

GCCCE₂₀₂₁

重塑計算機教育

Reimagine Computers in Education

SEPTEMBER 11-15 2021

二零二一年九月十一至十五日

第**25**屆全球華人計算機教育應用大會

**The 25th Global Chinese Conference
on Computers in Education**

大會論文集（中文論文）

Main Conference Proceedings
(Chinese Paper)

ISBN: 978-988-86 6-80-8

ISSN: 3005-3218



Copyright 2021 Global Chinese Conference on Computers in Education
All right reserved

ISBN: 978-988-8636-80-8

ISSN: 3005-3218

Publisher

Centre for Learning, Teaching and Technology

The Education University of Hong Kong

第 25 屆全球華人計算機教育應用大會

The 25th Global Chinese Conference on Computers in Education

GCCCE 2021 大會論文集（中文論文）

**GCCCE 2021 Main Conference Proceedings
(Chinese Paper)**

主編 Editors

江紹祥 香港教育大學（香港）

KONG Siu Cheung, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

王其雲 南洋理工大學國立教育學院（新加坡）

WANG Qiyun, National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore

黃榮懷 北京師範大學（中國大陸）

HUANG Ronghuai, Beijing Normal University, Mainland China

李艷燕 北京師範大學（中國大陸）

LI Yanyan, Beijing Normal University, Mainland China

許庭嘉 台灣師範大學（台灣）

HSU Ting-Chia, Taiwan Normal University, Taiwan

助編（依中文姓名漢語拼音順序排列）
Associate Editors (in Hanyu Pinyin orders):

蔡 蘇 北京師範大學（中國大陸）

CAI Su, Beijing Normal University, Mainland China

張明治 阿薩巴斯卡大學（加拿大）

CHANG Maiga, Athabasca University, Canada

趙建聰 馬來西亞理科學大學（馬來西亞）

CHAU Kien Tsong, Universiti Sains Malaysia, Malaysia

陳高偉 香港大學（香港）

CHEN Gaowei, The University of Hong Kong, Hong Kong

陳國棟 中央大學（台灣）

CHEN Gwo-Dong, Central University, Taiwan

鄭年亨 台北醫學大學（台灣）

Hercy CHENG, Taipei Medical University, Taiwan

詹明峰 中央大學（台灣）

JAN Ming-Fong, Central University, Taiwan

李錦昌 香港公開大學（香港）

LI Kam Cheong, The Open University of Hong Kong, Hong Kong

林秋斌 清華大學（台灣）

LIN Chiu-Pin, Tsing Hua University, Taiwan

孫丹兒 香港教育大學（香港）

SUN Daner, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

吳娟 北京師範大學（中國大陸）

WU Juan, Beijing Normal University, Mainland China

吳龍凱 南洋理工大學（新加坡）

WU Longkai, Nanyang Technological University, Singapore

吳婷婷 雲林科技大學（台灣）

WU Ting-Ting, Yunlin University of Science and Technology, Taiwan

楊玉芹 華中師範大學（中國大陸）

YANG Yuqin, Central China Normal University, Mainland China

鄭春萍 北京郵電大學（中國大陸）

ZHENG Chunping, Beijing University of Posts and Telecommunications, Mainland China

責任編輯 Executive Editors:

馬韵斯 香港教育大學（香港）

MA Yungsi Tina, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

張慕華 北京師範大學（中國大陸）

ZHANG Muhua, Beijing Normal University, Mainland China

謝松穎 臺灣師範大學（台灣）

HSIEH Sung-Ying, Taiwan Normal University, Taiwan

目錄 Table of Contents

一. 序言 Message from the Organiser.....	xvii
二. 大會組織 Conference Organisation.....	xx
三. 主旨演講 Keynotes	xxvii

主會議 Main Conference

C1: 學習科學與電腦支援協作學習

- | | | |
|----|------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | 認知負荷理論視域下的 Scratch 編程教學研究 | 陳美華，胡來林 |
| 3 | 在線學習程序對低成就學習者科學概念理解的影響 | 樊冰，張杏文，甘曉靜，林裕仁 |
| 9 | 問題導向學習結合知識論壇對於學生之影響 | 蔡易宸 |
| 12 | 可視化編程問題解決過程中新手學習困難感知與滯後行為序列分析 | 郭璐文，何歆怡，郭子涵，張婧婧，盧宇 |
| 22 | 基於認知學徒制的智能問答機器人促進協作學習模式研究 | 姜雨薇，劉清堂，余舒凡，馬晶晶，劉夢凡，吳林靜 |
| 27 | CSCL 環境下的同伴交互機制與技術支持應用研究 ——2010-2020 年的系統性文獻綜述 | 巴安妮，王靖 |
| 32 | 學習賦能和持續學習傾向的影響因素研究 | 鄭之姿，楊玉芹，徐宇紅 |
| 36 | 探討國小數學教中學影片錄製活動對學生學習動機與興趣之影響 | 王姝涵，葉彥呈，陳德懷 |
| 40 | 基於 DIKW 模型的學生數據智慧內涵與外延探索 | 譚巧 |
| 45 | 基於社會調節與教中學課程設計於通識課程資料分析能力之初探 | 呂昆珉，洪暉鈞 |

- 49 基于开放数据的创新教学和研究现状综述
马晓璐
- 54 反思性评价在本科生知识建构能力培养中的效果研究
罗景延, 杨玉芹
- 63 促进大学生深度学习的混合学习设计与应用研究
沈霞娟, 张宝辉
- C2: 移動、泛在與情境化學習**
- 68 教学视频中指示性手势对儿童学习效果的影响
张鑫璟, 刘艳, 杨九民, 徐珂, 郭鑫
- 77 基于虚拟实验的翻转课堂探究性实验教学框架设计——以初中物理为例
王朝, 张屹, 林裕如, 汪一池
- 82 面向小学数学学科核心素养培养的设计型学习过程与策略
袁琪, 叶建芳, 吴素惠, 王梦瑜
- 87 增强现实技术在教育领域的研究综述: 设计、应用与反思
程欣艳, 朱雪莉
- 92 疫情背景下美国小学在线学习方案分析及启示
魏润轩, 殷宝媛
- 95 增強現實技術在科普教育中的應用現狀及應用價值
孫悅, 王楠
- 100 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
吳昱緯, 王振漢, 余紹昀, 楊舒涵, 陳國棟
- 109 基于微信支持的中职信息技术教学模式研究
薛曼
- 112 支持碎片化学习的移动学习 APP 设计——以大学生 C 程序设计课程为例
仁青草, 李葆萍, 张贤茹
- 120 基于虚拟环境的空间能力评估的应用及展望
邓文超, 李葆萍

C3: 悅趣化學習、教育遊戲與數字玩具

122 生手與專家學習 Scratch 程式之眼動分析

馬嘉蘋, 吳聲毅

127 實境解謎結合遊戲式先備知識建構策略支援多元文化教育

徐典裕, 黃國豪, 楊晰勛, 梁心怡

136 不同鷹架機制之情境式任務導向數位遊戲學習的情緒、認知負荷及認知成效

張基成, 嚴萬軒, 楊斯定

145 探析教育游戏在社会情感学习领域的功能

何奕霖, 尚俊杰

148 面向历史类课程的教育游戏与虚拟仿真实验比较研究

王晨, 文福安

150 國中生情境式媒體識讀教育桌遊設計探究

葉洵嘉, 王曉璿, 林子涵, 周家禾, 李威

155 基于交互式叙事的虚拟实验游戏化设计

朱洲洋, 周雯婷, 胡艺慧, 徐光涛

157 基于教育游戏的计算思维培养研究综述

张鹏, 孙卓, 陈桃

161 基于内容分析法的中小学游戏化教学近十年研究综述

张梅, 于智慧

166 以波士頓矩陣來探討先備知識對遊戲式英語評量學習之影響

蕭資峻, 陳攸華

170 機器人與學習者之具身體現戲劇式情境學習系統與不同機器人互動模式的影響

胡立綸, 王振漢, 顏究真, 葉瓏, 陳國棟

178 設計在地協同論證遊戲以提供協同論證中的真實情境活動

邱國洋, 詹明峰, 莊子寬

183 游戏环境中学习投入和策略对学习成效的影响——基于眼动追踪技术

王诗曼, 王小明, 韩亚慧

185 不同自律學習程度的學生在遊戲式學習之動機與心流經驗比較

吳昱亭, 許庭嘉

808 游戏化元素对大学生口语学习动机的影响效应研究——基于自我反思的视角

宋彬, 张若婉, 孙延, 马宁

C4: 高等教育與成人學習的技術應用、教師專業發展

190 基于 LightSIDE 的教师教学问题智能诊断研究

王阿习, 王琦, 季尚鹏, 汪丹

198 资讯时代下教育硕士教学创新能力的内涵及培养策略

王鑫, 刘丽丹

201 當代大學生的歷史學習態度與歷史學習概念之初探研究

鄭琨鴻

203 基于 CiteSpace 的应用型本科院校教师教学研究可视化分析

暴少君, 秦美怡, 周平红

208 大学生在网络学习平台的自我呈现行为分析 ——基于符号互动理论的视角

王蕊, 臧雨佳, 马静, 邓莹, 李艳燕

213 工具类数字教育资源内容框架的设计与应用研究

罗婧, 钟婷, 汪婷婷, 东芳荷

215 基于视频学习的教师专业视觉研究综述

荣赛波

217 教学临场感对教师教育类 MOOC 学习效果的影响

冯淳茜, 孙众

226 自我调节学习支架对大学生在线学习结果的影响研究

刘宇晶, 刘畅, 周继慧, 刘哲雨

231 影响职前教师使用信息与通信技术 (ICT) 教学的因素研究

杜阳, 李琪, 杨玉芹

240 虚拟社区中在线讨论的动态社会网络分析

胡可欣, 黄星云

243 應用提取練習效應於翻轉教學之研究

莊益瑞

- 248 教师在线研讨专业化知识的认知关联研究——基于认知网络分析
刘慧，王帆
- 255 我國高校青年教師專業發展研究述評
杜銀詩，李興隆
- 259 教师信息技术应用能力提升的困境和实施策略研究
江凤，杨俊锋
- 267 线上线下混合式实验课程的设计与实践
贾蕾蕾，文福安
- 269 運用網頁主題探究策略設計輔助實作課程之學習媒材初探
王怡萱
- 271 网络学习空间中中学生持续使用意愿的影响因素研究
何润芳，刘洪沛
- 279 叙述性历史故事对大学生科学本质观和科学态度的提升效
毛子琪，李晓然，陈芸杉，李艳燕
- 284 中小学教师数据素养现状调查及提升策略 ——基于广东省的抽样调查
何敏，贺浏星
- 286 高校混合式教学中设计思维指导的学习活动设计研究
严亚玲，王志军
- 295 智能教育下的教师信念影响因素研究
张进宝，尚菲，刑洋
- C5: 技術增強語言與人文學科學習**
- 300 基于语音识别技术和递归分级认知理论的汉语学习 APP《MyTalk》的设计与开发
唐曼云
- 305 资讯科技应用于华文第二语言的交际式教学设计趋势分析
黄凡溢，黄龙翔
- 310 信息技术支持的小学美术课程优课课例研究
周铭翮，乐惠晓，贾积有
- 314 對話機器人應用於多路徑閱讀學習之研究
吴玟秀，廖冠智

322 基于 LDA 文本数据的主题提取与情感分析

常安琪，翟雪宇，王梦文，魏雪峰

327 移动学习环境下词汇学习动机对大学生英语词汇成绩的影响研究

李文慧，陈真真

333 数字绘本对小学生阅读能力和阅读态度的影响研究

林思宏，方遠豪，裴文君

339 性別差異對使用悅趣式英文數位繪本的影響：以波士頓矩陣為導向

林宜臻，陳攸華

C6: 人工智慧教育應用、智慧學習環境

344 運用基於人工智能的抖音社交媒體之人臉濾鏡功能於英語學習對口說焦慮以及學習參與度的影響

林豪鏘，張晴

349 智能化时代下的 CMOOC 与 XMOOC 在混合教学模式中的发展策略研究

李梦花，王蕊

352 2010-2020 年“人工智能+教育”的热点与前沿——基于 10 种教育 CSSCI 期刊的 CiteSpace 可视化分析

刘艳娟，吴敏华

357 虚拟现实技术影响大学生学习过程和学习效果的研究 ——基于国际 49 项实验与验证的系统分析与元分析

张蕾，杨文亚，王雪

362 中学化学在线实验平台知识图谱构建研究

胡艺慧，朱洲洋，周雯婷，徐光涛

367 智慧輔導系統用於心理學職涯分流

許傳偉

372 基於學習行為分析之影片推薦系統發展與評估

陳品蓁，張宜睿，張智凱

381 了解小學教師在智慧課堂環境下開展探究性課堂的關注研究

裴文君，林思宏，方遠豪

385 線上學習助理對線上課程的學習成效-以通識課程為例

伍廷翊，鄭憲永，賀嘉生

- 395 基于智能教育 APP 的课堂教学模式研究
刘亚纯, 罗文婧, 吴嘉瑶
- 404 协同理论视角下人机协同教学结构研究
贺平, 马由然, 张晓婷
- 408 学习投入研究进展及展望
于潇, 魏艳涛, 刘怡
- 417 我国人工智能教育研究现状与趋势分析
董辉
- 425 人工智能教育算法教学分析——基于 17 本中小学人工智能教材的内容分析
陈莺, 郭利明
- 433 互動式機器人在戲劇式情境學習環境中對使用者學習成效的影響
陳奕昕, 王振漢, 羅文序, 葉瓏, 陳國棟
- 442 基础教育场域下智能技术赋能的教学支持服务框架研究
杨重阳, 武法提
- 447 基于翻转课堂的微课导学教学模式中学人工智能中的教与学
胡童欣
- 452 响应式编程框架对智慧教室感知系统运行效率的影响评估
侯恩硕, 刘丽丽, 冯硕, 李亭亭, 张立山
- 457 虚拟仿真实验学习体验技术评价指标研究
王祥鑫, 文福安
- C7: 學習分析與學習評估**
- 461 混合式学习中基于神经网络的形成性成绩预测研究
占袁圆, 张屹, 顾菲尔, 费佳萍
- 469 應用難度感知分類系統提升學生學習成就
賴建宏
- 474 圖形化程式設計錯誤提示系統對國小學生程式設計學習之研究
黄建嘉, 黄思華
- 478 基于 SERVQUAL 模型的学生支持服务质量测评
章玳, 唐文, 徐正东

- 484 透视协作学习中的注意力变化：融合视频编码与脑电的多模态学习分析
冯硕，王姝文，方静，陈宇飞，张立山
- 488 青少年编程教育中的社会化养成——以 Scratch 在线社区为例
马文露，江波
- 492 MOOC 课程学习群体的认知结构差异性研究
张敏，孙乐，张琪
- 500 基于认知网络分析的大学生协同创新与知识建构效果研究
郑煜辉，杨玉芹，徐晨
- 509 基于教学事件分析法的课堂教学结构研究——以小学数学课为例
许飞云，孙众
- 514 基于情感自动化分析的在线教学视频弹幕内容研究
郭栩宁，李坦，周彦丽，李彤彤
- 519 基于 ECD 的可视化编程能力分析框架研究
洪嘉玲，吴永和
- 522 基于知识树的项目自动生成：以评估学生“认识和阐释条形图”的能力为例
朱金鑫
- 525 基于行为序列分析的大学生知识建构行为模式研究
袁凯程，徐宇红，杨玉芹
- 533 基于数学学科能力框架的学习者能力评价研究
李文硕，马安瑶，郑燕萍，骈扬，卢宇
- 538 学习分析在课堂应用的研究热点与前沿趋势分析
罗文婧，黄瑜玲
- 543 基于深度神经网络的协作知识建构会话分析
王文秋，马志强
- 551 数据驱动的学习分析仪表盘设计与应用研究——基于十年国际学习分析仪表盘研究的
系统性文献综述
吕子芸，马志强
- 556 运用差异化序列挖掘探究文本分析对研究生学术读写行为的影响
舒佳文，赵爱茹，郑年亨，舒江波

- 564 不同学习类型下学习者专注度与手环数据的关系研究
谭律岐，徐琚岩，黄雨祺，李朔菲，郑颖琳
- 569 协作问题解决学习中认知投入动态变化模式挖掘研究——基于量化民族志的分析方法
冯硕，王姝文，李洋洋，方静，张立山
- 574 “行为向量化+序列模式挖掘”：一种学习行为分析的新方法
李亭亭，冯硕，李洋洋，侯恩硕，张立山
- 579 探究眼動儀進行數位教材之學習分析與評估
盧怡玢，王怡萱
- C8: STEM 與創客教育**
- 582 國小學童程式運算思維能力分析：以 mBot 機器人為例
周保男，陳育賢
- 591 基于设计型学习的学生创新素养培养研究——以创客教学为例
张文梅，祁彬斌
- 600 基于文化传承的 STEAM 课程实践案例述评
石越文，程欣艳，王蕊
- 603 师范类专业硕士 STEAM 教育能力培养策略研究
刘晓嘉，刘丽丹
- 606 项目式教学下的初中 STEAM 课程设计
李袁馨，刘丽丹
- 611 群体动力学视阈下 STEM 教师专业学习共同体构建
余淑珍，张宝辉
- 616 基于图形化编程的交互式课程设计
颜欢，李慎明
- 621 我国 STEM 教育研究近十年研究现状述评——基于社会网络分析
杨超，张天依，张琪
- 629 基于 STEM 的幼儿园科学活动的设计
刘馨，阮滢昕，魏雪峰
- 632 基于 E-STEM 理念的小学科学教学设计与实践研究
阮滢昕，刘馨，魏雪峰

- 635 基于 STEM 的探究式教学设计——以智能小车自动泊车为例
程洁, 许文静, 张琪
- 638 中小学教师自主开发 STEM 课程案例教学设计分析
孙金云, 李玉顺
- 642 计算思维融合学科课程模式构建——以初中区域地理模块为例
吕章雯, 彭青青, 杨肖
- 647 分组积分竞争模式的 STEM+C 课程对提升学生自主学习能力的成效研究
吕章雯, 张晓璐, 盛文盼, 胡晨, 吕巾娇, 张进宝
- 650 以復興廢棄火車站進行 STEAM 跨領域學習
郭旭展
- 655 STEM 整合课程历史、教学与优势
张银荣, 杨刚, 徐佳艳, 韩苗, 陈际焕
- 658 基于 STEAM 教育理念的项目式学习活动设计研究——以小学科学《桥梁的结构》为例
李朝锋, 谢伟发, 孔晶
- 663 STEM 理念下基于 Scratch 的小学信息技术教学活动设计研究
李博文
- 666 国际教育技术领域近十年项目式学习研究分析
周亮, 陈明选
- 675 STEM 教育背景下的 Tinker 教育探析
董海霞, 蔡慧英
- 678 基于问题详述和目标指导支架的学生协同论证表现研究
邵京菁, 李小杉, 毛子琪, 李艳燕

C9: 教育技術創新、政策與實踐

- 687 基础环境视角下中学 5G+智慧校园建设路径研究 ——以 Z 市第四中学为例
鲍染
- 691 對話機器人學習系統設計-以冰河機器人為例
吳玟秀, 廖冠智
- 696 教师视角下数字教育资源的建设与应用现状

钟婷,罗婧,邹玉兰,张梓涛

705 結合 STEAM 機器人教育與專家斗篷的戲劇式學習來提升在特殊教育實作課程之學習成效

馮建中,簡珮玲,馮詩敏,陳泓穎,陳國棟

714 图形化编程环境下合作学习对初中生高阶思维影响的实证研究

徐佳艳,杨刚,张银荣,陈际焕

720 2012—2021《创新教学法》报告的对比分析与述评

朱欢乐,陈小燕

726 使用人工智慧對話機制製作情境學習中執行隨機情境評量的數位演員

李怡靜,顧詠涵,楊舒涵,王振漢,蔡明原,陳國棟

735 浅谈“看图列式计算”的有效教学策略——以北师大版本一年级上册教学用书为例

孙伟玲,咎秀华,何张意

740 基於遊戲化眾包無感收集的洋腔洋調語音語料庫建設

王雪萍,王华珍,于腾斐,赵毅飞,赵荐轩

749 基于中美教材对比研究的小学数学“克与千克”知识建构教学实践

孙伟玲,何张意,咎秀华

754 谈“何”容易——浅谈小学数学几何图形概念教学有效策略

孙伟玲,刘秀芬,林嵘漫

758 深度融合 创新教学——以小学数学北师大版“神奇的莫比乌斯带”为例

孙伟玲,钟士红,魏章勇

765 基于深圳教育云的小学数学《租船》教学实践

钟士红,陈浩宇

769 我国高等教育信息化发展区域差异研究——基于 2015-2019 全国教育教学信息化大赛
获奖数据的统计分析

何润芳,王楠

774 用编程学：建造主义视域下儿童编程教育课教学模型设计

宋玉洁,薛耀锋

779 有無決策樹之聊天機器人對學習地理氣候導論之認知與情意影響

陳沐生,許庭嘉

787 基于视频分析的同步课堂教学互动行为研究——以银川二十一小同步课堂实践为例

祝婕妮,侯小霞

796 师生及家长对在线教学的感知差异研究

孙晓园, 李晓庆, 李珍琦

801 在线学习的影响因素及改进策略研究

张贤茹, 李葆萍, 陈秋雨

一. 序言 Message from the Organiser

全球華人計算機教育應用大會（Global Chinese Conference on Computers in Education，簡稱 GCCCE）是由全球華人計算機教育應用學會主辦的雙語（中文、英文）國際學術會議。目前該會議已發展成為全球華人及非華人學者、教育工作者及政策制定者分享交流計算機教育應用領域相關研究成果的年度盛會。第 25 屆全球華人計算機教育應用大會（GCCCE 2021）將於 2021 年 9 月 11 日至 15 日由香港教育大學、北京師範大學、臺灣師範大學和南洋理工大學國立教育學院共同舉辦。本屆會議的主題為“重塑計算機教育”（Reimagine Computers in Education）。

值得一提的是，自本屆大會是第二屆設立英文分會，邀請國際頂尖的華裔與非華裔學者組成議程委員會，嘗試吸引各國非華裔作者提交論文。英文分會有獨立的純英語分場報告，歡迎所有與會者參加，與國際學者進行交流。所有被英文分會錄取的論文，會獨立編輯出版為 GCCCE 2021 英文分會論文集。除此之外，本屆 GCCCE 也延續上一屆大會，安排兩場英語主旨演講，邀請兩位頂尖學者主講。

大會籌備期間，全球新冠肺炎疫情仍在個別地區反覆肆虐。國際議程委員會和在地組織委員會持續關注疫情形勢，從一開始就決定 GCCCE 2021 將採混合（線上、線下現場）會議模式，並將大會從一貫的 5 月延期至 9 月以作更充分準備，並因應疫情隨機應變，務求線上、線下會議都圓滿開展。

本屆大會的主會議除了新設英文分會之外，還循例設立九個中文論文子主題會議（子會議），具體如下：

- C1: 學習科學與計算機支持協作學習
- C2: 移動、泛在與情境化學習
- C3: 悅趣化學習、教育遊戲與數字玩具
- C4: 高等教育與成人學習的技術應用、教師專業發展
- C5: 技術增強語言與人文學科學習
- C6: 人工智能教育應用、智慧學習環境
- C7: 學習分析與學習評估
- C8: STEM 與創客教育
- C9: 教育技術創新、政策與實踐

英文分會及各個子會議均設有主席、副主席、委員；個別子會議另外設置了額外評審。GCCCE 2021 面向全球學者（不限華人）徵稿，本屆的九個子會議及英文分會共收到 533 位作者的 276 篇投稿。這些論文投稿來自中國大陸、香港、臺灣、新加坡、美國、英國、哈薩克及其他地區。投稿作者所在地區見表 1。

表 1. GCCCE 2021 九個子會議與英文分會投稿作者所在地統計

地區	中國大陸	台灣	香港	美國	新加坡	英國	哈薩克	突尼西亞	總計
人數	427	72	24	4	3	1	1	1	533

所有論文首先分配給至少 3 位委員進行初審，初審的結果再由英文分會或個別子會議主席與副主席進行複審（meta-review）後，才確認最終的論文審閱工作，經過嚴格的論文評審過程，本屆會議英文分會及各個子會議最終錄取 213 篇論文（見表 2），並提名了 7 篇論文競逐最佳中文論文獎（限九個子會議錄取的長論文）、2 篇論文競逐最佳英文論文獎（限英文分會錄取的長論文）、10 篇論文競逐最佳學生論文獎（限九個子會議與英文分會錄取的長論文）、6 篇論文競逐最佳技術設計論文獎（限九大子會議與英文分會錄取的長論文或短論文）、10 篇論文競逐最佳中小學教師論文獎（限中小學教師論壇錄取的長論文或短論文）。

表 2. GCCCE 2021 各子會議及英文分會錄取論文統計

子會議	長論文	短論文	海報論文	淘汰	錄取率	小計
C1: 學習科學與計算機支持協作學習	4	9	2	6	71%	21
C2: 移動、泛在與情境化學習	4	7	1	2	80%	14
C3: 悅趣化學習、教育遊戲與數字玩具	4	6	5	3	71%	18
C4: 高等教育與成人學習的技術應用、教師專業發展	8	11	12	9	78%	40
C5: 技術增強語言與人文學科學學習	3	7	0	2	83%	12
C6: 人工智能教育應用、智慧學習環境	7	15	1	7	77%	30
C7: 學習分析與學習評估	7	13	7	6	82%	33
C8: STEM 與創客教育	6	12	8	7	79%	33
C9: 教育技術創新、政策與實踐	9	15	1	9	74%	34
英文論文分會	5	10	9	7	75%	31
總計	57	105	46	58	78%	266

本屆會議邀請了四位學術界的專家學者擔任大會主旨演講者。這四場演講分別為：

主旨演講 1：Investigations into Deep Knowledge Tracing: From Cold-Start to Real Life

演講人: Dr Ryan Baker, Associate Professor at the University of Pennsylvania, and Director of the Penn Center for Learning Analytics, US

主旨演講 2：具親子共讀策略之擴增實境繪本

演講人: 張國恩教授, 臺灣師範大學資訊教育研究所教授

主旨演講 3：The Future of Education: New Space, New Knowledge and New Ontology

演講人: 陳麗教授, 北京師範大學副校長

主旨演講 4：Awarding Skill Improvements based on Behaviour Pattern Extraction and Analysis

演講人: 張明治教授, 阿薩巴斯卡大學（加拿大）

這四場主旨演講與九個子會議、英文分會，和兩場多人座談會形式的論壇，組成了大會的主會議。此外，跟往屆大會一樣，本屆大會還設有三項會前活動：中小學教師論壇、工作坊和博士生論壇。其中，本屆中小學教師論壇共收錄了來自中國大陸、臺灣地區和香港的教師論文 44 篇，並推薦了 2 篇優秀論文參與最佳教師論文獎的評選。

本屆大會共設立 8 個工作坊，最終收錄 66 篇論文。這 8 個工作坊的主題分別為：

工作坊 1：ICT 輔助成人與繼續教育
工作坊 2：新科技應用於提升學習成效工作坊
工作坊 3：學習科學與遊戲化學習
工作坊 4：學習投入與學習行為建模
工作坊 5：創新互動回饋科技提升學習動機
工作坊 6：知識建構與教育創新
工作坊 7：電腦支援個人化與合作學習工作坊
工作坊 8：第三屆「親身體驗，好就用」：教育玩具與遊戲式學習工作坊

另外，大會還設有博士生論壇，將有 5 位博士生的參與；大會邀請 8 位專家學者進行點評。

大會謹此向協作本屆會議召開的所有人員致謝。我們衷心感謝各議程單位（九個子會議、英文分會、工作坊、教師論壇、博士生論壇）的主席、副主席、議程委員，以及各個組委會成員在會議籌備期間的幫助；更特別要感謝所有委員會的成員，因疫情而不斷作出有效應變。

儘管在疫情中辦會，我們衷心希望 GCCCE 2021 的線上和現場活動能為大家帶來豐碩的思想啟發和美好的體驗，一起打造一個更強韌、更國際化的 GCCCE 學術社群，並將 GCCCE 的火種生生不息地傳遞下去！

黃榮懷 北京師範大學（中國大陸）
大會主席

江紹祥 香港教育大學（香港）
國際議程協調主席

王其雲 南洋理工大學國立教育學院（新加坡）
國際議程協調副主席

李艷燕 北京師範大學（中國大陸）
北京在地組織委員會主席

許庭嘉 臺灣師範大學（台灣）
台北在地組織委員會主席

二. 大會組織 Conference Organisation

主辦單位 Organiser:

全球華人計算機教育應用學會
Global Chinese Society for Computers in Education (GCSCE)

承辦單位 Hosts:

香港教育大學 The Education University of Hong Kong
北京師範大學 Beijing Normal University
臺灣師範大學 Taiwan Normal University
南洋理工大學國立教育學院 National Institute of Education, Nanyang Technological University

大會主席 Conference Chair:

黃榮懷 北京師範大學（中國大陸）
HUANG Ronghuai, Beijing Normal University, Mainland China

大會共同主席 Conference Co-Chairs:

陳德懷 中央大學（台灣）
CHAN Tak Wai, Central University, Taiwan

呂賜杰 南洋理工大學國立教育學院（新加坡）
LOOI Chee Kit, National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore

國際議程協調主席 International Programme Coordination Chair:

江紹祥 香港教育大學（香港）
KONG Siu Cheung, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

國際議程協調副主席 International Programme Coordination Co-Chair:

王其雲 南洋理工大學國立教育學院（新加坡）
WANG Qiyun, National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore

在地組織委員會主席 Local Organising Committee Co-Chair

李艷燕 北京師範大學（中國大陸）
LI Yanyan, Beijing Normal University, Mainland China

許庭嘉 臺灣師範大學（台灣）
HSU Ting-Chia, Taiwan Normal University, Taiwan

大會顧問 Consultant

黃龍翔 南洋理工大學國立教育學院（新加坡）
WONG Lung-Hsiang, National Institute of Education, Nanyang Technological University, Singapore

大會組織秘書長 Conference Lead Secretary

馬韻斯 香港教育大學（香港）
MA Yungsi Tina, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

大會組織秘書 Conference Secretaries, Local Organising Committees

張慕華 北京師範大學（中國大陸）

ZHANG Muhua, Beijing Normal University, Mainland China

張晴 臺灣師範大學（台灣）

CHANG Ching, Taiwan Normal University, Taiwan

謝松穎 臺灣師範大學（台灣）

HSIEH Sung-Ying, Taiwan Normal University, Taiwan

張鈺蕊 香港教育大學（香港）

ZHANG Yuk Yui Katrina, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

子會議議程委員會 Sub-Conference Programme Committees

C1: 學習科學與計算機支持協作學習

Learning Sciences & Computer-Supported Collaborative Learning

執行主席 Executive Chair:

楊玉芹 華中師範大學（中國大陸） YANG Yuqin, Central China Normal University, Mainland China

副主席 Co-Chairs:

馮詩惠 香港大學（香港）

QI Yue Grace 梅西大學（新西蘭）

汪 靖 浙江大學（中國大陸）

鄭培宇 雲林科技大學（台灣）

C2: 移動、泛在與情境化學習

Mobile, Ubiquitous & Contextual Learning

執行主席 Executive Chair:

蔡 蘇 北京師範大學（中國大陸） CAI Su, Beijing Normal University, Mainland China

副主席 Co-Chairs:

林宗進 臺灣師範大學（台灣）

孫丹兒 香港教育大學（香港）

王 旭 密歇根大學（美國）

溫 韜 南洋理工大學（新加坡）

C3: 悅趣化學習、教育遊戲與數字玩具

Joyful Learning, Educational Games & Digital Toys

執行主席 Executive Chair:

詹明峰 中央大學（台灣） JAN Ming-Fong, Central University, Taiwan

副主席 Co-Chairs:

江豐光 上海師範大學（中國大陸）

劉振釗 澳門大學（澳門）

朱志明 宜蘭大學（台灣）

王雅鈴 臺灣師範大學（台灣）

C4: 高等教育與成人學習的技術應用、教師專業發展

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

執行主席 Executive Chair:

鄭春萍 北京郵電大學（中國大陸） ZHENG Chunping, Beijing University of Posts and Telecommunications, Mainland China

副主席 Co-Chairs:

黃文龍 中國科技大學（台灣）

馬清 香港教育大學（香港）

C5: 技術增強語言與人文學科學習

Technology-Enhanced Language and Humanities Learning

執行主席 Executive Chair:

李錦昌 香港公開大學（香港） LI Kam Cheong, The Open University of Hong Kong, Hong Kong

副主席 Co-Chairs:

陳真真 北京郵電大學（中國大陸）

余立棠 臺灣輔仁大學（台灣）

胡月寶 新加坡南洋理工大學（新加坡）

陳維超 貝勒醫學院（美國）

C6: 人工智能教育應用、智慧學習環境

Artificial Intelligence in Education & Smart Learning Environments

執行主席 Executive Chair:

吳婷婷 雲林科技大學（台灣） WU Ting-Ting, Yunlin University of Science and Technology, Taiwan

副主席 Co-Chairs:

林豪鏘 台南大學（台灣）

Rustam SHADIEV 南京師範大學（中國大陸）

鄒迪 香港教育大學（香港）

C7: 學習分析與學習評估

Learning Analytics & Assessments

執行主席 Executive Chair:

陳高偉 香港大學（香港） CHEN Gaowei, The University of Hong Kong, Hong Kong

副主席 Co-Chairs:

穆肅 華南師範大學（中國大陸）

楊晰勛 雲林科技大學（台灣）

C8: STEM 與創客教育

STEM & Maker Education

執行主席 Executive Chair:

吳龍凱 南洋理工大學（新加坡） WU Longkai, Nanyang Technological University, Singapore

副主席 Co-Chairs:

蔡慧英 江南大學（中國大陸）

王靜芸 英國杜倫大學（英國）

詹 穎 香港教育大學 (香港)
郭旭展 台灣成功大學 (台灣)

C9: 教育技術創新、政策與實踐 **Educational Technology: Innovations, Policies & Practice**

執行主席 Executive Chair:

趙建聰 馬來西亞理科大学 (馬來西亞) CHAU Kien Tsong, Universiti Sains Malaysia, Malaysia
陳國棟 中央大學 (台灣) CHEN Gwo-Dong, Central University, Taiwan

副主席 Co-Chairs:

李旻憲 台灣師範大學 (台灣)
謝浩然 嶺南大學 (香港)
黃勝裕 馬來亞大學 (馬來西亞)

英文分會議程委員會 English Paper Track Programme Committee:

執行主席 Executive Chair:

王其雲 南洋理工大學國立教育學院
WANG Qiyun, NIE, Nanyang Technological University (Singapore)

副主席 Co-Chairs:

郭春蘭 南洋理工大學	張 思 華中師範大學
溫 韞 南洋理工大學	王興華 青島大學
皮忠玲 陝西師範大學	

中小學教師論壇主席 K-12 Teachers Forum Chairs:

吳娟 北京師範大學 (中國大陸) WU Juan, Beijing Normal University, Mainland China
林秋斌 清華大學 (台灣) LIN Chiu-Pin, Tsing Hua University, Taiwan
金偉明 香港電腦教育學會 KAM Wai Ming Stanley, The Hong Kong Association for Computer Education

中小學教師論壇副主席 K-12 Teachers Forum Co-Chairs:

王 陸 首都師範大學 (中國大陸)	楊凱翔 台北教育大學 (台灣)	孫丹兒 香港教育大學 (香港)
陳品德 華南師範大學 (中國大陸)		文可為 樂善堂餘近卿中學 (香港)
梁文鑫 北京教育學院 (中國大陸)	王怡萱 淡江大學 (台灣)	

工作坊主席 Workshop Coordination Chair:

鄭年亨 台北醫學大學 (台灣) Hercy CHENG, Taipei Medical University, Taiwan

工作坊副主席 Workshop Coordination Co-Chair:

洪澄瑜 華中師範大學

博士生論壇主席 Doctoral Forum Chair:

張明治 阿薩斯卡大學 (加拿大) CHANG Maiga, Athabasca University, Canada

博士生論壇副主席 Doctoral Forum Co-Chair:

鄒 迪 香港教育大學 (香港) ZOU Di, The Education University of Hong Kong, Hong Kong

香港在地籌備組織委員會

Hong Kong Local Organising Committee

榮譽主席

李子建 香港教育大學 學術及首席副校長 課程與教學講座教授

LEE Chi Kin John

Vice President (Academic) and Provost, Chair Professor of Curriculum and Instruction

The Education University of Hong Kong

在地籌備組織委員會主席

江紹祥 香港教育大學 教學科技中心總監 數學與資訊科技學系教授

KONG Siu Cheung

Director, Centre for Learning, Teaching and Technology

Professor, Department of Mathematics and Information Technology

The Education University of Hong Kong

在地籌備組織委員

孫丹兒 香港教育大學 數學與資訊科技學系助理教授

SUN Daner

Assistant Professor, Department of Mathematics and Information Technology

The Education University of Hong Kong

宋燕捷 香港教育大學 數學與資訊科技學系副教授

SONG Yanjie

Associate Professor, Department of Mathematics and Information Technology

The Education University of Hong Kong

金偉明 香港電腦教育學會

KAM Wai Ming Stanley, The Hong Kong Association for Computer Education

文可為 樂善堂余近卿中學（香港）

MAN Ho-Wai, Lok Sin Tong Yu Kan Hing Secondary School, Hong Kong

馬韻斯 香港教育大學 教學科技中心

MA Yungsi Tina

Centre for Learning, Teaching and Technology, The Education University of Hong Kong

張鈺蕊 香港教育大學 教學科技中心

ZHANG Yuk Yui Katrina

Centre for Learning, Teaching and Technology, The Education University of Hong Kong

北京在地筹备组织委员会

Beijing Local Organising Committee

北京在地实体会议筹备主席

李艳燕 北京师范大学 教授

北京在地筹备组织委员名单

曾海军 北京师范大学智慧学习研究院 副院长

张定文 北京师范大学智慧学习研究院 院长助理

Ahmed Tlili 北京师范大学教育学部 副研究员

郅红艳 北京师范大学智慧学习研究院 设计与学习实验室主任

张慕华 北京师范大学教育学部 博士后

北京在地筹备会务成员名单

郭骄阳 北京师范大学智慧学习研究院 高级院务管理师

成倩 北京师范大学智慧学习研究院 项目经理

胡健 北京师范大学智慧学习研究院 项目助理

王琚 北京师范大学智慧学习研究院 院务专员

程露 北京师范大学教育学部 研究助理

邵京菁 北京师范大学教育学部 研究助理

李平 北京师范大学教育学部 财务

李延超 北京师范大学教育学部 财务

台北在地籌備組織委員會 Taipei Local Organising Committee

榮譽主席

吳正己 臺灣師範大學 校長

台北在地實體會議籌備主席

許庭嘉 臺灣師範大學 教授

台北在地籌備組織委員名單

組織委員會公關組：

孫弘岳 臺灣師範大學 助理教授

組織委員會文宣組：

蔡孟蓉 臺灣師範大學 教授

陳志洪 臺灣師範大學 教授

組織委員會財務組：

洪暉鈞 中央大學 助理教授

藍玉如 臺灣師範大學 教授

組織委員會論文組：

張基成 臺灣師範大學 教授

組織委員會接待組：

蕭顯勝 臺灣師範大學 教授

張玉山 臺灣師範大學 教授

組織委員會總務組：

曾繁勛 臺灣師範大學 助理教授

組織委員會文書組：

丁玉良 臺灣師範大學 教授

蔣旭政 臺灣師範大學 教授

三. 主旨演講 Keynotes

主旨演講 1 Keynote Speech 1

2021 年 9 月 13 日(星期一) 10:00 - 10:45

13 September 2021 (Monday)

Investigations into Deep Knowledge Tracing: From Cold-Start to Real Life

Dr Ryan Baker

**Associate Professor at the University of Pennsylvania, and
Director of the Penn Center for Learning Analytics, US**



Speech Abstract

In the last several years, there has been increasing interest in studying different variants of deep knowledge tracing (DKT). However, deep knowledge tracing has remained largely an algorithm studied rather than an algorithm used. Real-world adaptive learning systems generally still use algorithms developed over a decade ago, or even simpler heuristics. In this talk, I discuss our research group's investigations into key issues relevant to the use of deep knowledge tracing, complementary to other research efforts going on around the world and in particular in East Asia. I will talk about two tracks of research in my group. In the first track of research, we investigate the use of DKT to estimate latent knowledge in terms of interpretable skills that can be carried outside the adaptive learning system. We propose a simple extension, applicable to all DKT family algorithms, and evaluate

the degree to which DKT family algorithms can predict latent knowledge demonstrated on tests outside the learning system. In the second track of research, we study the degree to which DKT family algorithms can solve cold-start problems, producing acceptable knowledge tracing estimates earlier in student work on a new skill. I conclude with a discussion of directions needed for DKT family algorithms to achieve their full potential and scale in real-world use.

Speaker Bio

Ryan Baker is Associate Professor at the University of Pennsylvania, and Director of the Penn Center for Learning Analytics. His lab conducts research on engagement and robust learning within online and blended learning, seeking to find actionable indicators that can be used today but which predict future student outcomes. Baker has developed models that can automatically detect student engagement in over a dozen online learning environments, and has led the development of an observational protocol and app for field observation of student engagement that has been used by over 150 researchers in 7 countries. Predictive analytics models he helped develop have been used to benefit over a million students, over a hundred thousand people have taken MOOCs he ran, and he has coordinated longitudinal studies that spanned over a decade. He was the founding president of the International Educational Data Mining Society, is currently serving as Editor of the journal *Computer-Based Learning in Context*, is Associate Editor of the *Journal of Educational Data Mining*, was the first technical director of the Pittsburgh Science of Learning Center DataShop, and currently serves as Co-Director of the MOOC Replication Framework (MORF). Baker has co-authored published papers with over 300 colleagues.

主旨演講 2 Keynote Speech 2

2021 年 9 月 13 日(星期一) 14:45 - 15:30

13 September 2021 (Monday)

具親子共讀策略之擴增實境繪本

Professor Chang Kuo-En
張國恩教授

Professor, Graduate Institute of Information and
Computer Education, Taiwan Normal University
臺灣師範大學資訊教育研究所教授



Speech Abstract 摘要

親子共讀是父母、幼兒教育者和其他照料者幫助兒童獲得語言與文字認知發展與學習行為技能的一種方式。對話式閱讀 (Dialog Reading) 是一種以證據為基礎的常用親子共讀策略，其中 PEER(Prompt, Evaluate, Expand, Repeat) 更能促進親子互動之學習行為。然而由於父母並未受過對話式閱讀策略之訓練，因此並未表現出親子共讀效果。另外因父母需兼顧工作，較沒有充裕的時間陪伴兒童進行閱讀。為了能夠改善父母不會

運用 PEER 策略與沒有時間陪兒童做親子共讀等問題，故運用 AR 技術發展具 PEER 親子共讀策略的 AR 繪本。在此 AR 繪本上，能引導兒童利用行動載具進行 PEER 之共讀，也探討此 AR 繪本對兒童學習成效與行為分析的影響。

Speaker Bio 個人簡介

張國恩從台灣大學獲電機博士後，在臺師大任教超過三十年，擔任過電算中心主任、資訊教育研究所所長、圖書館館長、副校長等職，2010 年接下校長一職，帶領臺師大全面發展。期間創辦「數位學習與內容學會」與「新媒體科技與教育協會」，並擔任首屆理事長，納入「數位學習科技期刊」與「TWELF 學術會議」，也完成「新聞媒體識讀素養指標與量表」與發展相關課程，培養全民具備「識讀能力」。此外，他也曾擔任國科會科教處資訊教育學門召集人，創設 SIG 研究群與薪火相傳會議，持續推動台灣數位學習研究。台師大校長任期屆滿後，現為台師大資訊教育研究所與運動科學系合聘講座教授。

張國恩從事數位學習相關研究，從早期的概念圖輔助教學、電腦模擬輔助學習、與行動學習外，也建立用於企業的數位學習品質認證指標，並於 2011 年建立了「華語文與科技研究中心」，整合團隊，從事華語文資訊科技在寫作、閱讀、語音辨識等研究。目前的研究工作集中在擴增實境(Augmented Reality)的教育應用，探討如何將擴增實境技術應用於輔助紙本書籍的閱讀上，結合精熟學習策略，在實體書籍上擴增輔助學習資訊，建構新的書本型態，稱為麻布書 (MAR Book, Mastery learning-based AR Book)，同時也將 AR 技術應用在親子共讀與角色扮演的桌遊學習上。在後疫情時代，有鑑於遠距教學的重要，張國恩將人力資源發展與知識管理策略結合到數位學習中，並協助台灣上市企業發展內部的數位化訓練系統與建立企業數位大學。

主旨演講 3 Keynote Speech 3

2021 年 9 月 14 日(星期二) 9:15 - 10:00

14 September 2021 (Tuesday)

The Future of Education: New Space, New Knowledge and New Ontology

Professor Chen Li
陳麗教授

Vice President, Beijing Normal University
北京師範大學副校長

Speech Abstract



Prof. Li Chen will deeply elaborate how cyber space is transforming education on essence in three aspects. Firstly, Prof. Chen will explain the impact on education of disruptive technology. The cyberspace is a kind of disruptive technology which is an information space with different characteristics from physical space and social relation space. Now cyber space is transforming from two spaces to three spaces. Secondly, Prof. Chen will issue that in the cyber space knowledge is extending to all kind of experience and different from traditional knowledge the book. Prof. Chen will present her research findings on knowledge in the cyberspace. Thirdly, Prof. Chen will issue that education ontology is changing to connection.

Prof. Chen is going to present the experimental study on cMOOC. At the end of the speech, Prof. Chen will call on the researchers in education technology to pay attention on revealing new foundation of education during applying new technology into education.

Speaker Bio

Prof Li Chen a PhD supervisor. She is vice president of Beijing Normal University. She is the leader of master program and PhD program of Distance Education in Beijing Normal University. Her research is mainly focusing on Education Transformation by Internet, online teaching & learning, and internet plus education strategy. She is deep engaged in policy consulting in Distance Education and lifelong learning. She has authored and published more than 10 books and 100 papers.

陳麗，博士、博士生導師。現任北京師範大學副校長。陳麗是北京師範大學遠端教育碩士點和博士點的學科帶頭人。陳麗教授的主要研究領域為：1. 互聯網推動教育變革的趨勢；2. 線上教育教與學的規律；3. “互聯網+教育”戰略。陳麗教授是中國終身教育和遠端教育領域的重要諮詢專家。她已經出版了十餘部著作和百篇以上的學術論文。

主旨演講 4 Keynote Speech 4

2021 年 9 月 15 日(星期三) 10:00 - 10:45

15 September 2021 (Wednesday)

Awarding Skill Improvements based on Behaviour Pattern Extraction and Analysis

Professor Maiga Chang
張明治教授

Full Professor, Athabasca University, Canada
教授，阿薩巴斯卡大學（加拿大）

Speech Abstract



Educational games and gamification learning systems usually provide learners rewards when they have progress on solving learning quests and/or doing learning activities. But how to give learners an appropriate reward that reflects the efforts they have taken and the skill improvements they have made? This talk will start with the showcases of couple of educational games that can help learners improve their meta-cognitive skills (e.g., problem solving, associative reasoning, evaluation and accuracy, and planning and organization) and language speaking skill. These educational games record learners actions taken in the games and give learners points, virtual currency and virtual items to award their learning achievements and progress (i.e., skill improvements). This talk will then use the real game-play data collected from a commercial mobile educational game as example to explain the

process of identifying and extracting learners' behaviour patterns and calculating a learning quest/activity's general difficulty for most of learners as well as its difficulty for the particular learner. At the end of the process, the educational games and gamification learning systems is capable of awarding the learners proper rewards based on their efforts, improvements, and achievements.

Speaker Bio

Dr. Maiga Chang is a Full Professor in the School of Computing Information and Systems at Athabasca University, Canada. His research mainly focus on game-based learning, training and assessment, learning analytics and academic analytics, intelligent agent technology, etc. He is Chair (2018~2023) of IEEE Technical Committee of Learning Technology (TCLT), Chair (2021) of Educational Activities Committee & Awards/Recognition Committee, IEEE Northern Canada Section, and Secretary and Treasurer of International Association of Smart Learning Environments (IASLE) (2019~). He also serves as Executive Committee member for IEEE Computer Society Special Technical Communities (2021), Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE) (2017~2024) and Global Chinese Society for Computing in Education (GCSCE) (2016~2021).

Dr. Chang is editor-in-chief of Journal of Educational Technology & Society (an Open Access SSCI journal), International Journal of Distance Education Technologies (an ESCI, SCOPUS, EI journal), and Bulletin of Technical Committee of Learning Technology (an Open Access ESCI journal). He serves as a Steering Committee member for International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS) (2020~), program chair of International Conference on Smart Learning Environments (2015, 2018~2020), program committee chair of International Conference on Intelligent Tutoring Systems (2019), executive chair of inaugural English Paper Track of 24th Global Chinese Conference on Computers in Education (2020), IPC Coordination chair of International Conference on Computers in Education (2019). He has given more than 110 talks and lectures and (co-)authored more than 227 edited books, book chapters, journal and international conference papers.

认知负荷理论视域下的 Scratch 编程教学研究

Research on Scratch Programming Teaching from the Perspective of Cognitive Load Theory

陈美华¹, 胡来林¹

¹温州大学教育学院

* chenmeihua97@qq.com

【摘要】 本研究基于认知负荷理论提出了一些有效管理认知负荷的教学策略。通过对广东省梅州市某中学的两个班级学生实施为期一个月时间的教学实验进行验证,初步证实了将认知负荷理论应用于初中信息技术教学中,可以有效的降低学生的内在认知负荷和外在认知负荷,提高相关认知负荷和学习。

【关键字】 认知负荷; 初中信息技术教学; 编程教学

Abstract: Based on the cognitive load theory, this study proposes some teaching strategies to effectively manage cognitive load. Through a one-month teaching experiment conducted on two classes of students in a middle school in Meizhou City, Guangdong Province, it is preliminarily confirmed that the application of cognitive load theory in junior middle school information technology teaching can effectively reduce students' internal cognitive load and external cognitive load, and improve related cognitive load and learning.

Keywords: Cognitive Load Theory, keyword three, keyword four, keyword five

在新课改激励下,教育工作者在探索如何提高信息技术课堂的教学效率,寻求各种教学方法为学生减负,但由于中学生初次接触编程,在接受理解上存在一定难度,教师对学习者的认知因素的缺乏足够重视,教学活动偏离了以学习者为中心的教学前提,从而形成了“教师教的累,学生学的更累”的尴尬局面。而认知负荷是学习过程中一个不容忽视的重要影响因素。认知负荷理论指出认知负荷是人在信息加工过程中所必须的心理资源总量(龚德英, 2005)。(1)学习过程中主要有外在认知负荷、内在认知负荷和关联认知负荷三种成分。(2)学习者的认知资源是有限的。(3)资源在分配时遵循“此多彼少、总量不变”的原则。

在综合考虑学习者原有知识水平的基础上,通过调控认知负荷来促进学习者的学习。首先要把握学习材料的难度,其次遵循“此多彼少”的原则,减少外在认知负荷和增加相关认知负荷(John, 1994)。因此,本研究基于认知负荷理论提出了以下信息技术教学策略:第一,明确教学目标,减轻内在认知负荷;第二,分离学习材料间的交互活动,减轻内在认知负荷;第三,提供样例及样例操作步骤。第四,合理组织学习材料,相关信息在时间与空间上接近呈现;第五,选择恰当的教学方式,减轻外在认知负荷;第六,通过创设教学情境、任务驱动、树立学习榜样等来激发学生的学习动机;第七,运用先行组织者,将新学的知识内容与学习者脑海已有的知识经验产生一定的联系,增加相关负荷。

在 2020 年 5 月-2020 年 6 月,研究者在梅州 X 中学七年级实施了一个月的 Scratch 编程教学实验。实验前,对实验组(26 人)和对照组(28 人)信息技术期末考试成绩进行独立样本 t 检验分析, $p=0.36>0.05$, 表明实验组和对照组的信息技术已有知识储备和学习能力无显著性差异。因此,本研究采用对比实验的方法,实验班运用基于认知负荷理论下教学策略教学,对照班进行传统的教学方法,由同一名教师教 Scratch 编程,教学计划、授课内容、教

学进度都相同。初中信息技术教学认知负荷情况调查问卷获取是基于认知负荷理论的相关文献研究修订而成的李克特5点量表(季春兰, 2011)。

表 1 初中信息技术教学认知负荷情况调查数据比较分析表

认知负荷类型	班级	N	平均数	标准偏差	均值标准误	p 值
内在认知负荷(ICL)前测	实验组	26	20.077	5.388	1.057	0.511
	对照组	28	20.429	4.500	0.851	
外在认知负荷(ECL)前测	实验组	26	29.846	5.334	1.046	0.694
	对照组	28	31.643	5.356	1.012	
相关认知负荷(GCL)前测	实验组	26	23.889	7.292	1.403	0.057
	对照组	28	22.885	5.480	1.075	
内在认知负荷(ICL)后测	实验组	26	19.583	4.854	0.991	0.050
	对照组	28	24.148	6.497	1.250	
外在认知负荷(ECL)后测	实验组	26	32.000	6.705	1.369	0.043
	对照组	28	40.074	7.237	1.393	
相关认知负荷(GCL)后测	实验组	26	24.071	7.348	1.389	0.001
	对照组	28	20.461	4.264	0.836	

学校位于农村，学生均未接触过 Scratch 编程，所以在开展无差别的“初识 Scratch 编程”教学后实施认知负荷水平前测。如表 1 所示，经过独立样本 T 检验分析，p 值均大于 0.05，学生认知负荷水平无显著性差异。在实验的第二阶段，实验组使用基于认知负荷理论的教学设计进行授课，而对照组使用初一信息技术备课组集体备课的教学设计进行授课。教学结束后实施认知负荷后测和单元测试，经过独立样本 T 检验分析，发现内在认知负荷 $p=0.05$ ，外在认知负荷 $p=0.043$ ，相关认知负荷 $p=0.001$ ，均等于或小于 0.05，表明实验组与对照组的学生经过第二阶段的三个星期的学习，三个维度的认知负荷水平都有显著性差异。在内在认知负荷和外在认知负荷的得分平均数上，对照组明显高于实验组。但在有利于信息加工的相关负荷维度上，实验组明显高于对照组，这进一步验证了上文提到的基于认知负荷理论的信息技术教学策略应用有效地降低了学生的内在认知负荷和外在认知负荷，提高了相关认知负荷。此外，单元测试成绩经过独立样本 t 检验分析，得出 $p=0.045<0.05$ ，表明实验组与对照组学生的后测成绩有显著性差异。从平均值看实验组的平均得分为 70.385，而对照组的平均得分只有 56.429，由此进一步验证了运用基于认知负荷理论的教学策略的教学效果明显高于传统教学，说明认知负荷理论在初中信息技术教学的运用取得了一定的成效，可以提高学习成绩。

参考文献

- 龚德英(2005)。多媒体学习中增加相关认知负荷影响学生学习的实验研究(硕士)。西南师范大学。Available from Cnki
- 季春兰(2011)。高中生认知负荷量表的编制及其相关研究(硕士)。南京师范大学。Available from Cnki
- John, S. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Pergamon*, 4(4).

在线学习程序对低成就学习者科学概念理解的影响

The Influence of Online Learning Programs on the Understanding of Scientific Concepts of Academic Low Achievers

樊冰¹, 张杏文², 甘晓静³, 林裕仁^{*}

¹ 华中师范大学人工智能教育学部

^{*} linyuren092203@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 本研究基于一个在线学习程序，目的是为了提高低成就学习者的科学概念理解能力，该学习程序的开发原则为可视化、交互性和多样性。本研究采用准实验设计，共有 60 名七年级学生参加。实验结果表明，低成就学习者在科学概念理解方面有显著提高。通过在线学习程序，学生在科学概念的应用方面也取得了进步，这表明基于网络的在线学习程序在促进学生科学概念理解方面有很大的发展潜力。

【关键字】 科学概念；学业低成就；计算机交互合作

Abstract : This research is based on an online learning program with the purpose of improving the understanding of scientific concepts of academic low achievers. The development principles of the learning program are visualization, interactivity and diversity. This research adopts a quasi-experimental design, and a total of 60 seventh-grade students participated. The experimental results show that academic low achievers have significantly improved their understanding of scientific concepts. Through online learning programs, students have also made progress in the application of scientific concepts. This shows that web-based online learning programs have great development potential in promoting students' understanding of scientific concepts.

Keywords: Scientific concept, low academic achievement, computer interaction

1. 引言

低成就学习者是指学业水平未达到期望或预期水平者。传统上，采用智力测验和标准成就测验作为成就水平的预期指标，用与规定标准分数的数量差值作为其操作定义（林崇德，杨治良，& 黄希庭，2003）。国际学生评估计划指出，学业成就较低的学生毕业后可能会面临更多的决策困难(OECD, 2016)。2013 年美国公布的《新一代科学教育标准》指出科学概念教育应该从幼儿园持续到 12 年级，学生科学概念能力的培养是科学教育很重要的一个部分。同时，人们也普遍认为低成就学习者在学习科学概念时会面临更大的困难。关于学生科学概念学习的文献已经引起了很多人的关注，但是只有较少的人研究如何促进低成就学习者的科

学概念学习。基于先前对于科学教育和计算机教育研究中提出的探究式教学、基于网络环境的学习的研究，我们开发了一个基于网络的在线学习程序，以此来支持低成就学习者科学概念的学习。在线学习程序的学习内容为两个社会科学问题，因为社会科学问题通常被认为是适合初学者进行科学概念理解的学习主题(Anisa,Widodo,& Riandi,2017)。

2. 研究问题

我们认为，低成就学习者并不是缺乏科学概念理解及应用的能力，他们有自己的思维方式，我们需要激发并培养他们解决复杂问题以及理解、应用科学概念的能力。先前对于计算机模拟学习环境和科学概念学习的研究普遍支持我们的观点：低成就学习者有自己的思维方式和技巧。另外，提供一个在线学习环境将会是激发他们科学概念学习的有效策略。Park, Lee,和 Kim(2009)开发了两种类型的交互式计算机模拟环境并研究了它们对不同先备知识水平的学生学习的影响，得出的一个重要结论是：低成就学习者和高成就学习者可能需要不同的计算机模拟环境，才能获得最佳的学习效果。这就表明应该专门为低成就学习者设计适合他们的交互式计算机模拟环境。本研究旨在提供一个适合低成就学习者学习科学概念的线上学习环境，以此来帮助学生理解并应用科学概念从而提高学生的学术水平。以下为本研究的研究问题：

- 1.学生在使用在线学习程序学习之后，科学概念的学习效果是否有显著提高？
- 2.我们可以提出哪些建议来支持低成就学习者的科学概念学习？

3. 文献综述

3.1. 基于网络学习环境的科学概念学习

科学基本概念和原理是科学教育的载体（余自强，2002），因此，在培养学生科学素养的过程中首先要促进学生科学概念的学习。科学概念转变的过程可以看作是科学知识建构的过程，学生可以从概念结构、思维与推理及问题解决等方面深化对科学概念的学习（卢姗姗，毕华林，2015）。影响学生概念转变的因素主要有四个：（1）学生的推理能力。（2）学生的先备知识水平。（3）学生的学习动机（目标、兴趣、态度和自我效能）。（4）课堂情境（龙文静，2004）。虽然现在的科学教育改革推动了学生科学概念的学习，但是为学生提供探究、交流和推理的机会还比较少（Gonzalez Howard & McNeill，2016）。因此，在科学概念教学时，基于网络环境并合理的嵌入支架，比如角色扮演、模拟、多媒体和讨论板块等等，可以帮助教师改变教学方式，促进学生科学概念的学习。另外，教师在创设学习支架时可以合理地运用学生在生活中感知过的经验，来促进概念的同化（修绍虎,赵立竹，2010）。

3.2. 低成就学习者及其科学概念学习

我们通常认为一个人的背景知识会对他的概念理解、学习动机和高阶思考能力产生关键影响(Ohst, Glogger,Nückles & Renkl,2015)。低成就学习者的先备知识水平普遍较低，完成作业也较为困难，学习动机也比较低（张同柏，2014）。但是，许多教育工作者的研究报告声称，学业成就的高低不单单由智力因素决定（朱琼，2011），元认知可能是低成就学习者学习成绩较低的另一个原因（李清,王菡，2017）。研究表明，学习者的先备知识与他们的学习理解、动机、元认知和解决问题的策略之间存在着紧密的联系（Lin & Mintzes，2010）。这使得一些教育工作者认为，低成就学习者完成高阶思维活动和学习任务的潜力不如其他先备知识水平较高的同龄人。

创设一个网络学习环境是比较有效的学习策略，因为在创设的过程中，研究人员可以设

计有效的学习支架，比如多媒体、沟通工具、基于游戏的小程序、元认知模板等等，使得学习变得更加有趣并且有意义。将其应用在科学教育领域，可以（1）促进学生对概念的准确理解（张瑾，2017）。（2）增强学生的学习动机（Lin & Schunn，2016）。（3）降低外部认知负荷，分解内部认知负荷（李梅，2019）。（4）促进学生元认知的思考（Yang, Lin & Hung，2018）。因此，本研究创建了一个在线学习程序，并在其中嵌入了沟通工具、多媒体以及元认知模板，以此来促进低成就学习者的科学概念学习。

4. 研究方法

4.1. 参与者与实验流程

本研究采用准实验设计，参与者为市中心一所中学的七年级学生，共有来自六个班级的60名学生参与实验，学业低成就小组由这六个班级排名在后10%的学生组成。在进行实验研究之前，由10名学生代表以及他们的科学老师提出并讨论出一份社会科学问题清单，最终根据学生的学习兴趣选出两个社会科学问题作为实验的学习主题。所有被试者在前三周完成了前测，前测试卷为科学概念问卷。在所有被试者完成了两个主题的线上科学概念学习之后，再进行一次后测，后测在前测完成十周之后进行。

实验开始之前，所有被试者会学习一节有关于概念建构以及在线学习程序操作的基础入门课程，时间约二十分钟。然后，他们参加两个调查活动，每个调查活动耗时40分钟左右。在这些活动中，他们可以在学校的实验室进行实验，同时也鼓励他们使用互联网以及去学校图书馆合作探索相关信息来支持他们的论点，必要时学生也可以通过访问其他人，如老师，父母，朋友等等来收集相关科学信息。

活动分小组进行，每个小组大约4-5名成员，实验过程中会鼓励他们和自己的团队成员一起合作探究，遇到较难的问题时也可以咨询他人，目的是提高他们的合作探究能力和知识建构能力。探究活动结束后，他们将通过在线学习程序依次完成每一个主题学习，每个主题的学习时间为40分钟。图1为研究过程，科学概念的学习活动在学校的电脑教室进行，每个学生有自己的座位和电脑，我们为每个学生提供了他们自己的用户名和密码，方便学生和同组的队员进行交流讨论并随时查看自己的学习任务进度。

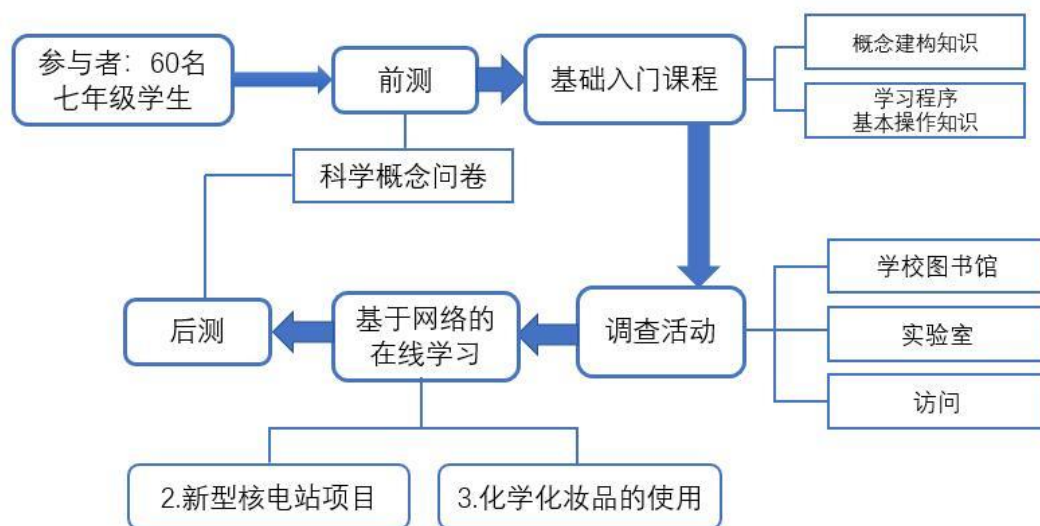


图1：研究流程图

4.2. 社会科学问题主题学习

第一个主题是政府提议在海岛的东岸建设新型核电站，但同时要考虑环境保护的问题，学生需要考虑建设核电站的优缺点；第二个主题有关于化学化妆品的使用，学生需要考虑社交礼仪和工业污染之间的冲突、化妆品的主要成分及其副作用，并由此讨论在我们的日常生活中是否有必要减少化学化妆品的使用。

4.3 · 基于网络的在线学习程序

为了帮助学生更好地进行科学概念的学习，我们开发了一个基于网络的在线学习程序。开发程序的团队包括两名科学教师，三名硕士研究生和一名教授。在构建适合低成就学习者的在线学习环境程序时，我们基于三个原则：可视化、交互性和多样性，三个原则分别体现了我们实验干预的特点，第一个原则是可以为低成就学习者提供适当的认知负荷，因此我们在设计多媒体界面时尽可能的简洁。第二个原则，“交互性”可以为学生提供与同伴之间交流协作的机会。最后一个原则“多样性”，我们在设计学习环境程序时，嵌入了丰富的多媒体内容以支持学生的科学概念建构。除此之外，学生在使用程序进行概念学习的过程中可以随时查看学习进度，并且会提醒他们按顺序完成学习任务。我们会选择与学生生活密切相关的元素来构建在线学习程序的学习环境。

学生登录进入程序的第一个任务是学习如何完成科学概念学习任务。之后，学习者进入下一个界面，这个界面里，他们可以提出自己理解的概念观点，回复他人提出的想法，并与同伴合作分享关于学习主题的任何想法和数据资料。我们创建了讨论区界面以方便学生们表达自己的想法和回复他人。所有提出的关于科学概念的观点都会被记录并显示在界面右侧面板的讨论区中。

4.4 · 测量工具

本研究用科学概念问卷（Cronbach's $\alpha=0.86$ ）来衡量学生的学习情况，该问卷为一种纸笔结合的诊断测试工具，18 道选择题，目的是评估学生对两个社会科学问题学习主题中科学概念的理解，内容效度由三名评估者（两名科学教师和一名教授）组成，学生正确回答两个问题得一分。

4.5 · 数据分析

本研究的数据为学生的科学概念理解成绩，以及在线学习程序里的对话互动，我们采用配对样本 t 检验来分析学生在科学概念上的表现以及学生在两个主题间的学习进步和学习效果。

5. 研究结果

5.1 · 在线学习程序对学生科学概念理解学习的影响

本研究采用配对样本 t 检验方法研究了在线学习程序对学生的影响。如表 1，结果显示，在线学习程序对学生科学概念理解的成绩产生了影响，成绩有了显著提高，这表明学生的科学概念理解能力得到了明显的提高。

表 1：低成就学习者科学概念学习成绩的配对样本 t 检验分析结果

	N	平均数	标准差	标准错误 平均值	T	df	显著性
科学概念理解 前测	60	0.98	0.793	0.100	9.851	59	.000
科学概念理解 后测	60	4.94	2.023	0.255	19.368	59	.000

5.2 · 学生在两个学习主题间的进步幅度

表 2 显示了低成就学习者通过在线学习程序学习之后，两个学习主题的进步幅度的描述

性统计。采用配对样本 t 检验方法，分析学生在两个学习主题间的进步幅度，结果表明，低成就学习者在学习主题一和主题二之间的进步幅度存在显著性差异。学生使用在线学习程序学习科学概念的时间越久，学生的进步幅度越明显，这意味着低成就学习者需要一定的时间来逐渐获得科学概念学习能力，并能够产生非常明显的进步。同时也说明了，基于网络环境的在线学习程序在促进学生科学概念学习方面有很大的潜力。

表 2 两个主题间学生科学概念理解的学习进步幅度

		平均数	标准差	标准错误 平均值	T	df	显著性
主题1	科学概念后测-前测	1.841	1.310	0.165	11.155	59	.000
主题2	科学概念后测-前测	2.111	1.064	0.134	15.745	59	.000

6. 讨论与结论

研究结果显示，低成就学习者在使用在线学习程序学习了两个社会科学问题学习主题后，在科学概念理解方面有显著的提高。与之前的研究一致，本研究证实了网络学习环境可能是支持学生科学概念学习的一个因素。研究结果也表明低成就学习者也具备一定的潜力可以进行高阶的思考。值得注意的是，学生在第二个学习主题的科学概念学习的进步更加的显著，也就是说，学业低成就的学生需要更长的时间进行思考、讨论、反思以及探索收集科学信息来支持概念的建构，同时，在线学习程序中创设的学习支架在协助低成就学习者完成相对复杂的任务方面也发挥了重要作用。在实验中，我们鼓励学生在探究活动中遇到任何问题或有任何疑问时向老师请教，这样的师生交流在研究实验之前很少发生，因为在此之前是以教师为中心的传统教学策略来教授科学的。实验学习逐渐改变了学生的学习风格，低成就学习者也取得了非常显著的进步，同时结果也证明了网络学习中的支架应根据学习者的特定需求进行开发（Kalyuga, 2005）。

基于以上讨论，我们认为适合低成就学习者的网络在线学习程序的构建需要三个基本原则，即可视化、交互性和多样性。在线学习程序的页面布局 and 主要问题的描述都设计的简洁明了，它使低成就学习者能够以较低的认知负荷开始学习，在学习过程中，也存在着多种形式的交流，如在线学习程序中的在线讨论和探究活动中的面对面交流，其中包括学生与学生以及学生与教师之间的交流。在线学习程序中多媒体展示内容也是与学生的日常生活经验息息相关的，这使他们的概念学习与他们的日常生活经验密切相关，反过来又使他们的学习更加有趣并且有意义。

本研究开发的基于网络的在线学习程序可以有效地帮助低成就学习者进行科学概念学习。实验结果也表明了大多数低成就学习者通过在线学习程序在科学概念理解方面有了明显的进步。这表明即使是低成就学习者也具有与其他具备正常先备知识水平的同龄人相同的潜力，即也可以获得高阶思维的知识和能力。

参考文献：

- 江敏、吴仁烨、陈冬梅和吴锦程（2020）。基于 SPOC 平台的混合式教学模式与传统教学模式比较研究。《中国农业教育》，21(01)，91-100。
- 林崇德、杨治良和黄希庭(2003)。《心理学大辞典上册》。上海教育出版社。
- 李梅（2019）。在线环境下项目化学习支架探究。《现代远距离教育》，(01)，3-9。
- 李清和王茜（2017）。元认知策略、解题策略对不同层次学生数学问题解决影响的实证研

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*.

Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

究。教育理论与实践,37(35), 41-43。

卢姗姗和毕华林 (2015)。近二十年国际科学概念学习研究的内容分析。全球教育展望, 44(04), 19-27+18。

龙文静 (2004)。探究性学习环境的设计及其在科学概念学习中的应用。华东师范大学。

修绍虎和赵立竹 (2010)。利用前科学概念的正迁移促进初中物理概念的学习。中小学教师培训,(09), 50-51。

余自强 (2002)。《科学课程论》。教育科学出版社。

张瑾 (2017)。STEM+教育中学习支架设计研究。现代教育技术, 27(10), 100-105。

朱琼 (2011)。学业成就影响因素的研究综述。大众科技, (08), 220-222。

张同柏 (2013)。计算机环境下自我调节学习的影响因素及优化策略。外国教育研究,40(05), 27-35。

Anisa, A., Widodo, A., & Riandi, R. (2017). Argumentation quality of socio-scientific issue between high school students and postgraduate students about cancer. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, 012160.

Gonzalez-Howard, M., & McNeill, K. L. (2016). Learning in a community of practice: Factors impacting English-learning students' engagement in scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53, 527–553.

Kalyuga, S. (2005). Prior knowledge principle. In R. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 325–337). New York: Cambridge University Press.

Lin, P. Y., & Schunn, C. D. (2016). The dimensions and impact of informal science learning experiences on middle schoolers' attitudes and abilities in science. *International Journal of Science Education*, 38, 2551–2572.

Lin, S. S., & Mintzes, J. J. (2010). Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: The effect of ability level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 993–1017.

OECD. (2016). Low-performing students: Why they fall behind and how to help them succeed. Paris: OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264250246-en>. Retrieved September 1, 2019, from.

Ohst, A., Glogger, I., Nückles, M., & Renkl, A. (2015). Helping preservice teachers with inaccurate and fragmentary prior knowledge to acquire conceptual understanding of psychological principles. *Psychology Learning and Teaching*, 14, 5e25.

Park, S. I., Lee, G., & Kim, M. (2009). Do students benefit equally from interactive computer simulations regardless of prior knowledge levels? *Computers & Education*, 52, 649–655.

Yang, T. C., Chen, M. C., & Chen, S. Y. (2018). The influences of self-regulated learning support and prior knowledge on improving learning performance. *Computers & Education*, 126, 37–52.

問題導向學習結合知識論壇對於學生之影響

The Impact of Problem-Based Learning Combined with Knowledge Forum on Students

蔡易宸¹

¹ National Chengchi University

【摘要】 本研究探討基於問題導向的教學方式進行教學，輔以知識論壇(Knowledge Forum)作為學生發表及記錄想法的平台，探討學生自行產生的問題是否能和實際生活經驗有所連結，以及學生對於自主發想出的問題，是否使其更願意主動去和他人討論、互動。本研究對象為臺北市某公立大學大學部及研究所學生共 22 名，教學內容為邀請學生從生活中尋找問題，思考有哪些可行的解決辦法，並將思考結果記錄在知識論壇上，同時也邀請同學給予彼此的想法一些回饋和建議。研究結果顯示，學生們所提出之想法多能與生活經驗有所連結，對於自己所提之問題，也願意深入思考以及與他人分享、互動。

【關鍵字】 問題導向學習；知識論壇；生活情境連結；主動討論

Abstract: The purpose of this action research investigate the impact of Problem-Based Learning combined with Knowledge Forum on students. To know whether students' self-generated problems can be connected with real life experience, and whether students are more willing to take the initiative to discuss and interact with others when they come up with questions on their own. The participants are total of 22 college students and graduate students from a public university in Taipei. The result of this learning activities shows that most of the ideas put forward by students can be connected with life experience, and they are also willing to share and interact with others for their own questions.

Keywords: Problem-Based Learning, Knowledge Forum, Life context connection, Active discussion

1. 前言

教育部(2014)在《十二年國民基本教育課程綱要》中提出自發、互動、共好三項理念，也強調素養導向教學，提倡學習不局限於學科知識及技能，而應關注學習與生活的結合。因此，課堂中問題的來源非常重要，本研究希望一改傳統課堂以教師為主體進行直接提問的方式，變成由問題導向學習步驟來引導，並由學生主動發想問題並思考解決方案，以達自主學習的目標，探討學生所提問題是否能和自身生活經驗加以連結。是以，本研究希望透過問題導向式教學活動搭配知識論壇工具的使用以及教師的引導，探討在這樣子的教學方式下，學生自行產生的問題是否和實際生活經驗有所連結？而讓學生自主發想問題的方式，是否能提高他們主動去和他人討論、互動的意願？

2. 問題導向學習及知識論壇相關文獻探討

問題導向學習為一種尋找和解決有意義問題的體驗式學習，讓學生透過與自身相關經驗來解決問題、反思過程來學習。能幫助學生建立廣泛知識庫、發展解決問題能力、培養自我學習能力，也能提升內在學習動機(Hmelo-Silver, 2004)。此外，它也能使學生變成課堂主體，使學生主動參與到課堂內，透過主動思考問題的歷程，讓他們自主探究學習。知識論壇(Knowledge Forum)為根據 Scardamalia 和 Bereiter(2006)所提出的知識翻新理論所設計出來的

平台，它是一個共享的網路平台，使用者可以自由地在論壇上發表意見。透過在論壇上提出想法、修整想法與整合想法的過程，提供學生一個以想法為中心且須與同儕互動、合作的學習環境(洪煌堯等人，2016；洪煌堯、蔡佩真、林倍伊，2014)。以知識論壇做為課程中的輔助工具不僅能讓學生成為教室的主體，也能讓學生們合作針對各式問題創造出新的知識及解決方法，更能引發學生思考高層次問題，進行更深入的學習(Hong, Lee, Ma, Lin, 2020)。

3. 研究方法

研究對象為臺北市某公立大學大學部及研究所學生共 22 名，採用個案式研究法。一改傳統課程由老師直接指派問題給學生的方式，鼓勵學生尋找生活經驗中的問題。教師透過定義事實(identify facts)、想法產生(generate ideas)、產生學習問題(generate learning issue)、擬訂計畫(acting plan)和反思(reflect)的步驟來引導學生思考。學生確立學習問題後，透過團隊合作來討論、反思，找出問題解決方法，並將每一步驟的想法都記錄在論壇上(KF)。希望探討「問題導向式教學活動搭配知識論壇的使用，學生自行產生的問題是否和實際生活經驗有所連結？」以及「讓學生自主發想問題的方式，是否能提高他們主動去和他人討論、互動的意願？」

4. 結果與結論

從知識論壇上學生發想的問題可以看到班上有 10 位同學提到生活中所使用的軟體、網站相關問題；5 位同學提到未來職業相關問題；5 位同學為生活用品相關問題；2 位同學為生活中組織相關問題。由此可知，在經由教師的引導，學生所提出之感興趣的問題皆能和自身生活經驗有所連結。

由論壇的紀錄可以看到學生們都有確實落實「定義事實」、「想法產生」、「產生學習問題」、「擬訂計畫」和「反思」的歷程並記錄下來。在教師引導下，學生透過小組討論，提出各自學習問題一起討論、給建議，找出問題解決方法。每次討論後，多數學生在經反思後，會再產生新想法，回到「想法產生」的步驟，再重新經歷一次上述幾個步驟，並提出更完善的解決方法。因為所有問題皆源自於生活經驗，也是學生自身感興趣的議題，所以讓學生更願意去進行更深入的思考。而論壇上學生們彼此間的互動也越來越活躍，所發表的內容越來越豐富，想法越加多元，解決方法也逐漸變得更為深入及周密。由此得知，學生在對於自己感興趣的問題上，變得更願意主動、積極與他人討論以找出解決方法。

總體來說，問題導向式教學活動搭配知識論壇及教師良好的引導，能有效引發學生自主思考連結生活經驗之問題，同時也能促進學生願意主動與他人討論、互動的意願，符合 108 課綱希望課程與生活經驗連結及自發、互動的理念。

參考文獻

洪煌堯、林倍伊、林顯達、李佩蓉、詹雯靜、洪國財(2016)。在不同模式的電腦支援協作學習環境下，師培生理解教學理論層次之差異——以 Blackboard 和 Knowledge Forum 為例。

資訊社會研究，30，66-102。

洪煌堯、蔡佩真、林倍伊(2014)。透過知識創新教學理念與學習平臺以培養國小學生自然課合作學習與翻新想法的習慣。科學教育學刊，22(4)，413-439。

教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：作者。

Huang-Yao Hong, Leanne Ma, Pei-Yi Lin, Karen Yuan-Hsuan Lee, (2020). Advancing third

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- graders' reading comprehension through collaborative Knowledge Building: A comparative study in Taiwan. *Journal of Computers & Education*, 157, 1-11.
- Hmelo-Silver, (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?, *Educational Psychology Review*, 16, 235-262.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). *Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology*. Cambridge Handbook of the Learning Sciences. New York: Cambridge University Press.

可视化编程问题解决过程中新手学习困难感知与滞后行为序列分析

A Study on Novice Problem Solving Process in Visual Programming Environment

郭璐文^{1*}, 何歆怡¹, 郭子涵¹, 张婧婧^{1*}, 卢宇¹

¹ 北京师范大学 教育技术学院

* guoluwen2000@163.com * jingjing.zhang@bnu.edu.cn

【摘要】 可视化编程环境为新手提供了一个易操作的可探究学习场景，如何在可视化编程环境中为学习者提供有效的学习支持服务，以帮助学习者理解重要概念并解决高阶问题，是一个重要的命题。理解学习者在问题解决过程中的行为模式与体验感受，是为学习者提供更好探究环境与学习支持的基础。因此，本研究通过滞后序列分析与访谈相结合的方法，分析新手在问题解决过程中的行为模式、体验感受。研究表明，新手主要遇到了四类困难，而新手的反复尝试、教师的讲解、同伴的支持、案例提示与平台功能在面对困难时起到了重要作用。

【关键词】 新手；问题解决过程；可视化编程环境

Abstract: Visual programming environment provides an easy-to-operate exploratory learning scene for novices. How to provide effective learning support for learners in visual programming environment to help learners understand important concepts and solve high-level problems is an important proposition. Understanding learners' behavior patterns and experience in problem-solving is the basis of providing better inquiry environment and learning support for learners. Therefore, this study analyzes the behavior pattern and experience of novice in problem-solving by means of lag sequence analysis and interview. Results show that novices mainly encounter four kinds of difficulties, and the repeated attempts of novices, teachers' explanations, peer support, case tips and platform functions play an important role in facing difficulties.

Keywords: novices, problem solving, visual programming environment

1. 新手的问题解决

可视化编程是基于块的编程环境，具备易于使用的特性。编程块采用自然语言描述易于理解，学习者可以直接通过拖拽拼接来组装程序，能够及时接收使用块的提示与反馈，减少编译调试的障碍。一些研究表明，可视化编程环境可以降低新手编程的门槛，为新手提供了一个可探究的学习环境(Vaniček, 2015)。因此，可视化编程环境被广泛用于新手初步尝试编程、学习相关概念、尝试复杂问题解决和搭建项目。

在可视化编程环境中，进行自然语言处理(Natural Language Processing, 简称NLP)相关的问题解决，尤其是面对难度较大的问题时，由于新手往往难以像专家一样思考，在缺乏有效学习支持的情况下，难以真正理解NLP的内涵，甚至难以完成任务。由于专家能适应不同的任务情境，他们能够检测到新手察觉不到的不太明显的线索(Loh & Sheng, 2013)。”而新手在解决问题时有一种“盲目”遵循规则的倾向，因为他们还没有掌握这些规则的运作环境。随着问题解决的能力不断提高，他们逐渐学会在适当的条件下运用规则(Loh & Sheng, 2013)。

已有研究者关注新手探索过程的行为特征与变化。例如，Berland(2013)采用学习分析来剖析新手的编程行为，发现随着时间推移，他们有逻辑的行为会增加。Lyons(2015)等开发了用于博物馆场景中的可视化工程系统。他们将编程行为与问题尝试的意图联系在了一起，以探索新手是否以及如何发生有效的意义转化。基于以上背景，本研究聚焦在可视化编程环境中新手问题解决的过程，回答新手在利用可视化编程进行NLP问题解决中的行为模式以及行为模式所揭示的探索过程。

2. 研究设计

2.1. 案例选取

本研究选取北京某一高校某一理科专业三四年级学生 30 名（男生 4 人，女生 26 人）进行基于 Snap! 可视化编程环境的自然语言学习。

学习过程包括两个阶段。第一阶段为教师讲授（30 分钟）；第二阶段为个人探究（90 分钟），围绕“自然语言处理”展开，共包括 7 个问题。在个人探究活动完成的过程中，学习者可以随时查阅纸质资料、询问智能助手或直接询问教师。在活动完成中期，教师对可视化编程界面进行了演示。在探究完成前 10 分钟，教师对问题 2-7：“使用词嵌入类比来比较不同词汇关系”（如图所示）中运用到的关键模块“map”进行了讲解。课堂结束后，对学习者的焦点小组访谈，了解学习者在学习过程中的感受、遇到的困难等。

Snap! 是一种友好的可视化编程环境，提供了可以直接实现机器学习功能的代码块(Kahn, Lu, Zhang, Winters, & Gao, 2020)。同时根据学习者程序运行的结果，Snap! 可以给出简单的正误反馈，可视化呈现程序运行结果。

本研究选取第二阶段个人探究的问题 2-7 学习者行为日志数据作为分析对象。因为问题 2-7 难度最大，需要学习者在理解本课 NLP 核心概念的基础上进行综合应用，考察迁移能力，这更能反映新手在新的问题情境中，通过探索进行问题解决的行为。



图 1 问题 2-7

2.2. 研究方法

本研究对新手在 snap! 的行为日志数据进行滞后序列分析，以了解新手在利用可视化编程进行 NLP 问题解决过程中的行为模式；结合访谈文本分析，进一步深入挖掘新手在解决 NLP 问题中的探索过程。

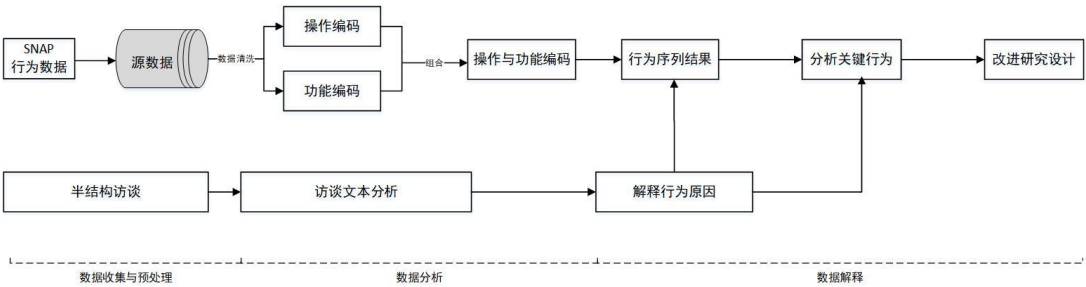


图 2 研究思路

2.2.1. 通过滞后序列分析揭示新手的行为模式

滞后序列分析(Lag Sequential Analysis, 简称 LSA)是进行学习行为分析的重要方法。在教育领域，LSA 被广泛地用于学习行为序列和模式分析，其分析流程为：(1) 对不同行为进行编码；(2) 为清洗后的数据进行编码；(3) 按时间生成编码序列；(4) 使用软件进行序列分析得到频率转换表以及残差表；(5) 根据残差表得到行为转化图。本研究使用分析工具为 GSEQ5，具体分析过程如下：

数据清洗后，共有 5951 条日志数据，根据学习行为的实际意义，对存在先后顺序事件与不同模块的同一操作行为进行合并，例如拖拽后放下。最后，对上述数据进行分类，得到编码框架如下：

表 1 操作编码框架

编码	类型	描述
CP	创建	复制模块
EP	修改	修改模块中的内容（添加参数等）
SP	选择	选择点击并放下模块
DP	删除	删除某个模块
RP	运行	运行某个模块
RD	重做	撤销上一步骤或重做上一步骤
RT	尝试	进行界面中其它功能的尝试

为了解新手的具体行为与含义，我们将模块功能纳入分析编码范围，得到编码框架如下：

表 2 功能编码框架

编码	类型	描述
GO	向量模块	计算词向量特征的模块
DO	距离模块	依据特征数字找到距离最近单词
KO	关键模块	解决问题必须选用的 map 模块
DR	画图模块	绘制图像
CA	计算模块	计算平均值，进行加减逻辑运算
PF	完成模块	运行结果
NO	逻辑模块	控制程序逻辑

为了解学生具体的操作，我们将操作与模块结合，对学生的每一条数据进行二次编码，编码为操作-模块，获得 49 类行为编码。因问题 2-7 为考察学生的迁移能力，难度较大，在学生探究后，教师进行了讲解，以“教师讲解”为关键时间，对比分析讲解前后学习者的行为序列的异同。

2.2.2. 结合访谈文本分析挖掘新手的探索过程

LSA 揭示了学习者操作层面的行为模式，但是难以发现隐藏在行为数据背后的情感需求与认知策略(杨现民, 王怀波, & 李冀红, 2016)。因此，为了解学习者探索过程中的困难感知和他们的尝试策略，本研究采用半结构式访谈形式在课程完成后对将学习者随机分为 4 个小组进行了深度访谈，访谈提纲如下：

问题内容
1 使用 Snap! 来学习 NLP，你们的感受如何？
2 在练习过程中，你们遇到了哪些困难？
3 在遇到这些困难的时候，你们是如何解决而完成这些任务的？
4 如果以后再遇到类似的问题，你们会怎么做呢？

依据扎根理论的研究方法和一般操作流程，借助 Nvivo 软件对学习形成的约 6000 字访谈资料进行三级编码(吴澜 & 陈丽, 2020)，具体操作过程如下：

(1) 一级编码

这是一个将收集资料打散，赋予概念，然后再以新的方式重新组合起来的操作化过程。如下图所示，通过反复阅读、比对和修改，最终形成了 46 个节点。

表 3 访谈文本一级编码

范畴	概念化	原始数据
遇到的问题	不理解概念	b 组: map 和 distance 的区别我并不了解，我并不确定应该使用哪一个
解决的办法	进行多次尝试	a 组：多次尝试，从模仿开始，然后后面慢慢重复着练习
学习的收获	学习了新的方法	e 组:我感受到了 NLP 的实用性，新认识到了它的应用场景。
以后的期待	希望平台改进	B 组：如果平台能显示一下特征向量是什么，我可能就不会很困惑

(2) 二级编码

主要是在开放编码的基础上形成类属和属性、维度，并发现和建立概念类属之间的各种联系，通过这些关系将不同的类属联系起来，形成关联类属。例如，几个小组的受访者均提到，一开始对平台不熟悉导致问题解决有困难，通过多次尝试或教师提示能够逐渐理解问题指向。由此可知，探索过程给新手的一些感受是一致的，因此统一将这类描述归为“二级编码”问题解决方式，行成了 12 个二级编码。

表 4 访谈文本二级编码

二级编码	一级编码
平台适应问题	对平台不熟悉，不理解操作与模块的含义
平台技术问题	平台页面跳转慢、易卡顿
问题表述问题	问题表述不清晰
NPL 理解问题	不理解 NLP，难以应用
自己反复尝试	通过自己对模块与操作的反复尝试，熟悉界面，解决问题
教师讲授支持	教师演示、提示与帮助
任务提示支持	模块的示例与说明
平台功能支持	平台的可视化、及时反馈
同伴互动支持	模仿同伴操作，与同伴互动

AI 助手问答	对 AI 助手提问，获得帮助
掌握新的方法	在学习后，理解 NLP 的应用，学会新的方法实现 NLP
新的理解	对自然语言实现原理、相似、向量等概念有了更进一步的了解
学习期待	希望平台能够改进

(3) 三级编码

对所有的概念类属进行系统分析后选择一个“核心类属”，该类属具有高度的概括性和统整性，可以把其它类属串成一个整体。根据这一原则，在 12 个二级编码的基础上提炼出 4 个“核心类属”，分别为学习问题、解决方法、学习成果与学习期待。

表 5 访谈文本三级编码

三级编码	二级编码
学习问题	在完成任务中遇到的平台适应、平台技术、任务说明、内容理解等问题
解决方法	自己多次尝试、教师或同伴支持、询问 AI 助手、平台反馈、提示
学习成果	学习后，对 NLP 技术应用与原理的进一步理解
学习期待	期望的进一步改进

3. 研究结果

3.1. 新手行为模式分析

3.1.1. 描述性统计

经过数据清洗，最终得到学习者行为数据共 4053 条。在操作行为方面，“选择模块”最多；在功能行为方面，“计算模块”最多；在操作-功能行为方面，“修改向量模块”最多。

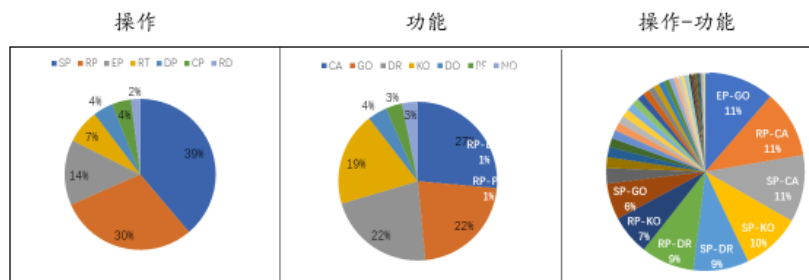


图 3 任务 2-7 行为描述性统计

3.1.2. 行为转换分析

本文使用 GSEQ 软件获得学习者编程过程中的行为序列及行为之间的转换概率，与行为序列频次矩阵和行为转换调整残差表(Roger et al., 2009)。通过残差值 2.58 过滤，得到 121 显著转换行为后，对全体学生的行为序列数据利用 Gephi 进行网络分析，形成行为转换图如左图所示，其中颜色表示不同功能编码，箭头表示的是行为转换的方向，线的粗细表示行为序列的显著水平。同时，行为序列数据利用 python 进行热力图绘制，结果如右图，其中颜色表示行为序列的显著水平。

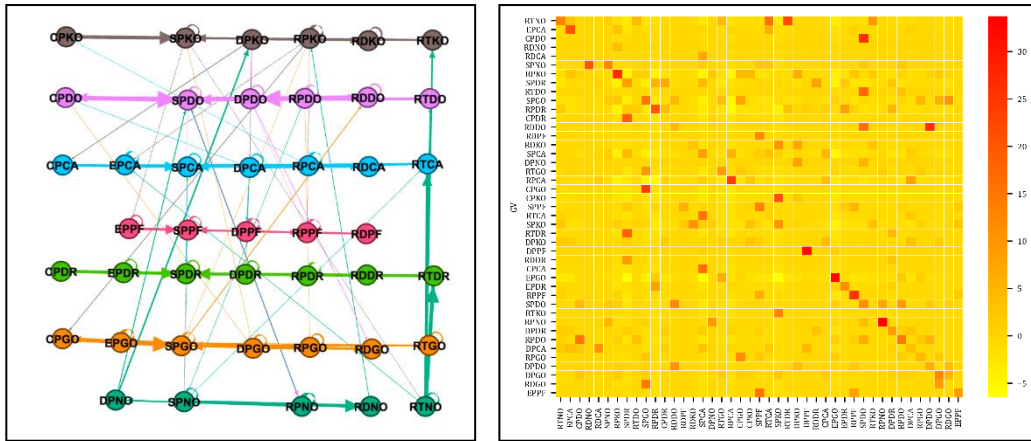


图 4 整个问题解决过程中学习者行为转化图与热力图

从图中可以发现，新手的行为呈现如下特征：①学习者倾向于对同一模块反复操作，例如，“运行计算模块”后“编辑计算模块”、“运行一般操作”后“创建一般模块”，这可能是学习者在不确定时进行反复尝试；②其它模块与“关键模块”的连接较少，只有少量“逻辑模块”“距离模块”“计算模块”与“关键模块”连接。这说明学习者并未朝着问题解决的方向进行，但结果显示大部分同学成功解决了问题 2-7。在学习者通过探究未能解决问题的过程中，教师讲解能够推进问题解决的进程，对于面授课程来讲，可视为一个关键的教学活动。

3.2. 教师讲解前后新手行为模式对比分析

3.2.1. 描述性统计

在操作行为方面，教师讲解后新手的操作行为变多了，由 1801 条增为 2125 条。具体而言，学习者“选择模块”、“删除模块”的行为增多，而“运行模块”的操作减少。在功能行为方面，学习者选择使用的功能模块相差不大，均在尝试与 Map 相关功能。但在教师讲解后，明显减少了对“距离模块”的应用，增加了对“画图模块”的尝试。在操作-功能行为方面，整体尝试行为变多，减少与距离相关的操作，增加关键操作与画图操作。

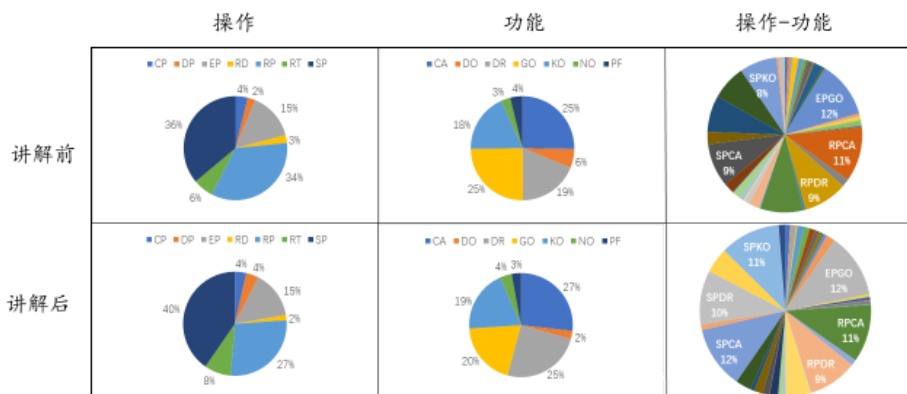


图 5 教师讲解前后行为描述性统计对比图

3.2.2. 行为转换分析

在教师讲解之前，①指向“选择关键模块”的节点都与“关键模块”有关，而不与其它模块相连。②指向“运行关键模块”的节点除“选择距离模块”之外，没有节点与之相连。相反③“运行关键模块”指向的节点较多，但不与其它“关键模块”的节点相连。

而在教师讲解后，①指向“选择关键模块”的节点有“运行距离模块”、“撤销关键模块”、“尝试关键模块”、“尝试逻辑模块”、“撤销关键模块”多个模块。而②“选择关键模块”又指向“编辑向量模块”，“撤销关键模块”。除此之外，③指向“运行关键模块”的节点有“删除距离

模块”、“选择计算模块”、“删除逻辑模块”。而“运行关键模块”指向自己，或者指向“运行计算模块”，这朝着完成任务的方向进展。

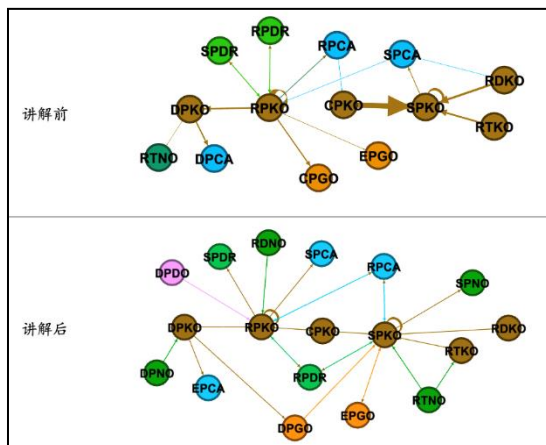


图 6 教师讲解前后学习者关键行为转化图

3.3. 访谈结果分析

3.3.1. 学习问题

学习者在探索过程中产生的问题包括**对平台的适应**、**对自然语言处理的理解**、**平台问题与任务说明问题**四个类属。其中平台适应问题是学习者在初期遇到的主要问题，大多数访谈者都提到了不适应平台造成了很大障碍。其次，更多学习者表达对NLP理解的困惑，主要关于自然语言处理的实现原理。平台操作也不利于学习者的探索，例如，c组同学就提到了平台界面不好操作。除技术层面外，也有学习者认为任务说明没有起到很大作用，甚至e组学习者提出，任务说明不清晰使得探索过程没有清晰的目标，而迷失方向。

3.3.2. 解决方法

解决方法是学习者报告在遇到困难时所采用的策略，包括**平台支持**、**反复尝试**、**任务提示**、**教师支持**、**同伴支持**、**AI助手与上网检索**。其中，学习者认为可视化编程平台“所见即所得”减轻了编程的障碍，运行结果的及时反馈有利于不断尝试，从而更好地理解NLP概念。几乎每个访谈小组都有人提到了“反复尝试”这一关键词，说明反复尝试是主要策略。任务提示也扮演着重要作用，b组同学描述任务提示中给出的案例使得我们能够模仿学习，从而解决问题；也有同学提到同伴的帮助、教师提供的演示讲解能促进学习者完成任务。但是，在访谈中c组学习者陈述，AI助手并没有起到太大作用；b组学习者提出，如果未来需要寻求帮助，还可能会选择上网检索。

综上所述，及时反馈、反复尝试、模仿、演示讲解都是学习者在探索过程中所应用的策略。

3.3.3. 学习成果与学习期待

只有6条数据提到学习成果与期待。其中有三位学习者表示，这些任务让他们了解自然语言处理技术是如何应用的，也能够snap中简单使用。而c组有两位同学提到，最后一道任务比较有趣，激发了他们对自然语言处理算法的好奇，非常想知道它是如何工作的。B组的一名学习者表达了对平台的期待，如果平台可以可视化特征向量是什么、如何比较就更好了。

4. 讨论与结论

本研究围绕“新手如何利用可视化编程进行 NLP 问题解决？”展开。我们结合了学习者的实际行为模式与访谈，更全面地了解了新手探究过程中的行为模式。根据访谈资料生成的“核心类属”、“概念类属”和滞后序列行为分析结果，绘制新手的探索过程模式图（如图 7），箭头表示该方法有利于解决学习困难，灰色表示该困难没有得到很好地解决。具体分析如下：

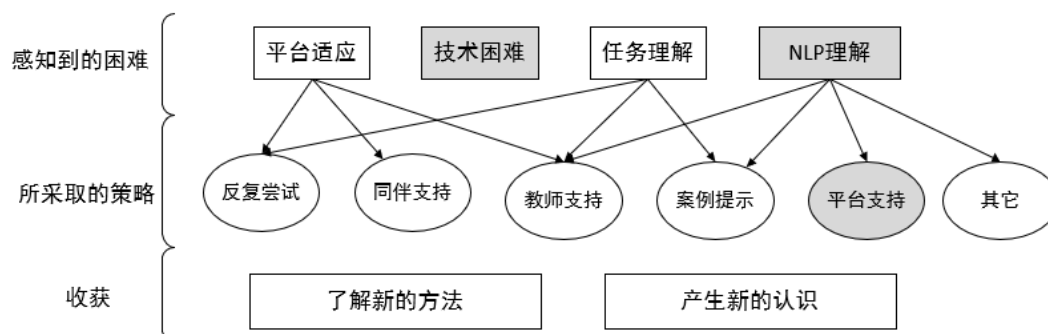


图 7 新手问题解决探索过程模式图

4.1. 新手倾向于进行反复尝试与探索

学习者在使用 Snap! 进行 NLP 问题解决时，倾向于对同一功能进行反复操作，或者尝试对其它新的功能进行反复尝试。这与以往的研究结果一致——新手在学习编程初级阶段的显著特征是进行反复地、甚至无意义地尝试(Berland, 2013)。这在访谈中被证实。反复尝试会对新手学习编程产生重要的影响，这些猜测或检查的迭代过程能够让学习者在编程环境中发现关键元素(Burke& Kafai, 2010)。

但是，本研究的行为分析结果表明，在反复尝试后并没有直接促进学习者取得较好的学习效果，这可能与学习者尝试的具体策略相关。一些研究表明，广泛系统地尝试将使新手会获得更大的收益(Grover, 2017)。这也可能是因为可视化编程环境难以表征自然语言处理是如何进行的，从而导致学习者在探究过程中难以理解需要习得的重要概念，而理解这些概念对问题解决至关重要(Hwang, 2017)。

4.2. 探究后的教师讲解推动问题解决过程中的概念理解

在问题解决过程中发生了“关键事件”：教师补充讲解了易混淆概念，为问题解决提供了关键线索。对比教师讲解前后学生的行为模式发现，讲解前，学习者的行为模式呈现一种无序性，尤其对“关键模块”的运行总是指向“关键模块”的删除或其它尝试。关键操作也未能与其它有意义的操作联系起来。而讲解后，学习者的行为发生了转变，他们在尝试一些有利于问题完成的模块。这说明，教师讲解为学习者的学习提供了支持。在访谈文本中，大部分学习者也提到了教师演示、讲解为他们解决问题提供了思路。

值得注意的是，传统的教学顺序往往是教师讲解然后进行学生探究。本研究结果显示，相比起教师先讲解，在学生进行一段时间的探索后教师再讲解似乎更能帮助学习者有效地问题解决，这一教学方式其实是有效失败理论指导下的教学，Kapur(2012) 将其概括为“探索-生成”学习阶段。在经历探究中“失败”感之后，学生对问题产生更加深刻的感受，因此学习者在这一阶段获得对问题的解答时，会对概念有更深刻的理解，迁移水平也会更好，即产生了有效学习，这一过程是即为“整合-巩固”阶段。

4.3. 同伴支持、案例提示与平台支持均起到重要作用

同伴支持在新手的探究过程种扮演着重要角色(Wagh, Cook-Whitt, & Wilensky, 2017)。通过访谈发现，与同伴的交流有利于新手熟悉平台的功能，理解案例的提示。与教师讲解、演示不同，同伴的支持可能并不会明显地直接帮助学习者实现学习迁移，但因为学习者们处于共同的情境下，这些支持更具针对性与及时性，更能帮助学习者解决当下遇到的困难。

除此之外，任务说明中呈现的案例，平台中的可视化功能都对问题解决提供了帮助。这种直观、易用的方式对学习者的支持在之前的研究中也得到了证实(Wagh, et al, 2017)。

4.4. 如何在课堂短时间内提升学习者迁移能力亟待学术与实践探索

访谈文本分析表明，尽管反复尝试、教师与同伴等各方面的支持能够帮助学习者逐渐适应平台、理解任务，但是平台上用户体验与技术操作的困难没有得到解决，没有为学习者的近迁移或是远迁移提供足够支持。尽管最终大部分新手在教师的帮助下完成了任务 2-7，但是事后访谈表明，学习者对 NLP 中易混淆概念仍然存在困惑。

Enyedy(2003)指出由认知和社会共同驱动的学习活动有助于发生知识的迁移，Resnick(2013)进一步提出三条支持学习者探究的核心原则：即时反馈、流畅性试验和开放性探索。本研究的研究结果基本证实了上述结论。其中，及时的反馈不仅需要平台的支持，还需要教师、同伴的互动。而关于可视化编程环境对新手计算思维概念理解、更高阶能力的培养，仍需进一步的研究与探索。

参考文献

- 吴澜和陈丽(2019)。基于扎根理论的 cMOOC 学习者学习过程的研究。《中国远程教育》，40(12)，1-11。
- 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。
- Berland, M., Martin, T., Benton, T., Petrick Smith, C., & Davis, D. (2013). Using Learning Analytics to Understand the Learning Pathways of Novice Programmers. *J LEARN SCI*, 22(4), 564-599.
- Burke, Q., & Kafai, Y. B. (2010). Programming & storytelling: Opportunities for learning about coding & composition. In *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 348–351). New York, NY: ACM.
- Enyedy, N. (2003). Knowledge Construction and Collective Practice: At the Intersection of Learning, Talk, and Social Configurations in a Computer-Mediated Mathematics Classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 12(3), 361-407.
- Grover, S., Basu, S., Bienkowski, M., Eagle, M., Diana, N., & Stamper, J. (2017). A Framework for Using Hypothesis-Driven Approaches to Support Data-Driven Learning Analytics in Measuring Computational Thinking in Block-Based Programming Environments. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(3), 1-25.
- Hong, J.-C., & Liu, M.-C. (2003). A study on thinking strategy between experts and novices of computer games. *COMPUT HUM BEHAV*, 19(2), 245-258.
- Ken Kahn, Rani Megasari, Erna Piantari & Enjun Junaeti(2020) AI Programming by Children using Snap! Block Programming in a Developing Country.
- Kahn, K. , Lu, Y. , Zhang, J. , Winters, N. , & Gao, M. . (2020). Deep learning programming by all.

