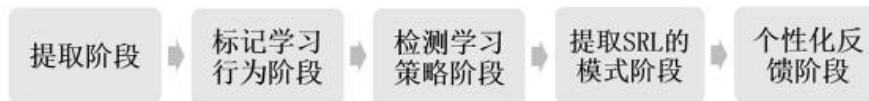


图 2 学习分析视角下自我调节学习量化研究框架

5. 结束语

本研究基于学习分析反馈对自我调节学习的影响, 在 Zimmerman 模型基础上构建学习分析视角下自我调节学习的理论模型。自我调节学习中学习分析的应用方式以关注、分析、呈现为主, 而本研究提出的模型突出了反馈的对话性, 且体现了反馈与学生的学习策略之间的积极联系。要真正帮助学习者提高自我调节学习能力不仅要有合理的辅助策略, 研究的持续性同样重要。未来研究将开发问卷以统计与分析数据, 验证模型有效性。

参考文献

- 徐晓青、赵蔚、刘红霞和姜强 (2021)。自我调节学习中学习分析的应用框架和融合路径研究。电化教育研究, 6, 96-104.
- Boekaerts, M., & Niemivirta, M.(2000). Self-regulated learning: Finding a balance between learning goals and ego-protective goals. In *Handbook of self-regulation*(pp. 417-450). Academic Press.
- C. Ellen Weinstein, J. Husman, and D. Dierking, "Chapter 22. Self-Regulation Interventions with a Focus on Learning Strategies," *Handbook of Self-regulation*, 2012.
- Ed Fincham, Dragan Gašević, Jelena Jovanović, and Abelardo Pardo. 2019. From Study Tactics to Learning Strategies: An Analytical Method for Extracting Interpretable Representations. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 12, 1 (Jan.2019), 59 – 72.
- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: the MASRL model. *Educ. Psychol.* 46, 6 – 25.
- H. Jeong, G. Biswas, J. Johnson, and L. Howard, "Analysis of productive learning behaviors in a structured inquiry cycle using hidden Markov models," in *Proceedings of the 3rd International Conference of Educational Data Mining*, Pittsburgh, PA, jun 2010, pp.81 – 90.
- Hadwin, A. F., Järvelä, S., and Miller, M. (2011). "Self-regulated, co-regulated, and socially shared regulation of learning, " in *Handbook of Self-Regulation of Learning and Performance*, eds B. J. Zimmerman and D. H. Schunk (New York,NY: Routledge), 65 – 84.
- Hattie, J., & Timperley, H.(2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Kizilcec, R. F., & Schneider, E. (2015). Motivation as a lens to understand online Learners: Toward data-driven design with the OLEI scale. *Transactions on Computer-human Interactions (TOCHI)*, 22(2), 1-24.
- Lim, L. A. , Gasevic, D. , Matcha, W. , Uzir, N. A. , & Dawson, S. . (2021). Impact of learning analytics feedback on self-regulated learning: Triangulating behavioural logs with students' recall. *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*.
- Lockyer, L., Heathcote, E., & Dawson, S.(2013). Informing pedagogical action: Aligning learning analytics with learning design. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1439-1459.
- M. Berland, T. Martin, T. Benton, C. P . Smith, and D. Davis, "Using Learning Analytics to Understand the Learning Path ways of Novice Programmers," *Journal of the Learning Sciences*, vol. 22, no. 4, pp. 564 – 599, 2013.

- Matcha, W., Gasevic, D., Uzir, N. A. A., Jovanovic, J., Pardo, A., Lim, L., ... & Tsai, Y. S. (2020). Analytics of Learning Strategies: Role of Course Design and Delivery Modality. *Journal of Learning Analytics*, 7(2), 45-71.
- Nora' ayu Ahmad Uzir, Dragan Gašević, Wannisa Matcha, Jelena Jovanović, and Abelardo Pardo. 2020. Analytics of Time Management Strategies in a Flipped Classroom. *Journal of Computer Assisted Learning* 36, 1 (2020), 70 – 88.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V.(1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33.
- Winne, P. H., & Butler, D. L. (1994). Student cognition in learning from teaching. In T. Husen & T. Postlewaite (Eds.), *International encyclopaedia of education* (2nd ed., pp. 5738 – 5745). Oxford, England: Pergamon.
- Winne, P. H., and Hadwin, A. F. (1998). "Studying as self-regulated engagement in learning, " in *Metacognition in Educational Theory and Practice*, edsD. Hacker, J. Dunlosky, and A. Graesser (Hillsdale, NJ: Erlbaum),277 – 304.
- Zimmerman, B. J. (2000). "Attaining self-regulation: a social cognitive perspective, " in *Handbook of Self-Regulation*, eds M. Boekaerts, P. R. Pintrich, and M. Zeidner(San Diego, CA: Academic Press), 13 – 40.
- Zimmerman, B. J., Moylan, A. R., Hudesman, J., White, N., and Flugman, B.(2011). Enhancing self-reflection and mathematics achievement of at-risk urban technical college students. *Psychol. Test Assess. Model.* 53,141 – 160.

六顶思考帽促进师范生教学设计学习中创造力的学习分析研究

Learning Analysis of Six-thinking Hats Promoting Creativity in Teaching Design Learning of Pre-service Teachers

梅傲雪¹, 龙陶陶^{2*}, 张琪³

¹² 华中师范大学 人工智能教育学部

³ 淮北师范大学 教育学院

* taotaolong@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 有创造能力的师范生可描述为既有教育能力又有创造能力的人才，基于创造性和复杂性都为教师工作的特性，因此，首先要培养出富有创新精神的教师，才能够培养出具有创造性的人才。本研究旨在将“六顶思考帽”工具用于支持师范生的教学设计实践活动，通过监测、分析师范生的小组讨论过程和创造力前后测，探索“六顶思考帽”对师范生创造力的促进作用。研究表明，创造力前后测结果之间存在着显著的统计学差异，师范生对“六顶思考帽”表现出积极态度。

【关键词】 六顶思考帽；师范生；创造力；学习分析

Abstract: Pre-service teachers with creative ability can be described as talents with both educational ability and creative ability. Based on the characteristics that both creativity and complexity work for teachers, it is necessary to cultivate teachers with innovative spirit first to cultivate creative talents. This study aims to use the "Six-thinking hats" tool to support the teaching design practice activities of pre-service teachers, and explore the promoting effect of "six-thinking hats" on the creativity of pre-service teachers by monitoring and analyzing the group discussion process and creativity pre-and post-test. The results show that pre-service teachers have a positive attitude towards the "Six-thinking hats", and there is a significant statistical difference between the results of the creativity test before and after.

Keywords: Six-thinking Hats, Pre-service Teachers, Creativity, Learning Analytics

1.前言

2021年11月29日，教育部发布关于《中华人民共和国教师法（修订草案）（征求意见稿）》公开征求意见的公告，旨在重塑教师形象和尊师重教的社会风尚，提高对教师的要求。师范生作为学生和未来教师，其核心素养的培养是提升教师队伍质量的必要路径，因此有关教师的核心素养和能力也需要贯彻到师范生的培养当中（罗雨晴, 2021）。师范院校作为孕育教师的场所，应当及时贯彻国家相关方针政策，及时调整师范生的培养方案，对如何提高师范生的创造力，培养新时期符合社会需要的创造型教师做出示范。

“六顶思考帽”是由法国著名心理学家、医学博士爱德华·德·波诺所提出的一种思考工具（Phuntsho U & Wangdi D, 2020），这种思考工具为团队和个人提供了创造性的思考方法，并以详细和有凝聚力的方式规划思考过程。在现有研究中，“六顶思考帽”在提升批判性思维、创造性思维以及问题解决能力方面具有一定的影响。本研究将采用“六顶思考帽”工具，并将其应用于师范生学习、讨论、教学设计的课堂过程中，通过创造力前后测试、内容分析等方法探讨“六顶思考帽”工具的使用对师范生创造力的影响，旨在发掘锻炼师范生创造力的工具，推动师范生教育的发展，使师范生具备专业的职前教师素养。

2.研究现状

2.1. 培养师范生创造力

创造力作为一种能够得到增强的能力，并且唤醒、激发和发展这种潜力需要在有利的环境中进行培训 (Burkus, 2013)，因此教育环境起到了关键的作用。师范生作为国家急需的、已经具有一定的知识容量、科学素养和创造力的准智能型的特殊群体，承担着未来中小学学生知识、能力、情感等方面教育的重要职责，未来基础教育质量的好坏很大程度上由教师自身创新能力水平的高低直接决定 (冯影, 2021)，而目前我国对于师范生创造力培养还存在诸多不足，虽然已经出现了通过信息技术、信息化教育环境、新型教学模式对师范生创造能力培养提供支持，但对于师范生创造能力培养的实践还存在着活动方式单一、培养体系不健全、创造教学技法缺失等缺点，这为如何切实提高师范生的创造能力提出了挑战。

2.2. 六顶思考帽

“六顶思考帽”是爱德华·德博诺博士创造的用于进行思维训练的一种工具，其核心思想是“平行思考” (De Bono, 1956)。“六顶思考帽”代表了黑色、白色、蓝色、黄色、绿色、红色六种颜色不同的帽子，每一种颜色表示一种特定的思考方式，当思考者戴上其中一顶帽子，则表示他需要采纳某一种特定的思考类型。在教育领域，“六顶思考帽”在增强学生的元认知，调动学生学习积极性，提高主题学习的成果等方面具有良好效果 (Phuntsho & Wangdi, 2020; Gill-Simmen, 2020)。虽然“六顶思考帽”于教育领域的应用较少，但其在培养批判性思维能力、创造性思维能力、问题解决能力等方面具有一定潜力，也为本研究提供了研究思路 and 现实基础。

3. 研究方法

3.1. 研究对象

本实验以华中师范大学 71 名师范生为研究对象，他们来自不同学院，且以大三为主，少部分为大四学生，所有师范生从未接触过“六顶思考帽”相关概念。本实验中师范生们均参与了为期八周的“现代教育技术应用”师范生公共必修课，课程采用翻转课堂的教学方式，要求学生在课前观看视频材料，发讨论帖提出问题、发表看法，以小组为单位合作完成教学设计、微课设计与开发，并开展课上作品展示、讨论、小组互评等活动。

3.2. 工具

本实验对所有参与课程的师范生进行创造力前后测试，测试以托伦斯创造性思维测验、南加利福尼亚测验为依据进行组合设计，共包含七个题目，主要包括以下五个种类：①物品的非传统用途；②谜语；③不完全图形测试；④蜡烛问题；⑤图形组合。

3.3. 数据收集

课程初期，在学习者未接触“六顶思考帽”相关概念的情况下，研究者对学习进行了创造力测试前测。本实验中课程共分为八个专题，具体安排如图一所示，教师在第四专题时向学习者介绍“六顶思考帽”工具，并要求学习者于在线学习平台完成有关“六顶思考帽”资源的学习和讨论。在接下来四个专题学习中，要求学习者运用“六顶思考帽”工具进行讨论、思考、问题解决，并保存好在线交流记录，于课程后期以小组为单位进行提交。所有教学活动完成后，研究者再次向学习者开放创造力测试，作为本实验的后测。

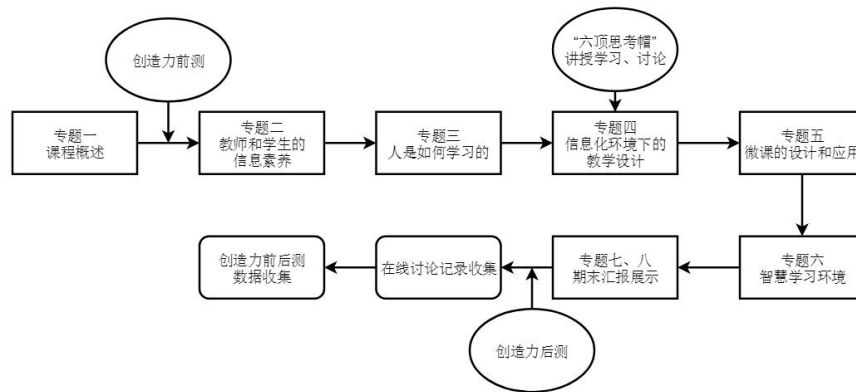


图 1 课堂专题流程

3.4. 数据分析

本实验采用准实验研究方法，使用配对样本 t 检验对前后测数据进行分析。对于在线讨论帖子数目、回复数目则采用描述性统计分析，并对学习者在线聊天记录进行编码统计。

4. 研究结果

4.1. 创造力测试

笔者对前后测试卷进行百分制打分，共获得有效实验数据 59 对。配对样本 t 检验中相关性检验结果表明，创造力测试前后测结果的相关系数为 0.806, $p < 0.001$ ，具有相关关系。配对样本检验结果表明，在差数均值的 95% 可信区间上， $t = -4.001$, $p < 0.001$ 。

4.2 在线讨论

研究者于在线学习平台发布了关于“六顶思考帽”工具的小组讨论帖，要求各小组成员在组内对“六顶思考帽”工具的优点、缺点以及在各自专业领域内有哪些值得应用的地方进行讨论，并汇总至讨论区。充分的理解和运用“六顶思考帽”是提升后续学习活动中讨论效率，促进小组团队协作的关键。截止课程结束，讨论帖共计浏览 1073 次，总计讨论、回复 129 次。讨论结果发现，学习者在讨论过程中对各项帽子进行了不同程度的解释，并结合自身理解和专业特色对此工具提出了见解。一些小组将“六顶思考帽”工具应用于自身专业的学习、教学情境中进行分析，不仅从一个学习者的身份学习其含义，还将自己置身于教学者的身份将“六顶思考帽”与教学设计相融合，探索设计过程中的用途，比如有学习者表示：“在确定教学设计时，我们按顺序分别带上不同颜色的帽子……这样十分有利于提高效率，而且对于团队协作也很有帮助”。在课程初期学习教学设计相关知识和教学活动时，师范生的讨论内容已经拓展到了多个层面，表明学习者对“六顶思考帽”持有积极态度，并初步掌握了“六顶思考帽”的相关概念和应用，为后续的小组讨论和教学活动实施提供了保障。

收集小组聊天记录并对小组成员话语进行标注后，发现绝大多数学习者对于“六顶思考帽”的理解比较到位，并且能够正确、充分使用各种颜色的帽子来表达自己的情绪、观点。绝大多数小组长在讨论中扮演着“蓝帽”的佩戴者，组织、控制讨论流程，比如“现在大家戴绿色思考帽，思考课堂导入问题”、“那我们现在对微课设计进行分析，考虑一下可行性、技术的可操作性、使用的环境、软硬件条件吧”。以蓝色帽子为主导和引导，保证了在同一时间内小组成员均佩戴同样的帽子，并站在同一立场思考问题，这有效地扩大了每个人在不同方向上思维的广度，防止受到某一思维的限制。“六顶思考帽”的使用让小组在线讨论过程变得更加有序，几乎避免了讨论混乱、意见不一致的情况，提高了小组的在线讨论的效率，有利于学习活动的进行和学习任务的高效完成。

但也有小组对“六顶思考帽”工具的使用方式不恰当，主要是对各项帽子的使用意义掌握不当，在讨论过程中出现了错误的搭配情况，为了避免错误情况持续发生，课程中安排了助教加入各个小组的讨论群，一旦讨论出现问题，助教能够及时与小组成员进行沟通，尽可能保证学习者对“六顶思考帽”工具的使用不产生偏差。

5. 讨论与总结

“六顶思考帽”所蕴含的“平行思维”(E. De Bono, 1956)这一理论使所有学习者于在线讨论中以同一视角关注一事情，当学习者能够区分并分别关注情绪、创意和逻辑等信息时，他们的各项思维能力则有可能得到清晰的、最大化的锻炼和提升。从实验结果来看，在“六顶思考帽”工具的影响前后，创造力测试结果具有显著性提升效果，结合各专业师范生在讨论帖对“六顶思考帽”工具的评价，笔者发现师范生在运用“六顶思考帽”工具进行教学设计、微课设计的过程中，能够适当撇开红帽（直觉、情绪）、黑帽（缺点、批判）等思维的干扰，更加专注与绿帽有关的创新设计方案，这不仅充分发挥了团队的潜力，提高了团队成员的集思广益能力，也使得教学设计、微课方案在创新性、创造性方面取得较大提升，从而使师范生在创造力后测中，思维的广度、跳跃性、收敛性得到更好的提升。

在国内，“六顶思考帽”工具常用作临床医学以及护理学的研究，在教育领域中，“六顶思考帽”作为一种能够提升思维能力的工具，常作为教师锻炼、发展学生思维的授课工具，而很少有学者关注到通过这一技术对师范生这一未来教师群体本身发展的影响。而随着教育信息化的发展，教师的角色定位、存在价值和能力要求都发生了改变，具备较强的创新思维能力以及良好的信息技术整合能力是新一代教师的必备能力(杨九民, 2021)，因此单纯从掌握新型教学方法和教学策略方面并不能从根本上填补教师有关能力和素养的缺失。本实验结果表明，在各学习专题中，师范生对“六顶思考帽”工具的应用表明此工具提升了师范生对教学设计、微课制作以及对自身专业领域应用学习的积极性和参与度，“六顶思考帽”工具为师范生创造力的培养提供了可行的、创新型的工具，而当师范生的创造力得到切实提高，有利于其在走上教师岗位后对教学方法、教学策略以及信息技术的创新应用。师范生的创造力得到提升，不仅对今后教师的专业发展具有巨大前景，还有利于教师能够培养出具有创新能力和创新精神的学生，以及对优化整个教育循环产生不容小觑的影响。

参考文献

- 冯影.(2021).智慧教育背景下师范生创新能力评价指标体系构建研究(硕士学位论文,西北师范大学).<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD202201&filename=1021662002.nh>
- E. De Bono, Six thinking hats, Little, Brown and Company, Cambridge (1956)
- 杨九民,宁国勤,郑旭东,李文昊 & 喻邱晨.(2021).智能时代卓越数字教师能力导向的“现代教育技术应用”课程重构. *电化教育研究*(12),79-85. doi:10.13811/j.cnki.eer.2021.12.011.
- 罗雨晴.(2021).新时代背景下师范生核心素养培养的路径研究. *河北广播电视大学学报* (06),102-104. doi:10.13559/j.cnki.hbgd.2021.06.022.
- Phuntsho U, Wangdi D. The effect of using six thinking hats strategy on the development of writing skills and creativity of seventh grade EFL students[J]. *i-Manager's Journal on English Language Teaching*, 2020, 10(2): 27.
- Burkus, D. (2013). *The myths of creativity: The truth about how innovative companies and people generate great ideas*. John Wiley & Sons.
- Gill-Simmen, L. (2020). Developing critical thinking skills: Using Edward de Bono' s six thinking hats in formative peer assessment & feedback. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 3(1), 138-141.

异步在线讨论自适应干预的研究进展及展望

Progress and prospect of adaptive intervention in asynchronous online discussion

洪煜曜^{1*}, 汤化涛², 易诗情³, 邵文豪⁴

华南师范大学 教育信息技术学院

*823049259@qq.com

【摘要】 异步在线讨论作为在线学习中的重要环节, 已成为调动学生积极性、提升学习效率的重要手段。人工智能技术支持的自适应实时干预, 能够改善学习体验, 进而提高在线学习质量。但现有研究对于异步在线讨论自适应干预依旧处于研究初步阶段, 且未开展广泛的实证研究。基于此, 本文对近几年的相关文献进行了收集和梳理, 对异步在线讨论干预的概念、对象、模型、情景等进行了总结与展望, 旨在帮助研究者对异步在线讨论的现状建立清晰的认识便于开展未来的相关研究。

【关键词】 异步在线讨论; 自适应干预; 在线讨论; 自适应

Abstract: As an important part of online learning, asynchronous online discussion has become an important means to mobilize students' enthusiasm and improve learning efficiency. Adaptive real-time intervention supported by artificial intelligence technology can improve the learning experience and thus the quality of online learning. However, the existing research on adaptive intervention of asynchronous online discussion is still in the preliminary stage. Based on this, this paper collects and combs the relevant literature, summarizes and prospects the concept, object, model and scenario of asynchronous online discussion intervention, aiming to help researchers establish a clear understanding of the current situation of asynchronous online discussion for future research.

Keywords: Asynchronous online discussion, Adaptive intervention, Online discussion, Adaptive

1. 前言

国内外均对教育的在线讨论模式进行了大量的实证研究, 而对于异步在线讨论自适应干预依旧处于研究初步阶段, 且未开展广泛的实证研究。因此对当下异步在线讨论自适应干预方面研究进展的进行整理和研究, 为我进一步研究与发展提供参考。

2. 异步在线讨论自适应干预

2.1. 异步在线讨论的概念

在线交互的异步在线讨论模块是在线学习平台的核心构成要素, 基于异步讨论产生的大量数据进行行为分析和绩效预测对于在线教学环节的成功开展至关重要。异步在线讨论凭借有助于讨论的深入以及促进学生深入思考和提升情感体验的优势, 对培养学生的作用是不可替代的。

2.2. 异步在线讨论自适应干预对象分析

未来在线异步讨论自适应干预相关的研究应该增加以小组为对象的研究, 同时兼顾小组与个人的学习情况, 制定分别适应不同对象的干预策略。

2.3. 异步在线讨论自适应干预模型

技术的引入可以进行实时监控和针对性的反馈, 进而提高学生的讨论质量, 如图 1 所示。

(1) 在数据的处理上, 大致可以归纳为: 数据收集、数据处理以及形成学生信息报告等三个步骤。

(2) 在推理策略上, 基于人工智能技术对学生讨论内容的质量以及情感挖掘。

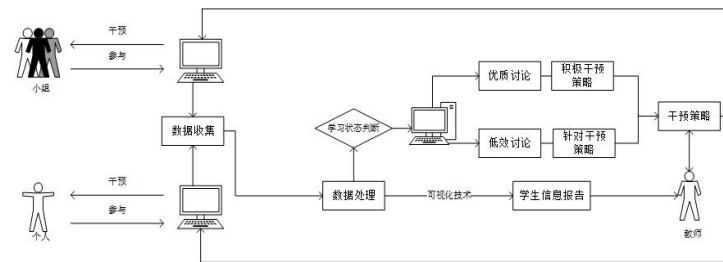


图 1 异步在线讨论干预模型

2.4. 异步在线讨论自适应干预情景

通过阅读并总结相关文献，从情景维度对异步在线讨论干预自适应的应用进行整理：（1）在学习问题诊断方面，能够针对抑郁症等心理障碍治疗提供更加移情性的反馈（Provoost 等，2019）。（2）在干预策略实施情境中，可以通过学生参与讨论时候的互动来检验帖子是否和课程内容相关（F. Wise and Y. Cui, 2018），其次在学生写作活动中持续的反馈效果好于间歇反馈的效果（R. T. Kellogg, 2010）。（3）在干预结果分析中，针对作文的自动反馈与老师的评论具备一样的作用（Liu Y. Li 等，2016）。讨论阶段采取合适的协作脚本引导同学进行互评，可以促进批判性思维的发展（连洪俪，2022）。

3. 总结与展望

教育自身被看作复杂的系统，其中任何环节的变化都要考虑其他潜在可能的影响。未来对异步在线讨论干预的研究除了对个人学习情况的检测与分析，还应该对分组群体的学习效果加以重视。对学生的学习风格、学习习惯以及学习情况数据等建模，通过人机协同的学习理念的指导，达到对教学资源与环境的充分利用。

参考文献

连洪俪.(2022). 协作脚本引导的在线同伴互评促进学生批判性思维发展研究(硕士学位论文, 辽宁师范大学).

Bey, A., Jermann, P., & Dillenbourg, P. (2018). A comparison between two automatic assessment

approaches for programming: An empirical study on MOOCs. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 259-272.

Kellogg, R. T., Whiteford, A. P., & Quinlan, T. (2010). Does automated feedback help students learn to write?. *Journal of Educational Computing Research*, 42(2), 173-196.

Liu, M., Li, Y., Xu, W., & Liu, L. (2016). Automated essay feedback generation and its impact on revision. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(4), 502-513.

Provoost, S., Ruwaard, J., Van Breda, W., Riper, H., & Bosse, T. (2019). Validating automated sentiment analysis of online cognitive behavioral therapy patient texts: an exploratory study. *Frontiers in psychology*, 10, 1065.

Wise, A. F., & Cui, Y. (2018). Learning communities in the crowd: Characteristics of content related interactions and social relationships in MOOC discussion forums. *Computers & education*, 122, 221-242.

基金项目:本文为华南师范大学学生课外科研一般课题“基于 DTW 算法的在线学习行为聚类及预测研究”(项目编号:22JXGA04)的阶段性研究成果。

融合视觉健康的在线学习者认知分析方法研究——基于眼动和脑电数据的协同

Research on Online Learners' Cognitive Analysis Method Integrating Visual Health——

Collaboration based on eye movement and EEG data

许家奇, 翟雪松*

浙江大学教育学院

jiaqi.xu@zju.edu.cn

【摘要】 信息技术给在线学习的发展带来巨大机会,然而青少年视力健康问题日益严峻。学习分析领域,眼动数据已被证明是学习者认知行为分析的重要指标,但尚缺乏与视觉健康的关联分析,也未有应用于大规模在线学习场景的实现路径,同时也缺少对信息加工生理机制的解释。针对此问题,本研究基于深度学习神经网络,提出双维眼动数据特征提取与识别的优化方法。同时,基于脑电数据,提出协同眼动和脑电数据的学习行为分析方法。以期为大规模在线学习环境中眼动数据识别、学习者认知行为分析和视觉健康防护提供新思路。

【关键词】 在线学习; 视觉健康; 协同分析; 眼动; 脑电

Abstract: Information technology has brought great opportunities to the development of online learning, but the problem of young people's vision health is becoming increasingly severe. In learning analysis, eye movement data has been proven to be an essential indicator of learners' cognitive behavior analysis. However, there is still a lack of correlation analysis with visual health, and no implementation path is applied to large-scale online learning scenes. At the same time, there needs to be more explanation of the physiological mechanism of information processing. This study proposes an optimization method for feature extraction and recognition of two-dimensional eye movement data based on deep learning neural network. At the same time, a learning behavior analysis method of cooperative eye movement and EEG data is proposed based on EEG data. It is expected to provide new ideas for eye movement data recognition, learner cognitive behavior analysis and visual health protection in large-scale online learning environments.

Keywords: Online learning, Visual health, Collaborative analysis, Eye movement, EEG

1. 前言

近年来,随着现代信息技术与教育教学的深度融合,信息技术支持的学习分析成为学习过程评价研究的前沿。借助人工智能、传感器、大数据等现代信息技术,基于眼动、脑电等流的数据的学习过程分析已成为当前研究的重要内容。单一维度的眼动数据分析缺乏对学习者的学习行为的内在解释,不能直接揭示学习者信息加工的生理机制(高晓卿,王永跃和葛列众,2005)。脑电的研究主要是对脑电波的振幅、频率、功率进行分析,以反映学习者的注意力、投入度、情感等学习状态,解构大脑中信息加工的生理过程(Lin & Kao, 2018)。因此,协同眼动和脑电数据分析,克服单模态数据分析导致的准确性和相关性不足,是深入探究学习者认知过程及其内在机制的有效手段。

当前,在线教育已成为信息技术与教育教学融合的重要学习形式。长时间、高强度的在线学习一定程度上导致学习者表现出视神经疲劳、干眼等状态,进而引发了计算机视觉综合征(翟雪松,楚肖燕和李艳,2021)。这一困境使得在线学习者的视觉健康问题不断恶化。《信息化时代儿童青少年近视防控报告》显示,2021年我国儿童青少年近视的患病率已超60%(人民政协报,2021)。改善学生视觉环境,加强防治近视科研成果与技术的应用,促进儿童青少年视力健康已是中央关心、群众关切、社会关注的重要工程(教体艺厅,2020)。然而,在线教育的学习分析和过程评价中,还没有将学习者的视觉健康纳入评价指标。一方面,现有在线

教学过程的分析 and 评价主要从学生学习行为和学习绩效开展研究, 缺少对其内在机制的解释以及与健康相关联的理论和实践研究 (李文昊等, 2022)。另一方面, 眼动数据作为反映在线学习者视觉信息的直接数据来源, 先前研究未考虑体现学习者视觉健康的生理性眼动数据。基于此, 本研究以在线学习者双维眼动数据 (眼机交互数据和生理性眼动数据) 和脑电数据为基础, 以期为在线学习者认知分析及视觉健康保护提供新的思路和方法。

2. 文献综述

2.1. 眼动数据和学习分析应用

近些年, 眼动技术在教学研究中不断深化与拓展, 该项技术是揭示学生学习认知过程的有效工具。眼动数据的分析主要包括眼机交互数据和生理性眼动数据两部分。

眼机交互数据的分析包括 3 个维度 (时间维度、空间维度、计数维度), 21 个指标 (Lai et al., 2013)。眼机交互数据的采集, 首先要确定面部特征与眼睛的方向, 可以使用经典的 Viola-Jones 人脸检测算法进行特征分类。Huang 等人使用递归模块使用眼睛的初始形状来完善眼睛的方向。眼机交互数据的教育应用中。眼机交互数据为多媒体学习资源设计、学习分析工具开发以及学习者认知行为的分析提供数据支持。杨九民等 (2020) 通过分析学习者的注视次数和平均注视时间, 对含有视觉线索的教学媒体视频进行了比较和优化。薛耀锋等 (2020) 考虑眼动行为中的注视总持续时间和注视点数量数据, 分析不同学习者的认知风格。

生理性眼动数据, 包括瞳孔大小、泪膜湿润度、眨眼次数等生理状态数据, 这类数据可作为识别学习者计算机视觉综合征的重要指标。瞳孔大小是眼动研究中一个重要的参数指标, 在一定程度上能够反映学习者的心理活动、认知负荷和情感状态 (杨晓梦等, 2020)。尤洋等 (2019) 在探究教学视频显示空间特性对学习者的学习影响的研究中将瞳孔大小作为眼动测量指标之一。在计算眨眼频率时, Garcia-Agundez 等人 (2018) 提出了一种基于人眼长宽比法、OpenCV 和简单阈值系统的算法, 平均准确率可达到 82%。在泪膜分析方面, Su 等人 (2018) 利用深层卷积神经网络可以用来检测泪膜破裂区域, 进一步对干眼症患者进行筛查。

2.2. 脑电数据和学习分析应用

已有研究已发现, 人类的脑电生理信号可以被提取和分析, 目前主要发现有四个波段的信号。脑电波根据其频率范围细分为四个波段: Delta (δ) 波, 频率为 1-3Hz; Theta (θ) 波, 频率为 4-7Hz; Alpha (α) 波, 频率为 8-13Hz; Beta (β) 波, 频率为 14-30Hz (Chen et al., 2015)。脑电原始数据的处理方法有线性特征提取和非线性特征动力学方法。脑电的线性特征包括时域和频域两种特征, 主要有时域分析、Hjorth 参数和功率谱分析等三种方法。曹晓明等 (2019) 将脑电数据作为数据源之一分析学习者的学习参与度。王雪等 (2022) 在分析价值诱导对学习者的学业情绪、学习投入度及学习效果的影响研究中通过脑电数据进行学习者专注度和放松度的验证。

综上, 基于眼动数据和脑电数据的学习分析为教学资源、工具的设计及学习者认知情感的分析提供了科学依据。但是, 现有研究缺乏将眼机交互数据、生理性眼动数据与脑电数据的协同分析, 难以揭示学习认知行为背后的视觉健康科学机制。因此, 在学习分析过程中将眼动数据与脑电数据相结合, 是完善融入学生视觉健康的个性化评价的重要原则和突破口, 具有较强的现实意义和应用价值。

3. 方法框架

如图 1 所示, 围绕在线学习者的眼动和脑电数据协同分析的方法框架包含两个核心要素: 双维眼动数据的采集分析和脑电数据的采集分析。

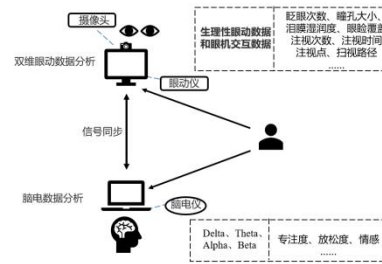


图 1 在线学习者眼动和脑电数据协同分析的方法框架

3.1. 双维眼动数据的分析

眼机交互数据采集主要是通过眼动仪获取在线学习者的注视时间、注视次数、扫视路径等眼机交互数据。生理性眼动数据的采集主要是通过网络摄像头获取学习者的眨眼次数、瞳孔大小、泪膜湿润度等生理性眼动数据。在双维眼动数据分析中，通过深度学习的算法，可以尽可能的挖掘眼动数据的潜在特征，从数据层面找出学习者双维眼动和在线学习之间的内在机理。本研究构建了基于神经网络的双维眼动特征提取与识别模型，如图 2 所示。

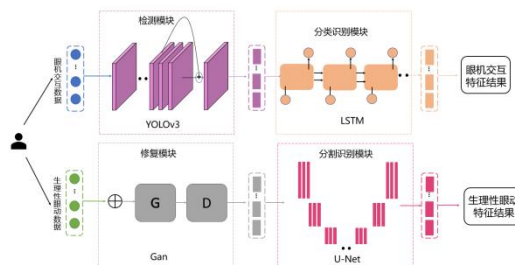


图 2 基于神经网络的双维眼动分析模型

首先通过 YOLOv3 检测双维眼动数据。YOLOv3 在针对小目标的检测上，表现出良好的性能和跟踪精度。其次，通过 LSTM 分析眼机交互数据，LSTM 网络使用长短时记忆单元代替传统的网络神经元，具备了处理更长序列数据的能力，因此可以更高效准确的。再次，针对生理性眼动数据，通过 Gan 和 U-Net 的分布式生理性眼动特征提取识别模型。Gan 神经网络超越了传统神经网络分类和特征提取的功能，能够按照真实数据的特点生成新的数据可以筛选不合格的眼动数据，并且对低质量的眼部图像进行修复，从而降低个体身体或头部晃动对生理性眼动数据的影响。使用 U-Net 网络进行眼动图像的分割和特征识别。U-Net 神经网络性非常好，能够在很小的训练集上实现图像的分割。

3.2. 脑电数据的分析

分析脑电图数据是研究认知过程的特殊方法。它可以帮助研究者建立科学诊断，了解人类行为背后的大脑过程。脑电测量具有以下优点：一方面，脑电测量具有很小的侵入性；另一方面，脑电在相关的认知过程中提供了大量的定量信息。脑电图具有非常高的时间分辨率，可以以毫秒的速度接收大脑的快速反应，这使其能够准确地同步大脑和环境中发生的事情。脑电设备可以从头皮上检测脑电波，通过脑电装置的电极捕获以各种脑电频率表示的电活动。对于脑电数据的分析，一方面可以通过快速傅里叶变换（FFT）的算法识别原始脑电信号的不同频率的不同波。另一方面，可以采用机器学习算法对其线性特征和非线性特征进行大数据的分析，从特征空间集合中发现反映特定认知状态。此外，还可以直接将脑电数据输入到人工神经网络中，利用神经网络端到端的学习和分类机制从中发现个体认知状态的特征量。

4. 结语

本研究首次将眼科学融入到学习分析研究中，对于人工智能分析识别学习者认知行为和视觉健康状态供了创新的途径和重要意义。一方面，本研究提出基于眼机交互和生理眼动数据

的双维眼动数据分析学习者认知行为和视觉健康。另一方面,通过协同脑电数据,实现数据的交叉印证。丰富了轻量级信息技术在学习分析领域的相关理论。本研究仍有进一步完善的空间,在后续大规模应用方面。研究可以协同表情、姿态等多模态数据,使用深度学习算法优化提升眼动数据的分析的准确性和科学性。

参考文献

- Chen J., Hu B., Moore P, et al.(2015).Electroencephalogram –based emotion assessment system using ontology and data mining techniques.Applied Soft Computing, 30(5):663-674.
- Garcia-Agundez, A., Ochs, T., Konrad, R., Caserman, P., & Göbel, S. (2018). Eye Aspect Ratio Based Blink Rate Detection and Its Potential Use for Parkinson' s Disease.
- Huang, B., Chen, R., Zhou, Q. (2020). Applying eye tracking in information security. Pattern Recognition, 98, 145 – 157.
- Lai, M. L., Tsai, M. J., Yang, F. Y., Hsu, C. Y., Liu, T. C., Lee, S. W. Y., ... & Tsai, C. C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. Educational research review, 10, 90-115.
- Lin F R, Kao C M. (2018). Mental effort detection using EEG data in E-learning contexts [J]. Computers & Education, 122: 63-79.
- Su, T. Y., Liu, Z. Y., & Chen, D. Y. (2018). Tear film break-up time measurement using deep convolutional neural networks for screening dry eye disease. IEEE Sensors Journal, 18 (16), 6857-6862.
- 曹晓明,张永和,潘萌,朱姍,闫海亮.(2019).人工智能视域下的学习参与度识别方法研究——基于一项多模态数据融合的深度学习实验分析. 远程教育杂志(01),32-44.
- 高晓卿,王永跃,葛列众.(2005).眼动技术与脑电技术的结合——一种认知研究新方法. 人类工效学(01),36-37+44.
- 教体艺厅函. 教育部办公厅等十五部门关于印发《儿童青少年近视防控光明行动工作方案(2021—2025年)》的通知.(2021).http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-05/11/content_5605840.htm.2021-04-28.
- 李文昊,任晓瞳,朱希雅,陈冬敏.(2022).认知弹性设计下自我调节学习行为影响学习成绩的机制研究[J].电化教育研究,43(02):64-71.
- 人民政协报.信息化手段在近视防控中大有可为.(2021).<http://www.rmzxb.com.cn/c/2021-06-16/2882176.shtml>
- 王雪,高泽红,张蕾,王志军.(2022).价值诱导促进视频学习的机制和策略研究: 基于多模态数据的分析. 电化教育研究(02),56-63.
- 薛耀锋,曾志通.(2020).面向自适应学习的不同认知风格学习者眼动模型研究. 现代教育技术(08),91-97.
- 翟雪松,楚肖燕,李艳.融合视觉健康的在线学习环境设计原则与技术路径[J].现代教育技术,2021,31(12):12-19.
- 杨九民,徐珂,韩佳雪,焦新月,皮忠玲.(2020).教学视频中线索类型与学习者先前知识经验对学习的交互影响. 现代远程教育研究(01),93-101.
- 杨晓梦,王福兴,王燕青,赵婷婷,高春颖,胡祥恩.(2020).瞳孔是心灵的窗口吗? ——瞳孔在心理学研究中的应用及测量. 心理科学进展(07),1029-1041.
- 尤洋,王以宁,张海.(2019).教学视频终端显示空间对学习者的影响的眼动研究[J].中国电化教育, (08):123-129.
- 翟雪松,楚肖燕,李艳.(2021).融合视觉健康的在线学习环境设计原则与技术路径.现代教育技术, 31(12):12-19.

在线课程论坛数据中认知与情感发展的交互研究——基于文本语义潜在分析的方法

Interactive Research on Cognitive and Emotional Development in Online Course Forum Data -- A Method Based on Text Semantic Latency Analysis

陈杰, 许玮
浙江工业大学教育科学与技术学院
xiaocilang008@163.com

【摘要】 在线学习的知识建构是基于学习者的自主导向学习逐步内生的, 论坛交流为学习者提供了一个将内生知识进行外显的平台。本研究聚焦在线学习平台的谈论数据, 基于文本卷积神经网络 (TextCNN) 分类模型, 使用 python 语言进行潜在语义分析的方法, 对其中认知与情感发展进行交互研究。本项目在理论上融合了文本潜在语义分析方法, 理解学习者在线上课程学习中的认知与情感的调节互动模式; 应用上将智能学习分析技术应用在线课程数据的分析, 为教育测评提供了更加科学化系统化的方法, 同时可为高校教师设计在线教学模式提供参考和借鉴。

【关键词】 在线课程情感发展交互研究; 文本卷积神经网络分类模型; 文本潜在语义分析

Abstract: The knowledge construction of online learning is gradually endogenous based on learner's self-directed learning. The forum exchange provides a platform for learners to make endogenous knowledge explicit. This research focuses on the discussion data of online learning platform. Based on the classification model of this convolutional neural network, it uses the method of python language for potential semantic analysis to conduct interactive research on cognitive and emotional development. This project integrates the text potential semantic analysis method in theory, and understands the adjustment and interaction mode of learners' cognition and emotion in online course learning; The application of intelligent learning analysis technology to the analysis of online curriculum data provides a more scientific and systematic method for education evaluation, and can also provide reference for college teachers to design online teaching models.

Keywords: Interactive research on emotional development of online courses, TextCNN, Latent semantic analysis of text

引言

随着在线学习的应用愈发广泛, 教师逐渐发现了解在线课程中学生情感能够很大程度上帮助教学。但仅依靠教师的自主观察难以准确并及时的了解到学生情感的变化。因此为了给教育测评提供了更加科学化系统化的方法, 同时为高校教师设计在线教学模式提供参考和借鉴。本研究聚焦在线学习平台的论坛数据, 基于文本卷积神经网络分类模型, 对在线课程中学生认知与情感发展进行交互研究。

1. 研究综述

1.1 学业情绪分析方法现状

大量文献显示, 一般学业情绪分析的方法为通过问卷收集学生数据, 问卷中通常包含一般资料调查表以及学业情绪量表。之后进行人工的编码分析。

上述的分析法尽管十分准确,但需要消耗大量的精力与时间。本文希望通过 TextCNN 分类模型智能分析学生学业情绪,这样可以快速得到分析的结果,教师可以及时的通过结果来调整自己之后的教学模式来增效提质。

1.2 学业情绪对学生构建认知的影响

教育过程是“创造”人的过程,也是人的价值的积淀过程。因此教师在设计在线课程的实现时必须以尊重人的本质,遵循人的身心发展特点和规律为前提。而如何根据学生的心理需要,让学生愉快学习,主动探求,满足求知欲望,激发进一步学习的兴趣,是一个非常重要的问题(俞国良和董妍,2005)。

国内外大量的研究证实,学生在学习过程中会体验到各种不同的情绪,这些情绪体验就是学业情绪。学业情绪是指在教学或学习过程中,与学生学业活动相关的各种情绪体验,包括在课堂学习活动中和完成作业过程中以及考试期间的情绪体验(赵丹,2013)。良好的学业情绪有助于学生认知活动的开展和主动学习态度的培养。因此在课堂中,教师掌握学生的情绪变化非常重要。

相比于传统课堂,教师在教授在线课程时由于时空的限制会更加难以把握学生的上课情况,因此也就难以了解学生在课上的学业情绪以及其时刻的变化。这对教师课程后的总结评价造成了一定的难度。为了解决这类问题,本研究重在通过深度学习的方式对学生在线课程中情感变化做出准确及时的判断并分析其中互相影响的因素,以帮助教师得到相应的反馈。

2. 研究设计

2.1. 研究问题

本研究旨在统计并分析学生个人与同组学生在一节课中的情感发展变化,因此主要研究以下几个问题:

随着时间的变化,学生在课堂中的学业情绪变化如何?

随着时间的变化,同一组的学生学业情绪变化是否会相互影响?

2.2. 研究对象与课程实施

本研究以《教学系统设计》课程的 110 名教育技术学(师范)、计算机师范、机械工程(师范)、电气工程及其自动化(师范)四个专业的学生为研究对象。该课程是以上四个专业的一门专业选修课,采用面对面教学与在线同步教学的模式。在课程开始之初,教师在学习通平台创建了一个课程讨论区供学生们进行学习交流,作为课堂的延伸和补充,并鼓励学生积极参与讨论,且通过教师点赞与教师回复等方式激发学生参与讨论的动机。此外,在课程开展的过程中,教师也定期发布与课程内容相关的帖子,促进学生巩固理解。

3. 数据分析

3.1. 数据分析说明

在整个课程的设计方面,教师根据学习者平时的表现将参与课程的学生以四人一组的形式分成 27 组(其中两组有五名学生)。其中每组的同学都来自同一专业。

本人将记录小组内每个学生在论坛里的发言并且对每次发言的情感进行一个等地划分。等地将根据学生的学业情绪划分为四个情感,分别是 1 为积极高唤醒,2 为积极低唤醒,3 为消极高唤醒,4 为消极低唤醒。例如,当学生的发言为“这个我不太会”时我们将其情感判定为 4(消极低唤醒);而当学生的发言为“这个部分按照老师刚刚给的方法来就很简单”时我们将其情感判定为 1(积极高唤醒)。

3.2. 数据分析结果

3.2.1. 情感变化节奏

通过截取在线课程某节课的论坛评论并用已经训练好的 TextCNN 模型进行学生情感的分析。我们可以得到该学生在整个课程中的全部情感变化。此外,我们根据学生平时的课程表现与课程相关作业的完成情况可以大致了解到唤醒程度越高、越积极,则学习者对知识的掌

握情况更好，认知能力更高。

如图一所示，这是我们随机抽取的一个组别，组别中的四位同学来自教育技术学（师范）专业。下列图表记录了他们在论坛上的所有发言并通过分析得到了他们在课程中随着课程的推进，学业情绪所发生的变化，下图纵轴代表着对应的学业情绪、横轴则代表时间。

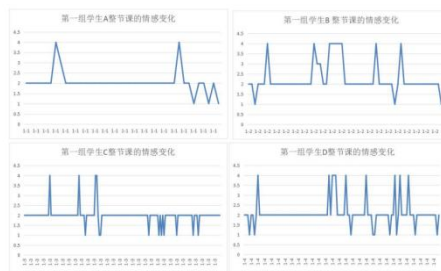


图1 第一组各学生整节课的情感变化

3.2.2. 学生之间情感发展变化的独立性

从图一中不难发现，尽管是同一节课并且在同一个小组，不同学生之间的情感发展是有所不同的。学生A总体情感变化并不明显，整体处在一个较为平静的状态，只有在课程刚开始和快结束时会有较明显的变化；而学生B则变化较为明显，但大多是处于消极高唤醒状态和消极低唤醒状态，可见课程的设计对于学生B是有一定难度的，他并不能很及时的跟上总体的学习节奏；而学生C则是在开始处于消极低唤醒状态，课程后期处在积极高唤醒状态，可见学生C的学习节奏是渐入佳境的；学生D则是在前期处于积极低唤醒状态，课程后期情绪变化则非常迅速，可见在课程导入之后他对课程的参与度是很高的。

综上，我们可以发现，对于同一教学环节，不同的学生所展示出的学业情绪是有所差异的。考虑到学生们的基础是课程积极性不同，这是非常合理的。而教师则需要把握好学生之间的差异，去重新设计自己的教学环节以期让更多的学生参与到课堂中来。

3.2.3. 小组之间学生情感发展变化的一致性

根据图一中四张坐标图，我们发现同一小组中各学生随着课堂的进行，所展示的情感变化会在某些固定节点有着较为一致的表现。首先，在课程刚开始的引入阶段，学生的学业情绪普遍为积极的低唤醒状态，可见他们当时大部分是处在放松、满意、平静等的情绪之中。根据 Yerces-Dodson 定律，这种适中的情绪是最佳状态，因此在课上长期保持这种平和的情绪状态有益于青少年学习效率的保证（任秀华和陆桂芝，2009）。其次，我们会发现在课程的后半段，学生的学业情绪变化非常明显，高频的在消极低唤醒和积极高唤醒状态之间切换。而在课程后期，教师设计的教学环节大多为协作学习以解决某个拟好的问题又或者到了课程的后期教师需要进行课堂小结以检测学生对该节课的知识掌握情况。毋庸置疑，这些教学环境的设计相较于一开始的课程引入环节对学生有着更高的认知需求。当学生对课程情况掌握良好和同小组的同学沟通流畅时，学业情绪就会处在积极高唤醒状态，这种情绪体验会带给学生自信，增强自我效能感，稳固学生对课程的认知；而当学生对课程情况掌握一般或者和同小组同学沟通出现了问题，那么学业情绪便难免会处在消极的低唤醒状态，尽管研究表明，适度的消极情绪可以锻炼意志，刺激自我觉醒，但难免会影响学生对于该节课的学习效率。

3.2.4 不同小组之间学生情感发展变化的异同

另外，本研究抽取了对课程知识掌握情况一般的小组，并用已经训练好的 TextCNN 模型进行学生情感的分析，得到该学生在整个课程中的全部情感变化，如图二所示。

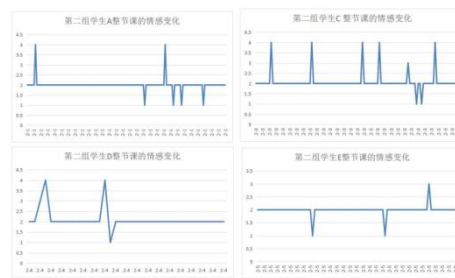


图2 第二组各学生整节课的情感变化

从第二组学生总体的情感变化折线图中我们可以看出,相较于第一小组,这一组的学生学业情绪变化并不明显。结合他们的课程作业表现以及论坛话题参与度,我们可以看出他们对整个课程的学习欲望并不高。而情感变化折线图可以很好的看出这一点,他们整节课大多都是处在积极的低唤醒状态,身体大多时候处在平静的情绪中。因此我们可以得知他们并没有很好的参与到课堂中来,课堂效率无法得到保障,使得最后的学业状况也并不理想。

4.结论与建议

4.1. 接受学生之间的差异,根据学业情绪来调整教学设计

在过去的几年当中,越来越多的研究者开始关注学业情绪这一领域的问题。对学业情绪的研究已经达成了以下几点共识:(1)学业情绪会影响学生的学习兴趣、学业成绩、个人发展、心理健康以及学校和班级的学习环境。(2)学生对学习任务的价值、控制评估、成就目标、认知能力以及班级、家庭、课堂等环境因素都会影响学生的学业情绪(徐先彩和龚少英,2009)。

根据上述研究,我们发现同一教学环节对学生的影响并不相同。而这则是由于学生之间的差异所造成的。教师可以从中进行把握,调整教学设计。

4.2. 正确审视教学中的积极与消极状态

在教学设计中,一方面,教师给学生提供机会“获取成功”,是保障、提高学生持续学习动力的关键;另一方面,消极的学业情绪对学生取得良好的学业成绩具有较强的阻碍作用。但尽管如此,有研究表明,适度的消极情绪可以锻炼意志。可见在课程中如果感受到消极情绪也并不是全是坏事。在实践教学中教师应为学生多创造获取成果、体验愉悦的机会,这些积极情绪会持续作用在学生的数学学习历程中。同时也不排斥偶尔批评学生,但是批评过后要“安抚”一下,避免长期积累而出现消极情感状态(林炜和尹弘飏,2022)。

参考文献

- 俞国良 & 董妍.(2005).学业情绪研究及其对学生发展的意义. *教育研究*(10),39-43. doi:.
- 赵丹.(2013).大学生学习自主性的特点及其与学业情绪的关系. *中国健康心理学杂志* (10),1564-1566. doi:10.13342/j.cnki.cjhp.2013.10.018.
- 任秀华 & 陆桂芝.(2009).学业情绪对青少年心理健康发展的影响. *中小学心理健康教育* (07),4-5+9. doi:.
- 徐先彩 & 龚少英.学业情绪及其影响因素[J]. *心理科学进展*,2009,17(1):92-97.
- 林炜 & 尹弘飏.(2022).中学生数学学业情绪的特点及其与数学学业成就的关系. *数学教育学报*(04),21-27. doi:.

多模态学习分析研究领域的现状、热点、趋势——基于 Citespace 知识图谱软件的量化研究

Current Status, Hot Spots, and Trends in the Research of Multimodal Learning Analysis——

A Quantitative Study Based on Citespace Knowledge Graph Software

唐琪¹, 李爱霞^{2*}, 杨佩琳³

¹ 鲁东大学教师教育学院

² 鲁东大学教师教育学院

³ 鲁东大学教师教育学院

* 李爱霞, 讲师, 鲁东大学教师教育学院, 研究方向: 学习分析、学习设计研究
943084713@qq.com

【摘要】 多模态学习分析是利用多模态的思想对学习的本质过程进行深度剖析, 它的目的是为了促进精准教学, 并且模态学习分析打开学习分析新的研究思路, 本文在分析国内外相关文献的基础上, 运用 Citespace 工具对研究现状、热点、趋势进行了总结梳理, 从期刊发文量、关键词共现图、时间线图三方面总结出多模态学分析的发展阶段, 以及多模态学习分析呈现与人工智能技术以及深度学习相结合, 共同促进教育发展的趋势。研究热点也从技术层面转移到学习内在发生过程中去, 重视认知、情感等内在心理变化。通过对国内外诸多研究进行梳理发现, 当前多模态分析研究聚焦于数据收集、数据融合、数据建模、数据应用四个方面。未来多模态学习分析研究将会在更复杂的学习情境中发挥其独特的价值。

【关键词】 citespace; 多模态学习分析; 多模态; 学习分析; 人工智能

Abstract: Multimodal learning analysis is the use of multimodal ideas to the essence of learning process for in-depth analysis, its purpose is to promote precision teaching, and modal learning analysis opens up new research ideas of learning analysis, this paper in the analysis of relevant literature at home and abroad, the use of Citespace tools to the research status, hot spots, trends to summarize the development stage, from the journal volume, keyword co-occurrence graph, timeline chart three aspects to summarize the development stage of multimodal credit analysis, and multimodal learning analysis presents the trend of combining artificial intelligence technology and deep learning to jointly promote the development of education. The research focus has also shifted from the technical level to the process of internal occurrence of learning, focusing on internal psychological changes such as cognition and emotion. Through many studies at home and abroad, it is found that the current multimodal analysis research focuses on four aspects: data collection, data fusion, data modeling, and data application. In the future, multimodal learning analysis research will play its unique value in more complex learning situations.

Keywords: citespace, Multimodal learning analysis, Multimodal, learning analysis, artificial intelligence

1. 引言

《中国教育现代化 2035》中提出“利用现代技术加快推动人才培养模式的改革, 创新教育服务业态, 建立数字资源共享机制, 完善利益分配机制、知识产权保护制度和新型教育服务监管制度, 推进教育治理方式变革, 加快形成现代化的教育管理和监测体系, 推进管理精准化和决策科学化”在这一政策的支持下, 学习分析的诞生无疑是给教育教学带来的新的希望

和曙光，但近年来，依托物联网技术的飞速发展、大数据计算能力的显著提升以及人工智能技术的广泛应用，尤其是线上教学成为主流之一的形式，学习分析的弊端愈渐明显，并且单一模态的数据也并不能保证学生学习过程的真实性。于是，多模态学习分析应运而生。

本文使用 citespace 软件，对中国知网与 Wos 数据库中主题包含“多模态学习分析”的期刊文献进行可视化分析，其中知网数据 234 条（每篇为一条），Wos 数据 965 条（每篇为一条），从发文量、研究热点、研究趋势和路径分析三方面对 2011-2021 年文献进行梳理，系统综述国内外多模态学习分析研究领域主要内容及发展趋势，为多模态学习分析的研究和实践提供参考依据和经验借鉴。

2.正文

2.1. 研究方法

本文采用定量研究为主、定性研究为辅的方法，通过整理“多模态分析”研究相关文献，并对文献进行定量分析，在可视化结果的基础上进一步进行定性分析，以期为新的研究提供理论支持。

2.2. 研究工具

在工具的选择上，借助可视化工具 Citespace，它是由美国德雷塞尔大学信息科学与技术学院的华人学者陈超美博士开发的一款主要用于计量和分析科学文献数据的信息可视化软件，并且它可以用来绘制科学和技术领域发展的知识图谱，直观的展现科学领域的信息全景，识别某一学科领域中的关键文献、热点研究和前沿方向，它利用分时动态的可视化图谱展示科学知识的宏观结构及其发展脉络的方式。^[1]

2.3 数据来源与数据处理

本文以“多模态学习”“学习分析”为主题，以中国知网数据库为例，中国知网 CNKI 数据库进行搜索，一共搜索到 36266 条结果，时间选择 2011-2021 年，为了最大程度确保研究的可信度和可靠性，将期刊来源限定为 cssci 后，剩余 234 篇文献，对文献进行梳理后，剔除不符合多模态学习分析主题的文献后，将剩余文献以 reforks 格式存储为 txt 文本，进一步使用 citespace 可视化软件对文献进行统一处理后，得到 234 条人工智能教育研究领域核心文献，作为本文研究分析原样本，具体操作实施框架如下图 1。

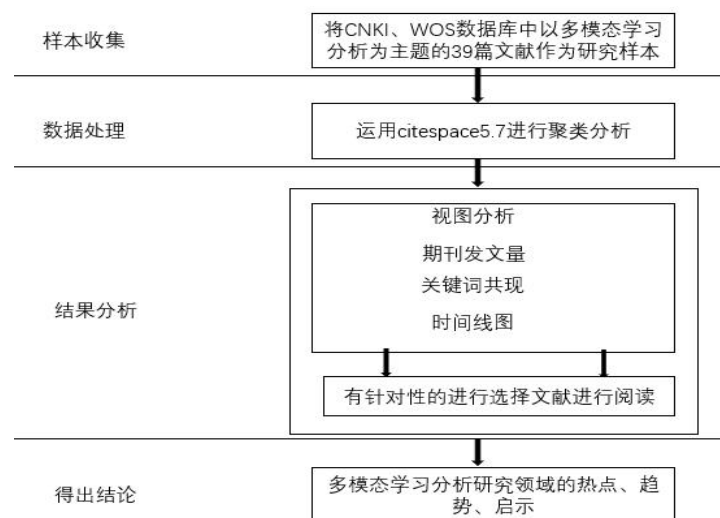


图 1 2011-2021 年多模态学习分析热点与趋势研究实施框架

3.数据分析

3.1. 期刊发文量

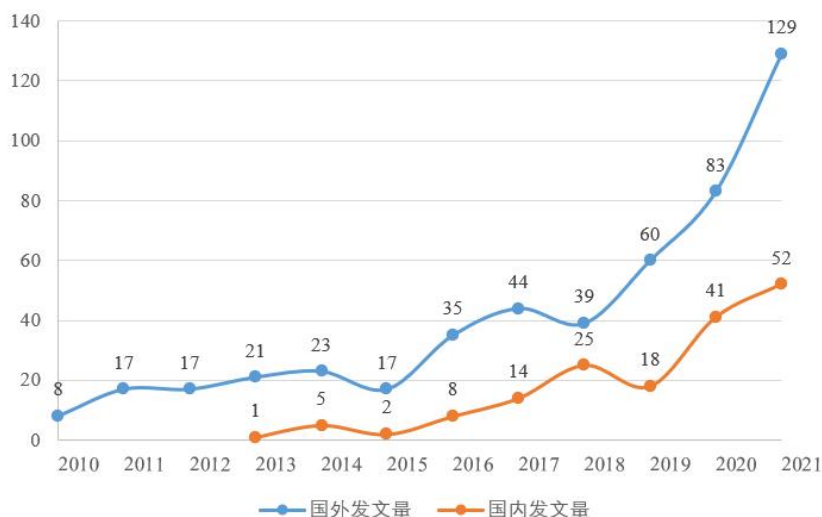


图2 国内外近10年的相关发文趋势图

历年文献发文量反映了多模态学习分析领域的理论水平和发展速度，由图2可以得出，近10年国外关于多模态学习分析的相关研究总体上呈现上升趋势。国内近10年的相关研究也呈现上升趋势，但相较于国外而言起步较晚，且上升趋势比较平缓。进一步分析发现，国内外对于多模态学习分析研究热度大致相同，总结分为如下三个阶段。

(1) 萌芽阶段 (2010年前)

通过文献查阅发现，国内对于多模态学习分析起步较晚。但无论是国内国外，多模态学习分析早期是起源于语言学，^[2]语言学者认为语言是学习者学习互动过程的重要组成部分，国内研究具备代表的研究者有：顾日国、张德禄，这些研究者们认为只有注重学生学习多模态的研究，重视内在规律和协同作用，才能更深入的理解、揭示学习者学习的发生、发展和内在规律。^[3]

在这一阶段，多模态主要是从话语分析的角度出发，应用于实际教学中。如，国内学者张征从多模态话语分析的角度出发，使用多模态PPT演示讲学来促进高校学生学习成绩，研究表明多模态PPT演示教学能够促进学习者学习成绩，阐述了该教学模式具有一定的可行性。^[4]

(2) 发展阶段 (2010年——2017年)

在发展阶段，国内虽然起步尚晚，但在发展阶段保持和国外持平的水平。在这一时期国内外的学者除了聚焦于学习者触觉、视觉等感官通道，同时也聚焦于学习者的触觉通道，并说明了触觉对于学习者来说是极为重要的模态。

这一时期通过调查调查表明触觉模态多出现于教师和学生（师生）、学生和学生（生生）以及师生与周边环境（教材、多媒体设备等）肢体接触上，如徐艳丽等人在大学英语听力课堂中，针对听力材料所设计的讨论、复述等活动时师生或生生之间身体接触中用到触觉模态，^[5]再比如，郑瑶菲等人在基于“云服务”的多模态课堂口头报告研究中将触觉、嗅觉、味觉等生命体感渠道纳入学生的多模态交互中。^[6]

(3) 快速发展阶段 (2017年——至今)

在这一阶段，随着移动通信、人工智能等技术的不断发展和创新融合，低成本、便携式可穿戴设备迅速发展，教学过程采集教育数据已经不再仅限于师生、生生之间互动的数据、也不再仅限于学习平台所记录的学习数据，研究者们开始着手收集生理、心理等数据，并且已有研究已经证实传统数据收集（触屏、鼠标点击的频率等）在预测学习效果时产生了39%的错误率，而加入了多模态数据收集（脑电、心率、皮电等），学习效果误差下降至6%，研究结果表明捕获更多的多模态数据可以提高预测学习者学习效果的准确性，为教育教学带来了新的生机。^[7]

在这一时期，国内外都开始关注使用脑电、皮电、心率等生理数据分析学习者在学习过程中行为、认知、情感等方面的变化，研究的重点也相应的向学习者内在学习机理转变，如，双师课堂中通过研究双师课堂中多模态学习情感分析关键问题，揭示学生在双师视域下的学生情感发生机制，为双师课后教研提供技术支撑和行动指南。[8]

3.2. 研究热点

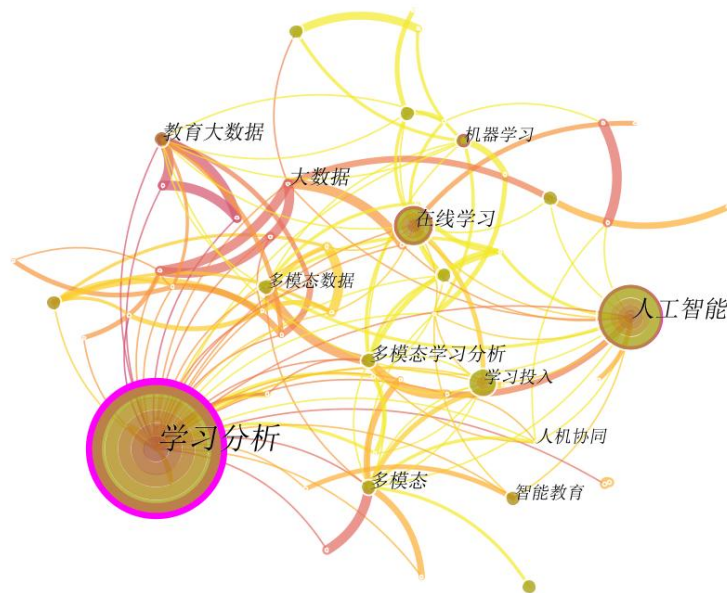


图3 国内多模态学习分析关键词共现图

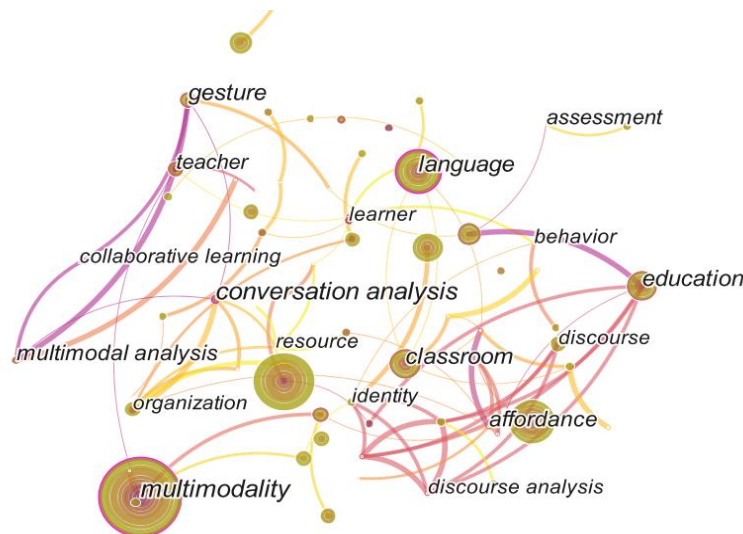


图4 国外多模态学习分析关键词共现图

关键词是作者对文章内容的高度凝练和总结，能够反映文献的核心内容，本文通过选取每个时间切片（1年）中出现次数前10%的关键词绘制共现图谱，根据图3和图4的关键词共现总结出国内排名前十的关键词为学习分析、教育大数据、大数据、多模态数据、多模态、多模态学习分析、在线学习、人工智能、人机协同等，而国外排名前十的关键词为 multimodality、multimodal analysis、gesture、conversation analysis、discourse analysis、behavior、affordance、collaborative learning，通过国内外关键词共现能够发现当前研究热点有分为以下两个方面：

一方面，随着大数据时代的到来，国内外教育领域都发生了翻天覆地的变化，信息技术融会贯通于各个学科之间，打破了传统的教学模式以及改善了传统的教学方法。此外，人工智

能技术的产生与发展也为各学科学习方法提供了多方面的技术支持, 人工智能技术与多模态学习分析技术融合应用促进教育发展成为当下的研究热点。[9]

另一方面, 多模态学习重视真实的教学情境和交流互动方式, 多模态学习分析技术通过采集学习数据来分析学生是否达到预期的学习指标, 所以目前多模态话语分析之间成为多模态学习分析领域的研究热点。

3.3. 趋势和路径分析

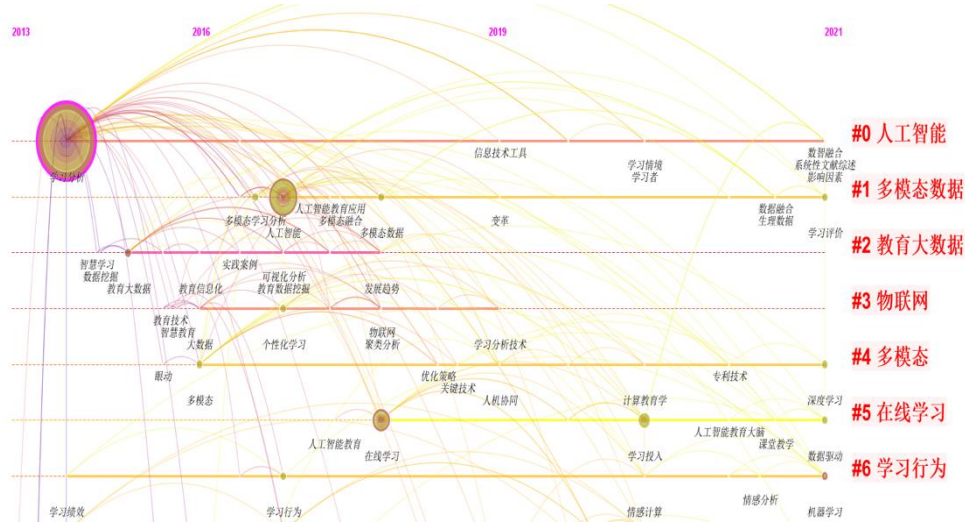


图5 国内多模态学习分析时间线图

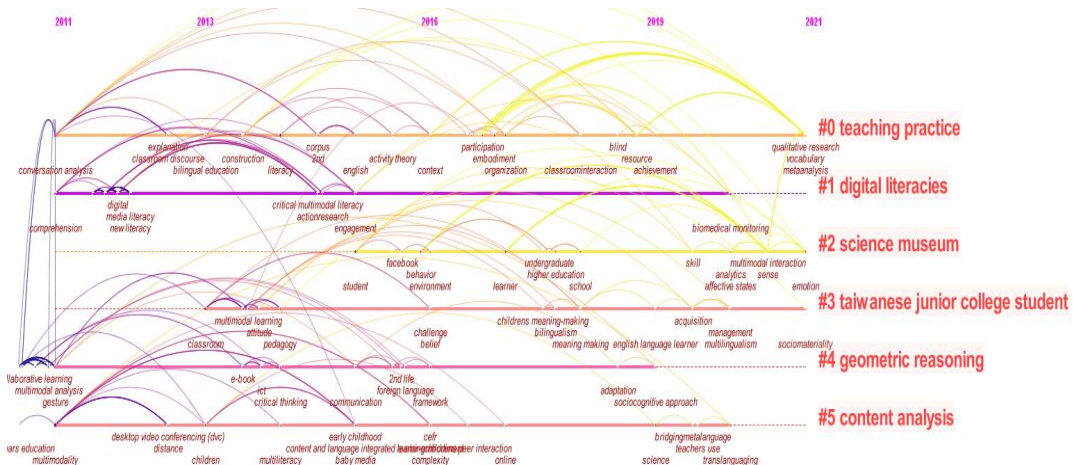


图6 国外多模态学习分析时间线图

通过对时间线图进行分析可以了解不同时期研究热点的变化趋势及未来方向 2016 年前通过图表能够看出多模态学习分析已经被提出, 但在 2016 年前的研究尚为浅显, 多模态学习重视真实的教学情境和交流互动方式, 其重心应该放在实际的学习场景之中, 2016 年之后, 研究者们逐渐认识到多模态学习分析的本质是借助信息技术手段来对学生的 学习过程进行评判, 如何确定收集到的数据是有效数据, 如何对数据进行处理, 以及如何确定数据能够反映学习的真实性则是目前研究的主流趋势, 并且通过大量查阅文献后, 了解到目前多模态学习分析领域的脉络基本清晰, 主要包含了以下四个模块: 数据收集、数据分析、数据融合、数据评价四个方面。[10]

4. 分析

4.1. 多模态学习的数据收集分析

多模态数据的采集是多模态学习分析的基础与关键, 研究者按照不同分类标准对多模态数据进行了初步分类, Blikstein^[11]等人将数据分为: 文本分析、话语分析、笔迹分析、草图分

析、动作手势、情感状态、神经生理、眼睛凝视、多模态整合和多模态界面分析。陈凯泉^[12]等人又在此基础上将这九类数据归纳总结为外显数据（直接观察到的）、生理数据、心理数据（手势、面部、眼动）基础数据（学情信息等）；在同时期，穆肃^[13]等人又提出了数字空间数据（在线学习平台）、物理空间数据（头部转角）生理体征数据（脑电、心电）心理测量数据、环境场景数据；牟智佳^[14]等人又将收集到的数据分为学习体征数据、人机交互数据、学习资源数据、学习情境数据。

综合以上学者对于多模态学习的数据进行归纳，以人的感官系统和外界环境的交互方式为参照标准，将数据大致分为以下几类：文本数据、语音数据、动作数据、表情数据、眼动数据、生理数据。

未来，多模态学习分析的数据收集一定是灵活且多样的，随着便携式可穿戴设备的广泛应用，以及人工智能技术的发展，能够更好的对学生的进行学习进行多模态的综合评价。

4.2. 多模态学习的数据融合分析

多模态学习数据虽然为我们全面感知学习者的真实学习状态提供多元的信息支持，但如何从收集到的诸多数据当中筛选出有效信息，能够正确反映学习发生的内在规律是数据融合的重难点所在，所以需要利用信息之间的互补关系，根据一定的规则和关系对不同模态的数据进行重新融合，以充分挖掘多模态数据背后隐藏的信息，客观全面揭示学习者的认知规律。

目前研究主要通过机器学习的方法进行数据融合，以实现多模态数据内部特征的整合，按照信息抽象的层次，能够将多模态数据融合策略由高到低分为四个层次：数据层融合、特征层融合、决策层融合、混合式融合。

未来，数据融合必将成为多模态学习分析一个核心研究领域，在开展教育研究的过程中，根据情境的复杂性、数据的多样性、方法的多样性等方面，对指标进行进一步的优化，从而能够让数据能够真实的反映出学生学习水平。

4.3. 多模态学习的数据建模分析

多模态学习分析强调运用模型来实现数理解释逻辑的教育循证，其中以学习者模型为主要的学习分析模型，从学习过程看，通过对学习者语言、动作、表情、眼动、生理等多模态数据进行全方位采集和融合分析，可以实现对学习者的知识、认知、情感交互状态建模，精准刻画学习者的学习特征，并在更深层次上探究和解释学习者的学习规律。

多模态学习分析数据建模分为以下几个方面：知识状态建模、认知状态建模、情感状态建模、交互状态建模、综合状态建模。

4.4. 多模态学习的数据应用分析

多模态学习分析发展到现在已逐渐成熟，理论体系基本完善，而在实际应用当中也发挥了其重要作用，教育领域中的各个场景正逐渐采用多模态学习分析技术，将其应用在教学过程中。

本文通过对文献进行梳理，对现有的数据应用进行总结，发现多模态学习的数据应用体现在如下场景中：双师课堂、公众演讲能力评估等。

5. 总结

多模态学习分析作为跨学科交叉形成的方向，前身基于已有学习分析的基础上，在大数据和人工智能技术的知识上，进一步对学生行为、认知水平、情感情绪等过程进行更深层次的探讨，本研究通过对相关的文献进行梳理和分析，理清多模态学习分析的发展路线，研究所聚焦的现状，剖析研究的热点，提出多模态学习分析的理论框架：数据收集、数据融合、数据建模、数据应用，在人工智能技术的支持下，多模态学习分析将会获得进一步的发展，更好的捕捉学习者的情感动态，使学习者更有效地开展学习。

参考文献

侯剑华 & 胡志刚.(2013).CiteSpace 软件应用研究的回顾与展望. *现代情报*(04),99-103.

- 彭红超 & 姜雨晴.(2022).多模态数据支持的教育科学研究发展脉络与挑战. 中国远程教育(09),19-26+33+78.
- 代树兰.(2013).多模态话语研究的缘起与进展. 外语学刊(02),17-23.
- 张征.(2010).多模态 PPT 演示教学与学生学习绩效的相关性研究. 中国外语(03),54-58.
- 徐艳丽.(2013).多模态视域下大学英语听力教学模式的构建. 黑龙江高教研究(11),168-170.
- 郑瑶菲.(2014).基于“云服务”的多模态课堂口头报告教学行动研究. 中国电化教育(12),133-138.
- Giannakos, M. N., Sharma, K., Pappas, I. O., Kostakos, V., & Velloso, E. (2019). Multimodal data as a means to understand the learning experience. *International Journal of Information Management*, 48, 108-119.
- 李新,李艳燕,包昊昱 & 程露.(2021).学习投入测评新发展:从单维分析到多模态融合. 电化教育研究(10),100-107.
- 刘佳琳,李喆.多模态学习的研究热点、动态前沿与趋势分析——基于 CiteSpace 软件的可视化分析[J].卫生职业教育,2022,40(19):125-129.
- 尹睿,何淑茵.基于系统性文献综述的多模态学习分析研究进展与前瞻[J].现代远程教育研究,2022,34(06):54-63.
- Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Multimodal learning analytics and education data mining: Using computational technologies to measure complex learning tasks. *Journal of Learning Analytics*, 3(2), 220-238.
- 陈凯泉,张春雪,吴玥玥 & 刘璐.(2019).教育人工智能(EAI)中的多模态学习分析、适应性反馈及人机协同. 远程教育杂志(05),24-34.
- 穆肃,崔萌 & 黄晓地.(2021).全景透视多模态学习分析的数据整合方法. 现代远程教育研究(01),26-37+48.
- 牟智佳.(2020).多模态学习分析:学习分析研究新增长点. 电化教育研究(05),27-32+51.

参与式可视化学习分析：让学生参与分析过程

Participatory visual learning analytics: Engaging students in the analytical process

胡立如, 吴佳君, 陈高伟
香港大学教育学院

【摘要】 学习分析工具面临赢得学习者信任和传达设计意图方面的挑战, 本文提出参与式可视化学习分析的设计理念, 通过设计可视化交互界面让学生参与到分析结果背后的分析过程和逻辑, 从而让学习者理解学习分析工具所提供的可视化反馈, 在自我学习分析过程中更具主体性, 文章进一步以致力于发展高效协作对话的 iTalk – iSee 工具为例阐释了参与式可视化学习分析工具让学习者参与分析过程的可行性, 以及对学习所带来的积极影响。

【关键词】 参与式可视化学习分析; 学习分析; 参与式; 高效同伴对话; 编码

Abstract: It is a challenge for the development of learning analytical tools to make users aware of its design intentions and trust the usefulness and authenticity of its analytics. This study proposes the concept of participatory visual learning analytics to engage students in the analytical process through interactive visual interface. Such participatory approach aims to support students' understanding of the visual feedback and promote student agency in regulating their own learning process. This study further introduces one participatory visual learning analytical tool called iTalk – iSee which aims to develop productive peer talk in dialogic collaborative problem solving. It also analyzes the feasibility to engage students in analytical process and the positive effects on learning emerged in the process.

Keywords: participatory visual learning analytics, learning analytics, participatory, productive peer talk, coding

1. 引言

学习分析学利用各种数据分析技术为理解和优化学习过程及环境提出了一系列解决方案 (Siemens, 2011), 并强调通过可视化的呈现手段帮助学习者理解数据分析结果, 而学习分析工具背后的分析过程和逻辑往往对学习者是不可见的, 这使得学习分析工具面临如何赢得学习者信任的挑战, 另一方面, 也使得学习者在理解教师应用学习分析工具的意图和期待方面产生一定的困难 (Echeverria et al., 2018; Wise, 2014)。有效的学习分析工具的应用应当去促进学习者的学习自主性, 激发学生主动的分析和反思自己的学习行为和交互过程, 而不是让学生依赖学习分析工具, 减少对自己学习过程的监控和思考, 或者只是被动地消化分析工具的反馈。另一方面, 可视化学习分析也强调计算机的自动化分析技术在很多情况下无法解决复杂的学习问题或理解复杂的学习现象, 因此需要结合人类的知识、经验和创造性, 并为人类智能和计算机计算优势的结合提供可视化的交互界面 (胡立如, 陈高伟, 2020)。

为了更好地促进学习者在使用学习分析和可视化学习分析工具过程中的自主性, 本文提出了参与式可视化学习分析的概念, 将分析工具背后的分析过程和逻辑向学习者开放, 并设计相关的可视化界面帮助学习者参与到分析过程当中, 从而让学习者更加清楚工具的设计意图和逻辑, 理解可视化学习反馈的意义, 以及教师的教学意图和期待。下面本文将以作者所开发的一个具体的参与式可视化学习工具 iTalk – iSee (Hu, Wu, & Chen, 2022) 为例来阐释参与式可视化学习分析工具的特点、应用效果和启发。

2. iTalk – iSee: 发展高效的同伴对话

高效的同伴对话对有效的合作至关重要, 研究发现高效的同伴对话有一系列共性的微观话语语步, 比如“补充他人观点”、“评价他人观点”、“请他人解释观点”等, 这些语步

强调表达和阐释个人观点，以及理解和拓展他人观点，它们能够引发学习者高层次的认知加工，并增强小组成员的主体间性，但是研究指出学生在合作时并不会自发地使用这些高效的对话语步，他们需要这方面的显性的指导，因此有研究者们通过各种方式来促进学习者在合作中应用高效的对话语步，可是目前针对面对面高效对话教学的工具并不多，而 iTalk-iSee 就是在这样的背景下所开发的一个促进小学生在合作中高效对话的参与式可视化学习工具。

为了帮助学习者学习和应用不同的高效语步，iTalk-iSee 为学生提供交互性的可视化界面来帮助学生分析他们在协作性问题解决中高效语步的使用情况，具体而言，iTalk-iSee 并不会为小组提供现成的分析结果，而是让学习者去参与完整的分析过程。比如针对“我说服他人了吗？”的分析任务，iTalk-iSee 为学习者提供同步的小组视频（面板 A）和小组讨论的转录文本（面板 B），让学习者可以非常方便地编码每一个话轮中所包含的自我表达方面高效同伴对话语步（面板 C），学习者完成编码之后还可以查看编码情况，并将编码情况和老师提供的参考编码比对，进一步修订小组的答案。



图 1 iTalk-iSee 编码界面截图

3. 研究方法 with 结果

本文是基于针对小学四年级学生的一个数学对话与思维培养项目，在该项目中，学习高效的同伴对话语步和协作数学解题练习穿插进行，在每个学习环节，教师向学习者讲授不同主题的高效语步，然后引导小组利用平板上的 iTalk-iSee 工具分析小组在协作练习中的新学语步的使用情况。而在每个练习环节，各小组应用已学的高效语步协作解决新的数学问题。该研究项目历时一个学期，参与者是从中国三线城市排名较低的一所小学中所随机抽取的一个班级，该班共有 59 人，其中男生约占 59%，学生年龄在 9 到 10 岁之间，所有学生被分为 19 个三人小组和一个两人小组。研究收集了所有小组协作对话的视频。

第 18 小组在编码自我表达类高效对话语步时与 iTalk-iSee 的互动过程涌现为一个鲜明案例，本文以该小组为例来展示学生是如何在 iTalk-iSee 的支持下参与话语编码。第 18 小组包含三名学生：邢、王和潘（均为化名，以保护参与者的隐私），邢的数学成绩是三个学生中最高的，其次是王，潘为最低。18 小组在项目中的整体表现为班级里的中等偏上，小组协作中最大的问题是平等，邢总是倾向于支配小组对话过程。第 18 小组在编码自我表达类语步时的互动情况并不是最好的，但是能够体现班级中比较有代表性的参与话语编码的互动特点，该编码任务是针对小组在上次课中解决博物馆门票问题时的讨论，该门票问题告知学生不同类型的门票价格：成人票 5 元，儿童票 4 元，5 人团体票 19 元，而且两个成人可以免费带一个儿童，请小组为 3 个成人和 14 个儿童设计最省钱的博物馆参观方案。

在编码环节，第 18 小组共需要完成 12 个话轮的编码工作。表 1 展现了第 18 小组的编码任务中的 6 个讨论话轮，王指出有三个大人（#7），暗示他们满足免费带一个儿童的要求，

邢则直接将大人和儿童加起来计算总人数 (3+14) (#8)，王立刻说“不是”打断了邢 (#9)，这里“不是”表达了对邢观点的不同意，王在没有得到邢的回应后，又再次大声强调题目要求 (#11)，这时邢才停下来回应王并阐释了自己的思路 (#12)。

表 1 待编码对话片段：“不是”

话轮	说话者	说话内容
#7	王	首先我们知道总共是三个大人，是比两个人多的
#8	邢	3 加 14，14，我们得到这个
#9	王	不是
#10	邢	是 17
#11	王	要求最省钱的方案！要求最省钱的方案！
#12	邢	是的，我们可以一个一个试，不是吗？

表 2 是第 18 组在编码表 1 中的第 9 个话轮“不是”时的讨论，潘最先提出应该将“不是”编码为“补充他人观点” (#6)，但是邢不同意 (#7)，王进一步试探性问邢是不是应该编码为“无” (#8)，即王认为“不是”可能并没有应用“为我说”中的高效语步，但是没有得到邢的认同，邢认为应该编码为“解释自己观点”，并作出了解释 (#9)，潘口头上赞同了邢的观点 (#10)，王也点头表示同意，并帮助小组在平板上点击了相应的编码。这个针对“不是”的编码片段显示了第 18 小组能够围绕如何编码展开讨论，这也同时暴露了他们在几个语步上（比如“拓展他人观点”、“评价他人观点”和“解释自己观点”等）的内涵区分仍旧不够清晰，该小组在后面也跳过了和教师提供的参考编码的核对步骤，因为最终并没有能够正确编码“不是”这一话轮。

表 2 编码片段 1：“‘不是’应该是……”



话轮	开始时间	结束时间	说话者	说话内容	行为
#5	0:01:21	0:01:22	邢	“不是”应该是……	
#6	0:01:26	0:01:28	潘	应该是扩展他人观点。	
#7	0:01:28	0:01:28	邢	不对	
#8	0:01:29	0:01:29	王	无？	
#9	0:01:30	0:01:33	邢	应该是自我解释吧，因为，因为你为自己这个是不对的。	
#10	0:01:35	0:01:35	潘	也对。	#9：邢（左）向后倾斜，看着王（中）

表 3 呈现了第 18 小组的另一个编码片段，由于 18 小组所编码的讨论片段都是邢和王之间的讨论，潘并没有参与，因此当他们完成所有编码之后，潘强调自己在该片段里一句话都没有说 (#25)，王对潘作出回应，并再次意识到他们小组存在的“不平等”问题 (#26)，该小组在上次对话分析任务中利用 iTalk - iSee 对小组平等性进行了分析和反思，“果然”暗示了王对上次 iTalk - iSee 分析结果的信任和理解。表 3 这个编码片段显示了小组在编码过程中也是在细致地回顾自己的讨论视频和对话文本，这同时激发小组自发地去反思他们在协作过程中的其他方面的表现。

表 3 编码片段 2：“我一句话都没说”

话轮	开始时间	结束时间	说话者	说话内容	行为
#24	0:03:39	0:03:40	邢	没有了。	
#25	0:03:46	0:03:48	潘	我一句话都没说，我感觉。	
#26	0:03:50	0:03:54	王	哈哈，果然我们不平等。	
#27	0:03:54	0:03:55	邢	反正看可视化吧。	

#25：潘（右）摊开手，看着平板

4. 研究讨论与结论

针对话语的编码和统计是话语分析的主流方法，但是在话语相关的学习分析工具中，话语的编码统计过程一般是对学习者不可见的，工具往往借助专家编码或者计算机自动编码，然后向学习者直接呈现分析结果。而 iTalk-iSee 的“参与性”体现在，它并不为学习者提供现成的可视化反馈，而是为学习者提供同步的讨论视频和文本，以及结构化的编码界面让小学生也能够参与到协作对话文本的编码过程，然后再将编码结果进行可视化呈现来帮助学生更好地反思和提升自己的协作对话质量。从学生参与编码的过程可以看出小学生能够围绕某句话该如何编码产生积极的讨论，这一过程也能够帮助学生理解和信任 iTalk-iSee 的设计逻辑和分析结果，还可以激励学生在具体的情景中主动去思考不同语步的内涵，学生在这种逐话轮的编码过程中还涌现出一些自发的对自己和小组表现的反思，老师也可以从学生的编码过程看出他们对各个高效语步的理解和掌握情况，从而进行有针对性的补充阐释。

因此，iTalk-iSee 呈现了一个全新的促进学生学习的途径，即不仅仅让学生反思自己的学习过程，而是为学生提供从学习分析到反思的全路径的支持，通过可视化分析技术让学生主动去参与分析自己的学习过程，获得可视化的分析结果，再进一步反思学习质量。iTalk-iSee 作为一个案例阐释了本文所提出参与式可视化学习分析工具的设计理念，将学习工具背后的分析过程和逻辑向学习者开放，并通过一定的可视化交互界面让学习者积极参与和体验这一分析过程，从而解决当前学习分析工具所面临的赢得学习者信任和传达设计理念方面的挑战。本文认为这种参与式的可视化学习路径是一个值得深入探究的方向，并倡导更多的人能够参与到类似的研究中，探索更多的参与式可视化学习分析方案。

参考文献

- 胡立如, 陈高伟 (2020). 可视化学习分析: 审视可视化技术的作用和价值. *开放教育研究*, 26(2), 63-74.
- Echeverria, V., Martinez-Maldonado, R., Buckingham Shum, S., Chiluiza, K., Granda, R., & Conati, C. (2018). Exploratory versus explanatory visual learning analytics: Driving teachers' attention through educational data storytelling. *Journal of Learning Analytics*, 5(3).
- Hu, L., Wu, J., & Chen, G (2022). iTalk-iSee: A participatory visual learning analytical tool for productive peer talk. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 1 - 29. <https://doi.org/10.1007/s11412-022-09374-w>
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30.
- Wise, A. F. (2014). Designing pedagogical interventions to support student use of learning analytics. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 203 - 211). New York: ACM.

基于文本挖掘的在线异步讨论交互水平及影响因素研究

Study on Interactive Level and Influencing Factors of Online Asynchronous Discussion Based on Text Mining

李国涛^{1*}, 刘金佑², 马梦纯³, 边雨迎⁴, 李彤彤⁵

天津师范大学教育学部

*lgt_tnu@163.com

【摘要】 交互是在线异步讨论中十分重要的部分, 在线讨论是交互最直接、有效的体现形式, 但目前在线讨论存在讨论不深入、交互水平低等问题。为探究影响在线异步讨论交互水平的因素, 本研究选取弹幕交互文本, 基于探究社区理论, 运用机器学习方法从认知交互、社会交互、教学交互和情感交互四个维度分析交互水平, 再通过主题挖掘探究四个交互维度下不同水平交互的成因, 为后续将弹幕引入教学平台提供可行性建议。

【关键词】 在线讨论; 探究社区; 机器学习; 交互水平; 主题挖掘

Abstract: Interaction is a very important part of online asynchronous discussion, online discussion is the most direct and effective form of interaction, but there are some problems in online discussion, such as not in-depth discussion and low interaction level. In order to explore the factors affecting the interaction level of online asynchronous discussion, this study selects bullet screen interactive text, based on the community of inquiry, uses machine learning method to analyze the interaction level from four dimensions of cognitive interaction, social interaction, teaching interaction and emotional interaction, and then explores the causes of interaction at different levels under the four interaction dimensions through topic mining. It provides feasible suggestions for the subsequent introduction of bullet screen into the teaching platform.

Keywords: online discussion, community of inquiry, machine learning, level of interaction, topic mining

1. 前言

随着互联网的发展和在线教育平台的应用, 在线学习逐渐成为一种常态化的学习方式, 在线异步讨论也成为学习者之间的一种主流交互方式。然而目前学习者之间的在线异步交互大多是在课前或课后通过平台中设置的讨论区、论坛进行, 这种方式存在着一些回复不及时、互动性差等问题。bilibili 网站的兴起, 把“弹幕”这种新型互动形式呈现在大众眼前, 弹幕以其独特的呈现方式实现了一种“伪实时”的异步交互, 可以有效缓解学习者理解内容不到位、学习持续性不强、交流互动不足等问题(杨九民、李丽和刘晓莉等, 2018)。因此, 本研究通过文本挖掘技术分析 bilibili 网站平台学习视频中弹幕交互现状, 探究影响弹幕交互水平的因素, 以期为后续将弹幕引入教学平台提供可行性建议。

2. 文献综述

在线讨论交互描述的是在线学习环境下学习共同体之间互动的状态, 具有综合性。以往研究发现, 探究社区理论能够通过深入分析在线讨论文本揭示在线学习中认知、教学、社会等交互的状态。目前已有少数学者基于探究社区框架对在线交互状态进行研究。如: 黄庆玲(黄庆玲、李宝敏和任友群, 2016)、(黄庆玲, 2017)等基于该观点对教师工作坊中讨论帖子进行分析, 评价教师在线讨论的认知水平; 王娜(王娜, 2022)等基于探究社区理论探讨教学、社会、认知、学习临场感对学习者的满意度的影响。而后续有研究发现情感会影响在线交互水平, Jaana (Jaana, 2018) 等人认为情感交互有助于引发学习者之间的情感共鸣, 提升群

体信任感和归属感, 形成良好的学习氛围, 能够直接有效的促进认知交互、社会交互和教学交互的发展(张文兰,刘君玲和刘斌)。刘君玲等人(刘君玲、张文兰和刘斌, 2020)将情感交互纳入探究社区理论中并构建在线协作交互文本编码体系, 并以此为框架对在线交互效果进行分析, 发现情感交互可以有效维持和调节认知交互过程。综上, 情感交互有利于缓解学习者消极情绪并促进其他方面的交互, 因此本研究将情感交互纳入到探究社区理论中, 并从认知交互、社会交互、教学交互、情感交互四个维度分析弹幕的交互水平, 特别指出, 在本研究中, 社会交互是指文本中所隐含学习者之间的人际交流以彰显个性或建立关系的行为。

当前研究大多基于人工编码方式分析交互文本, 如黄洛颖等(黄洛颖、陈丽和骆舒寒, 2022)基于CIE模型对学习交互文本进行背对背编码, 以探究教学交互转化的特征和演化规律。吴以欣等(吴以欣和刘梦今, 2021)改进了Gunawardena的知识建构分析模型, 并基于改编的模型进行人工编码, 将讨论质量划分水平以探究学生参与讨论质量的关系。但随着在线教育的普及, 在线讨论文本数量激增, 人工编码的效率无法满足当下交互文本分析需求, 当前文本挖掘技术涵盖主题挖掘、情感分析、文本分类和文本聚类等, 可以实现对海量文本内容的自动分析, 部分研究者开始基于文本挖掘技术进行内容分析, 如甄园宜(甄园宜和郑兰琴, 2020)等采用基于深度神经网络的方法建构交互文本分类模型, 实现了交互文本的自动分类。刘三女牙等(刘三女牙、彭晔和刘智等, 2017)通过LDA模型自动挖掘和解析文本评论信息的特征结构和语义内容, 并对学习者关注的热点话题演化趋势进行探究和追踪。综上, 本研究基于探究社区理论框架, 采用机器学习将交互文本分成高低水平, 运用文本主题挖掘技术探究学习者在不同交互状态下产生高水平和低水平的原因, 并为教学提供可行性的建议。

3. 研究方法

bilibili, 于2009年6月26日创建, 是国内最早出现弹幕视频的网站, 以下简称B站。本研究选取B站的学习类视频《零基础入门学习python》教程, 截止2022年4月20日, 该课程在B站平台上播放413.4万次, 点赞量8.6万, 收藏23.1万, 转发2.8万, 共包含58个小视频, 基本涵盖初学者学习python的主要知识, 课程讲解生动有趣、诙谐幽默, 吸引了许多初学者的关注。本研究通过python程序获取弹幕数据, 经过数据预处理, 删除缺失数据、冗余数据、无关数据以及无意义数据后, 最终保留25263条文本数据。

为深入探究影响在线异步讨论交互水平的因素, 本研究采用了郭栩宁(郭栩宁, 2022)设计的在线协作学习交互质量分析编码框架和机器学习分类算法模型, 该框架基于探究社区理论, 从认知交互、社会交互、教学交互、情感交互四个维度对文本内容进行分析。其中认知交互包含共享、分析、协商、应用和反思五个指标, 共享和分析属于低水平, 协商、应用和反思属于高水平; 社会交互包含问候和其他、提问或求助两个指标, 问候和其他属于任务无关水平, 即低水平, 提问或求助属于任务相关水平, 即高水平; 教学交互包含设计与组织、促进交流、直接指导三个指标, 设计与组织和促进交流属于促进对话, 即低水平, 直接指导属于促进反思, 即高水平; 情感交互包含消极情绪的情感表达和情感回应、以及积极情绪的情感表达和情感回应四个指标, 消极情绪属于低水平, 积极情绪属于高水平。

本研究采取的研究训练集为中国大学MOOC中的国家精品课程, 即陕西师范大学开设的《现代教育技术学》的相关数据。

机器学习分类算法模型采用决策树文本分类算法(Decision Tree, DT)、K-近邻的文本分类算法(k-Nearest Neighbor, KNN)和朴素贝叶斯的文本分类算法(Naive Bayes, NB), 本研究主要采取查准率(Precision)、召回率(Recall)、F1值(F-Score)和准确率(Accuracy)作为机器学习分类算法模型的评价标准, 通过比较不同分析指标的模型整体准确率(Accuracy)选择最优性能的文本分类算法模型, 其中, 认知交互采用决策树分类算法模型, 准确率为0.82; 社会交互采用K-近邻分类算法模型, 准确率为0.89; 教学交互采用朴素贝叶斯分类算法模型, 准确率为0.93; 情感交互采用决策树分类算法模型, 准确率为0.68, 综上, 认知交互、社会交互和教学交互能够较为准确地完成分类任务, 而情感交互的分类模型还有待提升。

4. 数据分析

4.1 四维交互水平现状

经过机器学习分类算法模型分析后，得到四个维度下讨论文本的交互水平分类结果，如表1所示。从整体来看，学习者基于弹幕的交互几乎是一种低水平交互，高水平交互极少。虽然学习者参与讨论的积极性比较高，但是这种交互方式对学习者知识外化、情感表达等高水平交互的促进效果并不明显。有相关研究表明，学习者基于弹幕的交互，大多是一种低水平的认知交互（Wu Q, Sang Y & Zhang S, 2018），与本研究结果较为一致。

表1 交互文本分析结果

交互类型	低水平交互		高水平交互	
	交互数量	数量占比	交互数量	数量占比
认知交互	22907	0.91	2356	0.09
社会交互	24438	0.97	825	0.03
教学交互	25256	1.00	7	0.00
情感交互	25259	1.00	4	0.00

为进一步探究学习者产生低水平交互和少量高水平交互的原因，本研究将LDA和TF-IDF算法运用于主题挖掘，提取四个交互维度下文本的主题特征词，得到如下八个表格：表2、表3是认知交互维度下高水平交互和低水平交互的主题词和特征词提取结果，同理，表4、表5是社会交互维度下的提取结果，表6、表7是教学交互维度下的提取结果，表8、表9是情感交互维度下的提取结果。

4.2 认知交互水平

表2 认知交互 LDA 主题特征词

主题词	高水平认知交互	低水平认知交互
主题词 1	0.052*"报错"+0.037*"准备"+0.037*"整数"+0.021*"喜欢"+0.020*"10"	0.289*"甲鱼"+0.097*"为啥"+0.040*"显示"+0.034*"看不懂"+0.025*"打开"
主题词 2	0.090*"作业"+0.069*"甲鱼"+0.029*"变量"+0.029*"数字"+0.028*"谢谢"	0.136*"print"+0.087*"报错"+0.057*"括号"+0.048*"理解"+0.032*"小伙伴"
主题词 3	0.066*"缩进"+0.056*"报错"+0.025*"单引号"+0.023*"建议"+0.023*"文本"	0.193*"更新"+0.053*"路过"+0.046*"数学"+0.031*"小姐姐"+0.022*"下去"
主题词 4	0.072*"模式"+0.072*"交互"+0.068*"打开"+0.034*"弹幕"+0.019*"学习"	0.159*"函数"+0.093*"哈哈哈哈"+0.052*"终于"+0.040*"三个"+0.037*"区别"
主题词 5	0.081*"问题"+0.078*"实现"+0.027*"肯定"+0.018*"好像"+0.016*"有人"	0.139*"作业"+0.107*"弹幕"+0.053*"回车"+0.049*"谢谢"+0.029*"加油"

表3 认知交互 TF-IDF 关键词

序号	高水平认知交互		低水平认知交互	
	关键词	TF-IDF 权值	关键词	TF-IDF 权值
1	报错	0.07905779113537718	甲鱼	0.09388695559423502
2	作业	0.05296379652152174	print	0.03671100661193689
3	缩进	0.024428625803344484	更新	0.03372873257176958

4	模式	0.023530424714921963	函数	0.0287189724795002
5	问题	0.02135672493855816	作业	0.02764122742251082

通过分析高水平认知交互文本的 LDA 主题特征词和 TF-IDF 关键词,发现产生高水平交互的原因是部分学习者注重实际操作并能结合自身经验指导其他学习者,主题 1、3 主要围绕“报错”、“缩进”等词展开,而“报错”和“缩进”两词的 TF-IDF 权值较高,回溯源数据发现学习者能从操作过程获得经验,充分感受到 Python 中“缩进”的重要性,同时能结合自身经验指导他人,在程序“报错”时检查标点符号和“缩进”。

通过分析低水平认知交互文本的 LDA 主题特征词和 TF-IDF 关键词,发现产生低水平交互的原因是学习者注意力不集中,主题 1 围绕“甲鱼”等词展开,而“甲鱼”一词的 TF-IDF 权值位列第一,回溯源数据发现,本门课程的 up 主名叫“小甲鱼”,学习者多次对小“甲鱼”老师进行调侃,主题 3 围绕“更新”等词展开,回溯源数据发现,学习者多次对 up 主催更,主题 5 围绕“作业”等词展开,回溯源数据发现学习者围绕作业获取途径、作业更新进度等展开讨论,结合主题 1、3、5,可以发现学习者在交互过程中注意力分散,难以针对学习内容进行深入思考和讨论协商。

4.3 社会交互水平

表 4 社会交互 LDA 主题特征词

主题词	高水平社会交互	低水平社会交互
主题词 1	0.087*"作业"+0.025*"学习"+ 0.025*"课后"+0.019*"认真"+ 0.017*"一节课"	0.266*"甲鱼"+0.043*"显示"+ 0.041*"老师"+0.039*"参数"+ 0.027*"不行"
主题词 2	0.051*"课后"+0.046*"作业"+ 0.015*"内容"+0.015*"节课"+ 0.015*"了解"	0.144*"python"+0.049*"谢谢"+ 0.045*"听不懂"+0.033*"小伙伴"+ 0.032*"会员"+0.026*"基础"
主题词 3	0.040*"理解"+0.031*"作业"+ 0.028*"学过"+0.019*"课后"+ 0.016*"老师"	0.138*"print"+0.077*"感觉"+0.049*" 简单"+0.043*"倍速"+0.036*"看不懂 "
主题词 4	0.040*"更新"+0.020*"对象"+ 0.020*"课程"+0.020*"理解"+ 0.020*"简单"	0.166*"更新"+0.062*"字幕"+ 0.058*"不用"+0.041*"呜呜"+ 0.020*"我要"
主题词 5	0.080*"基础"+0.022*"需要"+ 0.022*"老师"+0.018*"感觉"+ 0.018*"下节"	0.135*"哈哈哈哈哈"+0.059*"运行"+ 0.054*"乌龟"+0.043*"正在"+ 0.043*"加油"

表 5 社会交互 TF-IDF 关键词

序号	高水平社会交互		低水平社会交互	
	关键词	TF-IDF 权值	关键词	TF-IDF 权值
1	作业	0.18022868713021659	甲鱼	0.09654239693143159
2	课后	0.13315371543788737	python	0.04921165514659952
3	理解	0.0986789755302999	print	0.03594893957517553
4	更新	0.09093141630497835	更新	0.031867475989342677
5	基础	0.08729679550269911	哈哈哈哈哈	0.02561817810228421

通过分析高水平社会交互文本的 LDA 主题特征词和 TF-IDF 关键词,发现产生高水平交互的原因是学习者十分重视课后作业并以此为主题展开讨论。主题 1 和主题 2 围绕“作业”、“课后”、“学习”和“内容”来展开,且“作业”和“课后”这两个关键词的 TF-IDF 权值排名位于前两位。回溯源数据发现,关于 python 语言的“学习”不能仅靠“学习”视频中的理论知识还需要进行实操,因此 up 主会每节课布置一个进阶性的“课后”“作业”,结合主

题3可以发现,学习者通过课后“作业”会对所学知识更“理解”,而且如果新课中出现与过去作业类似的学习“内容”,学习者会很热烈地去讨论,还会互相督促“认真”写课后作业,形成一种良好的讨论氛围。

通过分析低水平社会交互文本的LDA主题特征词和TF-IDF关键词,发现产生低水平交互的原因是学习者容易讨论与主题内容不相关的话题,致使讨论偏离学习目标。主题1主要是围绕“甲鱼”这一词展开,该词的TF-IDF权值位列第一。结合主题5并回溯源数据发现up主在讲课时为了使课堂生动有趣会常开一些小玩笑,学习者常以“哈哈哈哈哈”当作语气助词表达情绪,还会以“乌龟”来讨论小“甲鱼”老师的幽默,虽然这种讨论可以引发学习者的共情、提升学习者交互的积极性,但由于up主未对学生的闲聊进行制止,导致讨论方向出现了偏差,偏离了课程主题。

4.4 教学交互水平

表6 教学交互LDA主题特征词

主题词	高水平教学交互	低水平教学交互
主题词1	0.156*"列表"+0.080*"相互影响"+0.080*"独立"+0.080*"函数"+0.080*"赋值"	0.214*"甲鱼"+0.063*"感觉"+0.038*"语句"+0.035*"倍速"+0.027*"突然"
主题词2	0.130*"C语言"+0.130*"运用"+0.130*"熟悉"+0.130*"指针"+0.130*"学习"	0.153*"python"+0.096*"缩进"+0.088*"为啥"+0.038*"不行"+0.037*"区别"
主题词3	0.120*"状态"+0.120*"getstate"+0.061*"获取"+0.061*"setstate"+0.061*"被打乱"	0.112*"弹幕"+0.054*"终于"+0.034*"上面"+0.023*"还好"+0.020*"啥时候"
主题词4	0.206*"在线"+0.206*"学习"+0.010*"作业"+0.010*"python"+0.010*"影响"	0.210*"更新"+0.043*"加油"+0.033*"有没有"+0.027*"请问"+0.016*"不错"
主题词5	0.024*"作业"+0.024*"课后"+0.024*"同样"+0.024*"操作"+0.024*"python"	0.158*"作业"+0.046*"课后"+0.045*"谢谢"+0.041*"正在"+0.027*"头发"

表7 教学交互TF-IDF关键词

序号	高水平教学交互		低水平教学交互	
	关键词	TF-IDF 权值	关键词	TF-IDF 权值
1	列表	0.2919671365156667	甲鱼	0.09336176974716678
2	C语言	0.19924612504833333	python	0.048837977403175845
3	状态	0.186342088593	弹幕	0.04814773150800257
4	在线	0.13339206307233334	更新	0.03436023648140185
5	作业	0.12181673199950001	作业	0.02944993674820376

因高水平教学交互文本数量极少,不具备研究条件,所以在此主要探究低水平交互产生的原因。分析低水平交互文本数据的LDA主题特征词和TF-IDF关键词,将导致弹幕区学习者教学交互水平低的原因归纳为以下几点:(1)利用弹幕学习意愿不强,主题1围绕“甲鱼”、“感觉”等词展开,主题3围绕“弹幕”、“终于”等词展开,主题4围绕“更新”、“加油”等词展开,回溯源数据发现多数学习者仅将弹幕用于闲聊和调侃他人,忽略了对问题解决的关注,学习者缺乏维护弹幕区讨论环境和推动弹幕区讨论进程的意识,导致教学交互水平低。(2)问题解决效率低,主题2围绕“Python”、“缩进”、“为啥”等词展开,回溯源数据发现部分学习者针对“Python”的“缩进”和运算等内容进行提问,但未得到有效回复,推测是由于弹幕讨论以单一线性方式进行,且停留时间过短,学习者无法针对问题进行

讨论协商并给予相应的教学指导，导致教学交互水平低。

4.5 情感交互水平

表 8 情感交互 LDA 主题特征词

主题词	高水平情感交互	低水平情感交互
主题词 1	0.153*"C 语言" + 0.153*"学习" + 0.153*"熟悉" + 0.153*"运用" + 0.153*"指针"	0.292*"甲鱼" + 0.091*"报错" + 0.039*"有人" + 0.037*"语法" + 0.029*"以为"
主题词 2	0.368*"英语教学" + 0.018*"熟悉" + 0.018*"运用" + 0.018*"学习" + 0.018*"C 语言"	0.140*"python" + 0.091*"字符串" + 0.052*"引号" + 0.035*"呜呜" + 0.024*"答案"
主题词 3	0.273*"事故" + 0.273*"警告" + 0.273*"教学" + 0.013*"回去" + 0.013*"运用"	0.103*"弹幕" + 0.083*"应该" + 0.052*"老师" + 0.051*"语句" + 0.035*"小伙伴"
主题词 4	0.059*"回去" + 0.059*"C 语言" + 0.059*"教学" + 0.059*"事故" + 0.059*"运用"	0.180*"更新" + 0.072*"斜杠" + 0.058*"终于" + 0.050*"兄弟" + 0.032*"打开"
主题词 5	0.153*"表示" + 0.153*"发抖" + 0.153*"vb" + 0.153*"信息" + 0.153*"易语言"	0.126*"05" + 0.101*"缩进" + 0.065*"里面" + 0.064*"Python" + 0.046*"倍速"

表 9 情感交互 TF-IDF 关键词

序号	高水平情感交互		低水平情感交互	
	关键词	TF-IDF 权值	关键词	TF-IDF 权值
1	C 语言	0.6291982896263157	甲鱼	0.09331085653865205
2	英语教学	0.6159712144526316	python	0.04897850660481151
3	事故	0.3751366987536842	弹幕	0.04812147498458387
4	回去	0.3128526765231579	更新	0.034341498727294036
5	表示	0.20595877187684208	05	0.030590671360684323

情感交互维度下，高水平交互文本数量同样稀少，所以在此主要分析低水平情感交互产生的原因。通过分析低水平情感交互文本的 LDA 主题特征词和 TF-IDF 关键词，发现负向情感的成因有以下几种：（1）学习效果差，主题 1 围绕“甲鱼”、“报错”等词展开，主题 2 围绕“Python”、“字符串”等词展开，回溯源数据发现学习者实际运行程序时遇到困难，对“字符串”、“引号”等内容的用法也不甚理解，结合主题 1、2 可以看出学习者学习效果不理想，因此产生了挫败感和无力感，导致负向情绪过高、情感交互水平低。（2）弹幕数量减少引发孤独感，主题 3 围绕“弹幕”、“老师”和“小伙伴”展开，回溯源数据发现，随着课程难度增加，弹幕数量减少，部分学习者试图在“弹幕”区寻找一同学习的“小伙伴”，表明学习者在弹幕数量下降或弹幕数量过少时会感到孤独，影响情感交互的水平。

5. 总结与讨论

本研究通过 python 程序爬取了 B 站平台上学习类视频《零基础入门学习 python》最新课程中的弹幕区文本数据，通过相关机器学习算法分析了其弹幕区文本的认知交互、社会交互、教学交互、情感交互的交互水平，并运用 TF-IDF 和 LDA 进行主题挖掘，找出了高水平交互文本和低水平交互文本各自的主题，探究了影响在线异步讨论交互水平的因素，研究发现视频弹幕对认知、社会、教学、情感等维度的交互的促进作用并不明显，具体如下：

虽然弹幕发言数量多，但在认知方面，由于注意力过于分散，学习者并未就弹幕讨论产生对知识点的深入思考和协商；在社会交互方面学习者的讨论偏离课程主题，并未促成问题解

决;在教学方面,学习者维护弹幕区讨论环境的意识薄弱,闲聊内容过多,弹幕区提问难以得到有效解答;在情感方面,学习者由于学习效果差以及感觉孤独而产生负向情绪。值得注意的是,“弹幕区闲聊内容过多”对认知、社会 and 教学等方面的交互均有负面影响;弹幕虽有缓解学习者孤独情绪的作用,但是弹幕数量的下降又能在一定程度上引发学习者的孤独感,导致低水平情感交互。综上,弹幕虽然能在一定程度上引发学习者共情,提高其交互的积极性,但若要将弹幕引入教学平台,则需要对弹幕发言规范、弹幕显示机制等进行合理规划,教师也要及时调整教学方法。基于此,本研究提出以下几点建议:

(1) 建立弹幕发言规范。用户发言不受限制、弹幕内容杂乱分散,是妨碍学习者利用弹幕学习的重要因素。平台可以建立弹幕使用规范,通过增设敏感词屏蔽功能、禁止连续发布语气词等无意义内容、限制短时间内发言次数等方式,提升弹幕发言质量。

(2) 完善弹幕显示机制。弹幕停留时间短、交互层次不明显、弹幕内容无法筛选,是弹幕信息利用率低的重要原因。平台可增设延长弹幕停留时间功能,学习者通过点赞等方式延长相应弹幕的停留时间;将弹幕回复关系可视化,点击即可观看该条弹幕的相关讨论;增加基于关键词的弹幕筛选和屏蔽功能、未解决问题筛选功能,便于学习者查找相应的弹幕内容。

(3) 增加师生交互。弹幕区的提问缺少解答,讨论方向难以维持,是造成学习者学习效果差的重要原因。教师可以参与到弹幕互动中,通过点赞、回复、肯定高质量发言、解答学生问题等方式,激励学习者进行更高水平的讨论;教师还可以设置一系列由浅入深、环环相扣的问题链,随着教学活动的开展逐步将相应问题发布至弹幕区,引导学生逐步进入深度思考、激发学生讨论协商,同时指点弹幕区讨论方向、推动讨论进程。

参考文献

- 王娜.(2022).探究社区理论视角下在线临场感对慕课学习者的满意度影响(硕士学位论文,中北大学).
- 刘三女牙,彭晔,刘智,孙建文 & 刘海.(2017).面向MOOC课程评论的学习者话题挖掘研究. 电化教育研究(10),30-36.
- 刘君玲,张文兰 & 刘斌.(2020).在线协作交互文本编码体系的设计与应用——基于情绪交互视角的研究. 电化教育研究(06),53-59.
- 杨九民,李丽,刘晓莉,朱芳芳,高姝睿 & 皮忠玲.(2018).在线开放课程中的交互设计及其应用现状分析. 电化教育研究(11),61-68.
- 吴以欣 & 刘梦今.(2021).MOOC设计、学生参与和讨论质量的关系研究. 数字教育(02),33-39.
- 张文兰,刘君玲 & 刘斌.(2021).情绪交互对在线协作学习者知识建构的影响. 电化教育研究(01),72-79.
- 郭栩宁.(2022).基于文本挖掘的在线协作学习交互质量自动化分析研究(硕士学位论文,天津师范大学).
- 黄庆玲.(2017).教师工作坊在线讨论深度及影响因素研究(硕士学位论文,华东师范大学)
- 黄洛颖,陈丽 & 骆舒寒.(2022).cMOOC学习者教学交互转化的特征及演化研究. 中国远程教育(05),18-25+55+76.
- 甄园宜 & 郑兰琴.(2020).基于深度神经网络的在线协作学习交互文本分类方法. 现代远程教育研究(03),104-112.
- Jaana Isohätälä et al. (2018). Striking a balance: Socio-emotional processes during argumentation in collaborative learning interaction. *Learning, Culture and Social Interaction*, 16pp. 1-19.
- Wu Q, Sang Y, Shan Z, et al. Danmaku vs. Forum Comments: Understanding User Participation and Knowledge Sharing in Online Videos[C]// the 2018 ACM Conference. ACM, 2018.

自适应学习系统的动力学模型研究

The Research on Dynamical Model of Adaptive Learning System

黄雨欣^{1*}, 范云霞², 庄自超³, 童名文⁴

¹²³⁴ 华中师范大学人工智能教育学部

*877155223@qq.com

【摘要】 自适应学习系统是实现个性化学习服务的核心技术, 对促进教育公平和提升质量都有重要意义。针对自适应学习系统研究中缺少系统工作原理与运行机制分析的问题, 基于系统动力学和自适应逆控制理论, 提出了自适应学习系统动力学模型。基于动力学模型, 分析了自适应学习系统的工作原理和运行机制。采用系统辨识方法和自适应滤波器, 提出了动力学模型中学习者和学习策略器建模方法。研究将为自适应学习系统的设计与开发提供理论支撑。

【关键词】 自适应学习系统; 个性化学习服务; 动力学模型; 自适应逆控制

Abstract: Adaptive learning system is the kernel technology to achieve the service of personalized learning, which is great meaningful for education equality and quality promotion. Oriented to the problem of lack of analysis on principal and mechanism of adaptive learning system, a dynamical model was proposed in basis of system dynamics and adaptive inverse control. The analysis on principal and mechanism of adaptive learning system was conducted employing the model. Adopting system identification and adaptive filter, the methods to construct the learning model and controller were put forward. The aim of the research is to construct the theory for the design and implementation of adaptive learning system.

Keywords: Adaptive Learning System, Personalized Learning Service, Dynamical Model, Adaptive Inverse Control

1. 引言

近十年来, 由于国民经济的快速发展和经济体量的迅速增长, 我国在基础教育领域经费投入明显增加, 基础教育无论是硬件设施还是软件条件均有了长足进步。但是当前我国基础教育仍面临诸多难题, 其中最为突出的是因为区域间教育资源配置不均衡而产生的教育公平问题。我国政府和学者在解决教育公平问题方面已经做了许多积极探索, 目前在一点上达成了共识——信息技术将为解决教育公平问题提供有效手段。其中最为典型的信息技术是数字化学习技术 (E-learning)。

数字化学习技术在我国基础教育领域已经得到了广泛应用。在发达地区数字化学习技术用于教育质量提升; 在欠发达或不发达地区用于“开好课”“开全课” (王继新, 2018)。近年来, 在“以学习者为中心”、“以人为本”教育理念的影响下, 大数据 (Big Data) 与人工智能等新兴技术的支持下, 数字化学习技术的研究呈现出向个性化学习技术和自适应学习技术发展的趋势。2008 惠利特基金会资助的“卡内基梅隆开放学习行动计划”致力于自适应课程学习技术研究。2013 年美国梅琳达-盖茨基金会开始资助自适应学习技术应用的实证研究。

《新媒体联盟 2015 地平线报告高等教育版》指出, 自适应学习技术是解决在线教育的关键技术 (龚志武, 2015); 《2021 地平线报告: 教与学版》提出 6 项技术实践, 再一次强调了人工智能、高质量在线学习等技术 (高巍, 2021), 许多研究已经表明了自适应学习系统在改革传统教学模式方面的潜力。自适应学习技术已经成为目前国内外数字化学习技术研究领域的热点之一。因此, 自适应学习技术研究不仅对丰富数字化学习理论与方法具有重要的学术价值, 而且对于促进我国的教育公平具有重要的实践意义和广泛的社会效益。

自适应学习系统所面向的对象是拥有明显差异的学习者, 他们不仅具有不同的生理条件, 还受社会文化、成长环境等因素影响, 造成学习者在认知、情感、学习能力、学习方式、学

习需求各方面的差异。而同一学习者在学习一系列知识的过程中, 知识水平、情感态度、学习需求等也会不断地改变与发展。自适应学习系统是采用自适应学习技术的数字化学习系统, 它根据学习者的状态变化, 动态调整学习路径和学习内容, 以适应学习者的状态变化, 从而为学习者提供个性化的学习服务, 最终达到提高学习绩效的目的。近十年来国内外研究者对自适应学习系统做了广泛的研究, 提出了许多系统模型(王洪江, 黄洁, 2017; 王晓晨, 张景, 2021; 陈仕品, 张剑平, 2008; 马相春, 钟绍春, 徐妲, 2017; 杨娟, 杜旭, 李浩, 2021)。但是, 这些模型本质而言是自适应学习系统的功能架构, 对于说明系统的组成行之有效, 但难以做系统运动特性的研究, 对于揭示系统的工作原理和运行机制显现不足。然而关于学习系统的研究而言, 系统的工作原理和运行机制是重要的理论问题, 需要做深入研究。

本研究采用自适应逆控制理论和系统动力学理论, 提出了自适应学习系统的动力学模型, 并以此为基础阐释了自适应学习系统的工作原理和运行机制, 并提出了系统核心组件的建模方法。

2. 文献综述

自适应学习系统(或适应性学习系统)(Adaptive Learning System: ALS)的概念最早由 Peter Brusilovsky 教授在 1996 年研发自适应超媒体系统 InterBook 时提出。他认为自适应学习系统是通过建立用户模型, 并且在与用户交互过程中利用用户模型, 适应用户的需求(Peter Brusilovsky, 1996)。在仔细对国内外关于自适应学习技术的研究文献进行分析后, 可以发现研究内容主要集中在以下研究方向:

2.1. 自适应学习系统理论研究

国内关于自适应学习系统理论的研究较多。祝智庭教授认为自适应学习系统核心功能是基于学习者的个体差异提供个性化的学习诊断、学习建议和学习服务(祝智庭, 2014)。黄荣怀教授提出了网络学习发生应满足的条件, 即: 以真实问题为起点, 以学习兴趣为动力, 以学习活动的体验为外显行为, 以分析性思考为内隐行为, 以指导、反馈为外部支持(黄荣怀, 2007)。余胜泉教授认为适应性学习模式包括三个关键环节: 学习诊断、学习内容的动态组织、学习策略(余胜泉, 2000)。张剑平教授提出了一种适应性学习支持系统体系结构(张剑平, 2010)。顾小清教授基于活动流机制, 提出了学习阶段的学习活动流模型(顾小清, 2013)。钟卓构建了教育知识图谱模型, 建立知识、问题和能力的映射关系(钟卓, 2020)。刘凤娟、赵蔚教授在自我决定理论指导下构建基于知识图谱的个性化学习模型(刘凤娟, 2022)。杨文阳副教授基于自组织映射聚类方法设计自适应学习环境框架, 包括自适应模式、学习者模式、知识库模式和分析模式四个模块(杨文阳, 2020)。

2.2. 自适应学习系统研发

自适应学习系统研发在学术界和产业界都非常普遍。在学术界国外典型的自适应学习系统包括: Peter Brusilovsky 教授领导的团队在卡内基梅隆大学开发了 InterBook, 该系统提供了一种自适应转换技术, 把普通文本适应性地转换为超媒体文件。Weber 教授等开发的智能可交互的网络教学系统 ELM-ART, 用于 LISP 的编程语言学习, 以用户自适应和可交互教科书形式提供所有的在线学习资源(P. Brusilovsky, 2003)。DeBra 教授等开发了一个开源的自适应超媒体系统 AHA!。该系统允许创作者进行编辑, 可以更改用户模型的设置, 对用户模型的自适应规则进行编辑, 能够实现自适应内容呈现和自适应导航(Wolf, C, 2003)。在国内, 陈品德教授团队开发了系统 A-Tutor (Adaptive Tutor)。该系统能够呈现个性化的学习内容, 引导学生选择合适的学习路径, 从适应性内容呈现和适应性导航支持体现学习自适应性(陈仕品, 2008)。王陆教授团队研制出面向小学课程学习的个性化课件生成系统, 该系统能够实现教学策略的个性化、教学活动序列的多样化和对学生分类的科学化(阮滢, 2006)。柏宏权博士构建了适应性智能教学系统 I-Tutor, 系统能够通过机器学习动态了解学生的学习水平与学习偏好, 从而生成个性化的教学策略、提供适应性的学习材料(柏宏权, 2006)。项目组开发了内容适配系统, 可以根据学习者偏好, 提供不同媒体类型的学习内容。在产业

界最为出名自适应学习系统是美国的 Knewton。该系统能够为学生创造个性化学习资源并不断了解学生学习特点，以提供个性化学习路径。英国培生（Pearson）集团开发的 CourseSmart 系统，能够跟踪学生的学业进展，推荐个性化学习内容。

这些关于自适应学习系统理论研究和系统开发工作，主要解决了自适应学习系统组成要素和系统体系结构问题，但对于系统运行原理和机制的研究还未见报道，关于自适应系统的研究方向中学习者建模和系统学习策略器建模的研究成果较少。

3. 动力学模型

根据系统动力学理论，系统动力学模型可以表示为微分方程组（连续系统）或差分方程组（离散系统）。在满足零初始条件情况下，对微分方程组或差分方程组做拉普拉斯或 Z 变化，得出自适应学习系统学习结果与学习目标相等且具有适应性。基于自适应逆控制理论（B.威德罗，E.瓦莱斯，2000），自适应学习系统的动力学模型如图 1：

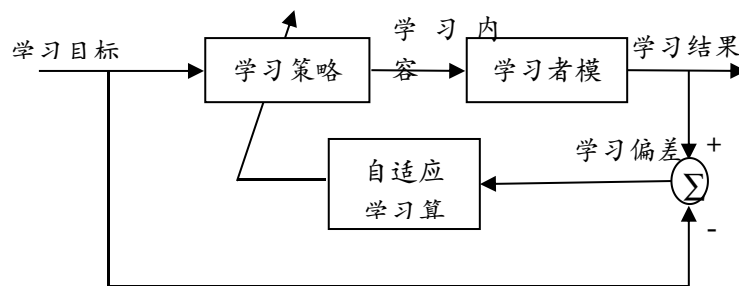


图 1 自适应学习系统动力学模型

基于图 1 自适应学习系统动力学模型，自适应学习系统能够提供自适应学习服务，该学习过程根据学习者的状态变化而动态调整，系统表现出自适应性。

首先，学习者依据个人兴趣或学习需要确定一个学习目标，自适应学习系统的学习策略器的规划器根据初始的学习者特征，为学习者提供学习计划，学习策略器的执行器为学习者推荐学习内容。当学习者完成学习任务，输出学习结果后，系统检测学习结果和学习目标是否存在学习偏差。如果没有偏差，说明当前学习策略适合学习者，无需调整。如果存在学习偏差，学习偏差将驱动自适应学习算法对学习策略器进行调整，改变学习计划和学习内容，新的学习计划和学习内容再次提供给学习者学习，并检测学习结果和学习目标偏差。该过程持续进行，直到学习偏差为零。系统提供的学习策略稳定到最适合学习者特征的状态。

在自适应学习系统动力学模型中，核心组件是学习策略器和自适应学习算法。基于自适应逆控制理论，学习策略器是学习者模型的逆模型。自适应学习算法本质就是学习者模型的参数调整算法，用于调整自适应滤波器模型的权值。目前，常用的学习者模型参数调整算法有微分最速下降法（DSD），线性随机搜索法（LRS）和最小均方算法（LMS）。因为 LMS 算法性能明显优于其它两种算法，所以本模型中自适应学习算法采用 LMS 算法（汪存友，赵燕飞，王亚青，2020）。但 LMS 算法的驱动误差不是对象输出和系统期望输入之差，而是对象输入与系统输入的差。因此，基于自适应逆控制和 LMS 算法特点，将图 1 所示模型调整为如图 2：

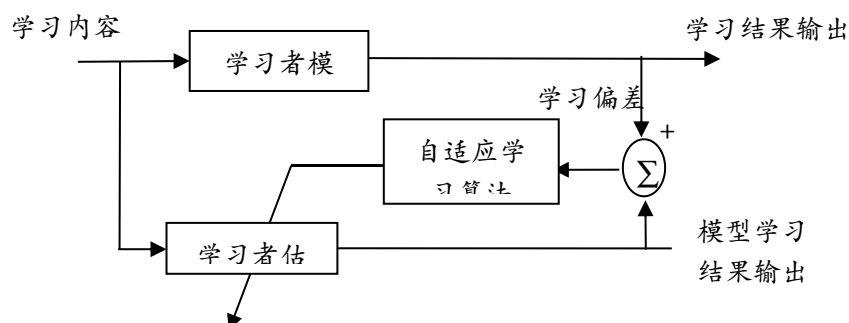


图 2 采用 LMS 的自适应学习系统动力学模型

当学习者模型发生变化时（如：知识水平发生变化），学习结果与学习目标不相等，产生了学习偏差。学习偏差驱动自适应学习算法对学习策略进行调整，当学习策略器重新调整为新用户模型的逆模型时，学习结果与学习目标再次相等，系统又恢复到稳定状态。随着不断地计算与更新，最终形成与学习者特征相符的学习者模型。学习者在自适应学习平台上学习时间越长，模型就会愈加适应学习者特征，学习效果趋于最优化。学习系统的学习策略跟随学习者模型变化而变化，表现出对学习者的适应性。

在自适应系统运行原理基础上，提炼出自适应学习系统的运行机制为，学习偏差驱动自适应学习算法，自适应学习算法采用最小均方误差策略快速调整学习策略器，以达到学习目标与学习结果相等的目的。这种误差反馈机制，利于系统不断优化与循环，直至误差趋于零，达到稳定状态。因此，只要存在学习偏差，无论是在学习的初期，还是学习过程中学习者状态变化引起的学习偏差，系统都能主动适应学习者，表现出适应性。

4. 系统组件建模方法

在自适应学习系统的动力学模型中，系统由学习者、学习策略器和自适应学习算法组成。因此，建立自适应学习系统关键在于建立学习者和学习策略器模型。下面部分详细阐述两个模型的建模方法。

4.1. 学习者建模

研究表明，学生的个体差异明显地影响在自适应学习系统的学习效果，这些差异主要包括性别差异、已有知识差异、学习风格差异等。在数字化学习领域，学习者模型是学习者学习状态的信息模型，主要包括认知、偏好和学习风格三个方面（陈仕品，张剑平，2010；Huang S, 2012）。在自适应学习系统中学习者模型是学习者的学习状态随时间的变化关系，是一种数学模型。学习状态类型也主要是认知、偏好和学习风格等。因为学习者的偏好和学习风格具有相对稳定性，随时间变化很慢，因此可以近似认为学习风格和偏好在一段时间内为常数。而认知状态随着学习的进行会发生变化。所以，自适应学习系统主要是适应学习者的认知状态。学习者建模重点考虑认知状态随时间的变化关系。现实中因为学习者的学习状态未知，并且学习过程是时变的。因此，学习者认知状态随时间的变化关系难以精确的表达，只能得到学习者的估计模型。在此，采用自动控制理论中的系统辨识方法，建立学习者的估计模型。建立学习者估计模型的原理如图 3：

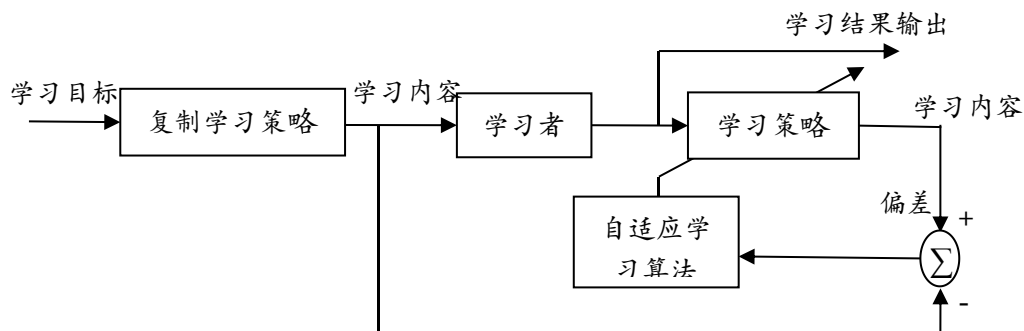


图 3 学习者建模原理

基于自适应滤波器模型构建学习者估计模型，其结构如图 4：

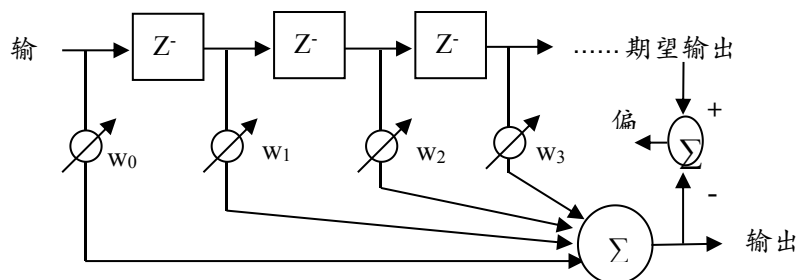


图4 学习者估计模型

其中 Z^{-1} 表示对输入学习者能力的延时。因此，输出学习者能力是输入学习者能力经过多次延时后与权值 W 相乘再累加的结果，是一类线性模型。它与一般线性模型不同之处在于，自适应模型的权值 W 可动态调整。其调整技术就是自适应学习算法。

建立学习者估计模型的一般过程为，首先采用自适应滤波器模型并设定权值初值，建立初始的学习者估计模型。然后基于系统辨识方法，在学习者模型和学习者估计模型上同时加入学习内容，并检测两者输出的差值，当偏差大于零时通过自适应学习算法的最小均方算法调整权值 W 。上述过程一直持续，直到偏差为零，过程停止。此时，学习者估计模型为学习者的无偏估计。当学习者模型发生变化时，偏差再次不为零，这将再次触发学习者估计模型的建模过程，使其再次收敛到新的学习者模型。

4.2. 学习策略器建模

本文中自适应学习系统的学习策略器是学习者模型的逆。因此，学习策略器建模实质是建立学习者逆模型。实际中求出精确的学习者逆模型很困难，但可以求逆模型的估计。因此，仍采用系统辨识的方法，计算学习者逆模型的估计，即学习策略器的估计。与学习者建模相似，学习策略器建模原理如图5：

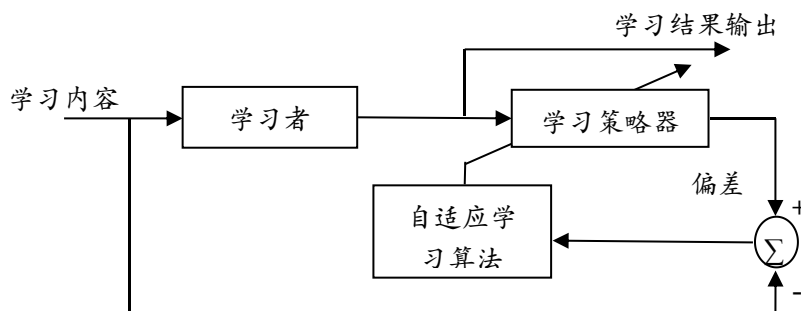


图5 学习策略器建模原理

学习策略器建模机制为，在自适应学习系统中，需要基于学习者模型，依据学生认知水平、偏好与风格，对其推荐个性化学习资源。当推荐的学习内容与学生需要和实际能力不符时，会产生内容偏差。内容偏差不为零，建模就不会停止。与学习者估计模型一样，学习策略器估计也采用自适应滤波器，其权值可调。因此在建模过程中，首先学习内容输入给学习者，学习后输出学习结果，然后学习结果输入学习策略器估计，其还原一个学习内容。当此时的学习与先前的学习内容不相同，产生内容偏差，该偏差驱动自适应学习算法对学习策略器估计模型权值进行调整。该过程一直持续，直到内容偏差为零，建模过程停止，得到学习策略器模型的无偏估计。因为实际应用中学习者模型是未知的，所以在学习策略器建模过程中，采用上一节方法，先建立学习者模型的估计，然后将其应用于学习策略器建模过程，得到学习策略器模型估计。

5. 结论与展望

自适应学习系统是新一代数字化学习系统，能够提供个性化学习服务。关于自适应学习系统的理论研究及系统设计的研究较多，但对自适应学习系统的工作原理和运行机制研究较少。本文就是在此背景下，基于系统动力学和自适应逆控制理论，提出了自适应学习系统的动力学模型。此外，采用系统辨识方法和自适应滤波器，提出了自适应学习系统中学习者与学习策略器的建模方法。当然本文只是对自适应学习系统工作原理与运行机制展开研究，构建了学习者模型与学习策略器模型，将来可以进一步对自适应学习系统学习者模型及学习策略器模型的稳定性问题开展深入研究，为自适应学习系统的设计与开发提供理论支撑，促进教育公平提升教育质量。

参考文献

- B.威德罗, E.瓦莱斯 (2000)。 **自适应逆控制**。 西安: 西安交通大学出版社。
- NMC 地平线项目, 龚志武, 吴迪, 陈阳键, 苏宏, 黄淑敏, 陈木朝, 吴杰锋, 焦建利 (2015)。 新媒体联盟 2015 地平线报告高等教育版。 **现代远程教育研究**, (02), 3-22。
- 马相春, 钟绍春, 徐妲 (2017)。 大数据视角下个性化自适应学习系统支撑模型及实现机制研究。 **中国电化教育**, (04), 97-102。
- 王洪江, 黄洁 (2017)。 面向自适应学习系统的开放学习者模型研究。 **数字教育**, 3 (02), 23-28。
- 王晓晨, 张景 (2021)。 大数据下开放教育自适应学习系统的构建。 **山西广播电视大学学报**, 26 (03), 23-26。
- 王继新, 吴秀圆, 翟亚娟 (2018)。 共同体视域下的区域基础教育均衡发展模式研究。 **电化教育研究**, (03), 12-17。
- 刘凤娟, 赵蔚, 姜强, 王磊 (2022)。 基于知识图谱的个性化学习模型与支持机制研究。 **中国电化教育**, (05), 75-81。
- 阮滢 (2006)。 适应性学习: 信息技术支持下的因材施教——访首都师范大学王陆教授。 **中小学信息技术教育**, (11), 4-6。
- 杨文阳 (2020)。 基于 SOM 聚类法的在线学习分析研究。 **中国教育信息化 (高教职教)**, (3), 66-73。
- 杨娟, 杜旭, 李浩 (2021)。 自适应学习系统中教育知识图谱模型构建研究。 **中国教育信息化**, (24), 24-29。
- 陈仕品, 张剑平 (2008)。 基于 EAHAM 模型的适应性学习支持系统体系结构。 **电化教育研究**, (11), 53-57。
- 陈仕品, 张剑平 (2010)。 适应性学习支持系统的学生模型研究。 **中国电化教育**, (05), 112-117。
- 汪存友, 赵燕飞, 王亚青 (2020)。 自适应学习算法的应用研究进展。 **开放学习研究**, (2), 40-46。
- 张剑平 (2010)。 **网络学习及其适应性学习支持系统研究**。 北京: 科学出版社。
- 余胜泉 (2000)。 适应性学习——远程教育发展的趋势。 **开放教育研究**, (03), 12-15。
- 郁晓华, 顾小清 (2013)。 学习活动流: 一个学习分析的行为模型。 **远程教育杂志**, (04), 20-28。
- 柏宏权 (2006)。 **适应性教学系统中个性化教学策略研究**。 南京: 南京师范大学。
- 钟卓, 唐烨伟, 钟绍春, 赵一婷 (2020)。 人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究。 **电化教育研究**, 41(04), 62-70。
- 祝智庭 (2014)。 以智慧教育引领教育信息化创新发展。 **中国教育信息化**, (09), 4-8。
- 高巍, 周嘉腾, 经湛, 许娜 (2021)。 后疫情时代的高等教育技术转向: 实践反思与未来图景——《2021 地平线报告 (教与学版)》要点分析。 **现代远程教育研究**, 33(03), 63-72。
- 黄荣怀, 张振虹, 陈庚 (2007)。 网上学习: 学习真的发生了吗? **开放教育研究**, 13(6), 12-24。
- Huang S.(2012). A user-central adaptive learning system for e-learning 2.0. *Journal of Educational technology & Society*, (3), 214-225.
- P. Brusilovsky, C. Peylo. (2003). Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, (13), 159-172.
- Peter Brusilovsky. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, (23), 87-129.
- Wolf, C. (2003). Towards 'Learning Style'-Based E-Learning in Computer Science Education. In *Proceedings of the Australasian Computing Education Conference*, 273-279.