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

Constructionism.

- Loh, C. S., & Sheng, Y. (2013). Measuring the (dis-)similarity between expert and novice behaviors as serious games analytics. *Educ Inf Technol*, 20(1), 5-19.
- Lyons, L., Tissenbaum, M., Berland, M., Eydt, R., Wielgus, L., & Mechtley, A. (2015). Designing visible engineering. *Interaction Design and Children*.
- Manu Kapur & Katherine Bielaczyc (2012) Designing for Productive Failure, *Journal of the Learning Sciences*, 21:1, 45-83.
- Roger, Bakeman, Vicen, Quera, Augusto, & Gnisci. (2009). Observer agreement for timed-event sequential data: a comparison of time-based and event-based algorithms. *Behavior Research Methods*, 41(1), 137-147.
- Resnick, M., & Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkability. In M. Honey & D. E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 163–181). New York, NY: Routledge.
- Tissenbaum, M. (2020). I see what you did there! Divergent collaboration and learner transitions from unproductive to productive states in open-ended inquiry. *COMPUT EDUC*, 145, 103739.
- Vaniček, J. (2015). Programming in Scratch Using Inquiry-Based Approach. *International Conference on Informatics in Schools: Situation*.
- Wagh, A., Cook-Whitt, K., & Wilensky, U. (2017). Bridging inquiry-based science and constructionism: Exploring the alignment between students tinkering with code of computational models and goals of inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 615-641.

基于认知学徒制的智能问答机器人促进协作学习模式研究

Research on Cognitive Apprenticeship-based Chatbot Promoting Collaborative Learning

姜雨薇^{1*}, 刘清堂¹, 余舒凡¹, 马晶晶¹, 刘梦凡¹, 吴林静¹

¹ 华中师范大学教育信息技术学院

*614957476@qq.com

【摘要】随着教育信息化的持续推进,越来越多的前沿技术被沿用到教育领域中来,其中智能问答机器人的兴起对在线学习,尤其对在线协作学习的有效推进有着重要意义和指导价值。本文梳理了认知学徒制教学模式,并归纳总结了智能问答机器人的教育实践应用。随后,以认知学徒制为教学设计理论指导,提出了基于认知学徒制的智能问答机器人促进协作学习模式框架,以促进在线协作学习环境中学生专业知识的掌握和认知水平的发展,以及协作交流等软技能的习得。

【关键词】协作学习;智能问答机器人;认知学徒制

Abstract: With the continuous advancement of education informatization, more and more cutting-edge technologies have been used in the education field. Among them, the rise of chatbot has important significance and guiding value for online learning, especially for the effective promotion of online collaborative learning. This article reviewed articles concerning cognitive apprenticeship teaching mode, and summarized the educational practical application of chatbot. Consequently, with cognitive apprenticeship as the instructional design theory guide, we proposed the chatbot based on cognitive apprenticeship promoted collaborative learning model framework to promote online collaborative learning. In order to promote the mastery of professional knowledge and the development of cognitive level of students in the online collaborative learning environment, as well as the acquisition of soft skills (e.g., collaborative communication).

Keywords: Collaborative learning, chatbot, cognitive apprenticeship

1. 引言

随着教育信息化迈入 2.0 时代,教育从“资源共享”到“质量提升”,使教师开展多样化的教学方式成为可能,衍生出基于资源的自主学习与基于交互的协作学习方式。《教育信息化 2.0 行动计划》强调利用人工智能等新技术助力教育教学的改革发展,加强教育信息化学术共同体建设,加强智能教学助手等关键技术研究与应用。许多教育研究者都提出了使用智能问答机器人,以促进数字化课堂和在线学习的发展。如今线上自主学习已取得了丰富的研究成果,但是在线协作学习由于无法面对面交流,存在着交互不及时、任务分工不明确、参与度不高等问题。因此本研究利用智能问答机器人这一协作交流工具,以会话理论为理论基础,描述了在智能问答机器人支持下学生之间、学生与机器之间的有效交互过程,同时以认知学徒制为教学模式指导,支持了整个协作学习过程的设计。由此,构建了智能问答机器人支持下的在线协作学习模式框架,为在线协作学习提供借鉴和指导价值。

2. 智能问答机器人促进协作学习理论基础

认知学徒制(Cognitive Apprenticeship)指的是通过指导经验进行的认知和元认知学习。更多地关注学习者的心理认知发展，而不是简单地关注身体技能和过程(Collins, Brown, & Newman, 1988)。Collins 等人(1990)提出了认知学徒制模式包括四个基本构元素：内容、方法、序列和社会性。将这四个基本构成元素组合在一起，即可为创设有效支持认知学徒制的学习环境提供有价值的思维框架。其中内容包括学科领域知识、启发式策略、控制策略、学习策略；方法包括建模、指导、搭建脚手架、拆除脚手架、清晰表达、反思、探究；序列包括知识技能的复杂性递增、多样性递增、全局技能先于局部技能的策略；社会性包括情景学习、社会性交互、专家实践文化、内部动机激发、合作和竞争。关于这个过程，Enkenberg (2001)报告说，学习者被引导去表达他们的反思，评估和分析他们的表现，形成假设，并在实践中发现新的想法和观点(探索)。而探索的目的是培养学习者自定义需要解决的问题，并使用专家系统解决相关问题的技能(de Bruin, 2019)。同时，许多研究者们意识到了将认知学徒制和技术结合起来的重要性，包括使用基于认知学徒制的移动设备来支持协作讨论(Chin-Yuan, Lai, Yung-Chin, & Yen, 2018)。由此，认知学徒制在协作学习的教学设计中，有着深刻的研究价值。

3. 智能问答机器人教学实践研究

由于智能技术的飞快发展，国内外智能问答机器人在教育实践中的应用也愈发广泛。本研究将智能问答机器人在教学实践中的教学效果研究主要分为概念性知识的学习和认知能力的发展，如表 1 所示。概念性知识的学习涉及到多个学科，包括英语、数学、计算机技术等。促进认知能力的提升上，包括促进知识的存留、提高学习积极性、促进有效协作交流等。

3.1. 概念性知识

促进概念性知识的学习中，涉及到了多个学科，其中英语学科中 Ruan 等(2019)设计出可扩展的外语辅导系统 BookBuddy，将英语^{将阅读材料转变为基于交互式对话的互动课程}，提高学习效果。除此以外，还涉及到计算机与数学学科的学习。王萍(2018)等学者针对《计算机技术基础》专业学科的学习，构建出移动端课程学习助手，可以有效解决遇到的部分课程问题。Grossman 等(2019)针对数学学科的学习，设计出的智能数学学习助手相较于书面和视频教学更能有效促进相关数学概念的学习。

3.2. 认知能力

促进认知能力的提升中，对于增强记忆存留的探究，Ruan 等(2019)相关实证研究表明智能聊天机器人对一般学科知识的掌握以及知识记忆存留的效果更好。对于提高参与度的探究，Song 等(2019)学者的在线课程平台和独立的智能问答机器人应用程序相结合实践表明，可有效提高学习者在线学习的参与度。对于促进协作学习的探究中，具体研究有 Yamada 等(2015)对 163 个大学生进行实践研究，结果表明智能问答机器人有效促进了学习者表达性认知的提高，增强了小组之间的协作交流、成员的社交能力。

表 1 智能问答机器人教学实践研究

研究领域	具体内容	实践呈现形式	参考文献
概念性知识	英语	桌面系统	Ruan, Willis, Xu, Davis, Jiang, Brunskill, & Landay(2019)
	计算机技术	移动端系统	王萍,石磊和陈章进 (2018)
	数学	移动端系统	Grossman, Lin, Sheng, Wei, Williams, & Goe(2019)
认知能力	知识掌握和留存	移动端系统	Ruan, Jiang, Xu, Tham, Qiu, Zhu, & Landay(2019)
	学习参与度	桌面系统	Song, Rice, & Oh(2019)
	协作意识	桌面系统	Yamada, Goda, Matsukawa, Hata, & Yasunami(2015)

由上述研究可知，学者们认识到智能问答机器人在促进学生知识习得和认知发展进程中所扮演的重要角色，同时在教学实践中也取得了一定的效果，但关于协作学习上仍存在亟待解决的问题。包括学习者参与度不高、交互不及时、学生反思程度不够等问题，为解决此问题，应构建社会性协作学习情景，以智能问答机器人为技术依托，促进学习者之间，以及学习者与智能体之间的协作学习。

4. 认知学徒制下的智能问答机器人促进协作学习模式研究

认知学徒制指导下的教学设计与相关学习技术的融合为本研究的重点，在智能问答机器人为技术支撑下，继承了原有认知学徒制的核心教学思想，又赋予了四个基本元素新的含义。如图 2 所示，认知学徒制下的促进协作学习模式框架由两大部分组成。

首先是整体协作学习环境的构建，其中包括内容、序列、方法、社会性这四个元素。在内容上，包含所要传授的一般学科知识，或是语言学习等专用知识。在序列上，提供知识的多样化学习，形成递进式知识习得模式，促进学生从概念性层面到操作应用性层面的知识迁移。在方法上，是以智能问答机器人为技术支持，用以提供专业知识库，来提供专业的脚手架，用以给予适当的学习干预和清晰化的引导作用，促进学生更好的自主学习。在社会性上，采用协作学习的方式，使学生在社会性交互下学习，提高学习者协作交流等软技能的提升。与此同时，四个主要教学设计元素并不是单独存在，而是相互依托，进而协同构建出促进有效交互的协作学习的情景。以智能问答机器人作为构建协作学习环境的方法和工具，从交互性学习和多层次学习两个方面促进知识的最终习得。一方面构建出具有社会性交互的学习环境，从而辅助相关内容的掌握；另一方面，引导学生从多个层面的知识出发，进而递进式掌握相关学习内容。

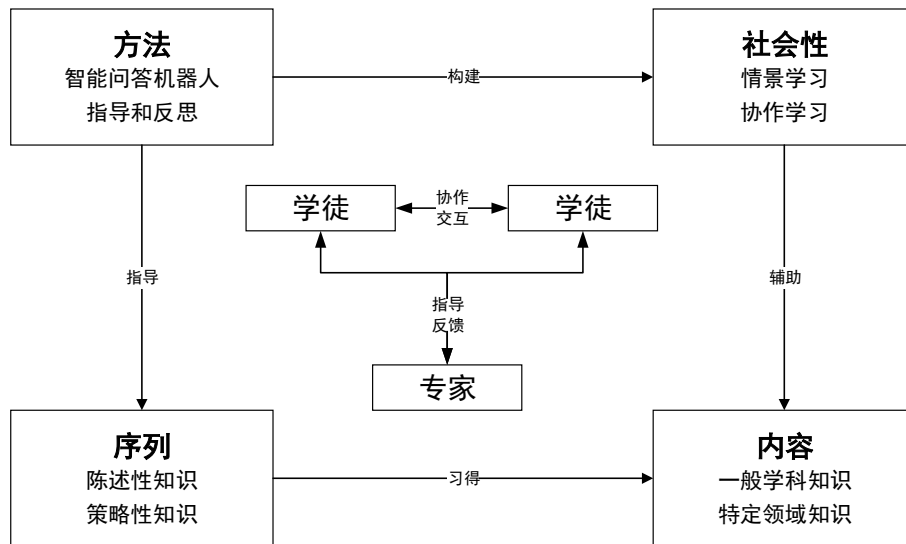


图 2 认知学徒制促进协作学习模式框架

其次是协作学习环境下的主体交互，在认知学徒制教学模式指导下，借助智能问答机器人的交互特征，构建出了学生合作与竞争的学习共同体，以及学生和专家之间的教学体。如图 2 中的学徒之间，学习者与学习同伴之间可以开展有效的协作交互。同时学徒和专家之间也存在者指导和反馈机制。其中，这里的专家可以是教师，也可以是智能问答机器人提供的专家助手。在多主体交互的环境中，问答机器人提供脚手架支持，并创建在线协作学习环境。利用智能问答机器人创建社会性学习条件，用以辅助学生知识的习得，从而进行多序列学习，从陈述性知识到策略性知识的掌握，促进学生将概念性知识转化为心智模型。同时学生反思自己的表现，比较自己与老师或学习伙伴的差异，然后调整自己的后续练习。以此促进学生认知技能的发展，最后达到教学目标，学习者完成一般学科知识或是特定领域知识的习得。

5. 总结

基于认知学徒制的智能问答机器人促进协作学习模式，有助于数字化课堂和在线学习的发展，促进学习者知识的掌握和习得，同时也为数字课堂中老师和学生提出了新的挑战。对于教师来说，应当明确自身的角色。一方面做好协作学习的引导作用，需要组织学习者进入协作学习情景中去。另一方面充当专家的角色为协作学习提供指导，实时给予干预或反馈，引导学生展开自我反思。对于学习者来说，一方面是学习者与专家的沟通，了解相关概念或其他陈述性知识。另一方面利用问答机器人完成内部协作交流，在与协作伙伴的交流中达成陈述性知识的一致理解，并在不断的反馈和反思中构建内在心智模型，以达到认知技能的发展，在此过程中完成特定知识的习得。

本研究提出了以认知学徒制为理论指导的协作学习模式，以弥补在线协作学习中分工不明确、交互不及时等问题，明确教师在线协作环境中的角色，促进学生习得专业知识和认知发展，以及协作交流等软技能的习得。对今后人工智能促进在线学习领域提供了一定的借鉴意义。在未来的研究中，需要进一步将问答机器人本身的优势和教育领域的特定需求相结合，设计出支持协作学习的智能问答协作环境，并展开实证研究，进一步探索智能问答机器人在教育领域中的基本教育策略和实施路径。

6. 致谢

本文受中央高校基本科研业务费优博培育项目“虚实融合实验环境构建关键技术研究”(NO. 2020YBZZ037), 华中师范大学研究生教学改革研究项目“信息技术支持下的公费师范生教育硕士培养模式及应用”(NO.2019JG25), 武汉市科技计划“土家器乐知识组织和智能服务关键技术研究”(NO. 20299205001) 的支持。

参考文献

- 王萍、石磊和陈章进(2018)。智能虚拟助手:一种新型学习支持系统的分析与设计。《电化教育研究》(02),67-73。
- Chin-Yuan, Lai, Yung-Chin, & Yen. (2018). Using mobile devices to support cognitive apprenticeship in clinical nursing practice – a case study. *Interactive Technology & Smart Education*.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1988). Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics. *Thinking: The Journal of Philosophy for Children*, 8 (1), 2-10.
- Collins, A., & Holum, A. (1990). Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. *American Educator*, 15, 6-11,38.
- de Bruin, L. R. (2019). The use of cognitive apprenticeship in the learning and teaching of improvisation: Teacher and student perspectives. *Research Studies in Music Education*, 41 (3), 261-279.
- Enkenberg, J. (2001). Instructional design and emerging teaching models in higher education. *Computers in Human Behavior*, 17 (5-6), 495-506.
- Grossman, J., Lin, Z., Sheng, H., Wei, J. T. Z., Williams, J. J., & Goel, S. (2019). MathBot: Transforming online resources for learning math into conversational interactions. *AAAI 2019 Story-Enabled Intelligence*
- Ruan, S., Jiang, L., Xu, J., Tham, B. J. K., Qiu, Z., Zhu, Y., & Landay, J. A. (2019, May). Quizbot: A dialogue-based adaptive learning system for factual knowledge. *In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-13).
- Ruan, S., Willis, A., Xu, Q., Davis, G. M., Jiang, L., Brunskill, E., & Landay, J. A. (2019, June). Bookbuddy: Turning digital materials into interactive foreign language lessons through a voice chatbot. *In Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning@ Scale* (pp. 1-4).
- Song, D., Rice, M., & Oh, E. Y. (2019). Participation in online courses and interaction with a virtual agent. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20 (1).
- Yamada, M., Goda, Y., Matsukawa, H., Hata, K., & Yasunami, S. (2015). A computer-supported collaborative learning design for quality interaction. *IEEE MultiMedia*, 23 (1), 48-59.

CSCL 环境下的同伴交互机制与技术支持应用研究

——2010-2020 年的系统性文献综述

Research on peer interaction mechanism and technical support application in

CSCL environment —— Systematic literature review from 2010 to 2020

巴安妮^{1*}, 王靖²

^{1 2} 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地

* 1159784234@qq.com

【摘要】通过技术促进协作者之间高质量、深层次的交互以提高协作性能，是计算机支持的协作学习领域研究和实践的热点之一。为此，本研究采用系统性文献综述法，探究 CSCL 环境下同伴交互机制以及促进学习者交互的外部支持手段。研究发现不同视角下同伴交互的类型，总结影响交互的外部因素、内在因素和教学设计因素，包括协作工具、社交能力、凝聚力和其他人意识等；并总结应用外部技术支持交互的方式。受到大数据和人工智能的发展的影响，基于机器学习和智能化的 CSCL 系统平台的研究呈上升趋势，可能成为今后的研究热点。

【关键字】计算机支持的协作学习；同伴互动；交互类型；影响因素；智能系统

Abstract: It is one of the research and practice hotspots in the field of computer supported collaborative learning to promote high-quality and deep-seated interaction among collaborators through technology to improve the performance of collaboration. Therefore, this study uses the method of systematic literature review to explore the peer interaction mechanism and external support means to promote learner interaction in CSCL environment. The research finds out the types of peer interaction from different perspectives, and summarizes the external factors, internal factors and instructional design factors that affect interaction, including collaboration tools, social skills, cohesion and other people's awareness; And summarizes the application of external technical support interaction. Influenced by the development of big data and artificial intelligence, the research of CSCL System Platform Based on machine learning and intelligence is on the rise, which may become a research hotspot in the future.

Keywords: Computer Supported Cooperative Learning; peer interaction; interaction type; influencing factors; intelligent system

1. 引言

计算机支持的协作学习作为在线教学的一种特殊形态，在基于共同建构的学习过程中具有巨大的潜力，在网络教育中占据主导地位。这一研究领域被认为能够带来许多学习效益，例如提高学生的满意度、提高学业成绩和发展高阶思维技能，它的核心之一在于通过技术增强学习者之间的协作交流与互动（Hernandez-Selles, 2006）。

成功的协作往往伴随着学习者高质量的、深层次的交互。然而，许多教师试图通过小组项目提供协作机会来提高学生的协作技能，但在许多情况下，学生的实际协作低于预期（Kwon, 2014）。因此，围绕如何促进交互以提高学习者协作水平开展研究十分重要。

因此，本研究希望以系统性文献综述法，整合 2010 年以来有关于计算机支持的协作学习环境下的同伴交互研究，深入分析同伴互动的类型、影响因素以及促进学习者交互的外部干预指导的工具、方式，以期为后续研究与实践提供理论依据与研究基础。

2. 研究方法过程

2.1. 计划

本研究采用系统性文献综述法，对国内外研究 CSCL 环境下交互的相关文献进行分析。研究基于如下三个问题：（1）CSCL 环境下学习者之间发生的交互有哪些类型？（2）哪些因素可能影响 CSCL 环境下同伴交互的发生？（3）可采取哪些技术手段或方法来促进同伴交互？

2.2. 检索与评估文献

本研究选定的数据库为中国知网数据库（CNKI）、Web of Science-SSCI 引文索引数据库。限定时间为 2010—2020 年，其中，中文检索语句为：主题包含“计算机支持的协作学习”或“CSCL”且主题包含“交互”英文检索语句为：TOPIC: (Computer Supported Collaborative Learning) AND TOPIC: (interaction)，中英文共计 240 篇。为确保最终纳入文献与本研究问题高度相关，本研究制定了文献筛选标准，并在对样本文献检索完毕后，进行三轮筛选，最终纳入文献 32 篇。筛选标准与过程如图 1 所示。

2.3. 抽取与整合数据

为达成研究目的，本研究编制了文献信息抽取单，从以下三个维度完成关键信息的提取：（1）文献基本信息抽取，包括第一作者、发表年份、来源期刊；（2）交互的类型（3）交互影响因素（4）促进/支持交互的外部干预手段、策略、方法。

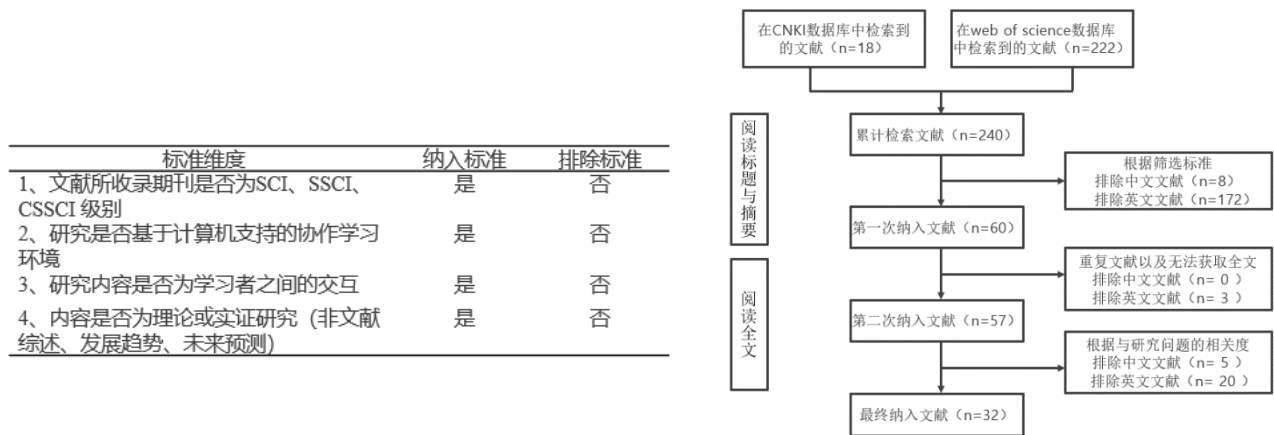


图 1 文献筛选标准与过程

3. 研究结果：同伴交互的类型

本研究总结了三种视角下的同伴交互类型与内容，如表 2 所示。其中认知互动是学习者认为发展批判性和自我批判性能力以及做出一致决定的能力的最重要的变量，表明 CSCL 中的知识融合是通过在融合和分化认知过程中构建共享意义来发展的；任务导向视角下，教师往往期望学生在协作时进行任务相关的交流互动，然而，虚拟学习情境下学生协作中伴随大量的非任务互动，例如反思、指称陈述、横向问题和称呼等（Abedin, 2014）。为实现共同的目标，团队需要以有效的方式协调团队的努力和资源。社会情感互动影响着群体成员相互

熟悉、致力于一个群体中的社会关系并形成一群体的过程。Sinha, S.等人将群体社会情感互动的质量定义为社会参与，学习者参与的质量正向影响学习者互动质量。

实际上，各交互类型之间并不存在绝对的分界线，对交互进行分类更多的是帮助研究者、教学人员及学习者自身厘清交互的发生过程。

表1 三种视角下同伴交互的分类与内容

视角	分类	内容
社会建构	认知互动	围绕问题、任务进行知识共享、协商与创造
	社会互动	加强沟通，促进群体内情感支持，建立归属感
	组织互动	形成群体认同，建立共同规则，分工
任务导向	任务相关互动	完成与教学活动和学习活动直接相关的任务
	非任务相关互动	进行非直接学习的活动，例如解释问题的含义
	小组相关互动	小组的组织、协调、活动安排与社会情感表达
调节监控	群体调节互动	确定目标，监控过程，评估策略和结果，分享共同点
	社会情感互动	相互了解，发展信任和归属感，建立在线社区意识

4. 研究结果：同伴交互的影响因素

本研究认为影响交互的因素可以归为外部因素、学习者内在因素、教学设计因素。外部环境因素例如协作工具、CSCL环境、同伴等；学习者内在因素包括学习者动机、社交能力、自主性等；教学设计因素包括活动任务设计、分组方式等。

在线学习时协作工具被学生视为小组组成与交流的基础，并与认知任务直接相关，协作工具的使用能增强学生的社会临场感（Hernandez-Selles, 2019）。有研究证实，不同的协作工具影响学习者产生不同的交互模式。例如论坛中参与者倾向于知识建构互动，移动应用程序例如微信中表现为更多地参与社交互动（Sun, 2018）。凝聚力和他人意识对CSCL的非教学社交能力有积极影响。这意味着，当学生感到与他人有联系时，他们认为CSCL环境是社交的，同时也意识到环境中其他人的活动（Abedin, 2011）。尤其在虚拟环境下，教与学、甚至同伴间经历时空上的分离，造成社会临场感不足，组内缺乏凝聚力，为深层次的社会、认知交互的产生造成阻碍。

5. 研究结果：促进同伴交互的外部支持

提供意义协商与谈判脚本可以激发有意义的互动，并鼓励深入思考，从而协同解决问题（Shin, 2020）。Hamalainen, R.的研究证明宏观层面的计算机支持的协作学习脚本作为一种教学方法，以促进合作。很多研究者开发特定的工具并运用到具体的CSCL教学环境中，针对某一问题提供支持。例如图表思维工具通过降低认知负荷、提供概念支持和社会认知支持，以此促进有效交互（Cai, H & X. Gu, 2019）。Pillutla等人构建基于机器学习的交互文本分类模型，便于教育者和研究者准确评估学习者之间的互动深度和知识建构的轨迹并及时干预，帮助学习者达到更高水平的交互（Pillutla, 2020）。此外，在计算机辅助翻译教学中的使用社交注释，能促使学习者相互查看并评价译文，帮助同伴间进行多轮交流与知识共享（Zhao, 2018; Yang, 2011）。在基于博客的CSCL活动中使用IA图能增加交流信息的数量、提升整体参与率（Michailidis, 2018）。

6. 总结与未来展望

以往研究已经证实交互对于学习者协作的重要意义。而本研究针对同伴间的交互，目的是深层次看待计算机支持下协作学习的发生过程及改进方法，最终目标是完成群体知识建构与创造、促进学习者认知和能力的发展。基于本研究结果，我们认为未来可以做如下探究：

1、结合大数据与智能化发展背景，优化CSCL技术环境；2、借助计算机技术增强对在线协作学习者的临场感的构建；3、学习分析视角下实时监控分析协作与交流互动过程并提供智能评估与反馈。此外本研究发现学习者群体感知、调节能力、情感因素对学习者协作过程及有不可忽视的影响。

参考文献

- Abedin, B., et al. (2011). Enhancing non-task sociability of asynchronous CSCL environments. *Computers & Education*,57(4), 2535-2547.
- Abedin, B., et al. (2014). Pattern of non-task interactions in asynchronous computer-supported collaborative learning courses. *Interactive Learning Environments*, 22(1),18-34.
- Cai, H. and X. Gu (2019). Supporting collaborative learning using a diagram-based visible thinking tool based on cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology*,50(5),2329-2345.
- Hamalainen, R. and P. Hakkinen (2010). Teachers' instructional planning for computer-supported collaborative learning: Macro-scripts as a pedagogical method to facilitate collaborative learning. *Teaching and Teacher Education*,26(4),871-877.
- Hernandez-Selles, N., et al. (2019). Computer-supported collaborative learning: An analysis of the relationship between interaction, emotional support and online collaborative tools. *Computers & Education*,138,1-12.
- Kwon, K., et al. (2014). Group regulation and social-emotional interactions observed in computer supported collaborative learning: Comparison between good vs. poor collaborators. *Computers & Education*,78,185-200.
- Michailidis, N., et al. (2018). Interaction Analysis for Supporting Students' Self-Regulation during Blog-based CSCL Activities. *Educational Technology & Society*, 21(1),37-47.
- Pillutla, V. S., et al. (2020). Detecting the Depth and Progression of Learning in Massive Open Online Courses by Mining Discussion Data. *Technology Knowledge and Learning*,25(4),881-898.
- Shin, Y., et al. (2020). Types and Timing of Scaffolding to Promote Meaningful Peer Interaction and Increase Learning Performance in Computer-Supported Collaborative Learning Environments. *Journal of Educational Computing Research*,58(3),640-661.
- Sinha, S., et al. (2015). Collaborative group engagement in a computer-supported inquiry learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*,10(3),273-307.
- Sun, Z., et al. (2018). A tale of two communication tools: Discussion-forum and mobile instant-messaging apps in collaborative learning. *British Journal of Educational Technology*,49(2), 248-261.
- Wang, S.L., et al. (2014). The Role of Group Interaction in Collective Efficacy and CSCL Performance. *Educational Technology & Society*,17(4),242-254.
- Yang, S. J. H., et al. (2011). A collaborative multimedia annotation tool for enhancing knowledge sharing in CSCL. *Interactive Learning Environments*,19(1),45-62.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Zhao, N., et al. (2018). Examining student learning and perceptions in social annotation-based translation activities. *Interactive Learning Environments*, 26(7), 958-969.

学习赋能和持续学习倾向的影响因素研究

Affecting Factors of Empowerment and Continuance Intention

郑之姿¹，杨玉芹²，徐宇红^{3*}

^{1,2} 华中师范大学人工智能教育学部

³ 华中师范大学附属小学

*27960654@qq.com

【摘要】 学习赋能 (Empowerment) 和持续学习倾向 (Continuance Intention) 是体现学生参与学习能力和评价学生学习倾向的关键因素。本研究提出了以技术认知模型、教学临场感和元认知为初始变量，社交临场感和认知临场感为中介变量，学习赋能和持续学习倾向为结果变量的假设模型，使用路径分析对假设模型进行验证。结果表明，学习赋能和协作倾向性受到探究社群的影响，并且元认知在其中具有很大的作用。

【关键字】 学习赋能；持续学习倾向；促进条件；探究社群；元认知；

Abstract: Empowerment and Continuance Intention are important factors which reflect students' participant and evaluate the intended behaviour of students. We form a hypothetical model. Facilitating condition, teaching presence and metacognition are initial variables, social presence and metacognition presence are intervening variables, empowerment and continuance intention are outcome variables. Path analysis is used to validate the hypothetical model. The result implied that empowerment and continuance intention are influenced by COI, and metacognition plays a significant role.

Keywords: Empowerment, Continuance Intention, Facilitating Condition, Community of Inquiry, Metacognition

1. 前言

疫情期间，学习的开展方式具有不同以往设计性课堂的特征。本研究认为，学习赋能从广义上解释了学生积极主动参加有意义学习所需要的能力。持续学习倾向代表了学生的兴趣和信念的发展情况。本研究的主要目的在于，通过调查乡村学生的学习赋能能力和持续学习倾向来探究影响学习赋能和持续学习倾向的主要因素。

2. 理论基础

2.1. 学习赋能和持续学习倾向

学习赋能指学生在特定环境和任务中完成任务，提高自我效能和多元能力的过程 (Frymier, Bainbridge, Shulman, & Houser, 1996)。以往学者定义了学习赋能的四个维度：意义，选择，能力和影响。持续学习倾向取决于个体的认同和感知有用性。探究社群作为一个认知参与教学框架，能解释导致行为最终结果的课堂中的多种因素。

2.2. 促进条件、计算机自我效能和感知有用性

促进条件指以往的技术经验对个体需要面对的新技术系统所提供的支持 (Venkatesh et al., 2003)。计算机自我效能指个体认为自己具有的利用计算机完成专业任务的能力 (Compeau & Higgins, 1995)。根据 Davis (1989) 等人的研究，感知有用性对使用计算机的

行为倾向具有直接影响，即提出假设：感知有用性能影响持续使用计算机的态度具有理论依据。

2.3. 探究社群

COI 是一个在线学习教学框架，广泛的用来开发和评估在线学习体验。认知临场感指个体在何种探究学习社区中都能通过持续的交流创建有意义的建构。社交临场感意味着个体把自己融入到社群中的能力。教学临场感主要包括教学设计和课堂组织、直接指导教学和反馈以及促进对话。元认知代表了学生学习过程中的自我调控和管理，包括自我效能、认知、行为和动机层面的内容 (Shea & Bidjerano, 2010)。协作性质的学习方法越来越适应学习的发展，理解在线学习中个人和群体在责任和元认知层面的学习变得越来越重要 (Garrison & Akyol, 2015)。本研究认为元认知解释了 COI 框架中的这一特殊结构，并把其作为 COI 框架中的元认知临场感。

2.4. 研究问题和假设

根据文章背景，主要提出四个研究问题。根据以上理论综述提出假设，并建立假设模型如图 1 所示。研究问题一：学生促进条件能否正向影响他们的计算机自我效能和感知有用性，从而影响探究社群中的社会临场感和认知临场感，以及学习赋能和持续学习倾向？研究问题二：学生的教学临场感是否正向影响他们的社会临场感和认知临场感？以及是否正向影响学习赋能和持续意图？研究问题三：学生的认知临场感是否正向影响他们的社会临场感和认知临场感？以及是否正向影响学习赋能和持续意图？研究问题四：学生的社会临场感和认知临场感是否正向影响学习赋能和持续意图？

3. 研究方法

3.1. 研究对象和研究工具

研究对象为某省某市的 11 所中学校的 2821 学生。数据收集采用自我汇报法，变量的测量采用李克特 5 点计分。促进条件、计算机自我效能和有用性问卷来源于以往的研究 (Lai, 2015; Bai, Wang & Chai, 2019; Venkatesh & Davis, 2000)。探究社群调查问卷 (Stenbom, 2018; Garrison, 2010) 用来评估学生在线学习的体验并且用来比较不同背景学生的初始水平。元认知临场感采用 Barnard (2009) 等开发的在线自我调节学习问卷。学习赋能问卷最初由 Frymier (1996) 等开发，用以评估学生继续参与远程学习的倾向。研究使用克隆巴赫系数评估量规的可靠性。

4. 研究结果

4.1. 统计结果于路径分析结果

表 1 为变量的描述性统计值。研究使用皮尔逊双相关分析计算变量之间的初始相关性。随后使用 Mplus 对假设模型进行路径分析，以验证变量是否满足理论路径模型。修正后的模型如图 2，各拟合指数： $\chi^2 = 95.93$ ， $df = 9$ ， $\chi^2 / df = 10.66$ ；CFI=0.996；TLI=0.985；RMSEA=0.059；SRMR=0.012。由于本研究样本属于大样本，不依靠卡方值和自由度评估模型。根据其他拟合指数认为，修正后的模型是良好的模型。

5. 结论和展望

学生对远程教育技术的良好认知可以提升学生的学生参与，更快速、准确地进入课堂活

动中，但是并不能帮助学生认知学习内容。Shea 的研究结果表明，教学临场感和社交临场感与学生的自我效能与是否认为自己能产生显著成就具有关联（Shea & Bidjerano, 2010）。在本研究中，社交临场感与学习赋能没有显著关系，说明在此情境下学生对社交临场感的体验并不充分。课堂活动设计的责任和控制权利应该由教师和学生所共享，特别是当学生有此期望和需求的时候（Vaughan & Garrison, 2006）。Cho 和 Jonassen（2009）认为学生的元认知能力影响学生的学习效果。元认知临场感在远程教育情境下有很高的发生频率，是学生学习中很重要的部分。认知临场感影响学习赋能和持续意图。学生的认知情况会影响学生的内部动机，从而影响学习赋能。认知过程的体验能够增加学生对远程学习过程的满意度，提升学生的持续学习信念。本研究还存在局限性：未来的研究可以把参与者所在社群的教育条件作为一个背景参考条件。另外，对乡村学生的研究也让我们具有很大的感慨，乡村相比十年前已有了翻天覆地的变化，但是乡村学生接受的教育水平相比高教育水平地区而言仍然具有差异，如何使用技术和理论减少差异，消除差异是我们的目标和责任。

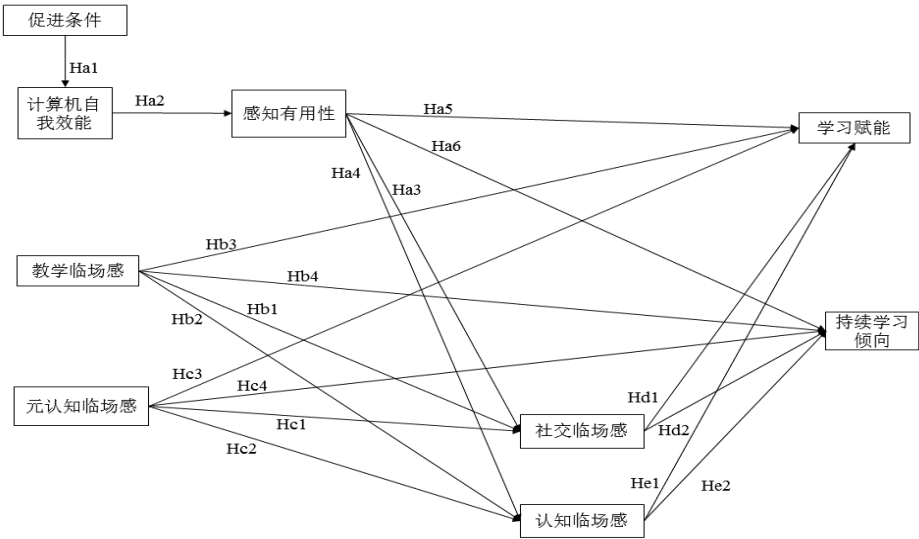


图 1 学习赋能和持续学习倾向影响因素关系假设模型

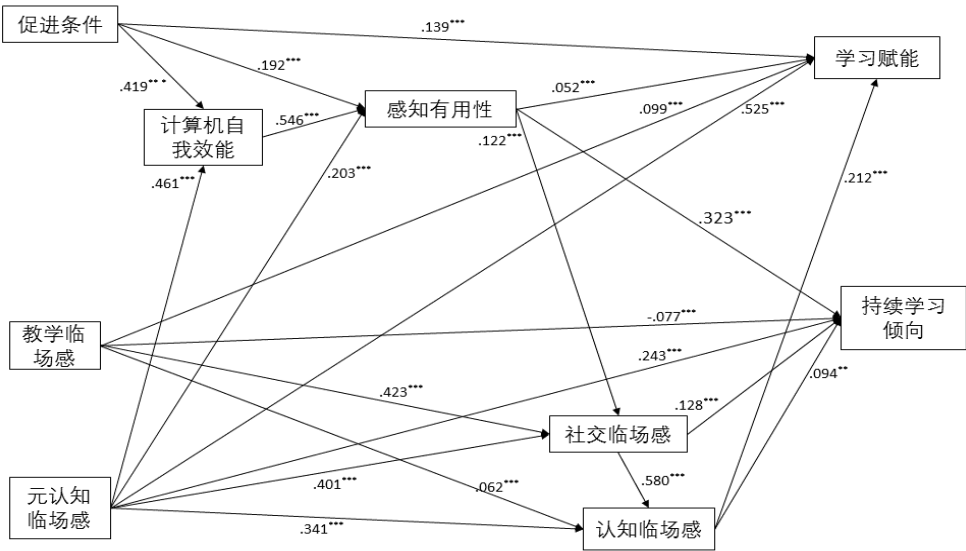


图 2 修正后的标准化系数最终模型
表 1 变量的描述性统计和双相关矩阵

变量	均值	标准差
促进条件	3.84	0.87
计算机自我效能	3.62	0.92
感知有用性	3.56	0.92
教学临场感	4.30	0.72
元认知临场感	3.58	0.80
社交临场感	3.83	0.78
认知临场感	3.74	0.83
学习赋能	3.71	0.76
持续学习倾向	3.40	1.02

参考文献

- Bai B, Wang J, Chai C S. Understanding Hong Kong primary school English teachers' continuance intention to teach with ICT[J]. *Computer Assisted Language Learning*, 2019: 1-23.
- Barnard L, Lan W Y, To Y M, et al. Measuring self-regulation in online and blended learning environments[J]. *The internet and higher education*, 2009, 12(1): 1-6.
- Cho M H, Jonassen D. Development of the human interaction dimension of the Self-Regulated Learning Questionnaire in asynchronous online learning environments[J]. *Educational Psychology*, 2009, 29(1): 117-138.
- Compeau D R, Higgins C A. Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test[J]. *MIS quarterly*, 1995: 189-211.
- Davis F D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology[J]. *MIS quarterly*, 1989: 319-340.
- Frymier, Ann Bainbridge, Gary M. Shulman, and Marian Houser. "The development of a learner empowerment measure." *Communication Education* 45.3 (1996): 181-199.
- Garrison D R, Akyol Z. Toward the development of a metacognition construct for communities of inquiry[J]. *The Internet and Higher Education*, 2015, 24: 66-71.
- Lai C. Modeling teachers' influence on learners' self-directed use of technology for language learning outside the classroom[J]. *Computers & Education*, 2015, 82: 74-83.
- Rubin B, Fernandes R, Avgerinou M D. The effects of technology on the Community of Inquiry and satisfaction with online courses[J]. *The Internet and Higher Education*, 2013, 17: 48-57.
- Shea P, Bidjerano T. Learning presence: Towards a theory of self-efficacy, self-regulation, and the development of a communities of inquiry in online and blended learning environments[J]. *Computers & Education*, 2010, 55(4): 1721-1731.
- Stenbom S. A systematic review of the Community of Inquiry survey[J]. *The Internet and Higher Education*, 2018, 39: 22-32.
- Vaughan N, Garrison D R. How blended learning can support a faculty development community of inquiry[J]. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 2006, 10(4): 139-152.
- Venkatesh V, Davis F D. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies[J]. *Management science*, 2000, 46(2): 186-204.
- Venkatesh V, Morris M G, Davis G B, et al. User acceptance of information technology: Toward a unified view[J]. *MIS quarterly*, 2003: 425-478.

探討國小數學教中學影片錄製活動對學生學習動機與興趣之影響

Exploring the Impact of the Learning by Teaching Mathematics Video Recording Activities of Elementary School Student's Motivation and Interest

王姝涵^{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

* shuhanwang@g.ncu.edu.tw

【摘要】 本研究旨在探討國小學生在進行數學教中學影片錄製的活動後，對於本身之學習興趣與動機和學習成效所造成的影響。研究者以小學三年級學生為研究對象，並預計設計一影片錄製、上傳與分享等活動之系統，系統包含：數學解題、數學擬題、影片錄製與同儕互評等功能，並透過老師給題、分組討論、錄製影片、評分等步驟，搭配系統進行教中學（Learning by Teaching）的活動，未來預計蒐集學生學習動機和學習興趣量表並分析，希望透過本研究之設計，提高學生的數學學習動機與學習興趣。

【關鍵字】 數學解題；數學擬題；教中學；學生影片創作

Abstract: The purpose of this study is to examine the effects of the video recording of mathematics teaching and learning activities on the interest and motivation of elementary school students and their learning outcomes. The researcher used third grade students as the study subjects. It is expected to design a system for video recording, uploading and sharing activities. The system includes: math problem solving, math problem posing, video recording and peer review, etc. Through the steps of teacher giving questions, group discussion, video recording and grading, the system is used to carry out the learning by teaching activities. It is expected that the Motivation and Interest in Learning Scale will be collected and analyzed in order to enhance students' motivation and interest in learning mathematics through the design of this study.

Keywords: mathematical problem solving, mathematical problem posing, learning by teaching, student-created video

1. 前言

對台灣的學生而言，數學是學生容易產生學習焦慮的一門科目，易造成學生學習意願低落，以及成果不佳。傳統的數學教學以考試與成績為導向，老師在台上統一授課，緊湊的課程安排和一對多的教學模式，老師無法即時確認台下的每位學生是否都理解課程內容，而為了讓學生能在考試上取得高分，老師會給予學生不同的題型和大量的題目做練習，但這樣的教育不容易知道學生是真否正理解了題目的邏輯概念還是只是因為反覆的練習相同題型而將解法記憶起來。數學單元和概念具有連貫性，若前面的基礎沒有奠定好，隨著課程內容越來越複雜，不懂的地方也會越來越多，容易造成後面的概念無法銜接(Lewin, 2006)，當學生在數學學習上沒有了成就感，就更容易產生排斥感。在過往的研究中發現影片創作能擴展對創作主題的興趣。而教學需先將知識內化，並清楚理解概念，《禮記·學記》中：「是故學然後知不足，教然後知困。知不足，然後能自反也；知困，然後能自強也，故曰『教學相長』」

也。」主要指教與學是互相增長的，通過教授他人，不但學習者能得到進步，教授者的能力也能得到提升。所以為了排除學生對數學的學習焦慮，並能確實理解數學概念，我們將影片拍攝與教中學進行結合。承上所述，本研究欲設計一小學數學「教中學」活動，讓學生透過老師給題、分組討論、錄製影片、評分等步驟並配合系統進行數學概念的學習，並希望透過一系列活動後，增進學生的數學興趣與動機。

2. 文獻探討

2.1. 教中學與學生影片創作

教中學 (Learning by Teaching)，即通過教學進行學習，在過往的研究裡發現教學可以為教學者帶來好處(Chase, Chin, Oppezzo, Schwartz, & Technology, 2009)，而也有學者(Biswas, Schwartz, & Bransford, 2001)等人提出教學中有三個階段可以增強教師的知識：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。研究顯示，學生創作影片的活動有助於學生建構知識，這種方式可以讓學生通過理解、交流和創造進而成為專家(Engin & Learning, 2014)，學生創作影片促進了學生的外在興趣，例如創作過程或是展示影片，並能將興趣進一步擴展到創作的主题(Schuck, Kearney, & Hypermedia, 2006)。

2.2. 數學解題與數學擬題

為了確保教中學影片錄製能讓學生真正理解數學概念，我們在活動中設計了數學解題，解題的過程是多步驟所組成的(Mayer, 1992)，利用學過的數學知識和方法解決未知情況，可以在解題的過程中去了解數學概念(Romberg, 1989)。解題歷程中解題者首先須清楚明白題目的意思，找出題目中有幫助的資訊，分析能否以已知的解題技巧擬出解題的方法或計劃，接著照計劃進行解題並確認解題步驟是否正確，再對答案進行驗算，並回顧整個解題過程是否有需改善的地方(Pólya & Szegő, 1945)。課程與教學內容注重於：找尋解決方法，而不僅僅是記住解題的順序；探索解題模式，而不僅僅是記住公式；提出想法與猜想，而不僅僅是練習題目(Schoenfeld, 2016)。除了數學解題，數學的擬題也可以刺激數學學習，當提出數學問題時，必須在數學概念之間建立關係，而這涉及了多個認知過程，例如編輯、選擇、理解、組織訊息並將其表示出來(Christou, Mousoulides, Pittalis, & Pitta-Pantazi, 2005)，由數學擬題也可以看出學生在數學上的流利度、靈活度、想法新穎性和思想發展(Ayllón, Gómez, & Ballesta-Claver, 2016)，所以在活動中也加入了數學擬題的部分。

3. 系統介紹

甲、系統設計

本研究主要是設計一個與先前研究設計之「數學島」系統結合的影片上傳與分享系統，配合教中學模式，同時建構了同儕間的評分功能，讓學生們能上傳自製的教中學影片，再對其他同學的影片進行觀看、評分與提供建議。系統名為「教中學數學影片學習系統」，預計前端使用 Html5、CSS 並且配合 JavaScript，再搭配 JQuery 函式庫撰寫而成，後端則使用關聯式資料庫 MySQL 與 PHP。系統重點著重於學生端的使用，介面設計上希望能吸引學童們的注意力，搭配教師端的輔助，使得數學影片教中學的活動過程能更為順利、互動性更高。

乙、系統操作介面設計

此系統有教師端與學生端兩個部分，在教師端主畫面有一個下拉式選單能選擇年級，當選定特定年級時可以選擇觀看學生影片或出題，點選後會都顯示該學年所有的小單元，在出

題的部分老師可以勾選每個小單元的右下角指定要進行「教中學數學影片拍攝」的單元，勾選並儲存後該小單元即會以橘色顯示，點擊後能進入給題的介面，老師能輸入要給學生解的題目文字，同時還設置了「小組名單」的功能，能點選學生的名單進行分組。

在學生端主畫面中顯示橘色並能點選的單元即為老師選定要進行活動的單元，點擊後能進入選擇活動介面，可以選擇要進行影片觀看或影片上傳。點擊影片觀看會進入影片播放介面(圖 1)，在此頁面有下拉式選單可以選擇想觀看的組別，在影片播放畫面的右邊有可以讓學生對影片作評論的地方；點擊製作影片即可以進入學習單介面(圖 2)，學習單介面有觀念重點、老師給題和自己擬題，這個部分學生可以自由輸入並編輯其內容，學生們可以依照所編輯的學習單的內容直接點選錄的按鍵進行螢幕錄影來完成數學教中學的影片並上傳。



圖 1 影片播放介面

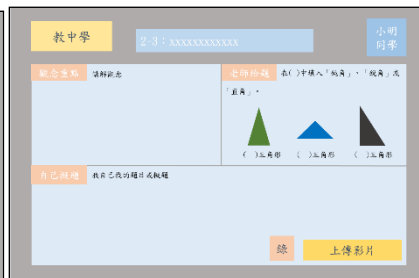


圖 2 學習單介面

4. 研究方法

甲、參與對象

本研究之研究對象為一群小學三年級學生，進行為期一個學期的實驗，老師會依自身數學教學經驗來選取幾個適合進行「教中學數學影片錄製」之單元，在講授完該單元的基礎概念後，使用此系統進行實驗，並在使用系統進行「教中學數學影片錄製」的前後施測經設計過的學習動機與興趣量表以進行數據的蒐集與分析。

乙、研究流程與方法

在此研究希望學生能透過教學來融會貫通數學概念，並透過拍攝數學影片的方式來進行教中學活動，在有此想法後我們在桃園某實驗小學的兩個班級以紙本學習單的方式進行過一次「教中學數學影片拍攝」的活動，以觀察在此實驗流程是否有需要改進的地方，實驗流程如(圖 3)所示，在活動中老師會發給每組一張活動學習單(圖 4)，讓小組成員進行討論，學習單有四個部分，觀念重點讓學生講解該小單元的主要數學邏輯概念，老師給題的部分老師會給予每組不同的類題讓學生以小組討論的方式進行解題，填寫拍攝分工表讓學生知道如何分配工作讓拍攝活動能更順利的進行，最後是擬題，我們希望學生能設計相關概念的題目並進行解題，討論完後利用平板電腦依照學習單內容來進行拍攝，當影片完成後將影片上傳到雲端，在上數學課的課堂時間再統一播放影片，同時也請同學們對每組的影片做評論和評分。

經過前面的實驗，發現在分配組員、發放學習單等過程較為繁瑣，容易造成活動時間拉長而影響到其他安排，影片的拍攝過程也會需要耗費較大的人力、時間跟空間，如果所有小組都在同一空間進行拍攝會出現互相干擾的狀況，拍攝的前置作業也很耗時，課堂上影片的分享與評論方式也缺乏統整性，所以未來希望將紙本改用「教中學數學影片學習系統」進行，系統化的活動流程可以將上述的問題最小化，使用螢幕錄影功能搭配錄音來製作教學影片可以有效解決人力、時間與空間的不足，影片播放介面也讓學生能重複觀看其他組別的影片，系統連結資料庫，使用系統進行活動所得到的數據皆會保存下來，以利往後的分析。

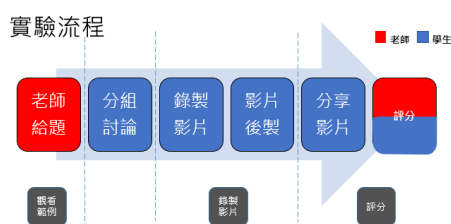


圖 3 實驗流程

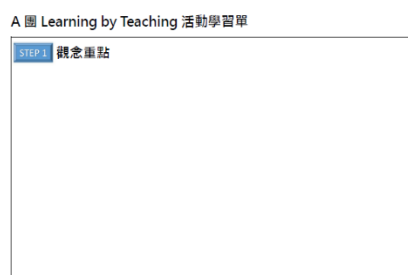


圖 4 活動學習單

5. 結論與預期結果

本研究旨在探討國小學生在使用教中學數學影片學習系統進行教中學的活動後是否能提升學生對數學學習之興趣與動機，預計透過使用此系統降低學生對數學的學習焦慮，提升學習動機與學習興趣，讓學生學會自行找尋數學的解題方法，提升對數學概念的理解，透過活動更期望能改善傳統數學教學方式的弊端，且希望以合作學習的方式提升學生的合作能力。

致謝

本研究在台灣科技部人文司（MOST 109-2511-H-008 -011 -MY3）與「國立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

- Ayllón, M. F., Gómez, I. A., & Ballesta-Claver, J. J. J. o. E. P.-P. y. R. (2016). Mathematical Thinking and Creativity through Mathematical Problem Posing and Solving. *4*(1), 195-218.
- Biswas, G., Schwartz, D., & Bransford, J. (2001). Technology support for complex problem solving: From SAD environments to AI.
- 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. *18*(4), 334-352.
- Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., & Pitta-Pantazi, D. J. T. M. E. (2005). Problem solving and problem posing in a dynamic geometry environment. *2*(2), 125-143.
- Engin, M. J. J. o. t. S. o. T., & Learning. (2014). Extending the flipped classroom model: Developing second language writing skills through student-created digital videos. *14*(5), 12-26.
- Lewin, T. J. N. Y. T. (2006). As math scores lag, a new push for the basics. *14*(11), 2006.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*: WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- Pólya, G., & Szegő, G. J. A. J. o. M. (1945). Inequalities for the capacity of a condenser. *67*(1), 1-32.
- Romberg, T. A. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*: National Council of Teachers of.
- Schoenfeld, A. H. J. J. o. E. (2016). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics (Reprint). *196*(2), 1-38.
- Schuck, S., Kearney, M. J. J. o. E. M., & Hypermedia. (2006). Using digital video as a research tool: Ethical issues for researchers. *15*(4), 447-463.

基於 DIKW 模型的學生數據智慧內涵與外延探索

Exploration of the Connotation and Extension of Student Data Wisdom Based on

DIKW Model

譚巧¹

¹ 華南師範大學

*tanqiao0112@163.com

【摘要】 數據技術的飛速發展正在成為教育改革與發展的強大驅動力。目前國內外關於數據智慧的研究剛剛起步，探討學生的數據智慧能夠豐富和發展理論研究，幫助學生適應數據時代學習的變革，提升人才培養的質量。學生數據智慧是知識、價值觀、思維和實踐的有機統一，且以解決複雜問題能力為核心，強調高階思維能力，與核心素養、信息素養、數據素養有著密切的聯繫。

【關鍵字】 數據智慧；學生培養；研究綜述；內涵與外延

***Abstract:** The rapid development of data technology is becoming a powerful driving force for educational reform and development. The research on data wisdom is just beginning. Exploring students' data **wisdom** can enrich and develop theoretical research, help students adjust the change of learning in the data era, and improve the quality of talent cultivation. Data wisdom of students is an organic unity of knowledge, values, thinking and practice. It takes the ability to solve complex problems as the core and emphasizes higher-order thinking ability, which is closely related to core literacy, information literacy and data literacy.*

Keywords: data wisdom, student development, research review, connotation and denotation

1. 前言

作大數據時代的學習者，數據科技給學生學習的形式、內容和工具帶來了深刻變革，同時也帶來了新的要求和挑戰。近年來，隨著《促進大數據發展行動綱要》和《國家教育事業發展“十三五”規劃》等相關文件的印發以及國家大數據戰略地位的確立，我國教育大數據的研究在經歷了爆炸式增長後，逐漸進入一個平穩發展期。（李振等，2019）在資料分析盛行的時代，數據只有被智慧地使用才能發揮價值。（祝智庭，2017）數據智慧技能對於應用數據資源至關重要（鬱彬，2015）。對學生數據智慧的內涵與外延有助於學生適應數據時代學習的變革，提升人才培養的質量，進而促進教育的發展與變革。

2. 研究綜述

關於教學和學習中的數據智慧的研究主要集中在探究數據智慧的內涵、生成過程，探索數據智慧的提升模型及策略等主題。

有關數據智慧的生成過程的研究主要圍繞 DIKW 模型展開。Ackoff（1989）在《從數據到智慧》一文中首次提出了一個基於人類意識的認知理論，即 DIKW 層級決策模型，也即知

識金字塔模型。該模型系統地論述了數據（data）、信息（information）、知識（knowledge）和智慧（wisdom），以及由數據上升逐步到智慧的過程。（如圖 1 所示）該理論一經提出便受到廣泛認可。Mandinach（2006）在分清數據、資訊、知識、智慧四者關係的基礎上，提出“從數據到知識的連續體”模型；Liew（2013）在知識和智慧之間添加了“智慧”（Intelligence），提出 DIKIW 模型；Girard（2015）等指出 DIKW 模型中智慧發展的下一個階段為願景，Mishra（2018）採用 DIKW 模型提出了基於可實現的目標體系的認知加工過程模型；邱國棟等（2018）根據 DIKW 模型構建了適用於具有豐富數據資產的行業或組織的“數據-智慧”決策模型，並指出 DIKW 模型更適用於基於小數據的決策。數據智慧的眾多研究均基於 DIKW 模型進行補充和發展，且學生接觸到的數據多為學習狀態和碎片化的學習資源等小資料類型的數據，因此 DIKW 模型可以從認知建構的角度對學生數據智慧的生成過程提供參攷。



圖 1 DIKW 層級決策模型

當前關於數據智慧的提升模型及策略的研究主要以改進教學為目的。教師獲取數據智慧過程本質上是通過分析處理數據，將其逐步提升為資訊和知識，並最終形成頭腦中個性化的智慧的過程（McCandless，2010）。Boudett 等（2005）提出了“數據智慧改進過程”（Data Wise Improvement Process，DWIP）模型，該模型分為“準備”、“探究”和“行動”三階段。對教師在數據管理方面的實踐和態度進行的調查研究結果表明應用 DWIP 模型有助於幫助教師利用數據改進教學活動（Means，2011）。在 DWIP 模型的基礎上，後續研究從不同視角提出了多種路徑和策略以促進教師數據智慧的生成。（許芳傑，2016；史煥聰，2017；唐漢衛等，2018）。也有部分研究開展了實踐案例分析（王萍，2015）及實證調查研究（李玉閣，2018）。鮮有研究關注學生學習過程中數據智慧提升的研究，但從以教師數據智慧提升為主題的研究中可以發現，數據智慧立足並服務於實踐的，學生學習本質上也具有實踐取向。

3. 學生數據智慧的內涵

目前，數據智慧還沒有形成公認的定義。本研究在已有理論研究的基礎上，提出學生數據智慧的概念並分析其構成，以期對學生的數據智慧的內涵進行解讀。

3.1. 學生數據智慧的概念

目前，數據智慧還沒有普遍認可的定義，大多從教師的專業發展角度，根據 DIKW 模型對教師的數據智慧進行解讀，認為智慧是面向未來的，也即應對未來不確定的實踐場景。加州大學伯克利分校的鬱彬教授（2015）從數據科學的角度將數據智慧定義為把領域、數學和方法學的知識與經驗、理解、常識、洞察力和良好判斷力相結合，以批判性地思考數據並根據數據做出決策的能力。該定義將知識與思維能力相結合，強調批判性思考和決策的能力。以上觀點均強調了實踐方面“智慧”的體現，具有可取之處，但不夠全面。祝智庭（2014）認

為應從思維、價值觀和實踐三個方面來更新對人才的培養理念。該觀點更立體的詮釋了智慧的構成，對理解數據智慧重的“智慧”具有借鑒意義。數據智慧中的“智慧”可以理解為人的思維、價值觀和實踐的有機統一。基於以上分析，本研究給出學生的數據智慧初步的定義，認為學生的數據智慧是在良好的知識運用和價值判斷能力的基礎上，通過獲取數據資源並對其進行分析、決策和預測，以解決複雜問題的能力。

3.2. 學生數據智慧的構成

學生的數據智慧是知識、價值觀、思維和實踐的有機構成。(如圖 2 所示) 其中知識和價值觀直接體現為良好的知識運用和價值判斷能力，是學生在面對紛繁複雜且更新迅速的數據資源時，做出正確選擇的前提；思維是指數據智慧的認知過程，根據 DIKW 模型對數據智慧生成過程的闡述，從現實應用的角度，將學生的數據加工過程表述為獲取數據、分析、決策和預測，在此過程中學生對數據加工的結構化程度不斷提高，理解程度由理解關係、模式到原則不斷深入(如圖 3 所示)；實踐是學生數據智慧的最終導向，直接體現為解決複雜問題的能力。知識和價值觀是數據智慧生成和應用的基礎，思維是數據在認知層面的加工，均屬於抽象的能力，通過解決問題的實踐與實際應用相結合。實踐將知識、價值觀和思維過程整合，四者的有機統一共同構成了學生的數據智慧。

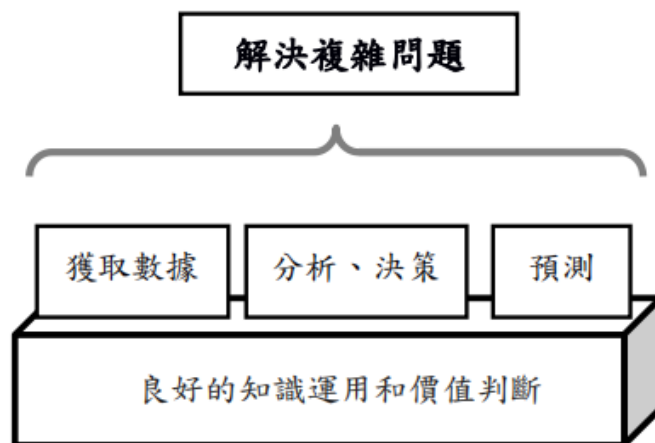


图 2 學生數據智慧的構成

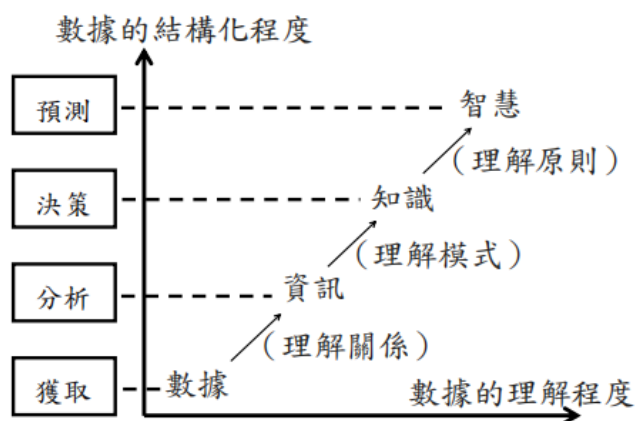


图 3 數據智慧中思維與 DIKW 模型

4. 學生數據智慧的外延

通過在橫向上梳理數據智慧與核心素養的關係，以及縱向上梳理其與信息素養、數據素養等概念的關係，能夠對數據智慧的內涵和價值定位有更清晰的把握。

學生的數據智慧與核心素養在具體內容、核心思想和價值追求等方面有著密切的關係。我國學生髮展核心素養、健康生活、責任擔當、實踐創新六大素養。就具體內容而言，數據智慧的所強調的思維方面，在科學精神素養中的理性思維、批判精神和勇於探究等基本要點，以及學會學習素養中信息意識等基本要點中均有所體現；價值觀方面，與人文底蘊素養中的審美情趣，責任擔當素養中的社會責任、國家認同、國際理解等基本要點中所強調的內容均存在重合；實踐方面，與健康生活素養中的自我管理，以及實踐創新素養中的勞動意識、問題解決和技術應用等基本要點的主張存在諸多相似之處。因此，學生數據智慧的構成要素也是核心素養所包括的重要內容。在核心思想和價值追求方面，核心素養以培養“全面發展的人”為核心，學生數據智慧的內在追求也是學生的發展，因此二者不謀而合，強調時代背景下教育對學生全面發展的關注。面對數據時代對教育提出的新要求和新挑戰，提升學生的數據智慧是培養核心素養的有效途徑，更是數據時代實現學生全面發展的突破口。

數據智慧其與信息素養、數據素養等一脈相承，聯繫緊密。大數據技術的發展給信息傳播帶來了深刻的影響，信息素養不足以應對數據時代的新挑戰，在大數據時代數據素養是信息素養的一種擴展（黃如花，2016）。根據 DIKW 模型對信息和數據的闡釋，數據是原始的、不相干的事實，信息則是結構化和進一步理解的數據。從這個角度上來說，數據比信息的範圍更廣泛，數據素養實際上是對信息素養的擴展。而在數據素養中，教育數據倫理關注的核心是樹立共同的道德信念（劉三女牙等，2017），而數據智慧中的價值判斷與選擇的涵蓋更寬泛；數據素養中強調的數據知識與技能屬於知識方面，但數據智慧中還包括對相關應用領域的知識運用；數據意識主要在於數據的獲取過程，而數據智慧中在獲取數據之後，還強調建立在對數據理解和結構化組織的分析、決策和預測；數據智慧中解決複雜問題的實踐相比數據應用能力則更多的要求學生對多種數據的整合、交流合作和寫作的的能力。因此數據智慧是對數據素養的進一步豐富和昇華。在從信息素養到數據素養，再到數據智慧的縱向發展上看，後者的發展以前者為基礎，三者涉及的內容逐步全面和深入，層次水平逐步提高。

參考文獻

- 黃如花和李白楊（2016）。數據素養教育：大數據時代信息素養教育的拓展。**圖書情報知識**, (01), 21-29。
- 靖國平（2003）。從狹義智慧教育到廣義智慧教育。**河北師範大學學報（教育科學版）**, (03), 48-53。
- 劉三女牙、楊宗凱和李卿（2017）。教育數據倫理：大數據時代教育的新挑戰。**教育研究**, (04), 15-20。
- 李振、周東岱、董曉曉和黃雪嬌（2019）。我國教育大數據的研究現狀、問題與對策——基於 CNKI 學術期刊的內容分析。**現代遠距離教育**, (01), 46-55。
- 李玉閣、高靜瑤和劉軍（2018）。數據智慧引領下的教師數據意識調查研究。**中國現代教育裝備**, (12), 73-76。
- 邱國棟和王易（2018）。“數據-智慧”決策模型：基於大數據的理論構建研究。**中國軟科學**, (12), 17-30。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 史煥聰和陶紅 (2017)。教師數據智慧的內涵及數據智慧提升實踐過程與方法。《中國職業技術教育》，(30)，48-53。
- 唐漢衛和劉金松 (2018)。論德育過程中教師的數據智慧。《教育科學》，(06)，19-24。
- 王萍 (2015)。大數據時代提升教師數據智慧研究。《開放教育研究》，(03)，30-39。
- 許芳傑 (2016)。數據智慧：大數據時代教師專業發展新路向。《中國電化教育》，(10)，18-23。
- 祝智庭 (2014)。以智慧教育引領教育信息化創新發展。《中國教育信息化》，(09)，4-8。
- 祝智庭、彭紅超和雷雲鶴 (2017)。解讀教育數據智慧。《開放教育研究》，(05)，21-29。
- Ackoff, R. L. (1989). From data to wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis* (15), 3-9.
- Boudett, K.P., et al. (2005) *Data wise: A step-by-step guide to using assessment results to improve teaching and learning*. Cambridge, MA: Harvard Education Press.
- Girard, J., et al. (2015). Strategic data-based wisdom in the big data era. *IGI Global*.
- Liew, A. (2013) DIKIW: Data, Information, Knowledge, Intelligence, Wisdom and their Interrelationships. *Business Management Dynamics* Vol.2 (No.10), 49-62.
- Mandinach, E.B., et al. (2006) .A theoretical framework for data-driven decision making. *Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association*, San Francisco, CA.
- McCandless, D. *Data, information, knowledge, wisdom*. Retrieved from <https://informationisbeautiful.net/2010/data-information-knowledge-wisdom/>.
- Means, B., et al. (2011) Teachers' ability to use data to inform instruction: challenges and supports. *US Department of Education: Office of Planning, E-evaluation, and Policy*.
- Mishra, K. A. (2018). A DIKW Architecture for Cognitive Engineering. *Procedia Computer Science*, 123:285-289.
- Zicari, R. (2015) *Data Wisdom for Data Science*. Retrieved from <http://www.odbms.org/2015/04/data-wisdom-for-data-science/>.

基於社會調節與教中學課程設計於通識課程資料分析能力之初探

Effects of a social regulation-based Moodle online learning platform and Learning by teaching course design on student's self-regulation and learning achievements

呂昆珉，洪暉鈞

國立中央大學網路學習科技研究所

kkeenenn0526@gmail.com

hch@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 培養學生資料分析素養為現今社會非常重要之議題。本研究導入了「教中學」課堂設計及基於「社會調節」之 Moodle 平台於資料分析課程中。研究對象為四十名通識課大學生。教中學的課堂設計不侷限在與同伴討論，並使學生達到預習之目的。在本研究開發的基於社會調節之線上學習平台中，學生可以利用學習建議功能頁觀看其他成績較高之同伴在完成作業所參考的資料，達到社會調節之目的。本研究目的旨在探究學生經過一學期導入教中學與基於社會調節之後，自我調節及學習成果有無顯著提升。

【關鍵字】 社會調節；教中學；資料視覺化；自我調節

Abstract: Cultivating students' data analysis literacy is a very critical issue. This study integrates the design of "learning by teaching" and "social regulation" into a data analysis course. The participants are 40 college students in the general education course, data visualization. The pedagogy design is learning by teaching, which is not limited to discussion with peers but also enables students to preview their learning. In the online learning platform based on social regulation developed in this research, students can use the learning suggestion function to view the materials referred to by other higher-grade students to achieve the purpose of social regulation and self-evaluation. This study hopes to explore whether students' self-regulation and learning performance might be significantly improved or not after our approach.

Keywords: Social-regulation, learning by teaching, data visualization, self-regulation

1. 研究背景與動機

近年來為了活化教學，「以學習者為中心」之教育方式漸漸興起，若在課堂中沒有導入實作或屈就於傳統演講式的授課方式，會使學生缺乏學習動機。本研究導入了教中學的課堂設計，該方法將學生視為教師，教導其他學生或與同伴一起合作教學(Martin, 1985)，利用同儕老師經由教導同儕學生的活動中達到修正本身知識的目的。教中學本身最大的用義在於使學生達到預習之目的，但若學生在預習過程中對自我要求不高、學習策略不佳及不懂得尋求幫助，則預習之步驟可能是無效且浪費時間的。先前的研究發現，自我調整能夠為學習者主動設定目標，計畫學習內容和設定學習標準(Hwang, Wang, & Lai, 2021)。因此本研究期望能提高自我調節，並與教中學的效果及學習成效有正相關的影響。

在資料視覺化課程中，導入本研究所開發的基於社會調節之 Moodle 線上學習平台，經由系統的功能(例如：自訂目標、學習建議..等)，讓學生可以在系統中實踐自我調節，但先前的研究發現，在電腦的學習環境中，學生無法獲得即時的反饋和自我調節的建議，因此他們難以設定清晰的學習目標，且不能根據他們的目標進行活動(McCruden & Schraw, 2007; Winne

& Hadwin, 2010)。於是在本研究中導入社會調節，社會調節可以幫助學生設定合適的學習目標，並發展和監控它們的學習策略(Zheng, Xing, & Zhu, 2019)。透過社會調節的方式，讓成績較低和先驗知識較弱之學習者能利用教學平台加緊腳步跟上老師及全班的進度，藉此增強學生合作及溝通討論之能力。

綜合以上所述，本研究期望利用社會調節的方式，使學生在自我調節中之學習策略方面有所提升，進而培養學生在資料視覺化課程中關鍵的軟體實作能力。在本研究為期十八周有關資料視覺化課程中，為了了解學生經過為期一個學期的資料視覺化課程後在自我調節及學習成果方面有無顯著提升，提出以下幾個研究問題：

- (1)使用教中學與基於社會調節對於學生的自我調節能力是否有顯著提升?
- (2)使用教中學與基於社會調節對於學生的學習成果是否有顯著提升?
- (3)自我調節能力的高低，經過實驗課堂後，是否影響學生的學習成果?

2. 文獻探討

2.1. 教學中學習

教學中學習(Learning by teaching)，該方法將學生視為教師，並教導其他學生或與同伴一起合作教學(Martin, 1985)。讓學生透過親自準備課程及對同學進行教學，從而學會知識。(Martin, 1985)。在本研究的課堂中利用分組的學習方式，每周會依序組別進行同儕間之教學，使當週教學的學生能夠達到預習之目的且對當週課程內容融會貫通。題目也跟著組別週期一起更新，即便不是當週要報告的學生也可以先預習。目的是為了讓每位學生都可以做到預習的步驟。

2.2. 社會調節

社會調節可以幫助學生設定合適的學習目標，發展和監控他們的學習策略(Zheng et al., 2019)。社會調節不僅能加速學習者學習，也能觀看到其他人的學習成效，有不足的地方可以參考成效高或成績高的學生是如何訂定學習策略與目標，進而修正自己的學習策略(Hwang et al., 2021)。自我調節能力較低的學習者可能會產生模仿效應，進而影響他們的學習成績(Hwang et al., 2021)。本研究讓學生進行自我調節後，再利用有關社會調節的功能，使學生能互評、討論，且能透過系統觀測其他學習者的學習行為、學習策略、作業參考資料及方法，進而讓成績較低或成效較低的學生觀測在課堂上表現較佳的學生之行為。

3. 研究方法

3.1. 參加者

本課程研究對象為本校「資料視覺化」課程，一班學生預計約四十名之跨系所大學生，期望利用社會調節搭配學習平台，解決教師所遭遇到學生程度落差之教學困難。

3.2. 系統介紹

本研究引入了一種基於社會調節的框架至學習平台中。其他學習者可以觀察到更高學習成就者的自我調節學習行為。利用社會調節學習模式，以了解具有較高學習成效學習者的學習策略及如何設定目標。其功能包含：自訂目標功能、學習建議功能、互評功能、討論功能等，這些功能皆有使用到社會調節。有關系統的詳細功能如表 1 所示，本研究主要著墨之功能與以往研究不同的地方在於“學習建議”頁，學生可以透過學習建議頁查看自己相關之學期目標、總成績等，主要利用到社會調節在於可以從網頁中參考資料的部分，觀察其他成績較高之小組，了解他們在做作業的過程中，利用到哪些參考資料，使作業成績較低之小組達到

效仿的目的。而學習建議頁中的參考資料，對應到的是自我調節中的學習策略，使成效較低的學生利用社會調節的方式，進而提升自我調節中的學習策略。

表 1 基於社會調節之 Moodle 線上學習平台系統功能

功能名稱	用途
教材	1.教學影片、推薦影片。 2.線上平台會依序每個章節給出教學影片，其中會蒐集學生之點擊資料進行後續分析，也依據學生學習的狀況及進度，推薦適當的教學影片給使用者。
目標設定	1.自訂目標、填寫學習策略之功能。 2.第一次登入時，需填入期望期中分數及期末分數，填入期望之分數則會個別展示在學習建議頁，使學生能夠達到自我調節中設定目標之目的。
學習進度	1.顯示章節進度、可視化界面。 2.當在目標設定輸入好目標之後，會在學習建議頁的部分展示出當初填入的目標期望進度，使學生能達到自我調節中自我監控之目的。
學習建議	1.依據前測的目標設定之期望進度進度，與當今的進度做比照。 2.經過每周課堂小組作業後，會給出分數較高的前兩組組別之參考資料，讓平均分數較低之小組學生可以看到分數較高小組之參考資料，了解他們在做作業的過程中，利用到哪些參考資料，進而達到社會調節之目的。
互評	1.每個禮拜會依據組別進行教學報告，達到教學中學習之目的，且報告完後也依據組別進行互評，觀看所有成員對於課堂報告之貢獻度，讓學生不只達到教學中學習，還帶有社會調節之意義。 2.測驗的介面教師會給出高分觀摩，找出最接近答案的解題方法或資料分析面板，供其他學生觀看，且底下還會開放留言討論，達到社會調節之目的。
討論區	1.討論區、訊息、留言板。 2.學生若有困惑可以直接貼上資料分析的面板圖片至討論區，且不只有教師可以在討論區回復，連其他學生也可以進行回復，不僅達到社會調節之目的，也讓學生在有困惑時能得到更立即的解答。

3.3. 工具

為了了解學生在經過為期一個學期的資料視覺化實驗課程後在自我調節及學生成績方面有無顯著提升，研究使用到之工具包含：先備知識測驗、後備知識測驗、前測自我調節問卷、後測自我調節問卷及半結構訪談。自我調節評定方式則參考先前研究人員發表之間卷(Barnard, Lan, To, Paton, & Lai, 2009)。自我調節問卷有經過少許修改，但基於六個面向的結構不變，包含了：設定目標、學習策略、時間管理、學習環境、尋求協助、自我評估。研究人員認為自我調節能夠為學習者主動設定目標，計畫學習內容和設定學習標準(Hwang et al., 2021)。

3.4. 流程

本研究流程共分成三階段，課程流程圖如圖 1 所示。三階段包含教材製作前置期、教學實踐期與資料分析期：第一階段開發適合通識課程之資料視覺化學習教材與應用策略建置教學平台。發放前測之自我調節問卷及先備知識測驗，以了解學生自我調節能力高低及對資料視覺化的掌握程度；第二階段進行實體課程教學之課程實驗，融入「自我調節」、「教中學」、「社會調節」至課堂，在第四周時發布基於社會調節之 Moodle 線上學習平台，讓師生在課前、課後的所有動作都經由線上學習平台進行教學、討論；第三階段進行資料分析，歸類不同程度學習者在課堂上之學習模式。發放後測之自我調節問卷及後備知識測驗。

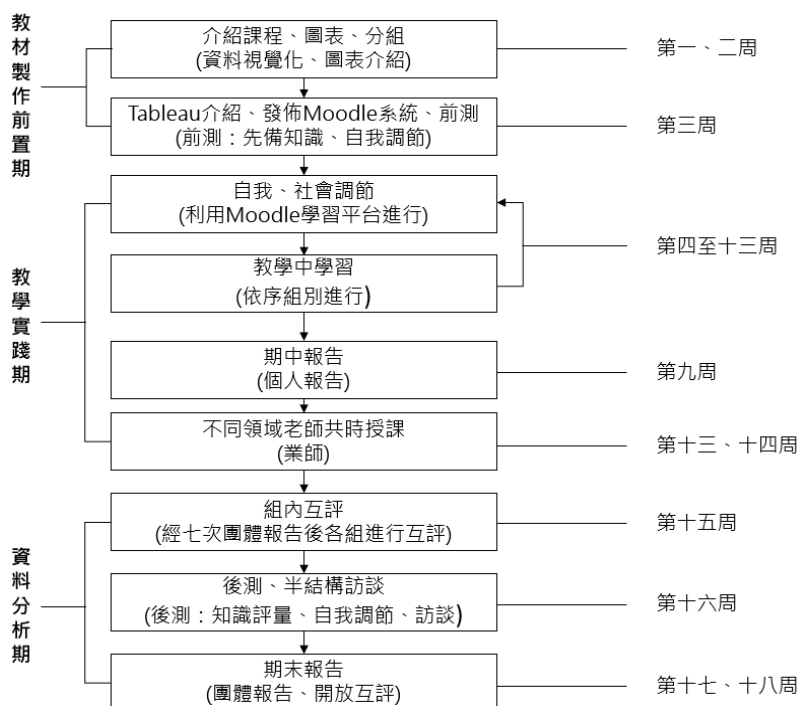


圖 1 實驗課程流程設計圖

4. 預期成果

本研究之目的為利用基於社會調節之 Moodle 線上學習平台與教中學的課堂設計，進而提升學生之自我調節與學習成果。預期本研究分析為三個目的：經過實驗課堂後，學生之學習成就有無提升；經過實驗課堂後前測自我調節能力對學習成就、後測自我調節之影響。利用學習平台給予的功能達到自我調節及社會調節，讓在課堂學習狀況落後之學生能夠跟上老師的腳步及班上的進度。使教學者在教學中能夠利用學習平台為學生更快速地解決問題及掌握學生的學習狀況。

參考文獻

- Barnard, L., Lan, W. Y., To, Y. M., Paton, V. O., & Lai, S.-L. J. (2009). Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *The internet and higher education*, 12(1), 1-6.
- Hwang, G.-J., Wang, S.-Y., & Lai, C.-L. J. C. (2021). Effects of a social regulation-based online learning framework on students' learning achievements and behaviors in mathematics. *Computers & Educational*, 160, 104031.
- Martin, J.-P. (1985). *Zum Aufbau didaktischer Teilkompetenzen beim Schüler: Fremdsprachenunterricht auf der lerntheoretischen Basis des Informationsverarbeitungsansatzes*: G. Narr.
- McCrudden, M. T., & Schraw, G. (2007). Relevance and goal-focusing in text processing. *Educational psychology review*, 19(2), 113-139.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (2010). Self-regulated learning and socio-cognitive theory.
- Zheng, J., Xing, W., & Zhu, G. (2019). Examining sequential patterns of self-and socially shared regulation of STEM learning in a CSCL environment. *Computers & Education*, 136, 34-48.

基于开放数据的创新教学和研究现状综述

A Survey of the Innovative Teaching and Research Based on Open Data

马晓璐¹

¹ 北京邮电大学

*mxiaolul108@163.com

【摘要】 开放数据的初衷是为了提高政府透明度，但它在教育领域的作用和功能也不容小觑。为全面了解国外开放数据在创新教学和研究方面运用的现状和问题，文章基于文献和案例研究，从研究现状、基于开放数据的教学和研究实践情况、开放数据实践的典型案例三个方面进行了论述。总结了实践模式缺乏创新性、开放数据使用类型单一、开放数据的价值挖掘不足的现存问题，并针对这些问题提出了参考建议。

【关键字】 开放数据；开放数据教学；开放数据研究

Abstract: The original intention of open data is to increase government transparency, but its role and function in the education field cannot be underestimated. For understanding the status quo and problems of open data in innovative teaching and research in foreign countries, this paper, based on literature and case studies, discusses the research status, teaching and research practice based on open data, and cases of open data practice. This paper summarizes the existing problems, such as lack of innovation in practice mode, single use type of open data and insufficient value mining of open data, and puts forward some suggestions to solve these problems.

Keywords: open data, open data teaching, open data research

1. 问题的提出

自 2009 年美国数据门户网站 data.gov 上线以来，开放数据运动在全球范围内迅速兴起。这一运动的出现，让各种组织和人员有机会获得数量庞大的数据集，涉及政府支出、档案、环境和博物馆等多个领域。这些数据集被称为开放数据（Open Data），即“具有必要的技术和法律特征，任何人可以随时随地自由使用、重复使用和重新分配的数字数据”（Open Data Charter, 2015）。开放数据的初衷是为了提高政府透明度，但它在教育领域的作用和功能也不容小觑。2020 年，英国开放大学在发表的《创新教学报告》中明确提出“通过开放数据学习”的创新教学方法，强调开放数据可以为学习和教学提供学习材料（Kukulska-Hulme, A. et al., 2020）。本研究将系统地整理和分析国外基于开放数据的创新教学和研究，结合国外具体的应用案例经验，为推动基于开放数据的实践提供可参考的建议。

2. 研究现状概述

本研究从 Web of Science、ERIC 以及谷歌学术中，以“open data”、“open data education”等关键词进行检索，然后二次精炼出类别为“open data in teaching”、“open data use”的论文，得

到文献 127 篇。再根据论文摘要，人工剔除与本研究相关性不高的文献后，共获得外文文献 32 篇。

通过对检索的 32 篇文献的梳理，国外在教育领域关于开放数据的研究主要有理论研究和实践研究两个方面。笔者将围绕开放数据使用的问题和态度方面的研究定位为理论研究（9 篇，占比 28.1%）。Coughlan（2019）探讨了早期开放数据的使用者在教学中使用开放数据的理由和挑战。Logan（2015）讨论了开放数据在数学教育中的作用，并对目前的教学实践进行了批判性分析。实践研究（23 篇，占比 71.9%）即一些学者在各专业领域内把开放数据作为教学素材和内容进行了创新教学和研究。Jean（2019）介绍了一种利用美国人口普查数据开设微分方程课程的方法。Gary（2014）利用法院记录数据库的开放数据，为历史学本科生探索历史犯罪主题提供了基础的任务。

纵观国内开放数据领域的研究，多与政府政策或治理相关。郑磊等（2015）对我国的开放政府数据实践情况进行了比较研究。近几年，我国开始涉及对教育领域开放数据的研究，李青等（2019）讨论了国外教育数据开放的研究和实践现状，总结出教育数据开放现存的一些问题。黄梓航等（2018）搜集和整理了大量具有心理学研究潜力的公开数据库，并示范了基因、神经、卫生等九大专业领域应该如何利用开放数据开展研究。

综上所述，我国逐渐开始在教育领域开展对开放数据的研究，少部分学者也注意到了开放数据在研究中的价值，但还不成体系，同时基于开放数据的教学实践严重缺乏，尚无可参考的研究成果，所以有必要对此进一步研究。

3. 国外基于开放数据的教学和研究实践情况

进一步精读筛选的文献后，笔者发现国外基于开放数据的应用实践涉及两个方向的内容，一是基于开放数据的教学实践，即在教学过程中使用开放数据，创新教学方法；二是基于开放数据的研究实践，将开放数据作为研究对象，利用开放数据进行科学研究。

3.1. 基于开放数据的教学实践

在基于开放数据的教学实践研究中，开放数据在教学过程中承担了不同的角色，发挥了不同的作用。Coughlan（2019）提出将开放数据与现有教学和学习概念进行联系，以指导研究和实践，这样的联系包括：基于探究或项目的学习、开放教育、个性化和真实性。在此基础上，笔者根据开放数据在教学过程中的作用，将基于开放数据的教学实践模式进行了如下划分。

3.1.1. 基于 PBL 的学习

这里基于 PBL 的学习不仅是 Problem-based Learning，也是 Project-based Learning。基于 PBL 的学习，即在教学过程中利用开放数据对问题或真实的情境进行探究，进而寻找解决方法的学习。Jean（2019）引导学生为美国人口普查数据创建函数模型。Teresco（2012）使用了公路测绘项目的开放源来解释求最短路径的 Dijkstra 算法。

3.1.2. 开放教育

基于开放数据的开放教育模式是指教师使用开放数据设计教学工具，为学生提供与教学内容相关的更广泛、开放的教育资源。Bradley（2009）开发了一个基于 ChemSpider 数据库开放光谱数据的光谱游戏。

3.1.3. 个性化学习

基于开放数据的个性化学习是指支持学生使用感兴趣的主题数据或与个人相关的情境化活动进行学习。Kahn (2019) 提到在城市公共图书馆的免费夏季研讨会上, K12 学生被要求用社会经济的开放数据集来模拟他们的家庭地理传记或个人家庭移民故事。

3.1.4. 真实性学习

基于开放数据的真实性学习是指围绕真实世界的任务和问题展开实践学习, 这些任务和问题都是真实生活经验的缩影。Hoda (2018) 介绍了一个让 K12 学生利用公共数据探索当地社区鼠患问题的研究项目。

3.2. 基于开放数据的研究实践

除了将开放数据用于教学之外, 还有一些研究者利用各领域的开放数据展开了研究和实践。Ivanevi (2018) 利用国家教育、科学和技术发展部门的公开数据, 从资金、支持学习环境的能力、学术交流活动等角度调查了塞尔维亚的大学排名。Stewart (2020) 利用哥白尼地球观测方案和开放街道地图 (OSM) 等协作项目中的开放数据, 实现了基于人工智能的低成本沙漠道路监测功能。

4. 基于开放数据的典型实践案例

4.1. 意大利的 *A Scuola di OpenCoesione (ASOC)* 开放学校

2013 年, 意大利提出了 OpenCoesione 倡议, 呼吁向公众开放政府的数据和政策, 以提高公民的凝聚力。为响应这一倡议, A Scuola di OpenCoesione (ASOC) 开放学校开展了一个指导高中生进行社会研究的项目, 共有 26000 多名学生和 2000 名教师参与其中。该项目以设计、分析、探索、讲述四个环节, 让学生利用国家建设项目披露的公开数据评估资助结果, 了解当地的政治经济情况。从教育角度来说, 这一创新的教学实践提高了学生统计数据、分析数据、解决实际问题的能力; 从社会角度来说, 这一创新的教学实践培养和促进了公民对国家公共资金研究和监测的意识。

4.2. Kaggle

Kaggle 是一个结合了开放数据集和机器学习技术的数据科学平台和全球社区平台, 目前有 5 万多个公共数据集和 40 万篇公共笔记。Kaggle 为编程竞赛和挑战提供了便利, 学习者获取数据集后, 以竞赛的方式帮助处理现实世界的问题, 例如模拟改善机场安全、优化儿童学习的教育媒体设计等。2020 年 3 月 17 日, 基于 COVID-19 开放研究数据集 (CORD-19) 数据集的免费发布, Kaggle 举办了“COVID-19 开放研究数据集挑战赛”, 希望获得有助于对抗 COVID-19 的真知灼见。由于很多项目并没有标准答案, Kaggle 的竞赛模式激励了参与者不断提出更好的解决方案, 只有无限逼近最优解才能获取最后的胜利, 这在一定程度上也推动了某个行业的发展。

5. 总结

本研究分析了国外基于开放数据的创新教学和研究的现状, 讨论了目前开放数据的实践模式, 结合意大利的 ASOC 开放学校和 Kaggle 的典型实践案例, 发现在实践方面还存在着诸多不足, 笔者针对这些问题也提出了相应的措施, 以期能给其他开放数据的研究者提供一些参考和借鉴。

5.1. 基于开放数据教学和研究存在的问题

5.1.1. 实践模式缺乏创新性

基于开放数据的教学和研究实践多是在原有的教学和研究模式基础上，直接引入公开发表的开放数据作为教学资源或研究数据，实践形式缺乏创新性，没有发挥出开放数据本身具有的最大价值。

5.1.2. 开放数据使用类型单一

在基于开放数据教学和研究的过程中，使用的开放数据多是依赖于政府或公共项目公开发表的数据，例如人口统计数据、公路测绘数据等，类型较为单一，缺乏丰富的开放数据类型，在教学和研究的过程中使用范围有限。

5.1.3. 开放数据的价值挖掘不足

虽然开放数据的初衷是政府为了推动工作的公开化、透明化，将各项数据在官方网站公开发表，以赢得公众的理解、信任和支持。但开放数据在教育中的潜力也不容忽视。目前的教学和研究实践在使用开放数据时较为机械、僵硬，并没有挖掘出开放数据具有的教育价值和研究价值。

5.2. 启示

5.2.1. 创新基于开放数据的实践模式

我国目前还没有大规模的使用开放数据进行教学和研究，教育者和研究者在今后的研究中要立足于教学和研究模式的变革，不断尝试新的教学模式和研究模式，持续探索适用于各学科领域的开放数据实践形式。

5.2.2. 使用丰富的开放数据类型

教育者和研究者在实践过程中要根据研究内容选择合适且丰富的开放数据，在适用性的基础上进一步做到数据类型的丰富性。另外，政府及其他公共部门也要尽可能公开丰富、多样、详细的数据，为教学和研究提供服务与支持。

5.2.3. 挖掘开放数据的价值

在实践过程中，要明确开放数据的用途和优势，灵活地使用开放数据，将其与教学内容和研究内容充分融合，不断挖掘开放数据背后的教育价值和研究价值。

参考文献

- 李青和王海兰(2019)。教育数据开放研究与实践现状述评。《中国远程教育》，11, 48-57。
- 黄梓航、王可和蔡华俭(2018)。利用开放数据进行心理学研究。《心理技术与应用》，6(09), 549-569。
- 郑磊和高丰(2015)。中国开放政府数据平台研究：框架、现状与建议。《电子政务》，07, 8-16。
- Bradley, J. C., Lancashire, R. J., Lang, A. S., & Williams, A. J. (2009). The spectral game: leveraging open data and crowdsourcing for education. *Journal of Cheminformatics*, 1(1), 1-10.
- Coughlan, T. (2019). The use of open data as a material for learning. *Educational Technology Research and Development*(4).
- Gray, D. (2014). Putting undergraduates on trial: Using the Old Bailey Online as a teaching and assessment tool. *Law, Crime and History*, 4(1), 104-113.
- Hoda, W. M. , & Vasiliki, L. (2018). Middle school students' reasoning about data and context through storytelling with repurposed local data. *ZDM*, 1-13.
- Ivanevi, V. , & Lukovi, I. (2018). National university rankings based on open data: a case study from serbia. *Procedia Computer Science*, 126, 1516-1525.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Jean Marie Linhart. (2019). *Using the United States Census Data to Introduce Differential Equations*. 29(7):702-711.
- Kahn, J. (2020). Learning at the intersection of self and society: the family geobiography as a context for data science education. *Journal of the Learning Sciences*, 29(1), 57-80.
- Kukulska-Hulme, A. et al. (2020). *Innovating Pedagogy 2020: Open University Innovation Report 8. Milton Keynes: The Open University*.
- Logan, T. (2015). Starting a conversation about open data in mathematics education research. mathematics education research group of australasia.
- Open Data Charter. (2015). Principles. Retrieved April 15, 2019, from <https://opendatacharter.net/principles/>.
- Stewart, C., Lazzarini, M., Luna, A., & Albani, S. (2020). Deep Learning with Open Data for Desert Road Mapping. *Remote Sensing*, 12(14), 2274.
- Teresco, J. D. (2012). Highway data and map visualizations for educational use. ACM.

反思性评价在本科生知识建构能力培养中的效果研究

Study on the Effect of Reflective Evaluation in the Cultivation of Undergraduates' Knowledge

Building Ability

罗景延¹ 杨玉芹^{2*}

^{1,2} 华中师范大学人工智能教育学部

*yangyuqin@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 本研究是为了探索在本科生课堂中开展反思性评价活动对本科生知识建构能力培养效果而开展的案例对比研究。由前后两年在中国某大学的“科学探究与知识创新”课堂的本科生参与。在本研究中学生将在知识论坛上进行为期一学期的协同知识建构活动。同时教师将组织学生进行自我、组内的反思与评价。学生将在共同体中自主的参与知识建构活动，体验“创造知识”的过程。通过对反思性评价活动前后学生的话语对比，我们发现开展反思性评价活动可以促进学生自我与共同体的交互，可以更加积极主动的参与共同体的知识建构过程。

【关键词】 反思性评价;知识建构;计算机支持的协作学习

Abstract : *This study is to explore the effect of reflective evaluation on the cultivation of undergraduates' knowledge building ability in the classroom. Participants were undergraduates of the course "Scientific Inquiry and Knowledge Innovation" at a Chinese university. Students will undertake a semester-long collaborative knowledge building activity on a knowledge forum. The teacher will organize the students to reflect and evaluate within the group. Students will participate in knowledge construction activities independently in the community and experience the process of "knowledge creation". By comparing the students' discourse before and after the reflective evaluation activity, we find that the reflective evaluation activity can promote the interaction between the students, and can more actively participate in the process of knowledge building of the community.*

Keywords: Reflective evaluation , Knowledge building , CSCL

1. 问题概要

知识建构教学模式是由加拿大学者 Scardamalia 和 Bereiter 提出的一系列教学理念，其本质是以知识产生的过程为模板，将学生引入创造知识的情境中，从而更好的理解知识(赵建华 2007)。知识建构的过程是基于共同体的，学生在特定的群体中发表、论证、总结不同的观点，以拓展自身和共同体的知识边界。正如维果斯基的建构主义理论中提到的，学习的过程是基于个体与共同体之间的交流、互动、文化参与的过程(张建伟，陈琦 1996)。而在当下协作学习教学模式较好的契合了知识建构的理论，它不同于传统的课堂教学，注重学生之间的相互启发、交流，在合作中建立共同的理解 (Chen Xiangdong, Luo Chun, Zhang Jiangxiang 2019)。协作学习的过程是以学生为主体的，因此如何保证教学质量一直是研究者所关心的问题。由于学生个体认知、思维方式等不同，其知识建构的结果也会不同，因此教师有必要

采取干预措施以保证课堂效果（梁妙, 郑兰琴 2014）。本研究采用了融合反思性评价的教学干预措施，通过让学生在协作中采取反思性的自我评价、组内评价等评价方式，帮助学生完善计划、深入归纳总结各类不同的观点。借助这一干预措施，我们将探究反思性评价在培养学生知识建构能力的效果。

2. 理论研究

2.1. CSCL 与知识建构教学模式

计算机支持的协作学习（Computer Supported Collaborative Learning，简称 CSCL）是传统协作学习在结合信息技术手段后衍生的一种新兴的协作学习模式（Stahl, G. 2006）。借助互联网的便利性 CSCL 可以使学生在共同体中更好的进行协同认知，促进学生的认知水平的发展以及批判性思维的养成(Fu, Q. K., & Hwang, G. J. 2018)。目前许多研究者致力于解释 CSCL 过程背后的协作模式，关注共同体成员内部的知识建构的方式(郑娅峰, 徐唱, 李艳 2017)。借助在线交流平台的应用，后台可以较为清晰的看到成员的观点提出、回应等不同的动作，这对于研究 CSCL 过程中的学生知识建构是极大的助力。知识建构教学模式可以深度的与 CSCL 相结合，借助 CSCL 的互动性、开放性，学生可以较好的完成知识建构的过程，而教师也能通过后台分析，及时的发现学生在协作学习中的问题，及时的给予干预和指导。在学生进行知识建构时，其本质上就是体验知识的创造过程。学生将在互联网交流平台上进行“提出观点”“论证观点”“深入探究”“总结观点”等一系列的过程，在这一过程中个人与共同体的知识边界将得到拓展。但研究者也发现这一过程也存在一些实际问题，如学生过多的进行了低层次的“观点重复表达”、较少进行“深入探究”极少或者几乎没有“反思与总结”(杨玉芹 2018)。当学生在协作学习遇到困难时，就需要教师进行适当的干预措施。但教师的干预不应该是粗暴地直接干涉，而应该通过适当的引导让学生自行体验到在协作学习中的不足。因此我们采用的是引导学生进行反思性评价的方式来进行课堂干预。

2.2. 反思性评价

反思是一种元认知评价过程，是一种问题解决的过程(Schmitz TW, Kawahara-Baccus TN, et al. 2004)，而反思性评价，即是对问题解决过程的反思。它不仅应用于教师对自我教学过程的反思，也可以应用于学生对自我学习、共同体协作学习的反思(李运福, 傅钢善 2012)。学生在进行反思性评价中会不断地审视自己或群体在过一段时间的各种活动，找出不足之处、发现闪光点、综合规划接下来一段时间的活动目标等。在这种“活动-反思”的不断进行下促进学生深入的有创造性的解决问题(Yang, Y., van Aalst, J et al. 2016)。目前关于反思性评价的研究尚处于起步阶段，较多的研究者将反思性评价应用于教师对自身教学过程的评价中，他们发现反思性评价可以较好的帮助教师走出直觉困境，发现在日常活动中容易被忽略的点，提升自身对课堂的理解(孙曙光 2017)。也有研究者认为则认为反思性评价可以促进学生的科学理解和科学认识论的复杂化（Chen, B., Scardamalia, et al. 2015），反思性结构可以指导学生的知识建构过程，可以促进学生的认知主动性的发展(Zhang, J., Tao, D., et al. 2018)。这些研究为我们探究反思性评价在大学生知识建构过程的作用起到了很好的铺垫。

对共同体的知识建构过程进行反思性评价有别于传统的教师评价方式，这一过程虽然有教师参与，但评价主体依旧是学生，教师只是起一个指导者的作用。在这一过程中教师将提供评价的“脚手架”和基于 Knowledge Connection Analyzer (KCA)导出的知识论坛后台可视化数据。而学生在共同体中，借助可视化的数据对共同体上一阶段的数据在框架内进行分析反思。在分析学生使用反思性评价帮助共同体知识建构的过程，我们希望能回答以下两个问题：

- 1、在基于 CSCL 的大学生知识建构过程中，学生的知识建构话语的特征怎样的？
- 2、反思性评价对大学生知识建构能力的发展的作用是怎样的？

3. 研究方法

3.1. 研究参与者

本研究采用的是准实验研究设计，选取了来自某重点师范类大学“科学探究与知识创新”这一课程作为实验组（下称实验班，共 54 人），对照组则采用一年前该校由相同教师所授相同课程的班级作为对照（下称对照班，共 38 人），两班级均由本科生组成。除教师干预操作外，两班级的授课内容与课堂要求基本相当。该课程持续 16 周，课上学生将在教师的指导下分组完成对“grit”、“批判性思维”“科学探究”等一系列主题的讨论。课后学生将分组完成教师布置的一系列任务以及在知识论坛上进行讨论，在知识论坛上发表的笔记将作为一个重要的评分项参与学生的考核。

3.2. 教学设计

知识建构教学模式在学界并没有一个规定的模板，但经过 Carol Chan、Jan Van Aalst 教授在香港中学的研究建议采用如下四个步骤的教学模式：1、建立协作文化；2、开启知识建构的过程；3、推进讨论深入探究；4、评估结果。本研究基于这四个步骤设计了如下几个教学板步骤，两班级教学步骤区别见表 1：

表 1：实验班与对照班教学步骤区别

时间	实验班	对照班
第一周-第二周	做 grit 画报并展示	做 grit 画报并展示
第三周-第七周	干预前阶段知识建构	
第八周课堂	反思性评价干预	知识建构阶段
第八周至第十六周	干预后阶段知识建构	
第十六周课堂	总结汇报	总结汇报

准备部分（第一周至第二周）创设协作学习的氛围，帮助学生发展协作、探究和科学论证能力：这一周的主要内容是分组并且在教师进行一定的讲解下，由小组内部分工收集有关“GRIT”这一主题的有关内容制作画报，最终小组合作拍摄视频讲解本组所做有关“GRIT”的画报。在这一过程可以锻炼学生的信息收集、表达、论证能力，并且初步形成小组讨论、共同进步的学习氛围。

知识建构部分（第三周至第十六周）：该部分为教学的主体部分。在知识论坛上教师预设了若干个话题（实验班 11 个，对照班 7 个），学生将自主选择一个或若干个话题参与讨论（选择同一话题的视为同一小组），在讨论中完成知识建构的过程。同时教师将在课堂上讲解必要的知识与组织部分活动，以帮助学生完成必要的知识积累。该过程中实验班分为两阶段：干预前（第三周至第七周）；干预后（第八周至第十六周）。对照班则不分阶段整个过程将一直持续。

反思性评价干预部分（第八周课堂，仅实验班）：在本周的课堂上，教师将基于学生第一阶段在知识论坛上的笔记，将后台数据进行一定可视化处理后提供给学生。提供的数据有：1、系统后台直接导出的学生笔记数量、阅读笔记所占百分比等直接数据。2、由 KBDEX 导出的学生讨论的笔记关键词网络图。学生将依据教师提供的数据与帮促表写针对第一阶段的反思总结笔记。教师提供的帮促表包括以下问题内容板块：1、之前讨论内容的评价分析 2、小组互动的评价分析 3、下一步的计划 4、自我反思。

3.3. 数据收集与分析

在这一过程中，我们主要收集两班级学生在知识论坛上所发表的笔记，其中实验班共发表了1835条笔记，对照班共发表了707条笔记。在现有话题基础上，我们将每个话题划分为数量不等的探究线程，实验班的探究线程有40条，对照班的探究线程为19条。

内容分析是依据一定的编码框架对所需要的分析的内容以单元为单位，对内容进行编码。在本研究中基本的分析单元即是探究线程。通过对每个探究线程的笔记内容进行编码后统计，可以直观的展现学生的知识建构话语特征。后续通过对不同班级、不同阶段的内容维度的笔记占比进行分析，可以揭示共同体在CSCL环境下进行知识建构的发展特点。本研究采用的编码框架为Yang等开发的内容分析框架见表2。该分析框架为单一维度，即如果有笔记涉及两个或更多的行为，则评为级别中最高的那一行为。

我们希望通过对比两个班级学生的知识建构话语的不同、实验班干预前后知识建构话语的不同，来分析反思性评价的干预措施对学生知识建构能力的影响。

表2：知识建构行为的内容分析框架

知识建构行为	描述
创造探究意识 (CLA)	团队成员提出问题，确定重点/或识别缺乏的知识
补充缺乏的知识(ALK)	团队成员通过使用权威信息来改善知识的缺乏和不一致的问题。
协商(NAF)	团队在达成一致前提供并讨论观点/阐述/想法并探究这些观点
维持集体探究(SCIy)	成员根据以前的笔记或观点提出新的问题；或者生成陈述，以推动成员检查和指导他们的探究。
深化探究(EPU)	成员通过协作努力逐步和连贯地发展观点以解决问题或对某一事例进行深度解读。
建立共同理论(BJT)	团队成员一起构建理论，这个理论能解释探究问题的基础的方面（例如：基础机制、基本原则、或者讨论中的有关现象的不同要素的因果关系）。
总结集体观点(SCIs)	总结和协调之前讨论的集体观点。
上位总结(SRC)	综合和整合集体观点，反思探究目标，提供更高层次的探究或概念或观点，并生成行动计划，以深化进一步的探究。

4. 研究结果

4.1. 共同体知识建构话语的特征

在知识建构的过程中，任何一个知识建构的行为均有其意义，但无论是从知识的发展的角度，还是从课堂教学的角度，我们都更希望学生尽可能多的深入讨论一个话题，而“以问题为中心的深化探究”、“建立共同理论”、“总结集体观点”“上位总结”这四个知识建构行为定义为均有深入、总结等含义，因此我们将这四个行为定义为高层次行为。其它四个行为侧重于同层次的提问、简单观点的交流切磋，因此定义为“中低层次行为”。

从整体分析（见表3）可以看出，两个班级发表的笔记均集中在“协商”与“深化探究”两个部分，合计占比分别为74.97%和67.36%。实验班与对照班相比下降较为明显的只有“协商”行为，下降了13.66%；而上升较为明显的有“补充缺乏的知识”上升2.30%，“持续探究”上升了4.72%，“以问题为中心的深化探究”上升了6.05%。

表3：两班级各知识建构行为占比

		数量	CLA	ALK	NAF	SCIy	EPU	BJT	SCIs	SRC
对照班	数量	707	37	35	337	16	193	48	20	21
	百分比		5.23%	4.95%	47.67%	2.26%	27.30%	6.79%	2.83%	2.97%
实验班	数量	1835	112	133	624	128	612	114	28	83
	百分比		6.10%	7.25%	34.01%	6.98%	33.35%	6.21%	1.53%	4.52%

依据高阶行为的占比将两个班级的小组分为“高中低”三类。由于对照班第七组笔记数

(361 条) 相对其他组较多, 故不参与小组分与均值和标准差计算, 各小组知识建构话语情况 (表 4) 及小组分类 (表 5) 如下所示:

表 4: 各小组知识建构话语情况

小组	笔记数	CIA	ALK	NAF	SCIy	EPU	BJT	SCIs	SRC	
实验班	G1	157	2.55%	8.92%	38.85%	12.10%	22.93%	7.64%	0.64%	6.37%
	G2	156	17.31%	0.64%	41.67%	4.49%	25.64%	3.21%	0.00%	7.05%
	G3	143	6.29%	9.09%	33.57%	8.39%	31.47%	5.59%	2.10%	3.50%
	G4	198	5.56%	6.06%	42.93%	5.05%	32.32%	3.03%	1.01%	4.04%
	G5	141	5.67%	1.42%	34.75%	7.80%	34.04%	8.51%	0.71%	6.38%
	G6	176	1.14%	6.82%	30.11%	5.11%	38.64%	10.80%	3.98%	3.41%
	G7	113	17.70%	0.00%	29.20%	7.08%	34.51%	3.54%	0.00%	7.96%
	G8	191	3.14%	16.23%	20.42%	7.85%	40.31%	6.28%	2.09%	3.66%
	G9	201	1.99%	5.47%	48.26%	6.47%	27.86%	5.97%	1.00%	2.99%
	G10	150	7.33%	4.00%	39.33%	6.00%	33.33%	5.33%	1.33%	3.33%
	G11	209	4.78%	14.83%	16.75%	7.18%	42.58%	7.66%	2.87%	3.35%
对照班	G1	72	2.78%	4.17%	38.89%	2.78%	25.00%	9.72%	4.17%	12.50%
	G2	58	13.79%	8.62%	24.14%	5.17%	29.31%	8.62%	6.90%	3.45%
	G3	38	13.16%	0.00%	39.47%	0.00%	31.58%	7.89%	7.89%	0.00%
	G4	48	6.25%	2.08%	50.00%	10.42%	18.75%	8.33%	4.17%	0.00%
	G5	56	0.00%	3.57%	41.07%	3.57%	46.43%	5.36%	1.79%	0.00%
	G6	74	4.05%	13.51%	51.35%	0.00%	21.62%	5.41%	2.70%	1.35%
	G7	361	4.43%	3.88%	54.29%	1.39%	26.04%	6.09%	1.39%	2.49%

表 5: 各小组高层次话语占比及分类

	低				中				高			SD
实验班	G2	G1	G9	G4	G3	G10	G7	G5	G8	G11	G6	
	35.90%	37.58%	37.81%	40.40%	42.66%	43.33%	46.02%	49.65%	52.36%	56.46%	56.82%	0.0752
对照班	G6	G4	G3	G2	G1	G5						
	31.08%	31.25%	47.37%	48.28%	51.39%	53.57%						0.1005

通过对比两班级各水平小组的差别, 我们发现对照班中低两个水平小组之间断层明显, 中水平小组比低水平小组高层次话语占比平均高出 16.67%, 而高水平与中水平小组差距仅有 4.66%。而实验班中各层次水平较为平均, 高水平对中水平, 中水平对低水平的平均差距为 9.79%和 8.25%。同时我们对比两班级各小组高层次笔记占比的标准差, 实验班的标准差为 0.0752, 对照班的标准差为 0.1005, 可以看出对照班的组间差异相较于实验班更大, 我们认为原因是实验班采取了干预措施, 在干预中小组成员可以直观的看到本小组与其他小组的差距, 从而及时调整发表笔记的行为。

将两班级高中低三个水平小组各行为笔记占比加权平均后对比 (见表 6), 可以发现在高水平组中, 对照班比实验班的“协商”行为高出 17.79%, 而实验班比对照班的“以问题为中心的深化探究”行为多出 6.24%。而在低水平组中我们也可以发现“协商”行为对照班多出 7.2%, “以问题为中心的深化探究”行为实验班多出 7.04%。中水平小组中二者差距不大“协商”“以问题为中心的深化探究”两行为实验班多出 4.34%和 3.06%。由此我们可以看出, 在各水平小组中, 实验班普遍的在“以问题为中心的深化探究”这一行为有更多的参与, 这表明实验班在讨

论问题的时候更多的对问题进行了深层次的探讨，而对照班讨论深度偏低，更多的在“协商”这一行为上进行同层次的观点切磋。

表 6：两班级各水平小组各行为对比

		CIA	ALK	NAF	SCIy	EPU	BJT	SCIs	SRC
高水平	实验	3.12%	12.85%	22.05%	6.77%	40.62%	8.16%	2.95%	3.47%
	对照	1.56%	3.91%	39.84%	3.13%	34.38%	7.81%	3.13%	7.03%
中水平	实验	8.77%	3.84%	34.55%	7.31%	33.27%	5.85%	1.10%	5.12%
	对照	13.54%	5.21%	30.21%	3.12%	30.21%	8.33%	7.29%	2.08%
低水平	实验	6.46%	5.34%	43.26%	6.88%	27.53%	4.92%	0.70%	4.92%
	对照	4.92%	9.01%	50.82%	4.10%	20.49%	6.56%	3.28%	0.82%

4.2. 反思性评价干预对本科生知识建构过程的影响

为了方便对比分析，我们将对照班的笔记也分成了对应实验班的两个时期，但这其实并没有教学步骤上的分割，仅是为了方便对比而依据时间的划分。两班级各阶段各知识建构行为笔记占比见下表在分析时我们发现无论是实验班亦或是对照班，在知识建构的过程中，后期高层次行为占比较前期更多。从表中数据可以看出（见表 7），在干预前阶段（对照班第三周至第七周）高层次行为占比都较低，实验班为 32.69%，对照班为 33.45%，对照班比实验班高层次话语占比多了 0.76%，差别并不明显。而在干预后阶段，实验班高层次行为占比增加了 20.51%，对照班后期（第九周至第十六周）高层次行为占比增加了 10.00%。实验班的高层次话语比对照班高了 8.75%。可以认为施行反思性评价干预可以明显促进学生的高层次知识建构行为的发展。

具体到不同的高层次行为，在前后阶段对比中，“以问题为中心的深化探究”这一行为，实验班增加了 11.1%，对照班增加了 4.66%。可以看出反思性评价较好的促进了大学生知识建构行为中的“以问题为中心的深化探究”这一行为。“建立共同的理论”这一行为，实验班增加了 2.38%，对照班增加了 1.11%，实验班的增幅较对照班更加明显。“总结集体观点”和“上位总结”都有总结的含义，不同的是上位总结蕴含了“反思”“调节”等含义。如果将二者合并一起分析，可以发现实验班干预后总结行为占比为 8.65%，增加了 7.03%；对照班为 7.97%，增加了 5.17%，实验班增加的占比金比对照班多 1.86%。但分开我们就能发现，实验班干预后更多的进行了“上位总结”（占比 7.18%），而对照班后期“上位总结”和“总结集体观点”基本持平（分别为 4.11%和 3.86%）。

由此我们可以认为，在大学生知识建构活动中进行反思性评价干预，可以有效的促进学生高层次知识建构行为的发生。其中能明显促进“以问题为中心的深化探究”这一行为。在总结类行为中，能让学生更加倾向于进行反思性总结。

表 7：两班级各知识建构行为占比

班级 阶段/时间	实验班			对照班		
	总	干预前	干预后	总	W3-W7	W8-W16
笔记数	1185	679	1156	707	293	414
创造问题意识	6.10%	13.70%	1.64%	5.23%	8.53%	2.90%
补充缺乏的知识	7.25%	8.39%	6.57%	4.95%	5.46%	4.59%
协商	34.00%	37.26%	32.09%	47.67%	50.51%	45.65%
维持集体探究	6.98%	7.95%	6.40%	2.26%	2.05%	2.42%
以问题为中心的深化探究	33.25%	26.36%	37.46%	27.30%	24.57%	29.23%
建立共同理论	6.21%	4.71%	7.09%	6.79%	6.14%	7.25%
总结集体观点	1.53%	1.62%	1.47%	2.83%	1.37%	3.86%
上位总结	4.52%	0.00%	7.18%	2.97%	1.37%	4.11%

高阶行为	45.51%	32.69%	53.20%	39.89%	33.45%	44.45%
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

将各小组依据干预为节点将笔记分为干预前和干预后阶段分别进行认知行为分析（如图8-9），在图中，每个圆圈代表了一个学生，其圆圈越大说明其发表的笔记中展现的认知行为更加高层次，连线则代表了他与其他组员互动的关系，线越粗代表互动越紧密。结果如下所示。我们可以发现，在干预前这一阶段有部分学生所发表的笔记尚未和其他学生建立有效的互动，在图中表现为孤立的点，且在这一阶段笔记的层次普遍较低，表现为其圆圈较小，在已经建立的联系中，其联系也较为薄弱。对比干预后的认知行为及互动关系图，可以发现在干预后，虽然依旧有部分较小的点，但更多的是圆圈的增大，可以认为小组普遍的认知行为层次得到了提高且干预后不存在孤立的点，其互动质量有了显著的提高。由此我们可以认为采用反思性评价的干预措施可以有效的促进组内的交流，提高小组的协同知识建构能力。

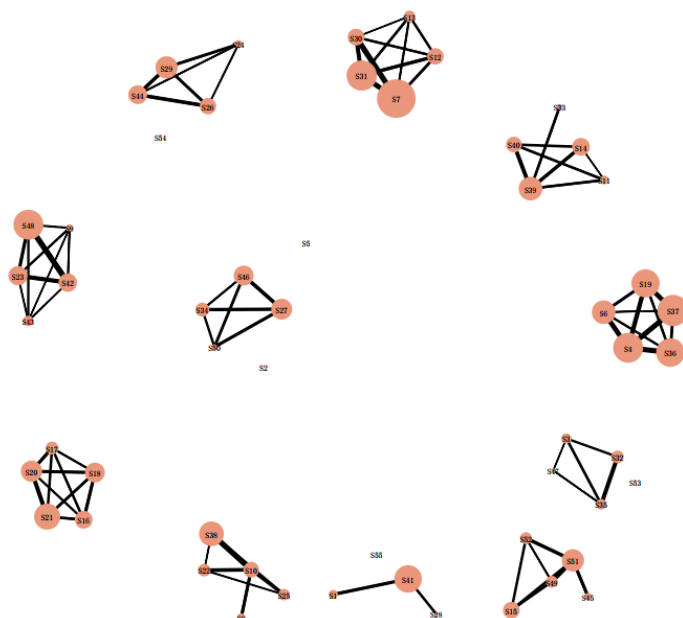
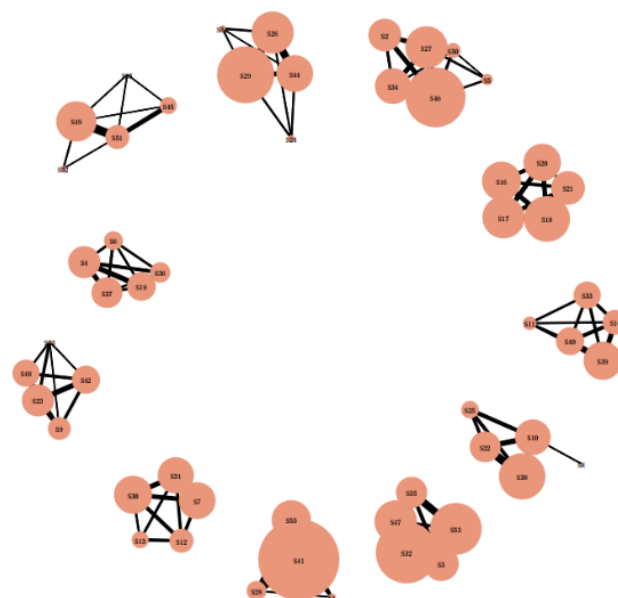


图 1：实验班各小组干预前认知行为及互动关系



- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 孙曙光(2017)。师生合作评价"课堂反思性实践研究[J]。现代外语,040(003), 397-406。
- 杨玉芹(2018)。反思性评价在协同知识创新能力培养中的应用研究[J]。中国电化教育,000(001), 42-49。
- 赵建华 (2007)。知识建构的原理与方法[J]。电化教育研究, (05), 9-15。
- 张建伟和陈琦 (1996)。从认知主义到建构主义[J]。北京师范大学学报(社会科学版), (04), 75-82。
- 郑娅峰、徐唱和李艳燕 (2017)。计算机支持的协作学习分析模型及可视化研究[J]。电化教育研究, 038(004), 47-52。
- Chen, B., Scardamalia, M., & Bereiter, C (2015) . Advancing knowledge building discourse through judgments of promising ideas[J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(4), 345–366.
- 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.
- Schmitz TW, Kawahara-Baccus TN, Johnson SC (2004) . Metacognitive evaluation, self-relevance, and the right prefrontal cortex. *Neuroimage*, 22: 941-947
- Stahl, G. (2006). Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge. *Cambridge, MA: MIT Press*.
- Yang, Y., van Aalst, J., Chan, C. K. K., & Tian, W (2016) . Reflective assessment in knowledge building by students with low academic achievement[J]. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 11(3): 281-311.
- Zhang, J., Tao, D., Chen, M.-H., Sun, Y., Judson, D., & Naqvi, S (2018) . Co-Organizing the Collective Journey of Inquiry with Idea Thread Mapper[J]. *Journal of the Learning Sciences*, 27(3), 390–430.

促进大学生深度学习的混合学习设计与应用研究

Design and Application of Blended Learning to Promote Deep Learning of University

Students

沈霞娟^{1,2*}, 张宝辉²

¹扬州大学 新闻与传媒学院

²陕西师范大学 教育学部

* shenxiajuan2009@163.com

【摘要】现阶段混合学习虽然为大学生提供了灵活的学习时空，但实际效果却不甚理想，“设计不良、浅层低效”的问题突出。文章引入深度学习理论，设计了四类典型深度学习活动和 S-D-R 三阶段学习流程，并以 S 师范大学本科生为例开展了两轮设计研究。结果表明：学生有效掌握了学科核心知识与技能，6 类深度学习能力提升得到显著提升，学习体验愉悦，总体满意度达 93.76%，而且学生的行为、认知、情感投入处于较高水平。最后，研究从目标、资源、活动、评价四个视角提出了促进深度学习的混合学习设计原则。

【关键字】混合学习；深度学习；大学生；基于设计的研究

Abstract: *Blended learning (BL) provided flexible learning space and time for university students nowadays, but the actual effect was not ideal. The problems of "poor design and shallow inefficiency" were prominent. Therefore, this paper introduced deep learning (DL) theory to improve BL quality. Firstly, four types of typical DL activities and S-D-R three-stage learning process were designed. Secondly, taking the undergraduates of S normal university as an example, two rounds of design-based research were carried out. The results showed that :students effectively mastered the core subject knowledge and skill; 6 types of deep learning abilities were significantly improved; students' total satisfaction was 93.76% and learning experiences were pleasant; students' behavior, cognition and emotional involvement were at a high level. Finally, from the perspectives of goal, resource, activity and evaluation, the design principles of BL were proposed to promote DL.*

Keywords: blended learning, deep learning, university students, design-based research

1.前言

2020 年以来，混合学习成为抗击疫情、实现“停课不停学”的新常态，正在引发高等教育教学模式的重构与创新。然而，不少混合学习仅做到线上学习和面授教学的简单结合，却未实现统一有效的教学设计。景玉惠和沈书生（2019）通过对 40 余名教师的访谈发现，部分混合学习线上线下学习内容分配不当、学习活动非互补设计、学习流程复杂松散，存在“设计不良、浅层低效”的突出问题。深度学习的典型特征是基于理解、面向迁移、培育高阶能力，已成为提升学习质量的重要途径。因此，研究提出了“促进深度学习的混合学习（Deeper Blended Learning, 后简称为 DBL）”探究主题，尝试引入深度学习理论，通过优化

混合学习的设计和实施，提升混合学习质量，为建设混合式一流课程提供有效路径。

2. 促进深度学习的混合学习活动流程与设计

2.1. DBL 学习活动设计

已有研究揭示，决定学习者是否采纳深度学习方式的关键因素是学习动机和学习策略（沈霞娟等，2021）。其中，学习动机能够为深度学习提供动力机制，促进积极投入，支撑学习者克服学习困难高质量完成学习任务（Chowdhry & Osowska, 2017）。因此，研究设计了学习契约签署活动，调动学生的学习主动性，并增强学习责任意识 and 自我管理能力。同时，从学习策略看，关联、整合、反思、评价为典型代表的高阶认知策略是深度学习发生的必要条件。因此，研究结合 Nelson Laird 等（2008）的深度学习理论和美国大学生学习投入量表（NSSE）中深度学习测量的关键指标，进一步设计了高阶性学习（含案例分析、协作问题解决、同伴互评）、整合性学习（含思维导图、观点聚合）和反思性学习（主要为反思日记）学习活动，形成了由“契约领学、问题导学、评价促学、反思督学”构成的典型深度学习活动图谱。

2.2. DBL 学习流程设计

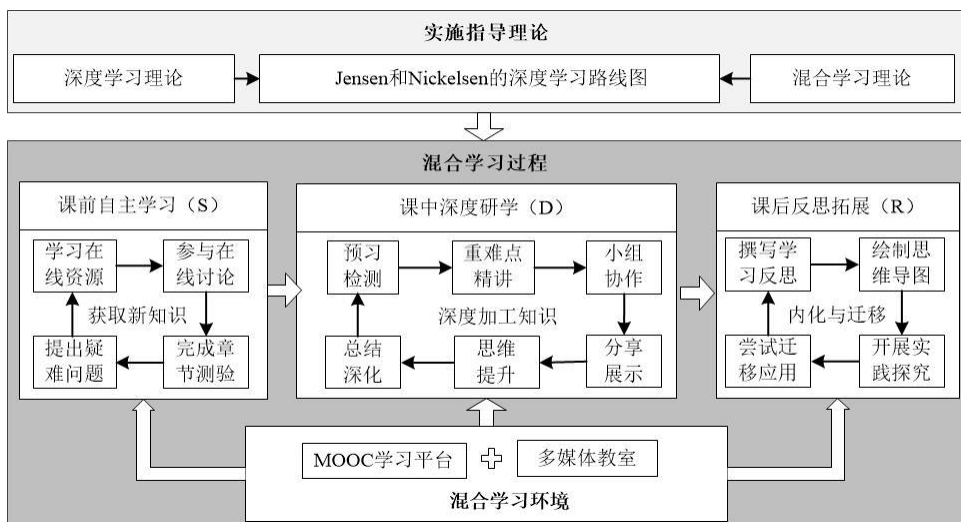
在 Jensen 和 Nickelsen（2010）的深度学习路线图指导下，结合混合学习的环境条件和时序特征，提出了课前自主学习（Self Learning）、课中深度研学（Deeper Inquiry Learning）、课后反思拓展（Reflection and Expansion）三阶段学习流程（后简称 S-D-R），如图 1 所示。

①课前自主学习阶段（线上），学生需要依托学习平台完成课程基础知识的学习，主要目的是实现新知识的获取和初步加工，典型的学习活动包括观看视频微课、参与在线讨论、完成章节测验和提出疑难问题；②课中深度研学阶段（线下），将围绕高阶认知和复杂问题解决组织教学活动，体现为“预习检测、重难点精讲、协作问题解决、分享展示、思维提升、总结深化”6 步深度学习法；③课后反思拓展阶段（泛在空间），重点开展反思总结、知识整合和真实情景下的知识迁移应用，具体活动包括撰写反思周记、绘制思维导图、开展实践探索等。

图 1 S-D-R 三阶段混合学习流程

3. 促进深度学习的混合学习应用实践

3.1. 案例课程与参与者



研究通过 S 师范大学《教育文献的检索与分析》案例课程的完整设计，实现深度学习思想的系统体现。该课程围绕教育文献的检索、阅读、管理、分析展开，旨在提升学生对教育文献的价值认知，帮助学生掌握核心的文献检索与分析技能，并发展深度学习能力，共 36 学时（线上 16 学时+线下 20 学时），持续 10 周。选课学生是来自 S 大学的一二年级本科生，2019 年秋季第一轮 25 人，2020 年春季第二轮 235 人，其中男生 70 人，女生 190 人。两轮学生专业来源十分广泛，知识基础和深度学习能力初始水平较为薄弱，且没有显著差异。

3.2. 教学实施过程

以第一轮 S-D-R 学习流程为干预原型，进行设计研究。整个课程教学分为导学启动、初步体验、全面开展和评价总结四个阶段。每个具体的混合学习单元，均按照 S-D-R 流程组织实施。但是，第二轮研究处在疫情期间，面授教学变更为在线直播教学，同时学员增长至 235 人，班级规模巨大。因此，基于第一轮研究反思和第二轮研究环境的新变化，从重构混合学习环境、提供精细化学习支持、完善深度学习流程、增强综合应用活动、优化小组协作机制、加强教学反馈六个方面进行了干预的优化再设计。迭代后的教学实施过程如下：①导学启动阶段，通过介绍评价标准、分析学习需求、签订学习契约、开展课程前测、组建学习小组等活动，激发学习动机，并让学生明确深度学习的目标指向；②初步体验阶段，完成 2 个基础知识单元的学习内容，主要任务是让学生逐步熟悉 DBL 学习流程，逐步引入反思日记、思维导图和协作问题解决（良构）等三类深度学习活动。③全面开展阶段，设计并实施内容难度和复杂度不断攀升的 5 个核心学习单元，一方面继续实施反思日记写作和思维导图绘制活动，帮助学生提升思维质量，另一方面结合学习内容将深度学习转向以案例分析、观点融合、协作问题解决（劣构）为典型代表的高阶认知活动。④总结评价阶段，一方面开展了线上个人结课作业同伴互评活动；另一方面针对协作学习设计了观点融合的小组结课项目，要求学生完成真实情境下的信息检索、整合与分析。

4. 研究结果

4.1. 课程学习成绩分析

学习成绩是评价学生核心学科知识和技能掌握情况的核心指标。遵循多元评价原则，DBL 课程成绩由线上成绩和线下成绩构成，其中线上成绩包括章节测验（20 分）、在线讨论（15 分）和个人结课作业（15 分）三部分，下线成绩包括到个人出勤（10 分）、课程作业（15 分）、课堂表现（10 分）和小组结课项目（15 分）四部分。为了公平公正，研究采用了教师评价、机器评价和同伴互评三种评价方式。第一轮课程总成绩最高分 95.53，平均分 84.51，及格率 96.00%，优秀率 72.00%（ ≥ 85 分）。第二轮课程总成绩最高分是 99.51，平均分是 86.54，及格率为 97.87%，优秀率为 79.57%，说明两轮学生有效掌握了课程核心知识与技能。

4.2. 深度学习能力前后测对比分析

深度学习能力是学生有效适应 21 世纪学习、工作和生活的关键品质。为探究干预前后学生的能力变化情况，2 轮设计研究均进行了前测与后测，其中第二轮共 200 人同时完成了前、后测。选择美国深度学习项目 SDL 中研发的测量量表（Bitter, et al., 2014），经过进一步修订、完善，形成了由协作、沟通表达、自主学习、学习毅力、创新性思维和批判性思维 6 个维度构成的深度学习力量表， α 值在 0.832~0.906 之间。由于前、后测数据不服从正态分布，因此采用配对样本 Wilcoxon 符号秩检验的方法进行对比分析，如表 1 所示。

变量		均值	标准差	Z	P
协作能力	前测	3.26	0.43	-4.206	0.000
	后测	3.41	0.50		
沟通表达能力	前测	2.96	0.45	-8.326	0.000
	后测	3.32	0.50		
自主学习能力	前测	2.95	0.47	-7.844	0.000
	后测	3.29	0.53		
学习毅力	前测	2.53	0.39	-12.029	0.000
	后测	3.38	0.50		
创新性思维能力	前测	2.25	0.48	-11.444	0.000
	后测	3.00	0.63		
批判性思维能力	前测	3.35	0.46	-9.147	0.000
	后测	3.91	0.65		
	后测	4.69	0.54		

表 1 深度学习能力配对样本 Wilcoxon 符号秩检验 (N=200)

深度学习能力 6 个维度的前测得分为 2.53~3.35，后测得分为 3.32~3.91，成对样本检验的 Z 值范围为 -4.206~-12.029，各维度检验结果均为显著 ($P<0.01$)。可见，学生的六类深度学习能力得到了显著提升。Z 值排在前三位的是学习毅力、创新性思维能力和批判性思维能力，说明学生在克服困难完成学习任务、开阔思路生成新观点以及批判性分析问题方面最为受益。

4.3. 学习投入分析

学习投入作为是衡量深度学习是否发生的关键因素已得到人们的普遍认可。研究综合弗雷德里克斯 (Fredricks et al, 3012)、北京师范大学李爽 (2018) 以及韩彦凤 (2018) 的研究成果，通过修订形成了包括行为投入、认知投入和情感投入三个维度的学习投入量表。通过结课问卷对混合学习投入情况进行调查，有效样本为 221 份，子维度的 α 值分别为 0.908、0.912 和 0.786。统计结果显示，总体学习投入为 4.15 ± 0.60 ，情感投入 > 行为投入 > 认知投入，分别为 4.21 ± 0.63 、 4.14 ± 0.66 、 4.11 ± 0.69 (总分 5)，可见学生的学习投入处于较高水平，但教师需要将学生的积极情感体验转化为实际有效的学习行动，才能真正提升学习质量。

4.4. 学习者满意度分析

学习者满意度能够集中体现学生对于 DBL 教学新模式的接受和满意程度。研究以 ACSI 模型为基础，参考戴心来 (2017) 等提出的 MOOC 学习者满意度量表和王改花 (2020) 提出的混合学习者满意度量表，修订形成了以质量感知、期望感知和总体满意度为核心的测量工具。调查结果显示，总体满意度方面，第二轮学生选择比较和非常满意的人数之和达 93.76% (比第一轮高出 5.76%)。同时，从质量感知看，教学内容、活动、评价、质量、互动、平台六个方面的满意度也均超过 90%，表明迭代后的 DBL 设计得到了学生的更多认可。

5. 研究结论与启示

本研究以 S 师范大学本科生为例，通过两轮设计研究，发现促进深度学习的混合学习能够有效提升学习质量，学生课程成绩优异，6 类关键学习能力得到了有效发展，学习体验良好，满意度较高，而且学习投入处于较高水平，初步解决了混合学习中存在的“浅层低效”问

题。研究通过实践探索和理论溯源进一步形成了促进深度学习的混合学习设计原则：①面向高阶能力的目标定向原则。应积极鼓励学生树立认知、技能、情感和素养四个方面的深度学习目标，提升学习期望；②线上线下衔接互补的内容组织原则。应统筹考虑学习内容的知识类型和认知层次，围绕核心概念组织，合理确定在线和下线资源的类型、数量和媒体表现方式，做到内容上衔接补充、难度逐步攀升、情境性逐步增强；③以协作问题解决为核心的参与式活动原则。鉴于深度学习任务的复杂性，应积极开展应用、分析、评价、反思等高阶认知活动，并给学生提供充分的参与体验和展示机会，并发挥集体智慧，提升复杂问题的解决成效。④过程与结果并重的多元评价原则。应充分发挥评价的导向作用，从知识掌握、能力发展、情感体验和过程表现等维度对促进深度学习的混合学习进行综合评价。

参考文献

- Jensen E 和 Nickelsen L (2010)。深度学习的 7 种有力策略[M]。温暖,译.上海:华东师范大学出版社。
- 戴心来、郭卡和刘蕾(2017)。MOOC 学习者满意度影响因素实证研究——基于"中国大学 MOOC"学习者调查问卷的结构方程分析[J]。现代远距离教育, (2):17-23。
- 景玉慧和沈书生(2019)。走出混合学习误区:误区剖析与破解之策——以"音视频加工与制作"课程为例。现代教育技术, 29(7), 67-73。
- 沈霞娟、胡航、张宝辉、卜彩丽和付丽娟(2021)。大学生批判性思维与学习方式的发展现状及关系探究[J]。现代教育技术, 31(02):48-57。
- 王改花(2020)。大学生学习者特征对线上线下混合式学习效果的影响研究[D]。西安:陕西师范大学。
- Bitter C., Taylor J., Zeiser K., Rickles J.(2014).Providing Opportunities for Deep learning. Findings from the Study of Deep learning Opportunities and Outcomes: Report 2. Washington, DC: American Institutes for Research.
- CHOWDHRY S, & OSOWSKA R. (2017).In Search of Intellectual Stimulation: Understanding the Relationship Between Motivation, Deep Learning and Stimulation in the Higher Education Classroom[J]. *Journal on Today's Ideas -Tomorrow's Technologies*. 5(1):9-29.
- Laird, T. , Shoup, R. , Kuh, G. D. , & Schwarz, M. J. (2008). The effects of discipline on deep approaches to student learning and college outcomes.*Research in Higher Education*,49(6), 469-494.

教学视频中指示性手势对儿童学习效果的影响

Effects of the Instructor's Pointing Gestures on Children's Learning Performance in Video Lectures

张鑫璟¹, 刘艳², 杨九民^{1*}, 徐珂¹, 郭鑫¹

¹ 华中师范大学人工智能教育学部, ² 武汉理工大学法学与人文社会学院

* yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 为探究教学视频中教师的指示性手势对儿童学习效果的影响, 本研究以 108 名 6-7 岁 (一年级) 儿童和 118 名 10-11 岁 (五年级) 儿童为研究对象进行实验, 对比研究了观看不同类型教学视频 (教师无手势 VS 有指示性手势) 时学习者的学习效果。研究发现: 对于 6-7 岁与 10-11 岁的儿童, 教学视频中教师的指示性手势都促进了他们迁移成绩的提高, 其中, 指示性手势还提高了 10-11 岁学习者的社会存在感与学习满意度。基于本研究结果, 建议教师在设计与开发针对学龄儿童的教学视频时, 适当使用指示性手势为学习者提供学习引导。

【关键字】 教学视频; 指示性手势; 学习效果; 儿童

Abstract: In order to explore effects of the instructor's pointing gestures on children's learning performance in video lectures, children aged 6-7 (first grade) and 118 children aged 10-11 (fifth grade) were used as research objects to compare learning performance when they watched different types of video lectures (the instructor has no gestures vs. with pointing gestures). The study found that for children aged 6-7 and 10-11, the instructor's pointing gestures improved their transfer performance, and the pointing gestures also improved social presence and learning satisfaction of learners aged 10-11. Based on the results, it is suggested that instructors should appropriately use pointing gestures to guide learners when designing and developing video lectures for school-age children.

Keywords: video lectures, pointing gestures, learning performance, children

1. 引言

教学视频能够以视听结合的形式呈现知识, 具有生动形象、便捷灵活的特点, 因此它被越来越多地应用于在线教学与混合教学中 (Hong, Pi, & Yang, 2018), 并受到了不同年龄学习者的欢迎 (Jung & Lee, 2018)。而如何有效地从教学视频中学习, 一直是教育研究者关注的问题。

指示性手势是指通过一根手指或多根手指, 也可能是整只手来指向物理环境的某个物体或者是某个方位, 它常常伴随有指代性词汇, 如这里、那里、这个和那个等 (皮忠玲、章仪和杨九民, 2019)。它主要通过对物体的定位或对方向的确定来弥补语言的不足 (Kendon, 2004)。教师的指示性手势是教学视频中的一种常见手势, 也是教学视频学习过程中一种重要的注意线索 (Paas & Sweller, 2012)。之前已有一系列的研究表明, 教学视频中教师的指示性手势对成人学习者的学习有明显的促进作用 (王红艳等, 2018; Pi, Hong, & Yang, 2017b;

Pi, Zhang, Yang, Hu, & Yang, 2019; Pi et al., 2019), 但对于儿童学习的影响还没有明确的研究结论。本文主要探讨教学视频中教师的指示性手势对儿童学习者的影响。

2. 文献综述

根据多媒体学习认知理论 (CTML: Cognitive Theory of Multimedia Learning) 和认知负荷理论 (CLT: Cognitive Load Theory), 学习者的工作记忆容量是有限的, 学习者需要尽可能地将更多的工作记忆资源集中在教学内容上, 才能获得更好的学习成绩 (Baddeley, 1992; Mayer, 2005; Sweller, 1988)。因此, 在设计教学视频时, 应考虑如何帮助学习者减少对无关信息的处理, 例如, 可以试图减少学习者在屏幕上搜索教学内容的时间 (Pi et al., 2019)。已有研究证实, 对于成人学习者来说, 教学视频中的指示性手势在教学视频中添加指示性手势, 可以引导学习者的注意力, 帮助学生更高效地搜索关键信息, 并将更多的注意力分配给这些信息, 从而改善学习效果 (Pi, Hong, & Yang, 2017b; Pi et al., 2019)。此外, 社会存在理论 (Social Presence Theory) 认为, 更强的师生交互体验, 可以促进学习者的学习投入和认知加工 (Qi & Atkinson, 2007)。有研究发现, 教学视频中, 包括目光与指示性手势在内的教师引导行为在降低成人学习者认知负荷的同时, 可以提高学习者的社会存在感 (王红艳等, 2018)。

综上, 教学视频中教师的指示性手势可以促进成人学习者的学习, 那么对于儿童来说, 指示性手势是否会有同样的效果呢? 有研究发现, 6 岁儿童可以对眼睛注视线索表现出注意定向, 并随着年龄的增长而改善, 但对指示性手势的注意定向要到 8、9 岁时才表现出来 (王伟平和苏彦, 2007)。但在一项研究中, 研究者要求 4、5 岁儿童分别观看无手势与有指示性及描述性手势的视频, 发现教师的指示性及描述性手势可以促进学习, 且观看有手势的视频时, 被试对教学视频的关注度更高 (Valenzeno, Alibali, & Klatzky, 2003)。另外, 有研究结果发现, 教学视频中教师的手势 (左手指示等式左边, 右手指示等式右边) 有助于 7-10 岁儿童学习解决数学等价问题的正确策略, 并促进儿童对新知识的迁移 (Cook, Duffy, & Fenn, 2013)。

上述研究强调了手势对儿童的影响, 但当指示性手势单独存在时, 儿童会受到怎样的影响仍有待探究。因此, 本研究旨在探索教学视频中的指示性手势对儿童学习效果的影响。由于不同年龄儿童的认知水平不同, 对指示性手势的反应可能会存在差异, 本研究选取了学龄儿童中的两个年龄段, 分别探究他们受到的影响。

3. 研究一: 教学视频中指示性手势对 6-7 岁儿童学习效果的影响研究

3.1. 研究目的与假设

本研究旨在探究教学视频中的指示性手势是否会对 6-7 岁 (一年级) 儿童的学习效果产生影响。本研究采用准实验研究法, 借助录像设备实时记录学习者在观看教学视频时的状态, 并在观看教学视频之后让学习者填写学习效果测验问卷。基于相关理论和以往研究, 本研究提出以下两个研究假设:

H1: 有指示性手势的条件下比无手势的条件下, 学习者对教学视频的关注度更高;

H2: 有指示性手势的条件下比无手势的条件下, 学习者的学习效果更好。

3.2. 研究对象

本研究从山西省某小学随机选择两个一年级平行班的学生作为被试, 所有学生均无科学或相关课程的学习经验。有效被试人数为 108 人, 根据班级分为两组, 其中无手势组 55 人

(男生 22 人, 女生 23 人), 有指示性手势组 53 人 (男生 22 人, 女生 21 人), 年龄均为 6-7 岁。被试及监护人均知情同意, 实验结束后会获得礼物作为报酬。

3.3. 实验材料

本研究包含两种教学视频。(1) 无手势: 视觉画面中同时呈现教师和教学内容, 教师全程不使用任何手势。(2) 有指示性手势: 视觉画面中同时呈现教师和教学内容, 教师配合教学内容使用指示性手势。

两种教学视频的教学内容保持一致, 参考自教科版一年级科学上册, 主题为《认识植物》, 包括植物及其叶子的基本特征与生长特性。为控制无关变量, 录制视频时, 教师全程直视摄像机, 并保持固定的身体朝向和站姿。视频时长为 4 分 46 秒, 示意图如图 1 所示。



图 1 教学视频示意 (6-7 岁)

3.4. 测量工具

(1) 先验知识水平测验。由教学视频讲授者开发, 并经一名小学科学教师审核, 用于测量被试对植物相关知识的了解。为方便被试阅读, 题目标注了拼音。测验包含 5 道判断题, 每题 1 分, 共 5 分。

(2) 学习效果测验。测验包括保持测验和迁移测验两个部分, 由教学视频讲授者开发, 并经一名小学科学教师审核。为方便被试阅读, 题目标注了拼音。

保持测验的题目是教学视频中所讲内容的直接呈现, 包含 6 道判断题, 每题 1 分, 共 6 分; 以及 1 道画图题, 共 3.5 分, 漏画要点扣分。总分 9.5 分。

迁移测验的题目考察的是被试将观看教学视频学到的新知识应用于新任务中的能力, 包含 2 道判断题, 每题 1 分, 共 2 分; 1 道画图题, 共 3.5 分, 漏画要点扣分。总分 5.5 分。

(3) 转头次数

有研究将每位被试在观看视频的过程中将头转离视频的次数进行编码, 作为儿童对教学视频的关注度的粗略衡量标准, 头转离视频的频率越低, 代表关注度越低 (Valenzeno, Alibali, & Klatzky, 2003)。

本研究同样采用这一方法, 对 6-7 岁被试观看视频的过程进行录像, 设置前、后两个机位以保证每位被试的过程数据都被准确采集。在数据分析时数出每位被试将他/她的头转离视频的次数, 不包括轻微的点头、摇头动作, 短时间内连续转头记一次, 由两位主试各数一次进行确认。

3.5. 实验设计与流程

实验采用被试间设计, 每个班为一组, 实验处理 (有无指示性手势的教学视频) 被随机分配给每个组。实验在教室进行, 时长约为 25 分钟。首先主试向被试介绍实验流程, 然后要求被试填写前测问卷, 回收问卷后, 按照事先随机分配的实验处理, 播放有指示性手势或无手势的教学视频。在被试观看视频时, 对被试的反应进行录像用于后续分析。视频播放结束后, 发放后测问卷, 要求被试填写。由于 6-7 岁被试识字能力有限, 因此填写前、后测问

卷时，由主试朗读每道题目，并要求被试填写答案，每道题目读两遍。整个实验要求每位被试独立完成。

3.6. 研究结果

本研究以教学视频中有无指示性手势为自变量，以被试的先验知识水平及学习效果为因变量进行了独立样本 t 检验，同时以转头次数为因变量进行了非参数检验。先验知识水平、学习效果的描述性统计结果与独立样本 t 检验结果如表 1 所示。

表 1 变量的描述性统计和独立样本 t 检验结果（6-7 岁）

变量	实验条件	平均值	标准差	t	df
先验知识水平	无手势	1.76	1.14	0.23	106
	有指示性手势	1.72	1.00		
学习效果-保持测验	无手势	7.22	1.00	-0.39	106
	有指示性手势	7.31	1.25		
学习效果-迁移测验	无手势	4.03	1.67	-2.15	106
	有指示性手势	4.69	1.52		

（1）先验知识水平。独立样本 t 检验结果显示，无手势组与有指示性手势组的先验知识水平无显著差异 ($p = .82$)。说明两组被试对教学内容相关知识的了解程度无显著差异。因此，可以排除被试的先验知识水平对研究结果的影响。

（2）学习效果

保持测验成绩。独立样本 t 检验结果显示，无手势组与有指示性手势组的保持测验成绩无显著差异 ($p = .70$)，说明教学视频中的指示性手势对学习者的保持成绩无显著影响，不支持假设 H2。

迁移测验成绩。独立样本 t 检验结果显示，无手势组与有指示性手势组的迁移测验成绩有显著差异 ($p < 0.05$)。这说明，教学视频中的指示性手势对学习者的迁移成绩有显著影响，且观看有指示性手势教学视频的学习者的迁移成绩更高，支持假设 H2。

（3）转头次数

本研究编码了每组被试在观看视频时将他/她的头转离视频的次数。由于转头次数呈非正态分布，因此本研究将被试的转头次数作为检验字段，教学视频中有无指示性手势作为分组依据，进行非参数检验。结果显示，两组被试的转头次数无显著差异 ($p = .90$)，说明教学视频中的指示性手势对学习者的转头次数无显著影响，不支持假设 H1。转头次数的描述性统计结果如表 2 所示。

表 2 转头次数描述性统计结果（6-7 岁）

变量	实验条件	平均值	标准差
转头次数	无手势	0.98	1.84
	有指示性手势	0.75	1.42

但是，在对录像进行分析时，发现有指示性手势组的被试在教学视频中的教师提问时，大多数被试会伸出手指向答案，而在无手势组未发现这一现象。这表明，有指示性手势组的被试对教学视频中的提问有更积极的反应。

4. 研究二：教学视频中指示性手势对 10-11 岁儿童学习效果的影响研究

4.1. 研究目的与假设

本实验旨在探究教学视频中的指示性手势是否会对 10-11 岁（五年级）儿童的学习效果产

生影响。本研究采用准实验研究法，在观看教学视频之后让学习者填写社会存在感问卷、学习满意度问卷、认知负荷问卷及学习效果测验问卷。基于相关理论和以往研究，本研究提出以下两个研究假设：

H1：有指示性手势的条件下比无手势的条件下，学习者的社会存在感更高；

H2：有指示性手势的条件下比无手势的条件下，学习者的学习满意度更高；

H3：有指示性手势的条件下比无手势的条件下，学习者的认知负荷更低；

H4：有指示性手势的条件下比无手势的条件下，学习者的学习效果更好。

4.2. 研究对象

本研究从河北省某小学随机选择两个五年级平行班的学生作为被试，所有学生均有科学课的学习经验。有效被试人数为 118 人，根据班级分为两组，其中无手势组 63 人（男生 37 人，女生 26 人），有指示性手势组 55 人（男生 21 人，女生 34 人），年龄均为 10-11 岁。被试及监护人均知情同意，实验结束后会获得礼物作为报酬。

4.3. 实验材料

本研究包含两种教学视频。（1）无手势：视觉画面中同时呈现教师和教学内容，教师全程不使用任何手势。（2）有指示性手势：视觉画面中同时呈现教师和教学内容，教师配合教学内容使用指示性手势。

两种教学视频的教学内容保持一致，参考自人教版六年级科学上册，主题为《植物的根》，包括根的形态、结构功能等。为控制无关变量，录制视频时，教师全程直视摄像机，并保持固定的身体朝向和站姿。视频时长为 4 分 45 秒，示意图如图 2 所示。



图 2 教学视频示意图（10-11 岁）

4.4. 测量工具

（1）先验知识水平测验。由教学视频讲授者开发，并经一名小学科学教师审核，用于测量被试对植物的根相关知识的了解。测验包含 2 道单项选择题，每题 2 分，共 4 分；2 道多项选择题，每题 3 分，共 6 分，错选或漏选均不得分。总分 10 分。

（2）学习效果测验。测验包括保持测验和迁移测验两个部分，由教学视频讲授者开发，并经一名小学科学教师审核。

保持测验考察被试对教学视频中所讲内容的记忆与理解程度，包含 5 道填空题（共 9 空），每空 1 分，共 9 分；4 道单项选择题，每题 2 分，共 8 分。总分 17 分。

迁移测验考察被试将观看教学视频学到的新知识应用于新任务中的能力，包含 3 道判断题，每题 2 分，共 6 分；2 道单项选择题，每题 2 分，共 4 分；2 道多项选择题，每题 3 分，共 6 分，错选或漏选均不得分。总分 13 分。

（3）社会存在感问卷。本研究采用由 Kim 和 Biocca（1997）编制，杨九民（2014）改编的社会存在感自评问卷。问卷包括 8 个题项，采用 7 级评分，1 表示“非常不同意”，7 表示“非常同意”。得分越高代表学习者观看视频时的社会存在感越高。

(4) 学习满意度问卷。本研究采用由王欣欣编制 (2013), 杨九民 (2014) 改编的视频课程学习满意度问卷。问卷包括 17 个题项, 采用为 5 级评分, 1 表示“非常不同意”, 5 表示“非常同意”。得分越高代表学习者观看视频时的学习满意度越高。

(5) 认知负荷问卷。本研究采用采用 Pass 和 van Merriënboer 编制的认知负荷自评量表。问卷包括 2 个项目, 分别测量被试学习过程的心理努力, 以及对任务难度的评价。问卷采用 9 级评分, 得分越高代表学习者观看视频时的认知负荷越大。

4.5. 实验设计与流程

实验采用被试间设计, 每个班为一组, 实验处理 (有无指示性手势的教学视频) 被随机分配给每个组。实验在教室进行, 时长约为 40 分钟。首先主试向被试介绍实验流程, 然后要求被试填写前测问卷, 回收问卷后, 按照事先随机分配的实验处理, 播放有指示性手势或无手势的教学视频。视频播放结束后, 发放后测问卷, 要求被试填写。整个实验要求每位被试独立完成。

4.6. 研究结果

本研究以教学视频中有无指示性手势为自变量, 以被试的社会存在感、学习满意度、认知负荷及学习效果为因变量, 进行了独立样本 t 检验。变量的描述性统计结果与 t 检验分析结果如表 3 所示。

表 3 变量的描述性统计和独立样本 t 检验结果 (10-11 岁)

变量	实验条件	平均值	标准差	t	df
先验知识水平	无手势	2.41	1.66	0.94	87.22
	有指示性手势	2.02	2.70		
社会存在感	无手势	4.32	1.03	-3.30	116
	有指示性手势	4.88	0.76		
学习满意度	无手势	3.91	0.50	-3.93	116
	有指示性手势	4.29	0.57		
认知负荷	无手势	5.75	1.19	-0.72	116
	有指示性手势	5.90	1.28		
学习效果-保持测验	无手势	5.25	2.12	-0.68	116
	有指示性手势	5.53	2.25		
学习效果-迁移测验	无手势	6.14	2.26	-2.58	116
	有指示性手势	7.18	2.09		

(1) 先验知识水平。独立样本 t 检验结果显示, 无手势组与有指示性手势组的先验知识水平无显著差异 ($p = .35$), 说明两组被试对教学内容相关知识的了解程度无显著差异。因此, 可以排除被试的先验知识水平对研究结果的影响。

(2) 社会存在感。独立样本 t 检验结果显示, 无手势组与有指示性手势组的社会存在感存在显著差异 ($p < .05$)。这说明, 教学视频中的指示性手势对学习者的社会存在感有显著影响, 且观看有指示性手势教学视频的学习者的社会存在感更高, 支持假设 H1。

(3) 学习满意度。独立样本 t 检验结果显示, 无手势组与有指示性手势组的学习满意度存在显著差异 ($p < 0.05$)。这说明, 教学视频中的指示性手势对学习者的学习满意度有显著影响, 且观看有指示性手势教学视频的学习者的学习满意度更高, 支持假设 H2。

(4) 认知负荷。独立样本 t 检验结果显示, 无手势组与有指示性手势组的认知负荷无显著差异 ($p = .48$)。这说明, 教学视频中的指示性手势对学习者的社会存在感无显著影响, 不支持假设 H3。

(5) 学习效果

保持测验成绩。独立样本 t 检验结果显示, 无手势组与有指示性手势组的保持测验成绩无显著差异 ($p = .50$), 说明教学视频中的指示性手势对学习者的保持成绩无显著影响, 不支持假设 H4。

迁移测验成绩。独立样本 t 检验结果显示, 无手势组与有指示性手势组的迁移测验成绩存在显著差异 ($p = .01$), 教学视频中的指示性手势对学习者的迁移成绩有显著影响, 且观看有指示性手势教学视频的学习者的迁移成绩更高, 支持假设 H4。

5. 讨论

本研究探究了教学视频中的指示性手势对儿童学习效果的影响。研究表明, 对于 6-7 岁 (一年级) 与 10-11 岁 (五年级) 的儿童, 教学视频中的指示性手势均有利于其迁移成绩的提高。其中, 在对 6-7 岁儿童的观察中发现, 观看有指示性手势的学习者对教学内容表现出更积极的反应。根据 10-11 岁儿童的自我报告, 在有指示性手势的条件下, 学习者的社会存在感及学习满意度更高。

5.1. 教学视频中指示性手势对 6-7 岁儿童的影响

以往研究发现, 指示性手势可以提高学习者的视觉搜索效率, 并促进学习者注意力的合理分配 (Pi et al., 2019)。但在本研究中教学视频中的指示性手势对 6-7 岁儿童观看视频时的转头次数无显著影响, 这与已有的研究结果不一致 (Valenzano, Alibali, & Klatzky, 2003)。一种可能的原因是, 实验时两组被试所在班级的班主任老师均在场, 被试碍于班主任的威严, 不敢随意转头, 但头未转离视频不能代表被试的注意力一定在教学视频上。在对录像进行分析时发现, 有指示性手势组的被试在教学视频中的教师提问时, 大多数学习者会伸出手指向答案, 这可能是指示性手势的引导作用使学习者对教学视频中的提问投入了更多的关注, 并进一步激发了学习者的准社会互动, 产生手指向答案的动作 (Qi & Atkinson, 2007)。

指示性手势的这一积极影响也反映在学习者的迁移成绩上。对教学视频更多的关注, 对指示性手势提示的重难点更多的注意, 使学习者能够将更多的工作记忆空间用于对重难点知识的学习, 更好地掌握与理解知识, 从而获得对教学内容更好的迁移与应用能力 (Pi, Zhang, Yang, Hu, & Yang, 2019)。这与以往研究结果一致 (Cook, Duffy, & Fenn, 2013)。而两组学习者的保持成绩无显著差异, 可能是由于学习材料与生活实际有一定的联系, 易于掌握与回忆, 使指示性手势的引导作用发挥不明显。

5.2. 教学视频中指示性手势对 10-11 岁儿童的影响

在学习效果方面, 教学视频中的指示性手势对 10-11 岁儿童表现出与 6-7 岁儿童一致的影响。同时, 在有指示性手势的条件下, 10-11 岁学习者表现出更高的社会存在感, 这与以往的研究结果一致 (王红艳等, 2018)。教学视频中的指示性手势使学习者体验到了更高的被关注感与师生交互的临场感, 更好地沉浸于教学视频中。同时, 在有指示性手势的条件下, 学习者的学习满意度更高, 说明这样的教学视频更能满足学习者的学习需求。

此外, 根据研究结果, 虽然教学视频中的指示性手势能够使学习者将其有限的认知资源投入到更高效的知识建构过程中, 但它并未降低学习者的认知负荷。有研究认为, 多媒体学习中的线索能够减少学习者用于搜索、组织和整合信息时消耗的认知资源, 从而降低认知负

荷（王福兴、段朝辉和周宗奎，2013）。但本研究的结果并不支持这一观点，这可能是因为学习者的认知资源是有限的，指示性手势使 10-11 岁学习者分配了更多的认知资源去加工教师形象，从而与学习者搜索教学内容时节省的认知资源相抵消。

6. 研究结论

本研究发现，6-7 岁（一年级）儿童已经能够表现出对教学视频中教师指示性手势的注意定向。教学视频中的指示性手势能够改善 6-7 岁（一年级）与 10-11 岁（五年级）儿童的学习效果。本研究结果丰富了教学视频中指示性手势的应用研究，为小学阶段教学视频的设计与开发提供了证据支持。制作教学视频时，对于学龄儿童，教师可适当使用指示性手势提示重点，引导注意力，以促进学习者学习效果的提升。

在后续研究中，可以利用眼动技术，分析观看教学视频时儿童的注意力分配，进一步探究教学视频中指示性手势影响其学习效果的内在机制。

参考文献

- 皮忠玲、章仪和杨九民（2019）。教师手势对视频学习的影响及其认知神经机制。《中国电化教育》，（04），103-110+129。
- 王福兴、段朝辉和周宗奎（2013）。线索在多媒体学习中的作用。《心理科学进展》，（08），1430-1440。
- 王红艳、胡卫平、皮忠玲、葛文双、徐益龙、范笑天和梁燕玲（2018）。教师行为对教学视频学习效果影响的眼动研究。《远程教育杂志》，（05），103-112。
- 王伟平和苏彦捷（2007）。眼睛注视是独特的吗？——来自发展的证据。《心理学探新》，（03），32-37。
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Cook, S. W., Duffy, R. G., & Fenn, K. M. (2013). Consolidation and transfer of learning after observing hand gesture. *Child Development*, 84(6), 1863-1871.
- Hong, J., Pi, Z., & Yang, J. (2018). Learning declarative and procedural knowledge via video lectures: Cognitive load and learning effectiveness. *Innovations in Education and Teaching International*, 55(1), 74-81.
- Jung, Y., & Lee, J. (2018). Learning engagement and persistence in massive open online courses (MOOCS). *Computers & Education*, 122, 9-22.
- Kendon, A. (2004). *Gesture: Visible action as utterance*. UK: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Paas, F., & Sweller, J. (2012). An evolutionary upgrade of cognitive load theory: using the human motor system and collaboration to support the learning of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 24(1), 27-45.
- Pi, Z., Hong, J., & Yang, J. (2017b). Effects of the instructor's pointing gestures on learning performance in video lectures. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 1020-1029.
- Pi, Z., Zhang, Y., Yang, J., Hu, W., & Yang, H. (2019). All roads lead to Rome: Instructors' pointing and depictive gestures in video lectures promote learning through different patterns of attention

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- allocation. *The Journal of Nonverbal Behavior*, 43(4), 549-559.
- Pi, Z., Zhang, Y., Zhu, F., Xu, K., Yang, J., & Hu, W. (2019). Instructors' pointing gestures improve learning regardless of their use of directed gaze in video lectures. *Computers & Education*, 128, 345-352.
- Qi, D., & Atkinson, R. K. (2007). Fostering multimedia learning of science: exploring the role of an animated agent's image. *Computers & Education*, 49(3), 677-690.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Valenzano, L., Alibali, M. W., & Klatzky, R. (2003). Teachers' gestures facilitate students' learning: a lesson in symmetry. *Contemporary Educational Psychology*, 28(2), 187-204

基于虚拟实验的翻转课堂探究性实验教学框架设计——以初中物理为例

Design of Flipped Classroom Teaching Framework Based on Virtual Laboratory

——Taking Junior Middle School Physics Experiment as an Example

王朝¹，张屹¹，林裕如¹，汪一池¹

¹ 华中师范大学人工智能教育学部教育信息技术学院

*3404768985@qq.com

【摘要】“互联网+”背景下，以沉浸性、交互性为主要特征的虚拟实验正被广泛应用于教育领域。本文针对初中物理的探究性实验，参照已有的翻转课堂教学模式，设计了基于虚拟实验的翻转课堂探究性实验教学框架，以促进主动学习，发展科学探究能力。同时，本文尝试在初中物理探究性实验教学中展开该框架的具体应用，以为虚拟实验在教学中的应用提供一些思考。

【关键字】 虚拟实验；翻转课堂；探究性实验；教学框架

Abstract: Under the background of "Internet +", virtual experiments with immersion and interactivity as the main characteristics are widely used in the field of education. Aiming at the exploratory experiment of middle school physics and referring to the existing flipped classroom teaching mode, this paper designed the exploratory experiment teaching framework of flipped classroom based on virtual experiment to promote students' active learning and develop their scientific inquiry ability. At the same time, this paper tried to carry out the concrete application of this framework in junior middle school physics exploratory experiment teaching, in order to provide some thoughts for the application of virtual experiment in teaching.

Keywords: Virtual laboratory, flipped classroom, experimental teaching, teaching framework

1. 前言

实验教学是中学学科教学的重要内容。情境理论认为，概念与原理等学科内容的学习是不可能脱离具体的活动方式进行的（贾义敏和詹春青，2011）。在物理学科中开展探究性实验，能够巩固学生对物理理论知识的理解，发展问题解决的能力、提高实验素养。面对传统实验教学中学生被动学习的弊端，虚拟实验教学作为传统实验教学的一种有效的补充，已经成为加强实践教学、提高教学质量的重要手段（孙燕莲和文福安，2009）。中国国家教育部于2018年制定了《教育信息化 2.0 行动计划》，明确指出实现教育信息化的途径、方法是信息技术与教育的深度融合。将虚拟实验应用于中学实验教学，可以改善传统实验教学，激发学生的学习兴趣 and 探索精神，促进教育信息化的发展。本研究尝试以翻转课堂模式为基础，着力打造新型高效的物理实验课堂，探索促进学生主动学习和发展科学探究能力的有效途径。

2. 文献综述

2.1. 虚拟实验

虚拟实验是指借助于图形、图像、仿真和虚拟现实等技术在计算机上所营造的可辅助、部分替代甚至全部替代传统实验各操作环节的相关软硬件操作环境（瞿翌，2004）。一些学者对虚拟实验的应用价值和范围展开了研究：James R. Brinson（2015）发现与传统实验室学习相比，学生在虚拟和远程实验室中的学习成果成就与之相当或更高；刘清堂等发现不同学段中，虚拟实验对中学生的影响效果最显著（刘清堂、马晶晶、余舒凡、乐惠晓和吴林静，

2021)；Minglei Song 等人构建了一基于人工智能的虚拟教育实验平台的总体框架（Minglei Song, Binghua Wu & Lihua Liu, 2020）。以上研究表明，具有沉浸性、交互性特征的虚拟实验对中学实验教学具有一定意义，但缺少适用于虚拟实验的教学模式以及实验类型的相关研究。

2.2. 探究性实验

探究性实验是实验者通过自主开展实验，探索、分析、研究得出结论，以发现新事物、新规律，从而形成科学概念的一种认知活动（杨永巧，2008）。因此，探究性实验的开展需要尝试新的实验条件和改变传统教学模式。一方面，传统实验条件难以满足学习者进行重复实验，影响了学生主动性和创造性的发挥。将网络平台与实验平台结合起来，可为学生提供研究性、探索性的实验（徐瑞，2009）。另一方面，目前关注现代化技术或手段应用于实验中的研究，大多仍沿用“以教为主”的教学模式。例如 Rui Yao（2012）提出了专门用于支持学生自主探究的虚拟实验平台，学生可自选问题进行实验，在提交作品、师生评估后，再对操作加以改进，但其弱化了教师的引导作用；郭欣悦等基于 Easy Java Simulations (EJS) 建模软件提供了一个以“创设情境、布置任务、实施探究”为主要教学过程的中学物理探究式教学案例（郭欣悦、贺相春和张筱兰，2015），但沿用的仍是传统教学模式。因此，我们需要用新的教学理念和教学模式加以引领。

2.3. 翻转课堂

翻转课堂是指将学习过程中“知识传授”和“知识内化”两个阶段颠倒的新型教学模式（邱艺、谢幼如、李世杰和黎佳，2018），它对实践类知识的学习有很好的促进作用（李彤彤、庞丽和王志军，2018）。一些学者对与虚拟实验相关的翻转课堂模式进行了探索，如苏仰娜等针对大学生设计开发了应用交互式实验模拟软件的翻转课堂形式（苏仰娜和黄映玲，2015）；黄姗姗等“实验——理论——实践”相结合，运用虚拟互动实验结合翻转课堂教学模式来提高学生课堂活跃度和参与率（黄姗姗等，2018）。

虚拟实验不受时空限制的特点与翻转课堂理念所提倡的学生主体思想相契合，为学生进行自主实验探究提供了条件。在翻转课堂模式下进行虚拟实验，课前是教师引导学生自学，发挥学生主体意识的过程。课上是学生展示的平台，教师则为学生补充内容和指点实验误区，从而调动学生的主动性和自主学习能力，实现师生的双向互动。课后学生通过总结实验现象和实验方法，反思实验过程，完成实验报告，达到对理论知识的深化理解，提高实验能力。

3. 基于虚拟实验的翻转课堂探究性实验教学框架设计

李洪修等从知识的联结、内化、延伸三个阶段探索了深度学习下翻转课堂的教学路径，提出了基于深度学习的 Coaction of Online and Offline Circle (COOC) 翻转课堂教学模式（李洪修和李哨兵，2017）。该模式将线上线下学习结合起来，鼓励学生在情境中协作探究，强调以问题解决为内核的深度探究式学习，包括在线课前导学、离线课内教学和双线课后交互三个环节。本研究以此为基础，构建了基于虚拟实验的翻转课堂探究性实验教学框架（见图1），以促进主动学习，发展科学探究能力。

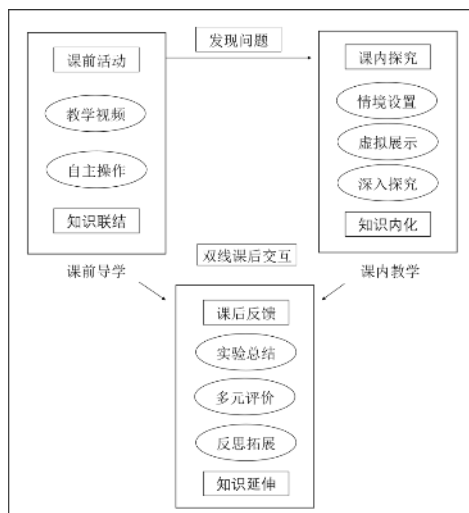


图 1 基于虚拟实验的翻转课堂教学框架设计

4. 基于虚拟实验的翻转课堂教学设计案例

将该框架应用至中学课堂，以人教版八年级物理教材《压强》为例，借助 nobook 虚拟实验室平台，可从以下几个步骤展开教学（见图 2）。该节的主要内容是认识压力，了解压力的作用效果，探究影响压力作用效果的因素，并利用虚拟实验总结实验方法，探究实验结论。教学目标分析：（1）知识与技能：a.能区别压力与重力的不同；b.能通过实验理解压强的概念；b.能和生活中蕴含着压强知识的场景相联系。（2）过程与方法：a.通过虚拟实验掌握实验方法，根据实验现象得出实验结论；b.通过自主学习活动体验虚拟实验的操作方式，培养主动学习精神。（3）情感、态度、价值观：a.通过虚拟实验，逐步培养分析、解决问题的能力，增强探究意识；b.在实际操作中体会探究的乐趣，提高对物理实验的兴趣。

教学环境上，以便于小讨论的圆形桌椅布局为佳。此外，教师需要在虚拟实验教学平台中建立便于师生互动的虚拟班级。

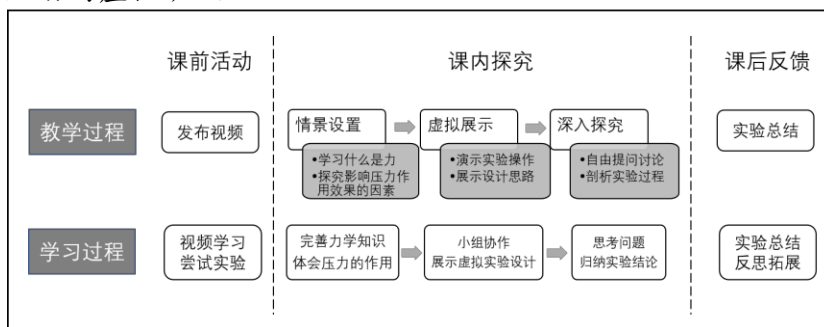


图 2 基于虚拟实验的翻转课堂教学设计案例——《压强》

4.1. 课前活动——知识联结阶段

教师在课前为学生提供关于压力与重力的学习材料和微视频，要求学生掌握预备知识，并熟悉虚拟实验的基本操作方法，并尝试设计探究实验。学生要在自学中联系旧知识，寻找身边与“力”有关的场景，感受“力”的作用。同时要把遇到的问题记录下来，反馈给教师。

4.2. 课内探究——知识内化阶段

4.1.1. 情境设置

教师首先通过虚拟实验介绍“防疫医生用很细的针头就能轻易地刺破患者的皮肤”、“火神山医院建设过程中，安装有履带的拖拉机几乎不会陷在在泥土地中”等生活中的例子，创设问题情境，吸引学习者的兴趣，唤起其探究新知识的动力：什么是压力、影响压力作用效果

的因素有哪些，从而帮助学生树立科学探究的意识，明确本节课的学习主题和实验目的。

4.1.2. 虚拟展示

请学生利用身边的书本等物品展示力的作用和特点，体会力的大小和方向。接着，教师引导学生思考压力的作用效果与哪些因素有关，请学生将可能因素列举出来，邀请小组代表利用虚拟实验提供的仪器和材料展示实验设计思路和过程。例如可设计如下实验（见图 3）：实验一将桌子正放在泥土上；实验二将桌子正放在泥土上，桌上放一个砝码；实验三将桌子倒放在泥土上，桌上放一个砝码。由于选用的砝码质量均相同，可以通过桌子陷入沙土的深度来表现压力的作用效果。

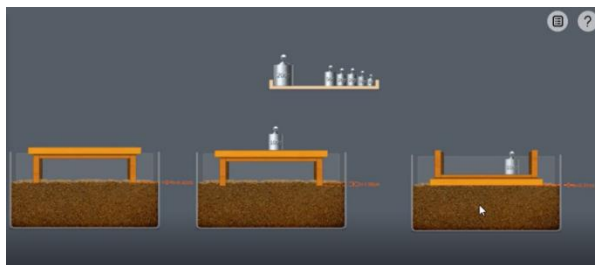


图 3 实验示意图

4.1.3. 深入探究

小组展示后，学生可提出自己在实验过程中遇到的问题。教师应对其进行指导，引导学生总结该实验的设计思路，从中体会控制变量法的使用，促进学生对压力作用效果的理解。教师要在实验的基础上深层次引出理论知识压强的定义，并结合具体案例带领学生感受压强的学习对于实际生活的意义。

4.3. 课后反馈——知识延伸阶段

课下学生需要填写实验报告单，总结实验过程，反思学习态度与方法，并完成相应的自评与组间互评。同时教师布置作业请同学根据其对压强的理解，对生活中的事物进行改造，从而检验学生的学习效果，例如有的学生为家长的菜篮子缝制了一个加宽的提手以避免勒手；还有的学生把家里的菜刀磨得更锋利以便于切菜等。通过布置真实的任务，将理论知识延伸到学生的真实生活中，来考察学生联系实际的能力和灵活变通的能力，引导学生树立知识改变生活的创造意识。

5. 总结展望

本文设计了基于虚拟实验的翻转式课堂教学，以虚拟实验为依托，以李洪修等人提出的翻转课堂教学模式为基础，从知识联结、内化、延伸的角度，进行了“课前活动、课内探究、课后反馈”的学习活动设计与实施。旨在通过打造情境化、虚拟化、可视化的生动课堂，充分发挥学习者的主动学习能力，促进其科学探究能力的发展。本研究也存在一些不足，后续可从以下方面进行改进：一是在后续研究中采用实验对框架进行进一步验证；二是开展虚拟实验支持下不同实验类型的教学探索与实践。希望本研究的教学设计思路与方法能够为初中物理实验教学的开展提供参考与借鉴，促进信息化条件下实验教学的发展。

参考文献

- 郭欣悦、贺相春和张筱兰(2015)。EJS 建模软件在中学物理探究式教学中的应用研究。《中国电化教育》，(07),116-121。
- 黄姗姗、张靖炜、吕文慧、苏华山、周海娜和刘苏淮(2018)。虚拟互动实验在经管类实验翻转课堂教学中的应用。《实验室研究与探索》，(07),150-154+300。
- 贾义敏和詹春青(2011)。情境学习:一种新的学习范式。《开放教育研究》，(05),29-39。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 李洪修和李哨兵(2017)。深度学习下翻转课堂的实施路径设计。**中国电化教育**, (07),67-72。
- 李彤彤、庞丽和王志军(2018)。翻转课堂教学对学生学习效果的影响研究——基于 37 个实验和准实验的元分析。**电化教育研究**, (05),99-107。
- 刘清堂、马晶晶、余舒凡、乐惠晓和吴林静(2021)。虚拟实验对学生学习效果的影响研究——基于 30 项实验与准实验研究的元分析。**中国远程教育**, (01),8-16+26+76。
- 瞿翌(2004)。网上虚拟实验的研究与教学。**开放教育研究**, (04),62-64。
- 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**, (07),70-76。
- 孙燕莲和文福安(2009)。虚拟实验教学的探索与实践。**现代教育技术**, (04),131-132。
- (2018)。教育信息化 2.0 行动计划。**西部素质教育**, (14),15。
- 苏仰娜和黄映玲(2015)。基于交互式实验模拟软件的翻转课堂模式设计与应用——以“虚拟多媒体教学系统”为例。**中国电化教育**, (10),60-67。
- 徐瑞(2009)。现代教育技术在物理实验教学中的实践。**中国电化教育**, (03),81-83。
- 杨永巧(2008)。中学物理探究性实验教学的实践与思考。**教学与管理**, (03),143-144。
- James R. Brinson. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional (virtual and remote) versus traditional (hands-on) laboratories: A review of the empirical research. *Computers & Education*, 87pp. 218-237.
- Minglei Song and Binghua Wu and Lihua Liu. (2020). Design of virtual education experiment platform based on artificial intelligence. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 30(4),
- Rui Yao.Design of InquiryVirtual Experiment Platform[J].*EnergyProcedia*, 2012, (16) :1579-1585.

面向小学数学学科核心素养培养的设计型学习过程与策略

The process and strategy of design-oriented learning for cultivating primary school mathematics discipline core accomplishment

袁琪^{1*}, 叶建芳¹, 吴素惠¹, 王梦瑜¹

¹ 华南师范大学 教育信息技术学院

*1731364179@qq.com

【摘要】 该研究根据《义务教育数学课程标准(2011年版)》和《中国学生发展核心素养》等相关文件精神,以设计型学习与小学数学学科核心素养为主要内容,分析了设计型学习应用于小学数学学科教学的科学性与可行性,探究将设计型学习应用于小学数学课堂教学的一般过程和教学策略,以期推动设计型学习与小学数学学科深度融合,为信息技术支持下的设计型学习的实践应用提供参考。

【关键词】 设计型学习; 小学数学; 学科核心素养; 教学过程; 教学策略

Abstract: Based on the spirit of relevant documents such as "Compulsory Education Mathematics Curriculum Standards (2011 Edition)" and "Chinese Students' Development Core Literacy", this research analyzes the scientificity and feasibility of applying design-oriented learning to primary school mathematics teaching by taking design-oriented learning and primary school mathematics discipline core literacy as the main content. It also explores the general process and teaching strategies of applying design-oriented learning to primary school mathematics classroom teaching, in order to promote the deep integration of design-oriented learning and primary school mathematics, and to provide valuable reference for the practical application of design-oriented learning supported by information technology.

Keywords: design-oriented learning; primary school mathematics; core academic literacy; teaching process; teaching strategies

1. 问题的提出

《义务教育数学课程标准(2011年版)》以及《中国学生发展核心素养》报告的发布,使得有关各学科核心素养的讨论成为了教育界的热点话题。目前小学数学教学仍然存在学生学习主体地位不突出、忽视对学生数学学习兴趣的培养、不注重将学科知识讲解与实际生活问题相联系等问题,这些问题严重影响了数学学科核心素养的培养,而不恰当的教学方式是导致这些问题的影响因素之一。已有研究表明,设计型学习具有提升学生的问题解决能力、批判性思维技能、想象力和创造力等功能;基于此,笔者认为设计型学习应用于小学数学教学是可行的。由于设计型学习最先起源于科学教育领域,目前已有的设计型学习相关研究主要面向 STEM 教育、创客教育等综合性学科的教育教学,将设计型学习应用于小学数学教学的研究又非常缺乏。由此,探究符合小学数学学科背景下的设计型学习过程以及设计型学习应用于小学数学教学的具体策略是亟待解决的问题。

2. 相关研究综述

2.1. 小学数学学科的研究

2.1.1. 小学数学学科核心素养的内涵

提升学生的“学科核心素养”，是 21 世纪课程改革的主要目标之一，数学是我国义务教育的主要学科，该学科核心素养的培育尤为重要。针对小学数学学科核心素养的构成要素，不同的学者有不同的观点，如曹培英认为小学数学学科核心素养体系由两个层面（数学思想方法、数学内容领域）、六要素（抽象、推理、模型、运算能力、空间观念、数据分析观念）构成；周淑红认为小学数学学科核心素养由应用意识、运算能力、推理能力和几何直观四方面构成。本研究认为，小学数学学科核心素养包括数学知识技能、数学思想方法、数学应用意识、数学应用能力和数学态度精神等内容。

2.1.2. 小学数学学科教学存在的问题

随着新课改在小学数学教学中的不断深入，尽管目前的小学数学教学相对于传统的“填鸭式”教学已有很大的进步，但仍存在许多不足之处，如黄爱珍认为小学数学教学存在忽视学生的兴趣、教学方式单一的问题；杨校宁认为小学数学探究教学中存在教师不能充分发挥主导作用、忽视评价的作用等问题。正是这些问题严重影响小学数学学科核心素养培养目标的实现，因此有必要探究能够解决这些问题，并且符合小学数学学科性质的教学方法。

2.2. 设计型学习的研究

20 世纪 80 年代，为改变忽略学生科学探究方法与动手实践能力的现状，美国科学促进协会要求将“设计”融入科学教育中，试图通过“探究”与“设计”实践，帮助学生习得在日常情境中解决问题的能力。设计型学习从而受到广大学者的关注。目前国内外对设计型学习的界定主要分为两种：一是将设计型学习视为学习方式，目的是让学生掌握知识和技能，培养学生创新能力。如克罗德娜认为设计型学习是基于项目探究的方法，是学生在完成设计型挑战任务的情境下学习科学知识和技能的途径。二是将设计型学习视为教育模式，目的是为了设计，如饶敏等认为，设计型学习是以学习目标为出发点，运用各科知识来设计解决问题的教学模式。本研究认为设计型学习是以形成某种具象的设计成果为目的的探究性学习方法，目的是帮助学生在设计的过程中学习相关知识和技能，以及培养利用这些知识和技能来解决实际问题的能力，包括“设计—学习—再设计—形成成果”的过程。

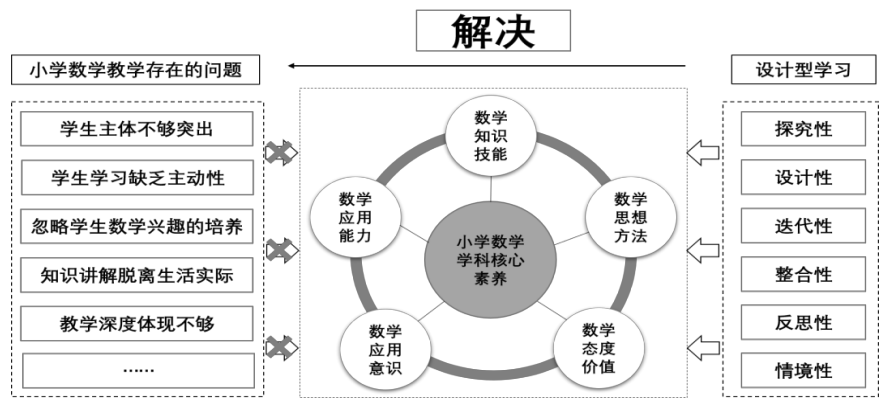
2.3. 设计型学习应用于课堂教学的研究

设计型学习源于科学教育领域，逐渐向其他教学领域拓展，如朱龙，胡小勇依托创客教育环境，构建了以“探究”“设计”和“反思”为核心的面向创客教育的设计型学习模式；丁美荣，陈壹华以计算机网络实验为例，介绍运用该方法进行实验教学的具体过程；杜正明提出设计型学习应用于初中数学的做法，并鼓励同行利用设计型学习方法来培育学生的数学学科核心素养。研究发现，设计型学习已普遍应用于创客教育、STEAM 教育以及高等教育的实验教学，并具有与基础教育相融合的潜力，而目前关于设计性学习在基础教育的应用相对来说较少，因此该方面的研究有待进一步深入。

3. 小学数学课堂的设计型学习过程探究

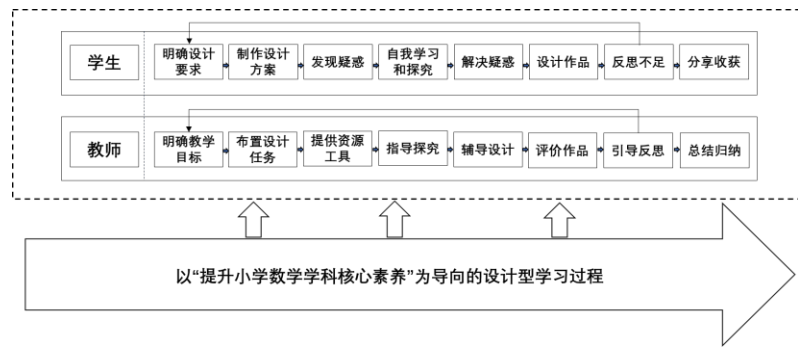
3.1. 设计型学习提升小学数学学科核心素养的可行性分析

新课标下提升数学学科核心素养是小学数学教学改革的重要目标之一，而目前小学数学教学中存在的学习者学习主体不突出、学生学习缺乏主动性等问题严重影响了小学数学学科核心素养的培育，为解决这些问题，我们需要不断探索促进小学数学学科核心素养提升的学习方式，而设计型学习的探究性、设计性、反思性、情境性和面向问题解决等典型的特征能够很好地适应以“小学数学学科核心素养的培养”为导向的数学知识学习的诉求，它们的具体关系如图 1 所示。综上所述，设计型学习应用于小学数学教学的设想是科学并且可行的。



3.3. 小学数学课堂的设计型学习过程

在设计型学习的过程中，教师需利用信息技术创设与教学内容有关的情境使学生产生情感共鸣，激发学生的设计热情，然后给学生布置合适的设计任务，提供相关的学习资源（应包括数学学科资源及必要的跨学科资源）供学生学习，。教师充当学生学习的引导者、资源的提供者，教学节奏的控制者及设计作品的评价者。学生为完成设计任务，利用相关的信息技术、学科与跨学科资源以及设计工具，设计出符合要求的作品。学生是学习的主体，是设计活动的参与者，是设计作品的评价者。结合上述分析，笔者主要从教师活动和学生活动两个方面来阐述设计型学习应用于小学数学课堂教学的一般过程，如图 2 所示。



4. 基于设计型学习的小学数学教学策略

4.1. 确定适合开展设计型学习的教学内容

笔者在文献分析以及对教学实践经验总结的基础上,认为设计型学习与数学学科中“图形与几何”模块的融合最有潜力,建议教师在开展小学数学的设计型教学时可从该模块入手。

4.2. 选择能体现数学学科核心素养的设计任务

在设计型学习过程中,要保证设计任务具有针对性。任务要针对具体的教学目标,指向具体的学习内容。建议教师在设计任务时,进行任务拆解,分析每个小任务的目标和内容。

4.3. 提供能够支撑开展设计型学习的教学资源

为有效开展设计型学习,教师应提前为学生准备学习资源,如与课程内容相关的学习资源、与设计实施相关的设计工具,如用于书签制作的纸,量尺、铅笔等、创造设计情境的视频资源,用于作品评价的评价指标体系或量规等。

4.4. 教学过程要重点突出探究、设计和反思环节

探究、设计和反思是设计型学习中的三个核心环节,学生在明确设计任务之后,需与小组合作探究出设计方案,然后动手实践,在实践中发现问题,通过反思问题出现的原因,补充相关的知识,解决疑惑后进行再探究,再设计。

4.5. 以信息技术环境为支撑开展教学实施

开展设计型学习,应重视信息技术手段的应用,如利用投影仪创设任务情境,利用课件呈现任务要求,利用一体机和 PAD 传送和接收学习资源、上传和分享设计的作品等等。

5. 总结

本研究通过文献分析了小学数学学科核心素养的五大构成要素、教学中存在的问题以及设计型学习的特点,分析了设计型学习应用于小学数学课堂教学来提升学科核心素养的科学性和可行性,探究了设计型学习应用于小学数学教学中的过程和策略,以为信息技术环境支持下设计型学习与小学数学教学的深度融合,及设计型学习在小学数学课堂教学中的实践提供参考。

参考文献:

- 曹培英(2017)。小学数学学科核心素养及其培育的基本路径。《中小学教材教学》,(1):4-8。
- 丁美荣和陈壹华(2011)。基于设计型学习的计算机网络实验教学研究。《计算机教育》(01)。
- 杜正明(2018)。设计型学习在初中数学教学中的尝试与思考。《数学教学通讯》,(11)。
- 李奎和马丽君(2017)。小学数学学科核心素养建构初探。《现代中小学教育》,(04):39-42。
- 黄爱珍(2019)。新课改下小学数学教学存在的问题及对策。《数学学习与研究:教研版》,(4):89-89。
- 饶敏、胡小勇等(2018)。如何促进学生的创造力培养?——从设计型学习初始模式到设计型学习实践模式。《现代教育技术》,28(09):60-66。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 尹明华、王艾平等 (2016)。基于设计型学习 (DBL) 的动物生物课程教学改革与实践。黑龙江农业科学, (04):134-136。
- 杨校宁 (2009)。新课改下小学数学探究教学中遇到的问题及对策研究。数学学习与研究: 教研版, 2009(7):。
- 朱龙和胡小勇 (2016)。面向创客教育的设计型学习研究: 模式与案例。中国电化教育。
- 张君瑞 (2013)。“基于设计的学习(DBL)”学习活动的设计与应用。考试周刊,(53):120-121。
- 周淑红 (2017)。小学数学核心素养培养研究。哈尔滨师范大学。
- Wijne, W.H.F.W. Towards Design-Based Learning [EB/OL].
http://w3.tue.nl/fileadmin/stu/stu_oo/doc/OGO_brochure_1_EN.pdf, 2009-06-15。

增强现实技术在教育领域的研究综述：设计、应用与反思

Systematic Review of Augmented Reality in Education: Designs, Applications and Reflections

程欣艳^{1*}, 朱雪莉²

¹² 华中师范大学人工智能教育学部

* 2161240358@qq.com

【摘要】 本文以 CNKI 为数据来源, 以 AR 在教育领域的研究为主题, 对检索到的 97 篇文献用内容分析法进行综述。研究发现: (1) 教学场景上, 学段与学科分别主要针对中小学教育与自然科学; (2) 教学设计上, 教学方法主要用游戏化教学, 教学评价以测验为主; (3) 产品类别上, 手机和平板 APP 居多, 硬件产品缺乏多样性; (4) 研究类型上, 研究方法多为理论研究, 研究结果维度多样。未来 AR 在教育中的研究与应用应拓宽教学场景, 注重教学评价, 增强应用普及性与多样性, 注重理论与实验研究互补, 促进 AR 与教育深度融合。

【关键字】 增强现实技术; 教育; 教学; 应用

Abstract: Taking CNKI as data and AR in education as theme, the paper reviewed 97 articles retrieved by content analysis method. The findings are: (1) In teaching scenario, elementary & secondary education is the main in segment while natural science in subject; (2) In teaching design, game teaching is the main in method while test in evaluation; (3) In product categories, phone & tablet apps are the majority, while hardware lack diversity; (4) In research types, theoretical research is the most, and the research results are of various dimensions. Above all, the future research and applications of AR in education should broaden teaching scenarios, emphasis evaluation, popularization and diversity of application, note complementary of theory and experiment, promote the deep integration of AR and education.

Keywords: Augmented reality, Education, Teaching, Application

1. 引言

增强现实(Augmented Reality, AR)是指通过电脑技术将虚拟信息叠加到真实世界中, 通过对实时视频图像的信息传输和处理, 最终形成三维交互式立体画面, 给用户以全新体验。

2017 年以来, 我国研究者运用多种研究方法在多种教学场景下进行实验并探究其效果。为更有针对性地探究 AR 在中国教育领域研究现状, 本文借助中国权威文献检索工具中国知网(CNKI), 采用内容分析法, 对检索到的 97 篇文献进行分析整合, 总结 AR 在中国教育领域中的研究现状与问题, 提出发展建议, 以期为 AR 在教育中的深入研究提供支点。

2. 研究问题及方法

2.1. 研究问题

为全面了解 AR 在教育领域的研究现状与不足, 本研究提出以下问题: (1) AR 在教育中应用的教学场景有哪些? (2) 基于 AR 的教学设计主要有哪些特征? (3) AR 在教育中的应用产品类别有哪些? 主流产品是什么? (4) AR 在教育领域的研究实验方法与结论是什么?

2.2. 文献筛选的方法

笔者将检索主题分为技术和教育两方面，技术分为“混合现实”、“增强现实技术”、“AR”；教育分为“教育”、“学习”、“教学”，通过对上述词语交叉组合，并分别作为主题在 CNKI 中进行检索，不限定文献类型和年份，第一轮筛选掉与主题无关文献，得到有效文献 116 篇。为保证研究科学性、准确性，根据期刊权威性、研究相关度，手动二次筛选剔除会议、报告等 19 篇，最终确定有效文献 97 篇作为样本数据，以每一篇文献为分析单元。

2.3. 研究方法

本研究在方法论上采用定性研究，以内容分析法为主，结合定量分析来评估每篇文献。

在编码上，本研究严格遵循内容分析法的基本原则，在详读文献摘要及浏览全文的基础上建立内容分析变量框架。两位笔者经过多次沟通和修改，最终确定内容分析变量为教学场景、教学设计、产品类别和研究分类（表 1），并以 Excel 为分析工具，对论文进行编码。

在信效度检验上，本研究的编码工作由两位编码员共同完成，首先确定分析单元和分类标准（表 1），从研究样本中随机抽取 30 篇论文预编码，采用 Holsti 算法公式进行信度计算，得出教学场景、教学设计、产品类别、研究分类的编码信度为 0.885、0.935、0.931、0.895。随后进行正式编码，汇总结果，对有分歧的文章共同探讨，最终实现意见统一。

表 1 文献内容分析框架

教学场景	学段	学前教育、中小学教育、职业教育、高等教育
	学科	人文科学、社会科学、自然科学、生命科学、工程科学、其他
教学设计	教学方法	项目式教学、游戏化教学、协作学习、体验式教学
	教学评价	测验、成果展示、问卷与访谈、课堂观察
产品类别	硬件	AR 眼镜、AR 卡片、AR 图书
	软件	手机与平板 APP、电脑应用、Web 教学系统
研究分类	研究方法	实验研究、设计研究、理论研究
	研究结果	教学效果、学习体验、学习动机

3. 研究结果及结论

3.1. 教学场景

AR 教学应用场景在学段上依次集中在中小学教育、高等教育、学前教育、职业教育（图 1（a））。AR 技术在中小学多通过开发教育游戏让学生进行科学初探和语言学习；高等教育更多让学生通过多媒体呈现、人机交互等促进深层知识建构；职业教育中更注重实际生活应用，如电子信息、交通运输等；很多学者目前已经注意到 AR 技术在职业教育与学前教育的积极作用。但综合来看，目前在职业教育、学前教育以及特殊教育的探究比较少。

在学科分布上（图 1（b）），AR 的应用场景集中在自然科学、人文科学、生命科学、工程科学、社会科学、其他。其中，自然科学主要聚焦以数理化生为代表的理科学科；人文科学主要聚焦语文、英语等语言学习；生命科学以生物、医学等生物模拟为主；工程科学表现在建筑、装备制造、轻工纺织等；社会科学主要是在文化艺术、教育与体育等；其他主要指的是公共管理与服务、交通运输等。目前这些探索仍在初步，未来有很大的发展空间。

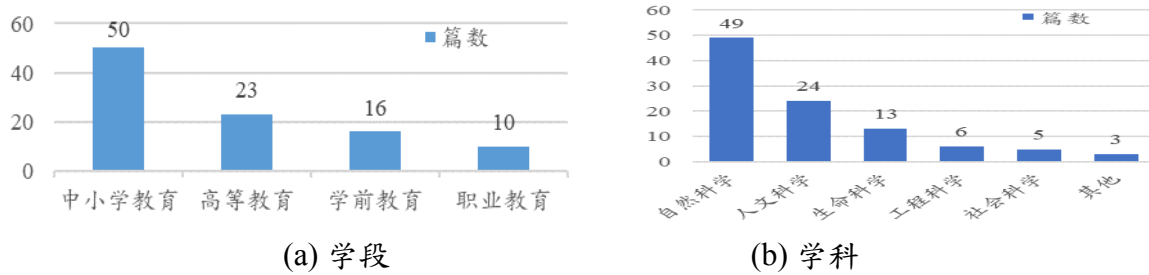


图 1 AR 在教育中应用的教学场景分布

3.2. 教学设计

在教学方法上（图 2（a）），基本所有案例都运用了讲授式教学，较多教学案例采用了游戏化教学，利用 AR 技术为学习者构建游戏的沉浸式情境，Chen 和 Tsai 设计 AR 教育游戏帮助学习者通过图书分类任务学习相关知识（王辞晓等，2017）。体验式教学以学习者实际体验现实实物或虚拟实物为特征。项目式教学法在“悦趣多”AR 系统平台等有重要应用。因 AR 教育游戏、项目式教学等为学生协作学习创造良好条件，协作学习在实践中常与其他教学法结合广泛出现。综合来看，结合 AR 的教学方法已有发展但仍缺乏多样性，主要原因可能在于当前 AR 教学应用产品类型相似、针对 AR 技术在教育领域的教学模式研究不足等。

教学评价方式主要有测验、问卷与访谈、成果展示、课堂观察（图 2（b）），具体采用何种或是几种的组合与教学方法、内容有关，也与数据采集方法本身的难易程度等有关。其中，测验对可量化的知识掌握水平评测，问卷与访谈对师生的学习情感与态度评估。

由于前端分析与教学目标设计在已有的研究文献中空缺，文献数据难以支持更进一步的维度分析。综合来看，AR 技术在教育领域研究中教学设计相关内容存在研究总数少、呈现不完整等问题。教学设计方面的研究从质和量角度都有待进一步提升。

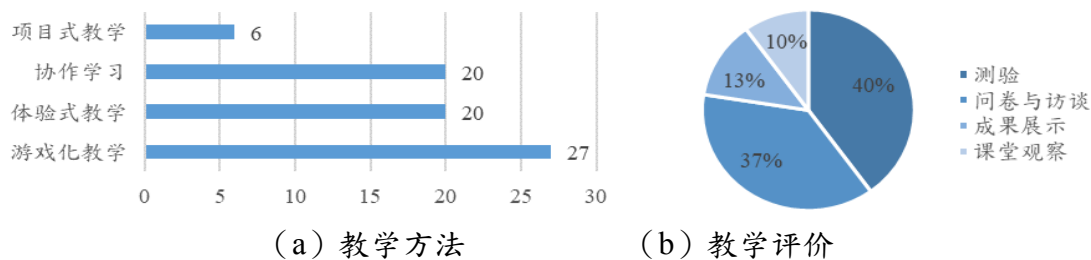


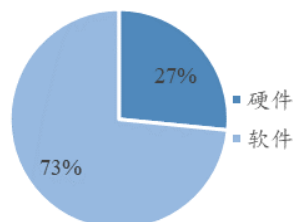
图 2 教学设计

3.3. 产品类别

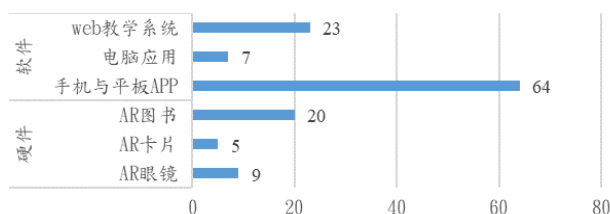
软件产品在 AR 在教育中的应用产品中占主导地位（图 3（a）），手机与平板 APP 占主流（图 3（b））。初步推测主要由于其开发难度小、使用便捷性强。研究分析发现大多数文献论述仅开发完成 APP，并未进行有效的实证研究。因此深入研究基于 AR 技术的移动 APP 的作用应成为未来该领域的研究方向之一。基于 AR 的 Web 教学系统的开发不在少数。相较于上述 APP，教学系统功能更全面，环境场景创设更细致，深受开发者与学习者的青睐。

基于 AR 的硬件产品，以 AR 眼镜和 AR 图书为主，AR 卡片相关介绍与研发少（图 3（b））。利用 AR 图书并结合其他软件进行 3D 建模，实现抽象知识图形立体化展现与互动性游戏，增强趣味性；AR 眼镜以“谷歌眼镜”为代表，利用光学投影原理实现虚拟信息显示。

综合来看，AR 教育产品有种类简单、价值实证性研究缺乏、部分类别如 AR 眼镜产品重复率高等问题。未来研究中更应更新研发思路、研究并创新产品。



(a) 软硬件分布



(b) 具体产品种类分布

图3 产品类别

3.4. 研究分类

从研究方法（图4）来看，AR在教育中应用的研究大多集中在理论研究，其次是设计研究，最后是实验研究。理论研究多以综述展开，主题集中于AR在教育中应用的研究演进与现状、AR的技术原理与主要模式、优势与不足；研究方法以内容分析法和基于Citespace分析为主。设计研究主要包括教学系统设计、教学平台开发等。实验研究对现有基于AR技术的教学软件、教学系统等进行实验设计与教学实证。设计研究与实验研究教学实证思路基本一致，设置实验和对照组，利用前后测差异性检验，结合访谈法、问卷测量等，对学习者的学习动机等调查分析，利用内容分析和滞后贯序分析对学习模式跟踪研究，探究学习效果。

从研究结果（图4）来看，多篇文献谈到学生的学习体验和学习动机，谈到学习效果的相对较少，这可能与国内注重教学应用但缺少实证研究有关。

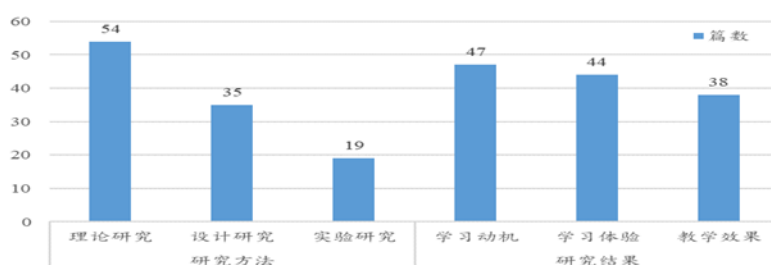


图4 AR在教育中应用的研究分类

4. 启示和建议

4.1. 关注人文与特教，拓宽教学场景

在学科上，未来可多尝试将AR技术与人文社科教学相结合，如语文、二外、历史等，将抽象事物具体化、将历史事物还原。在学段上，目前AR技术在学前教育、职业教育、特殊教育的研究仍处于初步阶段，未来可以就这些缺口深入探索，缩小各教育阶段差距。

4.2. 注重AR技术教育实践的教学评价

在教学之中使用AR技术使得教学设计发生了一定改变，大多数对教学实践的评价都缺乏可靠数据支持，具有较强主观性，未来相关教育实践研究应尽可能增设形式完善且合理、量化与质性评估相结合的教学效果评价环节，推进并完善这一领域的研究。

4.3. 注重AR教育应用的普及性及多样性

目前AR教育应用产品研发多而实际运用少；且产品多为某一教学内容特制，无法推广至其他教学内容；重复研发、缺乏多样性。因此，未来既需总结现有产品特性并实地调查，了解教育产品市场，开发具有多功能性、实用性及可普及性的产品；又需拓展思路，深入钻研AR技术，为开发提供技术保障，实现AR技术在教育领域中更全面、多样的应用研发。

4.4. 理论与实验研究互补，实现AR与教育深度融合

目前国内理论研究的相关概念界定和研究范畴鲜有严格意义上的概念解析、理论定位，

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

设计研究缺乏有针对性的 AR 技术设计理论和规范，AR 教育应用研究还处于简单呈现、交互不深入的初级阶段，缺少 AR 技术对教学效果及其与学习体验、学习动机三者关系的实证研究。未来要注重理论研究的深度挖掘和广度延伸，注重设计研究中优质资源的产出与共享，注重实验研究中对教学效果及其与学习体验、学习动机三者之间的关系探究。

5. 结语

本文对 AR 在教育领域的教学场景、教学设计、产品类别和研究方法四个维度进行内容分析，总结目前研究现状与问题，对未来该领域研究提出启示与建议。通过以上研究，笔者对 AR 运用于教育教学持积极态度，但要使 AR 在教育中的作用得到充分发挥，我们任重道远。

参考文献

王辞晓、李贺和尚俊杰(2017)。基于虚拟现实和增强现实的教育游戏应用及发展前景。中国电化教育，(08),99-107。

由于篇幅限制，其余参考文献可查阅以下链接，由此带来的不便非常抱歉：

链接：https://pan.baidu.com/s/1R_HkB-u0seFhJivNhBbX0g 提取码：tamv

疫情背景下美国小学在线学习方案分析及启示

Analysis and Enlightenment of U.S. Elementary School Online Learning

Programs in the Context of the COVID-19 Pandemic

魏澜轩¹，殷宝媛^{2*}

¹ 哈尔滨师范大学

* 1074003258@qq.com

【摘要】 基于在线学习成效理论，结合美国在线教学质量标准提出在线学习方案分析模型，以美国 NRE IB World School 在疫情期间公布的在线学习方案为例展开模型的应用实践，了解美国小学在应对疫情危机时的在线教学整体情况，解析各设计原则及其对学习者的学习成效的影响，以期对我国在线教学的设计与实施带来指导与借鉴。

【关键词】 美国基础教育；在线学习；学习成效

Abstract: Based on the theory of online learning effectiveness, combined with the American online teaching quality standards, an online learning program analysis model is proposed. Take the online learning program announced by the NRE IB World School during the COVID-19 Pandemic as an example to carry out the application and practice of the model to understand how American primary schools are responding to the epidemic crisis. The overall situation of online teaching, analyze the design standards and their impact on learners' learning effectiveness, in order to bring guidance and reference to the design and implementation of online teaching in my country.