中小学教师数据素养影响因素模型构建及实证研究——以新疆自治区为例

Model Construction and Empirical Research of Factors Influencing Data Literacy of Primary and Secondary School Teachers: A survey study on the Xinjiang Autonomous Region

史鹏渊^{1*}, 宗佳倪², 周青³, 孙佳⁴, 童名文⁵

¹³⁴⁵ 华中师范大学 人工智能教育学部

² 沈阳大学 教育学院

* 1845811704@qq.com

【摘要】 随着信息技术与教育深度融合, 多元数据驱动教学成为未来教学趋势, 教师需具备一定的数据素养。然而目前中小学教师数据素养的影响因素及其影响机制缺少实证研究。文章采用结构方程模型方法, 基于自我决定和社会学习理论, 探究新疆中小学教师数据素养影响因素及内在作用机制。研究结果表明: 一定的政策、组织支持、培训和外部激励对提升教师数据素养有显著影响; 一定的政策和培训能提升教师数据素养的外部动机。最后根据研究结论提出新疆中小学教师数据素养的培养建议。

【关键词】 中小学教师; 数据素养; 影响因素; 结构方程模型

Abstract: With the deep integration of IT and education, multi data driven teaching has become the future trend. Teachers need to promote data literacy. However, there is a lack of empirical research on the influencing factors and mechanisms of teachers' data literacy. Based on the theories of self-determination and social learning, this paper adopts structural equation modeling to explore the influencing factors and mechanism of data literacy of primary and secondary school teachers in Xinjiang. The results show that policies, organizational support, training and external incentives have a significant impact on improving teachers' data literacy; Policies and training can improve the external motivation. Finally, the paper puts forward suggestions on the training of data literacy of teachers in Xinjiang.

Keywords: Primary and Secondary School Teachers, Data Literacy, Influence Factor, Structural Equation Model

1. 引言

数据素养指的是阅读、利用、分析和质疑数据等多个方面的综合能力。随着人工智能和大数据技术在教育领域中应用日益普及, 一线教师可获得的教育数据呈指数增长, 而这些数据只有被科学地处理和分析, 才能对教学产生积极的影响, 所以教师必须不断提升其数据素养。目前国内外研究者围绕着教师数据素养的概念定义、能力框架、评价指标、发展现状等方面开展了一系列的研究, 但对教师数据素养影响因素的研究仍有不足。文章结合我国中小学教师数据素养的现状, 建立中小学教师数据素养影响因素模型, 探究中小学教师数据素养影响因素以及内在作用机制, 以期为促进中小学教师数据素养水平的提升与发展提供理论参考。

2. 相关研究与模型构建

从美国、荷兰等国家对教师数据素养采取的政策支持和一些实践项目效果来看, 政策对教师掌握数据素养有显著的影响(邹逸, 2020)。同时项目实践中的技术支持也是影响教师数据素养水平的因素(李青, 2016)。教师培训是促进教师理解和掌握数据素养知识的有效途径。学校的数据素养氛围和领导支持也有一定影响, 领导者能起到榜样作用(王正青, 2018)。教师自身是提升其数据素养的关键(Means et al., 2011)。自我决定理论认为动机是影响教师行为的内在驱动力, 与教师的需求、心理满足和周围环境的交互有关系(Deci et al., 1981)。根据以上分析, 将教师数据素养影响因素分为组织环境和自身两个方面, 组织环境因素包括

政策导向、组织支持、素养培训、素养氛围等。当同事积极主动地使用数据并取得一定成效时，教师会投入更多精力在数据素养学习中（假设 H1、H2）。社会学习理论（Bandura, 2000）认为教师参加培训时的模仿学习能使其重视教学数据应用，从而改变动机（Ferguson, 2014）（假设 H3、H4、H5）。技术支持有利于教师高效地提取数据（假设 H6），政策对教师数据素养提供动力（假设 H7、H8）。教师自身因素包括内部动机和外部动机（Deci et al., 2008），本研究认为如果组织环境因素满足教师需求，那么教师数据素养的外部动机对其内部动机有促进作用（假设 H9、H10、H11）。构建模型如图 1 所示。

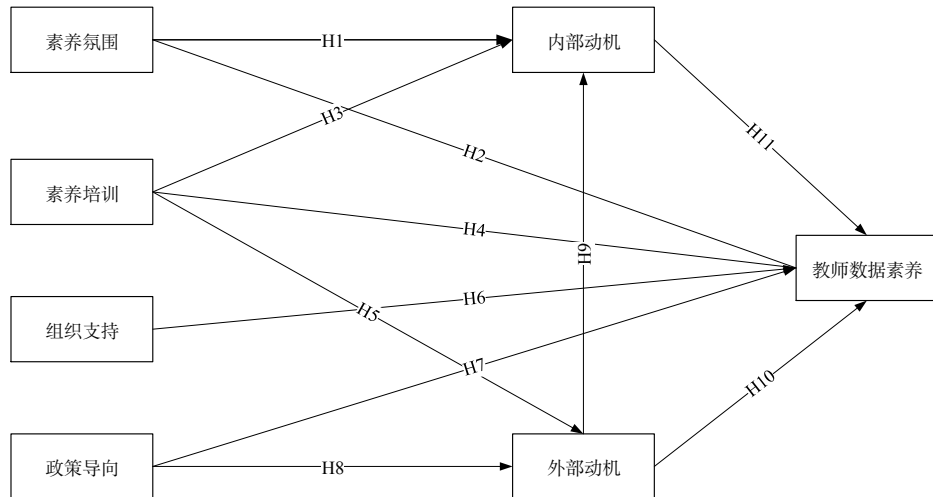


图 1 教师数据素养影响因素假设模型

3. 研究方法

3.1. 研究对象

研究对象是参加 2021 年新疆师范大学承办的新疆维吾尔自治区中小学教师继续教育培训的中小学教师，实际收到有效问卷 836 份，有效率 86.8%，其中男教师占 24.5%，女教师占 75.5%，调查的教师偏年轻化，18~30 岁的教师有 626 人，约占 74.9%。

3.2. 研究工具

研究基于已有的量表，采纳了 20 余名中小学教师和 2 名教育技术领域的博士生意见，设计修订了中小学教师数据素养及其影响因素的调查问卷。问卷主要包括三个部分，第一部分为被调查人的基本信息，第二部分为教师数据素养评测，包含意识态度、基础知识、应用技能等维度。第三部分为教师数据素养影响因素，包括政策导向、组织支持、素养氛围、素养培训、内部动机、外部动机等维度，共计 41 个题目。问卷题目均采用李克特五级量表。

4. 数据分析

4.1. 信度与效度分析

研究采用分析软件 SPSS24.0 和 AMOS24.0 进行分析，问卷的 Cronbach' s α 系数为 0.964，表明问卷信度较高。测量模型中各观测变量的标准化因素负荷量值均大于 0.7，平均方差抽取值（AVE）均大于 0.5，组合信度（CR）均大于 0.8，说明问卷具有较高的内部一致性，模型的结构效度较好（Fornell et al., 1981）。模型各潜在变量对应的 AVE 平方根均大于该变量与其他变量的相关系数，表明各潜在变量间具有较高的区分效度。

4.2. 模型检验

在 AMOS24.0 软件中采用极大似然法估计模型，模型的适配度指标为： $\chi^2/df = 2.025$, $GFI = 0.917$, $AGFI = 0.905$, $RMR = 0.021$, $RMSEA = 0.035$, $CFI = 0.970$, $NFI = 0.942$, $TLI = 0.967$, $PGFI = 0.808$, $PNFI = 0.872$ ，均满足模型适配度指标标准，表明模型整体适配良好。

4.3. 假设检验

分析结果表明除假设 H1、假设 H2、假设 H11 之外, 其余假设均成立。素养培训 ($t=2.074$, $p=0.038<0.05$)、组织支持 ($t=7.957$, $p<0.001$)、政策导向 ($t=5.468$, $p<0.001$) 和教师的外部动机 ($t=3.454$, $p<0.001$) 对提升数据素养有显著作用, 假设 H4、H6、H7、H10 得到支持。素养培训对教师动机产生显著影响 ($t=9.126$, $p<0.001$; $t=11.432$, $p<0.001$), 假设 H3、H5 得到支持。政策导向对教师外部动机有显著影响 ($t=5.12$, $p<0.001$), 假设 H8 得到支持。此外外部动机显著影响其内部动机 ($t=5.062$, $p<0.001$), 假设 H9 得到支持。

4.4. 效应分析

对模型中潜在变量的直接、间接和总效应分析, 结果表明政策导向、组织支持、素养培训、素养氛围、外部动机都是直接影响新疆中小学教师数据素养的重要因素, 其中组织支持 (0.407) 和政策导向 (0.342) 的总效应值最高; 素养培训对教师数据素养的外部动机 (0.510)、内部动机 (0.463) 有直接影响; 政策对教师外部动机有直接影响, 外部动机、素养氛围对内部动机均有直接影响。政策导向通过外部动机对教师数据素养产生的中介效应值为 0.029, 此中介路径达到显著; 素养培训通过外部动机对数据素养产生的中介效应值为 0.068, 此中介路径达到显著; 素养培训通过外部动机对教师内部动机产生的中介效应值为 0.110, 达到显著; 政策导向通过外部动机对教师内部动机产生的中介效应值为 0.047, 达到显著。从中介路径的显著性发现, 外部动机是政策和培训影响教师数据素养和内部动机的中介变量。

5. 结果与讨论

本研究基于自我决定理论和社会学习理论, 以动机为中介变量, 探究了教师所在组织环境中的政策导向、素养氛围、素养培训、组织支持对其数据素养的影响。经过分析发现, 新疆中小学教师数据素养整体水平一般, 存在着教师数据意识和数据伦理相对薄弱、对数据素养的兴趣不高、学校领导和教师对数据价值的认识较浅显等问题。在教师数据素养影响因素方面发现, 一定的政策、组织支持、相应的培训和外部激励对教师提升教师数据素养有显著的影响, 而数据素养氛围和兴趣没有显著影响, 外部激励对教师自身兴趣起促进作用; 从间接效应发现, 一定的政策和相关培训能提升教师对数据素养的外部动机, 从而影响其兴趣和态度, 让教师从根本上重视教师数据素养。本研究仍存在一些局限性, 首先抽样范围的局限, 由于时空的限制, 研究对象具有地区代表性, 但样本仍具有区域局限性。此外教师处于一个复杂的系统中, 提升中小学教师数据素养水平的影响因素除了受到个人动机和周围环境影响外, 还要考虑教师对数据的信念、感知、学校领导力等。

5.1. 顶层政策导向: 数据素养提升的风向标

在一定的政策要求下, 教师培养数据素养的外部动机会提高, 从根本上提升重视, 进而提升其数据素养能力 (邹逸, 2020)。目前我国还缺乏与教师数据素养相关的政策, 建议政府部门制订相关政策与评价标准。针对未就职的教师, 院校在教育培养体系中加入数据素养相关内容, 在教师资格认证中增加数据素养要求; 针对已就职的教师, 在教师职称评定中加入数据素养的要求, 让教师从根本上提高对数据素养的重视, 以促进在职教师的数据素养提升。

5.2. 进一步提升组织支持的稳固性

一定的组织支持, 如数据平台、技术服务以及领导认可直接影响教师数据素养, 建议相关管理部门统筹规划信息技术与教育的深度融合, 建设区域数据平台, 加强教师间的交流合作, 给教师收集和使用数据提供条件, 提高教师的数据意识与能力, 但要确保平台中数据的安全性, 保证师生数据不被泄露。同时要注意教师数据素养水平的均衡发展, 实施相应帮扶计划。

5.3. 加强教师数据素养的专项培训工程

素养培训对教师数据素养有直接影响。目前我国对教师的培训主要是围绕教学、学生发展、课堂管理等内容展开, 关于数据科学使用的内容相当缺乏。建议在教师培训体系中增加数据素养的内容, 让教师对数据有正确的认识, 能将对数据的理解与教学工作充分结合。

5.4. 内外部动机激发教师数据素养提升的动力

教师对数据素养的外部动机对其内部动机有正向显著的直接影响。在一定的外部激励下, 很

大程度上满足了教师的内在需要, 或者在得到周围人的认可时, 教师能够积极主动地使用数据驱动教学, 进而提升其数据素养。在培训中, 可以采取适当的外部激励以提高其内部动机。教师的内部动机对其数据素养没有显著影响, 建议教师要有终身学习的观念, 积极主动地学习数据处理、使用的知识, 不断探索有效的教学方法, 同时避免教育数据的滥用、误用。

参考文献

- 王正青, 张力文(2018)。大数据时代美国发展教师数据素养的基础与路径。《比较教育研究》(02), 68-75。
- 尹瑶芳(2017)。《小学数学教师 MPCK 影响因素的模型建构研究》(博士学位论文, 华东师范大学)。
- 李青, 任一姝(2016)。国外教师数据素养教育研究与实践现状述评。《电化教育研究》(05), 120-128。
- 李新, 杨现民(2020)。中小学教师数据素养培训课程设计与实践研究。《中国电化教育》(05), 111-119+134。
- 邹逸(2020)。如何发展教师数据素养? ——美国的经验与启示。《比较教育学报》(05), 125-136。
- 张剑, 郭德俊(2003)。内部动机与外部动机的关系。《心理科学进展》(05), 545-550。
- Bocala C, Boudet K P.(2015). Teaching Educators Habits of Mind for Using Data Wisely. *Teachers College Record*, 117(4), 1-20.
- Deci E L, Ryan R M, Vansteenkiste M.(2008). *Self-determination theory and the explanatory role of psychological needs in human well-being*. New York: Oxford University Press.
- Deci E L, Ryan R M.(2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Fornell C, Larcker D F.(1981). Structural equation models with unobservable variables and measurement error : algebra and statistics. *Journal of Marketing Research (JMR)*, 18(1), 39-50.
- Means B, Chen E, DeBarger A, et al.(2011). *Teachers' ability to use data to inform instruction: Challenges and supports*. New York: Office of Planning, Evaluation and Policy Development, US Department of Education.
- Schifter C. (2014). Data-Driven Decision-Making: Facilitating Teacher Use of Student Data to Inform Classroom Instruction. *Contemporary Issues in Technology & Teacher Education*, 14(4), 419-432.

课后疑问怎么答？在线情境下师生一对一同步答疑策略分析研究

How to answer questions after class? Strategies Analysis of One-to-one Synchronous

Question-answering Between Teachers and Students in Online Learning Environment

陈昂轩, 贾积有*

北京大学 教育学院 教育技术系

angxuan.chen@stu.pku.edu.cn, *jjy@pku.edu.cn

【摘要】 当前在线师生答疑已经成为政府部门与学术研究者共同关注的重要话题，而现有研究较少从学生-教师交互特征的维度评估在线师生答疑策略。本研究针对某在线学习系统提供的 31420 次师生在线答疑记录，基于频次、时长、文本质量三个分布维度进行聚类，并通过对话语信息量的定义和计算，发现：答疑过程呈现低、中、高三类不同类型的对话互动模式，分别体现了直接回应、精细教导、问题提示这三种教师的答疑策略；本文为教师在线答疑策略给出了针对性的建议。

【关键词】 在线学习；同步在线答疑；一对一；特征分析

Abstract: Online Q&A between teachers and students has become a significant topic of interest for both government entities and academic researchers. However, existing research has overlooked the evaluation of online Q&A activities from the perspective of student-teacher interaction characteristics. This study utilized 31,420 online Q&A records from a specific online learning system and clustered them based on three distribution dimensions: frequency, duration, and text quality. By defining and computing the information content of the dialogue, the study identified three different types of dialogue interaction modes, namely low, medium, and high, which respectively represented three types of teacher Q&A strategies: direct response, detailed instruction, and problem prompting. This paper provides targeted recommendations for teacher Q&A strategies in an online context.

Keywords: Online Learning, Synchronous Online Question-Answering, One-to-One, Characteristics Analysis

1. 引言

朱熹有云：“学贵有疑。小疑则小进，大疑则大进，不疑则不进。”对于学生疑问的解答千百年来一直是教师的重要职责之一。随着近年来新冠疫情的蔓延和中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》（以下简称“双减”）政策的出台，利用在线方式提升义务教育课后服务质量，促进优质教育资源共享受到了社会的重点关注。例如，北京市开展了开放型在线辅导项目，以优质师资力量为远郊区县初中生提供免费在线辅导服务。然而研究发现，从课后服务工作的认可感和价值感来看，教师并不能完全适应这种转变（晋银峰、孙冰冰和张孟英，2021）。不同于线下面对面的课后答疑活动，教师线上答疑无法直接观察学生的学习状态。在现有的大多数一对一教学研究中，学生和教师只需要使用打字文本进行交流，学生知识结构与做题理解上偏差也只能通过文本的方式进行识别，学生的情绪、理解程度难以进行及时反馈，这使得在线教师有效答疑的难度大大增加。另一方面，课后答疑活动为教师带来了新增的工作量。教师需要以更高的教学服务质量来应对课后服务（刘京翠和赵福江，2022），如果不能高效、快速、精准的完成答疑活动，教师容易在课后服务当中产生压力与疲惫感，从而引发教师的职业倦怠（郭绒，2021）。如何从师生话语特征中辨析学生特点，及时修正辅导安排，提供学生必要的帮助，高效的解答学生存在的疑问，成为课后答疑服务中在线教师所面临的新挑战。

为了帮助在线教师在答疑活动中采取有效的辅导策略, 现有研究从话语内容分析了高质量教师答疑辅导的特点(陈玲、杨丹和余胜泉, 2021), 但从学生-教师交互特征出发的研究较少。教师和学生的在线答疑交互特征呈现出什么样的特点? 在线情境下的教师应当如何使用更恰当的在线答疑策略? 对于这些问题的研究能够帮助在线答疑环境下的教师更好地辅导学生, 提升学生在线学习情境下的获得感, 从而推动义务教育课后服务质量的提升, 使“双减”政策更好地为教育赋能。

2. 现有研究

在线答疑指的是学习者基于在线交流工具, 与辅导者(教师、系统)进行的基于疑问的远程交流学习活动。从答疑类型上看, 在线答疑可以分为两种: 异步在线答疑和同步在线答疑。异步在线答疑允许学习者和教师以异步的时间节点来进行在线问答互动, 在班级规模大、面对面交流机会有限的情况下, 可以增加学生获得帮助的机会。相比较而言, 义务教育阶段的学习者对于信息搜索和知识整合方面的能力仍有欠缺, 在异步在线答疑的平台中交互水平并不高, 对于教师的实时反馈和辅导有着更高的需求。

同步在线答疑指的是学习者与辅导者进行的实时在线环境下的答疑交互活动, 能够为学习者提供更多实时的反馈和指导。先前的研究已经发现了基于文本的同步在线交流的众多优势。在同步在线辅导过程中, 教师对学生学习进度的持续监测, 向学生提供及时的指导和解释, 被证明有助于提高学生的学习成绩(Chappell, Arnold, Nunnery, & Grant, 2015)。然而在在线课堂环境下, 同步答疑往往通过在线的聊天室进行, 教师需要面对多于自身数倍的学生进行辅导。Jansson 等人(2019)的研究发现, 当其他学生在线时, 学生们更倾向于在聊天窗中输出更多信息, 这也使得教师答疑的回应难以被提问的学生所关注到。同时, 一对多的答疑形式往往使得替代学习效应显著(孙淑艳和管光宾, 2007), 学生青睐于通过观察他人的提问与回答进行间接理解, 这就使得在线答疑的个体特征无法被有效挖掘, 以学习者为中心的引导式答疑难以被观测。

在传统的线下环境下, 一对一的辅导已经被证明对于学生有着良好的帮助作用(魏雪峰和崔光佐, 2016)。但对于在线环境而言, 本研究发现已有文献对师生一对一同步答疑研究却较少。陈玲等人(2021)基于 ICAP 框架, 针对 60 个对话样本, 从话语分析的角度关注了一对一在线辅导中高质量的师生对话, 发现这些对话呈现“探索性”和“积累性”的特征。但是, 目前相关研究的样本量较少, 其结论与相关作用机制暂不明晰。本研究试图深入探究在线答疑这一行为过程, 挖掘师生在线环境下的答疑对话策略, 为在线环境下教师的一对一同步答疑设计提供参考和借鉴。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究关注于初中生群体, 探究其在数学学科的学习和解题过程之中如何和在线教师进行对话的。研究获取了初中学生用户在“乐学一百”智能教学系统中的初中数学解题答疑记录数据进行分析, 数据包含了 5013 名学生用户, 106 位在线教师, 31420 次答疑, 每次答疑包括了若干条的老师或者学生的对话消息文本, 共得到 260726 条对话消息文本。

3.2. 对话统计指标

本研究从在线答疑的对话频次、对话时长、对话文本质量三个维度出发, 设计可操作化的特征指标进行统计, 具体如下:

第一, 每次答疑由老师和学生针对同一个问题的若干条消息文本构成, 定义该答疑的频次分布为这次答疑所包含的消息条数。其中, 教师的说话次数即为教师在该次答疑过程中发送的消息条数, 学生的说话次数即为学生在该次答疑过程中发送的消息条数, 研究对其分别进行了统计。

第二, 答疑对话中话语时长也是一个重要的评价指标, 师生的话语时间间隔反映了师生

在交流过程中的思考深度，时间维度在话语探究中具有重要的意义。本研究也计算了该次答疑中教师和学生各自对话的总时间长度，计算为教师和学生分别每次消息发送时间距上次消息发送时间的差值之和，以秒为单位，关注师生对话的时间维度的差异。

第三，本研究关注答疑话语的文本质量，利用 Python 语言调用了 Hanlp 分词工具，对答疑数据中每个消息文本都进行了中文分词，并分别对教师和学生在该次答疑中所发送消息里的文本词语总数、文本字符总长度进行了统计。Gunawardena (2016)发现，对话过程中利用主题相关的关键词可以证明学生对教学材料的理解，关键词的使用是评估对话内容深度的重要指标。为了进一步探究师生的话语质量，本研究基于中学数学知识点大纲，构建了数学领域关键词词典（纳入了如“绝对值”“正弦”“根号”等数学词汇），分别统计了教师和学生在该次答疑过程中数学关键词词汇的使用数量，作为质量维度的进一步评价指标，从而能够更好地探究在线师生答疑对话质量变化情况。

为了解这些答疑中上述三个维度的平均情况和离散程度，本研究计算了其在所有答疑对话中的平均值、中位数和标准差，结果如表 1 所示。

表 1 在线答疑的统计指标

答疑会话维度	答疑会话操作性特征	平均值	中位数	标准差
频次分布	同一个问题下学生说话次数	3.16	2	3.61
	同一个问题下教师说话次数	5.13	4	4.56
时长分布	学生说话时长（秒）	54.65	21	96.11
	教师说话时长（秒）	71.85	40	120.57
文本质量分布	学生消息文本总词数	8.23	3	31.15
	教师消息文本总词数	18.25	12	21.55
	学生消息字符串总长度	14.84	8	45.89
	教师消息字符串总长度	29.26	20	33.32
	学生数学词汇使用数量	1.73	1	9.88
	教师数学词汇使用数量	6.99	4	10.06

3.3. 数据分析方法

为了更好地探究这些维度对师生答疑对话的影响，研究采用主成分分析方法对数据进行降维操作。主成分分析法（Principle Component Analysis, PCA）是一种常见的数据降维方法，通过将高维数据以最优投影方式映射至低维，提取原始表征中数据的低维特征。本研究发现，最终发现提取 3 个主成分时，PCA 的解释率达到 66.229%，接近 70%的解释影响力，故基本认为可以使用该三个主成分来表示原始对话特征。

已有研究表明，同步在线答疑中不同绩效的学生在学习行为上存在不同的差异（陈玲、张文静和朱婷婷，2020），这就使得对在线答疑对话的分析需要以不同类别来分别探究。本研究采用无监督聚类方法，基于 PCA 方式提取出的三个主成分进行聚类分析。研究将每一个答疑对话组的特征通过三维向量表示，向量的值即为 PCA 的三个主成分对应值。

本文采用 Kmeans++算法进行聚类，在聚类过程中始终选取离前一中心距离最大的位置为新的聚类中心，能够有效避免因随机初值导致的聚类精度下降。具体而言，设当前聚类样本与已有聚类中心的距离为 $D(x)$ ，每个样本点被选为下一个聚类中心的概率 $P(x)$ ，则

$$P(x) = \frac{D(x)^2}{\sum_{x \in X} D(x)^2} \quad (\text{公式 1})$$

从公式 1 中可以看出，距离聚类中心簇越远的聚类样本，更有可能被选为新的聚类中心，这也符合聚类中类属尽可能远的基本要求。

为了确定聚类的最佳中心个数，本研究采用轮廓系数（Silhouette Coefficient）来评价聚类的效果，如公式 2 所示

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (\text{公式 2})$$

其中, $b(i)$ 表示向量 i 到其他聚类簇的平均欧氏距离的最小值, 体现聚类效果的分离度;
 $a(i)$ 表示向量 i 到同簇内其他点欧氏距离的平均值, 体现聚类效果的凝聚度(Rousseeuw, 1987)。
轮廓系数越大表明此聚类方式下的效果越好。

4. 研究结果与发现

4.1. 在线答疑师生互动程度分类

通过计算发现, 当 $K=3$ 时的轮廓系数最大, 效果最好, 所以研究设定将在线答疑对话组聚合成三类。通过 Kmeans++算法将在线答疑对话数据聚合成三类之后, 分析每个类属中教师和学生在线答疑对话频次分布、时长分布、文本质量分布指标下的平均值, 结果如图 2 所示。

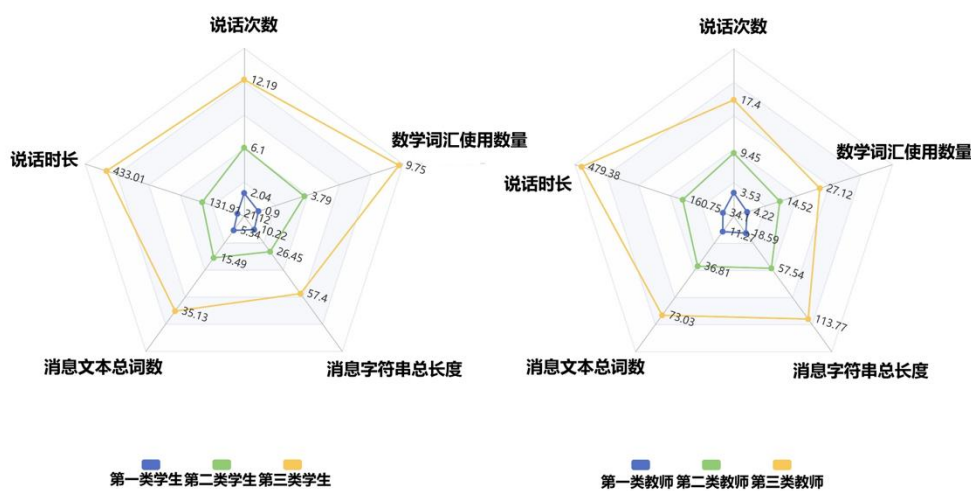


图 2 不同类别学生和教师答疑指标平均值图

从以上三个类别的分析中可以看到, 在教师和学生的频次分布、时长分布、文本质量分布三个维度上, 第三类互动组>第二类互动组>第一类互动组。本研究将三类不同对话组的对话特征方式进行了界定。

类别 1: 低互动组

类别 1 包含了 23829 个样本 (占比 75.84%), 是在线答疑过程中主要的互动形式。在类别 1 的对话过程中, 师生的对话次数、对话时长、数学词汇使用都显著低于其他类别。在低互动组里, 绝大多数的学生向教师的询问并不深入, 往往以简单的对话短语询问浅层知识或答案, 这使得在线答疑的对话呈现出低互动的特征。

类别 2: 中互动组

类别 2 包含了 6883 个数据样本 (占比 21.91%), 其类别展现出中等程度的互动状态。在类别 2 的对话过程中, 师生答疑对话的频次分布、时长分布、文本质量分布都相比类别 1 有着一定的提高。通过计算发现, 类别 2 中的这一类的对话组中, 教师每句话语中数学词汇的使用比例 (39.43%) 相比类别 1 (37.38%) 和类别 3 (37.13%) 更高, 表明在这一类的对话中, 教师的答疑辅导更加精细, 教导质量更高, 往往对应着教师的对学生的直接教导。

类别 3: 高互动组

类别 3 包含了 705 个数据样本 (占比 2.25%), 答疑对话组呈现出高互动的特点, 师生对话的频次分布、时长分布、文本质量分布都是三类中的最高值, 对话中学生的话语比例也是最高的水平, 学生的话语占比 41.19%, 相比第 1 类的 36.63% 和第 2 类的 39.24% 有了明显的提升。这一类别的对话组呈现出学生的高互动性, 思考时长和话语质量相比前两类都有着极大的提升, 往往对应着本身爱问、好学的学生在线环境下的答疑对话特点。

4.2. 不同互动特征下答疑对话的话语信息趋势

在线环境下的答疑往往建立在师生对于同一问题的探讨情境之下，师生的话语往往具有一定的专业性，解答疑惑的过程伴随着师生话语质量的起伏。为了进一步探究不同类别的师生在对话过程中的差异，本研究针对师生的话语质量进行了深入的探索。信息量是衡量在线环境中交互过程信息程度的重要指标。香农 (C. E. Shannon) 信息论应用概率来描述信息量中的不确定性，提出了信息熵的概念，解决了对信息的量化度量问题。在答疑文本中，数学专业词汇的使用实际上体现了答疑话语中双方交流的专业程度 (Gunawardena, Flor, Gomez & Sanchez, 2016)，能够很好的衡量话语的信息丰富程度。借助信息熵的定义式，本研究定义答疑过程中一句话的信息量如公式 2 所示：

$$E = \sigma(-\log_2 \frac{N}{M}) \quad (\text{公式 3})$$

其中，E 表示话语信息量，N 是话语中单词总数，M 表示话语中的数学关键词总数， σ 表示 Sigmoid 函数，是一种常见的将连续数值归一化的函数，能够将任意输入映射至 (0, 1) 的区间。在教师和学生发送的一句消息文本中，如果其包含的数学词汇数量越多，则该句所对应的话语信息量越大。若话语信息中全部由数学词汇组成（如“勾股定理开根号”），则对应的话语信息量取到最大值 0.5；若话语消息中完全没有数学词汇（如“谢谢老师”），则其对应的话语信息量为 0。

对于答疑对话的不同组别而言，低、中、高互动对话组的平均对话轮次分别为 5.57 次、15.55 次和 29.59 次。基于此，本研究计算了低、中、高互动组的前 6 次、前 16 次和前 30 次对话的信息量分布，从中探究不同类型的答疑对话在话语内容中信息量的差异和变化趋势，如图 3 所示。

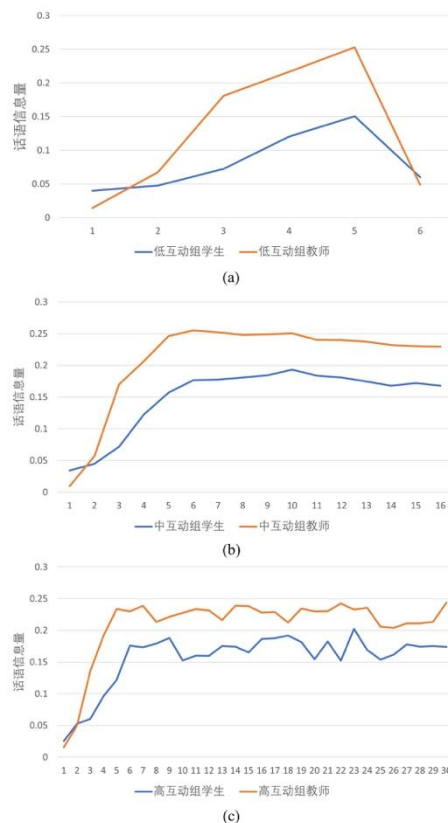


图 3 三种类型互动组中师生答疑信息量趋势 (a: 低互动, b: 中互动, c: 高互动)

总体而言，不同组别中师生的话语信息量变化则呈现出了明显的不同。从图 3a 中可以看出，对于低互动组而言，其答疑的话语信息量分布呈现明显的“中间高、两边低”的趋势。通过答疑内容的文本观察可以发现，低互动组的师生答疑对话往往围绕着题目的具体答案和简单知识点而展开，是一种学生直接询问答案或浅层知识，教师给出答案或关键步骤的对话

过程。从低互动组中的对话 ID 为 1378614 的对话组中便可以看出这一特点。

学生：老师好，这题怎么做

教师：勾股定理会吧？

学生：嗯

教师：勾股定理公式： $a^2+b^2=c^2$

教师：所以 $S=5^2+7^2$

学生：好的老师

教师对于学生的答疑活动给出了关键步骤和详细答案，这使得答疑中间部分教师的话语信息量很高；师生在对话的首尾部分往往给出的是“老师好”，“好的老师”这样的问候性语句和礼节性语句，所以低互动组起始话语信息量较低。其中，师生在第 5、6 句话的信息量程度出现明显的下降，表明低互动组教师往往在第 5 句给出关键信息，使得学生的疑惑得到解答。

从图 3b 中可以看出，中互动组的答疑话语信息量呈现同步上升后较为稳定的平行状态。中互动情境下的师生答疑对话更多的以教师的直接教学、学生的步步回应为主，表现为答疑对话的师生语句信息量较为平稳，教师在对话中后段的信息量维持在一个较高的状态。如对话 ID 为 555436 的对话组中，教师在话语中段以题目分解、知识点答疑等教学方式对学生进行回复（括号中标示了其采用的引导策略）：

教师：根号里的式子大于等于 0（知识点教导）

教师：算出 x 的范围（问题细粒度拆解）

学生： $1 \leq x \leq 9$

教师：那么后面的根据 x 的范围（步骤式教导），正数的绝对值等于它的本身。负数的绝对值是它的相反数。比如 $|3|=3$ ， $|-3|=-(-3)=3$ （知识点教导），去掉根号和绝对值符号（问题细粒度拆解）

学生：等于 $1-x+(x-9)$

可以看出，在中互动答疑对话组中，教师的回应更多的是对于题目的分解，对学生询问问题的知识点的拆分。教师的教导性语句能够对学生的疑问进行步进式的指导和解答，体现在中互动组的学生回应话语信息量也和教师一样平稳，表明中互动组的答疑对话类型中教师的辅导性话语质量较高。

从图 3c 中可以看出，高互动组的师生话语信息量呈现上升后波动的趋势。在高互动组中，师生的答疑往往伴随着学生的自我思考和反馈，教师的答疑策略往往以问题提示为主，针对学生的问题，一步步解释、引导、提问；而学生的话语信息量也跟随着教师的提问和自身的反问出现起伏。下面的一组高互动对话可以充分反应这种交互式的答疑解惑，其中教师语句括号中内容标示了其采用的引导策略。

教师： $\angle 1+\angle 2=180^\circ-\angle NMO$ 对不？（问题提示）

学生：对

教师：那么 $\angle 3+\angle 4=?$ 试试看也这样表示（问题提示）

学生：老师，为什么 $\angle 1+\angle 2+\angle 3+\angle 4$ 不等于 180° ？（学生思考及进一步询问）

教师：你要计算啊，不等于 180° 的（答疑信息）

教师： $\angle 3+\angle 4+\angle NOM$ 三个的和是多少？（问题提示）

学生： 180°

教师：所以 $\angle 3+\angle 4=?$ （问题提示）

学生： 135°

教师：把上边两个等式加起来你看看吧（答疑信息）

学生：噢噢对，谢谢老师

可以看出，高互动组的对话以教师的引导和学生的思考反馈为主，这种对话形式通过教师的问题提示作为脚手架来帮助学生，往往在答疑过程中伴随着答疑信息与引导信息的交叠。

高互动组的问题引导式答疑特征正好说明了为什么三种类别的答疑中,高互动组在话语频次、话语时长、话语质量上有着最好的表现。

5. 讨论与建议

本研究根据以上研究发现,给出如下教师一对一在线答疑策略的建议:

5.1. 注重对话特征区别,关注低互动组的答疑效率

研究中发现,低互动组是师生在线答疑对话组占比最大的类别,这类对话组中师生的对话轮次和时长并不高,这与陈玲等人(2020)的研究结果一致。从效率上看,低互动组的对话时长最低,教师能够在同等时间内满足更多学生的答疑需求。在低互动的在线答疑情境下,教师需要分辨问题的关键点,从而给出方法和解答,这样能够以较低的时间成本获得较高的答疑效率,从而在同样的在线时段中对更多的学生进行解答。

5.2. 注重教导性语句与学生能力是否适配,尝试分解答疑问题

研究发现,中互动组在在线答疑对话的情境中占比超过了20%,表明相当一部分的学生是通过教师在答疑中的直接教导来进行疑惑的解答。在线环境下,师生的互动往往伴随着课堂互动习惯的引申,特别是师生往往针对一道问题进行解答,对个体互相并不了解,这就使得教师应当逐步分解问题,匹配上学生的能力和认知水平,对学生的疑惑点进行步进式的辅导,才能够让在一步步的讲授下完成整体疑问的解答。

5.3. 注重问题提示在活跃学生中的作用,引导学生积极性

在线答疑情境下,学生的主动性也是教师在选择答疑策略的重要考量。具有积极性、好奇心,愿意和教师进行主动互动的学生,能够在答疑过程中积极反馈,深入提问,从而使得答疑对话组呈现出行为高互动、话语高波动的表现状态。Howe等人(2019)发现高水平的教学对话应体现在阐释知识,分析问题,归纳信息,自我反思这些维度。本研究证实了高交互组中这些维度的对话现象,教师也应当充分引导学生的积极性,以问题的形式促进学生答疑中的能动性,使得疑问的解答真正被学生掌握。

致谢

本文是北京乐学一百在线教育科技有限公司与北京大学教育学院“乐学一百智能教育”课题第四期的一项研究成果,也是全国教育科学规划2022年国家一般项目“基于大数据挖掘的学生智能评测和辅导研究”(BCA220208)的一项研究成果。感谢所有参与在线答疑的老师和学生!

参考文献

- Chappell, S., Arnold, P., Nunnery, J., & Grant, M. (2015). An Examination of an Online Tutoring Program's Impact on Low-Achieving Middle School Students' Mathematics Achievement. *Online Learning*, 19(5), 37-53.
- Gunawardena, C. N., Flor, N. V., Gómez, D., & Sánchez, D. (2016). Analyzing social construction of knowledge online by employing interaction analysis, learning analytics, and social network analysis. *Quarterly Review of Distance Education*, 17(3):35.
- Howe, C., Hennessy, S., Mercer, N., Vrikki, M., & Wheatley, L. (2019). Teacher – Student Dialogue During Classroom Teaching: Does It Really Impact on Student Outcomes? *Journal of the Learning Sciences*, 28(4 – 5), 462 – 512.
- Jansson, M., Hrastinski, S., Stenbom, S., & Enoksson, F. (2021). Online question and answer sessions: How students support their own and other students' processes of inquiry in a text-based learning environment. *The Internet and Higher Education*, 51, 100817.
- Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53 – 65.

- 刘京翠和赵福江. (2022). “双减”背景下中小学班主任工作现状调查与分析——基于对全国 16,166 名班主任的问卷调查. 教育科学研究, (8), 44-52+63.
- 孙淑艳和菅光宾. (2007). 在线辅导答疑的影响因素研究. 中国电化教育, (10), 39-43.
- 晋银峰, 孙冰冰和张孟英. (2021). 中小学课后服务的历程、问题与展望. 教育科学研究, (11), 5-10.
- 郭绒. (2021). 国际教师职业倦怠研究: 知识基础、热点主题与前沿进展——基于 WOS 数据库的文献计量分析. 比较教育研究, 43(12), 28-37.
- 陈玲, 张文静和朱婷婷. (2020). 不同绩效学生群体参与一对一在线辅导的比较研究——基于行为、主题和情感的分析视角. 中国电化教育, (3), 85-92.
- 陈玲, 杨重阳和余胜泉. (2021). 在线辅导中师生高质量对话的内在机理研究. 远程教育杂志, 39(5), 76-86.
- 魏雪峰和崔光佐. (2016). 小学数学学习困难学生“一对一”认知诊断与干预研究. 电化教育研究, 37(2), 75-81.

基于 AHP 的在线学习者兴趣偏好画像的构建与研究

Construction and research of online learner interest Preference Portrait based on AHP

宋淑玲

华南师范大学 教育信息技术学院

ssongshuling@163.com

【摘要】 在数据大爆炸的信息时代下，充分地了解学习者的兴趣偏好，能高效快速地给学习者提供适应性和优质的教育资源。文章提出了一种基于 AHP 的在线学习者兴趣偏好画像的构建。首先，通过文献调研的方法，构建了包含行为权重、行为深度和时间衰减系数三个因素的在线学习者兴趣偏好模型。然后，基于 AHP 层次分析法通过定性和定量相结合的方法确定各互动行为的权重，并且基于文献调查方法分析既有研究中对在线学习者的兴趣偏好类互动行为类型，确定模型中参考的关键互动行为和规则定义。最后，基于学习者兴趣偏好标签构建个性和群性的学习者画像。

【关键字】 AHP；在线学习；学习者画像；兴趣偏好模型

Abstract: In the age of data explosion, a full understanding of learners' interests and preferences can provide learners with adaptive and high-quality educational resources efficiently. This paper proposes online learner interest preference portrait based on AHP. Firstly, by the method of literature research, the online learners' interest preference model is constructed, which includes three factors: behavior weight, behavior depth and time decay coefficient. Then, based on the analytic hierarchy Process (AHP), the weight of each interactive behavior is determined by combining qualitative and quantitative methods, and to determine the key interactive behavior in the model. Finally, based on the label of learner's interest and preference, a learner portrait of personality and group character is constructed.

Keywords: AHP, Online learning, Learner portrait, Interest preference model

1.引言

在 2021 年地平线报告中，着重强调提供高质量在线教育的必要性与紧迫性，并指出高等教育机构的在线课程应以学生为中心（朱天翔，2022），因此高质量的在线学习与学习者自身的兴趣和需要密不可分，进而对于学习者的兴趣偏好研究尤为重要。通过采集学习者在在线学习平台的浏览、收藏、分享或参加课程等行为数据，再通过模型的构建，获得学习者的兴趣偏好，从而客观地构建学习者画像，并基于此作用于学习者分析和个性化的学习资源推荐，使得学习者自身的学习更富有针对性，提高自身学习的效果和效率。

2.相关研究综述

2.1. 学习者画像

用户画像（User portrait）即用户信息标签化，就是通过收集与分析用户的社会属性、生活习惯、消费行为等主要信息之后，完美的抽象出一个用户的信息全貌（杨双亮，2017）。随着教育大数据的出现与发展，用户画像被应用于教育领域。国内外研究者对学习者的画像未有清晰且统一的定义，国外安特尔曼等学者构建的学习者画像中包含学习者的学习需求、学习动机和学习偏好等特征（Sharifi M, Soleimani H, & et al. E, 2017）。谢里菲（Sharifi M）等学者认为，学习者画像可以精准地评估学习者的学习能力（SHARIFI M, SOLEIMANI H, & JAFARIGO HAR M. E, 2017）。另外，国内学者肖君等人认为在线学习环境下，学习者画像可以优化教学设计，提供针对性的学习支持服务，促进学习者个性化学习的实现（肖君、乔惠和李雪娇，2019）。王亚军等人认为学习者画像利用大数据挖掘、学习分析等信息技术精

准描述学习者的特征、认知基础、学习兴趣、学习偏好以及预测其学习行为，能够为高质量教与学提供数据支撑和决策支持服务（王亚军和胡东，2021）。

2.2. 基于用户兴趣偏好的画像方法

用户兴趣偏好体现了用户在特定领域的某种行为偏好与特征，在教育领域中，学习者的兴趣偏好也是学者们关注的重点之一。如陈海建等人研究学习者的基本属性、学习风格偏好、学习者类型和知识点兴趣共四个维度数据（陈海建、戴永辉和韩冬梅等，2017）。余明华等从能力属性、行为属性、兴趣属性等角度构建了个人画像和群体画像（余明华、张治和祝智庭，2020）。孙发勤等从学习者的一般特征、学习准备、学习风格、行为特征四个方面提出在线学习者画像描述的总体框架（孙发勤和董维春，2020）。

2.3. 小结

综上，从国内外学者的研究成果可以看出，目前大部分研究关注了关于学习参与度、积极性和学习动机等特征，并且大多基于聚类的方法构建学习者画像，较少有研究基于 AHP 方法的在线学习者兴趣偏好构建学习者画像。

3.基于 AHP 的在线学习者兴趣偏好画像的构建

基于以上研究，本研究则侧重于采用 AHP 方法，通过定量和定性相结合，构建在线学习者的兴趣偏好标签模型，进而提出基于在线学习者兴趣偏好画像的构建流程（如图 1）。

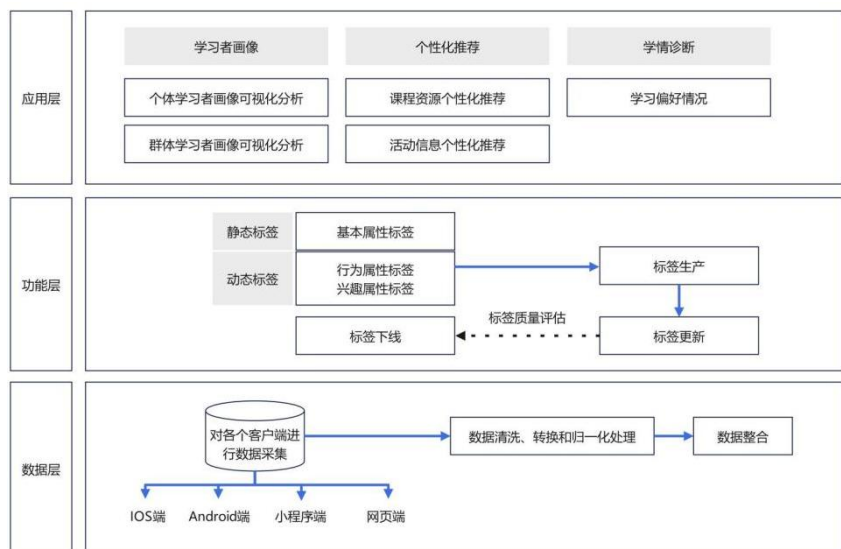


图 1 基于在线学习者兴趣偏好画像的构建流程

3.1. 数据层-在线学习者属性和行为数据预处理

数据层需要对数据进行数据采集、数据清洗转换和归一化处理，进而再进行数据整合。其中，数据采集可以采集各种客户端的用户行为数据和用户属性信息。另外，各种渠道接进来的用户属性数据、行为事件数据等都是孤立的，且存在空值、格式不对应、超过极限范围等数据质量问题，因此需要进行脏数据清洗、用户识别（IDMapping）与合并等整合工作。

3.2. 功能层-在线学习者兴趣偏好标签生产

3.2.1. 基于 AHP 的在线学习者兴趣偏好标签模型构建

在线学习者兴趣偏好受到行为权重、行为深度和时间衰减三个因素的影响，因此兴趣偏好标签模型表达式为：偏好值综合得分=行为权重*行为深度*时间衰减。以下将对模型构建流程进行详细地阐述：

(1) 运用 AHP 确定行为权重。首先建立一个多层次的递阶结构，再者通过专家建议或文献分析等方法，分别对各项指标的重要程度做出定性的判断，构建判断矩阵，最后进行一致性检验。从而确定各在线学习者的互动行为在总目标中的重要程度，即对应的权重值。

(2) 行为类型的确定以及行为深度的计算。计算行为深度前，应分析对学习者的兴趣偏好有关键作用的互动行为类型。既有研究中，从各个方面分析学习偏好行为（如表 1）。

表 1 既有研究中兴趣偏好行为分类和具体内容

研究者	偏好类互动行为类型	具体内容
成亚玲等 (成亚玲和谭爱平, 2022)	资源访问行为数据	访问课程公告、评分规则、课件列表、课时内容、测验作业列表、测验作业内容、论坛列表、帖子内容的次数
	资源获取方式	直接获取资源、简介获取资源
	视频观看行为数据	观看视频的数量、次数、时长、涉及的单元数；观看视频的周时长次数、完整观看视频次数
余明华等（余明华、张治和祝智庭, 2020）	点击标签行为数据等	基于学生多元智能测试结果、所选的兴趣标签、以及研究课题所属领域、课题名称等文本型数据

因此，由于想对学习者的 dislike 行为进行惩罚，本研究将行为类型可分为正反馈行为和负反馈行为。正反馈行为是指能加强学习者兴趣偏好的互动行为，负反馈行为是减弱兴趣偏好的互动行为。以外，本研究对各互动行为的统计范围和行为深度进行了定义（如表 2）。

表 2 本研究中兴趣偏好行为分类和规则定义

	偏好类互动行为类型	规则定义
正反馈行为	浏览推荐课程	统计近 30 天的浏览量且浏览课程详情页时长大于等于 30s
	搜索课程	统计近 180 天的搜索量
	收藏推荐课程	统计累积的收藏量且计算后续的取消收藏
	参与推荐课程	统计累积的参与量
	观看推荐课程	统计累积的完整的课程视频观看量
	访问推荐课程的测验作业列表、测验作业内容、论坛列表、帖子作业内容、论坛列表、帖子内容的访问量，且访问时长大于 30s	统计近 180 天的课程课程的测验作业列表、测验作业内容、论坛列表、帖子作业内容、论坛列表、帖子内容的访问量，且访问时长大于 30s
负反馈行为	推荐但未点击课程	统计曝光 3 次以上未点击的数量
	未浏览课程详情	统计近 30 天且浏览课程详情页时长小于 30s 的浏览量

(3) 增加时间衰减系数。随着时间的推移，学习者的历史行为和当前行为的相关性不断减弱。随着用户动作的增加，老的特征权重会随时间衰减，新动作贡献的特征权重会更大。

3.2.2. 兴趣偏好值的打标

T+1 周期计算出偏好值综合得分，并由高到低进行排名，取排名前十的偏好值对学习者的画像进行打标。

3.2.3. 在线学习者兴趣偏好标签质量评估

目的是对标签的后续效果要持续优化或者下线，从而提升标签的价值和减少服务器的计算压力。可以通过数据质量和应用质量两个方面指标来综合衡量标签的质量。

3.3. 应用层-在线学习者画像可视化与应用

3.3.1. 个体和群体学习者画像可视化分析

基于在线学习者兴趣偏好所构建的用户画像，一方面可以帮助教师更加准确全面地了解个体和整体学生学习进展的情况，可以获取学生的喜好、学习风格、习惯等各方面的数据，充分了解学生，给学生提供更有针对性和适应性的教学资源 and 教学指导。另一方面可以了解自身的教学状况，调整改进教学内容、方式、进度等，提高自身教学水平。

3.3.2. 个性化推荐

综合在线学习者的基本属性标签和兴趣偏好标签,可以利用 Push 对学习 者进行短信或微信的精准学习资源和活动资源推送。另外,结合学习者画像和课程资源产品画像,在线学习平台可以给学习者推荐适应性的学习资源,减少学习者去搜索优质学习资源的路径,节约搜索优质教学资源的时间,提高搜索和学习的效率。

4.结语与后续研究

通过以上的研究分析,学习者在在线学习平台中会留下许多行为数据,单纯的行为数据或许意义不大,但可以通过一些模型或聚类将诸种行为数据结合起来,使得数据发挥更大地作用,为学生的学习、教师的教学和管理者的教学管理提供指导。正如中国工程院院士吴曼青说:“单纯的数据毫无意义,数据关联才能产生信息”。在本研究中,在模型的落地上仍存在许多待检验和待优化的地方。如一方面是实证研究,上述讲到构建标签后应对标签的数据质量和应用质量在真实的环境中进行评估,同时还应对真实的实验者在寻找课程资源时的主观感受进行问卷调查,以检测兴趣偏好标签的业务质量。另一方面是权重值的调整和公式的迭代。在模型构建时,虽然通过专家建议和文献调查等方式对两两指标的重要性进行定性判断,但仍需通过实验结果迭代优化行为的权重值和兴趣偏好类标签的模型公式。

参考文献

- 朱天翔 (2022)。后疫情时代全球高等教育信息化的新趋势与关键新技术分析——《2021 地平线报告(教与学版)》解读。中国电化教育, 28 (02), 58-66。
- 杨双亮 (2017)。用户画像在内容推送的研究与应用。北京:北方工业大学, 2017。
- 肖君、乔惠和李雪娇 (2019)。基于 xAPI 的在线学习者画像的构建与实证研究。中国电化教育, 384 (01), 123-129。
- 王亚军和胡东 (2021)。基于学习者画像的教师混合学习模式设计与实践。四川师范大学学报(社会科学版), 48 (04), 132-138。
- 陈海建、戴永辉和韩冬梅等 (2017)。开放式教学下的学习者画像及个性化教学探讨。开放教育研究, 23 (03), 105-112。
- 余明华、张治和祝智庭 (2020)。基于可视化学习分析的研究性学习学生画像构建研究。中国电化教育, (12), 36-43。
- 孙发勤和董维春 (2020)。基于学习分析的在线学习用户画像研究。现代教育技术, 30 (04), 5-11。
- 成亚玲和谭爱平 (2022)。基于学习者画像的在线开放课程学习预警研究。当代职业教育, (04), 102-112。
- Sharifi M, Soleimani H, et al. (2017). portfolio evaluation and vocabulary learning: Moving from pedagogy to andragogy. British Journal of Educational Technology, 48(6), 1441-1450.
- SHARIFI M, SOLEIMANI H, JAFARIGO HAR M. (2017). portfolio evaluation and vocabulary learning: moving from pedagogy to andragogy. British journal of educational technology, 48(6), 1441-1450.

基于学习者自我报告的疫情期间在线学习体验研究

A study of online learning experience during the epidemic based on learners' self-report

吴芝健^{1*}, 王志军²

^{1, 2} 江南大学江苏“互联网+教育”研究基地

*913080852@qq.com

【摘要】 疫情期间在线教学因为其能够突破时间与空间的局限的优势, 成为了一个日益受到教师和学生接受的重要教学形式和学习方式。由于疫情的反复, 学生大都经历了多次系统性的全面在线学习。本研究基于学习者的自我报告调查了疫情期间学习者的在线学习体验, 并通过质性分析将其归纳为了交互体验、环境体验和存在感体验。研究结果显示, 影响在线学习体验的可以分为技术平台、学生自身以及学习设计三个方面, 并从这三个方面提出了改善在线学习体验的建议, 可以为学习者更好地适应与参与在线学习和为教师更好地设计在线教学提供一定的启示。

【关键词】 在线学习; 学习体验; 探究学习社区; 自我报告; 质性分析

Abstract: Online teaching and learning during the epidemic became an increasingly important form of teaching and learning accepted by us because of its advantage of being able to break through the limitations of time and space. Due to the recurrence of the epidemic, students experienced multiple systematic and comprehensive online learning sessions. This study investigated learners' online learning experiences during the epidemic based on learners' self-reports, and categorized them into interactive, environmental, and existential experiences through qualitative analysis. The findings show that the online learning experience can be divided into three aspects: technology platform, students themselves, and learning design, and suggestions are made, which can provide some insights for learners to better adapt and participate in online learning and for teachers to better design online teaching and learning.

Keywords: online learning, learning experience, CoI, self-report, qualitative Analysis

1. 引言

随着 2020 年新冠肺炎疫情大爆发以来, 全球各地纷纷加入了在线教学的史无前例的大规模实践当中。时至今日, 在线教学因为其能够突破时间与空间的局限的优势, 成为了一个日益受到教师和学生接受的重要教学形式和学习方式。由于疫情的反复, 学生大都经历了多次系统性的全面在线学习。作为习惯传统面对面教学的学习者, 经历了从课堂教学转到线上教学的全过程。在这个过程中, 学习者获得了怎样的学习体验? 对这个问题的研究, 为帮助学习者更好地适应和参与在线学习和为教师更好地设计在线教学提供一定的启示。

2. 文献综述

2.1. 疫情期间在线学习(教学)研究

为了解决以上问题, 本研究对疫情期间在线学习和在线教学相关的研究进行了调研。

在新冠肺炎大流行期间, 学生在转向在线学习方面存在一些问题, 如技术、心理健康、时间管理和生活与教育之间的平衡(Maqableh, & Alia, 2021)。同时, 学生在居家环境中也面临着注意力不集中、自我约束力不足、学习兴趣降低等挑战, 学生之间的互动交流行为的减少, 朋辈学习共同体的缺失同样值得关注(杨丽乐, 2021)。Caskurlu 等人(2021)发现这些影响学生在线学习体验的因素可以被探究社区框架解释, 因此该框架提供了对这些因素的

预测作用 (Caskurlu, Richardson, Maeda, & Kozan, 2021)。

学习就是通过交互来实现的, 教学交互是学习过程的基本功能属性 (陈丽, 2004)。与课堂上传统的面对面交流相比, 在线交流的质量和数量对学习进步和满意度有更大的影响 (Lee, 2021)。研究证明, 在线交互不仅能帮助学习者摆脱负面情绪, 解决认知困难, 还能促进学习者产生认同感、团体感与归属感 (张文兰、陈力行和孙梦洋, 2022)。

Rahman 等人 (2021) 的研究表明学生的自我效能感差异较大, 这说明学生的在线学习能力层次不齐, 很多学生对如何使用互联网进行学习没有足够的知识 (Rahman, Uddin, & Dey, 2021)。有研究表明感知有用性对主动学习态度存在显著的积极作用, 间接影响在线主动学习意愿; 学生认为系统质量越高, 其主动学习态度的水平会越高 (王绍峰和黄荣怀, 2020)。

在学习模式转变的境遇之下, 高校学生也意识到, 教师教学调整与外部条件作为中介条件, 对其在线学习起制约作用 (苏少丹和张红峰, 2022)。Kang 等人 (2021) 则对教师的在线教学过程进行回顾和深入访谈, 发现网络教学经验不足、教师与学生分离、学校行政过程和学生学习成绩不理想是四个主要影响因素 (Kang et al., 2021)。

2.2. 文献评述与本研究

总体来看, 疫情期间的相关研究集中在影响在线学习或在线教学的因素方面, 这些影响因素包括存在感、技术、教学、学习环境等方面。然而, 真正从学习者的真实体验出发的研究较少。此外, 定性研究使研究者能够收集详细、深入的信息, 并描述数据之间的相互关系, 从而更好地理解并深入所调查的主题 (Creswell, & Poth, 2013)。因此, 本研究采用学习者的自我报告收集疫情期间学习者参与在线学习的真实感受, 并通过质性分析归纳在线学习体验的现状, 发现影响在线学习体验的因素并提出改进建议。

3. 研究设计

3.1. 研究对象和方法

本研究的研究对象是某高校本科教育技术系的 51 名学生, 采用给定框架的学习者自我报告收集数据, 并采用内容分析法对收集到的文本数据进行质性分析。这些研究对象有两个重要的特点: 一是多次在线学习的经历使得他们有充分全面的在线学习体验, 包括使用过 ClassIn、腾讯会议、钉钉、企业微信等多个技术平台, 也参与过居家在线学习和宿舍集中在线学习两种形式; 二是他们拥有专业方面的知识, 由他们完成的自我报告能更全面有深度地代表学习者的在线学习体验。

3.2. 数据收集和编码

根据文献综述, 本研究从技术平台、交互、教学、存在感、学习环境 5 个维度设计了自我报告, 共计 8 个主观问题; 例如, “在线学习过程中, 有哪些让你印象深刻的互动体验? ”。将报告发放出去后, 收回有效数据 50 份。

本研究使用 NVivo 12 基于扎根理论对收集到的 50 份有效数据进行了质性编码, 即按照“开放编码-主轴编码-选择编码”的步骤。在编码过程中, 本研究通过焦点小组法对每一级的编码进行了评价与完善, 最大可能地减少编码人员个人主观性的影响, 增加编码框架的可信度。在形成完整的编码框架后, 本研究使用该框架对随机选取的 10 份样本数据进行了饱和度检验。在对 10 份样本数据进行编码的过程中发现, 已有的编码框架已经足够丰富完善, 没有形成编码框架之外的全新的节点。因此, 饱和度检验通过。

表 1 编码结果

三级编码	二级编码	一级编码
交互	小组交互更加积极便利,	在线协作学习交互更积极, 交互方式更便利
	但缺少交互规则	交流规则的缺失导致小组成员的交互缺乏有效性
	教师设计的互动和平台	在线学习交互程度更高, 学生参与度更高

环境	互动有效带动积极性	基于平台和工具的互动能激发学生的积极性
	应用性较高的平台基本满足需求	操作交互方式多样，为学习者构建理想的学习环境
	资源获取渠道更多，但难以筛选	录播材料和语音直播等帮助学习者调节学习节奏
	各平台功能强大且针对性强，但还需要改进整合	在线学习可以“随时”从多渠道获取学习资源
	教学基本实现了线下到线上的转换	在线学习资源的搜寻筛选存在困难
	学习环境主要受自学能力、氛围和网络的影响	平台功能强大且教学针对性强
	社会存在-学习者普遍倾向于在群体中学习	希望增加先进技术和功能，整合成更有针对性的平台
	社会存在-在线空间中信息互通不足	教师在教学方式和教学内容等方面做出了改变
	认知存在-效果和评价侧重态度、过程和技能	实践类课程难以开展
	教学存在-教师采用更多鼓励和驱动教学	在线学习对自控自学能力要求高
存在感	教学存在-学生主体地位突出，但注意力的集中需要外界帮助	学习环境对在线学习的影响大且复杂
		学伴可以促进讨论，有助于解决问题、相互督促
		学伴可以消除孤独感
		希望开放教师对他人的反馈
		学习者希望基于文本的交流更便利
		平台促进人际联结
		主动学习态度对在线学习效果影响巨大
		作业和考核注重过程性评价和技能的提升
		教师通过任务或话题驱动学生积极性
		教师采用更多鼓励式教学引导激励学生
		教师倾向于安排自主学习或小组活动
		视频直播临场感更强，更容易进入学习状态

4. 编码结果与分析

4.1. 交互体验

4.1.1. 基于技术平台的学习空间加强了小组交互的开放平等，但小组交互规则的欠缺降低了交互的有效性

基于 ClassIn 的小组讨论，每一小组都会有一个类似于教室的“封闭空间”，小组成员可以方便地将自己的思考展示出来，并参与到小组交互中，「这在传统课堂中是很难实现的」(S0117)。因此，这部分学习者强调在线小组学习形式更加开放、平等，学习者之间想法的表达交流更加便利，因而更容易达成小组学习的目标。

然而，也有学习者提出，虽然参与小组交互的成员更多，但有效的交流反馈却很少。一方面成员发表的想法偏于杂乱，另一方面部分平台并不能在讨论中进行视频语音交流，「使得文字的沟通变得生硬和冷冰冰」(S0125)。也就是说，小组交互规则的欠缺导致学习者之间无法清晰及时地传达自己的想法。

4.1.2. 在线交互中教师的设计和平台的功能都能有效带动学生的学习积极性

学习者普遍认为,相比于线下教学,「在线学习由传统的教师主导讲解、偶尔互动,变成了教师讲解与互动结合,更注重一些互动,学生的课堂参与度更高了」(S0117)。也就是说,教师为了保证在线教学的质量,会在教学过程中更注重与学生之间的互动,从而带动学习者的积极性。

一些基于平台工具的或者“特别”的互动体验也会激发学生的积极性。如基于 ClassIn 的小组讨论、闯关式互动、摄影作品交流、游戏类互动等。由于「是以前从未有过的特别的体验」(S0419),学习者会积极地参与其中。还有学生提到,本质上来说非面对面的交流形式,也在一定程度上促进了交互,提高了学生的参与度。这是因为部分学生摆脱了线下课堂可能出现的怯场、害羞的心理状态,因而更倾向于表达自我,参与问答与活动也变得轻松自如。

4.1.3. 应用性高的平台为学习者构建了较为理想的在线学习环境,且基本满足学习者调节学习节奏的需求

在应用性较高的一类平台上,学习者可以利用其功能、工具来构建理想的在线学习环境。例如,利用“自习室”功能构建个人在线学习空间。学习者的自我报告显示,这类平台凭借讨论区、举手上台、奖杯等多样化的交互方式满足了学习者的交互需求。然而,学习者认为这类平台在实时交互方面还有所欠缺,

其次,这类平台满足了学习者调节学习节奏的需求。因为平台会保留教学视频,使得学习者可以根据自己的学习情况调整学习步调,从而提高学习效率。「例如,录播材料的优点之一就是可以对一些不懂的知识点可以进行反复观看,甚至可以暂停,加深自己对重难点的印象个了解」(S0328)。

4.2. 环境体验

4.2.1. 在线学习在资源获取方面有更开放的空间,但资源筛选困难

在资源环境方面,学习者普遍认为在线学习过程中能获取到相较于传统教学更多的学习资源,主要原因是获取资源的渠道更多了,获取的渠道大致可以分为三类:教师、平台以及互联网。学习者提到,在线情境下,教师提供的资源不仅数量更多,而且倾向于精准的视频、音频、学习网站等。平台也会为学生提供一定的资源,最典型的资源就是留存的教学过程,包括直播回放、录播材料等。最后,可以「在网络上寻找适合自己或者自己需要的资源」(S0335)也是在线学习的一个巨大优势。

然而,也有学习者提到,线上资源的质量层次不齐,有些网站或平台的学习资源甚至出现了明显的错误,因此,「如何筛选资源也成为了一种问题」(S0335)。此外,很多学生对如何使用互联网进行学习没有足够的知识(Rahman, Uddin, & Dey, 2021),如何从互联网中筛选出优质的、能精准满足学习需求的资源并不是一件很容易的事情。

4.2.2. 各平台都有能促进在线学习的功能,但亟待整合

在平台环境方面,学习者认为各平台都有强大的功能,以 ClassIn 为例,其除了能促进交互、营造真实氛围,还具有较强的在线学习针对性,例如,“专注模式”可以帮助学习者集中注意力,“自习室”和“个人学习报告”则有利于实现个性化学习,平台还提供了作业、考试、上课等相关提醒。总之,「对于在线学习来说,Classin 可以最大程度避免功能冗余,帮助师生提高教学效率」(S0504)。

而其他平台也有受到学习者大加赞赏的功能,例如钉钉可以显示消息已读人数,且有专门的签到功能;企业微信中个人信息较为全面,有利于人际互通;腾讯会议则能容纳最大人数同时参与会议。然而这些功能似乎成为了各平台独特的优势,而教师的使用偏好和课程性质导致学生需要同时使用多个平台,这给他们造成了不小的困扰。因此,不少学习者提出「如果能把各个平台的优势整合一下变成一家平台就很令人满意了」(S0215)。

4.2.3. 为了适应在线教学,除实践类课程外,教师在教学方法、教学内容等方面做出的改变都起到了成效

在教学环境方面,学习者提到教师在教学方式和教学内容等方面做出了改变。教师采用了视频直播、语音直播、录播等多种教学方式,教学工具更多地提托于平台,教学过程由传统的教师主导改为更注重师生互动,教学内容也变得更能够引发学生思考或强调动手实践。也就是说,「和以往的课堂学习相比,本次在线学习……更加注重同学们操作能力和思维的锻炼」(S0419),学习者认为这些改变能够有效帮助他们集中注意力,获得更好的学习效果。

值得注意的是,偏于实践性质课程的教师做出的改变几乎没有成效,「如学习摄像机的使用,单是观看视频,不亲自实践,很难掌握摄像机的使用方法」(S0201)。即使这类课程可以借助在线虚拟平台进行,但在线学习环境未能解决需要实际操作的课程需求(Khalil et al., 2020),甚至导致「实验课程里几乎没有什么收获」(S0132)。

4.2.4. 在线学习对自主学习能力提出了巨大挑战,学习氛围和网络也存在不可忽视的影响

学习者认为在线学习对他们提出最大的挑战就是自主学习能力。由于在线学习非面对面的形式失去了教师的督促,且居家环境增加了分散学生注意力的因素,导致学习过程中容易走神,无法专注于在线学习;因此,学生往往需要通过观看直播回放、搜索网络资源等自学行为来补充巩固遗漏的知识。这时学生自主学习能力的重要性就体现出来了,「如果(学生)会利用资源,规划学习时间等,在线学习的效果就会非常好;反之,在线学习就会变成“躺着听课”“挂着划水”等,远不如线下学习」(S0108)。

此外,学习氛围也会对学习者所处的学习环境产生巨大影响,学习氛围越好,学生受到的消极影响越少,受到的积极影响越多,学习积极性就会越高,甚至会产生竞争意识,课堂参与感也随之提高。最后,「网络不稳定是较为经常出现且不易解决的困难」(S0426),甚至会决定在线学习是否能正常进行;而网络问题恰恰是学习者普遍遇到的问题,尤其对居住在偏远地区的学生而言。

4.3. 存在感体验

4.3.1. 社会存在: 群体在线学习的高交互促成了更好的学习效果,但在线空间中学习者间的信息联通并不理想

在被问及在居家参与在线学习和在宿舍参与在线学习两种情况中更喜欢哪一种时,学习者普遍选择后者,理由是在宿舍可以及时与他人交流想法,同宿舍的学习者之间可以相互监督、相互促进,激发竞争意识,形成良好的学习氛围,使得在线学习不再是“孤军奋战”。但也有学习者提到「大家课程时间不一样、课程不一样、作息时间不一样、上起课来蹑手蹑脚的」(S0215),因此学习者之间的相互打扰完全大于相互促进。即便如此,总体来看,学习者还是倾向于在群体中参与在线学习效果会更好。

然而,学习者走出所处的物理环境后,与其他学习者之间的信息互通并不理想,除了课堂上仅有的交互机会以外,学生之间很难再发生其他交互。于是,有学习者希望通过「开放教师对其他学习者的反馈」(S0205)、优化聊天框的设计等,来进行更多的在线空间中的交互。

4.3.2. 认知存在: 在线学习效果受主动学习态度影响最大,且在线学习评价更侧重过程性和技能掌握

经历了在线学习后,大多数学习者最大的感受就是「主观态度对学习效果的比想象中大多」(S0215)。他们认为在线学习很考验自制力,学生需要根据不同的学习环境、教学方式、学科性质,结合自己的学习习惯,及时调整学习状态,才更有可能达到更好的学习效果。尽管在线学习受到资源、教学、平台、网络等各种各样的影响,但起到决定性作用的还是学生的主动学习态度。因此,「在线学习的困境短时间内难以解决,必须靠自己通过别的方式去规避或者减少不好的影响」(S0119)成为了学习者普遍达成的共识。

另外,教师采用的学习评价方法更侧重于过程性,注重学生对实际技能的掌握,主要体现为「对学生综合实践能力和思维能力方面考察较多,卷面纸质上的内容考核减少,成果展示汇报的实践考核内容增多」(S0431)。

4.3.3. 教学存在: 在线学习中学生的主体地位更突出,但需要更多的驱动和引导

学习者提到, 在线学习中「教师会更注重学生的主体地位」(S0313), 正如前文所说, 教学内容变得更能够引发学生的讨论思考, 作业和考核更侧重于过程性和技能的掌握, 教师也倾向于安排自主学习活动和小组活动, 这些都使得学生认识到了主观学习态度重要性, 也体验到自身的主体地位更加突出。

然而, 在前面的分析中提到, 在线学习受到资源、平台、教学、学生等多方面因素的影响, 学习者往往很难集中注意力, 其自学能力也受到了极大的挑战, 也就是说, 在线学习者需要更多的引导和激励。实际上, 面对这些问题, 教师会采用更多的鼓励式和驱动式教学, 例如, 教师会借助 ClassIn 的“奖杯”功能鼓励学生, 或者要求分享交流个人的和小组的学习成果, 或者「在教学中插入一些同学感兴趣的话题也可以提高课堂参与度和活跃度」(S0215)。

5. 研究建议

基于以上总结的在线学习体验的影响因素, 本研究提出以下建议:

5.1. 整合技术平台, 并进行功能的优化设计

解决技术平台问题是提高在线教学效果最有效的手段之一(徐罗兰和范新民, 2022)。首先, 要致力于技术平台的整合, 形成一个“集所有优点于一身”的平台, 免去学生在各平台间跳转的复杂行为。各平台应尝试将虚拟现实技术、人工智能技术等先进技术融入到在线平台中, 一方面优化交互规则, 提高交互效率, 为在线学习营造更好的氛围, 从而激发学生学习的主动性和积极性; 另一方面应继续优化完善数字资源获取渠道, 建立健全区域高校数字资源开放共享制度(徐罗兰和范新民, 2022), 并为学习者提供更多的学习指引, 以此培养学生的自主学习能力。

5.2. 学生应提升自身的信息素养, 主动参与在线学习并有意识地规避不良影响

对学生来说, 参与在线学习最大的挑战在于主动学习态度和自主学习能力, 因此, 学生需要提升自身的信息素养, 做到能够判断什么时候需要信息, 懂得如何获取信息; 并主动参与在线学习, 主动进行学习资源的检索和筛选, 主动与教师和同伴进行交流交互, 主动对所学知识进行建构内化。最后, 学习方法的显著管理可以持续提高学生的理解水平和技能掌握(Martono, Nurkhin, Pramusinto, Afsari, & Arham., 2020), 学生应有意识地规避学习过程中的不良影响, 例如, 避免生活和学习之间的冲突, 规避网络其他信息的干扰等, 从而创建一个更好的学习环境。

5.3. 在教学方面优化在线课程设计, 以引导和激励式教学为主

在线课程设计要以学习者为中心, 在线学习活动以小组学习为主, 设立有一定挑战性的学习任务和目标, 以此锻炼学生的自主学习能力。教师应以引导和激励式教学为主, 从而增强课堂中的交互。在评价和作业考核方面, 要侧重学习过程, 不再拘泥于学生对知识点的记忆, 而是要注重学生对技能的掌握。最后, 教师要对学生的学习行为做出积极的反应反馈, 因为教师的反应反馈能帮助学生确认是否在朝着正确的学习路径前进(Alqurashi, 2016); 同时也要与学生进行课后互动, 提供更多的指导, 并以根据反馈优化教学过程。

6. 总结与展望

本研究基于学习者的自我报告调查了疫情期间学习者的在线学习体验, 并通过质性分析将其归纳为了交互体验、环境体验和存在感体验。研究结果显示, 影响在线学习体验的可以分为技术平台、学生自身以及教学设计三个方面, 并从这三个方面提出了改善在线学习体验的建议, 为学习者更好地适应与参与在线学习和为教师更好地设计在线教学提供一定的启示。

然而, 本研究的数据可以反映出教育技术专业学生在线学习体验的情况, 但并不能代表其他专业学生参与在线学习的情况, 数据的时效性也存在一定限制。此外, 编码过程中无法避免主观因素的影响。未来研究可以对某些方面的数据进行深入的横向研究, 比如“居家学习与宿舍集中学习的差异”。进一步的研究可以采用定量分析法作为辅助, 从而有效缓解质性分析容易受到主观因素影响而导致信效度检验不足的问题。

参考文献

- Maqableh, M., & Alia, M. (2021). Evaluation online learning of undergraduate students under lockdown amidst COVID-19 Pandemic: The online learning experience and students' satisfaction. *Children and Youth Services Review*, 128, 106160.
- Caskurlu, S., Richardson, J. C., Maeda, Y., & Kozan, K. (2021). The qualitative evidence behind the factors impacting online learning experiences as informed by the community of inquiry framework: A thematic synthesis. *Computers & Education*, 165, 104111.
- Lee, J. W. (2010). Online support service quality, online learning acceptance, and student satisfaction. *The internet and higher education*, 13(4), 277-283.
- Rahman, M. H. A., Uddin, M. S., & Dey, A. (2021). Investigating the mediating role of online learning motivation in the COVID - 19 pandemic situation in Bangladesh. *Journal of computer assisted learning*, 37(6), 1513-1527.
- Ma K, Chutiyami M, Zhang Y, et al. Online teaching self-efficacy during COVID-19: Changes, its associated factors and moderators[J]. *Education and information technologies*, 2021, 26(6): 6675-6697.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- Khalil, R., Mansour, A. E., Fadda, W. A., Almisnid, K., Aldamegh, M., Al-Nafeesah, A., ... & Al-Wutayd, O. (2020). The sudden transition to synchronized online learning during the COVID-19 pandemic in Saudi Arabia: a qualitative study exploring medical students' perspectives. *BMC medical education*, 20(1), 1-10.
- Martono, S., Nurkhin, A., Pramusinto, H., Afsari, N., & Arham, A. F. (2020). The Relationship of Good University Governance and Student Satisfaction. *International Journal of Higher Education*, 9(1), 1-10.
- Alqurashi, E. (2016). Self-efficacy in online learning environments: A literature review. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 9(1), 45-52.
- 杨丽乐.(2021).疫情期间高校学生居家在线学习体验、问题及对策——基于学习者视角的扎根理论研究. *广州广播电视大学学报*(06),22-30+108.
- 陈丽.(2004). 远程教育中交互规律的认识脉络和研究现状. *中国远程教育*, 1, 14-19.
- 张文兰,陈力行 & 孙梦洋..弹幕交互为大学生在线学习带来了什么? ——基于扎根理论的质性分析. *现代远距离教育*. doi:10.13927/j.cnki.yuan.20220706.007.
- 王绍峰 & 黄荣怀.(2020).在线主动学习意愿的产生机理与提升策略. *开放教育研究* (05),99-110. doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2020.05.010.
- 苏少丹 & 张红峰.(2022).澳门高校大学生在线学习感知的质性研究. *教育学术月刊*(06),70-79. doi:10.16477/j.cnki.issn1674-2311.2022.06.010.
- 徐罗兰 & 范新民.(2022).高校学生线上学习效果及其影响因素研究. *福建医科大学学报(社会科学版)*(03),74-79.

智能技术赋能教育评价的研究热点、趋势与启示

Research Hotspot, Trend and Enlightenment of Intelligent Technology Enabling Education

Evaluation

夏婉^{1*}, 林秋纯², 李业³

¹²³ 华南师范大学教育信息技术学院

³ 华南师范大学教育科学学院

*2889528720@qq.com

【摘要】 顺应教育数字化战略行动, 探索智能技术在教育评价中的深度应用, 已成为教育评价改革发展面临的重要命题。本研究利用 Citespace 对 2018-2022 年国内外智能技术赋能教育评价相关文献进行了合作图谱分析、关键词共现图谱分析、关键词聚类图谱分析以及关键词时间线图分析, 基于分析结果梳理得出近五年内国内外智能技术赋能教育评价的研究热点和研究趋势, 并在此基础上从评价导向、评价内容、评价手段、评价过程四个方面提出思考启示, 以期为继续开展相关领域的探索研究提供有益借鉴和实践参考。

【关键词】 智能技术; 教育评价; 研究热点; 前沿趋势; CiteSpace

Abstract: It has become an important proposition for the reform and development of education evaluation to follow the strategic action of education digitization and explore the deep application of intelligent technology in education evaluation. In this study, Citespace was used to analyze the cooperative graph analysis, keyword co-occurrence graph analysis, keyword cluster graph analysis and keyword time zone graph analysis of domestic and foreign literatures related to intelligent technology enabling education evaluation during 2018-2022. Based on the analysis results, the research hot spots and research trends of intelligent technology enabling education evaluation at home and abroad in the past five years are summarized. And on this basis, we propose four aspects of evaluation orientation, evaluation content, evaluation tools, and evaluation process to provide useful reference and practical reference for continued exploration and research in related fields.

Keywords: Intelligent technology, Educational evaluation, Research hotspots, The frontier trend, CiteSpace

1.问题的提出

教育是国之大计、党之大计。教育评价事关教育发展方向, 有什么样的评价指挥棒, 就有什么样的办学导向, 深化教育评价改革对于全面贯彻党的教育方针具有重大意义。2020 年 10 月, 中共中央、国务院印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》, 该《方案》中明确指出, 应创新评价工具, 利用人工智能、大数据等智能技术积极开展教育评价。以人工智能为代表的智能技术凭借其智能感知与采集、大数据处理与分析、自动决策与诊断等特点, 能够为教育评价变革与发展提供重要助力。利用智能技术赋能教育评价是深化新时代教育评价改革的应然选择, 也是驱动教育数字化转型的必然举措。那么, 智能技术赋能教育评价的研究热点、研究趋势有哪些? 对我国开展相关领域探索研究有何启示呢? 因此, 本研究利用 CiteSpace 知识图谱软件, 对中国知网 CNKI 和 Web of Science 数据库核心数据合集集中的文献进行可视化分析, 并对重点文献进行系统性综述, 以探究智能技术赋能教育评价的研究热点和研究趋势, 并在此基础上得出相关思考与启示, 以期为继续开展相关领域的探索研究提供有益借鉴和实践参考。

2.数据与方法

2.1. 数据来源

本研究以中国知网 CNKI 数据库和 Web of Science 数据库核心数据合集为数据来源, 将检索条件分别设置为主题: 智能技术和教育评价; educational evaluation and artificial intelligence or intelligent technology, 检索时间跨度为 2018-2022 年。本研究剔除无作者的文献、会议信息、重复的文献以及与本研究主题和内容不相关的文献, 最终共选取中文 212 篇, 英文 332 篇作为研究样本, 样本文献发表时间如图 1。



图 1 国内外文献发文时间表与发文量

2.2. 研究工具与方法

本研究利用 CiteSpace6.1.R2 进行知识图谱分析、聚类分析等, 时间阈值设置为“From 2018 to 2022”, 最小时间切片设置为 1 年, Links 对象强度设置为 Cosine 类型, 范围设置为 within slices, 知识图谱网络修剪方式为 pathfinder 和 pruning sliced networks 建构共现知识图谱, 从而建立智能技术赋能教育评价研究热点之间最有效的路径。

2.3. 研究过程

本研究利用 CiteSpace 软件对选取的样本进行文本和视图分析, 主要涉及发文机构和发文作者合作图谱分析、关键词共现图谱分析、聚类图谱以及时间线图谱分析, 最后根据分析结果, 有针对性地阅读典型文献, 深入了解智能技术赋能教育评价的研究热点与前沿趋势。

3. 研究热点分析

3.1. 合作图谱分析

发文机构和发文作者是研究领域的主干力量。本研究利用 CiteSpace 软件对国内外发文机构和发文作者进行可视化分析。结果显示, 国内发文机构共现网络图谱中仅生成 47 条连线, 且连线较细, 网络密度 Density 为 0.0067, 如图 2。国外发文机构共现网络图谱连线为 78 条, 网络密度 Density 为 0.0066, 网络结构均较为疏松, 如图 3。结果显示, 该领域研究机构仍处于较为独立的状态, 暂未形成较稳定的跨校、跨区域学术合作关系。

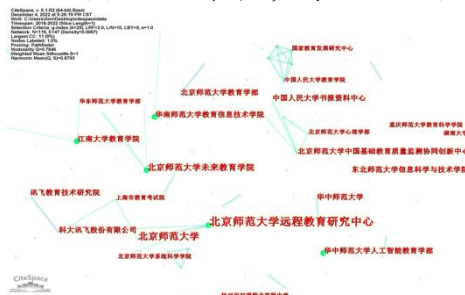


图 2 国内发文机构共现网络图谱



图 3 国外发文机构共现网络图谱

本研究进一步利用 CiteSpace 软件对作者间的合作情况进行可视化分析。结果显示, 国内发文作者间形成的合作网络共有 124 条连线, 网络密度 Density 为 0.0129, 如图 4。国外发文作者间形成的合作网络共有 104 条连线, 网络密度 Density 为 0.0084, 如图 5。可见, 国内的合作情况相比国外其联系较为密切, 其中郑勤华、陈丽、王怀波、刘邦奇、柴唤友等学者在该研究领域较为活跃。



图4 国内发文作者共现网络图谱

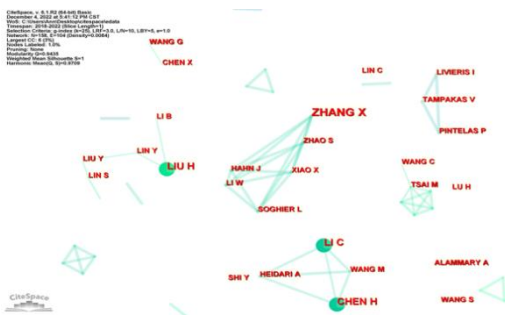


图5 国外发文作者共现网络图谱

3.2. 关键词共现图谱分析

关键词是对论文研究内容的高度凝练和概括。关键词共现通过对研究内容进行深入的主题分析，系统地把握研究领域的发展动态，预测研究发展方向。结果显示，国内目前该领域的高频关键词有人工智能、教育评价、大数据、教学评价、智能技术、智慧教育、职业教育、劳动教育、学习评价、信息技术，如图6。国外目前该领域的高频关键词有 machine learning、artificial intelligence、model、student、system、education、deep learning、technology、prediction，如图7。可见，智能技术赋能教育评价的研究主要侧重于应用人工智能、机器学习、大数据等技术，且于国内在职业教育等领域较为凸显。

此外，关键词的中心性能够反映其在整个共现网络中的重要程度，中心性越高表明其位置越重要，其对共现网络的影响也越大（倪慧丽和刘睿声，2021）。当某关键词的中心度 ≥ 0.1 时，表明该关键词在一段时间内受到了多数研究者的高度关注。结果显示，国内中心度 ≥ 0.1 的关键词有人工智能、教育评价、大数据、智能技术、教学评价、智慧教育；国外有 student、technology、task analysis、education、intelligent tutoring system，具体内容见表1。可见，国内应用人工智能、大数据技术的倾向比较突出，相较而言，国外相关研究在整个共现网络中的影响较弱，但仍呈现出重要的发展趋势。

表1 国内外2018-2022年智能技术赋能教育评价研究领域的高频关键词

国内			国外		
频次	中心度	关键词	频次	中心度	关键词
88	0.76	人工智能	38	0.12	machine learning
32	0.38	教育评价	36	0.04	artificial intelligence
国内			国外		
频次	中心度	关键词	频次	中心度	关键词
17	0.3	大数据	26	0.06	model
16	0.2	教学评价	20	0.47	student
15	0.3	智能技术	19	0.03	system
9	0.16	智慧教育	19	0.1	education
7	0.07	职业教育	17	0.09	deep learning
7	0.09	劳动教育	15	0.24	technology
7	0.05	学习评价	15	0.01	prediction
7	0.07	信息技术	14	0.07	performance
6	0.06	人机协同	11	0.1	intelligent tutoring system
5	0.04	智能时代	11	0.06	recognition
5	0.06	增值评价	10	0.11	task analysis



图 6 国内关键词共现网络图谱

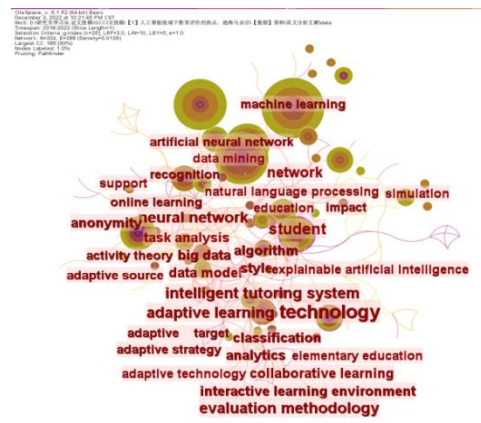


图 7 国外关键词共现网络图谱

3.3. 关键词聚类图谱分析

对高频关键词进行自然聚类，形成智能技术赋能教育评价研究的主题聚类图，聚类分析视图侧重于研究不同领域的知识结构。结果显示，该领域总共生成 183 个节点，230 条连线，聚类效应良好。经分析，国内外文献的聚类结果 MQ 值分别 0.7538 和 0.7886，远高于临界值 0.4，表明该聚类的网络规模度相关性十分紧密，HM 值分别为 0.8386 和 0.8445，远高于临界值 0.5，表明该聚类位于可信的区间，质量较高。国内聚类图谱中有 8 个较大的聚类标签，且以聚类序号排在第一位的“人工智能”为核心向多个方向发散，涉及“职业教育”、“教育评价”、“智慧教育”、“劳动技能”、“大数据”、“增值评价”、“教学评价”等，如图 8。国外的聚类图谱中有 11 个较大的聚类标签，分别有“evaluation methodologies”、“feature extraction”、“machine learning”、“firefly algorithm”、“data models”、“cognitive load”、“explainable artificial intelligences”、“deep learning”、“education management”、“knowledge graph”、“teacher”，如图 9。可见，在关键词聚类所呈现出来的研究主题的分布情况中，国内外研究趋势各有不同，国内大多从研究方向入手，如关注人工智能赋能、职业教育、劳动技能等方面，而国外则更多从聚焦技术方法本身入手，如特征提取、萤火虫算法等。



图 8 国内关键词聚类图谱

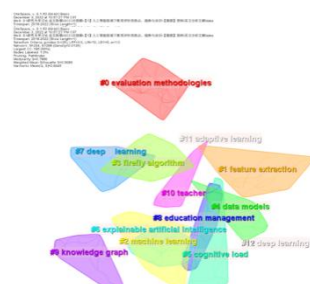


图 9 国外关键词聚类图谱

3.4. 关键词时间线图谱分析

近年来，随着人工智能、大数据等智能技术的蓬勃发展及其在教育领域的广泛应用，智能技术赋能教育评价这一说法被正式提出（刘邦奇和吴晓如，2020），分析其关键词时间线图能够帮助研究人员整体了解智能技术赋能教育评价在不同时间阶段的发展特征，如图 10 和图 11。

3.4.1. 持续探索阶段

多年来，不少学者一直探索计算机技术在教育评价中的运用，如计算机考试、网上阅卷、电子档案等，有效提升了教育教学评价的信息化、智能化水平。《2017 年国务院政府工作报告》提出要办好公平优质教育，重视教、学、测、评、管，可见教育评价扮演着重要角色。2018 年，国内学者发文中，出现词频或者中心性较高的关键词有教学评价、智慧教育、人机协同、核心素养、高等教育、评价体系等。国外学者发文中，出现词频或者中心性较高的关键词有 machine learning, artificial intelligence, student, system, online learning, education,

recognition, sentiment analysis, design education, algorithm, quality 等。可见, 研究学者在之前的研究基础上, 目前更聚焦于教育评价公平、大数据等信息技术的应用、深度学习理论和框架建构等, 如何利用智能技术赋能教育教学, 已逐渐成为学界普遍探索的问题。

3.4.2. 初步发展阶段

2019 年-2020 年, 国内学者发文中, 出现词频或者中心性较高的关键词有智能技术、智能评价、心理测试、创新人才、学习评价、增值评价等。国外学者发文中, 出现词频或者中心性较高的关键词有 prediction, framework, data mining, support vector machine, learning analytics, neural network, task analysis, artificial neural network 等。国内外学者进一步探索智能技术在教育中的应用, 重点表现在基于大数据视角, 探索数据驱动的教育评价新路径, 如利用算法分析学情数据进行适时评价。另外, 整体推进“四个评价”也已成为主要发展途径, 并强调应完善综合素质评价, 打造智能化教育评价生态体系。

3.4.3. 快速发展阶段

2021 年-至今, 自《总体方案》发布以来, 该领域的发文量迅速上升, 关注此领域的研究学者越来越多。国内学者发文中, 出现词频或者中心性较高的关键词有劳动教育、智能时代、网络教育、场景计算、全面发展等。国外学者发文中, 出现词频或者中心性较高的关键词为 data model, internet, sport, teaching quality, physical education, evaluation model, knowledge graph 等。在理论与技术的双向驱动下, 利用智能技术赋能教育评价改革已成为当下的研究热点, 多模态数据采集与分析、模型构建、场景计算、知识图谱、课堂认知、情感计算、人机协同等多维度可解释性测评、定制化服务等方面也逐步得到相关研究的重视和拓展。

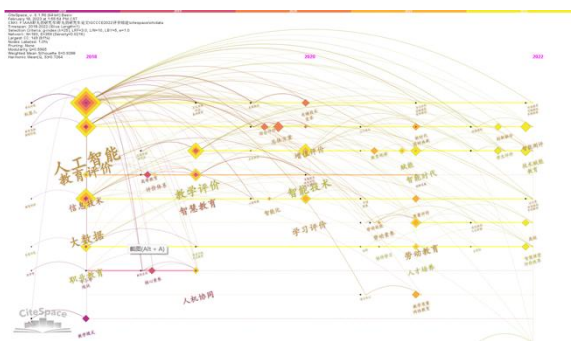


图 10 国内关键词时间线图

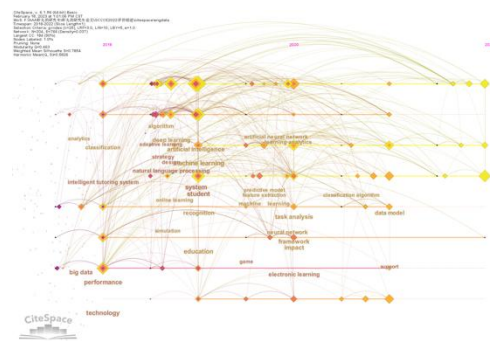


图 11 国外关键词时间线图

4. 研究趋势分析

综合相关文献和已有研究结果, 本研究进一步对该领域的研究趋势进行分析。

4.1. 研究领域全面化

随着我国信息化程度的不断推进, 智能技术赋能教育评价的相关研究领域逐渐全面, 但目前更聚焦于基础教育、职业教育。结果显示, “智慧教育”、“劳动技能”、“劳动教育”、“职业教育”等词频繁出现, 可见基础教育与职业教育领域是目前研究关注的重点对象。究其原因, 职业教育领域因其办学定位、人才培养、教育理念、学生学习等, 与普通教育存在本质上的区别, 因此针对职业教育的评价迫切需要智能技术赋能改革创新。而基础教育领域, 评价改革一直以来都是需重点攻关的方向, 评价内容也应关注学生综合素质的整体发展, 考查学生在知情意行等方面的显性表现和隐性行为, 坚持学业成就评价与综合素质评价有机统一。未来也应顺势扩大并深入研究领域的范围, 从多个视角开展相关的理论探索和实践研究。

4.2. 研究内容多元化

目前该领域的研究内容较为多元, 但更倾向于探索智能技术赋能教育评价的理论建设、模

型构建、工具开发、框架设计等,主要包括对智能技术赋能教育评价进行内涵界定、特征阐述、问题分析等等。如刘邦奇等人从过程评价的特点及其存在的问题出发,系统探讨智能技术赋能过程评价的作用、目标定位与实践路径(刘邦奇、喻彦琨和袁婷婷,2022),田伟等人提出了未来教育质量评价与先进科学技术在融合时潜在的攻关方向与必须解决的关键问题(田伟、杨丽萍和辛涛,2022)。如党建宁基于数字徽章技术,构建了高校创新创业教育动态评价体系(党建宁、王多仁和景恬,2020),王怀波在我国学生综合素质评价过程的现实困境基础上,构建了智能技术支持下的综合素养评价的实践框架,并提出了综合素养评价的实施路径(王怀波、柴唤友和郭利明,2022)。但在实践应用、效果评价等方面的研究还需进一步深化。

4.3. 研究层次深度化

目前智能技术赋能教育评价的研究主要聚焦个性化学习推荐、智能评估、智能导师系统、智能助手等方面,国外还关注情感认知(Bernard, J., Chang, T-W., & Popescu, E., 2017)、元认知(Orayska, P.K., 2016)等意识领域的研究。该领域的研究正着重依托大数据、人工智能、机器学习、深度学习等技术,探索并应用于教育评价实践中,以促进个性化学习,提高学习效果。如上超望从大数据的视角探讨了在线学习评价的变革,对过程性评价的特征进行了分析,设计了基于大数据的在线学习过程性评价框架(上超望、韩梦和杨梅,2018)。胡钦太等人基于人工智能前沿技术与高等教育教学评价原理,提出构建基于人工智能的高等教育教学评价体系,并将研究设计的人工智能教育评价与干预系统应用于高等教育教学评价中,结果显示各维度均优于传统教学(胡钦太、伍文燕、冯广、潘庭锋、陈卓和邱凯星,2021)。综上,大数据和人工智能等智能技术作为教育评价的有力支撑工具,应充分推进其更深层次的多元应用,以助推教育的高质量发展。

5. 思考与启示

以智能技术赋能教育评价已成教育改革的关键途径,结合目前研究现状,本研究主要从评价导向、评价内容、评价手段、评价过程四个方面提出相应思考与启示。

5.1. 评价导向: 落实新时代教育评价改革要求

新时代教育评价应以国家相关文件精神为导向,围绕促进人的全面发展这一教育根本目的展开,扭转不科学的教育评价理念,树立正确的教育评价观,着力破除唯分数、唯升学、唯文凭、唯论文、唯帽子的顽瘴痼疾,以变革政府、学校、教师、学生和社会等多方教育主体的重点任务为切入点,利用人工智能、大数据等智能技术,改进结果评价,强化过程评价,探索增值评价,健全综合评价,持续探索智能技术赋能教育评价的新方式和新途径,以驱动教育数字化转型,落实立德树人根本任务。

5.2. 评价内容: 以人为本的综合素质评价

2022版新课标强调素养本位的教学,实现以人为本的综合素质评价是教育评价的必然要求。综合素质评价包括学生思想品德、学业水平、身心健康、艺术素养、社会实践等内容,其核心在于促进学生德智体美劳全面发展。从单一的关注知识掌握、技能习得的考试评价转向对知识、技能、素养的综合评价已成时代呼唤,教育评价不仅仅需关注认知维度的学科知识和能力,还应关注对学生多方面全维度的非认知品质的评价,如高阶思维评价、计算思维评价、创造能力评价、社会责任感等。

5.3. 评价手段: 智能技术的泛在协同

区块链、数字孪生、情感计算、脑科学、类脑计算等智能技术的泛在协同,推动教育评价走向精准化、个性化。如区块链凭借其去中心化、不可篡改等优势,可在成绩单、学分管理、电子证书管理等评价中探索运用。数字孪生可构建虚拟学习者孪生体,动态呈现学习者数据,助力学习者学习过程全方位综合评价。情感计算可对学习者的情感状态进行检测和识别,进而从情感角度为学习者提供个性化服务。脑科学和类脑计算中可通过脑机接口技术对学习者的脑电信号进行检测识别,进而深度感知学习者的学习情况,并实施相应的反馈调节。

5.4. 评价过程：多模态伴随式数据采集与分析

智能技术助力多模态伴随式数据实现了全过程、全方位的自动采集、处理、分析与应用，实现教育评价的数据化、智能化。教育过程中产生的数据覆盖各学科门类，从篇章到单元再到整本书的全内容，涵盖教学始末的全过程，融合虚实场域的全时空，囊括学校治理、教师教学、学生学习、小组讨论等全场景。智能技术通过解构、关联和重组多维度、立体化的多源数据，建立起反映教学现状的动态模型，进而进行分布式数据处理、画像构建和动态评估，且动态修正评价模型，从而实现伴随式多元化全过程教学评价。

6. 结语

智能技术是驱动教育评价创新的有效抓手,利用智能技术赋能教育评价是新时代教育评价深化改革的重要组成部分。因此,本研究利用 Citespace 对 2018-2022 年国内外智能技术赋能教育评价相关文献进行了合作图谱分析、关键词共现图谱分析、关键词聚类图谱分析以及关键词时间线图分析,进而基于分析结果梳理得出近五年内国内外智能技术赋能教育评价的研究热点和研究趋势,并在此基础上,得出四点思考与启示,即“评价导向:落实新时代教育评价改革要求”“评价内容:以人为本的综合素质评价”“评价手段:智能技术的泛在协同”“评价过程:多模态伴随式数据采集与分析”,以期为继续开展相关领域的探索研究提供有益借鉴和实践参考。

参考文献

- 党建宁、王多仁和景恬 (2020)。基于数字徽章技术的创业教育评价系统设计。 *电化教育研究*, 41(9), 75-80。
- 胡钦太、伍文燕、冯广、潘庭锋、陈卓和邱凯星 (2021)。人工智能时代高等教育教学评价的关键技术与实践。 *开放教育研究*, 27(5), 15-23。
- 刘邦奇和吴晓如 (2020)。 *中国智能教育发展报告*。北京:人民教育出版社。
- 刘邦奇、喻彦琨和袁婷婷 (2022)。智能技术赋能过程评价:目标、路径与典型场景。 *现代教育技术*, 32(5), 14-23。
- 倪慧丽和刘睿声 (2021)。“双高计划”研究热点与趋势分析——基于 CiteSpace 可视化知识图谱的应用。 *河北师范大学学报(教育科学版)*, 23(06), 92-99。
- 上超望、韩梦和杨梅 (2018)。基于大数据的在线学习过程性评价设计研究。 *现代教育技术*, 28(10), 94-99。
- 田伟、杨丽萍和辛涛 (2022)。科技赋能教育监测与评价:现状与前瞻。 *中国远程教育*, (1), 1-11。
- 王怀波、柴唤友和郭利明 (2022)。智能技术赋能学生综合素养评价:框架设计与实施路径。 *中国电化教育*, (8), 16-23。
- Bernard, J., & Chang, T-W., & Popescu, E. (2017). Learning style identifier: Improving the precision of learning style identification through computational intelligence algorithms. *Expert Systems with Applications*, (75), 94-108.
- Orayska, P.K. (2016). AI as a methodology for supporting educational praxis and teacher metacognition. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 679-700.

基于社会网络分析的在线学习交互特征研究

Exploring the Online Interactive Characteristics Based on Social Network Analysis

张俊毅^{1*}, 张硕桦², 熊嘉仪¹, 谢旭双¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

² 南京航空航天大学计算机科学与技术学院/人工智能学院

*zjy_zhangn@163.com

【摘要】 随着技术在教育领域的不断应用, 在线学习已经成为课堂教学的重要补充。然而, 在线互动特征与学习效果之间的关系并不明确。本研究以华南师范大学砺儒云平台的《教育技术基础理论研究》课程论坛为研究对象, 利用社会网络分析法分析在线学习者的交互特征, 探究社会网络特征及其与学习成绩之间的关系。研究结果显示, 学习者主要围绕教师发布的话题进行讨论; 学习者的互动热情在课程中期有所下降; 社会网络中越活跃的学习者成绩越高。针对学习者在线学习互动的变化特点, 提出若干建议来提高学生的课堂互动, 以期提高学习效果。

【关键词】 社会网络分析; 在线学习; 学习互动; 学习成绩

Abstract: With the development of technology, online learning has become an important supplement to traditional learning. However, the relationship between online interaction characteristics and learning effectiveness was not clear. This study analyzed the forum of the course on moodle.scnu.edu.cn platform and explored the interaction characteristics of students based on the social network analysis. The results showed that learners mainly engaged in discussions around instructor postings; that learners' enthusiasm for interaction decreased in the Mid-term; and that the more active learners had higher grades. Based on the characteristics of learners' online interactions, we proposed several suggestions to improve students' online interactions to enhancing learning effectiveness.

Keywords: social network analysis, online learning, learning interaction

1. 引言

信息技术的高速发展, 改变了知识的获取方式和生成方式, 打破了传统教育中时间和空间的限制。特别是2020年初爆发的新冠肺炎疫情, 进一步推动了在线学习的发展, 促使各大高校充分利用线上资源平台, 积极开展线上教学。如今, 在线教育已经成为了主流。

异步在线学习不能提供面对面交流, 因此在线论坛中的社交互动是学习者交流和分享信息的重要方式, 也是影响在线学习质量的关键因素(Wu, 2021)。社会学习理论表明, 学习过程本身就是一种交互, 能够促进学习者的社会性学习, 提高参与度和满意度(贺立军, 郭洋琳, 赵钊, & 王浩, 2022)。Baber(Baber, 2020)也指出, 学生与他人的互动对其学习成绩具有关键作用。因此, 分析在线学习效果需要关注学习者的互动参与特点。

在此基础上, 本研究从砺儒云平台选取了一门互动交流较多的在线学习课程, 使用 Gephi 工具对网络互动特征进行可视化分析, 重点研究了学习者在整个阶段的互动特点及其对学习成绩的影响, 为其他在线学习社区的发展提供借鉴。

2. 在线学习互动

社会交互是指人们使用某些方法或工具传递信息并交流意识形态以实现特定目标的社会活动, 对学习者的知识共享和知识建构过程至关重要。学习者通过社会交互获得他人的帮助、指导及优质资源, 同时吸收不同个体的信息反馈, 实现知识增长。Tang 等人(Tang, Li, & Huang, 2020)分析了在线论坛互动模式, 发现发表评论的学习者更可能会持续参与课程。但也有研究

者指出，高频度的互动并不一定促进有意义的学习，互动质量更为重要(Garrison & Cleveland-Innes, 2005)。因此有必要对在线学习过程中的互动交流进行分析。

Wu 和 Nian(Wu & Nian, 2021)认为，社会网络分析法可以及时提供学生、学习团体和整个互动网络的信息，是一种有效分析网络成员互动关系的研究方法。因此，本研究利用社会网络分析法探究社会网络互动特征及其与学习成绩之间的相关关系，重点关注以下问题：

- (1) 在线学习过程中，学习者的社会网络结构有何特点？
- (2) 在线学习过程中，学习者互动特征与学习成绩有何关系？

3. 研究方法

3.1. 研究对象与数据

本研究数据来源于华南师范大学砺儒云平台开设的《教育技术基础理论研究》课程论坛，共有 45 人参与讨论，包括 1 名教师和 44 名学生。本研究以学生的课程总成绩为依据，探究学习者在论坛中的社会网络位置与学习成绩之间的关系。

3.2. 数据分析

我们使用网络层面的指标进行互动特征分析，使用个体层面的指标与学习成绩进行相关分析（如表 1 所示）。

表 1 社会网络分析指标

	指标	描述
网络层面	平均度	每个成员的平均连接数
	加权平均度	以交互次数作为度的权重计算获得
	密度	社会网络中各成员的交互程度和联系频率
	平均聚类系数	代表成员在网络中与他人聚集的倾向
个体层面	入度	网络中成员收到其他成员的回复数量
	出度	网络中成员对其他成员的评论数量
	接近中心度	网络中成员与其他成员的接近性程度
	中介中心度	网络中某成员处于“信息中介”的程度

4. 研究结果与分析

4.1. 学习者主要围绕教师发布的话题进行讨论

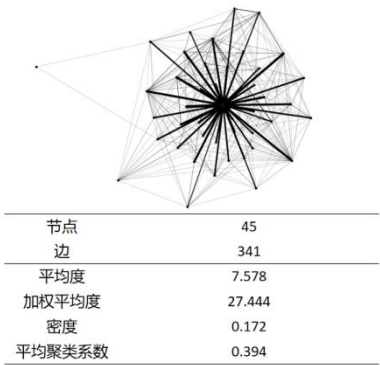


图 1 社会网络整体结构

社会网络中节点代表学生和老师，节点间连线的箭头指向交互接收者。图 1 描述了整个学期的网络结构的静态特征，网络中共有 45 名成员，连接数为 341。网络中学习者主要围绕讲师发布的话题进行讨论，成员之间都存在着一定的联系。

整体网络的平均度为 7.578，意味着每个成员平均与其他 7 名成员进行互动交流和信息共享。整体网络的加权平均度为 27.444，这意味着大多数成员更倾向与部分成员进行多次信息交互。网络密度为 0.172，意味着网络中存在 17.2%的连接，成员之间交互较为稀疏，整体网络的信息传递较少。平均聚类系数越高，群体凝聚力越高。通过与其他研究相比较(Liu et al.,

2021), 0.394 的平均聚类系数表示网络内聚力不高。

从节点之间的连线分布可以看出, 整体学习参与程度较高。网络中心节点为教师, 表明教师在在线讨论中能够很好的发挥主导作用, 促进学习者的学习共享交流。

4.2. 学习者的互动热情在课程中期有所下降

为了更加深入地探究课程不同阶段的社会网络特征变化趋势, 本研究将教学阶段分为初始阶段(1-3 周)、中期阶段(4-7 周)和期末阶段(8-10 周)三个阶段, 如图 2 所示。初始阶段和中期阶段的社会网络结构均以教师为中心; 而在期末阶段出现了两个中心点: 分别是一名教师(黄色)和一名学生(蓝色), 该学习者互动较为活跃。

随着课程的不断开展, 社会网络的平均度、加权平均度、密度和平均聚类系数均呈现出先上升后下降再上升的趋势, 表明学习者在课程前期和课程后期较为积极, 课程中期学习者讨论热情逐渐减弱。课程中期学习者的互动热情减弱可能是由于学生自制力较弱; 当课程逐渐接近尾声, 学习者反而更加活跃, 可能是由于教师将论坛活跃度纳入考核, 学习者的注意力转移到获得更好的成绩上, 推动了学习者的学习热情。

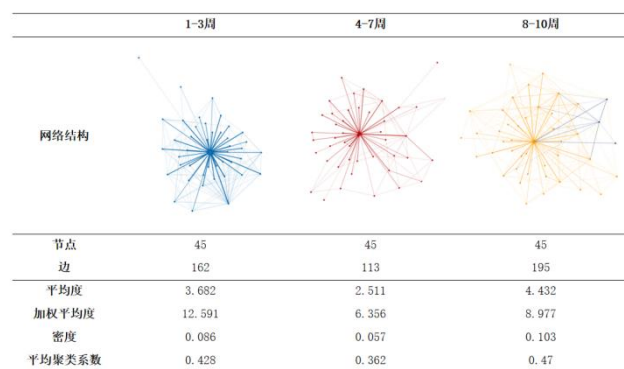


图 2 不同阶段的社会网络基本属性

4.3. 社会网络中越活跃的学习者成绩越高

本研究使用社会网络中的中心度特征与学习成绩进行相关性分析, 探究社会网络位置与学习效果之间的相关关系。首先, 对数据进行 Kolmogorov-Smirno 检验, 表明学习成绩与社会网络中心度指标均符合正态分布 ($P>0.05$)。随后, 采用皮尔逊相关系数对学习成绩数据与点入度、点出度、接近中心度、中介中心度等指标进行相关分析, 结果如表 2 所示。

表 2 社会网络中心度指标与学习成绩的相关系数

	入度	出度	接近中心度	中介中心度
学习成绩	0.461**	0.552**	0.549**	0.604**

注: **在 0.01 水平(双尾)显著相关

从表 2 中可以直观地看出, 社会网络中心度各项指标(出度、入度、接近中心度、中介中心度)与学习成绩呈显著正相关。(1) 点入度与点出度均与学习成绩呈现显著正相关, 意味着在线学习讨论中, 学习者不仅需要在论坛中积极的发表自己的看法, 还需要参与到他人的讨论中, 这与刘清堂等人(刘清堂, 张妮, & 朱姣姣, 2018)的研究结果一致。(2) 学习者与他人交互越多, 就容易接近网络的中心位置, 声望越高。学习者的接近中心度与学习成绩表现出显著正相关, 表明成绩较高的学习者都处于课堂的核心地位, 对其他成员依赖较少, 同时也能迅速将信息传递给其他人。(3) 中介中心度越高, 表明该学习者所在的位置越重要。中介中心度与学习成绩呈现显著正相关, 学习成绩较高的学习者, 在讨论中能够起到重要的桥梁作用, 在课程讨论中担任着协调和传递信息的角色, 对课程资源的控制能力较强。

5. 研究结论与建议

本研究以华南师范大学砺儒云平台为研究对象, 以在线学习者的课程评论关系为切入点, 通过 SNA 方法对整个学期的在线互动结构进行比较分析, 并探究了学习者的社会网络位置与

学习成绩相关作用。经过分析发现:

第一, 学习者主要围绕教师发布的话题进行讨论, 学生之间较少进行交互。教师积极参与讨论, 是促进在线学习质量的一个重要因素。因此, 在线课程讨论应该发挥教师的积极作用, 引导学习者对问题的深入思考, 提高在线学习的效果。

第二, 学习者的互动热情在课程中期有所下降。课程中期, 学习者的互动行为明显减少, 边缘学习者增多。因此, 教师要关注边缘学习者, 引导在线学习成员进行知识共享, 激发学习者的积极性, 吸引学习者继续参与在线交互活动, 形成良好的学习氛围。

第三, 社会网络中越活跃的学习者成绩越高。因此, 教师应该发挥网络中核心人物的作用, 充分调动学生参与学习活动和自我管理的积极性, 使其能引导其他学习者进行交互。此外, 教师可以多运用鼓励式话语, 及时反馈, 提高学习者的参与体验, 增强交互自信。

参考文献

- 贺立军, 郭洋琳, 赵钊, & 王浩. (2022). MOOC 社会交互对持续参与意愿的影响研究——体验价值的中介作用. *成人教育*(02), 62-70.
- 刘清堂, 张妮, & 朱姣姣. (2018). 教师工作坊中协作知识建构的社会网络分析. *中国远程教育*(11), 59-64.
- Baber, H. (2020). Determinants of students' perceived learning outcome and satisfaction in online learning during the pandemic of COVID-19. *Journal of Education and E-Learning Research*, 7(3), 285-292.
- Garrison, D. R., & Cleveland-Innes, M. (2005). Facilitating Cognitive Presence in Online Learning: Interaction Is Not Enough. *American Journal of Distance Education*, 19(3), 133-148.
- Liu, Z., Zhang, N., Peng, X., Liu, S., Yang, Z., Peng, J., . . . Chen, J. (2021). Exploring the Relationship Between Social Interaction, Cognitive Processing and Learning Achievements in a MOOC Discussion Forum. *Journal of Educational Computing Research*, 0735633121110273.
- Tang, X., Li, S., & Huang, Z. (2020). The relationship between mode and content type of forum interaction and MOOC engagement pattern. *2020 Ninth International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)*, 182-187.
- Wu, B. (2021). Influence of MOOC learners discussion forum social interactions on online reviews of MOOC. *Education and Information Technologies*, 26, 3483 – 3496.
- Wu, J., & Nian, M. (2021). The dynamics of an online learning community in a hybrid statistics classroom over time: Implications for the question-oriented problem-solving course design with the social network analysis approach. *Computers & Education*, 166, 104120.

基于学习分析的形成性反馈对小组协作论证效果及交互关系的影响研究

Exploring the Utility of Learning Analytics-based Formative Feedback for Collaborative Argumentation and Interaction Relationships

陈文莉¹, 李心怡^{2*}, 苏俊竹¹, 吕倩如¹, Siew Cheng Aileen³, Eng Eng Ng¹, 栗果¹

¹ 南洋理工大学国立教育学院

² 北京师范大学教育技术学院

³ 新加坡教育部

* l_xinyi@126.com

【摘要】介绍了基于学习分析的反馈如何应用于协作论证情境。研究对象选取新加坡初中三年级的学生(N=36),以小组形式在Appletree线上协作平台开展两轮协作论证学习,该平台为学生提供贡献值、社交网络以及论证结构三种过程性及时反馈。对学生的协作论证作品、社会交互日志以及访谈数据进行采集,经过定性与定量分析,发现基于学习分析的反馈对于提升学生的交互水平和论证效果有积极影响。具体表现为小组协作论证的观点表达更加多元,组内交互更为密切,社交网络趋向平衡。同时,学生表示社交网络的反馈信息较难理解,无法有效利用。

【关键词】 基于学习分析的反馈; 协作论证; 社会网络分析

Abstract: This article describes the potential of learning analytics-based(LA-based) feedback in collaborative argumentation context. A total of 36 Secondary Three (Grade Three) students participated in this study. They were randomly assigned to use the Appletree online collaborative platform to engage in two rounds of collaborative argumentation learning in small groups, provide with three types of LA-based feedback: contribute count, social network, and argumentation structure. Findings are that LA-based feedback positively impacted students' interaction levels and argumentative performance, as evidenced by qualitative and quantitative analyses of students' collaborative argumentation work, social interaction logs, and interview data. Argumentation saw a wider range of perspectives expressed, and intra-group interaction more closely. Students also reported that social network was more challenging to interpret and implement.

Keywords: learning analytics-based feedback, collaborative argumentation, social network analysis

1. 引言

在在线协作论证过程中,学生面临无法考虑多种观点,无法提供足够可靠的相关证据以及缺乏分析和评估证据的能力,主张与证据之间缺乏逻辑推理等问题(Chin & Osborne, 2010; Wagner 等, 2017)。反馈为应对这些问题提供了有效途径(Cho & MacArthur, 2011; Su 等, 2021; Short 等, 2020)。基于学习分析的反馈是在线学习环境中常见的形成性、及时性反馈,其通过测量、收集、分析和报告有关学生的学习行为以及学习环境的数据,以理解和优化学习及其所产生的环境为目的(刘三女牙等, 2017)。已有研究表明,基于学习分析的反馈主要包括提供追踪数据、评价数据、人口统计数据以及学业表数据。如LMS平台可以采集日志、持续时间、测验结果、下载、阅读、访问以及学习资源的使用和论坛的讨论数据等(Tobarra 等, 2019; Pfeiffer 等, 2022)。

采用基于学习分析的反馈对于学生提升学生的反馈实践,促进教与学目标的完成就有积极作用,具体表现在其对于学业表现,学习社区投入度、自我调节、学习动机与情绪、时间管理、感知反馈、降低拖延、自我效能、满意度、反思技能等(Greller & Drachsler, 2012; Banihashem

等, 2022; Uckelmann 等, 2022; Pardo 等, 2018; Lim 等, 2021)。及时可操作的反馈能够促使学习者进行自我反思, 并且评估学习过程做出相应的改变。

现阶段对于 K-12 阶段在线协作论证中的反馈实证研究较少, 因此, 本研究结合协作学习与论证学习的特征和目标, 提出基于学习分析的反馈工具支撑学生的协作论证过程。具体包括两个研究问题:

问题一: 基于学习分析的反馈能否提升小组协作论证表现?

问题二: 基于学习分析的反馈能否改进协作论证过程中小组的交互关系?