Keywords: American Basic Education, Online Learning, Learning effectiveness

1. 前言

新冠疫情在全球范围内的蔓延和持续使各国大中小学校被迫停课，学生转战在线学习。在线学习是指主要通过互联网进行的教与学的活动，改变了传统教学结构和教育本质。学生在家学习并不等于闭门造车，在线教学应该如何始终保持与现实生活的联系？该如何为学生提供更加全面、专业、个性的教育？这些都是亟待回答和解决的问题。

反观我国各类学校在疫情期间组织教学的设计理念和方法策略后发现，国内在线教学设计更加重视理论的指导意义，而缺乏具体的验证与评析；依旧沿用传统思维：强调知识的传授、行为的刺激，热衷于单一评价手段等，导致学生的学习体验感差，学习成效低。基于此，本文拟从在线学习成效理论视角出发，结合美国在线教学质量标准提出在线学习方案分析模型，用于分析实践，重新学习和借鉴其他国家地区的学校在应对特殊挑战时所采取的措施。

2. 案例及分析模型

2.1. 案例：NIWS 疫情期间在线学习方案

NRE IB World School 是美国得克萨斯州的一所普通公立学校（下文简称 NIWS），其年级体制为 Pre-K 至 K-5 阶段。学校使用 IB 国际文凭教程，是典型的美国州内学区管理下的公办小学学校，具有研究代表性。疫情期间，NIWS 的教师与学生、家长、顾问等共同合作研讨，为学生制定了一份专业、全面且个性化的在线学习方案，该学习方案按照年级段进行设计划分，以学习周为单位提前发送给学生，在教学实施过程中开展一系列特色实践。

2.2. 分析模型：在线学习成效理论分析模型

美国在线教学质量标准在线教学设计者提供了一个以改进在线教学为目标的标准框架。八大标准类别分别为：专业责任、数字教育学、社区建筑、学习者参与度、数字公民、多样化指导、评估和测量、教学设计。标准中的指导内容与指导方式，增加了分析模型的实用性，有助于根据不同地区的独特在线教与学的需要对模型中各项原则进行选择使用。

在线学习成效理论是指依据在线学习目标，对学习者的整个学习过程、学习效果作出价值判断。由胡勇、赵凤梅构建的在线学习成效理论系统分析和确定了影响在线学习成效的主要因素，由学习者、教师、课程等 6 个一级维度和 9 个二级维度构成，将各因素整合到一个分析框架中，相关研究假设路径系数显著性水平较高。在线学习成效理论的启示在于：在线学习设计不仅影响学习满意度，而且对学习迁移有重要影响，在线学习方案应经过精心设计。基于以上标准和理论重新构建在线学习方案分析模型如图 1 所示：

从外在形式上看，在线学习方案分析模型整体呈现为环状结构，借鉴了美国在线教学质量标准框架的闭环性、循环性以及各个环节的可操作性；从内核上看，模型指向基于学习满意和学习迁移的学习成效的促进；模型的中层体现了在线学习方案分析的五项原则，不分先后及重要顺序，参考了在线学习成效的理论中的个别指标，涵盖与在线学习过程紧密相关的教师、学生、教学、学习、评价互动和环境这几大维度；将环境设计的支持放在最外层，意味着在线学习与传统学习的本质差异即在于学习环境的改变。

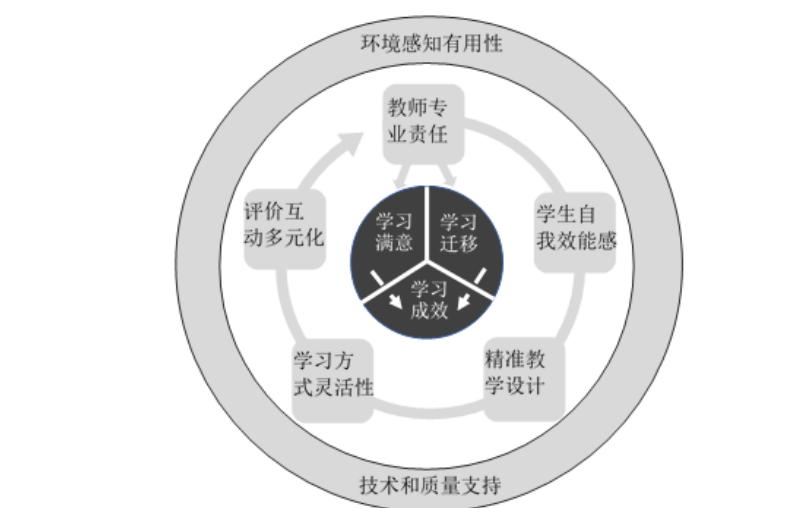


图 1 在线学习成效理论分析模型

3. NIWS 在线学习方案中的学习成效影响因素分析

（1）教师及时处理在线学习活动，反馈学生的需求和问题，将有助于提升学生的学习满意度。在线教师要根据在线教学的最佳实践，表现出专业责任。NIWS 教师根据教学任务和课时安排，每周举行在线学习复盘会议，针对学生周内的学习情况和表现给出反馈和建议；学生有效把握和教师实时交流的机会，解决学习中的疑惑和难题。（2）自我效能感较高的学

习者更加适合在线的学习形式，其学习效果好于其他学习者。NIWS 在线学习方案中针对不同年级设置了不同难度梯度的移动设备操作培训，以提升学生的信息素养和技能，增强其自我效能感从而提高在线学习成效。(3) 在线教学目标的达成离不开精准而适切的教学设计，教师要对教学环节进行统整规划、合理安排的教学预设，NIWS 教师依据学时、具体学习目标等统筹设计对在线学习方案，充分利用挖掘疫情的教育价值。(4) 在线学习活动的灵活性有助于平衡学习者的学习、生活和娱乐时间安排，提升他们的在线学习效率和成效。NIWS 在线学习方案的设计注重学生身心发展的具身学习，注重联系学生生活实际的真实性学习，注重引领学生独立探索的自主性学习。(5) 在线学习具有物理空间虚拟性的特点，引入不同的评价方法和多向互动方式有助于师生间、生生间建立各自不同的联系，营造更加和谐的在线学习环境。(6) 环境支持是在线学习有效顺利进行的前提条件，竭力实现学生在线学习中的“数字技术平等”问题，增强学生采纳学习平台在提高学习成效上的主观感知，提高在线学习满意程度，促进将知识、技能和态度迁移到其他项目和课程的学习中。

4. 启示与展望

我国在线教育已呈快速发展之势，但仍滞后于美国。汲取美国小学在线学习方案设计中的经验：(1) 学习任务设计面向学生的知识建构和更高层次的学习迁移，强调学习的主动性与创造性；(2) 将相关资源、工具和活动转化为学生解决学习问题的操作空间，有效地促进学生的认知投入；(3) 采用多元化的评价方式和高效互动来对学生进行学业评估，充分发挥在线学习的个性化优势。于我国而言具有现实意义。

本文也存在一定局限。首先，仅依靠一所学校为案例进行分析且没有特殊背景前后的对比，导致分析结果较为狭隘。其次，由于篇幅限制在第 3 部分没有展开介绍各设计原则对学习成效的具体影响，只进行了定性描述。后续研究应进一步深入讨论和分析。

参考文献

胡勇和赵凤梅 (2015)。在线学习成效的理论分析模型及测量。《电化教育研究》，36，37-45。
VLLA&QM. Overview of Changes to the National Standards for Quality Online Teaching (2019)
<https://www.nsqol.org/wpcontent/uploads/2019/03/NSQTeachingChangeDocument2019.pdf>.

增強現實技術在科普教育中的應用現狀及應用價值

The Application Status and Value of AR in Science Popularization Education

孫悅^{1*}，王楠²

¹² 北京郵電大學網路教育學院

* yue_sun@163.com

【摘要】 增強現實（簡稱 AR）技術被《2020 年地平線報告》評為未來教育最關注的 6 項新技術之一，在科普教育領域，先前研究大多論述 AR 技術在科技館中應用的必要性，而忽視實踐情況。本文通過文獻研究和實地考察得到我國 AR 技術科技館應用案例 11 個，應用案例分析法得到當前 AR 技術在科技館中主要用來擴展內容與支援互動體驗。利用國內外已有研究和我國當前實踐情況總結出 AR 技術對科技館科普教育的應用價值為創新知識展現形式以促進科學知識傳播、激發參觀者學習興趣提高參與度。但 AR 技術在科技館應用的整體現狀與預期效果還有較大差距。

【關鍵字】 增強現實；科普教育；科技館

***Abstract:** Augmented Reality (AR) has been rated as one of the six new technologies in future education by 2020 EDUCAUSE Horizon Report. Most previous studies discussed the necessity of AR application in science and technology museums (STM), ignoring the practical situation. This paper obtained 11 cases of AR in China's STM, which showed that the AR is mainly used to expand content and support interactive experience currently. Based on the world's existing research and the current practice in China, this paper concludes that the application value of AR in STM is to innovate the form of knowledge showing to promote the dissemination of scientific knowledge, improve the learning interest. However, the overall status of AR in STM is still far from expected.*

Keywords: Augmented Reality, Popular Science Education, Science and technology museum

1. 研究背景

隨著我國經濟的發展，科普工作受到各個層面的重視。科技館是科普教育的主要場所，區別於學校教育，科技館以主題引領式科學展覽為主要教育形式，不以系統地傳授知識為目的，而是利用直觀性、互動性、趣味性的展品實現展示科學探索過程、挖掘科學知識應用和激發科學興趣的目標，從而達到傳播科學、提高民眾科學素養的目的（宋嫻，趙佳然，2011）。

AR 技術是一種通過電腦將虛擬資料和現實環境相結合的技術，具有虛實結合、即時互動和三維註冊的基特點，這與科技館的展品特性和教育目的非常契合。2016 年 AR 技術興起，AR 技術在科技館的應用便成熱議。通過閱讀近五年相關主題論文發現，大多論文是基於理論，從 AR 技術特點出發對場館內應用 AR 技術的方式和必要性進行論述。例如周璟瑜主要借助國外應用案例，介紹博物館展前、展中、展後三個階段的 AR 技術應用情況，包括宣傳推廣、導覽講解、展品互動等（周璟瑜，2017）。周榮庭等從 AR 技術特徵出發，介紹 AR 技術在科技館中的創新應用，闡明 AR 技術在敘事、建立思維和培訓技能等方面的優勢（周

榮庭，2016）。本文將從實踐角度出發，通過分析我國科技館中 AR 技術應用案例，揭示當前 AR 技術在科技館中實際的應用現狀與應用價值，明確與理論探討下應用價值之間的差距。

2. 研究設計

2.1. 研究方法

2.1.1. 文獻研究法

本研究採用該方法，對科技館中的科普教育和 AR 技術進行概念界定，梳理 AR 技術科技館應用的研究現狀，查找 AR 技術在我國科技館中的應用案例並確定案例分析維度。

2.1.2. 案例分析法

案例分析法是一種能夠提供多樣化的證據，深入剖析研究問題以探尋問題本質的研究方法。本研究以科技館內應用 AR 技術的展品為案例，依據相關維度對案例進行細緻深入地分析，以求得到當前我國科技館中 AR 技術應用現狀和應用價值。

2.2. 樣本選擇

筆者在中國知網以“AR AND 博物館”、“AR AND 科技館”為主題詞，2016 年 1 月 1 日-2021 年 3 月 10 日為時間進行高級檢索，分別檢索到論文 210 篇和 25 篇，去除 10 篇重複論文和 37 篇無法獲得全文的論文，共有 188 篇論文，逐一流覽論文發現 10 個案例。根據以下原則篩選案例，共得到 6 個符合要求的案例。案例篩選原則如下：

1. 應用場景為科技館。科學展覽為主，以科技館、科學中心、科學博物館等命名的場館；
2. 典型應用 AR 技術的展品，符合虛實結合、即時互動和三維註冊的 AR 技術特點；
3. 符合博物館展覽評價標準：好看/好玩；能看懂；能受到感悟和啟發（嚴建強，2010）。

因符合要求的案例較少和科技館展品會不定時更新，筆者通過實地考察的方法對案例進行了補充。筆者分別前往中國科學館、上海科技館和北京科學中心，逐一觀察場館內展品，共篩選出 5 個符合要求的案例。綜上，共篩選出 11 個符合要求的案例。

2.3. 研究過程

本文主要從技術實現和應用方式兩方面對案例進行分析。在技術實現方面，AR 系統的工作原理為：輸入裝置獲取真實場景資訊，跟蹤系統定位真實場景中的圖像或物體，計算出對應座標關係後，電腦將虛擬資訊迭加到真實場景的正確位置並在顯示裝置上呈現。AR 系統主要分為基於圖像的 AR 和基於位置的 AR。基於圖像的 AR 通過將真實場景中的圖像捕獲，再將虛擬的像定位在這些圖像上來實現虛實結合。基於位置的 AR 是指獲取參觀者的位置資料，利用這些資料使得參觀者在特定區域中獲得 AR 內容。

在應用方式方面，根據文獻研究，從 AR 技術特點出發，將科技館中 AR 技術應用方式歸納為：擴展內容、互動體驗和導覽服務。擴展內容是指 AR 技術可以將虛實結合，呈現豐富的媒體資訊，打破展品本身展示內容的局限性；互動體驗是指 AR 技術可以使參觀者與展示內容進行零距離接觸與互動，獲得沉浸式體驗；導覽服務是指 AR 技術通過獲取參觀者即時位置，提供視覺化路線引導和呈現展覽內容。除此之外，還對案例的時間、展覽地點、展品所傳遞的科學知識和案例來源進行統計，得到表 1。其中時間是指論文發表時間或實地考察的時間，不完全代表科技館 AR 展品進行展出的時間。

表 1 AR 技術在科技館/科學博物館中的應用案例

序號	時間	地點	應用方式	AR 系統	科學知識	案例來源
1	2014	天津科技館	互動體驗	基於位置的 AR	自然動物	論文

序號	時間	地點	應用方式	AR 系統	科學知識	案例來源
2	2014	江蘇科技館	互動體驗	基於位置的 AR	氣象環境	論文
3	2015	上海科技館分館	擴展內容	基於圖像的 AR	動物習性	論文
4	2015	中國科技館	擴展內容	基於圖像的 AR	工藝知識	論文
5	2015	中國科技館	擴展內容	基於圖像的 AR	地理人文	論文
6	2019	上海科技館	擴展內容	基於圖像的 AR	生命科學	論文
7	2020	北京科學中心	擴展內容	基於圖像的 AR	生物入侵	實地調研
8	2020	中國科技館	擴展內容	基於圖像的 AR	健康飲食	實地調研
9	2020	中國科技館	擴展內容	基於圖像的 AR	航空航太	實地調研
10	2020	中國科技館	擴展內容	基於圖像的 AR	病毒知識	實地調研
11	2021	上海科技館	互動體驗	基於位置的 AR	自然動物	實地調研

3. 研究結果

3.1. 案例簡要分析

案例的時間跨度為 2014 年到 2021 年，涵蓋國內 5 個科技館，其中 5 個案例來自中國科技館，3 個案例來自上海科技館，它們屬於國家一級博物館，資金投入多，深度與數位化結合，AR 技術應用程度高。

在科技館中，AR 技術的主要應用方式為擴展內容（8 個，72%），且均以基於圖像的 AR 系統實現；較少的應用方式為互動體驗（3 個，27%），均屬於基於位置的 AR 系統；沒有案例應用 AR 技術來支援科技館內的導覽服務（0 個，0%）。AR 技術是一種新興、非普及化、大眾易操作的技術，在實際應用中，後兩種應用方式的展品資金投入大，展品易損壞，且需要專業人員進行指導操作和管理維護。相對來說，擴展內容的技術門檻較低，資金投入少，參觀者易操作。

AR 展品所傳遞的科學知識主要圍繞生物科學領域（6 個，54%），說明多數 AR 科技館應用的研究，關注於如何用 AR 技術改善或提升生物科學知識的呈現。這可能是因為 AR 能夠非常有效地將生活中不易見的生物知識視覺化。

3.2. AR 技術創新知識展現形式，促進科學知識傳播

與靜態常規展品相比，AR 技術具有強大的視覺表現力，可以將現實世界和虛擬世界融合於三維空間中，打破時空限制，形象的再現科學場景，精準地表達科學內涵，真實直接、刺激豐富的感官體驗，讓參觀者更有效地接受和吸收知識與資訊。有實證研究表明，通過 AR 展品學習的參觀者，在知識獲取和記憶測驗中的表現顯著高於非 AR 展品參觀者（Hsiao et al., 2016）。多媒體學習認知理論可以很好的解釋這一研究結果。

在科技館中，擴展內容實現的具體方式是，參觀者通過固定設備或移動設備掃描二維碼、圖形或實物，設備螢幕上會呈現虛實結合畫面，以此來增強展品的信息量，將科學知識形象化，如案例 3（劉楠和曹豔，2015），案例 4-5（褚凱莉，2015），案例 6（杜雯婷，2019），案例 7-10。案例 9 中，參觀者轉動展廳內的固定顯示裝置，即可看到不同位置下真實的返回艙和虛擬艙內場景完美結合的畫面，包括同等比例逼真的艙內設施和宇航員在艙內的形態。利用 AR 技術進行展示，比圖像展示的更加逼真，具有立體感和沉浸感，參觀者能更快、更容易、更準確地理解艙內場景，但互動方式較為簡單，如圖 1。

3.3. AR 技術提高參與性，激發科學興趣

傳統科技館大多以靜態陳列或簡單的“按鈕式”互動為主，參觀者與展品之間具有很強的距離感。對於 AR 技術的展品，參觀者可以通過操作應用設備或利用肢體動作與呈現的虛擬物件進行互動，這種互動學習回饋及時，具有極大自主性、探索性和趣味性，可以讓參觀者獲得強烈的參與感。有大量研究表明，AR 技術可以提高參觀者的學習興趣和學習參與度。在科技館中，相比於有效促進知識的獲取，這是更加重要的研究結果（Salmi et al., 2017）。

在科技館中，互動體驗實現的主要方式是大螢幕上先呈現虛擬物體畫面，當參觀者通過肢體動作與螢幕上的虛擬物體進行互動時，可以呈現虛擬物體和參觀者真人疊加到一起的畫面，增加體驗感。如案例 1-2（王靜，2014），案例 11。案例 11 中，有一個較大的前後雙螢幕顯示器，將空間分為台前和台後。在台後參觀者可以看到自己與逼真的虛擬動物的疊加畫面，獲得沉浸感，並想要與動物進行互動呈現表演，一共有六個虛擬場景，包含不同領域動物的形態，每個場景結束前會有拍照留念，在台前，其他參觀者可以觀看演出。AR 技術的應用增強了參觀者的互動與體驗，但融入的科學知識較少，如圖 2。



圖 1 神州一號飛船返回艙



圖 2 奇幻 AR 樂園的台後與台前

4. 挑戰與展望

以 AR 技術在科技館應用為主題的論文很多，但是討論實踐案例的卻很少，這說明多數科技館對於應用 AR 技術提高科普教育效果處於猶豫觀望階段。主要原因為 AR 技術在科技館應用的整體現狀與預期效果還有較大差距。一是源於技術不夠成熟，畫面品質、定位精度、操作難度和設備成本有待改善。二是 AR 產品設計不符合科技館需求。當前 AR 技術在科技館的應用方式較為單一，且存在知識呈現與互動體驗融合性差的問題。

雖然存在一定的挑戰，但前景依然光明。建議從技術和設計兩個方面提高 AR 技術科技館應用效果。不斷創新 AR 技術相關硬體和軟體，開發融合多媒介多功能的 AR 系統，注重移動設備展現 AR 的手段。注意保持技術服務教育的意識，從科技館需求出發，關注實際應用效果，邀請多學科專家共同設計，巧妙融合內容展示和互動體驗，發揮 AR 技術的優勢。

參考文獻

- 褚凱莉（2015）。固定型增強現實技術在科技館中的應用分析。**博物館的數位化之路**，45-49。
- 杜文婷（2019）。科學博物館新媒體展覽的兒童交互體驗研究。江南大學。
- 劉楠和曹豔（2015）。淺談增強現實技術應用背景下的科普講解實踐。**科學教育與博物館**，3，214-217。
- 宋嫻和趙佳然（2011）。科技館科學教育三維目標模型的構建。**科普研究**，02，30-33。
- 王靜（2014）。新技術,新媒體讓科技館更“好玩”。第十六屆中國科協年會——分 16 以科學發展的新視野，**努力創新科技教育內容論壇論文集**，249-252。
- 嚴建強（2008）。從展示評估出發:專家判斷與觀眾判斷的雙重實現。**中國博物館**，000（002），71-80。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 周璟瑜 (2017)。增強現實技術在博物館教育中的應用研究。 **自然科學博物館研究**，v.2 (S2)，101-105。
- 周榮庭、王懂和韓飛飛 (2016)。從增強現實/虛擬實境的技術特徵設計科技館的創新應用。 **科學教育與博物館**，2 (006)，413-417。
- Hsiao, H. S. , Chang, C. S. , Lin, C. Y. , & Wang, Y. Z. (2016). Weather observers: a manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum. *Interactive Learning Environments*, 24(1-4), 205-223.
- Salmi, H. , Thun Eb Erg, H. , & Vainikainen, M. P. (2017). Making the invisible observable by augmented reality in informal science education context. *International Journal of Science Education*, Part B: Communication and Public Engagement, 1-16.

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

A Drama Based Situational Learning System that can Store and Reuse Students' Embodied Learning Performance

吳昱緯¹，王振漢²，余紹昀³，楊舒涵⁴，陳國棟^{5*}

^{1,3,5} 國立中央大學資訊工程學系

² 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

* gwodong@g.ncu.edu.tw

【摘要】 學生或專家在情境學習中的具身好表現對其他學生學習是重要的學習資源，學習者可以觀摩高成就學習展現來學習，因此戲劇式情境學習系統如果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。學生也可以透過擔任不同角色與數位演員共同學習。本論文提出並實作一個可選擇性錄製某演員表演作為數位演員重複使用的情境學習系統並在實際課程進行實驗，實驗結果顯示可儲存利用高成就學習成果作為數位演員的戲劇式情境學習系統比僅使用自身學習團隊學習有更好的學習成效。

【關鍵字】 數位演員；數位學習劇場；真實學習；情境式學習；戲劇式學習

Abstract: Good experts and students embodied learning performing in situational learning environment is helpful as a model for students in learning. Learners can learn by observing high-achieving performance. Therefore, if a drama-based situational learning system can store and reuse these high-achieving performing, students can learn better by watching good performing and role-playing as other roles to interact with these experts. Meanwhile, students can learn with digital actors that reuse the high-achieving performance. Thus, this paper presents the design and implementation of such a drama-based situational learning environment. Experimental results suggest that a drama-based situational learning system that can store and reuse high-achieving learning as digital actors can have better learning results than that just uses its own learning team.

Keywords: Digital Actor, Digital Learning Theater, Authentic learning, Situational Learning, Drama-based learning

1. 緒論

1.1. 研究背景

人們時常透過觀察身邊的具身體現來學習、解釋世界，在個人建構心理學中也提到人們會主動接受各式刺激，並去理解這些刺激、理解這個世界，進而預測以及控制有關事務，所以每個人都擁有屬於自己的建構系統並依此決定行為模式，因此一個可共享的具身體現學習成果，可以幫助學習者提早理解並建構出屬於自己的對應方式。

另外著名的 MIT 的 scratch 系統的開發者 Mitchel Resnick 說建立 Scratch 的目的是想建立一個提供學生想像創造、探索與設計、可再重利用並且重新組合、與可共享團隊合作的環境。其中可再重利用並組合與可共享是成功重要原因之一，因而其網站有超過幾千萬人註冊。Scratch 上的學習者可透過引用專家與學員共享的成果來重新設計製作自己的程式來學習，讓在其上的學員們可以快速的入手並且進步。

同時數位實境的發展，使學習不被侷限於教室中，其帶來的沉浸感幫助學生提升在學習過程中的專注度與興趣（Di Serio, Ibáñez, & Kloos, 2013），並使的在進行情境學習裡，學習者可以在擬真的情境下進行真實學習並從中學習他人的具身體現進而轉變成自己在未來的應對模式，在 Wang, Lan, Tseng, Lin 和 Gupta（2020）的研究中提到學習理論與虛擬世界相結合，可提升學習者的溝通技巧與語言能力，Wilson 與 Schwier（2010）的研究也指出「真實學習將知識置於現實的環境中、將知識情境化，並使其在需要解決問題時變得不太可能保持“惰性”」，因此真實學習可以讓學習者預習可能情境，並找出對應方式後將其轉成實戰經驗，降低未來遭遇時的緊張與茫然。

而戲劇式學習則是一種透過學習劇本讓學習者沉浸在擬真的真實情境中，並透過演出來具身學習的情境學習模式，學生透過角色扮演來表現其具身體現的學習成果，作為觀眾也可透過觀摩來反思、建構自己的應對模式，在 Galante 與 Thomson（2017）的研究也指出，戲劇式教學可以提升以英語為外語的學習成效。

然而在情境中有些是專家的角色，學生作為初學者，缺乏專家經驗也並不一定表現的好，也有可能展演團隊中有人缺席，使學習效果無法達成預想成效。另一方面，可能有一些展演小組是由專家扮演或由學習中與扮演中較好的學生來扮演的，可做為觀摩。因此，類似 Scratch 可重利用再組合並共享的機制，可用來解決這個問題。學生們或老師可以選擇性的再利用劇本場景，特別是學生或專家已經有的全身動作與語言（具身）在情境裡的好學習表現，可以拿出來製作出情境學習的場景與專家，讓學生在情境角色裡觀摩學習，並且自己也在角色扮演的互動裡學習。

1.2. 研究動機

目前數位學習劇場是數位情境系統加上數位展演系統所構成，在戲劇式情境學習系統中教材、場景、情境、戲服和學習劇本都是可以存在資料庫裡，當數位劇場再次產生數位場景時可以根據資料庫內容從而產生場景，因此這部分是由數位情境系統產生卻不包含情境中的作為演員的學習者。

在一個戲劇式情境學習環境中，一個小組的學習者分別扮演不同的腳色來進入學習情境學習。在學習劇本中，有些角色可能是學習者不易扮演好的專家角色，有些是不討好的學習者角色，這些因素造成學習者不願扮演也表現不好，或有些情形下，學生小組的展演人數不足，以致於無法進行情境學習。因此我們需要重用某些學習者在扮演某個角色時的好表現，而學習者也可以透過觀摩學習來提升自己的學習成就，如同認知學徒制一般（Collins, Brown, & Holum, 1991）。例如，在餐旅教育裡，扮演店長角色的學習者需要示範如何應對各項問題給扮演實習生的學習者觀摩。而重用學習者的具身體現學習成果包含肢體動作、語言表達、情緒和應對方式，在這個情形下，我們需要能夠選擇性的重用某些學習者在扮演某個角色的具身學習表現。

1.3. 研究目標

因此，本研究提出一個讓高成就的具身學習展現可以被共享與再利用的戲劇式情境學習劇場，以解決上述的問題。系統會擷取表演者的肢體架構進行根據劇本的數位劇服與面具的穿著，同時表演者的肢體架構與其動作，包含聲音會被如同錄影般記錄起來，當他們的表演需要被再利用時，他們的肢體架構表演會被擺到場景中適當位置並且重新根據骨架穿上數位劇服與面具配合聲音，即可再利用他們的表演。而數位學習劇場，可以按場景布置並且讓現場演員也進入數位場景演出。並將本系統在科技大學的餐旅日文課程裡進行實證研究。

2. 相關研究

2.1. 真實學習

真實學習並非新興的教學模式，Burden 和 Kearney（2016）的研究中提到，歐洲中世紀的學徒制即為真實學習，其強調「實作」的重要性，而在大多數的傳統教學，缺乏實作精神與環境，例如，Giasiranis 和 Sofos (2016)的研究表示，在學習中搭配情境可以有效提升學習成效，另外 Fadeeva 等人 (2010)也提到真實世界學習的實用性幫助學習者良多。Shadiev, Hwang 和 Huang（2017）的研究中對真實學習的環境提出應與學生的背景和經歷相關，因為這是影響學習的一個因素，因此對於學習情境與學習吸引力皆需考量。

2.2. 戲劇式學習

情境式學習是學習者透過各式情境進行探索學習並從中反思與回饋，而戲劇式學習是透過在各式情境中表演來學習的情境式學習之一，其特色為在表演的同時也有觀眾觀摩及互動，有研究指出，學生保留 10%的閱讀內容、26%的聽到的內容、30%的看到的內容、50%的所見所聞、70%的說出內容、90%的實作內容（Stice, 1987），而戲劇式學習提供口說及實作的戲劇表演，Erbay 和 Doğru(2010)的研究中表示，此方法有助於學習者思考並對社交能力具有正向影響，然而戲劇式學習為群體學習，存在人員缺席及角色適性問題，故希望可以導入額外的支援角色，以解決缺席及角色適性的缺點。

2.3. 數位學習劇場

Wu 等人（2015）提出數位學習劇場（Digital Learning Theater, DLT）的概念，即將數位實境技術與戲劇式學習相結合，並引入鏡像式影像設計，使學習者在表演時可以同時觀看自己的表演並適時調整，在 Liu 等人（2017）的研究中指出數位學習劇場可以大幅改善傳統戲劇式學習繁瑣的事前準備，並保留更大的容錯性與趣味性，因此數位學習劇場更適合應用於傳統教學環境，然而過去的數位學習劇場（Lee, Yang, Liu, Chen, & Chen, 2019; Liu et al., 2017; Wu et al., 2015）仍有缺席及角色適性問題，故仍需考慮支援角色的導入。

2.4. 虛擬演員

以虛擬人作為數位演員，則可彌補戲劇式學習中缺席問題，若數位演員擁有專業知識，則可以補強角色適性問題，在 McDonnell, Breidt 和 Bülthoff（2012）的研究中指出，相對於逼真面孔，卡通形象的虛擬人更具吸引力與友好度，並且 Lucas, Gratch, King 和 Morency (2014)的研究指出真人更願意對虛擬人述說真實訊息，因此本研究中的數位演員以卡通形象為主，並且與真人互動是可實踐的。

3. 系統實作

3.1. 系統架構

本研究欲將可調適與重用的高成就具身學習成果之自主性數位演員融入數位學習劇場之中，因此系統設計將包含可記錄高成就具身學習成果的自主數位演員、數位學習劇場以及劇場遙控管理介面（圖 1），並透過劇場遙控管理系統獲得自己或他人的學習情境及具身學習成果重現於數位學習劇場中進行學習。

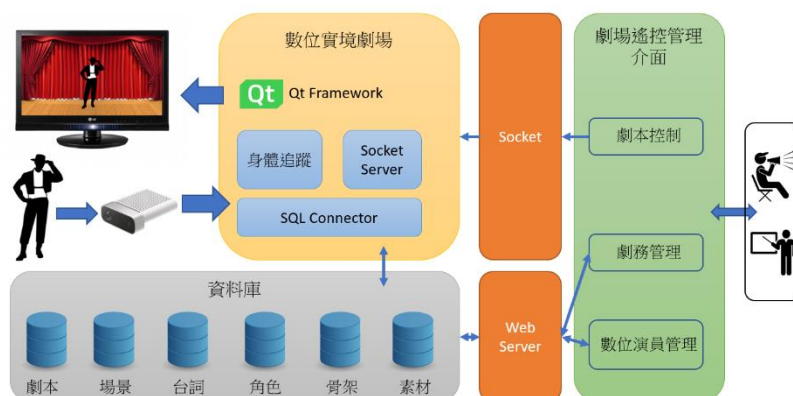


圖 1 系統架構

3.2. 劇場控制系統

為了管理、控制劇務相關事務，本研究以 Android 平台開發劇場遙控應用程式（DLT Control App, DLTCa）控制劇本流程、劇本管理及數位演員管理，並以此應用程式為媒介，使學習者可以透過此程式獲得其他學習者建構的學習劇本、學習情境以及具身學習成果，並加以重構出屬於自己的學習環境，亦可分享自己建構出的學習劇本、學習情境以及具身學習成果以利其他學習者使用。

3.3. 數位演員

對於數位演員的外表，McDonnell, Breidt 和 Bühlhoff (2012) 的研究表示，參與者對卡通面孔的虛擬人有較佳的吸引力與友好度，因此本研究以卡通形象為主，而數位演員的口語表達有兩種方式呈現，其一為真人語音錄製並適時撥放，優點為最真實的口語表達，但彈性、擴充性較低，其二為語音合成服務，優點為彈性及擴充性高，但較不真實，然而該服務經外語教學專家認可，故可依實際情況、需求來應用。針對數位演員的動作因無類似於語音合成的肢體合成服務，故本研究採用可以擷取到人體骨架的 Azure Kinect（Azure Kinect, k4a, 2019 年夏季推出之產品），紀錄真人肢體作為數位演員肢體動作。

針對外觀以拼貼畫的方式實作，其外觀會依數位演員的肢體長度、位置、角度即時調整，而為了記錄高成就的肢體動作，本研究透過 Azure Kinect 的人體骨架偵測功能紀錄每一幀骨架移動模式與相關對白並建立檔案目錄以利需要時可調適出相關紀錄，達到可重複使用、調適和組合的功能，另外為了避免數位演員與實際演員的位置重疊，本研究將劇目中所有演員進行平移處理維持其相對位置。

3.4. 數位劇場

為了建立可與數位演員共同演出之數位劇場，參考 Wu 等人（2015）、Liu 等人（2017）、Lee 等人（2019）實作的數位學習劇場，本研究以鏡式像設計為主，即使用者可觀看到自身於前方畫面中如同照鏡子一般，進而提升沉浸感。並且本研究為開放式畫面，所以觀眾可透過觀摩來學習，並給予表演者的回饋，提升群體互動感（圖 2）。另外根據 Chen 和 Hwang（2017）的研究，以團隊競技的方式來維持學習者的學習參與度，因此劇場中具備分數機制，並在最後進行統計與排名，來維持學習熱度。而為了將數位演員與真人共同演出，本研究會事先紀錄真人動作與當下對白作為數位演員之動作與呼叫方式，之後在共同演出時依據對白重新播放相應動作，並在數位演員的骨架上貼上各個服裝部件，最後將畫面中的真人與虛擬人重新排序以此完成數位演員與真人共同演出。



圖 2 可重複使用具身學習成果之數位學習劇場使用實照

4. 研究方法

4.1. 實驗假設

本研究欲探討可重複利用高成就的具身學習成果的戲劇式情境學習系統是否較僅使用自身學習團隊的學習效果好，故本研究針對需高度扮演門檻的專家角色，分別以數位演員與真人學習者扮演，以比較及驗證可重複利用高成就的具身學習成果的戲劇式情境學習系統是否有正向影響。

4.2. 研究對象

本研究與桃園市某科技大學進行合作，選擇日文選修課學生共 90 人作為受測對象，此 90 人是由兩班組成，兩班中隨機選擇一班為實驗組（50 人，12 男 38 女），另一班為對照組（40 人，8 男 32 女），其中受測者性別、科系不限，並且在實驗過程中兩組完全獨立、互不影響。

4.3. 教材

本實驗之學習劇本內容參考日文課程（餐旅日文）之學習內容，設計一套三個實習生到餐廳中實習並學習應對實習過程中的各式問題，在必要時高成就數位演員會作為店長進行指導與示範，而店長則是餐旅業中的專家，是適合引用高成就數位演員扮演的角色。

4.4. 實驗測量工具

前後測試卷完全相同，皆由兩位日語教學專家出題，其內容為對應到課程內容的紙筆測驗，分數範圍從 0 到 100 分，為避免初始能力之差異，本研究將前後測進行共變數分析（Analysis of Covariance, ANCOVA），以此過濾初始能力因素和比較不同組別間的學習成效影響因素。

本研究以 Likert 五點量表為基礎設計問卷，並以 Cronbach's alpha 評定問卷信度，其 α 係數為 0.965，為高信度問卷，問卷題型分為七部分，分別為「對數位演員看法」（自編）、「群體互動感受」（自編）、「學習態度」（Hwang, Yang 和 Wang, 2013）、「學習動機」（L. C. Wang 和 Chen, 2010）、「學習模式滿意度」（Chu, Hwang, Tsai & Tseng, 2010）、「科技接受度」（Hwang, Yang & Wang, 2013）、「課堂參與度」（Elmaadaway, 2018）。

4.5. 實驗流程

本實驗流程（圖 3）為期四周，每周兩小時（不包含課後自主練習），兩組指導教師相同，實驗過程皆以組別進行輪流表演，即所有受試者既是表演者也是觀眾。兩組的差別在於，在實驗組中的店長和客人是由可重複利用高成就的具身學習成果的數位演員擔任，而對照組中的角色皆由真人學習者扮演。

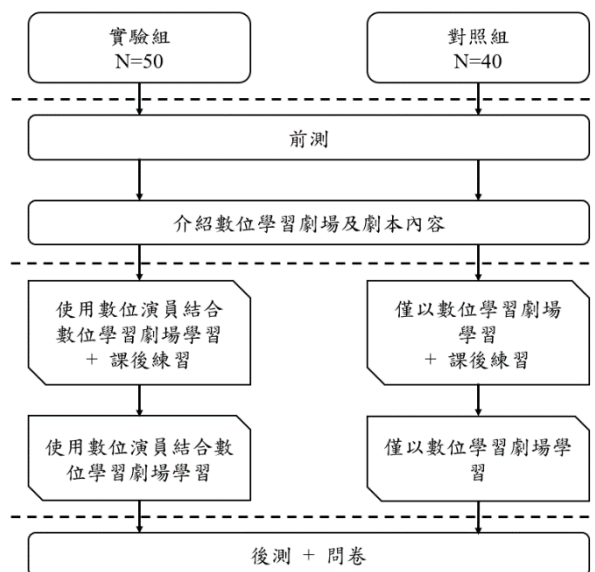


圖 3 實驗流程

5. 實驗結果

5.1. 前後測

實驗數據符合樣本隨機性、獨立性、常態分佈、迴歸係數同質性，因此滿足共變數分析前提，故可進行共變數分析，其結果實驗組平均成績為 71.14，對照組為 63.38， $F = 10.904$ ， $p < 0.01$ ，說明本研究目標：「可重複利用高成就的具身學習成果的戲劇式情境學習系統比僅使用自身學習團隊的學習效果較好。」具有正向影響。

實驗組與對照組之間的差異在於，實驗組使用具高成就具身學習成果的數位演員作為演出的一員，而對照組僅以自身團隊練習，在對照組中存在缺乏高成就演員的情況，造成應作為典範的角色無法發揮出預期效果，例如，非高成就的演員對某些語句難以在短時間內順暢的表達、發音或對於某些動作無法作為示範供其他學習者學習，而在實驗組中，學習者可以調適具高成就數位演員的具身學習成果作為典範並向其學習。因此兩組間在典範角色上產生差異，進而影響兩組間的學習效果，。

5.2. 問卷

針對問卷「對數位演員看法」的題型，以獨立樣本 t 檢定進行分析， t 值為 -3.066， p 值小於 0.01，顯示相對於對照組，實驗組認為數位演員可以更好的詮釋學習者無法扮演的角色，並感受到其專業性與功能性，本研究認為，對照組中的典範角色是由學習者自己的團隊成員所扮演，所以並無感受到利用高成就數位演員的專業性與功能性，而實驗組可確切感受到其差別，因此實驗組的問卷結果與對照組產生顯著的差異。

針對問卷「群體互動感受」的題型，以獨立樣本 t 檢定分析本問卷， t 值為 -2.784， p 值小於 0.01，其結果表示實驗組相較於對照組，對於群體互動感受更深，並對戲劇式學習更加地投入，本研究認為，引用高成就的數位演員使學習情境更貼近於現實，進而提升實驗組的

情境沉浸度，並使實驗組的演出者與觀眾更加投入於戲劇學習之中，所以造成兩組之間的問卷分數的顯著差異。

針對剩餘問卷皆無明顯差異，但針對個別的問題題目，例如，第十七題（學習動機）、「我覺得使用數位學習劇場，讓學習活動的內容更豐富」、第二十八題（課堂參與度）、「數位學習劇場的使用讓我獲得反覆練習的機會」，其結果實驗組皆高於對照組，本研究認為，數位演員的使用與否是造成差異的重要因素。

6. 結論

本研究提出在數位學習劇場中實作可記錄高成就具身體現的學習成果的自主數位演員，為了建立可重複使用與調適組合的高成就具身學習成果並改善戲劇式學習的缺點，本研究透過記錄肢體動作與當時的對白並由學習者重新建構具身學習成果，使高成就的具身學習成果隨時重製於任意情境中，此方法建立起一個讓使用者可以重複利用、編輯、修改、擴充既有的情境知識，包含（1）情境（2）學習劇本（3）某些或某個成員在情境下的知識經驗展現（4）某些或某個成員在無情境下的展現，並創造屬於自己的學習環境供自己與他人使用與重構，也使不適合學習者扮演的角色可以以更專業的姿態呈現在情境中，其效果由實驗結果得到證明，此方法可以顯著提升學習者的學習成效。因此本研究於數位學習劇場上實作的可自主與可重製的數位演員，建立可重複利用和調適組合他人具身學習成果的情境學習系統，並完成其功能，這些功能不僅完善數位情境、更好的調適高成就的具身學習成就使其他學習者可以觀摩學習、並改善群體學習的短處，所以可重複調適的高成就的具身體現作為數位演員的戲劇式情境學習系統有助於提升學習者的學習成效並給予一個創建可重複使用和調適組合的情境知識系統。

本研究建立可共享與重構的高成就具身學習成果，但人與人之間的具身體現包含肢體動作、口語表達、情緒和應對方式，目前本研究可共享的具身學習成果包含肢體動作、語言表達、應對方式，但缺乏情緒的學習成果，使學習者難以理解情境中情緒應對方法，如若加入情緒的互動，則可提升情境學習的沉浸度、具身體現的情感理解，並提供使用者創建更好的學習情境。

7. 致謝

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號：MOST 109-2511-H-008-003-MY2；MOST 109-2511-H-008-004-MY3；MOST 109-2811-H-008-512。

參考文獻

- Burden, K., & Kearney, M. (2016). Conceptualising authentic mobile learning. In *Mobile learning design* (pp. 27-42). Springer, Singapore.
- Chen, C. H., & Hwang, G. J. (2017). Effects of the Team Competition-Based Ubiquitous Gaming Approach on Students' Interactive Patterns, Collective Efficacy and Awareness of Collaboration and Communication. *Journal of Educational Technology & Society*, 20 (1), 87-98.
- Collins, A., Brown, J. S., & Holum, A. (1991). Cognitive apprenticeship: Making thinking visible. *American educator*, 15 (3), 6-11.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- 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.
- 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.
- Fadeeva, Z., Mochizuki, Y., 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*.
- 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.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130.
- Lee, C. Y., Yang, S. H., Liu, Y. T., Chen, S. E., & Chen, G. D. (2019). An Audience Involved Digital Learning Theater in The Classroom to Improve Learning Achievement. *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 1443-1452). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Liu, Y. T., Lin, S. C., Wu, W. Y., & Chen, G. D. (2017). The digital interactive learning theater in the classroom for drama-based learning. *Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp. 784-789). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Lucas, G. M., Gratch, J., King, A., & Morency, L. P. (2014). It's only a computer: Virtual humans increase willingness to disclose. *Computers in Human Behavior*, 37, 94-100.
- McDonnell, R., Breidt, M., & Bülthoff, H. H. (2012). Render me real? Investigating the effect of render style on the perception of animated virtual humans. *ACM Transactions on Graphics*, 31 (4), 1-11.
- Shadiev, R., Hwang, W. Y., & Huang, Y. M. (2017). Review of research on mobile language learning in authentic environments. *Computer Assisted Language Learning*, 30 (3-4), 284-303.
- Stice, J. E. (1987). Using Kolb's Learning Cycle to Improve Student Learning. *Engineering education*, 77 (5), 291-296.
- Wang, C. P., Lan, Y. J., Tseng, W. T., Lin, Y. T. R., & Gupta, K. C. L. (2020). On the effects of 3D virtual worlds in language learning—a meta-analysis. *Computer Assisted Language Learning*, 33 (8), 891-915.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 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.
- Wilson, J., & Schwier, R. (2010). Authenticity in the process of learning about instructional design. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 35(2).
- Wu, W. Y., Luo, Y. F., Huang, D. Y., Huang, C. W., Peng, Y. I., & Chen, G. D. (2015). A Self-Observable Learning Cinema in the Classroom. The 23rd International Conference on Computers in Education.

基于微信支持的中职信息技术教学模式研究

Research on Information Technology Teaching Model in Secondary Vocational Schools Based on WeChat Support

薛曼¹

¹ 榆林学院绥德师范校区

* xueman931229@126.com

【摘要】 传统信息技术教学存在课时少、案例旧、师生课外互动少等问题。本文以混合式学习理论为指导，充分挖掘微信和微信公众平台的功能，以中职信息技术课程《计算机基础知识》和《PPT 设计与制作》的部分内容为例，尝试构建了基于微信学习平台支持的中职信息技术教学模式，并将其运用于教学实践中。经过一年多的教学实践，笔者发现：学生的作业量、优秀率、学习成绩等得到大幅提升，学习态度得到明显改善。

【关键字】 中职；微信；微信公众平台；信息技术；教学模式

Abstract: There are some problems in traditional information technology teaching, such as less class time, old cases and little interaction. Based on the theory of blended learning, this study fully explores the functions of the WeChat and WeChat public platforms, this study takes the part of the information technology course. We try to construct a teaching model of secondary vocational information technology based on WeChat learning platform and applies it to the teaching practice. After more than a year of teaching practice, we found that the amount of homework and excellent rate of students, academic performance, and learning attitude have been greatly improved.

Keywords: Secondary Vocational School, WeChat, WeChat Public Platform, Information Technology, Teaching Model

1. 前言

信息技术课程是中职学生的必修课，目前教学中存在诸多问题：课时量少、教学方法单一、教材案例陈旧。针对存在的问题，本研究以行动研究为主线，以微信学习平台为支撑，围绕以下问题展开：（1）在中职信息技术教学中，运用微信学习平台促进教学，是否有利于提高学生的学习成绩？（2）能否有效改善学生对信息技术的学习态度？（3）在教学效果上，实验班和对照班之间是否存在显著差异？

2. 教学模式初步建立

本研究参考 Jared M. Carman (2002) 提出的混合式学习模式，该模式强调资源支持的重要性，但缺乏教学分析。参考黄荣怀老师 (2009) 提出的“混合式学习课程设计框架”，该框架包括前端分析、活动和资源设计、教学评价三个部分，但缺乏教师的指导和帮助。在此基础上，笔者构建了基于微信学习平台支持的教学模式（如图 所示）。

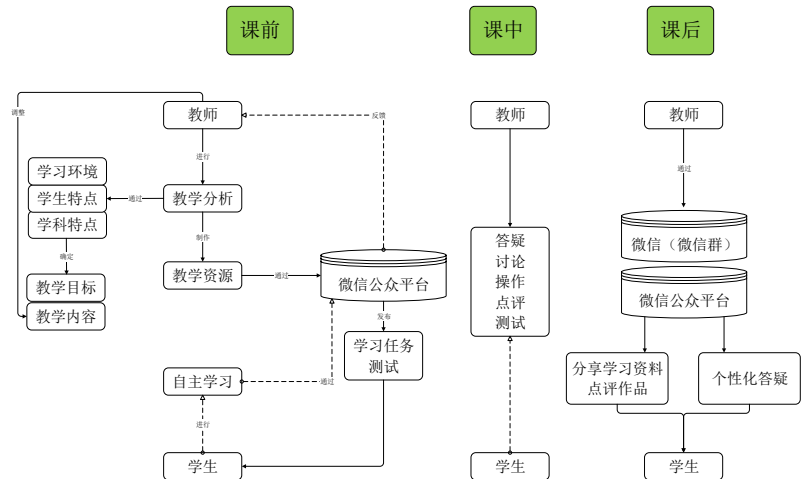


图 1 微信学习平台支持下中职信息技术教学模式（修订前）

3. 实验设计

研究选取了某中职学校学前教育专业二年级 107 名学生，其中实验班 55 人，对照班 52 人。教学前为了确保学生具有相同的能力，对两个班级施行前测。前测内容是信息技术教研组长编制的题目。教学中，对照班沿用传统教学模式，实验班利用微信学习平台促进教学。第一轮开展《计算机基础知识》教学，分 11 课时，第二轮开展《PPT 设计与制作》教学，分 20 课时。两个班级均由笔者执教，内容一致。教学后，对学生施行后测，后测内容由笔者编制、教研组长审核修改确定。

4. 数据分析

对学生前测成绩进行独立样本 T 检验，结果显示两个班无显著性差异。

4.1. 第一轮实验结果分析

笔者统计了两个班学生每次作业的提交量和正确率。第一次作业中对照班的正确率略低于实验班，交作业量基本持平。后续作业中，实验班交作业量和正确率基本均高于对照班。在后测中实验班进步了 8.67 分，对照班仅有 0.31 分，且标准差大于实验班，两极分化更严重。独立样本 T 检验结果显示，两个班级成绩出现显著差异。效果值 $d=0.838$ (Cohen, 1994)，进一步揭示微信学习平台对促进信息技术教学具有很大的效果。

4.2. 模式修订

为了进一步优化推广该模式，笔者对学生和教研组长进行了访谈，收集建议，主要表现在：微信公众号内容和模式两个方面。教学模式不够清晰，教师活动、学生活动和师生互动应该区分、序列化，增强逻辑性和可读性；应对微信平台功能加以提炼，突出其支持功能；将参考的教学模式与新构建的教学模式内部的对应关系呈现出来。根据建议笔者对教学模式进行了修订（如图所示），并在教学分析中，加入学生需求模块，突出学生主体地位。

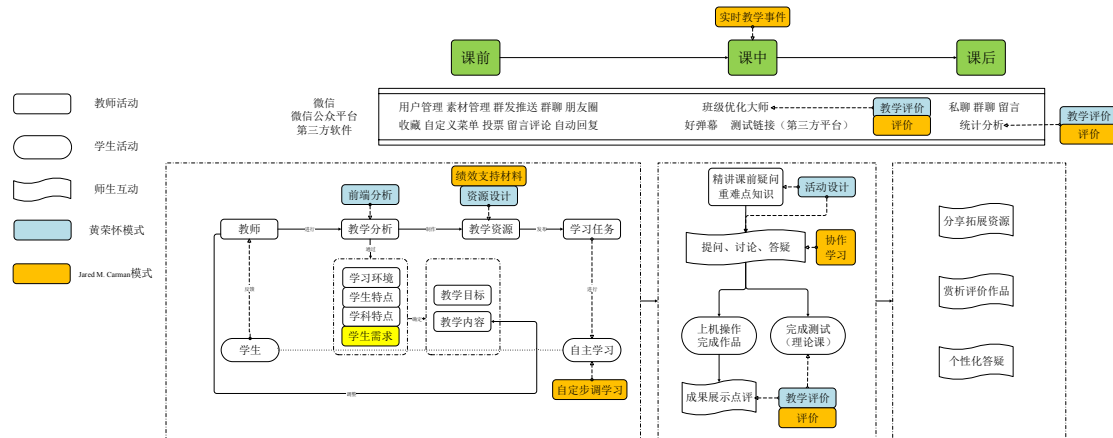


图 2 微信学习平台支持下中职信息技术教学模式（修订后）

4.3. 第二轮实验结果分析

基于修订后的教学模式，开展了第二轮教学，从学生交作业数量和得 A 率看出，随着时间推移，两个班一直呈现下降趋势，但整体实验班高于对照班。期末考试实验班和对照班平均分数分别是 88.86 和 82.23。我们推测，新的教学模式对学生的学习起到了积极地促进作用。

两轮实验结束后，共回收实验班有效问卷 55 份。问卷借鉴于 Chu, Hui-Chun 等人（2010）和 Hwang, Gwo-Jen 等人（2011）设计的问卷，共包含 3 个维度，14 个题目，采用李克特六点量表，1-6 代表非常不同意到非常同意，问卷具有良好的信效度。结果显示，3 个维度得分均值都处于 5 之上，标准差都在 0.7~1 之间，总体看来大部分学生对这种教学模式是满意的。

5. 总结与展望

经过两轮教学，可以看出基于微信学习平台支持的教学模式对学生的学习起到良好的促进作用。但过程中教师对教学内容的选择和创新是成败的关键点，教师的指导作用不可忽视，同时对学生自制力要求较高，实验后期易出现两极分化。虽然实验达到了显著性效果，但仍存在不足之处，研究课时少，新媒体的介入有可能会产生新奇反应，所以应拉长教学介入时间，进一步检验该模式。但从教学效果、教育理念的不断更新来看，只要学习环境具备、内容科学合理、资源丰富多彩、评价多元全面，在受众优势的社交媒体支持下，崭新的教学模式可以有效促进教学，使得学习和生活不再分离。

参考文献

- 黄荣怀、马丁、郑兰琴和张海森(2009)。基于混合式学习的课程设计理论。《电化教育研究》(01), 9-14。
- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American psychologist*, 49(12), 997.
- Carman, J. M. (2002). *Blended learning design: Five key ingredients*.
- Chu, H., Hwang, G., & Tsai, C. (2010). A knowledge engineering approach to developing mindtools for context-aware ubiquitous learning. *Computers & Education*, 54(1), 289-297.
- Hwang, G., & Chang, H. (2011). A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students. *Computers & Education*, 56(4), 1023-1031.

支持碎片化学习的移动学习 APP 设计——以大学生 C 程序设计课程为例

Design of Mobile Learning APP Supports Fragmented Learning

——A Case Study of Programming Course

仁青草¹，李葆萍^{1,2*}，张贤茹¹

¹北京师范大学教育学部

²北京师范大学未来教育高精尖创新中心

* libp@bnu.edu.cn

【摘要】 互联网技术的快速发展支持学习者可以随时随地开展学习，但是网络中的知识呈现碎片化、知识颗粒度较小等特征，因此如何通过有效的学习环境来帮助学习者对碎片化知识进行深度加工仍然有待解决。基于碎片化学习的相关理论和促进学生元认知能力发展的相关策略，本研究探索了促进学习者进行碎片化学习深度加工的移动学习环境设计，本研究认为基于碎片化学习的移动学习环境应当对知识碎片进行科学管理，帮助学习者产生分散学习效应，并加入促进学习者进行元认知监控的设计来促进学习者的深度加工。基于初步应用分析，本研究所设计的 APP 在一定程度上提升了学习者编程知识的碎片化学习效果。

【关键字】 碎片化学习；移动学习环境；深度加工；元认知

Abstract: The knowledge in the network is characterized by fragmentation and small knowledge granularity. Current research lacks understanding of how to help learners to deeply process fragmented knowledge through effective learning environments. Existing fragmentation study of related theories and relevant strategies to promote the development of students' meta-cognitive ability, make this study explored the promote the deep processing of fragmentation learning of mobile learning environment design, based on the results of the preliminary application, based on the fragmentation of mobile learning environment should include to scientific management of knowledge to promote learners and learning content, learning partners, teachers and other interactive Windows, as well as some tools to support students meta-cognitive monitoring.

Keywords: Fragmented learning; Mobile learning environment; Deep processing; Meta-cognitive

1. 前言

随着移动网络和智能终端的普及，学习者可以随时随地展开学习。学习者的学习变得越来越方便，学习者进行学习活动的时间、形式、地点、同伴出现了更多的不确定性和随机性。其中，学习者学习时长的波动变化较为明显。与此同时，“互联网+”时代，网络中的知识体现出碎片化特征，知识颗粒度更小、组合更灵活、实用性更强的特征（陈丽、逯行和郑勤华，2019）。知识特征的改变对于传统的知识传授、模仿练习等学习方式有着变革性的影响。学习者借助网络中的媒体，一点一滴地对网络信息进行片段式学习的方式称为网络碎片化学习。有学者指出，碎片化学习中的信息非常零碎，这种非线性式的信息组织方式，容易导致学习

者思维跳跃化（胡姣、张文兰和陈思睿，2019），以及可能导致学习内容的组织顺序和完整性受到一定的破坏，长期接收这种短、平、快的碎片化知识，容易引发学习者产生自己学习到大量知识和技能的错觉（黄建锋，2018）。Eagleton& Guinee 认为，在网络学习中学习者更倾向于快速浏览网页，容易缺乏注意力参与和评估技能，而不是停下来进深入的阅读和思考（Eagleton& Guinee,2002）。不难看出，对碎片化学习最大的担忧之一是学习者是否能够进行系统化的学习以及是否能对知识进行深度认知加工。而一项基于大学生碎片化学习注意力影响因素的实证研究发现，通过干预学习者的元认知、学习动机、学习资源、物理学习环境等因素，既可以直接影响碎片化学习注意力，也可以直接影响学习投入（胡姣和陈思睿，2021）。

那么，应该怎样设计移动学习环境来支持学习者进行碎片学习内容的系统学习和深度加工是当前值得探讨的问题。本研究结合相关理论的实践和应用，为促进学习者在碎片化学习中的深度加工，进行了基于碎片化学习的移动学习环境的设计。

2. 设计理念

为提升学习者在碎片化学习中的学习效果，避免注意力的失焦，现有的研究结论指出两点关键建议：（1）提供学习内容的科学分割（2）加强学习者本人对学习的管理意识。基于碎片化学习的主要特征是学习内容碎片化和学习时间的碎片化，本研究旨在基于这两点建议及相关理论来设计有效的移动学习环境来帮助学习者来适应碎片化学习。

2.1. 分散学习效应的相关理论

有研究者发现当学习者将学习材料进行分割，以“学习—间隔—再学习—间隔—再学习—测试”的方式进行学习后，相比将学习材料集中在一次或者较少的次数中进行学习，学习者对于学习材料的记忆效果有所提升，该结果被称为分散学习效应，分散学习效应能够加强学习者对知识的理解，有助于学习者在每次学习中降低错误，保留更多的知识并促进知识的迁移（Bjork & Bjork, 2011）。研究指出分散学习效应产生的长期记忆具有优势的主要原因在于分散学习的学习时间间隔使学习者对学习内容产生遗忘，遗忘导致了学习者需要更多的努力来学习或重现学习材料，因此不得不对先前所获取的信息进行重新检索和提取，从而增强了记忆并保持了长期记忆（Rischke, Roberts, & Price, 2011）。还有研究者指出任务类型的重要影响，例如与阅读材料相比，学习测试活动更能够驱动学习者主动地根据测试中的信息线索进行知识的检索和提取，从而强化了知识的学习，而且这种学习效果保留得更加持久（张锦坤和连榕，2013）。

基于分散学习效应及相关理论，本研究认为在进行移动学习平台的内容设计方面，应该以支持学生开展分散学习活动为目的，按照学习内容的知识体系，对学习内容按照内在逻辑进行分割，通过小量、多次的练习来强化学习者的分散学习效应。同时结合学习资源和学习任务进行合理科学的安排，促进学习者对碎片化知识的深度加工。在技术设计方面，基于分散学习效应“间隔——再学习”的主要特点来设置学习时间间隔和学习任务，实现不同移动终端中学习资源的有机整合。

2.2. 元认知能力的发展策略

学习过程的自我监控是自主学习和深度学习发生的重要的前提条件。在网络自主学习与元认知发展策略的相关研究中提到，建议利用学生对学习内容之间的反馈来促进学生的自我监控意识，通过在线互动来加强师生的交互，帮助学生进行学习进度的掌控和学习策略的调

节；同时，研究指出建议提供作业管理和学生管理等模块来收集信息，以促进教师和学生在学习过程的个性化管理和评价（钱玲和范宁，2004）。

本研究认为促进碎片化学习中学生的深度认知加工，需要在进行移动学习平台的功能开发时实现（1）支持学生进行与学习内容交互并进行自我管理，例如自主练习、相关材料、收藏复习等功能（2）支持用户之间交互的功能，例如在线提问、讨论、答疑等功能（3）对用户数据（基本信息、学习记录、学习进度）的收集，方便学生进行元认知监控。

3. 支持碎片化学习的移动学习环境的设计与实现

考虑到移动学习设备的便携性和普及性，以及将移动学习环境整合到更为广泛的教与学的过程中的目的。本研究以面向大学生的《C 语言程序设计》课程的移动学习平台为例（<http://dquiz.aicfe.cn/>），对支持碎片化学习的移动学习环境的设计进行探究。

3.1. 系统架构

本研究以面向大学生的《C 语言程序设计课程》为例，进行了该课程移动学习平台的开发。在对该课程的学生和教师展开需求分析的基础上，本研究结合设计理念并方便学习者利用各个终端来使用移动学习平台，本研究采用 Browser/Server (B/S) 即“浏览器/服务器”方式的软件体系架构模式进行设计。移动学习平台总体架构分为三层：表示层、业务逻辑层和数据层，具体设计见图 1 所示。

表示层是用户和系统之间的接口，用来展示给用户的界面。学生可以通过手机/电脑等移动终端，教师可以通过电脑等设备来访问服务器并与服务器的数据进行通信。业务逻辑层包括管理模块和交互模块，主要处理来自用户的请求。根据请求调用相应的数据库信息，并将结果反馈给用户。数据层主要负责存储和提供数据给业务逻辑层，包含用户信息库，习题库，评论库和学生行为库。用户信息库和题目库和业务逻辑层的管理模块进行数据的交互，论坛库和学生行为库和交互模块进行数据的交互。

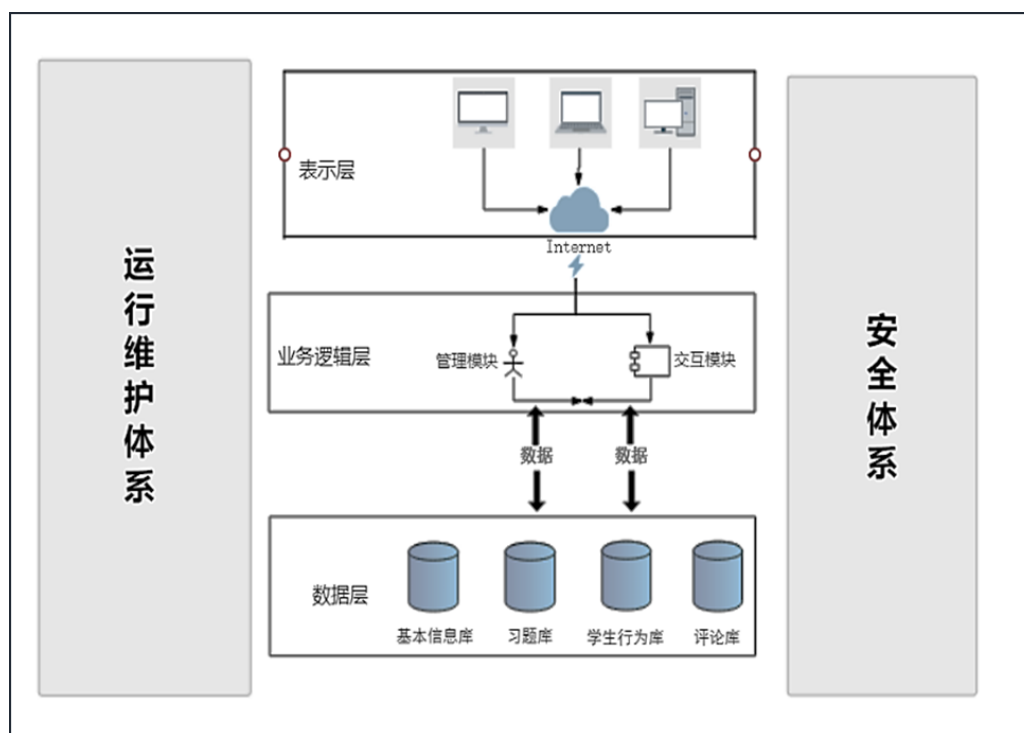


图 1 系统架构设计

3.2. 功能设计

该移动学习平台终端面向教师和学生设计了不同的功能（如图 2 所示）。对于学生用户，应包含个人中心、练习、讨论、复习等主要模块进行更好的碎片化学习。同时该平台满足对学生学习时间间隔、学习行为、做题数量等行为数据的采集。在分析用户角色的基础上，本研究应用第 2 小节的设计理念，进行了如下所述的功能设计。

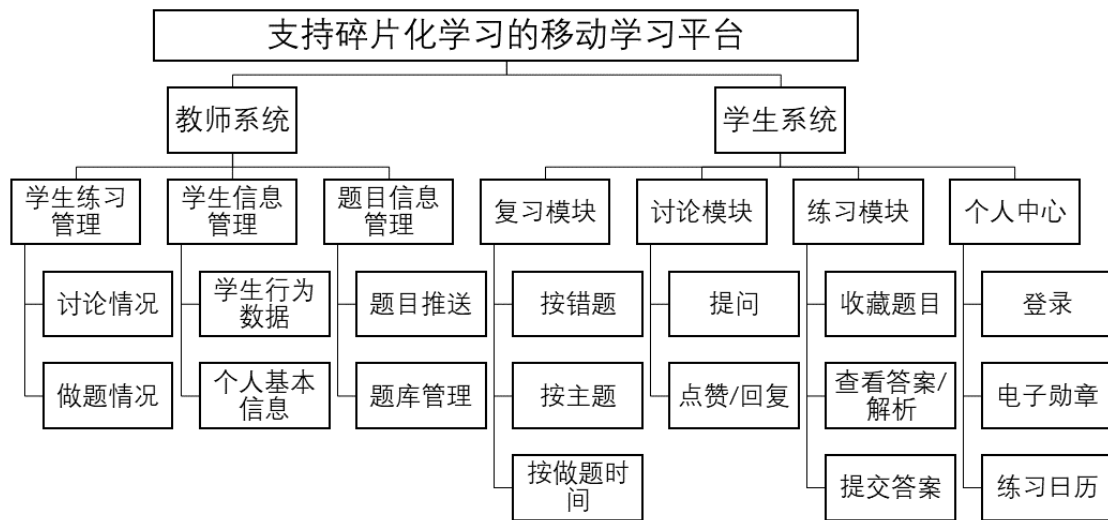


图 2 基于不同角色的系统功能设计

3.2.1. 知识碎片的科学管理和内在逻辑体系

由于碎片化的知识粒度较小，学习者需要进行有意识的知识管理。知识的管理就是根据自己学习需求进行筛选，将无关无意义的信息进行删除遗忘，有目的地挖掘需要学习的知识并进行提取和深度加工（尹涛、张磊和江奇，2016）。因此支持碎片化学习的移动学习环境设计应当包括对知识碎片的科学分割和帮助学习者建立知识碎片间的内在逻辑结构的工具。面向大学生的《C 语言程序设计》课程是一门编程语言类课程，包含大量零散的概念知识和操作技能，进行移动学习环境的设计时，不仅要保证学习内容逻辑体系的完整性，还要进行合理的、科学的知识划分。基于该课程的学习内容，本研究提供了选择、填空、改错等多种类型的练习题。从基础知识、分析理解、应用深化等多层次的知识类型为学习者推送练习题目，帮助学习者构建碎片化知识的内在逻辑体系。通过基础知识、分析程序、补全程序、排查错误等不同层次的编程知识的练习题来促进学习者的深度认知。

首先，对于知识容量的划分，碎片化学习打破了传统的结构化知识，将整体性知识划分成资源颗粒度较小的知识单元，将学习时间缩短并控制在 5~10min（周婧怡 & 何济玲，2021）。结合学生使用智能手机的频率和习惯，本研究在移动学习环境的设计中将零散的编程知识依照知识点进行分割，以知识量为分割单位，将学生 10 分钟之内练习完毕的练习题作为知识碎片，对学习内容按照内部逻辑进行科学分割，并提供内容体系索引的支架帮助学习者及时建构自己的知识体系。基于编程知识的内容结构体系将知识进行了科学的碎片化处理，通过“练习日历”的方式（如图 3 左所示）帮助学生快速进入学习情境，以 10 分钟练习为

基准，为学习者推送每日练习题，帮助学习者从知识的内在逻辑架构进行分散练习，强化学习者对碎片知识的提取和深度加工。

其次，为帮助学习者建立知识碎片之间的逻辑结构，本研究在进行移动学习环境的设计时加入了该课程的学习索引（如图 3 中所示），来帮助学习者对相关编程知识的内在逻辑的掌握。同时，提供与碎片化知识有关的前置资源和后续资源来加强学习者的内在逻辑设计，在相关练习题中加入了相关资料按钮，便于学习者对该学习内容的理解记忆和逻辑体系的构建（如图 3 右所示）。



图 3 练习日历（左）、学习索引（中）、后续资源（右）

3.2.2. 促进学生与学习内容、学习伙伴、教师进行交互的设计

反馈可以促进学生对某一问题的认识和处理并且进行复查和反思，学生通过反馈还可以从不同的角度观察同一学习内容，促进学习者对认知材料和认知任务的元认知。本研究通过带反馈的问题设计（如图 4 左所示）帮助学生进行认知材料和认知任务的元认知。学生在提交答案后，系统会立即给出正确和错误的反馈。在移动学习环境中提供方便师生交流、生生交流的讨论社区。学生在练习时可以通过提问、解答或者随便看看的按钮进入每题对应的讨论区进行讨论（如图 4 右所示）。通过点击“提问”、“解答”等按钮进入题目的讨论区，通过与同伴、教师的交流讨论来加强学生对碎片化知识的加工和理解，帮助学生及时反思自己的学习，有利于教师对学生的掌握情况进行及时的反馈和指导。



图 4 问题反馈（左）、讨论区（右）

3.2.3. 帮助学生进行元认知监控的设计

为帮助学生对自己的学习进度进行管理和监控，提升学生的元认知监控能力，研究设计了学习进度的可视化列表。

首先，基于学生元认知中元认知监控的重要性，本研究提供了学生学习情况可视化的电子勋章和做题日历（如图 5 左所示）。四个勋章分别代表学生练习的正确率，练习的总天数，发表评论的数量以及被点赞的数量。已做题、未做题、今日题、标记题等具有不同颜色的可视化标记，学生可以通过点击日期来选择做题，继而快速进入学习情。该设计也能够帮助学生了解自己的学习进度，方便学生进行元认知监控，调整学习进度。通过将学生的学习情况进行可视化呈现，能够让学习者了解自己的学习情况，及时反思自己的学习过程，提高学习者对于学习的整体调节意识，培养学习者的元认知技能。本研究认为该设计可以提高学生的学习热情，激发学生的学习动机。从而更积极地参与到学习中。

其次，为方便学生对自我学习进度的监控和管理，本研究提供了收藏和复习等功能。学生对题目可以进行收藏和标记操作。学生可以随时查看收藏区的题目进行学习，同时，学生做过的题目都会自动生成复习题。基于分散学习效应中时间间隔长短的重要影响，本研究在设计中将复习题默认按照学生练习的先后顺序排列（如图 5 右所示）。为方便学生唤醒相关学习记忆，学生也可以通过右上角的下拉菜单，选择相应的主题或者错题进行复习。通过这样的界面设计和组织形式，将练习的内容按照不同的方式进行呈现，不仅可以让学生可以按照自己的需求进行复习，实现个性化的学习，而且可以帮助学生进行更系统，更有针对性地复习。在学习过程中学生通过对练习题目的管理和有意识地将学习目标和目前的学习进度进行比较，有利于促进学生自我监控的发生。



图 5 电子勋章和做题日历（左）、复习题（右）

4. 应用效果分析

本研究团队将设计的移动学习平台应用在真实的教学环境中，经过一学期学习，74 名大学生利用该平台所提供的 227 道编程练习题进行了碎片化学习，将研究对象随机分为两组，

实验组（分散组）学生至少每3天登录平台并完成练习。对照组（集中组）学生至少每7天登录平台并完成练习，两组学生练习的题目数量和内容是完全相同的。经过对学生学习数据的统计发现，全体学生平均练习时间间隔为5.58天，最大值为16天，最小值为1.11天，中值为4.86天，52.7%的学生学习时间间隔小于5天，9.5%的学生学习时间间隔大于10天，表明该APP的设计符合碎片化学习的时间特征。在练习新题时，分散组的学生第一次练习正确的比率是63%（SD=8%），集中组第一次正确的比率是55%（SD=14%）。同时，分散组的学生发表或查看评论的数量显著多于集中组的学生，分散组的学生进行评论或查看评论的次数平均为22次（SD=21.33），而集中组的学生平均为12.86次（SD=9.87），这表明分散组的学生更愿意投入到在线讨论中。

随机抽取学生进行访谈后发现，数字徽章、实时正确率等反馈功能让学生对自我的学习效果有所监控，学生对碎片化学习中在线讨论的认可度较高。对于讨论功能，学习者表示讨论和分享中可以学习别人的观点，进而反思自己的学习。侧面反映了本研究所设计的基于碎片化学习的移动学习环境在一定程度上能够帮助学生在碎片化学习中的深度认知加工和元认知能力的发展。同时该平台在支持教师展开个性化教学反馈和碎片化学习资源推送等教学设计方面也有所帮助。

5. 结论和未来研究工作

基于碎片化学习中分散效应理论和元认知能力发展的策略，以及基于该学习环境的初步应用分析的结果，本研究认为基于碎片化学习的移动学习环境应当包括如下的设计：（1）根据学科特点，学生移动学习习惯合理规划知识单元并对知识碎片进行科学管理，帮助学习者构建知识的逻辑体系的功能（2）促进学习者与学习内容、学习同伴、教师等多种交互的窗口（3）方便学习者进行元认知监控的工具，以促进学习者的深度加工。

本研究未来将进一步探索实现（1）设计促进学习者梳理碎片知识间结构的功能，以及嵌入帮助学习者串联知识结构的工具（思维导图、逻辑树等）（2）学生行为数据的采集和应用，进一步分析学习者在该平台中的学习路径，探索基于第一次习题正确率等学生学习行为数据，预测知识掌握概率，实现学习资源的个性化推荐，帮助学习者进行个人知识体系的构建；（3）进一步完善电子徽章等学习结果可视化工具，结合学生学习习题练习正确率、学习资源点击数、资源下载数、讨论区发帖、回帖数等学习数据实现学习者个人知识掌握程度的动态变化图，使学习者能够及时对自身学习进度进行科学、合理的监控。

参考文献

- 陈丽、逯行和郑勤华(2019)。“互联网+教育”的知识观:知识回归与知识进化。*中国远程教育*, No.534(07), 14-22+96。
- 陈琦和张建伟(2003)。信息时代的整合性学习模型——信息技术整合于教学的生态观诠释。*北京大学教育评论*。
- 胡姣和陈思睿(2021)。大学生碎片化学习注意力影响因素的实证研究。*现代远距离教育*(03), 1-10。
- 胡姣、张文兰和陈思睿(2019)。大学生碎片化学习中注意力失焦归因研究——基于扎根理论的质性分析。*电化教育研究*, 040(012), 36-43。
- 黄建锋(2018)。碎片化学习:机遇、挑战及应对策略。*教育探索*, 000(005), 21-26。
- 缪茜和秦健(2018)。我国碎片化学习研究热点及趋势分析。*中国医学教育技术*(03), 263-266。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 钱玲和范宁(2004)。网络自主学习与元认知发展策略。《中国电化教育》(04), 64-66。
- 王承博、李小平、赵丰年和张琳(2015)。大数据时代碎片化学习研究。《电化教育研究》(10), 28-32。
- 尹涛、张磊和江奇(2016)。“互联网+”时代:碎片化学习的局限性思考。《软件导刊:教育技术》。
- 杨文阳和王燕(2012)。基于移动学习环境的数学教育游戏设计与开发探究。《中国电化教育》(03), 71-75。
- 张锦坤和连榕(2013)。有效学习的三个易控变量:间隔,顺序与提取练习。《心理与行为研究》, 11(2), 276-281。
- 周婧怡和何济玲(2021)。“互联网+”时代碎片化学习的特征、问题与优化策略。《中国医学教育技术》(03), 322-325。
- 郑兰琴(2007)。利用技术有效促进学习——第十四届国际计算机教育应用大会(icce2006)综述。《中国电化教育》(03), 97-99。
- 钟志贤(2005)。论学习环境设计。《电化教育研究》(7), 35-41。
- Bjork, E. L. , & Bjork, R. A. . (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: *Creating desirable difficulties to enhance learning*.
- Eagleton, M. B., & Guinee, K. (2002). Strategies for supporting student Internet inquiry. *New England Reading Association Journal*, 38(2), 39-47.
- Rischke, A. E. , Roberts, K. P. , & Price, H. L. . (2011). Using spaced learning principles to translate knowledge into behavior: evidence from investigative interviews of alleged child abuse victims. *Journal of Police & Criminal Psychology*, 26(1), 58-67.
- Son, & Lisa, K. . (2010). Metacognitive control and the spacing effect. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 36(1), 255-262.
- Zulkipli, N. , Mclean, J. , Burt, J. S. , & Bath, D. . (2012). Spacing and induction: application to exemplars presented as auditory and visual text. *Learning and Instruction*, 22(3), 215-221.

基于虚拟环境的空间能力评估的应用及展望

Application and Prospect of Spatial Ability Assessment Based on Virtual Environment

邓文超¹, 李葆萍^{2*}

¹ 北京师范大学教育学部

² 北京师范大学未来教育高精尖创新中心

* libp@bnu.edu.cn

【摘要】 空间能力作为人的一种属性，其在科学、技术、工程、数学（STEM）等领域的发展发挥着重要作用。除了传统的纸笔测试外，虚拟现实技术逐步成为测量空间能力的一种新型模式。本文通过分析、整理相关文献，探讨虚拟环境下空间能力测量方法设计中测量因子、评估指标等重要因素，得出目前的主流测量模式和评估数据类型，以期为今后该方面的研究提供参考和借鉴。

【关键字】 虚拟现实技术;虚拟环境;空间能力

Abstract: As a human attribute, spatial ability plays an important role in the development of science, technology, engineering, mathematics (STEM) and other fields. In addition to the traditional pen-and-paper test, virtual reality technology has gradually become a new mode of assessing spatial ability. By analyzing and sorting out relevant literature, this paper discusses the measurement factors, evaluation indicators and other important factors in the design of spatial capability measurement method in virtual environment, and obtains the current mainstream measurement mode and evaluation data type, in order to provide reference and reference for future research in this field.

Keywords: virtual reality technology, virtual environment, spatial ability

1. 研究背景

空间能力(Spatial ability)属于个体认知领域中的一部分，Linn 和 Petersen 认为空间能力是一系列感知图形技能的组合，包括：使用地图、解决几何问题、识别三维物体的二维平面图等(Lohman, 1989)。空间能力对科学、技术、工程、数学(Stem)等领域学习发挥着重要作用，因此对于空间能力的评估成为众多研究者们关注的焦点。虚拟现实技术可以凸显空间能力的三维特性，因此虚拟环境下的空间能力测评得到了越来越多的关注。本文通过文献分析的方法，探究虚拟环境下空间能力测量方法设计的几个重要因素，以期为后续的研究和开发提供参考。

2. 虚拟环境下空间能力的评估

2.1. 研究样本和编码

本研究通过对1995年-2020年关于运用虚拟现实技术进行空间能力测量的文章进行搜索，以：“spatial abilit*/spatial cognition/spatial thinking”、“test*/evaluat*/assess*/measure*”、“VR/virtual reality/virtual environment/3D”为关键词在 ISI web of science 数据库中搜索出 106 篇文献并进行编码，最终筛选出主要依托虚拟现实技术来测量空间能力的 30 篇实证型文章。为进一步分析该测量方法的研究趋势，笔者通过分析实验过程，就测量因子、评估指标等方面进行如下讨论。

2.2. 评估过程

构成空间能力的因素直接影响其测量维度，H. Bayram 将影响空间能力的因素总结为八个方面：环境能力、空间定位、动态空间能力、空间可视化、空间关系、闭合速度、闭合灵活性、感知速度(YILMAZ, 2009)。其中，空间可视化是指在脑海中对物体进行旋转、折叠、分离等一系列操作(Mcgee, 1979)，空间动态能力、空间关系、环境能力被认为是寻路和导航能力的重要影响因素(Hegarty & Waller, 2005)。如表 1 所示，通过对目前研究中的测量因子进行归类，发现空间能力的评估多聚焦于空间导航和心理操作两个模式。

表 1 测量因子类别以及研究频率分布

测量方向	具体描述	研究频次
导航能力	1.路径规划；2.自身定位；3 空间关系； 4.认知策略；5.地标识别 6.认知地图	17
心理操作	1.心理旋转能力；2.3D 对象横截面识别 3.心理切割能力；4 空间转换能力（3D 空间透视能力）	6
其他	1.空间记忆；2.空间可视化	5

如表 2，相较于传统二维测试，在虚拟环境下收集的评估数据更为全面，有利于提高评估结果的客观性和准确性。

表 2 数据类型以及研究频次分布

数据类型	具体描述	研究频次
过程性数据	1.响应时间；2.移动轨迹；3.被试者点击设备次数； 4.被试者位置和方向的变化；5.反应速度；	19
结果性数据	1.任务执行时间；2.任务正确率； 3.被试者到达位置与目标位置的距离；4.被试者到达位置与 目标位置的角度；5.答题/实验次数	29
身体数据	1.头部移动；2.眼球的运动；3.身体方向	6
其他	1.访谈答案编码	2

3. 结论

综上，基于虚拟现实环境下空间能力的评估主要以测量导航能力和心理操作能力的两种模式为主，同时，评估指标趋于多元化。虽然虚拟现实技术为多种影响因子的评估提供了可能性，但仍存在一定的局限性。故在开发中，一方面应继续就空间能力的测量模式进行探索；另一方面要注重评估数据采集技术的完善，尤其是测试中的身体变化数据。在今后的研究中，应充分利用虚拟现实技术的优势，扩充空间能力的评估模式，以为后期空间能力的培养提供具体化需求和依据。

参考文献：

- Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). *Individual difference in spatial abilities*.
 Lohman, D. F. (1989). Human Intelligence: An Introduction to Advances in Theory and Research. *Review of Educational Research*, 59(4), 333–373. <https://doi.org/10.3102/00346543059004333>
 Mcgee, M. G. . (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889.
 YILMAZ, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability [On the development and measurement of spatial ability]. *International electronic journal of elementary education*, 1(2), 83-96.

生手與專家學習 Scratch 程式之眼動分析

Eye Tracking Analysis of Novices and Experts Learning Scratch Program

馬嘉蘋¹，吳聲毅^{2*}

¹國立屏東大學教育學系

²國立屏東大學 STEM 教育國際碩士學位學程

*digschool@gmail.com

【摘要】 在多數的研究可看見過去的教學者在程式教學的經驗中，學生在學習 Scratch 時，比起以往的資訊課程更令他們有興趣，且操作起來多半認為易學易懂，但較少有相關的研究去分析這些學童是如何學會 Scratch 程式設計。因此，本研究將以上述所提的 Scratch 程式設計教學軟體，讓國小高年級學童依照學習經驗分成生手與專家兩組實際撰寫程式，並透過眼動儀進行分析比較與進行事後的訪談，分析其兩組撰寫程式歷程，並對其提出適宜的教學策略。

【關鍵字】 Scratch；編碼；生手；專家；眼動儀

***Abstract:** Research shows that teachers in their coding teaching experiences think students are more interested in learning Scratch than other information courses and most of them think Scratch are easier to learn and understand after their operation. However, less studies analyzed how students learn Scratch coding. Therefore, this study will use Scratch coding software to analyze students' coding process and propose appropriate teaching strategies. The analysis has been conducted using eye trackers and interviewing from both novice and expert students at high-grade elementary school according to their learning experience.*

Keywords: Scratch, coding, novice, expert, eye trackers

1. 研究動機與研究問題

近年來，程式設計與運算思維的風潮在全球大為興起，關於 Scratch 教學上的相關研究也不少。如 Sáez-López, Román-González, V-ázquez- Cano(2016)分別對五所小學的高年級學童實施兩年的 Scratch 教學，其成效也顯示能顯著提升學童的運算思維及問題解決能力，並且讓學童對學習更有熱情及感到樂趣。但程式設計當中包含許多抽象化概念，因此對於初學者來說在學習程式設計時遭遇到的最大困難，在於他們沒有足夠的知識和技巧來完成一個程式的建置(Gandy, Bradley, Arnold-Brookes & Allen, 2010)。Du Boulay (1989)也指出程式設計對初學者來說最大的困難在於程式概念含蓋太多的抽象化元素，因此經常會讓他們為此感到挫敗，也對教學者產生負擔。從上述文獻來看，程式設計的教學對學童來說有一定的重要性與有效性，但對於初學者在剛開始學習時會有困難。因此本研究想從比較專家與生手的程式撰寫歷程，從中分析其眼動追蹤，觀察兩者 Scratch 學習情形，給予適宜的教學策略。

此外，以往的眼動研究大多數仍是多著重在閱讀與網頁瀏覽等面向，以眼動針對程式設計的認知行為進行探討較少(Obaidellah, Al Haek, & Cheng, 2018)，且多數對於程式設計的認知行為研究仍都是以觀察、訪談或問卷等等的方式來了解個體的認知歷程(cognitive process)

較多。有鑑於此，如何利用眼動訊號來探討程式設計的認知行為，並用客觀的眼動指標解釋與分析個體撰寫程式的認知歷程，對於瞭解 Scratch 的學習歷程是很有幫助的。因此本研究想利用上述提到的 Scratch 程式設計教學環境與眼動儀 (Gazepoint GP3 eye tracker)，搭配容易與困難兩個程度級別的 Scratch 專案，將國小高年級學童依在 Scratch 程式上的學習成就上分為專家與生手，利用眼動觀察他們編程的歷程，進而提出對生手適宜的教學策略。研究問題如下：

1. 生手與專家是否因在 Scratch 的學習成就不同，而在程式設計操作流程 (包含容易與困難兩個程度級別) 有差異？
2. 生手與專家在進行 Scratch 程式設計時，其眼動訊號有何特徵 (包含容易、與困難兩個程度級別)？
3. 生手在進行 Scratch 程式設計時，有何窒礙難行的地方？

2. 研究方法及步驟

本研究之研究對象為台灣某國小高年級學生為研究對象，研究對象採自願報名，並與家長簽訂同意書，共有 30 位學生參加。在這 30 位學生中，由任課老師依其實驗設計最後作品協助評分，依照分數分成兩組。一組為專家，專家為在 Scratch 程式上學習成就較高者；另一組為生手，生手為在 Scratch 程式上學習成就較低者。

研究設計依據研究目的，以專家所給的專案，其專案分成容易與困難兩個級別讓 30 位學生實際撰寫。撰寫過程中，讓學生使用眼動儀，程式撰寫完成後，最後向學生進行事後的訪問，最後進程式撰寫歷程的眼動分析比較，再對其提出適宜的教學策略。

在抽樣設計設計部分，本研究依據眼動訊號程度於 60% 以下之結果者為無效樣本，而此次研究的無效樣本共有 14 位學生為無效樣本，因此本次研究最後有效樣本數為 16 位學生。依據作品評分，評分指標分為作品完整度 40%、創意 30% 與程式邏輯 30%，共由兩位老師依三項指標評分，將其評分結果平均後依高低分排序，兩個題目個別抽高分前 5 人與低分前 5 人，並分為兩組，高分者為學習成就較高者 (專家者)，低分者為學習成就較低者 (生手組) 作為眼動特徵分析之對象。

本研究之研究工具包含 Scratch 與 Gazepoint GP3 眼動儀。在資料分析部分，本研究依據 Gazepoint 的分析軟體進行分析，本研究將分析眼動軌跡、熱圖分析做為分析指標。而在觀看興趣區 (Area of Interest) AOI 部分，我們將 Scratch 程式設計撰寫畫面劃分出四個 AOI 區域，來篩選我們的眼動資料，包含 AOI 區域：指令區，積木程式模件區域、AOI2 區域：操作區，堆疊積木區域、AOI3 區域：執行區，程式執行區域與 AOI4 區域：物件區，選擇角色、舞台背景區域。如圖 1

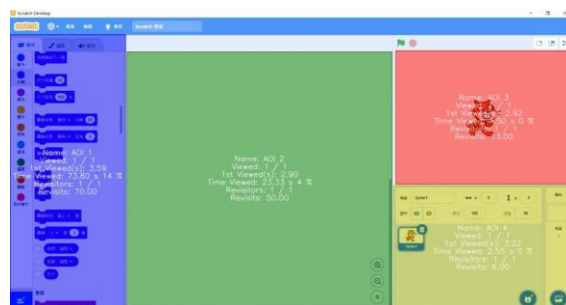


圖 1 Scratch 上的 AOI 區域

3. 研究結果與討論

3.1 視線軌跡圖

3.1.1 題目一：容易題目比較

在撰寫程式的一開始，即可看見生手組與專家組在 AOI1 區域的視線軌跡不相同。圓形大小表示注視時間的長短，圓形越大，凝視時間越長；反之，凝視時間越短。生手組都是常常集中在同一塊區域上盯著積木思考很久，並且會不斷來回掃視；而專家組在 AOI1 區域的視線軌跡則是掃視的幅度比較大，且較少來回掃視，思考的時間相對於生手也來得短暫，並且專家組會善用左邊指令的分類尋找積木模件，但是生手組經常是由上一直往下找，似乎並不懂得左邊指令的功能與意義，因此在 AOI1 區域花費的時間比專家組都來得久。

到了撰寫程式的中段，可以看見專家組在撰寫程式的過程會去不斷對照程式的執行過程，因此會經常在 AOI2 與 AOI3 區域之間做來回掃視的動作；而同一個時間，生手組則是在 AOI2 區域不斷注視，可以看出生手組對於堆疊積木的區域進行知覺的時間相比專家組要得更長，且他們在此區域來回掃視的頻率也相對專家組來得更多，代表他們對此區域是認為非常困難且感到很疑惑的，他們也較少會去一邊操作積木一邊對照程式的執行過程，大多的時間都是在思考。

在最後幾近要完成程式時，可以看見生手組依然還在 AOI1 區域進行掃視，相對在同一個時間，專家組已在確認程式的正確度與完整度，表示生手組在此題目中，到最後還是在思考積木模件區域應該要使用哪些，可以看見生手組對於這些積木所代表的指令認識與熟悉度相當低。

3.1.2 題目二：困難題目比較

在撰寫程式的前段，可看見生手組與專家組的視線軌跡不相同。專家組在前段大多時間專注在 AOI1 區域大幅掃視積木模件，尋找並思考需要的積木，可能因為是困難的題目，來回掃視的頻率與注視的時間有較多一些；而生手組在前段時間則是在 AOI3 與 AOI1 區域來回掃視，其原因可能是生手組從執行區思考要選擇哪些積木模件去堆疊才能符合題目所述，因此生手組在 AOI1 區域注視與掃視的時間和頻率也比容易的題目來得多。

到了撰寫程式的中段，專家組則是較常注視在 AOI4 區域，他們在困難的題目中，更常去進程式執行的動作，他們傾向確認其正確度後再進行下一次的程式撰寫；而生手組則是在 AOI2 與 AOI3 區域來回掃視，他們在困難的題目中，會去看自己寫出來的程式，是否能如期的執行，並來回對照，能看見生手組與專家組在撰寫過程中思考過程大多都放在堆疊積木區與程式執行區。

最後要完成程式時，可以看見生手組與在題目一的表現一樣，他們繼續在 AOI1 區域進行掃視，而在同一時間，專家組則是在 AOI2 與 AOI3 來回掃視確認程式的正確度與完整度，表示生手組在困難的題目中，一樣無法完整寫完程式，依舊在 AOI1 區域，思考並困惑要使用何種指令的積木模件。

3.2 熱圖分析

3.2.1 題目一：容易題目比較

一開始，可以看見生手組與專家組熱圖分布上的不同。越接近紅色區塊為最受注視區域，越接近藍色區塊則為注視遞減區域，而未標注顏色區域則是未注視區域。生手組在撰寫程式前期時，大部份都在注視 AOI1 與 AOI2 區域，但到了後期則是最關注在 AOI1 區

域；而專家組則是在撰寫程式前期，最關注在 AOI1 區域，到了後期則是分布在 AOI2 與 AOI3 這兩個區域。由此可看出，生手鮮少去看程式執行的部分，且在後期注視仍放在 AOI1 區域，對於積木模件區域仍在進行知覺。而專家前期雖較多時間花在 AOI1 區域，但是到了後期在 AOI1 區域便減少許多且都是短暫停留，後期大多都在注視程式執行區域的部分。而生手組與專家組的熱圖比較來看，也可以發現專家組看的地方都比較廣，相對生手組看的範圍則比較小。

3.2.1 題目一：困難題目比較

在困難的題目中，生手組在撰寫程式前期，熱圖大多分布在 AOI1 與 AOI4 區域，但到了後期，熱圖則分布在 AOI2 與 AOI4 區域；而專家組在撰寫程式前期與後期，則和題目一相似，只是差別在於在困難的題目中，專家組在後期反而更注視在程式執行的地方。表示面對較複雜的邏輯程式，專家組後期傾向不斷觀看程式執行區域找出除錯地方，而生手組對於困難的程式設計，他們後期注意力會在堆疊積木區思考之外，似乎遇到困難會轉移至物件區域，思考其他物件的程式要如何撰寫。

4. 結論與建議

本節將探究學生在 Scratch 學習成就上的不同，在面對專案容易與困難兩個級別時，在 Scratch 上的四個 AOI 區域之眼動差異進行結論歸納。結果發現，(1)生手與專家在 Scratch 的學習成就不同，而在程式設計操作流程有差異。在容易與困難的兩個級別中，生手在積木模件區域不善利用指令分類來找尋積木，經常從上一滑到最底下找尋積木，進而耗費許多時間；專家則會經常性的利用指令分類直接找尋需要的積木，從此處亦可看見專家對於程式撰寫的邏輯脈絡清楚。(2)生手與專家在進行 Scratch 程式設計時，其眼動訊號特徵。以軌跡圖來看，生手組在找尋積木時，傾向小部分尋找，且經常盯著思考；而專家則是大幅度的注視。以熱圖來看，專家相對看得更廣，生手看的範圍則比較小。(3)生手在進行 Scratch 程式設計時，在瞭解積木模件上感到最窒礙難行。從眼動圖像呈現出來的結果，皆可明顯看出生手最常注視在積木模件區域，除了不熟悉這些指令之外，有一部份原因也是因為他們並不知道要使用哪些積木來完成程式設計。

根據研究過程中發現的問題與研究結果，本研究提出教學上的建議。本研究從訪談的問答中可以發現，學習成就較低落的學生，皆在積木模件區域感到困惑，對於每個積木代表的指令經常不清楚其意義與功能，因此更難達到下一步的邏輯堆疊，而他們即使撰寫出程式，也難以找出除錯的部分。從學生的訪談過程也發現，生手組的學生在上課時傾向依賴老師所給的提示，甚至是直接抄襲，因此幾乎無自己的思考，加上由於程式設計課程並不多，學生經常學習完就忘記。對此現象，建議現場教學者在教學 Scratch 的時候，釐清學生對於每個積木指令所產生的動作與意義後，再進入到撰寫程式的過程。此外，教學者也盡量避免學生在練習撰寫時，將範例呈現出來，避免學生直接跳過思考歷程，直接看著範例操作程式。

參考文獻

- Obaidellah, U., Al Haek, M., & Cheng, P. C. H. (2018). A survey on the usage of eye-tracking in computer programming. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(1), 1-58.
- Du Boulay, B. (1989). *Some difficulties of learning to program*. In: Soloway, E., Spohrer, J.C. (Eds.), *Studying the Novice Programmer*, London, Lawrence Erlbaum Associates, 283-299.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Gandy, E. A., Bradley, S., Arnold-Brookes, D., & Allen, N. R. (2010). The use of lego mindstorms nxt robots in the teaching of introductory java programming to undergraduate students. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 9(1), 2-9.
- Sáez-López, J. M., Román-González, M., & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using “Scratch” in five schools. *Computers & Education*, 97, 129-141.

實境解謎結合遊戲式先備知識建構策略支援多元文化教育

Supporting multicultural education in alternate reality games: a game-promoted prior knowledge construction approach

徐典裕¹，黃國豪²，楊晰勛³，梁心怡^{1*}

¹國立自然科學博物館營運典藏與資訊組

²國立雲林科技大學未來學院產業科技學士學位學程

³國立雲林科技大學數位媒體設計系所

* cindy@mail.nmns.edu.tw

【摘要】 隨著全球化對社會的影響，多元文化素養逐漸受到各國重視，以妥善處理不同文化交流時可能產生的問題。然而，先備知識不足將影響多元文化教育學習成效，因此，本研究開發一實境解謎遊戲結合遊戲式先備知識建構策略輔助多元文化素養教育，避免先備知識不足所帶來的負面影響。為了解前述學習方法是否可改善素養學習，本研究採用二因子分析，探討不同遊戲學習模式及先備知識建構策略對多元文化素養教育的學習成效。實驗結果顯示，實境解謎相較於一般遊戲式學習可更有效改善學生問題解決能力，然而，關於先備知識建構策略的成效仍待進一步檢定。

【關鍵字】 多元文化；素養導向教育；實境解謎；遊戲式學習；先備知識

Abstract: With the impact of globalization, multicultural competence has been a key issue for worldwide countries to properly deal with the misunderstandings and problems that may arise during exchanges between different cultures. However, insufficient prior knowledge significantly influences the learning effectiveness in game-based learning. To this end, this study developed a game-promoted prior knowledge construction approach to support competency-based education. A two-way ANCOVA analysis was applied to investigate the effect of different game-based learning modes and prior knowledge construction strategies on multicultural education. The results show alternate reality games can significantly improve learners' problem-solving tendencies in comparison with the conventional game-based learning approach. However, the effect of game game-promoted prior knowledge construction strategy still needs to be identified in future studies.