2. 协同论证情境下基于学习分析的反馈的设计

本研究结合论证学习目标与当下学习分析的功能, 设计了适用于协同论证特定情境下的基于学习分析的反馈, 旨在促进学生协作论证学习中的反思与调节, 提升论证表现。CER (Claim, evidence and reasoning) 教学模型是论证学习中常见的基础教学模型和评价工具, 它将论证过程分为主张(claim), 证据(evidence)和推理(reasoning)三个要素(McNeill & Krajcik, 2012)。结合 CER 模型和常见的学习分析工具类型, 本研究提供三种类型基于学习分析的反馈, 即贡献值(Contribution Count), 社会网络(Social Network), 和论证结构(Argumentation Structure)三类反馈, 如图 2 所示。

其中, 贡献值指小组每个成员所创建的内容数量, 包括主张(Claim), 支持证据(Backing evidence), 反对证据(Rebuttal evidence)等内容; 社会网络由节点和连接线组成, 节点大小代表小组成员创建条目的数量(图 1 的蓝色或黄色图形), 连线粗细代表交互频次; 论证结构主要包含四种颜色的苹果, 不同颜色苹果代表当前论证图的要素构成, 如金苹果代表当前主张(claim)同时包含支持和反对的证据, 且证据数量多于两条。



图 1 Appletree 在线协作论证平台

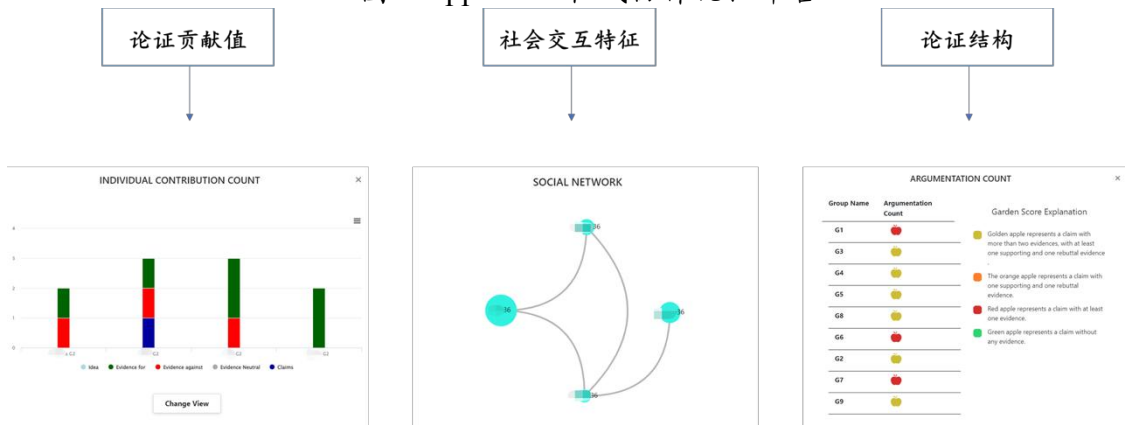


图 2 基于学习分析的反馈

(二) 研究对象

3. 研究设计

3.1 研究情境

36 名新加坡某公立初中三年级的学生参与本研究，授课教师将其随机分配到 9 个组中，每组 4 人。所有参与者均对在线协作学习较为熟悉。课程于 2022 年 7 月至 10 月秋季学习开展了 4 个主题学习，共计 16 课时。四个主题均与 AI 相关，涵盖交通、工作、家居、交友等方面。每个主题均通过 Appletree 线上协作平台开展，经过 4 课时完成。本研究在真实教学情境中开展，选取主题二与主题四的数据进行前后对照分析。两次主题分别为：“AI 会使我们的工作更简单。你在多大程度上同意这一说法”和“AI 会使我们的交通体系更完善。你在多大程度上同意这一说法”。两个主题的差别主要在于协作论证过程中是否采用基于学习分析的反馈。

基于在线协作学习的脚本，学生的协作论证活动涵盖四个阶段：个人构思、组内整合、同伴互评和改进完善。在主题一、二中，学生不被指导使用学习分析工具；在主题三、四中，教师向学生讲解如何使用学习分析所提供的反馈信息改进学习。

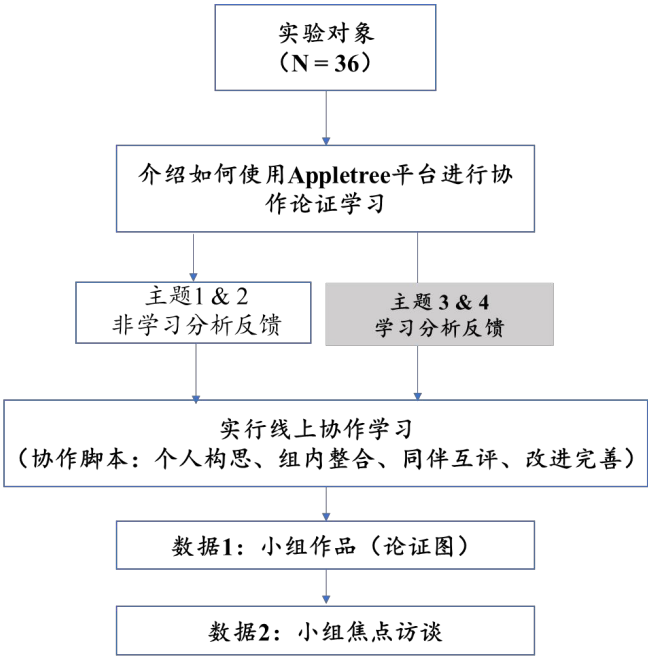


图 3 实验流程

3.2 数据采集与分析

基于实验流程，本研究主要收集的数据包括 9 个小组的论证作品（图 1 所示的论证图），平台日志（主要包括社会网络数据）以及小组访谈。小组作品的评分从论证的清晰程度 (Andrade 等, 2010)，视角多元 (Stapleton & Wu, 2015)，证据选取 (Toulmin, 2003)，阐释深度 (Marzano 等, 2000) 四个维度进行，每个维度 25 分，总计 100 分。有两位评分者对 9 个小组四个主题的论证图进行评分，评分一致性达到 0.8 (Cohen Kappa)。

表 1 小组协作论证作品评分指标

维度	5	10	15	25
清晰程度	中心思想与表达目的不清；	中心思想模糊，有重复观点；	中心思想与目的相对清晰，部分观点重复；	中心思想与目的明确，陈述具有说服力，论证清晰，易于理解。

视角多元	未考虑多角度；未考虑利益相关者	未充分探讨多角度；对于利益相关者的涉及有限	具有多种观点及多方利益相关者，但论述不一致，系统性不足	综合多种观点，并强调其价值了综合系统考虑各利益相关者。
证据选取	未提供证据或证据不可信、不相关	提供的证据有限；证据在一定程度上可信和无关，但不足以支撑多视角	提供一定数量的证据，且可信、相关、支撑多种观点，但缺乏一致性	丰富的、可信的、相关的证据，且支持多元视角
阐释深度	未阐释或者阐释内容与观点/证据不相关	对主张和证据的发展很少或很肤浅；缺乏解释和阐述。	显示出主张和证据的发展，并有解释和阐述。展示深入的思考过程，如综合、反思、评价。	表现出对主张和证据的广泛发展，并有充分的解释和阐述。表现出深入的思考过程，如综合、反思、评价。

社会网络分析 (Social Network Analysis, 简称 SNA) 可以用于分析线上学习学生的互动结构，是一种定量的群体交互行为研究方法 (Borgatti 等, 1998)。对于交互关系的分析主要通过平台的社会网络数据，使用 UCINET 对每个小组整体网络的相关特征（如密度、互惠性、关联性、中心度等指标）进行计算。访谈数据主要是学生对三种学习分析反馈的感知，包括两个问题：“你在协作论证过程中是否会使用这一工具？”“你认为这一工具的优势和不足是什么”。

4. 研究结果

4.1 基于学习分析的反馈对于小组协作论证表现的影响

采用配对样本 t 检验主题二和主题四的小组作品得分的差异，结果表明主题四得分 ($M=73.61, t=-2.991, p<0.05$) 显著高于主题二 ($M=61.57, t=-2.991, p<0.05$)，并且从表 2 可知，视角多元这一维度的提升最为显著 ($M_2=15.28, M_4=20.83, t=-3.265, p<0.05$)。表明采用基于学习分析的反馈对于拓展学生的论证视角有积极作用。

表 2 主题二和主题四小组协作论证表现差异的配对样本 t 检验

维度	主题二		主题四		t	p
	平均分	标准差	平均分	标准差		
总分	61.57	9.94	73.61	8.07	-2.911*	.02
清晰程度	16.20	3.26	17.59	2.78	-1.156	.281
视角多元	15.28	3.61	20.83	2.95	-3.265*	.011
证据选择	14.82	3.68	17.59	1.83	-1.790	.111
阐释深度	15.28	2.95	17.59	3.47	-1.645	.139

* $p<0.05$

4.2 基于学习分析的反馈对协作论证过程中小组交互关系的影响

通过社会网络特征分析对小组的交互关系进行表征，将 Appletree 生成的社会网络邻接矩阵导入 UCINET 中，计算小组的网络基本属性和度数中心势数值。对邻接矩阵进行加和获得小组的交互数量。由表 3 可知，在网络基本属性方面，主题四的小组网络密度、关联度以及交互数量均高于主题二。密度用于描述连接的强度，可以定义为在所有可能的连接中现存连接的平均强度。当小组的网络密度较大，则表明网络中学习者之间联系较为紧密。关联度反映小组的团结程度，关联度高表明小组中权力分散、信息分散以及小组成员相对平等，小组

结构均匀，不易受某一成员影响。因此，使用基于学习分析的反馈后，小组内交互数量提升，组内成员之间关系更为紧密、平等。

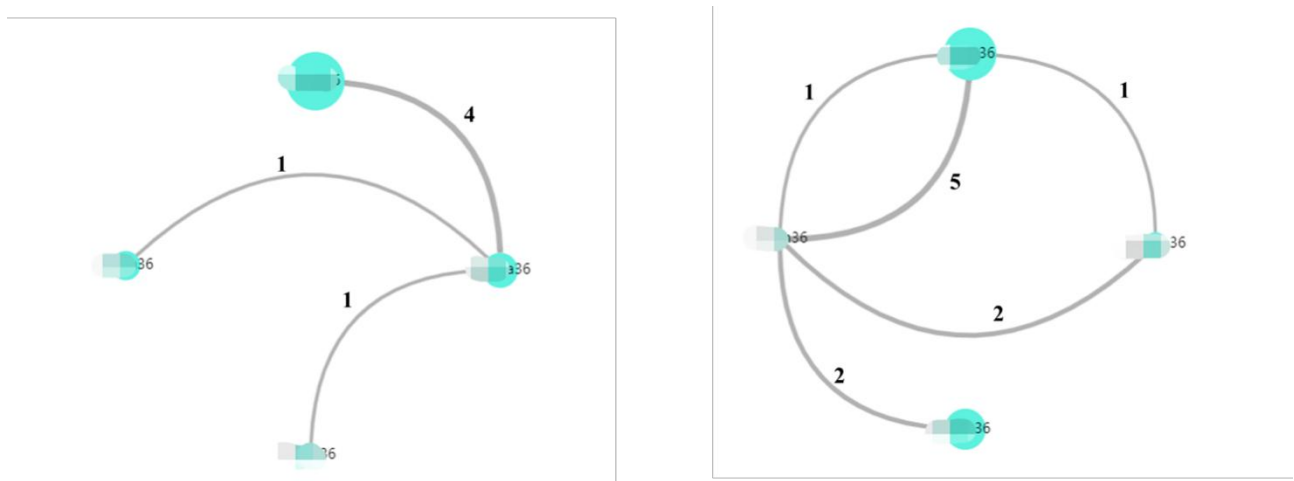


图4 小组协作论证过程的交互关系（左图：主题二，右图：主题四）

中心性用于衡量一个节点在社会网络中寻求互动的程度。度数中心度描述行动者与他人拥有多少连接，可以分为入度和出度。点出度指该店所直接指向的其它点的总数，点入度指的是直接指向该点的点数总和（刘军，2014）。小组整体网的互动程度用中心势表征，指最大中心度的成员与其他成员之间差距的加和。由表3可知，由主题二到主题四，入度中心度提升，出度中心度有轻微下降，表明每个小组成员贡献给其他成员的信息数量趋于一致。互惠性（reciprocity）主要用于描述两个行动者间连接的对称性，一定程度反应网络的公平性和稳定性。但主题二和主题四中互惠占有的比例较低，表明网络仍然具有一定的等级性(Hanneman等，2019)。

表3 协作论证小组交互关系测量指标值

序号	属性名称	主题二		主题四	
		属性值	标准差	属性值	标准差
1	交互数量	6.44	4.390	7.33	2.92
2	密度	0.28	0.182	0.31	0.10
3	互惠性	0.19	0.342	0.16	0.16
4	关联度	0.32	0.296	0.42	0.20
5	入度中心势	0.41	0.186	0.60	0.17
6	出度中心势	0.28	0.114	0.21	0.06

4.3 学生对于基于学习分析的反馈的感知

研究从所有参与的9个小组中选取3组进行焦点访谈，并对访谈内容进行转录。所有小组表示自己会在协作论证过程中使用学习分析工具，并且认为其对提升小组作品的质量具有积极作用。

我喜欢“论证结构”这个功能，它能时刻提醒我们的学习目标，并且可以清晰的告诉我们哪些地方还需要改进，比如需要增加不同视角。（G6_S1）

我会使用“贡献值”，我认为它帮助我们确认每个小组成员贡献了同等的内容。（G9_S2）
社会网络帮我们了解我们之间是以不同的方式进行协作的。（G2_S1）

同时，部分学生表示，有的基于学习分析的反馈并不容易理解，也不容易转化成可以改进当前作品的实际操作。他们认为教师应当提供更多的教学支持。

目前还不完善。它并不是我们看到了什么就能用什么。比如社会网络，它并没有真的帮助我们改进。（G6_S3）

综上，基于学习分析的反馈对于在线协作论证过程的交互关系、论证表现均具有积极作用。但其作为反馈，仍然需要

5. 讨论和结论

基于学习分析的反馈旨在促进协作学习中学生的论证表现与交互关系。研究基于 Appletree 在线协作平台的学习分析工具, 为学生提供贡献值、社交网络、论证结构三类形成性反馈。研究结果表明, 采用基于学习分析的反馈, 学生的论证表现得到提升, 尤其是在论证视角维度; 小组成员之间产生更多的交互, 贡献相对平等数量的内容, 结构更为均衡。在感知方面, 学生认为基于学习分析的反馈对改进作品有积极作用, 同时也表示社会网络这一反馈形式较难理解, 无法转化为可以操作的策略。因此, 一方面, 未来研究应提升技术环境下基于学习分析反馈的可供性, 更好地支撑学生理解和应用反馈; 同时, 另一方面也要加强教师指导和学生个体的反馈素养, 提升对反馈的理解与应用能力(Carless & Boud, 2018)。

此外本研究还存在一定的局限性, 由于研究在真实课堂环境下开展, 因此除了线上协作学习平台, 学生在线下也存在交流和互动, 该部分数据对于理解协作论证过程中小组的协作模式具有重要作用。未来可借助内容分析、认知网络分析等途径, 将线下数据与线上数据相结合。

本研究可为协作论证情境下学习者使用基于学习的反馈提供借鉴。

参考文献

- Andrade, H. L., Du, Y., & Mycek, K. (2010). Rubric - referenced self - assessment and middle school students' writing. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 17(2), 199 – 214. <https://doi.org/10.1080/09695941003696172>
- Banihashem, S. K., Noroozi, O., van Ginkel, S., Macfadyen, L. P., & Biemans, H. J. A. (2022). A systematic review of the role of learning analytics in enhancing feedback practices in higher education. *Educational Research Review*, 37, 100489. 2022-12-08.
- Borgatti, S. P., Jones, C., & Everett, M. G..Network Measures of Social Capital[J]. *CONNECTIONS*, 1998, 21(2):1-36.
- Carless, D., & Boud, D. (2018). The development of student feedback literacy: Enabling uptake of feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(8), 1315 – 1325.
- Cho, K., & MacArthur, C. (2011). Learning by reviewing. *Journal of Educational Psychology*, 103, 73 – 84.
- Greller, W., & Drachsler, H. (2012). Translating Learning into Numbers: A Generic Framework for Learning Analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 42 – 57.
- Hanneman, Robert A. and Mark Riddle.2019. 社会网络分析方法: UCINET 的应用[M], 陈世荣译, 北京: 知识产权出版社
- Lim, L.-A., Dawson, S., Gašević, D., Joksimović, S., Pardo, A., Fudge, A., & Gentili, S. (2021). Students' perceptions of, and emotional responses to, personalised learning analytics-based feedback: An exploratory study of four courses. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46(3), 339 – 359.
- Marzano, R. J., Gaddy, B. B., & Dean, C. (2000). What Works in Classroom Instruction. Mid-Continent Research for Education and Learning, 2550 South Parker Road, Suite 500, Aurora, CO 80014-1678. <https://eric.ed.gov/?id=ED468434>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2012). Claim, evidence and reasoning: Supporting grade 5 – 8 students in constructing scientific explanations. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.
- Pardo, A., Bartimote, K., Shum, S. B., Dawson, S., Gao, J., Gašević, D., Leichtweis, S., Liu, D., Martínez-Maldonado, R., Mirriahi, N., Moskal, A. C. M., Schulte, J., Siemens, G., & Vigentini, L. (2018). OnTask: Delivering Data-Informed, Personalized Learning Support Actions. *Journal*

of Learning Analytics, 5(3), Art. 3.

- Pfeiffer, A., Heinemann, B., Doveren, J., & Schroeder, U. (2022, November). Implementing Learning Analytics-based Feedback in Online Laboratories—using the Example of a Remote Laboratory. In *Online-Labs in Education*(pp. 245-262). Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG.
- Short, R. A., Van der Eb, M. Y., & McKay, S. R. (2020). Effect of productive discussion on written argumentation in earth science classrooms. *The Journal of Educational Research*, 113(1), 46 – 58.
- Stapleton, P., & Wu, Y. (Amy). (2015). Assessing the quality of arguments in students’ persuasive writing: A case study analyzing the relationship between surface structure and substance. *Journal of English for Academic Purposes*, 17, 12 – 23.
<https://doi.org/10.1016/j.jeap.2014.11.006>
- Su, Y., Liu, K., Lai, C., & Jin, T. (2021). The progression of collaborative argumentation among English learners: A qualitative study. *System*, 98, 102471.
- Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press.
- Wagner, C. J., Parra, M. O., & Proctor, C. P. (2017). The Interplay Between Student-Led Discussions and Argumentative Writing. *TESOL Quarterly*, 51(2), 438 – 449.
- 刘军.2014.整体网分析: UCINET 软件实用指南[M]. 上海:上海人民出版社,2014.
- 刘三(女牙), 石月凤, 刘智, 彭晔, & 孙建文. (2017). 网络环境下群体互动学习分析的应用研究——基于社会网络分析的视角. *中国电化教育*, 02, 5 – 12. 2022-12-12.

基金资助

本研究受新加坡教育部教育研究基金项目资助（项目号 OER 17/19 CWL），该项目由新加坡南洋理工大学国立教育学院管理实施。本研究获得南洋理工大学机构审查委员会（IRB-2020-04-031）支持。本研究中表达的任何意见、调查结果、结论或建议均为作者的意见，不一定反映新加坡教育部和国家教育局的观点。

面向物理学科的中学生数学运算能力诊断模型及应用研究

Research on diagnostic models and applications of mathematical computing ability for middle school students in physics

曾柯良¹, 庄自超², 童名文³
¹²³ 华中师范大学人工智能教育学部
957642831@qq.com

【摘要】 数学运算能力影响着学习者对物理、化学等理工学科的学习效果和长远发展认知基础和长远发展,但目前对其针对性的诊断设计较少,或运算能力的概念较为笼统尚未厘清,或诊断项目与其他能力诊断项目混杂,难以向教师和学生提供有效的评价信息。文章面向物理学科分析了中学生数学运算能力的组成及评测项目并提出能力诊断模型来划分学习者的运算能力思维结构和发展水平,探讨了运算能力诊断模型应用的流程,以期帮助教师了解学生运算能力的薄弱之处进行针对性教学,进而促进学习者有效学习。

【关键词】 物理学科; 数学运算能力; 层级分析法; SOLO 分类理论; 能力诊断流程

Abstract: Mathematical computing ability affects learners' learning effect and long-term development of physics, chemistry and other science and engineering subjects, but at present, there are few targeted diagnostic designs, or the concept of computing ability is relatively general and has not been clarified, or diagnostic items are mixed with other ability diagnostic items, which is difficult to provide effective evaluation information to teachers and students. This paper analyzes the composition and evaluation items of middle school students' mathematical computing ability for physics, proposes an ability diagnosis model to divide the thinking structure and development level of learners' computing ability, and discusses the application process of computing ability diagnostic model, in order to help teachers understand the weaknesses of students' computing ability and carry out targeted teaching, so as to promote learners' effective learning.

Keywords: Physics, mathematical skills, hierarchical analysis, SOLO classification theory, Competency diagnostic process

1. 引言

物理学科与数学运算能力是紧密联系的。物理是一门需要大量公式推导和运算以解答问题的学科,数学运算能力的发展往往制约着学生在物理学科上的进一步发展。同时,数学运算能力也是物理、数学等学科所需培养的核心素养之一,能够帮助学生在学习的过程中形成规范性地思考问题的习惯,让学生可以按照科学的逻辑体系和步骤对遇到的问题做出解答。

《2022 年版义务教育数学新课程标准》对数学运算能力做出了明确的定义,即根据法则和运算律进行正确运算的能力。培养及增强学生的数学运算能力不仅可以加深学生对物理学科知识和逻辑的理解,还能让其思路清晰地通过更富逻辑的眼光看待现实世界,同时通过运算能力的迁移,对生活中的物理现实问题进行逻辑化思考和解决。本文针对学习者物理学科中的数学运算能力构建诊断模型,能让教学者对学习者在物理学科中的数学运算能力有专项且直观的评测,从而帮助教师更好地把握学习者的对物理知识的掌握状况。对于学习者运算能力的评估结果能应用于线上或线下教学题库的题目类型、题目的难度和复杂度、题目的广度和深度的更新,从而让使用该题库的学习者进行自适应学习,让学习的内容落在学习者的最近发展区内,提高学生学习和教师教学的质量和效率。

2.文献综述

2.1.物理学科数学运算能力

在物理学科中教师容易忽略对学生运算能力的考察和针对性训练,课堂上给学生运算的时间不足,长此以往会使得学习者的数学运算能力得不到充分发展从而影响对物理的进一步学习。文章认为要对数学运算能力分析和研究,首先要对其概念进行厘清。在一些关于数学运算能力的研究中,不同的学者在不同的刊物上给出了自己的见解。梁素敏(2022)认为运算能力包括但不限于计算能力,还涵括了表达能力和逻辑推理能力。刘金刚(2021)认为运算能力主要由信息把控能力和题目分析能力组成。简洪权(2000)认为运算能力的组成包括:对题目信息的挖掘能力,定义、公式、法则和定理的运用能力,运算方法的选择能力,数学思想和方法的运用能力估算的能力。管廷禄(2007)指出运算能力是指学习者能根据运算法则,然后按照特定的步骤推理运算最后得到结果的能力。综上笔者认为,物理学科的数学运算能力主要涵括了对物理题目形式结构的感知和概括化能力,对物理题目结果的估算能力,选择物理题目正确解法模式的能力,优化或创新物理题目解法模式的能力,对物理题目类型、解法模式和原则等进行概括化记忆的能力。这五个方面的能力各不相同而又互相联系,共同促进着物理学科中数学运算能力的发展。

文章通过查找和阅读关于运算能力的期刊文献、硕博论文等,发现目前对于物理学科中数学运算能力的研究较少,并且对两者结合的程度不够高,大部分文章都是针对数学学科来对运算能力进行研究的。经过分析,文章对于如何诊断物理学科数学运算能力主要从以上划分的五个方面进行研究,同时利用 SOLO 分类理论方法对其进行细化和总结。

2.2.物理学科数学运算能力的划分方法: SOLO 方法

比格斯教授于上世纪 80 年代首次提出了 SOLO 分类理论即 Structure of the Observed Learning Outcome (可观察的学习结果的结构)的缩写。该分类理论可以看作是皮亚杰的儿童认知发展阶段理论的延续和发展。其特征为以等级描述为基础,对评测的对象进行等级划分。在其应用的案例中,通常会对某个领域的学习程度进行分析,然后依据学习者的能力、应答结构和一致性等方面进行划分。SOLO 分类理论作为一种评价工具,可用以分析学生学习质量的特性以及深入探究学生学习结果。从低到高可以分为五个层次,最低的一级为前结构水平,往上发展分别是单点结构水平,多点结构水平,关联结构水平,以及最高一级为拓展抽象水平,等级之间依次递增并有次序之分,学习者的数学能力一般会沿着该路径进行等级的提升。随着教育界对其认识的加深和研究的细化,该方法逐渐被深入利用到教学质量评价中,在帮助学校对课程进行重新编排以及促进教师对学生的当前的运算水平和结果反应水平的识别,调整自己的教学进度和教学方法能起到重要的作用。不同的学者对该分类理论方法的实际应用有着不同的看法。高瑞荣(2022)指出在数学能力测量中,研究者常以学生具体的观念、素养和知识为基础,依据 SOLO 分类理论制作测试工具以及对被研究者的数学认知水平进行划分和评价。刘洋洋(2022)认为当教学者对学习者的评价的时候,其目的不应该是为选拔优秀者和片面地将学生划分等级,而是应该将评价目标聚焦于如何更好地促进学习者的学科具体能力的成长以及促进教学者的教学效率。当教学者使用 SOLO 分类理论方法对学习者的能力进行评价,除了能更好掌握学习者的思维技能发展水平以及自身的学习需求,从而在实际教学中更为精准地助推学生自身的思维水平和认知结构从低层次向高层次发展,同时在学习者的具体能力诊断中也能获得反馈,教学者通过反馈进而检测自身的教学效果和调整自身的教学行为。文章认为在对物理学科的运算能力诊断后,教学者还能根据该分类理论对自己物理学科的教学设计进行优化,调整自身的教学风格和选择针对性的教学策略。对认知水平进行划分之后便能更进一步对被研究者的数学认知水平进行细化的探讨。研究者在引用 SOLO 分类理论时,既有直接引用的,也有以此为基础发展出多个层次的研究框架。该分类理论为研究者们提供了思路,而不同的学者基于此思路有了更深的理解和更长远的发展。邓喆(2016)认为 SOLO 分类理论有利于提高教师对客观性题目评价的准确性、加深对学习

者的理解水平的认识、同时也可对学生的学学习过程做不间断的评价。文章认为,在对物理学科运算能力的诊断研究中,使用 SOLO 分类方法对文章所提到的物理学科中数学运算能力的水平进行划分并作为评测的层级是恰当的。学习者的运算能力的发展是循序渐进的过程,以学习者的运算能力作为评价的标准,能够使得教学者持续地对整个能力发展过程进行评价。同时在运算能力水平的评价体系中,SOLO 分类方法可以提供教学者一个清晰的评价视角和结构化的评价系统,在对学习者的物理学科数学能力进行评测时能更为精准。文章认为,在对物理学科运算能力的诊断研究中,使用 SOLO 分类方法对文章所提到的数学运算能力的水平进行划分并作为评测的层级是恰当的。学习者的运算能力的发展是循序渐进的过程,以学习者的运算能力作为评价的标准,能够使得教学者持续地对整个能力发展过程进行评价。在运算能力水平的评价体系中,SOLO 分类方法可以提供教学者一个清晰的评价视角和结构化的评价系统,在对学习者的物理学科数学运算能力进行评测时能更为精准。

3.物理学科数学运算能力诊断模型

3.1.指标体系设计

物理学科数学运算能力是一个受多因素影响的能力,因为对于该能力的评测是较为综合性和带有复杂性的。文章认为可以利用层级分析法对数学运算能力的概念和评测项目进行厘清,并建立三个层级的物理学科数学运算能力评测体系。层级分析法(AHP)是由美国运筹学家托马斯·塞蒂(T.L.Saaty)提出的一种定性和定量相结合,同时也是系统化和层次化的分析方法。运用层级分析法可以对物理学科运算能力进行细节化处理,将运算能力分为上文提出的五种专项能力之后再对各个专项能力进行下一层级的划分,以便在对学习者数学运算能力进行评测时能更为精准和合理。王佑镁(2022)指出其核心的思想是将复杂的决策问题分解成多个具有关联性的有序层次结构,并据此对所研究的问题做出全面评估。而文章中的物理学科数学运算能力的诊断结果恰好能契合该方法,通过一定的测量载体,对学生完成的项目情况进行研究。赖文华(2008)认为层级分析法作为统计加权法的一种,可用以确定评价指标权重。在教育评价的过程中,研究者或评测体系根据指标的地位和作用赋予相应的值,该值能够较客观地反映出事物的全貌。本研究通过层级分析法,结合 SOLO 方法可以对被实验者的物理学科运算能力进行一个具有全面且分等级的专项评估。赵双军(2021)指出采用 1-9 标度法作为层级分析法的评价尺度,可将一到九的各个奇数作为不同的重要程度分别赋予评价量值,而二到八的各个偶数作为相邻尺度对的中间值,以此为基础形成对评价目标的判断矩阵,并用以确认各评价指标的相对关系。文章针对物理学科数学运算能力的概念,依据层级分析法,对物理学科数学运算能力的评测分为五个能力。物理题目形式结构的感知和概括能力,指的是学生在进行物理题目解答时对题目整体形式以及其结构的宏观感受,感知其逻辑体系,是对题目进行运算前的准备。对物理题目的估算能力,指的是学习者依据以往的经验对题目的结构进行预测并估算其结果的能力。选择物理题目正确解法模式的能力,指的是在估算结构之后,学习者对物理题目的各种有可能性的解法进行选择并挑选出正确的解法的能力。优化和创新物理题目解法模式的能力,指的是学习者在能得出正确的答案的前提下,对物理题目运算的模式和解法进行优化或创新,以使得运算过程更为简洁的能力。对物理题目类型、解法模式和原则等进行概括化记忆的能力指的是学习者在取得正确答案及简洁运算解法后,对其解答过程进行概括化记忆并通过信息加工处理存储在长时记忆中,以期在之后的学习中遇到类似的问题能进行自动化信息处理,减少信息检索以及运算的时间,提高解答题目的效率。文章中在运用层级分析法对物理学科数学运算能力进行分类后(如图 1 所示),再采用 1-9 标度法构建的物理学科数学运算能力评测指标体系,进一步对运算能力进行分类评测。

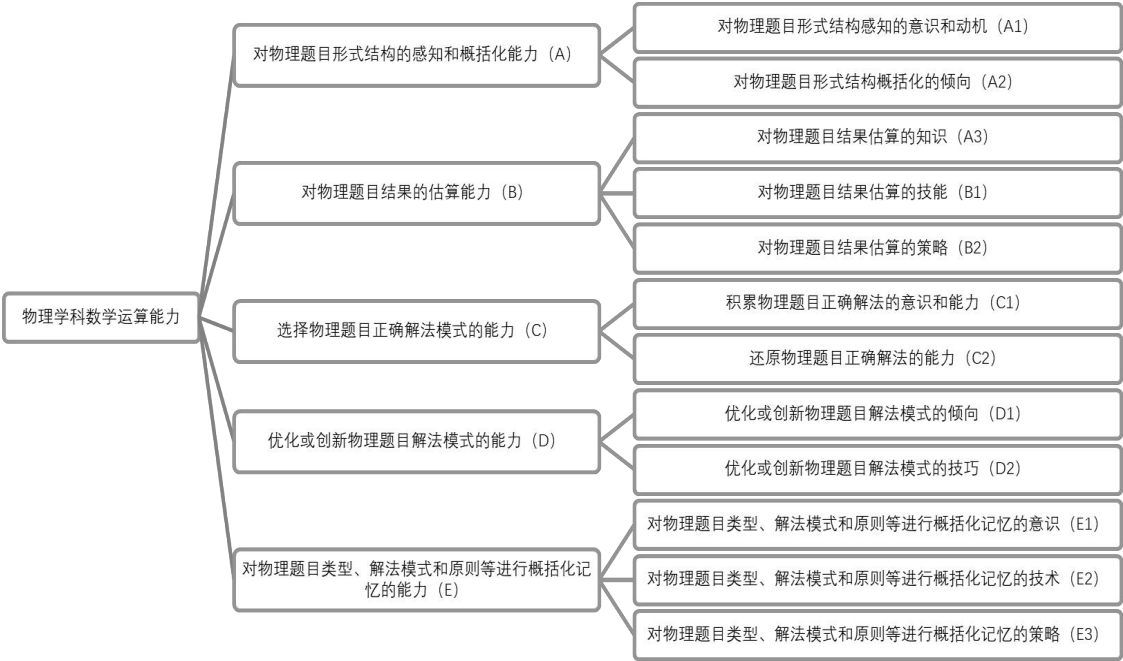


图 1 物理学科数学能力评测指标体系

在确定三级评测指标体系后对同层级间的元素进行重要性的比较，结果用符号 a_{ij} 表示。

前者与后者相比较可以分为同等重要、稍微重要、重要、很重要和极端重要共五个程度，用 1-9 中的奇数项由小到大来表示，而属于相邻判断的程度则用 1-9 中的偶数项来表示，当自身与自身进行比较时该数值为 1，从而建立起关于物理学科数学运算能力的判断矩阵。如图 2 所示，文章将数学运算能力中五个二级指标的具体能力分别由 A 到 E 五个字母进行编号，进而形成诊断二级指标的判断矩阵。按照该方法也能对文章中的数学运算能力的三级指标中各运算能力项目的重要性进行比较，并配合二级指标一起形成判断矩阵。王佑镁（2022）指出确定判断矩阵后可利用 MATLAB 等软件自动算出物理学科数学运算能力判断矩阵的最大特征根，以及和最大特征根所对应的特征向量，随后对所求解进行一致性检验，检验通过的标准为一致性比率低于 0.1。

具体能力	A	B	C	D	E
A	1	3	5	3	7
B	1/3	1	3	3	1
C	1/5	1/3	1	1	3
D	1/3	1/3	1	1	3
E	1/7	1	1/3	1/3	1

图 2 物理学科数学运算能力二级指标判断矩阵

3.2.运算能力诊断模型构建

运用层级分析法对学生物理学科数学运算能力划分出评测项目之后，根据评测项目对学生的运算能力进行专项测评。基于测评的重点和方向，设置专项性的试卷评测并将题目的深度、广度和复杂度进行调整，按 1-10 分给予梯度评价。在综合五项有关运算能力的评测之后得出评测结果，结合 SOLO 分类理论对学生的评测结果进行分类。该理论认为学生的总体认

知结构属于纯理论的难以检测的，但在解答物理学科题目时所展现出来的数学运算能力和思维结构是可以检测的。李玉、陈思伊（2022）认为可以通过 SOLO 分类理论对学生的运算能力层次进行划分并构建测评量表，进而分析影响数学运算能力发展的因素，测评结果可以给予教师和学生关于教育活动改进的建议。汤俭、宋丽辉（2022）指出 SOLO 分类理论能很好地反映学生的思维表现，在提高学生运算能力的方面有积极作用。本研究结合《义务教育数学课程标准(2022 年版)》中对数学运算能力的定义，同时参考王光明教授《高中生数学素养的操作定义》，运用 SOLO 分类理论对学习者的物理学科数学运算能力进行划分并对各阶段的水平进行展开的描述，以构建学生数学运算能力的水平模型，如表 1 所示。

表 1 基于 SOLO 分类理论的物理学科数学运算能力水平划分

思维水平	物理学科数学运算能力具体描述
前结构水平	在解答物理题目时，没有运算，不了解运算对象，无法对运算对象进行感知和概括化，难以和自己已有知识联系，给不出正确答案。
单点结构水平	在解答物理题目时，能感知到物理题目中单一的运算对象，但算法死板，运算过程机械，缺乏估算能力，能给出答案但大多通过试误所得，无法对解法进行积累。
多点结构水平	在解答物理题目时，能寻找并理解物理题目中的运算对象，能遵循一定的运算顺序，并能优化运算过程以给出答案，但对运算对的关联性整体性认识不足。
关联结构水平	在解答物理题目时，能把物理题目中的各运算对象整合起来，对物理题目解法有优化创新能力，解答过程具有正确性的同时也具有合理性。
拓展抽象水平	在解答物理题目时，能找到合适的算法，优化创新能力增强，能很好地减少运算量和降低运算步骤，估算能力进一步增强，并能通过概括化记忆，将题目中的陌生情境转化为熟悉的问题情境，很好的积累解法以及给出正确答案。

3.3.运算能力诊断模型应用流程

针对以往评价方法较为模糊和其他核心素养边界不明，以及不够重视评价方式过于简单，本文对学习者的物理学科数学运算能力进行诊断评价，考虑到学习者运算能力的评测途径以及实现的可能性，提出了基于试卷问答和根据诊断模型进行评测的学习者物理学科数学运算能力的诊断流程，如图 3 所示。

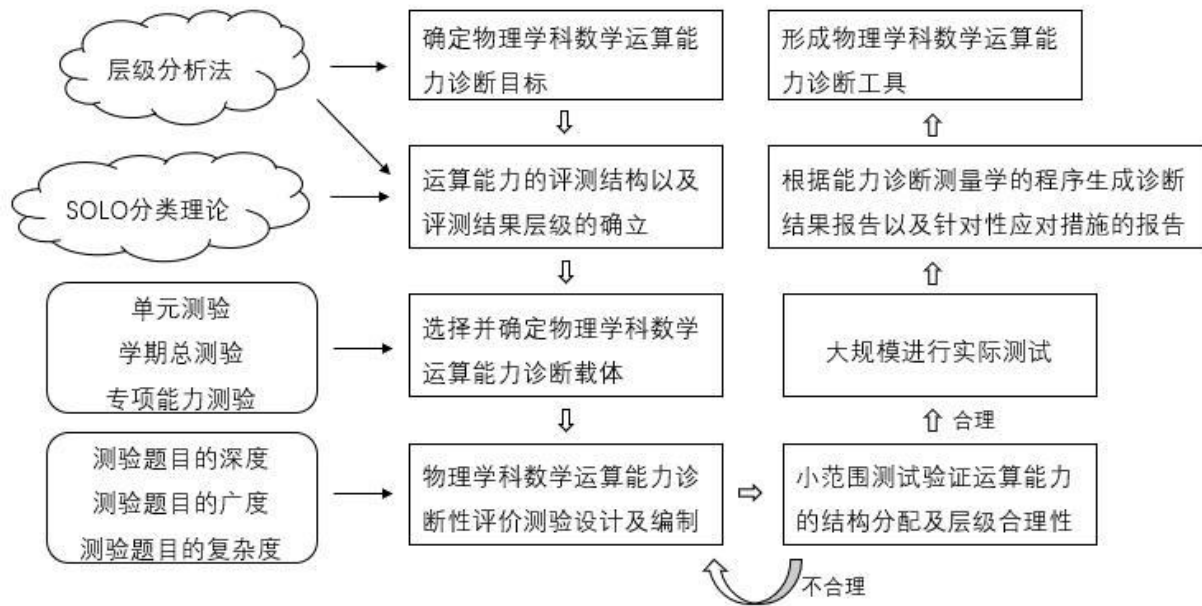


图3 学习者物理学科数学运算能力诊断模型应用流程

文章的物理学科数学运算能力的诊断流程分为以下几个步骤，首先通过层级分析法对运算能力诊断目标的概念进行厘清和具体评测目标的确定，将物理学科数学运算能力的评测项目进行划分，如估算、优化和创新运算过程和概括化记忆等二级指标，并进一步划分为三级指标。然后运用层级分析法再结合 SOLO 分类理论对运算能力的评测结构和评测结果的层级进行拟定，对学习者的运算能力评测结果进行划分，包括了前结构、单点、多点、关联结构和拓展抽象五个水平。在确定好评测结果层级后就开始选定诊断载体，以专项运算能力的测验题目为主，其诊断载体主要以试卷测验的形式呈现，包括但不限于单元测验、学期总测验和专项能力测验。根据学习者的测验结果的分布情况，如果不属于正态分布则说明测验的题目存在一定程度的问题。在下一步对物理学科运算题目的深度、广度、复杂度分别进行调整以适应不同的年级和不同水平的学习者，让测验的效度、信度和区分度得到提高。在正式收集学习者物理学科数学运算能力诊断结果之前先小范围测验并验证运算能力结构和层次分配的合理性，如果不合理则重新调整测验题目的各程度。如果合理则进行大规模的实际测试。在评测过程中要注意评价量表的使用，因为在对学习者的物理学科数学运算能力进行评价时，大部分的评测结果以及使用的评价依据都是由经验获得的，并且文章中所提到的基于 SOLO 分类理论划分的标准也只是一种假设，所以必须进行较大样本的检验，以提高该能力诊断模型以及诊断流程的合理性和准确度。文章的做法是使用上面所提到的评价量表对被测试的学习者进行物理学科数学运算能力的评价，然后根据结果确定学习者的运算能力水平之后对学习者的进行分类。数据的获得由参与评价的老师再互相确认对方所评分数然后加以判断，然后由一位评价者对认定的结果进行对比，验证评测所使用的评价量表的合理性和准确性。然后如果该物理学科数学运算能力的诊断载体是科学的、具有可操作性的，那么根据评价量表所获得的信息就可以让学习者和教学者进行对照，明确自己现阶段所处的水平。随后根据测量的数据结合能力诊断测量学的程序生成诊断学习者的结果报告以及针对性应对措施的报告。在得出诊断结果后还需对其进行验证，使用评价量表的时候，需安排其他教学者作为评估小组在诊断过程中观测能力诊断评价者的行为，同时也需观察他们的评价对象在对诊断载体进行内容解答时的表现，对其两者分别进行打分，汇总后将获得的能力诊断结果与教学者对学习者的运算能力的认定进行对比，测出其准确率。如果结果准确率不高的原因可能是物理学科数学运算能力的专项评价划分不合理，或者是诊断载体与各专项能力的联系不大，因此产生了差异。其他的原因则可能是对某项能力的针对性比较强但是对其他的专项能力要求过

高, 因此评价能容还需要调整。如果该流程通过合理性验证, 那么当需要对学习者的物理学科数学运算能力进行评测时, 只需要通过诊断载体对学生进行验证后, 由教学者对其二级指标和三级指标赋予专项评测分数, 然后构成输入向量, 将数据输入设定好的 MATLAB 软件程序中, 经过算法得出学习者的运算能力评测值并将其对应到 SOLO 分类理论所划分的评测层次中。教学者通过评测的反馈对学习者的专项能力进行针对性训练, 使其专项能力得到提高进而促进运算能力的提高以及物理学科的学习, 同时学习者也能根据诊断结果明确自己运算能力的弱势项目从而形成针对性学习的意识。汤俭、宋丽辉 (2022) 认为对学生运算能力的诊断评价能让老师对学生的运算能力层次有精准的把握, 进而采用适合不同能力层次的教学策略。本文认为通过对物理学科数学运算能力的划分以及评价, 可以在提高运算能力的同时, 对物理知识有更为透彻的了解, 通过改进教学策略选择更为针对性的训练, 不然物理学科的进一步发展受到相关数学运算能力的制约, 以便在以后更高层次的物理学科知识学习中打下良好的基础。

4. 总结

本文中提出的物理学科数学运算能力诊断模型和测试流程目前处于理论构建阶段, 其诊断结构及诊断流程在实际应用中还存在着需要解决的问题, 包括评测项目划分、评测过程有效性以及评测结果准确性的问题。SOLO 分类理论的成熟度也制约着研究的发展, 高瑞荣、霍庭芸 (2022) 指出 SOLO 分类的可操作性还有发展空间, 如何更好地通过收集到的解答结果去判断和识别数学运算能力的结构依然是技术性难题。文章的诊断模型可以帮助教师关注学习者在学习物理学科时的运算能力并对组成结构进行分析, 而 SOLO 分类理论可以帮助教师定位到学习者阶段性的运算能力思维层次, 进而给予学生针对性教育, 帮助教师转变教学策略、提高教学效率、转变教师的教育质量观以及摆脱唯分数论和唯对错论的评价模式的桎梏转变。在众多的评测工具及教学理论中, 李佳、高凌飏 (2011) 所提到的聚焦于具体学科基于“终身学习”的动态模型设计测试的 PISA 理论、PBL 教学模式所提到的物理学科教学过程设计以及美国数学家杜宾塞斯提出的 APOS 数学教学理论, 与 SOLO 分类理论和物理学科的数学运算能力都有紧密联系, 在以后的研究中可以将这几种理论想结合以使得该方向的诊断模型更为全面及细致。

参考文献:

- 刘金刚. 浅谈高中数学运算能力的组成及培养策略[J]. 新课程, 2021(49): 214.
- 梁素敏. 高中数学运算能力的组成及培养策略[J]. 中国多媒体与网络教学学报(下旬刊), 2022(03): 244-246.
- 简洪权. 高中数学运算能力的组成及培养[J]. 中学数学教学参考 2000 (z1).
- [澳大利亚] 彼格斯, 科利斯. 学习质量评价--SOLO 分类理论[M]. 北京: 人民教育出版社 1982.
- 高瑞荣, 霍庭芸. SOLO 分类理论在我国数学教育研究中的应用述评[J]. 数学教学通讯, 2022(30): 7-10+20.
- 赵双军, 徐明亮. 基于 AHP 法的纺织企业绿色供应商评价指标权重研究[J]. 纺织科技进展, 2021(11): 45-47+60. DOI:10.19507/j.cnki.1673-0356.2021.11.012.
- 王佑镁, 李宁宇, 尹以晴, 柳晨晨. 从再现到预测: 基于 BP 神经网络的中小学生学习素养评测体系研究[J]. 电化教育研究, 2022, 43(08): 68-76. DOI:10.13811/j.cnki.eer.2022.08.009.
- 宣冬梅. 在作业设计和评价中应用 Solo 分类理论进行差异性教学[J]. 中小学数学(初中版), 2022(09): 3-5.
- 汤俭, 宋丽辉. 利用 SOLO 分类理论提高初一学生数学运算能力[J]. 理科爱好者, 2022(04): 27-29.
- 李玉, 陈思伊, 陈惠汝. SOLO 分类理论下中学生数学运算能力的培养研究[J]. 数学学习与研究, 2022(23): 47-49.
- 李佳, 高凌飏, 曹琦明. SOLO 水平层次与 PISA 的评估等级水平比较研究[J]. 课程·教材·教

法,2011,31(04):91-96+45.DOI:10.19877/j.cnki.kcjcjf.2011.04.016.

陈明选,邓喆.围绕理解的学习评价——基于 SOLO 分类理论的视角[J].**中国电化教育**,2016(01):71-78.

赖文华.层级分析法在网络课件评价中的应用[J].**软件导刊(教育技术)**,2008(04):84-86.DOI:10.16735/j.cnki.jet.2008.04.031.

刘洋洋,李长辉.运用 SOLO 分类理论 发展学生数学思维[J].**数学教学通讯**,2022(32):6-9.

数据挖掘流程中数据素养的研究——基于 Nvivo 的内容分析法

Research on Data Literacy in each Process of Data Mining —— Content Analysis Based on

Nvivo

刘婕妤¹, 吴忞^{2*}, 张辉³

¹²³ 华东师范大学教育信息技术学系

*bwu@deit.ecnu.edu.cn

【摘要】 为了探究数据挖掘流程中各阶段的数据素养情况。本研究以职前信息技术教师的数据挖掘课程为背景，基于 NVivo 的内容分析法，对高、低表现的数据挖掘项目协作小组的讨论话语进行编码和统计。通过对比分析的方法揭示了数据挖掘流程各阶段的数据素养特点，以及高、低分小组在数据挖掘流程不同阶段的数据素养的异同。为后续数据素养的培养提供了实证依据。

【关键词】 数据挖掘；跨行业数据挖掘标准流程（CRISP-DM）；数据素养

Abstract: In order to explore the data literacy in each stage of the data mining process. Based on the data mining course of pre-service IT teachers, this study coded and counted the discussion discourse of collaborative groups of high and low performance data mining projects based on the content analysis method of NVivo. Through the method of comparative analysis, the characteristics of data literacy in each stage of data mining process are revealed, as well as the similarities and differences between high and low score groups in different stages of data mining process. It provides an empirical basis for the subsequent training of data literacy.

Keywords: data mining, CRISP-DM, data literacy

1. 前言

数据挖掘是一个多学科的领域 (Michael Chung & Paul Gray, 1999)，作为处理大量数据的有效手段被广泛运用于教育、商业和文化等多个领域。数据挖掘是面向目标且专注于过程的，数据挖掘流程处于中心地位 (Martínez-Plumed et al, 2019)。“跨行业数据挖掘标准流程（以下简称 CRISP-DM）”为数据挖掘提供了统一的框架和指导方针 (Shafique & Qaiser, 2014)。在数据挖掘流程中，数据素养是必要的。数据素养是认识和处理数据的重要能力。要能够教授数据素养或参与任何与数据相关的研究，信息专业人员本身就需要具备数据素养。因此，为了更好培养信息技术职前教师的数据素养，在数据挖掘流程中的不同阶段，数据素养存在什么样的特点值得我们研究。

2. 文献综述

2.1 数据挖掘流程

数据挖掘流程中有哪些一般阶段，有不少学者进行了研究。CRISP-DM 过程是跨行业数据挖掘标准流程的缩写。起源于上世纪 90 年代后半期，(Martínez-Plumed et al, 2019)。CRISP-DM 包含一个由六个阶段组成的循环。该流程包括了数据理解、数据准备、建模、评估、应用。当下它是开发数据挖掘和知识发现项目的事实上的标准。在本研究中，借鉴了该流程，由于课堂项目和真实项目的区别，课堂项目由教师给出情境并进行解释，在小组协作中未涉及领域理解，且未考虑后续应用。所以本研究中不考虑领域理解和应用阶段。

2.2 数据素养

数据素养被认为是实施数据驱动决策的先决条件 (Yousef, Catherine Walker, &

Leon-Urrutia, 2021)。数据素养的研究包括数据素养的定义以及其能力要素。定义方面，目前学界尚未形成统一说法。Gilst (1997) 较早地提出了数据素养的定义，称其为一种能读懂电脑显示的各种数据资源，深入理解这些信息内在含义的能力。Carlson, Fosmire 和 Miller and Nelson (2011) 予以数据素养更详细的定义，认为数据素养是理解数据的意义。有关数据素养能力要素组成的研究中，Rubin (2020) 概括出在数据素养中涉及到的需要理解和掌握的五个关键方面，分别是数据情境、数据可变性、数据聚合、数据可视化和数据推断，由于其进行了更具体的阐述，因此本次研究基于 Rubin 的划分。以小组的形式开展计算机支持的合作学习教学进行研究分析。并提出了以下研究问题：

- (1) 数据挖掘项目中，数据挖掘流程的各阶段具有怎样的数据素养？
- (2) 数据挖掘项目中，高分小组和低分小组的数据素养存在什么样的差异？

3.方法

3.1 参与者

本研究选取某大学信息技术职前教师中的两个小组作为研究对象。该研究以“教育大数据挖掘”线上课程为背景展开，根据该课程的考核成绩分别挑选了一个高分小组和一个低分小组。高分小组的定义为考核成绩在全班的前 30% 的小组，低分小组的定义为考核成绩在全班的后 30% 的小组。

3.2 研究设计

小组成员需要通过在线协作进行建模。利用教师所给训练集的数据建立模型，最后利用所建模型预测预测集的结果并输出到预测集中。教师根据学生提交的预测集预测结果和真实的预测集结果做比对，以 Kappa 和 AUC 指标作为建立模型效果的评价指标。本研究采集了高分组和低分组的录屏数据，包含建模操作的画面和讨论交流的语音。将录屏数据转录为文本，整理出两个小组的讨论话语文档。高分组产生了 2596 条数据，低分组产生了 1636 条数据。

3.3 数据分析方法

本研究于对讨论中产生的话语数据进行内容分析，利用话语内容来确定小组成员目前处于数据挖掘的哪一阶段。由两位研究人员独立标注每条话语属于数据挖掘的哪一阶段，并用编号表示。分别抽取 100 条进行预编码和一致性检验，kappa 达到 0.825，存在差异的数据进行讨论并达成一致。

同时，根据 Rubin 的数据素养分类和阐述。由两位编码人员按不同数据素养含义进行编码，并进行一致性检验，kappa 达到了 0.802 以上。

4.结果

在 Nvivo 软件中先建立数据挖掘流程的阶段为父节点，并在每个父节点下建立数据素养的子节点，父节点从子节点合计编码。分别统计数据挖掘流程中各阶段高低分小组各阶段的数据素养的参考点数量，表 3 和表 4 分别呈现了高分与低分组在数据挖掘项目流程中不同阶段的数据素养情况。

表 1 高分组数据挖掘流程各阶段数据素养节点参考数量统计

序号	一级节点	二级节点	参考点数
1	数据理解(Plan)	P-数据情境性	208
		P-数据可变性	29
		P-数据聚合性	34
		P-数据可视化	3
		P-数据推断	44
2	数据预处理(Data)	D-数据情境性	13
		D-数据可变性	9
		D-数据聚合性	62
		D-数据可视化	50
		D-数据推断	15

3	数据挖掘 (Modeling)	M-数据情境性	0	252
		M-数据可变性	14	
		M-数据聚合性	35	
		M-数据可视化	34	
4	评估结果 (Evaluation)	M-数据推断	169	215
		E-数据情境性	14	
		E-数据可变性	23	
		E-数据聚合性	47	
		E-数据可视化	32	
		E-数据推断	99	

表 2 低分组数据挖掘流程各阶段数据素养节点参考数量统计

序号	一级节点	二级节点	参考点数
1	数据理解(Plan)	P-数据情境性	23
		P-数据可变性	38
		P-数据聚合性	49
		P-数据可视化	0
		P-数据推断	36
2	数据预处理(Data)	D-数据情境性	3
		D-数据可变性	16
		D-数据聚合性	21
		D-数据可视化	13
		D-数据推断	13
3	数据挖掘 (Modeling)	M-数据情境性	9
		M-数据可变性	70
		M-数据聚合性	47
		M-数据可视化	63
		M-数据推断	92
4	评估结果 (Evaluation)	E-数据情境性	6
		E-数据可变性	31
		E-数据聚合性	19
		E-数据可视化	21
		E-数据推断	75

4.1 参考点数差异

分别统计各小组在数据挖掘流程各阶段中的参考点数，高分组有数据理解（318）、数据预处理（149）、数据挖掘（252）和评估结果（215）共 934 个参考点。低分组有数据理解（146）、数据预处理（66）、数据挖掘（281）和评估结果（152）共 645 个参考点。高分小组的数据素养总参考点数大于低分组。可见数据素养在高分组的协作过程中更多地涌现。高分小组最多参考点数为数据理解阶段，且二级节点最多参考点数的是 P-数据情境性。

4.2 数据挖掘各阶段存在特定的主导数据素养

通过分析高、低分组数据素养的参考点数变化可以发现在数据挖掘的不同阶段，存在主导的数据素养。在数据理解的阶段中，数据情境性素养占主要，这期间学习者主要进行数据背后含义的理解。在数据预处理阶段中，数据聚合素养占主导，这阶段学习者主要进行用一个聚合的数据代替大量数据等操作。在数据挖掘和结果评估阶段中，数据推断数据素养占主导，在这期间学习者主要进行数据的建模以及模型优化等操作。

5.讨论

数据素养在建模中的重要作用再一次得到证实，在数据挖掘过程中，数据理解这一阶段是需要引起重视的。数据的检测、假设和探索往往能指导数据挖掘走向一个更有利的方向（Rubin, 2020）。通过对比分析高、低分组在数据挖掘项目中数据素养的参考点数量，可以发现数据情境性对建模结果的重要作用，通过理解数据背后的统计学含义，能够指导建立模型时特征的提取，变量的选择，从而影响模型建立的效果。

6.结论与展望

本研究启示我们，在数据挖掘项目中数据素养是如何涌现和作用的，教育者和协作者都

应该注重数据素养的培养，在不同的建模流程阶段需要数据素养发挥作用。才能保证协作阶段有序地发展。同时，建模任务的不同阶段，需要拥有主导的数据素养。如果该阶段下的数据素养缺乏将影响整个建模任务的效果。教师可以通过观察学生是在数据挖掘的哪一流程遇到障碍，从而针对性提出指导，并在接下来地教学中着重培养对应的数据素养。

参考文献

- Carlson, J., Fosmire, M., Miller, C. C., & Nelson, M. S. (2011). Determining data information literacy needs: A study of students and research faculty. *portal: Libraries and the Academy*, 11(2), 629-657.
- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. John Wiley & Sons, Inc..
- H. Michael Chung & Paul Gray (1999) Special Section: Data Mining, *Journal of Management Information Systems*, 16:1, 11-16, DOI: 10.1080/07421222.1999.11518231
- Martínez-Plumed, F., Contreras-Ochando, L., Ferri, C., Orallo, J. H., Kull, M., Lachiche, N., ... & Flach, P. A. (2019). CRISP-DM twenty years later: From data mining processes to data science trajectories. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*.
- Rubin, A. (2020). Learning to reason with data: how did we get here and what do we know?. *Journal of the Learning Sciences*, 29(1), 154-164.
- Shafique, U., & Qaiser, H. (2014). A comparative study of data mining process models (KDD, CRISP-DM and SEMMA). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 12(1), 217-222.
- Yousef, A. M. F., Catherine Walker, J., & Leon-Urrutia, M. (2021, June). Defining data literacy communities by their objectives: a text mining analysis. In *13th ACM Web Science Conference 2021* (pp. 26-33).

在 STEM 程式教育中探討學生的學習表現

Exploring Students' Learning Performance in STEM Programming Education

陳柔安¹, 林昱達¹, 蘇育生^{1*}

¹ 國立臺灣海洋大學資訊工程學系

* ntoucsiesu@email.ntou.edu.tw

【摘要】 本研究使用傳統或問題解決的教學策略進行 STEM 程式課程，進而探討學生的學習成效有何影響。從實驗結果，我們發現學生使用問題解決教學策略與現有程式教學系統進行學習 STEM 程式是有明顯的進步。

【关键词】 STEM 程式課程；問題解決教學方法；程式教學系統；學習成效

Abstract: This study applies traditional or problem-solving teaching strategies for the STEM programming course to explore the impact on students' learning performance. The result showed that the students using the problem solving teaching strategy and the existing programming teaching system to learn STEM programming are making significant progress.

Keywords: STEM programming course, problem solving teaching method, programming teaching system, learning performance

1. 前言

在台灣，各大學紛紛開設一系列 STEM 課程，其目的是學習歐美自主成長學習、適才適性的因材施教策略(Achilleos et al., 2019)。大學強調學生的高層次思考、實務與應用、解決問題及團隊合作，進而培育學生所學的 STEM 跨領域知識融入 STEM 程式開發的觀念。本研究探討使用不同組別的教學策略(傳統課程教學方法或問題導向學習方法)與現有程式教學系統進行 STEM 程式課程對學習成效有何影響。

2. 結果與發現

在這研究，我們探討使用不同組別的教學策略(傳統課程教學方法或問題解決教學方法)與現有程式教學系統進行 STEM 程式課程，進而探討學生的學習成效有何影響。結果發現，兩組使用不同組別的教學策略所產生學習成效沒有顯著性的差異。接著，我們發現 Cohen's d 的效應值是有達到低效應，這表示實驗組學生的成績分數高於控制組學生，我們認為導致控制組學生的學習成效提升是有限制，因為控制組學生注重程式實作知識，並不在意 STEM 理論知識。

参考文献

Achilleos, A.P., Mettouris, C., Yeratziotis, A., Papadopoulos, G.A., Pllana, S., Huber, F., Jäger, B., Leitner, P. Ocsovszky, Z., & Dinnyés, A. (2019). SciChallenge: A social media aware platform for contest-based STEM education and motivation of young students. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1), 98-111. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2810879>

STEAM 教育赋能学习方式数字化转型

Digital Transformation of STEAM Education Enabling Learning Mode

李袁爽, 王运武*, 张子航
江苏师范大学 智慧教育学院
* 743737204@qq.com

【摘要】 STEAM 教育是五个学科的教育融合, 具有跨学科、协作性、情境性的基本特征, 打破了学科之间的界限, 实现多学科的融合教育, 有助于培养学习者的综合实践能力, 建构可以解决实际问题的知识体系。在数字化转型的背景下, 学习方式也在发生转型与变革, 传统的学习方式和 STEAM 教育学习方式不再适应现阶段的学习过程, 因此学习方式数字化转型是必然趋势。STEAM 教育赋能学习方式发展呈现五个新方向: 个性化资源学习、规模化跨界学习、定制化众创学习、平等化空间学习和碎片化附加学习。

【关键词】 STEAM; 学习方式; 教育变革; 数字化转型

Abstract: STEAM education is the educational integration of five disciplines, which has the basic characteristics of interdisciplinary, collaborative and situational. It breaks the boundaries between disciplines, realizes multidisciplinary integration education, helps to cultivate learners' comprehensive practical ability, and constructs a knowledge system that can solve practical problems. In the context of digital transformation, learning methods are also undergoing transformation and change. Traditional learning methods and STEAM educational learning methods no longer adapt to the current learning process, so digital transformation of learning methods is an inevitable trend. The development of STEAM education enabling learning mode presents five new directions: personalized resource learning, large-scale cross-border learning, customized mass innovation learning, equal space learning and fragmented additional learning.

Keywords: STEAM; Learning Style; Educational Reform; Digital Transformation

1. STEAM 教育的根本内涵和基本特征

1.1. STEAM 教育的根本内涵

STEAM 教育由科学、技术、工程、数学和艺术五个学科的教育融合而成。STEAM 教育是学科整合的教育模式, 包括多学科整合、交叉学科整合和跨学科整合三部分。

1.2. STEAM 教育的基本特征

1.2.1. 跨学科

利用学科之间的知识与技能的关联实现问题的解决, 跨越学科间的界限。

1.2.2. 协作性

注重学生之间的相互交流与帮助, 通过合作解决问题的过程, 实现群体性知识的建构。

1.2.3. 情景性

根据以往的生活经验, 以沉浸式的代入感进行问题的解决, 不仅限于课本中的问题的解决。

2. STEAM 教育背景下学习方式的数字化转型

2.1. 传统学习方式

以课本、黑板、教室等传统的教育教学环境与资源为载体的学习方式。

2.2. STEAM 教育学习方式

学习者通过解决某一问题将不同学科之间的知识综合运用, 启发性创造解决问题方式, 反复印证解决方案, 构建自身理论体系。

2.3. STEAM 教育学习方式的数字化转型

发展学生的观察、推理、判断、想象、创新和建模能力，从而提升学习者的理性精神、创新意识、审美体验、文化认同和学习的积极性。

3. STEAM 教育赋能学习方式发展新方向

3.1. 个性化资源学习

教师在课堂中为学生提供的字、图片、音视频以及虚拟实验演示等学习资源。

3.2. 规模化跨界学习

潜在学习者规模浩大，学习者间互联互通，跨界学习。

3.3. 定制化众创学习

个性化创新发展式学习，融合学习者的想法和巧思。

3.4. 平等化空间学习

学习空间融通，机会平等。

3.5. 碎片化附加学习

集约碎片化时间，丰富知识面，扩展知识储备。

4. 未来展望

学习者合理的使用信息技术，结合教育发展背景，进而形成属于自己的学习方式可以为学习带来事半功倍的效果。

参考文献：

- 冯正东,何玲,罗静,郝莉莉.打造具有学校个性的 STEAM 教育空间[J].人民教育,2022(07):63-65.
- 李芒,易长秋.STEM 教育的困境与审思[J].中国远程教育,2022(09):27-33+79.
- 李袁爽,王运武.元宇宙赋能在线教育：沉浸式学习的新方向[J].中国医学教育技术,2022,36(04):384-389.
- 刘艳.学科实践:作为一种学科学习方式[J].教育研究与实验,2022(01):57-63.
- 王帅,张雨强.网络赋能碎片化学习：特征、成因及策略[J].成人教育,2022,42(08):21-27.
- 王运武,朱明月.学习方式何以变革:标准与路径[J].现代远程教育研究,2015(03):27-35.
- 杨晓哲,叶露.新技术支持下义务教育的学习环境与方式变革[J].全球教育展望,2022,51(05):60-67.
- Belbase Shashidhar, Mainali Bhesh Raj, Kasemsukpipat Wandee, Tairab Hassan, Gochoo Munkhjargal, Jarrah Adeeb. At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems[J]. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology,2022,53(11).
- Herrero Angel C., Recio Tomás, Tolmos Piedad, Vélez M. Pilar. From the Steam Engine to STEAM Education: An Experience with Pre-Service Mathematics Teachers[J]. Mathematics, 2023,11(2).
- Liao Xiaofang, Luo Heng, Xiao Yang, Ma Lin, Li Jie, Zhu Min. Learning Patterns in STEAM Education: A Comparison of Three Learner Profiles[J]. Education Sciences,2022,12(9).
- Niedenthal, P. M., Barsalou, L. W., Winkielman, P., Krauth-Gruber, S., & Ric, F. (2005). Embodiment in attitudes, social perception, and emotion. *Personality and Social Psychology Review*, 9, 184-211.
- Niu Weihua, Cheng Li. Editorial: Creativity and innovation in STEAM education [J]. *Frontiers in Education*,2022.

Wu Qingyun, Xie Chenmin, Gao Shuxian, Huang Yixuan, Wu Wenjie, Qiang Jiayu. A Novel Model of Innovation Education Based on Steam+ Education Concept[J]. Curriculum and Teaching Methodology, 2022, 5(5).

Wu Zihua. Understanding teachers' cross-disciplinary collaboration for STEAM education: Building a digital community of practice[J]. Thinking Skills and Creativity, 2022, 46.

基金项目: 2022 年江苏师范大学研究生科研与实践创新计划项目“短视频+直播教育视频的语音可视化分析研究”(KYCX2_2720)

计算思维和音乐的跨学科培养——音乐辅助学习软件的设计与开发

Interdisciplinary Cultivation of Computational Thinking and Music: Design and Development of Music-assisted Learning Software

周均奕¹, 黄一橙², 陈广宇³, 傅骞^{4*}

¹ 北京大学 教育学院

^{2,3,4} 北京师范大学 教育学部

* fredqian@bnu.edu.cn

【摘要】 计算思维的培养已成为当前国内外教育领域的热门话题，而计算思维的跨学科培养称为其发展的重要方向。音乐作为六大核心素养之一，其底层逻辑和计算思维存在密不可分的关系。出于计算思维跨学科培养的优势和音乐教育数字化转型的诉求，本研究梳理了音乐与计算思维的内在联系，并设计开发了一款结合音乐与计算思维的辅助学习软件——“码上音乐”，尝试为计算思维与音乐的跨学科融合提供新的视角。

【关键词】 音乐教学；计算思维；跨学科

Abstract: The cultivation of computational thinking has become a hot topic in the field of education at home and abroad, and the interdisciplinary cultivation of computational thinking is an important direction of its development. As one of the six core qualities, music has a close relationship with its underlying logic and computational thinking. Due to the advantages of interdisciplinary training of computational thinking and the demands of digital transformation of music education, this study sorted out the internal connection between music and computational thinking, and designed and developed an auxiliary learning software combining music and computational thinking "Music on code", trying to provide a new perspective for the interdisciplinary integration of computational thinking and music.

Keywords: Music teaching, Computational thinking, Interdisciplinary

1. 前言

计算思维的概念早在20世纪50年代就被帕尔特(Seymour Papert)教授提及(Papert, 1980)，并于2006年由周以真教授(Jeannette Wing)明确提出。周以真教授认为，计算思维是应用计算机的相关知识、工具和技术进行问题求解、系统设计的思维过程，从而使该解决方案能够被计算机理解和执行(Wing, 2006)。计算思维作为一种用计算机实现的解决问题的方法，可以自动化、转移和跨学科应用(Barr & Stephenson, 2011)。因此，越来越多的研究者尝试将计算思维的培养与其他学科联系起来，如数学(Papert, 1980)、语言(Werner, Denner, Bliesner, & Rex, 2009)、体育(Floyd & Sorbara, 2019)和艺术(Knochel & Patton, 2015)。

音乐作为人文底蕴培育的关键内容之一，对人类的精神、情感、品格的构建有重要的作用。音乐可以将生活的基本方面(如生理、情感和精神领域)与音乐的基本元素(如节奏、旋律和和谐)联系起来，从而促进感知、运动、情感、社会和认知层面的整合(Willems, 2011)。随着信息教学时代的到来，许多研究人员、专家和音乐学科教师迫切需要为音乐和技术在学校的应用提供合理的解决方案，以促进音乐教育的数字化转型。因此，有必要探索哪些教学策略和方法能够给学生带来多样化的音乐体验，从而切实提升音乐学习效果。

出于计算思维跨学科培养的优势和音乐教育数字化转型的诉求，本文提出将计算思维和音乐教学结合培养的教学方法。文章梳理了音乐与计算思维之间的密切关系，并结合了音乐学科知识和计算思维的相关概念设计了一款音乐辅助学习软件——“码上音乐”，尝试在教授音乐基础知识的同时培养学生的计算思维，实现音乐与计算思维的跨学科融合。

2. 文献综述

2.1. 计算思维与音乐

不论是自然科学还是人文学科，计算思维已经成为我们如何创造、交流、实验、评估、迭代和创新的核心（Wing, 2008），对于音乐学科也不例外。音乐的创作过程涵盖了几乎所有的认知过程，包括知觉、注意、学习、记忆、情绪等。旋律思维拉开了时间的距离；和声思维拓宽了空间的维度；节奏思维增强了律动的活力；曲式思维扩充了结构的质体；情感思维深化了心灵的感悟。音乐的表现形式与结构形态是一个具有严密性与逻辑性的艺术形式，具有人类特有的一种音乐的思维方式。

音乐与计算思维看起来似乎存在很大的差异——音乐是一种创造性的艺术，而计算思维则是以机器为中心的规则。但是事实上，计算思维和音乐存在许多相似之处。例如，音乐和计算思维都以符号为基础（如音符和编程语言），也都围绕着序列展开（如乐谱的顺序、程序语句的顺序），同时都涉及到了重复、条件等概念（如音乐中的重复形式可以对应软件中的循环语句，“跳房子”形式可以对应其中的条件语句）（Bell T. & Bell J., 2018）。Burnard 等人（2016）指出，“在编码和作曲的时候，学生甚至常常没有意识到他们在我们的环境中学习数学和计算思维”。音乐可以将抽象的计算概念转化成具体的愉悦体验，与软件结构相关的基本概念可以很容易地融入到艺术语言之中，从而促进规则分析过程和对重复语言结构的观察（Barate, Ludovico, & Malchiodi, 2017）。

因此，计算思维与音乐的跨学科培养吸引了国内外学者的重视。已有研究尝试将计算思维与音乐教育结合起来（Greher & Heines, 2014）。例如，有研究表明，早期的音乐教学可以促进计算思维的分析、综合、问题提出和规则应用等方面（Berkley, 2004; Burnard & Younker, 2004; Major & Cottle, 2010）。此外，还有研究者证实，使用编程环境创作音乐可以改善学生的学习态度（Hug et al., 2017）。

2.2. 培养音乐与计算思维的工具

国际上有多款将编程和音乐教学结合起来的软件，尝试在音乐教学的同时培养计算思维。典型的软件如 EarSketch（Freeman & Magerko, 2016）和 SonicPI（Aaron, 2016）。EarSketch 是一个基于网络的学习环境，它将多音轨环境与编程语言（JavaScript 和 Python）相结合。EarSketch 为用户提供了多种不同的流行音乐风格和数千种声音，使学生可以通过编程和计算思维创作自己的音乐作品，同时学习音乐中的核心概念。SonicPI 则是一款基于 Ruby 语言的音乐编程软件，当用户修改编程代码时，SonicPI 会实时生成音频，使其更类似于一款现场表演的乐器。

值得指出的是，EarSketch 和 Sonic Pi 都是基于文本编程的音乐创作环境，而这对于编程初学者、年龄较低的学生而言可能存在一定的学习难度。图形化编程软件如 Scratch 也提供了音乐模块，学生通过拖拽的形式可以让计算机发出特定的声音。但是，Scratch 中提供的音乐模块仅涉及到简单的播放音符、切换乐器等功能，无法作为基础乐理知识的学习软件。

因此，本研究尝试开发一款基于图形化界面的、结合基础乐理知识和计算思维的音乐辅助学习软件。使用该音乐辅助学习软件，学生可以在感受旋律、领悟乐曲的同时提升自身的计算思维水平，从而实现音乐和计算思维的跨学科培养。

3. 音乐辅助学习软件“码上音乐”

本研究参考音乐学科的基础乐理知识、计算思维的三维结构，基于 JavaScript 语言和 Blockly 综合设计开发了一款音乐辅助学习软件——“码上音乐”。笔者在设计完成程序块的外观与功能后，对软件的呈现方式进行了讨论和修正。最终，该软件可以让学生通过拖动各个模块完成一个完整的乐谱，同时播放相应的音乐并呈现页面的动态效果。

3.1. 组块设计

本研究所设计的音乐辅助学习软件面向的学习者主要为音乐知识的初学者，教学内容包括

基础的音调、时值和节奏以及进阶的乐理知识如音程等。基于此，研究者对“码上音乐”的组块展开了设计。该软件的程序块包含“初始化”、“播放”、“节奏”、“音程”、“符号”、“声部”和“旋律”7个主模块，下设14个子模块，共包含20个程序块。举例来说，“播放”模块包括“播放声音”、“播放和弦”、“重复播放”、“播放旋律”四个代码块，其中播放声音模块为编写乐谱时最基础的功能模块，可设置声音的升降、音调以及时长三个属性；播放和弦模块可设置两个不同的音调进行播放，并确定和弦的时长；重复播放主要是对选定模块进行重复播放，可设置重复播放次数；播放旋律主要是播放已经写好的简单乐谱，包括C大调、D大调、E大调三种。各个模块所包含的程序块的功能、外观以及其他需要说明的内容如下表1所示。

表1 图形化组块的设计

名称	功能	外观设计
初始化模块	初始化速度 为乐谱设置基准速度	
	初始化节拍 为乐谱设置基准节拍	
	初始化音量 初始化乐谱的音量常量	
播放模块	播放声音 播放对应的音调与时值，如四分音符 do	
	播放和弦 播放对应的和弦	
	重复播放 循环播放对应的模块	
	播放旋律 播放对应的旋律，如C大调	
节奏模块		
	节奏 选择节奏型并添加对应的音名	

		节奏 x x附点 音名 C3 C3	
音程模块	音程	设置基准音、音程、时值并播放对应音符	基准音 do 音程 小一度 时值 四分音符
			基准音 re 音程 小一度 时值 四分音符
符号模块	休止符	停止对应的时值	执行 全音符 休止符
	保持音	设置两乐符之间的保持音记号，表示要唱、奏得饱满，同时稍微加强力度	保持音
	延长播放	延长播放对应模块的声音	延长播放 2 倍 执行
	还原音	还原对应模块的音调	还原音
声部模块	设置声部	选择相应的声部进行播放	选择 第一声部 执行

3.2. 页面设计

此软件主要针对音乐教学，因此研究者在页面底部的运行效果区增加五线谱，实现拖动组块出现音符的功能，增强整个页面的动态效果；在网页右侧放置动态钢琴，从而实现点击运行时的动画效果；加入运行模块，使学习者可以实现线上乐谱的创作，减轻了音乐课堂上学生操作性较差的情况；增加导入文件、保存文件的功能，使学生可以导入文件对完成的乐谱进行学习，同时也可以随时保存进行复习和查看；在网页的上方增加切换乐器的功能，满足学生完成乐谱时对于乐器的不同需求。页面设计如下图 1 所示。

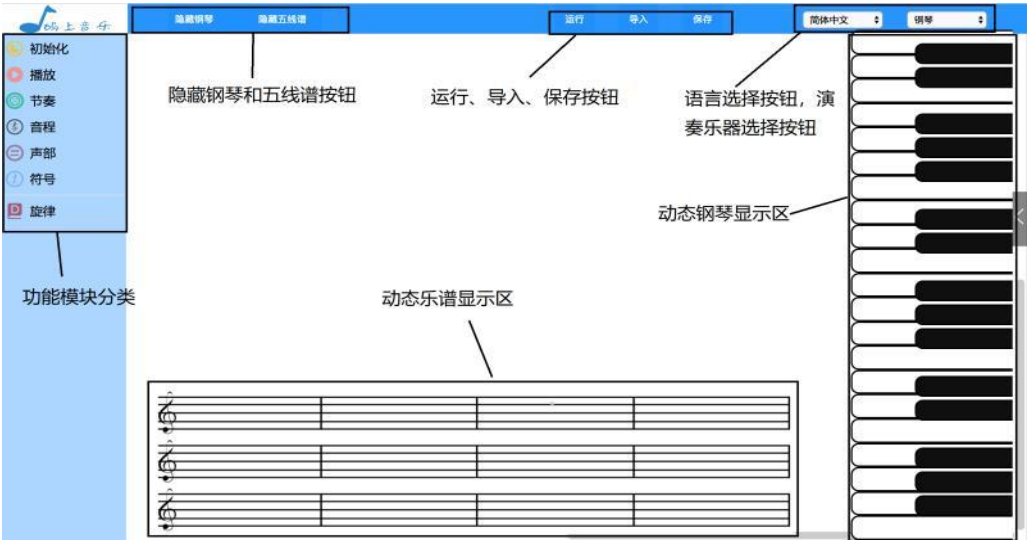


图1 “码上音乐” 页面设计

当学生点击“运行”按钮时，网页的钢琴界面会产生动画效果，表现为对应的乐符进行高亮显示，增强学生兴趣度的同时可以帮助学生通过钢琴按键的位置进一步掌握乐理知识。软件运行界面如下图2所示。



图2 “码上音乐” 运行示例

3.3. 功能实现

软件的组块基于 Blockly 进行开发，图形化组块生成的 JavaScript 代码通过调用 Midi 库，在播放时，调用浏览器支持的 web 音频 API 输出 Js 代码所对应的音频，从而实现通过拖动相应组块完成乐谱以及播放音乐的功能。

4. 结语

计算思维是有关问题求解、系统建构和人类行为理解的思维过程，其发展价值已经取得了全世界范围内的广泛关注。从国际上的经验来看，计算思维的培养可以通过跨学科整合从而将其融入到不同知识的学习和问题解决过程当中来。同时，研究发现计算思维过程中的基本概念可以很容易地融入到艺术语言之中，音乐中的重复形式、“跳房子”形式等都可以与循环语句、条件结构等一一对应。

基于以上背景，本研究设计开发了一款教授音乐知识同时培养计算思维的音乐辅助教学软件——“码上音乐”。该软件拥有多重组块，能够即时生成五线谱、进行动态钢琴演示，以视听结合的方式整合音乐学科与计算思维。这种可视化的逻辑结构不仅有助于学生理解音乐曲式结构、提升音乐素养，还可以有效锻炼学生的计算思维、培养解决问题能力。通过将计算思维融入到音乐教育中，学生可以在基本乐理知识的学习、简单乐曲段落的编写和创作的过程中理解计算思维，从而实现二者的跨学科培养。

当然，本研究还存在一定的局限与不足之处。例如，部分乐理概念所涉及到的音乐知识结构较为复杂，难以与编程码块很好地融合；部分模块（如节奏）尚无法呈现复杂乐谱中全部的内容，等等。

参考文献

- Aaron, S. (2016). Sonic Pi – performance in education, technology and art. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 12(2), 171-178.
- Barate, A., Ludovico, L. A., & Malchiodi, D. (2017). Fostering Computational Thinking in Primary

- School through a LEGO-based Music Notation. *ScienceDirect* (112), 1334-1344.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Bell, T., & Bell, J. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education*, 17(2), 151-166.
- Burnard, P., Lavicza, Z., & Philbin, C. A. (2016). Strictly coding: Connecting mathematics and music through digital making. In *Proceedings of Bridges 2016: Mathematics, Music, Art, Architecture, Education, Culture*, 345 – 350. Retrieved from <https://archive.bridgesmathart.org/2016/bridges2016-345.pdf>
- Berkley, R. (2004). Teaching composing as creative problem solving: conceptualising composing pedagogy. *British Journal of Music Education*, 21(03), 239 – 263.
- Burnard, P., & Younker, B. A. (2004). Problem-solving and creativity: Insights from students individual composing pathways. *International Journal of Music Education*, 22(1), 59 – 76.
- Freeman, J., & Magerko, B. (2016). Iterative composition, coding and pedagogy: A case study in live coding with EarSketch. *Journal of Music, Technology and Education*, 9(1), 57-74.
- Floyd, S. P., & Sorbara, L. (2019). Sports Analytics as a Context for Computational Thinking in K-12 Education. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 1282-1282.
- Greher, G. R., & Heines, J. M. (2014). *Computational thinking in sound: teaching the art and science of music and technology*. New York: Oxford University Press.
- Hug, D., Petralito, S., Hauser, S., Lamprou, A., Repenning, A., Bertschinger, D., ... & Cslovjceksek, M. (2017). Exploring Computational Music Thinking in a Workshop Setting with Primary and Secondary School Children. In *Proceedings of the 12th International Audio Mostly Conference on Augmented and Participatory Sound and Music Experiences*, 1- 8.
- Knochel, A. D., & Patton, R. M. (2015). If art education then critical digital making: Computational thinking and creative code. *Studies in Art Education*, 57(1), 21- 38.
- Major, A. E., & Cottle, M. (2010). Learning and teaching through talk: Music composing in the classroom with children aged six to seven years. *British Journal of Music Education*, 27(03), 289 – 304.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, 285-286.
- Werner, L., Denner, J., Bliesner, M., & Rex, P. (2009). Can middle-schoolers use Storytelling Alice to make games?: results of a pilot study. In *Proceedings of the 4th International Conference on Foundations of Digital Games*, 207-214.
- Willems, E. (2011). Las bases psicológicas de la educación musical. *Editorial Paidós*.
- Wing, B. J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717 – 3725.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

STEM 课程开发的现存问题及开发所需保障——基于某中学“手机中的传感技术”STEM 课程的分析

Existing Problems and Guarantees in STEM Curriculum Development-- Analysis Based on The STEM Course "Sensor Technology in Mobile Phones" in a Middle school in China

徐润石¹

¹ 北京师范大学 数学科学学院

* runshixu516@163.com

【摘要】 STEM 课程的开发随着我国各类政策文本对创新型人才的呼吁不断地得到了本土化的尝试。本文基于某中学“手机中的传感技术”系列 STEM 课程，总结了其课程目标缺乏生成性目标的价值取向、探究式教学设计走向两个极端、跨学科课程内容整合不够完善的问题。基于以上问题，本文提出了课程开发注重过程模式、有效整合的教学资源，采用 5E 探究式教学模式与培养具有跨学科课程开发胜任力的 STEM 教师作为 STEM 课程开发的所需保障，以促进我国 STEM 课程向高质量、成体系的方向发展。

【关键词】 STEM 课程；课程开发；探究式教学

Abstract: The development of STEM curriculum has been continuously localized with the call for innovative talents in various policy documents in China. Based on a series of STEM courses on "sensing technology in cell phones" in a middle school, this paper summarizes the problems of the lack of generative objectives, the two extremes of inquiry-based teaching design, and the inadequate integration of interdisciplinary course content. Based on these problems, this paper proposes a process-oriented model for curriculum development, effective integration of teaching resources, 5E inquiry-based teaching model and the cultivation of STEM teachers with cross-disciplinary curriculum development competencies as the guarantees for STEM curriculum development, in order to promote the development of high-quality and systematic STEM curriculum in China.

Keywords: STEM curriculum, Curriculum development, Inquiry-based teaching

1. 前言

自 2017 年我国教育部发布《中国 STEM 教育白皮书》以来，STEM 教育的理念与实践不断地得到了本土化的尝试，并以科学课程、综合性课程的呈现形式被纳入到了国家的课程标准等政策性文本中。在《教育信息化“十三五”规划》中积极探究创客与 STEAM 学习等新型教/学模式的基础上，《教育信息化“十四五”规划》又提出了在智能技术的支持下实现新型教与学模式创新（王运武，李炎鑫，李丹 & 陈祎雯,2021）。

STEM 课程的开发也随着政策的呼吁与相应研究的成熟化在诸多有影响力的教育机构、高校甚至中小学逐步展开。首新等人依据有关 STEM 教育领域 3D 打印应用的研究文献，为系统分析项目的设计和教学提供量尺和标准（首新,胡卫平&刘斌,2017）；陈希等人进行了基于工程设计的 STEM 课程设计——建筑结构设计，并在此基础上进行了教学实践探索（陈希&程林.2019）。但由于不同开发主体对课程理论、课程内容以及教学方法各有侧重，导致当前的 STEM 课程开发出现了发展不平衡，开发不彻底等诸多问题。曹慧曾采用 UTOP 教学观察方案对来自两所不同学校内的 8 堂 STEM 课程的课堂环境、课程结构、执行效果与教学内容进行观察评估（曹慧,2017），填补了国内 STEM 课程评价的实证研究空白。然而目前在我们国家 STEM 教育实践领域,清一色地都是和美国 STEM 教育相仿的课程,几乎都是花费巨资照搬

和翻译过来的,这使得一线的实践者们实施起来不是那么得心应手,本地化程度不够(赵兴龙&许林,2016)。

STEM教育不仅是教学法意义上的教育革新,更是全新的教育实践,STEM课程试图贯穿从小学到高中各个年级。相比于STEM教育开展已逾30年的美国,我国虽然在推动STEM教育上已有所行动,但仍没有支持STEM教育全方位发展的专门政策和行动,缺乏相应保障和激励机制(祝智庭&雷云鹤,2018)。我国大量的STEM课程仍位于零起点,处于自由的“野蛮生长”状态(杨开城,窦玲玉,李波,&公平,2020)。本研究以北京市某高中面向高一、高二学生的STEM课程“手机中的传感技术”为案例,系统地考察了目前国内一流高中为跨学科课程开发做出的准备工作与课程实践,总结了过程中存在的一系列问题,并基于这些问题提出了保障STEM课程有效开发的系列措施。

2. STEM课程开发存在的问题

2.1. 课程目标缺乏生成性目标的价值取向

STEM教育被一度视为是培养具有国际竞争力人才、创新型人才的重要途径,而部分课程开发者在进行课程目标选取时,简单地将这种普遍性目标的价值取向进行移植,作为某一堂或者一系列STEM课程的目标。这就有可能导致课程理念与课程实践的脱节,教师教学缺乏具体的目标,学生对自己要学什么,学了有什么用等问题没有清晰的把握。STEM课程目标的问题还体现在泛化,即各地区学校实施的STEM课程目标大抵雷同,没有从学生的视角考量,缺乏具体的课程特点和学校特色(董泽华,2016)。将普遍性目标移植为具体课程目标虽然看似呼应了全球化时代教育对人才培养的期望,但却忽视了对课堂教学行为、学生学习行为的具体要求,可能导致最终的课程设计徒有其表,老师对教学内容缺乏细节的把控,学生也无法在课堂上有深度地学习知识,真正意义上实现创新能力的提升;泛化的课程目标实际上反映的是课程开发人员对STEM课程理念不熟悉,缺乏对教学内容的实质性把握,只能参考传统课程或者其他成熟的STEM课程“依葫芦画瓢”,缺乏教学创新。

“手机中的传感技术”系列STEM课程充分考虑了课程目标的具体性原则,并组织了与之匹配的教育评价方案评估学生的学业表现,确保了课程目标的落实。例如以课堂实验记录单、讲义为主的过程性评价工具,以及以结项报告、期末论文为主的终结性评价工具等。但是该课程对于学生在课堂上可能出现超出目标预期的行为缺乏更仔细的关注。以“快递滑梯”制作课为例,学生在课堂上创造性地利用绒布充当减速带为滑梯制作了减速装置,这种行为是超出教学预期的(图1)。而又因为课程的目标都是既定的,没有针对类似情况制定相应的教学以及评价策略,导致学生未能及时收到有效的反馈。事实上,因为STEM课程整合性、互动性的特点,其真实的课堂教学存在多种发展的可能,这就要求STEM课程目标要侧重于生成性取向,即关注学生在课程中真实的行为并提出生成性的目标,有意识地观察学生的心理倾向与能力的变化,并基于这种变化灵活调整教学策略,而不是为了既定目标而进行死板教学。



图1 学生的超出目标预期的设计展示

2.2. 探究式的教学设计走向两个极端

通常在 STEM 课程的开发过程中，开发者都会加入诸如学生自主探究、自行讨论的桥段，以此展现课程以学习者为中心的教育理念。探究式教学的目标是通过“探究—创新”式教学，培养创新型人才，主要解决学生创新力的培养问题（唐智松,2001）。但从实践经验来看，如果对该环节缺乏细节的把握，其经常面临“虚伪探究”和“零指导探究”的两种结局。“虚伪探究”指的是学生在早已了解了所要探究内容的各项事宜的情况下，装模作样地在课堂上进行无实质内容的大讨论，仅仅为了走个教学流程；“零指导探究”指的是教师完全将课堂教给学生，让学生基于自己的理解在没有任何指导的条件下自主学习完成一项研究，最终对学生的探究结果进行可有可无、缺乏批判性的评价。无论是哪一种极端，都无法贯彻其培养创造力的初衷。

以“手机中的传感技术”中的“铁丝陀螺设计课”为例，该课程的理论知识指导仅仅以四份课后阅读材料的形式呈现给学生，而对课上学生提出的疑问不做具体解答，陷入了“零指导探究”的误区。在学生课上制作陀螺的过程中，实际上产生了诸多疑问，例如重心与地面的距离和陀螺旋转的时间有无关系，是否截面为圆形的陀螺在旋转过程中更能够保持其运动状态等等。其中部分疑问是可以通过阅读材料解决的，但由于材料本身内容以公式推导为主，对高中生来说具有一定的阅读难度，若无教师指导，学生的问题恐怕很难得到一个完整的解答。总的来说，这两种教学结果不仅不会使学生在课堂上收获新的知识，反而会带来消极影响：学生的探索和创新精神因“虚伪探究”而挫败，学生的独立思考和思想碰撞因“无指导探究”而走向荒芜之地。

2.3. 跨学科的课程内容整合不够完善

STEM 课程相较于传统课程最大的特点就是整合性。整合意味着同时教授多门课程，这不仅提高了课堂时间的使用效率，而且有助于学生避免孤立地看待课程，而且可以潜在地吸引那些对其中一个整合要素更感兴趣的学生(Bell, J., & Bell, T., 2018)。而在组织不同学科的课程内容时，整合性却因为各学科所选内容难度不相匹配或体量差距过大而被削弱。以第一代 STEM 课程——大手工课为例，其重实践操作，轻知识讲解的教学模式确实实现了技术乃至工程的高度融合，但却缺失了数学维度，挖空了 STEM 教育的“地基”，无法实现学生数学思维的培养与发展。到了整合科学知识的第二代 STEM 课程，科学以一种理论框架的形式搭建起了技术与工程的桥梁，但是数学依旧以成本计算等简单运算的形式“飘浮”在课堂中。事实上，只有将逻辑推理、数据分析甚至数学建模等与数学核心素养有关的内容整合到解决问题的过程之中，才算是整合了数学。

“手机中的传感技术”系列 STEM 课程中的“快递滑梯设计课”上，教师要求学生能够用 phyphox 记录快递运动过程中的加速度，并能运用 excel 绘图与数据分析，达到了科学合理的学科整合（图 2）；但在“铁丝陀螺设计课”上，课程退回到了单纯的手工课，对于数学推理的强调仅仅以课外阅读材料的形式呈现给学生，造成了学科整合的失衡。

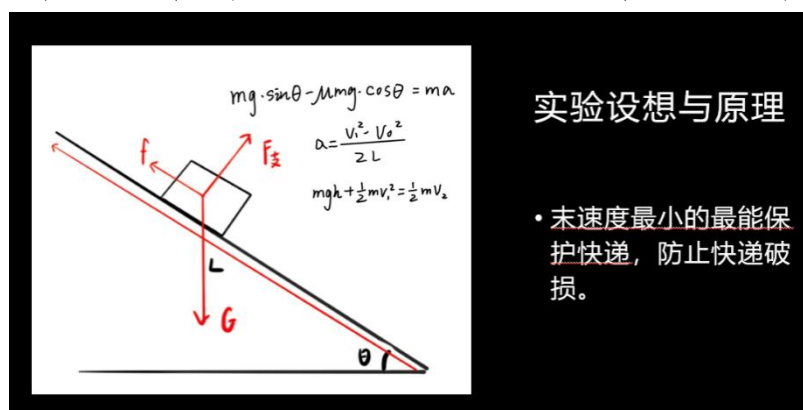


图 2 “快递滑梯设计课”上学生对滑梯上物体受力分析的推理与展示

3. STEM 教育课程开发的所需保障

3.1. 基于STEM课程开发中以上问题的思考

STEM教育中四门学科的教学必须紧密相连,以整合的教学方式培养学生掌握知识和技能,并能进行灵活迁移应用解决真实世界的问题(余胜泉&胡翔,2015)。因此,STEM课程开发出现的问题需要从开发模式、整合方法等多种角度分析。基于上述三种现存问题,本研究根据对某中学“手机中的传感技术”系列STEM课程的观察与课程记录,从课程开发模式、教学资源整合与STEM教师胜任力三方面简要分析了STEM课程开发的所需保障。

3.2. STEM课程开发所需保障

3.2.1. 倾向于过程模式的课程开发

尽管泰勒的“目标模式”是课程开发时被广泛采纳的一种范式,但是斯滕豪斯曾对它做出批判:合理的课程规划必须考虑到课堂环境的现实。仅仅合乎逻辑是不够的(Stenhouse, L., 1970)。在“手机中的传感技术”的授课过程中,教师们对学生是否能够达成既定目标给予了充分的重视,但对于学生在课堂上出人意料的表现不能做出及时有效的回应。站在教师的角度,他错失了一个难得的教育机会;站在学生的角度,他具有创意的想法或行为未能得到老师的关注与肯定。因此STEM课程不仅需要外在的课程目标的引导,更需要教师作为细致的观察者,贯穿整个课程地对学生的行为表现进行评价和修正,即重结论更重过程。STEM课程的开发需要注意是否关注到了学生真实的学习行为,是否设计了操作化的测量工具来评估这些行为,教师是否有能力组织好各种可能发生的教学事件等等。以过程模式为主导的课程开发要求了课程目标的生成性取向,避免了可能出现的对学生行为的忽视,过程性评价确实等情况。

3.2.2. 遵循5E探究式教学设计

探究式教学在STEM课程的教学设计中并不少见,但如何让探究不流于形式,而是自然地成为课堂的有机组成部分,需要课程开发者找到合适的理论基础与实践方案。其中由美国生物学课程研究提出的基于建构主义教学模式的5E探究式教学对STEM课程有着重要的启发意义。该教学模式包含参与(Engage)、探究(Explore)、解释(Explain)、精致(Elaborate)和评价(Evaluate)五个环节(王健&李秀菊,2012),有机融合了基于项目或问题导向的教学模式,让学生的探究活动能够与课堂适配,达到良好的教学效果(图3)。“探究”作为该模式的中心环节,强调教师是探究过程的主导者,学生在教师的启发式教学下通过观察描述、资料搜集、合作讨论等形式,逐步建立起新旧知识之间的联系,从而锻炼其创造力和动手实践能力。在5E教学设计的框架下,课堂上的探究活动将循序渐进地进行,不会进入“虚伪探究”和“零指导探究”的处境。



图3 5E探究式教学设计

3.2.3. 教学资源的有效整合

相较于传统课程的开发,STEM课程对于教学资源的要求在广泛性、适用性、系统性上都提出了更高的标准。国内一些教育机构和学校注意到了这个问题,并尝试将3D打印、VR眼镜、机器人等富有科技感的产品融入STEM课堂中。这样的做法无疑为课堂带来了趣味性,

但其是否符合学生学习的实际需要，是否将这些资源的教育性最大化，是否能与学科内基础性知识有效衔接，依然有待评价与考证。“手机中的传感技术”系列课程虽然没有给学生带来最前沿的科技产品，但也集成了 origin, tracker, phyphox 手机传感器等多种数据处理软件，让高中生领略了声音、图像、光等事物是如何通过传感器变为一组组数据的（图 4）。学生通过课堂小组合作，在动手完成滑梯、铁丝陀螺等实物制作的过程中，也需要在教师的指导下逐渐学会并熟练掌握收集并处理数据的能力。这些项目制作活动在多大程度上能作为学生练习软件使用的“小白鼠”，就需要课程开发者精神谨慎地选择与规划。因此教学资源的整合需要经历大范围筛选，小范围组织的过程，确保这些资源尽可能贴合课程目标的要求，有效地辅佐教师的教与学生的学，实现教学效果的最优化。当一节 STEM 课程的教学资源充足且适配时，学生就能真正将知识的学习与亲身的实践结合起来，了解每一教学过程的意义，就能在收获趣味与惊喜的同时，得到了思维的训练与能力的提高。



图 4 “手机中的传感技术”课上学生利用多种教学资源完成试验项目并展示

3.2.4. 培养具有跨学科课程开发胜任力的 STEM 教师

STEM 教育整合性的特点对课程开发者的知识储备、职业素养与教学能力提出了高要求与高标准，也为课程的执行者——教师提出了挑战。以我国小学科学教师为例，该教师队伍中超七成为兼职教师，且大部分小学科学教师并非理科背景出身（郑永和, 李佳, 吴军其, 闫亦琳, 徐安迪, 陈梦寒, & 王晶莹, 2022）。担任“手机中的传感技术”的两位教师是教育学背景出身，在参与课程开发的过程中也产生过因理科专业知识不扎实而无法将课程向深处推进的困扰。在实际教学过程中，两位教师也曾因为缺乏对某一具体的物理知识的系统性了解而无法给予学生专业的指导，使得学生需要自己“摸着石头过河”。如果 STEM 教师没有扎实的理科以及工程专业基础知识，那么他们将不能深刻地认识到该将什么样的知识注入课堂中，不能够给予学生更不用说跨学科的知识整合。因此 STEM 教师不仅需要掌握课堂教学能力与教学评价能力，还需要过硬的专业知识储备。除此以外，作为数字时代的教育工作者，还应该具备一定的信息文化素养，能够有效利用线上、线下各种教学资源开展教学活动，并在教学中贯彻知行统一的原则，在对学生进行知识教育的同时，也能对学生的品德修养产生积极的影响与塑造（图 5）。

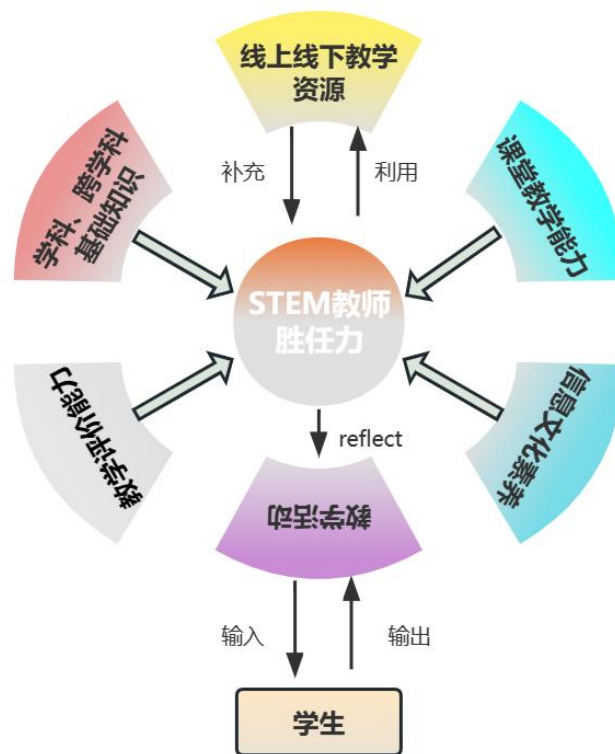


图 5 STEM 教师胜任力

4. 结语与 STEM 课程开发的展望

STEM 课程作为一种新兴的课程模式，其理论研究与实践开发仍处于不断发展与完善的过程中。基于现实观察对该课程开发过程中存在问题的总结可以提供一种更加冷静、审慎的视角，在为“STEM 热”降温的同时，促进其理论的系统化与实践的精细化；更进一步地考虑 STEM 课程开发中的所需条件，有助于打造更加高质量的 STEM 课程，逐步营造良好的 STEM 教育生态。在未来与 STEM 教育有关的研究中，可以进一步扩充发展本文提到的课程开发保障方案，为 STEM 课程的开发者提供更多切实的帮助，并最终形成完善的 STEM 课程开发体系，供全体教育研究者参考与学习。

参考文献：

- 王运武,李炎鑫,李丹 & 陈祎雯.(2021).“十四五”教育信息化战略规划态势分析与前瞻.现代教育技术(06),5-13.
- 王健 & 李秀菊.(2012).5E 教学模式的内涵及其对我国理科教育的启示.生物学通报(03),39-42.
- 杨开城,窦玲玉,李波 & 公平.(2020).STEM 教育的困境及出路.现代远程教育研究(02),20-28.
- 余胜泉 & 胡翔.(2015).STEM 教育理念与跨学科整合模式.开放教育研究(04),13-22.
- 陈希 & 程林.(2019).基于工程设计的高中 STEM 课程设计与实践——以“建筑结构设计”课程为例.现代教育技术(02),121-126.
- 郑永和,李佳,吴军其,闫亦琳,徐安迪,陈梦寒 & 王晶莹.(2022).我国小学科学教师教学实践现状及影响机制——基于 31 个省（自治区、直辖市）的调研.中国远程教育(11),46-57.
- 赵兴龙 & 许林.(2016).STEM 教育的五大争议及回应.中国电化教育(10),62-65.
- 首新,胡卫平 & 刘斌.(2017).3D 打印融入中小学 STEM 教育项目的设计与教学——从国外融入 3D 打印的典型 STEM 教育项目谈起.基础教育(04),68-80.

- 祝智庭 & 雷云鹤.(2018).STEM 教育的国策分析与实践模式. 电化教育研究(01),75-85.
- 唐智松.(2001).探究式教学的基本原则. 中国教育学刊(05),16-19.
- 曹慧.(2017).STEM 课堂观察评估工具 UTOP 的初步应用研究——以北京市两所国际学校的课程评估为例. 北京教育学院学报(03),12-18.
- 董泽华.(2016).试论我国中小学实施 STEM 课程的困境与对策. 全球教育展望(12),36-42+62.
- Bell, J., & Bell, T. (2018). Integrating computational thinking with a music education context. *Informatics in Education*, 17(2), 151-166.
- Stenhouse, L. (1970). Some Limitations of the Use of Objectives in Curriculum Research and Planning. *Paedagogica Europaea*, 6, 73 – 83.

我国 STEAM 教育相关研究的时空变化与热点演变——基于 VOSviewer 的可视化分析

Spatio-Temporal Change and Hotspot Evolution of STEAM Education Research in China: Visual Analysis Based on VOSviewer

林秋燕¹, 田俊^{2*}

¹² 华南师范大学教育信息技术学院

* 2022020908@m.scnu.edu.cn

【摘要】 为全面了解我国 STEAM 教育领域的研究热点, 本文基于文献计量法, 运用 VOSviewer 可视化分析软件和 Endnote 文献处理软件, 以 CNKI 数据库中 with STEAM 教育主题相关的 1096 篇文献为研究对象, 对我国 STEAM 教育相关研究的时空变化与热点演变进行了可视化分析。从研究主题的分布情况中得出国内 STEAM 教育研究经历了“探索-发展-成熟”三个阶段, 研究成果的地域分布差异较大, 研究聚焦热点较为泛化等结论, 并针对性提出了跨地域合作, 深入与细化 STEAM 教育研究等建议。

【关键词】 STEAM 教育; 可视化分析; VOSviewer; Endnote

Abstract: In order to comprehensively understand the research hotspots in STEAM education in China, this paper based on bibliometrics, using VOSviewer and Endnote software to take 1096 academic journals related to STEAM education topics in CNKI database as research objects, conducting visual analysis on the spatiotemporal changes and hot spot evolution. From the distribution of research topics, it is concluded that domestic STEAM education research has gone through three stages of "exploration-development-maturity", the geographical distribution of research results varies greatly, and the research focus is more generalized. Finally, suggestions such as cross-regional cooperation, in-depth and detailed STEAM education research are put forward in a targeted manner, in order to provide certain references for experts and scholars in follow-up research.

Keywords: STEAM Education, Visual analysis, VOSviewer, Endnote

1. 前言

STEAM 教育源于美国政府主导的 STEM 教育计划, 其目的在于打破学科界限, 让学习者在解决实际问题时能够综合运用学科素养, 从而培养出优质的、满足时代发展需求的复合型人才。这种打破学科界限的多元化教育模式, 贯穿从幼儿启蒙到大学人才培养的全过程, 在新形势背景下的国家人才发展战略中已成为主流趋势之一(范文翔, 2018)。然而, 目前我国在 STEAM 教育教学实践工作中, 过度技术化、形式化、价值单一化等问题层出不穷(李芒, 2022), 甚至存在斥巨资“生搬硬套”的现象, 导致 STEAM 教育在中国的本土化发展偏离初衷。基于此, 回顾了 1986-2022 年国内外 STEAM 教育发展历程, 并以 CNKI 数据库中 with STEAM 教育主题相关的 1096 篇文献为研究对象, 重点梳理我国 STEAM 教育研究发展的时空变化和热点演变。通过数据可视化分析, 一方面明确我国 STEAM 教育研究的历史沿革及发展阶段特征, 为后续研究者的延续性研究提供参考; 另一方面共现分析和聚类分析所得出的热点演变过程, 为新时期各方向研究者更精准地确定研究议题, 找准研究方法提供了方向和思路。

2. 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

选用中国知网 (CNKI) 作为数据来源库, 以“STEAM 教育”为主题词作为检索条件, 对截止 2022 年 11 月 8 日的文献进行了精准检索, 共获得 3960 篇文章。其中学术期刊 1101 篇, 硕士论文 812 篇, 博士论文 9 篇, 国内会议论文 105 篇, 国际会议论文 5 篇, 报纸 2 篇, 图书 1 篇, 相关成果 1 项, 学术辑刊 11 篇, 特色期刊 1913 篇, 相关文献发表数量较多并呈现不断增加的趋势。通过信息匹配与筛选, 剔除无机构、无作者, 以及期刊部征稿启事等非研究类型的文章, 最终获取 1096 篇有效文献, 作为研究的数据。

2.2 研究方法

伴随着大数据时代的来临, CiteSpace、Pajec、Histc、VOSviewer 等文献计量分析软件因能够绘制出视觉效果好的知识图谱, 被学界接受认可 (廖胜姣, 2011)。对各可视化软件的功能进行分析获知, VOSviewer 共现分析能力强、可视化效果好, 并且能够基于关联强度算法有效避免签名重合的问题, 从而清晰展现高频关键词的聚类效果和元素对象间的关系, 较好地满足本研究对 STEAM 教育研究热点集群和研究发展趋势呈现的需求, 因此本研究选择 VOSviewer 开展。与此同时, 由于 VOSviewer 不能直接读取 CNKI 导出的数据格式类型, 所以需要通过 Endnote 软件对 CNKI 中导出的文献进行格式转化, 再导入 VOSviewer 进行可视化分析。

3. 国内 STEAM 教育研究发展的时空变化

3.1 研究文献的历史沿革

知识领域的年发文量在反映该领域知识量增加情况的同时, 还能揭示该领域相关研究者的研究进度, 是科学研究发展的重要衡量指标之一 (胡玥, 2017)。截止 2022 年 11 月 8 日, 在 CNKI 数据库中与 STEAM 教育主题密切相关的期刊年发文数量变化如图 1 所示, 整体上其研究热度呈上升态势, 但究其发展变化特点, 可将我国 STEAM 教育研究经历划分为三个阶段: 探索期 (2009-2015 年)、发展期 (2016-2019 年)、成熟期 (2020 年至今)。

3.1.1 探索期 (2009-2015 年)

20 世纪初, 德国“合科教学”运动和美国“活动课程”运动倡导的学科统整和综合课程理念, 为 STEAM 教育的兴起奠定了坚实的理论基础。1986 年, 美国国家科学委员会发布《本科科学、数学和工程教育》报告, 提出打破学科界限、培养学生理工素养的纲领性理念, 被视为 STEM 教育的开端。随后, 在 STEM 教育推行的过程中发现, 社会大众对于人文艺术的呼声强烈, 因此 2001 年美国学者 Georgette Yakman 在 STEM 的基础上加入了 Art 元素, STEAM 教育由此正式诞生。2009 年, 我国学者姜峰对《美国竞争法》的发布背景和内容进行述评, 指出 STEM 教育和外语教育有利于提高国家竞争力 (姜峰, 2009)。然而, 由于该时期我国正处于教育信息化 1.0 建设阶段, 在教育方式上主要是以信息技术为基础, 更加注重业务、行为和流程, 在一定程度上忽视了 STEAM 教育倡导的以人为本的教育理念, 因此当时国内只有极少数学者将视野投入到 STEAM 教育的研究中; 2012 年, 第二届 STEM 教育应用国际会议在北京召开, 该会议为我国学者提供了与国际上研究 STEAM 教育的学者首次深度交流的机会, STEAM 教育自此正式引起我国学者的关注。期间, 范燕瑞等诸多学者开始从“什么是 STEM 教育”、“STEM 教育的背景和发展状态”、“STEM 教育对美国发展的重要性”等方面开展研究; 2015 年, 为进一步推动 STEAM 教育的发展, 我国教育部在《关于“十三五”期间全面深入推进教育信息化工作的指导意见》中提出 STEAM 教育应用的指导意见, 国内越来越多的学者开始认可 STEAM 教育的价值并致力于 STEAM 教育发展路径的探索研究。

3.1.2 发展期 (2016-2019 年)

2016 年 4 月, 中国创客教育联盟的成立进一步激发了学者们的研究热情, 国内 STEAM 教育相关研究发文量呈现爆发式增长, 2019 年起, 年发文量已突破 150 篇。这一时期, 国内对 STEAM 教育的关注集中在创客教育、STEAM 课程、项目式学习、核心素养、人工智能等层面。例如, 李小涛 (2016) 等人在对创客教育研讨的过程中提出, 从本质上来看, 创客教

育能提升学生的综合素养和创新能力；2017年，教育部印发《义务教育小学科学课程标准》，强调应重视与STEAM教育相关的创新科技课程；2018年，中国教育科学研究院发布《中国STEM教育白皮书》，指出可基于STEM教育理念培养学生的综合素质；吴锦兰（2018）结合自身的教学实践和STEM教育理念的指引，提出了初中物理有效教学策略；2019年，教育部中小学人工智能类课程的开设，进一步为STEAM教育课程提供了人工智能、编程、大数据等知识和技术层面的支持。除此以外，通过分析这一阶段STEAM教育发展的社会背景、政策文件和相关研究文献发现，在STEAM教育的发展期，无论国家层面，还是科教人员，都日渐认可并致力于推动实现STEAM教育在中国本土化的发展，研究内容不断宽泛。

3.1.3 成熟期（2020年至今）

2020年，教育部和乐高集团签署的《关于“创新人才培养计划（2020-2024年）”》，标志着第三轮创新人才培养计划的正式启动，这也激发了众多专家学者对教师的跨学科教学能力、学生的创新能力和信息素养等方面的研究热情；周颖（2021）以海底生态链的教学设计为例，提出STEAM教育模式的跨学科融合思维，既有利于教学改革工作的实施，又能推进人才培养目标的落地；宋乃庆（2022）等人在STEAM教育理念的支撑下，结合国内外基础教育人才培养的框架，构建了相关的测评指标体系。由此可见，在2020年以后，我国对STEAM教育的研究已日渐成熟，国内研究的关注焦点已逐步从STEAM教育理念本身，走向对教师和学生的关注层面，体现出了以人为本的教育思想。

3.2 研究成果的地域分布

为了解STEAM教育研究成果的地域分布，利用Endnote软件从研究者所属的机构、不同区域的发文量等维度，对文献来源机构进行计量分析发现，上海、北京、广东等地区在探索期都尝试开展过相关的研究，但该时期的研究大多停留在对国外STEAM教育推行的评述层面，未究其更深层次的应用；在发展期，对STEAM教育开展研究的机构主要集中在东北师范大学、华东师范大学、陕西师范大学、长春师范大学、首都师范大学、华南师范大学等师范院校中。另外，佛山科学技术学院、西南大学、广州市教育信息中心等非师范类院校机构对其研究量也相对较多。结合机构所属的地理位置进行划分发现，在发展期对STEAM教育研究的机构主要集中在上海、广东、北京等经济较发达的地区；进入成熟期，以西南大学、广西师范大学、华南师范大学、佛山科学技术学院等为代表的机构对STEAM教育的研究成果输出数量较多，而这些机构主要集中分布于我国南方区域。

由此可见，经济较发达的东部沿海以及南方较发达城市对于STEAM教育的研究较为深入。为保证研究数据的客观性和可靠性，基于2021年我国各城市的GDP排名，将GDP排名在1-10的城市划分为第一组，GDP水平为11-20的归为第二组，21-31的合为第三组，得出各时期研究成果的地域分布情况如图2所示。

结合上文的分析和图2的数据可以发现，STEAM教育的相关研究相对更集中于上海、广东、北京、江苏等经济较发达的省市。而新疆、贵州、海南等经济相对欠发达地区近年在STEAM教育领域的相关研究虽亦呈上升趋势，但其发展速度显著低于经济发达省市。对此，或可通过国家和省市等层面的政策支持、跨地域学者合作、构建学习资源库、搭建STEAM教育研讨交流平台等方式实现STEAM教育的地域均衡化发展。

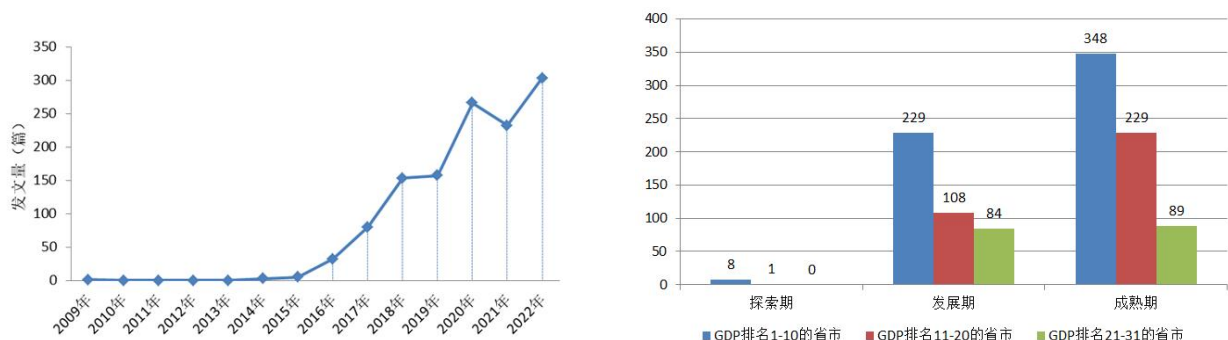


图 1 国内 STEAM 教育期刊发文量分布图

图 2 各时期研究成果的区域分布图

4. 国内 steam 教育研究的热点演变

4.1 研究热点演变趋势

关键词能够对文章的主要内容加以概括，因此对某一领域相关文献的关键词进行分析，能够较好地获知该领域的研究热点（姜卓希，2021）。本研究在进行高频关键词分析的过程中，首先通过 Endnote 软件中的"Subject Bibliography"功能统计各关键词出现的频率，统计结果如表 1 所示。其次将相关文献信息从 Endnote 软件中导出保存为 Ris 格式，用以在 VOSviewer 软件中生成可视化效果更好的关键词共现图谱。

表 1 高频关键词

关键词 \ 频次/年份	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	合计
STEAM 教育	15	27	60	101	108	83	60	454
STEAM	7	29	46	32	69	75	50	308
创客教育	5	25	19	21	21	11	9	111
STEAM 教育理念	0	1	2	11	19	20	17	70
STEAM 理念	0	2	3	2	19	13	16	55
核心素养	1	5	8	12	8	8	4	46
教学模式	0	1	10	7	11	10	5	44
教学设计	0	1	2	4	9	14	10	40
STEM 教育	1	1	7	2	8	6	8	33
项目式学习	0	0	4	9	4	9	4	30
创客空间	8	4	8	2	6	1	0	29
创客	9	1	6	4	1	3	0	24
创新能力	2	5	1	0	6	6	3	23
STEAM 课程	0	5	2	3	7	5	1	23
信息技术	0	1	4	3	9	2	1	20

从表 1 所筛选的出现频率不低于 20 次的关键词在各年份的分布情况发现，STEAM 教育和 STEAM 的出现频率最高，这也是本次研究的领域界定所在；其次创客教育、STEAM 教育理念、STEAM 理念、核心素养等关键词的出现频率，展现了有关 STEAM 教育研究的主要方向。在表 1 的数据结果上，进一步基于时间演变的视角进行分析发现，在 2016-2022 年这一时段内，我国 STEAM 教育的研究热点呈现出从“创客、创客空间、创客教育”到“核心素养、项目式学习、教学模式”再到“教学设计、STEAM 理念、STEAM 教育理念”等的演变趋势。

4.2 研究热点的聚焦类群

VOSviewer 能够通过可视化图像展现某领域研究的热点问题，相比于 Endnote 的表格式输出更为直观。在 VOSviewer 中，通过“Minimum number of occurrences of a keyword”功能，将关键词出现的频率限定在 3 次以上，得出的关键词共现图谱如图 3 所示。其中，关键词出现的频率越高节点越大，不同节点的颜色指向不同阶段 STEAM 教育的研究热点，节点间的线条代表着知识流向，并基于时间的先后顺序从紫色逐步过渡到黄色，节点颜色越趋于黄色表示研究领域越趋于前沿。

从关键词共现图谱的线条指向和节点颜色变化趋势可以发现，我国对 STEAM 教育的研究呈现出从创客教育、创客空间、课程资源等泛化的研究，逐步走向幼儿园课程、青少年、教师专业发展、创新创业等细化研究领域的发展趋势。

为了更好地概括和呈现研究热点，通过“Minimum number of occurrences of a keyword”功能，将关键词出现的频率限定为 8 次以上，得出的聚类分析结果如图 4 所示。其中，节点越大代表该关键词出现的频率越高，不同的颜色代表着不同的聚类集群，因此整体

可将 STEAM 教育的研究热点划分为 5 个聚类集群。

对关键词分群网络图分析发现, 集群 1 主要展现了 STEAM 教育理念在课程设计层面的应用, 包括跨学科融合、校本课程的设计、课程开发、创新教育等; 集群 2 展现的是 STEAM 教育实践的方式, 包含创客教育、项目式学习和编程教育等; 集群 3 呈现的 STEAM 教育在儿童教育方面的实践应用, 包括小学科学、学前教育、教学实践等方面的研究; 集群 4 展现的是 STEAM 教育在创新型人才培养方面的研究, 包括教育改革、新工科、教学改革等; 集群 5 是对 STEAM 教育价值取向的相关研究, 包含深度学习、科学素养、教育理念、信息技术等层面的探讨。然而, 由于集群中的部分热点出现重叠的现象, 因此本文基于各类群的研究中心做出进一步过滤整合后, 将 STEAM 教育研究热点的聚焦类群划分为课程改革、教学实践和人才培养三个范畴。

4.2.1 基于 STEAM 教育的课程改革热点分析

STEAM 教育通常要求学生通过团队合作的方式, 将多学科的知识进行融合, 进而完成某个项目或解决某个问题。从本质上来看, STEAM 教育是一种综合课程教育 (胡焱, 2019), 其目标在于实现学生在人文艺术、创新协作、问题解决等方面能力的全面发展 (杨勇, 2021)。然而, 由于目前与 STEAM 整合的科目多为工科, 所以在课程设计时经常会出现过于重视工程设计任务的发掘 (刘健智, 2022), 而忽视对学生人文艺术等方面培养的问题。因此, 在 STEAM 教育理念的引领下, 深化课程改革势在必行。

国家宏观层面目前对 STEAM 课程改革的贡献主要表现在课程开发、基于教育新基建的资源供给等方面。相关专家研究者基于这一研究热点, 可以深入探讨跨学科融合的课程开发方式、创新教育等内容; 学校微观角度目前的研究主要集中于校本课程这一范畴。基于 STEAM 课程回归生活、回归社会、回归自然的本质诉求, 各校在实施课程标准, 设计校本课程的过程中, 应当立足于生活中的实际问题, 增强学生综合性的参与感和体验感。

4.2.2 基于 STEAM 教育的教学实践热点分析

STEAM 的教学方法与核心是以问题为导向的项目式教学 (刘绮璇, 2022), 而创客教育是在 STEAM 教育理念引导下通过跨学科综合实践活动培养学生多方面能力的教育方式 (宋乃庆, 2022), 两者均是目前 STEAM 教育教学实践层面的研究热点所在。与此同时, 从关键词分群网络图教学实践集群中发现, 目前 STEAM 教育理念指导下的教学实践研究还涉及到了机器人教育、计算思维培养和编程教育等方面。

2017 年教育部印发《中小学生综合实践活动课程指导纲要》以来, 我国在中小学所开展的机器人教育日渐趋于常态化。然而, 教师教学时往往过于重视学生任务完成的结果, 而忽视学生运用多学科知识解决问题的过程 (刘朋飞, 2021)。由此可见, 基于 STEAM 教学实践的计算思维 and 核心素养等方面的研究还有较大的发展空间。

4.2.3 基于 STEAM 教育的人才培养热点分析

STEAM 教育是培养全体学生综合素质的载体。自引入 STEAM 教育理念以来, 我国在 STEAM 教育理念指导下的人才培养目标主要是中小学生学习能力、实践能力和学习能力的提升 (宋乃庆, 2022)。近年来, 诸多研究者对 STEAM 教育理念在人才培养层面展开了实践研究。例如, 杨勇 (2021) 等人认为高职院校应当引入并重视 STEAM 教育理念, 推动高职院校创新型数字人才培养工作, 实现多元育人愿景的议题; 马宋乐 (2022) 结合疫情背景下的社会情况提出, 对于学前到 5 年级的学生而言, STEAM 教育能够提高他们的认知能力和学业成绩, 基于 STEAM 教育的这一优势, 美国预期将会在疫情后对幼儿教育体系的相关内容进行重建。

综上所述, 目前我国对 STEAM 教育在中小学层面的研究已趋于成熟, 因此在未来 STEAM 教育理念指导下的人才培养层面, 专家学者们或可延展到高职院校、学前教育等领域。

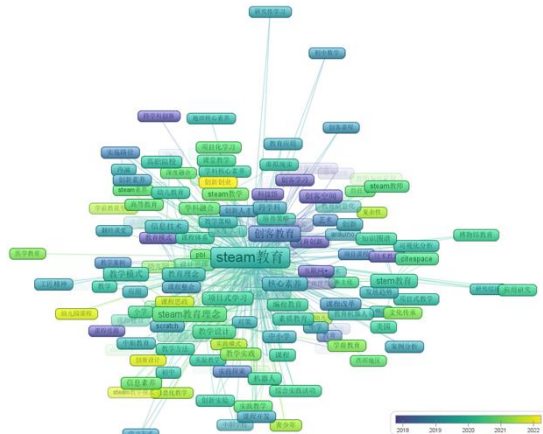


图3 关键词共现图谱图

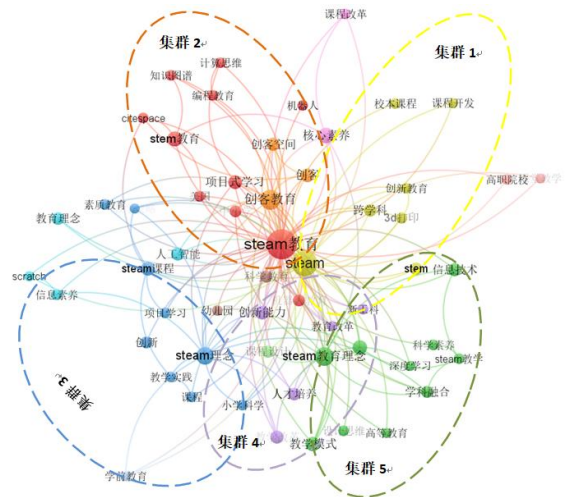


图4 关键词分群网络图

5. 结论

本文基于文献计量法，在 VOSviewer 和 Endnote 软件的支持下，以国内与 STEAM 教育主题相关的 1096 篇文献为研究对象，立足于研究发展的时空变化和热点演变，从研究文献的历史沿革、研究成果的地域分布、研究热点的演变趋势和研究聚焦类群的分析等方面进行了量化研究或可视化分析，并得出以下几点结论。

5.1 国内 STEAM 教育研究经历了“探索-发展-成熟”三个阶段

在前人研究的文献成果基础上，通过分析国内 STEAM 教育期刊发文量年度分布图和高频关键词表后发现，我国 STEAM 教育的发展整体上可划分为三个阶段：探索期（2009 年-2015 年）、发展期（2016 年-2019 年）、成熟期（2020 年至今）。STEAM 探索期对 STEAM 教育的研究成果较少，研究内容主要为 STEAM 教育概念和发展等基础层面；发展期的开端与创客思想的引入息息相关，此阶段的研究主要集中在创客、创客空间、教学模式和核心素养等层面，较探索期而言无论是在研究成果的数量还是内容的深度都有所提升；伴随着第三轮创新人才培养计划的正式启动，我国 STEAM 教育研究也步入了成熟期，日渐体现出以人为本的教育思想。

5.2 跨地域合作较为局限，研究成果地缘失衡

从研究成果的地域分布研究图中发现，无论是在探索期、发展期还是成熟期，都呈现 STEAM 教育研究成果集中于经济较发达的地区，经济欠发达地区的研究进度相对较缓慢，凸显出研究成果地缘失衡的现象。陈卓（2022）等人提出，促进区域教育均衡发展，离不开国家政府层面的支持，需要加大教育信息化建设的投入。龙杰（2022）等人通过梳理美国高等教育均衡发展特点、路径，得出我国教育均衡发展需要全面统筹，加强顶层设计，促进区域和地方合作的启示。因此，为实现国内 STEAM 教育均衡化发展，国家和省市相关部门应从宏观市场出发，提供相应的政策支持、构建学习资源库、搭建 STEAM 教育研讨交流平台等，同时鼓励跨地域学者进行积极的合作，共同探讨我国 STEAM 教育的长远发展。

5.3 聚焦热点较为泛化，有待进一步深入与细化

通过对关键词共现图谱分析发现，在关键词出现频率限定为 3 次的情况下，伴随着时间的推移，国内 STEAM 教育的研究呈现出从创客教育、创客空间、课程资源等泛化的研究，逐步走向幼儿园课程、青少年、教师专业发展等细化研究领域的趋势。然而，当词频次数限定为 8 次时，关键词分词网络图呈现的研究热点则主要为跨学科融合、校本课程的设计、课程开发、人工智能、创新教育等宽泛的概念。例如，傅骞（2014）等人关于创客教育与 STEAM 教育的融合研究，主要聚焦于创客空间设计及平台的建设，袁利平（2017）等人关于 STEAM 教育与核心素养对接的研究，更多的是围绕我国宏观的立德树人的目标而开展的，（陈远娇，2021）提出未来的 STEAM 课程实践应重视其本土化发展，均未能更深入地探讨 STEAM 教

育在我国微观层面的实践应用。由此可见,国内对 STEAM 教育的研究虽然有向细化领域探讨的趋势,但是聚焦度和研究深度依旧不足。在此基础上,本研究聚焦课程改革、教学实践和人才培养展开深入分析,提出未来的研究或可从跨学科融合的课程开发、计算思维和核心素养的提升、立足于高职院校或学前教育的人才培养等方面做出进一步深入与细化的探讨。

参考文献

- 范文翔,赵瑞斌,&张一春.(2018).美国 STEAM 教育的发展脉络、特点与主要经验.比较教育研究,40(06),17-26.
- 李芒,&易长秋.(2022).STEM 教育的困境与审思.中国远程教育(09),27-33+79.
- 廖胜姣(2011).科学知识图谱绘制工具 VOSviewer 与 Citespace 的比较研究.科技情报开发与经济,21(7),137-139.
- 胡玥,董永权,&杨森(2017).基于 CiteSpace 的国内翻转课堂研究现状与趋势研究.高教探索,(11),50-57.
- 姜峰,&王新俊.(2009).《美国竞争法》述评.外国中小学教育,(01),64-65+14.
- 李小涛,高海燕,邹佳人,&万昆.(2016).“互联网+”背景下的 STEAM 教育到创客教育之变迁——从基于项目的学习到创新能力的培养.远程教育杂志,34(01),28-36.
- 吴锦兰.(2018).基于 STEM 教育理念的初中物理有效教学探究.考试周刊,(72),150-151.
- 周颖.(2021).借助格灵世界软件推进 STEAM 教育——以海底生态链的教学设计为例.中国教育技术装备,(15),56-58.
- 宋乃庆,沈光辉,&高鑫.(2022).基于 STEAM 教育理念的中小学创客教育测评指标体系构建.中国考试,(10),74-83.
- 姜卓希,杨婷,&王雨.(2021).基于 Citespace 知识图谱的中医药防治痛风病研究可视化分析.世界中医药,16(1),20-27.
- 胡焱,&蒋秋.(2019).数学教育与 STEM(STEAM)教育的融合:机遇与挑战——基于数学教育与 STEM(STEAM)教育国际学术研讨会.数学教育学报,28(06),92-94.
- 杨勇,商译彤.(2021).STEAM 教育视域下高职院校培养创新型数字人才的思考.教育与职业,(07),52-58.
- 刘健智,&胡惠琪.(2022).物理教学融入 STEAM 教育:物理-STEAM 课程教学模式的构建.物理教学,44(06),15-19.
- 刘绮璇,&李红菊.(2022).PBL 项目式学习 STEAM 课程中设计思维的培养.艺术教育,(06),202-205.
- 刘朋飞,袁久捷,&张嫻.(2021).STEAM 理念下小学生机器人项目式学习实践研究——以“精准防御抗击病毒”竞赛项目为例.中国教育信息化,(14),26-29.
- 马宋乐.(2022).美国:重视发展从学前到小学阶段的 STEAM 教育.人民教育,(10),13.
- 陈卓,尚海洋,樊姣姣.(2022).教育信息化 2.0 时代教育均衡发展研究——基于面板门槛回归模型.开放教育研究,28(04):66-73.
- 龙杰,丁玖.(2022)美国高等教育均衡发展路径研究及启示.中国高等教育,(11):62-64.
- 傅骞,王辞晓.(2014).当创客遇上 STEAM 教育.现代教育技术,24(10):37-42.
- 袁利平,张欣鑫.(2017).论 STEAM 教育与核心素养的对接.陕西师范大学学报(哲学社会科学版),46(05):164-169.
- 陈远娇.(2021).我国近十年 STEAM 课程的研究现状及发展趋势研究——基于 CiteSpace 的图谱分析.伊犁师范学院学报(自然科学版),15(03):68-76.