Keywords: multicultural competence, competency-based education, alternate reality game, game-based learning, prior knowledge

1. 前言

隨著全球化對社會的影響，如何增進學習者的多元文化素養（Multicultural competence），強化對自身文化的認同，學習尊重、包容不同文化，用正確的態度與方式與不同文化背景的人相處，成為當代教育的重大議題之一（Li & Wang, 2020）。多元文化素養定義為具有足夠的知識、態度與技能，可覺知自身文化的價值和限制，從國際觀點了解不同文化的差異，採取適切的策略和態度處理不同文化間的交流（An et al., 2019）。透過了解不同文化的特色，多元文化素養可讓學習者了解文化並無好壞優劣之分，幫助實現社會公平與正義，共建多元共存的和諧社會（Pieterse et al., 2009）。學者指出多元文化素養無法透過學校課堂講授「教導」，學生必須透過真實情境體驗、思考，方能真正同理並學習如何處理不

同文化間交流的問題 (Pieterse et al., 2009)。為改善學習者的學習動機，許多研究應用遊戲式學習 (Game-based learning)，鼓勵學習者在主動探索學習的過程中學習解決問題，透過遊戲豐富的悅趣互動改善學習觀感 (Hsu et al., 2018; Gilliam et al., 2017; De Beer & Bothma, 2016)。然而，傳統的遊戲式學習多著重於知識層面的講授，因此可能較難真正改善學生的多元文化素養，輔助學生發展可應用於真實情境的問題解決能力，在不同文化交流過程中，有效處理所遇到的種種問題 (Hesse et al., 2015)。

為改善傳統遊戲學習於素養學習的學習成效，近年來，實境解謎遊戲 (Alternate reality game) 逐漸成為熱門的教育焦點。實境解謎遊戲學習具備遊戲式學習的優勢，可透過故事情境和遊戲任務的趣味性改善學習體驗和動機 (Srisawasdi & Panjaburee, 2019)。相較於傳統的遊戲學習具有明確的遊戲目標，學習者可透過一特定的解題過程完成遊戲任務，實境解謎遊戲學習提供一較符合真實情境的問題解決練習機會，學習者在解答謎題任務的過程中僅掌握不明確的資訊片段，學習者需要主動探索、觀察，整合所收集到的線索方能成功定義問題，解開謎題 (De Beer & Bothma, 2016)。過去研究指出實境解謎遊戲學習可幫助學習者在解謎過程中發展素養相關高層次認知能力，如團隊合作、問題解決、批判思考等 (Gilliam et al., 2017)。然而，大多研究著重於學習觀感與學習成就，較少關於素養相關高層次認知能力，如問題解決、後設認知評估的研究 (Fu & Hwang, 2018)。因此關於遊戲學習應用於素養教育的成效，仍需進一步檢驗。

此外，若學習者缺乏足夠的先備知識，學習者可能無法有效定義問題而完成遊戲任務，進而影響學習成效 (Ge & Land, 2003)。過高的任務難度也將影響其學習態度和動機 (Whitton et al., 2014)。Ausubel (1963) 所提出的有意義的學習理論 (Meaningful learning theory) 指出，有意義的學習建立於學習者所具備的先備知識基礎上，透過新知識與學習者認知結構中的舊知識連結，方能真正將新知識納入認知結構中，學會或習得新的知識或技能。考量到先備知識不足對學習的負面影響，學習設計需考慮學習者是否已具備足夠的先備知識，方能達到最佳的學習效果。為輔助學習者建構必要的先備知識，主動學習相較於被動知識給予可改善知識學習理解，有更好的學習成效 (Mayer, 1998)。因此，為輔助學習者培養多元文化素養，處理現實生活中的文化交流議題，本研究開發一實境解謎遊戲學習服務「探索科博尋寶趣」，串聯學校及博物館學習場域與資源，並結合遊戲式先備知識建構策略，透過實境遊戲任務的方式引導學習者建構所需的領域知識，並評估其學習成果，確保學習者已具備所需的先備知識，避免先備知識不足所帶來的負面影響。為了解遊戲設計對素養教育學習成效的影響，本研究採用二因子研究，以準實驗方法，探討學習模式 (一般遊戲式學習、實境解謎遊戲式學習) 和教學策略 (遊戲式先備知識建構、自主先備知識建構) 對多元文化教育的學習成效。研究問題如下所述：

- (1) 學生使用不同的遊戲學習模式和教學策略是否在多元文化素養上是否有顯著差異？
- (2) 學生使用不同的遊戲學習模式和教學策略是否在問題解決傾向上有顯著差異？

2. 系統設計

甲、系統架構及功能

為了解不同的遊戲設計對素養導向學習成效的影響，本研究透過「探索科博尋寶趣」服務，串聯學校與博物館學習場域，發展跨場域的素養導向學習環境。在實境解謎遊戲式學習模式中，學習者進行真實場域探究學習時，學習者可透過自持載具使用「個人解謎遊戲」或「協力解謎遊戲」進行實境解謎遊戲任務學習。

個人解謎遊戲提供學習者不同的個人解謎遊戲主題，學習者可選擇喜歡的遊戲主題，進行遊戲式探究學習。個人解謎遊戲主題中包含探索地圖、學習內容以及個人解謎任務。遊戲流程如圖 1 所示，學習者可透過探索地圖選擇欲挑戰的任務開始解謎。個人解謎任務包含任務前導劇情、謎題、線索、提示、答題模組、過關筆記。在初次開啟任務時，任務前導劇情將以對話方式說明任務，引導學習者開始解謎。任務謎題包含題目文字與圖片，透過實境解謎的謎題設計誘發期望的學習行為，如：觀察特定展品、比較特徵異同、閱讀展版文字等，在與展示互動的過程中建構展品相關知識與技能。學習者可點選線索觀看解謎必要資訊或是相關學習內容，整合展場與線索資訊解謎。提示包含引導提示與卡關提示，引導提示根據學習者解謎的不同階段給予學習者輔助資訊解謎，學習者可依據自身需要使用提示，或在答錯逾二次時使用卡關提示獲取詳細的解謎步驟輔助解謎學習。學習者在答題過關後，可獲得過關筆記，以圖文方式呈現該任務的學習內容，幫助學習者統整所學知識。



圖 1 個人解謎遊戲流程與介面

協力解謎遊戲透過隊伍同步模組，讓學習者可與同儕組隊，以多人同步的方式共同解謎。遊戲流程如圖 2 所示，隊長可創建隊伍，透過隊伍 QR code 或房間代碼邀請隊員加入隊伍，由隊長選擇欲進行的任務，隊伍所有成員將同步呈現任務執行進度，在斷線時可自動重新連

線，接續未完成的任務。協力解謎遊戲提供兩種協力學習互動模式：協力型任務與個人解謎任務相同，包含任務前導劇情、謎題、線索、提示、答題模組、過關筆記。與個人解謎任務不同的地方在於答題模組可設定不只一組正確答案，學習者答題成果將於回答列表介面呈現，學習者每人需至少貢獻一組答案，方可過關。合作型任務包含任務前導劇情、分派子任務、主要謎題圖文、子任務題目、線索、提示、呼叫隊友功能、答題模組、過關筆記。玩家須選擇每人所負責的子任務，方會進入合作型任務介面。任務介面中呈現每人分派之子任務題目，隊伍可觀看共有的主要謎題圖文、線索、提示，共同討論解謎。卡關的隊友也可透過呼叫隊友功能請求其他隊友前往當前所在位置協助解謎。



圖 2 協力解謎遊戲流程與介面

在一般遊戲式學習模式中，一般遊戲式學習的遊戲主題同樣使用「探索科博尋寶趣」系統上稿個人遊戲主題及協力遊戲主題，如圖 1 所示，任務均包含前導劇情、題目、線索、提示及過關筆記。但一般遊戲式學習的題目設計與實境解謎遊戲謎題設計不同。一般遊戲式學習任務為單純的問答題目（如：依照客家、賽德克及西方文化來臺順序，依序輸入該文化的服裝特色代碼），學習者可從展品觀察或展版資訊找到正確解答；實境解謎遊戲的任務謎題需要學習者先理解問題，透過邏輯思考運用收集到的資訊方能解決問題。如圖 1 所示任務，學習者從題目圖中可知答案的三個中文字與不同文化的服裝特色有關，透過觀察展品找到該

文化所對應的拼音後（元、多、化），學習者需從題目圖中的提示（時間圖示及聲調）推理出拼音的正確順序，方能得到正確解答（多元化）。

乙、遊戲式先備知識建構策略

考量到先備知識對學習的重要性，本研究基於有意義的學習理論（Ausubel, 1963）設計一遊戲式先備知識建構策略，在每個遊戲任務前新增一前導任務，透過遊戲的方式引導學習者主動建構遊戲任務所需的先備知識，並可透過任務作答確認學習者均已具備任務所需的知識。如圖 2 所示任務，該任務需了解臺灣特色和各文化出現順序，方能解開謎題，因此透過前導任務提供學習者相關學習資訊，並評估學習者是否已具備所需知識，若學習者作答正確，方可進入遊戲任務開始正式解謎學習。

3. 實驗設計

甲、實驗對象

本研究收取共 86 名國小五年級學生作為實驗對象，於臺中市某國民小學及國立自然科學博物館的「臺灣南島語族」及「古代人說故事」展區進行為期三周的多元文化素養學習活動。實驗對象依介入教學分為四組：實驗組 1、實驗組 2、實驗組 3、控制組。學生隨機分組，每組學生組成 3 至 4 人的學習小隊協力進行學習活動，其實驗組別如表 1 所示。

表 1 實驗組別設計

學習模式/教學策略	遊戲式先備知識建構	自主先備知識建構
一般遊戲式學習	實驗組 1（共 21 人）； 遊戲式先備知識建構輔助一般遊戲式學習	控制組（共 21 人）； 一般遊戲式學習
實境解謎遊戲式學習	實驗組 3（共 23 人）； 遊戲式先備知識建構輔助實境解謎遊戲式學習	實驗組 2（共 21 人）； 實境解謎遊戲式學習

乙、實驗流程

本研究安排為期三周的三階段多元文化教育介入實驗，學習情境如圖 4 所示，每周均安排半天的學習活動時間：

第一周於國小校園進行參觀前學習活動，引發學習者對了解臺灣多元文化的興趣。活動前於班級教育進行活動流程說明，並請學生填寫前問卷，以利瞭解學生的多元文化素養和問題解決傾向。填寫完問卷後，使用行動載具進行參觀前學習活動。參觀前學習活動於一空教室布置校園巡迴展展示，展示內容共五大展件，以食、衣、住、宗教、節慶為主題，對應「探索科博尋寶趣」的個人遊戲主題「天外的神秘客」的五大任務，從不同方面認識臺灣的多元文化特色。實驗組 1 的學生透過遊戲式先備知識建構輔助一般遊戲式學習，實驗組 2 的學生使用實境解謎遊戲式學習，實驗組 3 的學生透過遊戲式先備知識建構輔助實境解謎遊戲式學習，而控制組學生則使用一般遊戲式學習。

第二周，學生參訪國立自然科學博物館，透過「探索科博尋寶趣」於博物館人類文化廳二樓的「古代人說故事」及「臺灣的南島語族」進行遊戲式探究學習，透過一協力解謎遊戲主題「廢棄倉庫的秘密」，透過五個遊戲任務，了解臺灣文化的發源及多元文化特色，建構更多關於臺灣多元文化的知識。在進行完本日活動流程說明後，學生可先透過 60 分鐘的專

人導覽解說，了解二個展區的展品知識。接著，實驗組 1 的學生透過遊戲式先備知識建構輔助一般遊戲式探究學習，實驗組 2 的學生使用實境解謎遊戲式學習，實驗組 3 的學生透過遊戲式先備知識建構輔助實境解謎遊戲式學習，而控制組學生則使用一般遊戲式學習。

第三周，本研究設計一情境角色扮演活動，培養真實文化交流情境中的問題解決能力。學生分組進行情境角色扮演活動，透過思考、角色扮演、對話討論以及分組報告，了解臺灣的多元文化，學習如何與不同文化背景的人相處，避免可能的歧視與誤解（刻板印象）。活動結束後，所有學生均填寫後問卷，了解學習介入後，多元文化素養和問題解決傾向的變化。

第一周：校園巡迴展

第二周：博物館參訪

第三周：角色扮演情境



圖 4 多元文化素養教育學習情境

丙、評估工具

多元文化素養問卷源自加州多元文化素養問卷（Gamst et al., 2004），選擇適合臺灣多元文化的題目而設計，共包含 10 題，以五點量表評估對多元文化的態度、知識與技能。Cronbach alpha=0.88，顯示有良好的信度。

問題解決傾向問卷（Cronbach alpha=0.89）取自賴姓學者與黃姓學者所編複雜問題解決問卷（Lai & Hwang, 2014），包含 5 題以五點量表評估的問項。

4. 結果

甲、多元文化素養

本研究使用二因子共變數分析了解不同教學介入的影響，其依變數為多元文化素養後問卷，自變數為學習模式及教學策略，共變數為多元文化素養前問卷。同質性變異數檢定結果顯示不拒絕虛無假設， $F(3, 82) = 1.27, p > .05$ ，因此可以執行二因子共變數分析。分析結果顯示學生使用遊戲式先備知識建構策略輔助實境解謎遊戲式學習有最高的多元文化素養表現（Mean=4.02, SE=0.15），而使用遊戲式先備知識建構策略輔助一般遊戲式學習表現最差（Mean=3.55, SE=0.16），然而不同學習模式並無顯著差異（ $F(1) = 2.91, p > .05$ ），不同教學策略也不具顯著差異（ $F(1) = 0.09, p > .05$ ），且並無顯著交互作用（ $F(1) = 1.57, p > .05$ ）。

乙、問題解決傾向

本研究使用二因子共變數分析了解不同教學介入的影響，其依變數為問題解決傾向後問卷，自變數為學習模式及教學策略，共變數為問題解決傾向問卷。同質性變異數檢定結果顯示不拒絕虛無假設， $F(3, 82) = 0.92, p > .05$ ，因此可以執行二因子共變數分析。表 2 顯示

學生問題解決傾向的描述性統計結果，為瞭解是否有顯著差異，表 3 顯示二因子共變數分析結果，分析結果顯示不同學習模式的學生在問題解決傾向上具有顯著差異 ($F(1) = 5.65$, $p < .05$, $\eta^2 = .07$)，但不同教學策略不具顯著差異 ($F(1) = 0.12$, $p > .05$)，且並無顯著交互作用 ($F(1) = 0.8802$, $p > .05$)。整體而言，實境解謎遊戲式學習的問題解決傾向優於一般遊戲式學習，且學生使用遊戲式先備知識建構策略輔助實境解謎遊戲式學習可得到最好的學習效果。

表 2 問題解決傾向的描述性統計結果

學習 模式	教學 策略	N	前測		後測		
			平均值	標準差	平均值	調整後平均值	標準誤
一般 遊戲	自主	21	3.90	0.66	3.81	3.83	0.15
	遊戲	21	3.79	0.74	3.70	3.75	0.15
	總數	42	3.84	0.70	3.75	3.79	0.10
實境 解謎	自主	21	3.99	0.78	4.05	4.05	0.15
	遊戲	23	4.25	0.77	4.30	4.23	0.14
	總數	44	4.13	0.78	4.18	4.14	0.10
總數	自主	42	3.94	0.72	3.93	3.94	0.10
	遊戲	44	4.03	0.78	4.01	3.99	0.10
	總數	86	3.99	0.75	3.97	3.97	0.07

表 3 問題解決傾向的二因子共變數分析結果

變數	平方和	自由度	均方	F	偏 η^2
學習模式	2.53	1	2.53	5.65	0.07
教學策略	0.05	1	0.05	0.12	0.00
學習模式 x 教學策略	0.39	1	0.39	0.88	0.01
誤	36.22	81	0.45		
總計	1401.12	86			

5. 討論與結論

本研究開發一實境解謎遊戲結合遊戲式先備知識建構策略，串聯學校及博物館學習場域，有效整合數位與實體學習資源支援學校素養教育。本研究探討不同學習模式和教學策略對素養導向學習成效的影響，結果顯示使用遊戲式先備知識建構策略輔助實境解謎遊戲式學習相較於使用一般遊戲式學習有較高的多元文化素養，然而，二因子共變數分析顯示不同學習模式和教學策略在多元文化素養並無顯著差異，這可能是因為四組學生的多元文化素養評分都很高 ($\text{Mean} > 3.5$)，因此較難檢驗出顯著差異。此結果表示本研究所設計的學習活動可有效支持學生培養多元文化素養，了解不同文化的特色和文化間的差異，然而，關於不同學習模式和教學策略的效果仍待進一步檢驗。

本研究結果也發現，學生使用實境解謎遊戲式學習相較於一般遊戲式學習，具有更高的問題解決傾向，此結果呼應先前研究所述，實境解謎遊戲學習活動，可有效輔助學習者培養問題解決能力 (De Beer & Bothma, 2016)。然而，遊戲式先備知識建構策略並未如預期可改

善學習成效，這可能是因為使用遊戲式先備知識建構策略的學習者要在相同的時間內完成較多的遊戲任務，增加的時間壓力可能讓學生感到焦慮，進而影響學習成效（Pearce, 2005）。因此，未來在設計類似的遊戲式學習活動時，需給予學生充分的完成時間，避免時間壓力影響學習成效。

本研究結果可為遊戲學習支援素養導向教育提供豐富的參考資料，然而，本研究僅以量化方法評估學習成效，未來可考慮採用其他質化方法，如：觀察或訪談，紀錄學習者的學習行為和觀感，更深入了解學習者使用不同學習模式以及教學策略的差異，以利有效支援素養導向教育。此外，考量到認知負荷可能對學習成效的影響，未來研究也可探討不同遊戲式學習模式在認知負荷的差異，設計適切的認知負荷，以利改善學習成效。

參考文獻

- An, B., Brown, D., & Guerlain, S. (2019). The Evaluation of a Serious Game to Improve Cross-Cultural Competence. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(3), 429-441.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- De Beer, K. and Bothma, T. (2016), Alternate reality games (ARG) as innovative digital information sources, *Library Hi Tech*, 34(3), 433
- 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.
- Gamst, G., Dana, R. H., Der-Karabetian, A., Aragon, M., Arellano, L., Morrow, G., & Martenson, L. (2004). Cultural competency revised: The California brief multicultural competence scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 37(3), 163-183.
- Ge, X., & Land, S. M. (2003). Scaffolding students' problem-solving processes in an ill-structured task using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 21-38.
- Gilliam, M., Jagoda, P., Fabiyi, C., Lyman, P., Wilson, C., Hill, B., & Bouris, A. (2017). Alternate reality games as an informal learning tool for generating STEM engagement among underrepresented youth: A qualitative evaluation of the source. *Journal of Science Education and Technology*, 26(3), 295-308.
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 8(3-4), 276-291.
- 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.
- Mayer, R., & Mayer, R. E. (Eds.). (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 37-56). Springer, Dordrecht.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Hsu, T.-Y., Liang, H., Chiou, C.-K., & Tseng, J. C. (2018). CoboChild: a blended mobile game-based learning service for children in museum contexts. *Data Technologies and Applications*, 52(3), 294-312.
- Pearce, J. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745-771.
- Pieterse, A. L., Evans, S. A., Risner-Butner, A., Collins, N. M., & Mason, L. B. (2009). Multicultural competence and social justice training in counseling psychology and counselor education: A review and analysis of a sample of multicultural course syllabi. *The Counseling Psychologist*, 37(1), 93-115.
- Srisawasdi, N., & Panjaburee, P. (2019). Implementation of game-transformed inquiry-based learning to promote the understanding of and motivation to learn chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 152-164.
- Whitton, N., Jones, R., Wilson, S., & Whitton, P. (2014). Alternate reality games as learning environments for student induction. *Interactive learning environments*, 22(3), 243-252.

不同鷹架機制之情境式任務導向數位遊戲學習的情緒、 認知負荷及認知成效

Emotion, Various Cognitive Load and Cognitive Performance of Situated Task-Centered Digital Game-Based Learning with Different Scaffolding Mechanisms

張基成¹、嚴萬軒^{1*}、楊斯定¹

¹ 國立台灣師範大學科技應用與人力資源發展學系
gordonwyen@gmail.com

【摘要】本研究旨在探討不同鷹架數位遊戲學習之情緒、認知負荷與認知成效的差異，以及情緒與認知負荷對認知成效之影響。實驗對象為某社區大學之 97 位成人學習者，控制組 32 人（無鷹架數位遊戲學習）；實驗組 34 人（硬鷹架數位遊戲學習），另一實驗組 31 人（軟鷹架數位遊戲學習）。研究結果顯示：（1）鷹架數位遊戲學習之正向情緒、增生認知負荷、認知效果與效率顯著高於無鷹架數位遊戲學習，而負向情緒與外在認知負荷顯著低於無鷹架數位遊戲學習。（2）軟鷹架數位遊戲學習之正向情緒顯著優於硬鷹架數位遊戲學習，負向情緒則兩者無顯著差異。文末提出實務與理論建議，供實務者與研究者參考。

【關鍵字】認知負荷；數位遊戲學習；認知效率；情緒；鷹架

Abstract: The study was to examine the influences of different scaffolding digital game-based learning (DGBL) on emotion, cognitive load and cognitive performance, as well as the influences of emotion and cognitive load on cognitive performance. The research subjects were 97 adult learners in a community college. The control group (non-scaffolding DGBL) had 32 learners, an experimental group (hard scaffolding DGBL) had 34 learners, while the remaining 31 were in the other experimental group (soft scaffolding DGBL). The findings were as follows: (1) Scaffolding DGBL had significantly better positive and overall emotion, germane cognitive load, cognitive effectiveness and efficiency, and lower negative emotion and extraneous cognitive load than non-scaffolding digital game-based learning. (2) Soft scaffolding DGBL had significantly better positive emotion than hard scaffolding DGBL, while there was no significant difference in negative emotion between both groups. Recommendations in terms of practice and theory were proposed for the references to practitioners and researchers.

Keywords: Cognitive load, Digital game-based learning, Emotion, Cognitive efficiency, Scaffolding

1. 緒論

數位遊戲學習（digital game-based learning, DGBL）寓教於樂，是現今重要的數位學習方式之一。數位遊戲學習除了可提升認知成效，亦可降低學習者的外在認知負荷（Chang, Liang, Chou, & Lin, 2017; Hawlitschek & Joeckel, 2017; Hong & Chu, 2017）。然而，由於數位遊戲學習複雜的遊戲元素或學習任務，則可能造成學習負擔，反而不利遊戲任務的完成（Ku, Hou, & Chen, 2016）。因此，如何讓學習者投入適當的認知資源於數位遊戲，避免其認知超載，對數位遊戲教材非常重要。

研究建議可將學習輔助機制 - 譬如：鷹架（scaffold）嵌入於數位遊戲，能協助遊戲任務的進行（Hawlitschek & Joeckel, 2017; Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp, & van der Spek et al., 2013）。許多研究顯示，提示或指引鷹架（prompt scaffold）（或稱硬鷹架(hard scaffold)）嵌入於數位遊戲，使學習更為順暢，並提升學習態度或表現（Barzilai & Blau, 2014; Hwang, Wu, & Chen, 2012; Kao, Chiang, & Sun, 2017）。提升學習動機或成效，或降低外在認知負荷（Hawlitschek & Joeckel, 2017; Huang, Chen, Wu, & Chen, 2015; Hwang, Yang, & Wang, 2013）。但也有研究顯示，提示硬鷹架無法提升認知成效（Yang, 2017）。

研究顯示，同儕支援或合作學習的鷹架（或稱軟鷹架（soft scaffold））能讓同儕互相支援完成遊戲任務，提升學習態度、動機或認知成效（Chang & Hwang, 2017）。然而，合作學習軟鷹架對某些領域的知識擷取並無顯著影響（Wouters et al., 2013）。兩種鷹架（硬與軟鷹

架)皆使用於數位遊戲教材的研究更少,硬與軟兩種鷹架皆顯著提昇影響認知成效,但皆顯著降低影響內在動機。硬鷹架比軟鷹架更能提升認知成效,無鷹架比軟與硬鷹架更能提升內在動機,但這兩項結果未進行統計檢驗(Chen & Law, 2016)。

為填補以上缺口,本研究目的欲探討不同鷹架數位遊戲學習之情緒、認知負荷與認知成效的差異,並探討情緒與認知負荷對認知成效之影響。研究問題如下:1.不同鷹架種類(硬、軟與無鷹架)之數位遊戲學習的情緒(正、負向)差異為何?2.不同鷹架種類之數位遊戲學習之認知負荷(內在、外在與增生)差異為何?3.不同鷹架種類之數位遊戲學習之認知成效(效果與效率)差異為何?

2. 數位遊戲式教材

2.1. 學習策略與內容

本研究之遊戲教材以家庭節水作為學習主題。採用任務導向式學習(task-centered learning)(Francom & Gardner, 2013)——透過引導學習者解決一序列節水問題,完成並專精節水的任務;並結合不同鷹架機制——問題提示機制與線上即時討論系統。此遊戲分為五個主要的情境式節水任務關卡,每個主要關卡內再由數個一序列的解決節水問題的子任務構成。學習者依序逐步解決節水問題,完成不同子任務後,才可進入下一個主關卡。每一個主要任務關卡皆為真實日常生活的用水情境,可讓學習者探索與思考如何解決節水問題。每一個子任務皆為具有挑戰性的如何解決節水的問題。各關卡之任務與問題情境如下。盥洗室刷牙:主角選擇最節水的刷牙與漱口方法。廁所如廁:主角選擇不同的節水配件與最節水的沖水方法,並認識節水標章。戶外洗車:主角選擇最佳的廢水運用方法及最節水的洗車工具。庭園澆花:主角選擇最節水的澆花方法。浴室沐浴:主角選擇最節水的沐浴方法。

2.2. 硬鷹架、軟鷹架機制

在數位遊戲教材中嵌入不同鷹架機制,不同數位遊戲學習步驟與鷹架機制如表1之圖1至圖3。

表1 不同數位遊戲學習之步驟與鷹架機制



遊戲步驟	無鷹架機制	硬鷹架機制	軟鷹架機制
 <p>圖1 關卡任務說明-庭園澆花 關卡為例</p>	<p>以關卡任務說明,讓學習者瞭解關卡所要解決的節水任務。</p>	<p>除了關卡任務說明,另以任務指示來引導學習者閱讀問題提示。任務指示如:「請觀看問題提示,選擇最佳澆水時刻」。</p>	<p>除了關卡任務說明,另以任務指示來引導學習者連上線上討論系統。任務指示如:「請你們討論,該如何選擇最佳澆水時刻」。</p>
 <p>圖2 進行遊戲關卡-庭園澆花 關卡為例</p>	<p>學習者選擇最佳的節水方法。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習者觀看問題提示及進行自我思考,其內容如:「澆水會受到哪些因素影響?如何避免?」。 2. 選擇最佳的節水方法。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學習者連上線上討論系統,群體討論及思考節水原理。 2. 選擇最佳的節水方法。



圖 3 完成關卡任務-庭園澆花
關卡為例

系統顯示學習者所選擇的節水方法與用水量。

1. 系統顯示學習者選擇的節水方法與用水量。
2. 系統顯示「反思時間」，引導學習者自我反思及複習不同節水方法與節水原理。如：「兩個時刻的日照強度有什麼樣的差異？」

1. 系統顯示學習者選擇的節水方法與節水量。
2. 系統顯示「討論時間」，引導學習者群體討論、反思及複習不同的節水原理。如：「請討論為什麼早晨更適合澆水？」

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究之實驗對象為某社區大學的成人學習者，共 97 位。其中男性 29 位，平均 63.24 歲；女性 68 位，平均 61.15 歲。參加者分為實驗組(1)34 人，男性 14 人，女性 20 人，組內平均 62.28 歲，採用硬鷹架數位遊戲學習；實驗組(2)31 人，男性 6 人，女性 25 人，組內平均 61.91 歲，採用軟鷹架數位遊戲學習；控制組 32 人，男性 9 人，女性 23 人，組內平均 61.10 歲，採用無鷹架數位遊戲學習。

3.2. 研究設計與資料分析

本研究採用前、後測控制組實驗研究設計（pretest-posttest control group experimental research design）。三組在實驗處理之前給予認知前測（節水先備知識）。實驗處理後再進行認知後測（節水知識）、情緒與認知負荷之後測。共變項為認知前測，自變項學習方法，包括軟、硬與無鷹架數位遊戲學習。依變項為正、負向情緒、內在、外在與增生認知負荷、認知效果、認知效率。認知效果為認知後測的分數，認知效率為認知效果減去總認知負荷（三種負荷之和），再除以根號 2（Sweller et al., 2011）。

資料分析方法為：（1）實驗組與控制組的差異分析：使用多變量共變數分析（MANCOVA）分別驗證不同組別之間的正、負向情緒、內在、外在與增生認知負荷、認知效果與效率的差異；（2）依變項之間的關係：用多元迴歸檢驗不同組的正、負向情緒與不同種類認知負荷對認知效果與效率的影響。

3.3. 教學實驗流程

教學實驗共計兩週，分為兩個階段。第一週為前導階段，前 60 分鐘介紹學習目標、節水先備知識，及進行實驗前測。後 60 分鐘，學習者練習電腦操作。第二週為教學實驗階段，共 120 分鐘。前 80 分鐘，三組分別進行不同鷹架數位遊戲學習，後 40 分鐘進行後測。三組的具體學習活動請參閱前述「2. 數位遊戲式教材」小節。硬鷹架數位遊戲學習組透過任務提示、問題提示、自我思考及複習等鷹架機制，來使用數位遊戲教材。軟鷹架數位遊戲學習組透過任務提示引導其連上線上討論系統，進行群體討論、共同思考及複習，來使用數位遊戲教材。無鷹架數位遊戲學習組沒有透過任何鷹架機制來使用數位遊戲教材。教師除了會從旁協助三組使用數位遊戲教材之外，也協助硬鷹架組使用鷹架機制，另協助軟鷹架組連上與使用線上討論系統，及解決學生遭遇的問題。

3.4. 研究工具

3.4.1. 情緒量表

情緒量表修改自 Pekrun, Goetz, Frenzel, Barchfeld 與 Perry (2011) 的學業情緒量表 (academic emotions questionnaire, AEQ)。另參考正負向情緒概念 (Samsudin & Chng, 2015; Park, Knörzer, Plass, & Brünken, 2015)，加入與遊戲學習有直接相關的正負向情緒，譬如：喜歡、有趣、心安、討厭，刪除原情緒量表內與遊戲學習較無直接相關的正、負向情緒，譬如：驕傲、解脫、羞愧，並修正題項用詞及語句。量表採用 Likert 五點量尺。量表中兩個構面之 Cronbach' α 值皆大於.7 (正、負向=.784, .731)，顯示題項之間具足夠內部一致性。若刪題，則係數提升，故不刪題。

3.4.2. 認知負荷量表

根據 Sweller 等人 (2011) 對不同種類認知負荷的定義，並參考 Leppink 等人 (2014) 的認知負荷量表，自行發展出適用於數位遊戲學習之認知負荷量表。量表採用 Likert 五點量尺。內在認知負荷題項為學習主題與內容的複雜與困難程度，外在認知負荷為教材的編排與媒體呈現方式對學習者造成的費力程度，而增生認知負荷為教材讓學習者專心與努力學習的程度。量表中三個構面之 Cronbach' α 值皆大於.7 (內在、外在與增生=.827, .745, .869)，顯示題項之間具足夠內部一致性。若刪題，則係數提升，故不刪題。

3.4.3. 認知測驗

本研究之認知前測以節水基本知識為受測內容，包含 10 題選擇題。認知後測為遊戲教材的學習內容，包含 20 題選擇題，部分考題由認知前測的題項修改而來。節水認知後測含知識 9 題，情意 3 題，技能 8 題。兩個測驗的 R20 值皆大於.7 (.913, .906)，顯示題項之間具足夠內部一致性。

4. 結果與討論

4.1. 不同鷹架組別之情緒的差異

多變量共變數分析顯示，不同鷹架組別之間有顯著差異。正向情緒 ($F=3.464, p<.05$) 與負向情緒 ($F=9.956, p<.05$) 皆達顯著水準，顯示不同鷹架的正、負向情緒皆有顯著差異。Scheffe 事後比較如表 2，正向情緒由高至低依序為軟鷹架組、硬鷹架組以及無鷹架組 ($p<.01$)。無鷹架組之負向情緒顯著高於硬鷹架組 ($p<.001$)，亦顯著高於軟鷹架組 ($p<.001$)，但硬鷹架組與軟鷹架組之負向情緒無顯著差異。

表 2 不同鷹架組情緒之敘述統計

依變項	無鷹架		硬鷹架		軟鷹架		事後比較
	調整 平均數	調整 標準差	調整 平均數	調整 標準差	調整 平均數	調整 標準差	
正向 學習 情緒	3.584	.065	4.177	.068	4.487	.068	軟鷹架>硬鷹架** >無鷹架** (sig=.002)
負向 學習 情緒	2.385	.073	1.728	.076	1.595	.076	無鷹架>硬鷹架*** (sig=.000) 無鷹架>軟鷹架*** (sig=.000)

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

4.2. 不同鷹架組別之認知負荷的差異

多變量共變數分析顯示，除了內在認知負荷 ($F=1.829, p>.05$) 之外，外在認知負荷

($F=11.565$, $p<.001$) 與增生認知負荷 ($F=4.244$, $p<.05$) 皆達顯著水準，顯示不同鷹架組的外在、增生認知負荷皆有顯著差異。Scheffe 事後比較如表 3，無鷹架組之外在認知負荷顯著高於硬鷹架組 ($p<.001$)，亦高於軟鷹架組 ($p<.01$)，但硬鷹架組與軟鷹架組之外在認知負荷無顯著差異。硬鷹架組之增生認知負荷顯著高於無鷹架組 ($p<.05$)，軟鷹架組之增生認知負荷亦顯著高於無鷹架組 ($p<.01$)，但硬鷹架組與軟鷹架組之增生認知負荷無顯著差異。

表 3 不同鷹架組認知負荷之敘述統計

依變項	無鷹架		硬鷹架		軟鷹架		事後比較
	調整 平均數	調整 標準差	調整 平均數	調整 標準差	調整 平均數	調整 標準差	
內在 認知負荷	1.657	.081	1.818	.084	1.658	.084	
外在 認知負荷	2.383	.114	1.781	.117	1.831	.118	無鷹架>硬鷹架*** (sig=.000) 無鷹架>軟鷹架** (sig=.001)
增生 認知負荷	3.812	.103	4.106	.106	4.316	.107	硬鷹架>無鷹架* (sig=.049) 軟鷹架>無鷹架** (sig=.001)

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

4.3. 不同鷹架組別之認知成效的差異

多變量共變數分析顯示，認知效果 ($F=5.069$, $p<.01$) 與認知效率 ($F=4.540$, $p<.05$) 皆達顯著水準，顯示不同鷹架組的認知效果與效率皆有顯著差異。Scheffe 事後比較如表 4，硬鷹架組的認知效果與效率皆顯著高於無鷹架組 ($p<.001$)，軟鷹架組亦皆顯著高於無鷹架組 ($p<.001$)，但硬鷹架組與軟鷹架組之認知效果與效率皆無顯著差異。

表 4 不同鷹架組認知成效之敘述統計

依變項	無鷹架		硬鷹架		軟鷹架		事後比較
	調整 平均數	調整 標準差	調整 平均數	調整 標準差	調整 平均數	調整 標準差	
認知效果	77.828	1.344	88.003	1.388	90.519	1.397	硬鷹架>無鷹架*** (sig=.000) 軟鷹架>無鷹架*** (sig=.000)
認知效率	-.774	.151	.252	.156	.572	.158	硬鷹架>無鷹架*** (sig=.000) 軟鷹架>無鷹架*** (sig=.000)

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

4.4. 討論

研究結果顯示，不同鷹架數位遊戲學習的正、負向情緒皆存在顯著差異。鷹架數位遊戲學習其正向情緒較無鷹架數位遊戲學習為佳，其負向情緒則較低。上述結果與先前文獻一致 (Chang & Hwang, 2017; Hwang et al., 2012)，也符合多媒體情意認知學習理論。Du 等人 (2016) 指出合作學習軟鷹架能激發學習者的正向情緒，降低數位學習過程的挫折，但此研究非針對遊戲學習。Hwang 等人 (2012)「硬鷹架數位遊戲學習較能提升學習者之學習態度

與興趣」，Chang 與 Hwang (2017)「同儕合作軟鷹架能提升學習態度與動機」，而這些情意變數能產生較高的正向情緒。這些結果都表示在數位學習環境中，鷹架的輔助能帶給學習者較順利的學習過程，提升其正向情緒並降低負向情緒。軟鷹架的正向情緒顯著優於鷹架數位遊戲學習，但兩者之間的負向情緒無顯著差異。這可能是因為軟鷹架較具彈性，較容易符合個人需求；硬鷹架較不具彈性，較難達成適性化，因而較難引起正向的學習感受。

在認知負荷方面，不同鷹架數位遊戲學習的內在認知負荷無顯著差異。此結果符合 Sweller 等人 (2011) 對於內在認知負荷的闡述。內在認知負荷主要受教材本身難易程度，不易藉由教學方式改變。由於三組的教材內容相同，因此難度相同，故內在認知負荷無差異。不同鷹架數位遊戲學習的外在與增生認知負荷存在顯著差異，符合 Sweller 等人 (2011) 及 Leppink 等人 (2014) 對這兩種認知負荷的定義。亦即，不同的教材呈現方式會有不同的外在認知負荷；而不同的教學活動設計會有不同的增生認知負荷。此外，鷹架數位遊戲學習的外在認知負荷較無鷹架數位遊戲學習為低，增生認知負荷較無鷹架數位遊戲學習為高。上述結果與前述文獻所探討之鷹架數位遊戲學習對認知負荷的研究結果相似 (Chang et al., 2017; Hawlitschek & Joeckel, 2017; Hong & Chu, 2017; Huang et al., 2015; Hwang et al., 2013)，亦即鷹架數位遊戲學習可減少學習者投入額外認知資源，增強學習者對於數位遊戲學習的適應性，有效降低學習者的外在認知負荷，增加增生認知負荷。

然而，軟鷹架與硬鷹架數位遊戲學習之間的外在、增生認知負荷，並無顯著差異。推測可能的原因為，軟、硬鷹架對於數位遊戲學習的學習歷程，均能產生幫助；此外，本研究之研究對象為中、高齡學習者，對數位遊戲學習較為陌生，更促進鷹架對於外在、增生認知負荷的影響，因此難以直接看出兩者的差異。

認知成效方面，不同鷹架數位遊戲學習的認知效果與效率皆有顯著差異。軟與硬鷹架數位遊戲學習的效果、認知效率均較無鷹架數位遊戲學習為高。上述結果與過往鷹架數位遊戲學習對認知成效的研究結果相符合 (Barzilai & Blau, 2014; Hawlitschek & Joeckel, 2017; Huang et al., 2015; Hwang et al., 2013; Hwang et al., 2012; Kao et al., 2017)，也符合鷹架理論；亦即在數位遊戲學習環境中，鷹架能有效提升學習者之認知成效。但上述研究均未探討認知效率。此外，軟與硬鷹架數位遊戲學習之間的認知效果與效率，並無顯著差異。推測軟、硬鷹架對學習者所產生的學習支援的影響可能類似，且本研究之研究對象為中、高齡學習者，因而鷹架機制均有效促進其學習表現，故造成兩種類型的鷹架數位遊戲學習認知成效並無明顯差異。

5. 結論與建議

5.1. 結論

研究結果顯示，鷹架（軟與硬）數位遊戲學習之正向情緒顯著優於無鷹架數位遊戲學習，負向情緒則相反。軟鷹架數位遊戲學習之正向情緒顯著優於硬鷹架數位遊戲學習，負向情緒則兩者無顯著差異。相較於無鷹架設計的數位遊戲教材，有鷹架設計的數位遊戲教材，更能引起學習者之正向情緒，而有較好的學習表現。就上所述，將適當的鷹架機制融入數位遊戲教材，能使學習者感到愉悅及有趣，並對學習感到安心。除此之外，更能增加學習者的正向情緒感受，使其有較佳的學習體驗。

結果顯示，不同鷹架數位遊戲學習之內在認知負荷雖無顯著差異，但鷹架（軟與硬）數位遊戲學習之外在認知負荷顯著低於無鷹架數位遊戲學習，增生認知負荷顯著高於無鷹架數位遊戲學習。軟與硬鷹架數位遊戲學習之內在、外在與增生認知負荷皆無顯著差異。雖然學習者的內在認知負荷受教材本身難易度影響，而不易透過教學方式改變；但外在與增生認知負荷可透過適當的教學設計分別來降低及增加，亦即降低學習的阻礙，及促進學習者努力。

本研究之鷹架數位教材有效協助學習與降低學習負擔，顯示數位教材與鷹架均設計恰當。

研究結果顯示，鷹架（軟與硬）數位遊戲學習之認知效果與效率均顯著高於無鷹架數位遊戲學習。軟與硬鷹架數位遊戲學習之認知效果與效率皆無顯著差異。數位遊戲學習嵌入鷹架機制除了能有效提供學習輔助，提升其認知成效，更能幫助學習者減少投入額外的認知資源，降低學習過程中不必要的額外負擔，獲得較佳認知成效。

5.2. 啟示與建議

5.2.1. 對教學者與學習者之建議

本研究顯示，鷹架數位遊戲學習之增生認知負荷顯著高於無鷹架數位遊戲學習，而負向情緒與外在認知負荷則顯著低於無鷹架數位遊戲學習。因此，在數位遊戲教材之設計上，教學者除了善用多媒體的各項特性之外，可將鷹架機制融入數位教材當中。如此，不僅能協助學習者擁有良好的學習歷程，亦能有效營造學習者良好的情緒感受。本研究顯示，軟鷹架數位遊戲學習之正向情緒顯著優於硬鷹架數位遊戲學習。軟鷹架數位遊戲學習之正、負向情緒與不同種類認知負荷對認知效果與效率的影響，皆高於硬、無鷹架數位遊戲學習。因此，遊戲設計者或教師在選擇軟或硬鷹架時，可以優先考慮採用軟鷹架機制於遊戲式數位學習。

由於本研究中的硬鷹架對於學習的幫助較不如軟鷹架，因而硬鷹架的設計格外重要。教學者在設計數位遊戲學習的內嵌硬鷹架機制時，需考量其適用性；在操作上以簡單、直接為主。學習引導機制可採用問題式鷹架，不直接透漏解答或解題關鍵，而是透過引導式問題讓學習者進行思考；或是提供學習資源或諮詢，讓學習者自行閱讀補充資料以解決關卡任務。除了讓學習者完成關卡任務外，亦能運用上述硬鷹架順利地進行學習。

6.3.2. 對理論應用之建議

本研究運用多媒體認知學習理論、多媒體情意認知學習理論與鷹架理論來解釋不同鷹架數位遊戲學習的認知成效、情緒與認知負荷之差異及關係。這些理論合在一起，雖足以解釋鷹架數位遊戲學習的一些心理反應，然而畢竟遊戲與鷹架比多媒體複雜許多；若欲更深入研究鷹架數位遊戲學習的心理反應與變化，則上述三個理論可以擴充為鷹架數位遊戲認知學習理論（cognitive theory of digital scaffolding game learning）與鷹架數位遊戲情意認知學習理論（cognitive-affective theory of learning with scaffolding game）。

5.2.3. 研究限制與未來研究之建議

學習者的先備知識可能干擾實驗結果，故本研究以共變數分析式排除其干擾。由於本研究之實驗對象為成人學習者且女性居多，其學習情況可能受到職業、年齡或性別等影響。未來可納入「個人背景」為共變項，以檢驗不同鷹架對情緒、認知負荷及認知效果之影響。在不同鷹架數位遊戲學習時，情緒與認知負荷對認知成效的影響情況皆不同。因此，未來可以將鷹架機制作為干擾變項，進一步探討不同鷹架對情緒、認知負荷、與認知效果或效率之間關係的調節效果。本研究針對細項的正、負向情緒、內在、外在與增生認知負荷、認知效果與效率作分析，雖可獲得較細微的結果，但較缺乏整體性的巨觀分析。未來可針對整體情緒、總認知負荷與整體認知成效作分析，以獲得整體性的觀察結果。

參考文獻

- Barzilai, S., & Blau, I. (2014). Scaffolding game-based learning: Impact on learning achievements, perceived learning, and game experiences. *Computers & Education*, 70, 65-79.
- Chang, C.-C., Liang, C., Chou, P.-N., & Lin, G.-Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218-227.
- Chang, S.-C., & Hwang, G.-J. (2017). Development of an effective educational computer game based on a mission synchronization-based peer-assistance approach. *Interactive Learning Environments*, 25(5), 667-681.
- Chen, C.-H., & Law, V. (2016). Scaffolding individual and collaborative game-based learning in learning performance and intrinsic motivation. *Computers in Human Behavior*, 55, 1201-1212.
- Hawlitsek, A., & Joeckel, S. (2017). Increasing the effectiveness of digital educational games: The effects of a learning instruction on students' learning, motivation and cognitive load. *Computers in Human Behavior*, 72, 79-86.
- Hong, T.-Y., & Chu, H.-C. (2017). Effects of a situated 3d computational problem-solving and programming game-based learning model on students' learning perception and cognitive loads. In *Proceedings of 6th International Congress on Advanced Applied Informatics* (pp. 596-600). Hamamatsu, Japan: Conference Publishing Services.
- Huang, K., Chen, C. H., Wu, W. S., & Chen, W. Y. (2015). Interactivity of question prompts and feedback on secondary students' science knowledge acquisition and cognitive load. *Educational Technology and Society*, 18(4), 159-171.
- Hwang, G.-J., Wu, P.-H., & Chen, C.-C. (2012). An online game approach for improving students' learning performance in web-based problem-solving activities. *Computers & Education*, 59, 1246-1256.
- Hwang, G.-J., Yang, L.-H., & Wang, S.-Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130.
- Kao, G. Y.-M., Chiang, C.-H., & Sun, C.-T. (2017). Customizing scaffolds for game-based learning in physics: Impacts on knowledge acquisition and game design creativity. *Computers & Education*, 113, 294-312.
- Ku, O., Hou, C. C., & Chen, S. Y. (2016). Incorporating customization and personalization into game-based learning: A cognitive style perspective. *Computers in Human Behavior*, 65, 359-368.
- Leppink, J., Paas, F., Gog, T. V., Vleuten, C. P. M. V., & Merriënboer, J. J. G. V. (2014). Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and Instruction*, 30, 32-42.
- Liew, T.W., & Tan, S.-M. (2016). The effects of positive and negative mood on cognition and motivation in multimedia learning environment. *Educational Technology and Society*, 19(2), 104-115.
- Mayer, R. E. (2011). Multimedia learning and games. In S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds.), *Computer games and instruction* (pp. 281-305). Charlotte, NC: Information Age.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19, 309-326.
- Park, B., Knörzer, L., Plass, J. L., & Brünken, R. (2015). Emotional design and positive emotions in multimedia learning: An eyetracking study on the use of anthropomorphisms. *Computers & Education*, 86, 30-42.
- Pekrun, R., Goetz, T., Frenzel, A. C., Barchfeld, P., & Perry, R. P. (2011). Measuring emotions in students' learning and performance: The achievement emotions questionnaire (AEQ). *Contemporary Educational Psychology*, 36(1), 36-48.
- Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Francom, G. M., & Gardner, J. L. (2013). How task-centered learning differs from problem-based learning: Epistemological influences, goals, and prescriptions. *Educational Technology*, 53(3), 33-38.
- Samsudin, Z., & Chng, L. K. (2015). The learning styles and learning emotions of adult learner in e-learning environment. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2015, 543-546.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York, NY: Springer Science&Business Media.
- Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265.
- Yang, K.-H. (2017). Learning behavior and achievement analysis of a digital game-based learning approach integrating mastery learning theory and different feedback models. *Interactive Learning Environments*, 25(2), 235-248.

探析教育游戏在社会情感学习领域的功能

Explore the Function of Educational Game in Social Emotional Learning

何奕霖¹, 尚俊杰^{2*}

北京大学教育学院学习科学实验室

[*jjshang@pku.edu.cn](mailto:jjshang@pku.edu.cn)

【摘要】 社会情感学习领域 (social emotional learning) 关注学生如何正向和积极地面对生活、面对社会, 是学生实现全面发展中不可忽视的一部分。游戏是一种新兴的教学方式, 在全面育人和泛在学习的背景下备受关注, 因此有必要进一步探讨游戏造益社会情感学习领域的功能。本文通过文献调研的方式, 分析出游戏赋能社会情感教学的三种功能: 沉浸式环境、形成友好平等的学习共同体以及形成性评价。

【关键字】 社会情感学习; 教育游戏; 游戏化学习

Abstract: The social emotional learning domain (SEL) focuses on how students react to life and society more positively, and is an integral part of individual well-rounded development. Game is an emerging teaching method, and is gaining attention under the context of holistic education and ubiquitous learning. After literature review, this paper proposes 3 function of game in SEL: immersive environment, inclusive learning community and formative evaluation.

Keywords: Social emotional learning, Educational game, Game-based learning

1. 前言

随着我国基础教育迈入到全面提高育人质量的新阶段, 在追求“公平而有质量的教育”的背景下, 如何让学生实现全面发展是一个值得持续关注的课题。区别于“听说读写”等认知能力, 社会情感学习 (social emotional learning) 概念更关注学生的非认知能力, 它旨在引导学生正向和积极地面对生活、面对社会, 是个体全面发展的重要基础。

游戏化学习有非常多益处, 例如助于培养学生情感、态度和价值观, 提高学生的学习动机 (尚俊杰, 庄绍勇, 2009), 目前也是一种备受关注的教学方式。而在社会情感学习领域, 游戏已经是社会情感学习教学中的一种常见教具或者策略。来自澳大利亚的学 Hromek 和 Roffey (2009) 提出, 人对玩耍的渴望、以及与他人一起玩乐的渴望让游戏成为了社会情感学习教学的一种天然载体。本文旨在讨论社会情感学习领域中游戏的功能, 探讨游戏与社会情感学习结合的落地点。

2. 教育游戏的功能分析

2.1 · 沉浸式环境: 教育游戏提供沉浸式的教学环境以促进抽象知识的传达

游戏提供了一个多层次交互空间, 为学习者提供了充分的沉浸感和感知觉的融合。对于教育领域, 情感、价值、态度的教育目标, 它们往往抽象概念比较多, 在真实的教学实践中容易落入“假大空”或者形式化的危机。而教育游戏为学生提供了一个有结构的“解决域”, 让学生可在游戏的模拟器中进行具身体验, 并建构经验, 习得内容。例如, 来自意大利的学者 Merlone 和 Romano (2016) 开发了一款电子游戏, 让学生体会个体行动最终会导致集体的

灾难。该游戏给玩家提供了一个虚拟的交通环境，让玩家选择最短的路径到达目的地；随着关卡逐渐复杂，玩家如果只顾着自己的利益而不去协商，所有人都会在路上花更长的时间：这是一个经典的社会两难困局，需要个体的协商和妥协才有集体的利益最优解。最后作者通过定性访谈的方式，发现学生更好地理解负面竞争的恶果，以及集体协商的重要性。

2.2 · 包容的学习共同体：教育游戏提供友好平等的环境以促进师生、生生关系

有效的社会情感学习教学策略需要给每个人充分表达的机会，而目前游戏已经应用到真实教学场景中以创设更开放、友好的讨论氛围，这种方式对于教授敏感、严肃的问题尤其有效。例如性教育方面，已知说教式的性教育方法对学生影响相当有限，来自考文垂大学的 Clarke 等研究者(2012)设计了一款电子游戏《PR:EPARe (积极关系：消除青少年关系中的强迫和压力)》以辅助教学，该团队使用了 LM-GM 模型进行游戏设计，研究团队根据实验数据发现，相比于传统课堂，使用游戏作为教具的课堂可以促进师生在各个流程上的讨论，并认为该游戏可以有效地嵌套在已有的教学模式中。

2.3. 形成性评价：电子游戏作为学生社会情感能力的测评工具

相较于其他教学媒介，电子游戏能够记录学生的行为数据，因此能更客观地对学生进行形成性评价。例如，来自芬兰的 Koivula 等研究者 (2017) 开发了一款名叫《Emotion Detectives》的游戏，旨在综合地帮助玩家提高自身亲社会行为、自我管理 etc 能力。玩家的主线任务是扮演一个办公室官员去处理游戏中各人物情绪相关的危机，游戏得分某种程度上能反应学生的社会情感的综合能力。经过定性研究，研究者发现学习者在玩游戏、以及和长辈、同辈的相关互动中有效地提高了自身的社会情感能力。另外一个例子是美国的 DeRosier 研发的《Zoo U》游戏 (2012)，该游戏目前覆盖了 K12 的年龄范围，也开发了一个针对自闭症儿童的版本，团队通过分析学生的游戏行为表现与得分，在结束特定关卡后，会给学生反馈一个学习报告，让学生知晓自己的社会情感学习能力发展进度。

3. 总结

想要实现学生的身心发展，社会情感发展是不可忽视的部分，而社会情感学习概念的引入积极地迎合了我国新时代基础教育全面育人的倡导，值得学界的重视。本文介绍了社会情感学习领域下教育游戏的三大功能：沉浸式的学习环境、包容的学习共同体，形成性评价，期待为游戏与社会情感学习领域的结合领域提供理论和应用方面的参考。教育游戏与社会情感学习融合发展之道，仍然有待更多的研究与实践。

基金项目：教育部教师司委托课题“提升教师学习科学素养研究”（编号：JSSKT2020011）

参考文献

- 尚俊杰和庄绍勇(2009)。游戏的教育应用价值研究。《远程教育杂志》，01，63-68。
- Clarke, S., Arnab, S., Dunwell, I., & Brown, K. (2012). Pr: Epare: A game-based approach to relationship guidance for adolescents. *Procedia Computer Science*, 15, 38-44.
- DeRosier, M. E., Craig, A. B., & Sanchez, R. P. (2012). Zoo U: A stealth approach to social skills assessment in schools. *Advances in Human-Computer Interaction*.
- Hromek, R., & Roffey, S. (2009). Promoting Social and Emotional Learning With Games. *Simulation & Gaming*, 40(5), 626-644.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Merlone, U., & Romano, A. (2016). Commuter Bridge. *Simulation & Gaming*, 48(1), 153-169.
- Koivula, M., Huttunen, K., Mustola, M., Lipponen, S., & Laakso, M.-L. (2017). The Emotion Detectives Game: Supporting the Social-emotional Competence of Young Children. *In Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 29-53).

面向历史类课程的教育游戏与虚拟仿真实验比较研究

A comparative study of educational games and virtual simulation experiments for history curriculum

王晨¹，文福安^{2*}

¹ 北京邮电大学网络教育学院

² 北京邮电大学网络系统与网络文化北京市重点实验室

* fawen@bupt.edu.cn

【摘要】 随着移动互联技术和多媒体交互技术的迅猛发展，网络游戏、虚拟仿真实验的教育潜力备受关注。本研究从教学策略、评价方式、应用模式三个方面，对两个基于本科历史类课程开发的教育游戏和虚拟仿真实验案例进行对比分析。研究发现，在同一教育目的下，教育游戏和虚拟仿真实验由于交互方式、学习内容设计等特征的不同适用于课程教学的模式不同，二者有相互借鉴、融合发展的趋势。应结合教学需求合理选择数字化教学软件，增加生成性互动教学内容，重视多元评价，并建立配套规范，以保障其健康发展。

【关键字】 教育游戏；虚拟仿真实验；历史课程

Abstract: With the rapid development of mobile Internet technology and multimedia interactive technology, the educational potential of online games and virtual reality technology has attracted much attention. This study compares and analyzes two educational games and virtual simulation experimental cases based on the development of undergraduate history courses from three aspects of teaching strategies, evaluation methods and application models. It is found that under the same educational purpose, educational games and virtual simulation experiments have a tendency of mutual learning and integration due to their different modes of course teaching due to their different features of interaction mode and learning content design. To ensure its healthy development, the digital teaching software should be selected reasonably according to the teaching demand, the generative interactive teaching content should be increased, the multiple evaluation should be emphasized, and the supporting norms should be established.

Keywords: Educational game, Virtual simulation experiment, History curriculum

1. 前言

由于传统历史课堂教学方法单一、学生可参与活动空间有限等原因，使得学生在学习过程中缺乏历史体验感，历史类课程面临着时代性的挑战。（吴晓莉，2021）人们对“寓教于乐”的需求不断高涨。作为当代信息化教学手段，教育游戏和虚拟仿真实验能够为学习者搭建贴近个人、社会和历史的有效的虚拟学习环境或虚实结合的学习情境，使学生可以在游戏探究中有效地获取历史知识（张露、胡明玉和尚俊杰，2020; Sitzmann T, 2011），也为创新实验教学提供了解决方案。（黄奕宇，2018; 裴蕾丝和尚俊杰，2019）

2. 研究设计

《中国近现代史纲要》是全国高校本科阶段思想政治理论课程体系中普遍开设的唯一一门历史类课程，承担着“以史教人”的重任。本研究结合华中师范大学团队设计开发的《历史选择》教育游戏和国家级虚拟仿真实验教学项目《“长征源”革命历史虚拟仿真实实践教学项目》这两个均基于师范院校本科《中国近现代史纲要》课程开发的实践教学案例。所选案例都将

独立完备的历史内容融入情境探究式的环节或关卡设计中。研究从教学策略、评价方式、应用模式三个维度进行对比，分析二者应用于该课程教学的不同点及应用价值，探讨如何借助教育游戏和虚拟仿真实验来优化历史课程教学，以期为历史教学的实践应用提供参考。

3. 研究发现

3.1. 教学策略方面

分析发现，为了促进知识迁移，教育游戏内容结构按历史事件时间顺序以单线式结构融入游戏情节中，利用角色体验和任务激励机制提进行游戏化教学，但不易体现教师的指导策略。虚拟仿真实验则通过 VR 场景漫游、闯关任务、电子沙盘等多层次设计复现历史知识，记录学生操作细节，同时在线指导和系统及时反馈能使学习者更关注于自身的动作。

3.2. 评价方式方面

对案例进行比较发现，历史类教育游戏会通过曲线式变化的成长状态判断学生的学习是否达到教学目标的要求，不会生成类似详实的评测报告。而虚拟仿真实验通过以小节为单位对学生的答题情况和整个实验操作过程的跟踪分析做出综合性评价。

3.3. 应用模式方面

研究发现，历史类教育游戏将教学内容紧密融合于便携的单机端游戏中，更多强调游戏趣味性和系统性。学习者使用鼠标和键盘与游戏平台直接交互，通过角色体验增强情景代入感，学习时间难以把控，较适合于由学生自主练习和教学内容的广泛传播，以促进教学过程的持续性。虚拟仿真实验则允许 VR 头盔的接入在实验真实性上帮助学生进行声音、情境的交互操作和全景式体验，并获取相应的实践学分，属于课内实践教学。

4. 总结与展望

基于上述案例分析结果，研究提出以下建议：（1）明确教学需求和教学软件定位：历史类课程内容较多，应合理安排实践选题和教学软件，以体现教师的指导策略。（2）提高系统灵活度：面对历史类课程，教育游戏与虚拟仿真实验的内容设计适当增加具有生成性的历史教学内容和层次化、多样化评价模式而非仅答题考核，为学习者提供认同感、自主感和互动性，提升人才创新实践能力和信息化素养。（3）建立配套规范：随着主流教育界对游戏化学习在信息化教学中应用前景的认可和对虚拟学习情境的青睐，教育游戏和虚拟仿真实验之间有着相互借鉴、共同发展的趋势。未来应将教育性和游戏性紧密结合，建立配套统一的规范，尤其是文史类学科，以保障其健康发展。

参考文献

- 黄奕宇(2018)。虚拟现实(VR)教育应用研究综述。**中国教育信息化**，01，11-16。
- 裴蕾丝和尚俊杰(2019)。回归教育本质:教育游戏思想的萌芽与发展脉络。**全球教育展望**，08，37-52。
- 吴晓莉(2021)。高校历史学科课程思政改革与创新——以“中国近代史”课程思政建设为例。**黑龙江教育(理论与实践)**，01，35-37。
- 张露、胡明玉和尚俊杰(2020)。游戏化学习体验的质性分析研究。**中国远程教育**，03，35-41+80-81。
- Sitzmann, T. (2011). A meta-analytic examination of the instructional effectiveness of computer-based simulation games. *Personnel Psychology*. 64. 489–528.

國中生情境式媒體識讀教育桌遊設計探究

Situated Learning with tabletop game assists junior school students' media literacy study

葉洵嘉¹ 王曉璿² 林子涵³ 周家禾⁴ 李威⁵

¹²³⁴ 國立臺中教育大學數位內容科技學系

¹adt105101@gm.ntcu.edu.tw

【關鍵字】 媒體識讀；情境式學習；桌上遊戲

Abstract: With the rapid development of the internet nowadays, people have more and more pathways to obtain information. In response to the evolution of the internet, the rapid dissemination of information has made "media literacy" a core competency of people, and how to distinguish the correct information has become an essential skill for everyone. Therefore, this research intends to use "media literacy" as the theme to develop a tabletop game, allowing players to experience differences in viewpoints caused by established standpoint when playing the tabletop game, and explore through diversity and different aspects, in order to enhance users' cognitive ability to learn "media literacy".

Keywords: Media Literacy; Situated Learning; Tabletop Game

1. 前言

現今網路與媒體的蓬勃發展，以至於大眾可獲得媒體訊息的管道日益漸多，也使得「媒體識讀(media literacy)」成為近年熱門的議題。在五花八門的特定立場媒體訊息傳播下，學習如何「查證」媒體訊息中的創造性語言意涵便是重要的一門課題。因此本研究主要以「媒體識讀」為主題，進行情境式學習之教育桌上遊戲的開發，讓玩家在進行桌上遊戲時，以「創造虛擬媒體環境」的形式，讓玩家扮演不同既定立場的角色，分別對自身陣營有利的新聞進行熱度的拉提，使有利於自己的新聞可以關注度更高。經由實際體驗因既定立場所造成的觀點差異，並透過多元及不同面相的融入探究，以提升玩家學習「媒體識讀」的動機與認知能力。

2. 文獻探討

2.1. 媒體識讀教育與其重要性

2005 年美國加州媒體識讀中心(Center for Media Literacy, CML)對於媒體識讀的教育內容提出五大核心概念(five core concepts of media literacy)：「所有媒體訊息都是被建構的」、「媒體訊息是依據創造性語言及其內在的規則所建構的」、「不同的人對相同的訊息可能有不同的體會」、「媒體隱含了背後既有的價值觀與觀點」、「大部分的媒體訊息是為了獲得利潤或權力而製作的」(Share, Thoman, & Jolls, 2005)。依此概念，可以發現大部分的媒體都擁有自身既有的觀點。「媒體識讀」的學習往往不是如傳統教學模式單向說明且直觀的灌輸式教學可以達成，而是需要透過多元體驗方能感受其內涵。因此如何以學習體驗方式，讓學習者能沉浸感受學習內容，以建構自我的媒體識讀意涵，將是本研究關注的重點，亦即探究結合情境與學習關聯的情境式學習遊戲設計。

2.2. 情境式學習遊戲

1989 年由布朗(J. Brown)、柯林斯(A. Collins)及杜谷(P. Duguid)共同提出了情境學習的概念，並進行系統化的分析，使情境認知學習更為具體化，他們認為知識是經由個體與環境間的互

動建構而產生(陳鴻仁、楊佩真, 2011)。有效的情境教學可以使學習者在學習的過程中將認知活動和情感活動結合, 讓學習者可以主動地去思考、探索, 並解決問題。

將遊戲與情境式學習的觀念結合, 即是「情境式遊戲」。在邱貴發和鍾邦友(1993)參考情境學習理論中提到, 電腦畫面應要呈現實用且符合現實世界的活動與學習情境, 並須聚焦於可供學習者主動探索求知的學習情境, 讓學習者在主動探索和解決問題的過程中, 獲得能夠應用於真實生活的知識(邱貴發、鍾邦友, 1993)。綜合而言, 桌上遊戲是目前融合學科知識、生活情境、與實際體驗的受歡迎的教育遊戲之一, 因此如何結合桌上遊戲與學習情境的設計, 便是進一步探討的重要議題內容事項。

桌上遊戲的情境設計之特點在於, 有別於一般戲劇的使用者情境是以第三人稱視角來觀看該情境的世界觀, 桌上遊戲以第一人稱視角的方式, 藉由玩家在遊玩的過程中直接親身扮演某個特定的角色, 來體驗遊戲的世界觀。桌上遊戲為了讓使用者能完整的體驗到該遊戲所設定的世界觀, 會輔以各種的遊戲機制設計讓使用者在遊戲時進行操作(張禕中, 2019)。

本研究主要針對媒體識讀內涵, 設計情境式教育桌上遊戲, 針對「媒體隱含了背後既有的價值觀與觀點」的核心概念進行探究, 以期提升學習者在媒體識讀教育有更多元的學習。

3. 研究方法

本研究經文獻探討, 以媒體識讀為學習主題, 用「媒體隱含了背後既有的價值觀與觀點」作為核心觀念, 將其融入情境式學習的桌上遊戲中, 來探究使用者對於學習媒體識讀的影響程度。桌上遊戲的目標受眾設置年齡為 15 歲以上且對媒體識讀有基本認識的使用者。

3.1. 桌上遊戲玩法

本研究的桌上遊戲利用「媒體隱含了背後既有的價值觀與觀點」為核心概念, 在虛擬國度中玩家需扮演具有特定立場且求取聲量的勢力角色, 為了使自己的話語權增加, 需要暗中操作新聞的熱門程度, 使各個玩家在扮演不同陣營角色的過程中, 體會當自己身處在擁有既定立場的條件下, 大部分的立場都擁有自身既有的觀點, 且為了獲取利益(遊戲的勝利)將媒體訊息加諸創造性語言及其內在的規則, 就如同在遊戲過程中把對於自己有利的新聞提高熱度, 同時間打壓他人熱度的行為。

3.2. 桌上遊戲美術演進歷程

本研究在桌上遊戲雛型發想階段進行了問卷分析, 針對已年滿十五歲以上的使用者進行初探總共獲得 92 份問卷資料, 透過數據蒐集分析大眾對於媒體識讀的感受, 再依其感受狀況, 設計整體美術風格。

若以形容詞來比喻，對於「媒體識讀」的感受是？（複選三個）

92 則回應

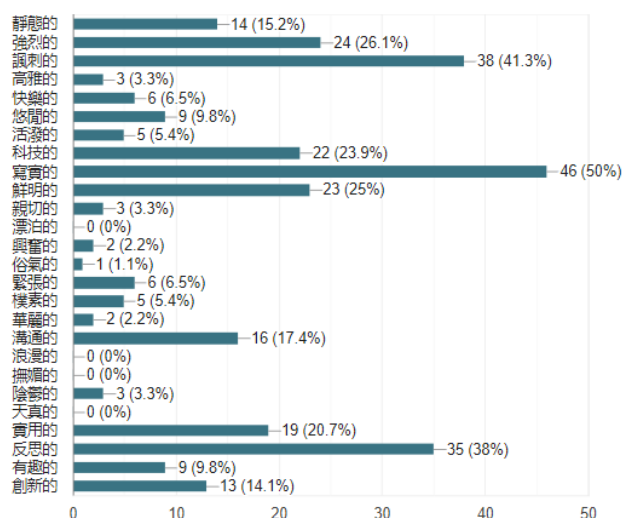


圖 3 美術風格問卷調查蒐集數據結果

由問卷數據分析發現，大眾對於媒體識讀的感受意象為：寫實的、諷刺的、反思的。因而以此數據分析結果為基底，進行角色的設計。初版以較為寫實派的風格進行發想，但其他卡牌設計則不完全風格統一，導致整體視覺與美術不協調，因此進行二版設計。二版跳脫原先寫實的框架，以清楚的、簡單的及諷刺的等意象為目標，因而選擇以簡潔明瞭的 Flat Design 風格為基底做設計，並融合日系角色設計的元素設計桌遊配件。但同時也在製作時發現，「媒體識讀」並非如此活潑的主題，與主題的關聯性不足而讓桌遊主題失焦。最終版本設計則將前兩個版本的優缺點整合並改進，並加強材質的優化，得出較符合寫實的、諷刺的、反思的三個主題意象設計。

4. 研究結果與討論

本研究運用本情境式教育桌上遊戲進行使用者初探，探究桌上遊戲對媒體識讀的影響程度，以及受試者是否對桌上遊戲的遊玩方式有疑慮與持續遊玩意願。

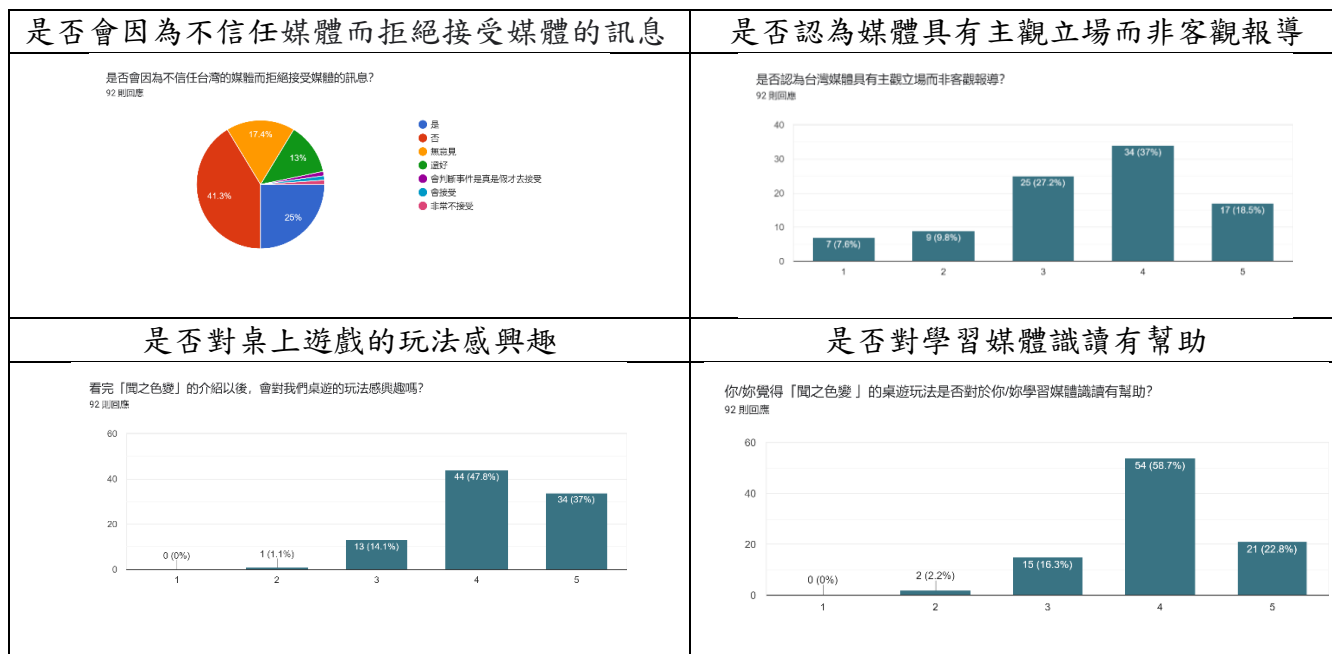
4.1. 問卷回饋分析

本研究以問卷回饋方式，共蒐集 92 份問卷。受試者共 33 位男性、55 位女性、4 位不願透露性別。而問卷分為兩個部分，第一部分為對於臺灣現今媒體環境與對媒體識讀的看法調查，第二部分則針對本研究的桌上遊戲進行探究。分析第一部分的問卷後可得知，超過四成的受試者不會因為不信任媒體而拒絕接受媒體的訊息，而四成的受試者採取保守的態度，僅有兩成的受試者會因不信任而拒絕接收訊息。在問卷中也可發現，超過五成的受試者認為媒體具有主觀立場而非客觀報導，由此可知本研究的核心概念「媒體隱含了背後既有的價值觀與觀點」對於受試者的影響有十足的成效。

大部分問卷對本研究之桌上遊戲皆持正向評價，七成以上的受試者認為本研究對媒體識讀的學習是有幫助的，且認為桌上遊戲的玩法也很有趣，有購買桌上遊戲的意願。美術風格上建議卡牌文字可搭配圖形視覺化，避免文字過於複雜而難以閱讀。

而桌上遊戲的年齡設置過低，對媒體識讀未有基本了解較難理解桌上遊戲所想表達的意涵等等，建議可將年齡層拉高至擁有基本閱讀能力及媒體識讀能力的使用者。

表 1 問卷調查分析結果



4.2. 整體桌上遊戲設計與省思

本研究經由反覆修正遊戲玩法與美術設計後，發現本研究方式有可再加強的地方：1.媒體識讀的學習年齡層較高，需注意對應玩家是否可以了解其中的意涵，故在目標受眾上需提高年齡層，建議以高中乃至大學的學習年齡更佳。2.角色設計上避免影射特定現實人物，避免代入現實因素，因此在美術設計上，勿參考現實人物。4.新聞卡的設計具有既定印象，應讓玩家各自解讀，故在選擇題材時盡量挑選各自論點闡述清楚的題材。5.新聞事件與熱度卡的行為可對應現實，但同樣避免代入既定立場，在用詞上不使用影射現實特定人物之行為。6.玩家與玩家之間的互動性較為薄弱，若能在角色之間增加其關聯性及利弊關係，可讓遊戲有更多趣味性。經過反覆的測試與資料蒐集後發現，本研究的情境式教育桌遊獲得使用者的正向肯定，期許本研究對台灣媒體識讀議題的教育有所幫助，進而讓使用者對媒體識讀有更多元的認識。

5. 結論與建議

現今媒體識讀的議題興起，但目前的課綱中媒體識讀教育最初在高中階段，也相對在網路盛行的時代，使用網路的年齡層逐漸下降，相較有些晚起步學習媒體識讀的概念。而在課綱中僅提及培養相關倫理及媒體識讀的素養且具備能分析、思辨、批判人與科技、資訊及媒體之關係的能力，卻對於媒體識讀的深入探究較少，而僅能學習到部分的學習要點。而透過以情境式遊戲的方式來學習沉重的媒體識讀議題，讓使用者在以旁觀者的角度學習之餘，也能親身體驗當身為既定立場的角色時，對自身價值觀的闡釋，也能讓使用者對媒體識讀有更多向的學習發展。期許本研究對台灣媒體識讀教育有所幫助。

參考文獻

- 吳政仲、楊東震(2003)。線上遊戲玩家成癮行為之研究。臺灣電子商務與數位生活研討會論文集。
- 吳翠珍(2000)。「媒介公民教育-本質、形式、目的」，國際公民素養研討會，富邦文教基金會。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 邱貴發、鍾邦友(1993)。情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計，23-29。
- 林承宇(2017)。傳播通識教育的創新與反思：以「媒體識讀」課程教學規劃與實踐為例，通識學刊：理念與實務。
- 林軒白、陳威廷、簡佩怡、蕭宗璿、童正怡(2013)。桌上遊戲參與動機、體驗價值及休閒效益之探討—以台中市大學校院學生為例。
- 陳介宇、王沐嵐(2017)。臺灣桌上遊戲研究與文獻之回顧分析。
- 陳鴻仁、楊佩真(2011)。情境式遊戲學習應用在國小學童加減法學習成效之研究。國立臺中教育大學數位內容科技學系碩士在職專班碩士論文，07-09。
- 張卿卿、陶振超(2014)。科技部傳播調查資料庫第一期第三次：媒體的娛樂與社交功能。
- 張禕中(2019)桌上遊戲創新設計之研究—以食農教育二十四節氣為例。國立臺中教育大學數位內容科技學系碩士班碩士論文，13。
- Buckingham, D. (1991). Teaching about the media. In Lusted, D.(Ed.), *The media studies book: A guide for teachers* (pp. 12-35). London, UK: Routledge
- Buckingham, D. (2003). *Media education: Literacy, learning and contemporary*. Cambridge, UK: Polity Press.
- Campbell, R. L.(1992). "Will the real scenario please stand up?", *ACM SIGCHI Bulletin*, 24 (2), 6-8.
- Share, J., Thoman, E., & Jolls, T.(2005). *Five key questions that can change the world: Classroom activities in media literacy*. Los Angeles, CA: Center for Media Literacy

基于交互式叙事的虚拟实验游戏化设计

The Design of Gamification About Virtual Experiment with Interactive Storytelling

朱洲洋¹，周雯婷¹，胡艺慧¹，徐光涛^{1*}

¹ 杭州师范大学教育学院

* xuguangtao@hznu.edu.cn

【摘要】 虚拟实验在科学教学中得到广泛应用，但调研发现存在认知负荷过大、实验流程机械、情感体验不丰富的现状，因此导致学生动机不佳。研究从现状问题出发，对虚拟实验进行了以交互式叙事为主的游戏化设计。设计以马隆的内在动机理论为基础，以卡普的故事元素结合“4C”原则为依据构建故事，以期解决以上现状问题，并提高学生的内在学习动机。

【关键词】 虚拟实验；交互式叙事；游戏化；内在动机；

Abstract: Virtual experiment has been widely used in science teaching, but the research found that there are some problems, such as excessive cognitive load, mechanical experimental process, and not rich emotional experience, which lead to poor motivation of students. Based on these problems, the virtual experiment is designed as a game based on interactive narration. The design is based on Malone's intrinsic motivation and Kapp's story elements combined with "4C" principle to construct the story, in order to solve the above problems and improve students' motivation.

Keywords: Virtual Experiment, Interactive Storytelling, Gamification, Intrinsic Motivation

1. 前言

虚拟实验是借助数字媒体对真实实验的仿真，与传统实验相比，虚拟实验因可扩大学习规模，且能作为教科书的补充而得到广泛应用。但其在设计上也面临的一些问题：①认知上，缺乏引导的虚拟实验设计，加大了学生的认知负荷；②过程上，实验流程多为单一线性的实验，知识难以应用与迁移；③情感上，部分实验在设计上缺乏必要的人文环境。在实际教学应用中，以上3个问题交叉作用会对学生的学习动机产生不利影响。

2. 虚拟实验的设计

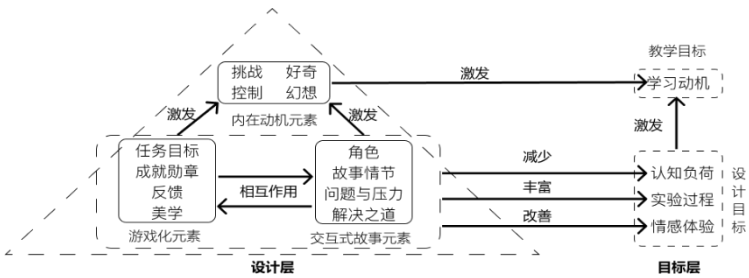


图1 虚拟实验整体设计模型

根据上述的问题现状，本研究以马隆的内在动机理论为基础，对虚拟实验进行了以交互式叙事为主的游戏化设计，其整体框架如图1所示。

2.1. 交互式叙事设计

本次研究设计采用了交互式叙事中的节点式叙事模式，设计结构如图 2 所示，其中开头与结尾采用线性叙事模式，分别用于情境导入和实验总结；非线性叙事环节则是主要环节，其以教学目标中所需探究的实验变量为关键分支节点，让学生自主选择以推进故事发展。故事以视觉小说式文本框的人物对话来呈现，同时通过 3D 的实验场景建模及其交互动画等视觉要素构建故事情境，例如，酸碱中和反应实验，具体实现画面如图 3 所示。

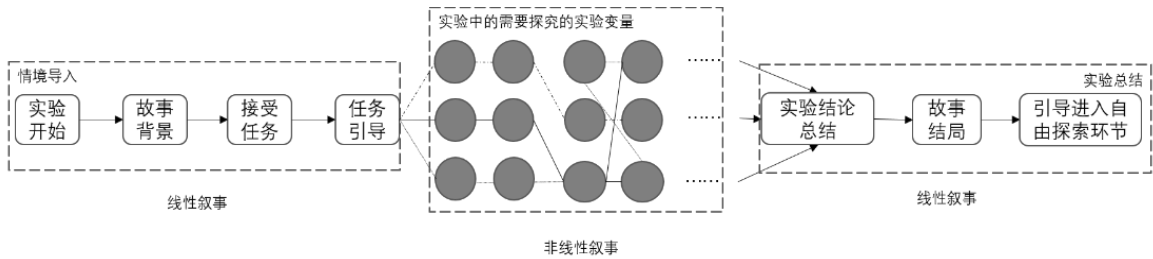


图 2 虚拟实验叙事结构

本研究根据卡普（2015）的情境故事元素并结合威林厄姆（2010）提出的故事“4C”原则，设计了故事内容设计模型，如图 4。在实验中学生扮演名为“实验师”的“角色”，演绎着进行科学实验挑战来化解危机的“英雄之旅”式的故事，满足学生的“幻想”。故事中设置了“多样化”的分支情节，让学生产生“好奇”。角色在实验中遇到了意外的事件，与其他角色产生关联与“冲突”，引出问题与“压力”，给学生带来“挑战”。学生迫于“压力”，在实验中自主地进行探究，找寻解决问题的“解决之道”，响应了“控制”。



图 3 虚拟实验交互式叙事呈现画面

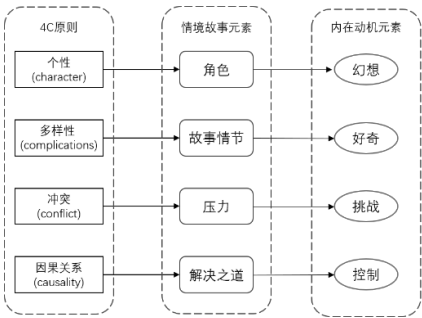


图 4 情境故事内容设计模型

2.2. 游戏化元素设计

本设计根据需要，选取了任务目标、反馈、成就勋章、美学为主要游戏化元素。任务目标从故事中引出并可视化，满足“挑战”欲。反馈则体现在如实验操作中的引导及提示，降低认知负荷，满足“控制”。成就勋章是学生的虚拟化身获得的称号奖励，对应着“幻想”。实验采用 3D 场景与模型与二维扁平化的用户交互界面结合，刺激学生的“感知好奇”。

3. 小结

针对虚拟实验普遍出现的设计问题，本研究进行了以交互式叙事为主的游戏化设计，其中参考了马隆的内在动机理论。但在实际应用中，这样的设计在减轻认知负荷、支持知识迁移以及提高学习体验上是否有积极的作用，需要在未来的研究中进行必要的实验验证。

参考文献

卡尔 M.卡普（2015）。《游戏, 让学习成瘾》。北京：机械工业出版社。
丹尼尔·T.威林厄姆（2010）。《为什么学生不喜欢上学？》。南京：江苏教育出版社。

基于教育游戏的计算思维培养研究综述

A review of research on the cultivation of computational thinking based on educational games

张鹏¹, 孙卓¹, 陈枕^{1*}

¹ 北京师范大学教育学部教育技术学院

* teastick@gmail.com

【摘要】 计算思维是二十一世纪信息社会学生的核心技能, 对培养学生的问题解决能力与个人发展有着至关重要的意义。在计算思维的诸多培养途径中, 教育游戏对促进学习者学习成果提升有着得天独厚的优势。本文基于内容分析法梳理了2016-2020年共15篇实证研究文献, 从研究方法和教育游戏形式以及游戏特性等方面分析了当前研究的现状。最后, 根据研究结果, 为未来从事借助教育游戏促进计算思维培养的研究人员以及指向计算思维培养的游戏开发者提出了切实可行的建议。

【关键词】 计算思维; 教育游戏; 内容分析法; 可视化编程; 构建游戏

Abstract: Computational thinking is one of the core skills of students in the 21st century information society, and also the core quality of information technology in China. It is of vital significance to cultivate students' problem-solving ability and personal development. Among many ways to cultivate computational thinking, educational games have unique advantages in promoting the improvement of learners' learning outcomes. Based on the content analysis method, this paper reviews a total of 15 empirical research literatures from 2016 to 2020, and analyzes the current research status from the aspects of research methods, forms of educational games and characteristics of games. Finally, based on the results of the study, some practical suggestions are put forward for future researchers and game developers aiming at the cultivation of computational thinking through educational games.

Keywords: Computational thinking, Educational game, Content analysis, Visual programming, Game building

1. 引言

随着信息技术的飞速发展, 越来越多的学者注意到教育游戏对学习的强大影响力。在科学技术高速发展的今天, 计算思维 (Computational Thinking) 被认为是二十一世纪儿童的核心技能之一。本文通过综述近五年基于教育游戏培养计算思维的实证研究文献, 希望对教育游戏开发者以及计算思维的研究者提出切实可行的建议。

1.1. 教育游戏

教育游戏是严肃游戏的一种, 是能够培养游戏使用者的知识、技能、智力、情感、态度、价值观并具有一定教育意义的电子游戏。(吕森林, 2004)。教育游戏通常有一个丰富的背景故事, 学习发生于特定的情境, 更有助于知识的获取和迁移。这种优势与儿童的计算思维的培养需求相符, 本研究认为采用基于教育游戏来促进计算思维发展的培养途径是切实可行的。

1.2. 计算思维

自2006年周以真教授在提出计算思维的定义为“运用计算机科学的基本概念进行问题求解, 系统设计以及理解人类行为等涵盖计算机科学广度的一系列思维工具”(Wing, 2006)以来, 研究者们对计算思维的研究逐步兴起, 研究范畴涵盖了计算思维的概念定义, 培养途径以及评

价指标等方方面面。本文重点关注计算思维的培养途径，确切的说是关注自从教育游戏兴起以来，以教育游戏为媒介培养学生计算思维的研究综述。

2. 研究问题

本研究基于内容分析法，通过综述 2016-2020 年 Web of Science 和 CNKI 数据库核心期刊文献，以期了解教育游戏如何促进计算思维的培养，以及对未来想要做相关研究的学者提供一些研究方向与思路，为指向学生计算思维培养而设计教育游戏的开发者提供一些游戏特性与设计的指导。据此，本研究提出以下研究问题：

1. 基于教育游戏的计算思维培养研究的研究方法是怎样的？
2. 指向计算思维培养的教育游戏都有哪些形式？
3. 教育游戏哪些特征影响着计算思维的培养结果？未来在设计上需要考虑哪些因素？

3. 研究方法

本研究内容分析的研究对象为 2016-2020 年 Web of Science 核心合集与 CNKI 数据库与教育游戏培养计算思维主题一致的中外文献。通过检索近五年文献，研究员在通读摘要的基础上共同确定符合研究要求的 15 篇中外文文献进行内容分析。文献筛选 Prisma 流程图见图 1。

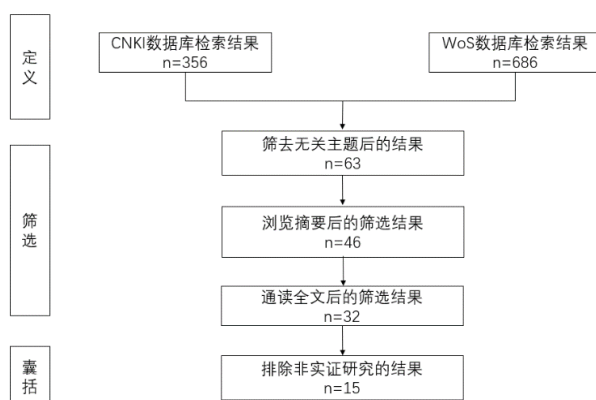


图 1 文献筛选 Prisma 流程图

4. 研究结果

4.1. 混合研究方法为主，部分方法采用基于设计的研究

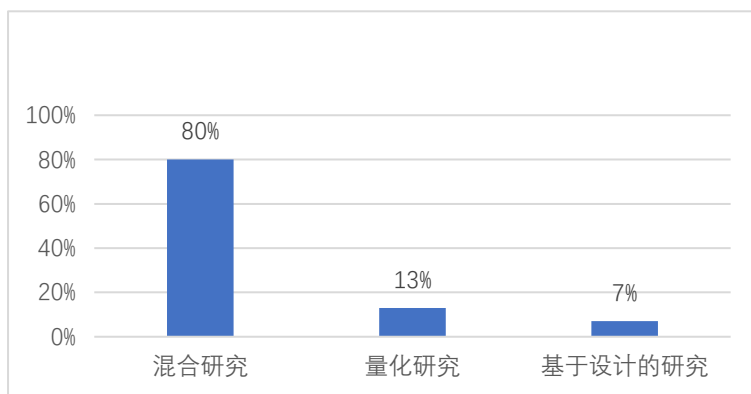


图 2 研究方法分布图

研究者不仅要考察学生计算思维水平受教育游戏的影响幅度，还要了解学生在游戏实施

的过程中，报告学生是否喜欢教育游戏，对计算思维的态度等，因此大部分研究采取了定量与定性结合的混合式研究方法（ $n=12,80\%$ ）。研究方法分布如图 2 所示。Zhao & Shute (2019) 采用前后测的方法比较学生实验前后的计算思维水平差异。研究发现，基于计算思维元素设计的《Penguin GO》能显著提升中学生的计算思维能力水平。部分研究者采取对照实验设计，Garneli & Chorianopoulos(2018)让两组中学生采取两种不同的方式学习计算机编程：一组通过模拟来代表特定概念，一组在电子游戏中复制相同的物理概念。研究证明，电子游戏相较于传统仿真，更能激发学生的探索性学习，并能有效促进计算思维能力的提升。值得一提的是，Kynigos & Grizioti(2020)采用了基于设计的研究的方法，学生作为“半成品”游戏的调试者，进行三个周期的调试与迭代，实验研究符合计算思维的“使用-修改-创建”模型，更适于选用基于设计的研究方法。

4.2. 教育游戏形式包括应用游戏与构建游戏两大类

借助教育游戏来培养学生的计算思维的实证研究中，大部分研究以 Scratch 作为研究工具，Scratch 是麻省理工学院开发的一款面向青少年的图形化编程工具。一方面，图形化的编程界面更容易激发学生的学习动机，另一方面，Scratch 所提供的基于块的编程环境，可以防止学习者从问题解决的潜在思维过程中分心，将学生的关注焦点从编程语法转移到问题的解决方案上来。Jenson & Droumeva(2016)认为相较于在游戏中学习，构建游戏可以促进更深层次的学习。Altanis et al.(2018)指导学生进行结构化的游戏设计，研究结果表明，学生通过有效的运用复杂的编程指令和概念，可以开发出高质量的游戏，从而增强他们的计算思维能力。

4.3. 游戏的背景故事，难度与学习支持等游戏特性对培养成果影响显著

教育游戏可以提供更为丰富的背景故事，有效增加学生的学习动机。Horn et al. (2016)发现，过高的游戏难度会导致玩家挫败感增强，以至于有些玩家无法成功完成游戏任务，导致计算思维的提升效果并不理想以及对教育游戏兴趣的降低。Bottino et al. (2019)的研究结果显示，当学生得到个性化的支持时，他们的游戏策略会得到更好的改善，因此他建议在游戏中适当添加反馈以丰富教育游戏内容可以更好的促进计算思维的培养。

5. 建议

结合本研究的研究结果，本文对未来从事教育游戏促进计算思维研究的研究人员以及指向计算思维培养的教育游戏开发者提出以下建议：

5.1. 结合计算思维培养的理论，适当选取研究方法

基于设计的研究方法是一种非常适合借助教育游戏培养计算思维的方法。未来，研究人员需结合计算思维培养的不同阶段，以及教育游戏较之于传统培养方式的优势等方面适当选取前后测、对照、基于设计的研究等方式。

5.2. 结合计算思维培养特点，扩大教育游戏优势

教育游戏的设计师可以给教育游戏设置合适的背景，以提升学生参与的驱动力；结合教学内容与玩家的认知发展水平设置循序渐进的难度，以便提升教学成果。在游戏内容中添加适当反馈，以了解学生的游戏状态，并对有需要的同学提供适度的游戏支持，防止学生在游玩过程中长时间无法完成关卡导致兴趣降低。

参考文献

吕森林(2004)。教育游戏产业研究报告。《中国远程教育》，22, 44-47。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Altanis, I., Retalis, S., & Petropoulou, O. (2018). Systematic Design and Rapid Development of Motion-Based Touchless Games for Enhancing Students' Thinking Skills. *Education Sciences*, 8(1), 18. <https://doi.org/10.3390/educsci8010018>
- Bottino, R., Chiocciariello, A., Freina, L., & Tavella, M. (2019). Digital Games in Primary Schools for the Development of Key Transversal Skills. In A. Tatnall & N. Mavengere (Eds.), *Sustainable ICT, Education and Learning* (Vol. 564, pp. 55–65). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-28764-1_8
- Garneli, V., & Chorianopoulos, K. (2018). Programming video games and simulations in science education: Exploring computational thinking through code analysis. *Interactive Learning Environments*, 26(3), 386–401. <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1337036>
- Horn, B., Hoover, A. K., Barnes, J., Folajimi, Y., Smith, G., & Hartevelde, C. (2016). Opening the Black Box of Play: Strategy Analysis of an Educational Game. *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 142–153. <https://doi.org/10.1145/2967934.2968109>
- Jenson, J., & Droumeva, M. (2016). *Exploring Media Literacy and Computational Thinking: A Game Maker Curriculum Study*. 14(2), 11.
- Kynigos, C., & Grizioti, M. (2020). Modifying games with ChoiCo: Integrated affordances and engineered bugs for computational thinking. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2252–2267. <https://doi.org/10.1111/bjet.12898>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zhao, W., & Shute, V. J. (2019). Can playing a video game foster computational thinking skills? *Computers & Education*, 141, 103633. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103633>
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbcode=CMFD&dbname=CMFD9904&filename=2004112319.nh&v=sTymSUO8L836%25mmd2FsqsSHolCd7Q3TSIuvnc08h6D6fUuk1R6b4DSHTjxpN3RJX6UFqI>

基于内容分析法的中小学游戏化教学近十年研究综述

A Review of the Research on Game Teaching in Primary and Secondary Schools in Recent Ten Years Based on Content Analysis

张梅^{1*}, 于智慧^{2*}

¹² 西北师范大学教育技术学院

*793254226@qq.com

【摘要】 近几年,随着基础教育改革,游戏化教学逐渐走入大众视野,为中小学的教育教学打开了新思路。为了解当前我国游戏化教学在中小学的研究现状,文章对 2010—2020 年发表于国内的期刊论文和硕博学位论文进行了统计分析,从论文数量、论文作者、论文主题、论文研究对象、论文作者所属地区五个方面对 374 篇论文样本进行了分析。此外,文章从游戏化教学学科应用研究、游戏化教学理论研究、游戏化教学策略研究、游戏化教学活动设计研究四个方面作为类目对样本论文内容进行了分析与总结,希望为游戏化教学后续开展相关研究和实践提供一定的经验和参考。

【关键字】 游戏化教学; 内容分析法; 基础教育阶段

Abstract: In recent years, with the reform of basic education, game teaching has gradually entered the public vision, which opens up a new way of thinking for the education and teaching of primary and secondary schools. In order to understand the current research status of game teaching in primary and secondary schools in China. This paper makes a statistical analysis of journal papers and doctoral dissertation published in China from 2010 to 2020. 374 papers are analyzed from the number of papers, sources, topics, research objects and regions of the author. In addition, the article analyzes and summarizes the content of sample papers from four aspects: Application Research of game teaching discipline, game teaching theory research, game teaching strategy research and game teaching activity design research, hoping to provide some experience and reference for the follow-up research and practice of game teaching.

Keywords: game teaching; content analysis; basic education stage

1. 引言

近年来,教育领域对游戏化教学的关注日益增长,为了教育和游戏能够更好地融合,本研究选取近十年以来的期刊文献和硕博学位论文来分析游戏化教学的发展。十年来,游戏化教学的学术论文也日益增多,但还未曾有人对中小学游戏化教学近十年的研究做系统的分析。本文以中国知网全文数据库所收录的关于游戏化教学的学术期刊和硕博学位论文为样本进行内容分析,对游戏化教学的研究现状、存在问题、研究趋势进行梳理,以期为游戏化教学的后续研究提供参考。

2. 研究方法

2.1. 研究方法

内容分析法是以预先设计的类目表格为依据，以系统、客观和重化的方式，对信息内容加以归类统计，并根据类别项目的统计数字，做出叙述性的说明。本文运用内容分析法对知网上 2010 年—2020 年十年间有关中小学游戏化教学的学术期刊和硕博士论文从论文数量、文献来源、研究群体、研究内容四个方面进行系统分析与综合，从而对游戏化教学的研究现状、存在问题、研究趋势等进行梳理和总结。

2.2. 研究对象

为保证文献检索的全面性，本人使用中国知网的高级检索，选择“期刊”，检索条件的篇名为“游戏化”并含“小学”或者“游戏化教学”并含“小学”，时间从 2010 年到 2020 年，除去 9 篇国外期刊，共检索出 149 篇期刊文献。然后将“小学”改为“初中”，共检索出 33 篇期刊文献。接着选择“硕博士”，“题名”定为“游戏化”并含“小学”或者“游戏化教学”并含“小学”，共检索出 153 篇硕博士学位论文。然后将“小学”改为“初中”，共检索出 39 篇硕博士学位论文。两个数据库中近十年一共检索到了 192 篇学位论文，182 篇期刊论文，共计 374 篇。

2.3. 类目与分析单元

通过对文献的整理与分析，学习和借鉴了相关领域的类目分析方法，本文将分析类目确定为以下几个方面：游戏化教学学科应用研究、游戏化教学理论研究、游戏化教学策略研究、游戏化教学活动设计研究。

2.4. 信度分析

内容分析的信度分析是指两个以上参与内容分析的研究者对相同类目判断的一致性。一致性愈高，内容分析的可信度也愈高，反之亦然。内容分析法信度计算公式为 $R = n \times K / [1 + (n - 1) \times K]$ 。本研究以本人作为研究者 A，同时邀请其他研究者 B 和 C，本人为主评判员。通过计算得出 R 约为 0.937。根据经验，如果 R 大于 0.9 则可保证研究的信度，据此可将主评判者的结果作为分析结果。

3. 研究结果与分析

3.1. 游戏化教学论文数量分析

通过对中国知网近十年的期刊文献和学位论文进行检索和统计发现，期刊论文与学位论文总体上发表量相当。自 2010 年以来，我国有关游戏化教学发表的论文数量整体处于上升趋势，尤其是 2017 年到 2019 年间，数量呈指数上升，这说明游戏化教学在我国已经受到广泛关注。根据论文发文量，可以将我国游戏化教学十年间的发展划分为以下三个阶段：

第一阶段为起步期（2010 年—2013 年），这一阶段发文量较少，年增长速度也十分缓慢。大部分学者仅停留在游戏化教学在部分学科应用的初步探索，甚至关于初中阶段在这三年间的期刊发文量为零，仅有极个别硕博士论文阐述了游戏化教学在初中课堂上的初步应用探究。

第二阶段为平稳发展期（2013 年—2016 年），随着新课改的不断深入，游戏化教学逐渐开始注重在小学语文学科和初中信息技术学科的应用与反思，大部分老师仅为了提高教学趣味性而去使用游戏化教学方法，但其应用形式还较为简单，其他学科的应用相对较少。

第三阶段为快速发展期（2016 年—2020 年），随着几年间的摸索，很多中小学教师开始构建游戏化教学模式，探究游戏化教学策略，逐渐普及到各个学科的应用，发文量呈指数上升，游戏化教学走向繁荣。

3.2. 论文作者分析

从作者来源来看，多为中小学教师，少数为高等院校和其他研究单位。学位论文中，师范类院校的研究者占比为 64%，非师范类院校研究者占比为 36%。

游戏化教学是以教学为核心，中小学教师担任着教学的义务，所以中小学教师是游戏化教学研究的中坚力量是理所应当的。对中小学教师而言，每天面对的是一线教学，因此大部分中小学教师总结归纳了许多具有可操作性的游戏化教学策略和教学模式。

同时，处于一线教学的岗位也是中小学教师研究游戏化教学的局限所在。研究游戏化教学的教师多为青年教师，年龄偏大的那些教师已没有精力去搞这些研究。因此，游戏化教学领域十分需要高等院校和科研机构的研究人员来进行研究与挖掘，如此才能产出高质量的游戏化理论与实践指导范式，才能为游戏化教学领域带来不断的创新与提升。

3.3. 论文主题分布

CNKI 将所属资源分为 9 大研究层次，40 个研究主题。通过 CNKI 提供的游戏化教学的各项研究主题分布量化统计发现，游戏化教学、小学数学、游戏化、教学中的应用、小学数学教学、游戏化教学模式、这 5 个主题占据了游戏化教学相关研究 55.3% 以上的发文量。

3.4. 研究对象分析

游戏化教学是游戏因素与教学因素的有机结合的统一体，所以相关研究大多都紧紧围绕游戏在课堂教学中的应用。本研究对象的 374 篇论文，研究小学课堂的论文占比 79.4%，研究初中课堂的占比 16.8%，研究对外汉语课堂的占比 0.04%，。从占比分布来看，研究者大多数偏重于研究小学游戏化教育的研究，对初中的研究相对较少。

此外，针对中小学不同的学科，游戏化教学的研究分布又有所不同。通过对样本论文的统计分析，小学的游戏化教学在各科的应用都有涉及，但以主科语数英为主；研究初中课堂的游戏化教学主要集中在信息技术、体育和少数物理、化学、生物、地理、历史类的副科，这一现象在学位论文中体现尤为明显。

通过统计可以看出，游戏化教学的研究基本上都是以各学科为研究视角，虽然这意味着研究者从课堂教学的实际出发，但纵观样本论文内容，此视角下的研究有极大的相似性，如大多研究者都常论述游戏化教学对某学科教学的重要意义，存在的问题，今后如何实施游戏化教学更为高效，游戏化教学的有效策略等，诸如此种研究思路数不胜数，这也就造就了游戏化教学的虚假繁荣现象。

此外，游戏化教学在小学课堂中的研究要多于初中课堂，从心理学的视角来看，在小学教学中使用游戏化教学的思想，与儿童心理发展是相符合的，效果的确会优于中学阶段。从实际来看，中学阶段尤其是初三年级，面临着中考的压力，很多老师、学生、家长都以成绩为中心，在这个阶段是不愿意去花时间和精力在教学和学习的方式上做一些新的改变，因此游戏化教学使初中阶段的老师力不从心。

3.5. 论文作者所属地区分析

对论文作者所属地区进行分析能够让我们大致了解不同地区游戏化教学的研究情况，了解不同地区之间研究的差异性及其均衡程度。本文根据中国地理区域划分方法，将中国 34 个省级行政区划分为华东、华北、华南、华中、西南、西北、东北七大区域，然后对 374 篇样本论文进行统计。

该统计客观真实地反映了游戏化教学研究的地区分布情况。华东地区游戏化教学的研究人员最多，占据总数的 37%，西北占 13%，华北占 12%，华中和东北各占 11%，西南占 10%，华南最低为 6%。从统计结果来看，无论是期刊论文还是学位论文，华东地区游戏化教学研究的占比都是排名第一的，经济较为发达的地区为游戏化教学提供了充分的资金和人才。学位论文反应出华东地区高等院校对游戏化教学研究的重视，高等教育可为游戏化教学提供高质量的学术研究团队，进而取得丰硕的研究成果。本人在进行统计时还发现，同一区域的论

文分布主要集中在经济与高等教育均发达的地区，如华东地区集中在江苏、浙江、上海及山东部分地区，西北地区基本集中在陕西西安和甘肃兰州部分地区，华北地区集中在北京、河北地区。

3.6. 游戏化教学研究的内容分析

本研究按游戏化教学理论研究、游戏化教学学科应用研究、游戏化教学策略研究、游戏化教学活动设计研究五部分对文献进行归类分析。

3.6.1. 游戏化教学理论研究

任何事物的研究都离不开理论的支持，理论是研究的基础，理论研究的水平对研究质量的影响是深远的，指导着研究的进步和发展。纵观游戏化教学的样本论文，有关游戏化教学的理论研究整体偏少，中小学研究者仅对游戏化教学的理论基础进行简单概述，这些理论全是国外引进的，仅有极个别硕士学位论文中从我国学生生活的实践出发，结合国内外研究现状，对游戏化教学相关概念作出了新的界定。此外，样本中仅有四篇核心期刊，可见游戏化教学的理论研究基础较为薄弱，有待我国相关领域的学者去做进一步研究。

3.6.2. 游戏化教学学科应用研究

从上文中的统计表中可看出，游戏化教学在小学的语文、数学、英语三大主科中应用研究都较为广泛，在初中的部分副科中也有部分应用。游戏化教学受到如此多一线教师的青睐，是因为它有助于激发学生的学习兴趣、渗透相应的知识，同时提高学生的能力，符合新课标对培养学生信息素养、提高信息能力的需要。本研究的样本论文中有关游戏化教学学科应用的文章占据极大的比例，大体上都围绕着以下几个内容展开：第一，游戏化应用于本学科对学生产生有益的影响。第二，应用过程中存在的问题。第三，应用于课堂教学需注意哪些原则。但是，很多中小学研究者都忽视了游戏化教学中评价这一环节，仅在探讨教学策略时顺便提及，没有系统、专门的研究游戏化课堂教学评价。

3.6.3. 游戏化教学策略研究

关于游戏化教学策略的论文数量相对较多，并涉及到各个学科的应用策略。如针对语文课堂，研究者从课前预习、课堂教学、课后复习三个环节有针对性地提出了小学语文教育游戏化的实现策略。针对数学课堂，研究者提出了可使用操作型数学游戏策略、竞猜型数学游戏策略、知识竞赛型数学游戏策略等。英语游戏化教学课堂中提出了应用信息技术辅助游戏的策略，如此可以提高游戏的趣味性和效率，达到更好的教学效果。其余的类似音乐、美术、历史等科目的游戏化教学策略也有些许可以参考的地方，在此便不再一一列举。

3.6.4. 游戏化教学活动设计研究

从本研究的样本论文中可发现，大多硕博学位论文会涉及到游戏化教学设计研究，而只有少量的期刊论文对具体的课堂教学内容提出了具体的活动设计。其中，李思瑶（2019）在其硕士研究生毕业论文中形成了游戏化教学活动的一般流程设计，总结出了游戏化教学活动设计的一般流程，具有普遍适用的意义。郑新（2017）在其硕士研究生毕业论文中针对英语词汇课形成了一套游戏化教学活动设计，包括前段分析、教学设计、确定游戏环境、课堂教学、游戏练习、游戏测验、学习效果评价、游戏要素/机制。此外，其余各学科的学位论文中都或多或少的针对具体的学科内容提出了教学活动设计方案，具有现实的参考价值。

4. 总结

通过对国内游戏化教学的分析，本人对我国近十年的游戏化教学发展情况有了一定的把握，游戏化教学应用整体上呈上升趋势，特别是在小学各学科的应用研究尤为明显，但是在

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

理论研究方面总体比较薄弱，华东地区游戏化教学研究较为广泛，其他地区有待积极发展游戏化教学的理论与应用，大部分研究的影响和意义较为有限，教学策略和活动设计方面的创新性和深度有待加强。未来游戏化教学的研究应扩大研究范围，希望可以逐渐渗透到中小学各个学科中，游戏化教学对我国的义务教育阶段将会产生更加深远的影响。

参考文献

- 顾怡雯、张佳怡、张孔燕和江丰光(2020)。近五年国际游戏化学习研究综述。**开放学习研究** (04),10-18。doi:10.19605/j.cnki.kfxxyj.2020.04.002.
- 高博俊和刘丹(2017)。游戏化学习理念下的教学活动设计研究。**中国教育信息化**, (18),57-59。doi:CNKI:SUN:JYXX.0.2017-18-015.
- 廖静(2019)。浅谈小学语文教育游戏化的实现策略。**科学咨询(教育科研)**, (10),178-179。doi:CNKI:SUN:KXZK.0.2019-10-166.
- 莫建忠和何雪君(2020)。基于学生高阶思维发展的小学数学游戏化创新课程开发与实践。**教育观察**, (28),119-122。doi:10.16070/j.cnki.cn45-1388/g4s.2020.28.042.
- 史丽艳(2017)。基于小学数学教学现状的游戏化教学策略。**教育教学论坛**, (27),245-246。doi:CNKI:SUN:JYJU.0.2017-27-113.
- 申煜(2017)。中小学游戏化教学研究综述。**上海教育科研**, (06),23-28。doi:10.16194/j.cnki.31-1059/g4.2017.06.006.
- 汤跃明、金海燕和李瑞萍(2010)。基于设计的研究在小学科学教学中的应用。**现代教育技术**, (08),41-43。doi:CNKI:SUN:XJJS.0.2010-08-015.
- 吴明超(2011)。泛在学习中文学术论文的内容分析研究。**中国远程教育**, (07),31-37。doi:10.13541/j.cnki.chinade.2011.07.010.
- 谢幼如和李克东 (2006)。**教育技术学研究方法基础**。北京：高等教育出版社。
- 张保云(2019)。游戏化教学在小学数学课堂教学中的应用研究。**才智**, (03),53。doi:CNKI:SUN:CAIZ.0.2019-03-049.

以波士頓矩陣來探討先備知識對遊戲式英語評量學習之影響

The Influences of Prior Knowledge on Game-based Assessment Learning

蕭資峻¹，陳攸華^{1*}

¹ 台灣中央大學 網路學習科技研究所

* sherry@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 學生缺乏學習英語文法動機，故本研究結合競爭與非競爭遊戲來開發遊戲式英語評量學習，以能激勵學習者。有別於一般分析的方式，本研究採用波士頓矩陣，來探討先備知識與學習者的成效和行為之隱藏關係。結果顯示，擁有最多高先備者的第一及第四組，獲得最高與次高的任務分數，但前者僅仰賴句意提示，而後者偏好用多重資源，另一方面，擁有較多低先備者的第二及第三組，分別獲得最高與最低的遊戲分數。因此，本研究的貢獻不僅在其發現可以用來發展個人化遊戲式英語評量學習，而且所用之新的分析方式，也為數位學習研究開展了一個新方向。

【關鍵字】 先備知識；遊戲式學習；英語文法；競爭；波士頓矩陣

Abstract: Students lack motivation to learn English grammar. To address this issue, this research developed game-based English assessment learning (GEAL). Unlike previous works, we employed the BCG Matrix to analyze hidden relationships among performance, behavior and prior knowledge. The results showed that the first and fourth groups, which included the most number of high prior knowledge learners, obtained high task scores, respectively. However, the former relied on the sentence hint while the latter preferred to use multiple resources. Conversely, the second and third groups, which had more low prior knowledge learners, got the highest and lowest game scores, respectively. This research not only provides guidance for developing personalized (GEAL) and contributes a new approach for data analyses.

Keywords: prior knowledge, game-based learning, English grammar, competition, BCG Matrix

1. 前言

好的英文學術論文必須有正確的英文文法(Suthiwartnarueput & Wasanasomsithi, 2012)。然而學生開始使用英文寫作時，依然會有相當多的文法錯誤(Singh, et al., 2017)。這是因為英文在語言結構、思想表達、寫作風格上與其他語言大不相同。因此，非英文母語的學習者會產生挫折感(Fitori, 2019)，而失去動機。在另一方面，過去的研究發現遊戲式學習不僅可以提升學生的學習動機(Hwang, Chiu & Chen, 2015)，也能改善學習成效(Zhonggen, 2018)。但是學習者之間存在著個體差異性。不同的學生適合不同的遊戲環境(Kang, Moon, & Diederich, 2019)。因此，單一種遊戲可能無法兼顧個體差異。

有鑑於此，本研究結合了兩種遊戲來發展遊戲式英語評量學習，分別是競爭型與非競爭型。此乃因為競爭既有優點，也有缺點，優點是競爭可增加學習者的競爭意識、內在興趣與參與感(Cagiltay et al., 2015)，缺點是競爭也可使學習者產生焦慮，進而阻礙學習(Atanasijević-Kunc, et al., 2013)。相反地，非競爭遊戲能減少焦慮，也可以讓在競爭遊戲中表現較差的學習者得到成就感。由於競爭與非競爭遊戲都有不同的優缺點，所以它們會被不同的學習者喜愛，故本研究不僅結合了競爭與非競爭來發展遊戲式英語評量學習，也從個別差異的角度來探討

學習者對此評量的反應。而在這些個體差異中，先備知識影響了學習者如何解決問題、吸收新知識和推理的能力(Wu & Chang, 2002)。過去研究也顯示出先備知識對遊戲式學習有相當大的影響(Yang & Quadir, 2018)。但這些研究的結果都受限在單一人因，也就是先備知識。這樣的結果可能會被原先所設定的人因所限制，而無法找出與學習方法和學習環境有關的隱藏關係(Zambrano, Kirschner, Sweller, & Kirschner, 2019)，也忽略了其他因素對不同先備知識學習者行為的影響(Biwer, Egbrink, Aalten, & de Bruin, 2020)。因此，本研究不限於先備知識，而是從研究結果本身去探討與先備知識的隱藏關係。更具體的說，本研究將學習成效與遊戲成效放入波士頓矩陣，分析四種學習者與遊戲式英語評量學習的互動，再從中找出其結果與先備知識的隱藏關係。因此，本研究的目的：(1)以兩種不同遊戲因素之遊戲式學習，來滿足學習者的個體差異，(2)以創新的分析方法，來探討先備知識的潛在影響。

2. 遊戲式英語評量學習

本研究藉著非競爭型與競爭型遊戲開發了遊戲式英語評量學習，使研究生學習學術英文中常出現的英語文法，非競爭型的方式乃以賓果 5*5 棋盤的方式來呈現克漏字題目(圖 1)，學習者可以藉著觀看圖片來了解每一個克漏字題目，以選擇要完成的題目，每一個題目包含四個克漏字，玩家需要從所列出的推薦字中，選擇適當的字填入空格。每一個題目作答完畢後，會有「錯」(X)與「對」(O)兩種狀況，當有五個連續的 O 時，即可達成連線，此外答對時，在之後的釣魚卡牌可以得到雙倍分數。所謂的釣魚卡牌(圖 2)，就是屬於競爭型遊戲，乃是將手牌與場面上相同點數的公牌進行「配對」，若配對成功，則可以得分，若無法配對，則需要丟棄一張手牌到場面上，而不論是配對或丟牌後，玩家都須從牌堆抽取一張牌與場上進行配對，若無法配對，則須將抽到的牌丟到場面上。當完成一局的釣魚卡牌，就需選擇下一個克漏字題目，直到完成 25 個克漏字題目。綜上所述，本遊戲式英語評量學習具有如下的特色：

- 鷹架輔助：本評量具有四種提示輔助及三種功能特殊工具，前者包括句意提示、文法提示、文法書提示(目錄)、文法書提示(指定章節)，用於幫助學習者獲得所需要的中文翻譯及文法知識，後者讓學習者在答題時，可以修改、檢查答案或是重新選題。在使用前者時，則須付上扣分為代價，以避免依賴與濫用，但是使用後者，並不會扣分，以使學習者能順利完成任務。
- 即時得分：本評量在克漏字題目和釣魚卡牌中，都即時顯示得分，前者會在右上方，即時顯示學習者的分數，在學習者不斷得分的過程中，右上角的分數也會不斷增加，因此學習者可從中獲得成就感，以提高學習動機。後者在完成每一局釣魚卡牌後，會以兩條得分條呈現玩家和虛擬對手的遊戲分數，此種方式可以使學習者一目瞭然地了解自己和虛擬對手的分數差異，以提升競爭意識(Shalley & Oldham, 1997)。

3. 研究方法

本研究以 36 名台灣北部大學研究生為研究對象進行實驗，參與者皆具有基礎英文知識並具有基礎的平板電腦操作能力。在實驗開始前，36 名學習者會先進行前測，測驗內容為英語文法改錯，共有 25 個題目，每一個題目有三個錯誤。做完前測後，根據他們中位數的成績將學習者分為高先備與低先備。此乃是因為中位數可以避免極值的影響，更具體的說，受測者的成績高於中位數，就會被列為高先備知識者；而受測者的成績低於中位數，就會被列為低先備知識者。因此，有高先備者 18 名與低先備者 18 名。在實驗流程中，學習者透過平

板操作「遊戲式英語評量學習」，操作時間為 50 分鐘。其流程依序為賓果棋盤、英語文法克漏字題目、釣魚卡牌遊戲。在實驗結束後，受測者會再進行一次後測，其類型、錯誤數量、題目數量皆與前測相同，藉以觀察受測者在與遊戲式英語評量學習互動前後的差異。



圖 1 賓果遊戲



圖 2 釣魚卡牌

4. 結果與討論

本研究採用波士頓矩陣的概念，它是透過給予兩個變數作為維度，產生一個四象限法矩陣圖，再依此對每一個象限的特質進行分析，在此研究所採用的兩個變數是任務分數與遊戲分數，分析時是以中位數為標準，故學習者可分類為四組，分別是擅長學習同時也擅長遊戲的第一組，不擅長學習但擅長遊戲的第二組，不擅長學習也不擅長遊戲的第三組，以及擅長學習但不擅長遊戲的第四組。第一組(72%)與第四組(75%)有比較多的高先備者，第二組(66%)與第三組(90%)有比較多的低先備者。在下面我們將找出影響學習成效以及遊戲成效的因素。

4.1. 任務成效

由單因子變量分析可知，此四組在任務分數 ($F=27.067, p<.001$)和遊戲分數($F=20.080, p<.001$)都存在顯著差異，經由事後檢定的結果可以看出，在任務分數的部分，第一組的分數顯著高於第二組，而第二組又顯著高於第三組，值得一提的是，第四組也顯著高於第三組。另一方面，在遊戲分數的部分，第一組和第二組皆顯著高於第三組和第四組。

4.2. 測驗成效

除了任務分數與遊戲分數之外，四組在前測分數 ($F=4.671, p<.01$)、後測分數($F=9.072, p<.001$)、和進步分數 ($F=4.339, p<.05$)也有顯著差異，經由事後檢定可知，在前測部分，第一和第四組皆高於第三組，而在後測部分，第一和第四組皆高於第二組。

4.3. 學習行為

本研究使用了滯後序列分析來探索四組學生在學習行為中的隱藏關係。四組學習者在學習行為上存在著一些差異，以下將對此進行討論。

- (1) 第一組學習者在作答之後使用句意提示，第三組會在作答之後使用文法書指定章節，而第一組有足夠的英文知識，因此句意提示，即可幫助他們推論出答案。而第三組缺乏足夠的英文知識，則需要依靠有詳細內容的文法書。
- (2) 第一組會在使用句意提示後送出正確的答案，第二組會在使用文法書指定章節後送出正確答案，這可能是因為前者有著足夠的英文知識，所以他們僅需要透過簡單的提示來確認答案，而後者缺乏了足夠的英文先備知識，則需要透過內容豐富的文法書，來確認答案。
- (3) 第一組會在使用完句意提示後使用檢查，也會在使用檢查之後使用句意提示，而第四組會在使用完文法書指定章節後使用檢查，也會在使用完文法書後使用句意提示。此項行為顯

示，在檢查之前，第一組僅偏好獲取簡單的中文翻譯，而第四組傾向使用多重的提示，雖然第一組和第四組具有相似的英語先備知識，但後者似乎較前者蒐集更多的資訊，以作檢查之用。

4. 結論

本研究發現四組具有不同的先備知識能力，這種先備知識的差異影響到他們的成效和行為。表 1 總結他們的差異點。本研究的貢獻不僅在上述之發現可用來發展個人化的遊戲式英語評量學習，而且所用之新的分析方式，也為未來的數位學習研究開展了一個新的方向。但本研究也存在著些許限制，例如本研究僅考慮了先備知識，樣本數也較少，期望在未來的研究中，可以有更多的樣本數以及考慮不同種類的個體差異，例如認知風格與性別差異等因素。

表 1 四組在成效和行為上的差異

	第一組	第二組	第三組	第四組
特質	高先備者(72%)	低先備者(66%)	低先備者(90%)	高先備者(75%)
成效	最高任務分數，及次高遊戲分數	最高遊戲分數，較低任務分數	最低遊戲分數和任務分數	次高任務分數，較低遊戲分數
行為	非常仰賴句意提示	花較少心思進行作答	從文法書獲取豐富資訊	謹慎地使用多重資源來進行作答

參考文獻

- Atanasijević-Kunc, M., Logar, V., Papić, M., Bešter, J., & Karba, R. (2013). Motivation Experiments for Complex Control Systems Education. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(17), 268-273.
- Biwer, F., Egbrink, M. G., Aalten, P., & de Bruin, A. B. (2020). Fostering Effective Learning Strategies in Higher Education—A Mixed-Methods Study. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 9(2), 186-203.
- Çagiltay, N. E., Özcelik, E., & Özcelik, N. S. (2015). The effect of competition on learning in games. *Computers & Education*, 87, 35-41.
- Fitori, H. (2019). *Difficulties in Teaching and Learning English Grammar in Libyan Universities*. Liverpool John Moores University.
- Hwang, G.-J., Chiu, L.-Y., & Chen, C.-H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25.
- Kang, J., Moon, J., & Diederich, M. (2019). Educational games and gamification: from foundations to applications of data analytics. In *Data Analytics Approaches in Educational Games and Gamification Systems* (pp. 3-23): Springer.
- Shalley, C. E., & Oldham, G. R. (1997). Competition and creative performance: Effects of competitor presence and visibility. *Creativity Research Journal*, 10(4), 337-345.
- Singh, C. K. S., Singh, A. K. J., Razak, N. Q. A., & Ravinthar, T. (2017). Grammar Errors Made by ESL Tertiary Students in Writing. *English Language Teaching*, 10(5), 16-27.
- Suthiwartnarueput, T., & Wasanasomsithi, P. (2012). Effects of using Facebook as a medium for discussions of English grammar and writing of low-Intermediate EFL students. *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, 9(2).
- Wu, C.-L., & Chang, C.-Y. (2002). Exploring the interrelationship between tenth-graders' problem-solving abilities and their prior knowledge and reasoning skills in earth science. *Chinese Journal of science education*, 10(2), 135-156.
- Yang, J. C., & Quadir, B. (2018). Effects of prior knowledge on learning performance and anxiety in an English learning online role-playing game. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(3), 174-185.
- Zambrano, J., Kirschner, F., Sweller, J., & Kirschner, P. A. (2019). Effects of prior knowledge on collaborative and individual learning. *Learning and Instruction*, 63, 101214.
- Zhonggen, Y. (2018). Differences in serious game-aided and traditional English vocabulary acquisition. *Computers & Education*, 127, 214-232.

機器人與學習者之具身體現戲劇式情境學習系統與不同機器人互動模式的影響

A Drama-based Embodied Situational Learning System with Robot and the Impacts on Learning Effect of Different Human-robot Interaction Types

胡立綸¹，王振漢²，顏究真³，葉瓏⁴，陳國棟^{5*}

^{1,3,5} 中央大學資訊工程學系

² 中央大學學習科技中心

⁴ 桃園市大崙國民中學

* gwodong@g.ncu.edu.tw

【摘要】教育機器人於真實情境互動中，缺乏將其融入教科書內容，並和學生以小組方式進行具身互動。此外也缺乏探究具身互動對學習的影響。因此，本研究提出一個具身體現戲劇式情境學習系統，並探究其不同人機互動模式對學習成效的影響。本研究的結果顯示，設計一個學習者與機器人互動的情境學習劇本模式是可實踐，而機器人可以配合課本內容情境，讓學習者以小組方式共同學習，並與其具身互動，此外，實驗證實，機器人可以使用具身互動在學習成效上優於機器人僅止於口語互動模式的機器人情境學習模式，並提升學生的學習動機與學習印象。

【關鍵字】戲劇式學習；數位學習劇場；教育機器人；社交機器人

Abstract: Educational robots provide students with general interactions for contextual learning but fail to integrate into textbook contents and tangibly interact with student groups. Additionally, there is a lack of research comparison between general interaction and tangible interaction in learning. Therefore, this research proposes a drama-based embodied situational learning system with robot and investigates the impacts of different human-robot interaction types on learning performance. The results of this research show that it is feasible to design a situated leaning script with the integration of textbook context, robot, and student groups. Moreover, a robot with embodied interaction outperforms the one with only oral interaction in the improvement of student learning performance, and students with the former showed higher learning motivation and impression.

Keywords: Drama-based Learning, Digital Learning Theater, Educational robot, Social robot

1. 緒論

近年來，機器人技術的快速發展，在教育上的應用儼然成了熱門且重要的議題，互動式的機器人能吸引使用者的注意力，有助於發展有意義的互動(Kanda, Hirano, Eaton, & Ishiguro, 2004)。使用機器人進行學習，對提升學習成效是非常有幫助的(Cheng, Sun,& Chen, 2018; Pachidis et al., 2018)。機器人的行為也讓使用者印象深刻(Chang, Lee, Chao, Wang, & Chen, 2010)。

資訊技術使傳統教學獲得改善，傳統教室裡，學生聆聽老師的授課內容，這樣是被動的學習，因此讓學生在真實環境中主動學習是較好的教學方式。例如，實境技術(Virtual Reality, etc.)使傳統教室能建立沉浸的虛擬情境，使用者能在虛擬情境中學習(Prensky, 2003)。

在虛擬情境裡人若與情境互動，能增加學習印象且提升學習成效(Dede, 2009; Brown, Collins, & Duguid, 1989)。情境式不同於書本文字的描述，在情境中學習有助於理解抽象概念，對發展個人能力也有所益助(Anderson, Reder, & Simon, 1996)。

在數位學習劇場中，一方面可以配合課本教材建立所需的情境，也可以加入不同的角色，例如，如果由機器人扮演神秘的角色，不僅讓觀眾感到好奇，同時也讓演員感到好奇(Gordon, Breazeal, & Engel, 2015)。且機器人本身就會讓觀眾與演員感到好奇而關注到戲劇本身。學生往往不會有好的演技，機器人可以用來作為示範，並吸引觀眾的興趣(Ioannou, Andreou, & Christofi, 2015)。此外，現今機器人模式較固定無法建立長期關係，大多僅暫時性的使用，而機器人應用在教育現場中，也較缺乏思考如何將機器人融入課程教材中，以符合不同情境的需求。故本研究希望將機器人導入數位學習劇場中，配合學校課程長期使用，透過設計機器人可以根據情境變化，產生不同互動與反應，讓學生進行戲劇學習、展演時得到樂趣與新奇的體驗，且能讓學習印象更加深刻(Liu, Lin, Wu, Chen & Chen, 2017)。

2. 相關研究

2.1. 學習型機器人

凱比(KEBBI)機器人與物聯網玩具共同打造遊戲式的學習環境，在玩具加裝物聯感測器來收集和偵測學習者的學習行為，並將資訊提供給機器人，使機器人可以做出對應的回饋與引導。結果顯示機器人引導機制能有效提升學生英文聽力能力，以及學生對於機器人的引導機制有著正向的感受(Chiang, Zheng, Cheng, & Chen, 2019)。雖然凱比機器人可以與使用者互動學習，但凱比機器人無法配合不同情境互動。

另外在日本，有一隻 Robi 機器人，擔任小學學生的學習夥伴，透過與學生進行英語互動，來提升學生的英文能力，研究結果指出，使用 Robi 機器人與學生進行英文互動，提高了學生在學習英語上的動機，進而提升學習成效(Kanda et al., 2004)。從以上研究得知，在學習過程中，加入機器人，可以提高學生的學習動機，進而提高學習成效(Jones & Castellano, 2018)。

2.2. 虛擬實境應用在學習

虛擬實境(Virtual Reality)的快速發展，使得虛擬實境學習環境(Virtual Reality learning environments, 簡稱 VRLE)能透過 3D 模型來模擬現實世界，此沉浸式的學習環境會激發學習者的想像力，VR 技術已被應用於教育中，並是 VRLE 的核心(Chittaro & Ranon, 2007)。

Mondly VR 透過虛擬實境提供了有趣的互動場景，使用者能和虛擬環境的虛擬人物進行對話，例如：預約餐廳、乘坐計程車等等，所有的虛擬人物具有語音辨識的技術，並針對使用者發音和語法做出建議，讓使用者沉浸在與虛擬人對話互動的學習實境當中(Huang, Rauch, & Liaw, 2010)。但是創建身歷其境的 VR 學習環境，需要相當高程度的程式能力(Mantovani, Riva, & Galimberti, 2003)。對缺乏程式背景的教育者來說，難以建立 VR 學習環境。VR 學習僅能與虛擬人語音的一般互動，無法進行具身互動。且使用 VR 學習是第一人稱視角，不能看到自己在畫面中的樣子，亦無法使觀眾同步觀摩。

2.3. 數位學習劇場

數位互動式學習劇場(Chen, Lou, Wu, Liu, & Chen, 2018)，運用了 Microsoft Kinect 的體感技術在數位劇場中加入動態情境、轉換演員尺寸比例、多元的互動模式，研究結果顯示，學生對於擁有數位互動元素的數位學習劇場喜愛程度較高，且互動模式能加深學生學習時的印象，互動模式會讓表演更加有趣且提升學習成效。

雖然數位學習劇場能營造課程內容與場景，讓學生在情境裡學習，但在長期使用上，必須配合不同的情境維持學生興趣。此外戲劇中之素材皆為虛擬的，不能進行具身互動，亦無法加入機器人在情境中互動。

2.4. 機器人劇場

有研究結合機器人在數位學習劇場中，並設計基於任務式的情境學習，學生透過語音控制機器人去完成任務，實驗結果顯示機器人會增加學生在學習上的趣味性，並使學生更積極參與課程(Chang et al., 2010)。

另外有研究在教室劇場中，透過機器人擔任數位學習劇場中的主持人與學生互動，增加學生在課堂中的互動機會，透過機器人問學生問題，以此增加更多趣味性和學生的參與度。此研究結果顯示，透過與機器人共同學習，顯著提升了學習成效，此外學生也會為了能夠與機器人互動，提升了學生的學習動機(Chen, Hsu, & Liyanawatta, 2018)。

但以上劇場結合之機器人僅口語互動，無法進行具身互動，如觸摸、姿勢互動等等。

2.5. 情境學習與具身認知

如前所述，如果要讓機器人成功運用於教育的要件之一，多元的情境是必要的，才能讓機器人扮演情境中不同的角色，融入使用者的學習活動中。而 Brown, Collins, & Duguid (1989) 在 *situated cognition* 文中指出，知識是有情境的。因此，學生除了學習知識的抽象概念，也需要有透過真實的活動，來實踐知識的使用，並深化知識的學習，而這是傳統的教室環境與教科書難以達成的。例如，以 *design-based research* 聞名的學者 Sasha Barab 的研究團隊，設計了 *Transformational Play* 模式(Barab, Gresalfi, & Ingram-Goble, 2010)來支持 *game-based learning*，並提出了其中的三要素：people, content, context，而這也正好呼應到戲劇的四個構成元素：演員與觀眾(people)、劇本(content)、舞台(context)。然而 *Transformational Play* 當初的設計模式是基於個人學習為主，在遊戲設定的場景中，學習者扮演主角利用學習內容，進行任務並解決問題。但如果是以多人的小組學習的方式，例如教室課堂，則戲劇比較適合。因此，我們可以 *Transformational Play* 為參考依據，修改成 *Transformational Drama*，則學生們可以小組學習方式進入情境，融入所學的知識於劇本內容，來解決在劇情中所面臨問題與達成任務，同時也可通過數位劇場技術，提供機器人所需的多元數位情境。

而本研究所建置的數位實境劇場，不同於過去的數位劇場，它是能夠讓參演的使用者有全身沉浸在電腦建構下的數位實境中，換言之，即擁有具身認知(embodied cognition)的效果。Fugate、Macrine 和 Cipriano (2019)指出具身認知是建基於感知和行動，而認知是取決於身體的一些特性，對於轉變學習而言，具身認知有其重要性。因此，結合 AI 技術與數位實境技術，要建構上述這樣一個先進的具身沉浸的認知學習環境是可實踐的。

3. 方法設計

本研究的系統架構主要分為四部分，包含機器人中的擴增智慧、控制及運作等模組與數位劇場展演。擴增智慧作為機器人的第二感官，通過額外的 Kinect 設備能夠取得使用者的影像、語音對話、身體姿勢，再將得到的資訊透過線上 AI 辨識服務進行辨識，再將辨識結果傳送給機器人；機器人控制則負責處理劇場進度，接收辨識的結果；機器人運作則根據辨識的結果執行互動與反應；劇場展演則提供虛擬場景、服裝、道具等；最後資料庫中包含互動素材、互動模式，與機器人之音效、表情、動作、姿勢等等。

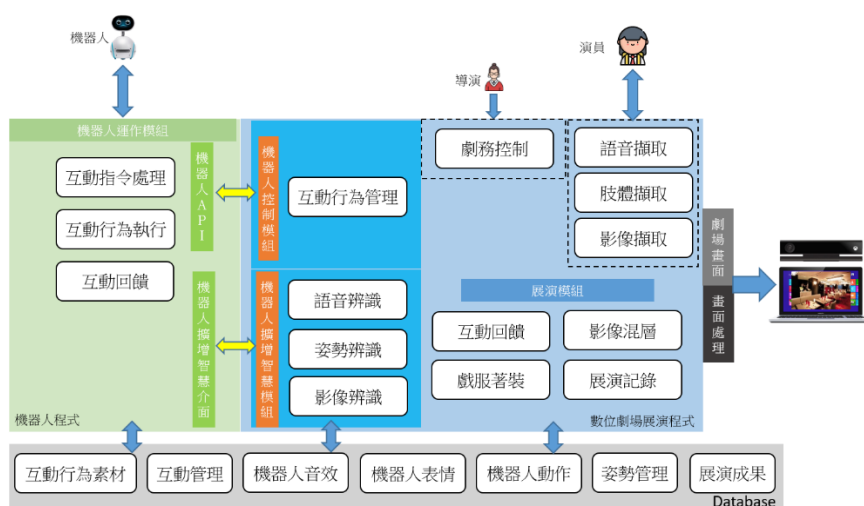


圖 1 系統架構

在劇場中具身互動透過劇場提供的語音、姿勢及影像辨識結果，使機器人能進行口語對話、情緒相關的身體擺動，讓學生了解機器人在情境中的狀態與劇本的進度。在不同的情境設計不同的戲劇，透過戲劇方式引導學生在情境中的意圖，機器人與擴增模組得以辨識學生的意圖，運用具身互動呈現機器人作為演員的樣貌。另外在情境中設計關卡，根據學生對學習內容的掌握程度，設計機器人表現出獎勵或激勵的具身互動，讓學生能即時得知在戲劇演出時的表現。

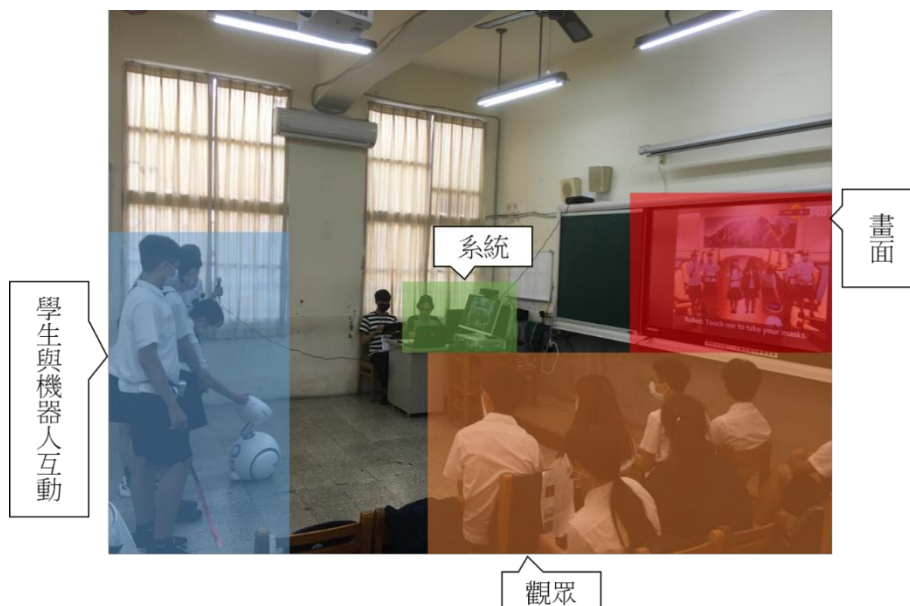


圖 2 實驗現場

4. 實驗

本研究在桃園市某國中的英文課程進行實驗，課程目標包含學習英文及對話能力。實驗教學內容為課本內容，劇本由課程教師根據課本所設計，實驗過程中，有效參與人數總共 70 人，實驗組為 39 人(男生 25 人，女生 14 人)；對照組為 31 人(男生 18 人，女生 13 人)。學生

皆為 15 歲，英文皆為學生的第二外語，兩組學生使用之劇本內容皆一致，實驗流程如圖 1 所示。實驗組學生使用數位學習劇場加入具身互動模式之機器人，具身互動包含移動、具身可觸摸、與脈絡相關的口語對話及姿勢互動；對照組學生使用數位學習劇場加入一般互動模式之機器人，其中一般互動模式僅包含與脈絡相關的口語互動。

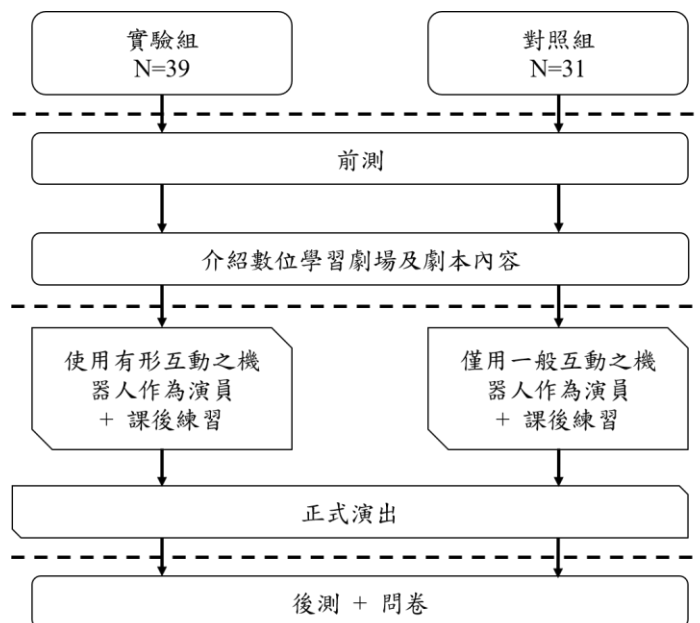


圖 3 實驗流程

學生都是第一次接觸機器人與數位學習劇場，因此我們會讓學生學習在舞台中走位、在情境脈絡中與機器人進行互動、姿勢、視覺辨識等等，實驗流程共分為：前測、系統介紹、示範演出、劇本內容教學、排演、正式演出、成果觀摩、後測及問卷，實驗共進行四週。在實驗開始前，我們進行了英文試題測驗，考卷是由該校三位老師共同設計。開始進行戲劇學習前，我們會先介紹系統，讓學生了解系統與功能。學生了解教學內容後，我們會先行示範，指導學生如何演出、使用方式等等，讓學生了解劇場進行的方式及畫面，也會教導學生在情境中互動的方法，以及姿勢、視覺辨識等等。最後進行後測試驗，使用與前測相同的英文試題卷；而問卷則是自編問卷，問卷內容主要包含趣味性、學習動機與學習印象相關的問題。

5. 結果

5.1. 學習成效

比較以不同互動模式的機器人作為演員，在學習成效上提升之差異，我們蒐集實驗組與對照組學生的前測和後測分數，測驗內容滿分皆為 100 分。實驗組前測平均($Mean = 46.347$)與後測平均($Mean = 79.175$)，對照組前測平均($Mean = 48.616$)與後測平均($Mean = 66.054$)，從結果得知實驗組與對照組成績皆提升，表示數位學習劇場中加入機器人作為演員提升了學習成效。

為了研究不同互動模式機器人對學習成效的影響，應用了共變數分析(ANCOVA)方法。分析結果顯示，在組別得分表現($F = 2.684, p = 0.106 > 0.05$)，回歸同質性檢驗無顯著差異，表示滿足 ANCOVA 方法的假設。故進行 ANCOVA 分析，組別間的 ANCOVA 和學習成效的影響分析結果，排除掉前測因素的影響，實驗組修正後平均($Adj. M = 80.124$)，對照組修正後

平均($Adj. M = 64.861$), 兩組不同互動模式的學習成效($F = 22.388, p = 0.000 < 0.001$), 表示學生會因為使用不同互動模式的機器人作為演員而有顯著差異。

探討學生對數位學習劇場加入不同互動模式之機器人作為演員的趣味性、學習動機、學習印象, 我們透過問卷來討論實驗組與對照組對於機器人趣味性之差異, 並利用獨立樣本 t 檢定分析學生所填寫問卷。

5.2. 趣味性

在「在數位學習劇場中, 有機器人跟我互動, 讓我覺得機器人很有趣。」的題目中, 問卷結果實驗組平均得點($Mean = 4.51$)與標準差($SE = 0.644$), 對照組平均得點($Mean = 3.23$)與標準差($SE = 0.817$), 表示學生對於具備具身互動之機器人在趣味性上有顯著差異($p = 0.000 < 0.001$), 學生認為在情境中與機器人之具身互動很有趣。

5.3. 學習動機

在「我會因為可以跟機器人互動, 因而先學習講英語來跟它互動。」的題目中, 問卷結果實驗組平均得點($Mean = 4.05$)與標準差($SE = 0.724$), 對照組平均得點($Mean = 3.33$)與標準差($SE = 0.711$), 表示學生對於具備具身互動模式之機器人在學習動機上有顯著差異($p = 0.000 < 0.001$), 學生認為與具備具身互動之機器人互動的話, 有更高的意願事先練習學習劇本內容。

5.4. 學習印象

在「因為在數位學習劇場中可與機器人互動會加深我學習內容的印象。」的題目中, 問卷結果實驗組平均得點($Mean = 4.05$)與標準差($SE = 0.793$), 對照組平均得點($Mean = 2.77$)與標準差($SE = 1.104$), 表示學生對於具備具身互動模式之機器人在學習印象上有顯著差異($p = 0.000 < 0.001$), 學生認為與具備具身互動之機器人互動能留下更深刻的印象。

6. 討論

由實驗結果分析可得知數位學習劇場加入機器人作為演員, 能提升了學生的學習成效。透過戲劇中演出, 與機器人互動一同學習, 且由實驗結果得知使用具身體現戲劇式情境學習系統之互動模式之機器人在學習成效提升上顯著高於僅口語互動模式之機器人。透過實驗組的具身互動模式之機器人, 利用機器人的具身互動模式, 例如學生說 robot, 機器人會走向學生; 學生觸摸機器人時說 give me the most powerful weapon, 若觸摸成功, 劇場會給予學生虛擬武器; 在情境中機器人說 please say your password, 學生回答通關密語, 若回答正確, 劇場會帶學生進入下一個關卡。而對照組的口語互動模式之機器人, 只能透過語音互動在劇場中演出, 使得情境中的互動元素有限, 機器人長時間的使用無法吸引學生的興趣, 導致降低學生的學習動機與意願。

由於我們在國三學生升學會考後去進行實驗, 所以學生對於課程會感到較無趣且學習動機低。但是透過問卷討論與現場觀察發現, 具身互動模式之機器人成功地吸引學生的目光, 學生們都對機器人很感興趣, 也很喜歡與機器人互動。同時實驗組學生會為了想與機器人互動成功, 而事先練習課程內容, 並且在情境脈絡中與機器人進行具身互動的過程中加深了學生的學習印象。而對照組學生在實驗初期對機器人也很有興趣, 但隨著時間漸漸降低對機器人的興趣。問卷討論結果也顯示實驗組學生的學習動機與學習印象較對照組高, 這可能是因為採用具身互動模式, 而非僅使用口語互動模式之機器人。

7. 結論

相對於其它的機器人用於教育的系統，本研究所提出的具身體現戲劇式情境學習系統，讓機器人可以配合課本內容的情境，讓學習者以小組方式，如同身歷其境，與機器人在課本知識的情境裡與機器人共同學習。機器人以可移動、可以互視、可以觸摸的自然人般實質互動模式並與場景裡的人事物互動。而學習者的具身體現表現包含語言、肢體、行動都被機器人與數位情境辨識而據以回饋互動。

此外，本研究發展一個學習者與機器人互動的情境學習的學習劇本模式，並根據 Barab 等人的為遊戲式學習設計的 transformational play 的單人學習模式擴增修正成適合於多人的戲劇式情境學習模式的 transformational drama 模式。

而本研究的實驗證實，可以使用可具身互動，包含可辨識學習者語言、肢體、動作並據以回應的機器人的戲劇式情境學習模式在學習成效上優於機器人僅止於口語互動模式的機器人戲劇式情境學習模式，並藉此提升學生的學習動機與加深學生學習時的印象。

致謝

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號：MOST 109-2511-H-008-003-MY2；MOST 109-2511-H-008-004-MY3；MOST 109-2811-H-008-512。

參考文獻

- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational researcher*, 25(4), 5-11.
- Barab, S. A., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational play: Using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525-536.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language primary school. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(2), 13-24.
- Chen, G. D., Hsu, T. C., & Liyanawatta, M. (2018, August). Designing and Implementing a Robot in a Digital Theater for Audience Involved Drama-Based Learning. In *International Conference on Innovative Technologies and Learning* (pp. 122-131). Springer, Cham.
- Chen, S. E., Lou, Y. F., Wu, W. Y., Liu, Y. F., & Chen, G. D. (2018, June). A digital theater for drama based learning in the classroom. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 869-874). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Cheng, Y. W., Sun, P. C., & Chen, N. S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & education*, 126, 399-416.
- Chiang, Y. H. V., Zheng, Y. J., Cheng, Y. W., & Chen, N. S. (2019, July). A Preliminary Analysis of Learners' Social Behavioral Cues When Interacting with Language Learning Robots and IoT Based Toys. In *2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)* (pp. 152-155). IEEE.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Chittaro, L., & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education*, 49(1), 3-18.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *science*, 323(5910), 66-69. page.
- Fugate, J. M., Macrine, S. L., & Cipriano, C. (2019). The role of embodied cognition for transforming learning. *International Journal of School & Educational Psychology*, 7(4), 274-288.
- Gordon, G., Breazeal, C., & Engel, S. (2015, March). Can children catch curiosity from a social robot?. In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 91-98).
- Huang, H. M., Rauch, U., & Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
- Ioannou, A., Andreou, E., & Christofi, M. (2015). Pre-schoolers' interest and caring behaviour around a humanoid robot. *TechTrends*, 59(2), 23-26.
- Jones, A., & Castellano, G. (2018). Adaptive Robotic Tutors that Support Self-Regulated Learning: A Longer-Term Investigation with Primary School Children. *International Journal of Social Robotics*, 1-14.
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human-Computer Interaction*, 19(1-2), 61-84.
- Liu, Y. T., Lin, S. C., Wu, W. Y., Chen, G. D., & Chen, W. (2017). The digital interactive learning theater in the classroom for drama-based learning. In *Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp. 784-789). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Mantovani, G., Riva, R., & Galimberti, C. (2003). VR learning: Potential and challenges for the use of 3D. *Towards cyberpsychology: Mind, cognitions, and society in the Internet age*, 208-225.
- Pachidis, T., Vrochidou, E., Kaburlasos, V. G., Kostova, S., Bonković, M., & Papić, V. (2018, June). Social robotics in education: State-of-the-art and directions. In *International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region* (pp. 689-700). Springer, Cham.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21- 21.

設計在地協同論證遊戲以提供協同論證中的真實情境活動

Design a local situated argumentation game to provide the authentic activity in collaborative argumentation

邱國洋¹，詹明峰^{2*}，莊子寬³

^{1 2 3} 中央大學學習與教學研究所

*mingfongjan@gmail.com

【摘要】 本論文闡述協同論證桌遊「謎城·中壢」的設計理論與遊戲設計概念。協同論證能力是科學家需要的核心能力，但協同論證能力的培養在台灣 108 課綱才開始受到重視。論證能力的培養需要真實或仿真的論證情境與充分的練習，但包含教科書在內的主流媒體並無法提供論證情境，為了解決此問題，本研究設計開發論證桌遊「謎城·中壢」，提供協同論證所需的真實情境。「謎城·中壢」設計根據情境論證理論與角色扮演，讓學習者扮演「政府調查員」、「環境學專家」及「獨立記者」三個玩家並組成調查團隊，從遊戲中的非玩家角色搜集各種資料來推理遊戲中農夫的離奇死亡案件。「謎城·中壢」所提供的真實論證情境包含：提供玩家論證的動機、塑造玩家之間的論證與對話情境、提供玩家論證過程的鷹架，並結合真實社會事件與在地議題來增進遊戲的真實感。

【關鍵字】 協同論證；遊戲式學習；教育遊戲；情境學習

Abstract: This paper explains the concept of the collaborative argumentation board game "Dazing City Zhongli". Collaborative argumentation is a core skill required by scientists. "Dazing City Zhongli" is based on the theory of contextual argumentation and role-playing, allowing learners to take on the roles of: "government investigator", "environmentalist", and "independent journalist" and form an investigative team to collect various data to deduce the strange death of the farmer. The realistic argumentative context provided by "Dazing City Zhongli" includes: providing motivation for players to argue, shaping the argumentative and dialogical context between players, providing scaffolding for players' argumentation process, and combining real social events and local issues.

Keywords: Collaborative argumentation, Game-based learning, Educational games, Situated learning

1. 前言

論證能力是科學探究、邏輯思考、建構知識所需的重要能力，而多人相互論證的能力，更是科學家做為知識的創新與批判者時所需具備的核心素養。過往論證的教學較多偏重於個人論證結構的完整性（如 TAP 論證模式理論），較少設計適合學習者論證的情境脈絡（contexts for argumentation），強調論證文法而非論證應用能力。因此本研究參考 Jan 於新加坡南洋理工大學學習科學研究所（National Institute of Education, 2013）開發的「綠城秘密檔案」（Green City Blues）與遊戲設計框架，設計一款台灣中壢地區在地情境的論證桌遊「謎城·中壢」。

2. 文獻探討

2.1. 論證理論

關於論證研究中，Toulmin (1958) 提出的「TAP 論證模式理論」(Toulmin's Argumentation Pattern) 可能是最有影響力、最為人所知的論證理論(洪逸文、湯宜佩，2016)。此架構強調邏輯結構(或者論證文法)的完整性，缺點是無法在論證的邏輯結構中驗證科學知識的正確性，而且不重視論證內容對於學習者的意義(林志能、洪振方，2008)。相較於重視「論證結構」的觀點，Kuhn (1991; 2005) 從「個人與多人」的角度切入來研究論證。理論 (claim, hypothesis or theory) 與證據 (evidence or data) 兩個關鍵元素結合成為「個人論證」，自己的觀點 (self's perspective)、他人的觀點 (other's perspective)、與外部資料 (external information) 等關鍵元素組成而形成「多人論證」。

2.2. 論證情境

多面向的議題與不同的論點，且和學習者的信念、經驗或迷思相關的論證，更能誘發對話，學習者在對話後，應選擇較好或較正確的解釋並說明理由 (Duschl & Osborne, 2002)。論證中應設計合作與對話，避免學習者的論證被侷限為個人的活動 (Kuhn & Udell, 2003)。脫離情境的論證無法使參與者真正有效的產生論證，多人論證需結合情境學習設計學習活動 (Kuhn, 2005)。

2.3. 遊戲與情境學習

過往課室教學缺乏情境，缺乏對學習者的意義；好遊戲能夠賦予玩家有意義的情境，使玩家有意願參與遊戲並從遊戲中學習 (Gee, 2004)。遊戲情境可以培養文化與塑造身分，使玩家在遊戲中探索未知與創造意義，培養後設思考、批判思考、社會互動等能力 (Gee, 2003)。遊戲情境引導玩家與扮演的角色合作，共同達成玩家目標與角色目標 (Gee, 2008)。

2.4. 情境論證理論

Jan (2009) 延伸 Gee 的遊戲學習觀點，提出「情境論證理論」(situated argumentation)，將論證情境分為三個重點：基礎知識信念設計 (epistemological design) — 影響論證產生的意願、認知過程設計 (cognitive process design) — 安排提供問題的鷹架活動、社會情境設計 (social process design) — 設計具有社會情境的互動。Jan 以情境設計理論設計「綠城秘密檔案」(Green City Blues) (National Institute of Education, 2013) 多人角色扮演論證遊戲，遊戲中的綠城為論證發生的情境，遊戲中的各種資料則成為玩家發展論證的基礎。

3. 「謎城·中壢」遊戲

3.1. 遊戲設計

「謎城·中壢」結合 Kuhn (2005) 的多人論證觀點 (圖 1)，以邏輯推理、小組合作、在地真實情境為核心設計的桌上遊戲，遊戲目的是找到遊戲中死亡案件的真相。玩家必須在

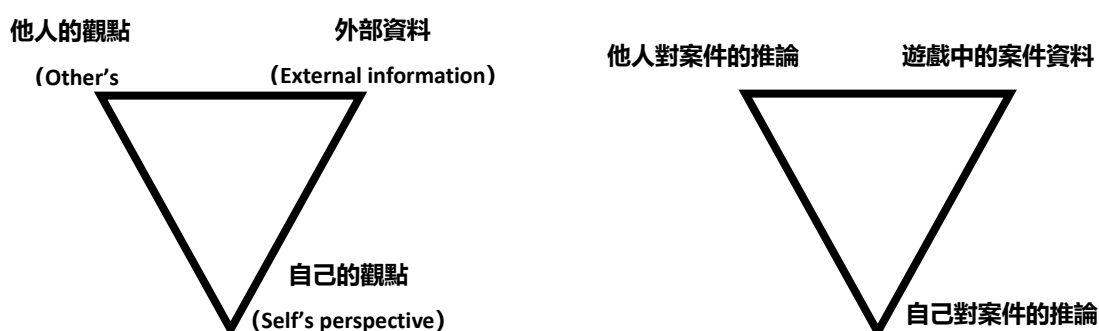


圖 1 Kuhn (2005) 多人論證觀點 (左) 與遊戲設計 (右) 的對照

「謎城·中壢」
Dazing City Zhongli

獨立記者

於飛翔電路板公司的姜翔執行長

與姜翔的訪談紀錄

「這還不好多說什麼，我們之間確有官司問題。」

「這還不好多說什麼，我們之間確有官司問題，避免麻煩請回去罷。」

◎獲得檔案：「飛翔電路板公司違章報告」

他們在跟違章商人合作，建立污染監測與廢棄系統，以及汙染處理設備，和外廠廠商將的廢料處理，在這個廢料處理廠來負責的職位，真小便宜貪婪導致的問題

姜翔：3 電路板公司

公司業務：印刷電路板 (Printed Circuit Board, PCB) 是由各種電子零件組成並將其電性連結使其發揮電性功效的電木板，又稱「電子工業之母」。是為上端如電腦、銀幕、塑膠基板 (PI) 及樹脂等材料的供應商、中游為銅箔基板及印刷電路板製造商，下游則為各種電子產品的供應商，以廉和黏土主要來組成。

相關事件：1992：成立掛牌公司
1980：開始生產多層印刷電路板
1988：海外設廠
2002：轉嫁海外業務
近期：飛翔汙染調查(進行中)

環境學專家

1.可得到當地環境資訊
2.可得到環境汙染報告
3.不可破壞生態環境
4.不可任意製作標本

政府調查員

1.可調閱政府檔案資料
2.可進入管制區域調查
3.不可濫用威脅居民
4.不可擅自行政程序

飛翔電路板公司
重金檢測分析結果

金屬類別	銅值 (mg/kg)	鉛值 (mg/kg)	每單位標準值 (ppm)
銅(Cu)	5.4	60	
鉛(Pb)	ND	20(5)	
鎳(Ni)	22.6	250	
鎳(Cu)	650	400(200)	
鎳(Hg)	ND	20(5)	
鎳(Ni)	20.6	200	
鎳(Pb)	45	2000(500)	
鎳(Zn)	2050	2000(600)	

備註：土壤汙染管理條例中，針對金屬含量，銅、鎳、鉛、鎳等金屬含量，係指土壤中金屬含量而言，因此此處所提之數據係指土壤中金屬含量之標準。

https://www.cihairline.com/realtime/news/2013/09/200373-7640047.html

圖 2 遊戲中不同玩家獲得不同資訊

本遊戲使用工業區、埤塘、河川、農地等中壢的在地特色景觀作為事件地點，結合中壢相關的新聞報導與政府公開報告，使遊戲情境更貼近現實（圖3）。虛實交錯的設計讓



遊戲延伸到現實中，使玩家能夠將遊戲中所學的論證能力，於真實的世界中繼續探索，產生論證能力的學習遷移。

圖 3 使用真實情境的遊戲地圖與遊戲卡牌

4. 前導研究與未來展望

本論證遊戲希望提供論證所需的情境與資料，並協助論證的評量與反思。研究者以三名於中壢就讀研究所並居住於中壢附近之研究生測試論證遊戲之成效。三名玩家遊玩過程中，發言時會簡短說明卡牌資訊重點，記錄新舊資料間的關聯與矛盾，將有關連的卡牌標註並繪製於筆記中，並非寫下推論或假設。遊戲收集資料的部分結束後，以整體的脈絡討論事件的前因後果，提出最有可能的假設、無關的事件以及可行的後續調查，但亦提出可能的反論（圖 4）。

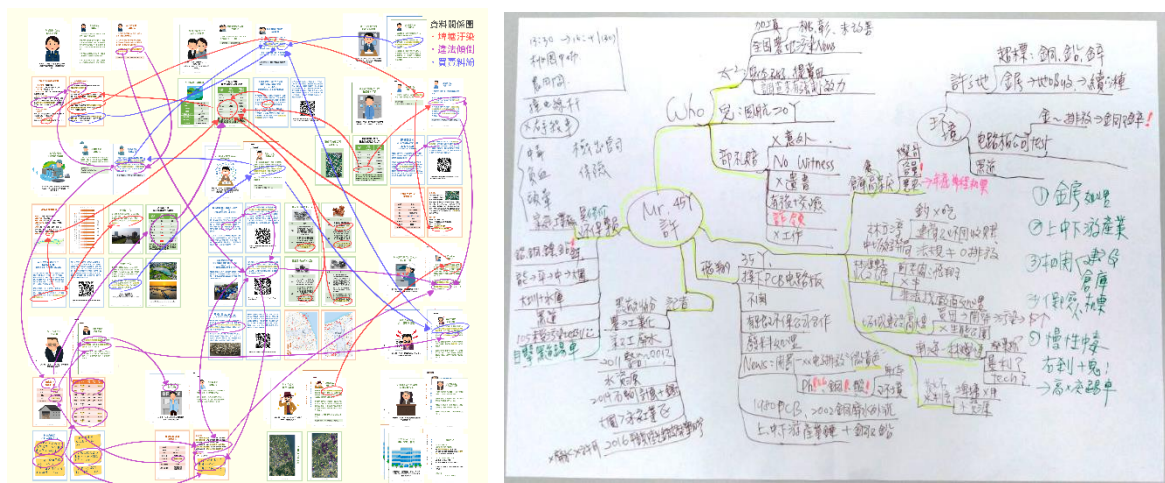


圖 4 遊戲的論證地圖與玩家的筆記

因參與者過往有實際居住於中壢的經驗，虛擬案件、新聞摘要與政府報告帶給參與者更多興趣，投入的動機或討論的深度較強；若給對中壢不認識的玩家參與，投入動機與討論深度可能相對薄弱。

本遊戲設計的預期貢獻有三：一是提供未來論證相關研究所需的情境，使研究者能夠以此遊戲觀察參與者的論證能力；二是提供論證課程可使用的遊戲素材；三是提供論證遊戲設計者參考的範本，協助更多教育遊戲的開發。

參考文獻

- 林志能、洪振方（2008）。論證模式分析及其評量要素。*科學教育月刊*，312，2-18。
- 洪逸文、湯宜佩（2016）。高中特色課程的開發與實施：以論證課程為例。*課程研究*，11(1)，23-57。
- Billig, M. (1996). *Arguing and thinking: A rhetorical approach to social psychology* (New ed.). Cambridge University Press; Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Macmillan.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Gee, J. P. (2004). *Situated language and learning: A critique of traditional schooling*. London: Routledge.
- Gee, J. P. (2008). Video Games and Embodiment. *Games and Culture*, 3(3-4), 253-263.
<https://doi.org/10.1177/1555412008317309>
- Jan, M. (2009). *Designing an Augmented Reality Game-based Curriculum for Argumentation*. Unpublished doctoral dissertation, University of Wisconsin-Madison.
- Kuhn, D. & Udell, W. (2003). The Development of Argument Skills. *Child development*. 74. 1245-60. 10.1111/1467-8624.00605.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- National Institute of Education (2013). Game-based Learning. *SingTeach*, 45, 1-3. Singapore: National Institute of Education.
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

游戏环境中学习投入和策略对学习成效的影响——基于眼动追踪技术

The Influence of Learning Engagement and Strategy on Learning Effect in Game

Environment——Based on Eye Tracking Technology

王诗曼^{1*}, 王小明², 韩亚慧³

¹²³ 浙江师范大学教师教育学院教育技术学系

* 806962139@qq.com

【摘要】 随着技术的发展与研究的深入,教育游戏在改善学生学习效果方面被寄予厚望。目前对于游戏过程中学习者的学习投入、学习策略与学习成绩之间关系的研究还比较少。本研究设计并开发了一款 JavaScript 编程语言学习的 RPG 密室逃脱教育游戏,通过眼动追踪技术获取学生在学习过程中的学习投入和测试环节采用的学习策略。实践研究发现,学生在学习过程中对知识点的学习投入和测试环节所采用的学习策略均与学习成绩呈显著相关。

【关键字】 教育游戏;眼动追踪技术;学习效果;学习投入

Abstract: With the development of technology and the deepening of research, educational games are expected to improve students' learning effect. At present, there are few studies on the relationship between learners' learning engagement, learning strategies and academic performance in game playing. This study designs and develops a RPG escape educational game. It uses eye tracking to obtain students' learning engagement and learning strategies. It is found that students' learning engagement in knowledge points and the learning strategies used after testing are significantly related to their academic performance.

Keywords: Educational games, Eye tracking technology, Learning effect, Learning engagement

1. 前言与文献探讨

眼动追踪技术在教育研究领域日益受到关注,(Alemdag & Cagiltay, 2018)认为学生的学习成绩和认知过程的关系可以通过眼动数据联系起来。(Lin, Wu & Hou, 2016)根据学生在调试程序时的眼动数据,提出为不同学生制定适应的教学策略的观点。目前对教育游戏是如何促进学生学习效果的研究较少,因此,本研究通过眼动仪,记录学生在学习过程中的眼动数据,针对学生在学习过程中的学习投入,测试环节策略,设计一款基于 JavaScript 语言基础的密室逃脱游戏并开展实证研究。

2. 密室逃脱游戏

《JavaScript 之谜》是一款使用 RPG Maker MV 软件开发的编程语言类密室逃脱教育游戏。玩家需要在密室中接受游戏任务、学习相关知识、完成知识测试、收集解密道具;掌握 JavaScript 数据类型、常量和变量、运算符和表达式、JavaScript 的三种基本语句等知识从而破解五个密室才能完成逃脱任务。《JavaScript 之谜》游戏发布成了可执行的 EXE 文件,在正常电脑上即可运行,如图 1 所示。

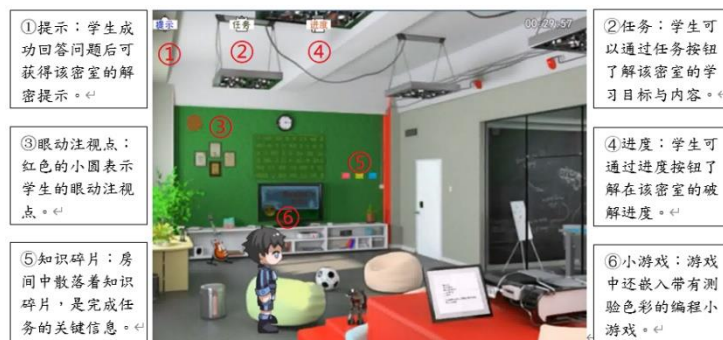


图 1 密室五场景

3. 研究方法

本实验对象为某师范高校教育技术学专业的大二学生,男生15人,女生47人,共62人。本研究在机房中进行,每台计算机都配有 Tobii Eye Tracker 5 眼动仪。在实验前对学生进行前测。在正式实验开始前,首先说明实验目的(约5分钟);紧接着通过演示对游戏基本操作加以说明,并进行眼动仪测试与校准(约10分钟);然后进行正式实验(约60分钟);最后被测学生提交包含眼动数据的录屏文件(约5分钟)。在实验结束后,对学生进行后测。

4. 结果与讨论

本研究利用眼动仪与录屏软件记录学习者在游戏过程中的眼动数据,对实验过程中被测学生查看编程知识点的表现打分。本实验共有20个编程知识点,将查看这20个编程知识点表现的总分作为学生编程知识学习投入情况。实验后共得到57份有效数据。对编程知识学习投入与后测成绩进行相关分析。结果显示相关系数 $r=0.368$, $p=0.005<0.05$ 。所以,学生的编程知识学习投入与后测成绩存在显著正相关。为了进一步探讨关系,进行了回归分析,得到编程知识学习投入与成绩的回归方程:成绩 $=26.622+\text{编程知识学习投入} \times 0.695$ 。

学习者在完成测试后,有查看试题解析与继续游戏进程两种行为选择策略。统计每个学习者查看试题解析的频数,与后测成绩进行相关分析。结果显示 $r=0.363$, $p=0.006<0.05$ 。所以,学生查看试题解析的次数与后测成绩存在显著正相关。为了进一步探讨关系,进行了回归分析,得到查看试题解析频数与成绩的回归方程:成绩 $=4.701+\text{查看试题解析频数} \times 0.088$ 。

5. 结论与建议

本研究通过教育游戏结合眼动分析,发现学生在游戏过程中对知识点的学习投入和测试环节所采用的学习策略均与学习成绩呈显著相关。针对实验结论,给出几点建议:第一,教育游戏在设计过程中,可通过剧情、知识点呈现方式、游戏机制等多种形式促进学生的学习投入,平衡好教育性与游戏性之间的关系。第二,对于游戏中采用选择题形式进行的测试,可在测试后及时反馈学生试题解析。未来我们将采用功能更完善的眼动仪,通过更详细的眼动数据来进一步分析学生的学习行为,从而明晰教育游戏内部促进学生学习效果的机制。

参考文献

- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education*, 125, 413-428.
- Lin, Y. T., Wu, C. C., & Hou, T. Y. (2016). Tracking Students' Cognitive Processes During Program Debugging—An Eye-Movement Approach. *IEEE Transactions on Education*, 59(3), 175-186

不同自律學習程度的學生在遊戲式學習之動機與心流經驗比較

Comparison of Motivation and Flow Experience of the Students with Different Self-Regulated Learning Degrees in Game-Based Learning

吳昱亭¹，許庭嘉^{1*}

¹國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

*ckhsu@ntnu.edu.tw

【摘要】數位遊戲式學習除了能增加學生共情感外，也被證實對於提升學生的學習成效有所幫助，但是少有研究探討不同自律學習先備水準的學生，參加遊戲式學習活動之後，是否在心流經驗以及內外學習動機表現也會有不同表現。本文旨在探討學生透過遊戲式學習網際網路各層的知識後，不同先備自律學習水準的學生，其心流經驗和內、外在學習動機的表現是否會有不同。因此，本研究採用準實驗前、後測設計進行遊戲式學習教學實證。研究結果顯示，原本自律學習水準良好的同學，透過遊戲式學習網際網路知識時，其心流經驗以及內、外在學習動機，都顯著高於先備低自律學習水準的同學。

【關鍵詞】數位遊戲式學習；自律學習；學習動機；心流體驗

Abstract: In addition to increasing students' common emotions, digital game-based learning has also been proven that it was helpful for improving the learning effectiveness of the students. However, few studies explore the students' performance of flow experience and intrinsic as well as extrinsic learning motivation after those students with different prior self-regulated learning degrees participate the game-based learning activities. The purpose of this paper is to explore whether the intrinsic as well as extrinsic learning motivation and the flow experience of the students would be different when they having different prior self-regulated learning degrees learned the Internet concepts of each layer with game-based learning. Therefore, this study conducted the pre- and post- test of the quasi-experimental design to verify the instructional experiments of the game-based learning. The results showed that students with the prior high self-regulated learning degree had significantly higher flow experience, intrinsic and extrinsic learning motivations when they learned the Internet knowledge through game-based learning than those who had the prior low self-regulated learning degree.

Keywords: Digital Game-based Learning, self-regulated learning, learning motivation, flow experience

1. 前言

遊戲除了帶給人類娛樂外，在教育中也提供教師另一種不同教學方式。過去有研究指出，大多數在課堂上實際使用遊戲學習的老師，都將學生對遊戲的參與和認知學習成果視為在正式教學環境中使用遊戲的效果(Huizenga et al., 2017)。此外，關於自律學習相關之研究也越來越多，學者們主張學生要主動進行學習，並於學習過程中，逐漸修正調整自己的學習策略以

達到更好的學習效果(Abar, 2010)。加上 20 世紀末興起的情境式學習主張讓學生代入課程，達到對於學習更加專注的效果。

本研究旨在探討學生在遊玩 RPG 遊戲後，對於 OSI 模型的認知程度是否有所提升，並探討其自律學習程度的高低與否，是否會影響他們的學習動機以及心流體驗。以及藉由遊戲式學習進行教學外，進一步探討高、低自律學習水準的學生，在遊戲式學習之後，是否有顯著提升自身心流體驗與學習動機，以下為本研究之研究問題：

- (1) 不同先備自律學習水準的學生，參加同樣的遊戲式學習活動時，其心流經驗是否不同？
- (2) 不同先備自律學習水準的學生，參加同樣的遊戲式學習活動時，其內在之學習動機表現是否不同？
- (3) 不同先備自律學習水準的學生，參加同樣的遊戲式學習活動時，其外在之學習動機表現是否不同？

2. 文獻探討

2.1. 學習動機與心流體驗

學習動機指的是學習者願意持續學習，邁向學習目標進行的一種歷程（李勇輝，2017）。有大量研究支持遊戲式學習對學生發展知識的動機具有積極影響，新型態的教學法有助於提升學生對於學習的渴望(Sousa & Rocha, 2019)。而心流體驗是一種學生對於活動投入與否的感受(Ghani & Deshpande, 1994)，如果心流體驗越佳，代表該學生越專注在此活動中，對於該活動的感受也更加正向(Leung, 2020)，學習動機也應該會提升。

2.2. 自律學習

自律學習是近年來學者關注的一種學習法，旨在通過多種內部和外部因素的認知過程，來改進自身學習技能(Matcha et al., 2020)。一般而言，具有高自律學習意識的學生，在學習上能有更高的成就(van Alten et al., 2020)。而學習動機越高，學生則會更加願意自律學習。本研究進行問卷調查後，採用高低分群法，將學生分為高自律學習水準群(前 27%)、中自律學習水準群(46%)以及低自律學習水準群(後 27%)。

3. 研究方法

3.1. 遊戲式學習系統

本遊戲與科技部計畫協助開發使用 RPG Maker 製作遊戲。該學習系統為協助學生進行開放式通訊系統互連參考模型 (Open Systems Interconnection model, OSI)知識之教學遊戲。

3.2. 研究對象與研究工具

本研究是以台灣北部修習網際網路概論課程之某大學之學生為研究對象，並依照前測之自律學習量表中，總共有 66 位大學生參加本研究，依照低中高分成三群，故有 18 名為先備高自律學習組，30 人為先備中自律學習組，以及 18 名為先備低自律學習組的學生。

本研究中使用學習動機量表(內在動機與外在動機)引用自 Chang (2020)等人所用的動機問卷。共 6 題，採取 Likert 5 點量表，整體 Cronbach's α 值為 0.89。該研究之前測問卷包含背景調查以及自律學習經驗調查，自律學習經驗調查含有目標設定、環境、任務策略、時間管

理、尋求幫助以及自我評估共六大項目(Barnard et al., 2009)，在後測問卷中包含了關於內外動機(Chang et al., 2020)以及心流體驗(Pearce et al., 2005)之題項，皆為採取 Likert 5 點量表。

3.3. 實驗設計

實驗流程首先讓學生填寫前測自律量表，將學生分為高、中、低先備自律程度，接著才讓學生自行遊玩該 RPG 遊戲，進行 OSI 模型知識之學習，並於學生結束遊戲式學習之後，進行學習成效後測以及內、外在動機量表與心流經驗量表。

4. 研究結果

4.1. 學習成效分析結果

學生於進行該遊戲式學習後，前後測分數呈現顯著差異，代表該實驗學習成效顯著。

表 1 學習成效之成對樣本 T 檢定

變項	變項 2	t	p
前測分數	後測分數	-16.718	< .001

* $p < .001$

4.2. 心流體驗分析結果

首先本研究進行心流體驗之分析結果如表 2。其顯示高自律組學生在遊玩過 RPG 遊戲後，較低自律組更加投入於活動當中，學習 OSI 模型之知識。

表 2 心流體驗之 ANOVA 分析摘要表

變項	組別	人數	平均值	標準差	F	事後比較
心流體驗	高自律組(H)	18	3.90	0.61	3.329*	H>L
	中自律組(M)	30	3.65	0.50		
	低自律組(L)	18	3.39	0.70		

* $p < .05$

4.3. 內在學習動機分析結果

對於內在動機進行與三種自律組的事後比較顯示，如表 3 顯示。也就是說自律學習動機越高的學生，對活動的內在學習動機也會增加。

表 3 內在動機之 ANOVA 分析摘要表

變項	組別	人數	平均值	標準差	F	事後比較
內在動機	高自律組(H)	18	4.26	0.15	3.952*	H>L
	中自律組(M)	30	3.98	0.12		
	低自律組(L)	18	3.67	0.15		

* $p < .05$

4.4. 外在學習動機分析結果

對於外在動機進行與三種自律組的事後比較，如表 4，其顯示自律學習動機越高的學生，對活動的外在學習動機也會增加。

表 4 外在動機之 ANOVA 分析摘要表

變項	組別	人數	平均值	標準差	F	事後比較
外在動機	高自律組(H)	18	3.96	0.16	3.508*	H>L
	中自律組(M)	30	3.77	0.12		
	低自律組(L)	18	3.39	0.16		

* $p < .05$

5. 討論與結論

學者 Sousa 等人於 2019 年探討數位學習對學生的成效以及動機提升，指出有大量研究支持遊戲式學習對知識發展具有積極影響(Sousa & Rocha, 2019)，認為學習動機能提升學習成效，與本研究的結果相符。

該研究使用 ANOVA 分別進行各項研究變項分析。而針對本次研究結果，未來可以應用於其他教學內容中，探討是否自律學習動機的高低分別皆會影響學習成效，以及數位式學習影響學生的學習動機是否會因為不同科目有所差異。為了歸因，未來如能收集更多樣本之後，將可以進一步探討在遊戲式學習當中，自律學習情況與心流經驗和內、外在學習動機之迴歸分析及路徑分析。而且，可能教學者不宜期待僅透過遊戲式學習就可以提升學生的自律學習，更可能需要在過程建構更多與培養自律相關的因子，提供階段性目標設置，和循循善誘的步驟，才能協助全部的學生投入在學習當中，這些都是未來值得探討的方向。

致謝

本研究感謝科技部研究計畫編號: 108-2511-H-003 -056 -MY3 補助。

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》第十四期 2017 年 9 月 68-86。臺灣。
- Abar, B., & Loken, E. (2010). Self-regulated learning and self-directed study in a pre-college sample. *Learning and individual differences*, 20(1), 25-29.
- 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.
- Chang, C. C., Liang, C., Chou, P. N., & Lin, G. Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218-227.
- Ghani, J. A., & Deshpande, S. P. (1994). Task characteristics and the experience of optimal flow in human—computer interaction. *The Journal of psychology*, 128(4), 381-391.
- Huizenga, J. C., Ten Dam, G. T. M., Voogt, J. M., & Admiraal, W. F. (2017). Teacher perceptions of the value of game-based learning in secondary education. *Computers & Education*, 110, 105-115.
- Leung, L. (2020). Exploring the relationship between smartphone activities, flow experience, and boredom in free time. *Computers in Human Behavior*, 103, 130-139.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Matcha, W., Gašević, D., & Pardo, A. (2019). A systematic review of empirical studies on learning analytics dashboards: A self-regulated learning perspective. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(2), 226-245.
- Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), 745-771.
- Sousa, M. J., & Rocha, Á. (2019). Leadership styles and skills developed through game-based learning. *Journal of Business Research*, 94, 360-366.
- van Alten, D. C., Phielix, C., Janssen, J., & Kester, L. (2020). Self-regulated learning support in flipped learning videos enhances learning outcomes. *Computers & Education*, 158, 104000.

基于 LightSIDE 的教师教学问题智能诊断研究¹

Research on Intelligent Diagnosis of Teachers' Teaching Problems based on LightSIDE

王阿习^{1*}, 王琦², 李尚鹏³, 汪丹⁴

¹ 北京联合大学 师范学院

² 北京外国语大学 人工智能与人类语言重点实验室

³ 中国联合网络通信有限公司智网创新中心

⁴ 北京师范大学 未来教育高精尖创新中心

* sftaxi@bnu.edu.cn

【摘要】在课例研究活动中,教师获得了大量的同伴反馈文本数据。借助于同伴反馈数据,教师可以共建共享教学智慧、增强教学优势、改进教学不足。但是,由于教师没有足够的时间与数据分析技能,难以从众多非结构化的反馈数据中发现教学问题、获得关键的改进建议。为此,本研究首先基于 LightSIDE 工具构建了教师教学问题智能诊断模型;然后以小学语文教师在线课例研究活动为例,通过对比专家人工编码与机器自动编码结果的一致性,验证了基于 LightSIDE 的教学问题智能诊断模型的精准度。结果表明:诊断模型精准度较高,可以将其应用于在线课例研究的教学问题诊断。

【关键词】LightSIDE; 教学问题诊断; 在线课例研究; 同伴反馈

Abstract: Teachers get a lot of peer feedback in the process of lesson study, which play an important role in improving the effects of lesson study. However, due to the lack of data analysis skills for teachers, it is difficult to find typical problems in teaching and obtain key suggestions. In order to solve the above problems, this study first constructed an intelligent diagnostic model of teacher teaching problems based on LightSIDE; Then, by comparing the consistency between expert coding and machine predictive coding, the accuracy of the diagnosis model of teaching problems is verified. The results show that the accuracy of the model is high, which can be applied to the diagnosis of teaching problems in online lesson study.

Keywords: LightSIDE, teaching problem diagnosis, online lesson study, peer feedback

1. 前言

随着网络学习平台的快速发展与普及应用,在线课例研究因其不受时空、参与人数等的局限而逐渐受到中小学教师的青睐。与面对面的课例研究不同,在线课例研究主要是指教师学习共同体,借助于网络学习平台合作撰写教学设计、共享资源、分析教学视频、讨论、开展批判性反思等活动。课例研究是教师学习共同体协同参与的(Leavy, & Hourigan, 2016),教师能够获得大量的同伴反馈数据,包括对教学设计的评论、观察记录、协同教学反思文本

¹本文系教育部人文社科青年基金项目“基于文本情感识别的教师教学问题智能诊断与改进研究”(20YJC880088),与北京联合大学教育科学研究课题“基于社会知识网络的 U-S 协同课例研究活动设计”(Jk202003)的阶段性研究成果。

等。借助于同伴反馈数据 (Popta, et al., 2016), 教师可以共建共享教学智慧、增强教学优势、改进教学不足。因此, 同伴反馈在课例研究的各个环节中均起着关键作用。然而, 由于很多教师缺乏数据分析技能 (Lee, 2008), 难以从大量、零散、非结构化的同伴反馈数据中发现教学中存在的典型问题、获得关键的改进建议。同时, 有研究认为课例研究是一项耗时的活动, 教师没有足够的时间浏览大量的同伴反馈 (Saito, 2012; Larssen, et al., 2018)。因此, 如何将同伴反馈文本数据进行分类 (Hsia, Huang, & Hwang, 2016), 帮助教师从大量的反馈文本数据中及时发现教学问题、获得关键的反馈建议, 成为研究者关注的重点。

为此, 本研究将通过网络教研空间收集教师参与课例研究活动全过程的同伴反馈文本数据, 采用 LightSIDE 工具构建教师教学问题智能诊断模型, 精准诊断教学中存在的关键问题。这对于教师转变教学理念、改进教学行为、提升教学技能具有重要的实践意义。

2. 相关研究综述

在线课例研究活动开展过程中会产生大量过程性同伴反馈文本数据。若想从这些文本数据中自动诊断出教师的具体教学问题, 需要借助文本挖掘技术对这些反馈文本进行分析, 进而挖掘出教师教学中存在的教学问题。文本挖掘作为一种文本处理技术, 指利用统计技术和机器学习方法, 从具有丰富语义的无结构自由文本数据中抽取隐含的、以前未知的、潜在有用的知识的过程 (Fayyad, 1996; 谌志群, 等, 2005), 拥有广泛的应用场景。文本挖掘在社会科学研究中主要用于情感分析、热点发现与知识管理等, 例如, 黄仁等 (2016) 提出了基于 word2vec 的商品评论情感分析方法, 借助 word2vec 计算语义相似度, 对测试文本进行情感分类, 进而验证了该方法在互联网商品评论中的准确性和有效性; Ceron 等 (2012) 通过对 Twitter 上关于选举的帖子进行分析, 发现社会化媒体可以优先检测舆情和预测民意; 余红梅等 (2011) 将文本挖掘技术中的可视化技术引入竞争情报的文本分析; Peffer 等 (2017) 利用词汇复杂度分析、关键词分析等文本挖掘方法, 对专家和新手参与计算机支持的真实科学探究实践的话语进行分析, 通过专家和新手用词差异比较, 挖掘二者潜在的科学认知模式。这种模式具有自动分析讨论内容的潜力, 可以更好地为学习者提供自适应体验 (吴永和, 等, 2017)。

文本挖掘的关键步骤是对文本进行分类。目前, 文本分类的方法主要有两种: 基于词典的方法和基于机器学习的方法。其中, 基于词典的方法通过制定语言表达规则和人工标注词典库, 对文本内容进行拆解、分析, 从而理解文本的含义。柳位平等 (2009) 基于中文词语相似度计算提出了一种中文情感词语的情感权值计算方法, 并构建了中文基础情感词典, 结合 TF-IDF 特征权值计算方法对中文文本情感倾向进行判别; 基于机器学习的文本分类方法则主要利用支持向量机(SVM)、朴素贝叶斯(NB)、K-最近邻算法(KNN)等分类器模型对文本信息进行分类。除了依据分类器模型人工构建分类器外, 还可以直接借助已有的分类工具开展文本挖掘。WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) 是一个开源的数据挖掘工具, 集成了大量的机器学习算法, 可用于对文本数据进行预处理、分类、聚合、回归等。但是, 在 WEKA 中, 如果建立的训练模型有问题, 则需要回到原始数据集, 根据模型的反馈进行分析、修正, 这会增加偏误分析的复杂度。而美国卡内基梅隆大学计算机系的学者设计和开发的 LightSIDE 工具除了提供特征抽取和模型构建方法外, 针对偏误分析提供了更为便捷有效的辅助措施 (Gianfortoni, Adamson, & Rosé, 2011)。LightSIDE 中提供了探索窗口, 可以为用户呈现模型训练过程发生偏误的数据, 并呈现出导致偏误发生的特征。当用户遇到建模问题时, 可以直接对训练模型进行调整, 便于用户进行模型训练。

当前，已有研究采用 LightSIDE 对英文文本进行分类，并取得了较好的分类结果。例如，有研究者联合采用 LightSIDE 与擅长处理英文短文的 SentiStrength 软件对文本数据进行分类，研究结果表明机器自动编码的结果与人工编码结果的一致性达到 82.8% (Guo, et al., 2016; 钟智锦, 等. 2018)。LightSIDE 作为一种机器学习应用工具，为文本分类提供了方便的 GUI 环境，可以轻松运行文本提取和分类实验 (Gianfortoni, Adamson, & Rosé, 2011)。但是，现有的基于 LightSIDE 的研究以英文文本的分类为主，对中文文本分类的研究较少。因此，为提升课例研究中同伴反馈的效果，本研究将基于 LightSIDE 工具，构建教师教学问题智能诊断模型，以帮助教师从大量非结构化的同伴反馈数据中，发现教学中存在的典型问题、获得关键的改进建议。

3. 基于 LightSIDE 的教师教学问题智能诊断模型构建

3.1. 文本特征抽取与建模工具 LightSIDE 概述

LightSIDE 集成了机器学习中特征抽取、模型训练的方法，并为这些方法配置参数，研究者能够通过可视化的方式抽取文本特征和建模；与其他的机器学习工具相比，LightSIDE 提供了更为简洁和友好的模型对比和调优功能，便于研究者分析和修正模型中存在的问题。LightSIDE 主要包含六个功能模块：特征抽取、数据重构、模型训练、偏误分析、模型对比和预测，研究者可以依据自身需求对文本数据进行分析、建模、调整和应用。

采用 LightSIDE 构建模型的一般过程包含两个阶段：(1) **模型训练阶段**：研究者将已编码的样本数据输入“特征抽取模块”进行分析和特征提取。然后，在“模型构建模块”，基于提取的特征，借助 LightSIDE 提供的模型构建算法与模型。(2) **模型验证和自动编码阶段**：模型训练完成后，首先需要分析模型的准确率和一致性。当初始模型的准确性和一致性不高时，研究者可通过 LightSIDE 工具的 Explore Results 进行偏误分析 (Error Analysis)。在偏误分析中，当模型训练中建立的分类模型存在分类结果不准确时，如对于语义 A，其 actual 分类为 P1，但模型将其分为 P4，研究者通过选中预测出错的条目、勾选预测依据的特征，即可知道模型预测出错的原因。最后，研究者可在特征抽取模块调整特征抽取方法，从而改进预测模型，最终构建更加准确的预测模型，进而可以在预测模块中进行新的文本预测。

3.2. 基于 LightSIDE 的教学问题智能诊断模型

本研究将采集教师参与课例研究活动的数据，选择高质量的文本集，在判断文本情感倾向的基础上，使用 LightSIDE 工具训练文本分类模型，挖掘教师教学中存在的关键问题。实现过程如图 1 所示。

3.2.1. 选择高质量的训练文本集

选择信息源，确定高质量的文本集。本研究开展的课例研究活动主要采用基于学习元平台的教研空间汇聚同伴反馈数据。鉴于教师参加课例研究活动时，受使用工具的方式、信息素养等因素的影响，会产生部分无效数据。因此，在分析教师的教学问题时，需先从学习元平台中筛选出高质量的文本集。本研究主要采用过滤算法剔除课例研究活动记录中的无效数据，从基于教学步骤的阶段教学反思、基于情感标记的评论、课后总结性评论、课后教学反思中筛选高质量的同伴反馈文本集，用于教学问题的诊断。

3.2.2. 判断文本的情感倾向

本研究采集听课教师的教学反思、教学评论等文本与情感标签信息，标记听课教师参与

课例研究活动时的情感倾向。该环节共包含两部分：一是自我报告式情感标记，即听课教师在使用听课工具分析教学视频时，每当记录一个教学步骤，教师都会根据执教教师的教学情况和自己的情感体验，为此教学步骤标记情感倾向；二是在听课工具中分类呈现文本，如教师发表评论时，引导其将教学特色输入到“本课优点”文本框中，将教学问题输入到“待讨论点”文本框中，以便快速提取含有教学问题或教学特色的文本。

3.2.3. 制定编码框架，实施人工编码

本研究采用的“小学语文教学知识编码框架”是依据《小学教师专业标准（试行）》、《中小学幼儿园教师培训课程指导标准（义务教育语文学科教学）》、《“国培计划”小学语文教师培训课程标准》等文件，参阅《小学语文教师专业能力必修》（付宜红，2012）、《语文学科知识与教学能力》（王荣生，等，2011）等语文学科教学论知识的基础上，由语文学科的专家，经过多轮的协商建构而成的。该编码框架包含八个一级维度：教学方式（P1）、教学评价（P2）、教学内容（P3）、教学模式（P4）、教学管理（P5）、教学媒体（P6）、教学板书（P7）、教学理论（P8）。本研究采用 LightSIDE 工具开展教师教学问题智能诊断时，首先采用该编码框架进行人工编码，然后使用 LightSIDE 工具构建模型，并验证模型的应用效果。

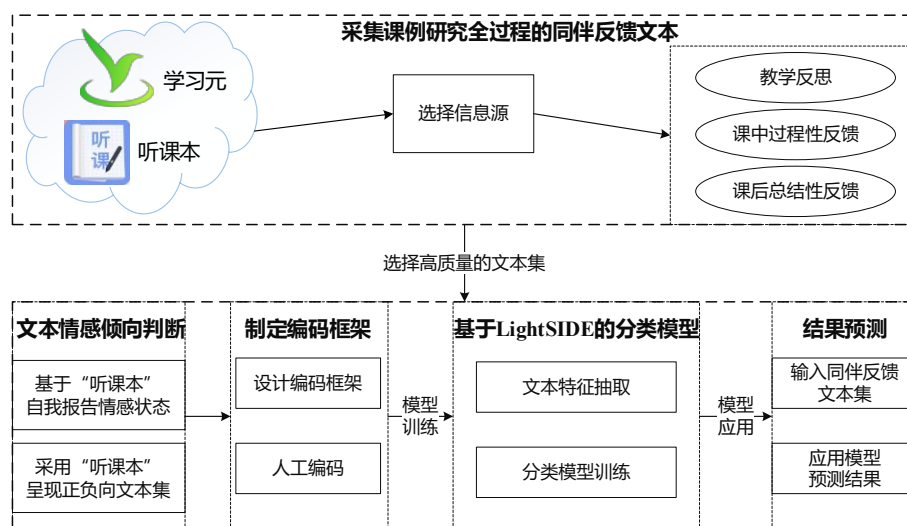


图 1 基于 LightSIDE 的教学问题智能诊断模型

3.2.4. 采用 LightSIDE 构建文本分类模型

为了分析与诊断课例研究文本中存在的教学问题，本研究需要对文本进行特征抽取和模型构建。采用 LightSIDE 工具进行特征抽取与模型构建的步骤如下：步骤 1：文本编码。本研究邀请 2 位对语文教学有丰富经验的专家依据编码方案对收集的课例研究文本进行编码。Kappa 一致性检验结果表明两位专家编码的一致性系数为 $0.779 > 0.61$ ，说明专家编码具有较高的一致性，符合模型训练的基本要求。

步骤 2：利用 LightSIDE 对文本进行特征抽取。本研究将随机选择的 1015 条编码数据作为训练集导入 LightSIDE 进行文本特征抽取。由于课例研究活动的文本均为短文本，因此，研究者主要采用了 Unigram 和 Bigram 的文本匹配方式。上述两种方式主要采用马尔科夫函数的基本原理，即在文本抽取和匹配过程中考虑上下文对当前特征词的影响。对于 Unigram 来说，程序仅匹配单个特征词，不需要考虑上下文的影响；而对于 Bigram 而言，在分词和文本匹配过程中则考虑前一个词对当前特征词的影响，匹配的内容为 term1_term2。

步骤3：在获取编码的基础上，利用 LightSIDE 构建文本分类模型。由于本研究的文本分类为多维分类变量，在处理二项或多项分类中，逻辑回归具有较好的效果。因此，本研究采用逻辑回归方法训练模型，生成的模型在训练数据集上的准确率和 Kappa 系数分别为 0.773 和 0.639，说明模型在样本数据集中的内部一致性较好。

步骤4：模型的调整和优化，从模型输出的预测矩阵来看，模型在不同分类上的预测效果均较好，不存在偏误严重的分类。因此，本研究不需要再调节其他参数，以防过度拟合。

步骤5：模型的输出，上述步骤结束后，即可将模型保存为 xml 模型包，模型中存储了不同类型的教学问题对应的分词和向量集。当教师在课例研究过程中产生新的反馈文本时，即可将文本作为输入变量。然后，LightSIDE 工具对输入变量进行分词，之后与模型内部特征向量进行匹配，确定当前输入变量具体属于哪种类型的教学问题，实现对教学问题的自动诊断。

3.2.5. 采用知识图谱可视化呈现教师的教学问题

知识图谱是结构化的语义知识库，可以采用符号的形式描述物理世界中的概念及其相互关系。其基本组成单位是“实体—关系—实体”三元组，实体间通过关系相互联结，构成网状的知识结构（刘峤，等，2016）。本研究通过知识图谱技术既能可视化表征教师的教学问题及其映射的知识点，同时也能表征教师连续执教多节课的教学问题变化轨迹。以小学语文学科教学为例，若从教师的课例研究活动数据中挖掘得到包含“班级管理”或“课堂氛围”的教学问题，逐级推测，即可确定“班级管理”或“课堂氛围”对应的编码维度为“教学管理”。确定教师教学中存在的问题后，本研究将基于教学知识点建立教学问题、学科专家与学习资源之间的联系，为教师智能推荐领域内的学科专家和学习资源，最终形成面向教学问题改进的、基于知识图谱的社会知识网络。这对于教师转变教学理念、改进教学行为、提升教学技能具有重要的实践意义。

4. 基于 LightSIDE 的教学问题智能诊断模型应用与效果验证

4.1. 研究设计与实施

本研究以小学语文教师的课例研究为例，验证基于 LightSIDE 的教师教学问题诊断的精确度。首先，本研究从学习元平台中随机选择在线课例研究的文本数据；其次，邀请两位专家依据“小学语文教学知识编码框架”对数据进行人工编码；最后，对比基于 LightSIDE 自动编码与专家编码的一致性。研究设计如图 2 所示。研究过程共分为五个环节：第一环节，随机选择了小学语文教师的课例研究活动数据 448 条，同时选择两位语文学科领域专家对数据进行编码；第二环节，采用 LightSIDE 和专家编码两种方法分别对数据进行编码。其中，LightSIDE 组采用文本分类模型实现自动编码，另一组是两位专家依据语文学科教学量表进行手动编码；第三环节，两种编码方法分别得出编码结果 TQ1 与 TQ2；第四环节，对编码结果 TQ1 与 TQ2 进行 Kappa 一致性检验；第五环节，分析一致性检验数据，得出检验结果。

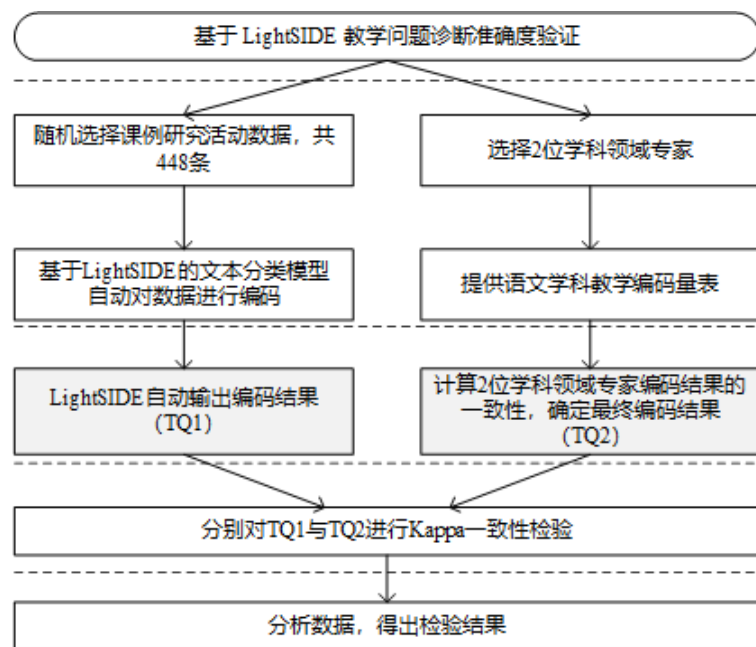


图 2 研究设计

4.2. 研究数据收集与结果分析

4.2.1. 研究数据收集

本研究采集了 85 位小学语文教师参与在线课例研究活动的数据，共 2442 条评论，剔除无效数据后，总计 1463 条有效数据计入分析。其中，1015 条数据作为模型训练集，448 条数据作为验证集（从 1463 条中随机选择，其余 1015 条作训练集），用于验证模型的应用效果。

4.2.2. 研究结果分析与讨论

本研究首先分析了验证集中 448 条数据的人工编码一致性，Kappa 检验显示其一致性系数为 $0.832 > 0.61$ ，一致性较好；然后选择出不一致的编码，由两位编码者讨论后进行优化；最后对机器预测编码结果（TQ1）与人工编码结果（TQ2）进行 Kappa 一致性检验。

分析结果显示，人工编码和机器预测的编码同时为 P1（教学方式）的频数为 44，同时为 P2（教学评价）的频数为 19，同时为 P3（教学内容）的频数为 52，同时为 P4（教学模式）的频数为 232，同时为 P5（教学管理）的频数为 22，同时为 P6（教学媒体）的频数为 31，同时为 P7（教学板书）的频数为 8，同时为 P8（教学理论）的频数为 4。人工编码与机器预测编码的内部一致性系数为 $0.878 > 0.61$ ，具有较高的一致性。

尽管，人工编码与机器预测编码结果的一致性较好，但是，从列联表中可以看出，编码为教学模式（P4）的数据达到 232 条，占全部编码数据的比例较高。原因可能是本研究选择的应用场景是小学语文教师的在线课例研究活动，教师比较关注语文教学模式的实施情况。因此，后续选择模型的训练集与验证集时，可选择多种场景的文本数据集、严格界定各编码维度，以解决某种编码过于集中的问题，提高基于 LightSIDE 工具的文本分类模型的精准度。

5. 结语

诊断教师的教学问题，分析教师专业发展需求，是开展教师培训、课堂观察与在线课例研究等教师专业发展活动的关键。为此，本研究收集教师参与在线课例研究活动全过程的同伴反馈文本数据，构建了基于 LightSIDE 工具的教师教学问题智能诊断模型。该模型主要包

括选择高质量的文本集，判断文本的情感倾向，制定编码框架、实施人工编码，采用 LightSIDE 工具构建文本分类模型、采用知识图谱可视化呈现教师的教学问题等环节。为了验证基于 LightSIDE 的教师教学问题诊断的精确度，本研究以小学语文教师在线课例研究活动为例，采集了小学语文教师参与课例研究活动的文本数据，验证了专家编码结果与机器预测编码结果的一致性。研究表明：诊断模型精准度较高，可以将此模型应用于在线课例研究中的教学问题诊断，这为教师教学问题精准改进奠定坚实基础。

本研究基于 LightSIDE 构建的教师教学问题智能诊断模型，有利于教师从大量非结构化的同伴反馈数据中发现典型的教学问题、及时获得关键的改进建议，有利于教研活动组织者设计与开发面向真实教学问题改进的精准教研活动。同时，随着大规模开放在线课程的迅速发展及普及，越来越多的学习者开始采用在线课程，参与合作学习活动，发表评论，本研究构建的教学问题诊断模型也能够为基于在线评论文本的学习者学习问题诊断、在线协同学习活动支架与反馈工具设计等提供重要启示。

参考文献

- 段金菊和余胜泉(2016)。基于社会性知识网络的学习模型构建[J]。现代远程教育研究, (4):91-102。
- 付宜红 (2012)。小学语文教师专业能力必修[M]。重庆:西南师范大学出版社。
- 刘峤、李杨和段宏等 (2016)。知识图谱构建技术综述[J]。计算机研究与发展, 53,(3):582-600。
- 柳位平、朱艳辉和栗春亮等 (2009)。中文基础情感词词典构建方法研究[J]。计算机应用, 29(10):2875-2877。
- 黄仁和张卫 (2016)。基于 word2vec 的互联网商品评论情感倾向研究[J]。计算机科学, 43(S1):387-389。
- 王荣生和宋冬生 (2011)。语文学科知识与教学能力[M]。北京:高等教育出版社。
- 吴永和、李若晨、王浩楠 (2017)。学习分析研究的现状与未来发展[J]。开放教育研究, 23(5):42-56。
- 余红梅和梁战平 (2011)。文本可视化技术与竞争情报[J]。图书情报工作, 55(8):79-83。
- 余胜泉、段金菊和崔京菁 (2017)。基于学习元的双螺旋深度学习模型[J]。现代远程教育研究, (6):37-47。
- 钟智锦和王童辰 (2018)。大数据文本挖掘技术在新闻传播学科的应用[J]。当代传播, 202(05):14-20。
- 谌志群和张国煊 (2005)。文本挖掘研究进展[J]。模式识别与人工智能, 18,(1):65-74。
- Ceron, A., Curini, L., Iacus, S. M., et al. (2012). Every tweet counts? How sentiment analysis of social media can improve our knowledge of citizens' political preferences with an application to Italy and France. *Departmental Working Papers*, 16(2): 340-358.
- Dudley, P. (2013). Teacher learning in Lesson Study: What interaction-level discourse analysis revealed about how teachers utilised imagination, tacit knowledge of teaching and fresh evidence of pupils learning, to develop practice knowledge and so enhance their pupils' learning. *Teaching and Teacher Education*, 34, 107-121.
- Fayyad, U. M., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., Uthurusamy, R. (1996). Advances in knowledge discovery and data mining: Advances in knowledge discovery and data mining. MIT Press.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Gianfortoni, P., Adamson, D., Rosé, P. (2011). Modeling of stylistic variation in social media with stretchy patterns. The Workshop on Algorithms & Resources for Modelling of Dialects & Language Varieties.
- Guo, L., Vargo, C. J., Pan, Z., Ding, W., & Ishwar, P. (2016). Big social data analytics in journalism and mass communication: comparing dictionary- based text analysis and unsupervised topic modeling. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 93(2).
- Hsia, L. H., Huang, I., & Hwang, G. J. (2016). Effects of different online peer-feedback approaches on students' performance skills, motivation and self-efficacy in a dance course. *Computers & Education*, 96, 55-71.
- Larssen, D. L. S., Cajkler, W., Mosvold, R., et al. (2018). A literature review of lesson study in initial teacher education: perspectives about learning and observation. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 7(1): 8-22.
- Leavy, A. M., & Hourigan, M. (2016). Using lesson study to support knowledge development in initial teacher education: insights from early number classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 57, 161-175.
- Lee, J. F. K. (2008). A Hong Kong case of lesson study—benefits and concerns. *Teaching and Teacher Education*, 24(5): 1115-1124.
- Peffer, M., & Kyle, K. (2017). Assessment of language inauthentic science inquiry reveals putative differences in epistemology. Vancouver, British Columbia, Canada, ACM, 138-142.
- Popta, E. V., Kral, M., Camp, G., Martens, R. L., & Simons, R. J. (2016). Exploring the value of peer feedback in online learning for the provider. *Educational Research Review*, 20, 24-34.
- Saito, E. (2012). Key issues of lesson study in Japan and the United States: a literature review. *Professional Development in Education*, 38(5): 777-789.

資訊時代下教育碩士教學創新能力的構建與培養

The Construction and Cultivation of Educational Master's Teaching Innovation Ability in the Information Age

王鑫¹，劉麗丹²

¹哈爾濱師範大學教育科學學院

*1982560913@qq.com

【摘要】教育碩士作為未來的教育工作者，其教學創新能力的高低直接關係到我國人才培養的品質和規格。本文從資訊時代的背景出發，分析了培養教育碩士教學創新能力的必要性，探討了教育碩士教學創新能力的內涵、構成要素及影響教育碩士教學創新能力的因素，並從技術、理念和實踐三個角度出發，提出了教育碩士教學創新能力的培養策略。

【關鍵字】教育碩士；教學創新能力；資訊時代；培養策略

Abstract: As a future educator, the master of education's teaching innovation ability is directly related to the quality and specifications of talent training in our country. Starting from the background of the information age, this article analyzes the necessity of cultivating the teaching innovation ability of the master of education, discusses the connotation, constituent elements and factors affecting the teaching innovation ability of the master of education, and discusses the three aspects of technology, concept and practice. From this point of view, a strategy for cultivating the teaching innovation ability of the Master of Education is proposed.

Keywords: Master of Education, Teaching Innovation Ability, Information Age, Training Strategy

1. 資訊時代下培養教育碩士教學創新能力的必要性

隨著“互聯網+教育”時代的到來，互聯網與教育的深度融合將在一定程度上改變著社會對人才的需求和教育形態。教育碩士作為未來的教育工作者，其教學創新能力的高低，直接關係到未來教學工作的開展情況，影響著未來我國在世界上的國際競爭力和綜合國力。

“教育碩士”要與“教育學碩士”有所區分，二者培養的側重點和培養方向不同，“教育學碩士”是從事教育教學相關理論研究的學術型研究生，是我國教育科學研究的主力。“教育碩士”專業學位分為全日制和非全日制兩種學制，其中，全日制教育碩士開設目的為了“培養掌握現代教育理論、具有較強的教育教學實踐和研究能力的高素質的中小學教師。”

2. 教育碩士教學創新能力的內涵及要素

2.1. 教育碩士的教學創新能力

資訊時代下，“教育碩士的教學創新能力”表現在充分利用在校學習的專業知識、現代教學理念和資訊技術資源，更新教學內容、創新教學方法、優化教學過程，進行創造性教學的能力。

2.2. 教育碩士教學創新能力要素

通過對已有文獻的閱讀，歸納出教育碩士教學創新能力的構成要素包括教學知識創新、教學思維創新和教學技能創新等。

2.2.1. 教學知識創新

“科勒和米什拉於2005年提出了TPACK（整合技術的學科教學知識）的框架”，將技術知識納入到教師需要掌握的知識基礎中正符合資訊時代的特徵。資訊時代下，教育碩士要想進行教學知識創新，除了具備學科相關的專業知識和教學知識外，還要充分掌握資訊技術知識。

2.2.2. 教學思維創新

傳統應試教育的思維方式將會阻礙教育教學的創新。資訊時代下，教師將不在是學生獲得知識的唯一途徑，學生可利用資訊化手段獲取自己需要的知識。教育碩士要改變以往教師“中心化”的思維模式，在知識呈現碎片化特點的時代裏，思考如何通過技術幫助學生建構知識才是教學思維創新努力的方向。

2.2.3. 教學技能創新

教學技能包括教師的教學基本功、教學設計能力、教學組織能力和教學研究能力。教育碩士要有意識地接受教學技能的相关訓練，在訓練中形成獨特的教學個性，在教學活動中合理使用相關技術進行教學設計方面的創新，提高自身的教學創新能力。

3. 資訊時代下影響教育碩士教學創新能力的因素

資訊時代下影響教育碩士教學創新能力的內部因素主要取決於學生自身，外部因素與學校教育密切相關。內部因素主要為教育碩士對未來教師職業的認知和教學創新能力的心理結構，外部因素主要為學校課程的設置和學生學習的環境。

4. 資訊時代教育碩士教學創新能力的培養策略

4.1. 應用現代教育技術，構建教育碩士的創新型教學能力

教育資訊化標誌著“教育標準化”向“教育個性化”的過渡，當今社會，無論是教育者還是學習者，均可通過網路管道獲取多元的資訊，教育碩士作為未來的教育工作者，應當思考如何將資訊技術與教育教學深度融合，從而提升自身的教學創新能力。

4.2. 借助STEAM教育理念，提升教育碩士的教學創新能力

STEAM教育理念是一種集科學、技術、工程、藝術和數學於一體的跨學科學習理念，培養面向未來科技發展的創新型人才。教育碩士要想運用現代教育理指導教學活動，需要有豐富的知識儲備，除掌握本學科知識外，還要綜合運用多學科的知識創新教學過程，教學內容聯繫生活實際，反應生活的趣味性和真實性。

4.3. 建立固定的教育實習基地，提升教育碩士的教學實踐能力

建立固定的教育實習基地，實現我國師範院校與基礎教育的高效對接，為教育碩士的教育見習與實習過程提供場所保障，幫助教育碩士完成理論知識到實踐能力的轉化，在教學實踐中不斷提升他們的教學創新能力。

我國教育碩士教學創新能力影響著資訊時代人才培養的品質和規格，教育碩士要想在資訊時代下構建自身的教學創新能力，應當明確教學創新能力在新時代的內涵及構成要素，明

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

晰影響教育碩士教學創新能力的內外因素，從技術、理念和實踐三個方面入手，提升自身的教學創新能力。

參考文獻

黃榮懷、劉德建、劉曉琳和徐晶晶（2017）。互聯網促進教育變革的基本格局。**中國電化教育**，**01**，7-16.

胡水星（2016）。教師 TPACK 專業發展研究：基於教育大數據的視角。**教育研究**，**37**，110-116。

閻志明和孫承毅（2018）。論創客教師的知識基礎。**教育研究**，**39(06)**，111-118+123。

中國研究生招生資訊網.全日制教育碩士專業學位研究生指導性培養方案[EB/OL].（2009-05-20）[2013-05-05].<http://yz.chsi.com.cn/kyzx/zyss/200905/20090520/94572569.html>.

當代大學生的歷史學習態度與歷史學習概念之初探研究

A polit study on the exploration of contemporary college students' attitudes toward and conceptions of history learning

鄭琨鴻

國立中興大學圖書資訊學研究所

khcheng@dragon.nchu.edu.tw

【摘要】 本研究針對當代大學生的歷史學習態度與歷史學習概念進行初步的探索，研究對象為 25 位大學生。本研究使用半結構式訪談探索學生的歷史學習概念，並運用現象圖學法分析訪談文本，歸納歷史學習概念的類別，另輔以問卷調查學生的歷史學習態度。研究初步歸納出當代大學生的五個歷史學習概念，包括為了考試、閱讀故事、了解過去、鑑往知來、及不同角度看事情等。另當代大學生傾向認為歷史學習的目的是了解過去的知識，他們對於透過非傳統形式媒材來學習歷史較感興趣，此研究結果可作為未來教學策略或科技工具導入歷史學習的參考基礎。

【關鍵字】 歷史；學習概念；態度；大學生

Abstract: This study aimed to explore contemporary college students' attitudes towards and conceptions of history learning. There were 25 college students invited in the research. Semi-structure interview was used to probe the students' conceptions; and their attitudes towards history learning was quantitatively surveyed by an inventory. Through the phenomenographic analysis, the five categories of the students' conceptions of history learning were generated, including preparing for tests, reading stories, understanding the past, learning from the past, and thinking in a new way. Moreover, the students tended to consider that learning history is to understand the past. They were interested in learning history by non-traditional instructional media such as historical novels, documentary film, or digital learning materials. The results could be the basis of technology-enhanced history teaching and learning research in the future.

Keywords: history, conceptions of learning, attitude, college students

1. 前言

過去的歷史學習態度研究調查發現台灣學生不感興趣於教科書，但卻相信教科書中所陳述的歷史，也認為教師的講述是可靠的，而多數認為歷史課是聽老師描述過去的故事，主要目標是學習過去的知識，對於歷史概念內涵的認知相當有限。近來研究報告指出教學導入資訊科技雖然能夠提升歷史學習成效，對於學習態度卻無法有正面助益。隨著台灣教育改革演進與社會變遷，十幾年來歷史學習逐漸著重本土化與人權教育，當代學生對於歷史學習的態度需要被重新探索，教育人員也才能從中找到學習態度上的問題，進一步運用適切的教學策略或科技工具來解決。

此外，學生如何從學習的角度看待歷史學習也是一個重要議題。學習概念（conceptions of learning）通常是一個複雜的想法系統，將學習概念系統性地分類能夠更清楚剖析學生的對學習的想法；學習概念也會因為不同的學習主題或學科而有所差異，例如科學學習概念

(Tsai, 2004) 或語文學習概念 (Zheng et al., 2016) 等。不過回顧文獻發現，鮮少研究系統性地探討學生的歷史學習概念。因此，本研究認為如何建立歷史學習概念類別架構是值得探究的方向，歷史學習概念類別的建立也能作為診斷歷史學習的指標。綜上所述，本研究將針對當代大學生的歷史學習態度與歷史學習概念進行初步的探索，研究結果可作為未來教學策略或科技工具導入歷史學習的參考基礎。

2. 研究方法

為探索當代大學生的歷史學習態度與歷史學習概念，本研究依便利取樣原則，共訪談 25 位大學生。研究樣本的平均年齡為 21.16 歲 ($SD=0.80$)，其中 11 位為男性 (44%)、14 位為女性 (56%)；理工科背景的學生有 12 位 (48%)、社會科學背景的學生則有 13 位 (52%)。

本研究使用半結構式訪談進行，題目範例如：您覺得歷史學習對你的意義是什麼？您覺得學習歷史的目的是什麼？訪談內容以錄音處理並謄寫逐字稿，主要運用現象圖學法 (phenomenographic method) 去分析訪談文本，目的在歸納歷史學習概念的類別。此外，也採用歷史學習態度問卷，從學生感興趣的歷史呈現方式、學生所相信的歷史呈現方式、以及學習歷史的目的等面向去檢視學生的歷史學習態度。

3. 研究結果與討論

關於當代大學生的歷史學習態度，初步結果發現這群大學生較傾向認為歷史學習的目的是了解過去的知識，相對而言，認為學習歷史是為了解現今或適應未來的信念與想法較為薄弱。我們也調查學生對於歷史呈現方式的信念與經驗，結果顯示學生們較相信的歷史呈現方式是歷史文件和資料、博物館以及具有歷史意義的地方、以及電視紀錄片。然而，進一步詢問學生感興趣的歷史呈現方式，他們對於非傳統形式的媒材呈現較有興趣，例如歷史小說、科幻片、電視紀錄片、博物館以及具有歷史意義的地方等，其中學生對於數位媒材最感興趣，此結果暗示運用數位媒體輔助歷史學習的潛力與可期待性。

透過現象圖學法，本研究初步歸納出當代大學生持有的歷史學習概念共五個具階層性的類別，包括學生認為 (1) 學習歷史是為了考試的準備 (preparing for tests) (次數=6)；(2) 學習歷史就好像在閱讀故事一樣 (reading stories) (次數=2)；(3) 學習歷史就是在了解過去發生的事情 (understanding the past) (次數=6)；(4) 學習歷史就是鑑往知來，從過去發生的事情中學習 (learning from the past) (次數=8)；(5) 學習歷史就是培養從不同角度看待事情的能力 (thinking in a new way) (次數=3)。大部分學生都能認為學習歷史是從過去發生的事情中學習，讓我們能夠理解現在，甚至能夠面對未來。本研究發現少部分學生認為學習歷史能夠培養他們的思考與判斷能力，這是屬於較高階的學習概念。相對而言，統計結果發現認為學習歷史只是為了考試或像在閱讀故事的低階學習概念的學生數量較少。

參考文獻

- Tsai, C. C. (2004). Conceptions of learning science among high school students in Taiwan: A phenomenographic analysis. *International Journal of Science Education*, 26, 1733-1750.
- Zheng, C., Liang, J. C., Yang, Y. F., & Tsai, C. C. (2016). The relationship between Chinese university students' conceptions of language learning and their online self-regulation. *System*, 57, 66-78.