跨学科融合视角下高中生创新能力培养的教学活动探究——以创客课程《安全小超人》为例

Research on Teaching Activities of Cultivating Senior High School Students' Innovation

Ability from the Oerspective of Interdisciplinary Integration——Take the Maker Course

"Safety Superman" as an Example

王敏敏, 孙晓叠, 何天意, 汪硕

西北师范大学

912809941@qq.com

【摘要】 在跨学科创新视角下, 创客教育与 STEAM 教育存在诸多共通之处, 可以相互补充。在创客教育探究实践活动中, 如何能够有效培养高中学生的创新能力是新型教学模式下教师面临的教学困境。本文介绍分析总结了当前创客课程实施的现状, 结合新课标对学生创新思维能力培养的要求, 设计了依托图形化编程软件 Mind+, 创新项目式教学模式来进行教学实践。旨在新技术支持的 STEAM 教育视角下发展学生的动手实践能力, 培养学生的创新能力, 为高中阶段创客教学提供有价值的参考。

【关键词】 创新能力; 创客课程; Mind+; 教学实践; STEAM 教育。

Abstract: From the perspective of interdisciplinary innovation, maker education and STEAM education have a lot in common and can complement each other. How to effectively cultivate the innovation ability of high school students is a teaching dilemma faced by teachers under the new teaching mode in the practice of Maker Education Inquiry. This paper introduces analyzes and summarizes the current situation of the implementation of Maker courses. Combining the requirements of the new curriculum standard for the cultivation of students' innovative thinking ability, it designs an innovative project-based teaching mode relying on the graphical programming software Mind+to carry out teaching practice. The purpose is to develop students' practical ability and cultivate their innovative ability under the perspective of STEAM education supported by new technology, and provide valuable reference for the teaching of makers in senior high school.

Keywords: Innovation ability, Maker courses, Mind+, Teaching practice, STEAM Education

1. STEAM 教育和创客教育的融合

STEAM 教育着力培养以“解决问题、逻辑思维、批判性思考和创造力”为核心的科学素养。STEAM 不仅综合了多种学科的知识, 更是融合了不同学科所蕴涵的实践活动、精神内涵和价值观, 可以认为是一种多元学科文化的融合创新。

创客教育强调行动、分享与合作, 注重与新科技手段相结合, 可以让学生通过教育, 实现一个完整的工程训练过程, 学生不再只是知识的消费者而同时也是生产者, 学校也不再只是知识传播的空间而转变为以实践应用和创造为中心的场所, 因此这一教育模式逐渐发展为跨学科创新能力培养的新途径。

创客教育是 STEAM 教育的实施的有效手段, STEAM 的融合式教育改变了传统的教育模式。对于 STEAM 来说, 创客教育是最好的抓手: 数字化设备极大提升了动手实践的效率, 使学生有时间进行多种尝试, 甚至包括允许学生进行试错。其次, STEAM 教育是创客教育的

必要补充, 创客教育注重实践和探索, 而 STEAM 教育是结合多门学科的理论知识, 通过这种理论与实践结合的形式能够让学生们在学习的过程中更加容易的体会到多学科融合的重要性。在实际的应用中我们必须要做到两者的有效结合, 一是借助创客教育来培养学生的 STEAM 课程的核心素养, 目标是通过解决实际问题, 培养跨学科应用人才。二是借助 STEAM 理念来开展创客教育, 目标是通过造物, 培养有创新能力的人。

2. 我国创客课程实施的现状分析——以兰州市为例

根据实地走访调查研究发现, 兰州市中学的创客课程设施较为完整, 有一些课程实施的基础, 。中小学的创客课程和活动的实现形式较为单调, 以机器人类创客为主, 大部分学校创客课程呈现常态化的趋势。但是课程开设范围较小、课时较少, 并且创客课程开设形式单一。其中的问题在于各个学校的创客课程内容不同, 且各个学段的课程缺乏衔接, 不利于区域内创客的交流和发展。通过与教师的访谈, 文献研究以及实地走访了解到, 目前大部分学校的创客课程受众有限。例如, 某所已经开展创客教育的学校, 创客课程的授课对象是小学六年级的部分学生, 授课内容是 Scratch 编程, 以兴趣班的形式上课, 每周上 2 个课时。在上课的时候, 兴趣班的学生大多是男生, 女生只有个别。并且授课的内容主要是 Scratch 编程软件操作的讲解, 不是所有的学生都感兴趣。此外, 高中的创客课程受到升学的压力, 开展较少。

因此, 兰州市教育部在多所学校开展了基于群体创新空间的创客教育活动, 并积累了一些经验。根据这些经验, 在学校中借助创客教育培养学生的 STEAM 课程自身独有的核心素养, 或者基于 STEAM 教育理念进行创客教育, 学习以“创客三件套”为核心的系列创客课程。

3. Mind+和 Arduino 创意编程套件的认识

3.1. Mind+ 编程软件

Mind+, 全称为 Mindplus, 是我国 Dfrobot 公司出品的一款操作简单、趣味性强的图形化编程软件。该平台功能丰富, 界面简洁美观, 集成各种主流主控板及上百种开源硬件。同时它支持人工智能与物联网功能, 既可以拖动图形化积木编程, 还可以使用 Python/C/C++ 等高级编程语言, 让大家轻松体验创造的乐趣。最后, Mind+ 非常具有趣味性, 无论中小学生, 都对造物记得创客课程感兴趣, 而 Mind+ 正为学生的跨学科学习提供了必要的内在条件。



图 1 图形化编程软件 Mind+

3.2. Mind+Arduino 创意编程套件

Mind+Arduino 创意编程套件, 是一套专为学生设计的编程学造物套件。孩子可以在一个个趣味编程项目中, 学造物记通过“创造力”来改造生活, 找到解决问题的方法。连接方式: 采用开源硬件中最为普遍的 Ph2.0 3Pin 接口, 数字与模拟接口由不同颜色杜邦线连接。此套件包含主控板, 扩展版, 各种传感器。为学生创客课程提供了较好的材料。



图 2 Mind+Arduino 创意编程套件

4. 基于 Mind+软件的趣味编程教学案例设计

笔者在教学实践中，已经在兰州市 X 中学进行了为期一年的创客相关课程的教学实践，包括 Arduino 机器人套件、Mind+软件、大颗粒等创客课程的教学与实践，向中学的信息技术老师学习，设计了高中生创新能力培养的教学活动案例《安全小超人》，该案例采用项目式学习的方式开展教学和学习，在项目内容的设计上整合了高中一年级信息技术课《信息技术基础》部分章节的内容，提取部分知识点统整到“安全小超人”项目的学习中。




4.1 研究对象

为了能够得到更好的实验数据，笔者及其团队针以兰州的三所高级中学的高一年级选修学生作为样本进行调查研究。在此调查研究中，三所学校研究对象共计 200 人，其中男生 135 人，女生 65 人。他们均接触过简单的图形化编程软件，了解了 Arduino 创意编程入门套机。对创客教育和 STEAM 教育相关的知识十分了解。

4.2 学习设计内容

教学目标：（1）知识与技能，学生能够熟悉 Arduino Uno 板的构造及拓展板端口的接线方式；能够熟练掌握闪灯程序的编写方法；能够了解输入语句的含义与对应的执行过程；（2）过程与方法，学生能够熟练掌握利用工程思维/工程设计过程解决问题的方法；能够熟练掌握小组合作学习的策略和方法；能够熟练应用思维导图对问题各模块进行分解阐述。（3）情感态度与价值观，通过“安全小超人”项目的设计和动手实践，学生能够体会到学习编程的乐趣、体验 Arduino 创意编程的魅力，培养正确的科学技术应用观；

表 1 教学案例实践过程

实施环节	教学活动
创设情境，呈现主题任务	主题任务（第 1 课时） 如果我们身边拥有一只大白或者像长江七号一样的娃娃陪着我们那晚上一个人是不是就没有那么害怕了呢？教师展示自己作品（展示安全小超人作品）那我们这节课就一起做一个属于我们的“安全小超人”吧！
分析任务，绘制流程图	思考问题：小超人身上要有哪些功能呢？绘制一个属于你们小组的“安全小超人”所需具备功能的思维导图。 <div></div>
学习新知，自主探究任务	我们今天就先借助 Arduino 实验箱来帮我们制作安全小超人，让它具备最基本的两个功能：灯亮、声响。 <div></div>
沟通协作，完成主题任务	1. 开源硬件电路连接 当我们遇到危险的时候灯泡亮，蜂鸣器响，否则程序不执行， 2. 编程 假设 Uno 主程序执行时就是遇到危险的状况，那么灯亮。 <div></div>
测试与提升，完善主题任务	1.完善（第二课时） 设计完整的安全小超人编程，让它在我们发生危险的时候保护我们。 2.提升 （1）尝试让蜂鸣器播放我们自己编写的歌曲（例如：小星星） （2）了解 SOS 紧急救援信号灯的原理，尝试制作 SOS 信号灯吧！
交流评价，总结延伸主题	项目终于完成，分小组展示，小组互评，教师总体评价，共同研究学习。 总结扩展本节课学习内容

4.4 实验效果反馈

在本轮课程学习结束之后，笔者进行每小组随机选取一个代表进行一对一访谈。主要向学生了解在本课程中关于创新的学习体验以及对学习活动设计的建议，将学生的访谈内容整理后，得到以下几点：（1）该学习活动能够促进学生的创新能力。（2）太过重视项目方案设计环节，缺乏对方案可行性的判断。（3）协作小组学生之间性别差异影响创新能力的展现，在调

查样本中, 男女比例差距严重, 因此, 每个小组男生多, 女生少, 导致在创新作品时, 出现差异化的矛盾。

5. 总结与反思

本研究以趣味化编程软件 Mind+ 作为教学环境, 在跨学科融合教学理念的指导下, 围绕高中创客课程进行趣味教学研究, 结合任务驱动教学和情景式教学构建了高中创客教育课程趣味编程教学设计模型, 基于 Mind+ 的趣味编程教学模式有助于学生的编程学习和思维提升, 该模型仍需在多轮实践中逐步完善, 为高中编程教学提供借鉴和参考价值。

通过初步探究, STEAM 教育与创客教育都有相通之处, 两者深度融合, 相信更利于培养学生的创新设计能力和适用社会发展的综合素质能力。本文仅仅是以笔者所实习学校为参考, 初步探讨了 STEAM 教育和创客教育跨学科融合的策略和教学设计的实施, 以期能够通过两者的良性结合, 让学生通过综合实践课程中提升 STEAM 核心素养, 再通过动手造物, 培养学生的创新创造能力, 让学生具备创客的品质, 真正让两者的融合为学生适应未来的能力得到提升。但是本文因为实验时间较短, 样本小, 因此探索出的策略还较为浅显, 还需进行两者深度融合策略上的研究和探索, 在多个学校实施, 为将来的研究提供理论和实践基础。

参考文献

- 韦练.(2021).创客教育和 STEAM 教育的融合与创新.王志刚.(eds.)融合信息技术·赋能课程教学创新——第六届中小学数字化教学研讨会论文案例集(pp.307-310)..
- 杨大亮,赵磊,徐林 & 孙嘉翌.(2020).融合 STEAM 理念的创客教育教学模式研究.科技创业月刊(09),118-121.
- 许绍丽.(2020).STEAM 教育与创客教育跨学科融合策略初探.新课程(04),132-133.
- 王碧芳.(2019).融合 STEAM 的创客教育课程设计与实施(硕士学位论文,宁波大学).
- 张淳.(2022).基于 Arduino 平台的小学创客教育校本课程开发研究.电子技术与软件工程(18),42-46.
- 钱斌.(2022).基于创客教育的 Scratch 课程教学模式构建策略——以《初识 Scratch》的教学为例.小学教学参考(21),80-82.
- 刘渭.(2022).创客教育背景下 C-STEAM 教育理念在高中信息技术教学中的应用研究(硕士学位论文,陕西理工大学)
- 李俊青 & 王进磊.(2020).基于创客教育的高中学生创新能力培养研究..(eds.)2020 年“互联网环境下的基础教育改革与创新”研讨会论文集(pp.252)..

STEAM 教育教具與教材在國小推動的困境與突破

Challenges and breakthroughs in promoting STEAM education teaching aids and teaching materials in elementary schools

吳聲毅^{1*}, 楊桂瓊², 廖宜虹³, 蘇育生⁴

¹ 國立屏東大學 STEM 教育國際碩士學位學程

² 國立屏東大學科學傳播學系

³ 國立屏東大學大武山學院

⁴ 國立臺灣海洋大學資訊工程學系

* digschool@gmail.com

【摘要】 STEAM 教育目前是世界各國推動的重點教育政策，包含 K-12 的基礎教育。然而目前在國小階段，市面上已有很多 STEM 教育相關的教具與教材，但依然有一些不足。包含常見依序組裝的教具、每個教具議題獨立、太過依賴購買教具、無法跨域學習、跨域學習不符合年級知識、教師與家長不知如何引導、沒有雙語教材、無法線上學習等。本研究將提出在國小推動的困境與突破。

【關鍵詞】 STEAM 教育；國小；教具；教材；跨領域

Abstract: Globally, STEAM education is becoming the top of educational priorities, which includes K-12 education. Despite the availability and variety of teaching aids and teaching materials related to STEAM education, there is still a scarcity of effectiveness and efficiency in learning, such as learner passive learning with following assembly instruction, self-contained but incoherent thematic topics across the learning kits, over-reliance on the teaching-aids purchase, lack of interdisciplinary experience and cognition development, unhandy or non-user-friendly guidebooks for teacher and parents, shortage of bilingual materials and resources, non-access to online learning, and so on. The purpose of this research project is to examine the current dilemma and propose solutions to the promotion of STEAM education in Taiwan's primary schools.

Keywords: STEAM education, elementary school, teaching aids, teaching materials, interdisciplinary

1. 背景與動機

在因應社會快速變遷的需求，各國近幾年來積極培育 STEAM 領域的人才。目前世界各國皆快速展開 STEAM 教育的推動計畫，包含高等教育及 K-12 教育。其中，在 K-12 階段，NRC(2014) 出版 *STEM Integration in K – 12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*，為 K-12 推動跨域 STEM 教育推動奠定基礎。

根據許多 STEAM 相關研究(如 Marshall & Harron, 2018)指出，STEAM 教育在推動時，教師專業訓練與設備、環境是教師們認為在推動 STEAM 教育實作需要受到支持的。其中，STEAM 教具與教材扮演著重要的角色。美國研究機構(American Institutes for Research, 2016)在 STEM 2026 報告書中指出，STEM 教育培養終身學習的理念，透過實踐社群發展，累積豐富的實務經驗，進而培養多元的學習者，而並非只是提供制式化的活動。因此，為了避免某些透過組裝就可完成任務的教具與教材，俗稱科技(學)勞作。一個有設計過的 STEAM 教具與教材，將是扮演教學活動是否多元、是否能讓孩子進行動手探究很重要的元素。

2. 現況與困境

目前市面上已有許多 STEAM 教育相關教具，在 amazon.com 網站以“stem toy”進行搜尋，有超過 2 萬個商品(2022.11.05)，顯示 STEAM 教育相關教具以是非常普及與多元。然而，目前雖然有許多 STEAM 相關的教具與教材，但從文獻與教學現場尚有一些現場的需求還需

要解決。

1. 一些 STEAM 教具像是科技勞作，只需要透過動手組裝就宣稱達成 STEAM 教學的成果。
2. 每一個學習議題的 STEAM 教具各自獨立，無法混用(Estapa & Tank, 2017)。
3. 學校教師或孩子的家長為了讓學童進行 STEAM 學習，會買相關教具，但 STEAM 教育的學習並非一定要買教具，我們應該指導學童透過生活中不用的素材也可以應用來解決問題。
4. 一些 STEAM 教具的學習目標只有單一科目，如工程、科技等，學生在學習時無法了解如何透過跨領域的知識進行設計已解決問題(Kelley & Knowles, 2016)。
5. 一些 STEAM 教學所學的知識常常不符合學習者的現有知識結構，如國小三年級的內容所提出 STEAM 教育關於數學的關係，可能是小六的內容。
6. 家長或教師在讓孩童使用 STEAM 教具時，如沒有相關經驗，有時無法了解如何透過動手實作引導進行探究活動。
7. 在台灣，目前積極推動雙語政策，但國小階段面臨沒有 STEAM 雙語教材的問題(Tytarenko et al., 2021)。
8. 因 COVID-19 疫情影響，國小階段突然進行數個月的線上學習。但因為動手實作活動不易透過線上進行，因此影響教學與學習安排(Lin & Tseng, 2020)。

3. 突破與解法

上述八點為目前研究團隊針對國小 STEAM 教具與教材在文獻上與教學現場所發現的問題。因此，為解決以上問題，本研究提出相關策略。

1. 編製教材書籍，教師、家長或學生，可以根據教材的引導與學習單的完成，進行跨領域的學習與探究活動。
2. 以課綱為基礎，設計譬如三至六年級跨領域的活動。這四個教具將擁有共同的模板，可用於四個年級的活動。而一些電子零件，也可使用國小常用的設備，減少重複購買的困擾。
3. STEAM 教育強調跨領域解決日常生活能力的培養。為了培養此能力，可採用生活中常見的素材，讓學童可以將日常廢棄的材料加以使用，可以展現環保與創意。
4. 以課綱為基礎，設計三至六年級四個跨領域的活動。每一套教具及教材，皆是以該年級的學習內容為主，並跨科學、科技、工程、數學與藝術，以讓學童了解如何將知識進行應用。
5. 為了讓教師在進行 STEAM 之雙語教學時有可使用的教材，教材將以中文與英文呈現。每本教材皆先以文章呈現主題單字、重要句型，並適當引導不同學科領域之文本比較。
6. 因疫情影響改成線上教學，因此針對動手實作活動，應開發數位平台，並導入自主學習策略。在後疫情時代，讓學生在學校或是停課在家，亦可以進行 STEAM 之動手與探究活動。

4. 結語

STEAM 人才培育須從小開始培養。國小階段以跨領域為核心的 STEAM 教育相關教具與教材，目前雖然市面上販售很多，但如沒有系統的規劃，較難以全面性的從課綱進行規劃。因此本研究從八點問題提出六點建議，供相關廠商、實務工作者與研究人員參考。

STEM 教育理念下初中人工智能教学模型构建及实践

Construction and practice of artificial intelligence teaching model for junior high school under the concept of STEM education

宋金妮^{1*}, 薛耀锋¹

¹ 华东师范大学教育信息技术学系

*jnsong9@163.com

【摘要】 为使 STEM 教育理念与人工智能课程相融合创新人工智能课程教学形式, 本研究从 STEM 教学理念出发, 以项目式活动为载体, 创建初中人工智能课程教学模型并实践, 从而创新人工智能课程学习方式, 以期义务教育阶段人工智能课程的建设 and 开展提供教学思路并在此过程中培养学生跨学科解决问题的能力, 提升学生综合能力, 从而培养 21 世纪的素质人才。

【关键词】 STEM 教育; 6E 教学模型; 人工智能; 初中生

Abstract: In order to integrate STEM education with artificial intelligence courses and innovate the instructional form of artificial intelligence courses, this study starts from the STEM teaching concept and takes project-based activities as the carrier to create a instructional form of artificial intelligence courses in junior high schools and practice, so as to innovate the learning mode of artificial intelligence courses, and provide teaching ideas for the construction and development of artificial intelligence courses in the middle school and cultivate students' interdisciplinary problem-solving ability and improve students' comprehensive ability in the process, so as to cultivate the 21st century talents.

Keywords: STEM education, 6E instructional model, Artificial intelligence, Middle school

1. 前言

随着人工智能技术的发展, 掌握利用人工智能技术成为当下人才培养的重要方面, 但纵观目前人工智能课程的现状, 仍存在教学形式单一的问题。而 STEM 教育通过强调多学科融合与人工智能课程的跨学科属性相契合, 因此, 本研究借鉴 STEM 教学中项目的设计, 结合 STEM 教育中 6E 教学模型, 构建初中人工智能课程的教学模型并给出实际教学活动案例, 以期为人工智能课程的开展以及学生高阶能力的培养提供参考意义。

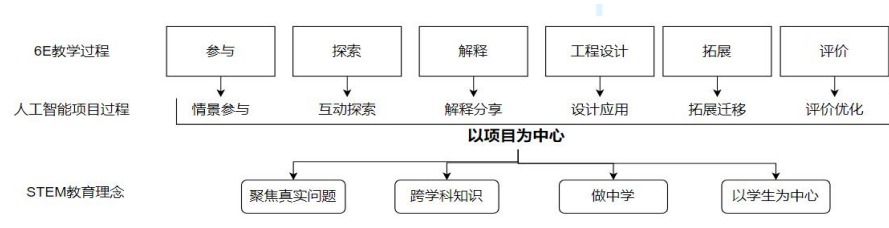
2. 理论依据

STEM 教育强调跨学科整合知识相融合。6E 教学模型是 STEM 教育中常用的一种教学模型, 包括探索、发明、发现三个环节六个步骤, 强调对于学生的设计及探究能力的培养。其中六个步骤包括: 参与、探究、解释、工程设计、拓展以及评价。通过六个步骤可以深化 STEM 教育的落实并支持人工智能课程教学模型的构建。随着人工智能教育的发展, 人工智能课程是实施人工智能教育的重要载体, 初中人工智能课程定位应符合初中学生特点, 在综合考虑学生知识接受水平以及人工智能的课程特点之上进行人工智能课程的设计。

3. 教学模型构建

基于 STEM 教学理念，本研究选取 6E 教学模型，结合人工智能课程的教学特点，以项目为中心展开教学模型的构建，如下图所示，

图 1 STEM 教育理念下初中人工智能教学模型



该教学模型始终围绕项目展开，体现 STEM 教育的四个核心特征并将项目开展过程分为情景参与、互动探索、解释分享、设计应用、拓展迁移、评价优化六个环节。

4. STEM 理念下初中人工智能教学模型案例

基于该教学模型设计相应的教学案例，选取图像识别知识点以及数学计算相关知识点结合智能感知元件，通过“智慧高速收费站”项目体会 STEM 理念下人工智能项目设计过程。本次教学案例活动过程如下：

表 1 智慧高速收费站教学过程

过程	学习活动任务	学习支架
情景参与	1.视频情景感知利用视频进行情景感知引发学生思考 2.明确任务：①完成智能小车的搭建并实现对小车的控制②利用小车运行时间计算高速通行费用。	教学视频、任务单
互动探索	学生借助教师提供的资源及支架完成对要解决问题的分析及硬件的认识	智能小车及相关硬件部分说明、网络资源
解释分享	1.教师讲解功能实现原理 2.邀请学生分享收费站设计思路	图形化编程软件、任务单
设计应用	学生以小组为单位展开项目实践，搭建小车并实现功能。	
拓展迁移	教师启发学生完善更多功能，如实现分段计费等。	
评价优化	1.学生汇报项目作品并评分 2.教师根据学生任务单的填写情况以及参与度等方面对学生的过程性表现进行评价。	汇报 PPT、任务单、

5. 总结

当前我国人工智能课程的建设与教学目前仍处于发展阶段，在借助目前已有的 STEM 教学模型的基础之上，本研究采用 6E 教学模型构建了 STEM 教学理念下的初中人工智能课模型并进行案例的开发，并通过问卷及访谈发现该模型有较好的实施效果，为教学提供了借鉴。

参考文献：

杨海鹏 & 许年.(2022).基于 6E 设计型学习模式的高中通用技术教学设计——以制作 Arduino 红外线避障小车为例. 学园(15),78-
李明.(2022).STEM 教育理念下 6E 教学模式的实践——以机器人与编程课程为例. 西北成人教育学院学报(02),60-66. doi:10.20012/j.cnki.ISSN1008-8539.2022.02.011.

国际不插电计算机科学活动应用研究——基于系统性文献综述

A Systematic Literature Review of International Research on the Application of Computer

Science Unplugged Activities

傅骞^{1*}, 王雯¹, 杨茂鑫¹, 张汇珂¹, 郑娅峰²

¹ 北京师范大学教育学部

² 河南财经政法大学计算机与信息工程学院

*fredqian@bnu.end.cn¹

【摘要】 不插电计算机科学活动在促进编程知识学习和计算思维能力提升等方面具有显著作用,已在国内外基础教育领域得到广泛应用。为全面了解不插电计算机科学活动实施现状,本研究基于教学设计视角,对近20年39项相关研究成果进行系统性综述。结果表明:在教学目标上,不插电计算机科学活动重视基础编程知识教学和计算思维能力培养;在教学设计上,主要采取游戏化、协作化及情境化的教学策略;在教学评价上,多采用课后测试、学生作品、问卷调查和访谈等形式检验教学目标是否达成。基于分析结果,研究进一步提出不插电计算机科学活动的实施建议。

【关键词】 不插电计算机科学; 教学活动; 教学设计; 系统性文献综述; 计算思维

Abstract: Computer science unplugged activities play a significant role in promoting programming knowledge learning and the improvement of computational thinking ability, and have been widely used in the field of elementary education at home and abroad. In order to fully understand the implementation of computer science unplugged activities, this study uses a systematic review approach to analyze 39 research achievements in recent 20 years from the perspective of instructional design. The results show that: in terms of teaching objectives, computer science unplugged activities attach great importance to the teaching of basic programming knowledge and the cultivation of computational thinking ability. In terms of teaching design, game based, collaborative and contextual learning strategies are mainly adopted. In teaching evaluation, tests, questionnaires and interviews are mostly used to evaluate whether the teaching objectives are achieved. Based on the analysis results, this study further proposes suggestions on the implementation of computer science unplugged activities.

Keywords: Unplugged Computer Science, Teaching Activities, Instructional Design, Systematic Literature Review, Computational Thinking

1. 研究背景

不插电计算机科学 (computer science unplugged, 简称 CSU) 是指学生在不使用计算机的情况下学习计算机是如何工作的 (Bell et al., 1998), 与依赖计算机的学习方式相比, 不插电活动提倡采用基于卡片、纸笔等实物的学习活动促进学生对计算机科学的理解。CSU 活动具有独特而丰富的活动特征, 包括“不需电脑”、“游戏化”、“运动感官”、“学生导向”、“故事化”等 (Nishida et al., 2009), 其教学形式丰富, 通常呈现出学生的高度参与性 (Threekunprapa et al., 2020; Twigg et al., 2019; Greenberg et al., 2018)。自1998年此概念首次提出以来, CSU 活动在中小学计算机教学中逐步得到重视, 其对学生编程概念理解、计算思维、自我效能感等方面的提升已得到大量研究证实 (Grover et al., 2019b; Sun L et al., 2021a; Threekunprapa et al., 2020)。伴随不插电计算机科学在应用实践中的不断丰富和扩展, CSU 被发展成为一种成熟的教学活动。这些教学活动把计算机工作原理通过有趣的游戏方式和生活实例情景呈现给学生 (Taub et al., 2009), 使得没有理论基础的学生也能很轻松

地获得对概念和原理的理解。

随着 CSU 领域研究的不断丰富，近期一些学者也对 CSU 活动相关研究进行了整体回顾和分析 (Huang et al., 2021; Battal et al., 2021; Bati, 2021)。然而，这些文章主要采用基本描述性统计，关注实施效果分析，缺乏关于 CSU 活动在实践中如何开展的具体分析，对于实践教学的指导意义不足。基于此，本研究检索并筛选出近 20 年 39 篇国外相关研究，依据成熟的 ADDIE 教学设计模型对其进行编码分析，探究 CSU 活动的教学实践过程和特征，并回答以下三个研究问题：①现有 CSU 活动的教学目标有哪些？②现有 CSU 活动主要采取怎样的教学策略？③现有 CSU 活动如何开展有效的教学评价？研究结合结果进一步给出具体的教学实施建议，为 CSU 更好地提升计算机科学教学实践，促进高阶能力培养提供启示。

2. 研究方法

2.1. 文献检索与筛选

本研究检索了 Web of Science、Eric 和 ScienceDirect 三个电子数据库中的 CSU 活动相关研究。研究使用了“computer”、“computing”、“education”、“unplugged”和“without computers”几个关键词，用“AND”和“OR”将其组合以进行检索，时间限定为首次提出该概念的 1998 年至 2021 年末，语言限定为英文，最终一共得到了 605 篇文献。然后，三位研究者根据制定的文章纳入/排除标准进行文章筛选，如表 1。

表 1 文章筛选标准

序号	纳入标准	排除标准
1	英文论文	非英文论文
2	能够获取全文	不能获取全文
3	期刊或会议论文	非期刊或会议论文，而是书的章节、报告等
4	文章的主要内容关于 CSU 活动	文章的主要内容不是关于 CSU 活动
5	具有明确教学活动设计或实践描述的文献	没有明确教学活动设计及实践描述的文献
6	幼儿园教育和 K-12 教育	高等教育、教师教育、特殊教育

首先，三位研究者阅读了这 605 篇文章的标题和摘要，排除了既不是期刊也不是会议的论文，以及文章主体与 CSU 关系不大的文章，如果通过文章标题和摘要不能确定是否保留某篇文章，则进一步阅读全文，最终得到了 76 篇文章。之后，再通过阅读全文进行进一步文献筛选，排除纯理论文章，排除教师教育、高等教育、特殊教育的文章（只保留 K-12），排除找不到全文的文章，再去掉因为检索不同数据库而重复的文章，得到了 39 篇文章。文献检索及筛选过程如图 1 所示。

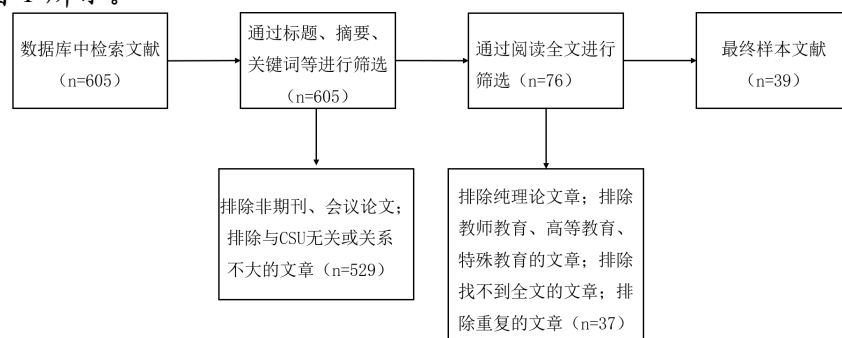


图 1 文献检索及筛选过程

2.2. 文献编码

研究依据成熟的 ADDIE 模型对相关文献进行编码分析，包括教学目标制定、教学策略运用以及教学评价实施三个方面 (程豪, 2018)。在教学目标方面，分为知识内容和核心素养两个维度，核心素养又根据 2022 新版《义务教育信息科技课程标准》(后简称《课标》) 分为“信息意识”、“计算思维”、“数字化学习与创新”、“信息社会责任”几个方面 (教

育部, 2022) ; 在教学策略方面, 将 CSU 活动游戏化、故事性、协作性三个特点 (Nishida et al., 2009) 作为二级维度; 在教学评价方面, 其二级维度与教学目标的二级维度一致, 分别对知识内容和核心素养方面的评价进行统计分析。详细编码框架如表 2 所示。

表 2 文献编码框架

一级维度	二级维度	解释
教学目标	知识内容	活动中教学内容的核心知识点
	核心素养	活动旨在培养的核心素养, 包括信息意识、计算思维、数字化学习与创新、信息社会责任几个方面
教学策略	游戏性	活动的游戏表现
	协作性	活动中学生之间的协作方式
	情境性	活动中的故事、情境
教学评价	知识内容	对知识内容方面教学目标展开的评价
	核心素雅	对核心素养方面教学目标展开的评价

3. 研究结果

3.1. 教学目标

基于对 39 篇目标文献中 CSU 活动的分析, 教学目标在知识内容层面主要指向基础编程中的算法概念、程序结构及高阶数据结构知识等。如表 3 所示, 16 篇文章中涉及到对“算法”基本概念的理解, 又分别有超过 10 篇文章涉及到对循环、条件、顺序几种常见程序结构的认识, 其中括号里面的数字指有多少篇文章涉及该教学目标。除此之外, 也有少量研究通过 CSU 活动展开对 CS 高阶知识点的教学, 如 Thies 等通过模拟网络拓扑结构中的消息传递来帮助学生理解复杂的网络拓扑结构知识 (Thies et al., 2012)。另外, 少量研究还利用 CSU 活动帮助学生理解并理解其他学科的知识, 如 Peel 等人让学生使用 CT 原理创建一个算法来解释某个自然选择实例的发生过程, 促进学生对自然选择的学习以及 CT 能力的提升 (Peel et al., 2019; Peel et al., 2021)。

表 3 CSU 活动的教学目标

教学目标分类	具体教学目标		涉及文献数
知识内容 (32)	CS 基础编程知识点	算法 (16)、循环 (13)、条件 (12)、顺序 (10)、变量 (9)、错误和调试 (6)、排序算法 (5)、重复 (4)、迭代 (3)、二进制数及转换 (3)、搜索算法 (3)、输入 (2)、布尔结果或表达式 (2)、选择 (2)、分支 (2)、事件 (2)、方法 (2)、常量 (1)、运算符 (1)、逻辑门 (1)、调用函数 (1)、广播 (1)	25
	CS 高阶知识点	奇偶校验 (3)、网络及拓扑结构 (2)、自动机 (2)、并行化 (1)、量子计算 (1)、网络安全 (1)、图像表示 (1)、文本压缩 (1)、信息理论 (1)、最小生成树 (1)、网络路由 (1)、死锁 (1)	5
	非 CS 知识点	自然选择 (2)、正多变形及其特点 (1)、加减乘法 (1)、图论 (1)	5
核心素养 (26)	信息意识	引起对计算机编程的兴趣 (3)、形成对计算机编程对积极学习态度 (1)、改变对计算机科学及相关工作的看法 (1)	5
	计算思维	提升计算思维能力 (22)	22
	数字化学习与创新	/	/
	信息社会责任	激发对网络安全的兴趣 (1)、提高网络安全意识 (2)	2

在核心素养层面, 现有 CSU 活动主要指向计算思维能力提升, 也有少部分 CSU 活动关注对学生信息意识和信息社会责任的培养。对于计算思维, 一些研究关注如何通过 CSU 活动锻炼计算思维的各个步骤, 将计算思维细分为分解、模式识别、抽象等具体过程, 再将其融入到不插电教学中 (Twigg et al., 2019; Sun L et al., 2021a; Brackman et al., 2017; Delal et al., 2020)。还有些研究关注 CSU 活动对计算思维某一个维度能力的提升 (Oomori et al., 2019), 或是将 CSU 活动促进计算思维能力提升又细分成了创造力、算法思维等五个部分 (Tonbuloglu et al., 2019)。在信息意识方面, CSU 教学活动因其简单有趣的特征, 主要用于改善学生对计算机编程以及相关工作的兴趣态度, 如在小学和家庭的 CSU 活动中提升儿童和妇女对计算机编程的学习兴趣 (Torres-Torres et al., 2020), 或是通过 CSU 活动改变七年级学生对计算机科学本质的看法以及对 CS 领域相关工作的态度 (Taub et al., 2012)。在信息社会责任意识方面, 现有 CSU 活动的教学目标涉及到网络安全兴趣和安全意识提升, 如在不插电活动中融入逻辑门等知识点试图提高学生的网络安全意识和参与度 (Fees et al., 2018), 或是在不插电网络安全项目中激发高中生对网络安全的兴趣 (Ford et al., 2017)。

3.2. 教学策略

CSU 活动作为一种教学活动, 必须与具体的教学策略结合应用才能够达到预期的教学目标。经归纳分析, 发现现有 CSU 活动的常用教学策略包括协作学习、情境学习以及游戏化学习策略三种, 具体相关分析如表 4 所示。

3.2.1. 协作化学习

在样本文献中, 有近 80% 的研究都提到了在 CSU 活动中使用协作化学习的策略。这些 CSU 活动通常组织学生以小组形式完成任务, 在任务中, 学生们有不同的分工, 如在 Threekunprapa 等人的研究中一个学生需要执行另一个学生读出的指令 (Threekunprapa et al., 2020)。此外, 组内协作讨论也常常被使用, 例如在 Fees 等人的研究中小组成员通过交流讨论熟悉 CT 相关概念 (Fees et al., 2018)。在小组协作中, 个体学习联合小组协作是一种有效的 CSU 协作组织策略, 通常表现为学生先自主学习, 再与同伴讨论完成小组任务 (Peel et al., 2019; Lee et al., 2019), 比如 Miller 等使用了“Think-Pair-Share”的学习模式, 也就是学生先独立思考再进行小组讨论最后分享学习成果 (Miller et al., 2018)。

3.2.2. 情境化学习

情境化学习对促进学生进行深度思考与知识建构具有切实有效的作用, 因此也是 CSU 活动中的常用教学策略。文献分析发现, 大多数 CSU 活动都会设置故事情境作为教学活动的背景, 让学生探索更加切实、具体化的问题。如寻宝游戏中教学者先讲述寻宝者的故事, 学生再在这个情境中继续“寻宝旅途” (Threekunprapa et al., 2020)。相较于寻宝游戏的强游戏性, 游戏性较弱、知识性较强的 CSU 活动常常会伴随着更具现实性的情境, 如以“FBI 查办黑客入侵系统的案件”为背景, 让学生对网络安全进行持续探究 (Ford et al., 2017)。除了以故事情境作为教学活动的背景, CSU 活动还可以将故事融入教学活动的主体部分, 如通过儿童故事中顺序、重复和选择的叙事结构帮助学生理解编程结构 (Twigg et al., 2019), 或是使用自主编故事的方式帮助学生更好地梳理逻辑、理解编程概念 (Grover et al., 2019a)。

情境化学习策略是否应用以及应用的程度高低在不同的 CSU 活动中有不同的体现。如在机器人角色扮演这样参与性强的教学活动中, 故事背景就显得不是很重要了 (Olmo-Muñoz et al., 2020)。而在多个连续的教学活动中, 随着知识难度的提升, 任务需要学生更多地专注到问题解决上, 活动的情境性也应逐渐减弱以降低学生的认知负荷 (Tsarava et al., 2018)。

3.2.3. 游戏化学习

通过对 39 篇样本文献的分析发现, 其中 16 篇文献都涉及了游戏化相关的教学策略。游戏化学习作为不插电教学活动主流的教学策略, 其游戏形式各有不同。棋盘路径游戏就是一种常见的游戏形式, 如 Threekunprapam 让学生在棋盘地图上完成选择路径、避开炸弹的寻宝任务, 促进其对循环、条件、顺序等 CS 概念的理解 (Threekunprapam et al., 2020)。机器人扮演游戏因其直观明确、体验真实的特点也获得了广泛开展, 学生可以在交替扮演机器人

的过程中执行同伴给出的指令 (Olmo-Muñoz et al., 2020)。除此以外, 纸笔游戏也因实施便捷受到欢迎, 学生可以根据程序在方格纸上画出一个物体, 或自主写出程序帮助吃豆人去往指定地点 (Jagušt et al., 2020)。为了激励学生参与和创造, 一些游戏还选择设置一定虚拟或真实的奖励, 如设置任务成功后可以获得宝箱里的“钻石” (Threekunprapa et al., 2020), 或是成功完成任务后可以获得对应知识点的徽章 (Tsarava et al., 2018)。

表 4 CSU 活动的教学策略

教学策略	不同类型	具体表现形式	涉及文献数
协作化学习 (31)	任务导向	小组协作完成一个任务	25
	仅小组讨论	未明确指定任务, 让学生在小组内讨论	6
情境化学习 (17)	故事性情境	CSU 游戏中常设, 如寻宝者故事	8
	现实性情境	非游戏 CSU 活动中常设, 如羊群自然选择和“黑客入侵案件”	8
	其他方式	编写逻辑性故事、分析儿童故事里面的结构	2
游戏化学习 (16)	棋盘路径游戏	寻宝形式: 避开障碍寻找宝箱; 根据条件找宝箱; 在黑暗(未知)状态找宝箱等	3
		非寻宝形式: 控制机器人到达期盼指定位置; 在一定的路径条件下获取 bonus; 两个同学在棋盘上相互躲避等	6
	机器人扮演游戏	学生扮演机器人执行指令	2
	纸笔游戏	在纸上画图; 在纸上写出 pac-man 程序; 用纸片排出顺序等	4
	其他游戏	《河内塔》任务游戏、骰子游戏、创建游戏、解谜游戏、战舰游戏	4

3.3. 教学评价

CSU 活动的教学评价形式多样, 如表 5 所示。在知识内容方面, 教学评价内容主要集中于基础编程知识, 对应的评价方式大多为课后测试和学生作品。如 Sun 等通过课后测试发现不插电组的学生更好地掌握了编程知识 (Sun D et al., 2021), Hermans 等基于 Scratch 作品发现不插电组的学生掌握了更多的 Scratch 积木块 (Hermans et al., 2017)。值得注意的是, 虽然有一定数量的研究提及通过学生作品进行评价, 但是少有对评价过程和结果展开具体描述 (Torres-Torres et al., 2020)。此外, 也有少量研究通过问卷调查和课后访谈更深入地了解学生对基础编程知识的学习情况 (Grover et al., 2019a; Peel et al., 2019)。对于少数不插电活动中的 CS 高阶知识点和非 CS 知识点, 其教学评价或是基于学生作品的分析, 或是基于访谈的简单了解, 如 Peel 等通过对比学生课程前后创作的自然选择算法, 发现通过不插电学习学生对自然选择的概念理解提升了 (Peel et al., 2019; Peel et al., 2021), Ford 等通过访谈发现学生在不插电项目后对网络安全知识的掌握程度有所上升 (Ford et al., 2017)。

在核心素养方面, 教学评价内容集中于计算思维, 大量研究采用测试和学生作品的方式探索不插电活动能否促进学生 CT 能力的发展, 如 Sun 等通过测试发现通过不插电形式学习的学生 CT 技能成绩更高, 尤其是在协作维度显著优于传统教学组 (Sun D et al., 2021); Threekunprapa 等发现学生在不插电学习后的计算思维成绩得到显著提升 (Threekunprapa et al., 2020)。信息意识和信息社会责任方面, 研究者常通过课后访谈和问卷调查两种方式了解学生对 CS 的看法和学习兴趣, 并发现不插电活动能有效促进学生提升对 CS 的学习兴趣 (Fernandes et al., 2020; Nishida et al., 2008), 改善对 CS 的看法 (Taub et al., 2012), 以及提升参与网络安全项目学习的意愿 (Ford et al., 2017)。然而, 也有一些相对消极的结果,

比如 Taub 等发现学生在不插电活动后学习 CS 的意愿反而降低了 (Taub et al., 2012)。

表 5 CSU 活动的教学评价方式

评价维度	评价内容	具体形式	涉及文献数
知识内容 (11)	CS 基础编程知识点	学生作品 (7)、课后测试 (4)、问卷调查 (1)、课后访谈 (2)	10
	CS 高阶知识点	课后访谈 (1)	1
	非 CS 知识点	学生作品 (2)、课后访谈 (1)	2
核心素养 (17)	信息意识	问卷调查 (3)、课后访谈 (5)	6
	计算思维	课后测试 (10)、学生作品 (4)、问卷调查 (1)、课后访谈 (1)	13
	数字化学习与创新	/	/
	信息社会责任	课后访谈 (1)	1

4. 结论与启示

本研究使用系统性文献综述，筛选了国外近 20 年不插电计算机科学领域的 39 篇英文文献，从教学目标、教学策略以及教学评价三个方面对 CSU 活动应用现状进行了系统分析，研究发现：第一，从教学目标制定来看，目前大多数 CSU 活动的教学目标都聚焦在基础编程知识教学和计算思维能力培养方面，较少有在信息意识和信息社会责任方面的引导；第二，从教学策略来看，游戏化学习、协作化学习以及情境化学习是 CSU 活动最常用的三种教学策略；第三，从教学评价方式来看，CSU 活动采取的教学评价方式丰富，课后测试、学生作品、访谈、问卷都是常见方式。进一步结合新版《课标》（教育部，2022）提出以下建议：

4.1. 强化核心素养导向的 CSU 活动教学目标制定

教学目标是顺利开展教学活动的基本保证，明确教学目标对于 CSU 活动的设计与实施具有重要价值。现有国外的 CSU 活动教学目标制定大多还是依据布鲁姆教育目标分类标准，已无法满足我国人才培养的新需求。新版《课标》中提到“信息科技课程目标要围绕核心素养”，具体包括“信息意识”“计算思维”“数字化学习与创新”“信息社会责任”四类。因此，在制定 CSU 活动的教学目标时，应从信息科技四大核心素养的角度出发。不仅应该注重对“计算思维”能力的培养，鉴于 CSU 活动在培养情感态度方面的优势，也应该关注在“信息意识”和“信息社会责任”方面的情感和价值观塑造。

4.2. 拓宽 CSU 活动教学内容选定的范围

依据《课标》，中小学信息科技课程围绕数据、算法、网络、信息处理、信息安全、人工智能六条逻辑主线。而现有 CSU 活动教学目标指向的教学内容大多限定在基础编程知识教学也即“算法”主线，对其他主线内容很少涉及。实际上，国内外已经有通过不插电活动进行人工智能教学的尝试，如 Linder 等发现学生通过参加 CSU 活动，能够促进对机器学习原理、人工智能应用限制等的理解 (Linder et al., 2019)。这对于缺少机房、设备等地区开展人工智能教育具有积极意义。此外，鉴于不插电活动形式常常具有较强情境性，因此 CSU 活动在进行“信息安全”内容教学，帮助学生培养“信息意识”和“信息社会责任”方面也具有一定潜力。

4.3. 注重 CSU 活动教学策略的灵活适应性

新版《课标》指出应“推进以学生为主体的学习方式创新”“引导学生自主学习、合作学习”，这与 CSU 活动常采用的学生导向的游戏化学习策略及协作化学习策略十分契合。教学设计者需要注意让教学策略灵活适应不同的教学内容以及学习者，如：在进行游戏化设计的时候，根据不同的教学内容、不同的学生特点采用多样的游戏形式，比如同样都是关于执行程序指令的教学，对于小学低年段学生来说，机器人扮演游戏就比纸笔游戏更为合适；在

进行协作化设计的时候, 应该将自主学习和协作学习进行有机结合, 不仅要通过协作学习提升学生思维的广度以及协作能力, 也应该注重促进学生在自主学习中产生深度思考, 还可以适当地赋予学生自主选择学习方式的权力; 在进行情境化设计的时候, 要根据学生年龄特点、知识种类、知识难度等设计不同的情境, 比如像教学基础编程的抽象概念时, 可以设置故事性强的背景, 而在教学人工智能社会伦理知识时, 则应该结合现实情况设置情境。

4.4. 加强 CSU 活动教学评价的过程性评价

现有的 CSU 活动通过课后测试、学生作品、访谈、问卷等多种方式对各方面的教学效果展开评价, 但是却存在评价不够深入、评价主体单一的问题。一方面, 应该加强基于学生作品的评价, 除了进行课后测试, 也可以在课后布置分层化的、创新性的作业, 既在横向上了解不同层次学生的发展水平, 也在纵向上了解学生应用 CS 知识的深度。另一方面, 除了以教师为评价主体, 还应该积极调动学生的主体性, 采用自我评价或是小组互评的方式, 促进学生对自己和同学产出的过程性学习成果进行评价、反思, 以及时调整自己的学习状态。

参考文献

- 教育部. 教育部关于印发义务教育课程方案和课程标准 (2022 年版) 的通知[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202204/t20220420_619921.html.
- 程豪.我国中小学综合实践活动课程开发模式研究——基于 ADDIE 课程教学模型[J].当代教育与文化,2018,10(02):56-62.DOI:10.13749/j.cnki.cn62-1202/g4.2018.02.010.
- Bati K. A systematic literature review regarding computational thinking and programming in early childhood education[J]. *Education and Information Technologies*, 2021: 1-24.
- Battal A, Afacan Adanır G, Gülbahar Y. Computer Science Unplugged: A Systematic Literature Review[J]. *Journal of Educational Technology Systems*, 2021, 50(1): 24-47.
- Bell T, Witten I H, Fellows M. Computer Science Unplugged: Off-line activities and games for all ages[M]. *Computer Science Unplugged*, 1998.
- Brackmann C P, Román-González M, Robles G, et al. Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school[C]//*Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education*. 2017: 65-72.
- Delal H, Oner D. Developing middle school students' computational thinking skills using unplugged computing activities[J]. *Informatics in Education*, 2020, 19(1): 1-13.
- Fees R E, Da Rosa J A, Durkin S S, et al. Unplugged cybersecurity: An approach for bringing computer science into the classroom[J]. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2018, 2(1): 3-13.
- Fernandes K T, da Silva Aranha E H, Lucena M J N R, et al. Developing Computational Thinking and Reading and Writing Skills through an Approach for Creating Games[C]//*2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2020: 1-8.
- Ford V, Siraj A, Haynes A, et al. Capture the flag unplugged: an offline cyber competition[C]//*Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. 2017: 225-230.
- Greenberg R I, Reed D F. Using magic in computing education and outreach[C]//*2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2018: 1-4.
- Grover S, Jackiw N, Lundh P. Concepts before coding: Non-programming interactives to advance learning of introductory programming concepts in middle school[J]. *Computer Science Education*, 2019a, 29(2-3): 106-135.
- Grover S, Lundh P, Jackiw N. Non-programming activities for engagement with foundational concepts in introductory programming[C]//*Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. 2019b: 1136-1142.

- Hermans F, Aivaloglou E. To scratch or not to scratch? A controlled experiment comparing plugged first and unplugged first programming lessons[C]//Proceedings of the 12th workshop on primary and secondary computing education. 2017: 49-56.
- Huang W, Looi C K. A critical review of literature on “unplugged” pedagogies in K-12 computer science and computational thinking education[J]. *Computer Science Education*, 2021, 31(1): 83-111.
- Jagušt T, Krzic A S, Gledec G, et al. Exploring different unplugged game-like activities for teaching computational thinking[C]//2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2018: 1-5.
- Lee J, Junoh J. Implementing unplugged coding activities in early childhood classrooms[J]. *Early Childhood Education Journal*, 2019, 47(6): 709-716.
- Lindner A, Seegerer S, Romeike R. Unplugged Activities in the Context of AI[C]//International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives. Springer, Cham, 2019: 123-135.
- Miller B, Kirn A, Anderson M, et al. Unplugged robotics to increase K-12 students’ engineering interest and attitudes[C]//2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2018: 1-5.
- Nishida T, Idosaka Y, Hofuku Y, et al. New methodology of information education with “computer science unplugged” [C]//International Conference on Informatics in Secondary Schools-Evolution and Perspectives. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008: 241-252.
- Nishida T, Kanemune S, Idosaka Y, et al. A CS unplugged design pattern[J]. *ACM SIGCSE Bulletin*, 2009, 41(1): 231-235.
- Olmo-Muñoz J, Cózar-Gutiérrez R, González-Calero J A. Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education[J]. *Computers & Education*, 2020, 150: 103832.
- Oomori Y, Tsukamoto H, Nagumo H, et al. Algorithmic Expressions for Assessing Algorithmic Thinking Ability of Elementary School Children[C]//2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE, 2019: 1-8.
- Peel A, Sadler T D, Friedrichsen P. Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations[J]. *Journal of Research in Science Teaching*, 2019, 56(7): 983-1007.
- Peel A, Sadler T D, Friedrichsen P. Using unplugged computational thinking to scaffold natural selection learning[J]. *The American Biology Teacher*, 2021, 83(2): 112-117.
- Sun D, Ouyang F, Li Y, et al. Comparing learners’ knowledge, behaviors, and attitudes between two instructional modes of computer programming in secondary education[J]. *International journal of STEM education*, 2021, 8(1): 1-15.
- Sun L, Hu L, Zhou D. Improving 7th-graders’ computational thinking skills through unplugged programming activities: a study on the influence of multiple factors[J]. *Thinking Skills and Creativity*, 2021a, 42: 100926.
- Sun L, Hu L, Zhou D. Single or Combined? A Study on Programming to Promote Junior High School Students’ Computational Thinking Skills[J]. *Journal of Educational Computing Research*, 2021b: 07356331211035182.
- Taub R, Armoni M, Ben-Ari M. CS unplugged and middle-school students’ views, attitudes, and intentions regarding CS[J]. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 2012, 12(2): 1-29.
- Taub R, Ben-Ari M, Armoni M. The effect of CS unplugged on middle-school students' views of CS[J]. *ACM SIGCSE Bulletin*, 2009, 41(3): 99-103.

- Thies R, Vahrenhold J. Reflections on outreach programs in CS classes: learning objectives for "unplugged" activities[C]//Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education. 2012: 487-492.
- Threekunprapa A, Yasri P. Unplugged Coding Using Flowblocks for Promoting Computational Thinking and Programming among Secondary School Students[J]. *International Journal of Instruction*, 2020, 13(3): 207-222.
- Threekunprapam A, Yasri P. Patterns of Computational Thinking Development While Solving Unplugged Coding Activities Coupled with the 3S Approach for Self-Directed Learning[J]. *European Journal of Educational Research*, 2020, 9(3): 1025-1045.
- Tonbuloğlu B, Tonbuloğlu İ. The effect of unplugged coding activities on computational thinking skills of middle school students[J]. *Informatics in Education*, 2019, 18(2): 403-426.
- Torres-Torres Y D, Román-González M, Pérez-González J C. Unplugged teaching activities to promote computational thinking skills in primary and adults from a gender perspective[J]. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 2020, 15(3): 225-232.
- Tsarava K, Moeller K, Ninaus M. Board games for training computational thinking[C]//International Conference on Games and Learning Alliance. Springer, Cham, 2018: 90-100.
- Twigg S, Blair L, Winter E. Using children's literature to introduce computing principles and concepts in primary schools: work in progress[C]//Proceedings of the 14th Workshop in Primary and Secondary Computing Education. 2019: 1-4.

非電腦科學相關科系之編程教學實踐-以專題式學習為例

Programming teaching practice in non-computer-science departments-Using project based learning as an Example

莊益瑞

景文科技大學 行動商務與多媒體應用系

yrjuang@just.edu.tw

【摘要】台灣教育部在2018年即要求高等教育須將運算思維與程式設計能力列入必修課程，近年來，筆者在非資訊科系教授此課程時，時常發現學生難以從運算思維過渡到程式設計，以及應用到自己科系專業領域上，也因此時常質疑與抱怨為什麼要學習這門課。筆者探究在中小學推廣的STEAM教育，其所強調的跨領域學習，對上述在高等教育課堂遭遇的問題，提供一個教學設計可行的方向。因此本研究採用專題式學習法，將運算思維和程式設計融入於專題製作中，藉以培養學生問題解決能力。此外，並將此專題將與學生所屬科系之主修結合，可跨學科整合相關知識與技能，並能凸顯運算思維可應用的範圍。此研究採用準實驗研究法，在一個旅遊管理系之程式設計課中進行教學實驗。研究結果發現實驗組（採用專題式學習法）學生的學習興趣顯著高於控制組（採用練習教學法），且實驗組的問題解決能力和運算思維能力顯著高於控制組。

【關鍵字】 專題式學習，運算思維，程式設計

Abstract: In 2018, Taiwan's Ministry of Education required higher education to include computational thinking and programming skills as a compulsory course. In recent years, when teaching this course in a non-information department, the author often finds that it is difficult for students to transition from computational thinking to programming, and to apply it to their own professional fields. Therefore, they often question and complain why they should study this course. The author explored the concepts of STEAM promoted in primary and secondary schools, and the strategy of interdisciplinary learning provides a feasible solution to the above problems. Therefore, this study adopted the Project-Based Learning method, integrating computational thinking and programming into project production, so as to cultivate students' problem-solving ability. In addition, this topic will be combined with the major of the student's department, which can integrate relevant knowledge and skills across disciplines, and can highlight the scope of application of computational thinking. This study adopts the quasi-experimental research method, and conducts an experiment in a "Learn to code" course of a Department of Tourism. The results of the study found that the students in the experimental group (using the project-based learning) had significantly higher learning interest than the control group (using the traditional lecturing), and the computational thinking ability of the experimental group was also significantly higher than that of the control group.

Keywords: Project-Based Learning, Computational Thinking, Programming

1. 前言

自2018年起，台灣教育部在高教深耕計畫中要求每位大專生，在畢業前都要能修過程式設計相關課程，將大學生應具備基本程式設計能力的任務訂為各校的重點工作，並訂於2020年達到50%學生修習過程式設計相關課程的量化目標。由於當時對此政策之目的不甚明瞭，僅簡單解釋為「從學習程式設計中培養邏輯思考能力」，授課內容仍以程式設計基礎課程為主，類似於資訊相關科系的初級程式設計課，包含變數宣告、運算式、條件判斷式、迴圈結構、副程式等。但實際授課時，發現學生的學習動機與學習成效，並不如預期。尤其原本就對程式設計沒有興趣的非資訊科系學生，上到條件判斷與迴圈結構單元時，較無法從拆解問題中規劃出程式設計的邏輯結構，在變數的運用上也卡關，更不用說後續的「副程式」單元。

此外，學生在學習程式設計時，較難運用運算思維所學習到的四種能力，包含問題拆解、

模式辨識、抽象化和演算法等。在講解這四種運算思維能力時，大多數學生都能從非程式相關的範例中學習，但運用在寫程式的範例時就會顯得困難。這中間的轉換過程中似乎缺乏了中介的教材。其實，運算思維和程式設計是相輔相成的，熟練程式設計也會更熟練運算思維，若能順利地銜接好兩者之間的學習落差，則學生更能體會運算思維的問題解決模式。

研究者當時參考過去的教学研究成果，採用翻轉教學的策略，並在課堂上採用練習式教學法 (Practice and Drill)，以步驟式的教學，教師做一步，學生做一步，或者請學生依照書本一步步做。但大部分學生只會照著做，不知其所以然，也就無法舉一反三。在進一步做類似題或進階題時，就不會做了。從學生在期末填寫的問卷觀察，學生對於學習程式設計的目的質疑，也覺得程式設計很難，表示為什麼還是要修這門課，心中有所不解。其實，當教師對非資訊科系學生上程式設計課的意義沒有定位清楚，也會導致學生學習動機缺乏支持。其教材和教法也都應該不能和一般程式設計課程一樣，以培養問題解決能力為主，程式設計為手段，專業應用為發展。

基於上述在教學現場發現的問題，回想近年來在中小學推廣的 STEAM 教育策略，強調在生活中找到問題、探究問題和解決問題，過程中為了解決問題所產生學習的需求，來自各個不同的學習領域，包括科學、技術、工程、藝術和數學等，是一個可以啟發學生學習動機與同儕合作的教學設計方向。同時，從文獻中發現專題式學習 (Project-Based Learning) 用來實踐 STEAM 教育理念是一個可行的教學策略，能讓學生積極參與現實世界和對個人有意義的專題來學習 (BIE, 2017)，是一種情境學習的形式，基於建構主義的研究結果。當學生透過運用自己的構想積極地建立自己的理解時，他們會對教材有更深刻的理解，也能增強學習動機和求知慾。在探究專題的過程中，透過教師和同儕提供的支持，能使其動機和思考得以持續 (Krajcik & Blumenfeld, 2006)。在專題式學習中，學生會遇到對他們來說很重要且有意義的問題，這些問題類似於科學家、數學家、作家和歷史學家所做的事情，允許學生設定要研究的問題，提出假設和解釋，討論他們的想法，挑戰他人的想法，並嘗試新的想法。據研究文獻表明，專題式學習教室中的學生比傳統教室中的學生能得更高分 (Marx et al., 2004; Rivet & Krajcik, 2004; William & Linn, 2003)。

本研究以學生為中心規劃非資訊科系的程式設計課程，以貼近學生生活或所屬科系專業方面的專題，作為規劃運算思維和程式設計教材的情境，採用專題式學習的策略，啟發學生學習興趣，提供適當的鷹架，讓學生有足夠的參考資源，減少太多挫折的探索。並採用合作學習，彌補無法兼顧不同程度學生的缺憾。希望讓學生體會上這門課的好處，也能提升邏輯思考和創造思考的能力，並培養帶得走的解決問題能力。因此，本研究以專題式學習法應用於非資訊科系之程式設計課程，透過教材與教法的修正與創新，預期能提升學生的學習動機、課堂參與度、運算思維能力和問題解決能力。

2. 文獻探討

專題式學習 (Project-Based Learning) 是課堂教學的一種綜合方法，學生可以通過積極參與現實世界和個人有意義的專題來學習，透過長時間工作來調查與回應真實、有趣且複雜的問題或挑戰，從而獲得知識和技能 (Blumenfeld et al., 1991; BIE, 2017)。在專題式學習中，學習者彼此合作以解決具有挑戰性的問題，而這些問題都是真實世界的問題，是基於課程規劃的內容，並且經常是跨學科的。學習者可以自己決定如何解決問題以及進行什麼探究活動。從各種來源收集資訊，然後綜合分析，並從中獲取知識。其真正的價值在於，因為它與真實的事物聯繫在一起，能學習到合作與反思的技能。在整個過程中，教師的作用是引導和建議，而不是直接指導和管理 (Krajcik & Blumenfeld, 2006; Solomon, 2003)。

依 Bransford、Brown 和 Cocking (1999) 等學習科學專家的研究，學習者在下列四個關鍵情境中可以產生學習動機與行為：

第 1、主動建構知識：理解的發展是一個連續的過程，需要學生建構和重構他們從新的經驗和想法以及先前的知識和經驗中學到的知識。教師和教材不會向學習者透露知識；相反，

學習者在探索周圍世界，觀察現象並與之互動，吸收新想法，在新舊想法之間建立聯繫，以及與他人討論和互動時，會積極地積累知識。在專題式學習中，學生通過參加類似於專家參與現實世界中的探究活動，來積極地構建自己的知識，以解決問題並產出結果。

第二、營造情境學習：學習科學研究顯示，最有效的學習是在真實的環境中進行的。在某些科學類學科中，科學家在實驗室中進行實驗。有系統地觀察自然世界，並從觀察中得出結論。在科學中進行的情境學習將使學生參與各種科學實踐，例如設計調查、進行解釋、建立模式、以及向他人展示自己的想法，從而體驗其產生的現象。在專題式學習中，當學生按照自己規劃的步驟進行科學實驗時，這幾乎比被動地聽課更好。當他們創建自己的探究計畫來解決問題時，他們可以看到如何將科學應用於解決重要問題。

第三、增進社會互動：從學習科學研究中得出最可靠的發現之一是社會互動在學習中的重要作用，最好的學習源自一種特殊的社會互動，當老師、學生和社區成員共同開展一項現場活動，以建立共識時，學習者通過與他人共享、使用和辯論想法，發展對原理和想法的理解 (Blumenfeld et al., 1996)。專題式學習的探究過程中，參與人員之間的互動是必要且珍貴的，因為這是產生學習行為的重要活動。

第四、使用認知工具：學習科學研究已經證明了工具在學習中的重要作用 (Salomon, Perkins, & Globerson, 1991)。認知工具 (cognitive tools) 可以擴大學生的學習範圍。各種形式的電腦軟體都可以視為認知工具，因為它們可以使學習者執行沒有該軟體的幫助和支持就不可能完成的任務。專題式學習過程中，透過學習科技的使用，可以拓展學生探索的範圍，體驗更多種的現象。

經檢索與分析含有運算思維（或程式教學、程式教育）及專題式學習這兩個關鍵詞的教學實踐文獻，有的運用運算思維於專題式學習，也有運用專題式學習於運算思維。在年齡層上從國小到大學都有，但以大學生為例者居多，但篇數不多。

Benakli 等人 (2016) 設計了 9 項計算機實驗專題，每一項計畫都劃分成幾個小部分，並提供鷹架支持學生一步步順利的解題。過程中，利用統計語言 R 模擬、視覺化和數據分析來促進 STEM 的運算思維，目標是嘗試 R 語言提供的功能，而不是全面性的教導 R 語言。程式設計可幫助學生注意細節並真正理解數學問題，並遵循正確的數學邏輯實施解決方案。將程式設計視為解決計算問題的一種形式，與純粹的數學形式的問題解決交織在一起。研究發現，這些活動的確能使學生保持積極參與學習和解決問題的過程，並發展出更好的直覺來理解複雜的數學概念。

Volcz (2018) 運用運算思維在「數位素養」課程中的專題式學習，參與者是大學預科 (pre-university) 學生，此課程並非要訓練學生數位技術，而是要學生應用運算思維四種技巧（拆解、辨識特徵、抽象化和演算法）來創建合作專案，培養學生問題解決能力。透過問卷調查，有 85% 的學生正向回饋表示運算思維技巧有助於解題，有助於學習其他科目，以及將上大學後會持續使用此技巧。

學者 Lu 和 Lin (2019) 以運算思維為基礎，結合專題式學習進行程式設計教學活動設計。對象是大學生，主題是旅遊導覽的專題。學生透過老師的引導將製作專題之流程進行拆解，學習程式設計邏輯。接著運用積木程式語言進行教學，讓學生在短時間內製作出自己預想的內容，學生會因為製作出成果後獲得成就感，並與同儕進行分享。從教學記錄中也可發現，受試者對於專題設計很感興趣，也會進行自主性思考。研究結果指出，透過專題導向學習的方式可有效提升學生自主學習的動力、成就感、以及參與感。

在博碩士論文知識加值系統 (<https://ndltd.ncl.edu.tw/>) 中檢索運算思維（或程式設計、程式語言）及專題式學習這兩個關鍵詞的教學實踐論文，在中學和大學各有 3 篇（黃柏軒，2020；陸香如，2019；賴信豪，2019；楊依蓉，2010；嚴尹晨，2019；葉佳忠，2019）。綜論其研究成果，專題式學習使用在程式設計相關課程時，有助於提升學習動機、學習成就及滿意度。在黃柏軒 (2020) 的研究中設計跨域學生於運算思維的教學上，並以專題式學習進行教學，對提升學生高層次思考有顯著幫助。在賴信豪 (2019) 的研究中專題式學習對學生的問題解

決能力和學習態度並沒有產生正向的作用，作者在文末檢討研究成果時，發現教師在專題式學習的課前準備不足，以及課堂上對學生如何進行小組討論及問題解決，教師的協助都不夠。此外，在發表與評量階段，教師應採取多元評量方式，設計同儕互評表時也都需要有不同向度，並給予適當意見。這些經驗都可以提供本研究在設計專題式學習時很重要的參考。另外，葉佳忠（2019）的研究結果顯示不論是否有資訊背景的學生，在學習成績表現上並無差異，足見專題式學習可以應用在具有不同知識背景的學生，提供一個改善的可能性。

3. 教學設計

本研究以本校旅遊管理系大一開設的「邏輯程式學」課程為例，選擇兩個班進行教學實驗，一班為實驗組，一班為控制組。課程分三階段。第一階段：第 2~3 週（共 2 週）實驗組與控制組皆以翻轉教學和同儕互教（peer instruction; Mazur, 1997）策略教授「運算思維」的基本概念。第二階段：第 4~8 週（共 5 週）實驗組與控制組同樣皆以翻轉教學和同儕互教策略教授「程式設計」，並融入運算思維概念。第三階段：第 10~18 週（共 9 週）為專題製作。實驗組以「專題式學習法」（專題式學習 + 合作學習）實施（參見圖 2），控制組則以「練習教學法」進行之（參見圖 1）。

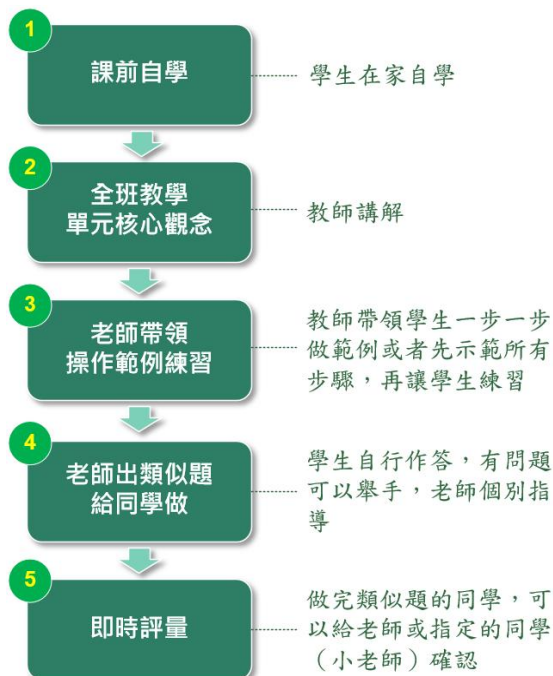


圖 1. 練習教學法流程



圖 2. 專題式學習法流程

控制組採用傳統練習教學法的流程(如圖 1)會讓學生在家看書或教學影片自學(步驟 1)，課堂上教師先講解教材單元核心觀念(步驟 2)，並以範例帶領學生跟著做(步驟 3)，完成後再出一題類似題作為實作習題(步驟 4)。此時，學生若有問題可以舉手詢問，老師個別指導之。若有同學已做完，可讓老師檢查、評量及登記(步驟 5)，若有已經登記完成的同學，可以擇優擔任小老師，協助老師檢查其他同學的習題。

實驗組的專題式學習實施步驟方面，從文獻（Edutopia, 2006; Hayes, 2013; Indarti, 2016; Jalinus, Nabawi, & Mardin, 2017）上歸納專題式學習的實施步驟分為 6 個步驟（如圖 2）：

步驟 1：介紹主題與專題進行方式。教師於課前準備好主題背景與需求說明，於課堂上引導學生體會製作此專題的重要意義，並說明未來幾週要如何進行小組合作，規劃與執行此專題。

步驟 2：師生確認探究主題並擬定執行計畫。各小組依步驟 1 的說明內容提出欲進行

的專題題目，擬訂探究議題、學習任務及待解決問題，透過口頭報告，徵詢老師和同儕的建議。

步驟3：執行計畫。專題內容以「我愛景文 App」為主題，各組規劃設計學校導覽的應用程式，包含人機介面及功能設計，結合學生在其他學科所學之旅遊相關專業知識，發揮創意與實踐能力，讓程式設計課程可以結合專業應用。學生在進行計畫過程中，教師每週授課時可以簡要提醒學生運用運算思維來解決問題，如果有牽涉到其他領域知識者，請學生上網找尋相關學習資源，並在小組討論中分享給其他組員，教師在必要時提供搜尋資源的鷹架支持。

步驟4：進度報告與追蹤。此步驟與步驟3重複執行多次，要求學生每週撰寫進度報告，老師給予指導。適時提醒可以找尋相關學科知識的內容，

步驟5：成果發表與師生評量。本教學執行期間共9週，安排期中和期末兩次成果發表。期中發表內容主要以「我愛景文 App」的功能規劃與人機界面設計為主，期末則發表實作作品 App 展示為主，過程中教師和同儕共同給予評價與回饋。

步驟6：檢討與省思。此步驟是專題式學習的重要步驟，會安排各小組回顧並分享專題進行前、中、後的酸甜苦辣，遇到什麼問題，學習到什麼。

本研究實驗對象是本校旅遊管理系學生，學生可以運用自己所學習的旅遊管理專業知識，規劃與設計一個相關的 App。藉由專題式學習的模式，跨域學習與思考相關的議題，並以運算思維來思考解決問題的方法，最後透過線上 App 設計工具 App Inventor 2 完成所規劃的專題內容，印證運算思維在受測者本身科系專業上的有效應用。

4. 研究設計

依本研究前述之研究目的來設定研究架構，以學生在不同教學方法（練習教學法和專題式學習法）中的相關表現當作自變項，研究目的中欲提升的學習興趣、學習成就、課堂參與度和認知歷程層次等為依變項，進行量化與質化的研究（H1~H4），並進一步探討四個依變項之間是否存在相互影響的關係（H5~H10）。研究假說如下：

- H1：採用專題式學習法比練習教學法更能引起學生的「學習興趣」。
- H2：學生在採用專題式學習法課程上的「問題解決能力」比練習教學法來得好。
- H3：學生在採用專題式學習法課程上的「課堂參與度」比練習教學法來得高。
- H4：學生在採用專題式學習法課程中的「運算思維能力」比練習教學法來得好。
- H5：「學習興趣」愈高，「問題解決能力」就愈高，反之亦同。
- H6：「學習興趣」愈高，「課堂參與度」愈高，反之亦同。
- H7：「學習興趣」愈高，「運算思維能力」愈高，反之亦同。
- H8：「問題解決能力」愈高，「運算思維能力」愈高，反之亦同。
- H9：「問題解決能力」愈高，「課堂參與度」愈高，反之亦同。
- H10：「課堂參與度」愈高，「運算思維能力」愈高，反之亦同。

針對上述研究依變項設計相關的研究工具，並採前後測做為統計分析之數據，說明如下：

- (1) 在「學習興趣」和「課堂參與度」方面，參考 Pintrich & De Groot (1990) 的「動機與自我調節學習量表 (Motivational and self-regulated learning scale)」中動機信念 (motivational beliefs) 的題目，以及葉昭吟 (2014) 的「學習興趣與課堂參與調查問卷」編製而成。
- (2) 在「問題解決能力」方面，由教學者出題，包涵選擇題和實作題，在期中考及期末考讓實驗組和控制組皆進行測驗，用以比較兩組在實施不同的教學法之後，問題解決能力的差異。
- (3) 在「運算思維能力」方面，本研究依學生程度挑選「國際運算思維挑戰賽 (Bebras)」(<http://bebras.csie.ntnu.edu.tw/>) 題庫中的題目，依挑戰賽規則進行測驗。教師依難易度挑選 10 題，編製成「運算思維能力測驗」。

在質化研究方面，使用焦點團體訪談，以學生立場來看專題式學習法進行過程中的問題，包含學習興趣、學習成就、專題式學習和整體評價等，形成訪談大綱，選擇低、中、高成就學生各 3 名，以及在觀察紀錄中學習態度較佳與較差的同學各 1 名，進行焦點團體訪談，釐清學生實際的想法。

5. 研究結果與討論

本研究以獨立樣本 T 檢定來統計與檢驗各依變項的顯著性，歸納如表 1。各項檢定項目的前測 T 檢定均未達顯著，顯示在實施專題式學習前，兩組沒有顯著差異。後測 T 檢定結果說明如下。

表 1. 各依變項的獨立樣本 t 檢定結果 (人數：實驗組 26 人，控制組 39 人)

檢定項目	組別	前測 T 檢定	平均數	變異數	F 檢定	P(F<=f)	T 檢定	p 單尾	p 雙尾
學習興趣 (H1)	實驗組	T=4.124 p=0.3701	2.94	0.3227	0.8463	0.3348	2.0188	0.0239<.05	0.0478<.05
	控制組		2.63	0.3814					
問題解決能力 (H2)	實驗組	T=2.5611 p=0.1577	73.90	119.2	0.4677	0.1801	1.8022	0.0162<.05	0.0324<.05
	控制組		68.10	133.6					
課堂參與度 (H3)	實驗組	T=1.8809 p=0.1865	3.47	0.5817	0.8987	0.3957	1.1492	0.1274>.05	0.2548>.05
	控制組		3.24	0.6473					
運算思維能力 (H4)	實驗組	T=1.8009 p=0.1085	67.69	130.46	0.6492	0.1292	1.6941	0.0476<.05	0.0952>.05
	控制組		62.05	200.94					

5.1. 學習興趣 (H1)

統計學習興趣量表的平均數，進行實驗組與控制組的 F 變異數檢定，得到的結果是未達顯著 ($p>.05$)，因此在假設變異數相等的情況下進行獨立樣本 T 檢定。T 檢定結果顯示達到顯著 ($p<.05$)，表示實驗組的學習興趣顯著高於控制組，也就是說，專題式學習比練習教學法更能引起學生的學習興趣。

5.2. 問題解決能力 (H2)

從期末考的測驗題型來看，選擇題大多屬於記憶與理解的問題較多，兩組學生在選擇題的平均成績旗鼓相當，平分秋色。實作題則需要學生思考解決問題的方法，透過程式設計技巧解題。實驗組在這方面的平均分數卻比控制組高很多，合併後有達到顯著水準 ($p<.05$)，顯示在面對解決實作問題時，使用專題式學習的學生有更高的問題解決能力。

5.3. 課堂參與度 (H3)

在課堂參與度量表的平均數統計上，實驗組與控制組的 F 變異數檢定結果未達顯著 ($p>.05$)，因此在假設變異數相等的情況下進行獨立樣本 T 檢定。雖然實驗組的平均數高於控制組，但檢定結果亦未達到顯著 ($p<.05$)，表示不論是專題式學習或者是練習教學法，學生的課堂參與度都差不多。

5.4. 運算思維能力 (H4)

將兩組運算思維測驗的成績進行 F 變異數檢定後，並未達顯著水準 ($p>.05$)，因此在假設變異數相等的情況下進行獨立樣本 T 檢定，結果發現在「單尾」的情況下達顯著水準，但

在「雙尾」的情況下卻未達顯著水準。此情況要看研究者對此考驗的命題方向，若命題調查之理論方向是十分清楚，我們是應採用單尾檢定，例如「使用專題式學習的學生其運算思維能力是否優於使用練習教學法的學生？」；如果命題的理論變化方向不很清楚，則要採用雙尾檢定，例如「使用專題式學習和練習教學法的學生其運算思維能力有何不同？」。依前述的研究假說 H4「學生在採用專題式學習法課程中的運算思維能力比練習教學法來得好」來看，我們可以採用單尾檢定，故此檢定結果已達到顯著水準。

5.5. 相關性 (H5~H10)

我們將學生在學習興趣與課堂參與度問卷、運算思維測驗成績、期末考成績（問題解決能力）等三種工具中所得到的平均數，進行 Pearson 相關係數考驗。結果發現實驗組學生（參見表 2）的學習興趣與課堂參與度有高度相關（ $r=0.7057$ ），運算思維能力與問題解決能力有高度相關（ $r=0.7941$ ）；控制組學生也是如此（前者 $r=0.6804$ ，後者 $r=0.7674$ ，參見表 3）。顯示「學習興趣」愈高，「課堂參與度」愈高，反之亦同（H6）；「問題解決能力」愈高，「運算思維能力」愈高，反之亦同（H8）。

表 2. 實驗組變異數相關性考驗結果

實驗組	學習興趣	課堂參與度	運算思維能力	問題解決能力
學習興趣	1			
課堂參與度	0.7057	1		
運算思維能力	-0.0003	-0.0553	1	
問題解決能力	0.1249	-0.1441	0.7941	1

表 3. 控制組變異數之間相關性考驗結果

控制組	學習興趣	課堂參與度	運算思維能力	問題解決能力
學習興趣	1			
課堂參與度	0.6804	1		
運算思維能力	-0.1610	-0.0411	1	
問題解決能力	-0.1563	0.0519	0.7674	1

在焦點團體訪談部分，綜合歸納學生的回饋，採用專題式學習對學生的自主學習、合作學習、學以致用、同儕互動、表達能力、學習動機等有所幫助，呼應本研究的初衷欲改善學生對學習運算思維或程式設計的目的，也能將所學應用於自己本科專業領域上。不過，學生對於與他人合作時的溝通協調的經驗不足，當組員對專題製作的品質、進度和要求有所不同，常難以達成共識，甚至有組員不配合或已經放棄、擺爛的情形，需要教師適時介入與關心，必要時得重新分組。此外，學生的表達能力有待加強，會擔心開口分享、上台報告和跟老師回報進度時表現不佳，畏懼在眾人面前講話。教師可以適時的以一問一答的方式慢慢引導學生思考與分享，再慢慢退出這樣的輔助，畢竟表達能力需要一點一滴的累積經驗，再透過老師和同儕的鼓勵來建立自信，應可漸入佳境。

6. 結論

專題式學習意圖從一個主導問題開始發想解決策略，透過團隊合作找到解決方法，在實踐的過程有老師的指導和同儕的互助，發揮潛能完成專題。其所重視的不只是結果，更重要的是過程，能在過程中體驗運算思維和程式設計的知識，可以為他們帶來不同的思維模式與解決方法。本研究運用專題式學習於非資訊科系學生的程式設計課，實驗結果顯示專題式學習能有效提升學生學習興趣、運算思維能力、問題解決能力等，同時也能促進學生更多思考、討論與表達的機會，可以提供未來非資訊科系學習運算思維或程式設計課程的教學參考模式。

然而，在實施專題式學習的策略時，要多關注學生分組合作學習的情形，不可避免的會發生社會性懈怠的現象，而因為學生的溝通協調能力尚有不夠圓融之處，容易產生紛爭與勞逸不均的抱怨，教師需要多給予輔導和練習的機會。此外，學生在自我探索及問題解決能力不足的情況下，剛開始要給予較多的鷹架輔助，提供較多的資源，降低困難度，之後再慢慢拆除鷹架，給學生發揮創意的機會。以開放性的問題引導思考，鼓勵多元化的解決方案。

參考文獻

陸香如 (2019)。物聯網專題式學習導入高中職程式設計課程。樹德科技大學資訊工程系碩士班碩士論文，高雄市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/qdgnr>

- 黃柏軒 (2020)。國中跨域課程對學生運算思維與學習成效之影響。國立成功大學教育研究所碩士論文，台南市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/34y65z>
- 楊依蓉 (2010)。結合專題導引機制之程式設計合作學習平台建置與實證。國立臺南大學數位學習科技學系碩士班碩士論文，台南市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/uka97a>
- 葉佳忠 (2019)。使用合作專案式學習法探討學生背景在 Arduino 模組程式設計學習成效之關聯—以北台灣某科大為例。龍華科技大學資訊管理系碩士班碩士論文，桃園縣。取自 <https://hdl.handle.net/11296/zerjg3>
- 葉昭岑 (2015)。學思達教學法運用於國中九年級地理科學生學習之研究。逢甲大學公共政策研究所，台中市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/p5678h>
- 賴信豪 (2019)。專題導向學習應用於程式設計實習課程對技術型高中學生問題解決能力與學習態度之影響。國立臺北科技大學技術及職業教育研究所碩士論文，台北市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/9fp33c>
- 嚴尹晨 (2019)。應用翻轉教室及問題導向學習於程式語言之研究。南臺科技大學資訊管理系碩士論文，台南市。取自 <https://hdl.handle.net/11296/ttrt3z>
- BIE (2017). What is project-based learning (PBL). 2020/12/10 Retrieved from http://www.bie.org/about/what_pbl
- Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (1996). Learning with peers: From small group cooperation to collaborative communities. *Educational Researcher*, 25(8), 37 – 40.
- Blumenfield, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M., Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 1991, 26 (3 & 4), 369 – 398.
- Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Edutopia (2006). 2020.12.12 retrieved from: <https://edut.to/3mdfmPT>
- Hayes (2013). 2020.12.12 retrieved from: <https://bit.ly/2Wn8Cod>
- Indarti (2016). Implementing project-based learning (PBL) in final collection to improve the quality of fashion design student. *Innovation of Vocational Technology Education*, xii(1), 22-30.
- Jalinus, N., Nabawi, R.A., & Mardin, A. (2017). The seven steps of project-based learning model to enhance productive competences of vocational students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 102, 251-256.
- Krajcik, J.S., & Blumenfeld, P.C. (2006). Project-based learning. In Sawyer, R.K. (Eds), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University.
- Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Revital T. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1063-1080.
- Pintrich, P.R. & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40.
- Rivet, A., & Krajcik, J. (2004). Achieving standards in urban systemic reform: An example of a sixth grade project-based science curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 669-692.
- Salomon, G., D. N. Perkins, & Globerson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher*, 20, 2 – 9.
- Solomon, G. (2003). Project-Based Learning: A primer. *TechLEARNING*, 2020/12/10 Retrieved from: https://free.openeeclass.org/modules/document/file.php/ENG155/Projects%20online/PBL-Primer-www_techlearning_com.pdf
- Williams, M., & Linn, M. (2003). WISE Inquiry in fifth grade biology. *Research in Science Education*, 32 (4), 415 – 436.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33 – 36.

基于项目式学习的小学 STEAM 课程设计

STEAM Curriculum Design for Primary School Based on Project-based Learning

李洁^{1*}, 罗恒², 朱敏³

¹² 华中师范大学人工智能教育学部

³ 四川省成都市玉林中学附属小学

*lijie1@mails.ccnu.edu.cn

【摘要】 STEAM 教育因其跨学科性和知识整合性成为培养学生问题解决能力和创新能力的有效教育方式。项目式学习强调以学生为中心和小组合作学习, 为问题解决和知识整合提供了学习情境, 是合适的 STEAM 教育实施形式。本研究以近视现状及成因为主题, 设计了基于项目式学习的小学 STEAM 课程, 得到了基于项目式学习的 STEAM 课程设计的启示, 以期为 STEAM 课程的设计和 implement 提供参考。

【关键词】 项目式学习; STEAM; 课程设计

Abstract: Due to its interdisciplinary and knowledge integration, STEAM education has become an effective education model to cultivate students' problem-solving ability and innovation abilities. Project-based learning, which emphasizes student-centered and group cooperative learning and provides a learning context for problem-solving and knowledge integration, is an appropriate form of STEAM education implementation. Based on the current situation and cause of myopia, this study designs the STEAM curriculum for primary schools based on project-based learning, and obtains inspiration for STEAM curriculum design based on project-based learning, to provide a reference for the design and implementation of the STEAM curriculum.

Keywords: Project-based learning, STEAM, Curriculum Design

1. 前言

STEAM 教育因其跨学科性和知识整合性成为培养学生解决实际问题能力、创新能力和自主探究能力的有效教学方式。小学阶段是培养学生动手能力、激发其科学探究兴趣的关键时期。在小学阶段设置跨学科课程, 有利于培养学生综合运用知识解决实际问题的能力。然而, 由于缺乏科学的理论指导以及严谨有效的教学设计, 此类课程往往不能实现真正意义上的学科整合。因此, 设计小学阶段的 STEAM 课程, 探究有效的 STEAM 教育实施手段和途径, 对 STEAM 教育的发展有重要意义。本研究融合多学科知识, 设计了以近视为主题的项目式学习课程, 以期为 STEAM 课程的设计和 implement 提供参考。

2. 理论基础

2.1. 项目式学习

项目式学习为学生创建接近真实生活的项目背景, 让学生参与复杂的现实世界任务, 使学生在分组协作的过程中提高综合运用知识解决问题的能力。项目式学习的任务是学生通过解决真实情境中的问题来促进能力的提高, 完成的标志是产品的产出(黄明燕 & 赵建华, 2014)。项目式学习强调以学生为中心和小组合作学习, 要求学生探索现实生活中具有挑战性和建设性的问题(Lu et al., 2022)。在项目式学习过程中, 学生们分组合作, 进行以问题为导向的独立探究, 并通过回顾和反思总结所学内容, 以改进小组工作(Chen & Yang, 2019)。而 STEAM 教育围绕真实问题, 让学生分成小组进行研究, 然后与同龄人交流结果(Lu et al., 2022)。所以项目式学习是合适的 STEAM 教育实施方式, 它允许 STEAM 学科知识的整合和应用, 可以为学生提供知识构建和小组协作探究的学习背景和问题(Tseng et al., 2013)。

2.2. 协作学习

协作学习是以学生为主,为达到共同学习目标而进行的一系列相关的教与学行为(何文涛, 2018)。在协作学习中,同组的学生共同探索,不断发现和解决问题,并在此过程中积累知识,在知识交流和意义建构的过程中最大限度地提高自身和团体的学习(Mercer, 2010)。此外,协作学习的角色分配策略使小组成员为团队做出不同的贡献,并且可以促进团队成员之间积极的相互依赖(Li et al., 2022)。有研究已经证明,协作学习作为当今时代主要的学习方式之一,在提升学习者学业表现、知识建构与创生、复杂问题解决等高阶思维能力方面,具有巨大的潜力(王靖 & 崔鑫, 2020)。STEAM 教育中的任务往往涉及多个学科且难度较大,采用协作学习的方式,有助于任务的分解。学生在完成任务过程中担任自己擅长的角色,为团队做出不同的贡献,有利于学生进行独立的协作探究并完成项目任务(Li et al., 2022)。

3. 课程设计

本研究选取学生熟悉并感兴趣的近视的现状成因作为 STEAM 项目式学习活动的主题。随着年级的增长,学习压力越来越大,学生的近视率也逐渐提高。通过亲自调查近视的现状,分析近视的成因,学生可以更深刻地体会到近视的危害,从而增强爱护眼睛、保护视力的意识。基于项目式学习的 STEAM 课程设计遵循课程目标制定、学习内容选择及课堂活动设计、评价方式确定的流程。课程概况如表 1 所示。

本课程面向的对象是小学六年级的学生。该年龄段的学生有一定的知识基础,并且充满好奇心与想象力。所以课程采用教师讲授与学生自主探究相结合的方式,通过小组协作学习的方式开展项目活动。学生经历制作问卷-分析数据-呈现结果-分享交流-展示评价的完整科学探究流程,在此过程中培养学生的创新能力、科学探究素养和合作交流能力。

表 1 课程概况

课程设计	
情境问题	调查本校学生的近视情况现状,探究近视成因及危害
项目目标	培养学生运用知识解决实际问题的能力、让学生体验项目的完整流程,培养学生的知识整合能力和高阶思维
教学资源	视频资源、自制课件、平板电脑、小报制作工具
预计成果	科学小报
评价方式	过程性评价、学生自评、生生互评

3.1. 课程目标制定

基于项目式学习的 STEAM 课程设计整合数学、科学、信息技术、美术学科知识开展课程。在遵循 STEAM 素养教育目标的前提下,结合项目课程主题以及学习者特征制定课程目标。总体目标为使学生了解近视的相关知识(成因、危害、预防等),掌握设计问卷及进行数据分析的方法,提高学生的科学探究素养、问题解决能力及创新能力,增强学生爱护眼睛保护视力的意识。课程分为三个课时进行,每个课时的具体目标如表 2 所示。

表 2 课时具体目标

课时	课程目标
第一课时	了解近视的成因及危害,掌握问卷基本构成的相关知识,了解问卷的设计方法,提高自主探究、合作交流、解决问题的能力
第二课时	掌握统计图相关知识,能够借助平板电脑进行数据分析,在小组合作探究近视成因的过程中提高分析归纳能力及团队协作能力
第三课时	掌握小报的构成及设计要素,能够将前两个课时的发现以艺术化的形式呈现在小报上,通过小报制作,培养学生的实践能力和创新能力

3.2. 学习内容选择及课堂活动设计

第一课时的任务是了解近视的相关知识及设计调查问卷。科学老师先向学生介绍完整的项目流程,在创建学习情境的同时说明项目任务,然后讲解与近视相关的科学知识,包括近

视的成因和危害以及眼球的结构等，最后引导学生基于所学知识设计一份关于近视现状的调查问卷。课后将问题制成电子问卷分发给全校学生，以得到本校学生近视现状的数据。

第二课时的任务是对收集的问卷数据进行分析。数学老师先带领学生回忆统计图的相关知识，然后学生以小组为单位进行独立探究。每个小组有两台平板电脑，学生需要选择合适类型的统计图表来展示数据统计结果，图表由学生操作平板电脑自动生成。然后学生通过对比近视人群和非近视人群的数据，分析近视的可能原因，最后将发现写在小组协作任务单上，并派一名小组代表上台展示。

第三课时的主要任务是设计一幅科学小报，由美术教师授课。采用分角色的策略，小组成员分别担任组长、文字书写员、图表设计员、花边绘制员和剪切粘贴员。每位同学各司其职，用经过艺术化处理的统计图表来展示数据分析结果，分工合作完成小报的设计和绘制。课程结束后，在全校范围内展示学生作品，并且进行小组互评。每节课的具体内容及课程活动如表 3 所示。

表 3 课程内容及活动设计

	课程内容	课堂活动	涉及学科
第一课时	了解近视知识，制作调查问卷	猜谜语、观看视频、学习人眼结构、小组讨论、案例分析、问卷制作	科学
第二课时	回收问卷、分析数据	统计图知识回顾、小组合作探究、交流汇报、拓展延伸	数学、信息技术
第三课时	总结发现、制作小报	小报相关知识讲解、分组制作小报	数学、艺术

3.3. 评价形式确定

相较于传统教学，STEAM 课程的学习活动较复杂且学习目标更多元化。因此，STEAM 课程的评价多采用多元主体的评价方式，以形成性评价为主、总结性评价为辅。本研究设计采用自评、同伴互评和教师评价相结合的方式对学习过程的态度、兴趣、参与度、贡献大小、任务完成情况、作品等进行评估。其中自评和同伴互评以问卷的形式进行，问卷如图 2 所示；教师评价则是教师根据观察到的学习者课堂参与情况和小组协作时的表现来确定的。此外，小组作品采用组间互评的方式，根据评价量规打分。小组作品互评表如表 4 所示。

学生自评表				小组成员互评表						
对应题目后面选择“同意”、“一般”或“不同意”，并打上“√”				分别给小组成员打分，“同意”为 3 分，“一般”为 2 分，“不同意”为 1 分。						
题目	同意	一般	不同意	题目	1	2	3	4	5	6
我对今天的知识很感兴趣，积极参与了课堂学习				在大部分时间里，他（她）踊跃参与，表现积极						
我在讨论中积极发表自己的意见				他（她）的意见总是对我很有帮助						
我能与同伴良好合作，共同完成学习任务				他（她）能够按时完成应该做的那份工作和学习任务						
我在老师和同学的帮助下学到了关于近视的许多知识				如果还有机会我非常愿意与他（她）再分到一组						
我在今后的学习生活中做到科学用眼、护眼				针对小组合作完成任务的情况，根据小组成员所做贡献大小进行排序（标写数字序号即可）						
				请对小组成员在合作过程中的积极性排序（标写数字序号即可）						

图 2 学生自评表及小组成员互评表

表 4 小组作品互评表

评价维度	评价指标	评价结果
作品设计	版面设计合理，色彩搭配舒适 图表和文字设计清晰美观，富有创造性	
作品展示	语言表达流畅、准确，声音洪亮，讲解生动 能够结合本次活动谈收获，感悟深刻	

4.基于项目式学习的 STEAM 课程设计启示

4.1. 注重多学科知识的有意义整合

STEAM 教育因其跨学科性、知识整合性成为当今备受推崇的新型教学方式。然而，在实

践中如果缺乏合理的教学设计,很容易变成多学科知识的生硬堆砌,难以实现多学科知识的有意义整合。所以在进行 STEAM 课程的教学设计时,可以依托于项目式学习,选取合适的项目主题,确定项目目标及成果,然后将任务分解成若干子任务,从而将多学科知识融入其中,实现真正意义上的学科整合,实现培养学生综合运用知识能力的目标。

4.2. 多师协同完成 STEAM 课程的讲授

讲授 STEAM 课程的教师要具备多学科知识,但是当前教育基本上是分科教学,学科教师只熟悉自己所教学科的知识,且教师的时间和精力有限,很难在短时间内掌握 STEAM 课程包括的所有知识。这就导致 STEAM 教师严重缺乏,STEAM 课程难以广泛实施。基于此,本研究采用多师协同的方式,由不同学科的教师讲授不同阶段的课程,以解决 STEAM 教师不足的问题。但是所有的教师都要参与课程的设计,并且在教学实践过程中要保持教师之间持续的沟通,以确保项目学习的完整性,避免出现拼盘式教学。

参考文献:

- 王靖, & 崔鑫. (2020). 如何支持与评价协作学习中的共享调节? ——基于 2007-2020 年国内外共享调节研究的系统性文献综述. *远程教育杂志*, 38(06), 86-95.
- 何文涛. (2018). 协作学习活动的结构化设计框架. *电化教育研究*, 39(04), 73-79.
- 黄明燕, & 赵建华. (2014). 项目学习研究综述——基于与学科教学融合的视角. *远程教育杂志*, 32(02), 90-98.
- Chen, C.-H., & Yang, Y.-C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81.
- Li, J., Luo, H., Zhao, L., Zhu, M., Ma, L., & Liao, X. (2022). Promoting STEAM education in primary school through cooperative teaching: A design-based research study. *Sustainability*, 14(16), 10333.
- Lu, S.-Y., Lo, C.-C., & Syu, J.-Y. (2022). Project-based learning oriented STEAM: The case of micro - bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2553-2575.
- Mercer, N. (2010). The analysis of classroom talk: Methods and methodologies. *British journal of educational psychology*, 80(1), 1-14.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.

互動大屏 STEAM 教學：以 K-12 科技領域增能課程為例

Interactive Flat Panel (IFP) STEAM Teaching: Taking the empowerment Training of Technology Education as an Example

簡佑宏^{1*}, 張育瑞¹, 趙語涵¹, 黃薰立², 林祥璋²

¹ 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

² 明基電通股份有限公司

* roland.chien@ntnu.edu.tw

【摘要】近年來互動大屏除漸成為 K-12 教室內的基本配備，如何讓大屏除了能取代傳統白黑板和實體教具，更能透過大屏內建功能（內建互動介面、電子白板、互動投影）促進生師教學的互動，提升學生學習動機和興趣，是科技融入教學的重要議題。本研究以 54 小時的 K-12 科技領域增能課程為例，利用大屏的互動功能，針對科技老師，設計與發展互動大屏 STEAM 課程後，對 15 位在職教師實施相關課程，紀錄分析課程歷程，並了解他們對相關課程的看法。研究結果教師都願意學習以互動大屏設計教學內容、認同未來使用大屏教學之重要性，但是會增加準備課程的負荷、也需要學校行政與、設備和財務支援。本研究發現和課程範例將可作為各學習領域實施互動大屏 STEAM 教學的參考。

【关键词】 增能課程；互動大屏；STEAM；科技教育

Abstract: In recent years, interactive flat panels (IFPs) have gradually become the basic equipment in K-12 classrooms. How to promote the interaction between students and teachers through IFPs is an important issue in the integration of technology into teaching. This study used a 54-hour empowerment course for k-12 teachers as an example, used the IFP to design and develop the course, and implemented the courses to 15 in-service teachers, then analyzed the teachers' perspective on the IFP STEAM courses. The results of this study show that teachers were willing to learn how to design teaching content with IFPs, agreed with the importance of using IFPs in teaching in the future, but the preparation of IFP STEAM course would increase the workload, and they would need support from school administration, equipment, and finance. The findings and courses developed in this study would serve as a reference for the implementation of interactive IFP STEAM teaching in various learning areas.

Keywords: empowerment course, interactive flat panel, STEAM, technology education

1. 前言

全世界都在推動 STEM/STEAM 教育。由於多數亞洲國家的教育現況仍以學科考試、升學導向為主 (Park et al., 2016)。如何在此教育環境下，推動整合式的 STEM/STEAM 教育，培養 K12 學生具備的「高階思維能力 (higher-order thinking skills, HOTS)」呢？如何使其成為 21 世紀人才使與全球人才競爭、跟世界接軌呢？或許應該由非考科的科技領域來推動，再慢慢擴散推廣至跨領域教學，然後再向下紮根到國小教育，也許是一條開啟培育 STEM 人才的理想途徑。

另一方面，由於臺灣自 2021 年開始，教育部開始推動四年 200 億的「班班有網路、生用平板」政策（行政院，2021）；台北市亦公布 13 億的「班班有大屏」教育政策白皮書。同樣地，科技領域在此相關政策上，又會是擔任推動軟硬體使用的重要的推手，因此，由科技領域著手發展互動大屏 STEAM 課程乃當務之急。

2. 互動大屏 STEAM 教師增能課程的設計與實施

有鑑於上述發展互動大屏 STEM/STEAM 課程的必要性，本研究描述本研究團隊發展的一個 54 小時的科技領域的教師增能課程。該課程由三個互動大屏 STEAM 課程組成，此課程主要授課對象為科技領域的教師，課程在 2022 年 7 月 14 日至 7 月 25 日間實施。整體實施架構如圖 1。

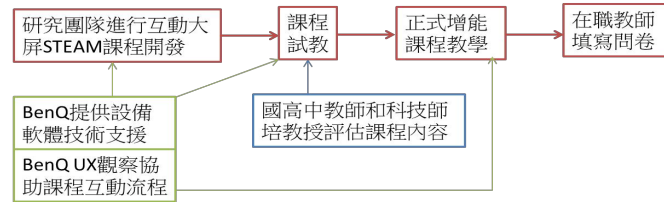


圖 1 本研究之課程實施架構

本課程由明基電通 (BenQ Corporation) TM提供一台 86 吋大屏支援此課程之教學。研究團隊使用該大屏內建的介面 Uni UI、白板軟體 EZWrite 6、投影軟體 InstaShare，開發三個課程。以下進一步描述課程的設計與實施。

- (1) 木之御守：4 小時。此課程主要讓老師透過實作，學習基本機具（帶鋸機、線鋸機、磨砂機）的操作，製作一個具有美感的隨身小物（圖 2）。課程運用 EZWrite 6 製作講述的內容，並以投影軟體 InstaShare 2 示範機具的操作。在課程中在利用 Uni UI 介面上的書寫、尺規、隨機選擇等小工具，加強課程互動內容。
- (2) 光控雲燈：8 小時。介紹電子電路、焊接等知識，透過實作製作一個具造型美感的雲朵燈（圖 3）。同樣地在課程中運用 EZWrite 6 製作講述的內容，以實物投影機示範焊接技術，並錄製影片，亦利用 Uni UI 介面上的書寫、尺規、隨機選擇等小工具，加強課程互動內容。
- (3) 凸輪玩具：36 小時。此課程主要是讓老師學習 3D 繪圖 OnShape 軟體，透過實作製作一個具故事情境的凸輪玩具，玩具深具機構與結構的知識和美學的意涵（圖 4）。課程一樣用到 EZWrite 6 製作講述的內容和 Uni UI 介面上的工具。
- (4) 教師設計課程與反思：6 小時。老師們經過上述三個課程後，已熟悉互動軟體和 STEAM 課程的基本內涵，故設計屬於自己教學內容的互動大屏 STEAM 課程。最後老師們寫問卷，進行對互動大屏 STEAM 課程的反思。



圖 2 木之御守



圖 3 光控雲燈

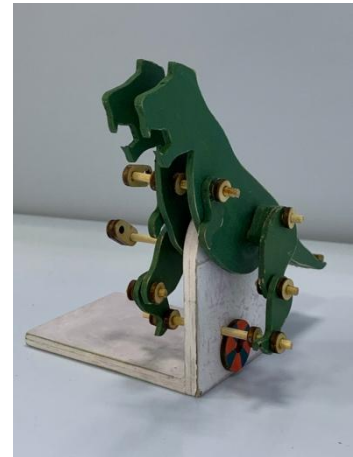


圖 4 凸輪玩具

為說明課程如何透過互動工具製作課程內容，本研究以光控雲燈為例加以說明如下：

- (1) 發放實作材料：進行專題時會面臨材料發放的情形，教師可將元件清單詳列並透過電子白板和學生一一確認清單。
- (2) 運用電子白板進行三用電表教學：可以先介紹完三用電表的使用方式，接著於大屏上隨機出題讓學生回答。

- (3) 時間管控：讓學生進行零件測試與實作，在實作的時間控管上，可以運用倒數計時器加以控制。
- (4) 電子零件教學應用：進行電子零件的說明過程中時，可以預先畫出矩形，遮住答案讓學生思考與問答，老師並可讓同學操作以揭曉答案。
- (5) 步驟教學與箭頭的應用：教學時可以拖曳箭頭讓學生清楚老師所指的位置以及重點。
- (6) 內嵌瀏覽器的應用：當臨時想補充資訊或是查詢網頁時。可透過開啟內嵌瀏覽器即時查詢，讓學生能夠有更多面向與豐富的資訊。
- (7) 裝配介紹：運用便利貼功能，提供裝配的詳細方法與照片供學生參考。
- (8) 計分板提升參與氣氛：讓學生練習工具配對，並說出每項工具其功能與注意事項。答對者予以加分。
- (9) 利用拖曳動畫進行銲接教學：透過匯入影像的方式將所需的工具匯入，於大屏幕上拖曳說明，讓學生在正式操作之前，具有先備知識與概念，降低學生受傷機率。
- (10) 利用即時錄影深入說明：教師於動畫講解完成後，亦可外接實物投影機再次進行說明以加深學生印象。

本課程的實施應用片段剪輯，請參閱 <https://reurl.cc/58MmNn>。圖 5 為所有參與課程的人員合照。

3. 在職教師對互動大屏 STEAM 課程的看法

15 位教師參與一周 54 小時的課程後，填寫一份開放性問卷，表達對相關課程地看法。開放性問卷的題目參考相關文獻 (Han & Lee, 2012; Lee et al., 2013; Lim & Oh, 2015; Park et al., 2016; Shin, 2013)，四個構面包括老師對互動大屏 STEAM 課程的具體看法、互動大屏 STEAM 課程的學生的影響力、實施互動大屏 STEAM 課程的挑戰、以及對互動大屏 STEAM 教師增能課程的看法。根據老師們問題的答案，四個構面的分析如下：

- (1) 對課程的看法：老師們多認同在教學現場推動相關課程能加強培育 STEM 人才、願意將相關課程推薦給其他老師、也有實施相關課程的意願。但是認為偏鄉小校不易實施、不能為了要使用大屏而忽略課程內涵。
- (2) 學生的影響：老師們多認同相關課程能驅動對學生批判思考、創造力、個人特質和鼓勵學生未來選擇與 STEAM 相關學科。同時也認為疫情後學生蠻習慣科技化教學，大屏在教學效能上有優勢，但是要有一套解決學生上課合理使用 3C 產品的準則。
- (3) 課程的挑戰：老師們多認為實施相關課程需要學校行政和財務支援、會增加備課負荷。老師都心有戚戚認為教學現場環境變化越來越快，老師要能與時俱進，真的不容易。
- (4) 對增能課程看法：老師們認為此次 54 小時課程，能促進其教材教法等教學策略、課程內容符合教師增能的意涵、課程內容深度亦符合老師需求、以及課程實施時程尚可。老師們認為是很扎實的增能課程，但也有老師認為各個老師的起點行為不盡相同，可以用分級實施的方式進行。



圖 5 所有參與課程的人員合照

4. 結語

在班班有大屏的教育科技政策推廣之下，在校園中透過大屏進行教學勢必將會是現世代教育工作者共同面對的課題。本研究透過設計相關課程和實施教師增能，希望提供老師一個教學示例，引領老師教學，減少對於大屏的不確定與恐懼感。

希望在課堂中透過大屏教學，讓班上趴下睡覺的學生變少了，讓滑世代透過載具以及大屏能在課堂中參與互動，盡情闡述自己的想法；透過觸控大屏及電子白板軟體，讓教學現場更加活潑靈活，讓教材更加整合，也讓資源能更加活化，希望不要讓這些科技產品淪為高級展示品。同時，更希望教育工作者能夠將大屏廣泛應用於自己的課程中，增加學習生師互動性。各種科目透過觸控大屏進行教學將會成為一種趨勢，而電子白板支援雲端共做，讓不同領域的教師能夠跨域整合教材，達成 STEAM 的教學成果，讓學生的學習變成一種整合式的學習以呼應素養的願景。

謝誌

本研究成果承蒙臺灣國科會產學合作計畫-「以使用者經驗探討大型教育觸控互動顯示器用於 STEAM 互動課程教材教法之研究(NSTC 111-2622-H-003 -004)」經費補助，方能順利進行且完成，特此致上感謝之意。本研究亦感謝臺灣明基電通（BenQ Corporation）™提供設備支援本研究，以及該公司使用者經驗的團隊對課程互動內容設計的協助。

參考文獻

- 行政院（2021）。班班有網路、生生用平板－推動中小學數位學習精進方案，取自：
<https://reurl.cc/bGm066>。
- 台北市政府教育局（2021）。臺北市發表《智慧及資訊科技教育白皮書》，3年打造「班班有大屏」優質科技輔助學習環境，取自：<https://reurl.cc/aaMnG3>。
- Han, H., & Lee, H. (2012). A study on the teachers' perceptions and needs of STEAM Education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 12(3), 573 – 603.
- Lee, J. W., Park, H. J., & Kim, J. B. (2013). Primary teachers' perception analysis on development and application of STEAM education program. *Journal of Korea Society of Elementary Science Education*, 32(1), 47 – 59.
- Martilla, J. A., & James, J. C. (1977). Importance – performance analysis. *Journal of Marketing*, 41(1), 77 – 79.
- Park, H., Byun, S. Y., Sim, J., Han, H. S., & Baek, Y. S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739 – 1753 (2016).
- Shin, Y., & Han, S.: A study of the elementary school teachers' perception in STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) education. *Journal of Korea Society of Elementary Science Education*, 30(4), 514 – 523 (2011).

创客教育中存在的问题与挑战——基于全国 66 所小学专项调研的思考

Challenges and Problems in Maker Education——Based on a unique survey conducted at 66

Chinese primary schools

刘怀亚, 贾积有*

北京大学教育学院教育技术系

liuhuaiya@pku.edu.cn, * jiy@pku.edu.cn

【摘要】 本研究对全国 66 所小学创客教育推进中面临的问题与挑战进行探究, 这 66 所小学以农村和薄弱地区学校为主。通过问卷调查和访谈的方法对学生、教师与项目负责人进行调研, 综合比较定量分析和定性分析的结果, 结合推广创新理论与创客教育的理论基础对创客教育的推广成效进行分析。发现在推进创客教育过程中主要有以下三个问题: 创客教育的理念与思想培养相对不足、未因地制宜开发创客校本课程、部分学校只有少数学生参与。

【关键词】 创客教育; 创新推广; 创客理论

Abstract: This study investigates the problems and challenges in 66 Chinese primary schools' efforts to promote Maker education. The majority of these 66 primary schools are located in rural and underserved communities. Students, teachers, and project leaders are surveyed through questionnaires and interviews, the outcomes of quantitative analysis and qualitative analysis are comprehensively compared, and the promotion effect of Maker education is analyzed by combining the theory underlying Maker education and the theory of innovation promotion. The process of promoting Maker education is found to have three main issues: the concept and ideological development of maker education are relatively lacking, the Maker school-based curriculum is not developed in accordance with local conditions, and only a few students participate in some schools.

Keywords: maker education, innovation promotion, maker theory

1. 引言

2016 年, 教育部印发的《教育信息化“十三五”规划》中提出, 有条件的地区要积极探索信息技术在“众创空间”、跨学科学习 (STEAM 教育)、创客教育等新的教育模式中的应用, 着力提升学生的信息素养、创新意识和创新能力, 养成数字化学习习惯, 促进学生的全面发展, 发挥信息化面向未来培养高素质人才的支撑引领作用 (教育部, 2016)。2019 年, 中共中央、国务院印发的《中国教育现代化 2035》中提出, 注重融合发展的理念, 为发展中国特色世界先进水平的优质教育, 要增强学生的综合素质, 强化对学生实践动手能力、合作能力、创新能力的培养 (中共中央, 2019)。根据国家相关政策可知, 创客教育成为培养学生实践能力、创新精神等的重要方式。

目前, 我国创客教育的实践领域已由城市延伸至乡镇, 但受制于教育理念、师资水平、基础设施等影响, 创客教育依旧难以在乡镇学校展开 (季瑜和马晓玲, 2022)。党的二十大报告强调要, 坚持以人民为中心发展教育, 加快义务教育优质均衡发展和城乡一体化, 优化区域教育资源配置 (教育部, 2022)。《乡村振兴战略计划(2018-2022)》明确提出要优先发展农村教育事业, 包括: 统筹规划布局农村基础教育学校, 保障学生就近享有有质量的教育。提升乡村教育质量, 实现县域校际资源均衡配置。推动优质学校辐射农村薄弱学校常态化, 加强城乡教师交流轮岗。推进乡村学校信息化基础设施建设, 优化数字教育资源公共服务体系等举措 (中共中央, 2018)。为破解农村学校发展难题提出了新要求。到 2025 年, 中国城乡教育将进入均衡发展期 (杨海燕和高书国, 2017)。由此可见, 推进城乡创客教育均衡是

创客教育的推广普及中的重大趋势，是促进教育公平，提升城市与乡镇学生创新能力。

2. 创客教育的理论依据

创客教育课程层面的思想理论与杜威以活动为中心的综合课程观和建构主义思想紧密相关。杜威认为，促使学校科目相互联系的真实中心应是学生本身参与的社会活动。因此教师在实际教学中，应该以学生现有的知识背景和学习兴趣点为基础，结合学科的内容与学生自身的学习经验，作为创客教育课程的出发点。作为建构主义教学思想的代表人物之一，杜威提出了“做中学”的教学法，在实际的创客教育课程中，“做中学”也就是在“经验中学”，在“活动中学”。这表明学习不仅仅是从课堂中学，更应该通过复杂的实践来学习，强调动手实践是获取知识的重要途径。融合在创客教育中，体现为“做中学”这一重要理念。

情境学习是由让·莱夫和爱丁纳·温格提出的，强调学习是情境性活动，学习是整体的、不可分的社会实践，是现实世界创造社会实践中完整的一部分。包含三个核心概念，一是实践共同体，指的是新来者可以进入现在正在实际工作的人们所组成的圈子，并获得这个圈子中的社会文化实践。二是合法的边缘性参与，即实践共同体的各方都愿意接受新来的不够资格的学生成为共同体的一员，但这类学生一开始只能做一些外围的工作，随着技能的增长，逐渐开始做重要的工作。三是学徒制。融合在创客教育中，即围绕着真实的问题情境，在老师和共同体成员的帮助下，学生由浅入深地解决问题，掌握知识与技能，体现为“情境学习”与“帮助他人”这两个理念。

西蒙·派珀特在皮亚杰的建构主义的基础上提出建造主义。强调学习者是一个主动的知识建构者，更强调外在作品的建造和学习者分享创意。建造主义认为在学习过程中，学习者必须有意识地透过建造外在、可分享的人造物与知识建立个人关系。即强调学习者不仅是去获取创意，而且要创造和实现自己的创意，且人际间的交流交互也是知识学习的重要环节。融合在创客教育中，体现为“创新”和“分享”这两个理念（陈荣和陈增照，2020）。

3. 创客教育的实践

创客教育面临着创客教育的普惠发展受限、创客教育资源不足、师资力量薄弱等现实困境。2018-2021 年度，依托于中国教育发展基金会-戴尔“互联创未来”项目（以下简称该项目），全国 11 个省、直辖市和自治区的 14 个地区的共 66 所小学开展了创客教育，这 66 所小学以农村和薄弱小学为主。该项目的目标是：利用戴尔的先进设备和技术，探索信息技术在教育教学中的应用，帮助师生提升信息素养、创新意识和创新能力。该项目的面向对象是：4-6 年级小学生，采用项目式教学法（PBL），开展基于 scratch 图形化编程及开源硬件的创客教育实践。该项目开展的方式是：配设备、做培训、带应用。

在配设备方面，提供必要设备。从 2018 到 2021 年 3 年期间，该项目向 70 所学校捐赠戴尔电脑共 1890 台，每所学校 27 台；创客套件 2940 套，每所学校 42 套。其中套件中包含创客开源硬件 Micro: bit 造物粒子入门套件、配套课程、Mind+编程软件平台与手工材料耗材包。解决了部分学校基础设施薄弱的问题，保障该项目的每所学校都有相关的设备。

在培训方面，提供集中培训和持续性的技术支持。培训目的是让教师了解创客文化与创客工具（含开源硬件）。了解和学习如何在教学中更好运用创客教育，体验全新授课方式。培训形式是以工作坊形式进行大班教学，通过项目将智能硬件，Micro: bit 与教师生活建立联系。学习开源硬件的电子搭建，能初步了解基础控制原理，传感器的使用，掌握编程软件 Mind+ 的使用。在“大班学习”基础上，教师整合已学技能与自身专业背景，根据培训课题需求进行小组式创作，也是体验 PBL 创客教育的过程。这一阶段培训，可更快掌握拓展项目的技能，围绕主题展开头脑风暴。用身边随处可得的材料来打造作品，比如纸杯等，实现更多创意。正如建造主义所传达的，除了“创新”以外，“分享”也是创客推崇的理念。教师在培训后期，需要自我展示，分享项目设计的初衷，设计过程中考虑的点及遇到的困难、最终解决的过程等。针对后续采购器材的老师，提供 2 周 1 次的线上培训，每次由一名讲师、一名技术

人员轮流回答老师提问,协助老师解决日常的教学问题,往期培训的内容,都可循环查看。教师在经过培训学习后,与各校的项目负责人一起,在相关部门的政策引导与资源支持下在本校开展创客教育。

在带应用方面,每一年度都会征集该项目创客教育实践案例,并进行线上的指导活动。根据征集到的创客教育实践案例,根据评价指标项评议优秀案例在线上线下进行展示交流,汇编创客教育优秀作品案例手册中英文版。

在该项目的领导下,确立了70所农村和薄弱地区为主的小学开展创客教育普及工作,目标清晰,联合多部门,多层次部署安排,在创客教育普惠发展这一方面提供充足保障。此外,充实了创客教育的设备,嵌入了配套的课程,助力了各校创客教育的开展,在创客教育资源这一方面也提供了支持。并对各校的教师进行培训,培训内容多样,使教师可以提升对PBL创客教育过程的认知,对创客硬件和软件技能素养的掌握,在师资力量与素养方面,整体有了质的提升。一定程度上有效弥补了乡镇创客教育理念认识不足、创客教育普惠发展受限、资源不足、师资力量薄弱等问题。

4. 创客教育推广的成效

项目覆盖全国11个省、直辖市和自治区的14个地区,每个地区5所学校(以农村和薄弱小学为主),一共70所小学。采用定量和定性结合的混合研究方法深入了解项目的实际成效和可能问题。定量研究主要是通过调查问卷收集学生、教师和学校项目负责人参与或者管理该项目的方式、过程、收获和感受等。抽样方法是分层抽样,即每个项目学校需组织1名项目负责人、5名以上项目教师、随机抽取50名参与过项目的学生(年级和性别比例尽量均等)在线填写相应调查问卷。定性研究主要是对参加项目的学生、教师和负责人进行结构化访谈。在学生、教师和负责人调查问卷的基础上,增加了更为深入的问题,设计了访谈提纲。需要各学校的1名项目负责人、2名项目教师、2名参与过项目的学生(1男1女)进行访谈。除了受疫情影响的厦门之外的13个地区都抽选各自地区2所学校的负责人、教师和学生进行了线上视频或者现场访谈。

在学生数据中,有64所项目学校(90%)的学生提交问卷,有效问卷1321,有效率为88.5%。26所学校的56名学生参加了访谈。在教师数据中,66所(94%)项目学校的教师提交问卷,有效问卷240份,有效率为82.47%。26所学校的54名教师参加了访谈。在负责人数据中,66所(94%)项目学校的负责人填写了问卷,有效问卷66份,有效率为100%。26所学校的26位负责人参加了访谈。

4.1. 创客感知

创新推广理论也叫做创新扩散理论,指的是经由特定的渠道,在某一社会团体的成团中传播一个全新的方法或者一个新事物等的过程(Guo, Gu & Sun, 2019)。根据该理论,创新具有五个属性,即相对性优势、相容性、复杂性、可试验性和可观察性(Molina & Harry, 2008)。结合在创客教育中,创客教育的相对优势、复杂性和可观察性可以统称为创客感知(程梓涵和郝兆杰, 2012),本文将创客教育的相容性也列为创客感知之一。

(一) 创客教育的相对优势

创客教育的相对优势,即通过创客教育带来的收获相对于传统教育在某些程度上效果更好,对于学生来说是学生知识、思维、能力等的提升,核心能力是“创新”和“分享”。对于教师来说是教师专业发展的提升。对于学校来说,是学校多元化、综合实力的提升,如创客空间数量的提升、校本课程的开发、学校的获奖情况等。

在学生层面上,根据平均值从高到低排序,电脑基本操作水平、团队合作能力、沟通交流能力、编程知识、创客套件的使用能力、发现问题能力、解决问题能力、科学、通用技术等知识、独立自主能力、创新性思维、表达展示能力、基础学科类知识、动手制作能力、美工、音乐等艺术类知识、跨学科能力的均值均在4以上,如表1所示。所有的能力、知识与思维的中位数都位于“提升较大”与“提升很大”之间。表明学生认为所有的知识、思维与

能力都得到了很大的提升。“分享”也是创客教育的重要理念，有超过一半的小组成员每次都会互评，这样的情况占比 52.91%。其次是经常互评，占比 27.33%；其次是有时互评，占比 13.55%。即时的交流和讨论，对项目的进展情况做出反馈和评价，也是项目式教学法中对于学生提高能力和知识的重要方式。有超过一半的小组成员每次都会公开展示，这样的情况占比 50.26%。其次是经常公开展示，占比 26.34%；其次是有时会公开展示，占比 16.96%。小组公开展示是项目教学法的重要环节，学生需要有展示的机会，来让其他老师和同学看到其设计，并通过点评来查漏补缺，促进学生能力提升。根据学生们的访谈数据，学生们认为通过参与项目，学生学会了编程知识，扩展了相关学科如数学、语文、美术、音乐、科学、物理、历史、地理、体育等方面的知识，更学会了自主学习、团结互助、提出问题、解决问题。学生们“创新”与“分享”能力的提升在问卷数据和访谈数据中都有所体现。

表 1 学生项目的学习效果

能力	平均值	标准差
电脑基本操作水平（如使用戴尔电脑编程）	4.21	0.97
创客套件的使用能力（如 Micro:bit）	4.06	1.06
编程知识(如 Mind+, Scratch)	4.07	1.07
动手制作能力（如搭建、焊接等）	4.02	1.11
基础学科类知识（如数学、语文、英语）	4.03	1.07
美工、音乐等艺术类知识	4.02	1.04
科学、通用技术等知识	4.04	1.04
跨学科能力（信息技术和数学等多个学科知识融合应用）	4.02	1.06
表达展示能力（小组汇报 PPT 制作和介绍）	4.03	1.09
发现问题能力	4.06	1.05
解决问题能力	4.05	1.05
独立自主能力（独立查找和分析信息、解决问题等）	4.04	1.08
沟通交流能力（积极与他人交流，虚心接受别人意见）	4.08	1.05
团队合作能力（帮助其他同学，共同完成任务）	4.13	1.02
创新性思维能力（不满足于现状，提出新的办法和思路）	4.04	1.10

表 2 教师判断的学生能力提升

能力维度	平均值	标准差
电脑使用能力	4.27	0.76
创客套件的使用能力	4.19	0.80
编程知识	4.19	0.85
团队合作能力	4.16	0.80
解决问题能力	4.15	0.78
沟通交流能力	4.13	0.79
发现问题能力	4.11	0.78
创新性思维	4.11	0.82
动手制作能力	4.10	0.83
表达展示能力	4.10	0.79
跨学科能力	4.09	0.81
独立自主能力	4.08	0.81
科学类知识	4.04	0.85
美工、音乐等艺术类知识	4.00	0.83
基础学科类知识	3.97	0.87

在教师层面上，教师们认为 PBL 可以有效促进学科融合、更能帮助教师自我提升，包括学会以学生为中心，调动学生积极性，有效管理学生和把控进度等。还可以有效培养学生的

合作学习能力、解决问题的能力 and 创新思维, 各项指标均值也都在 4 之上, 表明位于“提升较大”与“提升很大”之间, 如表 2 所示。根据教师们的访谈数据, 教师们反映, 该项目对其职业发展有很大帮助, 不仅表现在所指导的学生作品获奖给 学校和自己带来了精神荣誉和物质奖励, 更重要的是该项目增强了其自身的创新能力, 拓宽了其专业视野, 提供了全国范围的交流机会。

在学校项目负责人层面上, 创客空间数量有所提升, 在项目开展之前仅有 12% 的学校已经有 2 个以上的创客空间投入教学, 平均创客空间数量为 0.85。值得一提的是有一所学校在开展项目之前已经有 20 个创客空间, 如果去除这一极值, 平均创客空间开设数量仅为 0.55。在项目开展之后, 85% 的学校开设了专门的创客空间, 31 所学校实现了创客空间从无到有的突破, 占项目学校总数的 46.9%, 平均每所学校创客空间数量增加至 1.636。此外, 调查数据显示在未来规划中, 项目校平均计划会再开设 2 个创客空间用于创客教育。越来越多的学校在进行校本课程的开发, 在开展项目后, 47% 的学校已经开发或者正在开发校本课程, 说明有较大部分的学校已经将创客教育融入了学校日常的教学环节。获奖的学校也增多了, 本项目中的案例在项目外平均获奖次数达到 13.27 次, 获奖学校占 74.24%, 尽管学校间差异较大, 但依然是令人可喜的结果。

通过学生、教师与项目负责人的相关数据可以看出, 创客教育相对于传统教育可以促进学生知识、思维、能力 (尤其是“创新”与“分享”的能力), 教师专业发展, 学校多元发展等方面的提升, 具有相对优势。

(二) 创客教育的复杂性

创客教育的复杂性, 在教师指导学生进行创客教育与学生进行创客活动的情景下, 教师和学生都认为遇到了众多限制因素。在学生层面上, 根据问卷数据, 在使用套件时, 80% 左右的学生反映遇到过各种各样的困难, 依次为: 缺乏传感器与电路等物理知识 (82.36%)、缺少编程知识 (81.83%)、缺少实现方法 (81.54%)、缺少动手搭建能力 (80.85%)、缺少美工知识 (80.77%)、缺少数学知识 (80.39%)、缺乏材料 (80.02%)、缺少创意和想法 (78.80%)、其他 (66.99%)。为解决这些问题, 老师帮助的方式占比最大, 其次是与同学合作解决, 然后是自己解决, 但仍有少数不能解决的问题, 这一点在访谈中也得到印证。

在教师层面上, 根据问卷和访谈数据, 在戴尔电脑的使用中, 教师遇到的软件问题更多, 但是大部分的问题都能得到解决。教师也反映了该项目教学中发现的其他问题, 主要包括: 配发套件种类较少, 兼容性差, 容易损耗, 某些需要的传感器买不到, 无法满足创客项目需求; 某些学生家长不理解该项目和其他学科的关系。这些问题在西部、偏远学校尤其严重, 比如云南、青海的学校。此外还包括, 学生的课余参与创客的时间不足等。

在负责人层面上, 根据访谈数据, 西部和偏远学校, 如云南和青海学校的负责人普遍反映, 在项目实施中确实存在问题, 主要包括: 配发套件种类较少, 容易损耗, 兼容性差, 无法满足创客项目需求; 经费匮乏, 无力建设创客教室、购买高级套件和其他设备; 专业教师力量不足, 只能找其他学科老师兼任创客项目教师; 某些学生家长不理解该项目的重要性、不支持孩子参加该项目。这也印证了教师和学生遇到的种种问题。

因为创客教育具有“做中学”这一重要理念, 所以在创客中需要学生和教师都掌握大量的实践能力。从学生、教师、负责人的数据可以看出, 学生们在使用套件时普遍会遇到缺乏相关知识、缺乏材料的问题。教师和项目负责人都反映该项目所配发的套件只能满足基本创客要求, 在一些情景下, 仍具有硬件不足的情况, 以及处理家长认同感的非教学性问题, 一些家长未认识到创客教育对学生能力培养的重要性, 不具有创客教育的理念。

(三) 创客教育的可观察性

创客教育的可观察性, 在教师进行创客活动的情景下, 指的是教师看到学生创新应用效果的程度。根据教师访谈数据可知, 教师们普遍表明他们能明显感觉到该项目培养学生德智体美劳五育并举、全面发展, 激发学生无限的想象力和创造性, 锻炼学生的动手能力、团队合作能力。

(四) 创客教育的相容性

创客教育的相容性,从学科视角,指的是创客教育与其他学科融合的程度。在该项目学校中,教师群体的授课科目非常多元,包括小学阶段所有学科,其中以信息技术、科学、数学教师担任项目辅导教师的比例最多。任课教师比例从高到低排列为信息技术(49.17%)、科学(31.67%)、数学(27.08%)、语文(17.92%)、道德与法制(13.33%)、美术(12.92%)、英语(11.25%)、体育(10.83%)、音乐(8.75%)、劳动技术(8.33%)、心理健康(6.25%)、地理(4.17%)、历史(4.17%)。在教师调研中,还发现有46.25%的教师同时兼任多科的教师。4名老师担任全部科目的授课教师,多集中在乡镇学校。从授课教师来看,虽然创客教育多与数学、编程、科学、信息技术课程相关,但也与语文、历史等传统学科相关,只不过比例不大。这表明创客教育具有相容性,这也符合创客教育的理念,应让创客教育融合在各个学科中,培养学生的想象力和创造力。

以创新推广理论为基准,从学生、教师、项目的视角,涵盖创客空间、创客教师素养、创客课程建设、学生创客学习效果、看创客教育的推广成效,认为创客教育具有相对优势,在学生创新和分享能力上较为突出,对于教师专业发展有所帮助;创客教育的复杂性较大,具有硬件不足,教师和学校需要处理家长认同感等问题;创客教育的可观察性较高,易于他人看到学生创新的效果;创客教育的相容性较大,涵盖了多种学科,信息科学等学科尤为突出,仍需加大其他学科与创客教育的融合力度等。

5. 创客教育推进过程中存在的不足与展望

5.1. 创客教育推进过程中存在的问题

(一) 创客教育的理念与思想培养相对不足

创客教育在学生创新和分享能力上具有相对优势,是创客教育的核心理念(傅骞和郑娅峰,2018)。根据创客教育的相容性,这种理念也应涵盖在多种学科之中。但在创客教育的实践中,教师在教学中多关注教学中的“物本”,即以教授学生科学文化知识为主。而非“人本”与“能本”,即兼顾和培养学生多方面能力的提升(蒋新秀和田夏彪,2017)。虽然该项目在对教师培训时教授了教师PBL教学法,但部分教师没有将这种教学进行内化性的思考,在实践中只是按照模式生搬硬套或者直接用课堂讲授式的传统教学法。缺乏对“人本”和“物本”的教学内涵的把握,未最大化发挥创客教育在学生创新和分享能力上具有的相对优势。

(二) 未因地制宜开发创客校本课程

创客教育的复杂性较大,部分学校的项目负责人、教师、学生在接受访谈时都提到了“硬件不足”“技术壁垒”“基础薄弱”“经费匮乏”等关键词。对此,他们希望可以增加种类、完善功能。而非因地制宜,考虑个性化的需求,充分利用现有资源开发创客课程。此外,部分学校在进行创客教育时,缺乏对创客课程内容的研究,而把项目配发的套件说明书当作课程内容,没有形成良好的课程设计思路。

(三) 部分学校只有少数学生参与

部分学校创客教育的学生是采用老师挑选的形式,参与的是基础好的,只有一部分学生受益,未能实现创客教育的普惠普及。

5.2. 推进创客教育的策略建议

(一) 注意“人本”与“物本”的创客教育内涵

创客教育中“人本”与“物本”内涵的倡导需要政府、学校、教师和学生等多方的努力。政府和学校可以进行相关的政策指引、项目培训等,帮助教师深刻领悟创客教育的内涵。教师在教学中除了关注创客作品、编程技术、专业知识外,也应注意对学生创新、分享等多方面能力的培养,这对教师的经验、能力等软性要求较高,因此应优化教师构成。

(二) 注重薄弱地区的本土个性化发展

本研究的66所小学以农村和薄弱地区的学校为主,与发达地区的创客教育在教育理念、教学环境、教学内容等发展上差距较大。在保障薄弱地区基础创客教育相关设备、有利政策的基础上,应进行更进一步因地制宜的创客教育路径探索,避免“千校一面”的低质量重复(徐蕾,2021),如:薄弱地区可以积极探索在地化创客教育(季瑜和马晓玲,2022)。其中,可以先着重培养知识群体的文化自觉(申卫革,2016)。文化意识培养是一切实践的基础,当文化意识充足后,对于教育理念等的认知也会得到提升,更易开展薄弱地区的本土个性化发展。

(三) 争取创客教育普惠普及每一位学生

创客教育普惠普及的初衷是让每一位学生都可以进行创客教育,但在实际的实践中,因资金、资源、空间、环境等因素限制,大多数情况下只有少部分学生可以受益。仍需一套成熟有效的,能惠及每一位学生的创客教育推广和普及的系统方法。在现有一般条件的基础上,政府需根据各校不同的情况进行个性化的资源支持等。各校也需积极结合自身情况进行自我探索,如开发校本课程等。争取创客教育可以早日普惠普及每一位学生。

致谢

本文是中国教育发展基金会-戴尔“互联创未来”项目(2018-2021)终期调研项目的一项研究成果。感谢所有参与调查和访谈的课题学校老师和学生!