基于 CiteSpace 的应用型本科院校教师教学能力研究可视化分析

Visual Analysis of the Research on Teaching Ability of Teachers in Applied Undergraduate

Institutions Based on CiteSpace

暴少君¹, 秦美怡², 周平红^{1*}

¹ 华中师范大人工智能教育学部

² 陕西师范大学计算机科学学院

*3110417456@qq.com

【摘要】 本文对 1998-2019 年应用型本科院校教师教学能力相关论文在中国知网上检索，利用 CiteSpace 软件对相关文献进行分析，梳理我国应用型本科院校教师教学能力研究的热点及发展趋势，最后总结了研究现状并提出了未来发展建议，为应用型本科院校教师教学能力的研究发展提供借鉴。

【关键词】 应用型本科院校；教师教学能力；CiteSpace；可视化分析

Abstract : In this paper, papers related to teachers' teaching ability in application-oriented universities from 1998 to 2019 were searched on CNIC. CiteSpace software was used to analyze relevant literature, and the research hotspots and development trends of teachers' teaching ability in application-oriented universities in China were summarized. Finally, this paper summarizes the research status and puts forward suggestions for future development, which can provide reference for the research and development of teachers' teaching ability in application-oriented universities.

Keywords : applied undergraduate institutions, teaching capacity of teachers, citespace, visual analysis

1. 前言

随着社会经济快速发展，一批批高校逐渐转变为应用型本科院校，再加上社会各行各业对高层次人才的要求不断提高，因此与应用型本科院校教育密切相关的重要因素——教师教学能力，成为近年来的研究重点。《国务院关于加强教师队伍建设的意见》（国发〔2012〕41号）中指出，“推进高等学校中青年教师专业发展，建立高等学校中青年教师国内访学、挂职锻炼、社会实践制度。”知识图谱是指通过数据挖掘、信息分析、科学计量和图形绘制等一系列处理来可视化地展现某一学科领域的知识的方法，具有知识导航的作用，是科学计量的范畴(Shiffrin R M, & Brner K, 2004)。因此，本文使用 CiteSpace 文献分析工具进行可视化分析，根据网络图谱分析应用型本科院校教师教学能力研究的研究发展现状、热点及趋势。

2. 数据来源

根据本文的命题“基于 CiteSpace 的应用型本科院校教师教学能力研究可视化”，进入中国知网后选择“高级检索”，选择的检索条件为主题=“应用型本科院校”、“应用型技术大学”、“应用型高校”等逻辑并“教师教学”、“教学能力”等，文献的检索年份为 1998 年-2019 年，文献

来源为“全部期刊”，共得到 155 条结果。对数据进行手工清理，得到相关结果共 116 条。本文利用 CiteSpace 将相关文献导入 CiteSpace 中，进行可视化分析，并用 Excel 进行展示。

3. 研究数据分析

3.1. 文献发表数量分析

文献发表数量可以反映应用型本科院校的教师教学能力这一领域的动态变化。学者龚震伟在《江南论坛》1998 年第 3 期撰文《应用型本科应重视创造性培养》，在国内第一次提出“应用型本科”（柳友荣，2011）。图 1 显示了 1998-2019 年发表的关于这一方面的文献数量，数据来源为中国知网。从发文量看，对于应用型本科院校的教师教学能力的研究大致分三个阶段：1998-2004 年的萌芽阶段，该阶段本科院校逐渐发展，对于应用型本科院校的研究甚少，2004-2010 年的起步阶段，2010-2019 年的迅速发展阶段。

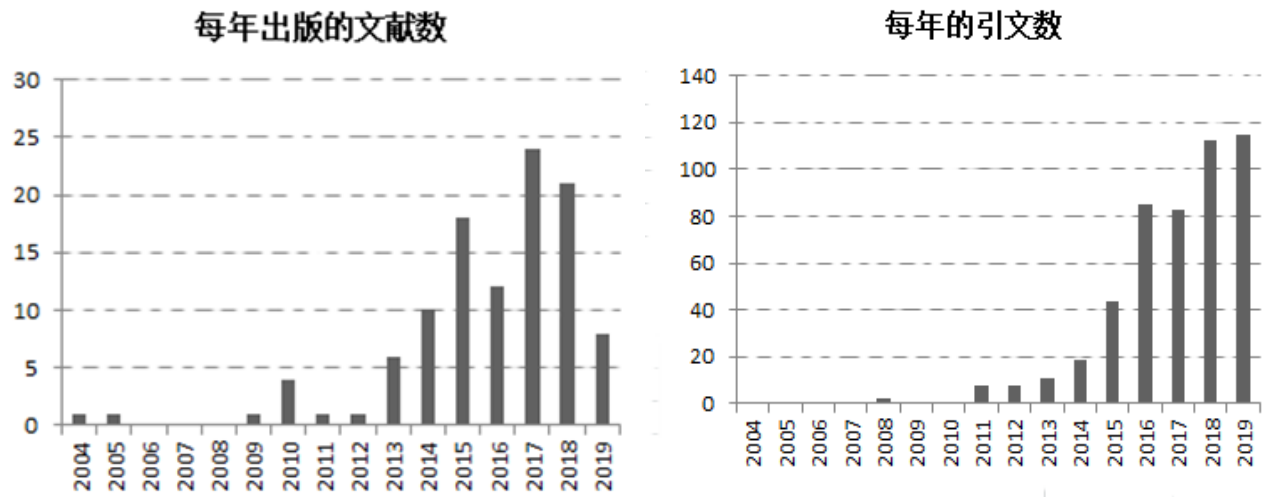


图 8 发表文献和引文时间分布

3.2. 关键词聚类分析

为了更有效的分析研究热点的知识结构，本文通过 Citespace 软件在关键词共现界面选择聚类视图，从而生成关键词聚类网络图谱（见图 2）。CiteSpace 的关键词聚类功能可以明确某研究领域的热点和发展趋势（段春雨，蔡建东，2016）。



图 2 关键词共现聚类图谱分析

从图 2 我们可以看到该聚类图谱上生成了不规则的网状图形，重要节点处也就是每一个聚类分别对应一个标签，为#0-#9，每个聚类是由多个联系紧密的关键词组成的，数字越大，聚类中包含的关键词越少。在 CiteSpace 中，选择“Clusters”，形成聚类摘要表，包括以 LSI（TF*IDF terms）/LLR（Loglikelihood ratio）/MI（Mutual Information）方式显示聚类标签。并根据标签词结合研究领域的文献阅读与分析，本研究总结出 10 个研究主题，如图 2 所示。

4. 研究热点分析

通过聚类分析可知，应用型本科院校的教师教学能力的研究热点主要集中在教师教学能力的现状及影响因素、教师实践教学能力的提升以及教师未来的发展等四个方面。研究者根据者四个方面的聚类关键词，对具体文献中的内容进行分析如下：

4.1. 教师教学能力的现状及影响因素

该热点涉及到的关键词有“教学现状”、“青年教师”、“评价指标”，结合研究者对相关文献的二次分析，可以发现应用型本科院校的教师所遇到的共性问题之一就是师资队伍高职称、高学历含量低，这是因为应用型本科院校的教师大多都是硕士研究生以及少量的博士生，该类型教师特点是缺乏教学经验，动手实践能力不强。

4.2. 教师队伍建设

该热点涉及到的关键词有“双师型教师”、“改革路径”、“教学的管理”、“制度的变革逻辑”，应用型本科院校培养创新实践型人才的保障就是有一支有品德师德、有专业的知识储备、有充分的实践能力的教师队伍。结合研究者对相关文献的二次分析，发现教师队伍建设存在的问题主要有：对教师定位不明确，教师结构单一，教师具备的专业知识和实践经验还不符合应用型本科院校的办学要求，还有就是教师培训制度与奖励机制不健全。

4.3. 教师实践教学能力的提升

该热点涉及到的关键词有“提升途径”、“培养模式”、“培养目标”，这里的提升主要是针对刚入职的青年教师，提出应用型本科院校教师教学能力提高途径。总结教师实践教学能力的提升途径可以概况为四个方面：首先是国家层面，在政策上支持教师的专业化发展，制定合适的应用型院校的聘任制度以及保障制度。其次是社会层面，支持校企合作，以产学研为合作平台。再次是学校层面，设立教师教学发展中心，建立完善的培训体系、改革教学管理模式、建立健全的考评体系等。最后是教师个人方面，转变教学思想，加强自我教育与能力提高，树立终身学习理念，推进应用型本科院校教师专业发展。

4.4. 教师未来的发展

当今世界是有关信息化、网络化的时代，各个领域都得到了快速发展，教育领域也不例外，翻转课堂、在线课堂和慕课等很多新的教与学新模式的出现，使互联网+教育成为了一种全新的教育形式。这种新的教育形式，使未来的教育向个性化发展，学习者的学习需要也会随之发生变化。《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》要求“教师主动适应信息化、人工智能等新技术变革，积极有效开展教育教学”（何红，孙超，2016）。

5. 研究趋势变化

关键词共现图谱和关键词聚类图谱只是说明了研究热点问题，很难说明各个聚类发展的时间跨度和研究趋势，而时间线图谱则弥补了这一不足。在控制面板的“Layout”选项中，选择“Timeline View”，得到了时间线图谱，如图 3。

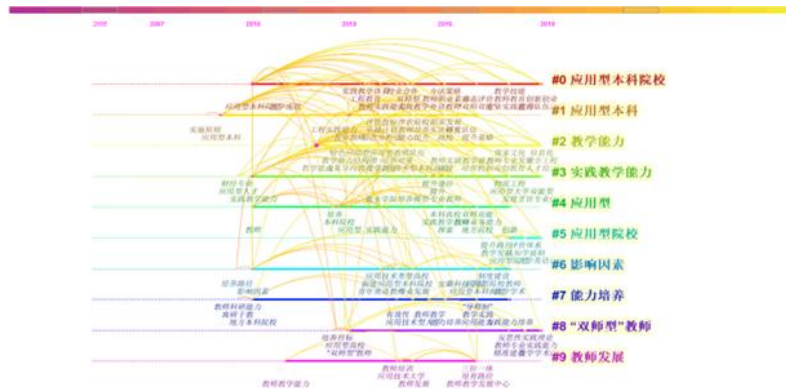


图 3 关键词时间线图谱

从图 3 中我们可以发现在 2010 年前后，该领域的研究热点开始显现，“应用型本科教学现状”、“应用型人才”、“实践教学能力”等关键词开始出现。2013-2016 年这三年间，研究热点逐渐全面深入，也相对集中和丰富，中心影响度也大。2016-2019 年，研究热点逐渐细化，与许多概念和理论相结合，丰富了这一领域研究的理论基础。涉及到的概念和理论有“产教融合”、“校企合作”、“认知学徒制”、“行动学习”、“教师专业发展理论”、“反思性实践理论”等。在分析中还发现，近几年出现了“信息化”、“物流工程”、“三位一体”等关键词，符合当前信息化时代，培养创新应用型技术人才的需要。由此总结我国应用型本科院校教师教学能力领域研究的可能趋势为：一是与信息技术相结合，如信息技术与教育的整合；二是理论创新，如“产教融合”等理念的深入探讨；三是教师教学专业成长，如探索青年教师的培训模式等。

6. 研究展望

通过分析应用型本科院校教师教学能力相关文献，对研究热点前沿及研究趋势的探讨，并结合该领域研究中存在的问题，研究者提出以下建议。首先，适当扩大研究对象，我国对于应用型本科院校教师教学能力方面的研究给予更多的关注；其次，加强教师教学能力这方面的理论研究，在此基础上进行实践；最后，要与时代特征紧密结合，高等教育不仅推动社会发展，还受到社会环境的制约。在信息时代的背景下，应用型本科院校教师教学能力的发展要符合信息化网络化时代，就要将信息技术融入教师教学中去，提高信息化教学技能。最后，应用型本科院校教师教学能力研究仍需广大研究者进一步探索。

参考文献

- 包水梅、杨冰冰等 (2018)。高校教师专业发展研究之研究——基于 CNKI 数据库 2000—2017 年收录论文关键词的可视化分析。《**高校教育管理**》，05，114-124。
- 段春雨、蔡建东等 (2016)。国际泛在学习领域知识图谱研究。《**现代远程教育研究**》，1，85-95。
- 郭兴冉 (2019)。国内 STEM 教育研究进展与趋势——基于 CSSCI 和核心期刊文献的可视化分析。《**教育导刊**》，01，25-29。
- 何红、孙超等 (2016)。应用技术型院校青年教师专业发展与教学能力提升的途径。《**职业教育**》，05，166-167。
- 周玲、夏力等 (2017)。中外高校教师教学发展研究热点及演化比较分析——基于科学知识图谱的实证分析。《**当代教育与文化**》，05，99-105。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 张杰(2020)。我国应用型本科研究热点与脉络演进可视化分析。《黑龙江高教研究》，01，47-53。
- 张子石（2015）。基于 CiteSpace 的网络学习知识图谱分析。《中国电化教育》，08，77-84。

大学生在网络学习平台的自我呈现行为分析——基于符号互动理论的视角

Analysis of College Students' Self Presentation Behavior on the Network Learning Platform— —Based on the Perspective of Symbolic Interaction Theory

王蕊¹, 臧雨佳², 马静³, 邓莹⁴, 李艳燕^{5*}

¹⁵ 北京师范大学 教育技术学院

²³⁴ 华中师范大学 人工智能教育学部

[*liyy@bnu.edu.cn](mailto:liyy@bnu.edu.cn)

【摘要】 本研究从大学生在网络学习平台讨论区的自我呈现行为出发, 采用虚拟民族志的方法收集质性数据, 通过对不同参与方式下, 这些自我呈现行为在动机、频率、内容等方面的差异进行详述和阐释, 展现出大学生在不同情况下对平台功能进行选择使用时的心理活动。借助米德的符号互动理论中环境、符号、身份、行为四个方面的内容来解读大学生在线学习的心理活动, 呈现大学生自我呈现行为背后的想法和影响因素, 为改进在线学习中的社会关系和交互模式提供参考。

【关键字】 符号互动理论; 网络学习平台; 自我呈现

Abstract: This study starts from the self presentation behavior of college students in the discussion area of online learning platform, and uses virtual ethnography to collect qualitative data. Through the detailed and explanation of the differences in motivation, frequency and content of these self-presentation behaviors in different ways of participation, this study shows the psychological activities of college students when choosing and using platform functions in different situations. This paper interprets the psychological activities of online learning by means of the environment, symbol, identity and behavior in Mead's sign interaction theory, and presents the thoughts and influencing factors behind the self presentation behavior of college students, which provides a reference for improving the social relationship and interaction model in online learning.

Keywords: Symbolic Interaction Theory; E-learning Platform; Self Presentation

1. 研究源起及问题的提出

互联网技术的快速发展、移动终端的快速普及促进了在线教育的蓬勃发展。技术促进教育变革已成为大势所趋, 信息化环境下利用在线学习平台辅助学习已成为变革传统教育模式的重要手段(徐顺和田潇湘, 2020)。由于网络学习的时空分离, 这些平台的讨论区则成为师生、生生互动的重要渠道。大学生在讨论区中, 借助自己的语言和行为, 通过带有目的性的互动表现, 表达和显露自己, 可以看作是大学生群体在网络学习平台中的自我呈现, 同时也影响着大学生的在线学习效果。

因此, 本研究将从个体行为、师生课堂交互行为及生生的学习交互进行分析大学生在网络学习平台的自我呈现, 米德的符号互动理论为我们的分析提供了研究视角和方向。米德认

为，人类通过识别他人使用的符号，产生自我认识以及对情境进行判断和理解，并做出相应的符号回应，从而促进人际良性互动的产生(龚书静，2019)。根据此观点，网络环境中的符号、身份和行为是分析和解读交互行为与社会关系的关键，为研究在线学习情境中的自我呈现行为提供了分析框架和理论视角。因此，本研究将采用虚拟民族志的方法，借助米德的符号互动理论，通过观察记录大学生群体在网络学习平台中的自我呈现行为，研究分析平台的匿名、实名等功能将如何影响大学生的自我呈现行为，分析大学生自我呈现行为背后的想法，呈现大学生在线学习的心理活动，从而促进大学生基于网络平台的在线学习，为改进在线学习中的社会关系和交互模式提供参考。

2. 理论框架

2.1. 符号互动理论

符号互动理论是一种主张从互动着的个体的日常环境去研究人类群体生活的社会学和社会心理学理论。它强调社会是一种动态实体，是经由持续的沟通、互动过程形成的，因此主张研究与他人处于互动关系的情境。核心概念是符号，指在一定程度上具有象征意义的事物。其含义包括语言、文字、记号等，也可以拓展到个体的动作和姿势。通过符号的互动，人们形成和改变自我概念，建立和发展相互关系，处理和应对外在变化。同时，米德提出行为是个体在行动过程中自己“设计”的，它并不是对外界刺激的机械反应，而是个体在符号互动中逐渐学会在社会允许的限度内行动，但在这个限度内，个体可以按照自己的目的处世行事(Herbert Blumer, 1986)。因此提出了“主我”(I)与“客我”(Me)的理论，主我是行动者，限度内的行动由主我引起；客我是获得的在他人心目中的我，即社会我，限度外的行动受客我约束控制。前者是行动动力，后者是行动方向。

2.2. 网络平台中的符号互动理论

随着网络空间的崛起，传统面对面的互动方式被逐渐颠覆，由于网络环境同样提供了人们在行动之前会面对的情景，并且同样是经由持续的沟通、互动过程形成的，因此网络空间可以被当做一个打破了地点对呈现行为的限制，超越了时间和空间的虚拟社会。

“网络互动理论”的提出认为网络互动是网络个体的心灵自我与网络中塑造的客体自我之间的社会互动，反映了网络个体对自我角色的认知和反思过程(谢宝婷，2002)。随着“互联网+”在教育领域的发展不断显现新形态，网络学习平台的功能也在不断拓展，越来越倾向于个性化与互动化，成为用于学习交流和知识共享的虚拟学习社区，协作意义的建构主要基于互动对话的方式完成(郝祥军、王帆、彭致君和董吉玉，2019)。在以网络学习平台为背景的基础上，角色被限定在教师与学生之间，角色的减少导致互动限制的增多，不同于网络社交平台中的现实割离性与虚拟性，教师仍在扮演着自己的教师角色，而部分学生模仿别人的行为或参考别人的想法，在教师和同学面前进行“表演”。

2.3. 网络学习平台中的自我呈现

对于个体在社会场域中的表演行为，戈夫曼曾提出过自我呈现理论对其进行解读。当我们自发地想去做某事与他人所期望我们去做的事也许是相互矛盾的，但作为一个出色的生活表演者，为了不让观众失望，就必须隐藏自己真实的主我，而表现出观众所期望的角色(欧文·戈夫曼，2008)。为了协调自发性“主我”和社会化“客我”之间的矛盾，戈夫曼把情境分为了前台和后台两个区域，简单来说个人前台分为外表和举止，后台是与前台相对的概念，是与表演场所相隔离的、观众不能进入的场所。

生活中每一处都可以发现划分前后台的界线，将该理论置于网络学习时，前台就变为了网络学习平台，后台变为了现实生活环境。由于这一划分非常鲜明，个体可以长时间隐藏在后台中脱离与他人的接触，为达到自我呈现的目的，人们在推测潜在观众对自我角色的期待和分析可能存在的风险后，将会有选择性地流露个人信息，有计划有时间的伪装自己在前台的形象，对外界的刺激做出延迟性反应，并适当地进行对塑造自己个人形象有益的互动，在平台中扮演不同的角色(黄少华、李魏华和郭叶红，2009)，因此角色的矛盾性和差异性增大。

3. 研究方法

本研究选择深度访谈法，在访谈对象的选择中，首先，以年级、专业、性别三个指标为样本标准进行目的抽样，在经过拟访谈对象的同意后确定最终样本。由于在线学习平台的用户规模庞大，三个指标限定下的调查对象个体信息不充分，总体边界无法确定，故采用了滚雪球的抽样方法，最后本研究共选取了 13 名大学在读学生进行深度访谈，绝大多数访谈对象都经过了至少两次以上的约访和深谈。

由于研究中涉及的访谈对象遍布全国各地，本研究将采用虚拟民族志的方法进行数据的收集，在网络环境这一虚拟田野中进行在线的参与式观察以及田野作业的记录，通过记录反思得到相关质性数据。本研究所进行的深度访谈均通过线上方式开展，通过 QQ 语音及文字、微信语音及文字、QQ 电话、微信电话等方式，根据提前拟定的访谈提纲，对访谈对象进行半开放半结构式访谈，以详细了解访谈对象的真实情况和心理活动。在收集了全部质性数据后，笔者对这些数据进行了两轮编码，自下而上地归纳和总结大学生群体在网络学习平台自我呈现行为的具体表征、个体差异和深层原因，并按照由客观-主观的逻辑关系进行分点呈现。

4. 研究结果与主题发现

4.1. 自我呈现中主我与客我存在差异

大学生在网络学习平台的互动过程中，可能会因为“主我”和“客我”的差异而呈现不同的表现。主我是有机体对情境或他人态度等的真实反应，具有不确定性、真实性及主观性(仲彦鹏，2020)。这在平台的生生互动行为中表现为，对某个需要讨论的观点或内容，学生会根据自己的主观意识发表自己的真实想法，但不同的人往往会做出不同的反应，持有不同的观点。客我是有机体采取的一系列有组织的行为，对他人的态度构成了有组织的“客我”后作出反应，具有稳定性、社会性及被动性(仲彦鹏，2020)。

例如，女性受访者 W5 的回答中出现了主我和客我的表现差异。主我的真实反应是每次与老师主动交互时都会特别小心，更加谨慎发言，说明她认为平台讨论区的发帖或回帖会影响老师对自己的看法。所以，在发帖时她会考虑外界对自己的影响，呈现出自己或他人期待的语言表达。而客我的反应是老师都是学术造诣较高的学者，不会因为发言的小细节而对自己产生不好的印象，这是通过理性的思考判断后做出的反应，具有社会性。

“主我”与“客我”并非完全独立，而是在社会活动中深度融合，共同构成具备自我意识和社会经验的个体(仲彦鹏，2020)。所以，我们在分析大学生群体在网络学习平台的自我呈现行为时，不能单看某一部分内容，而是需要结合“主我”与“客我”的表现进行分析。

4.2. 平台角色权限的可选择性对师生关系与学习效果的积极影响

网络学习平台提供的实名与匿名功能为学习者在课程中的角色呈现提供了多种可能。不同情境下，学习者可以根据自己的需求对匿名功能进行选择使用以充分发挥相应的角色权利。

例如网络学习平台的匿名功能为学生参与课堂互动提供了新的身份。当学习者面对“平时有威严感，看起来会有代沟的老师或怕问题比较尴尬”时，会选择“穿上马甲去和 TA 对话”（M1）。在“穿上马甲”的匿名身份下，学生能够更加自由地表达观点和想法，不必被“师道尊严”的思想所束缚，进而在自由互动的同时为构建自由民主的新型师生关系注入了新的活力。而为了通过经常与老师互动来表现自己对老师的尊重以及对课程的投入程度时，学习者更乐意选择实名的参与方式帮助自己树立认真学习的形象并通过频繁的互动在老师心中累积好感度。由于大多数课程将课程表现和互动情况作为平时成绩的评价标准之一，这时，学习者实名参与互动则主要是由于老师在课程评价上具有绝对权力，学生希望“在老师面前多刷刷脸，让老师记住我，不要把我挂掉”（W3）。

“匿名可能会更加出现在社交的情况下，匿名不是对于学习有帮助的东西，因为我考虑的不是从学习出发的东西，仅仅是为了避免尴尬。”（M1）

但几乎所有受访者都认为，在网络学习平台实名制的呈现方式下，学生在平台中可以看到其他人的学习情况与学习表现，并下意识地为他人的这种行动赋予上述预先建立的意义进行解释。基于这种对他人行动的解释，学生的学习动机将因受到间接刺激而提高，同时，学生将会制定自己的行动路线，更加认真严谨地完成学习任务，展现自己的学习风貌，为自己在平台中树立良好的角色形象，学习效果也在此过程中得到提升。

5. 总结与讨论

网络学习平台提供的讨论区为师生、生生交流提供了便捷的渠道，然而受多种因素的影响，大学生在这些平台上的自我呈现行为在动机、方式、内容、频率等方面存在较大差异。这些差异所反映出的大学生心理活动需要更多、更深入的研究，以呈现表象背后的真实想法，及其如何影响大学生在网络学习平台上的自我呈现行为。

本研究拓展了自我呈现理论与符号互动理论应用的领域，与以往社交媒体中用户自我呈现行为的探究不同，本研究聚焦于教育领域，关注大学生在网络学习平台的自我呈现，并基于米德的符号互动理论，解读网络学习平台讨论区中师生、生生的互动行为。由于主我与客我的性质不同，以“大学生在回答平台讨论区的发帖或回帖是否影响他人对自己的看法”这一问题为例，可以发现主我与客我对待同一问题的反应可能存在差异，主我的真实反应是不会受到影响的，但具有社会性的客我却表现出有影响的行为反应。所以研究大学生的自我呈现行为时需要综合主我与客我进行考虑，全面分析个体自我呈现背后的外因及心理活动。此外，本研究也从符号互动理论中人类行为本质的维度来解读了大学生群体在网络学习平台中的学习互动行为，通过解释大学生对彼此行动与表现的意义建构，以及此意义对于他们学习行为的影响，揭示大学生在平台实名机制作用下学习动机与学习效果得以提高的深层原因。

当然本研究也存在一定不足，由于研究时间周期和研究对象数量的局限性，研究者并不能够得到足够广泛的样本数据，只能凭借手中已有的质性数据进行研究，这导致研究的视角不够全面，研究的普适性与推广性将受到一定限制。希望后续的相关研究可以适当地拓宽研究群体的覆盖面，发现更多崭新的视角与现象，不断完善研究结论与相关理论，提升大学生基于网络平台的在线学习体验，改进在线教学中的社会关系与交互模式。

参考文献

龚书静(2019)。符号互动理论在构建高校和谐师生关系中的应用研究。天津市教科院学报，(03) 55-59。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*.

Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

黄少华、李魏华和郭叶红(2009)。网络空间中的自我呈现。**未来与发展**, (04), 71-73。

郝祥军、王帆、彭致君和董吉玉(2019)。群体在线学习过程分析:学习者角色的动态转换。**现代远距离教育**, (03), 39-49。

谢宝婷(2002)。浅析网络互动内涵。**社会**, (07), 40-42。

欧文·戈夫曼(2008)。《日常生活中自我呈现》。北京:北京大学出版社。

徐顺和田潇湘(2020)。基于 tam 的在线学习平台用户使用意愿影响因素研究。**中国教育信息化**, (08), 78-85。

仲彦鹏(2020)。大学教师学术身份与科研公共性的关联性研究——基于米德符号互动理论。**教师教育学报**, (01), 40-46。

Herbert Blumer(1986).*Symbolic Interactionism*.America:University of California Press.

基金项目:本文为国家自然科学基金“基于情景的学习者在线学习分析关键技术与评价模型研究”(项目编号:61877003),北京师范大学教育学部国际联合研究项目的阶段性研究成果。

工具类数字教育资源内容框架的设计与应用研究

Research on the Design and Application of Content Framework of Digital Education Tool

Resources

罗婧^{1*}, 钟婷¹, 汪婷婷¹, 东芳荷¹

¹ 华南师范大学

* 310835828@qq.com

【摘要】 信息技术发展使得新形态数字教育资源不断涌现，原有资源框架亟待更新。本研究探究工具类数字教育资源的内容框架设计，结合现有的工具类资源的划分依据以及相关文献材料，对其类型进行划分，以期为中小学教师选择教学工具提供参考。

【关键字】 工具类数字教育资源；内容框架；设计；应用

Abstract: With the development of information technology, new forms of digital education resources are emerging, original resource framework needs to be updated. This study combines the existing classification basis and related literature to design the content framework of digital education tool resources, in order to provide reference for primary and secondary school teachers to choose teaching tools.

Keywords: Digital Education Tool Resources; Content framework; Design; Application

1. 工具类数字教育资源的概念及框架设计依据

本文结合相关研究认为工具类数字教育资源可以概括为，数字教学资源从产生、存储、传播、使用再到评价反馈、优胜劣汰的整个循环过程中所涉及到的与资源相关的教育教学工具。本文参考了杜玉霞、钱冬明等人的研究，基于教育部科技司 2020 年研制的《中小学教师信息技术应用能力发展测评规范》（以下简称《规范》）对内容框架进行划分。《规范》中大部分微能力的实践建议中都包含指导教师进行课堂教学的工具资源，通过提取、删掉部分未注明具体工具的能力点并归纳整理，得出 30 个能力点对应的工具类型。

2. 工具类数字教育资源内容框架及应用范围

本研究将总结出的工具再加上直播、录播工具组成共 12 类工具资源，从资源和功能维度划分，结合《规范》给出具体例证，最终得到框架见表 1。

表 1 工具类数字教育资源内容框架

划分维度	类型	例证	主要应用范围	适用对象
资源维度	资源检索工具	百度等搜索引擎, 全景网等专业图片网站, 区域资源网站等资源网站、网易云课堂等视频资源平台, 百度文库等文献、书籍类资源	针对资源的教学活动等	教师、学生
	资源创作工具	Microsoft PowerPoint、WPS、Prezi、斧子演示等		
	资源管理工具	电脑文件夹、云笔记、网盘、PowerPoint 等		
	资源评价工具	量规、问卷星、问卷派、评估表等		
功能维度	活动设计工具	在线问卷工具、QQ、微信公众号、晓黑板、思维导图、Inspiration 概念图、几何画板、WISE 学习平台、演示文稿、WORD、在线测试平台等	课前的教学设计或者课中的各种教学活动	教师
	社会协同工具	几何画板、UMU、WISE 在线平台、Scratch 编程软件、荔枝电台、微信、QQ 群、校校通、博客	课前、课中、课后的沟通、交流、互动等	教师、学生、家长
	课堂管理工具	有道云笔记、微信、QQ、YY 语音、雨课堂、微助教、课堂派、UMU、班级优化大师等	对课堂整体的把控和优化、教师专业发展等	教师
	直播、录播工具	腾讯会议、钉钉、ZOOM、QQ、微信等	面向在线教学等	教师、学生
	测评工具	量规、记录单、观察记录表、云笔记、PowerPoint、问卷星、问卷派、学习契约、档案袋、评估表等	教育测评、教科研、教师专业发展等	教师、学生、家长
	学科专用工具	英语等各学科 APP、ACD/ChemSketch、Google 地图等	面向不同学科等	教师、学生
	能力及思维培养工具	Scratch 编程软件、3D 建模工具、在线 Voki 平台、wikispaces 平台等	日常教学以及竞赛活动和 STEAM 教育等	教师、学生
	智能创新工具	VR/AR 设备、3D 建模工具、3D 打印工具、语义网络工具、专家系统等	智慧学习环境下的创新课堂教学和研究等	教师、学生

3. 结语

工具类数字教育资源已经深入日常教学、竞赛、教研等基础教育的各个方面, 对教师专业发展和学生的学习产生着重要的影响, 也是技术变革课堂的一个方面。本文提出的内容框架能够为中小学教师选择教学工具提供参考并且包含使用上的建议。

参考文献

- 杜玉霞(2014)。信息化教学资源老化的影响因素探析。《中国电化教育》, (02), 67-73。
- 钱冬明、罗安妮和赵怡阳(2019)。数字化学习工具标准研究与框架设计。《电化教育研究》, 40(02)。
- 王志刚和余宏亮(2016)。基础教育数字教学资源体系架构研究。《数字教育》, 2(03), 1-7。
- 郁晓华、雷云鹤、祝智庭和吴永和(2013)。变革理念下虚拟学具标准研制现状梳理与体系框架。《现代远程教育研究》, (02), 68-75。

基于视频学习的教师专业视觉研究综述

A Summary of Teacher's Professional Vision on Video-based Learning

荣赛波¹

¹ 北京大学教育学院

*1901213430@pku.edu.cn

【摘要】专业视觉理论已经成为研究教师专业发展的重要研究视角。众多研究以教学视频为材料，对教师专业视觉进行研究。本文在 Web of Science 核心合集数据库中进行检索，选取代表性实证研究进行分析，总结出关于基于视频学习的教室专业视觉与专业发展研究的设计、过程和研究取向，以期对相关研究和实践应用提供一定的借鉴和参考。

【关键字】基于视频的学习；专业视觉；教师专业发展

***Abstract:** Professional vision theory has become an important research perspective for studying teachers' professional development. Numerous studies use teaching videos as materials and professional vision theories as verifications, and promote teachers' reflection and practice through the study of teachers' attention and explanation in the classroom. This paper selects representative empirical research in Web of Science to analyze, and summarizes the methods, process and research orientation of the professional vision and professional development research of classrooms through video-based learning, in order to provide reference for related research and practical applications.*

Keywords: video-based learning, professional vision, teacher's professional development

1. 前言

专业视觉最早由 Sherin 引入教师教育领域，指教师注意和解释相关课堂互动的能力。视频已经成为教师教育中发展专业视觉的有效手段。本文通过对相关文献进行筛选和分析，总结出关于基于视频学习的教室专业视觉与专业发展研究的设计、过程和研究取向，以期对相关研究和实践应用提供一定的借鉴和参考。

2. 研究设计与研究过程综述

教学视频是开展实验的主要材料，教学视频一般是网络视频或课堂实录。观看视频的过程分为小组和个人两种形式。视频俱乐部是最为广泛应用的典型的小组形式

数据收集方式主要分为两种：一是口头报告，如小组讨论、个人访谈、反思日记等，研究人员会对口头报告的内容进行记录和编码。二是问卷调查，包括基于视频案例的选择题、开放性问题等。研究者主要采用 Sherin 提出的专业视觉编码框架进行编码，将数据划分为想法单元（idea units），关注专业视觉中注意和解释的各个维度编码条目的数量和比例（Sherin & Vans, 2009）。

3. 研究取向

当前研究可分为三种研究取向：一是研究特定教学情境下教师视觉特征，关注某一学科或是特定课堂情境下的专业视觉特征；二是教师专业视觉特征对比，特别是新手教师和专家教师的差异，此类研究表明，与专家教师相比，新手教师更加注重教师而不是学生，更注重教学法而不是学科，更重视评估而不是解释(Simpson & Vondrova, 2019)；三是利用专业视觉开发和检验教师专业发展视频工具。

4. 对研究的思考

本文通过对基于视频的专业视觉的研究，认为今后应关注以下几个方面：一是研究时间跨度与知识保留，未来的研究需要更多关注基于视频的学习对于教师专业发展的长期影响；二是关注教师专业视觉与教学实践，如调查教师注意与学生学习成果的关系；三是结合眼动仪等设备更加科学、细致地探究教师专业视觉特征。

参考文献

- Gamoran Sherin, M., & Van Es, E. A. (2009). Effects of video club participation on teachers' professional vision. *Journal of teacher education*, 60(1), 20-37.
- Simpson, A., & Vondrová, N. A. (2019). Developing pre-service teachers' professional vision with video interventions: a divergent replication. *Journal of Education for Teaching*, 45(5), 567-584.

教学临场感对教师教育类 MOOC 学习效果的影响^{*}

The Impact of Teaching Presence on the Learning Effect of Teacher Educational MOOC

冯淳茜¹, 孙众^{2*}

^{1,2}首都师范大学信息工程学院

* sunzhong@cnu.edu.cn

【摘要】近年来,教师教育类 MOOC 已经成为教师专业发展的重要渠道,但也伴随着教师学习孤独,学习质量低等问题。已有研究表明,创设教学临场感策略对学习者的在线学习效果具有重要影响。而在教师教育类 MOOC 中,教学临场感策略如何创设?对学习效果有何种影响?本研究以一门在线课程为例,创设适用于教师教育类 MOOC 环境的教学临场感,并通过实证研究,调查分析教学临场感对学习效果的作用。研究发现,教师教育类 MOOC 环境下,创设的教学临场感对教师的满意度和感知学习水平有显著影响,其中影响最大的是组织与设计维度。

【关键字】教学临场感;教师教育类 MOOC;在线学习效果;教师专业发展

Abstract: MOOC of teacher education has become an important channel for teachers' professional development, but it is also accompanied by the problems of teachers' learning loneliness and low learning quality. Previous studies have shown that the creation of teaching presence has an important impact on learners' online learning effect. In the MOOC of teacher education, how to create the sense of teaching presence? What is the impact on learning outcomes? This study takes an online course as an example to create teaching presence suitable for MOOC environment of teacher education, and through empirical research, investigates and analyzes the effect of teaching presence on learning effect. It is found that in the MOOC environment of teacher education, the creation of teaching presence has a significant impact on Teachers' satisfaction and perceived learning level, among which the organization and design dimension have the greatest impact.

Keywords: Teaching presence, teacher education MOOC, online learning effect, teacher professional development

1. 前言

教师专业发展越来越多地采用大规模开放在线课程(MOOC)作为授课模式(Falkner, Vivian, Falkner & Williams, 2017)。结合了教学和社区学习的 MOOC 教学法非常符合教师专业发展的需求,因为它们可以使教师建立学科信心并与志同道合的同事建立联系,还可以使教师随时随地通过网络参与学习(Tseng & Kuo, 2014)。

然而,MOOC 的规模和开放性会影响学习者与教师之间的比例(Ferguson & Sharples, 2014, p.103),教师和学习者互动的数量通常很少(Miyazoe & Anderson, 2013)。缺乏面对面对交流的临场性和及时性,容易导致学习者和教师的交易距离增加,学习者表现和满意度降低(Moore, 2013)。那么,到底应该如何提高教师教育类 MOOC 的质量呢?

^{*}本文系国家自然科学基金“基于人工智能的课堂教学交互分析关键技术研究”(项目编号:61977048)阶段性研究成果,通讯作者孙众。

国外学者已经对在线教学的质量进行了一些研究。加里森等(Garrison, Anderson & Archer, 1999)提出的有关探究共同体(Community of Inquiry, CoI)框架, 包含三个要素: 认知临场感、社会临场感和教学临场感。他们认为, 此三种临场感对于在线教学是非常重要的, 只有当这三种“临场感”达到足够的水平, 才会产生深度学习和有意义的学习。其中, 教学临场感是学生感知到的教师对其学习的指导和关注, 是最为基本的要素。“适当的认知临场感和社会临场感, 以及真正的探究共同体的建立, 都要依赖于教学临场感”(Anderson, Rourke, Garrison & Archer, 2001)。国内学者也开始意识到了教学临场感的重要性, 认为基于教学临场感设计的教学干预对学习者的参与度、学习绩效、学习行为等产生影响(李慧丽和蒋国珍, 2009; 王广新、白成杰和陆宏, 2012; 张怀浩, 2015)。当前教学临场感在教师教育类 MOOC 中的研究较少, 教师身份的特殊性及 MOOC 大规模开放性的特点使得教学临场感的有进一步研究的空间。因此, 本研究以中国大学 MOOC 课程“教师信息技术应用能力提升”为例, 通过创设适用于 MOOC 环境的教学临场感, 并采用实证研究的方法, 调查分析教学临场感对教师学员学习效果的影响。

2. 教学临场感相关研究

教学临场感有三个组成部分: 设计和组织、促进讨论以及直接指导(Anderson, 2001)。设计和组织描述了教师的管理角色(Coppola, Hiltz & Rotter, 2002), 例如设置课程、组织活动、安排学习进度、明确学习任务、设计方法策略。促进对话对于培养和引导以学习者为中心的在线学习方法至关重要(Berge, 2008), 包括鼓励学习者质疑、引导学习者理解、鼓励学生做出贡献和促进讨论等指标。直接指导反映了教师作为内容促进者的作用(Goodyear, Salmon, Spector, Steeples & Tickner, 2001 年), 包括总结讨论, 通过评估和解释性反馈确认理解, 以及从各种渠道注入知识。这三个部分已被证明有效地反映了在线学习中教学临场感的构成要素(Anderson, et al., 2001)。

设计与组织、促进对话、直接教学三要素为教学临场感的构建策略提供了依据。例如培生教育(Pearson Education)在其《教学临场感白皮书》(Teaching Presence White Paper)中按照“课程设计/组织”“促进讨论”“直接教学”三个门类, 荟萃了一些研究文献中关于实现“教学临场感”的做法(Pearson Education, 2016)。董利亚等(2016)从社区活动的设计、活动支持、促进对话、指导活动学习、活动管理等方面营造在线学习社区的教学临场感。但目前大多数研究是在探究社区理论的框架下提及教学临场感, 少有对教学临场感的专门论述。例如 Jie Chi Yang 等人(2016)根据 COI 框架, 建立了基于博客的学习系统中的在线存在设计, 其中教学临场感设计从教学管理、建立理解、直接指示三个指标构建。吴祥恩等人(2017)针对在线课程环境设计了在线课程临场感的理论框架, 其中教学临场感维度从教学管理、知识构建、直接教学三方面设计。通过文献梳理发现, 目前国内外对教学临场感研究处于初步阶段, 新的教学环境、特殊的研究对象, 将进一步丰富教学临场感理论。因此, 本研究将进一步探究教学临场感在教师教育类 MOOC 学习中的作用。

具体来说, 本文提出以下研究问题:

1. 教师教育类 MOOC 环境下的教学临场感如何创设?
2. 教师感知的教学临场感、感知学习效果如何?
3. 教学临场感对满意度和感知学习水平是否有影响? 有怎样的影响?

3. 教师教育类 MOOC 环境下教学临场感的创设

本研究根据教学临场感的三要素，结合 MOOC 环境的特点，创设教学临场感策略，优化教师对教学临场感的感知，如图 1 所示。

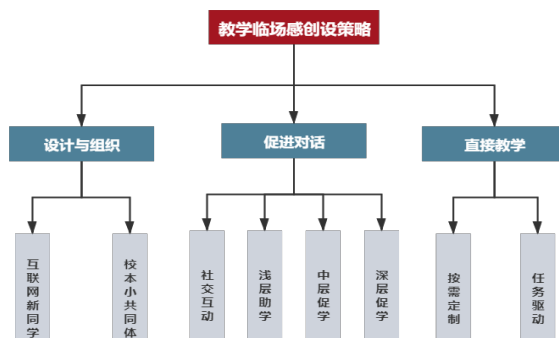


图 1 教学临场感创设策略

3.1. 设计与组织视角：互联网新同学与校本小共同体相融合

从设计与组织的视角来看，教师教育类 MOOC 有利于汲取广泛的智慧，天南海北的一线教师、师范生、培训者通过互联网连接在一起，共同探讨学习，形成互联网+“新同学”（孙众，2019）。但 MOOC 大规模开放性的特点不适合深度的交流和充分的协作，不能有效发挥每个教师的学习积极性。在大的互联网新同学的环境下，组建校内小共同体可以有效避免以上问题，实现广度与深度学习的融合。例如组建校内或者区域微信教研组、学科攻关组等，有利于教师及时解决学习上的问题，并将所学的知识与教学实际结合，做到活学活用。本研究中，课程团队联合中小学校、基金会共同组织课程的学习，从不同层面为教师提供支持帮助。

3.2. 促进对话视角：浅、中、深促学策略

受训教师与有更多经验的教师、指导老师和教师教育者开展更加深入的互动，能够强化受训教师基础性概念知识与技能的获取（钱小龙，2019）。但部分教师存在缺乏自信、不敢发言等问题。因此，需要采取措施鼓励发言、提升积极性。本研究建立了课程群，并从营造学习氛围、促进学员理解、反馈学员发言中促进与教师的浅层、中层、深层次交流（柳瑞雪、石长地和孙众，2016）。

在浅层助学中，助学者通过发布头脑风暴、每周课程总结、精彩发言锦集、课程学习提醒等来营造学习氛围；在中层促学中，助学者通过引导学员回答问题、发表对于学习内容的解读和诠释、发布知识要点串烧、分享学习资源来促进学员对课程内容的理解；在深层助学中，助学者通过对学员的发言进行鼓励、总结、评价，解答学员学习性问题来反馈学员发言；在社交互动中，助学者对学员学习中提出的课程安排或技术问题回复，维持社群讨论制度，与学员寒暄以及情感交流。

3.3. 直接教学视角：按需定制与任务驱动

从直接教学视角来看，设计的课程、拓展的资源、活动的开展以及教师的评价与反馈都是指导学习者有效学习的重要因素。部分农村教师具有理论基础薄弱、信息技术能力较差、学习需求面向教学实践等特点，所以课程的设计不能想当然，而是要根据教师的实际需求出发，去设计课程与资源。但实用的内容只是学习者学习的必要而非充分条件，还需要课程团队的支持和教学活动的开展。因此本研究采取按需定制和任务驱动的策略，按需定制是指由

高等院校导师、区域教研人员、中小学专家教师组成教学团队，再调研教师的实际需求后，指导师范生设计开发网络课程；任务驱动是指教师参与网络学习，通过任务驱动的内容生成模式，实现知识建构和智慧共享。

4. 研究设计

4.1. 研究背景

本研究基于云桥学院的在线课程数据，云桥学院以首都师范大学为牵头单位，联合其他高等院校、教育行政部门、教育公益组织等，依托于在线和移动课程等云端学习平台，提供系列的教师教育类 MOOC 和基于移动端的学习支持服务，促进偏远地区教师的专业成长。

本次研究选取云桥学院的 2020 年春季课程《教师信息技术应用能力提升》，本次学习一共七周的时间，包括 MOOC 平台的课程学习和移动社群在线讨论。利用在中国大学 MOOC 网开展七周的课程，内容包括观看视频、拓展材料、单元测试、大作业、论坛讨论、期末考试等，移动社区为这些老师提供专属服务，答疑解惑，并且每一周群内会发布三次与本周学习内容相关的头脑风暴。

4.2. 研究对象

共有 15 个省份、67 所学校的 405 位老师参与本课程，优秀率为 69.9%，合格率为 81.0%。对参与课程的 405 位教师进行调查研究，共收集到 328 位教师学员的有效调查问卷。本研究以 328 位教师学员为研究对象，其中优秀率为 87.9%，合格率为 78.9%，因此较有代表性。参与课程的老师以女性为主，教龄在 10 年以上的熟练型教师居多。

表 1 教师在线学习背景

人口特征指标		比例(人数)	职业特征指标	比例(人数)
性别	男性	23.5%(N=77)	教 龄	刚入职 1-2 年 15.5%(N=51)
	女性	76.5%(N=251)		2-5 年 22.3%(N=73)
良好在线学习经历	有 MOOC 良好学习经历	79.9%(N=262)		5-10 年 18.0%(N=59)
	无 MOOC 良好学习经历	20.1%(N=66)		10 年以上 44.2%(N=145)

4.3. 研究方法

本研究采用问卷调查法收集学员信息，在课程开放前发布了前测问卷以收集教师的基本信息，在课程结束之后发布了后测问卷收集教师对课程的主观感受，包括教学临场感、课程满意度、感知学习水平。

4.3.1 调查问卷编制

采用的相关相应量表针对教师学员的教学临场感、课程满意度、学习感知水平等三个方面，收集包括性别、教龄、在线学习经历等信息和对课程的改进意见等反馈，所有量表均采用 Likert 五点量表，从 1 到 5 分别表示“完全不同意”到“完全同意”。

其中教学临场感量表借鉴了 Shea (2006) 编制的教学临场感量表。该量表经过了跨学科、跨机构、大样本的验证。本研究共采纳 14 个题项，分别对设计与组织(5 题)、促进对话(5 题)和直接教学(4 题)三个维度进行观测，该量表 Cronbach's α 系数为 0.982。KMO 值为 0.901，球形检验结果为显著水平 ($P < 0.05$)，通过主成分分析法抽取出初始值特征值大于 1 的共有三个因子，原题的载荷系数皆高于 0.5，该量表信效度良好。

课程满意度量表选取 So 等(2008)的量表测量课程满意度，是以 Gunawardena 等(1997)开发的量表为蓝本，并添加了四个题项来衡量学生对课程，讲师和学习活动的总体满意度。一共

由 11 个题项构成。该量表经过信度检验，教学临场感子问卷 11 个题项的内部一致性较好，Cronbach's α 系数为 0.965。

感知学习水平是学习者对习得内容多少的主观判断。本研究的课程内容旨在提升教师的 TPACK 能力，因此 TPACK 能力能够作为感知学习水平的观测指标。本研究选取 TPACK 实用框架来获取教师学员的感知学习水平的观测数据。TPACK 实用(TPACK-practical)框架是由 Yi-Fen Yeh 等(2014)邀请专家小组和研究人员共同开发，用于评估教师的 TPACK 实践能力。TPACK 实用框架由 21 个题项构成，从学习者、学科内容、课程设计、表现形式、教学策略、教学管理、教学实践和评估八个维度衡量教师的 TPACK 实践能力，该框架的 Cronbach's α 系数为 0.984。

4.3.2 数据收集与处理

经过对前后测问卷的预处理分析，共得到 328 名教师的问卷信息。在完成数据的采集后，借 SPSS22.0 软件，采用统计分析、相关分析、岭回归分析等方法针对 328 位学员的问卷进行数据分析。

5. 分析结果

5.1. 教师的教学临场感、学习效果总体分析

本研究使用问卷调查回收的数据，分析了教学临场感及其各维度和题项、研修满意度和感知学习水平(TPACK)的均值，结果如表 2 所示，教学临场感均值为 4.60(大于平均分)。其中三个维度中，直接教学维度的得分($m=4.6014$)最高，其次为促进对话维度($m=4.5823$)，最低的是设计与组织维度($m=4.5317$)。教师总体感知学习水平($m=4.4806$)和满意度水平($m=4.3468$)较高，学习效果较好。

表 2 教师教学临场感及各题项得分

	最小值(M)	最大值(X)	平均值(E)	标准偏差
J 教学临场感	1.07	5.00	4.5697	.59055
J-1 设计与组织	1.20	5.00	4.5317	.62406
J-2 促进对话	1.00	5.00	4.5823	.59503
J-3 直接教学	1.00	5.00	4.6014	.59769
感知学习水平	1.00	5.00	4.4806	.61096
满意度	1.00	5.00	4.3468	.62705

5.2. 教师教学临场感对满意度和感知学习水平的影响

创设的教学临场感对教师的学习效果是否有影响？针对该问题，本研究首先检查了教学临场感与满意度以及感知学习水平之间的相关性。表 3 列出了影响因素与学习效果之间的 Pearson 相关分析结果，可以看出，满意度、感知学习水平等在线学习效果与教学临场感显著相关。因此可以进一步进行回归分析，以检查教学临场感的具体类型对满意度和感知学习水平的影响。

表 3 教学临场感与在线学习效果的相关性分析

相关性	设计与组织	促进对话	指导教学	满意度	感知学习水平	教学临场感
设计与组织	1					

促进对话	.857**	1			
指导教学	.853**	.925**	1		
满意度	.871**	.838**	.845**	1	
感知学习水平	.778**	.724**	.754**	.764**	1
教学临场感	.939**	.854**	.913**	.857**	.795**

5.2.1. 教学临场感对满意度的影响

教师的学习效果包括教师的研修满意度和感知学习水平(即 TPACK)两个方面。首先将教学临场感量表中的三个维度(设计与组织、促进对话、直接教学)与教师的满意度进行回归分析,为了避免自变量间的多重共线性,减少样本回归系数的标准误差,本研究采用岭回归(Ridge Regression)分析方法($K=0.99$),模型 R 方值为 0.805,意味着直接教学、促进对话、设计与组织可以解释满意度的 80.50%变化原因。对模型进行 F 检验时发现模型通过 F 检验($F=445.921, p=0.000<0.05$),也即说明直接教学、促进对话、设计与组织中至少一项会对满意度产生影响关系。从标准系数可以看到,直接教学、促进对话、设计与组织三个维度均与教师满意度呈正相关,其中影响力最大的设计与组织($\beta=0.264, P=0.000<0.05$),其次是直接教学($\beta=0.225>0, P=0.000<0.05$),影响力最小的是促进对话($\beta=0.217>0, P=0.000<0.05$),如表 4 所示。

表 4 教师教学临场感对学习效果的回归效应的系数摘要表

自变量	满意度		感知学习水平	
	β	t	β	t
因变量				
设计与组织	0.264	31.180**	0.305	15.133**
促进对话	0.217	27.460**	0.197	10.796**
直接教学	0.225	28.826**	0.215	12.056**

5.2.2. 教学临场感对感知学习水平的影响

将设计与组织、促进对话、直接教学作为自变量,而将感知学习水平(TPACK)作为因变量进行 Ridge 回归(岭回归)分析, K 值取为 0.400,从表 4 可以看出,模型 R 方值为 0.629,意味着设计与组织、促进对话、直接教学可以解释感知学习水平的 62.90%变化原因。对模型进行 F 检验时发现模型通过 F 检验($F=183.078, p=0.000<0.05$),也即说明设计与组织、促进对话、直接教学中至少一项会对 TPACK 产生影响关系。从标准系数可以看到,直接教学、促进对话、设计与组织三个维度均与感知学习水平呈正相关,其中影响力最大的设计与组织($\beta=0.305>0, P=0.000<0.05$),其次是直接教学($\beta=0.215>0, P=0.000<0.05$),影响力最小的是促进对话($\beta=0.197>0, P=0.000<0.05$)。

6. 讨论与建议

6.1. 教师感知的教学临场感水平较高,学习效果较好

根据教学临场感均值分析,教师感知的教学临场感总体水平、感知学习水平和满意度较高。在教学临场感的三个维度里,教师对直接教学的感知最高,其次为对促进对话的感知,

最低的是对设计与组织的感知。该发现与李慧丽等人(2009)对教师发帖的文本分析得出的结论一致,无论是学习者感知还是教学者提供支持,直接教学最为明显、易见。

6.2. 教学临场感水平对课程的满意度和感知的学习水平有显著影响

根据岭回归分析,教师感知的教学临场感影响着在线学习的满意度和感知的学习水平,并能显著预测学习效果,且教师的学习效果会随着其感知到的教学临场感水平的变化而变化。此结果与前人所做的多项研究结果相吻合(Akyol & Garrison, 2008; 张怀浩, 2018)。在具体因子方面,设计与组织对教师满意度和感知学习水平的影响最为显著,其次为直接教学,最后为促进对话。但马红亮等(2019)发现,“教学设计与组织”对学生满意度显著相关,但不能预测学习满意度。吴祥恩等(2017)也发现,直接教学成为教学临场感中对在线学习效果影响的最重要因素。在分析了两位研究者的文献后,发现结论不一致的原因可能是研究对象的不同,两个文献的研究对象都是同一所大学的学生,且其人数较少,其学习的设计与组织比较容易;而本研究的对象是来自全国各地的教师,且人数较多,若没有精心的设计与组织,很难达到较好的教学效果。

6.3. 教学临场感成为培训者设计学习支持服务的参考依据

在教师教育类 MOOC 中,建议培训者多注重教学临场感的创设,为学习者提供学习支持服务,这将有利于提升学习效果。其中,设计与组织策略,是大规模开放课程中学习者之间、学习者与学习内容之间的凝聚剂,在此方面,本研究提出的“互联网新同学与校本小共同体相融合”可以作为农村小规模学校教师专业发展的培训组织形式;促进对话策略,尤其是助教团队的即时解答、精准帮助和全程服务,将会帮助教师克服独自学习时易产生挫折感、坚持难、学习氛围薄弱等问题,增强教师网络学习的信心。建议培训团队建立助教支持手册,以完善助教对学习者的支持;直接教学策略是学习者直接感知的教师教学,建议精简培训内容,根据学员个性化需求提供支持。

7. 结语

本研究针对教师教育类 MOOC 环境创设教学临场感,并证明其有效性。为提升教师的 MOOC 学习效果起到一定的借鉴作用,同时丰富了教学临场感理论的适用性研究。然而,受实践条件的限制,本研究只调查了教学临场感对感知学习水平、学习满意度等学习效果的影响,后续将添加 MOOC 学习深层属性,如学习投入度,驱动力,习惯,方法等因素的研究,更加全面地评价教学临场感在教师教育类 MOOC 中的作用。

参考文献

- 董利亚和冯锐(2016)。在线学习社区培育与发展模型的构建及其策略研究。*远程教育志*, 35(02), 98-105。
- 李慧丽和蒋国珍(2009)。在线教学的教学临场感评估——以《远程教育研究方法》在线课程为个案。*中国远程教育*, (12), 44-47+79-80。
- 柳瑞雪、石长地和孙众(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*, (07), 10-19+79。
- 马红亮、白雪梅和杨艳(2019)。基于 MOOC 的课程国际化背景下教学临场感实证分析。*现代远程教育研究*, 031(004), 65-74。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 钱小龙 (2019)。教师教育类 MOOC 促进教育均衡发展的适用性研究。 *山东师范大学学报 (人文社会科学版)*, **64** (01), 97-105。
- 孙众、蓬征和邓路遥(2019)。“互联网+”师范生与农村教师的专业互助成长模式。 *中国电化教育*, **387**(04), 111-116。
- 王广新、白成杰和陆宏 (2012)。网络远程教育课程的教学临场感实证分析。 *中国电化教育*, (09), 48-53+59。
- 吴祥恩、陈晓慧和吴靖 (2017)。论临场感对在线学习效果的影响。 *现代远距离教育*, (02), 24-30。
- 张怀浩 (2018)。职后教师在线学习课程中教学临场感的实证研究。上海：华东师范大学教育技术系。
- 张怀浩、林立甲、冷静和任友群 (2015)。教学临场感与中小学教师网络研修行为的关系研究——以上海初中英语网络研修为例。 *中国电化教育*, (06), 57-64。
- Akyol, Z. , & Garrison, D. R. . (2008). The development of a community of inquiry over time in an online course: understanding the progression and integration of social, cognitive and teaching presence. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, *12*(3), 3-22.
- Anderson, T., Rourke, L., Garrison, R., Archer, W. (2001) Assessing Teaching Presence in a Computer Conference Context. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, (2),1-17.
- Berge, Z. L. (2008). Changing instructor's roles in virtual worlds. *Quarterly Review of Distance Education*, *9*(4), 407-414.
- Coppola, N., Hiltz, S. & Rotter, N. (2002). Becoming a virtual professor: pedagogical roles and asynchronous learning networks. *Journal of Management Information Systems*, *18*(4), 169-189.
- Falkner, K., Vivian, R., Falkner, K., & Williams, S. (2017). Reflecting on three offerings of a community-centric MOOC for K-6 computer science teachers. Paper presented at the Proceedings of the SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education.
- Ferguson, R., & Sharples, M. (2014). Innovative pedagogy at massive scale: Teaching and learning in MOOCs. Paper presented at the 9th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2014, Austria.
- Garrison, D. R. , Anderson, T. , & Archer, W. (1999). Critical inquiry in a text-based environment: computer conferencing in higher education. *Internet & Higher Education*, *2*(2-3), 87-105.
- Goodyear, P. , Salmon, G. , Spector, J. M. , Steeples, C. , & Tickner, S. (2001). Competences for online teaching: a special report. *Educational Technology Research and Development*, *49*(1), 65-72.
- Moore, M. (2013). The theory of transactional distance. In M. G. Moore (Ed.), *Handbook of distance education*, 3rd ed. (pp. 66-85). New York: Routledge.
- Miyazoe, T., & Anderson, T. (2013). Interaction equivalency in an OER, MOOCs and informal learning era. *Journal of Interactive Media in Education*, *2*, 9-24.
- Pearson Education(2016). Teaching Presence Whiter Paper[EB/OL]. [2020-03-03]. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/us/en/pearson-ed/downloads/Teaching-Presence.pdf>.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Shea, P., Sau Li, C. & Pickett, A. (2006). A study of teaching presence and student sense of learning community in fully online and web-enhanced college courses. *The Internet and Higher Education*, 9, 3,175–190.
- So, H. J. , & Brush, T. A. . (2008). Student perceptions of collaborative learning, social presence and satisfaction in a blended learning environment: relationships and critical factors. *Computers & education*, 51(1), p.318-336.
- Tseng, F., & Kuo, F. (2014). A study of social participation and knowledge sharing in the teachers' online professional community of practice. *Computers & Education*,72,37–47.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.005>.
- Yang, J., Quadir, B., Chen, N., & Miao, Q. (2016). Effects of online presence on learning performance in a blog-based online course. *Internet and Higher Education*,30, 11-20.
- Yeh, Y. F. , Hsu, Y. S. , Wu, H. K. , Hwang, F. K. , & Lin, T. C. . (2014). Developing and validating technological pedagogical content knowledge-practical (tpack-practical) through the delphi survey technique. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 707-722.

自我调节学习支架对大学生在线学习结果的影响研究²

The Influence of Self-regulated Learning Scaffolds on Online Learning Outcomes of College Students

刘宇晶¹，刘畅¹，周继慧¹，刘哲雨^{1*}

¹天津师范大学教育学部

* zheyuliu@126.com

【摘要】 为探索自我调节学习支架对大学生在线学习结果的影响，本研究将自我调节学习阶段分为计划、监控和评估，自我调节学习支架类型分为无支架、自主性和引导性支架。通过开展不同类型的自我调节学习支架在自我调节学习阶段影响研究发现：在计划调节学习阶段，自主性计划调节学习支架组效果最好；在监控调节学习阶段，引导性监控调节学习支架组效果最好；在评估调节学习阶段，引导性评估调节学习支架组效果最好。

【关键字】 自我调节学习支架；在线学习；大学生

Abstract: For exploring the self-adjusting learning support influence on college students' online learning results, this study self-adjusting learning phase can be divided into planning, monitoring and evaluation. The types of self-adjusting learning support can be divided into no stents, autonomy and instructive. Through studying the influence of types of self-regulating learning scaffolds in the stage of self-regulating learning, it is found that: In the stage of plan-regulated learning, the effect of autonomic plan-regulated learning scaffold group was the best. In the monitoring and regulating learning stage, the effect of the guided monitoring and regulating learning scaffold group was the best. In the stage of assessment of moderating learning, the guided assessment of moderating learning scaffold group had the best effect.

Keywords: Self-regulating learning scaffolds, Online learning, College students

1. 引言

新冠肺炎疫情发生后，各高校根据教育部“停课不停教，停课不停学”的要求，开展了形式多样的在线教学。大学生在利用在线视频进行自主学习的过程中，学习方式逐渐倾向于机械记忆和重复练习，导致学习结果不佳，需要自我调节学习的介入。

自我调节学习（Self-Regulated Learning，简称 SRL）指学习者为了获得满意的学习效果，主动调控自身认知、动机和行为的过程，对在线学习至关重要。齐默尔曼（Zimmerman & Barry, 1989）在社会理论的基础上提出了自我调节学习的三阶段循环模型，即计划、行为表现和自我反思阶段；Pinirich（2000）将自我调节学习过程分为四个阶段：开始、监督、控制和反思阶段，这些模型都较为一致地将自我调节学习过程归为计划、监控、评估三类（郝晓鑫，2019），本研究将自我调节学习分为计划、监控和评估阶段。

² 本文系国家自然科学基金项目“自我调节支架促进在线深度学习：基于多模态技术的脑机制研究与支架设计模型研究”（项目批准号：61907032）支持研究生培养的阶段性研究成果

研究发现自我调节学习评估阶段的策略能促进学习者利用自我调节学习行为提高网络学习效能(Wang, 2011),但对于其他阶段的策略并无研究;邓国民等人研究发现自我调节学习支架能有效提高自主学习成效(邓国民、韩锡斌和杨娟,2016),但没有对行为展开分类研究;Delen 等人考察网络视频学习环境下学生的自我调节行为,设计支持自我调节交互功能的学习视频,增强在线学习效果,但缺少自我调节学习支架对在线学习的影响研究(Delen, Liew, & Willson, 2014)。探索自我调节学习支架对大学生在线学习结果的影响,以支持大学生完成学习任务(邓国民,2017),加深对知识的理解、迁移及应用(刘哲雨和王志军,2017)。

因此,本研究聚焦不同自我调节学习阶段,探索无自我调节学习支架(不设置任何水平的促进自我调节学习的干预)、自主性自我调节学习支架(系统不提供任何引导性线索提示,完全由学习者自主交互控制以进行自我调节学习)、引导性自我调节学习支架(由系统控制呈现不同自我调节学习阶段的提示和支持,系统引导学习者完成交互控制以达到自我调节学习)三类,为教育者在运用自我调节学习支架促进学习者在线学习提供一定的借鉴。

2. 研究设计

2.1. 研究问题

1. 不同类型自我调节学习支架在计划调节学习阶段的影响
2. 不同类型自我调节学习支架在监控调节学习阶段的影响
3. 不同类型自我调节学习支架在评估调节学习阶段的影响

2.2. 研究假设

本研究提出以下研究假设,并在统计学假设检验 $p=0.05$ 的显著性水平上进行检验:

H1: 不同类型计划调节学习支架下被试学习结果差异显著。

H1-1: 无计划调节学习支架与有计划调节学习支架的学习结果差异显著,证明有计划调节学习支架能够更好地促进学习结果。

H1-2: 自主性计划调节学习支架与引导性计划调节学习支架的学习结果差异显著,证明自主性计划调节能够更好地促进学习结果。

H2: 不同类型监控调节学习支架下被试学习结果差异显著。

H2-1: 无监控调节学习支架与有监控调节学习支架的学习结果差异显著,证明有监控调节学习支架能够更好地促进学习结果。

H2-2: 引导性监控调节学习支架与自主性监控调节学习支架的学习结果差异显著,证明引导性监控调节能够更好地促进学习结果。

H3: 不同类型评估调节学习支架下被试学习结果差异显著。

H3-1: 无评估调节学习支架与有评估调节学习支架的学习结果差异显著,证明有评估调节学习支架能够更好地促进学习结果。

H3-2: 引导性评估调节学习支架与自主性评估调节学习支架的学习结果差异显著,证明引导性评估调节能够更好地促进学习结果。

2.3. 研究对象

本研究在某高校招募 60 名本科生，排除先验知识过高（以总分大于 12 分为评判高先验知识基础的标准）、自我调节能力过高或过低等因素后，共获得有效样本数量 53 个，无支架对象有 17 个，自主性支架 16 个，引导性支架 20 个。

2.4. 研究工具

三个实验均采用《先验知识问卷》来测试被试对学习内容的初始掌握程度；《自我调节能力自评》来测试三个被试组的自我调节能力有无显著差异；《在线学习结果测试》来评估被试经过学习材料后对知识的掌握程度。

2.5. 数据处理

将有效问卷进行数据录入，采用 SPSS 22.0 软件对数据进行分析处理。使用的统计方法包括单因素方差分析、LSD 事后多重比较分析、Kruskal-Wallis H 非参数性检验等。

3. 研究结果

3.1. 实验一：计划调节学习支架影响在线学习结果

对大学生在计划调节阶段获得的成绩进行 K-S 正态性检验，结果表明在线学习成绩不符合正态分布。进一步检验 Levene 方差齐性，检验结果为： $p=0.003$ ，表明不具有方差齐性。因此，采用 Kruskal-Wallis H 非参数性检验，结果为： $H=39.119$ ， $p=0.000$ ，表明学生在无计划调节、自主性计划调节和引导性计划调节三组的成绩具有显著性差异。进一步采用 Bonferroni 法校正显著性水平的事后两两比较发现：无计划与自主性计划调节学习支架组、无计划与引导性计划调节学习支架组、自主性与引导性计划调节学习支架组的学习成绩均达到显著性差异水平（调整后 $p=0.000$ ；调整后 $p=0.001$ ；调整后 $p=0.012$ ）。说明在学习成绩上，自主性计划调节学习支架组>引导性计划调节学习支架组>无计划调节学习支架组，具有统计学意义。

表 1 不同类型计划调节学习支架下学习成绩 Kruskal-Wallis H 非参数性检验

	计划调节学习 支架类型 (I)	计划调节学习 支架类型 (J)	MD(I- J)	p	调整后 p
学习成绩	无计划调节	自主性计划调节	- 32.833	0.000	0.000***
	无计划调节	引导性计划调节	- 18.408	0.000	0.001***
	自主性计划调节	引导性计划调节	14.425	0.004	0.012*

* $p<0.05$ ；** $p<0.01$ ；*** $p<0.001$ 。

3.2. 实验二：监控调节学习支架影响在线学习结果

对大学生在监控调节阶段获得的成绩进行的 Levene 方差齐性检验，检验结果为： $p=0.914$ ，表明成绩具有方差齐性，但 K-S 正态性检验结果表明数据不符合正态分布。因此，需要在线学习成绩进行数据正态化转换后再进行单因素方差分析，结果为： $F(2, 53)=14.266$ ， $p=0.000$ ，表明三组成绩具有显著性差异。进一步 LSD 事后多重比较分析结果表明：无监控与自主性监控调节学习支架组、无监控与引导性监控调节学习支架组、自主性监控与引导性监控调节学习支架组的学习成绩均达到显著性差异水平（ $p=0.017$ ； $p=0.000$ ； $p=0.005$ ）。说明在学习成绩上，引导性监控调节支架组>自主性监控调节支架组>无监控调节支架组，具有

统计学意义。

表 2 不同类型监控调节学习支架下在线学习成绩的事后多重比较分析 (LSD)

	监控调节学习 支架类型 (I)	监控调节学习 支架类型 (J)	MD(I-J)	p	95%置信区间	
					下限	上限
LSD	无监控调节	自主性监控调节	-0.667	0.017*	-1.208	-0.126
	无监控调节	引导性监控调节	-1.416	0.000***	-1.951	-0.882
	自主性监控调节	引导性监控调节	-0.749	0.005**	-1.267	-0.231

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ 。

3.3. 实验三：评估调节学习支架影响在线学习结果

对大学生在评估调节阶段获得的成绩的 Levene 方差齐性检验，结果为： $p=0.117$ ，表明学习成绩具有方差齐性，但 K-S 正态性检验结果表明数据不符合正态分布。因此，需要对学习成绩进行数据正态化转换后再进行单因素方差分析，结果为： $F(2, 53)=14.172$ ， $p=0.000$ ，表明三组成绩具有显著性差异。进一步 LSD 事后多重比较分析表明：无评估与自主性评估调节学习支架组、无评估与引导性评估调节学习支架组、自主性评估与引导性评估调节学习支架组的成绩均达到显著性差异水平 ($p=0.019$; $p=0.000$; $p=0.005$)。说明在成绩上，引导性评估调节学习支架组>自主性评估调节学习支架组>无评估调节学习支架组，具有统计学意义。

表 3 不同类型评估调节学习支架下在线学习成绩的事后多重比较分析 (LSD)

	评估调节学习 支架类型 (I)	评估调节学习 支架类型 (J)	MD(I-J)	p	95%置信区间	
					下限	上限
LSD	无评估调节	自主性评估调节	-0.657	0.019*	-1.201	-0.113
	无评估调节	引导性评估调节	-1.418	0.000***	-1.955	-0.881
	自主性评估调节	引导性评估调节	-0.761	0.005**	-1.282	-0.240

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ 。

4. 讨论

本研究结合理论和实证探究发现在不同自我调节学习阶段中，不同自我调节学习支架对大学生在线学习结果的影响不同。

实验一的结论显示在计划调节学习阶段，自主性计划调节学习支架对大学生的在线学习结果影响较为显著，与假设 1 一致。很多学者也认为自我设定的学习阶段比教师或系统设定的更能促使学生达到最佳的学习效果。因此，教师在计划调节阶段应该设计让学生更多的去自己设定学习目标，减少系统控制，激发大学生在线学习的自主性。

实验二的结论显示在监控调节学习阶段，引导监控调节学习支架对大学生的在线学习结果影响较为显著，与假设 2 一致，且这一结果与一些学者的研究结论不谋而合。因此，监控调节阶段应该给予更多的引导性手段以支持大学生的在线学习。

实验三的结论显示在评估调节学习阶段，引导评估调节学习支架对大学生的在线学习结果影响较为显著，与假设 3 一致。此外，有研究表明有较多评价性支持的学生在解决问题时会使用更多元认知策略以提高学习效果。因此，此阶段应该给予大学生更多的引导性评价支持。

参考文献

- 邓国民(2017)。职前教师基于 OERs 的自主学习模式及效果探析。《继续教育研究》，12，80-84。
- 邓国民、韩锡斌、杨娟（2016）。基于 OERs 的自我调节学习行为对学习成效的影响。《电化教育研究》，3，42-49+58。
- 刘哲雨、王志军(2017)。行为投入影响深度学习的实证探究——以虚拟现实(VR)环境下的视频学习为例。《远程教育杂志》，1，72-81。
- 郝晓鑫（2019）。基于媒体交互的自我调节对深度学习的影响研究(硕士学位论文,天津师范大学)。
- Delen, E., Liew, J., Willson, V. (2014). Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning: Self-regulation in online video-based environments. *Computers & Education*, 78, 312-320.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. *Handbook of Self-Regulation*, 451-502.
- Wang, T. (2011). Developing web-based assessment strategies for facilitating junior high school students to perform self-regulated learning in an e-learning environment. *Computers & Education*, 57(2), 1801-1812.
- Zimmerman, & Barry, J. (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 81(3), 329-339.

影响职前教师使用信息与通信技术（ICT）教学的因素研究

Investigation of the Factors that

Influence Primary Teachers' Continuance Intention to Teach with ICT

杜阳¹, 李琪², 杨玉芹^{3*}

^{1,3} 华中师范大学人工智能教育学部

² 华中师范大学幼儿园

*yangyuqin@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 教师作为教学的核心元素，探究其使用信息与通信技术（ICT）教学的影响因素成为当前迫切需要研究的课题。本研究以一所重点师范大学本科生为研究对象，对选修教师发展计划课程，来自不同专业的 397 名本科生进行问卷调查，分析职前教师继续使用 ICT 意图的影响因素。基于技术接受模型和价值期望理论，采用结构方程模型构建量化模型，得出各影响因素之间的关系结构图。验证了 ICT 学习行为、感知、动机信念、促进条件对职前教师继续使用 ICT 意图的重要影响作用。

【关键字】 ICT 继续使用意图；动机；感知；学习行为；职前教师

Abstract: As the core element of teaching, it is urgent to explore the influencing factors of teachers' adoption of information and communication technology (ICT) in their teaching practices. In this study, 397 undergraduate students from different majors of a key normal university were investigated to analyze the influencing factors of primary teachers' ICT continue intention. Based on the technology acceptance model and value expectation theory, the structural equation model is used to build a quantitative model, and the relationship structure chart among the influencing factors is obtained. This study verified the important influence of ICT learning behavior, perception, motivation and belief, and promotion conditions on the intention of continuing to use ICT.

Keywords: ICT continue intention, motivation, perception, learning behaviors, primary teachers

1. 问题的提出

进入信息社会以来，技术的迅猛发展给教育教学改革带来机遇的同时，也带来了新的挑战。教师作为实践的主体，在教育实践中起着主导作用，其信息化水平直接影响教育改革的效果，教师是否具有高水平的教育技术能力是教育信息化的重要指标之一。为此，了解职前教师信息与通信技术的认知及使用状况是强化信息技术教育的基础之基础。目前国内研究主要着眼于教师信息技术使用现状，对影响教师继续使用信息与通信技术意愿的因素研究较少，并且大多数采用质性研究方法，量化研究较为匮乏，通过利用统计方法建立模型开展的研究更是少见。因此，本研究基于技术接受模型、期望价值理论，采用定量研究的方法进行模型建构，探讨职前教师继续使用信息与通信技术意图的影响因素。

2. 信息与通信技术

信息与通信技术 (Information and Communication Technology, ICT) 是指一系列用于信息创建、传播、储存和管理的工具和资源, 它包含 PDA、手机、计算机、相机和相应的软件以及网络等。ICT 通过计算机将视音频等多种学习素材有机的结合起来, 集图像、声音、文字为一体, 为学习者提供界面友好、生动形象的交互式情景学习 (Figura K & Jarvis H, 2007)。ICT 技术已广泛用于学习资源搜索、课程规划、教材展示、在线讨论和协作, 促进师生之间以及同龄人之间的互动。随着 ICT 在教育中的广泛应用, 影响教师使用 ICT 的因素也越来越多, 如促进条件 (Venkatesh & Davis, 2000)、社会影响 (Lai, Wang, & Lei, 2012)、动机信念 (Lai, Hsiao, & Hsieh, 2018) 以及感知 (Scherer, Siddiq & Tondeur, 2019)。因此, 探讨职前教师继续使用 ICT 意图的影响因素, 为今后有效预测和提高职前教师在教学实践中使用 ICT 的能力提供了参考。然而, 关于调查使用 ICT 多种影响因素之间的关系以及这些因素如何在同一背景下影响 ICT 使用意图的研究仍十分有限。此外, 现有文献中缺少教师 ICT 学习行为对其继续使用意图的影响。为了提高教师在教学中使用 ICT 的能力, 教师教育计划已经普及 (Mavroudi & Tsagari, 2018)。在这些计划中, 教师被称为学习者, 学习如何使用 ICT, 当他们遇到困难时, 需要努力寻求帮助 (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991; Ryan & Pintrich, 1997)。另一方面, Gully, Incalcaterra, Joshi, 和 Beaubien (2002) 认为高水平的小组效能感所产生的自信有助于团队在逆境中坚持下去。因此本研究将小组效能感引入, 探讨其对 ICT 教师教学行为的影响。更好的学习很可能在未来带来更多 ICT 的使用。在研究职前教师的 ICT 使用意图时, 增加学习者视角可能会发现更具影响力的因素。

为探讨参加教师专业发展计划课程后, 职前教师继续使用 ICT 意图的影响因素, 本研究主要解决如下两个研究问题:

1. 动机信念、ICT 学习行为、便利条件、感知等多重因素之间的关系。
2. 这些因素如何协同作用, 解释教师继续使用 ICT 的意图。

3. 理论框架与研究假设

技术接受模型 (TAM) 最初是由 Davis 等人提出的, 是描述教育技术接受程度最常用的模型 (Schereret al., 2019)。该模型认为, 个人使用电子学习工具的意图由两种感知决定, 即感知有用性和感知易用性 (Davis et al., 1989)。后来, Venkatesh 和 Davis (2000) 将 TAM 扩展到更多因素, 例如强调环境特征的促进条件 (即各类资源和支持行为)。

期望价值理论是最有影响力的动机理论之一, 它认为个人的选择、坚持和表现说明了他们对自己能够做好一项任务 (例如, 对成功的期望) 的信念, 以及他们对任务的重视程度 (Wigfield & Eccles, 2000)。在 ICT 接受度的背景下, 积极的自我效能信念有助于对特定 ICT 工具的感知 (例如感知有用性和感知易用性), 而负面情绪, 例如焦虑可能会降低积极的感知 (Liaw & Huang, 2013)。

教师对 ICT 的认知、学习、动机信念和促进条件共同决定了职前教师 ICT 继续使用意图。在文献研究的基础上, 本研究提出促进条件和动机信念可能通过中介影响职前教师 ICT 继续使用意图。具体假设介绍如下:

3.1. 教师的学习行为

本研究测量了教师 ICT 学习行为的一个指标——寻求帮助。寻求帮助是一种内部资源管理策略, 涉及注意力调节、坚持和努力程度 (Fredricks et al., 2004; Pintrich et al., 1991)。就教师而言, 在学习使用 ICT 进行教学时, 可能会遇到需要帮助或建议才能继续学习的情况。即教师在学习 ICT 使用中的行为参与应该与其 ICT 继续使用意图相联系。为此, 寻求帮助作

为潜在的预测因素参与了模型。

假设 1a 寻求帮助对教师继续使用 ICT 意图有直接正向的影响。

3.2. 感知

在 TAM 研究的基础上，本研究将感知有用性和感知易用性作为影响教师继续学习意图的两种感知（假设 2a 和 2b）。感知有用性是指个体认为工具有助于提高任务绩效的程度，感知易用性是指个体认为工具易于使用的程度（Davis et al., 1989）。在先前的研究中，这两个因素可以有效地预测 ICT 继续使用意图（Davis et al., 1989; Venkatesh & Davis, 2000）。此外，感知易用性被发现通过感知有用性的中介对持续意图有间接影响（Davis et al., 1989; Venkatesh & Davis, 2000）。个体越觉得使用工具是不费吹灰之力的，工具对个体就越有用。

假设 2a 感知有用性对教师继续使用 ICT 意图有直接正向的影响；假设 2b 感知易用性对教师继续使用 ICT 意图有直接正向的影响；假设 2c 感知易用性对教师的感知有用性有直接正向的影响。

3.3. 动机信念

动机信念被认为是继续使用意图的重要预测因素（Lai et al., 2018）。自我效能感、兴趣和焦虑被锚定在期望价值理论中（Wigfield et al., 2015）。在本研究中，教师的 ICT 自我效能感是其对自己使用 ICT 能力的认可（Liaw & Huang, 2013;）。已有研究表明，自我效能感对继续使用意图的影响是由感知有用性和感知易用性介导的（Lai et al., 2012）。自我效能感较高的人，更愿意使用 ICT 进行教学。为此，本研究提出了以下假设：

假设 3a 自我效能感对教师的感知有用性有直接正向的影响；假设 3b 自我效能感对教师的感知易用性有直接正向的影响。

Bandura(1997)将小组效能感定义为一个小组的共同信念，它产生于小组中个体成员对群体能力的认知集合，即群体达到期望结果的能力。已有研究证实小组协作学习能够对个体的学习行为产生积极影响(Cohen,1994; Sharan, Kussell, Hertz-Lazarowita, Bejarano, Raviv, & Sharan, 1984)。善于小组协作学习的教师，在遇到困难时，能够更加积极的寻求帮助。同时，小组成员在教师未能成功使用 ICT 工具时，提供及时和有效的帮助是极其重要的。

假设 4a 小组效能感对寻求帮助有直接正向的影响；假设 4b 小组效能感对教师继续使用 ICT 意图有直接正向的影响。

兴趣（即感知享受）是指在未考虑任何绩效后果的情况下，一项活动在多大程度上是令人愉悦的（Davis et al., 1992）。根据期望价值理论，当个体体验到快乐时，更愿意执行某些行为（Wigfield et al., 2015）。另一方面，已有研究证实兴趣是预测个体使用技术意图的重要因素，如大众传媒(Ledbetter et al., 2016), 社交网站(Chuang et al., 2017)及教师在教学中使用信息技术（Sorebo et al., 2009）。因此，本研究认为对 ICT 感兴趣的教师更有可能继续使用 ICT。

假设 5a 兴趣对寻求帮助有直接正向的影响；假设 5b 兴趣对感知有用性有直接正向的影响；假设 5c 兴趣对感知易用性有直接正向的影响；假设 5d 兴趣对教师继续使用 ICT 的意图有直接正向的影响。

然而，职前教师继续使用 ICT 意图并不总与积极的情绪有关，也会带来消极情绪。研究表明，尽管教师可以利用 ICT 的基本功能进行呈现或交流，但许多教师在 ICT 与教学结合方面仍然存在问题，如有些教师患有计算机相关恐惧症（Hennessy et al., 2005），他们可能害怕损坏计算机或担心其潜在的低性能（Liaw & Huang, 2013）。在本研究中，ICT 焦虑是一种不愉快的使用 ICT 的感觉。先前的研究发现，焦虑对感知的易用性有负面影响（Saade & Kira, 2009）。

假设 6a.ICT 焦虑感知易用性有直接和消极的影响。

3.4. 促进条件

动机信念关注个体特质，而促进条件则强调环境特征的重要性（Scherer et al., 2019）。促进条件是指支持个体使用 ICT 的因素和资源，例如来自同事和学校的技术和教学支持（Chiu & Wang, 2008; Lai et al., 2012）。当外部环境给予充足的支持时，学习者会更加努力完成目标，若遇到困难，会积极主动地寻求他人帮助。教师的指导与反馈能够加强学习者对技术的使用（Castellano et al., 2011），而学习者之间的资源共享对职前教师使用信息技术的频率也有很大影响。Scherer 等人（2019）的元分析表明，促进条件很好地解释了人们对 ICT 的感知有用性。

假设 7a 促进条件对寻求帮助有直接正向的影响；假设 7b 促进条件对感知有用性有直接正向的影响；假设 7c 促进条件对教师继续使用 ICT 意图有直接正向的影响。

由此，本研究以技术接受模型，期望价值理论为理论框架，从学习者视角出发，综合动机信念与学习行为相关理论和研究，构建了以下初始结构方程模型。

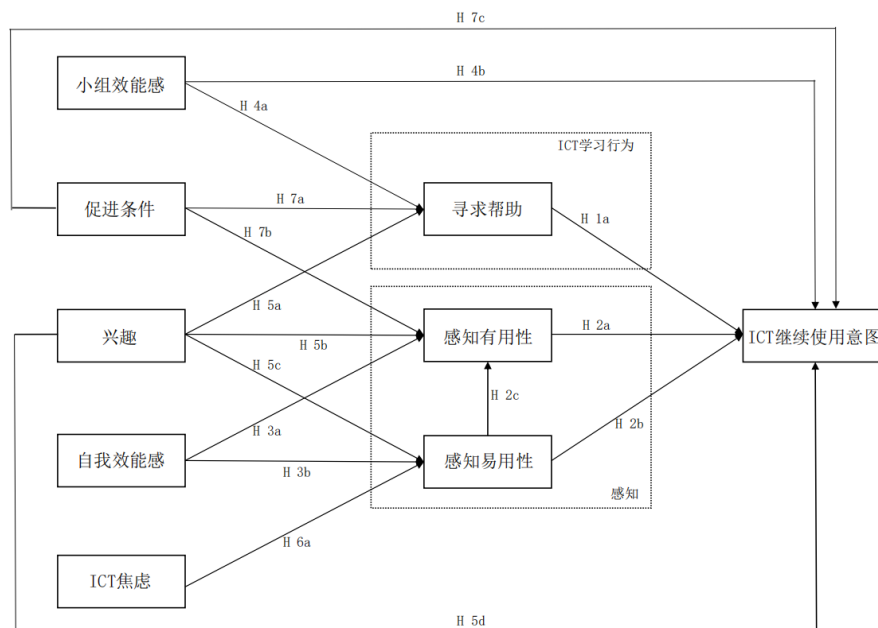


图 1 假设路径模型

4. 研究方法

4.1. 研究对象

本研究对象来源于一所重点师范大学,参与教师发展计划课程的本科生。共发放 397 份问卷，剔除题目回答信息缺失及所有题目回答一致的无效问卷后，有效问卷为 391 份，有效率为 98.5%。其中男性为 58 人（14.8%），女性为 333 人（85.2%）。在年级分布上，大二 14 人（3.6%），大三 372 人（95.1%），大四 5 人（1.3%）。

4.2. 测量工具

本研究的工具为一份“信息技术（ICT）整合于教学影响因素”调查问卷，该问卷包含两部分，第一部分用于调查职前教师的基本信息，如姓名、专业、性别等。第二部分是调研的主体，用于调查职前教师继续使用 ICT 意图的影响因素，如促进条件、动机信念、感知、学习行为等。为适应职前教师教学的背景，其中兴趣、ICT 自我效能感、促进条件、感知有用性、

感知易用性以及 ICT 继续使用意图改编自 Morris (2003) 以及 Chiu (2008) 等人。寻求帮助改编自动机策略和学习问卷 (Pintrich et al., 1991)、ICT 焦虑 (改编自 Liaw 和 Huang (2013))。每个题项采用李克特七点式进行设计, 范围从“完全不适合”到“非常适合”。该问卷量表的信度指标 Cronbach α 值为 0.946, 表明量表具有较好的信度。

4.3. 数据分析

运用 Mplus 7.4 对测量模型进行验证性因素分析 (Muthen, 1998), SPSS 19.0 进行人口统计学分析。使用结构方程模型的方法来探讨多重因素如何解释教师 ICT 继续使用意图。依据多个拟合指数来评估测量模型和结构模型的拟合度, 包括每个自由度的卡方值、近似均方根误差 (RMSEA)、the Tucker-Lewis index (TLI) 和 comparative fit index (CFI)。根据 Rigdon (1995), 一个可接受的 (优秀的) 模型的 CFI 和 TLI 值应该超过 0.90, 卡方与自由度的比值应小于 3.00。

5. 研究结果

5.1. 评估测量模型

本研究假设了一个九因素测量模型, 允许所有因素自由相关。得出以下分析数据: CFI=0.920, TLI=0.906, RMSEA=0.05, 90%CI=[0.055,0.065], SRMR=0.064, $X^2/df=2.417$, 均满足参数检验标准。此外, 所有因素的组合信度在 0.709—0.921 之间, 均大于 0.7, 表明本研究的数据具有较好的信度。

表 1 变量的二元相关性

	FC	ICTA	ICTSE	INT	PEU	PU	HS	CONI	CE
FC	1								
ICTA	-.422**	1							
ICTSE	.699**	-.307**	1						
INT	.672**	-.440**	.680**	1					
PEU	.511**	-.218**	.668**	.660**	1				
PU	.702**	-.377**	.669**	.777**	.660**	1			
HS	.720**	-.386**	.637**	.651**	.462**	.610**	1		
CONI	.799**	-.446**	.687**	.758**	.584**	.760**	.780**	1	
CE	.790**	-.375**	.713**	.680**	.587**	.702**	.736**	.785**	1
Mean	5.801	2.615	5.235	5.466	4.866	5.457	4.718	5.816	5.606
SD	0.928	1.253	0.858	1.003	0.976	0.926	0.962	0.927	0.889

注: FC:促进条件; ICTA: ICT 焦虑; ICTSE: 自我效能感; INT:兴趣; PEU: 感知易用性; PU: 感知有用性; HS: 寻求帮助; CONI: ICT 继续使用意图; CE: 小组效能感

** $p < 0.01$ (双尾)

如表 1 所示, 本研究中的所有因素都与 ICT 继续使用意图有关。其中促进条件 ($r=0.799$) 最相关。ICT 焦虑与 ICT 继续使用意图呈负相关 ($r=-0.446$)。另外, 两种感知, 即感知易用性和感知有用性, 彼此之间存在正相关关系 ($r=0.660$)。寻求帮助与 ICT 继续使用意图呈正相关 ($r=0.780$)。

5.2. 检验假设结果

本研究提出了 16 个假设并进行了验证，其中 14 个假设得到了支持（见表 2）根据结构方程模型，得到了初始模型的假设检验结果，另外该模型可以解释 61.4%的寻求帮助变异量、53.2%的感知易用性变异量、69.2%的感知有用性变异量以及 79.3%的 ICT 继续使用意图变异量。

表 2 初始模型假设检验结果

假设	因果关系	Estimate	p 值	研究假设
H1a	CONI←HS	0.276	***	支持
H2a	CONI←PU	0.183	***	支持
H2b	CONI←PEU	0.023	0.492	不支持
H2c	PU←PEU	0.208	***	支持
H3a	PU←ICTSE	0.049	0.286	不支持
H3b	PEU←ICTSE	0.410	***	支持
H4a	HS←CE	0.362	***	支持
H4b	CONI←CE	0.136	0.002*	支持
H5a	HS←INT	0.206	***	支持
H5b	PU←INT	0.418	***	支持
H5c	PEU←INT	0.422	***	支持
H5d	CONI←INT	0.167	***	支持
假设	因果关系	Estimate	p 值	研究假设
H6a	PEU←ICTA	-0.094	0.015*	支持
H7a	HS←FC	0.296	***	支持
H7b	PU←FC	0.279	***	支持
H7c	CONI←FC	0.242	***	支持

FC:促进条件；ICTA：ICT 焦虑；ICTSE：自我效能感；INT:兴趣；PEU：感知易用性；PU：感知有用性；HS：寻求帮助；CONI：ICT 继续使用意图；CE：小组效能感。

***表示 $p < 0.001$ ；**表示 $p < 0.01$ ；*表示 $p < 0.05$

由表 2 可知，CONI 与 PEU、PU 与 ICTSE 的因果关系 P 值不显著，因此删除初始模型的两个不显著路径，再次运算，得到最终模型，见图 2。

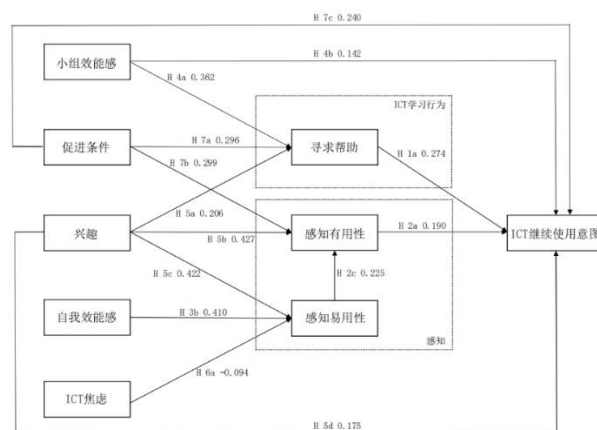


图 2 最终模型

通过 Mplus7.4 统计处理工具对数据与模型拟合度进行验证性检验，得出以下分析数据：CFI=0.990，TLI=0.978，SRMR=0.015，RMSEA=0.62， $X^2/df=2.512$ ($p=0.0027$)，以上检验

指标均符合理想拟合指标值标准。促进条件、小组效能感和兴趣对继续使用意图有直接和间接的影响，其中兴趣的影响比其他因素显著，说明以感知享受为导向的技术会受到人们更多的关注。寻求帮助和感知有用对继续使用意图有直接影响。自我效能感通过感知对继续使用意图有间接影响。感知易用性通过感知有用性有间接影响。

6. 结论

本研究提出了影响职前教师 ICT 继续使用意图的几种假设因素，并依据相关理论建立结构方程模型对假设进行验证和分析，得出以下结论：

1. 强调了教师动机信念的重要性，即教师的 ICT 自我效能感、小组效能感、兴趣和 ICT 焦虑。采用有效的措施提高教师的自信心，减少其在使用信息技术方面的焦虑是十分必要的。因此，应为教师提供一个教学实践共同体交流平台，让教师们在实践过程中相互支持、彼此激励、共享资源。

2. 感知是另一个重要的驱动力。为教师提供交互友好、易于使用的 ICT 工具是非常重要的。因此学校组织开展信息技术培训提高职前教师的信息化教学水平是很有必要的。通过培训可以为教师展示成功的教学案例及成果等，让教师意识到信息技术为教育带来的生机与活力。

3. 考虑到寻求帮助的重要作用，教师应以发展的眼光审视 ICT 的应用能力，即 ICT 在教学中的应用能力不是固定的，而是可以通过不断学习来发展的。尤其是当教师未能成功使用 ICT 工具时，提供有效和及时的帮助是极其重要的。

综上所述，本研究基于 TAM 理论和期望价值理论，从学习者视角出发提出职前教师 ICT 继续使用意图的影响因素模型。研究结果显示，除了感知（即感知易用性和感知有用性）外，教师寻求帮助的学习行为也在预测 ICT 继续使用意图中扮演着重要角色。促进条件通过寻求帮助影响 ICT 继续使用意图。感知介导了促进条件、ICT 焦虑、兴趣和 ICT 自我效能感，进而影响 ICT 继续使用意图。然而，在本研究中，感知易用性的影响并不显著，这一结果与 Wang (2009) 的研究一致。一些研究者认为，教师不太可能仅仅因为 ICT 是免费的就将其用于教学。特别是对于经验丰富的教师，他们对感知有用性的关注应该超过感知易用性。为了促进职前教师在使用信息技术方面的专业发展，应通过专业的研讨会向职前教师明确 ICT 继续使用意图的决定因素以及这些决定因素如何相互作用对 ICT 继续使用意图产生影响。同时，职前教师也应意识到，ICT 在教学中的成功使用不仅取决于对电子学习工具的了解，还应取决于个体的动机信念、感知和学习行为。

参考文献

- Bandura, A. (1997) *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman.
- COHEN, E. (1994) *Designing groupwork: Strategies for the heterogeneous classroom*. New York: Teachers College Press.
- Chiu, C.-M., & Wang, E. T. G. (2008) Understanding Web-based learning continuance intention: The role of subjective task value. *Information & Management*, (45), 194~201.
- Chuang S H, Lin S, Chang T C, et al. (2017) Behavioral Intention of Using Social Networking Site: A Comparative Study of Taiwanese and Thai Facebook Users[J]. *International Journal of Technology and Human Interaction (IJTHI)*, 13(1):61-81.
- Castellano, J., Mynard, J., & Rubesch, T. (2011) Student technology use in a self-access center. *Language Learning & Technology*, 15(3), 12-27.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Davis F D , Bagozzi R P , Warshaw P R . (1992) Extrinsic and intrinsic motivation to use computer in the workplace[J]. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14):1109-1130.
- 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.
- Figura K & Jarvis H. (2007) Computer-based materials: A study of learner autonomy and strategies. *Science Direct*, (35): 126—127
- Gully, S. M., Incalcaterra, K. A., Joshi, A., & Beaubien, J. M. (2002) A meta-analysis of team-eYcacy, potency, and performance: Interdependence and level of analysis as moderators of observed relationships. *Journal of Applied Psychology*, 87, 819–832.
- Hennessy, S., Ruthven, K., & Brindley, S. (2005) Teacher perspectives on integrating ICT into subject teaching: Commitment, constraints, caution, and change. *Journal of Curriculum Studies*, 37(2):155~192.
- Lai, C., Wang, Q., & Lei, J. (2012) What factors predict undergraduate students' use of technology for learning? A case from Hong Kong. *Computers & Education*, 59, 569~579.
- Lai, H.-M., Hsiao, Y.-L., & Hsieh, P.-J. (2018) The role of motivation, ability, and opportunity in university teachers' continuance use intention for flipped teaching. *Computers & Education*, 124, 37~50.
- Liaw, S.-S., & Huang, H.-M. (2013) Perceived satisfaction, perceived usefulness and interactive learning environments as predictors to self-regulation in e-learning environments. *Computers & Education*, 60, 14~24.
- Ledbetter A M , Taylor S H , Mazer J P . (2016) Enjoyment fosters media use frequency and determines its relational outcomes: Toward a synthesis of uses and gratifications theory and media multiplexity theory[J]. *Computers in Human Behavior*.
- Morris, M., Davis, G., & Davis, F. (2003) User acceptance of information technology: Toward a unified view1. *MIS Quarterly*, 27, 425~478.
- Muthen, L. K., & Muthen, B. O. (2008): *Mplus user's guide*. Los Angeles, CA: Muthen & Muthen.
- Mavroudi, A., & Tsagari, D. (2018) Profiling of English language teachers as trainees in an online course and ensuing implications. *Computers & Education*, 126, 1~12.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., &., & McKeachie, W. J. (1991) A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Ann Arbor: University of Michigan*.
- Ryan, A. M., & Pintrich, P. R. (1997) "Should I ask for help?" The role of motivation and attitudes in adolescents' help seeking in math class. *Journal of Educational Psychology*, 89(2):329~341.
- Saade, R. G., & Kira, D. (2009) Computer anxiety in e-learning: The effect of computer selfefficacy. *Journal of Information Technology Education: Research*, 8, 177~191.
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019) The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13~35.
- Sorebo, O., Halvari, H., Gulli, V. F., & Kristiansen, R. (2009) The role of self-determination theory in explaining teachers' motivation to continue to use e-learning technology. *Computers & Education*, 53, 1177~1187.
- SHARAN, S., KUSSELL, P., HERTZ-LAZAROWITZ, R., BEJARANO, Y., RAVIV, S., &

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- SHARAN, Y. (1984) *Cooperative learning in the classroom: Research in desegregated schools*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Venkatesh, V., & Davis, F. (2000) A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2):186~204.
- Wigfield A , Eccles J S . (2000) Expectancy-value theory of achievement motivation[J]. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1):68-81.
- Wigfield, A., Eccles, J. S., Fredricks, J. A., Simpkins, S., Roeser, R. W., & Schiefele, U. (2015) Development of achievement motivation and engagement. In R. Lerner (Ed.), *Handbook of child psychology and developmental science* (Seventh ed., pp. 657–700). New York: Wiley.

虚拟社区中在线讨论的动态社会网络分析

Social Network Analysis of Online Discussion in Teacher Virtual Communities

胡可欣^{1*}, 黄星云²

^{1,2} 华南师范大学 教育信息技术学院

* hkx_scnu@163.com

【摘要】 在后疫情时期，教师虚拟社区逐渐成为教师专业成长的趋势与途经。本研究将“技术派教师微信圈子”教师虚拟社区作为研究对象，通过动态的社会网络图像及关系变化进行分析，以为教师网络交互活动提供建议。研究表明，随时间推移，网络密度逐渐上升，核心成员逐渐增加，动态社会网络分析有效地应用于进一步了解教师虚拟社群的互动动态。

【关键字】 教师虚拟社区；动态社会网络分析；在线讨论

Abstract: In the post-epidemic period, teacher virtual community has gradually become the trend and way of teacher professional growth. This study takes, a virtual community as the research object. Based on the social network analysis method, this study tries to analyze the dynamic social network images and relationship changes and provide suggestions for teachers' network interaction activities. The results show that the network density and the core members increase gradually. Besides, dynamic social network analysis is effectively applied to further understand the interaction dynamics of teachers' virtual community.