参考文献

- 陈荣,陈增照等(2020)。创客教育的思想流变与实践进路——兼论“创中学”对“做中学”和“发现学习”的超越[J].现代远程教育研究,32(6):16-22.
- 程梓涵,郝兆杰(2021)。河南省创客教育阻碍因素与推广策略研究——基于创新推广理论[J].教育教学论坛,(27):17-20.
- 傅骞,郑娅峰(2018)。创客教育区域推进策略研究[J].中国电化教育,376(05):61-68.
- 蒋新秀,田夏彪(2017)。教学中“物本”“人本”“能本”取向的统一[J].教育导刊,(01):18-21.
- 季瑜,马晓玲(2022)。农村小规模学校实施在地化创客教育的现实挑战与逻辑框架[J].教学与管理,(24):51-56.
- 申卫革(2016)。乡村教师文化自觉的缺失与建构[J].教育发展研究,(22):47-57.
- 徐蕾(2021)。在场性、在地化与精确性:农村小规模学校的发展实践[J].湖北科技学院学报,41(01):111-113.
- 杨海燕,高书国(2017)。农村教育的价值、特征与发展模式[J].教育研究,38(06):73-79+86.
- 中华人民共和国中央人民政府(2016)。教育部关于印发《教育信息化“十三五”规划》的通知:教技〔2016〕2 http://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5133005.htm
- 中华人民共和国教育部(2022)。教育系统深入学习党的二十大精神——加快建设高质量教育体系[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202211/t20221121_998655.html
- 中共中央 国务院印发《中国教育现代化 2035》
http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm
- 中共中央国务院印发《乡村振兴战略规划(2018-2022年)》
http://www.gov.cn/xinwen/2018-09/26/content_5325534.htm
- Guo J, Gu B, Sun X, et al (2019). Communication Barrier, Spillover Effect and Industrial-Technological Innovation [J]. Sustainability,11(18):4841.
- Molina-Castillo, Harry Bouwman (2008). An assessment of advanced mobile services acceptance: Contributions from TAM and diffusion theory models[J]. Information & Management,7:359-36.

基于创客教育的高中开源硬件项目教学实践研究

Research on teaching practice of senior middle school Open-source Hardware Project based on Maker Education

杨志亚

北京师范大学燕化附属中学

18201259197@163.com

【摘要】 作为教育领域新型的教育形态，创客教育不仅集合了学习、创造和分享等核心理念，还重在培养学生的自主学习能力、创造力、创造性思维和动手操作能力等。在中小学开展开源硬件项目设计教学，可让学生体验研究和创造的乐趣，培养学生利用信息技术解决问题和创新设计的意识与能力。这既是国家对创新人才培养的要求，也是培养创新人才的有效途径。本研究以自制环境监测装置为例，阐述如何利用掌控板这个载体开展开源硬件项目教学。

【关键词】 创客教育；开源硬件；项目教学；学科核心素养

Abstract: As a new form of education in the field of education, Maker Education not only integrates the core concepts of learning, creation and sharing, but also focuses on cultivating students' independent learning ability, creativity, creative thinking and operational ability. Carrying out Open-source Hardware Project design teaching in primary and secondary schools can make students experience the fun of research and creation, and cultivate their awareness and ability of using information technology to solve problems and innovative design. This study takes self-made environmental monitoring device as an example to explain how to use the control board as the carrier to carry out Open-source Hardware Project teaching.

Keywords: Maker Education, Open-source Hardware, Project-based instruction, Core literacy of the subject

1. 问题提出

在中国教育发展革新中，2016 年 9 月正式发布了《中国学生发展核心素养》，以“全面发展的人”为核心，综合表现为学会学习、科学精神、实践创新等六大核心素养^[1]。《教育信息化“十三五”规划》要求，提升学生的创新意识、信息素养，培养高素质人才^[2]。在教育规划纲要中指出，特别强调以能力为重，提升学生的探索与创新精神，以及在解决问题方面的实践能力，促成学习型社会的战略目标，纲要中提到未来十年，将创新型人才的培养作为教育改革的重点^[3]。在国务院印发的《新一代人工智能发展规划》中，强调要广泛开展人工智能科普活动，实施全民智能教育项目，在中小学阶段设置人工智能相关课程，鼓励编程教学的开发与推广^[4]。在国家教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知中，也明确提出要加强学生信息素养培育，充实适应信息时代、智能时代发展需要的人工智能和编程课程内容^[5]。

在 2017 年发布的新媒体联盟《地平线报告》（基础教育版）中表明“激励教学创新，在教学法上多通过实践、体验与创造性学习，以更具体、做中学的方式获取知识”^[6]。新发布的高中信息技术新课标（2017 年版）表示“开源硬件项目设计”作为高中信息技术课程的选择性必修模块之一。这表明了开源硬件在教育中引起的重视，它能够通过提供技术多样、丰富资源的数字化环境，开展协作学习，创新创造，让学习者适应信息时代的发展，具备数字化学习与创新的能力^[7]。研究表明，开源硬件为学生提供了直观的编程效果体验，为具体

经验向抽象经验的转变提供工具支架^[8]。课标^[7]建议,新知识的学习要以实例为依托,引导学生掌握学习内容,鼓励学生的创新性应用,在活动过程中应把大部分时间留给学生去探索,通过多次迭代的过程完善项目设计,适时跟踪学生完成项目的过程,及时给予知识指导和问题解决思路的指导。本研究以自制环境监测装置为例,阐述利用掌控板这个载体开展教学。

2. 相关概念与平台介绍

2.1 创客教育

创客教育是一种将创造观念与传统教育相结合的教育方式,创客教育是一种以问题为导向的教育。学生独立发现现实问题,通过猜想、验证寻求解决办法,从而实现创意的过程,这种教育方式强调学生自己建构知识,并内化为自身能力。创客教育作为一种新的教育模式,是一种创新的学习方式,倡导开放式创新和探索体验的教学模式,目的是培养具备创客素养的人才。

2.2 开源硬件

开源硬件是指用与自由软件、开源软件相同的方式设计的计算机和电子硬件^[9]。开源硬件并不仅仅是硬件设计方法的开放,而更多地是体现了一种创新理念的开放。开源硬件的设计者通常会将设计资料对外公布,主要如材料清单、电路图、电路板布局数据以及驱动开源硬件的软件开发工具包等^[10]。每一种开源硬件平台都有自身的优势和劣势,根据自身不同的特点以满足不同的使用者需求。本研究中的开源硬件是指掌控板、扩展板、外接模块,通过数据数据线、蓝牙通信、wifi可以与计算机进行通信。

2.3 项目教学

项目教学是指通过“项目”的形式进行教学,师生通过共同实施一个完整的项目工作而进行的教学活动,它是“行为导向”教学法的一种。一个项目是计划好的有固定的开始时间和结束的时间的学习内容,原则上项目结束后应有一件较完整的作品。项目教学强调学生的自主学习,主动参与,从尝试入手,从练习开始,调动学生学习的主动性、创造性、积极性等,学生唱“主角”,而老师转为“配角”,实现了教师角色的换位,有利于加强对学生的自学能力、创新能力的培养。

2.4 掌控板及拓展板

掌控板是一款基于ESP32的开发板,集多种传感器、感应器于一身,支持WiFi和蓝牙双模通信,支持python代码编程。掌控板上集成OLED显示屏、RGB灯、加速度计、麦克风、数字光线传感器、蜂鸣器、按键开关、触摸开关、金手指外部拓展接口,通过MicroUSB接口进行供电和与电脑连接,在电脑上会表示为一个虚拟串口COM口。利用掌控板,可以实现物联网应用、DIY创意作品以及智能控制类应用。

掌控拓展板是掌控板衍生的一款体积小、易于携带的拓展板。引出了大部分掌控板的IO,支持电机驱动、语音播放、语音合成等功能的IO引脚扩展板,可扩展12路IO接口和2路I2C接口。

3. 教学实践案例

《自制环境监测装置》项目是以真实问题为载体围绕学科核心概念,通过开展一系列动手实践、动脑思考的学习活动任务,促使学生在真实情境中将科学、技术、工程、艺术和数学等多学科知识和技能进行整合,即把分学科的知识按问题逻辑融合在具体的实践活动中,从而实现跨学科重组。本课程以项目为主线构建教学模式,让学生经历“提出项目—分析项目—利用开源硬件实现项目—优化项目”的学习过程,如图1所示,目的是让学生在项目实践中掌握必要的理论知识,在实际动手操作的过程中对项目设计的模式有整体把握。

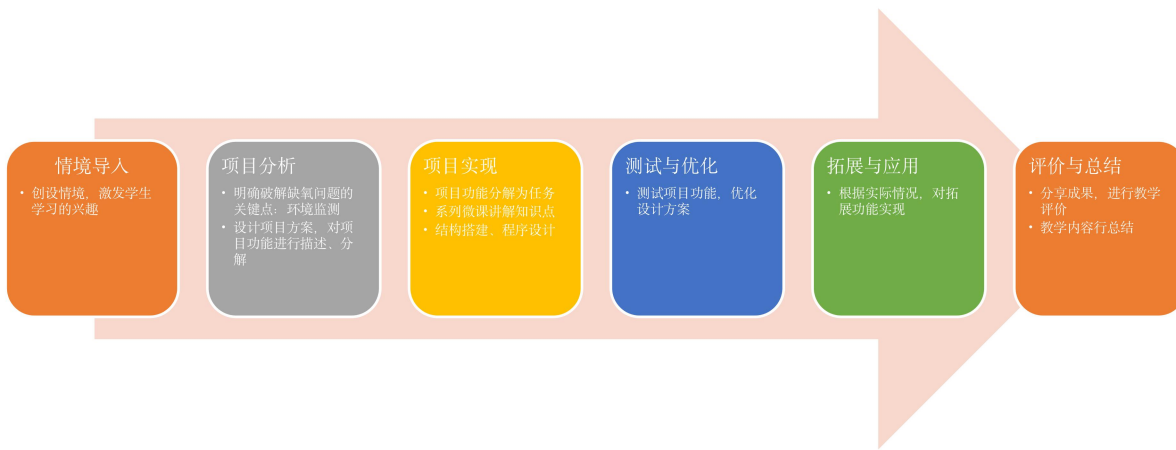


图 1 项目教学实施过程

3.1 情境导入

创设情境：学习效率真的只和自身有关？有研究表明，当二氧化碳在 1000ppm 以上时，空气中二氧化碳浓度越高，人的学习、工作效率越低，作业错误率越高。当空气含氧量下降，二氧化碳上升，会会使脑细胞进行生命活动所需要的氧气供应得不到保证，因而大脑的功能会减弱，时间一长学习效率自然下降。

3.2 项目分析

教师展示生活中的环境监测，引出本次项目的主要工具：DHT11 数字温湿度传感器、电容式土壤湿度传感器、CCS811 二氧化碳和 TVOC 传感器。学生思考传感器的功能应该如何设置。

3.3 项目实施

(1) 结构搭建

教师提供所需要的材料清单及零件，教师引导学生观察不同传感器的构件，进行讲解。演示掌控拓展版的使用方法，连接引脚的方法。

学生观察有不同传感器模块的构件，根据清单和教师演示，尝试线路连接，

教师讲解 mpython 编程基础知识，学生进行代码编写。

3.4 测试与优化

学生完成全部程序设计后，把程序下载到掌控板上测试程序。教师观察学生操作，引导学生根据程序的运行情况，调试并优化程序。学生记录程序在运行过程中遇到的问题。小组讨论，分析原因，尝试解决。

3.5 拓展与优化

教师观察学生完成情况，针对完成效率高的小组提出进阶要求：制作个性化的监测装置，如添加时钟功能。教师提示尝试已经学习过的其他组件。学生进行自由创作，小组共同完成作品。

3.6 评价与总结

小组汇报对作品进行互评和自评；教师从线路搭建、程序设计、功能效果角度对学生作品进行点评，给出修改建议。

4. 实施效果

学生通过自主参与制作过“自制环境监测装置”项目，提高了发现问题及解决问题的能力，获得了亲身参与研究探索的体验，学生找到了理论与实践的最佳结合点。这次探究活动也供了一个有利于沟通与合作的良好空间，学生得以在这个过程中发展乐于合作的团队精神，学会交流和分享研究的信息、创意及成果，并在欣赏自己的同时，也学会欣赏别人。学生学会了分享与合作。本次实践后，学生课下还会相互交谈，进行经验交流，并且对于他们的作

品能否投入到实际场景中进行实验给予了很高的期待。

5.总结与展望

在中小学开展开源硬件项目设计教学,可让学生体验研究和创造的乐趣,培养学生利用信息技术解决问题的能力。本研究以项目的形式组织课程内容进行教学实践,通过小组协作式学习,跨学科思维来解决问题,引导学生努力从多角度看问题,享受实践与分享的快乐,越来越多数字化工具资源可以为教师学生所有,越来越多的开源平台可以创作作品。信息时代,教师应该与时俱进,在探索前进的路上改变教学。

参考文献

- 林崇德.中国学生核心素养研究[J].心理与行为研究,2017,15(02):145-154.
- 任友群,郑旭东,吴旻瑜.深度推进信息技术与教育的融合创新——《教育信息化“十三五”规划》(2016)解读[J].现代远程教育研究,2016(05):3-9.
- 胡瑞文.《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020年)》主要精神解读与热点、难点探析[J].中国高等教育评估,2010,(2):3-10.
- 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知 [DB/CD].
http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm, 2017-07-20
- 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知 [DB/CD].
http://laws.ict.edu.cn/laws/new/n20180416_49471.shtml,2018-04-13.
- 2017 地平线报告:新技术驱动教学创新的趋势、挑战与策略[J]. 人民教育,2017(21):71-75.
- 中华人民共和国教育部制定.普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017年版). [M].北京:人民教育出版社,2018.
- 王卫斌. Scratch 和开源硬件结合的小学程序设计教学活动设计研究[D].江南大学,2020.
- Open-source hardware [HB/OL]. http://en.wikipedia.org/wiki/Open-source_hardware, 2014-12-18
- 雒亮,祝智庭.开源硬件:撬动创客教育实践的杠杆[J].中国电化教育,2015(04):7-14.
- 辛继湘.解读实用主义教育思想[M]. 广州:广东教育出版社,2007. 104-105
- 杜威.民主主义与教育[M]. 北京:人民教育出版社,1990. 154
- 陈荣.从“做中学”到“创中学”:创客教育的思想发端与历史流变[D].华中师范大学,2018.
- 许秀妹. 中师数学课堂中体验性学习的研究[D].福建师范大学,2003.
- 邓佩佩. 基于开源硬件的小学创客教学模式的构建与应用研究[D].四川师范大学,2019.

虛擬 STEAM 教育玩中學—以密室逃生主題 VR 教材為例

Virtual STEAM Education Learning through Play—Taking the Escape Room VR Teaching

Material as an Example

王政弘^{1*}, 吳聲毅², 林知儀³

¹國立高雄大學 工藝與創意設計學系

²國立屏東大學 STEAM 教育學分學程

³國立高雄大學 數位內容設計研究中心

*wang101@go.nuk.edu.tw

【摘要】 現實世界有許多待解決的問題，並非單一學科能力即可克服，基礎教育的養成極為重要，而著重動手做與解決問題能力的 STEAM 教育，在教學模式中更顯舉足輕重。然而在後疫情時代的現今，受限於場域時間等因素影響，動手實作等學習方式遭遇限制，此時若透過虛擬實境教材的配合，有機會在解決受限困境之餘，創造一個嶄新的 STEAM 學習契機。因此我們以密室逃生主題 VR 教材個案為例，融合 STEAM 教育重點進行虛擬實境教材開發，實現 STEAM 教育玩中學的想法。

【关键词】 STEAM; 虛擬實境; 教材開發; 使用者滿意度

Abstract: In today's post-epidemic era, due to factors such as field time, learning methods such as hands-on practice are limited. At this time, through the construction of the metaverse platform and the cooperation of virtual reality teaching materials, there is an opportunity to solve the limited In addition to difficulties, create a brand new STEAM learning opportunity. Therefore, we take the case of escape room VR teaching materials as an example, integrate the focus of STEAM education to develop virtual reality teaching materials to realize the idea of Metaverse STEAM education.

Keywords: STEAM, Virtual Reality, Teaching material development, User satisfaction

1. 背景與現狀

現今社會有許多生活中所面臨的問題待解決，而在教育內應用與結合科學、技術、工程、藝術與數學之 STEAM 學習方式，提供了基礎教育更全面的傳統教學替代方案。透過科學與藝術，學生能夠想像與反思未來社會形勢，並改變學習形式、將思想理論轉化為實踐 (Burnard & Colucci-Gray, 2019)。然而進入後疫情時代，STEAM 教育「動手做」的學習模式受到挑戰與限制，即便透過電腦攝像頭進行線上遠距即時教學，或是使用影片方式呈現，仍舊無法將科學、工程、工藝與技術類的學科精隨傳授予學生，而使用虛擬教育環境的必要條件是引入以人為本的方法，特別是在 STEAM 領域 (Nataliia, 2021)。此時元宇宙概念的崛起與虛擬實境、混合實境等載具技術的成熟，正巧為此問題待來新的契機。

2. 目的與動機

美國麻省理工學院主導科研項目 (Research Science Institute, RSI) 的負責人 Maite Ballesterro 曾說：「當我們無法於實驗室工作桌進行傳統科學實驗時，我們將不再受制於空間或距離的侷限。」同樣地，STEAM 教育在場域受限的情況下，或許猶是將教育轉向無限虛擬世界內進行的轉機。該如何在後疫情時代的衝擊下做出突破？我們嘗試以虛擬實境數位化的新形式，以密室逃生主題 VR 教材為例，進行 STEAM 教育的科普教學推廣工作，進一步幫助教師解決教學困難，並引導學生創新思考與手作應用科學的創造力及邏輯能力，此為我們

進行此開發與研究的目標與目的。

3. 文獻探討

透過虛擬實境技術，學習者們可進入沉浸式的擬真環境，在安全的虛擬場景中進行 STEAM 教育學習活動，以下分別就「STEAM 與遠距教學」及「虛擬實境與沉浸式學習」進行本個案研究的文獻探討：

3.1. STEAM 與遠距教學

COVID-19 的爆發突顯出學習者的網路素養、計算機技能以及研究能力方面，對自主學習解決問題的重要性 (Jie et al.,2022)。STEAM 教育是一種透過培養學習者個體表達能力、創新能力與審美感知能力來培養學習者對 STEAM 課程感興趣的教學方式 (Winn, 1993)。許多研究指出，與以講授為中心的教學模式相比，將 STEAM 理念與遊戲學習元素相結合，是能夠提高學生的學習成績的；且 STEAM 在遊戲中學習的概念，能夠磨練創造力、溝通技巧與協作性，並增加孩子的批判性思維 (Della et al.,2021)。而在教學中加入 STEAM，亦可增強遠距學習的有效性 (Dina, Joko & Yuli, 2022)。有鑑於此，我們若將 STEAM 教學融入 VR，讓學習在擬真環境中進行，推測將可增加學習者的使用滿意度與學習動機。

3.2. 虛擬實境與沉浸式學習

5G 時代的來臨，虛擬實境 (Virtual Reality,VR) 技術有望以其獨特的有形、可視與互動性等特性，更加有效地引發學生的學習動機；技術方面，VR 在環境教育內的應用，能夠將傳統教學策略與沉浸式環境相互結合，模擬真實世界中的場景 (Ou ,Chu , & Tarng, 2021)。而 VR 的學習環境可允許微調學習中的特定細節，得以展現現實世界中無法取得的可能性認知卸載以及緩解焦慮的技術 (Hu-Au & Okita ,2021)。若是透過虛擬實境教材的沉浸式學習特性，融入 STEAM 動手做的概念，讓學習者在虛擬空間操作科學實驗，相信將不會再受到場域與時間的桎梏，在虛擬世界中模擬困境，從而在現實世界中解決問題。

4. 研究方法

本研究採用準實驗研究法、觀察研究法與內容分析研究法，分成量化與質性兩部分，研究流程共區分為三個階段，分別為：研究準備階段、實驗與開發階段及研究結果階段（如圖 1）。我們於研究準備階段先設立研究主題，並且依據研究動機確立研究方向，再進行相關文獻內容的資料蒐集、制定出研究方法。

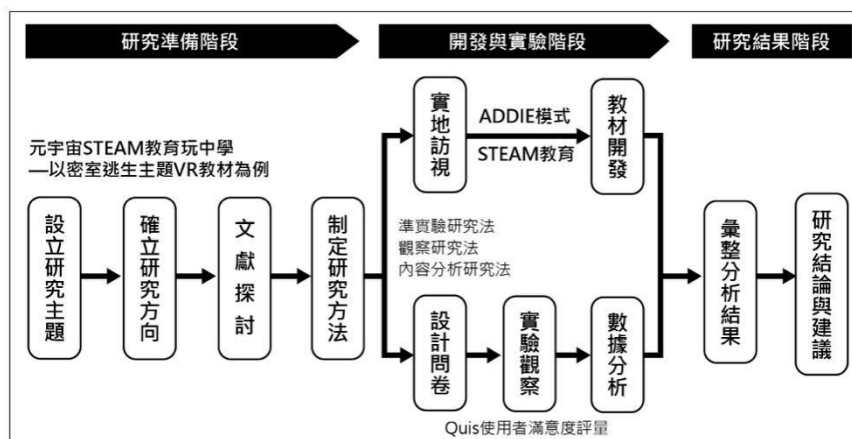


圖 1 研究流程圖

而實驗與開發階段，我們前往教學現場觀察記錄，融入 STEAM 中的「解決問題」與「動手做」概念作教材互動機制規劃，遵循 ADDIE 模式進行開發。實驗部分則經由使用者滿意度問卷設計，蒐集測驗後之量化數據與質性問卷進行事後分析，並於最後提出結論與建議。

5. 研究結果與分析

從 QUIS 互動滿意度統計表 (如表) 能夠看到四項題目構面「對操作畫面的整體反應」、「操作畫面的呈現」、「操作畫面的遣詞與資訊」與「學習方面」之平均數。

表 1 QUIS 互動滿意度統計表

題目構面	平均數
一、對操作畫面的整體反應	5.22
二、操作畫面的呈現	5.48
三、操作畫面的遣詞與資訊	5.71
四、學習方面	5.10

從平均數結果顯示，學習者對操作畫面的整體反應平均數為 5.22，顯見他們在操作畫面的引導使用感受良好。而對操作畫面的呈現平均數為 5.48，表示在教材閱讀畫面上的字體、辨識已選擇之功能、資訊畫面的呈現等之感受為佳。對操作畫面的遣詞與資訊平均數為 5.71，顯示教材操作的功能用詞、用詞與任務的相關性，以及螢幕上資訊呈現的位置，具有不錯的感受。而對學習方面的平均數為 5.10，可得出學習操作畫面、功能的執行是易懂的，且學習能夠獲得成就感與沉浸感受。以上四項構面的平均分數皆大於等第的中間數值 4，顯示教材整體的使用者感受有趣、良好且滿意的。

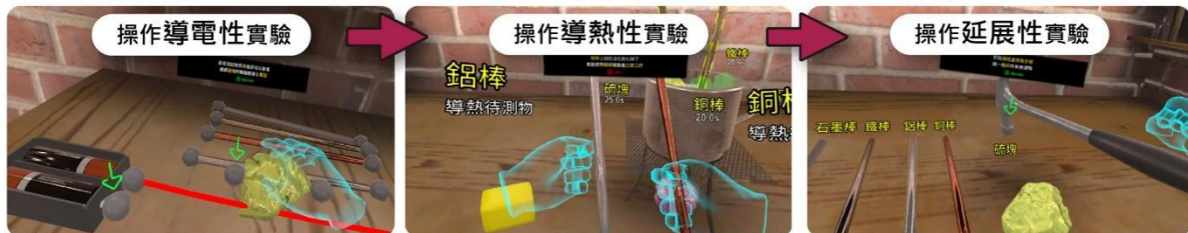


圖 2 密室逃生主題 VR 教材動手實作畫面

6. 結論與建議

虛擬實境技術正逐漸被廣泛應用於教育領域，而透過虛擬實境進行 STEAM 教育，能夠提供學習者豐富的視覺與互動體驗，並提高其學習動機與動手參與度，進一步增強對所學知識的理解與反思。透過研究結果與分析之數據，我們提出以下結論：（一）此密室逃生主題 VR 教材操作起來，對於多數使用者來說，互動感受是良好、有助於自然科學 STEAM 學習，且會感到有趣，整體滿意度高於平均。（二）從問卷可得知對於本教材的使用，「操作引導」之問題有最多使用者提出反饋，而動手學習部分的「教案設計」問題則最少。綜合上述結論，我們再針對 STEAM 概念融合虛擬實境教材之開發提出相關建議，以此作為未來亦朝向 STEAM 教育領域 VR 教材開發之團隊做為參考：（一）此個案教材起初並未於起始關卡大廳設置輔助說明文字，因此會導致部分使用者在進入場景後無法立即發現學習重點。建議之後在教材場景中增設輔助欄位，讓學習者能夠立即知道 STEAM 的重點學習順序。（二）本個案研究邀請了 45 名學生進行虛擬 STEAM 教育玩中學體驗，實驗過程中並未以測驗方式瞭解他們的學習成效，因此建議其他研究者未來能夠將此領域題目分為前後測，嘗試評估虛擬實境 STEAM 教育教材之學習成效。

參考文獻

- Burnard, P., & Colucci-Gray, L. (2019). *Why science and art creativities matter. (Re-)Configuring STEAM for future-making education*. Brill/sense. <https://doi.org/10.1163/9789004421585>
Accessed 16 Jan 2021.
- Della, R. J., Sumantri, M. S., Nurbiana, D., & Karnadi (2021). Early Childhood Educators' Attitude toward STEAM and Online Learning as 21-st Century Skills. *Indonesian Journal of Early Childhood Education Studies*, 10(2), 129-135.

- Dina, A., Joko, S., & Yuli, K. S. P. (2022). Pengaruh Pembelajaran Jarak Jauh Bermuatan STEAM Terhadap Karakter Kreatif dan Kemandirian. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(3), 1233-1246.
- Hu-Au, E., & Okita, S. (2021). Exploring Differences in Student Learning and Behavior Between Real-Life and Virtual Reality Chemistry Laboratories. *Journal of Science Education and Technology*, 30 (6), 862-876. doi: 10.1007/s10956-021-09925-0
- Jie, L., Heng, L., Leilei, Z., Min, Z., Lin, M., & Xiaofang, L. (2022). Promoting STEAM Education in Primary School through Cooperative Teaching: A Design-Based Research Study. *Sustainability* 2022, 14(16), 10333; <https://doi.org/10.3390/su141610333>
- Nataliia, S. (2021). Using virtual reality in support steam approach for general school. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: «Pedagogy. Social Work»*, 1(48), 387-390.
- Ou, K. L., Chu, S. T., & Tarng, W. H. (2021). Development of a Virtual Wetland Ecological System Using VR 360 °. *Panoramic Technology for Environmental Education. Land*, 10 (8), 829. <https://doi.org/10.3390/land10080829>
- Winn, W. (1993). *A conceptual basis for educational applications of virtual reality* (Technical Report TR-93-9). Seattle, Washington: Human Interface Technology Laboratory, University of Washington. Retrieved from <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-93-9/>

项目式学习理念下 STEAM 学习活动设计框架建构

Constructing a Framework for Designing STEAM Learning Activities Under the Concept of

Project-based Learning

陈瑜*, 郑静怡

杭州师范大学经亨颐教育学院

* 1946054643@qq.com

【摘要】 本研究旨在项目式学习理念下进行 STEAM 学习活动的设计框架建构。项目式学习是基于真实问题情境的有效学习方式, STEAM 学习强调“跨学科”的综合能力。本研究中的活动设计框架主要包含五个环节: 1. 核心问题驱动; 2. 知识建构; 3. 团队合作; 4. 展示与评价; 5. 反思与改进。期望为 STEAM 项目式学习活动设计提供框架建构思路与参考。

【关键词】 项目式学习; STEAM; 跨学科; 活动设计框架

Abstract: This study aims to construct a design framework for STEAM learning activities under the concept of project-based learning. PBL is an effective way of learning based on real problem situations. STEAM learning emphasizes "interdisciplinary" comprehensive ability. The framework of activity design in this study mainly includes five steps: 1. Core problem driving; 2. Knowledge construction; 3. Teamwork; 4. Display and evaluation; 5. Reflect and improve. Hope to provide framework construction ideas and reference for STEAM project-style learning activity design.

Keywords: Project-based Learning, STEAM, Interdisciplinary, Activity Design Framework

1. 前言

2016 年教育部颁布的《教育信息化“十三五”规划》正式将 STEAM 教育写入文件, 强调通过 STEAM 教育培养学生的创新意识和实践能力, 2022 年颁布的义务教育课程标准中多次提及“跨学科”主题教育, 强化课程综合性和实践性。项目式学习理念下, STEAM 学习活动的跨学科、综合性等特点可以得到更好的体现, 有助于培养更多有创意, 高素养的新时代人才。

2. 文献综述

项目式学习 Project-based Learning, 简称 PBL, 来源于 20 世纪初由威廉·克伯屈 (William Heard Kilpatrick) 提出的教学计法, 此后巴克教育研究所提出的 PBL 项目设计 7 个要素: 1. 具有挑战性的问题; 2. 持续探究; 3. 真实性; 4. 学生的发言权和选择权; 5. 反思; 6. 评价与修改; 7. 成果公众展示 (巴克教育研究所, 2008), 被称为“黄金标准”。STEAM 是科学 (Science)、技术 (Technology)、工程 (Engineering)、艺术 (Art) 和数学 (Mathematics) 五门学科的简称, 将五门学科组合形成有机整体。融合项目式学习的 7 个关键要素, 从 STEAM 五门学科角度设计学习活动, 学生可将各科知识融会贯通, 提升创新能力与实践能力。

3. 项目式学习理念下 STEAM 学习活动设计框架建构

基于巴克教育研究所提出的 PBL 项目设计 7 个要素进行 STEAM 学习活动的设计框架建构, 该框架的五个主要环节分别是: 1. 核心问题驱动; 2. 知识构建; 3. 团队合作; 4. 展示与评价; 5. 反思与改进, 如图 1 所示。

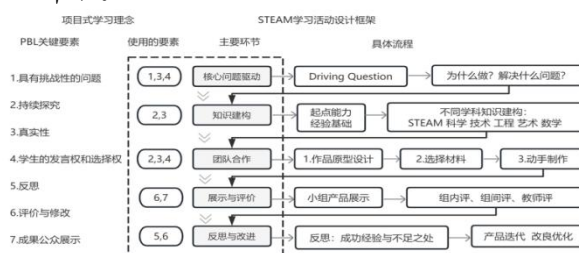


图1 项目式学习理念下 STEAM 学习活动设计框架图

3.1 核心问题驱动

首先要确定的是驱动问题 (Driving Question), 用于帮助学生回答一个黄金问题——我们为什么要做这个? 后续的所有活动过程都将围绕这个问题为核心。项目从问题开始, 驱动问题要具有真实性、开放性, 是一个具有挑战性的问题。

3.2 知识建构

项目式学习理念强调以学习者为中心。进行学习分析, 确定此项目符合学生的起点能力和经验基础。将一个实际项目从科学、技术、工程、艺术、数学五门学科进行知识建构, 消除传统分科的障碍, 为学生提供综合学习经验的教育。

3.3 团队合作

项目式学习倡导团队合作的形式, 秉持“组间同质、组内异质; 学生自愿、教师协助”的原则进行小组划分, 保证学生有发言和选择的权利。此步骤包含三个主要活动: 1. 作品原型设计, 是完成产品的导航指南, 需讨论出一个可行度高的、有创新的产品原型设计方案; 2. 选择材料, 是决定产品功能与质量的重要基础, 可从外观、功能、环保性等多个角度考量选出最适宜的材料; 3. 动手制作, 是将“想法变为现实”的关键步骤, 团队成员合理分工完成产品的制作并进行功效性测试, 发挥持续探究的精神, 不断完善改进产品功能, 最后对产品进行美化设计。在这个过程中, 学生的沟通交流能力、动手能力、审美素养将得到全面提升。

3.4 展示与评价

展示与评价是不可缺少的重要环节。进行成果公众展示时, 团队可选派代表从设计构想、材料选择、实际制作、产品成效等多方面进行汇报。评价时, 遵循客观性、鼓励性和反思性原则。可以采取组内互评、组间互评、教师评价等多种形式。

3.5 反思与改进

反思与改进是必不可少的总结性环节。学生可对本 STEAM 学习活动进行总结反思, 从学习活动中汲取经验, 不仅包括动手实操完成作品的实践经验, 还包括在活动过程中与同伴沟通交流的合作经验。学生还可以思考如何对作品进行迭代修改, 做好进一步的完善工作。

4. 总结与展望

在如今的时代背景下, 社会对人才需求的不断提高, 因此能够全面培养学生创新思维和实践能力的 STEAM 学习活动占据着越来越重要的地位。项目式学习是未来课程改革的-一个方向, 强调“以学习者为中心, 以解决问题为核心”的教育理念, 项目式学习的理念以及其包含的关键要素可以为 STEAM 学习活动设计提供理论依据。本研究在项目式学习理念下进行 STEAM 学习活动设计框架建构, 以项目的形式开展 STEAM 学习活动, 构建的框架包含五个主要环节: 1. 核心问题驱动; 2. 知识建构; 3. 团队合作; 4. 展示与评价; 5. 反思与改进。期望为 STEAM 项目式学习提供框架建构思路与参考。

参考文献

- 美国巴克教育研究所 (2008)。项目学习教师指南: 21 世纪的中学教学法 (第二版)。北京: 教育科学出版社。
- 袁磊、郑开玲和张志 (2020)。STEAM 教育: 问题与思考。《开放教育研究》, 03, 51-57+90。
- 蔡小瑛、蔡潇和刘徽 (2020)。项目式学习: 一种风靡全球的创新学习方式, 《上海教育》, 26, 28-33。

虛擬實境對國中理化實驗課程之學習滿意度及實用性研究初探

A Preliminary Study on the Learning Satisfaction and Practicability of Virtual Reality in

Physical and Chemical Experiment Courses in Junior High Schools

何詩婷, 詹子欣, 李柔, 鄭佳旻, 王政弘

國立高雄大學工藝與創意設計學系

he1203ting@gmail.com

【摘要】本研究因應國中自然生活科技課中需要實際操作的理化實驗課程設計出虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 的輔助教材, 希望可以透過沉浸式的學習, 改善老師與學生在實際操作實驗所面臨的困難點, 讓學習者可以在沒有安全疑慮下, 熟悉實驗進行的步驟學習知識, 並提高學生的學習意願與熱忱, 故作此研究初探。

【關鍵詞】VR; 自然科學領域教育; 科技輔助教學; 數位沉浸式學習

Abstract: This study designed VR (Virtual Reality) auxiliary teaching materials in response to the physical and chemical experiment courses that require practical operations in natural life courses in middle schools. It is hoped that through immersive learning, the difficulties faced by teachers and students in practical experiments can be improved, so that learners can familiarize themselves with the steps of the experiment to learn knowledge without safety concerns, and improve students' willingness and enthusiasm for learning, so this research is a preliminary exploration.

Keywords: Virtual Reality, Natural Sciences, Technology assisted teaching, Digital immersive learning

1. 前言

隨著 5G 新科技的發展, 使得元宇宙的概念得以實現, 也意味著人類將邁入另一個高度數位發展的世代中, 數位教學的發展也必須提上日程, 國際間已有許多企業使用沉浸式學習, 藉由數位科技製造出虛擬世界, 讓學習者在擬真的學習情境中進行互動, 從而提升知識與技能。《虛擬化實驗室對國中生理化知識之有效學習》認為虛擬實驗更容易操作、安全、環保及實驗時間較短 (范光仁, 2003); 《虛擬物理實驗室自學教材對高中體育班學生學習動機之影響》結果表示虛擬實驗教材能有效提升學習動機。(羅于尊, 2019)

理化實驗的危險性較高, 根據李聯雄在 2018 年所撰寫之《100-105 年校園實驗室重大事故災害分析》(重大事故: A.發生死亡事故, B.發生災害之罹災人數在三人以上, C.發生災害之罹災人數在一人以上, 且須住院治療, D.該校園實驗室災害案件媒體播報。)顯示, 發生的 77 起意外事故中, 有四分之一皆是火災類型, 由此可知火源在實驗環境中的危險性, 因此本研究將較危險的燃燒實驗以虛擬實境呈現, 以期降低實驗室事故發生, 開發出讓學習者能在較安全且無壓力之環境學習知識, 協助學習者有效記憶並保持學習熱忱。

2. 文獻探討

本研究主要針對國中二年級自然科學領域中理化課程的氧化還原反應單元中的「金屬的氧化」實驗與水溶液的酸鹼作為教材設計之主題, 此實驗主要內容為: 燃燒鎂、鈉、銅金屬, 觀察該物質是否能夠燃燒, 並記錄燃燒的火焰顏色, 學習者可藉由此實驗瞭解到: 金屬燃燒的難易程度, 取決於其活性的大小、藉由物質燃燒的火焰, 推測可能含有的元素。將物質燃燒後的產物加入水中, 觀測其是否溶於水中, 並且利用石蕊試紙檢測水溶液之酸鹼, 可以得知: 金屬氧化物的水溶液多為鹼性; 非金屬氧化物的水溶液多為酸性。

2.1. 虛擬實境

虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 是用電腦運算出三維空間的虛擬世界，整合影像、聲音與文字等，給予使用者身歷其境 (Immersed) 的感受，並能在其中互動 (Interaction)，且有無限想像 (Imagination) 空間。本研究將透過 VR 模擬現實中操作實驗之情形，讓使用者在安全無虞中獲得沉浸式學習體驗。

2.2. 理化實驗虛擬化

目前台灣教育平台「教育大市集」中，現有可取得適用於國中的 AVR 教材數共有 34 款，多數皆為自然科學領域，而理化領域的教材有 14 款。理化是需要依靠觀察來學習的一門科目 (范光仁, 2003)，但卻因為實驗有危險性、材料取得困難或是實驗後的藥劑需要回收等因素，導致無法讓每一位學生都操作到實驗並觀察，但若是透過虛擬實境便可解決這個問題。且學生操作實驗時不一定都能夠獲得與課本一致的結果，所學與所做產生的誤差不只讓教師困擾，更可能誤導學生，而虛擬實境就能夠給出理想的結果，本研究將課本中有提及卻無真實實驗操作流程之元素 (碳、硫) 加入教材當中，而為使學習者能認識更多，亦融入現實生活中難以完美呈現實驗之元素 (鋁、鋰、鉀) 以供學習者多元學習。

3. 研究方法與教材方向

3.1. 研究方法

本研究使用：SUS 系統使用性量表：於 1986 被 Brooke 提出，此量表將受試者的主觀使用感受劃分為五個程度，從非常不同意、不同意、普通、同意與非常同意依序示意為 1 到 5 分，用以評估試問內容與受測者自身感受的相符程度。QUIS 量表：由 Shneiderman 於 1987 年提出，Chin、Dieil 和 Norman 改良，主要調查使用者對於使用介面的滿意程度，利用語意相反的形容詞讓受試者選擇，進而得出其對於介面的畫面呈現、術語、系統引導等使用感受。針對本研究預計調查之項目問題，如表 1 略述。

表 1 SUS 及 QUIS 題目簡述

SUS	QUIS
1.我認為這是一個親切的操作畫面,我樂意繼續使用這個方式的教材介面。 2.我認為這個操作畫面太過複雜,有多餘的設計。 3.我認為這個原型介面是好用的。 4.我認為這個操作畫面讓人感覺很舒服。 5.我認為這個操作畫面有整合良好的操作畫面設計,可以幫助我順利完成操作。 ……下略	1.操作畫面使用感受 2.操作畫面的引導 3.操作畫面使用起來 4.操作畫面的互動 5.閱讀畫面上的字體 6.辨識已選擇之功能 7.資訊畫面的呈現 8.操作功能畫面的呈現 ……下略

透過 SUS 量表評估理化實驗虛擬化在教學過程中所帶來的學習成效和其必要性；藉由 QUIS 量表對於現有的使用介面和教材流程規劃做近一步的優化。

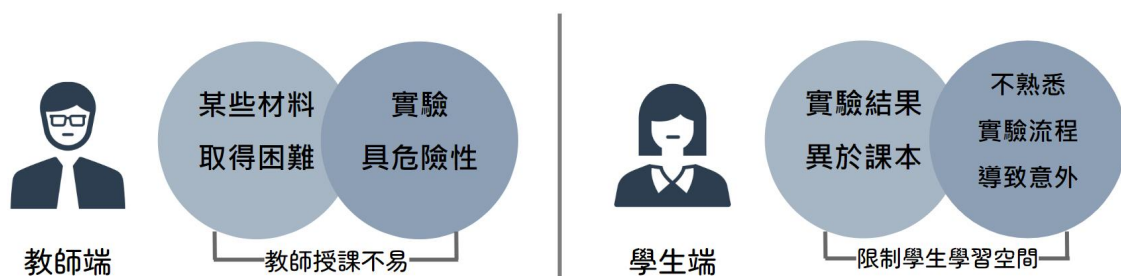


圖 1 師生實際實驗課程時的難處 (icon: Flaticon.com)

實際授課時，可能發生以下情況導致實驗無法順利進行。教師端：1.可能因侷限於某些材料的取得難易度和實際實驗燃燒時的危險程度而使授課不易，讓學習者能夠認識到的金屬燃燒反應僅是課本上提到的幾種；2.當學習者們使用火時，老師通常會需要小心謹慎地照顧每一位同學，在多個組別的情況下，或有左支右絀的情形。學習者端：1.可能因現實環境並非適切實驗環境而使實驗結果異於課本，讓其在認知上有錯誤；2.因不熟悉流程而導致實驗過程發生意外，造成不可挽回的傷害。

3.2. 研究步驟



圖 2 研究步驟流程圖

研究步驟：1.先與國中在職教師討論需要的教材及內容，並查找與之相關的其他教材做案例分析；2.根據教師需求確認教學範圍及目標；3.設計教材各單元內容與學習目標，規劃各單元測驗內容；4.撰寫故事背景、腳本、教材場景與角色圖案設計，利用 Blender 建模，後續運用 Unity 編寫互動程式；5.檢測教材內容並修正至完善；6.與合作國中進行教材施測，並讓使用者填寫 QUIS 使用者互動滿意度量表以及 SUS 系統易用性量表。

3.3. 教材架構方向

本研究利用數位技術建構出一個販賣魔法提燈的魔法屋之教材世界觀，魔法師利用燃燒不同的物質製作出多彩的魔法提燈，學習者將以第一人稱視角扮演魔法師的學徒學習製作魔法提燈，燃燒不同的物質、記錄火焰顏色，當客人前來買燈時選擇正確的物質燃燒產生相應的火焰顏色，並在歇業後將燃燒後產物的水溶液檢測酸鹼，觀察金屬與非金屬氧化物溶於水的酸鹼特性，建立正確分類觀念。

表 2 教材架構之學習概念與遊戲說明

單元	學習概念	遊戲說明
第一單元 學習：試焰	1.金屬與非金屬之燃燒焰色 2.各金屬與非金屬燃點	學習者根據魔法書的提示與指引，按照步驟完成八種金屬燃燒實驗。過程中，魔法書會提及對各元素的特性、反應式等，學習者燃燒各元素後，將其焰色記入魔法書上的空格，即完成本關試焰。若未能成功完成，則無法進入後面關卡。
第一單元 測驗：製燈		完成試焰後將有客人前來訂製魔法提燈，學習者需照訂單內容製作相應焰色的燈具並販售，總共設計四筆訂單，將任三筆訂單製作正確即算通過試焰。
第二單元 學習：入鍋	各元素燃燒後之水溶液酸鹼值檢測： 蝶豆花水	以魔法師的來信為開頭，指引學習者進行水溶液分類。學習者需先將各元素燃燒後之水溶液分別倒入蝶豆花與廣用指示液鍋具中，觀察鍋內溶液顏色的變化

	廣用指示液	並記錄於魔法師同信寄來的問題單中。
第二單元 測驗：填答		將關於水溶液的問題回答完畢即完成魔法師設下的考驗，視答題狀況判定是否為合格的魔法師學徒。

3.4. 小結

經過針對金屬與非金屬氧化還原以及水溶液檢測進行教材設計，發現關於課外教材之相關知識仍欠缺研究，未來將請教專業教師，並閱讀大量資料，以免輸入錯誤概念混淆學習者。

4. 結論與預期成果

4.1. 對於使用者

本教材對於使用者之呈現方式為虛擬實境之形式，透過 VR 裝置給予使用者不同於往昔課堂中以文字敘述為主的體驗。對於師生雙方，本教材提供一個安全的環境，避免實驗意外的發生導致不可逆的嚴重後果；針對教師端，也能將實際實驗時難以取得之實驗元素及材料，在 VR 中提供學生使用；針對學生端，實驗結果能夠不為各種外在環境之因素所影響，使實驗結果與課本內容相符。

VR 頭盔目前於使用上仍存在限制：一、教室空間不足恐有學生互相碰撞的意外。二、網路流量無法支持過多頭盔同時使用。三、某些使用者會出現頭暈噁心的症狀。四、頭盔重量略重，較無法長時間配戴。因此在教學現場應注意以下幾點：一、可以小組方式進行教學，每組共同使用一個頭盔，未使用頭盔的學生可幫忙注意，避免碰撞意外發生。二、搭配平板投放頭盔內容，若學生於使用頭盔時出現不適症狀仍可參與課程，並且方便教師了解學生學習狀況。

4.2. 作品預期成果

最終成品希望能以 VR 體驗之優勢，刺激學習者對於金屬與非金屬氧化還原實驗之興趣，協助學習者吸收知識。本教材強調激發學習者之學習動機，提高學習意願，推動學習者自主學習。

參考文獻

- 李崇碩、高永洲、林彧甫和陳自豪 (2020)。沉浸式虛擬實境於有限元素分析結果之可視化應用。鍛造，29 卷 2 期，13-19。
- 李聯雄 (2018)。100-105 年校園實驗室重大事故災害分析。取自 https://www.safelab.edu.tw/ePaper/ePaper_View.aspx?ePaperID=20181005153605F859
- 李宗翰、陳慈安、許桂樹 (2011)。互動式擴增實境技術應用於數位館藏導覽系統之研究。http://oplab.im.ntu.edu.tw/csimweb/system/application/views/files/IMP/20110028
- 林為光 (2011)。不同虛擬實境多媒體設計輔助對國小學童體積概念學習效益之研究 (碩士論文) 取自 <https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi/ccd=gozmDj/record?r1=1&h1=1>
- 范光仁 (2003)。虛擬化實驗室對國中生理化知識之有效學習 (碩士論文) 取自 <https://hdl.handle.net/11296/b87emt>
- 羅于尊 (2019)。虛擬物理實驗室自學教材對高中體育班學生學習動機之影響 (碩士論文) 取自 <https://hdl.handle.net/11296/d46aju>
- 趙德芬 (2017)。虛擬實境應用於教育學習之研究－以 VR 科學實驗為例 (碩士論文) 取自 <https://hdl.handle.net/11296/myaw82>

Kun-Hung Cheng, Chin-Chung Tsai (2020). Students' motivational beliefs and strategies, perceived immersion and attitudes towards science learning with immersive virtual reality: A partial least squares analysis. *BJET*. Advance online publication. doi:10.1111/bjet.13278
邱純玉 (2020)。自由開放的年代－數位學習的未來。臺灣教育評論月刊, 9 卷 9 期, 105-111。

混合式教学在中小学博物馆教育中的应用研究探索

Research on the Application of Blended Teaching in Museum Education in Primary and Secondary Schools

王麒淋

北京师范大学 教育学部教育技术学院

*1610870289@qq.com

【摘要】 疫情背景下，中小学博物馆教育实践开始更多地使用混合式教学模式。日益创新丰富的博物馆教育资源内容和形式也为混合式教学的设计应用提供了新的契机。本文采用内容分析法，对国内外混合式教学应用于中小学博物馆教育的相关研究进行了分析和总结，从研究内容、研究方法两个维度呈现出该领域研究进展，以期对未来混合式教学的应用研究提供启示与指引。

【关键词】 混合式教学；博物馆教育；应用研究

Abstract: Under the background of the epidemic, more and more museum education practice of primary and secondary schools began to apply blended teaching mode. The increasingly innovative and rich contents and forms of museum education resources also provide new opportunities for the design and application of blended teaching. Content analysis method was used to analyze and summarize the relevant research on the application of blended teaching in museum education of primary and secondary schools at home and abroad, revealing the research progress in this field from two dimensions — research contents and research methods, to provide enlightenment and guidance for the future application research of blended teaching.

Keywords: Blended teaching, Museum education, Application research

1. 前言

随着对中小学生综合素质和核心素养的关注日益加强，推动博物馆教育走进中小学校，以规范化、体系化的课程形式服务于中小学生培养，已成为国家政策导向。2020年，教育部发布《关于利用博物馆资源开展中小学教育教学的意见》，明确指出：要进一步健全馆校合作机制，促进博物馆资源融入教育体系。学界也提出，博物馆必须被纳入中小学教育体系(郑奕，2020)，将博物馆教育作为学校综合实践活动课程(阮敏燕，2022)。

疫情背景下，班级实地游览、教师进馆教学等较为传统的博物馆教育方式已不违切，灵活应用多种资源形式、融合线上线下优势的混合式教学逐渐走进大众视野。调研中小学博物馆教育相关研究后发现，“混合式教学”的理念与方法越来越多地被提及。这是因为一方面，不少博物馆主动适应疫情挑战，自筹自建数字化资源，因而为线上教学活动设计提供了教学材料支持，同时也为破除地区资源壁垒铺就了解决之道；另一方面，随着博物馆建设如火如荼发展，统合多种资源形式、汇聚馆校及多方才智形成育人合力，也是博物馆教育实践之大势所趋。但细察相关应用研究论文，不难发现：于研究层面，缺乏专业视角下的综述类文章；于实践层面，教学活动质量良莠不齐，案例分析述评浮于表层。基于此，本研究旨在对目前国内外混合式教学在中小学博物馆教育中的应用研究进行文献分析，以描摹该领域研究进展，提出未来研究趋势，使学界研究与实践探索融合并行、互促共荣。

2. 概念内涵

与学校教育互为补充，博物馆教育是指博物馆以影响人的身心发展为直接目的而组织实施

的各类活动（包括展示）（杨瑾，2020）。但随着实践发展，博物馆教育的“责任主体”和“实践场域”发生了转变。

一方面，“责任主体”扩大。由于馆校单方均存在能力局限性，博物馆教育中活动设计主体逐步扩大。馆校合作乃至多方互联，共同参与博物馆教育的新局面被打开（蒋琳，2020）；博物馆工作者、学校教师、文物及教育专家、志愿者队伍等多方主体亟需共同组成实践共同体（杨丹丹，2020），将专业知识技能优势互补，共同开发和利用博物馆资源。另一方面，“实践场域”扩展。由于馆内线下开展的活动多为短期、临时性活动，无法发挥持续性教育效用，因此有学者提出博物馆教育课程需要包含参观前、参观中、参观后三个阶段的学习活动。博物馆教育不再单指馆内线下开展的教育活动，也包含了在学校或居家时利用博物馆教育资源开展的活动（Okvuran, Karadeniz, 2022）。特别是自疫情出现以来，这一转变趋势尤为凸显。

3.研究方法与分析

笔者采用内容分析法对国内外样本文献进行分析研究。旨在通过系统梳理，揭示相关研究进展，并从研究内容、研究方法两个维度提供新的启示。

3.1. 国内外均缺乏直接文献研究

目前国内博物馆教育相关研究者对“信息技术整合教学”并不敏感。以虚拟博物馆为例，相关研究仅停留在虚拟博物馆系统设计与开发层面。笔者于2022年9月30日在中国知网以“博物馆教育 * (混合式教学 + 混合式学习)”为主题检索，得到0篇文献；以“（虚拟博物馆 + 网上虚拟博物馆）”为主题检索，得到248篇期刊文献，但进一步以“（虚拟博物馆 + 网上虚拟博物馆）* 教育”进行检索，仅得到10篇文献，且都不是教学设计相关研究。这或许与该领域大多数研究者来自文物与博物馆相关专业有关，普遍缺乏教育技术学科视角。

国外博物馆教育发展比国内更早，因此有必要放眼国外。但类似地，国外也鲜有直接文献研究。在Web of Science核心合集中以“museum * (blended learning + blended teaching)”为主题词进行文献检索，仅得到3篇文献。

3.2. 国内间接文献研究：实践案例先于研究不断涌现

笔者于2022年9月30日在中国知网以“博物馆教育 + 博物馆教育课程”为主题检索。根据对混合式教学新发展阶段的界定（2013年以后-至今）（冯晓英，王瑞雪，吴怡君，2018），限定出版年度为“2013年以后”，来源类别为“北大核心”和“CSSCI”，得到期刊论文共244篇。第一轮筛选排除190篇，第二轮筛选排除33篇，最终得到21篇样本文献。

从国内间接文献中发现，受疫情等各方面因素影响，“博物馆教育”实践案例大多符合混合式教学模式。这说明，借助技术手段，将博物馆教育由纯线下拓展为远程教学或线上线下相结合的方式，成为研究者与实践者之所共识。例如，贺华等人提出，“充分运用互联网、新媒体等多元的传播手段，以VR体验、汉服手绘、泥塑瓦当、画像砖临摹、场景模拟等设计出线上线下融合的教育活动”（贺华，2020）；蒋琳等人则关注到浙江省博物馆开展的少儿“互联网+”系列讲座，认为这是一种“以线上线下多种方式开设讲座，使听讲人更加自由的个性化学习方式”（蒋琳，2020）。

3.3. 国外间接文献研究：相关研究主题聚类丰富发展

采用同样的方式，在Web of Science核心合集中以“museum education”进行主题检索，经过两轮筛选，得到12篇作为样本文献。分析后发现，相较于国内，国外研究对混合式教学的理解与识别更加清晰，教学活动设计也更加多元灵活，且已形成四类研究，如下。

3.3.1. 技术辅助教育教学

教师联系当地朋友，通过使用多媒体技术，为学生展示了更多恐龙化石；除了安排学生在线参观博物馆，还鼓励学生用家庭用品进行“我的博物馆”练习，即，使用家居用品创建博物馆，并将这个博物馆带到虚拟环境中（Okvuran, Karadeniz, 2022）。

3.3.2. 博物馆在线资源应用

受疫情影响，教师“将原先三门采用混合式教学方式的课程重构为了纯线上”，基于博物

馆的数字展品开展了虚拟动手学习活动(Re, Valente, Amenduni, 2021); 诺丁汉大学则设立了在线兽医解剖学、组织学和病理学博物馆, 提供包括 X 光片、MRI 扫描和病理和组织学样本等在内的在线资料, 供学生学习和复习 (John Wiley & Sons, Ltd, 2013)。

3.3.3. 博物馆远程学习项目研究

博物馆与其他教育机构一样, 向观众提供远程学习项目已有 30 多年的历史, 因此针对博物馆远程学习项目的国外研究不在少数。系统研究综述表明, 博物馆远程学习项目存在诸多好处, 包括: 学生可及、资源被充分利用、增强学生体验、增强学生参与度等(Ennes,2021)。这也在一定程度上揭示了混合式博物馆教学的巨大优势。

3.3.4. 混合式教学模式的设计与应用

有研究人员开发出体验式 AR 学习工具, 并为其设计了相应的混合式教学活动内容, 包括: 制作石塔模型、观看 3D 建模雕塑、阅读教材、探索石塔内部宝藏并且完成测验、得到微型模型或其替代品(传统陶瓷物)作为课程奖励等(Lee 等,2021)。在线教育具有融合广泛知识、实现自我导向学习的优势, 与线下教育加深学习体验的优势相结合, 能够显著提高学习效果。

3.4. 已有研究小结

已有研究体现出, 国内与国外均涌现出较多混合式教学在博物馆教育中的应用案例及相关研究, 但综合来看, 现有研究仍存在以下不足。

3.4.1. 国内研究不够清晰明朗

虽然目前国内研究者已然认同混合式教学模式在博物馆教育中的应用, 提倡以线上线下融合的教学形式扩大博物馆教育辐射力, 但在案例分析时尚未清晰识别出“混合式教学”这一模式, 因此缺乏学理层面、基于教育学科视角的深入分析; 且案例述评较为笼统, 一例一评, 因此未能形成主题研究领域, 分布零散, 难以建立起学术公共话语体系。

3.4.2. 国外研究缺乏实践调查

国外相关研究相较于国内, 虽略显丰富多元, 但大多是研究者自上而下开展教学设计与实施, 以拓展相关理论研究为目的, 如, 通过综述厘清该领域研究脉络(Ennes,2021); 基于 AR 工具设计相关博物馆教育活动, 以证实其有效性(Lee 等,2021)。目前对博物馆教育一线工作者们的实践困境、实践需求等仍然缺乏自下而上的调查研究。

4.研究启示

4.1. 进行跨学科合作研究

“互联网+”时代的学习理念与学习方式正在深入变革, 博物馆教育领域也需适时而动。教育技术研究者应借助自身跨学科研究视角与知识背景, 开拓探索新形势下的中小学博物馆教育教学模式, 使其从传统的资源供给、单向灌输转变为具有更高参与度、个性化水平的学习方式, 凸显技术手段辅助教育教学的真正优势。扩大博物馆教育辐射力, 还要依靠众多博物馆教育、教育技术专家的跨学科通力协作。

4.2. 开展自下而上的扎根分析

实践探索先于理论研究, 是教育领域常态。实践者富于改革精神, 但通常缺乏对现实复杂问题的深入剖析与高度抽象能力, 需要研究者加以分析指导。因此在实践先于研究的现阶段, 需要采用扎根理论的质性研究方法, 广泛搜集中小学博物馆教育中的混合式教学实践案例并进行自下而上的深入分析, 重点厘清影响教学效果的各因素及其相互作用关系, 构建出可供推广应用的理论模型, 为博物馆教育实践提供抓手。

4.3. 聚焦模式构建与策略设计

混合式教学、博物馆教育两大领域经过各自多年研究积累, 已逐步形成较为完整的研究图景, 具备深厚的理论基础。但对于理论如何指导教育教学实践, 仍需研究者们聚焦更加微观、具体的应用领域, 通过实证研究, 不断完善博物馆教育中的混合式教学模式构建与策略设计, 为一线实践者指点迷津。

参考文献

- 冯晓英, 王瑞雪和吴怡君. (2018). 国内外混合式教学研究现状述评——基于混合式教学的分析框架. *远程教育杂志* 36, 3, 13 – 24.
- 何东蕾. (2022). 试论基于博物馆文化特征的博物馆教育. *中国博物馆*, 2, 107 – 10.
- 贺华. (2020). 基于研学语境下的博物馆教育课程探析. *中国博物馆*, 4, 27 – 31.
- 蒋琳. (2020). 跨界融合打造无边界博物馆教育课程的探索——以浙江省博物馆为例. *中国博物馆*, 1, 84 – 88.
- 阮敏燕. (2022). “双减”背景下博物馆教育资源课程化路径探究. *文物鉴定与鉴赏*, 16, 80 – 83.
- 杨丹丹. (2020). 博物馆综合实践活动课程的开发和实施. *教育理论与实践* 40(09), 62 – 64.
- 杨瑾. (2020). 关于博物馆构建全民终身教育体系的几点认识. *自然科学博物馆研究* 5(6), 23-31+92.
- 郑奕. (2020). 将博物馆纳入中小学教育体系亟需制度推动. *教育家*, 38, 46 – 47.
- Ennes, Megan.(2021).Museum-Based Distance Learning Programs: Current Practices and Future Research Opportunities. *International Review of Research in Open and Distributed Learning* 22(2):242 – 60.
- John Wiley & Sons, Ltd. (2013). Online Museum to Help Student Learning and Revision. *Veterinary Record* 172(6):149 – 149.
- Lee, JiHye, Hyun-Kyung Lee, Dabin Jeong, JiEun Lee, TaeRyun Kim, JiHyon Lee. (2021).Developing Museum Education Content: AR Blended Learning. *International Journal of Art & Design Education* 40(3):473 – 91.
- Okvuran, Aye,Ceren Karadeniz. (2022). Teacher’ s Impact on Museum Education and Design of New-Generation School and Museum Collaboration in Turkey. *Museum Management and Curatorship* 37(1):17 – 43.
- Re, Maria Rosaria, Mara Valente, Francesca Amenduni. (2021). Open Learning for Museum Educators Professional Development: An Online Experience in Time of a Pandemic. pp.20 – 22 In *Ieee 21st International Conference on Advanced Learning Technologies (icalt 2021)*, (Eds) M. Chang, N. S. Chen, D. G. Sampson &A. Tlili. Los Alamitos: Ieee Computer Soc.

遊戲式虛擬實境導覽教材輔助小學生文化課程教育之研究

Research on the Education of Primary School Students with Game-style Virtual Reality

Guide Materials Assisting Cultural Courses

*林佳妤, 林珈岑, 王政弘, 黃崧蔚, 方璿茵

國立高雄大學工藝與創意設計學系

*a0988150796@gmail.com

【摘要】 本研究旨在欲利用「遊戲式虛擬實境教材」結合「導覽式應用」教學系統輔助學習者，研究探討學習者在於課前實作之學習成效是否具顯著差異，且能否藉此提升國小學童於課程中對於學習興趣與成效作為主要探討課題。目標針對目前小學教育，被視為學童最早接觸的學習階段，故應輔助學童在生活中主動學習行為。因此本組欲使用 VR 作為設計媒介，結合在地文化，打造適用教學上的輔助導覽遊戲式教材，綜合深度導覽說明與漸進式情境遊戲延伸應用在學科內容，期望能進而輔助學生透過教材導學奠定基本知識及跨領域能力。

【關鍵詞】 虛擬實境；文化課程；遊戲式學習；導覽應用；輔助教育

Abstract: This study intends to use the "game virtual reality teaching material" combined with the "guided application" teaching system to assist learners, and to explore whether there are significant differences effects of learners in pre-class practice. Elementary school students take learning interest and effectiveness as the main subject. At present, primary education is the earliest stage of learning for students, so it is necessary to assist students to learn actively in their daily lives. Therefore, we intend to use VR as a medium, combined with local culture, to create supplementary materials suitable for teaching, and to extend the application of comprehensive guide instructions and situational games to subject content, hoping to assist students in laying down basic knowledge and cross-disciplinary abilities.

Keywords: Virtual Reality, Cultural Courses, Game Learning, Navigation App, Secondary Education

1.前言

虛擬實境具「沉浸、互動、構想」三項特徵能透過實際操作有效協助學生提升自主學習成效與文化認同感(葉承峰 楊晰勛, 2021)。而目前教育發展已經以「核心素養」為導向，並將學生培養為「終身學習者」，因此本組決定藉由虛擬實境將傳統的平面內容化成實體，讓學生如同身處在實際環境的優點，製作與文化相關的教材，並以課前導學的方向來設計。

2.設計與研究方向

2.1 調查與實施目標

本研究調查實施目標以高雄市某國民小學學生為例，欲以問卷考評調查前後測作為本研究成效考據，透過將目標對象隨機分派至「教材導學實驗組」與「傳統教學對照組」。

2.2 研究與設計流程

本研究採用實地訪談法、問卷調查法及取樣實驗法三面向，將研究過程概劃分為設計流程與實驗方法，探究學習者在有無使用教材導學之結果成效上是否產生直接因果關係。

3.設計與應用模式

在學習過程中，自主動機為其一影響學生注意力與理解力之重要元素。

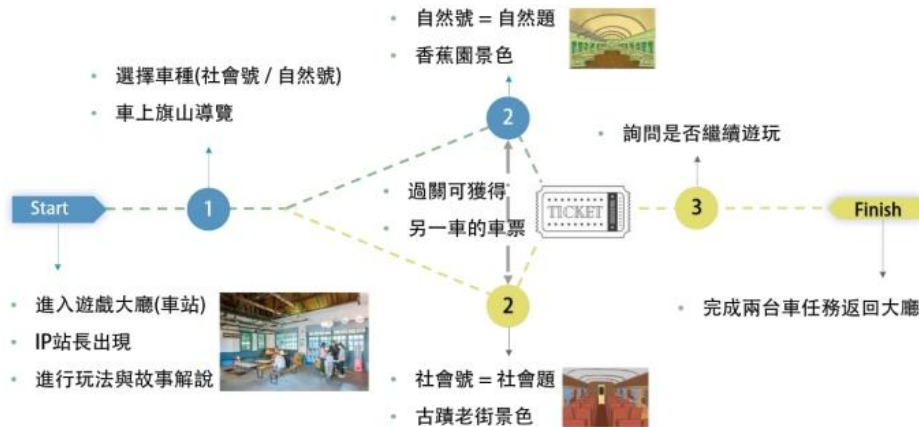


圖 1 本教材遊戲脚本流程架構 (本團隊製作)

為使學生在遊戲能增進知識外，也能了解家鄉文化背景，本設計重現旗山消失鐵軌的記憶結合跨領域製成體驗教材，納入導覽系統作講解輔助，打造具備歷史與現代之虛實氛圍。

表 1 本教材之遊戲元素設計 (本團隊製作)

大廳場景與 IP 設計	自然題關卡畫面	社會題老街場景模擬	關主盧廷角色模擬
社會號火車模型外觀	社會號火車車廂內部	自然號列車模型外觀	自然號列車車廂內部

4.結論與展望

本研究期望能將虛擬實境於教學領域的優勢放大，搭配遊戲及導覽解說達到另類學習工具。利用 Blender 進行場景與角色模型的製作，最後透過 VR 相關軟體呈現，並於後續使用自編問卷:QUIS (滿意度量表)、SUS (系統易用性量表) 及態度量表進行教材成果調查。

參考文獻

- Sandra, H. (1992). Virtual Reality and Education. *Educational Technology*, 32(5), 38 – 42.
- Veronica, P. S. (1993). Virtual Reality in the Classroom. *Educational Technology*, 33(4), 23 – 27.
- 邱雅琦(2015)。國小自然科實體課本混合實境之設計研究。國立新竹教育大學。
- 吳詩旻(2019)。多媒體 AR/VR 教材融入環境教育之研究。吳鳳科技大學。
- 蔡秀妤、顏佩如 (2021)。教師運用情境學習於生活課程培養國小二年級學童學習興趣之行動研究。臺灣教育評論月刊，十月。第 204 頁-第 211 頁。

結合數位轉型的戲劇式學習與建立當責文化來提升在機器人教育的學習成效

Combine the Drama Based Learning and Establish Accountability Culture of Digital Transformation to Improve the Learning Effectiveness of Robot Education

馮建中^{1*}, 王振漢², 馮詩婕³, 陳國棟²

¹ 中央大學資訊工程學系

² 中央大學學習科技研究中心

³ 台灣師範大學健康促進教育學系

* reagon@gmail.com

【摘要】 管理大師彼得·杜拉克在 1997 年預言大學教育將在未來 30 年面臨過時危機。數位轉型研究旨在探討如何透過戲劇式學習的核心概念「專家斗篷」，轉變傳統學習方式，提升學生有效學習。本研究探討如何應用傳統的學習模式，以 STEAM 機器人教育為例，並結合 LINE 社群系統，讓教師能夠觀察、介入、評量與調整，逐步建立學生「當責認知」，以提升整個群體「當責文化」。研究發現，教師透過教學干預設計的策略，能顯著提升學生在課堂中建立機器人專業知識能力，並且幫助學生更清楚地認識自己的角色，以及是否具備將自己的知識學習轉化為具有服務性和責任感的能力。

【關鍵字】 喬哈里之窗；戲劇式學習；建立當責文化；專家斗篷

Abstract: Peter Drucker predicted in 1997 university education would face a crisis of obsolescence in next 30 years. Digital transformation research aims to explore how the concept of "Mantle of the Expert" in Drama-based learning can transform traditional learning and increase effective learning. This study examines how traditional learning models can be applied in practice, e.g., STEAM robot education integrating the LINE community system to allow teachers to observe, intervene, evaluate, and adjust to gradually establish students' "Accountability Cognition", and improve the group's "Accountability Culture." The study found teachers, through teaching intervention designed strategies, can significantly improve students' professional knowledge and ability, and help students gain a clearer understanding of their roles and ability to transform knowledge into service and responsibility.

Keywords: Johari Window, Drama based learning, Establish Accountability Culture, Mantle of the Expert

1. 前言

近年來，在產業環境快速不斷的變化中，討論教學數位轉型已成為每個國家與產業最需要積極面對和解決的議題之一。管理大師彼得·杜拉克在 1997 年接受 Forbes 雜誌訪談時曾說：「30 年後，今日的大學教育將會變成廢墟」。目前距離預言實現的時間只剩不到 10 年，即使台灣的大學未必出現全面性的毀滅，但其已經經歷多年的教育改革、轉型和升級。事實上，根據教育部最新公布的「111-126 學年度各教育階段學生數預測報告」資料，預測 111 學年度起，大一學生數將超越高中學生生源，出現黃金死亡交叉。截至 111 年 7 月，全台已有 12 所大專校院停招或停辦（教育部，2022）。在教學組織變革中，同樣要面對數位轉型、建立新學習文化的挑戰。成功的關鍵因素在於如何將當責（accountability）經驗化為深植學生心中的信念，並透過師生團體具體落實行動，最終在教師有效的教學法引導下，使學生在 STEAM 機器人教育課程中獲得有效的學習體驗，從而實現學習成效的提升。當師生團隊經歷了教學與學習的成果、互動、信念和經驗後，由上而下形成了「把事情做好的金字塔」，即教師的經驗形成教學信念，教學信念影響師生互動，師生互動又進一步引導學習成效。

在康納施和史密斯的《從負責到當責：我還能做些什麼，把事情做對、做好？》一書中，提出了「成果金字塔」（Result Pyramid）的概念（吳書榆譯，2017），這為 HCI 研究團隊提供了重新思考的機會。在教育文化存在差異的東西方，華人師生團體通常關注原則而忽略方法，

而西方的師生團體則更關注學習基礎的方法論。然而，在戲劇式教學場域中，如何讓師生團隊朝著同一個正確增能方向投入心力，才能有機會進入學習情境核心，獲得預期想要的學習成效。因此，教學組織變革最主要的數位轉型之一是針對線上學習平台系統進行改革。HCI 研究團隊採用了學生常用的手機和 LINE 數位系統，以實現專家斗篷的數位轉型優點，例如回溯、追蹤和檢視，以便有效實現教學成果，實現學生有效學習的理想藍圖。

本研究旨在探討 HCI 研究團隊教師如何透過教學策略與創造性思考，在大專學生的 STEAM 機器人教育課程中融入專家斗篷(Mantle of the Expert) 與當責文化(Establish Accountability Culture)的戲劇式學習，設計出當責四步驟(Steps to Accountability) 包括正視現實(See It)、解決問題(Solve It)、承擔責任(Own It)與著手完成(Do It)的教學實驗方式，以達成當責四大面向的成效與教學實踐。我們的 HCI 教學團隊成員長期以課程教師身份，帶領大專學生在不同校區進行學習成果分析。透過長達三年師生互動行為分析，我們融入不同的教學策略，以探討其對大專學生創造性思考發展的影響。學生從大專學生階段開始加入 STEAM 機器人教育課程學習，並在課堂中將學習成果建立成團體數位記事本。利用學生的行動手機與免費的 LINE 通訊社群，團隊合作收集靜態相片與動態影音的作品成果檔案，以線上學習平台系統分享給同班師生。本研究進一步探討在團體合作學習環境中，如何建立當責文化、設計合適的教學干預活動，並培養學生的創造性思考。我們以專家斗篷成長專業知識能力為經，建立當責文化面向的服務能力為緯，跨越不同團隊與空間的界線，並朝著團體利他活動設計，以提升教學實踐的效果，是我們想探究的問題。

2. 文獻探討

2.1. DBL 戲劇式學習

多年來，教室中的戲劇式學習對於學習者的口說表達能力具有積極的影響。近年來，數位學習劇場結合了新興科技與戲劇式教學的理念，讓教師與學生能在虛擬劇場中進行戲劇式的學習演出(劉又慈, 2019)。情境式學習是學習者透過各種情境進行探索學習並從中反思與回饋，故情境式學習可以為學習者帶來許多益處。戲劇式學習是透過在各種情境中表演來學習的情境式學習之一，其特點是在表演的同時也有觀眾觀摩和互動。有研究指出，學生保留閱讀內容的 10%，聽到的內容的 26%，看到的內容的 30%，所見所聞的 50%，說出內容的 70%和實作內容的 90% (Stice, 1987)。學生或專家在情境學習中的具體表現對其他學生學習是重要的學習典範，學習者可以觀摩高成就學生展現來學習。因此，如果戲劇式情境學習系統可以儲存使用高成就者的表現為數位演員，學生就可以置身於學習情境中透過觀摩數位演員來學習並從自己扮演的角色觀點來學習(吳昱緯、王振漢、余紹昀、楊舒涵、陳國棟, 2021)。HCI 教學團隊應該如何建立測量與評量，以證明小組成員如何達成 PBL 小組工作。為達成此目的，我們使用專家斗篷，讓學生扮演六人團隊中不同的角色和不同的服務功能。每個人都有自己的工作職掌，並且必須考慮團隊的成功目標要求是什麼。透過要求完成這樣的 PBL 專案項目，我們的目標是建立當責文化，讓學生認清自己負責的角色和工作職掌是否有做好為手段。為了讓學生能夠在 DBL 戲劇內學習「當責」的認知，我們設計了場景內容，以幫助他們有效形成「文化」模式。這樣可以達到教師設定虛擬問題劇場的學習興趣、學習強度和學習成效的目標。

2.2. STEAM 教育

為了培育具有國際競爭力的 21 世紀人才，跨學科領域課程(Interdisciplinary Curriculum)成為了許多國家教育改革的重要目標。其中，科學、科技、工程、數學(Science, Technology, Engineering, and Mathematics, 簡稱 STEM)的倡議被視為教育改革良方(湯維玲, 2019)。近年來，由「STEM 到 STEAM」運動所帶來的影響，納入藝術(Arts)成為了 STEAM 教育的新趨勢，並強調了結合五個領域的重要概念，以解決真實世界中的重要問題。在台灣，STEAM 教育的興起與十二年國教在 108 課綱的實施密切相關，這也影響了生活科技教師的課程設計方式，以及對於線上共同備課活動的積極參與。不論是哪一種型態的 STEAM 教育，都需要具有 STEAM 教育專業的師資來進行課程的設計與實施，以符合 STEAM 的理念與精

神。在台灣，有多種 STEAM 教育模式，例如 PBL(Problem-Based Learning)問題導向學習法，它透過問題或情境誘發學生創意設計思考，讓學生在團隊中的特定職務進行自我導向學習，增進新知識或修正舊有的知識內容。另外，有些 STEAM 教學由老師講授教材內容，藉由各種科技工具設計與動手製作成品，以及將藝術融入自然或科學內容進行教學（盧秀琴、馬士茵，2019）；有的 STEAM 教學由老師講授教材內容，藉由各種科技工具設計與動手製作成品（葉栢維，2017）；針對於日趨重要的機器人科技發展中，有的設計給學生使用及學習的 STEAM 機器人跨領域課程（陳志勳，2018）。由於 STEAM 教育是一種統整課程，有學者認為理想的推動方式應該是運用跨學科的方式進行，運用問題解決的方式引導學生探究（Quigley, Herro, & Jamil, 2017）。

2.3. 「喬哈里之窗」(Johari window)

「喬哈里之窗」一名源自於美國社會心理學家 Luft 和 Ingham 兩位教授提出的概念，用以比喻人際溝通中的資訊如同彼此看不透的窗子，將「自己」和「別人」對於自己的想法以「知道」或「不知道」為標準分割成四個象限：開放自我、盲目自我、隱藏自我、未知自我。透過方形的窗框分隔成 A、B、C、D 四個窗格，形成一個結構化的工具（見表 1）。在機器人 STEAM 教育中，HCI 教學團隊期望透過喬哈里之窗來打造一個師生共同交流且互相尊重的學習環境，鼓勵學生主動打開自己的「喬哈里之窗」，從中獲得更深入的自我了解。此架構不僅能幫助學生觀察自我成長與轉變的可能性，同時也能藉由和他人對話互相瞭解，協助團隊中的學生誠實面對自己扮演的專家角色，並有機會找到自己真正的優缺點。此外，教師和學生也可利用四個區域的情況作為溝通的參考，期望有效的溝通使學生探索及了解自己。每個人心中都有一扇喬哈里之窗，而窗中四格區域的大小不斷變化，也會因著團隊成員的「他人」屬性或互動程度的不同而衝擊出更多元潛在的結果。

表 1 在團隊中成為更好夥伴的機會：從「喬哈里之窗」(Johari window)認識真正的自己

自己 別人	知道	不知道
	A:開放自我（公開區）	B:盲目自我（盲目區）
知道	在一般的人際互動中，開放自我區域扮演重要的角色。這個區域包括自己和他人人都瞭解的部分，如個人基本資料、興趣、專長、外貌、婚姻狀況、學歷、職業等等。在這個區域裡，人們都能夠輕易地討論這些話題，因為它們是大家都知道且可以公開談論的。	「當局者迷、旁觀者清」這個成語指的是個人對自己的盲點，也就是自己無法清楚看到的部分。相對的，別人可能很清楚地看到我們的優缺點，而我們卻沒有察覺到。通常，那些具備內省能力的人會比較能夠了解自己的盲點。
	C:隱藏自我（隱私區）	D:未知自我（潛能區）
不知道	別人所不清楚的優點和缺點，是指個人所知道但別人不知道的內在部分，例如思想、經驗、個人缺陷、感受、痛苦和身份等。這些內在部分被認為是私人隱私，只有自己可以了解。通常性格較為內向的人，會更傾向於保持隱私，隱藏自我的區域會較大。	這未知自我的區域是自己和別人都不知道的部分，也就是尚未開發和了解的神秘地帶。要勇於探索和開發這個未知自我的區域，才能夠發現自己潛藏的能力，並超越現在的自己。

The Johari Window (Luft & Ingham, 1955)

2.4.MOE 專家斗篷

英國戲劇教育大師 Dorothy Heathcote (1970) 以其對戲劇教育的研究成果，成為了著名的導師和傳奇人物。在她發明和推廣的教學方法中，專家斗篷 (Mantle of the Expert, MOE) 是最為常見和廣受推崇的一種戲劇式教學方法。儘管這種方法不強調教授戲劇和劇場技術，

但它著重於激發學生的認知和情感。透過情境、角色和任務的設計，協助學生在學習過程中具有責任感，並協助教師認識到自己也是學習團體的一員。在專家斗篷中，教師透過建立問題或任務，讓學生在小組和教師之間分擔學習責任，以最有效的方式進行學習，並一同涉及現實世界中面臨的問題和挑戰。專家斗篷通過關係模式和任務網絡系統，讓參與 STEAM 機器人教育的學生組成具有輔助、詮釋和思考功能的團隊來執行特定的任務，並賦予每個學習團隊的六名學生特定的工作職責。當學生被要求提出問題、討論妥協、承擔責任和互相合作時，他們扮演的專家角色會促進負責任的學習，並在超越個人利益的服務性工作中發展自己的知識能力和服務能力的同步養成（戲劇教學，2006）。

我們的 HCI 教學團隊針對大專院校的學生進行類似企業的模擬練習，以培養批判性思維，並在特定的「框架」內組成由執行長、營運長、財務長、數位長、知識長和客服長等六位成員組成的團隊，解決特定問題。團隊通常接受虛構客戶的委託，例如機器人程式設計培訓中心，要求其在 2023 年暑期夏令營期間，策劃一個國小 STEAM 機器人營隊教學活動，設計和培訓參賽者參加機器人走迷宮競賽。這樣的模擬訓練，讓真正參與課程的大專學生學習相關課程和模擬競賽活動，穿著專家的外衣，扮演附帶的專屬職務責任，共同發揮團隊創造力和批判性思維，提高彼此間的有效溝通和人際關係，以提出適合國小機器人夏令營隊的活動企劃案。這不僅有助於學生們單純學習 STEAM 機器人教育的知識，還利用教師的干預行為，建立學生在課堂中學習「知識服務的能力」。因此，學生不僅僅是單純要獲得知識學得好，還要擁有負責任的態度，將所學的機器人專業知識轉化為具有教國小學生的服務能力。

3. 研究方法

教育數位轉型所面臨的轉換挑戰不僅僅涉及新興科技，更包括如何運用新思維使傳統知識學習變得有意義，進而提升學生的學習成效。因此，本研究採用專家斗篷作為 STEAM 機器人教育的課程融合方法，以戲劇式學習教學策略技術為基礎，引導學生探索跨領域學習的任務問題與解決方案，進而挖掘他們的創意設計思考與創新能力。此外，本研究透過在團隊中賦予學生有限的權力，讓他們在課程中擔任特定角色，並介入數位轉型的決策，進一步培養學生的自主學習與團隊協作能力。本研究以「參與 STEAM 機器人學習課程的大專學生們組成的 LINE 系統學習社群」為研究對象，投入長達三年持續追蹤實驗組與對照組，統計參加戲劇式學習的大專學生在當責績效培訓方面的表現，並探究其在 STEAM 機器人專業知識發展、自主獨立思考、臨場團隊合作判斷等能力面向的表現。

3.1. 研究問題

如何透過網路 LINE 社群學習平台系統和實體機器人編程課程，協助參與 STEAM 機器人學習課程的大專學生們扮演專家角色，進一步發展其 STEAM 機器人學習技能？此外，機器人編程培訓在行為參與、認知參與、情感參與等三個面向上，對於專業知識的發展有何影響？另外，自身獨立思考能力和與團隊成員在合作、溝通、解決問題、後設認知、創造性思考等方面的傾向，是否會對培訓成效產生顯著的差異？最後，實驗組和對照組在責任驅動學習方面，是否會對學習成效產生明顯的差異？

3.2. 研究對象(實驗大都是非本科系學生參與 STEAM 機器人教育課程的大專學生)

實驗組：北區某專科學校男女共 34 位學生，北區某三所私立科技大學男女共 249 位學生，參加 STEAM 機器人課程中每六人分成一組合作學習，團隊小組內的每位成員賦予專屬的職務角色，包含：執行長、營運長、財務長、數位長、知識長與客服長的工作。

對照組：北區某專科學校男女共 44 位學生，北區某所私立科技大學男女共 87 位學生，參加 STEAM 機器人課程採用全班傳統上課方式，隨機 2~3 人分組沒有賦予個人特定職務。

3.3. 教師設計大專學生參與 STEAM 機器人教育課程社群的研究流程與實驗工作說明

- 1) HCI 教學團隊在期初說明本 STEAM 機器人課程透過固定每週三節課，將會採用專家斗篷賦予學生擔任六人團隊的特定角色融入戲劇式情境學習，系統透過 LINE 社群學習平台系統建立機器人學習知識與資料檔案的學習記事本，並施予課程線上前測問卷填寫。
- 2) 團隊小組內的每位成員賦予專屬的職務角色，成員討論選擇包含：執行長、營運長、財務長、數位長、知識長與客服長的工作職掌，使學生融入戲劇式學習的虛擬劇場。
- 3) 教師採用 PBL(Problem-Based Learning)問題導向學習法讓學生扮演機器人專家角色，參加 STEAM 機器人教育的各組團隊由執行長帶領團隊成員接下特定任務，成員學習如何建立專家斗篷的團隊與成員的職務角色來共同討論解決教師指定的問題。
- 4) 教師在教學實驗中設計出當責四步驟(Steps to Accountability)，包括正視現實(See It)、解決問題(Solve It)、承擔責任(Own It)與著手完成(Do It)的教學實驗方式，在潛移默化中觀察各團隊是否融入建立當責文化與達成當責四大面向的成效與教學實踐。
- 5) 教師為了讓學生持續在 STEAM 機器人教育中保有參與課程的熱誠，在期中小組成員報告活動中藉由喬哈里之窗，打造一個師生共同交流且互相尊重的學習環境，嘗試讓學生打開「喬哈里之窗」成為越學習越瞭解自己的好工具之一，並完成期中問卷填寫。
- 6) 教師每個月投入不同的教學策略，例如：設計思考法、曼陀羅九宮格、使用者同理心地圖、商業模式圖，藉由介紹這些對團隊學習可能有幫助的問題解決工具提供採用。
- 7) 教師定時在課堂中巡迴式的透過對團隊與小組成員互動對談，收集分析各組團隊成員的投入學習狀況，當師生團隊歷經了教學與學習的成果、互動、信念與經驗，由上而下的組成了「把事情做好的金字塔」，也就是教師經驗形成教學信念、教學信念影響師生互動、師生互動引導學習成效。
- 8) 終極目標：教師透過課程的帶領學生，在不同學校中對大專學生創造性思考進行期末團隊提出「企劃 2023 國小學生在暑期夏令營的 STEAM 機器人營隊教學活動設計並培訓選手參加機器人走迷宮競賽」報告分享與後測問卷資料填寫分析，通過師生互動行為揭示不同的教學干預策略對大專學生的素養發展影響；讓學生在 STEAM 機器人教育的相關知識學習變得具有服務性與責任感。

表 2 大專學生 LINE 社群學習平台系統的 STEAM 機器人教育中的當責問卷數據的分析參考

EAC 建立當責文化問卷	實驗組	對照組	當責傾向
1.團隊活動中我相信所有隊員都會盡最大的力來完成任務。	4.413	4.344	合作
2.團隊活動中我相信我們小組會成功地合作來完成任務。	4.420	4.374	合作
3.當我的同伴們提出想法，我不會質疑他們的動機。	4.269	4.298	合作
4.當和同伴們合作時，我通常會和他們有良好的溝通。	4.442	4.504	合作
5.當和同伴們合作時，我們通常會將任務正確地分配給每個團隊成員。	4.375	4.229	合作
6.和別人說話時，我會試著讓他們有愉悅的心情。	4.424	4.282	溝通
7.我會試圖讓他人感受到他們很重要。	4.431	4.313	溝通
8.我會試著用熱情的語調與別人溝通。	4.353	4.206	溝通
9.和別人說話時，我會考慮到他們的感受。	4.428	4.313	溝通
10.我會用話語和行動支持他人。	4.399	4.305	溝通
11.我能理解別人告訴我的事情的隱私。	4.431	4.405	溝通
12.我待他人的誠意會如他人待我一般。	4.484	4.435	溝通
13.我相信我有能力解決我所遇到的問題。	4.283	4.191	解決問題

14.我相信我可以靠自己解決問題。	4.184	4.008	解決問題
15.我經歷過解決我所遇到的問題。	4.304	4.183	解決問題
16.當遇到問題時，我願意面對並處理。	4.378	4.267	解決問題
17.我不會逃避我所遇到的問題。	4.297	4.115	解決問題
18.我總會盡我最大的能力來解決所遇到的問題。	4.357	4.275	解決問題
19.我會定時檢視自己是否有達到我的目標。	4.244	4.145	後設認知
20.我會定時檢視，幫助自己了解重要的關係性。	4.276	4.168	後設認知
21.我自己會定期檢視我的認知。	4.254	4.176	後設認知
22.當我完成任務時，我會檢視自己達到預訂目標的程度。	4.325	4.160	後設認知
23.一旦我完成一個任務，我會詢問自己學到的是否足夠。	4.180	4.122	後設認知
24.我喜歡問一些別人沒想到的問題。	4.092	3.931	創造性思考
25.我喜歡想像那些我想做、或我想知道的事。	4.329	4.214	創造性思考
26.我喜歡想像那些從未發生在我身上的事。	4.163	4.023	創造性思考
27.我喜歡做一些沒人做過的事情。	4.113	3.847	創造性思考
28.我常想像自己是在故事、小說或電視節目的角色。	3.996	3.847	創造性思考
29.我喜歡提出新想法，無論他們是否有用。	4.163	3.992	創造性思考
30.我目前在課堂中很喜歡這樣教室的分組合作學習方式。	4.212	4.000	學習滿意度
專科 College School(占三年總全體受測人數 19%)	34	44	學生學制
大學 University(占三年總全體受測人數 81%)	249	87	學生學制
三年受測人數：男性占全體人數 52%，女性占全體人數 48%	283	131	受測學生

3.4. 自編問卷結果分析說明：

- 1) 因為不符合常態分布，所以採用 Mann-Whitney U Test 檢定方法，驗證實驗組與對照組是否有顯著差異。
- 2) 因為實驗問卷初期設計達近 100 題，所以本次研究先針對那三個問卷的各別面向做分析(如表 3 所示)。
- 3) 在責任感方面：在責任驅動學習的面向檢定值為(.021)，有顯著差異，且實驗組優於對照組
- 4) 在教室參與方面：檢定值分別在行為參與(.013)、認知參與(.039)、情感參與(.000)等三個面向，皆有顯著差異，且實驗組皆優於對照組
- 5) 檢定值分別在合作(.392)、溝通(.225)、解決問題(.043)、後設認知(.184)、創造性思考(.065)的傾向問卷：除了合作傾向的面向，其他皆有顯著差異，在解決問題的傾向面向中，尤其是實驗組優於對照組。

表 3 實驗問卷採用 Mann-Whitney U Test 在九個面向的檢定值

檢定值	責任 驅動 學習	行為 參與	認知 參與	情感 參與	合作	溝通	解決 問題	後設 認知	創造 性思 考
Mann-Whitney U Test	8114.500	7980.000	8255.000	6690.500	9082.000	8859.000	8312.500	8769.000	8406.500
Wilcoxon W	16760.500	16626.000	16901.000	15336.500	17728.000	17505.000	16958.500	17415.000	17052.500
z	-2.305	-2.472	-2.061	-4.420	-.856	-1.213	-2.022	-1.329	-1.843
Asymp. Sig.	.021	.013	.039	.000	.392	.225	.043	.184	.065

經研究發現，將「喬哈里之窗」與當責文化戲劇式學習策略融入課程的教師實驗組對大專學生的責任驅動學習方面有顯著差異，表現優於未融入此策略的對照組。教師教學策略的干預行為能有效引發學生建立課堂中學習的當責文化，並讓學生更加認識自己，使知識學習具備服務性與責任感。基於此，我們提出了關於 STEAM 機器人教育實務教學策略的相關建議，以促進學生的創意性思考、解決問題能力以及合作溝通能力的發展。

在當責問卷資料中，我們發現每個人心裡都有一扇「喬哈里之窗」，並且在不同的區域內都有優點與缺點。個人的特有風格反映了其基本人格，並會對其如何讓人當責產生極大的影響。如表 4 所示在實驗組與對照組大專男女學生所發表的個人學習心得中，觀察到實驗組學生在團隊中更容易建立當責文化，並且如圖 1 雷達圖所揭示在五大工作項目上表現更出色。教師的觀察也顯示實驗組學生有更高的滿意度。

表 4 實驗問卷在五個面向的研究組別雷達圖

研究組別	合作傾向	溝通傾向	解決問題傾向	後設認知傾向	創造性思考傾向
實驗組	4.384	4.422	4.300	4.256	4.143
對照組	4.350	4.323	4.173	4.154	3.976

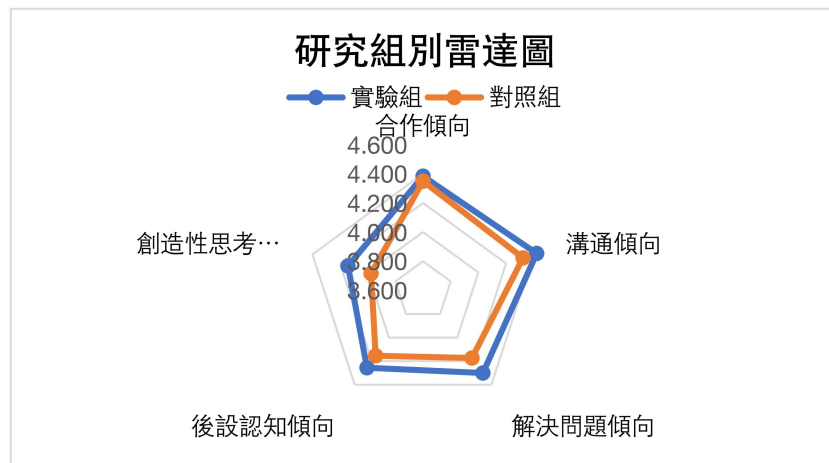


圖 1 實驗組與對照組在五大面向的研究統計雷達圖

4. 結語：建立當責文化的轉型，讓學生轉換的不只是科技還有知識服務的能力

本研究探討當責文化、專家斗篷、戲劇式學習教學策略在機器人教育學習成效的結論如下：

首先，當責文化在 STEAM 機器人教育中扮演著重要的角色。當責文化的建立可以激勵學生積極參與學習，培養學生的責任感和自我管理能力，促進學生的學習動機和學習成效。在 STEAM 機器人教育中，教師可以通過建立當責文化，讓學生在團隊合作中學會分工合作、承擔責任、溝通協調，從而提高學生的學習成效。

其次，專家斗篷是一個有效的課程融合數位轉型方法。專家斗篷可以幫助學生更好地理解 STEAM 機器人教育中的專業知識，提高學生的學習興趣和學習動機。在 STEAM 機器人教育中，專家斗篷可以作為一個輔助教學工具，幫助教師更好地進行知識傳授和實踐指導，使學生成為「開創未來的知識接收者」提高學生的學習效果。

最後，戲劇式學習教學策略技術可以提高 STEAM 機器人教育的教學效果。戲劇式學習教學策略技術可以讓學生在遊戲和互動中學習，提高學生的學習動機和學習效果。在 STEAM 機器人教育中，戲劇式學習教學策略技術可以幫助學生更好地理解機器人科技的原理和應用，提高學生的科技素養和創新能力最終成為兼具知識力與服務力的「知識服務者」。

誌謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：MOST 110-2511-H-008 -004 -MY3；MOST 111-2811-H-008-008。

參考文獻

- Roger Connors & Tom Smith 合著；吳書榆譯(2017)。建立當責文化：從思考、行動到成果，激發員工主動改變的領導流程 (Change the Culture, Change the Game: The Breakthrough Strategy for Energizing Your Organization and Creating Accountability for Results)。台北市:經濟新潮社
- Dorothy Heathcote & Gavin Bolton 著；鄭黛瓊、鄭黛君譯(2006)。戲劇教學-桃樂絲·希斯考特的「專家外衣」教育模式。台北市:心理出版社
- 教育部出版品(2022)。111~126 學年度各教育階段學生數預測報告。台北市:教育部
- 吳昱緯，王振漢，余紹昀，楊舒涵，陳國棟 (2021)。可儲存與再利用學生與專家具身表現的戲劇式情境學習系統。戲劇式學習，GCCCE2021 論文集，99-107。
- 湯維玲 (2019)。探究美國 STEM 與 STEAM 教育的發展。課程與教學，22(2)，49-78。
- 盧秀琴、馬士茵 (2019)。設計 STEAM 課程培養國小學生的 STEAM 素養：以「動物模仿獸」為例。教育科學研究期刊，64(3)，85-118。
- 劉又慈 (2019)。教室中具觀眾參與互動的數位劇場學習系統。中央資工系碩士論文，桃園
- 陳志勳 (2018)。家長對於機器人教育的認知與接受度之研究，STEAM 教育，碩士論文，15-35。
- 葉栢維 (2017)。STEAM 理論融入國小科技實作的活動設計：橡皮筋動力車向前衝。科技與人力教育季刊，4(1)，63-75。
- 蔡清田 (2014)。十二年國教課程綱要核心素養。臺灣師友月刊，566 期，17-22。
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12.
- Stice, J. E. (1987). Using Kolb's Learning Cycle to Improve Student Learning. *Engineering Education*, 77(5), 291-296.
- Luft, J., & Ingham, H. (1955). The Johari window, a graphic model of interpersonal awareness. Proceedings of the western training laboratory in group development. Los Angeles: University of California, Los Angeles.

OMO 中大学生自我认知、学习动机和自我效能感之间的关系研究

Analysis on the Relationship Among College Students' self-efficacy, Learning Motivation and Self-perception in OMO Teaching

赵永发¹, 祁芸^{2*}

¹² 西北民族大学教育科学与技术学院

*57277368@qq.com

【摘要】 疫情爆发以来, 高校学生进行了线上线下融合式教学, 这对学习者的自我效能感, 环境适应力带来了极大的挑战。为探讨其中的关系并提供相应的建议, 采用自我认知量表、学习动机量表和 GSES 对某大学两个班的学生进行调查。结果发现: (1) 自我认知、学习动机和自我效能感之间存在显著正相关。(2) 学习动机在学业自我认知和身体自我认知与自我效能感之间存在部分中介作用, 对于情绪自我认知具备完全中介作用, 对于社会自我认知不具备中介作用。并由此提出了提高自我认知、关注学习动机等建议, 其对改善学习者在 OMO 中的学习状态具有一定意义。

【关键词】 自我认知; 学习动机; 自我效能感

Abstract: Since the outbreak, students in universities have been taught in an integrated online and offline manner, which poses a great challenge to learners' self-efficacy, and environmental resilience. To explore the relationships and provide corresponding suggestions, the Self Perception Scale, the Motivation to Learn Scale and the GSES were used to investigate students in two classes at a university. The results found that: (1) There was a significant positive correlation between self-perception, academic motivation and self-efficacy. (2) Motivation for learning partially mediated the relationship between academic and physical self-perceptions and self-efficacy, fully mediated emotional self-perceptions, and did not mediate social self-perceptions. This led to suggestions for improving self-perceptions and motivation, which have implications for improving learners' learning status in OMO.

Keywords: self-perception, learning motivation, self-efficacy

1. 引言

2021 年来, 奥密克戎继续肆虐全球, 大部分学生都处在线上教学交替或融合进行的阶段, 在这种情形下不少学生出现了转换学习方式时不适应的情况, 对学生的学习感受产生不良影响, 学习效果不佳。通过对该问题研究发现, 相关文献集中在学习动机、自我效能感上, 比如有学者明晰了学习动机与一般自我效能感及专业领域的自我效能感之间的相互作用(池丽萍, 辛自强, 2006)。自我认知对学生学习的重要性不言而喻, 但探讨自我认知与他们之间关系的研究还不是很多, 据此本研究拟验证在 OMO (融合式教学) 中大学生自我认知水平及其与学习动机、自我效能感的关系, 选取某大学教育科学与技术学院大二学生作为研究对象, 采用量表测量各自的水平, 利用 SPSS 探讨其中蕴含的关系, 以期对当下的教学形式的教学提供一定的建议与参考。

1.1. 自我效能感与自我认知

“自我效能感”最早被班杜拉提出。他指出, 自我效能感会对学习者的很多行为产生影响。在选择对应的学习目标时, 学习者更喜欢选择自己可以完成的任务, 即便是有一定把握完成的任务也会很少做选择。在这种情况下, 自我效能感就变为了对个人能力水平程度的“掌握”。在 OMO 教学中, 由于教学情境的不时变化与相应技术的不断革新, 这种“掌握”可能会受到很大程度的影响。这种“掌握”直接决定着学习者对学习方法的选择运用, 以及对学习的

坚持等, 这些受影响因素进而对学生的学习效果产生一定作用(杨海波,刘电芝,杨荣坤,2015)。已有研究证明, 学习投入、学习体验、学习动机等都可以影响自我效能感(何东涛,王永跃,葛列众,2003)。

自我认知是指个体对自身客观的多维度表现给予的主观内在评价, 其属于自我认识领域中较为稳定的部分, 自我效能感是人们判断自己想要达到目的与自身能力的差距。也就是, 对自己的能力的一种评估。Rosenberg 指出自我认知就是个体认知中以自我看作客体, 由此形成的自我评价和认知情感 (Rosenberg,2009)。这也可以看作是一种对自我能力的认可与评估, 因此, 自我认知与自我效能感之间可能存在某种联系。

有研究认为自我效能感是通过一个复杂的自我认知加工过程构建的, 所以研究学习效能信息如何对学生个人产生影响的, 要建立在对学生充分理解和认知的基础上, 这样的研究才具有意义(路敬稳,2019)。在对中职院校的学生的学习自我效能感的研究中发现, 中职生普遍存在义务教育阶段知识基础不稳固, 自我学习认知不到位等问题, 同时社会环境也对中职生存在认识偏差, 内外因素直接导致中职生在学习目标、学习动机以及学习信心等方面存在问题, 因此大多数中职生学习的自我效能感不高, 直接对个人成长产生不利影响(彭磊磊,2013)。

提升融合式教学中学生的自我效能感进而提高学习效果对于当前各高校的教学形式很有必要。因此, 虽然实际探讨自我认知与学习自我效能感存在联系的文献不是很多, 但大部分学者从侧面验证到自我认知与学生自我效能感之间具备一定的关系, 就此提出假设一: 自我认知与自我效能感存在正向相关性。

1.2. 学习动机的中介作用

学习动机的概念是建立在动机概念的基础上, 是动机研究的一个领域。当动机通过学习过程表现出来时就是学习动机。学习动机是发自个人本身的, 是个体对自身所设定的要求, 并通过学习行动等表现出来, 形成开展学习的动力因素。动机期望-价值理论提出每个人的动机与每个人的能力信任、对成功的渴望以及主观上的成果直接关联, 而自我效能感是这种能力信任和成功渴望的表现之一 (龚少英,王祯,袁新,范宜平,2017)。自我认知也是对个体能力信念的认识, 因此, 自我认知会影响学习者的学习动机, 学习动机会在一定程度上调控学习者的自我效能感。

在大学生为对象的研究中, 有研究者探究了大学生学习动机和爱好、自我认知、人际关系的培养、对当前生活的满足感和幸福感等的关系与现状, 并指出大学生自我认知水平较低是导致其学习动力底下的重要原因(马洪旺,2012)。并且自我认知准确的学生, 学习目标和方向更为明确, 也愿意为了自己目标主动付出努力。如果一个学生拥有强大的意志力, 完成学习目标和任务就会更为主动和自觉, 较少需要别人的监督。这类学生往往可以在学习中不断克服困难, 拥有更为坚定的斗志(徐宇琴,2009)。

在学业动机与学习自我效能感之间, 有部分学者提出学习动机预测自我效能感(Kennedy,2010;Wu,Li,Zheng,&Guo,2020), 也有研究者强调学习活动的结果和价值, 动机直接关系较长远的行为结果, 较为坚定, 也能够较长的时间内发挥积极的作用, 进而获得更好的学习自我效能感上的正向循环反馈与促进效果(王心月,2019)。动机也是社会与家庭期望的具体呈现, 落实到具体层面, 动机直接决定了外语学习者如何认识外语学习的价值, 也可以反应学习者基本诉求和自我价值观和世界观(王丹,2019)。内驱力不仅是对自己也包括个人对外界期待的回应。外语学习者获得好的成绩不仅表现了自己能力水平的提高, 也能够让教师、家长的期盼落地, 能够赢得他们认可, 这属于外部动机, 能够提高学习自我效能感(索玉贤,2015)。根据以上研究, 我们提出假设二: 学习动机是自我认知与自我效能感间的中介变量。

综上所述, 本研究以进行 OMO 教学的大学生作为研究对象, 提出一个学习动机的中介模型如下图 1 所示, 深入探讨其如何影响自我认知与自我效能感。

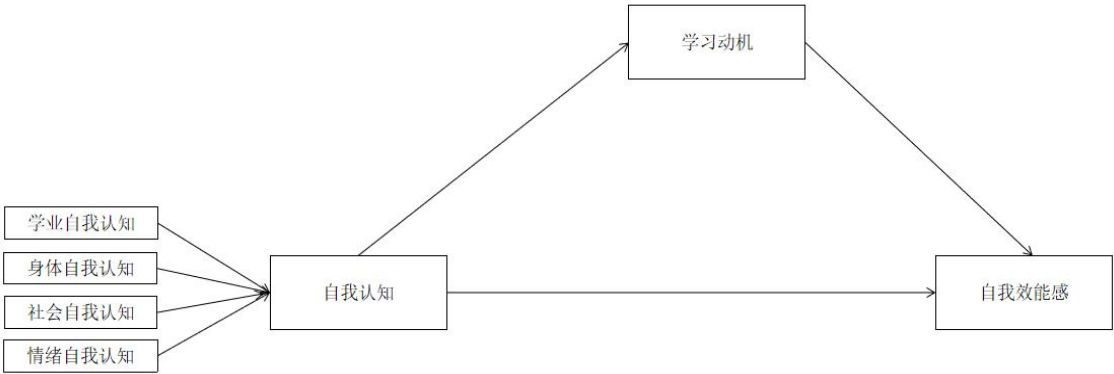


图 1 中介效应作用图

2.研究设计

2.1. 研究对象

本研究拟选取某大学教育科学与技术学院教育技术学两个班的大二学生作为研究对象，所有被试均预先告知研究目的。两个班级共 62 人，其中男生 11 人、女生 51 人。两个班的学生统一进行施测。

2.2. 研究工具

2.2.1. 自我认知量表

自我认知借鉴江光荣等拟定的《青少年心理健康素质调查表》自我分量表中的自我认知部分(江光荣,2006)。该量表包括学业、身体、社会 and 情绪四个维度。共 19 题，问卷采用 5 分制打分，5 分为非常赞同，4 分为比较赞同，3 分为一般，2 分为比较不赞同，1 分为非常不赞同。其中题项 1、6、13、15、16 为反向计分。该量表的 α 系数为 0.810。

2.2.2. 学习动机量表

学习动机采用余安邦等编制的《学习动机量表》，共计 13 题目(余安邦,杨国枢,1987)。采用 5 分制进行计分，得分越低越不符合。这 13 个题目中第 2 和第 13 题是反向计分，最终学生的总分越高表征学生的学习动机越强。该量表的 α 系数 0.840。

2.2.3. 一般自我效能感量表 (GSES)

自我效能感运用 GSES。其采用 4 分制打分，选项为“完全不正确”、“有点正确”、“多数正确”或“完全正确”。评分时，评分时为 1-4 分。该量表的信效度已经得到广泛认证。该量表的 α 系数 0.870。

2.2.4. 数据处理

采用 SPSS26.0 对数据进行描述性统计和相关分析，验证学习动机在自我认知与自我效能感之间的中介作用。

3.研究结果

3.1. 共同方法偏差分析

本研究所用数据来自自我量表测量，在一定程度上存在共同方法偏差。由 Harman 单因子检验 (Harman's One-factor Test)，其中 12 个因子特征根大于 1，首个因子解释变异量仅为 29.260%，远远小于 40%的临界标准，则用于研究的数据并未出现明显的共同方法偏差。

3.2. 描述性统计

表 1 描述性统计

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	最大值	最小值
学业自我认知	62	16.02	2.63	25	11
身体自我认知	62	12.87	2.46	20	8
社会自我认知	62	18.06	2.91	25	12

情绪自我认知	62	18.23	3.71	25	9
学习动机	62	49.82	5.86	62	35
自我效能感	62	2.62	0.58	4	1.5

本研究总共收到 62 份有效问卷，描述性统计如表 1 所示。从整体数据来看，学生的自我效能感较高，学习动机良好，有一定程度上的自我认知，其中情绪自我认知得分最高，达到了 18.23 分，表明被试总是对自己的情绪状态有一个良好的认知。

3.3. 相关分析

各研究变量的相关矩阵如下表 2 所示，从表中我们可以看出，自我认知各维度与学习动机、自我效能感之间均两两显著正相关。

表 2 相关分析

	1	2	3	4	5	6
1 学业自我认知	1					
2 身体自我认知	0.32*	1				
3 社会自我认知	0.46**	0.64*	1			
4 情绪自我认知	0.29*	0.46**	0.58**	1		
5 学习动机	0.21*	0.40**	0.56**	0.43**	1	
6 自我效能感	0.47**	0.50**	0.62**	0.58**	0.47**	1

注：*表示 $p<0.05$ ，**表示 $p<0.01$

3.4. 学习动机在自我认知与自我效能感之间的中介作用

3.4.1. 学业自我认知

自变量 X_1 学业自我认知与学习动机同时纳入方程，结果如表 3 所示。中介变量 M 学习动机对因变量自我效能感的效应显著 ($\beta=0.04$, $t=3.03$, $p=0.002$) 学业自我认知对自我效能感作用减小，但仍显著 ($\beta=0.080$, $t=3.20$, $p=0.002$)，因此其为部分中介作用。中介效应效果量为 2.68%。

表 3 学业自我认知检验

	方程一（自我效能感）		方程二（学习动机）		方程三（自我效能感）	
	β	t 值	β	t 值	β	t 值
X_1	0.10	4.10***	0.69	2.51*	0.08	3.20**
M	—	—	—	—	0.04	3.21**
R^2	0.22		0.10		0.34	
F	16.80***		6.29*		14.84***	

注：*表示 $p<0.05$ ，**表示 $p<0.01$ ，***表示 $p<0.001$

3.4.2. 身体自我认知

自变量 X_2 身体自我认知与学习动机同时纳入方程，结果如表 4 所示。中介变量 M 学习动机对因变量自我效能感的效应显著 ($\beta=0.03$, $t=2.76$, $p=0.008$) 身体自我认知对自我效能感作用减小，但仍显著 ($\beta=0.09$, $t=3.26$, $p=0.002$)，因此其为部分中介作用。中介效应效果量为 1.45%。

表 4 身体自我认知检验

	方程一（自我效能感）		方程二（学习动机）		方程三（自我效能感）	
	β	t	β	t	β	t
X_2	0.12	4.51***	0.95	3.35**	0.09	3.26**
M	—	—	—	—	0.03	2.76**
R^2	0.25		0.16		0.34	
F	20.31***		11.19**		15.10***	

注: **表示 $p < 0.01$, ***表示 $p < 0.001$

3.4.3. 社会自我认知

自变量 X_3 社会自我认知与学习动机同时纳入方程, 结果如表 5 所示。中介变量 M 学习动机对因变量自我效能感的效应不显著 ($\beta = 0.02$, $t = 1.41$, $p = 0.165$) 不具备中介作用。社会自我认知在学习动机介入后对自我效能感作用减小, 但仍显著 ($\beta = 0.11$, $t = 4.35$, $p < 0.001$)。

表 5 社会自我认知检验

	方程一 (自我效能感)		方程二 (学习动机)		方程三 (自我效能感)	
	β	t	β	t	β	t
X_3	0.12	6.18***	1.14	5.30***	0.11	4.35**
M	—	—	—	—	0.02	1.41
R^2	0.39		0.32		0.41	
F	38.22***		28.03***		20.40***	

注: **表示 $p < 0.01$, ***表示 $p < 0.001$

3.4.4. 情绪自我认知

自变量 X_4 情绪自我认知与学习动机同时纳入方程, 结果如表 6 所示。中介变量 M 学习动机对因变量自我效能感的效应显著 ($\beta = 0.03$, $t = 2.51$, $p = 0.015$) 学业自我认知对自我效能感作用减小, 不显著 ($\beta = 0.04$, $t = 1.92$, $p = 0.059$), 因此其为完全中介作用。

表 6 情绪自我认知检验

	方程一 (自我效能感)		方程二 (学习动机)		方程三 (自我效能感)	
	β	t	β	t	β	t
X_4	0.07	3.71***	0.85	4.92***	0.04	1.92
M	—	—	—	—	0.03	2.51*
R^2	0.19		0.29		0.37	
F	13.77***		24.19**		10.64***	

注: *表示 $p < 0.05$, **表示 $p < 0.01$, ***表示 $p < 0.001$

4. 讨论与建议

4.1. 自我认知与自我效能感之间的关系

研究数据表明, OMO 中大学生的自我认知水平对他们的效能感具备显著的正向预测作用, 假设一得到了支持, 这也与已有的研究结果相一致。学生对待自我各个方面的较为准确认知看法, 可以帮助学生更好的选择适合自己的任务或工作, 对自己的能力有比较清楚的认识, 自我效能感水平较高, 在有关初中生信息技术学习自我效能感的培养研究中发现, 初中生的自我意识与自我认知快处于全面形成且高速发展的时期, 外界的评价不仅能提升学生的自我认知能力, 也可以引导学生将认知转化为具体的学习行为, 通过情感体验的提升, 进而达到提升学生的学习自我效能感的目的(牟珊, 2016)。因此, 我们应当在混合式教学中, 特别是在疫情肆虐, 线上线下教学反复的今天, 尽可能的通过各种方式提高学生的自我认知, 比如可以重视从精神层面关注大学生自我认知发展, 并进一步增强他们元认知的能力。同伴关系也会在一定程度上影响大学生自我认知发展, 在个体发展所处的不同阶段中, 周边人的评价和看法都会左右学习者自我认知的发展。除此之外, 学校的特殊作用也不容忽视, 要改善健全学生发展评价体系, 帮助那些尤其是在分数上没有获得很好收获的学生来提高自我认知, 进而提高他们的自我效能感, 最终提高他们的学习能力和学习效果。

4.2. 学习动机的中介作用

研究结果表明, 学习动机在自我认知和自我效能感起部分中介作用, 假设二得到支持。具体来看, 学业、身体和情绪自我认知都具备中介作用, 情绪自我认知为完全中介, 学业、身

体自我认知为部分中介,只有社会自我认知不存在中介作用。这同金娟等人的研究结论相同(金娟,2021)。动机期望-价值理论提出学习动机对学习者的学习具有积极作用(Wigfield & Eccles,2000)。OMO情景中,自我认知水平高的大学生有更高的能力信任以及对成功的渴望(Cetin-Dindar,2016),进而影响大学生形成积极的学习动机,从而大学生会花费时间和精力到学习中去,自我效能感高。自我认知水平不高的大学生,当遇到障碍时会怀疑自我,引发各种各样不良情绪,学习动机减弱,学习难以坚持,久而久之,甚至出现放弃学习的念头(Maricutoiu & Sulea,2019)。

在这种情形下,提高学生的学业动机就显得尤为重要。激励是提高动机的有效方法之一比如情感、目标和榜样激励,这些激励可以显著改变大学生的态度,提高学习者的自信心和内驱力。在这种激励的基础上,要辅助学生正确归因。学习成果来源于个人努力,但并不是决定性的因素,应该尽量减少个别学生“沦堆”的现象,他们认为自己不论努力与否,都会失败。对待这种学生,要给予及时的反馈和适当的奖励,逐步提高学生成就动机。最后,“打铁还需自身硬”学生个人对待困难和挫折的看法是影响动机的关键因素,要提高自信心,提高认知内驱力水平,多积累成功经验,多反思失败教训,转变动机架构,明白动机在学生自我效能感和成长性思维发展中的关键作用,最终学习自信心提高,动机充足,提高大学生在融合式教学中的学习效果。

5.结论与展望

本研究探讨了混合式教学中大学生自我认知与学习动机、自我效能感之间的关系,研究表明:①自我认知、学习动机和自我效能感之间存在显著正相关。②学习动机在自我认知与自我效能感之间存在中介作用。学业自我认知和身体自我认知存在部分中介作用,情绪自我认知具备完全中介作用,只有社会自我认知学习动机不具备中介作用。进一步厘清了学习动机对自我认知和自我效能感的影响作用。

本研究有待提高的部分首先体现在实验属于横断性研究,未来自我认知与自我效能感之间的关系应集中在纵向性研究或实验研究中。其次,学习动机可以划分很多类型,本研究探讨学习动机的整体情况,未来可以根据不同标准下的不同学习动机类型进行更细致的研究。

参考文献

- 池丽萍&辛自强.(2006).大学生学习动机的测量及其与自我效能感的关系.心理发展与教育(02),64-70.
- 何东涛,王永跃,葛列众.(2003).学生自我效能发展影响因素研究.教育发展研究(Z1),162-165.
- 龚少英,王祯,袁新&范宜平.(2017).混合学习环境中动机信念和动机调节与学习投入关系研究.开放教育研究(01),84-92.
- 江光荣&胡博.(2006).《青少年心理健康素质调查表》自我分量表的编制.心理与行为研究(02),95-100.
- 金娟.(2021).高中生自我认知、学习动机和学习自我效能感的关系研究(硕士学位论文,云南师范大学).
- 路敬稳.(2019).积极心理学视域下大学生学习动机分析.花炮科技与市场(04),79+81.
- 马洪旺.(2012).积极心理学视角下高职生学习动机的研究.当代经济(16),110-112.
- 牟珊.(2016).中职生学习自我效能感提升研究(硕士学位论文,华中科技大学).
- 彭磊磊.(2013).从认知视角研究中亚留学生汉语学习动机(硕士学位论文,新疆大学).
- 索玉贤.(2015).大学生自我效能感、自我决定动机、学业拖延的关系研究(硕士学位论文,华中师范大学).
- 徐宇琴.(2009).中职生学习动机及其影响因素研究(硕士学位论文,苏州大学).
- 杨海波,刘电芝&杨荣坤.(2015).学习兴趣、自我效能感、学习策略与成绩的关系——基于Kolb学习风格的初中数学学习研究.教育科学研究(10),52-57.

- 王丹.(2019).初中生信息技术学习自我效能感的培养策略研究(硕士学位论文,山东师范大学).
- 王心月.(2019).初中生历史学习自我效能感影响因素及其培养策略研究(硕士学位论文,西南大学).
- 赵丹.(2014).大学生学业拖延、学业自我效能感与学习动机的关系研究(硕士学位论文,河北师范大学).
- Cetin-Dindar,A. (2016). Student motivation in constructivist learning environment.EURASIA Journal of Mathematics, Science&Technology Education,12(2),233-247.
- Kennedy, E. (2010). Narrowing the achievement gap: Motivation engagement,and self-efficacy matter. Journal of Education,190(3),1-11.
- Maricutoiu, L. P. & Sulea,C. (2019). Evolution of self-efficacy, student engagement and student burnout during a semester. A multilevel structural equation modeling approach. Learning and Individual Differences,76, 101785.
- Morris Rosenberg.(2009)" Self-Concept Research: A Historical Overview" , Social Forces, pp 34-44.
- Wu, H. B.,Li,S.,Zheng, J, & Guo, J. R. (2020). Medical students' motivation and academic performance: The mediating roles of self-efficacy and learning engagement.Medical Education Online, 25(1), 1742964.
- Wigfield,A.,& Eccles,J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation.Contemporary Educational Psychology,25(1), 68-81.

中小学教师空间应用现状及提升策略

Current situation and improvement strategy of teachers' space application in primary and secondary schools

張鈺團^{1*}, 任光傑²

華南師範大學教育資訊技術學院

*1091807630@qq.com

【摘要】教师空间作为利用信息技术开展教学活动的主阵地，是实现信息技术与教学深度融合的重要环境支撑。文章对广东省中小学教师空间的应用现状开展问卷调查，分析影响教师使用空间的因素，据此提出空间应用提升的策略，以期为推进我国网络学习空间升级和常态化、规模化应用提供依据和决策参考。

【关键词】 网络学习空间；中小学教师；应用现状；提升策略

Abstract: Network learning space plays important role in realizing the deep integration of information technology and teaching. In order to fully understand the current situation of the application of teacher space in primary and secondary schools, we developed a survey to collect primary and secondary school teachers in Guangdong Province, and analyzes the survey results and the factors affecting the use of teacher space. Based on the survey results, the strategy of spatial application improvement is proposed to lead the spatial upgrading, in order to provide a basis and decision-making reference for deepening and upgrading of the application of e-learning.

Key words: network learning space; Primary and secondary school teachers; Application status; Promotion strategy

1. 引言

网络学习空间作为教师利用信息技术开展教学活动的主阵地，是实现信息技术与教学深度融合的重要环境支撑。郭炯等人采用问卷调查法、访谈法等对网络学习空间的建设及功能配置情况、各类用户对空间的应用情况等进行了调研（郭炯,郑晓俊, 2019）。刘紫薇等人采用问卷调查、访谈等方法，对华中地区中小学的网络学习空间建设情况及教师应用现状展开调研（刘紫薇,郭炯,郑晓俊, 2020）。在教育数字化转型的新时期，对教师网络学习空间应用现状等问题进行研究将有助于寻求空间升级的着力点，提出具有可操作性的提升策略。

2. 研究设计

本研究的调研范围包括广东省8个地市，含8个广东省“人人通”试点区和5个空间应用优秀区域，共13个县（区）。采用分层结合便利的抽样方法，选取学科教师作为调研对象。

2.1 研究工具

本研究基于文献调研与政策文件分析，编制了“广东省网络学习空间建设及应用情况调查（教师卷）”，分别通过客观题及李克特五级量表的形式展开。考虑到老师的具体应用情况，设计了一道逻辑判断题“您对网络学校空间的了解程度？”，使调研对象对空间了解程度做出判断。选择有初步使用过、经常使用、常态化使用的教师将跳转至A卷，选择只听过没使用过、完全不了解的教师将跳转至B卷。下文中的统计分析仅以A卷作答数据作为数据来源。根据征求专家意见及试测的结果，最终问卷含七个方面32个题项，见图1。

维度	维度内容	工具	题数	参考来源
个人基本信息	性别、年龄、教龄、所在地区、任教学段、任教学科	非量表题	6	
应用环境	平台的类型、来源及用途。		7	
认知态度	网络学习空间认知、态度。		2	
应用行为	网络学习空间使用相关情况。		10	西北师范大学郭炯教授的《网络学习空间与学校教育变革》线上会议
应用能力	考察教师的网络学习空间应用能力。		3	广东省《2021年度网络学习空间应用优秀教师评价指标》
影响因素	影响网络学习空间使用因素。		2	《教育部关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程2.0的意见》
应用需求与建议	支持和帮助、使用建议		2	《网络学习空间建设与应用指南》

图1 教师问卷维度设计

2.2 问卷结构信效度分析

本研究以文献梳理的结果、《网络学习空间建设与应用指南》等国家政策文件为依据拟定问卷维度，故未作探索性因素分析，直接进行验证性因素分析。检验结果显示问卷中量表的KMO值为0.875，Bartlett球形检验结果均达到显著（ $p < 0.001$ ），符合因子分析的要求。利用主成分分析法，发现抽取的因子与问卷的维度设计保持一致，说明具有良好的结构效度。对问卷内部一致性进行检验，Cronbach's Alpha系数为0.902，说明均具有较高的信度。

3.调查的主要发现

本研究通过在线问卷方式向广东省13个地区中小学教师发放，共回收教师问卷1112份，其中A卷849份，经人工筛选均为有效问卷，回收率100%。

3.1 学校网络速度和软硬件环境能较好支撑空间应用

应用环境中网速和软硬件环境的调查数据显示，72.93%的教师对学校网速、73.56%教师对学校软硬件环境持“满意或非常满意”态度。这说明大多数学校已实现了校园网络覆盖。

3.2 教师对空间的认知度较高，但常态化水平较低

教师对空间了解程度的数据显示，常态化使用的教师占9.62%，经常使用的教师占21.76%，有初步使用的教师占44.96%，由此可看出空间的推广有初步成效，但常态化水平较低。只听过没使用过的教师占18.17%，完全不了解的教师占5.49%。

3.3 不同学段教师对空间功能的使用频率存在显著差异

使用频率是空间常态化使用的主要指标。单因素方差分析发现，不同学段的教师在空间使用行为存在差异。空间资源服务频率在小初高之间有明显差异；课中、课后使用频率在初、高中之间才有明显差异；空间班级文化建设、家校互动频率在小学和高中之间有明显差异。

3.4 培训对教师空间应用促进效果明显

调查数据显示，教师对自己空间教学能力评分较好的是开展网络教研，促进自己专业发展。单因素方差分析表明，不同培训次数的教师，其对空间的应用评分上有显著差异，说明培训对教师空间应用有一定的促进作用，专题培训能够帮助教师更好地认识空间及应用空间。

4.讨论与对策

4.1 多渠道提升教师空间认知度，鼓励教师建设个性化空间

加大应用普及活动的宣传和培训力度，培养一批信息技术专家型的教师，不断推广常态化使用，深入改变教师的观念。鼓励教师建设个性化网络学习空间，或将教师开发的资源平台放进空间，使教师拥有空间建设参与感，提升教师对空间的认知度和专业发展能力。

4.2 提高学校软硬件及资源建设，提供个性化空间服务

实现云网端一体化发展，软硬件环境以及资源建设的解决并非一蹴而就，需要贴切教师实际教学情况，全面汇聚满足师生需求的各种资源和工具等，避免浪费投入。其次，空间功能是教师使用意愿的重要影响因素。升级网络学习空间，联合空间研发机构，结合教师需求和变革课堂结构，精简平台功能界面，实现多个空间综合管理，持续优化并增强可操作性。

4.3 探索应用培训与激励机制，推进空间持续发展

创新应用机制是推进空间持续发展的催化剂。区域的应用培训较为局限，我们应积极探索教师参与空间应用培训与激励机制，深入实施教师信息技术应用能力提升工程2.0，将教师信息素养、空间应用能力纳入教师培训内容，加快构建教师信息化素养发展机制。

以广东省中小学教师空间为代表的优秀区域,也在不断推动空间的发展和教育信息化发展整体水平。由于文章仅调查了广东省网络学习空间试点区和优秀区域,缺乏对欠发达地区进行调研,我们将持续对教师空间的发展做更深入的理论和实证研究。

参考文献

- 郭炯 & 郑晓俊.(2019).基础教育领域网络学习空间建设与应用现状、问题及对策研究. 电化教育研究(10),89-95.
- 刘紫微,郭炯 & 郑晓俊.(2020).教师网络学习空间应用现状研究——以华中地区为例. 现代教育技术(02),57-63.

臺灣北部一所幼兒園遠距課程之設計

Designing a Distance Program for a Kindergarten in Northern Taiwan

湯梓辰^{1*}, 黃意舒², 蘇月霞³

^{1*}國立臺灣科技大學應用科技研究所

^{2, 3}社團法人臺灣教育專業學會

^{1*} jttang0@mail.ntust.edu.tw

【摘要】許多幼教師及幼兒家長有著應用科技在幼兒學習上的困擾，像是：大人不清楚如何應用 3C 管道進行遠距教學、照顧者或教師對於低年齡的幼兒接觸科技產生抗拒，本研究以行動研究法，以一所臺灣北部的幼兒園為例，運用數位通訊管道及 3C 科技建構師生間的線上互動空間，成功完成親子與教師的遠距教學。透過本研究顯示：妥善的規劃遠距課程，如提供親子之遊戲化及適性遠距課程模式，幼兒可以有高度的學習興趣和專注力。因此本研究預期將此模式提供給幼兒園學校參考。

【關鍵字】遠距教學、幼兒課程、3C 科技、線上互動空間。

Abstract: Many teachers and parents of early childhood have problems in applying technology to children's learning, such as adults don't know how to use 3C for distance teaching; caregivers or teachers who are resistant to young children's exposure to technology. This study adopts the action research method, taking a kindergarten in northern Taiwan as an example, using digital communication channels and 3C equipment to construct an online interactive space between teachers and students, and complete the parent-child distance learning with teachers. Through this research, it is shown that with proper planning of distance courses, such as providing parent-child games and adaptive distance courses, children can have high learning interests and concentration. Therefore, this study is expected to provide this model to early school schools for reference.

Keywords: distance learning, early childhood curriculum, 3C equipment, online interactive space.

1. 研究動機與背景

幼兒教師在面對遠距教學有著極大的挑戰，像是，教師不知如何應用科技在教學上、或是家長及老師對於低年齡幼兒接觸科技有抗拒心理 (Kalogiannakis, 2010; Wetzal et al., 2004)。但當面臨後疫情的狀態下，幼兒教師若是無法進行轉變，則是導致幼兒的失學狀況，但幼教師又該如何進行轉變？行動研究的方法讓老師發現問題，進而解決 (Corey, 1953)。為了進行教師對於遠距之心態及教學模式之轉變，本研究採用行動研究，以 2021 年 5 月 19 日到 7 月 27 日為實驗時段，採幼兒遠距之線上課程模式。

2. 幼兒遠距課程之架構

為了符合幼兒進行遠距課程之模式，本研究採用親子共學、適性教學、同步與非同步評量來建構本課程之架構。如圖 1 所示：

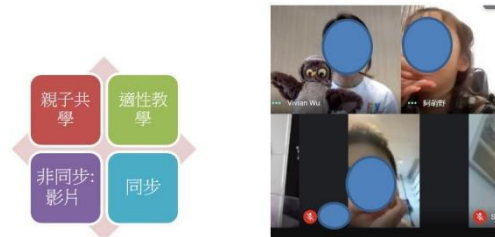


圖 1 左圖遠距課程架構、右圖遠距課程同步狀況

3. 研究設計

3.1 案例幼兒園

本研究以臺灣北部的一所幼兒園，班級數共為 12 班，學生人數 262 人，教師 23 人，此幼兒園課程模式，採統整式課程以主題模式進行教學。

3.2 遠距教學

本研究設計及錄製適齡教學內容，家長可依幼兒興趣和時段自由選課。

- 小小班及小班：針對幼兒園2-4歲的幼兒，內容方式採錄影，包含：律動、說故事、演防疫小尖兵戲劇影片，放幼兒園公告區請家長放映給幼兒觀看，每週更換一次。
- 中班：針對幼兒園4-6歲幼兒，內容採錄影課程模式，包含：園長媽咪上課囉、園長媽咪說故事、數學好好玩、七巧板、生活美語。
- 大班：針對幼兒園5-6歲幼兒，內容採錄影課程模式，包含：認識中文、建構數學。

3.3 研究方法

本研究的實作歷程中，我們透過行動研究中過程解決現場遠距非課程問題 (Corey, 1953)，以實做老師的經驗為主，並訪談家長作為研究之省思依據。

3. 研究結果

透過與家長以及教師的教學的互動模式發現：

3.1 長輩家長和學生的電腦操作能力明顯提升。

課程執行時正因為疫情停課，許多家長無暇進行親子互動的課程，因而許多家長將幼兒送至偏鄉長輩家，因而導致遠距課程，設備引導使用更加困難，經教師以實際鏡頭指導後，最後大人和小孩都會操作進會議室、開鏡頭、開麥克風。

3.2 學生表現出高度的學習興趣和專注力。

透過整個學校協力進行的遠距課程發現，遊戲課程同步進行時，學生歡聲連連，會注意白板上呈現的圖卡和所得的分數，透過遊戲化的互動讓幼兒更喜歡學習。

3.3 吸引招生率。

因幼兒園採用遊戲化的遠距課程，並定期在學校官網公告學習成效，因而讓許多家長注意到幼兒園的課程，進而有更好的招生率。

4. 結論與建議

透過此次的遠距課程模式，我們發現：遠距課程深受孩子喜愛，實驗結束後回到學校繼續以實體教學上課後，許多學生還是表達希望能夠參予遠距遊戲課程，因此回到實體上課後有安排下午時段進行混成教學，讓孩子可以快樂學習。但因為本實驗是以解決幼兒園的現況為主，研究較缺乏實驗數據，僅以觀察、訪談的方式探討課程的執行狀況，建議之後可以以更完整之實驗流程探討數位課程之成效。

參考文獻

- 湯梓辰(2019)。《進入孩子的思維世界：幼兒遊戲探究》。索引數位出版社。
- 湯梓辰、莫德駿(2022)。後疫情時代下遠距教學課程之空間互動性距離。《台灣教育》，736，38-46。
- S. M. (1953). *Action Research to improve school practices*. New York: Teachers College Press.

- Kalogiannakis, M. (2010). Training with ICT for ICT from the trainer' s perspective. A local ICT teacher training experience. *Education and Information Technologies*, 15(1), 3-17.
- Kim J. (2020). Learning and Teaching Online During Covid-19: Experiences of Student Teachers in an Early Childhood Education Practicum. *Int J Early Child.* 2020, 52(2),145-158. DOI: 10.1007/s13158 020 00272 6. Epub 2020 Jul 30. PMID: 32836369; PMCID: PMC7391473.
- Wetzel, K., Wilhelm, L., & Williams, M. K. (2004). The introductory technology course: A tool for technology integration. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 3, 453-465.

基于 SOLO 分类理论的翻转课堂教学模式设计

Design of Flipped Classroom Teaching Mode Based on SOLO Classification Theory

李开敏^{1*}, 刘丽丹²

哈尔滨师范大学 教育科学学院

lkml9851915653@163.com

【摘要】 本文分析了翻转课堂教学与 SOLO 分类理论的内在相关性, 基于 SOLO 分类理论的不同水平层次, 补充翻转课堂课后环节, 构建了基于 SOLO 分类理论的翻转课堂教学模式, 并以高中信息技术课程中的“枚举算法”为例进行案例设计。该模式在课前、课中、课后不同教学阶段对应 SOLO 分类理论的不同层级水平, 使知识复杂度呈螺旋式上升, 让不同能力水平的学生都能掌握知识, 优化知识结构, 构建系统的知识体系, 从而提升整体教学效果。

【关键词】 SOLO 分类理论; 翻转课堂; 教学模式

Abstract: This paper analyzes the intrinsic correlation between flipped classroom teaching and SOLO classification theory, and builds a flipped classroom teaching model based on SOLO classification theory at different levels, supplementing the after-school session, and using "enumeration algorithm" in high school IT course as a case design. The model corresponds to different levels of SOLO theory at different teaching stages, so that the complexity of knowledge spirals upward, allowing students of different ability levels to master knowledge, optimize knowledge structure, and build a systematic knowledge system, thus improving the overall teaching effect.

Keywords: SOLO classification theory, flipped classroom, teaching mode

1. 翻转课堂与 SOLO 分类理论的概述

SOLO 译为可观察的学习成果的结构, 该理论认为学生在某一任务或问题的反应上表现出阶段性的特点, 从低级到高级可以划分为 5 个层次, 分别是前结构水平、单一结构水平、多点结构水平、关联水平、抽象扩展水平, 这五个水平代表着学生在知识理解上的成长。翻转课堂由 Flipped Classroom 翻译而来, 又称为反转课堂、颠倒课堂, 是指课前老师创建好教学视频, 学生先在课外观看视频中教师的讲解, 有一定知识基础之后, 再回到课堂中进行师生、同伴互动交流和进行更深次学习一种教学形态(刘荣 2012)。翻转课堂充分体现了以学习者为中心、重视学生解决问题能力培养的教学理念, 是传统教学模式的巨大进步。

2. 基于 SOLO 分类理论的翻转课堂教学设计

美国 Robert Talbert 教授认为在翻转课堂中课前阶段的学习活动包括观看视频、针对性的课前训练, 课中阶段的学习活动包括快速少量的测评、解决问题和总结反馈。SOLO 分类理论将学生的思维水平划分为五个层次, 认为学生在具体的学习过程中都要经历从量变到质变的过程, 每发生一次跃变, 学生对这一知识的认识就进入更高一级的阶段(黄爱民 2013)。综上所述, 翻转课堂教学与 SOLO 分类理论具有结构上的一致性, 都认为学生的学习应当遵循螺旋式上升的层级结构, 由浅入深, 不断促进学生的深层次学习。因此本文以 SOLO 分类理论为基础, 补充课后环节, 探讨翻转课堂的课前、课中、课后教学环节设计, 构建了如图 1 所示的翻转课堂教学模式。

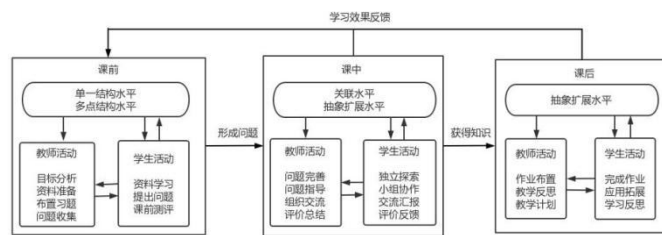


图 1 基于 SOLO 分类理论的翻转课堂教学模式示意图

3. 案例应用

笔者通过走进高中信息技术课堂听课以及观看网上发布的精品资源课程了解“算法与程序”部分的授课情况，发现由于课堂时间有限，教师在课堂讲授的知识点不够详细，使学生不能很好的理解相关代码，从而影响学习效果。基于此，使用基于 SOLO 分类理论的翻转课堂教学模式可以很好的解决由于课堂时间有限而无法细致讲解的问题。因此，本文以人教版高中信息技术必修一中的“枚举算法”为例，进行了案例设计。

3.1. 课前阶段

①知识点梳理。如课前：枚举算法的概念、思想等。课中：枚举算法的优化、解决百钱买百鸡问题等。课后：利用枚举算法解决相关问题。②资料准备。制作枚举算法、def 函数等课前知识点的讲解视频与文档资料，并发布。③布置习题。如判断下列情况是否适合使用枚举算法来解决？④问题收集。收集学生在课前学习环节产生的未解决的问题，如 def 函数与 resolve() 函数有什么关系？

3.2. 课中阶段

①问题完善。如提出如何将代码封装为 def 函数形式？②问题指导。如指导学生解决水仙花数的问题：首先提出问题：枚举范围、条件是什么？然后引导学生用流程图描述算法，最后帮助学生解决代码调试过程中遇到的问题。③组织交流。如组织学生讨论如何优化已有算法？④评价总结。如表扬第三组同学运用了三种算法设计找出了水仙花数，非常善于解决问题，组内经常讨论解决方法，总体表现非常好。

3.3. 课后阶段

①作业布置。如纸币兑换：用 100 元钱兑换面值为 1 元、2 元、5 元的纸币共 50 张，每种纸币不少于 1 张，共有多少种兑换方案？②教学反思。本节课学生表现积极，思维活跃，教学目标基本达成。③教学计划。通过课堂表现和课后习题可以看出同学们对枚举算法掌握比较好，下一次课进行枚举算法与解析算法的综合应用。

4. 总结

本文应用 SOLO 理论指导翻转课堂教学设计，在课前、课后、课中阶段根据 SOLO 分类的不同水平层次设计不同的教学活动：课前学习基础知识形成问题，课中师生互动整合知识，创造性解决复杂问题，课后利用获得的知识进行应用拓展，反馈的学习效果作为下一次课前学习开展的参考依据，以此构成良性教学循环，从而使学生扎实基础，高效学习，提升能力。该模式现处于初步探究阶段，将在后续实践研究中不断完善。

参考文献

- 黄爱民.2013.《国内 SOLO 分类评价理论在中学化学应用研究的综述》.化学教学(1):3.
刘荣.2012.《翻转课堂:学与教的革命》.基础教育课程(12):28-28.

智能学习平台助力线上体育作业：解决路径及优势

Smart Learning Platform Helps Online Sports Homework: Solution Path and Advantages

任井伦^{1,2}, 李晓庆³, 徐丹¹

¹人民教育出版社, 北京, 100081;

²北京师范大学教育学部, 北京, 100875;

³北京师范大学未来教育高精尖创新中心, 北京, 102206

renjinglun@mail.bnu.edu.cn

【摘要】现代信息技术推动教育变革和创新。体育作业是课堂教学的延续,是提高运动技能和身体素质的有效手段,并得到国家的重视,但仍存在个性化服务很难满足、作业的布置和检查方式不智能、无法做到进行家校同步管理、评价反馈不深入等问题。可充分发挥智能学习平台(以“智慧学伴”为例)的优势,以数据分析—科学诊断—精细辅导—创建个性化作业—家校合作—多角度评价为实施路径落实课后体育作业任务,实现家校合作和因材施教的教育目的。

【关键词】智能学习平台;体育作业;智慧学伴

Abstract:Technological advances are rapidly changing and modern information technology is driving educational change and innovation. PE homework is a continuation of classroom teaching, an effective means of improving motor skills and physical fitness, and is valued by the state. However, there are still personalized services that are difficult to meet, assignments are not assigned and checked in an intelligent manner, inability to synchronize home and school management, evaluation feedback is not in-depth and other issues. The advantages of intelligent learning platforms (for example, Smart Learning Partner) can be fully utilized. Using it to build the solution path to implement the sports homework, as data analytic-scientific diagnosis-intensive coaching-Creating personalized jobs-home school cooperation-multi perspective evaluation.

Keywords: Smart Learning Platform, Sports Homework, Smart Learning Partner

1. 前言

中共中央办公厅、国务院办公厅分别印发《关于全面加强和改进新时代学校体育工作的意见》和《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》文件,就义务教育阶段体育教育教学提出了明确要求,“开展体育活动作为中小学生课后服务工作的重要载体”“做强做优免费线上学习服务,开展适宜的体育锻炼”(张鹏鹏、周君,2020)。那么,如何完成好体育课后作业,本文将从以下几方面阐述分析。

2. 体育课后作业亟待解决的问题

体育课后作业应该包括作业设计、布置方式、作业管理、作业评价四个方面,笔者在实际教学中发现学生的作业达成效果并不明显,主要存在以下问题。

2.1. 作业的个性化服务不充分

采取“一刀切”的方式,对于不同学生布置相同的作业内容、提出相同的练习要求,并以同一标准评价,很难体现“相同内容不同标准、相同标准不同难度、相同难度不同方法”的个性化服务理念。

2.2. 作业的布置和批阅方式不智能

体育课后作业批阅多采用打卡、微信截图、家长反馈、纸质证明等形式,停留在浅层次、表面化和形式化的水平,导致教师对学生完成过程、遇到的问题以及如何解决问题等一无所

知, 缺乏对学生的实质性指导。

2.3. 作业家校同步管理无法做到

对教师而言, 布置课后作业的目的是诊断教学效果、改进教学质量和促进教学能力提升; 对学生而言, 完成课后作业是对自我学习情况进行检查; 对家长而言, 作业则能让其更好地了解孩子的学习情况 (王月芬, 2014)。传统的体育作业不能将学生的课后表现状态全部记录下来, 采取“完成/未完成”“优/良/差”的评价方式, 更无法让教师精准了解学生的课后练习状态, 导致家校反馈信息存在偏差。

2.4. 作业的评价反馈不深入

课后作业的评价和反馈可以帮助学生纠正错误、指明方向, 选择最佳学习步骤及策略, 及时调整学习进程, 取得好的学习效果。传统的体育课后作业评价和反馈大多流于形式, 停留在“是或否”“好与坏”的评价层面, 未能提出“为什么”“怎么做”的指导方案。

3. 智能学习平台为破解体育课后作业问题提供新思路

为了有效解决体育课后作业存在的上述问题, 北京师范大学未来教育高精尖创新中心开发了智能教育公共服务平台 (以下称“智慧学伴”, Smart Learning Partner)。主要功能: 整合和分析学生学习和锻炼过程的大数据、构建个性化运动学习模型、诊断和改进提供运动处方等, 实现教育服务供给将越来越个性化 (余胜泉, 2014)。

3.1. 在线发布体育作业, 支撑课后指导

3.1.1. 布置富媒体化作业, 提供可视化跟踪和指导

借助智慧学伴布置体育课后作业能够把课后作业以视频、图片和文字的形式同时呈现出来, 形成自适应学习模式。上传作业的练习的视频或者图片, 教师可查阅作业练习过程, 形成不间断地跟踪指导闭环。

3.1.2. 线上异同精细交流, 促进家校协同合作

因受限于教学资源, 教师很难让学生在体育达标项目上做更多的针对训练 (段瑞莉, 2021)。教育形态的变化趋势在未来会推动学校双向开放, 学校教育和家庭教育会进行更紧密的沟通与交流^[8]。智慧学伴创建了教师—学生—家长的联动机制: 体育教师布置课后作业——家长查看作业详情——学生完成作业, 双方发现问题并交流解决。

3.2. 贡献实时大数据, 助力学生个性发展

智慧学伴主要特点有: (1) 整体性, 即整合碎片化的学习资源; (2) 科学性, 其学习内容是经过专业体育教师遴选、整合的资源共同体, 符合不同的学情; (3) 智能性, 通过搜集、自动加工和分析数据, 根据不同学情建立模型, 提供对应的运动处方。

3.2.1. 依托智能体育大数据, 开展智能化个性指导

当前, 体育教师普遍缺乏分层设计体育作业的理念和技能, 从而导致课后作业效果的赢弱性 (陈曦、苏坚贞, 2020)。体育作业设计应根据学生的身体形态、机能和运动技能水平进行差异化处理, 可以是相同项目不同标准, 也可以是相同难度不同内容。

3.2.2. 智能大数据驱动体育教学, 体育作业助力精准化评价

依托智慧学伴大数据分析技术, 体育课后作业可瞄准体质提升这一着力点, 解决学生身体活动原理不在、定向不准的习练误区 (李文、赵舒婉, 2021)。这主要体现在三个层面:

(1) 精准判断。利用过程性和结果性的两种识别途径精准判断不同运动能力的学生, 为课后作业的布置提供数据和行为上的依据。(2) 精准定位。体育作业板块将根据学生的身体形态、运动能力水平、体质健康成绩进行整合与分析, 形成具有科学性和针对性的运动处方。(3) 精准评价。借助智慧学伴, 则能够凸显学生的课堂表现数据和运动成绩数据, 通过整合学生课后作业完成情况和家长评价, 课堂评价与课后评价形成闭环, 做到对学生的精准评价。

4. 智能学习平台支撑体育课后作业设计的优势

4.1. 拓宽课后体育作业设计的新视野

课后体育作业在监督和评价方面具有滞后性、不客观性等，容易忽视学生个体差异、受到客观条件影响、反馈和评价困难（卢红军、王芳平，2020）。智慧学伴具有解决此类问题的功能：（1）整合碎片化知识。（2）课堂教学的补充和延续。（3）营造更适合学习的环境。

4.2. 实现“一课多层”的体育作业设计

未来教育的形态将是泛在的、终身的（余胜泉，2018）。“互联网+教育”则可以使学生根据自己的兴趣、爱好等进行适合自己个性发展的学习。与学习资源相比，学习支架为学生提供的支持更具体、更有针对性，也更能关注学习过程（严加强，2021）。智慧学伴是教师和教材的集合体，它能帮助学生掌握和提高运动技术与技能。

4.3. 推出家校合作型的体育作业

长期以来，由于家庭体育氛围不够浓厚、父母体育参与行为不足、亲子体育互动有限、同伴支持普遍缺失等问题，青少年家庭体育一直处于青少年体育系统的边缘地位（舒宗礼、夏贵霞，2020）。为使学生成功完成体育课后作业，首先，学校应为学生提供所需的信息和资源，让学生了解作业内容、要求和标准。其次，教师应对作业给予清晰解释，包括练习内容、练习方法、运动负荷和强度等。最后，家长在掌握课外体育作业的情况下予以监督和帮助，包括完成情况、言语鼓励，必要时可以与孩子一起练习。

4.4. 提供个性化的体育作业

学生在课堂上学到的知识、动作、技术很难得到及时的复习和巩固（钱书江，2021），智慧学伴能够可视化表征学生的认知能力，帮助教师准确把握学生的现有认知水平与潜在认知水平（刘宁、王琦和徐刘杰，2020）。教育公共服务的需求越来越强调个性化与定制化，智慧学伴则能提供体育课后个性化作业，根据学生运动能力大数据进行微诊断，帮助学生发现自身问题与优势，建立教育服务新模式（卢宇、马安瑶和陈鹏鹤，2021）。教师在准确了解学生对知识点的掌握情况后，也能更有针对性地调整、组织课内教学内容，初步界定学生“最近发展区”，为后续个性化教学提供数据支持（全文瑛，2021）。

4.5. 制定针对性的运动处方

以个性化体育作业为基础，经过长期积累、夯实和总结，逐渐形成具有针对性的运动处方，以最有效的手段和方法提升学生的身体素质。

表 1 体育学习态度前后对比

	使用前	使用后
作业完成率	31.2%	76.9%
学生认为体育作业适合自己	18.9%	96.2%

如表 1 所示，针对学生体育锻炼的情况制定个性化作业能够有效地促进学生主动参与体育锻炼，传统的体育作业不能有效地激发学生参加体育锻炼的意愿。

表 2 体育成绩前后对比

	使用前	使用后
耐力素质	62.1 分	77.5 分
力量素质	66.4 分	75.2 分
速度素质	70.6 分	71.1 分
柔韧素质	80.6 分	92.2 分

* 表中分数为年级均分

通过表 2 可以看出，在使用智慧学伴布置体育作业前后学生各项体育成绩均有上升趋势，尤其以耐力素质和柔韧素质提升幅度较大。力量素质和速度素质受遗传因素影响较大，虽然进步幅度较小，但均有进步趋势。

5. 结束语

在“立德树人”的时代背景下，应把全面育人放在教育的重要位置上。育人的专场不能

局限于课堂，应随时随地、每时每刻育人。体育课后作业正是着眼于体育与健康课程在课外的有效延伸和学生自主学习能力的培育。它既需要科学设计作业内容，也要利用智能学习平台赋予体育课后作业更多的价值和实效，形成以“布置—监督—完成—评价—反馈”为循环的完整闭环，全方位、立体性地优化课后作业实施路径，在教师、家长和学生三个主体互惠参与以及课前、课中和课后不同场域多向合作的基础上，深入挖掘体育课后作业中现代信息技术的价值，凸显体育课后作业的实效性。

参考文献

- 张鹏鹏、周君 (2020)。家校联合开展假期体育的探索研究——以山西农业大学附属中学为例体育科技。4, 94-95,97。
- 王月芬 (2014)。加强学校作业管理的科学性与有效性——基于学校作业管理类文本的分析。基础教育课程。17, 23-27。
- 段瑞莉 (2021)。体育家庭作业对学生体质健康的影响。文体用品与科技。12, 167-168。
- 余胜泉 (2017)。大数据时代的未来教育。中国民族教育。Z1, 8-11。
- 陈曦、苏坚贞 (2020)。“交叠影响域”理论视域下课外体育作业的三重困境及其出路。体育学刊。2, 24-128。
- 李文、赵舒婉 (2021)。体育家庭作业对青少年体质提升的援助机制探析。喀什大学学报。3, 112-116。
- 卢红军、王芳平 (2020)。关于有效布置体育与健康家庭作业的探讨。科教导刊（下旬刊）。36, 174-175。
- 余胜泉 (2018)。“互联网+”时代的未来教育。人民教育。1, 34-39。
- 严加强 (2021)。数字化助学从设计学习过程开始。中小学数字化教学。10, 87-91。
- 舒宗礼、夏贵霞 (2020)。疫情防控常态化背景下青少年家校合作体育共育模式研究。体育文化导刊。9, 54-59,79。
- 钱书江 (2021)。浅析体育家庭作业在初中教学中的重要性。田径。3, 59-60。
- 刘宁、王琦、徐刘杰 (2020)。教育大数据促进精准教学与实践研究——以“智慧学伴”为例。现代教育技术。4, 12-17。
- 卢宇、马安瑶、陈鹏鹤 (2021)。人工智能+教育：关键技术及典型应用场景。中小学数字化教学。10, 5-9。
- 全文瑛 (2021)。基于智慧教育环境的个性化教学策略研究。中小学数字化教学。10, 14-17。

XR 在高校学生专业课程学习中的应用——基于 WoS 的文献计量分析

XR Applications in Undergraduate Education——Bibliometric Analysis Based on WoS

陈诺言^{1*}, 张安哲², 金佳成³, 刘迎春⁴

¹²⁴浙江工业大学 教育科学与技术学院

³浙江工业大学 计算机科学与技术学院

* 202005720304@zjut.edu.cn

【摘要】 为了梳理国内外 XR 在大学本科教育中应用的发展历程和趋势, 从 Web of Science 提取 2012 年 1 月至 2022 年 9 月发表的 SCI-E 和 SSCI 检索相关文献数据, 借助 CiteSpace 与 VOSviewer 工具从关键词、作者、期刊等角度进行可视化分析, 发现 XR 在医学本科教育、基于多媒体技术学习、模拟训练等教育中的应用较多, 这些应用对高校本科学生的动机产出、情感增益等有影响。总结分析结果并建议国内注重顶层设计、加强科技合作、增强在模拟训练领域的研究的应用。

【关键词】 扩展现实; 文献计量; 大学本科教育

Abstract: In order to review the development process and trends of XR applications in undergraduate education both domestically and internationally, this study extracted relevant literature data indexed by SCI-E and SSCI in the Web of Science database from January 2012 to September 2022. Using visualization analysis methods with CiteSpace and VOSviewer tools from various aspects such as keywords, authors, and journals, this study found that XR has been widely applied in medical undergraduate education, multimedia-based learning, and simulation training, which have had an impact on undergraduate students' motivation and emotional gains. Based on the analysis results, this study suggests that China should focus on top-level design, strengthen scientific and technological cooperation, and enhance research applications in the field of simulation training.

Keywords: extended reality, bibliometric, undergraduate education

1. 前言

国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》中明确提出包含虚拟现实和增强现实的七大数字经济重点产业, 此后各级政府也发布了明确助推扩展现实 (Extended Reality, XR) 技术发展的政策, 使得 XR 再次进入国内大众视野并掀起研究热潮。XR 是几类沉浸式体验类技术的总称, 包含虚拟现实 (Virtual Reality, VR)、增强现实 (Augmented Reality, AR)、混合现实 (Mixed Reality, MR)。

虚拟现实技术已被列为智能制造核心信息设备领域的重要技术之一, 在工业、军事等产业领域中大放异彩。如此前 VR 技术已被用于开发机器人的临场感仿真实验平台, 完成虚拟仿真研究。无疑, 将虚拟现实技术应用于教学是教育信息化发展的一个质的飞跃。XR 的进步与革新正在引领教育新方式的诞生与发展。在中小学教育中, 黑晶科技推出的 VR 超级教室将虚拟现实技术与教学相融合, 与学校共建 VR/AR 创新教研中心, 如青岛实验高中、江苏省南菁高级中学等(李细荣, 李苏婷, 2017)。其中 VR 可作为 e-learning 教育模式中提高学习动机、降低成本的工具(Clark, D., 2006)。但目前国内对 XR 和大学本科专业课程教育的结合存在着发展方向模糊, 理论与应用落地缝罅较难弥合的痛点, 亟需对已有研究进行归纳总结, 从而探究该领域的研究热点与其演进趋势。因此, 本文采用文献计量学的研究方式, 对该领域的发展作出全面分析。

2. 数据与方法

2.1. 数据来源

根据布拉德福提出的文献分散规律,一般核心文献都发布于少数的核心期刊(Brookes, B. C.,1977)。本实验研究数据来源于 Web of Science 核心合集中的 SCI-Expanded 和 SSCI。WoS 是广泛应用于教育相关领域综述研究的数据库之一,其中收录了大量学术类核心期刊。文献检索过程中,本研究选取了“XR 在大学本科教育中的应用”为研究主题,用主题相关关键词: [("XR" OR "Extended Reality" OR "VR" OR "Virtual Reality" OR "AR" OR "Augmented Reality") AND "education" AND "undergraduate"]进行主题式检索,文献类型选择“论文”,时间跨度选择 2012 年 1 月至 2022 年 9 月,忽略重复数据后,初步整理得 239 篇相关文献。本研究选择提取包含文献关键词、标题、作者信息、发表刊物、发表时间等信息,导出为纯文本文件进行多维度分析。

2.2. 数据筛选

由于初次筛选后的文献数据可能重复、关键词不符、存在干扰性关键词等问题,故需要对通过初次筛选的文献进行人工数据清洗。“DEAN”是由潘玮等人提出的旨在提升数据分析准确性的数据清洗流程模型,其中“DEAN”清洗的四类目标数据对象包含重复 (Duplicates) 记录、错误 (Errors) 数据、同义异构 (Alias) 关键词、干扰性 (Noises) 数据(潘玮,郑鹏,黄锦泉,牟冬梅,李茵,2018)。依据“DEAN”模型进行数据清洗,共剔除关键词缩写相同导致错误计入的论文 2 篇,相关性较低的论文 40 篇,进行同义词合并(如“first-year undergraduate”合并至“undergraduate”)后,最终获得 197 篇处理后的与主题契合论文数据。

2.3. 数据处理与研究过程

本研究采用文献计量法作为研究方法,并基于 VOSviewer (版本为 1.6.18) 和 CiteSpace (版本为 6.1R2) 两大工具,对所选主题相关的文献进行多角度的分析。CiteSpace 是由陈超美博士开发的文献分析可视化软件,以知识域为对象,提供了聚类(cluster)、时间线(timeline)、时区(timezone)三类视图,可以辅助绘制出结构关系清晰美观的图谱(陈悦,陈超美,刘则渊,胡志刚,王贤文,2015)。VOSviewer 处理算法相比之下较为单一,但导入数据可来源于其他软件(如 SPSS)绘制的图谱(廖胜姣,2011)。本研究拟利用 CiteSpace 和 VOSviewer,发挥两款软件各自的优势,通过对关键节点以及节点关系的分析,剖析前沿热点与发展趋势。

3. 总体概况

通过对所获数据进行分析,本研究从发文年份分布、文献来源期刊分布、文献所属国家/地区分布三个视角对 XR 在大学本科教育中的应用研究领域相关文献进行描述性分析总体概况。

3.1. 发文年份分布

从发文的年份分布(见图 1)角度看,大多数文献集中发表于近五年(2018-2022),且自 2012 年来大致随时间呈快速增长趋势。2019 年前,该领域每年发表论文数量不超过 10 篇,增长缓慢;自 2019 年开始,每年发文量激增并于 2020 年达到峰值,至 2022 年仍保持在 20 篇以上。这表明,科技与教育研究领域对 XR 在大学本科教育中应用的重视程度在近几年大幅提高,成为一大具体研究热点。

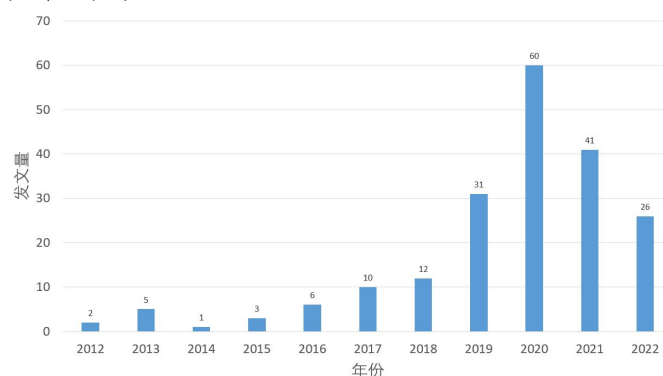


图 1 发文数量时序图

3.2. 文献来源期刊分布

从文献来源的期刊分布角度看，总计 197 篇文献刊登于 97 种期刊上。其中本研究着重分析载文量前十的期刊，分别为 Anatomical Sciences Education (23 篇，被引 1071 次)、Journal of Chemical Education (21 篇，被引 375 次)、Clinical Simulation in Nursing (7 篇，被引 102 次)、Nurse Education Today (7 篇，被引 47 次)、British Journal of Educational Technology (6 篇，被引 87 次)、Computers & Education (5 篇，被引 149 次)、BMC Medical Education (5 篇，被引 116 次)、Interactive Learning Environments (5 篇，被引 75 次)、Computer Application in Engineering Education (5 篇，被引 41 次) 以及 European Journal of Dental Education (4 篇，被引 69 次)。

通过对载文量排名前十的期刊所涵盖的主要学科种类进行分析，结果显示近十年对 XR 在大学本科教育中的应用的研究主要集中于医疗护理教育 (Medical and Nursing Education)、教育技术领域。

表 1 文献所属国家 (发文量前十名) 分布

国家	发文量 (篇)	被引量 (次)
USA	56	853
Australia	19	552
England	16	591
Germany	16	437
China	16	122
Canada	13	416
Netherlands	9	129
Singapore	8	123
Denmark	7	222
France	5	53

3.3. 文献所属国家/地区分布

从文献所属的国家/地区分布 (见表 1) 角度看，按发文总量排序前十名的国家中，美国是发文量最多的国家，占前十名总发文量的 34%；美国同样是文献来源总被引次数最多的国家；所有国家均有较高科技水平，且除中国外，所有国家均为发达国家。可见目前该领域研究由以美国为首的发达国家为主要研究力量。

4. 研究结果与分析

4.1. 关键词分析

关键词是对文献研究主题和核心内容的高度概括。通过对关键词共现的分析，可以了解到该领域在不同时期的研究热点以及受关注度(Bodily et al., 2019)。为了解近十年 XR 在大学本科教育中的应用研究的研究热点，本研究使用 VOSviewer 对 197 篇文献进行关键词共现分析，结果经可视化图谱处理后如图 2 所示。其中，圆形节点大小与对应关键词出现的次数呈正相关，故越大的圆形节点越能代表研究热点。同时，将 197 篇文献数据中出现频次大于等于 5 的关键词定义为高频关键词。该领域研究的高频关键词包含虚拟现实 (virtual reality)、增强现实 (augmented reality)、教育 (education)、医学教育 (medical education) 以及模拟训练 (simulation training) 等。

同时，对关键词的聚类情况展开分析，发现近十年 XR 在大学本科教育中的应用研究主要聚焦于五大聚类核心命题。

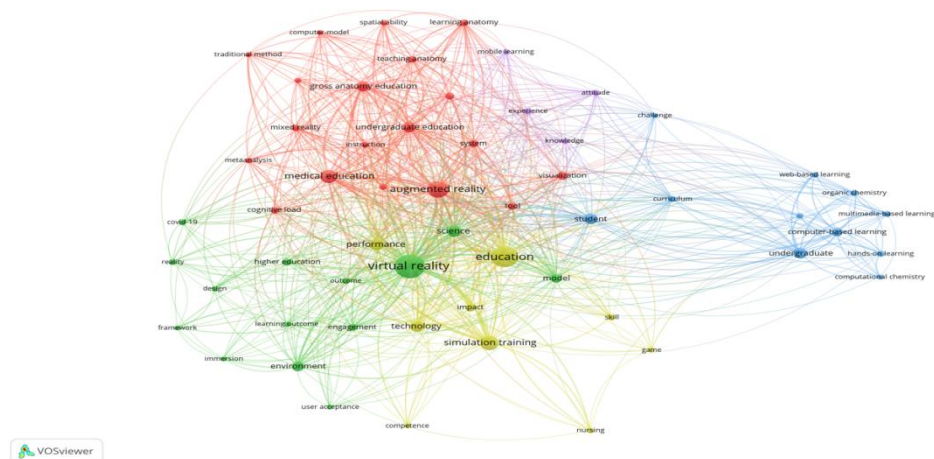


图 2 2012-2022 年 XR 在大学本科教育中的应用研究关键词共现聚焦图谱

4.1.1. 增强现实与混合现实在医学本科教育中的应用

该聚类是所有聚类中包含关键词最为广泛的，其主要关键词涵盖增强现实、医学教育、大体解剖学教育、大学本科教育、教授解剖学等。此聚类主要集中探讨了在医学本科教育中应用增强现实、混合现实的实证研究，以及医学教育中使用增强现实、混合现实与传统本科教育方式的效果对比。

例如，Christian Moro 带领的团队对增强现实在解剖学教育中的应用开展试验，评估了其相较于传统教学的应用价值与不利影响(Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A., 2017)。此聚类遵循的基本逻辑是利用实证研究论证技术模型、案例的可行性，并不断迭代形成功能较为完备的应用实例。

4.1.2. XR 在基于多媒体技术的学习中的应用

该聚类的主要关键词涵盖学生、课程、基于电脑的学习、实操学习、基于多媒体的学习等。此聚类主要集中探讨了如何基于多媒体和网络为学生创造在线学习环境（Online Learning Environment, OLE），及其帮助大学本科学生优化实操学习的效果，并在计算化学、有机化学取得一定成效。除此之外，亦有学者深入学生对该类学习环境的技术接受度与绩效开展分析。

例如,SN Kader 的团队借助 Uptale 等网络类 VR 软件创建了一个可远程参与的犯罪现场活动环境，绝大多数学生表现出了正向的态度，并会进行主动的推荐行为（Kader, S. N., Ng, W. B., Tan, S. W. L., & Fung, F. M., 2020）。再比如由 FM Fung 领导开展的一例基于网络的虚拟现实实地考察项目，并获得了学生的普遍接受，对此类应用具有指导意义(Fung, F. M. et al., 2019)。

4.1.3. XR 在模拟训练中的应用

该聚类的主要关键词涵盖教育、模拟训练、表现、技术、能力等。此聚类主要集中探讨了教育中模拟训练对实物操作可替代性，以及对学习者学科表现、技术水平等方面的影响效果及机制。

含有沉浸式技术的模拟训练提供给教学以新的方式。在一项涉及 22 名英国三年级化学本科生的实证研究中，研究团队设计了一项实时交互分子动力学模拟技术（iMD-VR）。其模拟技术比较传统的教学方法，更能激发学生对沉浸式学习方式的兴趣，增强了他们在教学参与方面的社会临场感，继而完成学习者对教育成果的感知(Bennie, S. J. et al., 2019)。

再如 Veiga 等人在一个普通化学实验室课程中实现了对“交互式在线实验室前工具”的应用——教育实验室中的增强现实技术（ARiEL）。该技术在一定程度上减少了学生在传统课堂上接收原理性知识的枯燥性，继而刺激和维持学习者对科学的兴趣，提升创造性思维和概念性理解技术水平，大大提高实验室式学习的效率、增强学习者学科表现(An, J., Poly, L. P., & Holme, T. A., 2019)。

4.1.4. VR 对学习者学习动机与产出的影响

该聚类的主要关键词涵盖虚拟现实、高等教育、环境、动机、产出等。此聚类主要集中研究了在应用了 VR 技术的虚拟学习环境 (Virtual Learning Environment, VLE) 中, 本科生的动机、参与度随沉浸式程度变化的效果产出, 并由此论证其相比较传统教育环境的可替代性。

Rod D. Roscoe 等人的研究团队在 VR 技术赋能的实验环境下, 假设的关于莱斯托夫效应 (又称新奇效应, novelty effects) 的研究结果表明, 中等水平和更高水平的沉浸感的确产生激励、参与和支持大学本科生学习的动机感, 佐证了虚拟现实教育是一种有前途和可验证的教学方法, 扩展了所有学生在空间推理方面的结果产出(Huang, W. et al., 2021)。此外, 一项基于 Purdue University 一年级技术课程的本科生数据的研究项目中, 团队探究学习者跨文化敏感性, 发现基于虚拟现实的学习环境提高了学习者跨文化能力水平, 且促进了他们进行更现实的自我评估, 实现了跨文化交流实践能力的产出(Akdere, M., Acheson, K., & Jiang, Y., 2021)。

4.1.5. XR 对情感态度的正向效益

该聚类的关键词较少, 主要探讨的是移动学习对学习者在知识、态度、体验方面的影响。如 Jonah Kailer Aw 团队开发了增强现实软件 NuPOV, 该软件旨在辅助大学化学学科课程的开展, 在提高学习者自主学习能力与自我效能感等方面证实均有正向效益(Aw, J. K. et al., 2020)。

4.2. 时间线图分析

在时间维度上对关键词进行聚类分析, 可以有效呈现 XR 在大学本科教育中的应用领域的研究热点及其更迭。本研究借助 CiteSpace 软件的时间线 (timeline) 视图对关键词共现图谱进行绘制, 结果如图 4 所示。

由图 3 可得, XR 在大学本科教育中的应用领域的研究共呈现十大聚类, 其中大体解剖学教育 (聚类#0) 始终是该领域的研究热点。总体上看, 聚类结果显示: 2012-2014 年间, 研究热点在于虚拟现实 (virtual reality)、医学教育 (medical education); 2014-2018 年间, 研究逐渐聚焦于增强现实 (augmented reality) 的应用, 亦关注从环境 (environment)、教学设计 (instructional design) 等教学理论角度进行分析; 2018-2022 年间, 研究逐渐围绕学习产出 (learning outcome)、技术接受度 (technology acceptance) 展开, 并涉及与更多细化领域的联系, 如元分析 (metaanalysis)、移动学习 (mobile learning) 等。以上研究热点的转移彰显了学术界对 XR 在大学本科教育中的应用领域的研究正在自应用实证, 经由对环节设计的考虑, 逐渐转向对提高效益和学习者感受的探索。

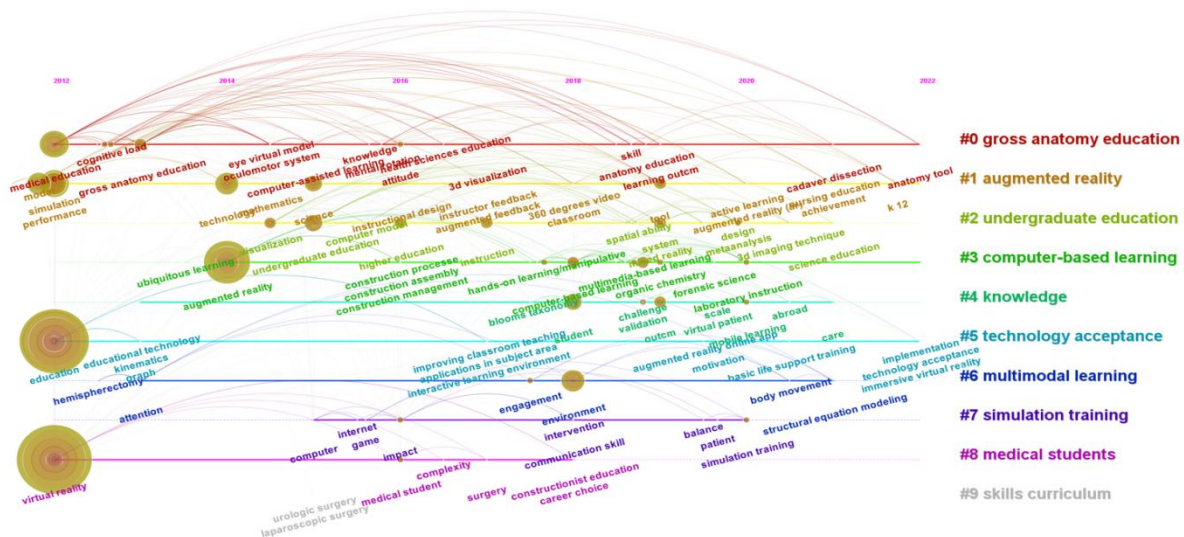


图 3 研究热点更迭时间线图

5. 研究结论与启示

本研究运用文献计量法对2012年1月至2022年9月时间跨度内发表于SCI-Expanded和SSCI期刊,研究主题为XR在高校学生专业课程学习中的应用的文献展开了系统分析。借助CiteSpace和VOSviewer两款软件将分析结果进行可视化处理后,本研究对研究热点、发展趋势进行分析,主要获得以下结论:第一,目前对XR在大学本科教育中的应用领域的研究文献主要来源于以美国为首的发达国家,高发文量期刊均属教育技术学领域期刊。第二,由关键词共现聚类结果分析得知,当前XR在大学本科教育中的应用领域研究有5大核心命题,其中前三个命题聚焦于XR技术的应用,后两个命题则强调其效益与影响:增强现实和混合现实在大学本科医学教育中的应用、XR在基于多媒体技术的学习中的应用、使用模拟训练提升技能与表现、使用虚拟现实提高学习动机与产出、移动学习与情感态度间的关系。第三,该领域的研究热点有一定的多元性,但持续受关注的核心热点始终保持在VR和AR技术在教育中应用的落地与其效果的实证研究;同时,由研究热点更迭时间线图分析得,该领域研究正在逐渐趋向模拟训练的应用以及元分析。

依据研究结论与当下国内外XR于高等教育的应用现状,得出以下相关启示并给出建议。

首先,对于顶层设计,在宏观政策方面,建议教育行政部门依据教育教学的客观规律,出台相关优惠政策鼓励XR产业在教育上的研究、投入、应用与发展;在受众群体方面,教育管理部门可设立试点型高校,并组织相关研究机构圈、建立相关保障机制,将资源信息进行系统整合,打破XR应用技术壁垒,逐步实现高校间优势互补、构建XR大学教育协同创新体系。

其次,对于领域研究,据文献主要来源可知,欧美国家成果占多数。相较之下,国内起步时间较晚,在理论技术方面已呈现井喷式的发展趋势,但理论实践化稍显不足。因此建议技术团队与教育研究者加强合作,探究“技术+教育”新模式,创设相关理论模型,填补相关领域理论空白,并着眼于专业性强的大学本科课程,例如医学、物理化学等,助力其XR课堂落地化发展、驱动智慧教育变革。

最后,对于教学实践,鉴于研究热点趋向模拟训练处靠拢,且一流本科教育一直是高等教育界乃至社会上热议的话题,信息技术、智能技术与实验教学的深度融合破解了高等学校实验、实习、实训中的老大难问题,解决了原先“做不到”“做不好”“做不了”“做不上”的问题(吴岩,2018)。建议研究团队加强模拟训练的研究,开发基于虚拟仿真技术的、贴合技术运用实际的模拟训练技术,增强相应课堂教学的可替代性,创新教学模式,借此提高大学本科生的相关技能表现并且提升课堂实验教学效果;教学者积极适应新型技术,提高模拟训练与实体实操的结合度,革新教育教学方法、改变教育教学行为;研究者与教学者根据技术环境与教学学情,定期进行探讨反思,利用技术反馈实现反哺式教学,助力国家虚拟仿真金课的发展。

参考文献

- 张克敏.(2012). 基于虚拟现实的机器人仿真研究 [D] (Doctoral dissertation, 重庆: 重庆大学机械工程学院 2012: 28-40)。
- 李细荣, & 李苏婷.(2017). VR 技术中小学教育应用现状分析. 软件导刊. 教育技术, 16(12), 83-84。
- 潘玮,郑鹏,黄锦泉,牟冬梅 & 李茵.(2018). 基于数据清洗“DEAN”流程的健康信息领域研究热点探测. 现代情报(10),73-77。
- 陈悦,陈超美,刘则渊,胡志刚 & 王贤文.(2015). CiteSpace 知识图谱的方法论功能. 科学学研究 (02),242-253。
- 廖胜姣.(2011). 科学知识图谱绘制工具 VOSviewer 与 Citespace 的比较研究. 科技情报开发与经济(07),137-139。
- 吴岩.(2018). 建设中国 “金课”. 中国大学教学, 12(12), 4-9。
- Clark, Donald. 2006 Motivation in e-learning. Disponível em: <<http://www.epic.co.uk>> Março, 2012.

- Brookes, B. C. (1977). Theory of the Bradford law. *Journal of documentation*.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, 10(6), 549-559.
- Kader, S. N., Ng, W. B., Tan, S. W. L., & Fung, F. M. (2020). Building an interactive immersive virtual reality crime scene for future chemists to learn forensic science chemistry. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2651-2656.
- Fung, F. M., Choo, W. Y., Ardisara, A., Zimmermann, C. D., Watts, S., Koscielniak, T., ... & Dumke, R. (2019). Applying a virtual reality platform in environmental chemistry education to conduct a field trip to an overseas site.
- Bennie, S. J., Ranaghan, K. E., Deeks, H., Goldsmith, H. E., O' Connor, M. B., Mulholland, A. J., & Glowacki, D. R. (2019). Teaching enzyme catalysis using interactive molecular dynamics in virtual reality. *Journal of Chemical Education*, 96(11), 2488-2496.
- An, J., Poly, L. P., & Holme, T. A. (2019). Usability testing and the development of an augmented reality application for laboratory learning. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 97-105.
- Huang, W., Roscoe, R. D., Johnson - Glenberg, M. C., & Craig, S. D. (2021). Motivation, engagement, and performance across multiple virtual reality sessions and levels of immersion. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 745-758.
- Aw, J. K., Boellaard, K. C., Tan, T. K., Yap, J., Loh, Y. P., Colasson, B., ... & Fung, F. M. (2020). Interacting with three-dimensional molecular structures using an augmented reality mobile app.

师范生“研训式”课程模式的设计与实施——以现代教育技术课程为例

The Design and Conduct for the Research and Training curriculum model: Taking Course Modern Educational Technology as Example

孙艺鸣¹, 万海鹏^{2*}, 阙荣革³

¹ 首都师范大学

* dnvhp@cnu.edu.cn

【摘要】 在我国教育信息化进程中, 高校师范类专业课程的有效改革是当前亟待解决的问题。本研究构建了以协作知识建构为理念、以教学设计方案为核心的师范生“研训式”课程模式, 该模式包含准备、研训、反思三个阶段, 能够帮助师范生实现知识、协作以及实践方面的三重提高。同时结合“研训式”课程模式下教学实践中发现的问题, 从设定小组内部组织者、指标识别风险小组等方面对师范生“研训式”课程模式提出改进之处。

【关键词】 师范生; 现代教育技术课程; “研训式”课程模式; 迭代设计; 行为序列分析

Abstract: In the process of education informatization in China, the effective reform of normal professional courses in universities is an urgent problem to be solved. In this study, the "Research and Training" curriculum model of normal university students with the construction of collaborative knowledge as the concept and the teaching design scheme as the core. This model includes three stages: preparation, research and reflection, which can help normal university students to realize the triple improvement of knowledge, collaboration and practice. At the same time, combining with the problems found in the teaching practice of the "Research and Training" curriculum model, the improvement of the "Research and Training" curriculum model of normal university students is put forward from the aspects of the internal organizer and the index identification risk group.

Keywords: Normal university students, Modern educational technology curriculum, "Research and training" curriculum model, Iterative design, Behavior sequence analysis

1. 前言

《中小学教师信息技术应用能力标准(试行)》(2019)指出要“鼓励高等学校教师通过在线培训等多种方式, 为师范生提供专业技能提升支持, 帮助他们适应教育信息化发展要求”;《教育部等六部门关于加强新时代乡村教师队伍建设的意见》(2020)也指出“将信息化教学能力纳入师范生基本功培养”。随着信息技术与教育教学的深度融合, 对师范生的专业能力提出了更高要求。如何有效地改革师范生专业课程, 已成为当前高等院校面临的重大课题。

对在职教师来说, 研训是促进其专业发展的一条重要途径。它的特征是“以问题解决为动力, 以教师发展为基本活动单元, 活动可持续开展”, 使教师能从实际问题中找出问题, 在学习中解决问题。而对于师范生的培养, 恰恰可以借鉴这种模式, 从实践角度进行模块化教学(孔凡哲, 张胜利 2010)。因此, “现代教育技术”公共课作为教师教育专业的核心课程, 不再仅限于技术技能教学, 而应该将课程的重心放在师范生的信息化教学设计能力(即整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge, 简称: TPCK)的培养上, 解决“如何做”的问题(郭飞, 2015)。

基于此, 本研究结合现代教育技术课程特点, 构建以教学设计方案为核心、以协作知识建构为理念的课程模式, 使师范生在“研训式”课程中通过“学习者-设计者-实践者”的角色切换中感受教学设计的魅力, 为师范生现代教育技术课程提供改革思路。

2. 基于现代教育技术公共课的师范生“研训式”课框架设计

“研训式”课程模式下的现代教育技术课程建设的主线是信息化教学设计，包括教学目标、教学对象、教学内容、教学策略、教学评价等环节。一份优秀信息化教学设计方案生成需要师范生在不同角色（学习者、设计者和实践者）之间频繁切换（图1）——以学习者的身份学习，以设计者的身份开发和完善，作为实践者在真实教学情境中实施设计方案，学生既能参与“研训”提升教学设计能力，又能与教学实践紧密结合，迁移运用“研训”内容（李洁和马宁，2014）。因此，应用于现代教育技术公共课的研训式课程框架（图2）以信息化教学设计方案的开发生命周期为主线，依据教学设计模式安排研学专题系统地串联整个课程知识体系，强调“以设计方案带动知识”；同时引导学生以小组协作的方式完成教学设计方案迭代式开发，保证“让知识服务于设计方案”。

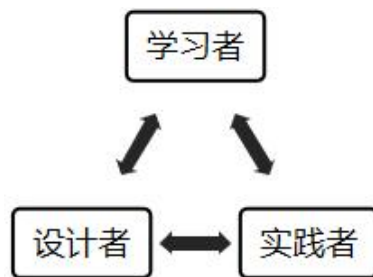


图1 现代教育技术课程中师范生的角色切换

这种模式下，学生的“研学”同时也是教学设计方案的开发过程被划分为一系列短小的项目，称为一系列的迭代。每一次迭代升级都可以认为是对上一次迭代教学设计方案修正和完善，学生通过专题学习吸收新知或深化旧知以进行个体知识建构；而新旧知识所带来的认知冲突也会促使学生不断发现设计方案存在的知识性问题，引起组内讨论；专题视频作为教师授课的替代性资源可以为学生在课下提供自助式、针对性的辅助学习；他组方案作为对比性资源更容易帮助学生发现方案的不足之处；他人评价主要包括同伴互评以及教师评价都能够帮助学生发现问题，进一步修正教学设计方案。每次迭代修正或完善一个设计模块（教学目标、教学对象、教学内容、教学策略、教学评价）。根据模块内容规模和学生特征等对课时安排进行相应调整分配。评价综合过程维度和结果维度，前者关注小组协作过程中的交互情况，后者则主要聚焦于设计方案的完成质量以判定学生协作学习效果。

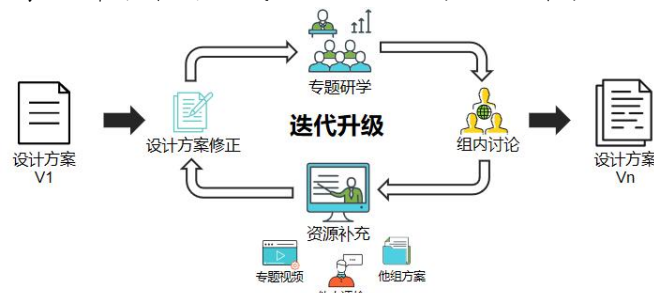


图2 “研训式”课程框架

3. 实例分析

以上“研训式”课程模式已应用于S大学英语师范专业三年级本科生参与的现代教育技术的教学中，87名师范生都有足够的网络学习经验，具备良好的信息素养。现代教育技术课程依托师星学堂网络平台，教学历时12周，共36学时。如图3所示，整个课程划分为三个阶段。

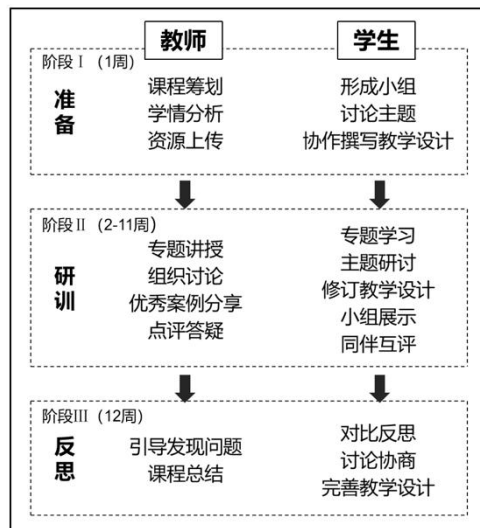


图 3 基于现代教育技术公共课的师范生“研训式”课程模式

阶段 I（第 1 周）主要进行课程准备工作，教师在师星学堂平台搭建课程社区上传相关学习资源，学生了解课程模式和主要内容后自由组队，三人一组，小组讨论确定教学设计方案主题，通过金山文档等在线协作编辑工具协作完成教学设计方案初始版本（V1）。

阶段 II（第 2 周-第 11 周）为专题学习（图 4），以信息化教学设计方案的开发为主线，体现相应领域知识之间的逻辑与内在联系，英语专业的学科特点使得此次研训更侧重教学内容的设计（赵慧臣和王玥，2016）。师星学堂平台提供专题相关讨论活动区域、视频资源和案例分享供学生参考。各小组在第 11 周展示教学设计方案优化版本（V2），其他同学进行评分并提出意见，教师评分并对每个小组存在的问题进行针对性点评。

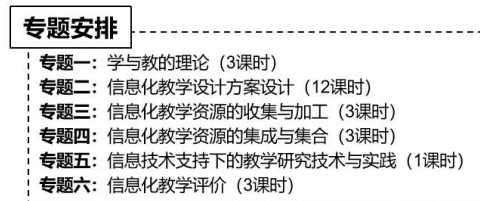


图 4 现代教育技术课程研训专题

阶段 III（第 12 周）为反思阶段，学生通过对方案对比以及所获得的建议或反馈收获新的想法，教师通过引导学生在实际设计中可能遇到的问题进行思考，学生及时对小组方案进行协作修订，不断完善教学设计方案。课程结束，学生需要以小组为单位完成并上传教学设计方案初始版本（V1）、优化版本（V2）以及最终版本（V3）至师星学堂平台，并以录音形式全程记录小组讨论过程。

4. 数据处理和编码方案

在现代教育技术课程中完成信息化教学设计方案的开发是直接目标(浅层目标)，而达成知识建构是间接目标(深层目标)。因此，本研究从知识建构的角度出发对各小组交互内容进行编码与分析，探究学习者的交互质量和行为序列特征。此外，对不同阶段各组生成的教学设计方案进行标准化评分，以量化各小组阶段性的学习效果。

4.1. 组内交互质量分析

采用内容分析法对各小组讨论的音频进行收集、转录和整理，以整条信息为编码单元，进行编码统计。选取知识建构分析框架（Gunawardena & Lowe,1997)作为编码体系，该框架主要包括五个阶段：C1 分享/比较讨论信息；C2 发现和探索观点间的不一致；C3 进行意义协商和协同知识建构；C4 检验和修订协同建构的知识；C5 应用新建构的知识。为了涵盖所有交互文本，保证编码结果的全面性，增加一项新的编码，即 C6（与活动无关的内容）。本研究邀请 2 名了解知识建构相关内容的研究者对交互内容进行独立编码，运用 SPSS 19.0 获得

Kappa 系数值分别为 0.788 ($P < 0.01$)。对于不一致的数据编码结果，由 2 名编码者协商。整体而言，编码结果具有良好的一致性。

滞后序列分析法 (Lag Sequential Analysis, 简称 LSA) 是一种用于检验行为序列显著性的方法，通过分析一种行为在另一种行为之后出现概率的显著性来探索人们的行为模式 (杨现民、王怀波和李冀红, 2016)。本研究基于内容分析法的编码结果，采用滞后序列分析法，通过 GSEQ 软件对组内交互内容进行话语分析。根据具有显著性的行为序列，制作出行为转换图。

4.2. 教学设计制品质量评测

从教学设计的一般过程模式来看，教学设计方案质量的评测主要从教学目标、教学对象、教学内容、教学策略、教学评价这五个方面进行。本研究对各小组不同版本的教学设计方案 (V1、V2、V3) 采用统一评分标准，如表 1 所示。各维度评测等级均采用十分制。需要特别说明的是，课程在第 11 周中采用同伴互评、教师评价相结合的评价方式，但同伴互评分数不计入作品成绩，仅为帮助学生对自己的学习情况和小组教学设计方案完成情况有清晰的认识。因此，本研究中教学设计方案的成绩均为教师评价的分数。

表 1 教学设计方案评分表

评价维度	评价标准	得分	总分
学习内容分析	选择合适的内容分析方法 (如归类法、图解法、层级分析法、信息加工分析法) 进行学习内容分析和选择。		
学习者分析	学习者特征要素 (如一般特征、初始能力、学习风格) 分析准确，并确实影响后续的设计过程。		
学习目标编写	学习目标描述清晰，符合 ABCD 编写法。		
教学策略制定	教学媒体选择恰当，教学顺序安排合理 (言语信息、智力技能、动作技能、态度的常见教学顺序)，教学组织形式灵活多样 (集体授课、小组学习、个别化学习)，尝试信息技术与课程教学的融合。		
教学评价设计	评价内容丰富 (知识、能力、情感态度)，评价主体多元 (教师和学生共同参与)，评价形式多样 (自评与他评)		

5. 研究结果

在以上研训内容实施后，笔者从课程模式的接受度、研训学习效果以及小组协作情况三个方面对其中 29 名学生进行了访谈。通过访谈发现，所有学生对此课程模式展现了良好的接受度，认为能够全过程性地参与解决信息化教学设计方案的设计过程。绝大部分学生认为，与小组成员协作完成方案的编写与修改能够促进自身合作能力的提升，同时也提高了学习的自觉性。参训学生对于该课程模式的教学效果持肯定态度。为更明晰地了解课程实施最终的教学效果以及小组的协作学习成就，本研究对各组不同阶段的协作教学设计方案成绩进行了分析，以分数变化量 ΔV 代表在该研训模式下取得的学习成就。结果显示，各小组的教学设计方案质量均得到了一定的提升 ($M=8.30$, $SD=2.979$)，即该研训模式下，学生整体的学习效果能够得到有效的提升。

在此基础上，本研究对典型群体的成就差异性进行了深入的分析，以期对后期的教学实践架构更精准的教学干预。取 ΔV 排名前 10% 作为学习效果显著的高成就小组 (G7、G24、G3)，后 10% 作为低成就小组 (G29、G23、G28)，见表 2，重点探讨高、低成就小组研训模式下不同版本教学设计方案的质量变化情况交互质量的情况。

表 2 教学设计方案质量评分

组别		V1	V2	V3	Δ $V_0=V2-V1$	Δ $V_1=V3-V2$	Δ $V=V3-V1$
高成就组	G7	28	40	45	12	5	17

低成就组	G24	27	37	42	10	5	15
	G3	25	34	37	9	3	12
	G23	25	26	30	1	4	5
低成就组	G29	26	27	30	1	3	4
	G28	24	24	27	0	3	3

5.1. 组内交互质量

使用简单统计分析法分别对各阶段高、低成就组的交互内容进行编码统计（表3）。可以看出，本课程模式下学生的群体知识建构都达到了较高的层次，表明了研训式模式的有效性。此外，通过数据对比明显可以看出，高成就小组在各阶段的发言的总量显著高于低成就组；三个阶段中，阶段Ⅱ产生的交互行为最多，其次是阶段Ⅲ，阶段Ⅰ最少。进一步采用滞后序列分析法探究不同阶段不同群体间的话语行为变化，进而帮助教师理解学习过程，掌握学习规律，为高效教学实施与干预提供依据。本次主要对不同阶段高成就组不同类别话语行为模式转换进行特征分析。

表3 高、低成就组组内交互频次表

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	总计
高成就组	阶段Ⅰ	28	3	9	5	5	7	57
	阶段Ⅱ	201	19	62	14	39	55	390
	阶段Ⅲ	92	11	31	11	23	42	210
低成就组	阶段Ⅰ	16	1	2	2	3	5	29
	阶段Ⅱ	36	8	28	11	12	24	119
	阶段Ⅲ	16	1	18	10	5	10	60

如图5，高成就组在阶段Ⅰ的讨论过程中，显著行为序列有C1→C1，C2→C2，C2→C3，C3→C4，C4→C5，C5→C5，C5→C6。高成就组成员就选择什么教学设计主题表达了自己的一些看法（C1→C1）；其他成员看法不一，彼此发表了见解（C2→C2）并就大家提出的新想法进行意义协商（C2→C3）；最后小组成员对提出的教学设计主题进行了讨论（C3→C4），并针对如何完成这一教学设计最终达成了共识，且认为还应该在某方面对教学设计进行相应的修改（C4→C5，C5→C5）。在完成任务后组内成员开始谈论与任务无关的话题（C5→C6）。阶段Ⅱ，高成就组结合每周的专题研学进行了极其热烈的讨论，纷纷发表各自的看法并积极探讨交流，产生了8个显著性行为序列（C1→C1，C2→C2，C2→C3，C3→C3，C4→C4，C4→C5，C5→C5，C6→C6）。在每次专题结束后，高成就组成员都会针对专题模块对教学设计一起进行修订，这个过程中，除了分享观点、探索差异（C1→C1，C2→C2，C2→C3，C3→C3）外，高成就组开始重视对修订后的教学设计的检验并最终达成一致意见（C4→C4，C4→C5，C5→C5）。与此同时，一些无关讨论也存在于整个过程（C6→C6）。阶段Ⅲ，高成就组的反思交流包括6个显著性行为序列（C1→C1，C2→C3，C3→C3，C4→C4，C5→C5，C5→C6）。在这一环节中，小组成员就11周对比其他小组教学设计以及老师点评分享观点，提出新的改进意见，展开新的思考和讨论。在组长的带领下，成员们最终达成一致用于最终版本教学设计的完善。

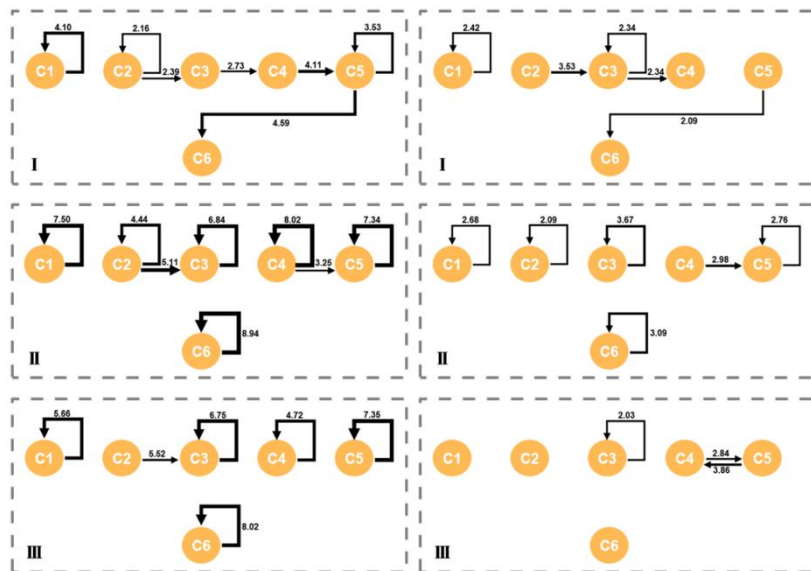


图5 高、低成就组交互行为转换图

5.2. 教学设计制品质量

如图6所示,根据各组信息化教学设计方案三个版本的质量结果可以看出,高、低成就组学习效果高效提升的时期各不相同。各高成就组均表现出 $\Delta V0 > \Delta V1$,而各低成就组 $\Delta V0 < \Delta V1$,也就说明高成就组在阶段Ⅱ的学习效果提升优于阶段Ⅲ,而阶段Ⅲ是低成就组取得成就的关键时期。

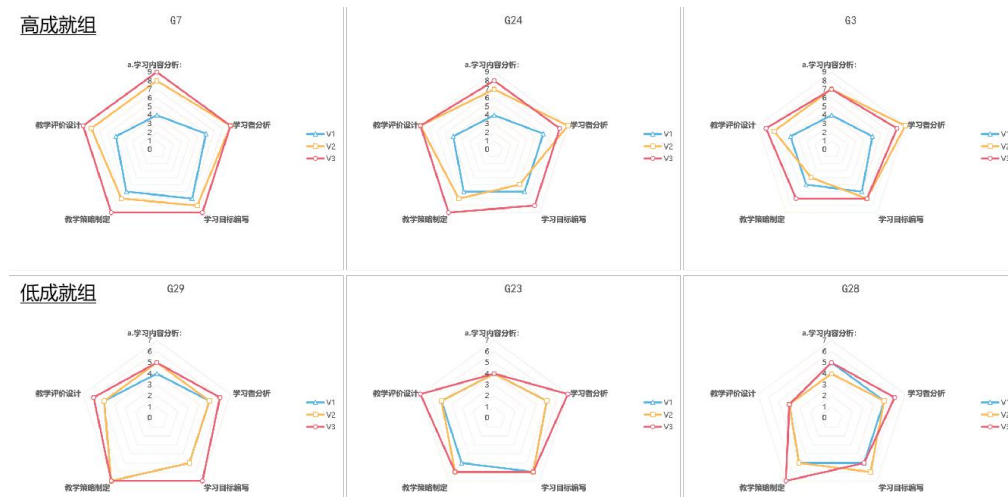


图6 教学设计方案各维度得分情况

对比低成就组,高成就组最终版本的教学设计方案V3在五个维度的质量表现更加均衡,可以认为高成就组学生对待教学设计方案各个环节的重视程度基本一致,保证了一份教学设计方案整体衔接的流畅性和完整度。分析发现,通过“自主学习+协作学习”的8周的专题研学,高成就组学生学习内容分析技能、学习者分析技能、教学评价的设计技能都有很大提升,而G24的学习目标编写、G3的教学策略制定方面分数的下降表明在教学设计方案的修订过程中,学生可能会走入某些理解误区。第11周的汇报展示可以认为是一个“查漏补缺”的时期,高成就组学生在阶段Ⅱ的高质量学习效果保证了他们在分享汇报过程中更易看到本组设计方案以及其他小组的优缺点。因此,在阶段Ⅲ对信息化教学设计方案进行最后的修订和完善时,高成就小组能够针对教师的反馈进行更有效地落实。而低成就组就全面性而言,与高成就组间显然存在显著差距。相比于阶段Ⅲ,8周的专题研学对于低成就组学生而言并非有效提高信息化教学设计能力的关键时期。也就是说,相较于主动发现问题,低成就组更愿意参考或模仿其他组教学设计方案以及获得老师具体的、专业化点评指导后,再完成对本组教学设计方案修订完善。

除此之外,研究还发现高、低成就组最终版本的教学设计方案(V3)在学习内容分析方面得分最低。从统计数据看,各小组在课程初期提交的教学设计方案初始版本(V1)在学习内容分析方面就相对薄弱。在经过专题学习后,G7、G24、G3以及G29对课程的内容、教学任务和教学重难点等的认知有了一定的提高,并能经过组内协商在教学设计方案中表现出来;G23则并没有明显的变化。相同情况下G28在学习内容分析维度甚至出现了倒退现象,即存在亟待解决的知识性问题。值得注意的是,在经过第11周的汇报评价和第12周的反思后,各小组的教学设计方案在学习内容分析维度也未能取得理想的效果。

5.3. 结果分析

(1) 高成就组在专题研学阶段显著提升,反思阶段对低成就组更为关键。

通过相关专题的“自主学习+协作学习”,高成就小组在信息化教学设计能力能够有大幅度的提升,在教师及时的引导下能够进行有效反思,继续协作完成一份更完美的信息化教学设计方案。相比之下,低成就组在学习过程中的积极性和自觉性远不如高成就组,专题研学阶段并不能使低成就组学生获得像高成就组学生那样明显的能力提升,相较于主动发现问题,低成就组可能更愿意通过参考、模仿优秀案例或者等待老师的专业化点评,再具体地对本组教学设计方案进行修订完善。

(2) 小组交互过程中“意义协商和知识建构”话语行为可作为高质量知识加工的观察指标。

观察话语行为类型占比,发现高、低成就组在教学设计方案质量提升的关键阶段(阶段Ⅱ、阶段Ⅲ)均表现为更为突出的C3行为。另外,在行为转化的结果中也可以明确看出,高成就组在专题研学阶段和反思阶段存在高比例C2→C3→C3的行为转化。这些数据表明,在完成任务的过程中,小组内部为了消除分歧或理解障碍,成员间需要经过术语意义的澄清、冲突鉴别或者提出新的观点、整合各种观点等一系列意义协商行为。在高成就组中,群组成员会针对陈述观点进行质疑,并给出充分的解释,通过深度讨论促进小组成员达成一致,得到共同的解决方案。因此,C3话语类型可以作为高质量知识加工的一个重要观察指标而得到重视。在组内交互过程中,教师可以通过工具观测出现的“意义协商和知识建构”话语行为的比例,适时给予教学提醒。

6. 小结

以协作知识建构为理念、以教学设计方案为核心的“研训式”课程模式,包含准备、研训、反思三个正式阶段,能够紧密结合实践需求,帮助师范生完成学习者、设计者、实践者三种角色之间的频繁切换,实现知识、协作以及实践方面的三重提高,是一种有效的师范生培养的课程模式。该模式强调“以设计方案带动知识”,注重引导学生以小组协作的方式完成教学方案的迭代式开发,使得学生既能参与“研训”提升教学设计能力,又能与教学实践紧密结合,迁移运用“研训”内容。

综合“研训式”课程模式下的现代教育技术课程的实践结果,笔者认为该模式在教学实践中还可以进行如下改进:①设定小组内部组织者,提高其管理和提问技能。在线协作学习由于多方面的因素具有一定的不确定性,教师应该充分引导、促进和激励学习者参与协作学习,但在实际教学中由于学生人数多、教师工作体量大等原因教师无法对所有小组进行全程的监督跟踪,因此,需要在各组指定一名“引领者”来协助教师对本组整个协作学习过程进行有效调控(肖婉和张舒予,2013)。同时,由于高成就组与低成就组在交互方面存在明显的数量差异,“引领者”除了需要把控协作进度外还需要起到促进学习群体交互的作用,引导成员进行正确讨论,激发学习者的积极性(熊剑,2019)。②综合多维度特征识别风险小组,及时提供教学干预。根据相关特征预测所属群体,及时调整教学进度或加强对较弱群体的指导,教师通过对学生协作学习行为规律的挖掘,如在群组行为模式特征方面,可以发现协作小组在协作知识建构过程中具有常规模式的行为特征及其对知识建构的影响(江波,高明,陈志翰和王小霞,2018)。除此之外,参与情况、交互数量、交互质量等具有指示性的观察指标都有利于教师识别存在风险小组,为教师及时给予教学干预提供更多的指导性信息。

参考文献

- 孔凡哲和张胜利. (2010). 中小学教研模式创新的思路与实践——"问题驱动、研训一体、共同发展"教研新模式实证分析. 中国教育学报(11), 3.
- 中华人民共和国教育部. (2019). 教育部关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程 2.0 的意见. Retrieved from http://www.moe.gov.cn/srcsite/A10/s7034/201904/t20190402_376493.html
- 中华人民共和国教育部. (2020). 教育部等六部门印发关于加强新时代乡村教师队伍建设的意见. Retrieved from http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202009/t20200904_485110.html
- 江波, 高明, 陈志翰和王小霞. (2018). 基于行为序列的学习过程分析与学习效果预测. 现代远程教育研究, (02), 103 – 112.
- 李洁和马宁. (2014). 基于教学设计方案诊断的网络个性化培训模式研究. 中国电化教育(1), 5.
- 肖婉和张舒予. (2013). 知识建构的有效途径:基于作品创作的协作学习. 现代教育技术, 23(10), 26 – 30.
- 杨现民, 王怀波和李冀红. (2016). 滞后序列分析法在学习行为分析中的应用. 中国电化教育, (02), 17 – 23+32.
- 赵慧臣和王玥. (2016). "国培计划"中教师教学设计能力培训问题的分析与建议——基于"国培计划"课程标准(试行)的相关统计. 数字教育, 2(02), 44 – 50.
- 郭飞. (2015). 高等师范院校"现代教育技术"课程的目标取向分析. 西南师范大学学报: 自然科学版, 40(12), 5.
- 熊剑. (2019). 在线学习环境下的协同知识建构:互动质量研究. 中国教育信息化, (05), 1 – 7+28.
- Charlotte N. Gunawardena & Constance A. Lowe.(1997).Analysis of a Global Online Debate and the Development of an Interaction Analysis Model for Examining Social Construction of Knowledge in Computer Conferencing. Journal of Educational Computing Research, 17(4), 397 – 431.

游戏化编程学习方法对中学生学习效果的影响

Effects of Code Learning Game Environment on High School Students' Learning Effectiveness

翟学坦¹, 乔爱玲^{2*}

¹²首都师范大学教育学院

* zhaixuetan@cnu.edu.cn

【摘要】 运用编程来解决问题被认为是中学信息科技课中比较重要的一种能力。然而中学生在传统课堂上往往没有建立程序语句的理解力,并且很少有机会运用程序组织成一种策略来解决问题。针对以上问题,本研究使用游戏化编程学习方法探究对中学生编程学习效果的影响。在进行游戏化学习的过程中,学生需要反复组织程序语句形成一种解决问题的策略,进而提升对程序语句的理解。文章通过设置游戏化编程学习和传统讲练式学习两种编程环境,从天津市某中学随机抽取两个班的学生,作为实验组和对照组开展教学实验。研究发现:(1)两组学生的学习成绩存在显著差异,游戏化学习环境可以提高学生对程序语句的理解力。(2)两组学生的心流体验存在显著差异,游戏化学习环境可以促进学生运用程序解决问题的心流体验。(3)两组学生的学习满意度存在显著差异,游戏化学习环境下学生学习满意度更高。(4)使用游戏化编程学习方法的组在低分段学生和高分段学生之间都有比较高的学习满意度。研究结论为游戏化学习环境应用到中学编程课的教学实践提供了参考。

【关键词】 游戏化学习; 信息科技; 编程游戏; 心流体验; 学习满意度

Abstract: Solving problems with programming is considered one of the more important competencies in secondary school in IT courses. But secondary school students often do not build comprehension of program statements in traditional classrooms and they have little opportunity to use programs organized into a strategy to solve problems. To address these issues, this study uses a code learning game approach to explore the effects on secondary school students' programming learning outcomes. In the process of code learning game, students need to repeatedly organize their program statements into a problem-solving strategy, which in turn improves their understanding of program statements. The article conducted a teaching experiment by setting up two programming environments, code learning game and traditional teaching, with two classes of students randomly selected as the experimental group and the control group from a secondary school in Tianjin. It was found that (1) there was a significant difference between the learning performance of the two groups, and the gamified learning environment could improve the students' understanding of program statements. (2) There is a significant difference between the mental flow experience of the two groups, and the gamified learning environment can promote the mental flow experience of students in using the program to solve problems. (3) There is a significant difference between the learning satisfaction of students in the two groups, and the learning satisfaction of students in the code learning game approach is higher. (4) The group that used the code learning game method had higher learning satisfaction among both low and high scoring students. The findings of the study provide a reference for the application of the code learning game approach to the teaching practice of secondary school programming classes.

Keywords: code learning game, IT, digital coding game, flow experience, learning satisfaction

1. 前言

编程教育是一个可以提高学生问题解决能力,逻辑推理能力和创造性思维的工具(Pi, 2016)。编程教育可以追溯到建构主义理论,它描述了学生是如何建构学习过程(Schutz, 1981)。教育主管部门印发的《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》将信息科技从综合实践活动课程中分离出来,用来作为单独的课程。可以看出在中小学开展编程教育的重要性。计算思维(CT)是一种解决真实问题的方法,它被认为是21世纪知识工作者应具备的关键能力(Wu,

Hu, Ruis, & Wang, 2019)。

编程教育和游戏化编程对于提升计算思维有帮助，但是计算思维是一个上位概念包括数据收集、数据分析、模式搜索、抽象、数据解析、建模和算法等(J. Wing, 2008; J. M. Wing, 2006)。编程中程序语句的理解和使用对于老师和学习者都是一个难点问题(Yue & Wan, 2015)。因此，有必要提供一种有效的学习方法来提高学生对程序的理解和将程序语句组织成一种策略来解决问题。有研究者通过协作编程为新手程序员提供机会来发展集体理解计算的问题，获得同行教学，建立协作知识并参与真实的编程实践，如规划，编码，监控和测试(Kafai & Burke, 2013)。协作编程对于新手程序员编程水平的提升有很好的效果，但是对于中学生更多的需要理解程序语句使用。

数字化游戏编程更适合中学生理解程序语句的使用。数字化游戏编程对于学习编程入门的概念性知识有以下几个好处：可玩性、多媒体的充分性、易用性、享受和沉浸感(Yue & Wan, 2015)。有研究者使用一款数字化编程游戏，“Program your robot”，让学生练习编程结构的使用，研究发现提升了学生对于编程结构知识方面理解(Kazimoglu, Kiernan, Bacon, & Mackinnon, 2012)。这款游戏并没有涉及到程序语句，而是使用各种图标来表示程序语句块。因此，需要一款数字化编程游戏同时具备程序语句理解和编程结构知识的功能。在本研究中的课堂教学中使用一款数字化编程游戏，“Code Combat”，让学生在游戏化学习的环境中来学习程序语句和组织程序语句去解决问题。另外，为了完成本次实验和验证实验的有效性，设计了以下几个问题：

第一，使用游戏化编程学习方法的组与没有使用的组在学习成绩上是否有显著的差异？

第二，使用游戏化编程学习方法的组与没有使用的组在心流体验上是否有显著的差异？

第三，学生是否满意游戏化编程学习方法？

第四，使用游戏化编程学习方法的组在低分段学生和高分段学生之间是否有不同？

2. 研究综述

2.1. 游戏化学习

游戏已被公认为是促进学习者积极参与学习活动的良好工具(Yien, Hung, Hwang, & Lin, 2011)。研究表明游戏化学习可能是触发学生学习动机的最佳方式(Huang, 2011)。在过去的几年里，很多研究者已经对游戏化学习开展过研究。(Liao, Chen, & Shih, 2019)研究了在基于数字游戏的学习 (DGBL) 环境中，使用教学视频和协作如何影响学习牛顿力学的学生的学习成绩、内在动机、认知负荷和学习行为。(Emerson, Cloude, Azevedo, & Lester, 2020)介绍了一种多模态学习分析方法，该方法结合了学生的游戏性、眼球追踪和面部表情数据，以预测学生与基于游戏的学习环境--水晶岛互动后的测试成绩和兴趣。

2.2. 数字化编程游戏

计算机编程出现在各个阶段的课堂中，并且它被认为是学习需要掌握的重要技能(Fesakis & Serafeim, 2009)。教育游戏能产生一个引人入胜的互动学习环境，这能够激发学生编程练习，同时学生在游戏过程中，还可以得到特定的反馈信息(Giannakoulas & Xinogalos, 2018)。在过去的十几年，已经进行了各种研究来证明游戏化编程学习所具有的积极作用。比如，有研究者设计了基于翻转学习的游戏化场景应用到商务英语教学中，研究发现提高了学生们的语言学习成绩。而编程是学生通过项目来反映他们思考的一个过程(Schutz, 1981)。数字化编程游戏又不同于传统意义上的游戏。数字化编程游戏一般设计益智界面，玩家根据提供的编程指令设计编程解决方案，进而完成游戏任务。数字化编程游戏的设计有两种模式。一种模式是使用模块化编程的方式，学习者将一个个程序化模块拼接起来解决问题，这种往往是针对编程新手学习者。如 Lightbot，玩家通过完成排列图标指令来操纵机器人的行走路线(Rose, Habgood, & Jay, 2017)。Algo Taurus，为编程初学者介绍代码执行和代码编写的基本概念(Krajcsi 等)。另一种模式是基于代码的编程方式，学习者通过敲代码来解决游戏中出现的问题，这种方式一般是针对有一定编程基础的学习者。如 Swift Playground，是一款在 iPad 和

Mac 上运行的游戏化编程应用程序, 具有很好的互动性和趣味性, 可以为 swift 语言的学习奠定基础(Cheng & Chen, 2021)。已经有研究者将数字化编程游戏应用到教学中。比如, (Zou, Huang, & Xie, 2021)从五个方面回顾了基于数字游戏的词汇学习的研究: 已发表研究的总体概述、用于词汇学习的数字游戏、理论框架、研究问题和结果以及影响。(Hao & Lee, 2021)通过整合数字游戏化学习的理论、注意力相关性信心-满意度 (ARCS) 模型和不同类型的数字游戏, 研究它们对五年级英语课程学习的影响。(Peddycord-Liu, 2019)提出了一个新的框架, 描述了教师如何在 3-4 年級的课堂上使用 ST 数学, 一个课程整合的、为期一年的教育游戏。有研究者开发了一款自适应数字化编程游戏, 进一步提升学生对编程概念的认识, 进而培养学生的计算思维能力。还有研究者提出了一种由同伴评价支持的 PFCT (问题识别, 流程定义, 编码和测试) 方法来提高学生的计算机编程知识和计算思维意识(Fang, Shao, Hwang, & Chang, 2022)。可见, 经过设计的数字化编程游戏可以提高学生的编程基础知识和计算思维, 但是并没有对程序语句的理解和组织程序语句解决特定的问题有很大的帮助。因此, 依然需要一款游戏来加强学生对于程序语句的练习和组织程序语句解决问题。

2.3. 数字化编程学习方法

编程学习游戏能够为学生提供一个学习编程的环境。Code Combat 是一个游戏化编程学习平台(Yücel & Rızvanoğlu, 2019), 提供多种编程语言和编程技能的学习。在开始界面为学习者提供教学内容, 如图 1 显示的游戏化学习内容: 语法、方法、参数、字符串、循环、变量等编程相关的基础操作概念。已经有研究者使用游戏化学习平台 Code combat 应用到研究中, 探究女生在游戏化学习环境中学习是否会受到刻板印象的负面影响(Yücel & Rızvanoğlu, 2019)。Code Combat 有一个分屏的界面, 左边的屏幕显示游戏地图画面, 右边的屏幕显示代码界面。在游戏地图中还有游戏目标框、英雄、宝石、尖刺等游戏化元素。在代码界面包含一个代码选择框。学习者从右边屏幕的代码选择区域选择代码来组织成一个解决问题的策略。同时左边屏幕的英雄在游戏地图上被操纵。当组织了一种正确的策略, 英雄收集到一颗宝石作为奖励, 顺利完成任务。当组织了一种错误的策略, 英雄会遇到尖刺, 敌人攻击等多种多样的阻碍。

3. 实验设计

3.1. 研究对象

参与本研究的研究对象是来自天津市某中学高一年级的 58 名学生。随机分为实验组和对照组, 实验组有 28 名学生, 对照组有 30 名学生。实验组使用基于游戏化编程学习, 对照组采用传统讲练式学习。

3.2. 实验过程

在这项研究中, 游戏化学习的编程环境是为了提高对程序语句的阅读和理解能力, 从而达到利用编程来解决实际问题的目的。具体步骤分为: 首先, 针对实验组和对照组的 Python 基础编程知识进行前测。其次, 为实验组介绍游戏化编程环境的学习方法。最后, 对实验组和对照组 Python 编程语句知识进行后测, 随后采用问卷调查两个组的心流体验和学习满意度。如图 1 所示。

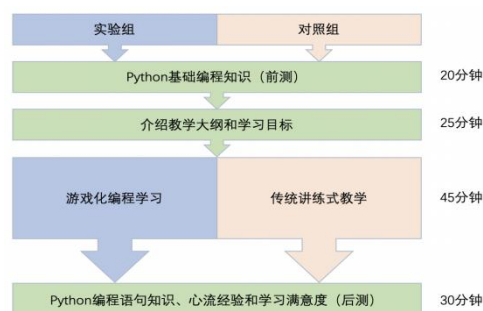


图 1 实验过程设计图

3.3. 研究工具

前测和后测试题是学校成熟型教师和实验研究团队进行研讨后确定的。前测是为了测试学生对 python 基础编程知识的了解程度。测试题为 10 道选择题，满分为 100 分。后测有 10 道选择题，满分 100 分，旨在评估学生对 Python 编程语句的掌握程度。

心流体验的问卷测量参考了 Pearce J 等人开发的问卷(Pearce, Ainley, & Howard, 2005)。问卷由八个题目组成，例如，这个活动可以引起我的好奇心。问卷的 Cronbach alpha 值为 0.985，说明问卷的可信度比较高。

学习满意度的问卷测量参考了 Chu H-C 等人开发的问卷(Chu, Hwang, Tsai, & Tseng, 2010)。问卷由九个题目组成，例如，这次的学习任务，让我更理解学习内容。问卷的 Cronbach alpha 值为 0.989，问卷具有较高的信度。

4. 结果分析

4.1. 学习成绩分析

学习成绩使用独立样本 T 检验进行分析，从学习结果来看，对照组前测分数的平均值和标准差分别为 53.50 和 19.035。实验组前测分数的平均值和标准差分别为 54.64 和 17.317。T 检验结果 ($t=-0.239, p=0.812>.05$) 表明两组之间没有显著差异。因此，两组学生具有相同的先验知识，如表 1 所示。

表 1.实验组和对照组前测学习成绩的独立样本 T 检验

组别	N	Mean	S.D.	T	显著性
实验组	28	54.64	17.317	-0.239	0.081
对照组	30	53.50	19.035		

为了比较实验前后两个班级的学习成绩提高情况。该研究使用 ANCOVA 来分析学习成绩差异，将学生的前测成绩作为协变量，将学生的后测成绩作为因变量。如表 2 所示，实验组的学习成绩平均值为 78.93，对照组的为 66.67。结果 ($F=4.16, p=0.01<0.05$) 表明两组之间存在显著差异。这意味着游戏化编程学习方法对实验组学生提高程序语句的理解能力具有积极影响。

表 2.实验组和对照组后测学习成绩的 ANCOVA

	N	Mean	S.D.	Adjusted Mean	Std. Error	F	η^2
实验组	28	78.93	11.655	79.05	3.39	4.16**	0.113
对照组	30	66.67	22.642	66.55	3.28		

**p<0.01

4.2. 学习成绩分析

心流是指个体参与一项活动时产生的专注和愉快的体验。心流体验在游戏挑战和技能水平之间的平衡相关，玩家在适度难度下的游戏场景中有愉悦的感觉(Barzilai & Blau, 2014)。

对实验组和控制组的学生分别进行心流体验后测。如表 3 所示，实验组的后测平均分为 4.07，对照组的为 3.52。该结果 ($F=8.50$ 和 $p=0.005<0.01$) 表明两组之间存在非常显著差异，这说明游戏化编程学习方法可以促进学习者运用程序解决问题的心流体验。

表 3.实验组和对照组后测心流体验的 ANCOVA

	N	Mean	S.D.	Adjusted Mean	Std. Error	F
实验组	28	4.07	0.69	3.88	0.12	8.50**
对照组	30	3.52	0.74	3.69	0.12	

**p<0.01

4.3. 学习满意度

对实验组和控制组的学生分别进行心流体验后测。如表 3 所示，实验组的后测平均分为 4.07，对照组的为 3.52。该结果 ($F=8.50$ 和 $p=0.005<0.01$) 表明两组之间存在非常显著差异，这说明游戏化编程学习方法可以促进学习者运用程序解决问题的心流体验。

表 4.实验组和对照组后测自我效能感的 ANCOVA

	N	Mean	S.D.	Adjusted Mean	Std. Error	F
实验组	28	4.35	0.49	4.20	0.12	5.51*
对照组	30	3.64	0.90	3.78	0.12	

*p<0.05

4.4. 学习满意度游戏化编程学习方法下不同分数段学生的学习满意度分析

为了探究在游戏化编程学习方法下不同分数段学生的学习满意度情况。将实验组的学生根据后测分数划分为低分段学生和高分段学生。具体来说，将后测分数达到前 50%的学生划为高分段学生，剩下一部分学生为低分段，分别用平均分来表示两个分数段得分和学习满意度得分。从后测两个分数段的学生整体来看，后测低分段学生的平均得分 (4.4)，高分段学生的得分 (4.47)。可见，无论低分段学生还是高分段学生，对于游戏化编程学习方法都有比较高的学习满意度。因此，游戏化编程学习方法适用于各个分数段的学生使用。

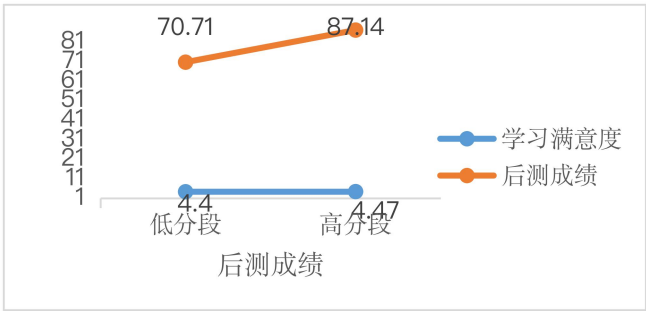


图 2 游戏化编程学习下不同分数段学生的学习满意度情况

5. 讨论与结论

在这项研究中，使用游戏化编程学习的方法来发展中学生对程序语句的理解和组织程序语句来解决问题的能力。为了探究这种学习方式对学生学习产生的影响，在一所中学编程课上开展了两周的实验研究。实验结果显示游戏化编程学习方法能够提高学生对代码的理解，提升学生组织代码解决问题的心流体验和增加学生的学习满意度。

在学习成绩方面，游戏化编程学习方法能够促进学生对程序语句的理解。结果与以往的研究相同，以往的研究报告了游戏化学习对于学习成绩有正面的影响。比如，有研究者使用游戏化学习的方式应用到高中 Python 课堂中，经过教学实验后，结果发现，游戏化学习可以提升学生的编程成绩，学习兴趣。在本研究中，学生在游戏化学习过程中为了达成游戏目标，需要尝试不同的策略反复组织程序语句，加深了对程序语句的理解和灵活使用，进而提升了

学生的学习成绩。

在学习满意度方面，学生在游戏化编程学习方法下表现出更高的学习满意度。这可能是因为，学生更喜欢通过游戏化学习的方式来学习编程知识。换句话说，游戏化编程学习更适合中学阶段的学生开展编程学习。反观当前中学信息技术课学生的学习现状，教师的教学方法单一，学校教学设施环境有待进一步改善，教师和学生们的思想观念固化，学生学习兴趣不大。而游戏化编程学习环境，给学生提供了一种轻松愉悦的学习氛围。

在心流体验方面，游戏化学习环境可以促进学习者运用程序解决问题的心流体验。这可能是因为学生在游戏化编程学习环境下更能够专注和心情愉悦。在之前的研究中，有研究者调查了在游戏化编程学习环境下设置不同的挑战对学生心流体验的影响，结果发现挑战难度随着学生能力的提高而增加，对心流体验有积极的影响。本研究的研究结果与之前的游戏化学习研究具有一致性。

综上所述，本研究有四个贡献。首先，游戏化编程学习方法可以提升中学生对于程序语句的理解。其次，游戏化编程学习方法促进了学生的心流体验。也就是意味着学生在编程游戏中可以很好地组织程序语句来完成游戏目标，进而对相应的编程知识点有深刻的理解。第三，游戏化编程学习方法可以提升学生的学习满意度。第四，游戏化编程学习方法适合各个分数段的学生使用。

虽然游戏化编程学习方法对中学生的编程学习具有积极的影响，但是也存在一些不足之处。首先，本研究所使用的数据来自于一所学校的两个班级，基于此数据进行分析得出的结论具有一定的局限性，在今后的研究中需要扩展到其他学校来验证结果是否具有 consistency。其次，游戏化编程学习的资源并没有进行二次开发，对于中学的编程学习仅仅作为课堂知识补充，是否可以推广到其他地区作为课堂教学需要学科教师进一步确认。因此，游戏化编程学习方法应用到中学编程课的教学实践仅作为参考。

参考文献

- Barzilai, S., & Blau, I. (2014). Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences. *Computers & Education*, 70, 65 – 79.
- Cheng, G.-M., & Chen, C.-P. (2021). Processing Analysis of Swift Playgrounds in a Children' s Computational Thinking Course to Learn Programming. *Computers*, 10(5), 68.
- Chu, H.-C., Hwang, G.-J., Tsai, C.-C., & Tseng, J. C. R. (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning systems for natural science courses. *Computers & Education*, 55(4), 1618 – 1627. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.004>
- Emerson, A., Cloude, E. B., Azevedo, R., & Lester, J. (2020). Multimodal learning analytics for game-based learning. *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1505 – 1526.
- Fang, J.-W., Shao, D., Hwang, G.-J., & Chang, S.-C. (2022). From Critique to Computational Thinking: A Peer-Assessment-Supported Problem Identification, Flow Definition, Coding, and Testing Approach for Computer Programming Instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 60(5), 1301 – 1324.
- Fesakis, G., & Serafeim, K. (2009). Influence of the familiarization with scratch on future teachers' opinions and attitudes about programming and ICT in education. *Acm Sigcse Bulletin*, 41(3), 258 – 262.
- Giannakoulas, A., & Xinogalos, S. (2018). A pilot study on the effectiveness and acceptance of an educational game for teaching programming concepts to primary school students. *Education and Information Technologies*, 23(5), 2029 – 2052.
- Hao, K.-C., & Lee, L.-C. (2021). The development and evaluation of an educational game integrating augmented reality, ARCS model, and types of games for English experiment

- learning: An analysis of learning. *Interactive Learning Environments*, 29(7), 1101 – 1114.
- Huang, W.-H. (2011). Evaluating learners’ motivational and cognitive processing in an online game-based learning environment. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 694 – 704.
- Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). The social turn in K-12 programming: Moving from computational thinking to computational participation. *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE ’ 13*, 603. Denver, Colorado, USA: ACM Press.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A Serious Game for Developing Computational Thinking and Learning Introductory Computer Programming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 1991 – 1999.
- Krajcsi, A., Csapodi, C., & Stettner, E. (不详). Algotaurus: An educational computer programming game for beginners. *INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS*, 15.
- Liao, C.-W., Chen, C.-H., & Shih, S.-J. (2019). The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. *Computers & Education*, 133, 43 – 55.
- Pearce, J., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745 – 771.
- Peddycord-Liu, Z., Cateté, V., Vandenberg, J., Barnes, T., Lynch, C. F., & Rutherford, T. (2019). A Field Study of Teachers Using a Curriculum-integrated Digital Game. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1 – 12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
- Pi, S. (2016). A Study on Coding Education of Non-Computer Majors for IT Convergence Education. *디지털융복합연구*, 14(10), 1 – 8.
- Rose, S. P., Habgood, M. P. J., & Jay, T. (2017). An Exploration of the Role of Visual Programming Tools in the Development of Young Children’ s Computational Thinking. *Electronic Journal of E-Learning: EJEL*, 15(4), 297 – 309.
- Schutz, R. E. (1981). Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas. *Journal of School Psychology*, 19(3), 279 – 280.
- Wing, J. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 366, 3717 – 3725.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33 – 35.
- Wu, B., Hu, Y., Ruis, A. r., & Wang, M. (2019). Analysing computational thinking in collaborative programming: A quantitative ethnography approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(3), 421 – 434.
- Yien, J.-M., Hung, C.-M., Hwang, G.-J., & Lin, Y.-C. (2011). A GAME-BASED LEARNING APPROACH TO IMPROVING STUDENTS’ LEARNING ACHIEVEMENTS IN A NUTRITION COURSE. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(2), 10.
- Yücel, Y., & Rızvanoğlu, K. (2019). Battling gender stereotypes: A user study of a code-learning game, “Code Combat,” with middle school children. *Computers in Human Behavior*, 99, 352 – 365.
- Yue, W. S., & Wan, W. L. (2015). The effectiveness of digital game for introductory programming concepts. *2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, 421 – 425. London, United Kingdom: IEEE.
- Zou, D., Huang, Y., & Xie, H. (2021). Digital game-based vocabulary learning: Where are we and where are we going? *Computer Assisted Language Learning*, 34(5 – 6), 751 – 777.

数字化转型下课堂教学策略与技术集成效果研究——基于 T3 框架的中小案例 分析

A study on the effect of classroom Teaching Strategy and Technology Integration under Digital Transformation-- A case study of Primary and Middle Schools based on T3 Framework

彭志扬^{1*}, 章锐²

^{1,2} 华南师范大学教育信息技术学院

* 452342601@qq.com

【摘要】 教育信息化迈入了数字化转型的新阶段，课堂是主战场。本研究以师生信息素养提升实践活动中的相关案例为主要数据，采用内容分析方法，基于 Magana 的 T3 框架，分别在技术的使用阶段、学习层次以及策略价值等方面，得出了以下结论：1) 课堂教学中技术的使用主要处于低价值的自动化阶段，但呈现出向更高层次发展的趋势；2) 教师主要使用技术来支持“讲授-练习”模式的实施，将 67.44%（平均）的课堂时间花费在表层阶段上，但有少数课堂打破了该传统模式，呈现出以深层阶段为主；3) 教师所采用的策略普遍具有较低的效应量，其应该调整教学策略，以适应新的实践环境。

【关键词】 数字化转型；中小学课堂；T3 框架；技术使用

Abstract: This study takes the relevant cases in the practical activities of information literacy improvement of teachers and students as the main data, adopts the content analysis method, based on the T3 framework of Magana, and draws the following conclusions in terms of technology use stage, learning level and strategy value, etc. 1) The use of technology in classroom teaching is mainly in the low-value automation stage, but shows a trend of development to a higher level. 2) Teachers mainly use technology to support the implementation of the "lecture-practice" model, spending 67.44% (average) of their classroom time on the surface stage, but a small number of classrooms break the traditional model. 3) The strategies adopted by teachers generally have a low effect, and they should adjust their teaching strategies to adapt to the new practical environment.

Keywords: digital transformation; primary and secondary classrooms; T3 framework; technology use

1.问题的提出

未来五年是全面建设社会主义现代化国家开局起步的关键时期。教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。习近平总书记强调：“没有信息化就没有现代化”。新的征程，教育信息化将继续引领教育现代化(微言教育, 2022)，并且教育信息化建设已经进入数字化转型的重要时期。教育改革的主阵地课堂，课堂教学是数字化转型的核心。回望过去十几年课堂教学中的技术整合实践，其效果与人们的期望相差甚远。使用信息技术进行教学不论在人力、物力和财力方面，都需要付出巨大的代价，但又常常与教学效果不成良性比例(李芒, 孔维宏, & 李子运, 2017)。我们似乎过度地使用了低价值技术，花费了相当大的成本和精力，开发了数字化丰富，但创新匮乏的学习环境(Magaña, 2017)。使有效实践适应新的环境，即将教育技术工具纳入当前有效教学的框架是理解数字技术如何最好地支持有效教学和有意义学习的核心(McFarlane, 2015)。现代技术集成实践的首要如是地实施高度可靠的教学原则和策略，其次是在此基础上利用技术来高保真度地支持这些原则和策略(Magaña, 2017)。

如今，数字化转型背景下，课堂教学环境正朝着智能化的方向发展，新型教学环境逐渐成为现实。但新型教学环境的构建是为了支持新的教与学方式，继而变革传统教学结构，最终

达到创新精神与实践能力的培养的目标(何克抗, 2005)。知识经济社会提出了与工业社会迥异的人才要求, 传统课堂模式下培养的人才不再能满足社会发展所需。在教育领域中, 同样要遵循生产关系一定要适合生产力状况的规律。在这种情况下, 更加追求技术在释放课堂教学潜能的过程中发挥其应有的作用。因此, 为推动技术在课堂中的有效使用, 给其他研究者提供可借鉴的信息, 本研究针对中小学课堂教学案例进行分析, 以解决如下问题:

- 1) 教师对技术的使用达到了怎样的程度?
- 2) 教师在教学的每个阶段花费了多少教学时间?
- 3) 在技术支持下, 教师实施了哪些普遍的策略? 其是否具有较高效益?

2. 相关研究述评

2.1. 数字化转型的地位与教育发展

近年来,我国数字经济赋能实体经济提质增效,成为经济增长的新动能(吴静, 张凤, 孙翊, 朱永彬, & 刘昌新, 2020)。在数字经济时代, 数字化转型已经成为各行各业转向高质量发展的重要路径。数字化转型能显著提高企业全要素生产率(赵宸宇, 王文春, & 李雪松, 2021), 赋能国内外商业银行整体经营管理(王炯, 2018), 构建新型政府-社会关系、政府-市场关系(孟天广, 2021)。数字化转型是以数字化技术、数字化产品和数字化平台的基础设施为支撑起点, 进而引发个人、组织、产业等多个层面变革的过程(曾德麟, 蔡家玮, & 欧阳桃花, 2021)。数字化转型在教育领域, 即教育数字化转型。它是指将数字技术整合到教育领域的各个层面, 推动教育组织转变教学范式、组织架构、教学过程、评价方式等全方位的创新与变革过程(祝智庭 & 胡姣, 2022a)。目前, 国内外呈现出强化数字资源顶层设计、打造优质数字基础设施、提升教师数字素养等一系列共同发展的趋势(刘宝存 & 岑宇, 2022)。但当下教育数字化转型的实践与所期待的价值取向存在较大的差距(祝智庭 & 胡姣, 2022b), 我国教育数字化转型还处于初步发展阶段。教育数字化转型是一个复杂的课题, 它不仅关注颠覆性技术的使用, 更强调从技术应用转化为融合创新的持续探索(祝智庭, 孙梦, & 袁莉, 2022)。以新一代基础设施建设为代表的数字化投资, 对生产率有显著的间接影响和互补影响, 但缺乏数字化应用所带来的直接影响(刘飞, 2020)。教育领域在强调转变其生产对象的同时, 应着重提升其生产效能。在此过程中, 也应把握强化价值创造、数据集成以及平台赋能的发展趋向(吕铁, 2019)。综上所述, 数字化转型为各行各业提供了高质量的发展途径, 具有变革式的影响; 但在教育领域中, 数字化转型还处于初步发展阶段, 如何在基础设施的支撑下, 凸显其价值创造的作用, 仍需进一步探索。

2.2. 指向深度学习的教学策略研究

深度学习是课堂转型的标识(钟启泉, 2021), 是核心素养培育与发展的基本途径, 是我国课程教学改革走向深入的必需(郭华, 2019)。随研究不断深入, 涌现了诸多切实的教学策略。例如, 增加批判性问题, 注重“对话指导”与“反思指导”(马如霞, 王陆, & 彭玢, 2022; 钟启泉, 2021), 在教学活动中模拟社会实践(郭华, 2019), 教师整合意义联接的学习内容、创设促进深度学习的真实情景(安富海, 2014)。然而, 深度学习教学策略在走向教学实践的过程中出现了许多问题。在有限的课堂时间内, 内容难度片面地增加; 有的教学策略只注重“拔高”, 忽略了对基础概念的学习; 一些教学策略过于强调学生的主动性(张莉 & 郭永峰, 2021)。教学实践, 同样应遵循事物发展规律。学生的学习过程要循序渐进, 最终达成“深度学习”目标。从该角度来看, 现有两种相关的教育模式, 即 Marzano (2007) 的教学模式以及 Hattie 和 Donoghue (2016) 的学习模式。在学生任务发展的维度, 它们一致将整个过程划分为表层学习、深层学习与知识转移等三个连续的、递进的层次。教与学作为一个发展的过程, 由于每一阶段的矛盾各异, 并且矛盾着的各个侧面也各有其特点, 因此教学策略也应与具体状况相适应。总之, 在深度学习教学策略丰富的背景下, 我们更需要以一种发展的、阶段性的视角, 来综合应用教学策略, 以使其实践在有效性方面保持一致。

2.3. 教师课堂技术使用评估与发展

随着以人工智能、大数据为代表的新兴技术迅速发展，新型教学环境正在不断重构。在技术赋能的教学实践中，教师亟需借助可操作的系统化理论，指导其有效地应用和评估新技术，并促进自身专业的发展。目前，在该领域已形成三类研究。一是相关的理论、框架或模型及其启示，如技术整合矩阵 (TIM) 下数字化教学的启示(陈慧斌, 王佑镁, & 杨晓兰, 2013); 二是与现实发展需求相适应的模型改进，如有学者提出了 AI-TPACK 理论框架，为整合技术的学科教学知识模型注入了新的内涵，使教师更好适应 AI 时代的需要(闫志明, 付加留, 朱友良, & 段元美, 2020); 三是开展相关的应用研究，如为促进信息技术与学科教学的深度融合，以 TPACK 为理论基础，构建内容表征驱动、技术应用驱动和教学改进驱动三种类型推理路径(周佳伟 & 王祖浩, 2021)。综上所述，相关学者一方面构建相关理论、模型或框架；另一方面，积极对其进行解读与改进，为教学实践提供重要的参考，形成一系列较为具体的路径。但国内以往研究实践侧重于在横向上、多维地评估教师技术应用的水平，而对教师进一步使用技术，缺乏足够清晰的理论指导。Sony Magana 提出了“以更精确的评估促进更有行动力的发展”的 T3 框架，本研究以其为视野，将分析多个课堂案例的具体使用水平。

3.研究的理论基础

3.1.Hattie 和 Donoghue 的学习模式

Hattie 和 Donoghue 认为最佳策略取决于学生在学习周期中的位置，当学习策略与任务要求向匹配时，学习策略可以最有效地提高绩效，并提出了包括三个学习阶段的学习模型，即表层学习、深层学习和知识转移(Hattie & Donoghue, 2016)。在第一阶段，教师为学生提供新的内容信息，然后学生积极练习并排练他们对新内容的初步理解；在第二阶段，学生运用多种学习策略来加深对新内容的理解，表达他们对新知识的更深刻理解，对成功标准有清晰的概念；在第三阶段，学生通过在不同的情境、背景下应用或迁移他们新获得的知识，或解决新问题，将他们的深刻理解巩固为更持久的记忆。

3.2.Magana 的 T3 框架

Sony Magana 的 T3 框架是一个实用且可操作的清晰框架,它提供一套标准，帮助教师自我评估他们当前的技术使用情况，同时指导制定有意义的目标的过程，并在实现这些目标的过程中获得反馈。T3 是技术使用的三个层次，即 Translational、Transformational 以及 Transcendent 的首字母缩写，如下图 1 所示(Magañ a, 2017)。该框架从教师的角度，关注技术对学生学习的价值提升。在一、二层次之间有明显的分界线，此线前，教师可以是自动化阶段的技术使用主体，学生可以在消费阶段被动地消费；此线后，发生了根本的转向。

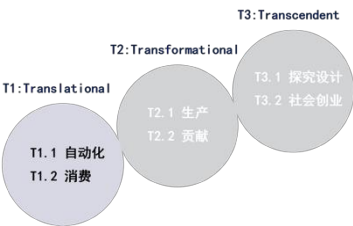


图 1 T3 框架

4.研究设计

本研究所选择的中小学案例样本来自广东省 2022 年师生信息素养提升实践活动中的融合创新应用案例。从 1124 个案例中，共选取了 14 个样本，样本分为两类，一类在全国拟推荐作品中选取，大小是 4，即 K1~K4；另一类在其他作品中随机选择，大小是 10,即 K5~K14。样本的相关信息如表 1 所示。其中除 K3,K4 的学段为中学，其它为小学。

表 1 样本信息

编 码	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
--------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----

学科	科学	数学	物理	数学	数学	数学	数学	数学	语文	英语	语文	语文	语文	英语
地区	珠海市	广州市	广州市	潮州市	中山市	佛山市	云浮市	云浮市	湛江市	茂名市	广州市	梅州市	罗定市	茂名市

本研究采用内容分析法，对所选择的案例进行编码分析，编码对象以相关案例的视频材料为主，共计约 545 分钟，其类目表格依据 Hattie 和 Donoghue (2016) 的学习模型与 Magana 的 T3 框架改编而成，如表 2.1,2.2。其中表 2.1 结合现实情况，省略后三小阶段：即 T2.2 贡献(H2)、T3.1 探究设计(L1)、T3.2 社会创业 (L2)；表 2.1 将用于判断技术使用的层次，表 2.2 将用于统计各教学阶段时间的分布。在本研究中，由于教学活动在教学阶段层面没有明确的分界线，因此编码过程采用“抓大放小”的策略，例如某环节以 S1 为主，则选择 S1。

表 2.1 技术使用的层次与编码（部分）

层次	编码	含义	维度	编码
自动化	G1	教师或学生使用技术将教学或学习任务自动化。	技术的使用节省了时间。	G1.1
			技术的使用导致了更少与任务相关的错误。	G1.2
			技术的使用增加了在给定时间内完成的任务数量。	G1.3
消费	G2	学生使用数字技术在数字媒体中消费信息——访问某些数字形式的、与内容相关的信息与知识。	学生使用数字工具消费了与内容相关的知识或信息。	G2.1
			学生使用数字工具消费了与交互式内容相关的资源。	G2.2
			学生使用技术进行消费节省了时间。	G2.3
生产	H1	学生使用技术将知识应用于制作真实的数字制品，该制品代表了学生所知道的以及他们是如何知道的。	学生使用数字技术来产生、回顾、存档及更新个人掌握目标。	H1.1
			学生使用数字技术来持续跟踪和可视化自己的成长。	H1.2
			学生使用技术工具来产生、存档和回顾真实的知识制品。	H1.3

表 2.2 深度学习的阶段与编码

阶段	编码	含义	判断依据	重心
表层阶段	S1	学生熟悉学科事实、知识和原理	学生激活背景知识，凸显问题；教学重点在获取和巩固知识，通常通过记忆和排练	以教师为主导
深层阶段	S2	基于表层知识去联系和扩展	通过不同的工具或过程来促进学生与内容、概念的互动。教学重点在计划、组织、阐述、反思。	
转化阶段	S3	学生将知识/技能运用于其他场景	学生提出自己的问题，了解如何进行自己的调查，并指导自己的学习，学习变得可迁移	

5.结果与讨论

5.1.课堂教学中的技术使用，主要分布在以教师为主体的、低增值的自动化阶段

如表 3.1 所示，教师在课堂教学中的技术使用，绝大部分处于自动化阶段，即技术使用的

第一个阶段。同时，技术的使用有向消费阶段发展的趋势，但其程度还不高，只有 K1,K9,K10 有较多消费阶段的特征；且在该阶段，相关技术的使用不多，如在“使用数字工具消费了与内容相关的知识或信息”上，通常是借助平板进行简单的操作（与 PPT 同步显示，在 ipad 上圈画课文等）。此外，几乎有一半样本有生产阶段（T3）的特征——“使用技术工具来产生、存档和回顾真实的知识制品”，但它们同样也是处于非常浅的层次（如绘制思维导图、拍照上传作品等），且是不连续的、断裂的。另一方面，43%的样本属于广东经济较为发达的地区，且包括粤东西北地区（K4,K7,K8,K9,K10,K12,K13,K14）均主要处于自动化阶段，极少部分具有较多消费阶段的特征，很可能的一个推断是：就我国当前绝大多数地区而言，技术的使用还达不到消费阶段。同时，本研究发现在大多数案例中，教师是数字技术使用的主体，学生极少有机会直接体验数字技术，这可能是阻碍技术使用进入下一阶段的直接原因。该情况从侧面反映了教育新基建的历史地位及其实施的必要性，但在数字投资之后，还需进一步释放它的应用潜力，即从“有得用”转向“用到位”。此外，被师生直接应用的设备可能过于单一，还需开发更多能够满足不同地区教学需求的数字化设备，以尽早实现数字教学的常态化。

表 3.1 技术使用的层次情况

阶段 / 样本编号	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
G1	G1.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	G1.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	G1.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
G2	G2.1	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	G2.2	✓							✓	✓				
	G2.3	✓												
H1	H1.1													
	H1.2													
	H1.3	✓		✓	✓	✓			✓		✓			
H2														
L1														
L2														

在自动化以及消费阶段，技术并不会对技术工具所应用的任务与执行任务的人引起巨大的、实质性的变化。因而，本研究中的数字技术不会为教学带来较大的附加价值，即平板等技术工具的“性价比”较低，对学生成绩的影响微不足道，是低价值的，但在各方力量的推动下，数字技术正向具有更高增值的阶段发展，如涌现出了以 K1 为代表的优秀案例。

5.2.教师平均花费 67.44%的时间在表层学习上，而几乎没有在学习的转移阶段花费时间

本研究选择的样本，其学习所处阶段的分布情况如表 3.2 所示。教师平均花费 67.44%的教学时间在学生学习的表层阶段，即新知识的展示和巩固上；32.56%的时间在学生学习的深层阶段，即用于对新知识的联系和扩展上；而几乎没有为学生学习的转移阶段留下时间（由于未发现该阶段清晰痕迹，不作具体区分）。在本研究中，大部分教师倾向于与学生进行表面互动，学生没有足够的机会将新知识迁移到新的情境中，学习并没有回归到真实的世界。

表 3.2 学习所处阶段的时间占比情况

比率	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
S1	24.1 %	79.4 %	50.6 %	64.2 %	54.1 %	89.7 %	68.9 %	77.4 %	58.2 %	75.0 %	64.4 %	85.5 %	85.0 %	67.7 %
S2	75.9 %	20.6 %	49.4 %	35.8 %	45.9 %	10.3 %	31.1 %	22.6 %	41.8 %	25.0 %	35.6 %	14.5 %	15.0 %	32.3 %

S
3 / / / / / / / / / / / / / / /

在第一类“被确认为高质量”的作品，即 K1,K2,K3,K4 中，K1,K2 都属于小学案例，但呈现出相反的分布，可能的原因是 K1 侧重于知识关联的强度，而 K2 侧重于知识关联的数量。K3,K4 属于中学案例，且都为理科，课堂是“讲授-练习”的结构，表层阶段与深层阶段的比例趋向于 1:1。而对于另一类“未确认质量”的作品，属于理科类的 K5 也表现出 1:1 的倾向。K9,K10,K11,K12,K13,K14 都属于小学文科，其比例不趋向于一致，但总体分布偏重于表层学习；且 K6,K7,K8 与 K3,K4,K5 也没有保持一致，其可能的原因是作品质量存在较大差异。因此，可以推断的是：在大多数课堂中，大部分教学时间分布在“表层学习”阶段；并且课堂仍然停留在以教师为主导的传统“讲授-练习”模式，未发生本质上的变化，在这种模式下，高质量的理科类课堂下的“表层学习”与“深层学习”时间分布比例趋向于 1:1。但以传统模式为主的现状正发生改变，如在单节课中，开始出现了教学侧重于“知识关联的强度”、“知识关联的数量”的情况。

5.3.教师在课堂教学中普遍所采取的策略不利于进入“深层学习”阶段

将表 3.1 和表 3.2 相关联，可以发现 K1,K3,K4,K5,K9,K11 呈现出“技术的使用阶段与学习的深层阶段均偏高”的现象。其可能的原因是在教学时间有限的情况下，技术的使用能够解放学生在表层阶段的时间。同时，综合证据表明，数字工具被用来增强高度可靠的教学和学习策略时，学生的成绩可能会大幅提高。技术使用与高度可靠的教学策略的有效执行相结合大于单独使用任何一个变量的效果(Magana & Marzano, 2014)。因此，在推动技术向更高层次应用的同时，将为改变传统“讲授-练习”模式的现状带来机遇。一方面，要改变技术仅作为辅助教学工具的现状，关注如何使技术转变学生学习的认知方式；另一方面，教师也要考虑调整教学策略，以适应新的实践环境、新的教学阶段，然后在此基础上，进一步融入相关技术以支持策略的有效实施。John Hattie 列出了 138 种与学习成果有关的干预措施及其效应量大小(Hattie, 2018)，部分如图 2 所示，这将为“什么策略最有效”提供答案。

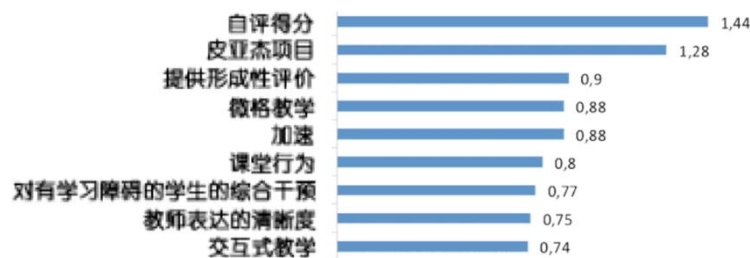


图 2 部分教学策略及其效应量

其中，考试训练 (0.22)、程序教学 (0.24)、家庭作业 (0.29) 以及计算机辅助教学 (0.37)，其效应量大小都低于平均值 0.4。而在本研究中，教师普遍使用技术来支持练习策略（属于低效应量）的实施。因此，应该改变“讲授-练习”的模式，在适应新的技术集成环境的同时，考虑实施效应量高的策略。技术不应该用于增强传统的教学结构或模式，而在于成为新模式、新结构中的关键组成部分，释放教育教学的生命潜质。

6.结论与展望

6.1.结论

经过对结果的讨论，可以得到以下结论：①就大部分地区的课堂教学来说，技术的使用还停留在较低价值的“自动化”阶段，但存在更高阶段的部分特征，即整体呈现出向“消费”阶段发展的趋势。②大多数课堂仍然将主要时间花费在表层学习上，并使用技术来支持“讲授-练习”模式的实施，且所采用的策略普遍具有较低效应量。因此，为促进学习的深度发展，教师应该调整其教学策略以适应新的实践环境。

6.2.展望

借助 T3 框架的视角与学习阶段模型, 本研究审视了数字化转型背景下教学时间在各阶段的分布情况, 以及教师技术使用的层次, 并期望中小学课堂能够在技术的支持下, 调整教学策略, 以改变技术效能令人沮丧的局面。随着教育数字化转型的继续深入, 如何利用好新的生产工具, 愈加成为课堂教学的一个关键问题。此外, Hattie 和 Donoghue 的学习模型中表层阶段、深层阶段以及转移阶段之间的关系, 还值得我们进一步探究。例如深层阶段比表层阶段更重要吗? 所用教学时间是越多越好吗?

参考文献

- Hattie. (2018). 252 Influences And Effect Sizes Related To Student Achievement. Retrieved from <https://visible-learning.org/hattie-ranking-influences-effect-sizes-learning-achievement/>
- Hattie, & Donoghue. (2016). Learning strategies: a synthesis and conceptual model. *NPJ science of learning*, 1, 16013-16013. doi:10.1038/npjscilearn.2016.13
- Magana, & Marzano. (2014). *Enhancing the art and science of teaching with technology*. Bloomington, IN: Marzano Research Laboratory.
- Magaña, S. (2017). *Disruptive classroom technologies: a framework for innovation in education*. Thousand Oaks, California: Corwin.
- McFarlane, A. (2015). *Authentic learning for the digital generation: realising the potential of technology in the classroom*. London ; New York: Routledge.
- 安富海. (2014). 促进深度学习的课堂教学策略研究. *课程.教材.教法*, 34(11), 57-62. doi:10.19877/j.cnki.kcjcjf.2014.11.011
- 曾德麟, 蔡家玮, & 欧阳桃花. (2021). 数字化转型研究: 整合框架与未来展望. *外国经济与管理*, 43(05), 63-76. doi:10.16538/j.cnki.fem.20210406.101
- 陈慧斌, 王佑镁, & 杨晓兰. (2013). 技术整合矩阵的理论脉络及数字化教学应用. *现代教育技术*, 23(12), 26-30+35.
- 郭华. (2019). 深度学习与课堂教学改进. *基础教育课程*(Z1), 10-15.
- 何克抗. (2005). 信息技术与课程深层次整合的理论与方法. *电化教育研究*(01), 7-15. doi:10.13811/j.cnki.eer.2005.01.002
- 李芒, 孔维宏, & 李子运. (2017). 问“乔布斯之问”: 以什么衡量教育信息化作用. *现代远程教育研究*(03), 3-10.
- 刘宝存, & 岑宇. (2022). 世界教育数字化转型的动因、趋势及镜鉴. *现代远程教育研究*, 1-12.
- 刘飞. (2020). 数字化转型如何提升制造业生产率——基于数字化转型的三重影响机制. *财经科学*(10), 93-107.
- 吕铁. (2019). 传统产业数字化转型的趋向与路径. *人民论坛·学术前沿*(18), 13-19. doi:10.16619/j.cnki.rmltxsqy.2019.18.002
- 马如霞, 王陆, & 彭玢. (2022). 大数据的知识发现: 促进课堂深度学习的策略. *电化教育研究*, 43(05), 84-91+108. doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.05.012
- 孟天广. (2021). 政府数字化转型的要素、机制与路径——兼论“技术赋能”与“技术赋权”的双向驱动. *治理研究*, 37(01), 5-14+12. doi:10.15944/j.cnki.33-1010/d.2021.01.001
- 王炯. (2018). 商业银行的数字化转型. *中国金融*(22), 48-50.
- 微言教育. (2022). 教育部长怀进鹏: 大力推进教育信息化、教育资源数字化建设. Retrieved from https://www.edu.cn/info/focus/li_lun_yj/202202/t20220221_2209795.shtml
- 吴静, 张凤, 孙翊, 朱永彬, & 刘昌新. (2020). 抗疫情助推我国数字化转型: 机遇与挑战. *中国科学院院刊*, 35(03), 306-311. doi:10.16418/j.issn.1000-3045.20200229002

- 闫志明, 付加留, 朱友良, & 段元美. (2020). 整合人工智能技术的学科教学知识 (AI-TPACK): 内涵、教学实践与未来议题. *远程教育杂志*, 38(05), 23-34.
doi:10.15881/j.cnki.cn33-1304/g4.2020.05.003
- 张莉, & 郭永峰. (2021). 深度学习研究综述. *教学研究*, 44(03), 6-11.
- 赵宸宇, 王文春, & 李雪松. (2021). 数字化转型如何影响企业全要素生产率. *财贸经济*, 42(07), 114-129. doi:10.19795/j.cnki.cn11-1166/f.20210705.001
- 钟启泉. (2021). 深度学习:课堂转型的标识. *全球教育展望*, 50(01), 14-33.
- 周佳伟, & 王祖浩. (2021). 信息技术与学科教学如何深度融合——基于 TPACK 的教学推理. *电化教育研究*, 42(09), 20-26+34. doi:10.13811/j.cnki.eer.2021.09.003
- 祝智庭, & 胡姣. (2022a). 教育数字化转型的本质探析与研究展望. *中国电化教育*(04), 1-8+25.
- 祝智庭, & 胡姣. (2022b). 教育数字化转型的实践逻辑与发展机遇. *电化教育研究*, 43(01), 5-15. doi:10.13811/j.cnki.eer.2022.01.001
- 祝智庭, 孙梦, & 袁莉. (2022). 让理念照进现实:教育数字化转型框架设计及成熟度模型构建. *现代远程教育研究*, 1-9.

“信息化领导力”与“网络学习空间”双向赋能学校高质量发展的现状与对策

Information-based Leadership and e-Learning Space Two-way Enabling School Quality

Development Status and Countermeasures

王韵仪¹, 胡蓝心², 任光杰^{3*}

¹²³ 华南师范大学教育信息技术学院

*83229958@qq.com

【摘要】从信息化主管视角了解空间建设与应用现状,对于推动网络学习空间服务升级,实现学校高质量发展具有重要意义。本研究以学校信息化主管(CIO)作为研究对象,采用问卷调查和访谈相结合的方法,研究发现当前空间应用现状:学校与教育主管部门双向赋能态势初步形成;信息化主管的信息化领导力是推进学校网络学习空间应用的关键;网络学习空间的纽带作用未充分体现,数据驱动的教学和管理仍处于初级阶段。研究提出了相应推进策略,对于学校层面推进空间应用拓展和深化具有借鉴意义。

【关键字】网络学习空间; 中小学; 信息化主管; 推进策略; 高质量发展

Abstract: Understanding the current situation of space construction and application from the perspective of the information director is of great significance for promoting the upgrading of space services and achieving integration and innovation. This research takes the Chief Information Officer (CIO) as the research object, adopts the method of questionnaire and interview, and finds out the current situation of space application: the two-way enabling situation between the school and the education department is preliminarily formed; The information leadership of the information director is the key to promote the application of the school's e-learning space; The link role of e-learning space is not fully reflected, and data driven teaching and management is still in its infancy. The study puts forward corresponding promotion strategies, which can be used for reference in promoting the expansion and deepening of space applications at the school level.

Keywords: e-learning space, primary and secondary schools, teacher professional development, Chief Information Officer, promotion strategy, High-quality development

本文系广东省2021年度教育科学规划课题(教育综合改革专项)“基于网络学习空间教与学大数据基础的教师和学生评价”成果之一

1. 引言

1.1 网络学习空间是基于信息技术开展教育教学的重要环境

自教育部颁布《网络学习空间建设与应用指南》规范网络学习空间的建设及应用以来,学界大量开展了基于网络学习空间的教学应用方式和应用模式的创新探究(郭炯,黄彬&郑晓俊,2018),杨滨等(2018)构建了以培养学生问题解决能力的网络学习空间DPSC教学应用模式并取得了显著成效;魏国营等(2020)基于中山教育域网公共云服务体系构建GERI教学模式以小学英语课堂为实践载体开展区域网络学习空间的应用创新;在运用网络学习空间数据助力精准教学方面,周鹏等(2019)按照课堂教学层、课堂教学活动层、课堂活动操作行为层构建了网络学习空间的课堂活动三层模型,以此分析课堂教学活动中教师讲授、随堂测试、分组合作探究、教师提问、自主探究、游戏竞赛、模拟实验等活动数据以此开展基于数据的精准教学。以上研究表明,网络学习空间正成为实现学校教学改革的重要实践场地。

1.2 教育数字化转型过程中网络学习空间发展机遇与挑战并存

当前我国教育领域正迎来数字化转型的关键时期,是实现学校高质量发展重要契机。网络

学习空间经历疫情期间大规模线上教育的考验,师生对线上教育有了深度的参与,接受度和应用能力普遍提高,借助网络学习空间开展个性化学习成为未来教育新的方向(唐雪萍&陈丽,2021)推动网络空间升级和深化空间应用的政策密也集出台,标志着在教学过程中网络学习空间正在走向常态化应用,面临新的发展机遇。

然而双减政策的落地及教育数字化转型的契机对教育“提质增效”提出了要求,网络学习空间是教育实践探索的重要场地。

因此如何科学依托空间实现教育教学变革成为了当前空间面临的挑战。当前应当总结先前经验,分析网络学习空间应用的影响因素及困境,以更好地助力精准教与学服务,研究网络学习空间建设及应用现状有助于更好地提出发展策略,实现空间的优化与升级。

1.3 学校信息主管在空间应用推进过程中发挥着主导作用

学校信息化主管是为了实现信息化教育,促进信息技术与学校教育全面深度融合而设置的学校中层管理人员。2016年教育部印发《教育信息化“十三五”规划》(以下简称“十三五规划”)其中指出“要在各级各类学校逐步建立由校领导担任首席信息官(CIO)的制度,全面统筹本单位信息化的规划与发展。加强信息化专业队伍建设,确保各级各类学校信息化管理与服务工作得到落实。”信息化主管在学校信息化建设中的作用日益凸显,在学校网络学习空间的推进过程中发挥着重要作用。

目前大多数研究偏重从区域范围、教师及学生个人使用的层面来探究空间的应用效果,缺乏学校对象及信息化主管角色的深入的研究,而学校作为网络学习空间变革教育的主要阵地(郭绍青等,2017),学校信息化主管作为最了解学校信息化建设的关键人物,信息化主管视角下学校网络学习空间的建设与应用情况亟需探讨。

综上所述,本研究将学校信息化主管作为调研对象,以期透过信息化主管视角了解当前学校网络学习空间建设与应用的相关现状、成效以及问题,并提出相应的推进策略。

2. 研究设计与实施

2.1 研究对象

本研究的调研范围包括广东省8个地市,含8个广东省“人人通”试点区和5个空间应用优秀区域,共计13个县(区)。采用分层、配额的抽样方法,各试点区选取小学、初中、高中各1所,每所学校选取1位主管作为调研对象。各优秀区域各选取小学3所、初中3所、高中2所,每所学校各1位主管作为调研对象。

2.2 研究工具

调查问卷包括应用情况、影响因素、应用机制、应用效果4个维度,问卷测题一律采用李克特五点记分法。访谈采用半结构化访谈方式,访谈的问题主要包含了基本信息,学校网络学习空间的建设情况,学校网络学习空间应用情况及成果,网络学习空间成果及推广经验,存在问题、需求和发展规划4个维度。

问卷及访谈完成后征询3轮专家意见并进行小规模开放测试。

2.3 调研实施

对问卷中涉及到的量表题进行信度检验,得到Cronbach's Alpha分别0.978、0.866、0.848、0.954,说明问卷有较高的内部一致性;由于问卷依据文献梳理结果及《指南》进行编制,所以直接进行探索性因素分析,对问卷中的量表题进行KMO和Bartlett球形度检验值,KMO值为0.829,并且 $P=0.000(P < 0.001)$ 表示差异显著,符合因数分析的要求,利用主成分分析法分别对问卷中的量表进行因数分析,发现抽取的因数与问卷的维度设计保持一致,说明问卷具有良好的结构效度。

访谈共收集 35 位访谈者音频时长约 1400 分钟，经转录文字后共得到访谈记录约 28 万字。

2.4 数据回收情况

表 1 数据回收情况汇总

调研学段	数量（份）		百分比（%）
小学	问卷	30	47.6
	访谈	15	42.9
初中	问卷	22	34.9
	访谈	10	28.6
高中	问卷	11	17.5
	访谈	10	28.6

问卷共计 63 份，访谈 35 份。访谈共收集 35 位访谈者音频时长约 1400 分钟，经转录文字后共得到访谈记录约 28 万字。

3. “信息化领导力”与“网络学习空间”双向赋能学校高质量发展现状

3.1 政策赋能

近年来从国家层面及区域层面均颁布了网络学习空间的用的相关政策，鼓励学校应用网络学习空间开展教学创新。2021 年 7 月 1 日，《教育部等六部门关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》中明确指出“升级网络学习空间”。2022 年 2 月 18 日，教育部召开“十四五”国家基础教育重大项目计划实施部署工作会议上，教育部部长怀进鹏提出，实施基础教育数字化战略行动，打造中国优质教育资源网络学习空间，促进优质教育资源开放共享。如何推动网络学习空间升级成为推进教育数字转型和智能升级的关键。

网络学习空间要从广度和深度两个方面进行升级。广度上的升级就是要不断扩大师生网络学习空间常态化、规模化应用比例，构建泛在的空间形态，拓展空间应用。2021 年 12 月 27 日，中央网络安全和信息化委员会印发《“十四五”国家信息化规划》，专栏 16 数字公共服务优化升级工程中提出要构建泛在的网络学习空间，支撑各类创新型教学的常态化应用。《广州市教育信息化“十四五”规划》也提出空间要贯通线上线下、课堂内外以及校内校外的学习活动，并形成无缝衔接的学习环境。构建泛在的网络学习空间，利用网络学习空间共享优质开放资源，促进教育公平。

部分学校信息化主管表示：“从 2018 年以来学校就积极参加省、市、县区（镇）网络学习空间应用普及活动的活动。”政策的出台及活动的落实保证了网络学习空间有效开展。

问卷调研数据显示，78.46%参与调研的学校应用网络学习空间开设示范课、公共课；66.15%参与调研的学校参与了优秀学校空间评选；66.15%的学校发表了相关论文、教材和著作；55.38%参与调研的学校获得市级（以上）相关奖项；52.31%参与调研的学校获批相关研究课题。

3.2 基础设施及资源赋能

就空间建设情况来看，由上级主管部门指定并投入建设的平台占 75.4%。当前网络学习空间的建設主要以区域自建平台、在上一级空间平台上映射虚拟平台以及依托企业平台建立本区域空间平台 3 种方式为主。部分信息化主管表示：“上级部门在空间建设这一块肯定给予了很大支持，学校没有资金进行网络学习空间自建时，就依托区域网络学习空间，在区域网络学习空间下再建学校空间，区域层间确保了网络学习空间的建設兜底。”各级教育主管部门主导建设的平台层层兜底，为空间规模化应用提供了基础支撑。就空间应用情况来看，上级主管部门指定并负责建设投入的学校占 76.9%，广东省粤教翔云网络学习空间占 70.6%，本区、县、镇（智慧）教育服务（大数据、云）平台占 61.5%，除此之外学校教师也可以根据实际的教学需要进行合理选择。

从不同学段来看，网络学习空间正在各学段稳步推进。空间情况、影响因素、应用效果在小学、初中、高中 3 个不同学段的差异不显著，如表 2。应用情况方面小学平均值为 112.30，初中为 104.00，高中为 111.43，由此可见小学的应用情况略好于初中和高中；在影响因素方面，高中阶段的平均值为 94.64，略高于小学及初中，由此可见在高中阶段的影响因素更为复杂；在网络学习空间应用机制方面，小学阶段采用的机制创新手段较为丰富，其原因我国数字教育资源供给在小学阶段投入力度较大，学校大力采取措施鼓励教师在教学过程中使用网络教学资源。如举办信息化教学创新大赛、将网络学习空间运用纳入学校相关考核、由校长牵头鼓励使用等；在应用效果方面，小学的平均值为 34.37，略高于初中和高中，由此可见小学的应用效果更好。

表 2 不同学段网络学习空间差异性对比

网络学习空间应用 (因变量)	学段 (自变量)	数量 (N)	平均 值 (M)	标准 差 (SD)	F检验	P值	事后检 验 (LSD)
应用情况	小学	30	112.30	23.07	1.182	0.324	1>2;
	初中	22	104.00	26.85			1>3;
	高中	11	111.43	14.43			2<3
影响因素	小学	30	88.53	11.25	1.702	0.176	1>2;
	初中	22	86.55	11.05			1<3;
	高中	11	94.64	8.35			2<3
应用机制	小学	30	12.40	2.34	3.147*	0.031*	1>2;
	初中	22	10.23	3.16			1>3;
	高中	11	12.00	1.95			2<3
应用效果	小学	30	34.37	6.74	0.887	0.453	1>2;
	初中	22	32.46	6.46			1>3;
	高中	11	32.73	5.48			2<3

注：*P<0.05；LSD 编号 1-3 依次小学，初中，高中。

参与访谈的 35 位学校信息化主管中有 20 位信息化主管均提及：“疫情期间，大部分省、市、区、县、镇级平台都充当的突发公共事件的教学保障平台，对正常开展教学起着重要的作用。”网络学习空间在教育均衡方面也起着重要作用，通过网络学习空间实现优质教育资源供给、缩小“数字鸿沟”，借助“三个课堂”实现优质资源的共建共用。

3.3 信息化领导力赋能

《教育信息化 2.0 行动计划》要求：“各级各类学校应普遍施行由校领导担任首席信息官。”进一步强化了学校信息化主管在学校信息化建设中的话语权。本次调研发现，各学校信息化主管的岗位存在显著差异，仅有 12.9%的信息化主管担任校级领导，除此之外 47.7%的信息化主管都担任着学科教学任务，大部分信息化主管也负责学校的其他杂务。信息化主管在学

校信息化建设过程中缺少话语权,导致学校的信息化建设被忽视或建设缓慢,访谈过程中发现,部分学校由校长担任信息化主管,校长担任信息化主管的学校网络学习空间建设情况明显优于其他非校长担任信息化主管的学校。从信息化主管的任职年限来看,任职3年以内的信息化主管占比47.7%;由此可见大部分信息化主管担任时间较短,一方面信息化主管对学校的信息化建设了解程度不够,导致信息化促进教育改革的作用未能得到充分发挥;另一方面短期的任职会造成学校的信息化建设欠缺稳定性。从信息化主管的专业背景来看,接受访谈的35所学校的信息化主管中,仅有11位、占比31.4%的学校信息化主管具有信息技术专业学科背景,该部分信息化主管表示:“日常工作主要负责学校信息化软硬件的管理,对信息技术与学科融合较为陌生。”由此可见,信息化主管的信息化领导力水准各不相同,体现在能力、背景以及岗位职责之间存在差异,使得学校的网络学习空间推进效果不同。

3.4 “信息化领导力”与“网络学习空间”双向赋能学校高质量发展的困境

3.4.1 网络学习空间的资源主渠道地位突出,资源供给服务方式需要优化

教师使用网络学习空间的频率上,得分最高的为课堂教学(3.92)其次为线上备课(3.89),再结合访谈数据可知:教师在使用网络学习空间的过程中主要运用网络学习空间中的一系列教学资源辅助课堂教学的开展。由此可见目前中小学网络学习空间主要以提升课堂教学品质为主要目标。布置作业以及对学生评价方面得分最低,由此可见,目前中小学教学过程中仍借助纸笔进行完成作业的居多,数据支持下的教学评价仍需要进一步加强。在学校信息化主管访谈的中发现,目前大多数师生对于网络学习空间中的资源评价良好:“网络学习空间资源主要类型有教案、课件、作业等,数量达两万多个。共用形式使用,师生评价良好。”“包含系统自带资源和教师上传的生成性资源”同时也表示当前网络学习空间中的资源存在:“资源应用复杂”以及“更新不及时”等问题。

在教育信息化2.0时代,教育资源正由专用资源向大资源转变,资源种类愈发多样,供给重点由侧重资源数量转向优化品质服务。结合问卷及访谈数据发现:网络学习空间的资源主体地位仍较为突出,资源的共用已成为常态。访谈内容分析发现,目前各学校除使用上级主管部门建设平台、学校自建平台以外,不同学科教师根据教学特点进行自主选择,资源主要以课件、微课、习题、课例等类型为主,资源类型涵盖平台自带的教学资源以及教学过程中的生成性教学资源。在海量的教学资源库中花费大量时间及精力进行资源筛选,导致在运用过程中出现信息迷航,资源的个性化服务存在一定缺陷。

3.4.2 网络学习空间在学校中运用范围广泛,空间纽带作用未充分体现

在学校管理方面,学校信息化主管在网络学习空间中可以使用个人管理、消息管理、资源管理、应用管理、交互社区管理、办学情况动态跟踪以及空间应用动态跟踪,其中使用最多的为资源管理(3.86),由此可见,在网络学习空间的应用过程中,资源的主管道作用仍很明显。在教师专业发展方面,利用网络学习空间开展教研活动,其形式主要包括网上备课、集体备课、学科联盟、综合专案联盟、学校研训联盟、名校(园)长空间、名师工作室,其中网上备课以及集体备课的教研形式最多,87.7%的学校采取这两种形式开展学校的教研活动。在开展网络教研的过程中,部分学校采用“以主题形式开展,由管理者进行统筹,找到优质资源然后进行共用。”同时在开展区域教研方面,网络学习空间也发挥着巨大的作用,“利用网络学习空间将薄弱学科的或者说师资不足的召集在一起,构建学科共同体,由龙头学校作为牵引实现网络学习空间的常态化应用,促进教师的专业发展。”

访谈中也部分学校信息化主管表示:“由于数据分散在学校所用的各个网络学校空间中,导致学校在运用网络学习空间的过程中难以形成大的数据概念。”导致网络学习空间在实现纽带作用的时候受到一定的限制。

3.4.3 网络学习空间数据应用成效初显,数据深度挖掘受限数据采集与汇聚受限于平台互通

调查显示,空间收集的数据涵盖学校管理数据、课程教学数据、学生学习数据、活动数据以及用户行为数据5大类型,其中收集到的数据最多用于教学评价(占比92.31%)以及学习分析(占比89.23%)。由此可见,网络学习空间中的数据在教学过程中已经得到应用。但在

各个平台数据的互通方面,仅24.6%的学校利用空间实现了打通和数据整合(即应用之间的跳转);47.7%的学校实现了部分平台打通和数据整合(即应用之间的跳转);23.1%的学校在计划和规划网络学习空间的数据打通,调研结构现实,网络学习空间数据的打通情况与利用网络学习空间进行精细化管理与科学决策之间存在着相关性。

由此可见,目前网络学习空间数据相对独立,导致片段化的数据无法进行互通共用,因此难以运用数据对学生进行个性化分析,以此支持学生的全面发展。

3.4.4 信息化队伍建设存在短板,阻碍了空间应用走向常态化

《教育信息化2.0行动计划》要求:“各级各类学校应普遍施行由校领导担任首席信息官。”进一步强化了学校信息化主管在学校信息化建设中的话语权。本次调研发现,各学校信息化主管的岗位存在显著差异,仅有12.9%的信息化主管担任校级领导,除此之外47.7%的信息化主管都担任着学科教学任务,大部分信息化主管也负责学校的其他杂务。信息化主管在学校信息化建设过程中缺少话语权,导致学校的信息化建设被忽视或建设缓慢,访谈过程中发现,部分学校由校长担任信息化主管,校长担任信息化主管的学校网络学习空间建设情况明显优于其他非校长担任信息化主管的学校。从信息化主管的任职年限来看,任职3年以内的信息化主管占比47.7%;由此可见大部分信息化主管担任时间较短,一方面信息化主管对学校的信息化建设了解程度不够,导致信息化促进教育改革的作用未能得到充分发挥;另一方面短期的任职会造成学校的信息化建设欠缺稳定性。从信息化主管的专业背景来看,接受访谈的35所学校的信息化主管中,仅有11位、占比31.4%的学校信息化主管具有信息技术专业学科背景,该部分信息化主管表示:“日常工作主要负责学校信息化软硬件的管理,对信息技术与学科融合较为陌生。”由此可见,信息化主管的信息化领导力水准各不相同,体现在能力、背景以及岗位职责之间存在差异,使得学校的网络学习空间推进效果不同。

通过对访谈进行内容分析发现:在学校的信息化建设的过程中,管理模式存在着显著差异。部分学校委派一位信息化主管负责管理学校的信息化建设,其中具备电脑学科背景的主管在网络学习空间的应用过程中会更加关注设备的硬体及软体的维护;无电脑学科背景的主管在建设过程中更加关注网络学习空间与课程的融合创新。部分学校采用创新模式,由两位信息化主管搭配负责学校的信息化建设,该管理模式中由一位信息化主管负责软体及硬体的维护,另外一位主管权力研究信息技术与课程的融合以及专注学校的教师专业发展,两位信息化主管搭配工作的信息化管理模式在深圳市学校的信息化建设中较为突出,覆盖的信息化建设要点也更加全面。

3.5.5 网络学习空间使用者的数据素养需进一步提升

调查显示,问卷中涉及应用网络学习空间数据进行科学决策的相关题项均呈现出低分值。可以看出在网络学习空间的使用过程中,容易忽视数据的相关应用。在访谈中多位信息化主管提及:“教师及管理者对于网络学习空间中产生的数据应用意识淡薄,特别是面对多模态的数据进行分析时,教师的挖掘数据的价值变得非常有限。”由此可见网络学习空间使用者的数据素养亟需提升。

4. 推进策略及建议

4.1 提高网络学习空间平台的兜底性保障水准,以学校整体推进促进常态化应用

在环境优化的基础上,各级部门及学校应当考虑一线教学实践的需要,结合学校特色及学校师生需求,发挥自身优势,建设符合自身发展的新一代网络学习空间。

学校积极保持与上级部门的良性互动,及时总结网络学习空间应用的典型案例,充分发挥学校网络学习空间的内生动力,调动学生、教师、管理者、相关科研人员的积极性,不断探索网络学习空间应用新的突破口。上级主管部门应当鼓励“示范先行,成熟先上”。推动网络学习空间试点区建设,总结网络学习空间建设及应用的示范经验,形成网络学习空间教学模式创新、教学评价创新、数据应用创新、教学管理创新、应用机制创新等典型示范案例,鼓励学校将应用成果总结发表,开展专家入校指导,积极开展现场会及其他交流形式,以此

推动实现标准化、品牌化发展。

4.2 提升信息主管的领导力，加强队伍建设以推动学校空间应用

进一步明确学校信息化主管的工作范围，提升学校信息化主管的信息领导力、大数据处理能力、创新与文化建设能力、沟通交流与协调能力、战略规划与执行能力5方面的能力（滕鑫鑫等，2019），由学校中高层领导担任信息化主管，同时加强学校信息化主管的领导力培训，充分发挥信息化主管在学校信息化建设中的作用，使之成为学校信息化建设的重要推动者（张家年&孙祯祥，2013）。在教学管理过程中，鼓励充分运用信息化手段及工具实现学校流程的科学管理，推动教育治理体系及治理能力向现代化发展。

同时加强学校治理化建设，建设领导小组，积极整合各学校信息化专案，促进网络学习空间与其他信息化专案之间的和谐发展。在此基础上，为保证学校信息化的持续发展，建立学校信息化发展的短期、中期及长期规划。

4.3 优化资源筛选机制，建设良好资源供给生态以推动教育数字化转型

资源供应上，充分考虑学校作为需求方的实际需要，开设定制化服务，鼓励学校将生成性资源上传至网络学习空间，建立供求双向迭代机制实现有效供给。在教育新基建的稳步推进下，积极探索区块链、5G、机器学习、多模态学习分析等新兴技术支持下的资源供给模式，促进教育资源向智能化的优质新型资源转化。

在资源建设上，丰富数字化学习资源的形式。根据学科特点建立多类型的数字化学习资源，使得数字学习资源从大众化到开放化到个性化转变。

在资源筛选上，设置专门的管理人员（如区域教研员及学校教研员等）对网络学习空间中的资源品质进行严格把控，以此更好服务师生的教学，提高教学品质。

在资源推动上，积极推进国家义务教育课程数字教材的规模化应用，同时创建数字化教材的多元应用模式，同时依托“三个课堂”促进教育资源的均衡发展。在教学的过程中，积极的展开数据驱动教学实践：包括数据驱动下的传统课堂教学模式的深度变革、以数据驱动鞭策教师的专业发展、通过数据驱动支撑学生的个性化学习及非认知能力的发展，同时转变传统的工作思路和流程，树立数字化意识，实现数字思维引领的价值转型，积极展开培训以提高管理者及教师的数据素养，规范数据分析流程以实现各平台数据科学高效应用。

5. 总结与展望

本研究从信息化主管的视角出发，通过问卷及访谈调研以期总结出当前网络学习空间的推进过程中存在的问题。在网络学习空间的建设与运用过程中，需加强学校信息化队伍的建设，充分发挥学校信息化主管在其中的引导作用，加强学校信息化队伍的建设，直面网络学习空间应用过程中存在的问题，在教育新基建建设的大背景下，探索新技术与教育教学融合的新方向，推动网络学习空间实现个性化、智能化的升级。

参考文献

- 郭炯, 黄彬 & 郑晓俊.(2018).《网络学习空间建设与应用指南》解读. *电化教育研究*(08),34-38. Doi:10.13811/j.cnki.eer.2018.08.005.
- 郭绍青,张进良,郭炯,贺相春 & 沈俊汝.(2017).网络学习空间变革学校教育的路径与政策保障——网络学习空间内涵与学校教育发展研究之七. *电化教育研究*(08),55-62. Doi:10.13811/j.cnki.eer.2017.08.009.
- 唐雪萍 & 陈丽.(2021).新冠肺炎疫情期间公众对中小学在线教学的认识情况分析. *中国远程教育*(12),53-62. Doi:10.13541/j.cnki.chinade.2021.12.007.
- 滕鑫鑫,杨冬,白浩 & 周倩.(2020).教育信息化2.0背景下ECIO的持续发展研究. *现代教育技术*(04),61-67.
- 魏国营,庄可香 & 陈玉河.(2020).区域性网络学习空间GERI教学模式构建及实证研究——以小学英语课堂教学为例. *现代教育技术*(02),64-70.

- 杨滨 & 汪基德.(2018).网络学习空间 DPSC 教学应用模式构建研究——网络学习空间人人通促进教与学深度变革实践反思之一. *中国电化教育*(05),44-52.
- 張家年 & 孫禎祥.(2013).學校信息化主管的素質結構和實踐模式研究. *现代教育技术* (06),18-23.
- 周鹏,刘佩文,张丹,王紫琴 & 吴砥.(2019).网络学习空间课堂教学活动建模研究. *中国电化教育*(04),44-51.

教育技术领域中的开发研究：历史、现状和趋势

Developmental Research in Educational Technology: History, Current Situation, and Trends

卢俊杰¹, 徐光涛*, 周雯婷

¹ 杭州师范大学经亨颐教育学院

* xuguangtao@hznu.edu.cn

【摘要】 开发研究的主要流程为“设计—开发—评估”，是教育技术领域中典型的研究类型，但近年来呈现出数量减少、范畴扩展、重心偏移等现象。本研究对开发研究的范畴和发展阶段进行系统性梳理后发现开发研究存在开发难度大、研究边界模糊等窠臼。在此基础上，本研究选取了柏拉图系统和 Lab3D 虚拟实验室系统这两个案例，进行分析和评述，结合开发研究的现状，确定设计、开发和评估的定位，为后续开展开发研究提供相应的启示与建议。

【关键词】 开发研究；教育技术；发展阶段；启示

Abstract: The main process of developmental research is "design-development-evaluation", which is a typical type of research in the field of educational technology, but in recent years, it has shown phenomena such as decreasing number, expanding scope, and shifting focus. After systematically sorting out the scope and development stage of developmental research, this study found that developmental research has problems such as difficulty in development and blurred research boundaries. On this basis, this study selects two cases, the PLATO system and the Lab3D virtual laboratory system, to analyze and comment. Combined with the current situation of developmental research, determine the positioning of design, development and evaluation, and provide corresponding inspiration and suggestions for the follow-up developmental research.

Keywords: developmental research, educational technology, development stage, inspiration

1. 引言

从计算机和互联网，到移动设备和多媒体资源，再到大数据、人工智能和云计算，伴随着技术的发展，学者们对教育技术的研究也不断深入，涌现出了许多研究方法、研究取向和各种概念。其中，开发研究与教育技术有着密切的联系，是最能体现教育技术“理论”与“实践”并存这一特点的研究类型之一。然而，在开展开发研究的过程中，研究者往往会将开发研究与其他研究混淆，且受限于开发研究较高的技术门槛和复杂的内在逻辑，难以依据开发研究的基本流程开展研究。本研究重点探讨开发研究的范畴与发展历程，通过对经典案例的分析挖掘开发研究的深刻内涵，以期为后续开展开发研究提供规范化参考。

2. 开发研究的定义及内涵

开发研究 (Developmental Research) 这一名称最早由 Eva L. Baker 于 1973 年提出，她详细描述了一种系统产品设计、开发和评估的方法论，并将其标题总结为“开发与研究的方法与技术”。Rita C. Richey 随后提出了被广泛认可与使用的开发研究定义：“对必须满足内部一致性和有效性标准的教学计划、过程和产品的的设计、开发和评估的系统研究”(Richey, 1994)。开发仅仅是研究的一环，设计与评估同样是重要的研究对象。其中“设计”是综合运用多种研究理论与方法，根据来自实践的反馈不断迭代改进，最终形成可靠而有效的方案的过程(张文兰 & 刘俊生, 2007)；“开发”则是将前者可靠而有效的方案规范转化为软件、教案、多媒体资源等物理形式创造性的过程(Rita, Richey, & Nelson, 2002)；“评估”指运用、管理、总结和确认性评估(Finney, 2019) (确认性评估 (Confirmative Evaluation)：一种通过确定问题原因和可能的补救措施来帮助课程材料持续改进的评估方式。)开发产生的各类物理形式的过

程(Rita et al., 2002)。随着学界对开发研究理解的深入, 逐渐出现了两种新的解读——开发性研究法与开发取向。

2.1. 开发性研究法

本研究将该研究方法命名为“开发性研究法”。赵兴龙将开发性研究定义为: “通过对教育(教学)需求的循环跟踪而对教育技术制品进行不断更新整合, 从而促使两者之间达到内在的一致性和有效性, 并借以提高教育(教学)效果、效率和效益的一种系统研究方法。”(赵兴龙, 梁玮, & 张雯, 2007)该定义点明了开发性研究法如何开发并促进学习, 但过于忽略设计与评估的存在和作用。徐晓东认为系统开发研究方法多用于开发教育中有用的工具和系统, 产品实用且有效、结果一目了然, 但需要大量资金投入, 且研究成果受开发环境制约, 是教育技术独有的研究方法(徐晓东, 2003)。该理解点明了开发性研究法的优势与不足, 以及开发研究未能有效发展的原因, 肯定了开发性研究法在教育技术领域的存在与作用。开发性研究法是基于开发研究的理念发展出来的研究方法, 是一种开发研究的方法论层面的教育技术学专门的研究方法, 有助于研究者遵循开发研究的流程, 得到符合需求的结果。

2.2. 开发取向

研究取向是研究者在研究某种特定对象时所持有的基本信念、研究视角和研究范式的综合体。杨开城将开发取向定义为: 通过研究开发和设计的原理及各种可复用的技术以解决教育中的问题, 最终总结形成规律的取向。虽然开发取向不能脱离其他解释性理论单独存在, 但其他理论也需要开发取向丰富内涵(杨开城, 2004)。高铁刚将开发研究取向与技术应用主义研究取向、设计研究取向等取向进行了梳理, 认为开发取向揭示了技术存在的根本目的——为满足人类需求而进行的加工制作性活动, 提出“教育技术学本质上是设计开发性理论, 必须采取开发取向”, 肯定开发取向意义的同时也提出需要注意其他类教育技术的存在(高铁刚 & 王蓉, 2011)。开发取向是开发研究认识论层面的取向认知, 与教育技术学有非常密切的关联。这一观点的支持者认为开发取向是教育技术学最重要的部分之一。

2.3. 小结

无论哪种解读, 其本质都是开发研究的一部分。开发性研究法的出现是尝试运用开发研究指导实践的结果, 开发取向的出现则是寻求开发研究在教育技术领域贡献与定位的结果。本研究分析并总结了一些共同特征: 开发研究是教育技术领域重要的一部分, 在某种程度上可以被视为教育技术领域开展研究的缩影; 开发研究是为了更好的满足学习者的需要, 这与教育技术领域的研究目的相同; 开发研究的对象为教育原理和技术, 二者皆归属于教育技术的研究对象, 存在着密切的联系。本研究立足于开发研究整体而非某种具体解读, 着重对开发研究的范畴与发展历程进行梳理和探讨。开发研究的定义与推衍如图 1 所示。

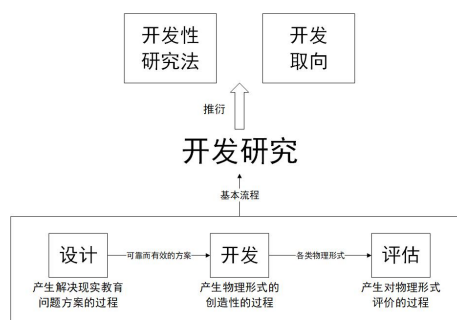


图 1 开发研究的基本流程与推衍

3. 开发研究的范畴

近年来, 基于设计的研究 (Design-based Research) 受到广泛关注, 由于开发研究与基于设计的研究在主要流程、产品和目标等方面存在一定的相似性, 导致部分研究将二者混为一谈, 但本研究认为二者有本质的区别。对开发研究而言, 理论通过指导设计、开发和评估发挥作用, 目标是用产品满足学习者的需要, 缓解教育问题, 更关注教育中的微观问题。而在

基于设计的研究中，设计和理论都作为产品发挥作用，目标是为了改进教育实践，修正和发展新的教学理论，对教育中的宏观问题关注度更高。表 1 对比了二者之间的区别。

表 1 开发研究与基于设计的研究的区别(焦建利, 2008; 张文兰 & 刘俊生, 2007)

开发研究		基于设计的研究
主要流程	设计、开发和评估	分析、设计、开发和实施
产品	软件、多媒体资源和课程等	设计和理论
目标	运用产品解决教育问题	改进教育实践, 修正发展新的教学理论

通过二者主要流程、产品和目标的梳理，本研究认为开发研究存在其独有的研究领域，与基于设计的研究并非同一概念，因此需要对开发研究的范畴与边界进行划定。本研究数据来源于中国知网（CNKI）数据库，选取国内教育技术专业领域核心期刊，使用“专业检索”方法，以“TI='开发' AND (JN='电化教育研究' OR JN='中国电化教育' OR JN='现代教育技术' OR JN='开放教育研究' OR JN='远程教育杂志' OR JN='中国远程教育' OR JN='现代远距离教育' OR JN='现代远程教育研究')”为字段进行检索，检索时间为 2022 年 10 月，收集到 1992-2022 年间相关期刊 777 篇。将所筛选的 775 篇有效文献按照 Refworks 格式保存为文本文件，使用 CiteSpace 软件对关键词进行聚类分析后，结合人工筛选分类的方式，最终将开发研究的范畴按运行终端、产品类型以及开发形式三种类型进行划分。

3.1. 按运行终端划分

得益于技术的飞速发展，终端平台的类型不断发展并逐渐丰富。发展之初，计算机是绝大部分开发研究指导的产品的运行终端。常见的开发产品类型有计算机辅助教学(CAI)软件、教学辅助系统、Web 网站等；2007 年，方晶等(方晶 & 陈章其, 2007)基于 WAP 技术开发了移动学习网页，较早实现了移动学习开发案例，将开发研究运行终端拓展至移动设备；2011 年，杜丽等(杜丽, 林筑英, & 尹兵, 2011)将 VR 和游戏化学习理念相结合，运用 Virtools 虚拟现实工具开发了 VR 教育游戏；2014 年，陈向东等(陈向东 & 乔辰, 2014)将 AR 融入物理实验，设计开发了一套完整的 AR 电路学具。开发研究运行终端进一步扩展。未来，随着可穿戴设备的数量以及能够提供的数据增多，开发研究也会因此焕发出新的生机。

3.2. 按产品类型划分

在所有产品类型中，教学软件是较为典型的开发研究，包括计算机软件、系统、移动端 APP、网站等形式。还有一些经典的产品类型，如教育游戏、虚拟实验等，这类软件更注重软件整体设计开发思想（如探究式学习思想、人机交互思想等）的同时弱化了对“开发”的描述。多媒体学习资源也是十分重要的产品类型，主要类型为微课、电子教材、课件和课程等。这里的课程比较特殊，往往指一门完整的、基于翻转课堂理念的网络课程，包括每一节课的课前知识、课中学习以及课后练习，主要运用如 Moodle、UMU 和 TronClass 等课堂平台进行学习管理。课程的开发往往分为内容的开发和呈现两个部分，内容主要采用编撰、拍摄（剪辑）等方式开发，以文字材料、微课和作业等形式在网页、软件等平台上呈现。

3.3. 按开发形式划分

从开发形式的角度出发，则可以将开发研究分为三类：多媒体资源开发、撰写开发和软件开发。不同形式的含义、核心流程之间的对比如表 2 所示。

表 2 开发形式及其含义与核心流程

开发形式	含义	核心流程	是否涉及代码开发
多媒体资源开发	微课、课件、图片、音频等材料的设计、拍摄、录制、剪辑等操作	媒体	不涉及
撰写开发	用于量表量规、问卷、标准、课程等内容的研究、设计、开发、编撰	编撰	不涉及
软件开发	参考软件开发流程，设计、开发、评估某具体软件	开发	涉及

“含义”一列主要分析了每种开发形式下的开发方式与对象,分析每种开发形式的核心流程有利于准确定位该形式的研究重点。此外,根据“是否涉及代码开发”这一列可以将开发研究形式分为强开发研究和弱开发研究,强与弱描述的是对代码基础的要求。如计算机软件、网站等软件的开发属于强开发研究,微课、课程的设计属于弱开发研究。将开发研究分为强开发研究和弱开发研究,有助于更好的分析开发研究的历史、现状及趋势。

4. 开发研究发展的三个阶段

自1992年以来,学界陆续发表了开发研究的相关文献。对相关文献进行梳理后发现了两个重要的转折点:2004年,张伟远基于Kurt Lewin的场理论设计开发了网上学习环境评价模型、指标体系和测量量表,并进行了验证与应用(张伟远,2004);2015年至今,有关开发研究的论文数量逐年下降,如图2所示。

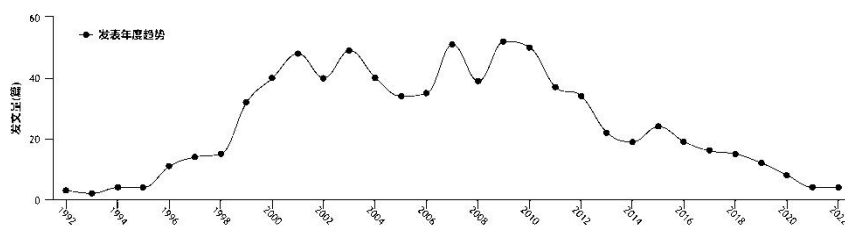


图2 1992-2022年开发研究发文数量统计图

基于以上转折点,本研究将开发研究发展历程分为以下3个阶段:1992年-2004年的起步阶段,2004年-2015年的发展阶段,2015年至今的探索阶段。

4.1. 起步阶段

开发研究的出现背景主要有以下三点。首先,我国计算机教育应用有两次转折:从程序设计教学转向计算机辅助教学,从课件思想转向积件思想(黎加厚,1997),这意味着对计算机教育应用理解从会用计算机转向用计算机解决问题,开发研究随之悄然出现。其次,开发研究很好的体现了理论与实践的有机结合,随着学界对教育技术领域的理解不断深入而得到更多关注与认可。除此之外,早期开发研究的产品更偏向强开发研究,在更看重技术的年代得到更多关注也不足为奇。此时学界对开发研究中“开发”的定义尚不清晰,理解较为浅显,研究范畴较为单一。研究不包含评价的部分,大部分研究浮于设计与畅想。在这个阶段,强开发研究数量大于弱开发研究数量。此时由于条件与理解的限制,难以完整开展开发研究。

4.2. 发展阶段

开发研究在这一时期进入快速发展,百花齐放的时期。在对开发研究的理解方面,出现了开发性研究法、开发取向等理解,且大部分学者均认可“对教学计划、过程和产品的设计、开发和评估的系统研究”的开发研究定义。同时,互联网、移动设备、软件技术飞速发展,因此开发研究的范畴不断扩展,产品层出不穷。运行终端扩展到移动设备、VR设备和AR设备等,类型扩展至微课、课程、教育游戏、虚拟实验和电子教材等。这一阶段强开发研究与弱开发研究的数量基本相当,但微课和课程的开发研究数量增长速度很快,软件开发的数量存在减少的趋势。开发研究流程趋于完整,“开发”逐步内化为开发研究的基石。

4.3. 探索阶段

尽管学者们都认为开发研究在教育技术领域十分重要,开发研究的数量却呈现下降的趋势,2015年后一路下降,且强开发研究在数量、关注度上均低于弱开发研究。用3个短语进行总结:数量在减少,发文数量不断下降;范畴在扩展,研究与其他概念相结合;研究在偏科,大部分研究属于弱开发。大部分开发类型都属于强开发,但大部分研究都是弱开发类型。发展趋势趋向于课程、微课等弱开发,强开发研究的方向逐渐特异化,向虚拟实验、教育游戏等方向发展,在开发研究中更注重描述设计、评估的部分,“开发”成为整个研究的基石。学者们运用各种理论指导设计,通过设计指导开发,从而更好的满足学习者的需要。

4.4. 小结

开发研究由最初的探索，到中期的发展，再到如今的低谷，究其原因大致有以下几点：教育技术研究领域研究方法和研究取向不断增多，开发研究并非热点，受到的关注少；开发研究难度较高，尤其是强开发研究，设计、开发和评估的过程费时费力；对于开展研究的学者而言，不仅要会设计、开发和评估，还要精于论文的撰写，对学者们而言又是一大挑战。

从强开发研究的角度看存在以下情况：强开发研究费时费力，学者难以完成设计、开发、评估的完整流程；技术壁垒仍然存在，对于注重理论的学者而言，开发这一环节难度较高；开发的身份由重点转变为基石，设计和评估成为重点意味着部分注重开发的学者难以发表高质量的论文。换言之，论文发表的数量减少不能代表进行强开发研究的数量减少。

而对弱开发研究发展而言，则有以下情况与现象：弱开发研究难度相对较小，研究重点在于设计；弱开发研究的研究范畴在不断扩展，且与其他的研究边界变得模糊，特别是基于设计的研究；弱开发研究的核心在不断更迭，从设计变为开发又回到了设计。

开发研究在度过确定核心定义的起步阶段和范畴扩展的发展阶段后进入了如今的探索阶段。在弱开发研究的推动下开发研究的范畴不断扩大，但与此同时开发研究的边界与定位也变得模糊不清。开发研究的边界、方向、定位、所面临的困境与出路是开发研究亟需突破的问题。基于开发研究的发展现状，本研究选取两个典型案例，通过对案例的分析与评述，对开发研究进行更具体的定位与描摹。

5.典型案例分析、评述和总结

5.1. 柏拉图系统

1960 年，柏拉图之父 Donald Bitzer 开发了第一代柏拉图系统(PLATO System I)，PLATO 是自动教学用逻辑系统(Programmed Logic for Automated Teaching Operations)的缩写(张安生，2020)。在柏拉图系统发展的 30 年间，共更新了四大版本，版本信息如表 3 所示。

表 3 柏拉图系统四大版本及其特点

时间	版本	特点
1960	PLATO I	仅供一人使用，键盘上有 Help 键表示需要帮助，系统能收集学生数据并分析，向教师提供及时反馈
1961	PLATO II	分时 (time-sharing) 技术支持 2 台终端同时使用，键盘上按键更多，设计了更优质的 UI 界面
1963-1966	PLATO III	支持 20 个终端同时使用，中央交换控制器脱离实验室，与终端通过电话线传输数据，二者距离可以达上百米。加入了 TUTOR 语言，教师可以根据此语言编写课程。磁盘驱动器的出现使课程开发效率与开发感受提高了一个数量级
1972	PLATO IV	支持 1000 多个终端同时使用，交换控制器与终端可以实现 150 英里间的通信，运用等离子显示屏 (plasma display)，较前几代而言成本降低

在柏拉图系统中，软件发挥了关键作用，包括系统软件和课程软件。系统软件主要有 TUTOR、GENERAL Logic 等软件，为课程软件的开发提供良好的开发环境。那么这些课程软件是如何实现“满足学习者需要”目标的呢？图 3 简述了柏拉图系统课程软件作用流程。

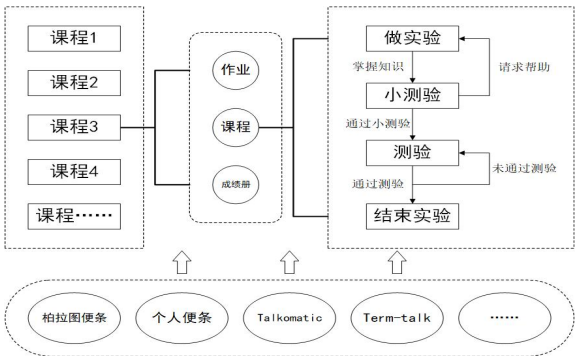


图 3 柏拉图系统课程软件作用流程

柏拉图系统中的课程顺序结构会根据实际问题、可能的辅导序列与必要的理论框架几个维度为参考进行排序。此外，课程顺序结构还会根据每个学生的学习情况进行调整，具体方法为：制定一个标准，这个标准可以是学生在第一次答题时正确回答课程中提出的问题的百分比。通过这个标准判断学生对学生的难度，从而为其规划课程顺序结构。这种自适应系统极大推动了个性化学习，学生可以根据自己的学习情况获得适合自身的课程推荐。

柏拉图课程中有三个主要组成部分：教学课、家庭作业和在线成绩册。课程完成数据和家庭作业成绩会自动登记到在线成绩册。老师还会将其他成绩输入本成绩册，如考试成绩和实验室报告成绩。如果说软件的自适应系统仍存在空缺，在线成绩册的出现很好的弥补了这个空缺，教师也因此得以按照学生的学习情况调整课堂活动。此外还有一系列不可思议的雏形软件：柏拉图便条、个人便条、Talkomatic、Term-talk 等。

以振荡的物理课为例，系统会显示振荡运动的动画，并允许学生改变参数。学生在系统上做实验，在他认为理解这个知识点后，该程序通过询问一些有关该振荡系统的问题来测试他的掌握情况。系统在必要时会提供帮助，但如果需要帮助，学生以后必须还要回答这些题目，但题目的参数会不同。最后的测验不能求助，题目源于前面的测验题，随机挑选并改变参数。在本课中，如果学生六道题中错两题以上，他必须重新进行整个测验。(Jones, 2018)

柏拉图系统软硬件的开发历程实际上是提升设备性能、降低使用价格和扩大系统传播的历程，也是教育技术领域开发研究的起源之一。柏拉图系统的开发成功实现了开发研究中“用产品解决教育问题”的理念。由于时代的限制，柏拉图系统更多只能关注行为主义的思想 and 开发研究中“开发”的流程。通过对第二个案例——Lab3D 虚拟实验平台的分析，可以看到更多有关开发研究“理论指导设计”的内容。

5.2. Lab3D 虚拟实验室

Lab3D 虚拟实验室是由杭州师范大学徐光涛教授团队研发的网站，主要运用 Web3D 研究探究式学习过程建模与行为量化评估等科学问题，目标是实现对学生多层次、精准化的客观评价。其诞生背景则有以下两点：1.硬件不再成为软件开发的限制，计算机性能的提升，VR 设备可用性的增强确保软件的流畅运行，软件有一众 Babylon.js、Vue.js、Node.js 等 JavaScript 库的支持，使 Web3D 易于呈现出令人满意的效果；2.新概念和新理论众多，如建构主义、基于设计的研究、扎根研究等一系列理论方法和范式，网站的设计拥有足够适宜的理论支撑，确保开发研究的科学性。该网站主要可以分为平台和虚拟实验两个部分，其设计、开发和评估流程完整，理论与技术新颖，是典型的开发研究案例。网站于 2019 年上线，已经历三大版本的更新。表 5 总结了 Lab3D 虚拟实验室的发展历程。

表 5 Lab3D 虚拟实验室发展历程(许作栋, 2020)

版本	理论与设计思路	功能	主要开发技术 (Html5, CSS3, JavaScript 除外)
平台 v1.0	交互设计理论	虚拟实验列表的呈现	无
实验 v1.0	探究式学习、虚拟实验、	虚拟场景交互、UI 交互	jQuery.js,

交互设计、脚手架理论

Raphaël,
Anime.js,
Animate.css

平台 v2.0	新增：科学方法流程思想、ECD 和过程性评价理论、情感化设计理论、多媒体学习认知理论	新增：登录、注册、实现教师端（查看班级学生实验情况），学生端（加入班级、记录实验情况）、评价	新增：jQuery.js
实验 v2.0	新增：自由探究	新增：2 个虚拟实验，记录实验数据并分析评价	Ajax.js
平台 v3.0	新增：行为科学理论、学习分析理论、学习仪表盘设计、知识图谱设计	技术迭代，使用 Vue2.0 重构整个平台。新增：学习仪表盘，知识图谱	Vue.js, Quasar, Neo4j, Node.js, Highcharts
实验 v3.0	新增：对话机制	使用 Vue2.0 重构虚拟实验。新增：2 个虚拟实验，对话引导系统	Vue.js, Quasar, Node.js

本研究以最近一次更新——自我调节学习视角下的学习仪表盘为例，详细阐述开发研究思想与流程对实践的指导及作用。

在理论指导设计环节中，主要进行了虚拟实验对教育的作用、虚拟实验室的反馈缺失问题、反馈对高质量自我调节学习的意义、学习仪表盘对科学反馈的作用等内容的陈述。核心在于学习仪表盘、自我调节学习理论对运用虚拟实验室学习的必要性与作用。

在设计指导开发环节中，团队成员基于学习仪表盘、自我调节学习理论的指导，使用 UI 界面设计软件设计了新版平台的 UI 界面，通过该 UI 界面，开发人员可以方便、清晰的知晓设计人员的思想，准确无误的开发出产品，确保理论能够通过设计影响到开发的结果。

在评估开发成果环节中，团队成员基于开发成果设计了课程，设计准实验研究并进行准实验，将开发成果真正应用到了课程中。在实证后通过收集问卷、访谈等方式获取数据，通过分析数据得到初步结论，用初步结论修正开发成果，最后得出核心结论。

教育技术理论准确的影响到了设计、开发和评估三大流程，表面上是通过开发产品改善了教育问题，实际上理论和实践都是功不可没的。Lab3D 虚拟实验室的发展贯彻了开发研究的思想，是典型的开发研究。

5.3. 小结

柏拉图系统是无数智慧的结晶，开发人员努力突破种种限制，在教育技术领域绽放出了灿烂的火花。Lab3D 虚拟实验室作为经典的开发研究成果，在当前的研究环境下为开发研究提供了有意义的支撑，在开展开发研究的过程中不断向前探索。从二者的发展变迁来看，未来的开发研究发展存在如下趋势：1. 必然要遵循“设计—开发—评估”的完整流程；2. 需要注重软硬件的相互结合；3. 需要注重设计与评估环节以便更好的检验开发成果。

6. 启示与建议

开发研究作为早期教育技术领域重要的研究之一，是重要的、必要的，对开发研究的深入研究实际上也是对教育技术领域的深入研究。因此开发研究值得学者们的更多关注。根据以上分析与举例总结，本研究主要有以下三点启示与建议：

6.1. 遵循设计、开发与评估的流程

开发研究不只有开发，设计与评估也是必不可少的。遵循设计、开发与评估的流程就是按照理论指导设计，设计指导开发，评估开发成果的思路开展研究的过程。如果将开发研究比作造房子，那么设计是开发的参照图，指明房子的位置与样式；开发是研究的基石，运用各种工具和材料制造房子；评估是对开发成果的检验，检验房子的稳固性并给房子增添装饰，让房子能住的更舒服。无论缺少哪一步骤或改变研究顺序，研究都无法顺利开展。在遵循开

发研究流程的同时要注意每个流程的不合理性, 及时对相应流程进行修改, 确保理论的指导准确传递到产品, 产品的使用影响、缓解甚至解决了教育问题。

6.2. 理解开发作用, 明确开发地位

开发这一流程的重要性毋庸置疑, 它是承上启下的流程, 是直接产出成果的步骤, 还是研究时间周期最长的部分, 但开发研究中并不只有“开发”。如果仅仅将目光停留在开发这一环节, 就会导致目标偏移, 进而忽略教育技术和开发研究的根本目标——满足学习者的需要, 缓解教育问题。“开发”是开发研究的基石, 是研究中不可或缺的一部分, 但它也并非开发研究的全部。因此, 在开展开发研究中, 既要产品产出时给予开发足够的资源, 重视开发的难度, 也要在论文的撰写中将它放下, 减少对开发过程的介绍, 将更多的空间留给设计与评估。

6.3. 确定研究性质, 厘清研究重点

在开展开发研究时, 需要确定开发成果的形式和侧重点。如果是强开发研究则要注重设计与评估, 如果是弱开发研究则要注意开发及开发的方式。弱开发研究扩展了开发研究的边界, 却也带来了边界模糊不清的问题, 如果不注重开发及其成果, 则容易变为基于设计的研究。强开发研究能更好的解决微观问题, 但相对而言难度更大, 导致整个研究重心偏移, 研究变为软件开发流程, 背离了缓解教育问题这一目的。此外, 要明确理论与实践如何缓解甚至解决教育问题, 确定研究重点有利于更好的制定研究路线, 从而准确开展开发研究。

参考文献

- 陈向东, & 乔辰. (2014). 增强现实学具的开发与应用——以“AR 电路学具”为例. 中国电化教育(9), 105-110.
- 杜丽, 林筑英, & 尹兵. (2011). 网络课程教学游戏开发中的 VR 技术应用. 中国远程教育(13), 76-80.
- 方晶, & 陈章其. (2007). 移动学习资源的开发初探. 现代教育技术, 17(7), 55-60.
- 高铁刚, & 王蓉. (2011). 中国教育技术学研究取向问题研究. 电化教育研究(11), 16-22.
- 焦建利. (2008). 基于设计的研究: 教育技术学研究的新取向. 现代教育技术, 18(5), 5-11.
- 黎加厚. (1997). 从课件到积件: 我国学校课堂计算机辅助教学的新发展 (上). 电化教育研究(3), 10-15.
- 徐晓东. (2003). 教育技术学的研究领域及其研究方法. 电化教育研究(9), 9-14.
- 许作栋. (2020). 面向探究式学习的 Web3D 虚拟实验交互设计研究. 杭州师范大学,
- 杨开城. (2004). 教育技术学——“开发取向”的教育理论探究. 教育研究, 25(5), 30-34.
- 张安生. (2020). 柏拉图系统 现代远程教育系统之源. 文明(6), 136-151.
- 张伟远. (2004). 网上学习环境评价模型, 指标体系及测评量表的设计与开发. 中国电化教育(7), 29-33.
- 张文兰, & 刘俊生. (2007). 基于设计的研究——教育技术学研究的一种新范式. 电化教育研究(10), 13-17.
- 赵兴龙, 梁玮, & 张雯. (2007). 开发性研究的内涵及其实践. 现代教育技术, 17(7), 14-18.
- Finney, T. L. (2019). Confirmative Evaluation: New CIPP Evaluation Model. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 18(2), 23. doi:10.22237/jmasm/1598889893
- Jones, S. (2018). The > friendly orange glow: The untold story of the PLATO system and the dawn of cyberculture. *New Media & Society*, 20(11), 4405-4408. doi:10.1177/1461444818784306
- Richey, R. C. (1994). *Developmental Research: The Definition and Scope*.
- Rita, C., Richey, J., & Nelson, W. (2002). *Developmental research: studies of instructional design and development*. *Handbook of research on educational communications and technology*. Washington: Association for Educational Communications and Technolog, 1101.

基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統用於增進學習成效

A Situational Learning System Based on the Principle of Mind in Motion and Improve Learning Performance

林孟衡¹, 張家穎², 楊舒涵^{3*}, 曾虹維⁴, 王振漢⁵, 陳國棟⁶

¹²⁴⁶ 中央大學資訊工程學系

³ 健行科技大學餐旅管理系

⁵ 中央大學學習科技研究中心

*yoko@uch.edu.tw

【摘要】 情境學習讓學習者透過與情境之間的互動獲取知識，現階段有許多情境學習的方式，然而這些設計缺乏凍結的概念，使得學習者較不易掌握知識細節。因此，本研究提出一款基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統，行動形塑思維的理論認為思維是動態的、不斷變化而難以捕捉，需要凍結成靜止狀態才能掌握和理解。本系統以數位魔鏡的形式，提供鏡式學習的環境讓學習者可以在情境中具身學習，並可以看見自己的學習表現，理解相關知識並展現學習成果。實驗結果顯示，基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統對於一般的情境學習系統更能提升學習成效。

【關鍵字】 情境學習；具身認知；行動形塑思維；數位魔鏡

Abstract: Situated learning emphasizes that the learning context should be matched with the actual application environment. The theory of "Mind in Motion" states to grasp the flow of thinking and events, it is necessary to freeze dynamic events to illustrate the components and structures in the event with images to understand and apply knowledge. However, most of the current situational learning systems lacks the description of static structures to interpret knowledge and concepts. Based on Mind in Motion, this research designs a digital situational learning system. Using digital magic mirror, learners can integrate into the context and learn. While learning knowledge skills, by freezing the dynamic event process and then returning to the dynamic situational space to apply the learned knowledge.

Keywords: Situational Learning, Mind in Motion, Embodied Cognition, Embodied Interaction, Digital Magic Mirror

1. 緒論

1.1. 研究背景

情境學習指出獲取知識的過程與所處的環境有密切關係，透過與環境之間的互動來學習知識(Brown et al., 1989)，可以促進知識移轉至現實生活中(Choi & Hannafin, 1995)，且對於學習成效也有明顯的幫助並提升學習者的學習動機(Chiang et al., 2018; Giasiranis & Sofos, 2016)。然而，當學生融入情境中學習時會較難察覺自己的學習狀況，而使反思學習效果不佳，且過往的情境學習系統缺乏凍結的概念，較少考量到將學習模式以靜態和動態的方式融合在一起。因此我們參考了心理學家Tversky提出的一種新穎的概念－「行動形塑思維(Mind in Motion)」，其提出圖像可以描述事件中包含的元件及其之間的空間結構，將動態的思維凍結成靜止狀態才能掌握和理解。

本研究參考上述理論，欲設計一款基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統，讓學習者可在動態空間學習並展現成果，也可以凍結動態情境，加上靜態圖像幫助學習者學習知識，藉此探討該系統對於學習者在學習動機與學習成效方面之影響。

1.2. 研究目標

本研究希望透過基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統，以數位魔鏡的形式讓學習

者可以在情境中具身學習，數位魔鏡可以讓學習者在動態的空間中學習和應用所學知識，同時也可以將動態的事件凍結成靜止狀態，以圖像去解釋事件中組成元件的結構，幫助學習者理解知識，鏡式學習的環境也能讓學習者看見自己的學習表現。

1.3 研究問題

本研究共提出以下三個問題：

1.3.1 如何製作一款基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統？

1.3.2 如何利用「數位魔鏡」提升學習者的學習成效？

1.3.3 驗證基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統是否可以提升學習者的學習成效及學習動機。

2. 相關研究

2.1. 情境學習

情境認知的概念最早由 Brown 等人提出，主張知識的學習不應該脫離知識的應用情境，學習者可透過與相關情境之間的互動來獲得知識(Brown et al., 1989)。情境學習以情境認知的概念為基礎，重視學習成員間的參與互動，強調如需將知識應用於實際生活中則需要在該環境下學習(Lave & Wenger, 1991)。營造情境的方式有很多種，像是真實學習(Authentic Learning)將學習內容結合現實世界的議題與應用，為邊做邊學的學習法(Sarah, 2016)，可以提高學習成效(Brundi et al., 2010; Ornellas et al., 2018)與反思學習的機會(Herrington et al., 2014)。而戲劇式學習(Drama-based Learning)則是讓學習者們置身於不同的情境中並共同演出一齣戲劇，在不斷的相互合作、互動下可以加強學習者的社交能力(Erbay & Doğru, 2010)，提升學習者學習活動的參與度(Dawson & Lee, 2018)，與解決問題的能力(Galante & Thomson, 2017)。

2.2. 具身互動式的情境學習

具身認知(Embodied Cognition)的觀點認為認知並非只是一種單純在腦中的活動，而是建立於情境中由思維、身體和環境之間的相互作用(Clark, 1998)。具身互動(Embodied Interaction)則是延伸了具身認知理論，為一種描述使用者與電腦、機器的互動模式，其著重於使用者在實際世界中運用身體和感知與電腦的虛擬世界之間的互動，並透過富有意義的互動模式將真實世界連結起來(Dourish, 2004)。

隨著科技迅速發展，在硬體設備及技術進步的支持下，數位化的情境學習系統誕生，使用者透過傳統的人機互動介面，如滑鼠游標、鍵盤等去操控遊戲中的虛擬替身(Avatar)來具身沉浸於情境中；或是使用虛擬實境(Virtual Reality)技術製作學習平台，其獲得的學習效果會優於傳統的教學方式(Alfadil, 2020; Chen et al., 2021)。情境學習系統多注重於在情境空間中的應用學習，數位化的情境學習系統相較於傳統實體環境更方便建立學習情境。此外，讓使用者可以親身進入數位情境中具身學習會比使用滑鼠、鍵盤操控虛擬替身更為靈活。情境教室為傳統情境學習的應用之一，例如建立英語村模擬真實場景，來訓練學生的口語能力(Hengki et al., 2017)。隨著科技的進步，軟硬體設備的支持下，數位化的情境學習系統因應而生，像是在電腦遊戲裡以動畫方式模擬詩人寫詩的情境畫面，幫助學生理解詩歌的含意(Chen & Lin, 2016)。或者利用由 Linden 實驗室開發的 Second life，透過小組競賽的遊戲方式來幫助學習者學習醫學的相關理論與概念。此外也有將虛擬實境(Virtual Reality)與情境學習做結合的英語學習平台，透過與場景中物件的互動來做發音練習(Alfadil, 2020; Chen et al., 2021)。而教練系統(Coaching System)則是在數位化場景中教導使用者運動相關的知識，並給予適當回饋，如訓練跑步姿勢的教練系統(Liu et al., 2022)和舞蹈訓練系統(Maharaj-Pariagsingh & Mohammed, 2021)。另外，數位學習劇場(Digital Learning Theater, DLT)也是一種具身互動式的數位學習平台，透過 kinect 將人像擷取進數位場景中，使學生可以親身進入學習環境中並依照腳色給予不同服裝增加融入感(Wu et al., 2015)。由上述研究可以發現，數位化的情境學習系統比起實體的情境教室能更快速方便搭建學習環境，其中讓學習者親身進入會比使用鍵鼠操控的 Avatar 更有身歷其境的體驗。

2.3. 行動形塑思維

Tversky 提出的行動形塑思維(Mind in Motion)的理論認為語言其實是根植於空間世界中，原因是人類比起抽象思考更擅長於空間思考，人類藉由對空間的認知去感受動態空間環境中的人事物之間的關係，從而獲得其中的涵義 (Tversky, 2019)。除此之外，該理論也提及到姿勢(Gestures)和圖形(Graphics)比起語言更能直接表達出思維想法。而行動形塑思維的原則套用至具身學習，則發現通過跟語意相符的動作和隱喻(Metaphor)可以增強知識的意義，且手勢動作可以引導學習者的注意力，並與學習者的思維建立明顯的聯繫而有助於學習(Nathan, 2021)。

由於思維是流動且不斷變化的，會受到時間和空間等因素影響而難以捕捉。為了方便學習者掌握流動的思維和事件，只有將它凍結住，以圖像的方式去說明事件中的元件之間的關係和空間結構進而習得背後的涵義(Tversky, 2019)。而且圖像也比起文字更能具體地描繪事件中的元件、空間結構，使學習者更容易記憶，不僅可以縮短學習需要的時間，也可以提高對知識的理解(Kouyoumdjian, 2012)。

因此可發現行動形塑思維的理論連結至具身學習不僅能幫助學習者思考，也可以將學習的知識內容富有意義。然而，在過去的數位學習劇場中可發現多偏重於在動態的環境中學習和應用，並無使用凍結空間的概念，和以圖形的方式說明事件中的元件之間的架構和空間位置等資訊，使得學習者知識和空間的聯想較為薄弱。

2.4. 數位魔鏡

數位魔鏡以鏡子結合螢幕顯示器的方式，讓使用者在看見自己的同時也看見螢幕上顯示的資訊，而可以有多種不同類型的應用。有些學者將數位魔鏡的概念應用至教育領域，特別是需要學習者動手實作學習的科目，像是解剖學(Blum et al., 2012; Bork et al., 2019; Meng et al., 2013)與汽車修理(Fiorentino et al., 2016)。且也有研究指出數位魔鏡透過準確的動作分析、重複輔導和有趣的特效能有效提高學習者的積極度(Kim et al., 2004)。

數位魔鏡的應用範圍廣泛，在教育上通常是運用在需要模擬操作流程的課程中，帶給學習者不同的學習體驗。而由於數位魔鏡的特性，不僅可以營造情境讓學習者在動態的環境中學習，也同時可以提供靜態圖像說明凍結住的動態知識內容，且在學習過程中又因鏡式學習的概念可以讓學習者看見自己的學習表現，發現自己的不足(Wu et al., 2015)，因此本研究使用數位魔鏡實作基於行動形塑思維原則設計之情境學習系統。

3. 方法設計

3.1. 設計理念

本研究提出「基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統」的學習模式，設計了一款數位魔鏡，數位魔鏡為鏡子與螢幕顯示器的結合，學習者可在展演過程中看見自己的動作表現，同時魔鏡也可以靜態的圖像來告訴學習者事件中的元件結構和對應的空間位置，讓學習者理解知識並應用所學知識，修正動作。

3.2. 系統架構

數位魔鏡基於行動形塑思維原則設計了動態情境系統可以播放情境教學影片及作動態的成果展現；靜態情境系統可以達成畫面凍結，然後加上圖像去指引空間位置和說明知識，示意圖如圖 1 所示，可以讓學習者清楚了解該情境下的事件資訊。使用者主要分為老師與學生，如圖 2 所示，老師可以使用電腦程式依照教材內容編輯情境劇本，並設定場景、素材等；而實際展演時可以操作平板 APP 來控制魔鏡的進度和提示等等。學生端除了可以使用數位學習劇場學習多元知識，還結合了 Microsoft Azure Cognition Service 製作面部表情辨識、語音合成等功能。

由於 Kinect 在追蹤人像骨架時對於偵測手部關節點的部分僅能標示出手掌位置，因此無法分辨出手指細部動作，故系統的姿勢辨識功能的實作使用了 Google MediaPipe Pose API 追蹤人像骨架，並且搭配使用 Hand API 來收集手指關鍵點座標值作為特徵資料，以 Scikit-Learn 中提供的隨機森林演算法訓練姿勢辨識的模型，根據學習者作出的動作進行辨識，再依辨識

結果給予相對應的回饋，姿勢辨識的運作流程如圖 3 所示，只有當回傳的動作類別和表情皆正確時，系統才會判定為動作正確。



圖 1 數位魔鏡之系統畫面示意圖

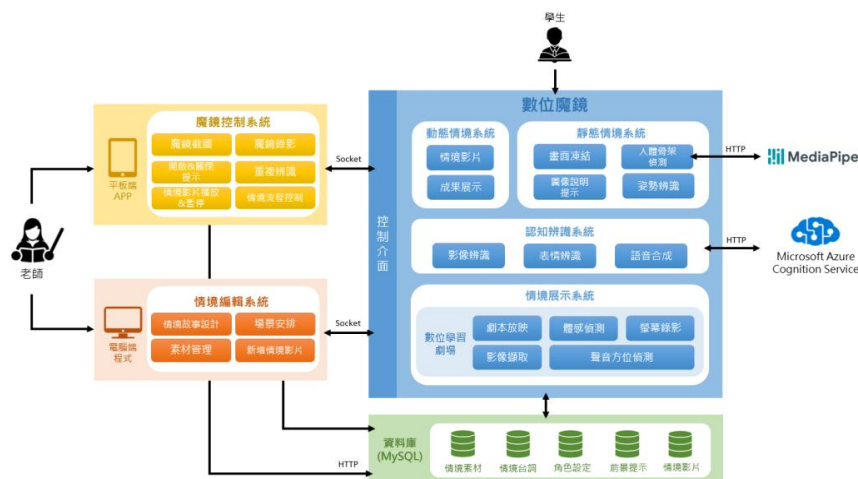


圖 2 系統架構圖

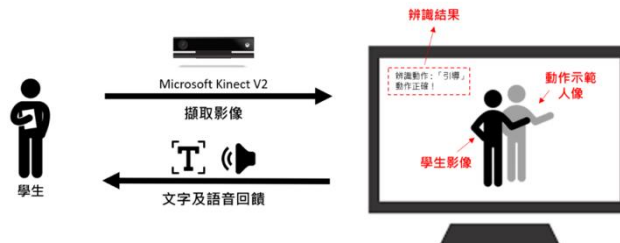


圖 3 數位魔鏡上的姿勢辨識流程

4. 實驗

4.1. 施測工具

為了解學生使用不同的情境學習系統後對其日語及餐旅服務知識學習之影響，本研究使用前、後測做為評量學生學習成效評量工具，該前、後測試卷則由專業日語教師根據學習範圍出題和批改，分數範圍從 0 到 100 分，然後以 ANCOVA 進行分析與比較。此外為了解學生對於其使用的情境學習系統的觀感，本研究參考 ARCS(Keller, 2010)以及 MSLQ(Pintrich & De Groot, 1990)所提出的學習動機指標來設計問卷，內容包含學習動機、學習效益、自我效能三個面向，其值以 Likert 五點量表呈現學生感受，評量等級為 1 分-「非常不同意」至 5 分「非常同意」。

4.2. 研究對象

本研究與桃園市某科技大學的教師合作，從餐旅日語課程中隨機挑選兩個班級，共 60 人作為本次實驗的受試者，其平均年齡為 21 歲，並隨機分成實驗組和對照組。實驗組共 30 位，包含 16 位男同學及 14 位女同學；對照組共 30 位，包含 10 位男同學及 20 位女同學。

4.3. 實驗流程

兩組在實驗的過程中皆完全獨立且互不影響。實驗時程為期六週，實驗組及對照組遵循相同流程進行實驗，可見圖 4。並且兩組皆由相同的教師以相同的教材指導教學，老師會依上課進度安排學生以小組為單位完成劇本演出，其中組別會依據學生成績進行 S 型分組以確保各組能力相近。實驗組使用基於行動形塑思維原則設計的數位魔鏡情境學習系統來學習相關知識；對照組使用一般的數位學習劇場進行學習。本研究於實驗前後分別進行課前測與課後測以評量其學習成效，並搭配相關問卷量表作進一步分析其使用後的感受，以探討「基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統」對於學習者的影響。

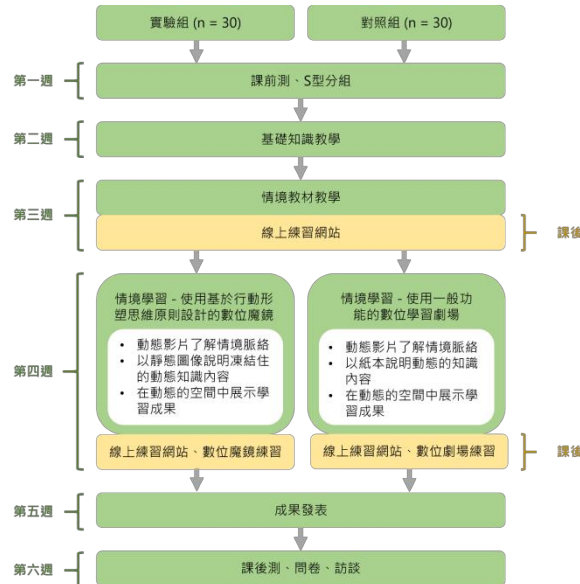


圖 4 實驗流程圖

5. 結果分析與討論

5.1. 前後測驗

本研究採用單因子共變數分析(ANCOVA)，以 SPSS 22 統計分析軟體，透過對於實驗組與對照組在使用本系統進行餐旅日語學習的前後測的學習成效表示，實驗組與對照組分別在調整後平均數的差異檢定統計量 $F = 4.071$ ，顯著性 $p = 0.048 < 0.05$ ，表示達到統計的顯著水平，顯示實驗組與對照組在後測分數上有顯著差異存在，而且實驗組修正後平均(Adj. $M = 78.582$)高於對照組修正後平均(Adj. $M = 71.418$)。上述結果可驗證本研究的「基於行動形塑思維原則設計的情境學習系統」優於一般情境學習系統所能達成的學習成效，可推薦教育者作為一種有效的教學方法。

5.2. 問卷

問卷為關於學習者對於數位魔鏡的使用感受，包含學習動機、學習效益、自我效能三個面向，其 Cronbach's Alpha 為 0.947，顯示此問卷為高信度問卷，使用獨立 t 檢定來分析實驗組(E)和對照組(C)的表現是否有所不同，結果發現在學習動機($M_E = 4.22, SD_E = 0.59; M_C = 4.11, SD_C = 0.79$)、學習效益($M_E = 4.26, SD_E = 0.59; M_C = 4.24, SD_C = 0.76$)、自我效能($M_E = 4.19, SD_E = 0.65; M_C = 3.88, SD_C = 0.96$)，兩組的作答狀況之平均分數均呈正向，且落在「同意」區間(4 分以上)，進一步檢視三個面向之顯著性，其 p 值分別為 0.043、0.030、0.001，皆小於 0.05，達顯著標準，意謂實驗組數位魔鏡的使用感受顯著高於對照組，表示使用數位魔鏡學習並無降低學習者的學習動機，且仍具正向影響。為進一步了解使用者對於數位魔鏡的使用感受，對實驗組進行訪談，獲得的回覆有「藉由靜態的示範人像可以做為學習的參照，而了解在做姿勢動作時手腳要如何擺放。」、「在學習的過程中藉由模仿示範人像可以輔助其學習姿勢動作。」

等許多關於魔鏡中凍結事件的圖像解說和引導的正向回饋。綜合上述結果，我們的系統對增進學習有相當的助益。

6. 結論

本研究以行動形塑思維作為原則，設計了讓學習者藉由與數位魔鏡互動，融入情境並學習知識的情境學習系統。數位魔鏡可讓學習者觀摩動態的情境影片了解情境脈絡，並以靜態圖像說明凍結後的動態知識重點，且學習者可以回到動態的情境中完成學習，從魔鏡中看見自己與圖像之間的差異來修正動作，並由魔鏡即時辨識及給予回饋。從實驗結果顯示，使用基於行動形塑思維的原則設計的數位魔鏡之組別在學習成效方面優於使用一般數位學習劇場之組別，而問卷結果也表明數位魔鏡在學習者的動機與效益皆保有正面影響。訪談也顯示學習者對於數位魔鏡持有正面的看法，除了能幫助其對於空間概念的理解，也能夠輔助學習正確的動作姿勢，這些正向影響可讓數位魔鏡被推薦做為一種教學方式。

致謝

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號：MOST 109-2511-H-008 -004 -MY3；MOST 111-2410-H-008 -012 -MY3；MOST 111-2811-H-008-008。

參考文獻

- Alfadil, M. (2020). Effectiveness of virtual reality game in foreign language vocabulary acquisition. *Computers & Education*, 153, 103893.
- Blum, T., Kleeberger, V., Bichlmeier, C., & Navab, N. (2012). miracle: An augmented reality magic mirror system for anatomy education. 2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW).
- Bork, F., Stratmann, L., Enssle, S., Eck, U., Navab, N., Waschke, J., & Kugelmann, D. (2019). The benefits of an augmented reality magic mirror system for integrated radiology teaching in gross anatomy. *Anatomical sciences education*, 12(6), 585-598.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Brundiers, K., Wiek, A., & Redman, C. L. (2010). Real - world learning opportunities in sustainability: from classroom into the real world. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.
- Chen, C. H., Hung, H. T., & Yeh, H. C. (2021). Virtual reality in problem - based learning contexts: Effects on the problem - solving performance, vocabulary acquisition and motivation of English language learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 851-860.
- Chen, H.-R., & Lin, Y.-S. (2016). An examination of digital game-based situated learning applied to Chinese language poetry education. *Technology, Pedagogy and Education*, 25(2), 171-186.
- Chiang, P.-Y., Lee, C.-H., Lin, S.-H., Fan, C.-Y., Chen, Y.-H., & Chen, G.-D. (2018). A Situational Comic Play Drama Learning System to Enhance Students' Learning Motivation. EdMedia+ Innovate Learning.
- Choi, J.-I., & Hannafin, M. (1995). Situated cognition and learning environments: Roles, structures, and implications for design. *Educational technology research and development*, 43(2), 53-69.
- Clark, A. (1998). *Being there: Putting brain, body, and world together again*. MIT press.
- Cohen, J. (1992). Statistical power analysis. *Current directions in psychological science*, 1(3), 98-101.
- Dawson, K., & Lee, B. K. (2018). *Drama-based pedagogy: Activating learning across the*

curriculum. Intellect Books.

- Dourish, P. (2004). *Where the action is: the foundations of embodied interaction*. MIT press.
- Erbay, F., & Doğru, S. S. Y. (2010). The effectiveness of creative drama education on the teaching of social communication skills in mainstreamed students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4475-4479.
- Fiorentino, M., Radkowski, R., Boccaccio, A., & Uva, A. E. (2016). Magic mirror interface for augmented reality maintenance: an automotive case study. *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*.
- Galante, A., & Thomson, R. I. (2017). The effectiveness of drama as an instructional approach for the development of second language oral fluency, comprehensibility, and accentedness. *Tesol Quarterly*, 51(1), 115-142.
- Giasiranis, S., & Sofos, L. (2016). Production and evaluation of educational material using augmented reality for teaching the module of “representation of the information on computers” in junior high school. *Creative Education*, 7(9), 1270-1291.
- Hengki, H., Jabu, B., & Salija, K. (2017). The effectiveness of cooperative learning strategy through English village for teaching speaking skill. *Journal of Language Teaching and Research*, 8(2), 306-312.
- Herrington, J., Parker, J., & Boase-Jelinek, D. (2014). Connected authentic learning: Reflection and intentional learning. *Australian Journal of Education*, 58(1), 23-35.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: the ARCS Model Approach*. Boston, MA: Springer.
- Kim, I.-J., Lee, H. J., & Kim, H.-G. (2004). Magic Mirror: A new VR platform design and its applications. *Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*.
- Kouyoumdjian, H. (2012). Learning Through Visuals. https://www.psychologytoday.com/us/blog/get-psyched/201207/learning-through-visuals?fbclid=IwAR2ewuEyxAa_5IRWQmvFeKQhzo7_xqEVH9nWyAaRhHgX3vM45YoW9sWdXTSD8
- Liu, J., Saquib, N., Chen, Z., Kazi, R. H., Wei, L.-Y., Fu, H., & Tai, C.-L. (2022). VCoach: A Customizable Visualization and Analysis System for Video-based Running Coaching. *arXiv preprint arXiv:2204.08805*.
- Maharaj-Pariagsingh, L., & Mohammed, P. S. (2021). DanceTutor: An ITS for Coaching Novice Ballet Dancers Using Pose Recognition of Whole-Body Movements. *International Conference on Artificial Intelligence in Education*.
- Meng, M., Fallavollita, P., Blum, T., Eck, U., Sandor, C., Weidert, S., Waschke, J., & Navab, N. (2013). Kinect for interactive AR anatomy learning. *2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*.
- Nathan, M. J. (2021). *Foundations of embodied learning: A paradigm for education*. Routledge.
- Sarah, P. (2016, APRIL). Authentic learning: what, why and how? Retrieved from http://www.acel.org.au/acel/ACEL_docs/Publications/e-Teaching/2016/e-Teaching_2016_10.pdf
- Ornellas, A., Falkner, K., & Stålbrandt, E. E. (2018). Enhancing graduates' employability skills through authentic learning approaches. *Higher education, skills and work-based learning*.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33 – 40.
- Tversky, B. (2019). *Mind in motion: How action shapes thought*. Hachette UK.

Shih, J. L., Jiang, B., Lee, M. H., Yin, C. J., Sun, D. E., Lu, Y. (Eds.) (2023). *Main Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 27th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2023)*. China: Beijing Normal University.

Wu, W., Luo, Y., Huang, D., Huang, C., Peng, Y., & Chen, G. (2015). A Self-Observable Learning Cinema in the Classroom. The 23rd International Conference on Computers in Education.

课程思政融入师范类院校现代教育技术公共课的策略研究

The Strategy Design Study of the Integration of Curriculum Ideology into the Common Course of Modern Educational Technology at Normal Universities

杨芳婷*

*杭州师范大学 经亨颐教育学院
2514216657@qq.com

【摘要】当前，课程思政教学改革正如火如荼进行，高等院校所开设的各类课程均要求与课程思政同向同行，形成协同效应。本研究主要通过文献研究法详细探讨课程思政的起源、本质等问题后，深入探究思政元素融入现代教育技术公共课的现实意义与具体策略方法。

【关键词】 课程思政；现代教育技术公共课；策略研究

Abstract. Nowadays, the reform of ideological and political teaching is in full swing, and all kinds of courses offered by colleges and universities are required to follow the same course of ideological and political teaching, forming a synergistic effect. After discussing the origin and essence of ideological and political elements in the curriculum in detail through literature research, this study deeply explores the practical significance and specific strategies of integrating ideological and political elements into modern educational technology public courses.

Keywords: Ideological and Political Education in the Courses ,Modern Educational Technology Common Course, Implementation Strategies

1.引言

中共中央一向重视学生在思想品德方面的培育，并且将立德树人作为我国教育的根本目的。为了达成这一根本的教育目的，习近平总书记提出“其他各门课都要守好一段渠、种好责任田，使各类课程与思想政治理论课同向同行，形成协同效应”（习近平，2017）。各类高校课程的开设要紧紧遵循《高等学校课程思政建设纲要》等相关政策文件的指引，努力做到高校各类课程与思政元素的紧密结合。

我国高等师范院校广泛开设师范类公共教育课程，目的是为我国的教育事业持续输送各类教育人才，助力我国教育现代化改革。教师是教育事业的基石，师生联系紧密，良好的师德师风建设是学生健康发展的基础。因此，师范院校应该注重师范类公共课程与思政元素融合的教学改革探索与实践。现代教育技术作为一门帮助学生掌握现代教育技术基础知识，培养学生教育技术应用能力，有力助推我国现代化教育改革的师范类教育公共课，应该积极响应国家课程思政政策的号召，探寻思政元素有机融入到日常教育教学中的有效策略手段。从当前已有研究与实践来看，如何在现代教育技术公共课中融入思政元素还未得到广泛研究。为此，本研究聚焦“如何将课程思政有机融入到现代教育技术公共课中”之研究问题，对为何、及如何在现代教育技术公共课中有机融入思政元素开展研究。

2.现代教育技术公共课开展课程思政教育的必要性分析

2.1 课程思政内涵

“课程”是课程，“思政”是思想政治教育。课程思政并不是一门课程或多门课程的简单叠加，而是注重思政元素的无痕融入，使学生在春风化雨中浸润于思政教育当中，起到“润物细无声”的效果。课程思政改革是高校教学的一次伟大革新，它提倡将以往束之高阁的马克思主义理论有机贯穿于教学全过程，深入挖掘所教授课程隐含的思政元素，充分发挥每门课程的思想育人功能(Dong, Y,2018)。

党的二十大报告指出，要办好人民满意的教育，全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人(习近平，2022)。课程思政的核心要义是立德树人，要让学生在学习知识的同时得到思想上的升华，成为既有渊博学

识又有道德情操的社会主义接班人。课程思政的根本理念是协同育人,要寻求课程与思政的契合点,巧妙将思政元素融入其中,从而有效解决思政教育在大量专业课程中的缺失,使课程思政与高校专业公共课程协同发挥作用(陈清和李万银,2021)。

2.2 现代教育技术公共课开展课程思政的现实意义

《中国教育现代化2035》(2019)指出要建设高素质专业化创新型教师队伍。大力加强师德师风建设,将师德师风作为评价教师素质的第一标准,推动师德建设长效化、制度化(中央国务院,2019)。这为我国高等师范院校教育类课程的开设指明了方向。现代教育技术作为面向全校师范生广泛开设的公共课,旨在提高师范生的信息化教学应用能力。学生通过了解当前教育技术的学科前沿知识,提高其专业竞争力,扩大就业优势。

2.2.1 思政元素融入现代教育技术公共课有助于提高教学质量

思政元素与现代教育技术公共课的有机融合,有助于两者形成协同效应,学生掌握知识技能的同时,将社会主义核心价值观贯穿其中,提高了教学质量。传统公共课的教学中,学生可能会感到教学内容的单一无味,缺乏学习激情,导致注意力难以集中,学习效率低下等问题。将思政元素巧妙融入到课堂教学中,在专业知识讲解过程中增加人文历史方面知识的渗透,拓宽学生的知识面。在达成原有的教学目标的同时,提高教育质量。

2.2.2 思政元素融入现代教育技术公共课有助于学生个人发展

学生学习知识技能,未来是面向个人发展的。师范生作为未来教师的中坚力量,是未来国家教育的希望。思政元素有机融入到师范类公共课程教学中,注重学生思想品德的培育,有助于学生专业核心素养的形成,提升学生整体竞争力。当前社会急需高水平创新人才,在教授过程中注重对学生创新意识的激发与培养,知识中植入正确的教师职业素养观念,促使学生成为兼具师德师风的创新人才,如此符合未来人才培养趋势,进一步促进学生能力发展,为学生未来发展保驾护航。

3. 课程思政融入现代教育技术公共课的策略方法

关于课程思政具体落实到高校课程以致达到“思政课堂”最优教学效果的方法,许多专家学者、一线教学工作人员都给出了自己的见解。田鸿芬、付洪(2018)在进行了详细的课程思政融入高校专业课可行性分析后,从宏观的层面指出要从“顶层设计、问题导向、民族意识”三个角度来落实具体教学工作。赵富学等人(2020)从具体的体育课程教学角度出发,阐述了“立德树人”视域下课程思政与体育课程之间“指向、责任、体系、过程、功能”五方面的内在联系。罗仲尤等人(2019)从教师站位出发,提出高校教师对于推进课程思政融合的重要地位,并从“机制优化、制度构建、责任自觉、能力提升”详细论述教师如何努力才能实现课程思政最大效益。

总体来说即在教学过程中,教师既作为专业知识的传授者,又作为学生美好心灵的培育者,讲授知识的同时,注重加强学生的师德师风教育,引导学生树立“学高为师、身正是范”的职业理想,培育爱国守法、尊师重教的职业操守,培养学生传道、授业、解惑的能力,进而培育出一大批既有渊博学识又有仁爱之心的师范类人才,使其达到双重育人乃至多重育人的教学目的。笔者对于专家学者的看法进行归纳总结创新,以此得出课程思政有机融入现代教育技术公共课的策略方法。

3.1 联系历史,体会文化内涵

“课程思政”中教师不仅要系统而科学地传授知识,还要重视建立知识与人、与生活多向度的交融关系(邱伟光,2017)。教师在教学过程中要充分考虑思政知识的切入点,深入研究发现思政元素与课程内容的契合点。结合学生已有的知识经验水平,进一步找寻隐藏在专业知识背后的人文精神与文化底蕴,将隐含的思政知识融入到教育教学中,实现隐性教育与显性教育的和谐统一(王学俭和石岩,2020)。从而使学生在学习文化知识过程中体会深厚的人文精神,滋润学生心灵,升华学生人格,起到多重育人的作用。

现代教育技术教学过程中,注重引导学生品味理论知识背后的人文精神,体会其中蕴含

的历史价值、思维方式与实现方法。例如讲授“教育技术发展史”时,注意讲授不同时期教育技术发展进程背后不同的教育理论支撑,引导学生探寻学习专家为教育技术理论发展进步做出不懈努力的探索精神与进取精神,借此激发学生对于专家前辈们的敬畏之心。

3.2 立位前沿,感知专业认同感

人工智能、大数据等新兴技术对教育领域的影响日益凸显,《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》明确指出,信息技术对教育发展具有革命性影响,必须予以高度重视(国家中长期教育改革和发展规划纲要,2010)。教育信息化2.0下的信息化教学强调信息技术与教育教学全方面深度融合,现代教育技术公共课就是旨在培养学生的数字素养与信息化教学能力。因此在知识讲授过程中,要下意识引导学生学习浏览专业前沿知识、热点问题,引导学生热爱技术,使用技术,进一步增强学生专业获得感与专业自信。(陈莉,盛遥,谢惜珍,2021)深入剖析前沿技术对教育领域带来的影响,引导学生多维度看待新兴技术,促进学生批判思维、辩证思维的产生。

在讲解“新时代教师能力”这一主题时,突出讲解信息技术对于教育教学所带来巨大变革的同时,帮助学生理解新时代“教师”一词被赋予了更多的内涵:教师不再只是知识的传授者,更多地教师在课堂中作为学生学习的辅助者的角色。帮助学生养成正确的技术应用观,善于使用新兴技术辅助开展教学,同时明白“技术是一把双刃剑”,不能一味地依赖技术,要做技术的主人。过程中引导学生作为教师角色的辛劳,以便学生在职前获得教师使命感与师德师风熏陶,是学生成长为善用技术的新一代创新型教师。

3.3 追本溯源,养成探究精神

复演知识的形成过程,开展知识探究活动。探究学习强调问题导向,侧重知识的科学性与系统性。教师开展教学时,不能一概而过,要将知识点所涉及的一系列内容完整呈现出来。设置驱动性问题供学生分组探究,学生深入挖掘学习内容本源的知识,在交流写作中解决疑难问题,起到培养学生的协作能力与探究精神的目的。

在讲解“教育技术定义”时,针对不同时期教育技术定义不同的定义。教师不仅要从专业知识角度教会学生辨别定义,理解不同时期定义的异同,还要引导学生探究不同时期定义变化的深层原因。学生小组协作进行探究性学习,借助课本知识、网络资源,成员间协作交流,在解决问题过程中不仅获得对知识的深层理解,还获得了协作能力与探究精神,起到多重协同育人的作用。

3.4 参与实践,感悟工匠精神

工匠精神是一种追求精益求精的态度与品质。新时代背景下,工匠精神的内涵进一步丰富,越来越多工作岗位的从业者执着于工匠精神。“工匠精神”将成为普遍追求,除了“匠士”,还会有更多的“士”脱颖而出(聂圣哲,2016)。教师作为教育领域的“一线战士”,也要具备独到的匠心:精心作好教学准备、追求卓越、精进教学、脚踏实地、坚韧不拔、执着于自身教育事业。教育教学过程中,要引导学生树立崇高的职业追求,激发学生的教学热情。其次,引导学生将学科专业知识应用到教学实践中,以理论知识来指导实践操作,过程中注重创新,精益求精,体会作为教师独具的匠心。最后,学生借助新技术辅助教学时,引导学生刻苦钻研信息化教学技能,提升自身职业素养。

例如,在“多媒体课件设计与应用”教学时,学生在课程结束后自行选题制作课件。制作过程中,鼓励学生在内容组织、教学过程设计以及界面设计等方面进行创新,激发学生的创新创造思维,引导学生体会基于设计的乐趣,感悟精益求精、一丝不苟的工匠精神。课件设计要求学生从学习者角度出发,体会作为教师“育人为本”的教师观。在对作品进行多元评价时,增加关于设计性创新性的评价标准,以促进对于教学课件设计工作的创新设计水平。

4. 结语

课程思政有机融入高校课程是未来课程改革发展的总体方向,思政元素全面融入现代教

育技术公共课也是大势所趋。专业课教师不仅要承担传统知识讲授的责任还要肩负育人职责,要训练学生获取扎实的专业性知识,提高学生的专业技能应用水平,还要帮助学生凝练思想性知识,成长为一个身心全面发展、健全的人。师范生作为未来教师的中坚力量,必须在课堂中就对其进行潜移默化的影响,通过多种策略方法与完备的教学设计,增强对于学生思想方面的引领。总的来说,要让高校课堂成为思政教育的下一个主阵地,让培养的学生具备缘事析理、明辨是非的能力,成为德才兼备的新时代人才。

参考文献

- 中共中央政治局。国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020)年[EB/OL].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/207/t20100729_171904.html.2010-07-29。习近平(2017)。习近平谈治国理政:第二卷, 377-379。
- 中共中央、国务院。中国教育现代化 2035[EB/OL].<http://www.xinhuanet.com/politics/2019-02/23>。
- 陈莉、盛遥和谢惜珍(2021)。中国教育信息化。教育技术学专业课程思政教学目标与内容设计的理念与方法,(16), 78-82。
- 陈清和李万银(2021)。课程思政的逻辑与向度[J]。教育文化论坛(1), 28-32。
- 习近平(2022)。高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——习近平同志代表第十九届中央委员会向大会作的报告摘登。人民日报(2)。
- 张笑言和郑长龙(2022)。基于化学新课标的教学策略要素、特点及建议研究[J]。天津师范大学学报(基础教育版), (3), 52-56。
- 邱伟光。(2017)。课程思政的价值意蕴与生成路径[J]。思想理论教育(07),10-14。
- 余文森。(2004)。论自主、合作、探究学习[J]。教育研究(11),27-30+62。
- 王学俭和石岩(2020)。新时代课程思政的内涵、特点、难点及应对策略[J]。新疆师范大学学报(哲学社会科学版)(02),50-58。
- 余江涛,王文起和徐晏清(2018)。专业教师实践“课程思政”的逻辑及其要领——以理工科课程为例[J]。学校党建与思想教育(01),64-66。
- 聂圣哲(2016)。让匠士发光发热[N]。湖北日报, 2016-10-18 (6)。
- 田鸿芬和付洪(2018)。课程思政:高校专业课教学融入思想政治教育的实践路径。未来与发展(04),99-103。
- 赵富学,陈蔚,王杰和陈慧芳(2020)。“立德树人”视域下体育课程思政建设的五重维度及实践路向研究。武汉体育学院学报(04),80-86。
- 罗仲尤,段丽和陈辉(2019)。高校专业课教师推进课程思政的实践逻辑[J]。思想理论教育导刊(11),138-143。
- Dong, Y. (2018). On the Value Connotation of Development from “Si-Zheng Ke-Cheng” to “Ke-Cheng Si-Zheng”. *Ideological and Political Education Research*, 34, 90-92.

國中線上數位信趣數學平台之設計與評估

Design and Evaluation of Online Digital Confidence Interest Mathematics Platform for

Middle Schools

周得揚^{1*}, 葉彥呈¹, 涂弘旻¹

¹台灣中央大學 網路學習科技研究所

^{*}aaronzhou939@gmail.com

【摘要】 數學是國民教育的基礎課程之一，也是世界各國評比基本能力的重要項目。為提升學生學習數學的興趣與成效、建立自主學習習慣是重要的教學目的，發展一套國小線上數位學習平台，稱為「數學島」。由於「數學島」所設計的數位學習平台系統的使用對象為國小學生，較不適合國中生使用。本研究以國小「數學島」為核心，依照國中學生的思考層面，設計國中「數學島」的課程內容及系統平台。參與對象為桃園市國民中學之七年級學生（共約 70 人），在數學課堂中進行「數學島數位輔助學習系統」，觀察其對學習成效之影響。

【關鍵字】 明日數學；數學島；國小數學；國中數學；數位教材

Abstract: Mathematics is one of the basic courses of national education, and it is an important item for evaluating basic abilities in the world. To enhance students' interest and effectiveness in learning mathematics and establish independent learning habits are important teaching purposes, an online digital learning platform for elementary schools is called "Mathematics Island". This study focuses on the "mathematics island" of elementary schools, designs the curriculum content and system platform of the "mathematics island" in junior high schools, according to the thinking level of junior high school students. The participants were seventh grade students of Taoyuan City National High School (about 70 students), conducted the "Mathematics Island Digital Assisted Learning System" in the classroom to observe its impact on learning outcomes.

Keywords: Mathematics of tomorrow, Mathematical island, Primary school mathematics, Junior high school mathematics, Digital textbooks

1. 研究概述

在傳統教室裡，教師使用的教學工具以教科書與黑板為主，傳授知識通常採用直接教學法；學生在課後預習與複習的工具不外乎是到補習班或是使用教科書、習作、作業簿或測驗卷。授課過程以教師為主，學生僅是不斷地吸取教師的授課內容。在這樣的教學模式下，全班學生學習進度統一，但也導致班上的學生的程度逐漸出現差距，程度中上的學生學習進度延滯，程度落後的學生跟不上進度，久而久之，學生開始對數學產生害怕、失去信心、對數學產生焦慮，漸漸地放棄這個科目，最終影響到學生學習數學的動機。本研究延續先前團隊研究之數位線上數學學習平台「數學島」進行研究並應用「信趣數學」的方法，信趣數學的核心為「提高學生的自信心」、「增進自我效能」，「降低學生的數學焦慮」，學生在數學島上根據自己的進度跟狀況，進行個人化學習。數學島運用機器學習技術，作為設計系統和學習活動流程的基礎，給予學生適性化教材，幫助學生解決數學問題，進而提高自信心。

2. 小結

「數學島」是一套自主經營數學學習遊戲，提供學生完整的平台與數學教材給予完整學習歷程，讓學生能根據自己的進度及反思來自學，透過研究分析結果可知，落後學生使用本系統後，數學標準測驗的成績達到顯著進步，並且學生們在應用題的表現超過全國常模標準，

可見系統對於落後學生達到幫助的效果。國小階段與國中階段課程內容有極大的差異，國小數學島以落後學生為出發點，讓學生幫助自己拉近與其他同學的距離；而國中數學島的設計，除了讓學生跟上進度外，經由數學島平台的使用，提前學習新單元之後再到教室聽課，加深學生對該單元的印象，有助於學生的學習；另一方面，學生對自己不熟悉的單元內容，藉由系統的設計，在短時間之內找到該單元的教學影片，從重點切入，補足自己的遺漏。在執行方面，由於國中數學島教材內容編排複雜，包含拍攝教學影片、製作題目、製作解答影片等，在平台方面，考量國中生的思考面向來規劃平台，需花費龐大的時間來準備，因而無法在短時間內推行。

國中數學島在課前幫助學生預習，在課後幫助學生複習，對國中生而言，下課後不在需要前往補習班，只要有設備將可以在每個地方學習。但由於國中數學課程較為複雜，教材方面依照課綱編排的題型較有不足性，因此建議可以依據十二年國教 108 課程綱要內容設計出其他題型，例如：國中會考題型練習、國中素養題型練習等，比照學生三年後面臨的大考題型做準備。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (109-2511-H-008 -012 -MY3) 與「中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- 左台益、李健恆 (2018)。素養導向之數學教材設計與發展。*教育科學研究期刊*, 63(4), 29-58。
- 陳慧芳、石慶得、聞祝達 (2004)。九年一貫國民小學地圖教材內容之探討。*地圖：中華民國國地圖學會會刊*(14), 195-205。
- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校數學領域。*教育部學前教育署*。取自 <https://www.k12ea.gov.tw>
- 吳卉雯、鄭年亨、葉彥呈、陳志洪、陳德懷 (2013)。數學島：國小數學知識地圖之遊戲設計。載於陳明溥、陳文莉 (主編)。第 17 屆全球華人計算機教育應用大會論文集 (pp. 400-406)。北京市：全球華人計算機教育應用學會。
- 張智婷、鄭年亨、葉彥呈、羅怡帆、陳德懷 (2014)。國小數學數位教材之設計原則與經驗。載於陳文莉、顧小清、吳穎洵 (主編)，第 18 屆全球華人計算機教育應用大會論文集 (pp. 631-639)。上海市：全球華人計算機教育應用學會。
- Tomlinson, C. A. (1999). Mapping a route toward differentiated instruction. *Educational leadership*, 57, 12-17.
- Tomlinson, C. A. (2012). Differentiated instruction. In *Fundamentals of gifted education* (pp. 307-320). Routledge.
- Yeh, C. Y. C., Cheng, H. N. H., Chen, Z.H., Liao, C. C. Y., & Chan, T. W. (2019). Enhancing achievement and interest in mathematics learning through Math-Island. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(5), 1-19.

教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式的构建

Construction of Primary School Information Technology Project-based Learning Model

Empowered by Digital Transformation of Education

李草茵^{1*}, 尹栩如¹, 林秋纯¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

*carolyn_cyy@163.com

【摘要】 教育数字化转型是新一轮科技革命和产业变革加速演进下的教育生态系统性创新，也是推动基础教育高质量发展的应然选择。小学信息科技项目式学习能有效培养适应数字社会的人才，与时代诉求相契合。本研究面向教育数字化转型和“双新”、“双减”背景下小学信息科技的人才培养诉求，采用文献研究、理论演绎等方法，明晰了教育数字化转型对小学信息科技项目式学习的赋能作用，构建了教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式，并从环境、过程、评价三方面提出具体的实施策略，以期为我国小学信息科技项目式学习的创新发展提供有益借鉴。

【关键词】 教育数字化转型；小学信息科技；项目式学习；模式构建

Abstract: Digital transformation of education is the systematic innovation of education ecology under the new technological revolution and the accelerated evolution of industry, and is also the necessary choice to promote high-quality development of basic education. Primary school information technology project-based learning can effectively cultivate talents adapted to the digital society. Meeting that cultivation demand under the digital transformation of education and the “double reduction” policy, this research used methods of literature research and theoretical deduction, clarified the empowered function of the digital transformation of education, constructed a relevant project-based learning model, and on this basis proposed specific implementation strategies from three aspects: environment, process, and evaluation, to provide useful reference for the construction of this curriculum.

Keywords: digital transformation of education, primary school information technology, project-based learning, model construction

1.问题的提出

2021年3月13日，国务院印发《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，提出要以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式改革（新华社，2021）。而后，教育部部长怀进鹏在2022年全国教育工作会议提出要实施教育数字化战略行动，推动实现教育数字化转型（科技与信息化司，2022）。课堂是数字化转型的主阵地，随着数据流转、技术应用与课堂的逐步融合，必将推动教学范式、教学组织、教学过程、评价方式等全方面的创新与变革，因此，项目式学习等模式创新成为了研究新诉求。《义务教育信息科技课程标准（2022年版）》的颁布表明了课程人才培养目标已经转向“培养具备科学精神、科技伦理、数字素养与技能的人才”（熊璋，2022）。义务教育信息科技课程标准倡导以项目驱动的真实性学习，帮助提升学生数字时代的适应力和胜任力，而以往的小学信息技术项目式学习模式存在着无法准确对标人才培养新需求，未能有效将信息科技贯通于教学中，难以实现精准评价等问题。基于此，本研究面向小学信息科技人才培养新需求，发挥数据要素作用，明晰教育数字化转型对小学信息科技项目式学习的赋能作用，构建出数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式，并从环境、过程、评价三方面提出具体的实施策略，以期推动义务信息科技学科教育高质量发展。

2. 相关研究述评

2.1. 教育数字化转型

目前我国关于教育数字化转型的研究主要集中于理论探索、设计应用、策略启示等方面。在理论探索方面,祝智庭等(2022)在理解创变本源的基础上阐述了教育数字化转型的内涵,提出教育数字化转型的基础是数字化转换及数字化升级;谢幼如等(2022)结合“双减”政策,探讨课堂教学数字化转型的理论模型,并提出分级演进趋势及实施路径。在设计应用方面,万海鹏等(2022)基于教育数字化转型视角,从学习内容、学习活动、学习评价、学习认证四个方面设计适应性在线课程;杨宗凯等(2022)则从学科角度,提出数字化转型下外语教学应创设融合沉浸的教学环境、运用智能便捷的教学工具、提供丰富开放的资源供给、实施灵活多样的教学模式。在策略启示方面,根据实施数字化转型主体的不同,胡姣等(2022)以顶层设计为主体提出突破教育数字化转型现实困境的实施路径;黄荣怀(2022)则以学校为主体,从基础设施、数字资源、师生素养、教学模式、评价方式、协同教研等方面提出推进数字化转型的建议。

综上所述,已有研究持续关注教育数字化转型在教育实践中的应用与创新,但仍处于初步探究阶段。因此,在基础教育领域,实现教育数字化转型赋能具体学科教学实践,并由此产生的模式仍有待进一步深入探讨。

2.2. 小学信息科技项目式学习的研究现状

目前,关于小学信息科技项目式学习研究主要包括设计研究、实施策略、实践应用三个方面。在设计研究方面,江锋(2018)面向小学生对编程教育和机器人教育的学习需求问题,对基于虚实融合创新平台的项目式学习进行了设计;孙俊梅(2020)基于STEM理念,以小学3D建模活动“现代机关大师”为例,对课堂的项目式学习模式进行设计研究;杜佳慧(2022)以学习支架作为学习工具,对基于学习支架的项目式学习模式进行构建和设计研究。在实施策略方面,韦海铭(2020)基于新课程标准教学理念,从创建情境、制定任务、活动探究、作品反馈、完善任务这五个方面对项目式学习提出有效策略建议;李思雅(2020)对标信息技术学科核心素养目标,提出项目式学习的实施策略。在实践应用方面,刘晓君等(2020)以“我是灵芝社区植物代言人”教学为例,对课堂进行项目式学习的设计与实施,得出项目式学习能够培养学生自主学习、合作交流、规划决策等能力的积极效果;丁小夏(2020)立足于学生自主学习能力的培养,从项目准备阶段、实施阶段、作品展示阶段以及评价反思阶段入手,设计了项目式学习的实施步骤,进行实施验证,并得出该项目式学习方案能够有效培养小学生的自主学习能力,提高学生的信息技术学习成绩以及信息技术课堂教学质量的结论。

综上所述,目前国内关于小学信息科技项目式学习的研究大多集中在实践应用方面,但随着新课标的提出,过去的小学信息技术项目式学习在实施过程中会存在项目学习与信息技术融合不深、评价模式单一等问题。因此,小学信息科技项目式学习迫切需要进行教育数字化转型,以促进学生在数据驱动的智能环境下进行自我规划、自我管理和自我评估,从而提高自身的数字素养和技能。

3. 理论基础

3.1. 项目式学习理论

项目式学习是指基于某个具体的项目,充分选用最优化的学习资源,从实践体验、内化吸收、探索创新中获得较为全面具体的知识,形成专业技能并得到全面发展的学习(高志军,2009)。其强调协作学习、自主探究和创新发展。因此,以项目式学习理论为指导构建的小学信息科技项目式学习模式,注重将学习过程置于真实的问题情境中,让学习者掌握运用信息科技解决问题的思想和方法。此外,学习者的学习过程也是对信息科技的综合应用过程,从而更好地促进信息科技的学习,提升学习者的数字素养与技能。

3.2. “智能+”教学设计理论

教学设计是指运用系统的方法分析并确定解决教学问题的策略和步骤,并对结果做出评价的计划过程 and 操作程序(谢幼如, 2016)。从连接到赋能是智能时代与互联网时代在思维方式上的主要区别之一,“智能+”教学设计要依托智能技术,将“智能+”思维系统融合到教学目标、内容、实施和评价中,重构课堂要素及其关系,再造教学流程和教学结构,重建课堂样态(谢幼如、邱艺、黄瑜玲和章锐, 2021)。因此,“智能+”教学设计理论对本研究模式的构建具有很好的支撑作用,将智能技术与数据赋能思维贯穿于整个教学流程,以实现精准化、个性化的项目式学习。

4.教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式的构建

4.1. 教育数字化转型对小学信息科技项目式学习的赋能作用

以“人工智能”为代表的新基建的广泛建设使得教育数字化转型在教学中逐渐显现出来,即跨越课堂数据汇集、利用数据客观表征、协同数据敏捷调适、泛在数据创生发展(谢幼如、罗文婧、章锐和刘亚纯, 2022)。基于此,本研究针对小学信息科技项目式学习的人才培养诉求以及项目实施与评价问题,明晰了教育数字化转型对小学信息科技项目式学习的赋能作用。

4.1.1. 教育数字化转型赋能目标重塑

项目式学习目标是整个项目式学习的起点与风向标,其制约着项目式学习全过程。教育数字化转型赋能目标重塑应该利用大数据与人工智能技术分析学生的全要素、全流程数据,形成精准的学生数字画像,以便帮助教师开展准确的学情分析。此外,基于学生发展缺口,结合课程标准重塑信息科技项目目标,实现以学定教的效果。

4.1.2. 教育数字化转型赋能内容重构

项目式学习内容是项目式学习开展的重要依据,如何有效地确定项目主题,并合理组织编排学习内容是长期以来设计的难点。教育数字化转型应充分利用知识图谱、语义网络等智能技术生成信息科技知识图谱,并基于核心素养与学生画像,利用算法对信息科技学科知识进行优化组合,生成具体的项目主题与内容重构方案,实现个性化教学的效果。

4.1.3. 教育数字化转型赋能过程重造

项目式学习过程是项目式学习开展的核心部分,其能有效达成项目式学习目标,推动学生的个性化发展。教育数字化转型基于智能录播系统、网络学习平台等,感知采集、分析处理、融通流转学生多模态数据,并利用算法实现实时的学习资源精准推送和教师针对性学习指导。此外,通过灵活使用 VR、AR 等多维技术虚实融合创设问题情境,从而提升学生的学习体验,实现传统项目式学习的改革。

4.1.4. 教育数字化转型赋能评价重建

项目式学习的评价是调整学习活动和检验学习成效的重要手段。传统评价侧重于经验诊断的课堂表现评价和学习成果评价,但往往难以反映项目式学习开展过程中学生学习的真实情况,也难以为其后续发展提供参考和依据。而教育数字化转型则依托大数据等技术汇聚学生多模态数据,基于数据挖掘技术对数据进行可视化分析呈现,并在算法的驱动下为教师提供新的诊断决策方法,从而实现基于数据的人机协同精准评价。

4.2. 教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式的构建

本研究以项目式学习理论和“智能+”教学设计理论为指导,立足小学信息科技人才培养目标,对标信息科技学科核心素养,利用智能技术促进课堂多模态数据融通流转,重构项目内容,赋能项目式学习数字化转型,构建了如图 1 所示的教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式,包括项目设计、项目实施、项目评价三个主要环节。

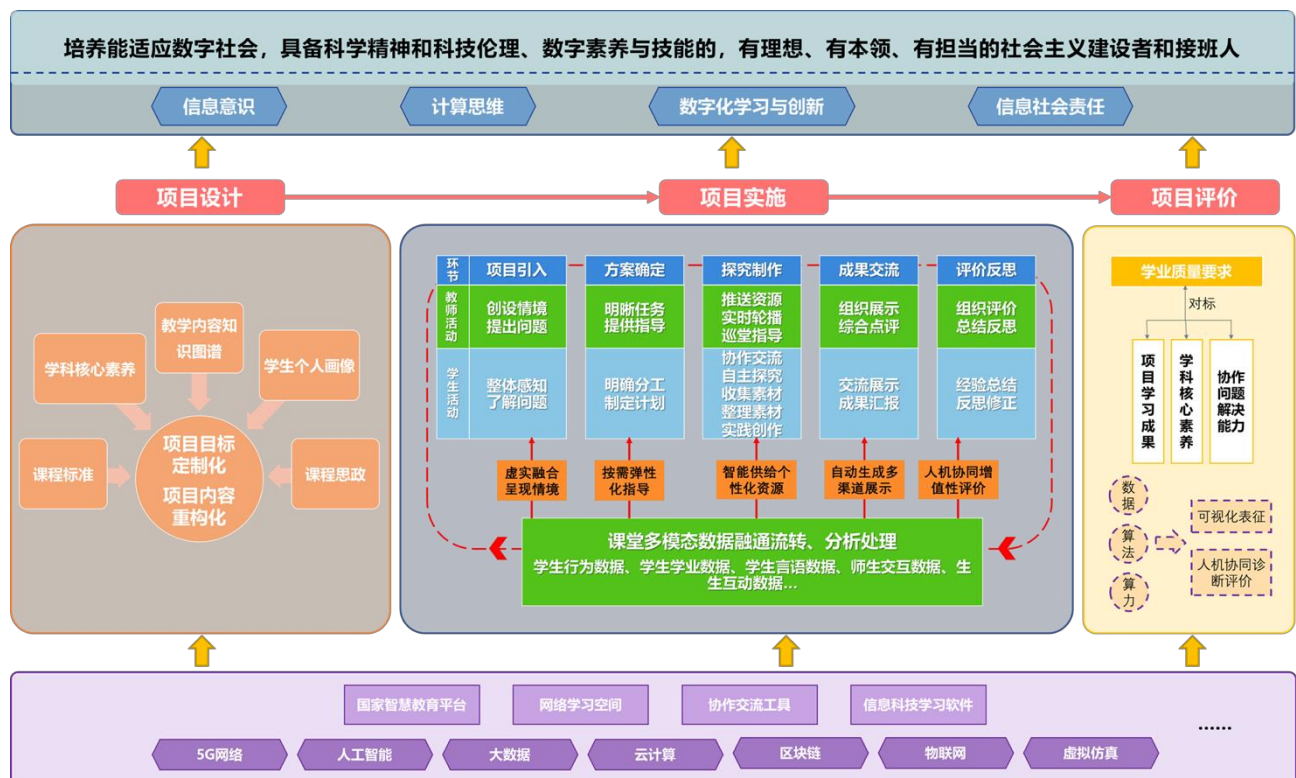


图1 教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式

4.2.1. 项目设计

项目的设计包括项目目标定制化以及项目内容重构化。首先要对标信息科技学科核心素养，基于数据驱动所形成的学生数字画像，生成定制化项目目标。其次，充分发挥知识表示等人工智能技术的数据分析功能，建立教学内容知识图谱，深度挖掘已有教学内容的共通之处，并面向信息科技学科核心素养、协作问题解决能力等关键指标，聚焦课程标准，挖掘与科技伦理相关的课程思政点，根据现实需求对原有的教学内容进行有效拆解和重组，生成内容重构路径以及项目主题，实现项目目标与教学内容的双向融合。

4.2.2. 项目实施

项目实施的设计是开展项目式学习的关键。教育数字化转型赋能的项目式学习的实施主要包括项目引入、方案确定、探究制作、成果交流、评价反思五个环节。项目引入环节中，利用VR、AR等智能技术虚实融合呈现面向现实生活的问题情境，便于让学生整体感知和了解问题。进而在方案确定环节中，根据学生数字画像按需提供弹性化指导，帮助学生制定计划。探究制作环节中，充分发挥网络学习空间、智能录课系统等平台对项目实施的支撑作用，感知、采集和分析学生在协作交流、自主探究等活动所实时生成的行为、言语数据等多模态数据，智能供给个性化资源，并引导学生使用信息科技手段收集、整理素材，进而顺利创作成果。成果交流环节中，针对学生的学习成果，依托智能技术自动生成多渠道展示方式，促进师生间的有效交流，并提高学生的自我成就感。评价反思环节中，教师通过开展学生自评、小组互评等多主体评价，做出对项目学习成果等的初步判断，并结合由学生多模态的过程性学习数据所生成的可视化表征报告验证初步判断结果，从而实现人机协同增值性评价，形成项目式学习评价结果。

此外，在项目实施过程中，会利用智能技术融通流转并分析处理五个环节所生成的学生行为数据、学生言语数据、学生学业数据、师生交互数据、生生互动数据等课堂多模态数据，为教师在项目实施过程实现精准性服务、多元化手段和个性化供给提供有力支撑，从而数据驱动促进学生信息科技学科核心素养的培养。

4.2.3. 项目评价

项目的评价则是对标信息科技学业质量要求，从项目学习成果、学科核心素养以及协作问

题解决能力三个方面对教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习的实施效果进行分析。结合算法和算力,对三方面数据进行可视化表征,形成精准数字画像。此外,通过数据挖掘等对整个项目式学习作出量化的评价,教师在此基础上结合自身经验实现人机协同项目诊断,形成科学的评价结果,并据此生成干预措施,进而有效提高育人成效,促进义务教育高质量发展。

5. 实施策略

5.1. 数智融通学习环境固根基

教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式应将各种人工智能技术系统化,打破数据孤岛,充分发挥数智融通作用,建设以课堂为中心的,多模态数据流转全过程的数字学习环境。例如,5G网络提供低时延、大带宽服务,人工智能、大数据、学习分析等帮助进行智能化分析,云计算为海量数据的处理提供了算力支持,物联网和虚拟仿真技术的深度结合即可进一步带给学生环境和情境上的真实体验感,创新教学内容的呈现方式。在项目式学习过程中,教师通过VR、XR和数字孪生等技术创设虚实融合情境,丰富学生学习体验;小组借助协作交流工具完成小组协作,并实时记录学生的行为数据,以便生成数字画像,在网络学习平台中实时推送国家智慧教育平台资源或者优质资源;学生在成果交流过程中,通过教室录播系统实时追踪学生展示画面,并自动生成视频资源上传至网络学习空间,便于其他学生学习和家长查看;依托人工智能技术对课堂多模态数据进行关联重组,构建学生画像,实现伴随式多元化评价。

5.2. 数据流转项目过程促发展

教师设计项目时,应注意对标小学信息科技学科核心素养以及课程标准,立足于学生真实情境中的现实问题,依托学生数字画像和信息科技知识图谱,定制化设计项目式学习目标与内容,以促进学生数字素养的培养。此外,在项目实施过程中,结合学生学情诊断,创设利于学生整体感知的真实问题情境,并利用智能技术对平台实时获取的学生多模态数据进行分析与处理,及时获取准确、立体的数据,适时调整教学策略,按需弹性化提供指导,在网络学习空间智能匹配并推送个性化学习资源。

5.3. 人机协同诊断评价显成效

教师在设计项目式学习评价时,应落实立德树人根本任务,以培养高质量创新人才为价值导向,融合智能技术手段及工具全面客观地评估学生的项目式学习情况以及相关素养能力的达成。教师可以依托人工智能、大数据、学习分析技术等可视化学生在项目式学习过程中的多模态数据,如学生信息科技运用情况、小组成员互动协作的默契度等。此外,教师还可尝试开展多主体评价,如通过多渠道展示学生作品实现社会评价等,全方位、立体化考评学生的项目式学习效果,实现人机协同增值性评价,并及时弹性调整教学策略,以便发挥出教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式的最佳效果。

6. 结语

近年来,智能技术的日益发展推动教育领域进行全方位的数字化转型,为践行“培养大批具有创新能力和合作精神的人才”这一教育重要使命,以教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习,落实信息科技核心素养,具有重要的理论意义和实践价值。本研究面向小学信息科技的人才培养诉求,以项目式学习理论和“智能+”教学设计理念为指导,明晰教育数字化转型对小学信息科技项目式学习的赋能作用,并构建了教育数字化转型赋能小学信息科技项目式学习模式,在此基础上从环境、过程、评价三方面提出实施策略,以期小学信息科技项目式学习模式的构建提供理论支撑。

参考文献

丁小夏 (2020)。培养自主学习能力的信息科技项目式学习方案的设计与实践(硕士论

- 文)。山东师范大学。
- 万海鹏、余胜泉和王琦 (2022)。教育数字化转型视域下适应性在线课程的设计及应用研究。**中国电化教育**, 10, 102-109+117。
- 中华人民共和国教育部 (2022)。2022 年 1 月教育信息化和网络安全工作月报。检索自 http://www.moe.gov.cn/s78/A16/gongzuo/gzzl_yb/202203/t20220324_610398.html。
- 韦海铭 (2020)。项目式学习在小学信息技术教学中的应用探究。**教育信息技术**, 6, 71-74。
- 孙俊梅 (2020)。STEM 理念下小学信息技术课程项目式学习设计研究——以小学 3D 建模活动“现代机关大师”为例。**中国信息技术教育**, 11, 47-49。
- 刘晓君和王志杰 (2020)。基于项目式学习的小学信息技术课程教学设计与实践——以“我是灵芝社区植物代言人”教学为例。**教育信息技术**, 11, 32-35。
- 江锋 (2018)。基于虚实融合创新平台的小学信息技术项目式学习的设计与实施研究。**中国信息技术教育**, 21, 43-46。
- 杨宗凯、王俊和王美倩 (2022)。数字化转型推动外语教学创新发展。**外语电化教育**, 05, 3-5+105。
- 杜佳慧 (2022)。小学信息技术课项目式学习中学习支架的设计与应用研究 (硕士论文)。鲁东大学。
- 李思雅 (2020)。面向核心素养的小学信息技术项目式学习活动设计与实施。2020 年教师教育能力建设研究专题研讨会论文集, 410-411。
- 胡姣、彭红超和祝智庭 (2022)。教育数字化转型的现实困境与突破路径。**现代远程教育研究**, 05, 72-81。
- 祝智庭和胡姣 (2022)。教育数字化转型的本质探析与研究展望。**中国电化教育**, 04, 1-8+25。
- 高志军和陶玉凤 (2009)。基于项目的学习(PBL)模式在教学中的应用。**电化教育研究**, 12, 92-95。
- 黄荣怀 (2022)。加快教育数字化转型 推动学校高质量发展。**人民教育**, Z3, 28-32。
- 谢幼如 (2016)。**教学设计原理与方法**。北京: 高等教育出版社。
- 谢幼如、邱艺、黄瑜玲和章锐(2021)。智能时代高校课程思政的设计理论与方法。**电化教育研究**, 04, 76-84。
- 谢幼如、罗文婧、章锐和刘亚纯(2022)。“双减”背景下课堂教学数字化转型的理论探索与演进路径。**电化教育研究**, 09, 14-21。
- 新华社 (2021)。中共中央办公厅 国务院办公厅印发《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。
- 熊璋 (2022)。“科”“技”并重:义务教育信息科技课程标准解读——访义教信息科技课标组组长熊璋教授[J]。**中国信息技术教育**, 09, 4-7。

当前学校教育信息化重点建设任务——基于改进 LDA 模型的规划文本分析

Research on the Key Construction Tasks of the school's Educational informatization—— Text Analysis of Plannings Texts Based on the Improved LDA Model

沈科杰¹, 尚俊杰¹, 田鹏^{2*}

¹ 北京大学 教育学院学习科学实验室

² 北京市 教育委员会

* zx_tp@bjedu.gov.cn

【摘要】 教育信息化是实现教育现代化的重要力量,对示范学校的教育信息化规划文本开展研究,将有助于发现当前学校信息化的重点任务。本研究将某市 2020 年的学校教育信息化示范规划文本作为研究对象,采用 Word2vec 引导的 LDA 主题模型对规划文本加以分析。研究发现,学校教育信息化重点建设任务包括资源数字化与推荐共享、课堂教学模式发展与研究、学情分析与个性化学习、创新人才培养体系设计等十六个方面。当前学校教育信息化的发展趋势包括:以教学模式变革为核心;建设任务因校制宜,线上数据应用成为建设热点;校级教育信息化以应用为导向,呈现出与教育阶段特征紧密联系的特点。

【关键词】 教育信息化; 学校规划; 主题识别; 改进的 LDA 模型;

Abstract: Educational informatization is an important means to realize educational modernization. Therefore, the analysis based on the schools' educational informatization planning texts is of great practical significance for discovering the current key tasks of schools. This paper took the schools' educational informatization demonstrative planning texts of a city in 2020 as the research object, adopted a LDA topic model guided by Word2vec algorithm which used to analysis the planning texts. The results showed that the key construction tasks of the schools' educational informatization included 16 aspects likes resources digitization and recommendation, instructional model development and research, learning situation analysis and personalized learning, design of innovative talent training system, etc. The study results several important trends of the schools' educational informatization development: the key assignments of educational informatization are around the reform of teaching mode, tasks are adapted to the actual status of campuses, online data application has become the construction hotspot, and the direction of construction is application-oriented, which closely related to the training goal of each education stage.

Keywords: Educational informatization, Planning of Schools, Topic Identification, Improved LDA topic model

1. 前言

教育信息化作为信息社会对教育发展的新要求,是全面运用现代化技术,开发教育资源、优化教学过程、提高师生素养,促进教育现代化实现的过程,对于教育治理能力体系现代化具有重要意义。我国政府高度重视教育信息化工作,除颁布《教育信息化 2.0 行动计划》《“十四五”国家信息化规划》等一系列政策外,持续深化“三通两平台”应用,推进教育信息化教学应用实践共同体项目。

政府是教育信息化建设的领导者,学校则是国家教育信息化的主阵地。当前正值教育信息化转型升级的关键时期,对学校层级规划开展研究,能够深入认识教育信息化的实践现状,把握好实际校园信息化建设中的重点任务,分析结果亦可为其他学校的教育信息化或数字化的“十四五”规划提供指导。本研究聚集于某市学校教育信息化示范学校的项目规划文本内容,挖掘文本中信息化建设任务的关键词和主题特点,分析当前学校教育信息化的工作动态。

2. 相关研究工作概述

2.1. 教育信息化相关研究

学术界针对教育信息化的有关研究大致分为以下三个方面：第一类是理论研究。何克抗结合教学改革实践经验，阐明了创新型教育信息化六大理论（何克抗，2019）。王慧等（2013）建立了教育信息化核心价值取向模型图。第二类是机制研究。教育信息化需要体系的政策制度、战略部署及强大的组织保障体系（雷朝滋，2018），形成政府、社会、家庭多元“共治”的格局（陈超和刘楚，2019）。第三类是应用研究。其中，多数研究梳理了教育信息化的技术适用性，如人工智能技术在改善学习体验等方面的巨大潜力，多媒体技术在教学内容动态化和可视化上的优势，数据挖掘技术在课程设计与评估环节中的重要作用（Yahya & Osman, 2019）。此外，一些行业研究报告也提示我们，信息技术在教育领域应用过程中的仍存在某些不足（Verlenden et al., 2021）。

从研究对象上看，国内教育信息化研究多以政策文本为研究材料，包括战略规划（孙立会、刘思远和李芒，2019）和工作要点文件（刘瑞儒和陈冲，2021）。面向政策文本开展研究，不仅能深入理解具体政策核心精神，还可以厘清各时期下教育信息化的发展阶段和具体任务（胡钦太，2019），亦或是了解各国教育信息化战略态势。因此，教育信息化政策文本成为当前领域内的主要研究对象之一。

2.2. 教育信息化规划文本相关研究

规划类文本回答了教育信息化发展中的对象、现状、如何发展等系列问题，是理解教育信息化前进方向的窗口。规划的作用范围可划分为全国性、地方性及学校层面。全国与地方性规划主要指各级政府制定的规划，具有纲领性，有利于把握整体未来工作的目标、方向和途径（张刚，王珠珠，2017）。目前学界对于学校具体信息化实践现状的研究稍显不足。

当前，《中国教育现代化 2035》从教育治理、校园存续、教学方式等角度对教育信息化工作提出了新要求。各地教育部门及学校响应国家政策，掀起了教育信息化“十四五”战略规划研制的浪潮。新入选的智慧教育优秀案例更是涵盖了“数字故事教学”、“数字画像赋能”、“校本教研”等多方面的信息化实践方向。与政府规划不同，学校规划面向自身，规划条例更加细致，往往更能凸显实际建设情况。秦丹等（2019）指出，学校教育信息化发展规划的编制一般分为准备、分析、计划、评估及修订五个阶段。现阶段，中小学“互联网+教育”智慧教学新形态（陈革英，2021），高等教育中管理服务集成化等各教育阶段的信息化实践也得到了学界广泛的探讨（郁晓华、丛培卿和徐显龙，2018）。

除应用热点外，还有研究关注到了学校教育信息化实践中存在的困难。部分学校或实践项目在智能环境建设、智慧教学范式改变以及创新等方面仍与智慧校园的内涵差距较大（曹梅、沈书生和柏宏权，2018），部分学校在目标选择、结构设计、机制创新等方面仍需要进一步改进（梁林梅、沈芸和耿倩倩，2021）。此外，一些研究结合了统计分析方法，得出了更为丰富的结论。例如，李文昊等（2017）指出，地区人均 GDP 和教育投入与区域教育信息化发展水平存在显著的正相关关系。Navaridas-Nalda 等（2020）建立结构方程，发现“校长认为教育数字资源的有用程度”是实现学校数字化转型中最有影响力的变量。学校的规划文本能够反映实际建设工作中的重难点，具有很强的可操作性，而目前针对这类文本的研究还较少。

上述研究多采用文献调研、专家评价等定性分析方法，需要人工仔细阅读规划文本中的具体内容，费时费力。另一方面，自然语言处理技术的日益成熟使得文本挖掘任务变得更为准确高效，为各学科研究所用。其中，主题模型是一种常用的推断文档潜在主题的方法，潜在狄利克雷分布模型（Latent Dirichlet allocation, LDA）则是代表性主题模型之一（Blei, Ng & Jordan, 2003）。该模型使用词袋（bag-of-word）来表示某篇文档，将一篇文档的构造过程分为以一定概率选择某个主题后，再以一定的概率在该主题下选出某一个词语的两个阶段。

LDA 主题模型同样被应用于教育学领域的政策、文献分析研究当中。郑勤华等（2022）对高质量教育体系建设的相关政策文本进行主题挖掘；Cao 等（2020）基于专家干预的 LDA

模型, 分析了近 20 年间国家层面的教育信息化政策文本, 揭示了政策演进阶段和特点。此外, 一些研究还对在线学习平台相关语料进行了主题挖掘 (Yang-Cai & Rui, 2021)。总体而言, LDA 模型能够帮助教育研究者开展大批量数据的教育文本分析工作, 客观高效地发现主题特征。面向学校教育信息化项目规划的研究虽然已经取得了一定进展, 但尚无基于主题模型技术的实证研究。同时, 由于学校规划文本数多, 外部属性分散, 定性分析相对难以开展。因此, 基于主题模型进行分析, 可以快速挖掘出学校实际项目规划中所蕴藏的价值。

3. 研究方法

3.1. 研究对象与流程

本研究所选取的学校规划文本来源于某市教委 2020 年举办的教育信息化融合创新示范活动, 共计 74 份。其中, 幼儿园 1 份, 小学 22 份, 中学 29 份, 职业院校 5 份, 高等院校 15 份, 教研基地等 2 份。经过多年探索与实践, 该市总体具备了较好的教育信息化基础和实践经验。经各学校单位申报、专家遴选的示范案例, 充分反映着学校教育信息化的先进水平。

在研究流程上, 首先提取出所有规划文本中的“工作重点”部分内容并进行数据预处理, 使用停用词表和《电化教育研究》编辑部提供的领域词表优化文本分词结果。在统计高频技术关键词后, 通过 Word2vec 引导的 LDA 模型, 识别出规划文本中的重点任务主题, 并按照教育阶段对提取出的任务主题进行统计分析, 探索不同教育阶段的教育信息化工作侧重点。

3.2. 主题模型构建

本研究所选取的规划文本篇幅较长, 一些规划涵盖了多种建设任务。为了构建语义一致性更高的任务主题, 本研究基于专家引导的 LDA 模型思路 (Liu et al., 2020), 通过 Word2vec 算法 (Mikolov et al., 2013) 挖掘文本中的上下文语义关系, 使用词向量衡量主题的语义质量, 模型将挑选出概率最大的 15 个主题词, 计算词语向量各维度的平均值作为该主题的语义向量。以余弦相似度衡量词语与主题的语义相似性, 挑选出相关性最小的 5 个词语并将词语与主题的余弦相似度视作词语在该主题下的退化概率, 重新调整剩余主题词的概率分布。此外, 在词主题的采样过程中, 由于 LDA 模型将所有词权重都视为 1, 导致 LDA 模型中的主题-词分布容易受到高频词的影响。因此, 本研究在模型输入阶段通过 TF-IDF 算法调整词权重。

4. 研究结果

4.1. 关键词分析结果

各教育阶段规划文本中被提及频数最高的 12 个技术关键词如表 1 所示, 表中括号内为提及的规划文本数。

表 1 各教育阶段信息化技术关键词统计

教育阶段	技术关键词
小学(22)	大数据(9)、自主学习(7)、数据分析(7)、互联网+(5)、微课(5)、人工智能(5)、混合式学习(4)、云平台(3)、管理平台(3)、整本书阅读(3)、学情分析(3)、线上线下(3)、互动反馈技术(2)、翻转课堂(2)、学习平台(2)
中学(29)	大数据(21)、数据分析(17)、人工智能(11)、线上线下(9)、自主学习(8)、学情分析(8)、管理平台(7)、互联网+(5)、知识图谱(4)、项目式学习(4)、学情诊断(3)、教学资源库(3)、智慧课堂(3)、云平台(3)、混合式学习(3)
职业院校(5)	大数据(4)、线上线下(3)、互联网+(3)、智慧课堂(2)、教学资源库(2)、数据分析(2)、自主学习(2)、VR(1)、成长档案(1)、自我诊断(1)、云平台(1)、学情分析(1)、画像(1)、自适应学习(1)、企业课堂(1)
高等院校(15)	线上线下(6)、大数据(4)、人工智能(4)、数据库(4)、云平台(3)、机器学习(3)、互联网+(3)、管理平台(2)、数据分析(2)、画像(2)、录播(2)、翻转课堂(2)、区块链(2)、智慧课堂(2)、虚拟仿真(2)

由表 1 可知, 大数据、人工智能、线上线下是当前学校教育信息化工作的重点技术。其中, 小学重视自主学习、微课等教学模式实践; 中学重视学情分析; 职业院校关注教学资源库建设和体验式教学技术; 高等院校针对教学管理开展细化领域的在线平台建设。以信息化技术的使用目的进行分类, 第一类技术与学习分析相关, 如“自适应学习”、“学情分析”、“画像”; 第二类技术与教学管理相关, 如“数据库”、“云平台”、“管理平台”; 第三类技术与教学环境相关, 如“智慧课堂”、“互动反馈技术”、“虚拟仿真”; 第四类技术与教学模式相关, 如“混合式学习”、“项目式学习”、“企业课堂”; 最后一类技术与线上教学及资源相关, 如“慕课”、“区块链”、“教学资源库”。

4.2 主题分布结果

综合考虑 LDA 模型困惑度曲线的下降情况及主题建模结果, 最终选择主题数为 16。通过分析各主题词间的关系与规划方案, 对提取出的教育信息化任务主题进行总结并加以命名, 将规划文本所属概率最高的主题作为该文本的代表主题进行统计, 主题构建结果见表 2。

表 2 主题分类结果

编号	主题	主题词	文本数
1	智慧校园数据治理	资源 服务 系统 数据 平台 知识 创新 备课 管理 智慧校园	4
2	学情分析与个性化学习	分析 数据 大数据 个性化教学 精准 作业 精准教学 针对性 学情 知识点	7
3	创新型人才培养体系	专业 商科 实践 人才培养 企业 创新 模式 课程 实验室 培养	2
4	混合式教学模式实践	课程 线上线下 研究 实践 教学模式 混合式学习 共享 自主 学习 教学改革 PAD	5
5	教学质量评价与管理	评价 系统 管理 分析 课程 数据分析 教学质量 师生 管理 系统 教学管理	5
6	线下智慧教学环境	智慧 课堂 教学资源建设 互动 教学环境 资源 智慧课堂 教室 课堂教学 专业	5
7	学生核心素养培养	研究 德育 微视频 网络 识字 案例 内容 课题研究 推广 理论	4
8	在线考试系统	考试 线上 系统 管理 流程 模块 试卷 情况 成绩 解决方案	2
9	教学活动与综合实践	设备 物联网 智能 成长 探究 监控 师生 课程体系 教学 活动 数据	3
10	人工智能课程体系	人工智能 创新 课程 实践 知识 培养 逻辑思维 时代 课程 体系 项目式学习	5
11	线上教学模式发展	模式 互联网 创新 武术 交流 引领 地理 教学方式 情境 快 课教学	5
12	教学研究平台	教学研究 平台 视频资源 教学活动 网络 老师 常态 评审 课堂 云平台	4
13	阅读教学与阅读平台	阅读 教学活动 资源 图书 阅读教学 分享 整本书阅读 生态 设计 导读	5
14	校本化项目式课程	传统 模型 文物 课程 制作 传统文化 文化教育 过程 学科 引导	3
15	资源数字化与推荐共享	资源 教学资源建设 模式 数字 数字化 需求 推荐 线上 图书馆 云平台	8
16	课堂教学模式发展与研究	学科 研究 课堂教学 信息技术 学习方式 教学策略 实施 教学 学活动 组织 互动反馈	7

根据表2主题分类结果,结合主题词及具体的规划内容,将**主题1**明确为“智慧校园数据治理”。规划项目以数据为支撑,构建智慧平台,涵盖教务管理、校本知识库等方面应用。**主题2**为“学情分析与个性化学习”。规划项目依托大数据与人工智能技术,跟踪学生学业数据,形成个性化学情记录,定位知识薄弱点,实现精准教学。**主题3**为“创新型人才培养体系”。规划项目关注企业数字化转型背景下的创新人才培养,运用虚拟仿真相关技术改进教学方法,将公共数据、商务数据转化为教育资源。**主题4**为“混合式教学模式实践”。规划项目重视移动数字化的线上学习环境建设,针对后疫情时代在线教学所需的运行、保障机制开展研究与实践。**主题5**为“教学质量评价与管理平台”。规划项目拟开发集教学质量评价、翻转课堂等多功能为一体的教学管理平台。**主题6**为“线下智慧教学环境”。规划项目以相关教育理论为指导,搭建体验式、交互式的线下课堂教学环境,创新智慧课堂。**主题7**为“学生核心素养培养”。规划项目通过德育微视频的制作和传播,督促学生养成良好的行为习惯,依托线上平台有序开展学生日常行为评价。**主题8**为“在线考试系统”。规划项目针对在线考试问题,利用语音合成、图像识别等技术提升命题、监考、阅卷等考务管理效率。**主题9**为“教学活动与综合实践”。规划项目借助物联网等技术,建设如动物养殖基地为例的综合实践活动课例,在五育并举的同时提高学生信息素养。**主题10**为“人工智能课程体系”。规划项目发挥人工智能在自主学习、体验学习等方面的技术优势的同时,开拓人工智能创新人才培养的教育体系。**主题11**为“线上教学模式发展”。规划项目建设适应不同学科场景需求的云平台,基于云平台传播校园特色文化与项目,提升校园文化影响力。**主题12**为“教学研究平台”。规划项目面向教研活动,通过搭建全场景式的教研交流评价平台提升教学管理效率,促进教师职业成长。**主题13**为“阅读教学与阅读平台”。规划项目的建设内容包括阅读资源数字化、阅读器配备以及阅读相关的混合式课程体系设计。**主题14**为“校本化项目式课程”。规划项目拟基于传统文化等角度完善校本课程体系,使用互动式技术让学生在“做中学”,提升学生核心素养。**主题15**为“资源数字化与推荐共享”。规划项目关注云教材建设。充分整合、丰富校内外的教学资源并形成校际课程共享资源池。**主题16**为“课堂教学模式发展与研究”。规划项目总结互动反馈、翻转课堂等教学模式的开展情况及存在的问题,构建符合信息化学习方式的新型教学模式。总体来看,各主题下的规划文本数分布较均衡。“资源数字化与推荐共享”、“课堂教学模式发展与研究”、“学情分析与个性化学习”是当前教育信息化的重点建设任务。

将规划文本属于各主题上的概率映射成向量,用以表示其主题分布情况。计算各教育阶段规划的平均主题向量表征,绘制雷达分布图如图1所示。

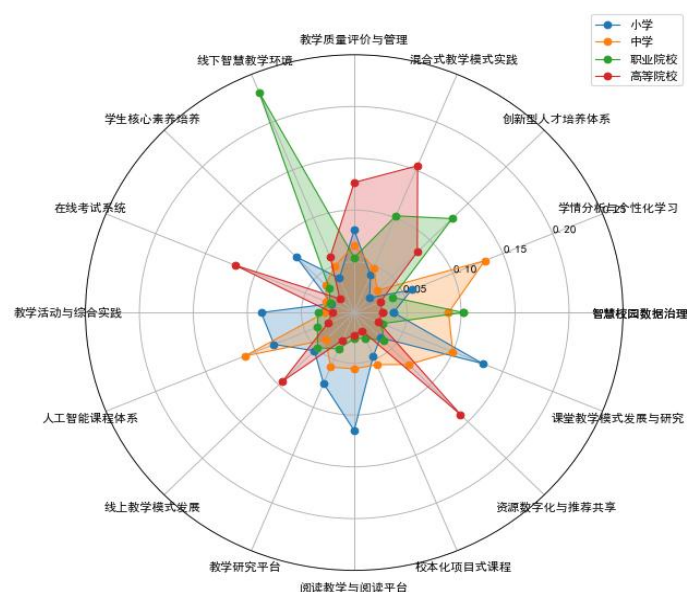


图1 教育阶段-主题雷达分布图

由图1可知,各教育阶段依据自身的教育阶段特点,有着相对不同的信息化任务倾向。小学这一教育阶段在“课堂教学模式发展与研究”、“阅读教学与阅读平台”、“教学活动与综合实践”这三个主题上较突出,重在学生兴趣培养问题上;中学这一教育阶段在“学情分析与个性化学习”、“人工智能课程体系”“课堂教学模式发展与研究”上较突出,以中高考作为根基展开实践,探讨信息技术对学生学习内驱力的影响。职业教育在“线下智慧教学环境”、“创新型人才培养体系”这两个主题上较突出,深化产教融合目标,提升教学环境 with 专业人才培养的契合度;高等院校在“混合式教学模式实践”、“在线考试系统”、“资源数字化与推荐共享”、“线上教学模式发展”、“教学质量评价与管理”这五个主题上较突出,大力促进资源数字化,解决疫情时期线上教学痛点。

5. 研究结论

本研究最终将当前学校教育信息化的重点建设任务及项目特点总结如下:

一、以教学模式变革为核心:聚焦教学问题创新应用,既关注个性化学习,又探索智慧课堂。除了将建设重点指向学情分析与自适应学习平台建设外,着力研究各种信息化教学模式发展的现状、问题与对策,将知识传播的新形态视作教学与技术融合的风向标。

二、线上数据应用是信息化建设热点:示范规划倾向于将线上数据应用作为重点建设任务,新技术不仅重构了“教、学、练、评、测”等环节,还实现校本资源聚合与共享、在线教研活动等任务目标,一定程度上反映了这些规划在教育信息化发展中存在的理念及使用偏好。

三、校级教育信息化以应用为导向:建设方向与改革教学方法、丰富教学内容、培养学生创新精神等具体问题相匹配。在教学上聚焦“混合式”、“翻转课堂”教学方法,加强以阅读为首的校本化课程体系设计。在学生素质培养上聚焦“思维”、“核心素养”,建设适应学生综合素质发展需求的德育资源。在教学评价上聚焦“学情”、“教学质量”,搭建教学管理平台,重视学情分析与协同教学研究。在校园治理方面聚焦“共享”、“管理”,优化管理模式,推动区域教育信息化生态应用构建。

四、教育信息化建设任务因校制宜:项目立足实情,注重校园当前实际发展需要。如依据学校方位,借助物联网技术,建设动物养殖基地实践活动课例,培养学生兴趣,提升信息素养;又如依托校园特色文体项目,基于云平台开展教学,传播校园特色文化的同时优化公共服务。示范规划充分认识到学校发展使命和愿景,精心设计了各具特色的信息化建设项目。

五、教育信息化建设任务与教育阶段特征紧密联系:规划项目在创新方法和实施路径上反映出了与学校教育阶段背景相适应的根本要求。其中,小学在实践快课教学法、互动反馈等的同时,积极拓展以传统文化、字源阅读等为切入点的实践活动;中学面向中高考,开展以慕课、PAD为基础的移动式学习,建设学情分析系统,并着手研究人工智能相关的课程体系设计,为师生信息素养、学生专业兴趣培养奠定基础;职业院校搭建体验式智能学习支持平台,重视校企合作式的项目教学资源与课堂教学模式的实践与研究。高等院校在教学信息化之余,着力建设数据门户、发展图书馆智慧推广服务,依托信息系统传播校园文化。

6. 结语

示范项目规划展现了学校教育信息化转型的不同阶段。部分学校以推进信息化装备和技术应用为特征;一些学校通过信息化手段更好地达成个性化教学目标;还有些学校的信息化层次更高,构建数智驱动治理新格局,重塑教育全业务全流程。在当前十四五规划持续落实的时间点上,本研究结合分析结果,就学校教育信息化规划制定及管理提出以下四点建议:

第一,教育信息化要以“育人为本”,更好地支撑促进人的全体、全面、全生命周期发展。通过新技术改善学习环境、丰富教育资源,发展教学模式,不断提升学生学习力、教师专业力。第二,规划需关注政策要求和技术发展态势。从实际校情出发,回应政策要求并聚焦核心重难点问题。注意分析技术发展的代际关系,把握引入新技术的最佳时期。第三,把握好规划的制定及落实机制。明确规划研制机构、人员和职责任务,纵向与政府部门对接,落实

上级部署；横向与其他学校、企业通力合作，完善多方支持。第四，强化示范规划引领推广工作。大力总结、推广典型经验，完善协同发展机制，形成区域教育信息化新生态。

最后，本研究仍有不足之处。首先，从数据量来看，分析的规划数仍相对较少；后续研究若能够纳入其他省市教育信息化示范区（校）的相关规划，能够形成更丰富的研究结果。其次，本研究所使用的 LDA 方法对教育信息化规划中表示“任务目标”的主题词和表示“解决方案”的主题词间的依赖关系建模仍不够充分，期待后续研究能够得出更加深入的结论。

参考文献

- 曹梅,沈书生,柏宏权.数字化校园到智慧校园的差距与行动——来自南京市若干学校的调研分析[J].电化教育研究,2018,39(01):49-54.
- 陈超 & 刘楚.(2019).作为深化教育体制机制改革必由之路的教育信息化——全国教育大会与教育信息化笔谈之三.中国电化教育(01),12-16.
- 陈革英.(2021).基于智慧校园的线上线下教学融合实践与创新——以宁夏“互联网+教育”示范区标杆校为例.中国电化教育(12),117-122.
- 何克抗.(2019).中国特色创新型教育信息化理论与实践.北京:人民教育出版社.
- 胡钦太.(2019).回顾与展望:中国教育信息化发展的历程与未来.电化教育研究(12),5-13.
- 雷朝滋.(2018).教育信息化:从1.0走向2.0——新时代我国教育信息化发展的走向与思路.华东师范大学学报(教育科学版)(01),98-103+164.
- 李文昊,肖佳裔 & 祝智庭.(2017).全国教育信息化示范区校特征分析:智慧教育发展的视角.中国电化教育(11),13-19.
- 梁林梅,沈芸 & 耿倩倩.(2021).信息化教学应用实践共同体:内涵、特征、运行结构与改进建议——以教育部2018和2019年度“教育信息化教学应用实践共同体”项目为例.电化教育研究(09),49-55.
- 刘瑞儒 & 陈冲.(2021).政策工具视角下我国教育信息化政策量化研究——基于2013—2020年《教育信息化工作要点》的文本分析.中国教育信息化(09),1-5.
- 秦丹,张立新 & 来钊汝.(2019).学校教育信息化发展规划系统框架及编制研究.现代教育技术(08),57-64.
- 孙立会,刘思远 & 李芒.(2019).面向2035的中国教育信息化发展图景*——基于《中国教育现代化2035》的描绘.中国电化教育(08),1-8+43.
- 王慧,聂竹明 & 张新明.(2013).探析教育信息化核心价值取向——基于美国“国家教育技术计划”历史演变的研究.中国电化教育(07),31-38.
- 郁晓华,丛培卿,徐显龙.高等教育管理信息化国内外优秀案例研究[J].电化教育研究,2018,39(09):43-50+74.
- 张纲 & 王珠珠.(2017).发挥信息技术支撑引领作用服务教育现代化发展大局——学习领会《教育信息化“十三五”规划》.中国电化教育(02),140-144.
- 郑勤华 & 于玻.(2022).教育模型支持高质量教育体系建设的架构研究.中国远程教育(03),10-16+41+76.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993-1022.
- Cao, J., Feng, X., & Chen, L. (2020, December). Text Analysis of Educational Informatization Policy in China from 1989 to 2019. In 2020 Ninth International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT) (pp. 107-111). IEEE.
- Liu, Y., Du, F., Sun, J., & Jiang, Y. (2020). iLDA: An interactive latent Dirichlet allocation model to improve topic quality. *Journal of Information Science*, 46(1), 23-40.

- Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. *Advances in neural information processing systems*, 26.
- Navaridas-Nalda, F., Clavel-San Emeterio, M., Fernández-Ortiz, R., & Arias-Oliva, M. (2020). The strategic influence of school principal leadership in the digital transformation of schools. *Computers in Human Behavior*, 112, 106481.
- Verlenden, J. V., Pampati, S., Rasberry, C. N., Liddon, N., Hertz, M., Kilmer, G., ... & Et hier, K. A. (2021). Association of children's mode of school instruction with child and parent experiences and well-being during the COVID-19 pandemic—COVID Experiences Survey, United States, October 8 – November 13, 2020. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 70(11), 369.
- Yahya, A. A., & Osman, A. (2019). Using Data Mining Techniques to Guide Academic Programs Design and Assessment. *Procedia Computer Science*, 163, 472-481.
- Yang-Cai, X., & Rui, W. (2021, November). A Study of MOOC Course Review Topics Mining Based on LDA Topic Model. In *3rd Africa-Asia Dialogue Network (AADN) International Conference on Advances in Business Management and Electronic Commerce Research* (pp. 44-48).

模式与模型之辩：基于教育技术学领域近 30 年文献研究

Debate between Pattern and Model: Based on the literature of educational technology in the past 30 years

吴彤彤¹, 徐光涛^{1*}, 杨清²
杭州师范大学经亨颐教育学院
*3482558827@qq.com

【摘要】 近年来, 教育技术学领域关于模式与模型的研究较多, 但对于二者的区别和联系却不甚清楚。为此, 基于 Citespace 以及 Python 脚本等分析方法, 从发文数量、研究主题、研究范式、研究方法, 焦点案例等五个维度对比分析了教育技术领域模式与模型研究的差异。结果表明: 二者的发文数量存在较大差异但是大体趋势一致。模式注重对实践经验的归纳总结, 且多采用思辨研究的方法从教学实践中总结经验。而模型的构建主要是演绎式, 可操作性较强, 且多采用量化研究方法。最后, 文章还对二者的研究现状进行了总结与展望, 供模式与模型相关研究的开展提供有益借鉴。

【关键词】 教育技术; 模式; 模型; 比较研究

Abstract: In recent years, there has been lots of research on pattern and model in the field of educational technology, but the differences and connections between them are not clear. Therefore, based on analysis methods such as Citespace and Python scripts, the differences between the two are analyzed from five dimensions: the number of publications, research topics, research paradigms, research methods and key cases. The results show that the number of papers published varies greatly, but the trend is the same. Pattern emphasizes practice induction and adopts speculative research method. The construction of the model adopts deductive and quantitative research methods. This paper summarizes the research status of both, which can provide useful reference for the development of related research.

Keywords: Educational technology, Pattern, Model, Comparative study

1. 引言

一直以来, 模式与模型都是教育技术学领域的重要术语。关于二者的研究颇为广泛, 但却存在概念混淆、错用的情况, 二者的区别和联系比较模糊, 尚没有十分清晰的界定。为此, 笔者以教育技术学领域核心期刊近 30 年关于模式与模型的发文量的分析与比较为基础, 从模式与模型的相关概念出发, 基于专业领域学术期刊相关论文中研究开展情况, 探究近三十年来我国教育技术学学科模式与模型研究的变化趋势, 旨在解析教育技术学的模式与模型研究的发展路径, 进而对如何开展相关研究给出针对性建议。

2. 概念界定

2.1. 模式与模型的词源分析

从词源来看二者存在密切的联系, 却也存在着诸多不同。“模”最初与“范”以及“型”相联系。古人以材质的不同区分不同的“模”。相比模型来说, 模式更强调了抽象层面的蕴意, 它更倾向于展现对象的概括性和代表性。《现代汉语词典》对“模式”以及“模型”的解释也说明了这一点。所谓模式, 就是指“某种事物的标准形式或使人可以照着做的标准样式”。所谓模型, 就是指照实物的形状和结构按比例制成的物体或型器。由此可见, 模式不是一般的具体存在的实物, 而是一种抽象层面的具有代表性的样式。美国两位比较政治学者比尔和哈德格雷夫曾明确表示: “模式是再现现实的一种理论性的、简化的抽象化的形式。”相比之下, 模型则更突出结构化, 旨在用实物或者流程图去指导实践。美国《国家科学教育

标准》认为模型是与真实存在的物体、某一种或者一类事件对应的而且具有解释力的试探性体系 (丁志锋, 2021)。综上所述, 在理论研究阶段, 模式是兼具共性与个性的范式, 是在实践中总结归纳出来的, 旨在更好的指导实践。模型主要是演绎式的构建, 旨在投入实践中去检验。

2.2. 教育教学领域对模式与模型的界定

教学模式是模式的一种特殊样式, 它应该具有与“模式”性质相关的基本特征 (方林, 2010)。《教育大辞典》中将教学模式以及教学模型给予了不同的定义。教学模式反映特定教学理论逻辑轮廓, 为实现某种教学任务或者教学目标的相对稳定而具体的教学活动结构。而教学模型作为直观教具之一。总而言之, 模型更加偏向于直观教具或者强操作性的步骤指示, 而模式比较偏向于总结归纳的规律或者抽象化的理论, 旨在探索普遍化、具有较高价值的教育教学范式。

3. 教育技术学领域模式与模型相关研究的发展历程

截止到 2022 年 11 月 10 日, 在“中国知网”上共检索到教育技术学领域中提及“模式”或“模型”主题词的文献模式 8555 篇, 模型有 3314 篇。通过计量分析对上述文章发表年度趋势以及研究主题进行分析。

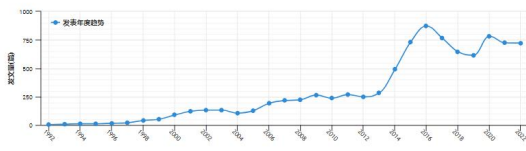


图 1 模式的各年份论文数量

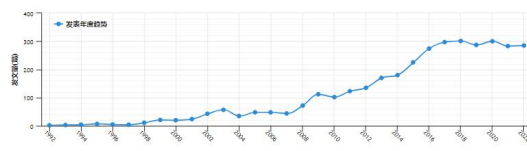


图 2 模型的各年份论文数量

如图 1, 图 2 所示, 本研究发现模式以及模型的发文总数存在较大差异, 发文总趋势在 2016 年之后发生明显变化。二者在 2016 年之前呈现稳步上升趋势。2016 年到 2019 年模式的发文趋势明显下降, 而模型却在 2018 年才出现下降趋势。2019 年, 二者的研究有明显的上升趋势。本研究推测这与线上教学不断开展有关。相较于二者在 2019 年之后上升幅度的不同, 本研究推测是由于近几年模式的相关研究基数较大, 故模式的发文量图差距较大。但随着时间的不断推演, 关于模型的研究热情也在持续增加。

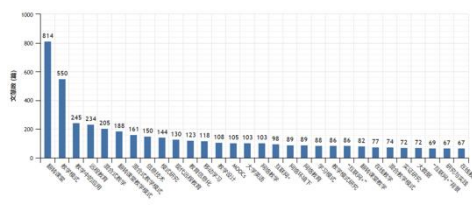


图 3 模式的主题分布

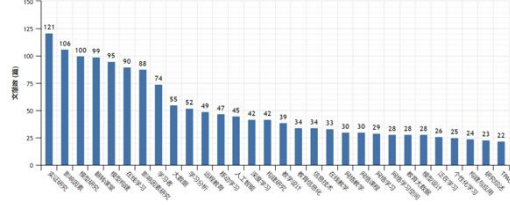


图 4 模型的主题分布

如图 3 所示, 模式方面, 占比最高的主题词是“翻转课堂”以及“教学模式”可见, 模式研究的热点主要集中在教育教学的开展方面。同时, 研究者除了注重教育教学模式外, 对于学习数据的挖掘以及学习分析也有了进一步的研究趋势。如图 4 所示, 在建构模型方面, 大多采用实证研究, 且有关影响因素的研究也较多。与教育相关的主题词出现频率最高的是“翻转课堂”, 紧接着是“在线学习”。可见模型的研究在教育中不仅关注教育者也关注学习者。当然随着技术的不断发展, 研究主题中关于“人工智能”、“移动学习”等技术支持下的模型也在不断开展研究。

4. 基于全文词频分析与 Citespace 聚类分析的综合定量分析

4.1. 全文词频分析

本研究选取中国知识资源总库 CNKI 作为研究数据的来源。依据标题+关键词检索的方式,

设定检索时间段为 1991 年-2022 年，选取 10 本教育技术领域高质量期刊（电化教育研究、比较教育研究、教师教育研究、中国教育学刊、教育发展、教育研究、中国电化教育、远程教育杂志、开放教育研究、现代教育技术、现代远距离教育研究）分别检索“模式”与“模型”关键词，经过阅读筛除无关文献后，共获得 194 篇文献。其中“模式”144 篇、“模型”50 篇。笔者借助 python 脚本与第三方库——jieba 中文分词库与 pandas 数据分析支持库，对中文文献分组分别进行词频全文统计，得到结果如表 1 所示。

表 1 分组全文词频分析统计表（前 10 词频）

模型组 (50 篇)				模式组 (144 篇)			
关键词	词频	关键词	词频	关键词	词频	关键词	词频
学习	3762	研究	1132	学习	9501	研究	2892
教育	1361	学生	1025	教育	6649	课程	2860
模型	1337	学习者	967	教师	5724	发展	2806
教学	1285	知识	881	教学	5188	模式	2669
教师	1141	信息化	848	学生	4608	网络	2358

第一点发现，“学习”、“教育”、“研究”、“学生”四个关键词，同时占两组词频的前十。具体表现为教师的教学、研究以及学生的学习。同时，针对于时间的不断推演，使得研究方向更加关注学生层面的深度学习，致力于核心素养的真正落地。第二点发现，在两组词频分析的结果来看，“教师”这个词语出现的位置不一样。由此可见，模式更加注重教师层面，在模型中更注重学习者的层面。但是，考虑到搜集样本时两组本身存在较大的数据量偏差，词频分析可能需要结合其它发现一起研究。第三点发现，相比于模型组文献中“模式”一词的出现频率（词频排序 89 条，共 177 次），模式组文献中“模型”一词出现更为频繁（词频排序 24 条，共 1438 次），由此可见，构建相关模型可以在一定程度上对于模式的推理和提出起到一定的支持作用。这也说明了大多数模型的构建以实证研究较为普遍。

4.2. Citespace 聚类分析

Citespace 是一种应用于文献中显示识别当前研究热点以及预测新趋势的可视化软件(张秀梅, 田甜, 田萌萌, 高丽芝和张学波, 2020)。将上述数据导入到 Citespace 进行主题聚类分析，结果如图 5、图 6 所示。

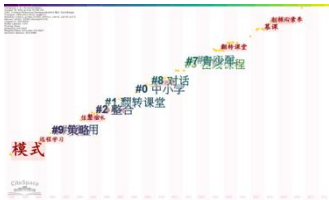


图 5 模式的 Citespace 的聚类分析结果

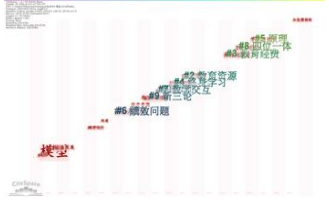


图 6 模型的 Citespace 的聚类分析结果

从排名焦点来看，模式层面排名前三的节点为翻转课堂、课程整合以及在线课程。翻转课堂的引入和发展给予了模式研究很大的发展空间。模型层面排名靠前的是“标准”以及“教育资源”。基于前文文献的分析，模型的构建较多停留在教师专业发展的层面上，致力于教师数字化能力以及信息技术能力的提升，例如“数字化能力标准模型”的构建。而“教育资源”排在第二位，在一定程度上表明研究者普遍把它用作资源共享或者资源设计与开发的范式，旨在较好的运用到实践中去。例如“教学资源库模型”。在研究方法方面，模式注重在实践经验的归纳总结，且多采用思辨研究的方法。而模型主要是演绎式的方法且多采用量化研究方法。

5.教育技术学领域中模式与模型研究的焦点案例

5.1. 模式相关焦点案例

教育技术领域关于模式的相关研究呈现出了元模式个性化体现的新样式。大多数研究致力于运用理论研究的方法对于实践中的经验进行归纳总结。诸多教学模式的产生日趋成为教育

信息化的常态发展趋势。例如，翻转课堂教学模式。翻转课堂旨在通过翻转传统课堂，释放宝贵课堂时间去致力于学生的深度学习。在前文的文献分析中发现，研究者普遍选中多种理论去进行研究探索。综上所述，本研究发现一定的新理论的支持，一定先进技术的支撑给予了模式新的发展空间，并进而归纳出了相关具有时代化的新型模式。

5.2. 模型相关焦点案例

教育技术领域模型的发展，大多数致力于运用实证研究的方法进行模型构建。尤其是教育教学领域产生了非常多经典的教学模型。TPACK 模型即整合技术的学科教学知识。随着信息技术的不断发展，信息化社会中对教师运用信息技术的能力要求越来越高，TPACK 模型作为一个教师信息化能力的概念模型，为研究如何提升教师的信息化教学能力提供了一个非常好的范式。综上所述，本研究发现所有模型大多都具有一个共同的功能：外在地辅助进一步推理。它们是科学的推理工具。每一个不同种类的模型都作为工具发挥着这样的作用。

6. 研究结论与展望

本研究，通过对近 30 年文献分析，从发文数量、研究主题、研究范式、研究方法以及焦点领域等五个维度对比分析了教育技术领域模式与模型研究的差异。

结果表明：在研究主题方面，模式和模型均重点关注于教师的教学以及学生的学习。相比之下，相关研究不仅局限与教育教学层面，还广泛涉及学习科学领域以及计算机科学领域等，出现了学科交叉融合的现象。知识发现指从数据集中提取有效的、新颖的、潜在有用的、可理解的模式的非平凡过程(靳嘉林和王曰芬, 2018)。此时的模式便具有了智能化的特征。在研究范式方面，模式方面的研究更偏向于理论层次的研究，而模型层次的研究停留在实证研究层面比较多。在研究方法方面，模式注重在实践经验的归纳总结，且多采用思辨研究的方法从实践中总结经验。而模型主要是演绎式的方法去进行实践操作，且文献研究中多采用量化研究方法。

综上所述，本研究认为模式多用于对于实践的归纳总结，且多隐藏于事物之中，对灵感、顿悟、直觉等非逻辑思维依赖较大。通常模式的形成需经历“立足实践，追寻本质，细化反思，总结归纳”四个环节。模型的构建需经历“提出问题、分解需求、构建模型、实证与迭代模型”四个阶段。

参考文献

- 丁志锋. (2021). 浅议模型建构在高中生物教学中的教学价值及策略优化. *中学生物学*, 37(04), 22-24.
- 方林. (2010). 国内外教学模式理论研究现状及其发展趋势. *软件导刊(教育技术)*, 9(12), 13-15.
- 张秀梅, 田甜, 田萌萌, 高丽芝, & 张学波. (2020). 近十年我国智慧教学研究的演变与趋势. *中国远程教育*(09), 62-69.
- 李逢庆. (2016). 混合式教学的理论基础与教学设计. *现代教育技术*, 26(09), 18-24.
- 靳嘉林, & 王曰芬. (2018). 大数据环境下知识发现研究的变化及其发展趋向. *数字图书馆论坛*(05), 67-72.

基于联通主义学习理论的在线开放课程设计与运营方法研究

Design and Operation of Online Open Course Based on Connectivism Learning Theory

周萍^{1*}, 王志军¹, 刘璐¹

¹ 江南大学江苏“互联网+教育”研究基地

* 6222006015@stu.jiangnan.edu.cn

【摘要】 目前国内外已有多门以联通主义学习理论为基础开展的在线开放课程（简称 cMOOC）。但当前这些课程大多源于设计者自身的实践经验，未能形成体系化的设计与运营方法，实践案例的开展与理论意义的结合上不够紧密。为此本研究通过选取国内外具有代表性的五门复杂联通 cMOOC 课程，从课程总体设计、具体各要素设计、课程运营情况这三个维度下包含的 13 个观测点出发，系统梳理基于联通主义学习理论的在线开放课程设计与运营方法，并挖掘出了此类课程设计与运营的策略，以期联通主义课程设计与运营提供思路和方法，为联通主义实践开展提供方法策略。

【关键词】 联通主义；cMOOC；在线开放课程；在线课程设计与运营

Abstract: Nowadays, there are many massive open online courses (cMOOC) based on connectivism learning theory at home and abroad. However, most of these courses are based on the designers' own practical experience, failing to form a systematic design and operation method, and the combination of practical cases and theoretical significance is not close enough. To this end, this study selected five representative connectivism MOOC courses at home and abroad, and systematically combed the design and operation methods of online open courses based on the theory of connectivism learning from the 13 observation points included in the three dimensions of the overall design of the course, the design of specific elements, and the operation of the course, and excavated the design and operation strategies of such courses, in order to provide ideas and methods for the design and operation of connectivism courses, and provide methods and strategies for the development of connectivism practice.

Keywords: connectivism theory, cMOOC, massive open online courses, online course design and operation

1. 前言

联通主义学习理论作为解释人类面向开放复杂信息网络环境该如何学习的学习理论，在当前教育数字化转型与创新型人才培养迫切需求的时代背景下，是学习者适应未来社会发展的理论基础（Siemens, 2005a; Downes, 2005）。联通主义学习理论的提出距今过去了 18 年，已经形成了相对完善的理论体系（王志军，陈丽，2014）。目前国内外已有包括简单联通、社会联通和复杂联通三种类型的联通主义指导的实践，其中联通主义在线开放课程（简称 cMOOC）这一复杂联通的实践是最初也是最典型的联通主义实践形态，国内外的研究者开展了大量的探索（王志军，虞天芸，2023）。但当前这些课程大多源于设计者自身的实践经验，未能形成体系化的设计与运营方法，难以复制与推广。如何设计与运营联通主义在线开放课程，为了解决这一问题，本研究通过建构框架对典型的 cMOOC 实践的分析，来总结 cMOOC 设计与运营的方法，以期形成一套操作的方法指导与推动联通主义的实践尤其是 cMOOC 的发展。

2. 文献综述

联通主义学习理论由乔治·西蒙斯（George Siemens）于 2005 年提出（Siemens, 2005b），是在日益开放复杂的信息时代，知识快速更迭的背景下，针对人类学习应如何改变以应对各种挑战而催生出的全新的学习理论。理论提出至今得到了国际社会的广泛关注和认可，正应

用于世界各地的多个学科和不同层次的教育教学实践中 (Downes, 2019)。当前联通主义学习理论现有实践多以研究者的探索性研究为基础, 具体实践类型包括基于联通主义的在线开放课程 (简称 cMOOC)、双层慕课、中小学课堂教学创新实践、高校课堂教学创新与改革、职业与成人培训和平台与工具的开发六类。其中, cMOOC 作为理论创始人主导的实践, 是当前联通主义学习理论最主要的, 也是最典型、最复杂的实践形式 (王志军, 陈丽, 2014a)。由于实践者对“c”的不同理解演化出了复杂联通 (connectivist) 类 cMOOC 和社会联通 (community) 类 cMOOC 两类。本研究主要关注的是复杂联通类 cMOOC, 目前国际上的复杂联通 cMOOC 课程案例已有 30 门。实践运用的同时, 理论研究在从未停止。近年来, 研究者基于实践探索, 从不同视角对 cMOOC 的设计开展了系列研究。

Siemens (2006) 从生态观的视角, 提出了搭建联通主义学习生态需要关注九个要素, 并提出了计划和组织 MOOCs 的 9 个步骤 (Siemens, 2012)。王志军等人从教学交互的视角阐释了联通主义学习发生的过程, 基于对认知目标分类和交互分析框架的思考, 提出了 cMOOC 的目标与设计重点 (王志军 & 陈丽, 2014b)。Huang 等人 (2021) 基于 cMOOC 设计实践, 提出了促进概念交互的 4 条 cMOOC 设计原则。Downes 等人从教学法的角度, 指出联通主义的基本教学原则, 并强调能够通过模式识别和快速适应环境以持续更新知识是联通主义学习需要具备的核心能力 (Downes & 肖俊洪, 2022)。郭玉娟和陈丽 (2022) 基于实证分析, 提出了 cMOOC 问题支架设计的相关策略。徐亚倩、陈丽等 (2022) 基于五轮 cMOOC 设计实践提出了联通主义在线课程的学习环境、学习主题、内容策展、学习活动、学习评价以及学习支持服务 6 个维度的 20 条设计策略。

已有研究都是着重理论与设计维度, 从不同层面提出了 cMOOC 设计的相关理论框架、过程模型以及原则和策略。但课程的生命周期并不是只停留在设计层面, 具体的运营与再设计是课程成功开展的关键因素。目前缺少同时关注设计与运营的研究。基于此, 本研究通过对多门案例的设计与运营的具体方法进行系统、深入、全面的分析, 提炼关键策略, 总结已有经验, 以期能够指导更多实践的开展。

3. 研究设计与方法

3.1. 课程选择与数据来源

在课程分析对象选择方面, 本研究从 30 门复杂联通 cMOOC 中选择了其中 5 门课程作为最终的分析对象, 收集数据, 对其展开质性分析。这五门课程分别是: 《Connectivism and Connective Knowledge course》(CCK)、《Change 11 MOOC》、《Games MOOC》、《Connected Courses》、《互联网+教育: 理论与实践的对话》。这样选择的原因不仅是考虑到数据的可访问、可获得性, 更是考量到: (1) 这 5 门课程涵盖了 cMOOC 实践从始至终的几乎所有时间, 能够展现联通主义实践的发展脉络; (2) 这 5 门课程在不同维度上都具有开创性意义;

(3) 可以了解当前实践中对于联通主义理论的应用是否深刻、全面。表 1 列出了课程的具体信息、来源与选择原因。下文用课程序号指代课程名称。

表 1 分析课程信息、来源及原因

序号	课程名称	开设年份	促进者或开设机构	运行期数	课程链接	选择原因
1	CCK	2008-2013	Siemens, Downes, Cormier	6	https://cck11.moo.c.ca/	由联通主义创始人开设的、最早的一门 cMOOC, 具有开创性意义。
2	Change 11MOOC	2011	Cormier, Siemens, Downes	1	https://change.mooc.ca/	目前 cMOOC 中单期时间跨度最长的一门课程, 共有 35 周的课程。

3	Connected Courses	2014	美国数字媒体和学习研究中心	1	http://connectedcourses.net/	共有 25 位课程促进者，庞大的课程专家团队共同运营课程。
4	Games MOOC	2015	Center4Edupunx	2	https://gamesmooc.shivtr.com/	以教育游戏模式开展的 cMOOC。
5	互联网+教育：理论与实践的对话	2018-2022	北京师范大学和江南大学团队	7	https://cmooc.bnu.edu.cn/	我国首门 cMOOC 课程。

注：部分课程连续开设多轮，故开设年份标为时间跨度

3.2. 分析框架确立

cMOOC 作为大规模在线开放课程一种，具备着在线课程的性质。在线课程设计与开发的阶段具有很强的包容性，因此本研究选择了在线课程设计与开发阶段作为分析框架。

在线课程设计与开发需要经过前期总体规划，中期系统设计和后期运行迭代优化三个阶段（王志军 & 余新宇，2022）。结合三个阶段以及在线课程的构成要素，本研究确定了三个维度下 13 个观测点的分析框架，对这些课程的设计与运营特点进行分析，具体说明如表 2 所示。

表 2 课程分析框架及说明

一级维度	观测点	相关说明
课程总体设计	课程主题	主题的特点、类型等
	课程目标	课程侧重的目标
	课程团队组成	课程人员背景、课程团队模式
	课程内容体系	内容体系的数量、形式以及关系
	平台与工具	具体用的工具与平台、以及它们之间的关系、使用模式
各要素的具体设计	学习资源设计	学习资源与活动的形式、特点
	学习活动设计	活动类型、目标、阐述的方式
	学习引导设计	学习引导与评价的类型、目的
	学习评价设计	是否进行评价、评价体系的目的
	学习支持服务	学习支持服务的类型、特点
课程运营	课程节奏	整体的节奏安排是否存在共性的运作模式
	课程策展	策展内容、工具、模式、呈现方式（模块化呈现）、频率等
	课程迭代	迭代次数、方式、不同期迭代之间的关系

4. 研究分析与结论:

4.1. 课程总体设计

4.1.1 课程主题: 开放、前沿、包容性强的复杂主题

联通主义指导的课程并不提前预设每个人都必须记住的核心内容,而是通过设计核心主题,来预设学习范围与学习内容(Downs, 2012b)。表3列举了5门课程的主题以及参与情况。通过对5门样本课程以及结合其他复杂联通类cMOOC课程主题的共性研究发现:复杂联通类主题所覆盖的方面非常广泛,可能是某个理论(联通主义学习理论)或者研究领域(基础教育),并且契合当前社会热点和领域前沿;学习内容高度开放,能够反映出现实的理论与实践问题;主题学习能够兼容不同领域、不同身份专业人士来探索新思路和新方法,需要参与者贡献经验、发挥所长,汇聚群体智慧来优化、促进理论与实践。如序号5课程将“互联网+”时代的教育变革作为课程主题,该问题的解决不仅需要每个身处“互联网+”时代的教育工作者和研究者贡献智慧,更需要联通大数据与人工智能、复杂科学、经济与管理理论等的专业人士来探索新思路和新方法。

表3 课程目标分布图

序号	课程主题	课程参与情况
1	联通主义学习理论	CCK08有25名缴费注册学生(以获得学分)和2,200名不缴费、不要学分的学生。其中有170名学习者创建了自己的Blog,并且有1870名学生订阅了课程学习日报(学习过程中生成的内容)
2	教育技术领域最新进展	Change11 MOOC课程种共有2300名注册学员参与,其中约300名课程完成者(课程参与者提交并被提要阅读器收集的博客数量),1700多名课程参与者(参与但未完全完成课程任务),以及有230人报名参加课程但未订阅通讯。
3	教育领域的联系和创新	无数据
4	游戏化的K5数学与英语学习	课程有683名注册参与者,网站有86862名访客,28320页面浏览,283有效讨论,20次直播活动获得了3003次观看,并且有81人关注了直播频道。
5	“互联网+”时代的教育变革	cMOOC1.0用户有602人,活跃学习者18名增,学习者交互行为总量10,568次,高质量内容生成量1,230次。

也就是说,课程主题具备一定的开放性、前沿性,一般是未被定义的、非结构化的内容体系。这些特征能够为学习内容的流动与生成提供空间,为复杂身份的课程参与者提供问题讨论与交流的多种维度与方向。因此,复杂联通的cMOOC课程的设计,选择一个具有开放性、前沿性与包容性特征的复杂核心课程主题是首要关键。

4.1.2 课程目标: 围绕网络建构、知识创生和问题解决三个水平层级为核心设定目标

通过对五门课程的目标设定对比综合分析,得出了cMOOC课程的目标主要围绕三个水平层级来设定,即网络建构、知识创生、问题解决这一结论。例如序号5的课程在目标维度提出:“课程不能给你所有问题的答案,却能帮你构建问题解决的信息网络,使你获得适应变革的能力”,即判定该课程注重网络建构。联通主义理念指导下的在线学习课程虽然不会在课程开始设定具体可操作性的课程目标,也不强调对既定目标的总结性评估,但是对学习有更广泛理解,希望在动态和混乱的环境中培养了学习者广泛的学习和适应能力(Bowes & Swanwick, 2018)。课程建设者在进行总体设计时根据不同的课程主题和情境,坚持目标导向的设计原则,注重网络建构、知识创生、问题解决类型的核心目标设定是重要步骤之一。

4.1.3 课程团队组成: 三类专家组成的核心团队+外请主题专家模式

五门课程的团队都采用“核心团队+外请专家”的组成模式。核心团队组成人员可分为三

类：课程主题专家、联通主义专家、技术专家。当课程主题的开展所涉及到的知识与技术课程核心团队成員的研究领域未涉及或不擅长时，就可以通过外请专家来协助课程开展。这样的分类可以是团队人员各司其职，也存在一个人身兼多职的情况。例如序号1的课程中，Stephen Downes 与 George Siemens 作为联通主义创始人，是课程的主题专家，同时，它也是课程的即使专家，开发了聚合器工具与课程网站等。因此，在进行联通主义在线课程设计时，明确课程团队组成以及选择合适的外请专家有利于课程的后续顺利开展。

4.1.4. 课程内容体系：着重并列式与递进式的分主题内容体系的组织

为了清晰地为学生呈现出复杂的课程内容，cMOOC 课程设计者均选择围绕课程主题与目标采取分主题的形式来设计内容体系。分主题之间可以是并列关系，也可以是递进关系，根据内容之间的逻辑进行组织。在特定时间内设定统一分主题的形式能够推动学习和讨论的有效开展，引导学习者向同一方向寻径，提升内容生成的效率和一致性（徐亚倩等，2022）。递进式的分主题设置模式能够让学习者在课程学习时循序渐进，逐渐深入对某一领域的课程学习，分主题之间的逻辑性强；并列式的设置能够允许学习者任意时间进入课程进行学习，对学习者的包容性更大。在设计 cMOOC 课程时，架构的内容体系在一定程度上能够体现出课程的主题与目标，因此选择合适的内容体系组织模式是成功设计与运营 cMOOC 课程的重要步骤之一。

4.1.5. 工具与平台：构建“聚合器-日报”、“综合性主站点+分布式媒体”的两种不同联通强度的学习环境

所选择的分析对象采用的工具与平台模式根据不同联通强度可以分为两类：“聚合器-日报”、“综合性主站点+分布式媒体”。聚合器工具主要以联通主义创始人开发的 gRSShopper 为主，能将课程与众多的平台与媒体工具（如博客、Twitter、Facebook 等）整合起来，抓取数据并以“日报”的形式呈现给学习者。综合性主站点+分布式媒体形式，即“1+N 模式”，则是通过构建了一个强大的主站点生态学习环境，同时还整合了其他分布式社交媒体技术（如微信），以多技术沟通好服务于学习者（徐亚倩 & 陈丽，2022）。cMOOC 需要合适的工具与平台模式，充分发挥各种技术的优势来支持学习的开展，以联通新的学习群体，扩大学习网络，形成更加高效的学习环境和技术网络。联通主义指导下的在线课程设计中，选择合适的工具与平台模式来构建联通的学习环境是必不可少的一环。当然，平台与工具的选择与运用是为了更好的促进学习，并不局限于分析结果中的两种模式选择，只要其发挥的作用能够满足课程建设者的需求，学习环境构建过程中均应予以考虑。

4.2. 各要素具体设计

4.2.1. 学习资源设计：开放性、引导性、分布式、碎片化、弱化核心观点

基于对 5 门 cMOOC 的预设学习资源深入分析发现其具有共性特点：引导性、开放性、分布式、碎片化、弱化核心观点。并且其中 4 门课程资源在媒体表现形式上均采用“学术论文+博客”模式呈现。学习资源是学习内容生成性的体现，学习资源的设计过程是帮助学习者过滤无效信息的过程。对于特定学习主题，课程促进者通常具有丰富的经验。虽然学习者也可以通过自主寻径或聚合等方式来选择有效信息，但是他们在学习过程中仍然可能遇到概念辨析、困惑、干扰和陷阱等问题。在进行课程设计时，促进者通过筛选开放学习资源的方式来协助学习者决定哪些是有用的信息，是发展学习者对主题的专注与理解过程关键步骤。

4.2.2. 学习活动设计：启发引导式问题与同步开展式直播活动

所有的课程学习活动均采用一步问题引导和直播相结合的模式。启发性引导问题是 cMOOC 知识创生的重要基础，学习者通过寻找与思考复杂问题回答时，需要通过不断地交互与建构，最终形成对问题的新认识、进行知识创生。直播活动的设计不仅能够促进知识学习，更能够给予学习者学习存在感。学习活动设计时将“学习者”放大到课程设计的中心位置，兼顾学习者的多样性与自主性特点，围绕学习者多样的学习需求展开，设置具有启发性的引导问题是复杂联通在线课程的基础。同时，考虑学习者学习过程中的参与感和归属感，通过设置同步开展的直播活动去提升认知、教学、社会存在感水平，增强学习者学习体验和

感受是关键。

4.2.3. 学习引导设计: 引导目标设立+引导适应联通

cMOOC 课程都很重视学习引导设计, 课程期间会通过文本与音视频等材料引导学习者学习如何使用相关平台与资源、建立知识与社交网络, 以此引导目标设立与适应联通学习。有的是在课程正式开始前的导学周内完成两个维度的设立, 有的是在课程进行过程中时刻进行引导, 如序号 5 课程的目标设立是以学习周报的形式持续引导学习者设定学习目标。联通主义学习对学习者自身能力的要求非常高, 在学习者并不完全具备参与学习的能力, 或者学习者并不能够在复杂的网络学习环境中进行学习时, 提前预设以及根据学习者具体情况调整而提供学习引导是对课程建设者必不可少的要求。

4.2.4. 学习评价设计: 适应性自我评价

样本课程中除了序号 5 课程有相对明确的评价体系外, 其余 4 门都没有设计学习者评价体系, 也不设置学分。课程建设者不进行学习者评价其实是另一种评价体系, 即让学习者自己评价, 这种评价体系的建立目的是为了转变学习理念, 更好的搭建联通的支架。虽然联通主义并不强调学习评价, 但我国首门 cMOOC 结合实际情况, 通过设置一定的评价机制来促进学习者学习动机也是符合联通主义学习理论的理念。因此, 在进行课程设计与开发时, 根据课程具体实际需求状况, 设计适合联通主义特点的学习评价体系对课程的运营起着正向作用。

4.2.5. 学习支持服务: 服务型、过程性

在所选择分析对象中, 预设内容和聚合内容的推送、技术问题的解决是这五门课程在学习支持服务方面的重点。预设内容与学习资源紧密相关, 对预设内容的推送, 是将建设者的努力呈现给学习者的最好方式。例如在序号 2 课程中, 初始周学习内容以清晰明了的模块化呈现, 细化到每日的学习安排, 即使学习者单独的浏览网页时, 也能感受到课程建设者的异步服务存在。联通主义学习内容生成性以及学习方式分布性的特征, 导致学习者需要处理大量的复杂且散乱的信息, 并从中链接到网络中的关键节点。课程促进者在设计阶段需要通过学习支持服务为学习者建立学习动机, 强化关键节点, 并基于经验提供解决矛盾与问题的具体方式, 对于设计过程中未能预测的问题, 课程促进者及时调试设计方案也是关键的一环。

4.3. 课程运营

4.3.1. 课程节奏: 设定合适的固定学习单元推进课程

设置以五、七或十四等不同天数为一个学习单元, 在学习单元内安排弹性的自主学习材料以及穿插固定的直播活动是此类课程的总体学习节奏。上一个学习单元的安排并不会随着下一个学习单元的推进而停止, 学习者随时可以回顾或弥补之前的内容, 但是整体的学习步调是由预设与现实情况结合调整得出的节奏进行的。通过把控学习者整体的学习节奏来推进课程的运行对于学习的氛围营造以及课程推进起着重要引导作用, 不至于让学习者迷失在学习海洋中。因此, 课程促进者应该在设计的过程中预设学习单元, 在运营过程中注重根据学习者的实际情况调整具体节奏, 以更好的让学习者适应课程。

4.3.2. 课程策展: 以固定策展频率模块化呈现策展内容

分析发现课程策展工具主要可以分为三类: 聚合器策展、标签策展与社群策展, 有的课程采用其中一种策展工具, 有的可能涉及多种。不同的工具影响着策展模式的自动化程度。策展的频率也受工具的影响, 5 门课程中既有以周为单位将内容以模块化的形式呈现的, 也有以天为单位进行的。策展频率虽然不完全相同, 但具体课程内的频率固定。课程策展是课程动态生成的主要部分, 是对学习过程的反馈与记录, 选择合适的工具与模式, 合适的策展频率将课程生成内容呈现出来, 是联通主义在线课程运营的灵魂, 设计与运营者应予以重视。

4.3.3. 课程迭代: 基于前一期的内容沉淀与社会热点进行更新迭代

表 1 中呈现了分析对象的期数, 其中有 3 门课程都进行了迭代运行。通过对迭代的课程进行质性分析发现, 课程不同期之间的迭代, 并非简单的复刻, 而是在基于前一起的课程内容沉淀与对社会热点的把控的基础上来更新主题。例如课程序号 1 中, 第二期的主题是由前

一期中一个分主题深化而来。课程主题与内容在这个知识爆炸的时代不应该是静态的，而应该是随着课程的设计与运营动态生成。当进行课程迭代考量时，基于前期的内容重点以及知识领域的趋势进行更新是新一轮课程能够受到更多关注以及发挥更大价值的关键。

5. 讨论:

联通主义学习理论下的在线课程有着广阔的应用情境，更适合当前各个快速变化领域的学习与教学。本研究基于对复杂联通主义类 cMOOC 的质性内容分析，挖掘出了其整体设计与运营过程中的规律与启发。基于对分析结果的总结概括可以发现，复杂联通的 cMOOC 其设计与运营主要需要注意以下几个点：

5.1. 基于主站点的分布式、开放学习环境的建构是基础

联通主义课程观强调课程的开放性，教师提供的资源是为了引导启发学习者进行知识探索，学习者被鼓励自主上传自己感兴趣的学习资源，学习和交互的中心是学习者们创造的内容，整个学习发生在分布式的网络环境当中。cMOOC 中主站点作为承载网络构建的创生地，分布式、开放学习环境作为扩大网络建构的发生场域，二者都是不可或缺的元素。提供集体学习空间与个人学习空间是进行网络建构和知识创生的基础。

5.2. 持续性内容生成促进网络的发展是关键

联通主义是一种生长理论 (Downes 等, 2022)，强调学习是一个不断生长和发展的持续变化的过程。相对于传统在线课程的预先系统化设计，这类课程更注重过程性的持续迭代、更新与动态发展。不仅所有的资源与活动要事先的系统化设计和过程中的动态调整与迭代，同一门 cMOOC 课程不同期迭代，也都要基于学习对象的实际基础与需求重新进行设计，从而活化课程内容，让课程内容在交互、变化的过程中动态生成和持续发展。

5.3. 自动化智能技术支持的持续运行是重要保障

不同自动化智能程度的技术支持对课程建设者的工作量以及设计方式起着非常大的影响。当自动化程度低，在学习支持服务以及引导设计方面对教师的依赖性就会更高。cMOOC 核心是要求教师作为网络中的关键节点，对课程起着连接作用，而不是网络开展的基础。一些基础性、不需要复杂联通的工作不应该成为课程师生的负累。利用高自动化智能的技术解决师生学习过程中的问题，提高效率与使用满意度是在线课程持续运行的重要保障。

5.4. 高自主性网络化学习者的深度参与是重点

高度开放的 cMOOC 看似减轻了学习者的固定内容学习负担，实则在学习自主性与深度挖掘上有了更高的要求。在这类课程中，是否进行某一领域的探索以及学习的深度进行到哪一步，权力主要由学习者掌控。从学习个体看，只有学习意愿高、自主能力强的学习者进行深度的学习参与，才能构建好网络以及创生出有价值的知识；从课程整体看，这也是课程顺利开展与运行的重要因素。

参考文献

- 王志军, 陈丽, & 郑勤华. (2014). MOOCs 的发展脉络及其三种实践形式. 中国电化教育, (7), 25-33.
- 王志军 & 余新宇. (2022). 在线课程设计与开发: 要素、理念模型与过程模型. 开放教育研究 (03), 81-92.
- 史蒂芬·道恩斯 & 肖俊洪. (2022). 联通主义. 中国远程教育 (02), 42-56+77.
- 徐亚倩, 陈丽 & 肖建军. (2022). 联通主义在线课程设计策略研究——基于五轮 cMOOC 设计迭代. 中国远程教育 (06), 67-75.
- 郭玉娟, 陈丽 & 郑勤华. (2022). 推动“互联网+教育”发展的制度创新方向——“互联网+教育”创新发展的理论与政策研究 (六). 电化教育研究 (05), 11-16+25.

- Bowes, M., & Swanwick, C. (2018). ePE: Using connectivism to theorise developments in digital technology in physical education in Aotearoa/New Zealand. In *Digital Technology in Physical Education* (pp. 204-222).
- Downes, S. (2019). Recent Work in Connectivism. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 22(2), 112-131.
- Downes, S. (2022). Connectivism. *Asian Journal of Distance Education*.
- Huang, L., Feng, X., Chen, P., Wang, R., & Luo, S. (2020). Research on the Relationships of Interactions in Connectivist Learning Based on Social Network Analysis[C]. In *2020 Ninth International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)* (pp. 176-181). IEEE.
- Siemens, G. (2005a). A learning theory for the digital age. *Instructional Technology and Distance Education*, 2(1), 3- 10. Retrieved from <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.
- Siemens, G. (2005b). Connectivism: Learning as network-creation. ElearnSpace. Retrieved from <http://www.elearnspace.org/Articles/networks.htm>.
- Siemens, G. (2012). Designing, developing, and running (massive) open online courses[Z]. <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php>
- Stephen Downes(2005).An Introduction to Connective Knowledge[EB/OL].[2009-08-23] <http://www.downes.ca/cgi-bin/page>.

信趣數學：透過合作解題與教中學影片創製增進學生數學自信心與興趣

CI-Math: Enhancing Confidence and Interest in Mathematics through Collaborative Problem

Solving and Learning-by-Teaching via Video Creation

李應儒^{1*}, 葉彥呈², 陳德懷³

¹臺灣中央大學 網路學習科技研究所

*a110524009@g.ncu.edu.tw

【摘要】本研究設計如何透過影片創製進行教中學活動 (Learning-by-Teaching)。如果學生對一個領域有興趣，學習該領域就有正向表現。從平日對數學學習的觀察，我們也注意到對數學有興趣的學生，同時也會對數學有自信心。「信趣數學」的假定是將數學學習著眼點先放在建立學生對數學的自信心，進而發展數學興趣。以此為基礎，我們認為透過影片創製的方式來進行教中學，學生不只能夠加強自身對數學的概念，也可以提升對數學的自信心與興趣。本研究使用數位平台進行同儕互評與教師評論，從中學習並改進，並融入了合作解題的要素，探討活動對學生學習興趣以及學習動機之影響。

【關鍵字】影片創製；同儕互評；合作解題；教中學

Abstract: Interest is critical for learning. For example, if a student is interested in a domain, very likely the student is a highly achieved student in the domain. Furthermore, being highly interested in a domain implies being confident in that domain. Confidence, thus, is a necessary condition for interest. CI-Math aims at elevating student confidence in math learning through learning-by-teaching in the form video-creation. In those videos, students explain a concept or problem-solving process for their fellow classmates. Through CI-Math, we hope that, with confidence, students will be easier to develop interest in math. In this article, we also try to distinguish the difference of confidence and self-efficacy in math learning.

Keywords: video creation, peer review, collaborative problem solving, learning by teaching

1. 前言

OECD 在 2019 年 12 月公布的「2018 年國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, PISA) 調查結果報告顯示，臺灣學生在 PISA 2018 數學表現平均 531 分，高於平均 489 分，排名世界第五。然而，數據也顯示：「台灣學生是全世界最害怕失敗的」(OECD, 2018)，台灣學生害怕失敗的程度，遠超過一般印象中對學生管教嚴格的新加坡，對數學的自信心敬陪末座。

缺乏自信心，就容易產生焦慮，最後逐漸放棄數學，「焦慮」(anxiety)是全世界最為常見的心理健康問題之一。在教育環境中，最常引起焦慮的原因之一便是考試成績，而其中尤以數學科的焦慮(mathematical anxiety)最為明顯。數學焦慮意指人對於數學能力的焦慮症，美國心理學家馬克 Mark(2002)將數學焦慮定義為「一種干擾數學表現的緊張、憂慮或恐懼感」，數學焦慮在全球所有年齡段都是普遍的問題(Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M., 2018; Finlayson, M., 2014)。據統計，大約 93% 的美國人表示他們經歷過某種程度的數學焦慮，並有大約 17% 的美國人口患有高度的數學焦慮症。

要降低數學焦慮，就必須提升自信心與興趣。自我效能即「人們對自己能夠成功完成某項學習任務的信念」(Bandura et al, 1977)，意指自己判斷達成某個任務的可能性有多少。自我效能是影響學生學業成就的重要因素(Schunk, 1995; Pajares, 2002)，具高自我效能的學生，在學習上更容易參與、更努力、堅持更長的時間，並取得更高的成就(Bandura, 1997)。而興趣則

是對某種事物或從事某種活動擁有動機的一種情感狀態(Allport, 1961)，它可以驅策人去作出行動，通常由多次正面經驗累積而形成。對數學擁有自信心，才會擁有數學興趣，倘若對數學的自信心不足，則易失去數學興趣，從而產生數學焦慮。

在本研究中，我們定義自信心(confidence)為經由連續多項自我效能(self-efficacy)總結後所產生的結果。舉例來說，一個人說他對數學沒有自信心，一般來自於他學習數學過程中經歷過的負面經驗。假設學生擁有一個月的數學學習經驗，即在這一個月內進行多項數學任務，如果對大部分數學任務，學生自我效能高，那麼一個月後，可以稱學生提高了對數學的自信心。反過來說，如果大部分的任務，學生自我效能低，我們認為學生可能對數學的自信心會降低，甚至會出現數學焦慮的風險。研究顯示，高度數學學習興趣及自我效能對數學成績有正面的影響，且與數學焦慮有顯著負相關，若能提升學生的興趣與自我效能，便能有效的降低學生的數學焦慮情形(Zhang, D., & Wang, C., 2020; Hiller, 2022)。

然而，現今的台灣傳統教學理念仍以考試為導向，因此教師及家長常會以「考試成績」作為檢核學生學習表現的唯一標準，而為了讓考試成績提升，便會讓學生做大量的練習題目，但這卻會讓我們無法得知學生是因反覆練習相同題型而用短暫記憶背誦題目解法，還是有真正理解題目的數學概念。在數學學科這種連續性的觀念學習中，每有一個觀念搞不清楚，便有可能就造成後續學習的大量落後，隨著年級越高，課程內容越複雜，容易造成後面的概念無法銜接(Lewin, 2006)，當數學學習遇到了瓶頸，學生沒有了成就感，就更容易產生排斥感，引發焦慮。

綜上所述，為了提升學生數學興趣與自信心，研究團隊以「信趣數學」為研究團隊的數學發展核心。「信趣數學」秉持著學生「可以學得快，學得慢，不能學不會」的理念，以提升學生自信心、自我效能，降低學生的數學焦慮為目標，進而提升學生數學學習興趣與學習表現。在本研究中，「信趣數學」採用數學「教中學」(Learning by Teaching)活動作為學習模式，數學教中學是一種創造與分享的活動，即學生於習得數學概念之後，可以擬出一道或多道相關的數學題目進行同儕互教，扮演教師的角色教導同學，藉由說明數學概念，掌握數學思維。透過教中學模式，學生可以展現自己學會的數學知識，再結合影片創製的活動，從中獲得成就感及擁有感，提升自我效能、自信心及學習興趣，達到降低數學焦慮的目的。

在過往研究中，方駿遠(2014)設計了一套「微演示教中學影片活動」，將教中學與教學影片結合，來提升學生數學應用題能力；黃政理(2022)也應用此模式，以提高學習動機與降低學生學習焦慮；陳冠廷(2021)改善了前述研究中活動進行時間過長影響課程的問題，精簡活動模式，但研究對象僅有一個班級，王姝涵(2022)則將活動擴大推動至三所學校，讓多校師生一同參與活動，探討活動對學生學習興趣與學習動機的影響，還設計了跨校活動，利用博覽會暨比賽的方式，賦予學生一個舞台。本研究則在上述研究的基礎下，融入了合作解題的概念，探討讓學生與同儕討論解題方法以及如何進行影片創製的方式，使否能進一步提升學生影片拍攝的品質，以及對學生的學習興趣與動機是否有其他影響。並且進一步觀察教中學影片創製活動在不同教學現場中的執行難度，嘗試將教中學影片創製活動推廣至全國以及國中。

2. 文獻探討

2.1. 教中學(Learning by Teaching)

而教中學(Learning by Teaching)是指學習者透過教導他人來進行學習的教學方法，此教學方法從 19 世紀初已出現，當時流行的導生制(monitorial system)便是此概念，由 Andrew Bell 與 Joseph Lancaster 兩位英國教育家所創，他們讓年長的孩子將已經學過的東西去教導年幼的孩子們，由此來教育眾多資源匱乏的貧困兒童(Graves, 1915)，而到 20 世紀中葉才開始有相關的研究出版，並期望能藉此改善教育，1971 年關於教中學(Learning by Teaching)的書籍於美國問世，教中學給學生扮演大人角色的機會，學生可以從教導其他同儕的過程中學到更多(Gartner, 1971)，同儕間的互動，也能讓學生有更高的成就(Qin et al., 1995)。

教中學可視為一種同儕教學(peer tutoring)，同儕教學即是學習者互相幫助並藉由教學的過程來學習(Seel, 2011)，學習者同時也是教學者，以教學者的角色幫助同儕，可以有效地促進自己和同儕的學習(Kobayashi, 2022)，而利用這樣的教學方法會讓學生沒那麼有壓力，且更加積極參與，與同儕間可以相互成長，透過向他人解釋教學內容來增強自己的學習概念(Fiorella & Mayer, 2013)。

在過往的研究裡發現教學可以為教學者帶來好處(Chase et al., 2009)，而也有學者Biswas(2001)提出教學中有三個階段可以增強教學者的知識：規劃、解釋、反饋，通過反思、自我解釋和非背誦的學習理解，能導致更好的知識組織和架構，教學也使教學者更深入了解特定領域，面對相同的資訊，教學者往往能比學生更好的統整，所以由此來說，在教中學模式之中，無論是擔任學習者或是教學者，皆能在學習方面有所成長，教導者獲得的認知並不會少於學習者(Bargh & Schul, 1980)。

而讓學生在學習數學的過程中，建構自身的數學邏輯概念，並加深自己的印象，讓學生從被動轉為主動，從自身為出發點，可以改善前述的傳統教育問題，因為培養學習者應用知識最有力的方式是給予學習者實際操作的機會，或在操作過程中學習新的知識，並產生經驗來強化本身已具備的知識，最後再加以延伸應用到新的學習上(Dewey, 1944)，而利用教中學(learning by teaching)能轉換學生與教師的角色，教學需內化知識，再清楚理解概念，通過教授他人，學習者與教授者的能力都能得到提升。

2.2. 合作解題

在眾多教學理論與方法中，都指出「合作學習」具有正面積極的效果。傳統數學教學，大多採用教師直接教學的方式，學習者藉由教學者填鴨式的概念傳輸，機械般地演練數學計算，往往因此缺乏獨立的推理能力(Cuoco & Goldenberg, 1996)。而 Mintzes 等人(2005)認為透過兩人一組的合作學習方式，對於學習成效較為有利，因為每位學生可以各自表達自己的想法。透過多人合作學習，將不同想法統整與討論，以達到多重概念理解的目的。同時也有研究結果表明，解決數學問題的方法有許多種，其中合作解題的策略能夠幫助學習者解決更為複雜的問題(Tausczik, Y. R., Kittur, A., & Kraut, 2014)。綜上所述，本研究試圖探討透過合作解題後進行的教中學影片創製，是否能夠進一步提升教中學的學習效果以及影片之拍攝品質。

2.3. 同儕互評

同儕互評是一群知識背景相近的學生，嘗試以教師的角度與看法，去對其他同儕進行評量，跳脫原本學習者的角色，在進行學習活動的過程中，給予對方一些評論、建議，同時扮演了評量者及受評者(Topping, 1998)。互評的方式除了量化的分數或等第，也包括質化的口頭或文字方式，藉由同儕互評的過程，可以得到更多面向的建議藉以審視自己的不足之處，透過此流程，除了能夠促進學生間的學習互動，更可以達到改善與強化學習成效的目的。本研究中的同儕互評主要針對影片的五個面向進行，分別是正確性、易懂性、組織性、創意性及清晰性，希望探討同儕互評是否能增進學生影片創製之品質。

3. 系統介紹

3.1. 系統設計

隨著科技的進步與多元教材的出現，單純藉由紙本教材的教學方式已不是最佳解，容易讓學生失去興趣及專注力，被動的知識吸收往往會造成學習者缺乏自主解決問題的能力(蔡秉恆, 2002)。由於新媒體時代的到來，多媒體已逐漸成為教育傳播方式之一，能夠幫助提高學習者注意力及興趣，促進學生學習成效(Mackey & Ho, 2008)。Mayer (2001)提出的多媒體學習原則，表示文字與視覺結合的學習方式比單純使用文字學習有效。而現在媒體諸如電視、影音平台與電影等等，都在日常生活中隨處可見，因此將影像視為學習資源融入教學之中是未來學習趨勢之一。利用影片教學能夠激發學習動機，使學習者更專注(Tobolowsky, 2007)，並且能解決課堂上無法重複聽講的問題，讓學生能反覆的自我學習來增加學習記憶。若藉由影片教學來進行教中學，可以結合兩者的優點，讓學生相互學習，並從影片中檢視自

我與察覺自己學習概念上的缺失。

因此，本研究主要設計一個影片上傳與分享系統，配合教中學模式，同時規劃了同儕間的評分功能，讓學生們在上傳自製的教中學影片後，對同儕的影片進行觀看與評分，同時也能留下自己的評論及建議。系統前端使用 Html、CSS 及 JavaScript，再搭配 JQuery 函式庫撰寫而成，後端則使用與 PHP 連結 MySQL 資料庫。系統分為教師端與學生端（圖 1），教師端與學生端分別有三個主要功能，學生端為：管理影片、上傳影片以及同儕互評；教師端則為：查看評論、教師評分以及觀看影片。介面設計上希望能吸引學生的注意力，搭配教師端的輔助，使得教中學影片創製活動過程能更為順利、互動性更高。

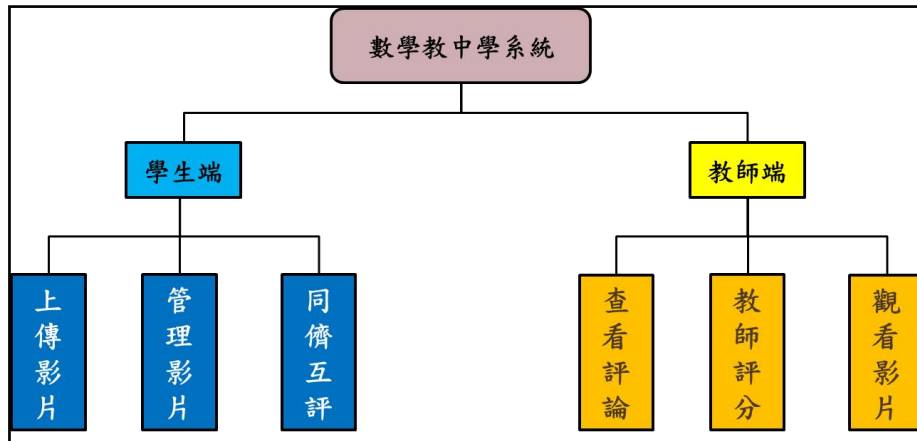


圖 1 系統架構

3.2. 學生端

學生端主要有三個功能：上傳影片（圖 2）、管理影片以及同儕互評（圖 3），學生可以再上傳影片的介面上上傳拍攝完成的教中學影片，上傳的影片會儲存於 Amazon S3 的 Bucket 中，且會對影片進行分類儲存，方便管理者進行管理，同時也會將影片相關資料儲存於資料庫中，以便日後調取資料。同儕互評介面則是會讓學生針對預先分好組的其他同學進行評論，評論使用五點量表的方式針對下列五項指標進行評論：正確性（解題過程及解答是否正確？）；易懂性（解釋的觀念是否清楚易懂？）；組織性（整體講解過程是否順暢？）；創意性（影片設計、教學方式是否有創意，能吸引人？）以及清晰性（影片的畫面及聲音是否清晰？）。



圖 2 學生端上傳影片介面



圖 3 學生端同儕互評列表

3.3. 教師端

教師端的主要功能為查看評論、教師評分以及觀看影片。查看評論的介面可以觀看學生對其他人進行的評論以及建議，若有較為不恰當的評論便可以進行適當的指導以及修正。教師評分的介面，題目與同儕互評的題目相同，讓學生可以比較教師評論與同儕評論間的差異，藉以對後續的影片進行改善。



圖 5 教師端學生列表



圖 6 教師端評分介面

4. 研究方法

4.1. 研究對象

本研究之研究對象為桃園市某四所小學之五年級學生，共計五個班 123 位學生，進行兩個學期的實驗。研究者經過與授課教師的討論，整理出適合進行小組討論合作解題的開放式問題或複雜問題，再請授課教師依據學生能力將學生 4 至 5 人進行異質性分組，搭配系統進行「數學教中學影片創製」活動，並使用經設計過的學習動機與興趣問卷進行前後測，用於後續數據的蒐集與分析。

4.2. 研究流程與方法

本研究希望學生能透過教中學的身分轉換來重新建構數學概念，並透過拍攝數學影片的方式來進行教中學活動。活動開始前老師會給予每組不同的題目讓學生以小組討論的方式進行解題，解題後會再進行小組討論如何拍攝影片以及分工，最後利用平板電腦進行拍攝，當影片完成後便將影片上傳至系統，而後進行同儕互評，互評結束後再參考同儕、教師的評論來進行下一次解題與拍攝活動。

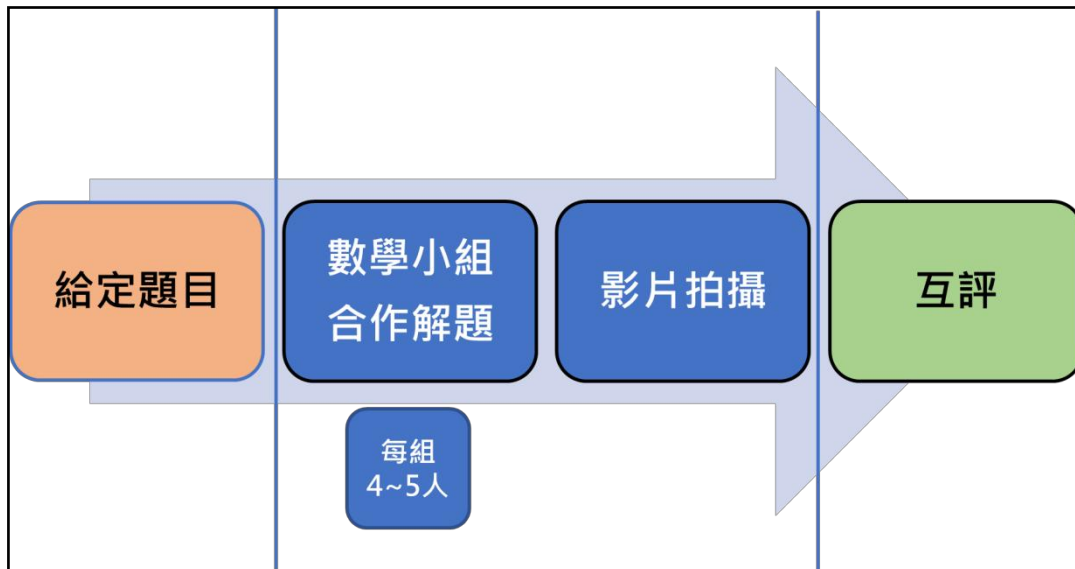


圖 7 活動流程

4.3. 資料收集與分析

為了解學生進行數學教中學影片創製活動後，在數學科目上的興趣、動機還有拍攝的影片品質之影響，在進行活動之前與之後，都會施測數學興趣與數學動機 MSLQ 問卷，並利用系統收集學生創製的影片作品、同儕互評與教師評論的分數與建議，活動結束後也預計對研

究對象之學生與授課教師進行訪談，最後將上述收集的資料進行整理與比對，來探討此活動對學生學習興趣與動機的影響。

5. 預期結果與討論

5.2. 預期結果

本研究旨在探討國小學生在「合作解題」以及進行「數學教中學影片創製」活動後對數學學習興趣與學習動機之影響，以及同儕互評是否能提升學生拍攝之教中學影片品質。預計透過使用此系統降低學生對數學的學習焦慮，並提升學習動機與學習興趣，讓學生透過轉換身分的方式思考，由學習者轉變為教學者，藉以重構並提升對數學概念的理解。此外也希望透過此研究活動，賦予學生一個舞台，與別人分享自己的數學知識，讓學生了解數學不僅只有教師講授與重複解題，還有其他的學習方式，藉此提升學生的學習興趣與學習動機。透過活動更期望能改善傳統數學教學方式的弊端，不再以填鴨式的知識傳輸方式讓學生學習數學，希望能以合作學習的方式，訓練學生的多元學習能力，不再僅以教師為中心學習，能夠培養自主學習的學習方式。

5.3. 研究困難與討論

由於本研究之「數學教中學影片創製」參與活動的研究對象有四所學校裡的五個班級共123位學生。但因為受到不同學校有各自的課程進度與安排，且完成一部影片所需的時間也因不同教師與學生皆有所差異，因此活動設計與時程安排受到許多限制，許多因素皆會影響或拖延到實驗的時間。此外，從目前接收到的參與活動教師的意見反饋中，得知學生對於開放式問題的理解較為薄弱，在小組合作討論過程中遇到不少困難，因此在後續的活動中，會針對上述問題進行動態改進與調整。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (MOST 109-2511-H-008 -011 -MY3) 與「臺灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- 王姝涵(2022)。數學教中學：影片創製與跨校登臺[未出版之碩士論文]。臺灣中央大學網路學習科技研究所碩士論文，桃園市。
- 方駿遠(2014)。教中學之微演示活動設計——以國小四五年級數學為例。臺灣中央大學資訊工程研究所碩士論文，桃園縣。
- 陳冠廷(2021)。透過創作影片進行教中學。臺灣中央大學網路學習科技研究所碩士論文，桃園市。
- 黃政理(2020)。透過學生影片創作進行國小數學學習：趣創者理論之應用。臺灣中央大學網路學習科技研究所博士論文，桃園市。
- 梁耀榮 (2019)。對分課堂教學模式之特徵與應用。 *臺灣教育評論月刊*, 8(12), 147-152。
- 蔡秉恆(2002)。國小六年級學生運用網路數位學校學習柱體與錐體成效之研究。臺灣屏東師範學院數理教育研究所碩士論文，屏東縣。
- Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality*. Holt, Reinhart & Winston.
- Ashcraft, M.H., Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences, *Current Directions in Psychological Science*, 2002, 11 (5), 181 – 185, S2CID 16387293, doi:10.1111/1467-8721.00196
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.
- Bargh, J. A., & Schul, Y. (1980). On the cognitive benefits of teaching. *Journal of educational*

- psychology*, 72(5), 593.
- Biswas, G., Schwartz, D., & Bransford, J. (2001). Technology support for complex problem solving: From SAD environments to AI. In K. D. Forbus & P. J. Feltovich (Eds.), *Smart machines in education: The coming revolution in educational technology* (pp. 71 – 97). The MIT Press.
- Cuoco, A. A., & Goldenberg, E. P. (1996). A role for technology in mathematics education. *Journal of Education*, 178(2), 15-32.
- Chase, C. C., Chin, D. B., Oppezzo, M. A., Schwartz, D. L. J. J. o. S. E., & Technology. (2009). Teachable agents and the protégé effect: Increasing the effort towards learning. *Journal of science education and technology*, 18(4), 334-352.
- Dewey, J. (1944). The democratic faith and education. *The Antioch Review*, 4(2), 274-283.
- Finlayson, M. (2014). Addressing math anxiety in the classroom. *Improving Schools*, 17(1), 99-115.
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2013). The relative benefits of learning by teaching and teaching expectancy. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4), 281-288.
- Gartner, A. (1971). *Children teach children: Learning by teaching*. New York: Harper & Row.
- Graves, F. P. (1915). *A history of education in modern times*. Macmillan.
- Hiller, S. E., Kitsantas, A., Cheema, J. E., & Poulou, M. (2022). Mathematics anxiety and self-efficacy as predictors of mathematics literacy. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(8), 2133-2151.
- Kobayashi, K. (2022). Learning by teaching face-to-face: The contributions of preparing-to-teach, initial-explanation, and interaction phases. *European Journal of Psychology of Education*, 37(2), 551-566.
- Lewin, T. J. N. Y. T. (2006). As math scores lag, a new push for the basics. *New York Times*, 14(11), 2006.
- Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology research and behavior management*, 11, 311.
- Mackey, T. P., & Ho, J. (2008). Exploring the relationships between Web usability and students' perceived learning in Web-based multimedia (WBMM) tutorials. *Computers & Education*, 50(1), 386-409.
- Mangels, J. A., Butterfield, B., Lamb, J., Good, C., & Dweck, C. S. (2006). Why do beliefs about intelligence influence learning success? A social cognitive neuroscience model. *Social cognitive and affective neuroscience*, 1(2), 75-86.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia learning*. New York: Cambridge Press.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (Eds.). (2005). *Teaching science for understanding: A human constructivist view*. Academic Press.
- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018. Insights and Interpretations*. Paris: OECD Publishing.
- Pajares, F. (2002). Gender and perceived self-efficacy in self-regulated learning. *Theory into practice*, 41(2), 116-125.
- Tausczik, Y. R., Kittur, A., & Kraut, R. E. (2014). Collaborative problem solving: A study of mathoverflow. In *Proceedings of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing* (pp. 355-367).
- Tobolowsky, B. F. (2007). In practice — Thinking visually: Using visual media in the college classroom. *About Campus*, 12(1), 21-24.
- Topping, K. (1998). Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of educational Research*, 68(3), 249-276.
- Qin, Z., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1995). Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of educational Research*, 65(2), 129-143.

- Schunk, D. H. (1995). Self-efficacy, motivation, and performance. *Journal of applied sport psychology*, 7(2), 112-137.
- Seel, N. M. (2011). *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer Science & Business Media.
- Zhang, D., & Wang, C. (2020). The relationship between mathematics interest and mathematics achievement: Mediating roles of self-efficacy and mathematics anxiety. *International Journal of Educational Research*, 104, 101648.

建構自然獲取英文對話學習活動以提升國小學生的口說能力

Constructing a Natural Conversation Learning Activity to Improve Students' English

Speaking Skills

涂弘旻^{1*}, 廖長彥², 周得揚³

^{1,3} 臺灣中央大學 網路學習科技研究所

² 臺灣中央大學 客家語文暨社會科學學系

*benjamintu1514@gmail.com

【摘要】 語言作為人們交流的工具，主要圍繞著聽、說、讀、寫，這四項技能，其中透過口說能力與他人溝通、表達自身想法是很重要的，而臺灣的英文教育模式偏重於閱讀能力，導致臺灣多數學生在英文口說能力遠低於其他能力。因此，本研究將發展符合語言習得的英文對話練習系統，並在原先的英文課堂內設計 10 分鐘的聽說練習微型課程，課程中讓學生模仿自然獲取方法，大量聽取系統所播放的英文對話語音，進行聽說練習，以提升口說能力，期望學生能將其實際應用於日後所遇到的任何交談情境，並養成日常口說習慣，降低學生在英文四項技能中發展不均的現象。

【關鍵字】 對話學習；微型課程；自然獲取；語言習得

Abstract: Language, as a tool for communication, revolves around the four ability of listening, speaking, reading and writing, of which the ability to communicate with others through speaking is very important. However, Taiwan's English education focuses on reading ability, resulting in the majority of students in Taiwan are lack of the speaking ability. Therefore, this study will develop an English conversation practice system that consistent with language acquisition, and design a 10-minute mini lessons of English listening and speaking practice. In the lessons, students will imitate the natural approach method, listen to English conversational voice played by system, and practice listening and speaking to improve their speaking ability. Hope students can apply to any conversational situation they encounter in the future.

Keywords: conversation learning, mini lessons, natural approach, language acquisition

1. 前言

英文作為目前全球通用的國際語言，是接軌國際的關鍵工具之一，臺灣已經推動 20 多年的英文教育，追朔至西元 2001 年時，臺灣推動九年一貫課程綱要，將英文課程納入國小五年級的課程綱要中，正式讓學生從小開始接觸英文教育。語言作為與他人交流的工具，學習的過程圍繞著聽力、口說、閱讀、寫作，這四項技能，其中能夠透過口說能力與他人進行溝通、表達自身想法是很重要的，尤其是身處於現今全球化的社會，英文溝通能力更顯為重要，因為大多數工作都需要具備與他人進行英文溝通的技能(Rao, 2019)。

大量閱讀是大多數學習的基礎(Mak, Wang & Chu, 2019)，然而，臺灣過往至今的英文教育模式卻過於專注在「閱讀」這項技能（能夠理解英文文章內容，以及能夠了解其中的文法結構），這使得臺灣學生在聽力、口說、閱讀、寫作，這四項技能的表現不均衡，根據國家發展委員會的調查顯示，臺灣學生的「閱讀」跟「聽力」兩項技能表現遠優於「口說」跟「寫作」兩項技能。

學習的過程，可以分為習得法（毫無意識）與學習法（刻意為之）兩個部分(Mani, 2016)，而我們對於語言的學習是透過習得法學習而成的，孩童們的母語能力就是通過不斷地接觸日

常生活的對話學習而來的(Clark, 2018), 而學生的口說能力就是通過聽力來獲取日常生活中大量的外輸入, 並模仿所聽到且自身能夠理解的內容進行口說, 過程中將自然而然地逐漸掌握口說能力。而臺灣的英文課堂中, 多半的教師還是以講述母語的方式來教授英文, 以及利用母語與學生進行溝通, 這可能是導致學生英文口說能力較低於其他能力的原因, 長期以來, 可能會讓學生在日後進行英文口說時, 缺乏自信心、無法將學會的英文詞彙拼裝成句子, 導致與他人進行溝通時面臨困難。

基於上述, 我們希望可以為學生提供良好的語言學習環境, 讓學生通過自然獲取(Krashen & Terrell, 1983), 模仿學習母語的過程來習得英文, 以提升學生英文口說能力, 並養成口說習慣。因此, 本研究將發展一款符合語言習得的英文對話練習系統, 並設計一款口說導向的語言學習課程, 課程採用微型課程的模式, 將其融入進學生們原先的英文課程內, 再由教師操作系統播放英文對話語音, 以及顯示英文對話句子文字內容, 讓學生能夠在課堂中, 隨著聽到的英文對話內容, 進行口說練習。而教育部在 2021 年推動中小學數位學習精進方案, 其中「班班有網路, 生生用平板」政策, 讓學生可以在課餘時間也能透過平板電腦或行動裝置連線至本系統網站, 並根據自身的學習進度, 選擇不同的對話主題, 持續進行英文聽說練習。透過此模式, 學生將透過模仿自然獲取的語言學習方法, 得到大量的外在英文語言輸入, 再經由學生自身將其內化, 以提升英文口說能力, 並且能夠將其實際應用於日後所遇到的任何交談情境, 最終養成口說習慣。

2. 文獻探討

2.1. 英文課堂活動設計

現今臺灣的英文教育模式, 多數還是以考試為主的教學方式, 而語言學習的四項技能中, 口說與寫作是比較難進行公平且大規模的測驗, 因此臺灣的英文教育模式主要以學生的閱讀和聽力表現作為整體英文能力的評測標準, 這也導致學生的閱讀、聽力能力, 遠高於口說與寫作能力(國家發展委員會, 2021)。

肢體動作回應教學法(Total Physical Response)是一種透過教師給予學生命令, 讓學生依據指令內容進行模仿的語文學習方法, 例如: 教師下達 "Raise your right hand and touch your left shoulder" 的指令, 學生即依照指令將右手舉起, 再放到左肩上, 以完成指令, 在完成指令的過程中, 學生將用身體來理解教師所下達的指令意思。此方法容易應用在語文課堂中, 也能升學生的專注力和學習興趣(Khakim & Anwar, 2020)。

微型課程是由四個階段組合而成的, 分別是連結、教導、積極參與和鏈接(Calkins, 2003), 課程長度通常在 5 分鐘至 15 分鐘之間, 課程內容通常是針對特定技能或是概念作為教學目標。在課程中教師在講解、介紹完要教授的技能或是概念後, 需要引導學生積極練習課堂所學到的技能或概念, 讓學生從練習中獲取經驗, 再從經驗中學習, 此種教學方式能夠提高學生在課堂中的專注力, 以及能夠讓學生理解課堂中所教授的內容的重要性。

綜合上述, 本研究將基於肢體動作回應教學法容易應用在課堂中, 以及能夠提升學生學習興趣與學習成效的特性, 結合英文聽說練習, 設計一款口說導向的語言學習課程, 課程將採用微型課程的模式, 讓學生樂於進行英文聽說練習, 以達到提升英文口說能力的目的。

2.2. 語言學習方法

歷史上的語言學習理論大致上可以分為行為主義、先天主義、認知主義、社會主義等派別, 行為主義相信語言的學習是透過反覆不斷練習, 而將語言養成習慣之時, 則代表學會語言; 先天主義相信語言是習得而來的, 只要讓學生沉浸在充滿語言的環境裡, 即可將語言學好; 認知主義相信語言學習的過程, 是學習者花時間在了解、熟悉自身不懂的詞彙和語言結構; 社會主義相信語言的學習是因為人與人之間需要溝通, 只有在溝通的過程, 才能學習語言, 簡言之, 日後也有許多學者根據這幾個派別, 衍伸出許多語言學習的分枝理論, 而這些理論可能也同時包含不同派別的概念, 如同自然獲取(Natural approach), 可能是由先天主義衍伸而來, 其理論強調語言的學習是不可強迫的, 在學習的過程中, 教師應該致力於保持學習環境

處於無壓力的狀態、減少糾正學生錯誤的次數、需要讓學生接觸大量且可被學生自身所理解的外在輸入，而每次的輸入皆需略為超出學習者目前的語文能力水平，學生自然而然就能夠學會該語言，至於語言習得(Language acquisition)，則可能包含認知主義、先天主義的概念，其理論指的是嬰兒從剛出生時，就會對自身所接收到的外在刺激（包含聲音、動作）進行分析以及統計，最終內化成肢體語言或是嬰兒語言，且在這個過程中將毫無意識地獲得這項技能(Clark, 2018)，基於這些語言學習的理論，若將其應用於日常英文課堂中，顯然能夠有效影響學生的英文口說能力表現。

3. 系統介紹

為了改善臺灣現階段英文教育模式不易在英文課堂中培養學生的英文口說能力，因此本研究的系統設計理念是透過「自然獲取」與「興趣驅動創造者理論」(Chan et al., 2018)中習慣環的「提示環境」、「例行活動」，讓學生身處於以英文對話練習系統所建構的語言習得環境中，通過大量接觸外在英文輸入，以培養學生的英文口說能力，以及養成英文口說習慣。

3.1 系統設計

本研究的核心理念是希望能夠為教師以及學生提供更好的英文學習環境，讓學生能夠在每堂約 10 分鐘的聽說練習微型課程中，透過模仿學習母語的方式，聽取系統所播放的英文對話語音，進行大量的英文聽說練習。這套英文對話練習系統的前端是使用 HTML5、CSS、Bootstrap，再搭配 JavaScript 和 JQuery 撰寫而成，後端則是使用 PHP 語言，資料庫選用 MySQL 關聯式資料庫。

本研究之系統的主要使用者為各班的英文課教師，以及學生，而使用情境主要是在聽說練習微型課程中，透過教師操作系統來播放英文對話語音，讓學生隨著聽到的英文對話內容，進行大量口說練習，因此系統介面設計有三個特點，分別是「文字追蹤功能」、「可調整播放速度」、「重複、暫停播放英文對話」，教師可根據學生的英文程度，以及學習狀況來調整最佳的英文對話語音的播放速度，以及針對對話語音進行重複、暫停播放，而文字追蹤功能則是輔助學生將系統所顯示的對話文字內容與聽到的英文對話語音進行連結，以降低學生聽不懂英文對話語音的情況發生。且為了便於教師在課堂中對系統進行操作，本系統支援使用遙控器（本系統使用簡報筆為案例）進行系統操作，讓教師得以在教室內任何角落對系統進行操作，而教育部所推動的「班班有網路，生生用平板」政策，也使得學生可以在課餘之時，透過平板電腦或行動裝置連線至本系統網站，並根據學生自身的學習進度、學習需求，選擇不同的對話主題，持續進行英文聽說練習。

3.2 英文聽說練習主題

本研究使用之系統主要分為兩個頁面，分別是英文對話主題頁面，以及黑板頁面。在進行微型課程時，導師可以在英文對話主題頁面（如圖 1）中，選擇與授課班級英文程度，以及學習進度相符的英文對話主題，選定完主題後，只需點擊介面上的按鈕，即可切換到黑板頁面（如圖 2）。

本研究的目的是希望能夠讓學生透過模仿自然獲取方法，大量進行英文聽說練習，以提升自身的英文聽說能力，並讓學生能夠將其實際應用於日後所遇到的任何交談情境，例如：購物、演講、家庭互動等，基於此目的，本研究團隊整理了 36 個英文對話學習主題，例如：學校交際篇、家庭互動篇、時間觀念篇等，並針對各主題蒐集相關的英文對話內容，為了符合自然獲取，所蒐集的內容主要是圍繞著各個主題的基礎且常用的問與答對話，並將所蒐集到的對話內容分為 5 種等級的難易度，讓學生從難度較低且可被學生所理解的英文對話開始進行聽說練習，並隨著學生英文聽說能力逐漸的提升，難度較高的英文對話內容也終將可被學生所理解、接受。截至目前為止，本系統已經收錄大約 2000 筆的英文對話內容，可以讓學生通過系統聽取大量的情境式英文對話，並跟隨著系統語音進行聽說練習，進而提升英文口說能力。

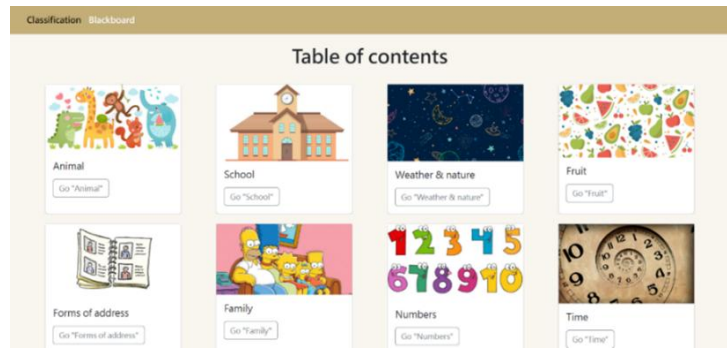


圖 1 英文對話主題頁面

學生可在英文對話黑板頁面（如圖二）中，觀看到上述之教師選擇的英文對話主題內容（如圖一），此介面將顯示出英文對話內容的英文文字、中文文字（包含注音符號），並播放英文對話語音，而教師可根據各班學生的學習狀況，在此頁面中調整語音的播放速度、聲音大小，以及是否暫停。當英文對話語音播放時，頁面中的文字會跟隨著所播放的語音段落，變更為顯目色彩，以輔助學生將所聽到的對話語音內容與系統所顯示的對話文字進行連結，幫助學生進行記憶和減少學生聽不懂的狀況發生。

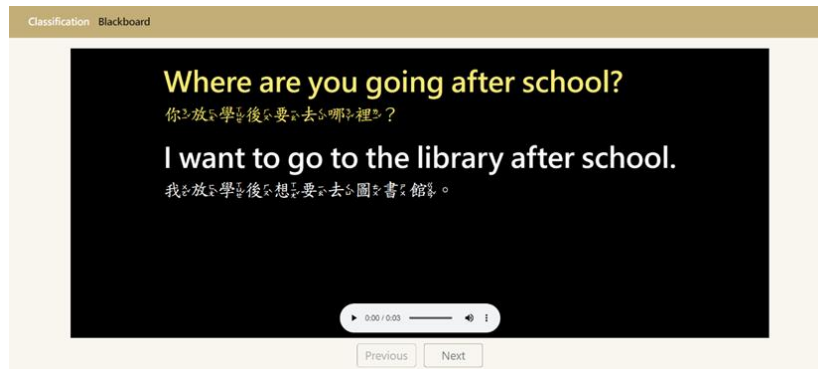


圖 2 英文對話黑板頁面

本系統支援遠端操作，教師在授課的過程中，不再被侷限於教室講台上，能走進座位區，更貼近學生，了解每位學生在學習上的狀況。系統進行遠端操作的方式也簡潔易懂，只需利用無線操作系統示意圖（如圖 3）中所展示的簡報筆的「左鍵」、「右鍵」，即可控制黑板頁面切換不同英文句子，按下左下角的「播放鍵」，可操控英文對話語音進行暫停或是播放，右下角的「返回鍵」，則是返回至英文對話主題頁面（如圖 1）。

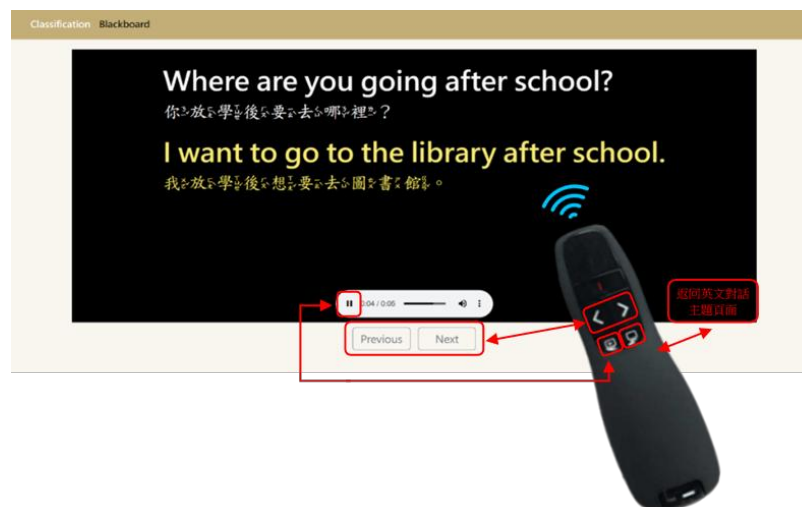


圖 3 無線操作系統示意圖

4. 研究方法

4.1. 研究參與者

本研究之研究對象為桃園市某實驗小學的一至三年級學生，共約 35 位學生，其他參與者為研究人員，以及各班的英文授課教師。研究人員會進一步與教師討論學生的英文程度、學生的學習進度，以及可實際用於課堂中的相關的教材。

4.2. 研究方法與流程

本研究以「興趣驅動創造者理論」、「自然獲取」與「肢體動作回應教學法」為基礎，設計一款口說導向的語言學習微型課程。研究流程為由研究人員先建立理論基礎、設立研究方向，以及設計系統，再由研究人員與英文教師共同規劃課程內容，並在真實的英文課堂中，讓教師使用上述之英文對話練習系統，進行 10 分鐘的微型課程，引導學生進行英文聽說練習。研究過程中，為了順利讓每位學生都能有意願進行英文聽說練習，學生們將在微型課堂中進行分組，並由教師操作系統播放英文對話語音，以及由系統顯示英文對話文字內容，讓每組學生都能夠在課堂中大量聽取英文對話內容，相互合作，進行口說練習，以完成系統中對話的句子，而學生也可以在課餘之時，透過平板電腦或行動裝置連線至本系統網站，並根據學生自身的學習進度、學習需求，選擇不同的對話主題，持續進行英文聽說練習，累積口說的實力，透過例行的微型課程設計，讓學生逐漸養成英文口說習慣。而研究人員則從課堂中觀察，記錄研究歷程，以了解學生在課堂中的英文聽說練習狀況，並於課堂結束後進行分析與檢討，以調整系統內的英文對話句型內容，以及聽說練習微型課程的設計模式，達到提升學生們口說能力，以及培養學生的英文口說習慣的目的。

5. 初步結果與結論

本研究旨在探討國小一至三年級學生在微型課中進行英文聽說練習後，對於自身的英文口說能力，以及口說習慣所造成的影響。根據課堂的觀察，學生在教師的引導下，都能夠配合英文對話練習系統進行英文聽說練習。與進行英文聽說練習微型課程前相比，學生逐漸會在課堂中，主動使用英文與教師和同學進行互動，因此對於學生英文口說的意願與習慣有明顯提升，有符合預期的結果。

本研究的初步結果為學生進行英文聽說練習後，對學生自身的口說意願、口說習慣皆有正面影響，因研究流程會持續一整個學期，後續將會持續入班觀察課堂進行的過程，並蒐錄學生們的期中、期末成績，以及讓學生在學期末時，進行英文口說評測，評測標準則是參考先前研究的英文口說表現評分標準(Chien, Hwang & Jong, 2020)，其評測內容分為 6 個面向，分別為準確性、理解性（說）和發音、流暢度、理解性（聽）、內容性、語言的熟練度。依據分析結果，以及課堂觀察的狀況適當調整微型課程的模式與系統的英文對話內容，來幫助學生提高英文口說能力，以及培養口說習慣。

致謝

本研究在臺灣國科會人文處 (109-2511-H-008 -012 -MY3) 與「臺灣中央大學學習科技研究中心」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

國家發展委員會(2021)。2030 雙語政策整體推動方案。國家發展委員會。取自 https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=A3CE11B3737BA9EB

教育部 (2021)。推動中小學數位學習精進方案。教育部資訊及科技教育司。取自 https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=9F7133D453CC16F2

- Clark, E. V. (2018). Conversation and language acquisition: A pragmatic approach. *Language Learning and Development*, 14(3), 170-185.
- Chan, T. W., Looi, C. K., Chen, W., Wong, L. H., Chang, B., Liao, C. C., ... & Ogata, H. (2018). Interest-driven creator theory: Towards a theory of learning design for Asia in the twenty-first century. *Journal of Computers in Education*, 5(4), 435-461.
- Chen, W., Chan, T. W., Wong, L. H., Looi, C. K., Liao, C. C., Cheng, H. N., ... & Pi, Z. (2020). IDC theory: habit and the habit loop. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15(1), 1-19.
- Calkins, L. (2003). *The nuts and bolts of teaching writing*. Firsthand Books.
- Chien, S. Y., Hwang, G. J., & Jong, M. S. Y. (2020). Effects of peer assessment within the context of spherical video-based virtual reality on EFL students' English-Speaking performance and learning perceptions. *Computers & Education*, 146, 103751.
- Khakim, L., & Anwar, C. (2019, March). Improving students' vocabulary mastery through total physical response learning method. In *2nd Social and Humaniora Research Symposium (SoRes 2019)* (pp. 506-512). Atlantis Press.
- Krashen, S. D., & Terrell, T. (1983). *Natural approach* (pp. 20-20). New York: Pergamon.
- Mak, M. T. F., Wang, M., & Chu, K. W. S. (2019). Effects of a gamified learning platform on elementary school students' flow experiences in leisure reading. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 56(1), 454-458.
- Mani, R. S. (2016). The natural approach. *Journal of English Language And Literature (JOELL)*, 3(1), 8-16.
- Phillips, D., & Soltis, J. F. (2009). *Perspectives on learning* (5th ed). New York City: Teachers College Press.
- Rao, P. S. (2019). The role of English as a global language. *Research Journal of English*, 4(1), 65-79.

数据驱动的个性化教学对学习成效影响的元分析

A Meta-analysis of the Effects of Data-driven Personalized Instruction on Learning Outcomes

贺浏星^{1*}, 江波²

¹² 华东师范大学教育信息技术学系

*1483793976@qq.com

【摘要】 随着大数据技术和人工智能技术与教育的深度融合, 数据驱动的个性化教学逐渐应用于课堂, 但其对学习成效的影响在统计学上尚未得到统一定论。本研究运用量化元分析的方法, 综合了 38 个数据驱动的个性化教学 (准) 实验研究效应样本, 以探究数据驱动的个性化教学对学习成效的影响。研究发现, 数据驱动的个性化教学对学习成效具有显著的中等偏上的促进作用 (总体效应值为 0.566, $p=0.000$), 学习支持类型、教学方法是数据驱动的个性化教学成效起到显著调节作用的调节变量。

【关键词】 数据驱动的个性化教学; 学习成效; 元分析

Abstract: With the deep integration of big data technology and artificial intelligence technology with education, data-driven personalized teaching is gradually applied to the class, but its effects on learning performance has not been uniformly determined statistically. This study uses the method of quantitative meta-analysis to synthesize 38 data-driven personalized teaching (quasi) experimental research effect samples to explore the impact of data-driven personalized teaching on learning performance. The study found that the data-driven personalized teaching has a significant medium to high contribution to learning outcomes ($ES=0.566$, $p=0.000$), and the type of learning support and teaching method are the regulatory variables that play a significant role in adjusting the data-driven personalized teaching performance.

Keywords: data-driven personalized teaching, learning performance, meta-analysis

1. 引言

个性化教学, 作为一种关注学生个体差异、因材施教、对症下药的教学模式, 能够促进教师精准施策, 提高学生的学习效率和效果 (李平, 2016), 是适应时代需求的选择。过去, 受技术发展的限制, 个性化教学只建立在教师的教学经验基础之上, 无法为每个学生提供最有效的教学方式; 如今, 大数据作为教育发展的新引擎, 推动着个性化教学的变革与创新, 使个性化教学有了坚实的数据支撑和技术保障 (李振等, 2019; 牟智佳等, 2018)。杨丽娜等 (2020) 指出, 未来的个性化教学将是数据驱动的个性化教学。

区别于教师依靠经验、直觉作出教学决策的个性化教学, 数据驱动的个性化教学是一种建立在科学的数据分析基础之上, 通过对数据的采集、组织、提炼、可视化呈现, 完善个性化学习者档案、分析预测个性化学习行为、优化个性化的教育决策、改善个性化的学习评估以及提供个性化的学习反馈与建议 (杨雪等, 2016) 的科学性教学活动。从技术发展的角度看, 支持个性化教学的大数据技术、学习分析技术正日趋完善; 从实践应用的角度看, 国内外许多学者纷纷开展了数据驱动的个性化教学 (准) 实验研究, 但对于数据驱动的个性化教学对学习成效的影响尚未得出统一定论。因此, 有必要对数据驱动的个性化教学对学习成效的影响进行进一步探索。

2. 相关研究

2.1. 数据驱动的个性化教学对学习成效的影响

在数据驱动的个性化教学 (准) 实验研究中, 主要存在两种不同的论断。其一, 数据驱动的个性化教学可以显著提高学习成效。例如, 张园 (2018) 在网络教学平台支持下的初中

英语个性化学习实践探究中发现,接受个性化教学的学生的成绩显著高于接受传统教学方法的学生;Huang等(2016)的研究显示,使用个性化移动学习系统的实验组学生在学习成绩和动机方面的表现明显优于对照组学生。其二,数据驱动的个性化教学对学习成效并无显著影响。例如,Wang等(2021)在使用基于成就目标的个性化反馈系统增强学生在线学习绩效的研究中,发现个性化的反馈可以提升学习动机,但它对绩效结果的影响并不显著。综合上述研究可知,数据驱动的个性化教学对学习成效的影响在统计学上尚未得到统一结果。

2.2. 已有的数据驱动的个性化教学对学习成效影响的系统综述

除实证研究外,一些学者也对数据驱动的个性化教学成效也进行了系统性的回顾梳理。FitzGerald等(2018)对2000年至2018年个性化教学在文献中的体现进行了深入、批判性的回顾和综合,分析了个性化教学有益的原因,并探讨了技术增强的个性化教学如何促进更有效的学习。Xie等(2019)从适应性/个性化学习的参数、学习支持、学习结果、受试者、参与者、硬件等方面进行了回顾了2007年至2017年的相关期刊文章,研究了技术增强适应性/个性化学习的趋势和发展。Zhang等(2020)使用批判性解释综合的方法对2006年至2019年的71项个性化教学实证研究进行了综述,分析了不同学科中各种技术的作用以及影响个性化教学实施的背景因素。虽然以上研究都较为系统地梳理了数据驱动的个性化教学实施效果,但它们都是传统的文献综述,具有较大的主观性,且不同学者得出的结论不同,未能很好地回答目前学界对于数据驱动的个性化教学对学习成效的影响的争议。

综上所述,本研究将从定量、客观的角度出发,综合国内外数据驱动的个性化教学(准)实验研究,探究以下两个问题:(1)数据驱动的个性化教学对学习成效的整体影响程度有多大?(2)数据驱动的个性化教学(准)实验研究中,各个特征变量的不同取值对学习成效的影响有何差异?特征变量中,哪些变量能对数据驱动的个性化教学成效起到显著调节作用?

3. 研究方法 with 过程

3.1. 研究方法

本研究采用元分析(Meta-analysis)方法,它是一种整合了多个独立研究结果的统计分析方法,早期应用于医学领域(Dersimonian等,1986)。元分析的具体步骤如下:a.确定研究问题;b.搜索以往的研究,研究需要包含产生实证数据的实验;c.制定剔除与纳入标准,筛选样本文献;d.制定编码框架,提取、编码文献信息;e.将编码数据输入元分析软件,计算效应量大小;f.检验异质性与发表偏倚;g.分析不同特征变量下的各个亚组的效应大小。

3.2. 样本文献检索

为寻找到符合本次论文研究主题的文献,本研究拟选取以下四类关键词进行组合搜索:

(1)学习成效相关的关键词:英文有Learning Outcome、Learning Performance、Learning Effect、Learning Effectiveness、Learning Gains、Learning Acquisition、Learning Achievement、Academic Achievement,中文有学习成效、学习成绩、学习效果、学业成就;(2)个性化相关的关键词:英文有individualized、individual、personalization、personalized、personalised、personalisation,中文有个性化;(3)教学相关的关键词:英文有teaching、instruction、learning、education、training、lecture,中文有教学、学习、教育;(4)符合元分析的论文的词:英文有experimental、quasi-experimental、experiment group、control group、comparison group,中文有对照组、实验组、准实验、实验干预。

确定检索关键词后,选取中国知网、万方、维普、百度学术、Web of Science、ScienceDirect六个国内外数据库作为文献样本来源,使用高级检索或专业检索功能进行检索,时间跨度限定为2000年01月01日—2021年12月31日期间(最早的一篇文献出现在2003年),检索时间为2022年4月。对于无法获取全文的文献进行了二次检索,通过文献传递、网络求助和使用sci-hub等方式获取。共获得文献616篇,其中中文文献451篇,英文文献165篇。

3.3. 样本文献筛选

对于检索得到的文献,先根据标题、摘要、目录判断其是否与研究主题相符,得到可能

符合本研究元分析标准的文献 193 篇，全文下载这些可能符合标准的文献，方便后续详细查看和筛选。对于下载全文得到的文献，进一步制定如下筛选标准：

(1) 研究须采用实验或准实验设计。(2) 研究将是否实施数据驱动的个性化教学作为自变量，将学习成效作为因变量。(3) 文献报告了必要的资料（如均值 M、标准差 SD、样本数量 N 等），可用于计算相应的效应值，如果文献中缺乏必要的测量数据，则被排除。

基于以上纳入与排除标准，剔除不符合本研究元分析标准的文献 163 篇，得到 30 篇符合标准的文献。去除 5 篇重复文献后，最终得到 25 篇文献（20 篇中文文献、5 篇英文文献）作为本研究元分析的文献样本（具体过程见图 1）。由于部分文献中包含多个效应值，所以最终可以用于元分析的效应值共有 38 个。按照元分析统计理论，当抽样样本大于 30 时分析结果较为准确、可靠（宋伟等，2013）。因此，本研究的样本数量符合元分析的要求。

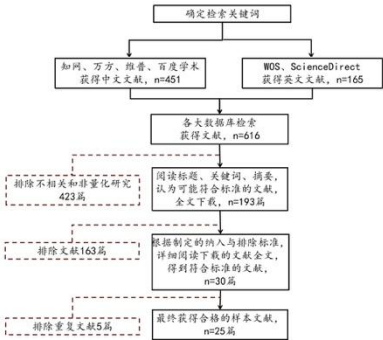


图 1 样本文献检索与筛选过程

3.4. 变量设定与文献编码

在设定特征变量时，本研究主要借鉴移动学习、智能导师系统等基于元分析方法的文章和有关数据驱动的个性化教学的研究综述，同时结合入选文献的实际内容和个性化教学的影响因素来确定特征变量。过程如下：(1) 移动学习对学习成效影响的元分析文章（王辞晓等，2018）选取了实验学段、实验学科、教学方法、硬件设备、软件类型、实施环境、实验周期、使用时限 8 个特征变量，多轮考察入选文献的特征后发现，许多研究并未指出学习者使用个性化教学系统是否有时间限制，因此将使用时限去掉，保留其余 7 个特征变量。(2) 智能导师系统的元分析文章（汪维富等，2019）指出，元分析注重发表偏倚的考察，应考察样本文献的发表特征（实施时间与发表类型）对效应量的影响，因此将实施时间和发表类型作为特征变量。(3) 参考 Xie 等（2019）关于技术增强的个性化教学研究综述，将个性化教学系统的学习支持类型纳入特征变量。(4) 教师干预是影响个性化教学效果的重要因素之一（马玉霞，2011），因此将教师干预增加至本研究的编码体系。(5) 考虑到个性化教学与规模化人才培养之间存在矛盾（吴南中等，2020），因此将实验人数作为本研究的特征变量。

最终，共确定实验学段、实验学科、教学方法、硬件设备、软件类型、实施环境、实验周期、实施时间、发表类型、学习支持、教师干预、实验人数 12 个特征变量，将其归纳总结为系统特征、发表特征、研究设计特征三大类。特征变量编码框架如表 1 特征变量编码框架所示。

表 1 特征变量编码框架

特征变量		编码
系统特征	硬件设备	智能手机=1，平板=2，电脑=3
	软件类型	自行开发=1，现有系统=2
	学习支持	个性化学习内容=1，个性化推荐=2，个性化专业学习指导=3，个性化学习路径=4，个性化反馈=5
发表特征	实施时间	2014 年及以前=1，2015~2017 年=2，2018 年及以后=3
	发表类型	期刊论文=1，学位论文=2
研究设计	实验学段	小学=1，初中=2，高中=3，大学=4

特征	实验学科	英语=1, 计算机应用类=2, 信息技术=3, 文科类=4, 自然科学类=5
	教学方法	讲授法=1, 合作学习=2, 探究学习=3, 自主学习=4, 任务驱动=5, 测试/评估=6, 混合方法=7
	实施环境	线上=1, 混合式=2
	实验周期	1周内, 1周~1个月=2, 1个月~2个月=3, 4个月及以上=4
	教师干预	有教师干预=1, 无教师干预=2
	实验人数	小于100人=1, 大于100人=2

根据本研究设定的特征变量及编码规则, 对入选元分析的 25 篇样本文献进行编码。若一项研究中涉及多组可用于计算效应值的数据, 则记为多个效应值样本, 从 25 篇 (准) 实验研究文献中共计得到 38 个效应值样本。将编码结果和效应样本导入 CMA3.0 软件进一步分析。

4. 结果分析

4.1. 发表偏倚检验

本研究选用漏斗图法 (Light 等, 1984) 和失安全系数法 (Rosenthal 等, 1979) 来综合评估发表偏倚情况。如图 2 所示, 38 个样本效应值均匀分布于主轴的两侧, 初步说明出现发表偏倚的可能性较小。此外, 本研究中失安全系数为 2315, 远大于 $(5 \times 38 + 10)$, 说明未发表的研究的效应值对已发表的研究的总体效应值影响不大。综合以上两种检验方法, 可以认为本元分析发表偏倚现象不明显, 结果稳定、可信。

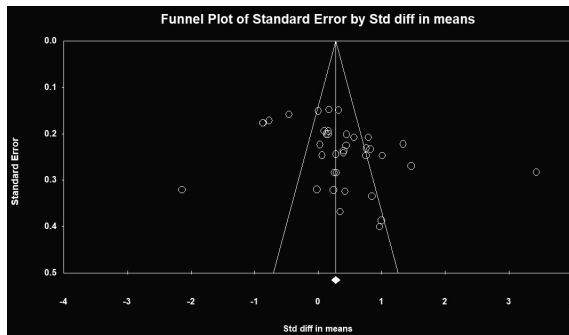


图 2 发表偏倚检验的漏斗图

4.2. 效应值分布与异质性检验

本研究的异质性检验结果如表 2 所示 ($Q=253.712$, $p<0.05$), $I^2=85.417\%$ 表明样本文献间存在很高的异质性, 在合并资料时应选择“随机效应模型”, 以消除异质性差异, 避免出现系统误差。同时, 也说明数据驱动的个性化教学对学习成效的影响中存在潜在的调节变量, 需要进一步检验调节效应, 用于考察这些变量所起到的调节作用。

表 2 效应值分布与异质性分析结果

模型	效应个数	效应值 (g)	95%置信区间		双尾检验		异质性检验			
			下限	上限	Z 值	p 值	Q 值	df	p 值	I^2
固定	38	0.478	0.413	0.542	14.531	0.000	253.712	37	0.000	85.417
随机	38	0.566	0.392	0.740	6.373	0.000				

4.3. 整体效应分析

由于样本文献之间存在较高的异质性, 本研究采用随机效应模型来评估数据驱动的个性化教学对学习成效的作用整体效果 (Rücker 等, 2008)。根据表 2 可知, 本研究采用随机效应模型得到的总体效应值为 0.566。因此, 数据驱动的个性化教学对学习成效具有中等偏上的促进作用 (Cohen, 1992)。同时, 95% 的置信区间的下限和上限值分别为 0.392 和 0.740, 均大于 0, 说明样本的总体效应值并非偶然因素造成。双尾检验 $Z=6.373$, $p=0.000$ (<0.001), 说明数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用显著。综上, 可以认为数据驱动的个性化教学对学习成效具有显著的中等偏上的促进作用。

4.4. 亚组效应分析

4.4.1. 系统特征的亚组效应分析

(1) 硬件设备。计算机的效应值为 0.657，异质性检验 p 值为 0.000，达到显著性水平，且双尾检验显著 ($p < 0.05$)，可以认为基于计算机开展的数据驱动的个性化教学对学习成效具有显著的中等偏上的促进作用。智能手机和平板的效应值分别为 0.191、0.399，但双尾检验不显著 ($p > 0.05$)，可以认为基于智能手机和平板开展的数据驱动的个性化教学的正向促进作用不显著。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明基于不同硬件设备开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(2) 软件类型。研究团队自行开发的系统和现有系统的效应值分别为 0.771、0.484，异质性检验 p 值为 0.000，达到显著性水平，且双尾检验显著 ($p < 0.05$)，可以认为无论是基于自行开发的系统还是基于现有系统开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的影响均具有显著的正向促进作用。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明基于不同软件类型开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(3) 学习支持类型。个性化学习内容、个性化推荐、个性化专业学习指导、个性化学习路径的效应值分别为 0.373、0.515、1.248、0.904，异质性检验 p 值为 0.000，达到显著性水平，且双尾检验显著 ($p < 0.05$)，可以认为这四种学习支持类型对学习成效均具有显著的正向促进作用。个性化反馈的效应值仅为 0.373，且双尾检验不显著 ($p > 0.05$)，可以认为个性化反馈对学习成效的促进作用不明显。组间异质性结果 $p < 0.05$ ，表明基于不同学习支持类型开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用具有显著差异。

表 3 系统特征的亚组效应分析

系统特征	组间异质性			类型	效应个数	效应值(g)	95%置信区间		异质性		双尾检验		模型
	Q_B	df	p 值				下限	上限	Q	p 值	Z 值	p 值	
硬件设备	3.586	2	0.166	智能手机	8	0.191	0.036	0.345	4.591	0.710	2.417	0.016	固定
				平板	1	0.399	-0.059	0.858	0.000	1.000	1.706	0.088	固定
				计算机	29	0.657	0.459	0.854	232.687	0.000	6.524	0.000	随机
软件类型	2.125	1	0.145	自行开发	11	0.771	0.445	1.097	122.821	0.000	4.636	0.000	随机
				现有系统	27	0.484	0.279	0.690	121.631	0.000	4.621	0.000	随机
学习支持	14.670	4	0.004	个性化学习内容	14	0.373	0.102	0.645	27.811	0.010	2.697	0.007	随机
				个性化推荐	12	0.515	0.233	0.796	47.889	0.000	3.588	0.000	随机
				个性化专业学习指导	5	1.248	0.794	1.702	96.701	0.000	5.388	0.000	随机
				个性	4	0.904	0.383	1.426	12.570	0.006	3.401	0.001	随

				化学习路径									机
				个性化反馈	3	0.077	-0.089	0.243	0.607	0.738	0.910	0.363	固定

4.4.2. 发表特征的亚组效应分析

(1) 实施时间。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明不同实施时间开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(2) 发表类型。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明不同发表类型的文章所开展的数据驱动的个性化教学实践对学习成效的正向促进作用不具有显著差异。

表 4 发表统特征的亚组效应分析

发表特征	组间异质性			类型	效应个数	效应值 (g)	95%置信区间		异质性		双尾检验		模型
	Q _B	df	p 值				下限	上限	Q	p 值	Z 值	p 值	
实施时间	1.498	2	0.473	2014 年及以前	12	0.538	0.211	0.865	33.527	0.000	3.224	0.001	随机
				2015~2017 年	16	0.472	0.195	0.750	59.002	0.000	3.341	0.001	随机
				2018 年及以后	10	0.744	0.400	1.089	158.942	0.000	4.236	0.000	随机
发表类型	0.695	1	0.404	期刊	17	0.482	0.217	0.746	75.128	0.000	3.572	0.000	随机
				学位	21	0.632	0.398	0.866	171.512	0.000	5.294	0.000	随机

4.4.3. 研究设计特征的亚组效应分析

(1) 实验学段。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明不同学段开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(2) 实验学科。在不同学科开展的数据驱动的个性化教学实践对学习成效均具有显著的正向促进作用。其中，在计算机应用类课程的促进作用最大（效应值为 0.847）。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明不同学科开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(3) 教学方法。合作学习、任务驱动的效应值分别为 2.583、0.560，异质性检验 p 值为 0.000，达到显著性水平，且双尾检验显著 ($p < 0.05$)，可以认为基于这两种教学方法开展的数据驱动的个性化教学实践对学习成效均具有显著的正向的促进作用。组间异质性结果 $p < 0.05$ ，表明基于不同教学方法开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用具有显著差异。

(4) 实施环境。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明在不同实施环境下开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(5) 实验周期。1 周内、1 周~1 个月、4 个月及以上的效应值分别为 0.522、0.654、0.754，异质性检验 p 值为 0.000，达到显著性水平，且双尾检验显著 ($p < 0.05$)，可以认为不同实验周期的数据驱动的个性化教学实践对学习成效均具有显著的中等偏上的促进作用，4 个月及以上的促进作用最大（效应值为 0.754）。值得一提的是，1~2 个月的效应值仅为 0.281，且双尾检验不显著 ($p > 0.05$)，表明 1~2 个月的数据驱动的个性化教学干预对学习成效的影

响较小且不显著。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明在不同实验周期下开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

(6) 教师干预。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明教师干预的有无对数据驱动的个性化教学成效的促进作用不具有显著差异。

(7) 实验人数。组间异质性结果 $p > 0.05$ ，表明基于不同实验人数开展的数据驱动的个性化教学对学习成效的促进作用不具有显著差异。

表 5 研究设计特征的亚组效应分析

研究设计特征	组间异质性			类型	效应个数	效应值 (g)	95%置信区间		异质性		双尾检验		模型
	Q _B	df	p 值				下限	上限	Q	p 值	Z 值	p 值	
实验学段	2.289	3	0.515	小学	2	0.544	0.151	0.937	1.426	0.232	2.711	0.007	固定
				初中	7	0.309	-0.101	0.719	14.884	0.021	1.475	0.140	随机
				高中	7	0.512	0.101	0.923	22.783	0.001	2.440	0.015	随机
				大学	22	0.666	0.428	0.904	207.569	0.000	5.490	0.000	随机
实验学科	3.213	4	0.523	英语	10	0.489	0.149	0.829	38.618	0.000	2.819	0.005	随机
				计算机应用类	9	0.847	0.476	1.218	121.043	0.000	4.478	0.000	随机
				信息技术	7	0.534	0.136	0.932	28.383	0.000	2.629	0.009	随机
				文科类	6	0.370	-0.069	0.810	29.244	0.000	1.652	0.099	随机
				自然科学类	6	0.558	0.323	0.793	7.483	0.187	4.654	0.000	固定
教学方法	48.720	6	0.000	讲授法	3	0.271	-0.163	0.705	9.592	0.008	1.223	0.221	随机
				合作学习	2	2.583	1.968	3.198	17.313	0.000	8.229	0.000	随机
				探究学习	1	0.999	0.520	1.478	0.000	1.000	4.089	0.000	固定
				自主学习	7	0.403	0.251	0.556	4.306	0.635	5.187	0.000	固定
				任务驱动	17	0.560	0.367	0.752	74.896	0.000	5.705	0.000	随机
				测试/评估	5	0.186	-0.000	0.372	4.083	0.395	1.955	0.051	固定
				混合方法	3	0.465	0.188	0.743	0.434	0.805	3.284	0.001	固定
实	0.010	1	0.91	线上	18	0.57	0.31	0.83	57.91	0.00	4.32	0.00	随

施 环 境			9			6	5	7	1	0	9	0	机
				混合	20	0.55 8	0.31 9	0.79 6	193.0 79	0.00 0	4.58 2	0.00 0	随 机
实 验 周 期	3.704	3	0.29 5	1 周内	12	0.52 2	0.19 8	0.84 7	25.61 1	0.00 7	3.15 4	0.00 2	随 机
				1 周~1 个月	5	0.65 4	0.49 2	0.81 6	5.522	0.23 8	7.90 3	0.00 0	固 定
				1 个月~2 个月	8	0.28 1	-0.10 6	0.66 8	29.27 6	0.00 0	1.42 2	0.15 5	随 机
				4 个月及以上	13	0.75 4	0.45 0	1.05 7	177.7 80	0.00 0	4.86 9	0.00 0	随 机
教 师 干 预	0.349	1	0.55 5	有教师干预	24	0.60 6	0.38 6	0.82 5	228.8 99	0.00 0	5.39 8	0.00 0	随 机
				无教师干预	14	0.49 4	0.19 6	0.79 2	24.80 6	0.02 4	3.25 2	0.00 1	随 机
实 验 人 数	0.035	1	0.85 2	小于 100 人	27	0.57 7	0.36 6	0.78 8	92.90 9	0.00 0	5.36 2	0.00 0	随 机
				大于 100 人	11	0.54 1	0.22 7	0.85 5	153.0 31	0.00 0	3.37 8	0.00 1	随 机

5. 研究结论

本研究运用量化元分析方法,综合了 38 个数据驱动的个性化教学(准)实验研究效应样本,得出如下结论:数据驱动的个性化教学对学习成效具有显著的中等偏上的促进作用(总体效应值为 0.566, $p=0.000$)。学习支持类型、教学方法是数据驱动的个性化教学成效起到显著调节作用的调节变量。学习支持类型上,除个性化学习反馈外,其他学习支持类型对学习成效均具有显著的正向促进作用,个性化专业学习指导对学习成效的促进程度最大(效应值为 1.248)。教学方法上,采用合作学习、任务驱动这两种方法开展的数据驱动的个性化教学实践对学习成效均具有显著的正向的促进作用,采用合作学习方式对学习成效的促进程度最大(效应值为 2.583)。这也说明个性化教学与合作学习并不相悖,学习者之间的合作互助对个性化教学的效果更有帮助。

参考文献

- 马玉霞 (2011)。影响个性化学习效果因素的调查分析。*甘肃广播电视大学学报*, 21(1), 11-13。
- 王辞晓、董倩和吴峰 (2018)。移动学习对学习成效影响的元分析。*远程教育杂志*, 36(02):67-75。
- 牟智佳和俞显 (2018)。教育大数据背景下智能测评研究的现实审视与发展趋向。*中国远程教育*, (05):55-62。
- 李平 (2016)。大学英语大班个性化教学模式实证研究。*北京邮电大学学报(社会科学版)*, 18(01):95-100。
- 李振、周东岱、董晓晓和黄雪娇 (2019)。我国教育大数据的研究现状、问题与对策——基于 CNKI 学术期刊的内容分析。*现代远距离教育*, (1):46-55。
- 宋伟和孙众 (2013)。数字化学习资源有效性的元分析。*中国电化教育*, (11):81-85。
- 汪维富、毛美娟和闫寒冰 (2019)。智能导师系统对学业成就的影响研究:量化元分析的视角。*中国远程教育*, (10):40-51。
- 吴南中、夏海鹰和黄斌 (2020)。课堂形态演进:迈向大数据支持的大规模个性化教学。*电化教育研究*, (09):81-87+114。

- 杨雪、姜强和赵蔚 (2016) 。大数据学习分析支持个性化学习研究——技术回归教育本质。
现代远距离教育, (4), 71-78。
- 杨丽娜、魏永红、肖克曦和王维花 (2020) 。教育大数据驱动的个性化学习服务机制研究。
电化教育研究, 41(09):68-74。
- 张园 (2018) 。网络教学平台支持下的初中英语个性化学习实践探究。宁夏大学。
- Cohen J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, 112(1): 155.
- DerSimonian, R., & Laird, N. (1986). Meta-analysis in clinical trials. *Controlled clinical trials*, 7(3), 177-188.
- FitzGerald, E., Jones, A., Kucirkova, N., & Scanlon, E. (2018). A literature synthesis of personalised technology- enhanced learning: What works and why. *Research in Learning Technology*, 26.
- Huang, C. S., Yang, S. J., Chiang, T. H., & Su, A. Y. (2016). Effects of situated mobile learning approach on learning motivation and performance of EFL students. *Educational Technology & Society*, 19(1), 263 – 276.
- Light, R. J., & Pillemer, D.B. (1984). *The Science of Reviewing Research*. Mass: Harvard University Press.
- Rosenthal, R. (1979). the file drawer problem tolerance for null results. *psychological Bulletin*, 86, 638-641.
- Rücker, G., Schwarzer, G., Carpenter, J. R., & Schumacher, M. (2008). Undue reliance on I² in assessing heterogeneity may mislead. *BMC medical research methodology*, 8(1), 1-9.
- Wang, H., & Lehman, J. D. (2021). Using achievement goal-based personalized motivational feedback to enhance online learning. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 553-581.
- Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599.
- Zhang, L., Basham, J. D., & Yang, S. (2020). Understanding the implementation of personalized learning: A research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100339.

ISBN: 978-986-983-998-3

ISSN: 3005-3218

GCCCE 2023

主办方：全球华人计算机教育应用学会(GCSCE)

承办方：北京师范大学
北京师范大学未来教育高精尖创新中心

中国 | 北京