Keywords: Teachers Virtual Community, Dynamic Social Network Analysis, Online Discussion

1. 引言

目前我国成熟的教师虚拟社区较少，其中大部分交互行为较为浅层，参与度与活跃度不够。本研究关注微信圈子中的“技术派教师”教师虚拟社区，对教师在线讨论进行社会网络分析，梳理教师在虚拟社区中的交互特征，以探索促进教师参与线上交互活动的途径方法。

2. 研究基础

目前国内外关于教师虚拟社区的交互研究，聚焦于在线讨论的互动采集，其主要研究内容集中以下方面：1.研究者对社区中的交互角色进行分析（刘敏等人，2014），并对其影响力及社区平衡共存关系展开研究（Lin et al,2016）；2.从交互频次和深度方面，通过讨论模型等方法进行编码与分析（赵艳等，2016）；3.关注教师交互的影响因素，如在线讨论影响因素（赵呈领等人，2013）以及教师知识共享行为的影响因素（Hoseini et al,2019）。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

基于“技术派教师”微信圈子的教师虚拟社群，自2020年8月20日始，每周由主持人发起

一期信息化教育教学相关话题的即时在线研讨，每期聚焦 5 个子话题。截至 2021 年 3 月，已有约 1.2 万成员（大中小学一线教师、教育行业从业者等），发帖数超过 3000 条。

3.2. 数据来源及处理

本研究数据来源于“技术派教师”中第 1-15 期即时在线研讨的发帖及评论，主题如教师的非正式学习、新冠疫情与教师等。本研究首先借助 Excel 收集并整理数据，参与者昵称由数字 N1、N2……N160 代替，再通过工具 Gephi 绘制交互网络并展开分析。

4. 数据分析

4.1. 交互网络结构与中心度分析

4.1.1. 社群图、密度及中心度分析

将初始矩阵导入 Gephi，过滤度数为 1 的边缘参与者后绘制整体社群图，如下图 1。

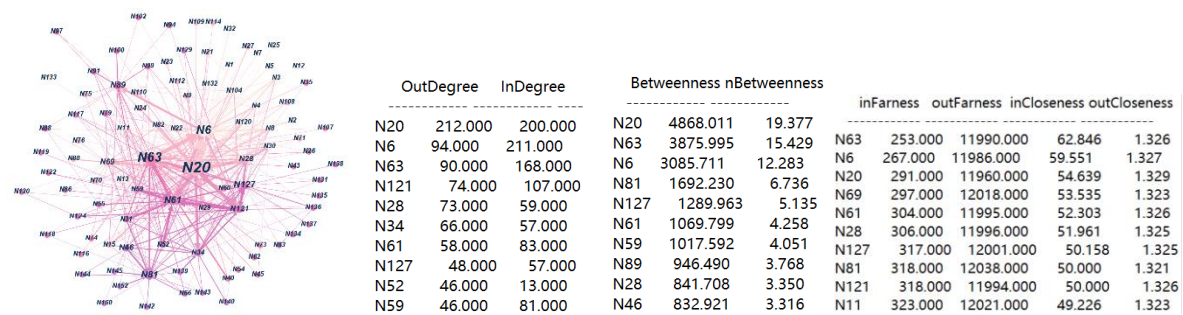


图 1-a 社会网络社群图 图 1-b 点度中心度 图 1-c 中介中心度 图 1-d 接近中心度

图 1-a 中可以看出，成员 N6、N20、N63 连线密集且在中心位置，表明互动频率很高，在群体中处于核心地位，而与之互动较为密切的是成员 N28、N59、N61、N127 等。该网络的图密度值为 0.056，这是由于大多参与者只与主持人之间产生交互，未产生足够多的两两交互，故网络呈现中心聚集、边缘分散的结构。

为更直观地衡量各成员在交互网络中的交互程度、所处位置与个体间的关系距离，本研究利用工具 UCINET 6 对点度中心度、中介中心度、接近中心度展开分析，并截取部分分析结果如图 1 (b-d)。分析结果可知：1.点出度最大的是 20 号成员，点入度最大的是 6 号成员（图 1-b），说明两位在即时在线讨论中起主导作用。其次，成员 N63、N121、N28 的出入度值都较高，表明有较高参与度，可作为话题主持的有利人选；2.20 号成员的中介中心度最高，说明其在该网络中控制能力很强，对参与讨论的成员提供了大量的信息和支持。成员 N63、N6 等仅次其后（图 1-c），表明他们也在网络中起着重要的桥梁作用；3.63 号成员的接近中心度最高（图 1-d），能最快与其他成员产生联系，在交互网络中处于核心地位。

4.2. 动态社会网络分析

为观察教师虚拟社区随时间变化而产生的变化，将社会网络动态化。如下图 3 (a-c)。

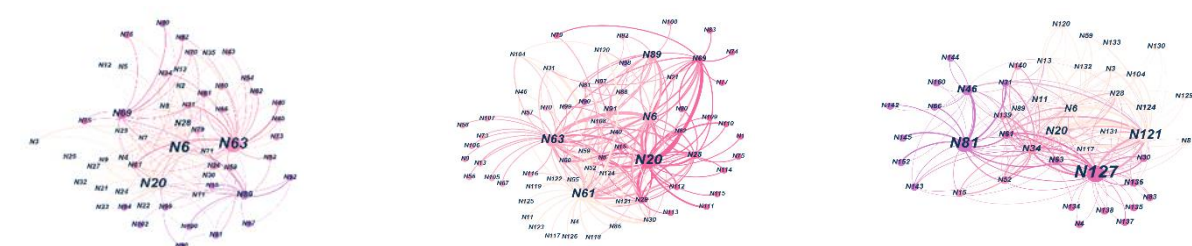


图 2-a 1-5 期社会网络 图 2-b 6-10 期社会网络 图 2-c 11-15 期社会网络

从图 2 a-c 的整体网络结构变化来看，参与人数、互动频次逐渐增加，教师虚拟社区的中

心子群更加紧密。其次，前期成员6、63、20（图2-a）明显为互动核心角色，但发展到中后期，核心教师成员逐步增加并发生偏移，如成员61、127、81、121等（图2-b、图2-c），且核心成员的交互密度趋于平均，说明有一部分教师能激发自主能动性，成为话题的发起者且主动与其他成员产生互动。最后，中期与前期相比，独立或单向交流的成员呈现出较为明显的边缘群体，说明在中期虚拟社区快速发展时，不少新加入的教师处于观望状态。后期与中期相比，孤立或单向交流成员数量明显减少。可见，教师虚拟社区不断吸纳新的参与者，一方面边缘教师观望后离开，另一方面新教师逐渐熟悉社区的规则并参与到知识共建当中。

5. 研究结论与建议

研究发现：1.整体网络结构呈现中心紧密、边缘分散的结构，大多数参与者缺乏除和主持人以外的双向互动；2.从动态发展上看，教师虚拟社区在前中期处于快速吸收新教师进入群体，促进边缘教师参与交互的同时，凝练真正有共同志向与需求的教师。通过核心角色的转变和发展，发挥教师的自主能动性，充分参与到知识共建当中。

因此，对促进教师虚拟社区的深度交互提出以下建议：1.吸纳核心成员。发起人可根据数据表现，发掘更多有意愿的主动参与者，使其担任话题主持人，逐渐成为核心成员。2.鼓励成员间的双向互动，例如对其他评论点赞、回复、提问等，由此可展开相关延展性讨论，也有利于增强成员的参与感。3.关注边缘参与者。定期征集反馈与建议，发起教师群体迫切关注的话题，吸引更多边缘参与者，也为教师们解决实际问题中的问题群策群力。

参考文献

- 刘敏、胡凡刚和李兴保(2014)。教师虚拟社区意见领袖的社会网络位置及角色分析。*中国电化教育*, (2), 46-53。
- 赵呈领、闫莎莎和杨婷婷(2013)。非正式网络学习共同体深度互动影响因素分析。*现代远程教育研究*, (01), 101-107。
- 赵艳、赵蔚、姜强和刘东亮(2016)。学习分析视域下教师在线学习社区实时社会网络分析研究——以《英语教学理论与实践》课程为例。*现代远距离教育*, (01), 37-43。
- Hoseini, M., Saghafi, F., & Aghayi, E. (2019). *A multidimensional model of knowledge sharing behavior in mobile social networks*. Kybernetes.
- Lin, X., Hu, X., Hu, Q., & Liu, Z. (2016). A social network analysis of teaching and research collaboration in a teachers' virtual learning community. *British Journal of Educational Technology*, 47(2), 302-319.

應用提取練習效應於翻轉教學之研究

Study on Applying Retrieval Practice Effect in Flipped Classroom

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】 翻轉教學的實施重點在於把記憶與理解層次的學習，於課前自行閱讀紙本或數位教材中完成，課堂時間則進行練習和較高層次思考的學習活動，提升教與學的成效。然而，學生在家自學的品質往往是影響課堂學習效果的關鍵因素。自學過程中，需要一個有效率的自學策略，使新舊知識銜接、重組與記憶，並能轉化為對新知識的理解，便能在課堂上隨心所欲的提取與應用。本研究提出「提取導向學習 (Retrieval-based learning)」策略，其主要歷程是讓學生在閱讀教材後，立即接受測驗，並回想及寫出記得的內容，接著再閱讀一次，再接受一次測驗。在此過程中，學習者在提取知識時，會改變處理資訊的方式，將新舊知識重新組織，形成有意義的學習，且有助於大腦長期記憶。本研究將基於此理論，設計課前自學過程中的提取導向學習模式，並於實際教學中進行實徵研究，以驗證此學習策略是否能提升學習成就、學習動機和師生互動。

【關鍵字】 提取練習效應；提取導向學習；翻轉教室

Abstract: The key concept of flipped teaching is the self-learning before class for remembering and understanding knowledge, and the participation in high-level thinking activities in class. However, the learning effect highly depends on student's self-learning quality concerning the connection, reconstruction, transfer and memorization between the new and old knowledge. They need an efficient self-learning strategy to prepare and study lessons before class in order to skillfully apply acquired knowledge in classroom activities. The author has devoted five years on the research of the self-learning strategy before class, and had proposed peer assessment of questioning and answering to promote the self-learning effect including the learning achievement, learning motivation, and interaction between teachers and students. However, we have not found an effective strategy that can promote the learning effect on teaching with high-level thinking skills. Retrieval-based learning (RBL) is a learning strategy that can produce meaningful and long-term learning. Students are asked to retrieve and describe what they just read depending on the retrieval cue. Then, read it again and retrieve it again. While the learner retrieves knowledge, that knowledge is changed, reconstructed, and formed meaningful learning that can promote long-term learning. This research will develop the online quiz model based on RBL to support students preparing lessons before flipped class. Finally, an empirical study will be taken in a course to examine how this model promotes learning effect in the high-level thinking learning activities.

Keywords: Retrieval practice effect, Retrieval-based learning, Flipped classroom

1. 前言

近年來，以學生為中心、混成學習 (blended/hybrid learning) 為運作方法的翻轉教學策略，受到各級學校的關注。許多研究文獻顯示翻轉教學有助於學生學習成效 (Katsa et al., 2016; Muir & Geiger, 2016; Giannakos et al., 2014; Reza & Baig, 2015; Aidinopoulou & Sampson, 2017)。利用遠距教學的理念加上精熟學習理論，讓學習者可以在家透過網路影片與測驗自

學，依照自己的進度學習，課堂的時間便進行小組討論或一起做作業，讓學生可以充分利用在校時間，與老師和同儕互動合作學習，達到主動學習的目的（Lo & Hew, 2017）。

近十多年來，有關提取練習效應（Retrieval Practice Effect）的研究蓬勃發展，證實提取練習可以促進記憶效應（Carpenter & Delosh, 2006; Kornell, Hays, & Bjork, 2009; Pyc & Rawson, 2010）。他們認為所有的學習都是在提取（retrieve），從提取過程中重新建構知識，就會產生有意義的學習。這種學習有助於將知識導入長期記憶（long-term memory）中，而且從延宕測驗中獲得最佳的效果（Karpicke & Grimaldi, 2012）。

本研究將以過去所研發的同儕互問互答互評策略，結合提取練習法的概念，於課前自學時提供學習者在閱讀教材或瀏覽教學影片後，進行重複提取測驗。此測驗的設計必須具有啟發學生提取新、舊知識的作用，亦能提供同儕互評與討論的依據，進一步亦可形成課堂學習活動的議題，建立一個「提取導向自學策略（Retrieval-based self-learning strategy）」。

2. 研究方法

2.1. 研究對象

本研究以大二學生為對象進行教學實驗，實驗組招募到 24 位，控制組招募到 21 位。考慮兩組學生受教權益，以及同一門課無法同時開兩班的限制下，兩組學生分兩學期輪流交換不同的教學策略。實驗組使用本研究提出的「提取導向自學策略」，控制組則使用「同儕互問互答互評自學策略」。教學實驗為期 8 週，第 9 週進行學習成就評量，第 18 週進行延宕學習成就評量，評測實驗組與控制組在兩次評量的差異。

2.2. 研究設計與工具

本研究欲探討學生透過課前的「重複提取測驗」及課堂上「小組討論與提取測驗」，了解其對學生的學習成就、學習動機與人員互動（包括師生互動與同儕互動）是否有所提升，並觀察課前的重複性提取測驗對課堂小組討論是否有幫助。研究假設為「提取導向自學策略」能有效提升學生的學習成就、能有效提升學生參與課堂活動的動機、能有效增進課堂學習活動之師生互動與同儕互動。

在研究工具方面，包括 1)學習成就：依教材及授課內容編製學習成就評量，於教學實驗結束後及兩個月後各施測一次（延宕測驗）。2)學習動機：參考劉政宏等人（2010）設計的「國中小學習動機量表」，修改其措辭適用於本研究之對象與學科，於教學實驗結束後施測。3)師生互動與同儕互動：自編李克特五點量表之滿意度問卷，於學期末調查學生對教師教學與學生學習的看法，並約談學期成績較佳與較差的同學各 3 名進行焦點團體訪談，進一步了解學生對「提取導向自學策略」的看法。

2.3. 教學設計

本研究提出「提取導向自學策略」之教學流程，學生於課前必須閱讀教材（紙本或數位教材），並於數位學習平台（Moodle）上回答老師指定的「提取練習（測驗）」。此測驗通常是知識與理解方面的題目，包括選擇與問答，選擇題測驗後便可以看到自己答對或答錯，但答錯的題目並不會給答案。學生可以針對錯誤再閱讀一次教材及重複測驗。接著，若對教材有疑問，可以在 Moodle 上討論區提問，也可以回答他人的提問，同時系統也開放同儕互評，每位同學都可以為每一則訊息給分。進入課堂後，教師依學生課前提取測驗結果與提問，在 Moodle 上公布小組討論題目。學生討論後，再進行一次提取測驗，並將小組討論結果輸入 Moodle 討論區中。最後，教師再針對學生的答題情形進行總結，並引導學生進行課程內容的加深與加廣，或更高層次認知的學習活動，例如應用、分析、綜合與評鑑等。

至於控制組的學習策略，則採用「同儕互問互答互評策略」，學生在課前閱讀教材後，便於 Moodle 上提問，回答同學的提問，並為同學的回答給予評分。課堂上，老師則依學生互問互答情形，公布幾個討論題目，讓學生小組討論，並將小組討論結果直接輸入到 Moodle 討論區中。最後，教師再依學生的回答情形給予回饋與總結。

3. 研究結果與討論

量化資料顯示學習者普遍認同「提取導向自學策略」有助於師生互動與同儕互動：

- (1) 學習成就：以 100 分為滿分，實驗組平均成績（84.05）比控制組（75.01）高 9.04 分，未達顯著水準（ $p=0.110$ ），但在延宕測驗中，實驗組平均成績（82.09）比控制組高（70.73）11.36 分，達顯著水準（ $p=0.028$ ）。顯示提取導向自學策略有助於提升學習者長期記憶。此外，課堂上的提取測驗成績大多維持與課前提取測驗成績相同，甚至更好，顯示願意參與課前預習的學生，經重複性提取測驗，能有效累積練習的效果。在進入教室後，亦能保持一定的學習成效，有助於學生融入參與課堂上的學習活動。
- (2) 學習動機：兩組學生填寫學習動機量表，以李克特 5 點量表計分，實驗組平均（3.87）比控制組（3.29）高 0.58 分，但未達顯著水準（ $p=0.081$ ）。顯示兩組學生對「網頁資料庫設計」這門課的學習動機差異不大。但在下列幾個問題上，實驗組與控制組的平均有達顯著的差異。
 - 我不可能自動自發去閱讀「網路資料庫設計」教材。（實驗組>控制組， $p=0.025$ ）
 - 閱讀過的「網路資料庫設計」教材，我願意再看一次。（實驗組>控制組， $p=0.032$ ）
 - 我真希望永遠都不用看「網路資料庫設計」教材。（實驗組<控制組， $p=0.022$ ）
 - 「網路資料庫設計」教材對我一點吸引力都沒有。（實驗組<控制組， $p=0.031$ ）
- (3) 師生互動與同儕互動：實驗組填寫使用「提取導向自學策略」的問卷，以 Likert-5 scale 計分，其中三題獲得較高的評價，分別是：1)此策略讓我有思考課前預習內容的機會（平均 3.90 分，65%正向，35%無意見，0%負向）；2)小組討論提取練習題目，提升我與同學互動的機會（平均 3.90 分，70%正向，25%無意見，5%負向）；3)透過提取練習，因為更融入課程中，我與老師的互動更多了（平均 3.85，70%正向，25%無意見，5%負向）。

質化研究部分，透過焦點團體訪談，歸納後得到正面的回饋：1)比起其他課程學習，會花較多的時間在這門課，也學得較多。2)與老師和同學的互動機會很多，感覺真的有學到東西。3)這樣的學習很有效率，希望每門課都可以如此。負面的回饋：1)不習慣課前預習，時間也有限，因為還有其他學科的學習，以及下課後有打工。2)小組有較不參與的成員，不來上課，也聯絡不到，分配的工作沒有進度，很傷腦筋。3)有些課程內容看不懂，沒有及時獲得解答，就不想再預習。

關於學生不習慣課前預習是普遍的情形，會主動預習者，通常是自我效能控制良好，自我約束能力較強者。在焦點團體訪談時學生表示，惰性是較難克服的習氣，若有給予一點壓力，會比較願意做。當詢問老師要求課前預習後要做「提取測驗」，是否會有壓力，學生回答會因此閱讀教材。不過，如果想要偷懶就會先做測驗，選擇題若有錯會去找教材查詢解答；至於問答題，因為沒有給解答，在第一次回答後就不會再閱讀教材或上網查詢找解答。即便如此，在課前能做好這些準備，比以往完全沒有課前預習的情形下，課堂上的師生互動與同儕互動情形，都有明顯的改善。

關於小組討論的分組機制，是影響合作學習效能的關鍵之一。一般來說，會採用異質分組，雖然促成了具備多元化智能與能力的小組成員，使小組容易分工與運作，卻也容易產生專擅、搭便車、裝笨等社會惰性（social loafing）。也難免會有人緣不佳的同儕，找不到願意接受的組別。其實，班級就像一個小社會，團體中各種家庭、文化、成長背景的人形形色色，遇到這樣的組員，不必太糾結與抱怨，好好規勸，若無效果再請授課教師協調。如果沒有辦法解決，也只能暫時不安排任何任務給不合作的成員，請教師個別輔導。

關於教材，選擇適合的教材是教學歷程中很重要的第一步，教材的難易度與份量要審慎的選擇。翻轉教學中「課前自學」是學生在沒有教師或助教的环境下，自行閱讀教材，因此對於學習者的背景分析相當重要，要了解學生過去曾經學習過什麼，對於學習新教材的基礎是否足夠。紙本教材是固定內容，無法隨機調整，但數位教材卻可以以紙本教材為基礎，依學生先備知識或背景，來錄製或編製數位教材，便可在動態講解過程中，適性調整或加強解說的方式。如此，較不容易發生學生看不懂的狀況。

4. 結論

翻轉教學的成效有賴課前預習與課堂活動搭配的成效，本研究提出應用提取練習效應於翻轉教學的策略，雖在短期學習成就上沒有達到顯著效果，但有助於學生長期記憶的學習成就。在學習動機上亦未達顯著差異，影響學習動機的因素並非在於使用哪一種課前自學策略。在促進師生互動上，多數學生表達透過預習及提取測驗，能較融入課堂教學活動，與老師和同儕的互動較多。大多數學生仍舊沒有課前預習的習慣，仍須在課前不斷提醒，尚可達到實驗的目的。教材的難易度也是影響學生預習意願的因素，錄製適合學生程度與背景知識的數位教材，讓學生在低負擔下完成預習，應可促進預習意願。

參考文獻

- 劉政宏、黃博聖、蘇嘉鈴、陳學志、吳有城（2010）。「國中小學習動機量表」之編製及其信、效度研究。測驗學刊，57（3），371-402。
- Aidinopoulou, V., & Sampson, D. G. (2017). An action research study from implementing the flipped classroom model in primary school history teaching and learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(1), 237-247.
- Carpenter, S.K., & Delosh, E.L. (2006). Impoverished cue support enhances subsequent retention: Support for the elaborative retrieval explanation of the testing effect. *Memory & Cognition*, 34(2), 268-276.
- Giannakos, M. N., Krogstie, J., & Chrisochoides, N. (2014). Reviewing the flipped classroom research: Reflections for computer science education. In *Proceedings of the computer science education research conference* (pp. 23-29).
- Karpicke, J.D. & Grimaldi, P.J. (2012). Retrieval-based learning: A perspective for enhancing meaningful learning. *Educational Psychology Review*, 24(3) 401-418. DOI 10.1007/s10648-012-9202-2
- Katsa, M., Sergis, S., & Sampson, D. G. (2016). Investigating the potential of the flipped classroom model in K-12 mathematics teaching and learning. In *Proceedings of the 13th international conference on cognition and exploratory learning in digital age*.
- Kornell, N., Hays, M.J., & Bjork, R.A. (2009). Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 989-998.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 4.
- Muir, T., & Geiger, V. (2016). The affordances of using a flipped classroom approach in the teaching of mathematics: A case study of a grade 10 mathematics class. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 149-171.
- Pyc, M.A., & Rawson, K.A. (2010). Why testing improves memory: Mediator effectiveness hypothesis. *Science*, 330(6002), 335.
- Reza, S., & Baig, M. I. (2015). A study of inverted classroom pedagogy in computer science teaching. *International Journal of Research Studies in Educational Technology*, 4(2), 19-30.

教师在线研讨专业化知识的认知关联研究

——基于认知网络分析

Research on Cognitive Association of Teachers' Online Discussion of Specialized Knowledge

——Based on epistemic network analysis

刘慧^{1*}, 王帆²

¹² 江苏师范大学智慧教育学院

* hui_1226@163.com

【摘要】 网络研修是教师素养提高、专业发展的重要途径，教师培训评估方式是影响培训效能的重要因素。文章运用认知网络分析法(ENA)，以TPACK框架对研修坊不同成员角色、不同表现以及研修成绩进行认知网络分析发现，高分组教师以及在研修坊表现活跃的教师TPACK知识的认知关联更为丰富，低分组则围绕PCK与PK进行反思；承担不同角色的坊主与坊员在TPACK的认知网络上具有明显差异；对于不同主题的网络研修，教师TPACK知识无明显差异。针对上述研究，文章对教师网络研修的内容及其评估方式提出建议。

【关键词】 网络研修；直播研讨；教师培训评估；认知网络分析；TPACK

Abstract: Online training is an important way to improve teachers' literacy and professional development, and teacher training evaluation methods are an important factor that affects training effectiveness. The article uses the epistemic network analysis (ENA) to conduct a cognitive network analysis of the roles, performances, and training results of different members of the workshop using the TPACK framework. It is found that the cognitive associations of TPACK knowledge between teachers in high-level groups and teachers who are active in the workshop are richer, and the low group reflects on PCK and PK; there are obvious differences in the cognitive network of TPACK between the proprietors and workshop members who assume different roles; there is no obvious difference in the TPACK knowledge of teachers for the training of different topics. In response to the above research, the article puts forward suggestions on the content and evaluation methods of teacher online training.

Keywords: online training, live seminar, teacher training evaluation, epistemic network analysis, TPACK

1. 引言

教师研修是教师学习新的教育理论、教学法知识、将理论知识运用与教学实践、提升教育质量的重要途径，对于提高教师的教学能力和学生的成绩至关重要。“互联网+教育”的发展，信息技术与教师培训融合，网络研修成为教师专业发展的优先选择。然而，教师培训的效果依赖于将专业发展内容融入日常课堂的实践，培养教师实施特定情境、技术增强教学方面的能力在专业发展中至关重要，因此，“教学直播+在线研讨”的新型研修方式给予了教师专业发展特定的情境。新时代不仅对教师培训提出了新的任务，也对教师培训效果评估方式提出了新的要求。科学的评估有助于即时信息的有效反馈，发现培训中的不足，从而改进策略，为教师专业发展带来持续的动力与活力。

本研究从当前教师网络研修的问题出发，结合新的分析工具（认知网络分析法），分析网络研修中教师TPACK知识的认知关联特征，以此反馈给研修项目与教师个人，促进培训评估的微观量化与培训效果的优化。

2. 相关研究

2.1. TPACK 理论

随着“互联网+教育”的推进，信息技术应用能力是新时代高素质教师的核心素养。TPACK 是教师有效设计实施技术增强教学所需的专业知识。该框架最早由舒尔曼 (Shulman) 提出，包含学科教学知识内容知识与教学法知识，即 PCK。美国密歇根大学学者米什拉 (Mishra) 和科勒 (Koehler) 认为教师应该开发一个更为复杂和综合的知识体系，因此其将技术知识纳入 PCK，建立了新的知识框架——整合技术的学科教学知识 (TPACK) (Koehler & Mishra, 2008)。该框架将教师知识分为七类，包括传统的教学法知识 (PK)、学科内容知识 (CK) 与学科教学知识 (PCK)，还涵盖了技术参与的整合技术的教学法知识，即 TPACK、整合技术的教学法知识 (TPK) 与整合技术的学科内容知识 (TCK)。发展后的 TPACK 框架关注技术、教学法和内容知识的相互交织，为教师的知识结构增加了一个新的技术参与视角。教育研究者将 TPACK 框架视为可评估的能力，以评估教师专业发展。Archambault (2017) 从教师专业发展视角，认为 TPACK 框架可作为网络环境中教师应具备的能力参考，以组织和指导在线学习。TPACK 框架反映了教学法、教学内容与技术三个领域的动态整合，其超越了教师技术参与教学的一般要求，更是信息化时代教师将技术融入特定学科教学的能力的集中体现。

2.2. 教师培训评估

培训效果评估是项目反馈以保证培训质量的有效途径，也是助力提升培训管理水平的有效手段。近年来，中小学教师网络培训受到国内学者的高度关注，针对教师培训评估的研究也日渐增多。目前，已有较为成熟的培训评估模型广泛被人使用，其中具有代表性的包括柯氏四级评估模型，古斯基的五层次评估模型、与厄雷的评估模型等。苏珊珊等人在柯氏评估模型基础上，将培训项目分为评估信念系统、评估思维逻辑和评估行动策略三个方面 (苏珊珊, 2012)。相关分析、多元回归分析等学习分析技术也被运用于教师培训的评估中，赵艳等对中小学教师的基本信息及培训平台的行为数据进行深入分析，并提出通过自动反馈设计以及辅导教师的指导和干预，提高中小学教师远程培训效果 (赵艳、赵蔚, 2014)。部分教育研究者对教师培训实施过程的成功并不感兴趣，其关注支持教师专业发展的要素和障碍 (Berit & Sonja, 2011)，期望得到教师主体自身的与发展的反馈，如知识的发展、行为的改变。

2.3. 认知网络分析法

近年来，认知网络分析 (Epistemic Network Analysis, ENA) 用以表征教师认知网络结构的多层次、动态化以及多维度发展的优势日渐凸显。ENA 是由美国威斯康星大学教育研究中心的 Shaffer 开发的一套分析标准，其是一种将学习者个体或群体的认知网络关系构建动态网络模型，以进行可视化表征的分析方法。该方法以认知框架理论为基础，Shaffer (2016) 认为，学习是知识和能力之间建立的连接，将这些元素之间的联系量化可以反映一个人在某个时间点或某段时间内所产生的认知。正如 Koler (2008) 认为，教学法、教学内容与技术三者并非不是孤立存在，而是相互关联、交织与作用的。因此，认知网络分析法既可以量化和表征知识网络元素间的连接结构与发生联系的元素间的关联强度，也可以表征连接的结构与强度的变化情况 (王志军, 2019)。冷静等人基于 ENA，探究在线协作写作中职前教师反思类型及元认知策略之间的关系，并追踪其反思能力轨迹 (冷静, 易玉何, 路晓旭 2020)。Gasevic 等人将 SNA 与 ENA 结合，对 MOOC 平台上的交互数据进行分析，以探讨学习者的社会网络与认知网络之间的关系 (Gasevic, 2019)。网络研修社区中，教师在线研讨的内容是教师知识的外在表现，ENA 能够多维度地表征教师知识层次的变化，尤其能够有效地弥补普通前后测方法无法反应教师动态思维的缺陷。

基于此：本研究的主要研究问题是：1.网络研修中，教师在线研讨中的 TPACK 知识类型是怎样的？2.对于不同主题的研修活动，教师 TPACK 知识的认知关联有何不同？3.不同群体间教师知识的认知网络有何差异？

3. 研究设计

3.1. 实验对象

本研究以 J 市“区域小学语文教师研修工作坊”的成员为研究对象。该坊设置 1 名学科导师，3 名坊主，114 名坊员。不同类别的成员充分发挥每一个研修主体的功能角色，针对学科教学中的普通问题或教师专业发展的现实问题，多位来自不同区域、不同学校的一线教师基于共同研修目标、研修需求，在管理者进行统领管理，在相关专家和坊主的指导和引领下进行互助式成长。

3.2. 直播研讨过程设计

在 J 市小学语文的“科学幻想类记叙文习作教学研讨”（以下简称“习作教学”主题）与“小学语文低年级段教学设计案例”（以下简称“教学设计”主题）直播研修活动中，部分学校教师参与现场直播研讨，其余该市小学语文低年级教师远程收看直播，并通过电脑或手机 APP 同步参与直播活动，积极互动交流与分享。

3.3. 数据编码框架

依据 Koehler 和 Mishra（2008）对 TPACK 的定义，对所选的数据进行编码处理，编码框架见表 1。

表 2 教师 TPACK 知识分析框架

编码	定义	理解
CK	学科内容知识	指教师教授学科内容中的概念、理论、方法和规则等知识，以及教师能够理解所教学科的课程指导纲要、课程标准和所教学科的教材内容及编排的知识。
TCK	整合技术的学科内容知识	指现代技术可以为学科知识的呈现提供新方式。各学科教师根据不同的知识采用现代技术手段帮助学生掌握特定学科领域的知识以及收集、加工和处理或设计开发所需的教学资源。
PK	教学法知识	指教师能够了解学习者的学习情况、编写合理的教学目标、选择适当的教学方法、制定教学策略与编写教案、实施课堂教学、评价学生的学习活动以及对自身的教学进行思考等。
PCK	学科教学法知识	是教师个人教学经验、学科内容知识和教与学的特殊整合。Shulman 将它视为具体学科知识的“教学转化”，教师用通俗易懂的方式阐述学科内容，帮助学生理解教学内容，能反映出教师的综合教学技能。
TK	技术知识	是教师掌握的关于技术（包括硬件和软件）的知识。
TPK	整合技术的教学法知识	教师在教学活动中选择使用适当的技术来支持教学的策略或方法。
TPACK	整合技术的学科教学知识	指学科内容、教学法和技术等三种知识要素的融合，将技术“整合”到具体学科内容教学的教学法知识当中去。

3.4. 数据分析

此参与直播研讨的教师积极参与互动，共发布 2366 条评论，两个主题的互动发帖数据中选取 500 条（“习作教学”主题）和 610 条（“教学设计”主题）作为数据源，由两名教育技术学专业研究生分别对所选数据进行编码。正式编码前，两位研究生对编码框架进行协商确认。经计算，两位研究生的编码一致性系数为 0.81，信度良好。利用在线建模平台将 ENA Webkit

来开展认知网络分析。

4. 研究结果

4.1. 全研教师认知类别与频次分布

教师知识领域的类别和频度分布如表 1 所示，TPACK 的七个知识域大部分都出现在教师的网络语篇中，但比例有所不同。学科教学法知识（PCK，554，49.9%）出现频率最高，占比近 50%；其次是一般教学法知识，所占比重较大（PK，450，40.5%）；而技术知识（TK）和整合技术的学科内容知识（TCK）等技术参与的发帖内容很少。在这两个主题的直播研修中，教师知识类型以学科教学知识和一般教学法知识为主，教师自我感知 PK、CK、PCK 知识较好，对 TK、TPACK 知识的感知较差。

表 3 全研教师认知类别与频次分布

知识类型	TK	PK	CK	TPK	TCK	PCK	TPACK
数量	39	450	295	16	8	554	5
比例	3.5%	40.5%	26.6%	1.4%	0.7%	49.9%	0.4%

4.2. 不同研修主题教师认知关联特征

上述两主题的研修教师认知特征如图 2 所示，两者间线条粗细表明两类认知行为的共现程度，线条越粗，则两者之间存在一定的联系，这些配对知识域在教师的网络话语中更为常见。教师在两个主题中呈现的认知网络特征较为相似，只是数量有所差异。参与直播研讨的教师在 CK、PCK、PK 的认知关联表现最为明显，且 PCK-CK、PCK-PK 存在一定的联系。教师在“教学设计”上的研讨蕴含着较多的 CK-PK 知识，其关注学科内容（CK）与一般教学法（PK），符合研修主题。在 TK、TPK、TCK 等认知行为方面，两个主题研修的教师均有涉及，但联系较少。目前，教师研修的反思依然是以教学法、教学内容为主，对于技术的反思较少。虽然技术已渗透于教学全过程，但教师对技术的认识界定、判断和运用反思等方面存在一定的局限性，忽略的教学设计的技术支持。

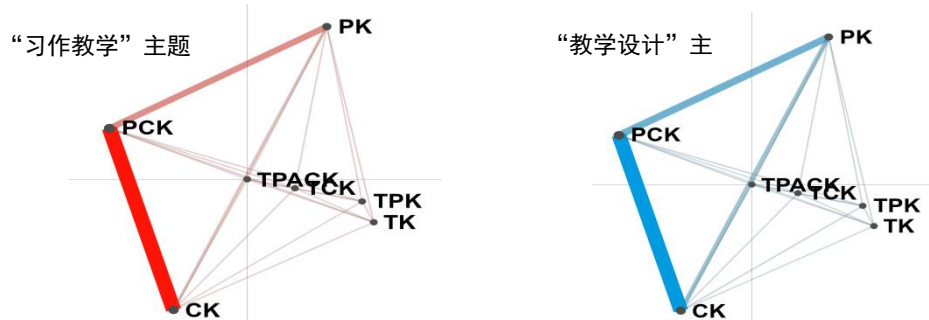


图 2 不同主题研修教师知识的认知网络特征

4.3. 坊主与成员认知关联特征

研修坊中，坊主与成员承担不同角色，坊主来源一线优秀的教师，其在教学经验或者教学能力方面表现突出，同时，坊主承担着管理员的角色，并负责解答成员的问题。如图 3 所示，研修坊坊主的互动发帖中出现 PCK-CK、PCK-PK 的联系较多，而成员的互动发帖出现 PCK-CK 较多，在 PCK-PK 上表现不多。说明两类群虽在研修过程中都能较好地进行互动，分享教学内容知识和一般教育学知识，但坊主相对于成员来说具有更强的知识迁移意识与能力。

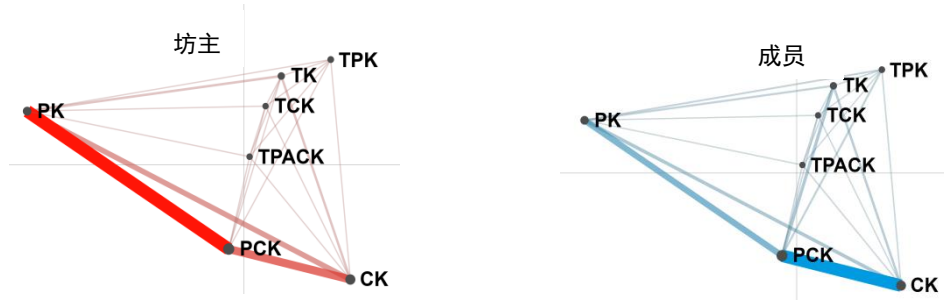


图 1 研修坊坊主与成员认知网络结构

4.4. 高、中、低分组教师认知关联特征

本研究在开展之初，对坊内教师进行前测，根据成绩将教师分为高（成绩 ≥ 90 ）、中（ $60 \leq \text{成绩} < 90$ ）、低（成绩 < 60 ）三组，以比较不同组别教师 TPACK 知识的关联特征。以“习作教学”主题为例（图 4），虽然成绩不同，但三组教师的知识关联都以 CK、PCK 为主，表明他们对学科教学内容与学科教学法知识的感知较强。三组教师在 PCK-PK、CK-PK 上具有明显差异，高分组教师在 PCK-PK、CK-PK 表现突出，此类教师关注作文的教学内容与方法，能从具体到一般，将关注点上升至一般教学法知识上。中等成绩组与低分组教师在此类知识的联系较少。在技术类知识领域，高分组教师的 TK-PCK、TK-CK 上的认知网络结构共线次数相比成绩一般组较为明显，高分组教师对融合技术的学科内容与教学法感知较强。

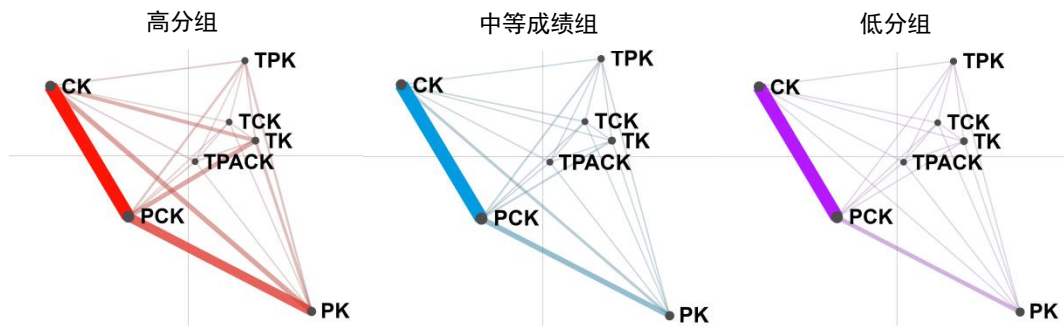


图 2 高、中、低分三组教师认知网络结构

4.4. 研修坊活跃程度认知关联特征对比

社会文化理论认为，教师积极参与协作学习社区的机会与能力被视为高品质教师发展的重要组成部分（Berit, Sonja, 2021）。在研修平台参与研修活动、互动交流、解疑答惑、提交作业等的教师可获取研修积分。根据研修积分的整体分布情况，将教师分较非常活跃（积分 > 100 ）、较活跃（ $50 < \text{积分} \leq 100$ ）和一般活跃（积分 ≤ 50 ）教师三组。积分越高，表明教师在研修坊的参与能力强，能够积极在坊内发帖求助或发表观点。三组教师在 CK-PCK 认知行为上皆表现突出（图 5），即便在研修坊中不很活跃的教师，也能够在直播研修中反思丰富、灵活的教学法知识和教学内容。研修坊获得高积分的活跃型教师，其认知网络结构更为丰富，这与研修中的行为密切相关。研修活动活跃，其与坊内外成员交互越多，所建构的知识类型与实践知识越多。且在 TPK-PK、TPK-PCK 上，活跃型教师所呈现的认知特征较为良好，这类教师不仅积极参与交互，并将所掌握的技术知识运用于教学实践中。

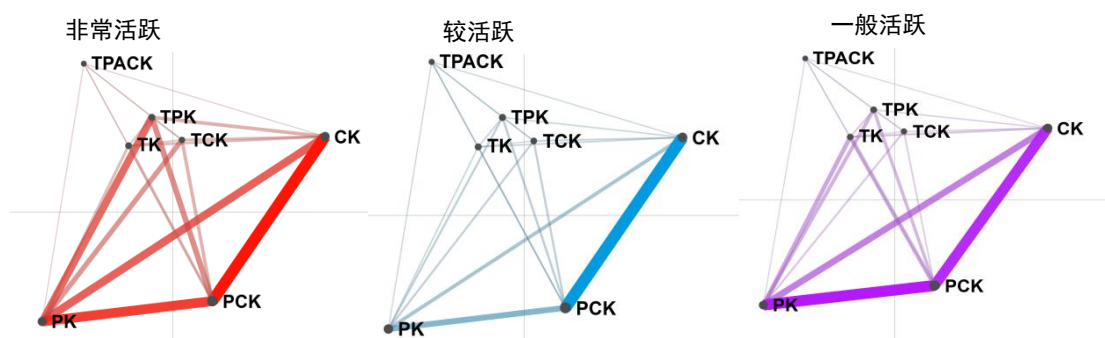


图 3 研修坊不同活跃程度教师认知网络结构

5. 结论与建议

5.1. 教学法知识是教师在线研讨的核心

分析显示，参训教师在观看直播课堂的时在线研讨主要围绕学科教学法知识（PCK）和一般教学法（PK）知识展开，且各维度认知网络分析显示，教师在 PCK-PK、PK-PCK 联系紧密，而在技术参与的维度上，联系较少。这与教师的在线研讨与反思依赖于物理和社会环境中的特定学习社区，且与教师日常课堂实践、知识的分布性质有关。“作为学习者的教师，在直播研讨与我那诸多网络研修中的交流是在虚拟环境中借助技术工具实现的。同时，“互联网+教育”的发展使整合技术的学科教学知识的意义更加凸显，这对教师的技术知识掌握与运用提出了更大的挑战。因此，研修活动要扎根教师内在需求，加强整合技术的教学法知识研修，而非单纯的进行技术知识的培训（吴林静，张少帅，刘清堂，2020）。

5.2. 教师 TPACK 知识的认知关联水平较低

TPACK 知识涉及技术、内容和教学法的复杂集成。从频次上看，教师在线研讨所体现的知识虽覆盖 TPACK 七个类型，而在要素间的关联程度上处于劣势，整体水平较低，更多表现在 PCK-CK-PK 上，而在与技术参与的 TK、TPK 与 TCK 知识的认知关联较少。这与教师的认知基础、使用技术媒体的熟练程度有关。尽管技术已进入课堂，对教师实践产生了巨大变化，教师思想与认知却尚未快速随之转变。教师在理解内容、学习知识与提高解决问题能力的同时，也要有效地利用技术在教学实践中创设更真实的虚拟学习环境或体验（赵晓伟，2019），并关注技术应用、教学法和内容知识如何相互交织。

5.3. 不同群体间教师的认知网络存在差异

坊主与成员、成绩不同的教师群体，其知识的认知关联特征有所不同，来自一线优秀群体、承担解惑任务的坊主具有更强的知识迁移意识与能力。这与一项关于支持教师专业发展的研究结论相同，即经验丰富、水平较高与知识运用能力较高的教师更善于把握与课堂实践明确相关的科学方法（Berit, Sonja, 2021）。研修坊活跃教师的认知网络结构更为丰富表明，活跃教师在群体互动中的知识建构效果更为突出，TPACK 知识各维度分布较为均衡。因此，在研修活动的实施中，要注重开展“自由”加“引领”双向联合的学习活动，借助网络研修平台独特的功能，创设自由的网络发言环境，维护好人际心理相容与沟通的氛围。对部分教师制定引领任务，能够发挥群体动力作用，即能够在有效克服网络研修中的学习倦怠问题、保障参与的过程完整的同时，加强对碎片化知识的总结与凝练，提升参训教师的讨论积极性，实现研修效果优化。

5.4. ENA 为教师培训评估提供了重要参考

教师培训不是对教师知识技能提升的短暂性介入，而是要努力使教师在认知水平、教育行为、实践能力、专业素养等方面直接获益与持续改变，以至于教育生态发生变化。大数据时代，网络技术平台、数据采集工具等实现数据的有效利用。目前，诸多评估理论与模型注

重教师培训期间知识的习得与对课程的满意度，如基于问卷问卷调查对培训效果进行判断，这些往往忽视了教师在研修过程中的动态变化，难以及时诊断研修过程，造成评估滞后，基于真实数据的评估将有助于落实发展性测评（闫寒冰，2019），网络研修的优势之一在于整个过程产生大量的可收集的动态数据，这些数据很大程度上能够判断教师的反思方向以及其对信息技术应用能力的描绘与发展状况。本研究的研究分析表明，认知网络分析（ENA）适用于衡量更为细致具体的教师专业发展内容，可作为信效度较高的评估工具，以促进培训效能的持续跟踪与科学反馈。

参考文献

- 冷静、易玉何和路晓旭(2020)。职前教师协作写作中反思能力发展轨迹研究——基于认知网络分析法。《中国电化教育》，(03):93-99。
- 苏姗姗和董小平(2012)。“国培计划”项目质量评估模式构建。《中国教育学刊》，(03):71-74。
- 王志军和杨阳(2019)。认知网络分析法及其应用案例分析。《电化教育研究》，40(06):27-34+57。
- 闫寒冰、苗冬玲、单俊豪、魏非和任友群(2019)。“互联网+”时代教师信息技术能力培训的方向与路径。《中国远程教育》，(01):1-8。
- 张思、邓露、邓伟、夏丹和上超望(2020)。网络研修社区中教师对话反思的认知网络分析——以语文“齐心协力教师工作坊”为例。《电化教育研究》，41(07):42-47。
- 赵晓伟和沈书生(2019)。在线教育中教师 TPACK 塔式认知层次构建策略。《现代远距离教育》，(3),49-55。
- 赵艳、赵蔚、姜强(2014)。基于学习分析技术的中小学教师远程培训效果影响因素实证研究。《中国电化教育》，(9),132-138。
- Dragan Gašević, Srećko Joksimović, Brendan R. Eagan & David Williamson Shaffer. (2019). SENS: Network analytics to combine social and cognitive perspectives of collaborative learning. *Computers in Human Behavior*. 92.
- Haug Berit S., Mork Sonja M. (2021). Taking 21st century skills from vision to classroom: What teachers highlight as supportive professional development in the light of new demands from educational reforms. *Teaching and Teacher Education*, 2021, 100.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2008). Introducing TPACK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds), *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3–29). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Matthew J. Koehler, Punya Mishra, Kurnia Yahya (2015). Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers & Education*, 49(3).
- Medha Dalal, Leanna Archambault & Catharyn Shelton. (2017). Professional Development for International Teachers: Examining TPACK and Technology Integration Decision Making. *Journal of Research on Technology in Education*, 3-4.
- Shaffer D W, Collier W, Ruis A R (2016). A tutorial on epistemic network analysis: analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. *Journal of learning analytics*, 3 (3):9-45.

我國高校青年教師專業發展研究述評

A review of the research on the professional development of young college teachers in China

杜銀詩¹，李興隆^{2*}

¹ 北京師範大學數學科學學院

² 北京師範大學教育技術學院

* Vickydu999@163.com

【摘要】隨著我國高等教育的發展，青年教師越來越成為高校教師的主力軍，青年教師的專業發展越來越影響我國高等教育的品質，關注和研究高校青年教師的發展就是關注我國高等教育的未來。本文運用 citespace 通過對我國核心期刊資料庫 SCI、EI、北大核心、CSSCI、CSCD 中關於高校青年教師專業發展的 106 篇文獻的研究發現以下問題：1.我國關於高校青年教師專業發展問題的研究在一定範圍內有逐年增加的趨勢；2.對於高校青年教師這一概念尚未有明確的界定；3.在高校青年教師這一主題下我國的研究者缺乏合作意識等。

【關鍵字】青年教師；高校；專業發展；教學能力

Abstract : With the development of China's higher education, young teachers are becoming the main force of university teachers. The professional development of young teachers is increasingly affecting the quality of China's higher education. To pay attention to and study the development of young teachers in universities is to pay attention to the future of China's higher education. This paper uses CiteSpace to study 106 articles about the professional development of young teachers in Colleges and universities in China's core journal database SCI, EI, Peking University core, CSSCI and CSCD, and finds the following problems: 1. The research on the professional development of young teachers in Colleges and universities in China is increasing year by year in a certain range; 2. The concept of young teachers in Colleges and universities has not been clearly defined; 3 Under the theme of young teachers in Colleges and universities, the researchers in our country lack the sense of cooperation.

Keywords: young teachers; colleges and universities; professional development; teaching ability

1. 問題提出

青年教師是我國高校教師隊伍和教學的主力，其發展直接影響著我高校教學和人才培養的品質（宋陽，2020）分析表明，各類型高校的青年教師都存在專業發展上問題。本文將對來自於 CNKI 的期刊文獻進行分析，概括我國高校青年教師專業發展面臨的困境，並結合對文獻的分析，給出解決策略。

2. 研究工具及資料來源

2.1. 研究工具

本研究採用視覺化文獻分析軟體 citespace 作為研究工具；citespace 是利用視覺化方法、文獻計量學法和資料採擷演算法集成的基本原理，繪製視覺化圖譜、建立節點之間的關聯來分析研究對象之間的共現關係與共引關係（苗&張，2018）。

2.2. 資料來源

在 CNKI 內使用“高級檢索”，限定為學術期刊，檢索主題關鍵字為：青年教師*高校*專業發展，選取的資料庫為 SCI、EI、北大核心、CSSCI、CSCD。經手動篩選後共檢索到 106 篇期刊文章，並將 106 篇文獻導入到 citespace 進行資料分析。

3. 核心概念界定

3.1. 高校青年教師

對於“高校青年教師”，學術界尚未有統一的界定，有研究者認為高校青年教師是 45 歲（不含）以下的專任教師，並且相關統計顯示 45 歲（不含）以下專任教師在高校占 70% 以上（雷）；也有研究者認為高校青年教師是 35 歲以下的教師。

3.2. 教師專業發展

《高校青年教師教學發展論》認為高校青年教師發展包括學科專業發展、教學專業化發展、組織專業化發展和教師個人專業化發展四個維度（宋，2020）。對高校青年教師的專業發展，張劍認為高校青年教師的專業發展是指青年初任教師以履行教學、科研與社會服務的職能為目的，通過多種活動優化專業知識、提高技能、更新專業觀念的過程（張，2017）。

4. 結果與述評

4.1. 基本情況統計

4.1.1. 高產機構及核心作者群

筆者運行 CiteSpace，設置時間跨度為 2002-2021，時間切片為 1year，節點類型為作者，其他參數默認。在所有此領域發文的作者中李春梅、張弘等九人的節點較大，節點數越大表示其發文量越多，由此說明這幾名作者在我國高校教師專業發展領域中發文量較多、學術科研能力較強。而由圖中看到節點間的聯繫很少，而節點間的聯繫表示作者間的合作關係，由此可知各教師之間的相關研究還是以“單打獨鬥”為主，在未來的研究中有待加強合作意識。



圖 1 作者合作圖譜

4.1.2. 研究熱點及關鍵字

4.1.2.1. 關鍵字共現網路知識圖譜分析

研究熱點反映研究領域的研究重點及方向，對深入瞭解領域的研究內容十分重要。本文

通過關鍵字聚類分析的方法對我國高校教師專業發展的研究熱點進行分析，以探求我國高校教師專業發展的研究熱點主題。

圖 2 中一共形成了 203 個節點、387 條連線，其中各條連線表示關鍵字之間的聯結共現關係。在該關鍵字共現圖譜中，節點的大小表現了該關鍵字出現頻次的，節點越大，表示該關鍵字出現的頻次越高。如圖 2 所示，各關鍵節點與其他節點連線非常繁瑣，就是因為關鍵詞數量較多，因此圖譜中的連線比較密集。



圖 2 我國高校教師專業發展的關鍵字共現網路知識圖譜

4.1.2.2. 關鍵字共現網路聚類表分析

表 1 關鍵字共現網路聚類表

聚類號	聚類大小	Top Terms(LSI)
0	37	高校青年教師; 科研成果; 學校目標定位; 科研能力; 個人職業發展;
1	37	青年教師; 教學能力; 評價體系; 影響因素; 生態環境;
2	23	教師專業發展; 實現路徑; 開放大學; 終身教育; 師資建設;
3	19	新入職教師; 工作壓力; 教學督導; 人才隊伍建設; 實證研究; 青年教師;
4	14	教師發展; 高職院校; 教學團隊; 質性研究; 教師需求;
5	12	高校教師; 青年初任教師; 教師專業發展; 生態學; 環境分析
6	11	地方高校; 外語專業; 教師專業化; 青年教師; 教育教學能力;

對聚類中的關鍵字進行分析發現，各聚類研究內容存在相互交叉現象，因此可以將我國高校教師專業發展研究歸納為“評價體系”“教學能力”2 個主題領域，詳述如下：(1)“評價體系”研究主題。評價體系用來評價教師的教學能力，對高校青年教師教學能力評價的指標有：教學認知、實施、監控、反思、終身學習能力等（張、紀&周，2009）。未來應豐富對教師的評價維度，不局限在教學和科研兩方面，在師生關係、文化建設等進行拓展。(2)“教學能力”研究主題。即教師專業能力——教師在從事教育教學活動中形成並表現出來的能力，直接影

響教學效果，具有職業特點，反映教師在教育情景中的行為模式（黃&郭，2013）。

4.2. 研究方法與研究特點

在研究方法上，量化研究較少，大多屬於質性研究。在未來的研究中，可適當向量化研究靠攏。在研究內容上，關於高校青年教師的內容比較豐富，有基於不同學科、不同地域和生態環境等。在未來的研究中應根據不同類型的高校青年教師，繼續豐富研究內容。

5. 建議

筆者通過對我國高校青年教師專業發展的文獻進行分析後發現：一方面高校青年教師難以承受起高校的科研壓力，另一方面高校要發展、科研要進步就要求青年教師有較好的科研能力——學術研究自始自終是高校平衡內部和外部並取得發展的根本（楊，戢&李，2020），應在二者中間尋找一個適度的平衡點。其次，對於“高校青年教師”這一研究主體，未來的研究應強化概念界定的探究，方便在研究中使研究物件具體化，讓研究更加精確。最後，各地區、高校的研究者們應該加強合作意識，形成研究合力，促進我國高等教育的發展與繁榮。

參考文獻

- 雷煒（2018）。高校青年教師專業發展特徵、現狀及策略[J]。教育理論與實踐, v.38, No.659(24):41-43。
- 劉娜（2013）。地方高校外語專業青年教師專業化探析[J]。中國成人教育, (21):137-140。
- 劉小丹和李曉菁（2008）。高校青年教師專業化發展途徑初探[J]。當代教育科學, (11):40-41。
- 黃正夫和郭平（2013）。教師專業能力體系研究——基於國家教師教育課程標準[J]。內蒙古師範大學學報:教育科學版, 026(004):64-66。
- 苗小燕和張沖（2018）。大中小學德育一體化研究的熱點與發展趨勢——基於 CNKI 資料庫的 CITESPACE 分析[J]。中國特殊教育, (08):85-90。
- 宋陽（2020）。新時期高校青年教師教學發展的現狀與改革策略——評《高校青年教師教學發展論》[J]。教育發展研究, 40(01):2。
- 王坤慶（2011）。淺談大學教師專業發展[J]。中國高等教育, 000(020):51-52。
- 楊秀芹、戢銳和李婷（2020）。高校青年教師學術生態:危機與平衡[J]。當代教育科學, (2):37-42。
- 張大良、紀志成和周萍（2009）。高校青年教師教學能力的評價體系與影響因素研究[J]。貴州社會科學, (09):91-96。
- 張劍（2017）。生態學視閥下的高校青年初任教師專業發展環境研究[J]。國家教育行政學院學報, (10)。

教师信息技术应用能力提升的困境和实施策略研究

A Study on the dilemma and implementation strategy of teachers' ICT Competency

江风¹, 杨俊锋^{2*}

¹ 杭州师范大学教育学院

² 杭州师范大学教育学院

* yjf@hznu.edu.cn

【摘要】后疫情时代对教师信息技术应用能力提出较高要求。通过问卷调查与调研访谈分析教师信息技术应用能力提升的困境，发现教师意识态度较为薄弱，资源获取能力相对欠缺，虽然教师利用信息技术开展自主学习和课堂教学的能力较高，但不同年龄段、教龄和学历上教师的信息技术应用能力存在差异。基于此从教师学习方式、机构培训模式、学校资源平台方面给出提升建议：从技能获取式转变为技能应用式的学习方式、从经验支持到数据驱动的精准化培训模式、从“资源迷航”到“极简拿来即用”的资源供给方式。

【关键词】信息技术应用能力；教师专业发展；实施策略

Abstract: In the post-epidemic era, higher requirements are put forward for teachers' ability to apply information technology. Through questionnaire survey and research interview, the paper analyzes the difficulty of teachers' information technology application ability, and finds that teachers' consciousness attitude is weak and their resource acquisition ability is relatively lacking, although teachers' ability to use information technology to carry out independent learning and classroom teaching is high, there are differences in teachers' information technology application ability at different ages, teaching age and academic qualifications. Based on this, we give suggestions for upgrading from teacher learning mode, institutional training mode and school resource platform: from skill acquisition to skill application learning, from experience support to data-driven precision training mode, from "resource lost" to "extremely simplified ready-to-use" resource supply.

Keywords: The application of ICT, the professional development of teachers, the implementation strategy

1. 引言

2019 年教育部发布了《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》，重视对校长信息化领导力、教师信息化教学能力、培训团队信息化指导能力的提升效果，突破学技术到用技术再至创技术的发展。（教育部，2019）总体目标简称为“三提升两推进一形成”，相较于提升工程 1.0 对象上转变由教师个体学习到学校整体应用，突出对以数据驱动进行精准教学测评的重视度。基于课堂以及注重创新，达到信息技术在“教学研”三个方面的“所学为所用”的目的。

通过前期准备阶段的专家团队调研工作，对各所学校调研过程中当前信息技术应用现状以及需求问题整理分析。总结包括：技术的低阶运用向高阶转变过程难，资源准备路径少、质量不精，软硬件支持性差，“老”教师（指教龄在 40 以上的教师群体）对信息技术应用持保

守态度、技术与课堂整合创新能力偏弱，学科之间的差异使得技术的推广应用需个性化和针对性（张屹、康玥媛和梁茜，2020）。基于此提出研究问题（1）教师信息技术应用能力的现状，教师信息技术应用能力在各个维度上的差异情况？（2）分析教师信息技术应用能力提升的瓶颈提出实施策略。此外，结合调研实证数据分析能清晰地了解当前中小学教师的信息技术应用能力现状如何，并从中窥见学校间、教师各个方面上存在的差异并剖析其成因，为教师信息技术应用能力提升提供意见，同时帮助教师从关注自身的教学实践和意识态度上反思作为出发点促进教师信息化能力的发展。

2. 教师信息技术应用能力国内外研究现状

祝智庭提出信息技术应用能力是中小学教师利用信息技术促进工作效能、提高学生学习效果和支撑自身可持续发展的能力焦建利认为中小学教师的信息技术应用能力包含两个方面即教师的基本信息素养、教师将信息技术与日常教育教学活动和自身专业发展有机融合的能力。青认为教师信息技术应用能力的指向是使教师在教学活动中有效地应用信息技术，解决教学问题，提升学生学习质量。本研究信息技术应用能力是教师能够在现代教学理论指导下，利用信息与传播技术通过教学设计、教学实施和教学评价等方式，促进学生学习方式转变和学生信息素养提升过程中对学习资源和学习环境的综合利用水平；教师能在实践教学中利用信息技术提升教学质量，增加学生学习效果，并不断提升自身技术素养、促进专业持续发展的一种综合能力。包括信息化教学迁移能力、信息化教学融合能力、信息化教学交往能力、信息化教学评价能力、信息化协作教学能力、促进学生信息化学习能力。

2.1. 教师信息技术应用能力国内外标准

国内外已有较多与教师信息技术应用能力有关的标准，其中国外的标准有：美国国际教育技术协会于1993年、1997年、2001年和2008年分别发布了《面向教师的美国国家教育技术标准》（NETS-T）。2017年发布了最新版《教育者标准》，2012年美国还发布了《AECT标准》。联合国教科文组织UNESCO在2011年发布的《教师信息和通信技术能力框架》。澳大利亚2011年颁布《国家教师专业标准》包括了纵向（教师专业发展阶段）和横向（七项内容标准）两个维度。英国教师能力标准有1998年版《ICT标准》、2010年版《21世纪教师手册》教师能力标准和《21世纪教师手册》ICT应用能力标准，标准在主体、关注重点和应用范围上有一些拓展和修改。韩国教育人力资源部2001年制定了《教师ICT应用能力标准》（ISST）为不同角色制定所在岗位所需要的ICT应用能力。经济合作与发展组织OECD在2018年发布了TALIS 2018《信息技术能力框架》。

国内的标准主要有：2004年12月15日教育部印发《中小学教师教育技术能力标准（试行）》，该标准对中小学教学人员、中小学管理人员和中小学技术支持人员的信心技术应用能力从四个维度即意识与态度、知识与技能、应用与创新和社会责任作了阐述。这是我国颁布的第一个中小学教师专业能力标准。2014年教育部印发了《中小学教师信息技术应用能力培训课程标准（试行）》和《中小学教师信息技术应用能力标准（试行）》，该标准包含技术素养、计划与准备、组织与管理、评估与诊断、学习与发展五个部分，细分为45个指标。由此可见，我国逐渐重视技术在教育教学方面的应用，进一步凸显了教师作为主力军的作用，教师信息技术应用能力相关标准的制定为后续研究提供了较好的理论基础。

2.2. 教师信息技术应用能力框架

除了标准的发布外，还有与教师信息技术应用能力相关的框架模型研究。闫寒冰等构建了师范生信息技术应用能力模型，赵建华等在ICDT模型的基础还设计了教师信息技术应用

能力发展指标。刘家亮等通过对有关教师信息技术应用能力标准维度对比得到了 7D4L 分析框架，并探索了不同阶段教师信息技术应用能力发展的主要影响因素。王永军基于 SMAR 模型和 3E 框架，以及 ISTE 的 2017 版《教育者标准》构建了中小学教师信息技术创新应用能力框架。在框架研究的基础上为教师信息技术应用能力问卷设计所形成的研究维度上提供参考，使问卷更具有合理性和针对性。

3. 调查与数据分析

3.1. 调研样本情况

基于“教师信息技术应用能力提升工程 2.0”的调研背景，利用问卷星工具完成问卷的发放和回收过程，共回收问卷为 4665 份，回收率 100%，其中剔除学校名称填写有误与时间过短的问卷 23 份后得到的有效问卷有 4642 份，有效率为 99.5%。本研究的数据来源于 Z 省 H 市不同区小学、初中和高中学校的教师信息技术应用能力的调查，实际上仅选取了 X 区 11 所学校的教师问卷数据实施问卷的信效度检验，以及对调查数据的分析。对所调查学校的基本特征统计如下表 1 所示。学校大多处于地市级或以上的城市或区县城，且学校层次上主要分布于小学与初中。

表 4 所调查学校的基本情况

变量	选项	频率	百分比	平均值	标准差
学校所在区域	地市级或以上城市	527	52.4%	1.72	0.868
	区或县城	256	25.5%		
	乡镇	194	19.3%		
	农村	28	2.8%		
学校层次	小学	471	46.9%	2.53	0.503
	初中	532	52.9%		
	高中	1	0.13%		

此外，教师所处的教学环境在调查后发现，当前教学环境仍是传统教室环境的仅占 16.7%，拥有电子白板等交互环境的占 80.7%，70.3%的教师所处的教室环境都不是简易多媒体教学环境。由此可见教师的信息技术应用能力在硬件环境下已得到了较大支持和保障。

表 5 教师所处的教室环境情况

教室环境	频率	百分比
非传统教室环境	837	83.3%
传统教室环境	168	16.7%
非简易多媒体环境	707	70.3%
简易多媒体环境	298	29.7%
非电子白板等交互环境	194	19.3%
电子白板等交互环境	811	80.7%
非网络教学环境	557	55.4%
网络教学环境	448	44.6%

所调研的 981 名中小学教师中 78.2%是女性，21.8%是男性；其中教师的年龄段较为集中在 20-30 岁之间，学历上以“本科”居多占比为 82.8%。教师们的教龄大多为 1-5 年和 6-15 年、16-25 年。职称主要为小教（中教）一级，可见当前中小学教师群体中的“青年型”教师数量

上较多，教师的学历也普遍提升为本科，职称为小教（中教）一、二级的教师接近 80%。

表 6 所调查的中小学教师基本特征

变量	选项	频率	百分比	平均值	标准差
性别	男	219	21.8%	1.78	0.413
	女	786	78.2%		
年龄段	20-30	368	36.6%	2.04	0.965
	31-40	303	30.1%		
	41-50	256	25.5%		
	50 以上	78	7.8%		
	大专	14	1.4%		
学历	本科	842	83.8%	2.13	0.380
	硕士	149	14.8%		
	1-5 年	296	29.5%		
教龄	6 年-15 年	315	31.3%	2.29	1.094
	16 年-25 年	212	21.1%		
	26 年-35 年	172	17.1%		
	36 年以上	10	1.0%		
职称	小教（中教）高级	144	14.3%	2.32	0.768
	小教（中教）一级	440	43.8%		
	小教（中教）二级	378	37.6%		
	小教（中教）三级	43	4.3%		

3.2. 问卷的设计与发放

本研究以教育部于 2014 年印发《中小学教师信息技术应用能力标准（试行）》和 2019 年《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》为依托，根据闫寒冰等开发的师范生信息技术应用能力测评工具并在次基础上对问卷内容做了适当地修改调整，最后编制了《提升工程 2.0 教师信息技术应用能力调查问卷》。问卷划分为两个部分，包括基本信息调查（学校情况、教师基本信息）和教师信息技术应用能力调查，共 52 道题目。

问卷内容上按照基础技术素养、技术支持教学和技术支持学习三个方面再细化为九个维度即：意识态度、技术环境、信息责任、自主学习、交流协作、研究创新、过程设计、资源准备、实践储备。采用里克特五级量表的形式，分为“很符合、比较符合、一般、不太符合、很不符合”五个等级。测量使用“问卷星”工具施测的方式进行网上填报。使用提升工程 2.0 教师信息技术应用能力调查问卷对不同学校、不同地区教师信息技术应用能力现状进行调查。本研究在采集数据后使用 Excel 和 SPSS 26.0 软件实现数据统计与分析过程。

3.3. 量表信效度分析

量表的整体一致性系数为 $\alpha=0.988$ ，验证了本问卷具有较高的内部一致性信度。量表各个维度的 Cronbach's Alpha 如表 3 所示，研究创新维度上最高达到 0.979，技术环境和信息责任最低为 0.935，说明该量表具有较好的内部一致性与可靠度。

通过专家调查法保证了量表的内容效度，首先采用探索性因子分析方法得到 KMO 值为 0.981 大于 0.7，Bartlett 球形检验的卡方的显著性 $\text{sig}=0.000$ 小于 0.05，因此认为本问卷题项间具有共同因素存在，则问卷结构效度良好。

表 7 量表各维度的 Cronbach's Alpha 值

维度	项数	克隆巴赫系数 Alpha
----	----	--------------

意识态度	3	0.963
技术环境	5	0.935
信息责任	5	0.935
自主学习	3	0.948
交流协作	3	0.956
研究创新	4	0.979
资源准备	5	0.968
过程设计	5	0.978
实践储备	5	0.978

3.4. 数据分析结果

教师的信息技术应用能力整体处于较高水平均值 $M=197.87$ ，在信息技术应用能力的三个维度上技术支持的教得分最高($M = 90.45$)，其次为技术支持的学($M = 64.81$)，基础技术素养最低($M = 42.60$)，说明所调研教师的整体在技术支持的教的维度上表现优于技术支持的学和基础技术素养，标准差上教师的基础技术素养的个体间差异最小。

表 5 教师信息技术应用能力各个维度分析

维度	ICT 能力	基础技术素养	技术支持的学	技术支持的教
平均值	197.87	42.60	64.81	90.45
标准差	41.850	8.692	14.224	20.331

3.4.1. 年龄段上的比较分析

采用单因素方差分析和事后比较的方法对不同年龄段的教师进行分析，按照教师的年龄划分为 20-30 岁、31-40 岁、41-50 岁、50 岁以上四个阶段，其中教师信息技术应用能力 20-30 岁最佳，其次为 31-40 岁年龄的教师。在基础技术素养上 20-30 年龄段的教师优于其他年龄段的教师，分析可能是由于技术与课堂融合的运用上较年轻的教师所接触和尝试得更多，以及大多数年轻教师们在学校期间学习与信息技术有关课程如师范类现代教育技术课程，一定程度上增加了与信息技术相关知识与实践经验的积累量。同时在各个维度上不同年龄段的教师都存在差异 ($p=0.000<0.05$)，20-30 岁与 31-40 岁年龄段的教师优于 41 岁以上的教师，这可能受到教师参加相关培训活动的频次以及教师自身动机的影响。

表 6 不同年龄段教师在各个维度上的差异分析

维度	年龄段	N	Mean	SD	F	sig	双重比较
ICT 能力	20-30	368	209.84	43.666	24.878	0.000	
	31-40	303	199.02	38.336			
	41-50	256	184.70	39.849			
	50 以上	78	180.15	33.791			1>2，
基础技术素养	20-30	368	44.71	9.472	17.863	0.000	1>3，
	31-40	303	42.87	8.172			1>4，
	41-50	256	40.20	7.751			2>3，
	50 以上	78	39.56	6.829			2>4
技术支持的学	20-30	368	68.74	14.577	22.615	0.000	
	31-40	303	65.12	13.242			
	41-50	256	60.46	13.838			

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

	50 以上	78	59.32	11.667		
	20-30	368	96.39	20.694		
技术支持的教	31-40	303	91.02	18.681	26.185	0.000
	41-50	256	84.04	19.730		
	50 以上	78	81.27	17.281		

1 表示 20-30 岁；2 表示 31-40 岁，3 表示 41-50 岁，4 表示 50 岁以上。

3.4.2. 性别上比较分析

利用独立样本 T 检验的方法，分析出教师的性别在信息技术应用能力及三个维度上不存在显著性差异 ($p>0.05$)。其中女教师在各个维度上的均值 ($M = 198.04$) 相较于男教师的均值 ($M = 197.23$) 高，这表明女教师的信息技术应用能力和其他各个维度上的能力都优于男教师。

3.4.3. 学历上的比较分析

进一步对教师信息技术应用能力以及三个维度作差异分析比较，得到在基础技术素养和技术支持的教两个方面存在差异（拥有硕士学历的教师优于本科、大专学历的教师），双重比较后发现：基础技术素养上拥有硕士学历的教师较好，这可能与拥有硕士学历的教师任职学校的硬件建设情况和该类教师的知识储备量等有一定联系。技术支持的教方面按照以下顺序进行递减分别是硕士、本科、大专。

表 8 各个维度在学历上的差异分析

维度	学历	N	Mean	SD	Sig	双重比较
ICT 能力	大专	14	178.29	24.44	0.02	1<2,1<3
	本科	842	196.95	42.48		
	硕士	149	204.89	38.51		
基础技术素养	大专	14	38.57	8.22	0.03	1<3,2<3
	本科	842	42.42	8.72		
	硕士	149	44.01	8.41		
技术支持的学	大专	14	60.00	8.90	0.09	/
	本科	842	64.53	14.48		
	硕士	149	66.82	12.94		
技术支持的教	大专	14	79.71	11.82	0.01	1<2<3
	本科	842	89.99	20.70		
	硕士	149	94.06	18.21		

双重比较中：1 表示大专；2 表示本科；3 表示硕士

3.4.4. 教师教龄上的比较分析

从整体上看，教师信息技术应用能力随着教师教龄的增长而呈现渐弱的趋势。将基础技术素养、技术支持的学和技术支持的教三方面分别以教龄段划分后进行单因素方差分析后的结果表明，不同教龄段的教师在信息技术应用能力和各个维度上的均值差异在统计学上显著 (ICT 能力： $F = 18.949$ ， $p < 0.001$ ；基础技术素养： $F = 13.791$ ， $p < 0.001$ ；技术支持的学： $F = 17.999$ ， $p < 0.001$ ；技术支持的教： $F = 19.357$ ， $p < 0.001$)。

单因素方差事后比较检验结果表明，教龄为 1-5 年(含不满一年)($M = 209.92$ ， $SD = 44.12$) 和 36 年以上($M = 208.2$ ， $SD = 33.839$) 的教师的信息技术应用能力较好，均值分别位居第一和第二，且彼此之间不存在显著差异 ($p = 0.895$)。该两个教龄段的教师在基础技术素养、技术支持的学和技术支持的教三个方面的平均值都高于其他三个教龄段的教师。Piret Luik 研究

了职前教师和职后教师在 TPACK 框架及各个方面的关注度，发现职后教师对不同维度重视程度的变化(Luik, Taimalu, & Laane, 2019)。分析不同教龄教师间的信息技术应用能力差异成因可能是教龄较大的教师（尤其 36 年以上教龄教师）已拥有丰富的教学经验实现“转识成智”，即生成智慧从对教学知识 PK 和学科知识 CK 的关注拓展为对技术知识以及由三个子元素混合形成的复合元素的关注。

表 9 不同教龄之间信息技术应用能力的差异分析

维度	教龄	N	Mean	SD	F	显著性
ICT 能力	1-5 年	296	209.92	44.120	18.949	0.000
	6 年-15 年	315	201.88	39.545		
	16 年-25 年	212	189.89	37.804		
	26 年-35 年	172	179.00	38.801		
	36 年以上	10	208.20	33.839		
基础技术素养	1-5 年	296	44.81	9.538	13.791	0.000
	6 年-15 年	315	43.31	8.467		
	16 年-25 年	212	41.08	7.221		
	26 年-35 年	172	39.31	8.063		
	36 年以上	10	43.80	6.828		
技术支持的学	1-5 年	296	68.72	14.704	17.999	0.000
	6 年-15 年	315	66.18	13.513		
	16 年-25 年	212	62.05	13.457		
	26 年-35 年	172	58.63	13.113		
	36 年以上	10	70.70	9.262		
技术支持的教	1-5 年	296	96.39	20.739	19.357	0.000
	6 年-15 年	315	92.39	19.363		
	16 年-25 年	212	86.75	18.774		
	26 年-35 年	172	81.05	19.136		
	36 年以上	10	93.70	19.956		

4. 研究结论与信息技术应用能力提升实施策略

教师向专业化方向发展不仅受到教师个人所应具备的专业化发展意识影响，还包括教师是否能认识对自身专业能力不足，学校和发布的相关政策作为外因也会影响教师专业发展。当前教师的信息技术应用能力在提升工程 1.0 的基础上得到普遍提升，学校层面在软硬件设施建设上的支持也为教师们在信息技术与教学融合中有了“敢用-会用-花式用”的变化。通过现状调查教师们利用信息技术实现个人学习和课堂教学的能力较高，在不同年龄段、不同教龄和学历上教师们之间仍存在差异，从教师个人学习方式、机构组织培训模式、学校资源路径建设方面为教师的信息技术应用能力给出提升建议。一是技能获取式转变为技能应用式的学习方式，二是经验支持到数据分析后的精准化培训模式，促使 TPACK 渗透到真实的教育情境中。三是为教师提供实现“拿来即用”与“极简化的教学资源路径，教师通过技术手段获得教育资源又反哺个人获得资源的途径。

4.1. 教师学习方式：技能获取式转变为技能应用式的学习方式

受培训的教师们在参加教师相关培训时，往往习惯于技能获取式的学习即参与了培训获得该项技能，较少在培训过程中或结束后思考如何将技能应用与课堂教学，培训学习与应用

实践的时间间隔过长等情况,使得培训逐渐成为“走过场”难有真正地实效。教师们在培训时学习方式转变为技能应用式的学习,尝试应用培训获得的技能或知识来解决真实教育情境中出现过的教学问题,通过与专家、优秀教师沟通等方式促进自身专业能力成长。根据科勒(Matthew J·Koehler)和米斯拉(Punya Mishra)的TPACK模型,针对青年型和较高教龄的教师形成互补学习模式,青年教师在技术学习方面的独特优势可多与较高教龄教师对接,较高教龄教师通过将自身积累的实践经验智慧与学科教学技巧“再接力”给青年教师。从而实现教师们个人学科知识CK和教学知识PK向技术知识TK的深化,技术知识TK内化到学科知识CK和教学知识PK中。

4.2. 组织机构培训模式:从经验支持到数据分析后的精准化支持

在学情分析、个性化学习指导、评价、教师能力水平等方面组织机构的施培者依靠已有的实践经验完成,易出现在学情分析时手段单一而无法兼顾受训者个性化学习培训的需求,内容缺乏个性化和评价主观化等问题。使用学习分析技术不仅能够挖掘学习者的行为信息即为教师“画像”,还能通过多样的分析方式呈现精准且可视化的分析结果用于教学决策和管理(闫寒冰,2018)。数据支持下的精准化培训有着教师培训数据可收集、可分析、可反馈的特点,先对教师进行需求分析,在培训过程中辅以数据达到精准化培训的目标。

4.3. 学校提供路径:获取“拿来即用”与“极简化的资源

学校层面通过为教师们建设教学资源获取平台,整合学校已有的和待开发的教学资源,解决教师在信息资源获取上的“资源迷航”,除了获取资源方式的便捷外,实现资源可分享和简单化的操作应用。避免教师因难学难懂难应用而挫败了信息技术进课堂教学的信心,从增强教师们的学习动机与意识,让教师们在教学中“乐用”信息技术,资源获取路径的建设需要以“系统”的思路进行考虑。

参考文献

- 康玥媛和吴立宝(2016)。中小学教师信息技术应用能力现状调查研究。天津师范大学学报(基础教育版),17(03):41-47。
- 梁茜(2020)。教师信息技术应用能力国际比较及提升策略——基于TALIS 2018上海教师数据。开放教育研究,26(01):50-59。
- 王永军(2019)。中小学教师信息技术创新能力框架构建研究——基于ISTE 2017版《教育者标准》。远程教育杂志,50-60。
- 闫寒冰(2018)。信息技术为教师培训“画像”。中国教育报,04-12(006)。
- 尹睿(2018)。未来学习者,你准备好了吗——美国ISTE《学生标准》解读及启示。现代远程教育研究,58-67。
- 张屹、马静思、周平红、范福兰和白清玉(2015)。中小学教师信息技术应用能力现状及培训建议。中国电化教育,(01):104-110。
- 张海、崔宇路、季孟雪、余露瑶和史册(2019)。教师ICT应用影响因素模型与动力机制研究——基于扎根理论的探索。现代远距离教育,48-55。
- Luik P., Taimalu M., Laane H. (2019) Estonian In-Service Teachers' and Pre-service Teachers' Perceptions of Content, Pedagogy, and Technology Knowledge, Based on the TPACK Framework. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7361-9_8.
- UNESCO. ICT Competency framework for teachers[EB/OL].[2016-03-15]. http://www.iite.unesco.org/pics/publications/en/files/321469_4.pdf.

线上线下混合式实验课程的设计与实践

Design and Practice of Online and Offline Hybrid Experimental Courses

贾蕾蕾¹, 文福安²

¹ 北京邮电大学网络教育学院

² 北京邮电大学网络系统与网络文化北京市重点实验室

*fawen@bupt.edu.cn

【摘要】依据研究生教育培养目标定位,适应创新型、复合型、应用型人才培养需求,遵循两性一度课程设计原则和线上线下混合式教学模式,提出了一个研究生实验课程的总体设计方案。该课程设计方案经过5年《虚拟现实技术》课程的教学实践和不断优化,获得了学生较高的评价,取得了显著的教学效果,为培养卓越拔尖人才提供了有力支撑。

【关键词】混合式教学;课程设计;研究生教育

Abstract: According to the orientation of graduate education and training, to meet the needs of innovative, compound and applied talents training, and to follow the principle of two-gender curriculum design and the online and offline mixed teaching mode, an overall design scheme of graduate experimental course is proposed. After 5 years of teaching practice and continuous optimization of the course 《Virtual Reality Technology》, the curriculum design scheme has been highly evaluated by students and achieved significant teaching effects, providing strong support for the training of outstanding and top-notch talents.

Keywords: hybrid experimental courses, curriculum design, postgraduate education

1. 概述及国内外研究背景

实验课程是培养研究生实践创新能力的重要一环。重视课程学习,加强课程建设,提高课程质量,是当前深化研究生教育改革的重要和紧迫任务。2019年,教育部开展国家级一流本科课程认定工作,提出建设提升本科课程的高阶性、创新性和挑战度,即“两性一度”作为一流课程建设标准。

随着科学和社会的进步,传统的教师主导教学早已不能满足学生日益增长的个性化发展和主体性学习的要求。因此,本文采用虚拟仿真实验平台进行混合式教学,方便教师对学生进行个性化的教学和指导,实时监控学生整个学习过程,解决慕课等缺乏交互性的线上平台在实验教学中的存在的难题,实现因材施教。

2. 研究生实验课程的教学设计

研究生教育与其他教育阶段相比有个很大的差别。研究生课程是以能力培养为目标,通常是问题或项目驱动的。内容首先由问题或项目的需求所决定,并非预先确定!因此本课程以选课学生人数较多的教育技术学学科为背景提出问题或项目,引导学生研究探索。综上,提出以下适合研究生实验教学的线上线下混合式教学策略:

① 问题引入：如虚拟现实在实验教学中将怎样发挥作用？虚拟现实和虚拟仿真又是什么关系？最终引导学生提出在本课程期间要解决的问题。

② 虚拟实验：6 个学时的虚拟仿真实验，引导学生对虚拟世界产生好奇心，对虚拟现实技术产生浓厚兴趣，鼓励学生在虚拟实验中探索。

③ 文献综述：线上的论文检索和线下的文献综述交流，以提高学生的文献阅读能力。

④ 研究分析：4 个学时的研究测试活动，让学生深入了解虚拟实验教学环境。

⑤ 课程设计：6 个学时的典型虚拟实验设计，对学生的综合分析与设计能力进行训练。

⑥ 成果展示：学生可以采用先进的虚拟现实终端设备展示自己的教学设计成果，同时准备汇报 PPT，并提交学术论文，作为本课程学习的重要成果。

《虚拟实验技术》课程结合学校定位、专业特点和人才培养目标，融合技术、教育教学、文化、科研精神等多个要素，形成如下特色与创新：①现代信息科技与传统文化熏陶完美结合，实现寓教于乐，让科学素养以润物细无声的方式自然而然地影响学生。②混合式实验课堂教学提升学生科研水平。

3. 课程教学实践

本文以《虚拟实验技术》课程为实践基础，针对研究生教育开展线上线下混合式实验课程的研究、实践和效果评价。教学过程分为以下步骤：① 将电子课件通过课程 QQ 群分享给学生；②在主校区教室授课；③QQ 群进行答疑；④ 采用北邮电子信息虚拟仿真实验教学中心教学平台。⑤线下课堂进行 VR 设备的实验测试。

4. 课程教学效果

根据选课学生评教综合得分信息统计表，其中选课人数 29 人，平均分为 89.77 分，选课学生课程结束后发表 6 篇论文，具体请参考参考文献(Wen & Cao, 2020; 文福安 & 成阳, 2020; 文福安 & 姬志敏, 2020a, 2020b; 文福安 & 王晨, 2020; 文福安 & 王浩亮, 2020)。研究生分别在第三届、第四届“iTeach”全国大学生数字化教育应用创新大赛获优秀作品一等奖。由此可见基于线上线下混合式的《虚拟实验技术》实验课程得到学生的认可，同时学生对课程的参与度、学习获得感、对教师教学以及课程的满意度有明显提高。

5. 结论

本文根据创新型人才培养要求，针对传统研究生教学存在的问题，从研究生的认知结构出发，充分利用学生做虚拟实验，分析和设计虚拟实验，提高学生学习兴趣，达到预期教学目的。项目研究成果可为相关教师建设线上线下混合式实验课程提供参考。

参考文献

文福安和成阳 (2020)。虚拟仿真实验的交互性和构想性技术评价指标研究。全球华人计算机教育应用大会。

文福安和姬志敏(2020a)。教育游戏与 VR 技术融合的创新形式初探——以虚拟火灾逃生系统的设计与实现为例。全球华人计算机教育应用大会。

文福安和姬志敏(2020b)。虚拟仿真实验考核评估的技术评价指标研究。第四届计算科学与应用国际学术会议。

文福安和王晨 (2020)。面向具身认知的虚拟仿真实验学习交互研究与设计。ICETA。

文福安和王浩亮(2020)。虚拟仿真实验的逼真性技术评价指标研究。ICETA。

Wen, F., & Cao, G. (2020). Selection of Terminal Device for Virtual Simulation Experiment. 2020 5th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed).

運用網頁主題探究策略設計輔助實作課程之學習媒材初探

A preliminary study of adopting WebQuest to design learning materials to support practical course

王怡萱

淡江大學教育科技學系

annywang12345@hotmail.com

【摘要】本研究運用網頁主題探究學習方式，透過規劃與設計網路學習資源與學習任務內容，並搭配教師教學引導，希望以此做為輔助大學生實作課程之學習鷹架，本研究透過設計導向研究方式，進行多階段的課程設計與教學活動優化，本階段是第一階段研究成果，針對網頁主題探究學習單之設計方式與學習活動規劃進行實務分享，並說明後續可能之研究議題與方向。

【關鍵字】網頁主題探究；高等教育；程式學習

Abstract: The study integrated WebQuest strategy as scaffolding to help students acquire programming learning. The course design and how the learning activities were adopted to support learning were discussed in the paper.

Keywords: WebQuest, Higher education, programming learning.

1. 前言

高教課堂中，講授法是一常見課堂授課方式(Weimer, 2008)，教師可以快速的在短時間內將學科概念與知識內容傳遞給目標學習者，然而，單方向被動的知識傳遞方式，不僅缺發學習互動，也可能會讓學習者在碰到學習困難時候，缺乏自我問題解決的能力或放棄學期。在相關教學策略與模式中，WebQuest 網路探究學習為 Bernie Dodge 和 Tom March 兩位學者所提出之概念，主要為教師透過整合學習策略與善用網路資，替學習者規劃探究導向的學習活動，其進行方式為教師針對教學目標與學習要點，彙整可能的學習資源，並藉由教學活動的設計引導學生針對目標學習主題進行探究，透過 WebQuest 方式也可避免學習者在茫茫資訊海中尋找到不適宜的學習訊息。因此，本研究之目的即是希望運用設計導向研究法，以循序漸進之教學活動設計，將 WebQuest 網路探究學習作為程式實作課中學習鷹架，藉此培養學生程式學習以及問題解決能力。研究者將透過滾動式研究，首先，經由觀察與分析高教課堂程式實作課程之學習困境，並透過探討對應文獻內容後，進行網路探究學習單設計，接著，將所設計之數位媒材融入實務課堂中，以了解與評估學習成效。本研究論文為設計導向研究第一階段之研究成果，本階段之研究問題為：如何根據透過 WebQuest 網路探究學習策略設計輔助高教課堂程式實作課程之學習媒材？

2. 文獻探討

WebQuest 學習活動的設計包含：情境介紹、學習任務、探索過程、網站資源、評鑑與結論(Dodge, 1995)。教師可以透過介紹學習背景與情境，讓學習者瞭解學習目標，接著，向學習者說明應完成之學習任務，並將學習過程分割成小步驟，讓學習者透過閱覽教師所提供之資源或經由同儕合作方式完成任務，最後，經由清楚標記的學習評鑑與學習回顧，完成學習任務。已有不少研究運用 WebQuest 學習活動來輔助教學，如宋旻珮(2016)運用 WebQuest 設計國小六資訊課程，並以學習 Scratch 程式設計軟體為目標；劉尹婷(2007)探討在高教環境下運用 WebQuest 學習

活動的成效；于文正、黃雲龍、林家君(2008)運用 WebQuest 教學概念設計大學生創造力課程中活動、樊修容(2008)運用 WebQuest 策略以及模擬教材輔助大學中的混成式課程學習，相關研究發現於大學應用 WebQuest 教學有助於提升學科成就以及提升學習者高層次思考能力，學生對於 WebQuest 學習方式也感到滿意。相關研究亦建議(于文正、黃雲龍、林家君，2006)在運用 WebQuest 進行教學研究時候，對於應用 WebQuest 的任務評分須清楚設計，同時也可以運用資訊軟體紀錄學習者的網站閱覽情況，藉此了解學習者整體探究活動的歷程，作為質化資料分析依據。

3. 研究方法

本研究運用設計導向研究方法，本階段之研究經由發現教學現場問題與文獻探後，運用 WebQuest 網路探究學習策略以輔助程式實作課程，課程為期四周其學習目的為培養學生製作遊戲式教材之能力，在課中透過研究者自行編制投影片做為課中輔助教學教材，此外，也搭配課程單元，設計問題導向學習任務之 WebQuest 學習活動學習單，主要針對程式編輯基礎環境教學，並在適合的課程子單元主題融入問題導向設計，強化學生碰到實作問題的自我問題解決能力。課程評量方式包含：學習作業、上機考試、專題成果呈現。

4. 資料呈現-學習單設計

WebQuest 網路探究學習單之內容包含：單元重點介紹、任務說明、參考資源、作業評鑑、課程重點結語。在單元重點中，主要陳述該周主要學習主題，在任務說明中，設計者提供學習者1-2項與課程進度相符合的任務練習，並在參考資源中，提供學習者網路上能尋找到的可能解答或製作方式，並於作業評鑑中要求學習者繳交當次任務，最後，在課程重點結語中，提供學習者任務解答，並進行整個單元學習之重點提要。

5. 討論與結論

本研究運用設計導向研究方法，根據教學現場問題提出可能教學解決方案，於研究階段中驗證方案並提出修改建議，以此滾動式的調整與反覆遞迭之過程，將研究理論與教學實務結合。本論文經由相關文獻探討後，以網路探究學習策略融入實作之教學設計，並提出一運用 WebQuest 輔助實作課學習之學習單，後續研究將會把所設計之學習單融入大學生程式實作課程，以了解其實際輔助學習之效益，也期望在最終移除 WebQuest 學習活動鷹架與教學媒材後，學習者能具獨立完成程式專題與問題解決之能力，相關研究成果，將於後續持續分享。

參考文獻

- 于文正、黃雲龍、林家君(2008)。WebQuest 在創造力教育中的應用。師大學報，53(2)，169-192。
- 宋旻珮(2016)。運用 WebQuest 於國小資訊課程之教學活動教學活動分享。臺灣教育評論月刊，2016，5（5），108-113。
- 樊修容(2008)。WebQuest 學習課程在大學生學習成效及學習滿意度之個案研究-以學習風格為核心，淡江大學碩士論文
- Weimer, M. (2008). Active Learning Advocates and Lectures. Retrieved April 7, 2017 from <http://www.facultyfocus.com/articles/teaching-and-learning/active-learning-advocates-and-lectures/>
- Dodge, B. (1995). WebQuests: a technique for Internet-based learning. Distance Educator, 1(2), 10-13.

网络学习空间中 学生持续使用意愿的影响因素研究

A study on influencing factors of students' willingness to continue to use online learning space

何润芳^{1*}, 刘洪沛²

¹ 北京邮电大学, ² 北京邮电大学

* herunfang@163.com

【摘要】 探究网络学习空间中 学生持续使用意愿的影响因素对于提升网络学习质量具有重要意义。本研究基于信息技术持续使用模型和在线学习活动构建影响网络学习空间中 学生持续使用意愿的因素模型, 设计问卷进行实证研究, 结果表明: (1) 自主型教师激励、学习任务的容易程度、同伴支持正向影响学生的满意度, 间接影响学生持续使用意愿。(2) 控制型的教师激励、评价规则和学生的满意度之间无明显关系。(3) 学习者的性别、年龄、学历、网络学习时长和网络学习频率与学生持续使用网络学习空间的意愿均无明显的相关关系。

【关键词】 网络学习空间; 持续使用意愿; 在线学习活动

Abstract: It is important to explore the factors affecting students' willingness to continue using online learning space for improving the quality of online learning. Based on ECM model and online learning activity, this study constructs a model to analyze the factors influencing students' willingness to continue using online learning space, design a questionnaire, the results show that: (1) Student centered teachers, ease of task and peer support, affect the students' satisfaction, affect students willingness indirectly. (2) There is no relationship between self-centered teachers, evaluation rules and student satisfaction. (3) Learners' gender, age, educational background, length of study and online learning frequency have no correlation with students' willingness.

Keywords: online learning space, willingness to continue using, e-learning activities

1. 研究背景

《教育信息化“十三五”规划》明确指出, 要大力推进“网络学习空间人人通”, 实现教学模式的创新发展。网络学习空间是基于一定的学习支撑服务平台, 为每个学习者提供私有的和个性化的个人学习空间以及承担公共服务功能的公共学习空间 (杨玉宝, 2016)。

为了提升网络学习的质量, 如何设计网络学习空间就成了研究重点。很多研究者基于特定的理论或者特定的场景进行网络学习空间的设计。比如说, 杨玉宝 (2018) 提出了基于自身认知的网络学习空间构建, 并在广州市属高校进行了实践验证。廖轶 (2016) 研究了应该如何设计网络学习空间才能更好地适应信息时代学生的个性化发展需求。曾明星 (2016) 对如何构建高校大学生创客的网络学习空间进行了研究。还有很多研究者从研究网络学习空间应用现状与模式出发, 提出如何设计网络学习空间的建议与对策。比如说, 郝新春 (2018) 研究网络学习空间中的学习活动评价设计。李永琴 (2019) 等人从网络学习空间的内涵、特征以及建设框架方面对网络学习空间建设展开探讨。另外一部分研究者对于网络学习空间中的学习者本身进行研究, 为如何构建网络学习空间提供理论支持。赵呈领 (2016) 研究了学生在网络学习空间中知识共享的影响因素, 选取使用过网络学习环境的高校大学生为调研对象进行了实证研究, 并为学生网络学习知识建构和网络学习空间的建设提供理论支持。雍文静 (2018) 研究了高等教育职业院校学生使用网络学习空间的学习满意度如何并探究了影响学生学习满意度的因素, 通过这些影响因素来相应地调整网络学习空间的设计。

随着网络教学平台的不断发展,提升学习者的参与度、学习黏性及持续使用意愿对于提升网络学习体验具有重要意义。很多研究者已经关注到了网络学习环境中学习者的持续使用意愿。杨根福(2015)基于理论与实践研究了混合式学习模式下大学生网络教学平台持续使用意愿和使用绩效影响因素,结果发现任务技术匹配程度与满意度是影响学生持续使用意愿的关键因素;朱鹏(2019)基于期望确认、感知有用性、满意度和游戏化的因素,构建了一个理论框架来探究用户的持续使用意愿的关键影响因素,并在 MOOC 的情境下进行了实证分析;朱珂(2017)探究网络学习空间中交互性和沉浸感对于学生持续使用意愿的影响,但是他的研究仅仅以交互理论为基础来探究交互性是否会影响到学生持续使用意愿,并未涉及到在线学习活动如何影响学生持续使用意愿。因此本研究基于在线学习活动理论和信息技术持续使用模型来探究在网络学习空间中学生持续使用意愿的影响因素,从网络学习空间中的在线活动设计的角度出发去探讨学生持续使用意愿,从实证研究的结果出发就如何设计出让学生更愿意持续使用的网络学习空间这一问题目标提出相关的建设性的意见,让网络学习空间更好地服务于教学新模式。

2. 研究过程

本研究基于在线学习活动设计理论和信息技术持续使用模型构建影响学生持续使用网络学习空间意愿的因素模型,然后根据构建模型设计了“网络学习空间中学生持续使用意愿的影响因素调查研究”问卷,之后再发放问卷并且回收。在回收了 301 份有效问卷之后,对问卷的数据进行筛选并且分析,之后再检验假设并且得出相关结论。

2.1. 模型构建与研究假设

2.1.1. 理论基础

2.1.1.1. 信息技术持续使用模型

在 2001 年,Bhattacharjee 基于消费者行为学的期望确认理论和经典的 TAM 模型,提出 ECM 模型来解释信息技术用户的持续使用意向,如下图 1 所示。该模型指出,期望确认影响感知有用性和满意度,感知有用性影响满意度和信息系统持续使用意愿,满意度直接影响信息系统持续使用意愿。

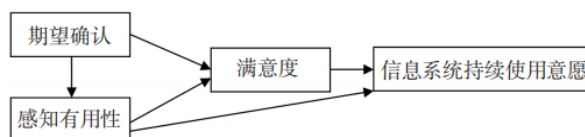


图 1 信息技术持续使用模型

2.1.1.2. 在线学习活动设计理论

在线学习活动是指在网络环境支持下完成的,为达成学习目标而进行的所有活动。在线学习活动的设计因素包括学习任务、学习过程、监管规则、学习支持、评价规则和学习资源 6 个构成要素(李松,2010)。

本研究则主要考虑在线学习活动设计因素中的学习任务、监管规则、学习支持和评价规则四个部分。本研究中的学习任务设计则主要考虑到学习任务的难易程度;学习支持的设计则主要考虑到同伴支持的方式;评价规则主要考虑评价方式的维度,其中包括教师评价、同伴互评和自我评价三种;活动的监管是对学习活动的微观控制,本研究中的监管规则主要考虑教师的激励制度,且包括自主型教师激励制度和控制型的教师激励制度。其中网络学习空间中支持自主型教师具有以学习者为中心的特点,能够赋予学习者自我选择的权利。而控制型教师具有以自身为中心的特点,主要表现为依靠控制性语言及命令的态度要求学习者,对其施加一定的压力(姜强,2018)。

2.1.2. 模型构建

以信息技术持续使用模型和在线学习活动设计理论为研究的基础构建了如下图 2 所示的网络学习空间中学生持续使用意愿的影响因素模型。在 ECM 模型中,期望确认和感知有用性因素均会影响满意度,满意度再对信息系统持续使用意愿产生影响,因此不考虑期望确认和感知有用性对持续使用意愿的影响,而只考虑满意度对信息系统持续使用意愿的影响。

该模型中学习任务这一变量则主要考虑学习任务的难易程度,评价规则主要考虑评价方式的多样性和丰富性,同伴支持则是指在线学习过程中的学习伙伴给与的支持和帮助的方式。此模型表示:自主型教师激励制度、控制型教师激励制度、学习任务、评价规则、同伴支持均影响到学生满意度,且学生满意度会影响到学生持续使用意愿。

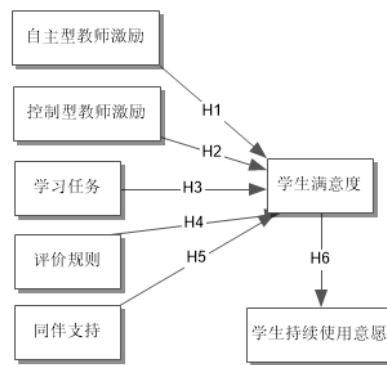


图 2 影响学生持续使用网络学习空间的意愿模型

2.1.3. 研究假设

在上述模型构建完成的基础上,提出本研究的六个假设,分别如下:

假设一(H1):自主型教师激励制度会影响学生的满意度。假设二(H2):控制型教师激励制度会影响学生的满意度。假设三(H3):学习任务的容易程度会影响学生满意度。假设四(H4):评价方式的多样性会影响学生满意度。假设五(H5):同伴支持会影响学生满意度。假设六(H6):学生满意度影响学生持续使用意愿。

2.2. 实证研究

确定了影响学生持续使用网络学习空间意愿的因素模型和相应的研究假设之后,采用问卷调查法对研究模型和研究假设进行验证。

2.2.1. 研究工具

根据研究目的设计了“网络学习空间持续使用意愿的影响因素调查研究”的调查问卷。问卷整体分为三部分:第一部分简要说明研究目的和问卷填写等内容;第二部分是调查对象的特征信息,包括性别、年龄、学历、网络学习情况等;第三部分是观测指标题项,主要包括在线学习活动、满意度以及持续使用意愿等内容,且此部分题项均使用五点李克特分值,1到5分别表示很不同意、不同意、一般、同意、很同意。最终设计出的问卷一共有28道题项,其中1-5题是特征信息,6-8题是自主型教师激励,9-11是控制型教师激励,12-15题是学习任务,16-18题是评价方式,19-23题是同伴支持,24-25题是满意度,26-28题是持续使用意愿。

问卷的产生经过三个步骤:确定研究假设模型后,调研在线学习活动和满意度相关文献,参考用户满意度经典研究文献和其他研究者的相关量表,归纳出可直接应用的测量题项。根据本研究目的进行修改或自设题目,初步设计出各测量指标相对应的题项。请两位研究生仔细审阅、完成所有问卷题目并提出修改意见,根据意见对问卷的相关表述进行修订,最终形成调查问卷。

2.2.2. 研究问卷的发放与数据的回收

研究选取具有网络学习空间使用经验的学习者为研究对象。高等教育信息化的快速发展促使高校网络学习模式的普及，大学生群体具备丰富的网络学习经验。另一方面，网络学习平台中的学习者和教师的在线学习活动比较丰富，且学习者对于网络学习方式比较感兴趣，教师对网络学习平台的持续使用意愿也比较关注，因此会得到相对较好的数据来源，能更真实地反应现有情况。所以，本研究的数据来源主要有两个方面：高校大学生群体和热门网络学习平台。设计好调查问卷之后，在问卷星平台上发放并回收了 305 份问卷，剔除 4 份无效问卷，最终得到 301 份有效问卷。

2.2.3. 研究结果分析

2.2.3.1. 问卷的信效度检验分析

一般问卷研究设计的可靠性都用 Cronbach's Alpha 值来检验，当 Cronbach's Alpha 值大于等于 0.7 的时候，则说明问卷的可靠性较好（荣泰生，2009）。在本研究中，测量研究模型的可靠性和效度检验结果如下表 1 所示。我们可以从表格中看到，自主型教师激励、控制型教师激励、学习任务、评价方式、同伴互助、满意度和学生持续使用意愿这 7 个变量的 Cronbach's Alpha 值均大于 0.7，说明该测量模型的可靠性较好。问卷的效度检验一般用因子分析的 KMO 值，如果 KMO 的值大于 0.5，就表明问卷的效度良好。从表 1 中可以看到七个变量的 KMO 值均大于 0.5，表明该测量模型的效度良好。从以上的分析可以得出用此结构模型进行测量有一定的说服力。

表 1 研究模型的信效度检验

变量	平均值	标准差	Cronbach's Alpha	KMO
自主型教师激励	3.79	5.05	0.863	0.736
控制型教师激励	3.65	5.926	0.879	0.730
学习任务	3.70	4.117	0.897	0.724
评价方式	3.73	3.02	0.863	0.734
同伴互助	3.79	5.05	0.926	0.902
满意度	3.78	2.13	0.857	0.603
学生持续使用意愿	3.85	3.10	0.892	0.749

2.2.3.2. 描述性统计分析

本次问卷共回收到 301 份有效问卷，将数据导入到 SPSS 软件进行描述性统计分析后的结果如下表 2 所示。从表 2 中我们可以看到样本总数为 301 份，且在 301 位被调查者中未发现明显的性别差异；年龄处于 18 到 35 周岁的学习者居多，占到了总样本的 62.5%；学历在本科的学习者最多，占总体的 44.5%，学历为博士的学生者最少，只占总样本的 5.30%。

表 2 性别、年龄、学历的描述性统计分析

		次数	百分比	累计百分比
性别	男	150	49.8	49.8
	女	151	50.2	100.0
年龄	18 以内	3	1.0	1.0
	18-35	188	62.5	63.5
	36-50	72	23.9	87.4
	50 以上	38	12.6	100.0
学历	专科	101	33.6	33.6
	本科	134	44.5	78.1
	硕士	50	16.6	94.7
	博士	16	5.3	100.0

2.2.3.3. 假设验证

研究在线性相关条件下，两个或者两个以上自变量对一个因变量的数量变化关系，称为

多元线性回归。本研究采用多元线性回归的方法来检验自主型教师激励、控制型教师激励、学习任务、评价规则、同伴支持等自变量对学生满意度的解释作用。结果如下表 3 所示，从表 3 中的数据可以看出控制型的教师激励 ($p=0.250$) 和评价方式 ($p=0.054$) 的显著性均明显大于 0.05，说明此两个变量对于学生是否满意网络学习没有明显的相关作用。自主型教师激励 ($p=0.000$)、学习任务 ($p=0.035$)、同伴支持 ($p=0.000$) 的显著性均明显小于 0.05，表明此三个变量均和学生对网络学习空间的满意度相关。而且，同伴支持对于学生满意度的影响作用最大 ($Beta=0.385$)，其次分别是教师自主激励 ($Beta=0.265$) 和学习任务 ($Beta=0.145$) 对于学生满意度的影响。

表 3 假设检验的多元回归分析表

线性回归模型		非标准化系数		标准化系数	T	显著性
		B	标准错误	Beta		
1	(常数)	.142	.123		1.154	.250
	教师自主	.276	.060	.265	4.592	.000
	教师控制	.010	.052	.010	.195	.846
	学习任务	.147	.070	.145	2.112	.035
	评价规则	.128	.066	.122	1.934	.054
	同伴支持	.406	.074	.385	5.495	.000

相关分析是描述变量之间线性相关程度的强弱，并用适当的统计指标表示出来的过程。本研究使用相关分析的方法去分析学生对于网络学习的满意度和学生持续使用网络学习空间意愿之间的相关性。实证结果表明：学生的满意度与学生持续使用意愿正向显著相关 ($p=0.000$)，且 Spearman 的相关系数为 0.675。

从以上的系列分析可得到研究假设的验证结果，如下图 3 所示，其中无箭头的线段表示两变量之间无明显相关性，有箭头的表示两变量之间相关，且带箭头线段上标注的数字表示两变量之间的相关系数值。

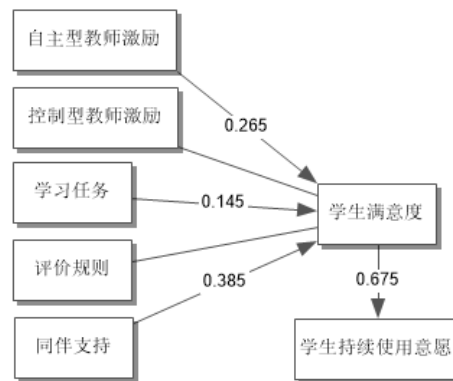


图 3 研究假设检验

2.2.3.4. 性别、年龄、学历、网络学习时长和网络学习频率对于学生持续使用意愿的影响

在对总体分布不是很了解的情况下，通过分析样本数据，推断样本来自的两个独立总体分布是否存在显著差异的方法叫独立样本 t 检验。本研究采用独立样本 t 检验的方式来分析性别对于学生持续使用网络学习空间意愿的影响。采用了独立样本 T 检验的相关数据如下表 4 所示。结果发现：在性别因素中，F 的显著性值为 0.233，则取方差相等的结果，即 T 检验的显著性为 0.920，说明不同性别学生在网络学习空间的持续使用意愿上并无显著差异。

表 4 性别的独立样本 t 检验数据

		Levene 方差测试		T 检验参数				
		F	Sig	T	DF	p	平均差值	标准误差
性别	假设方差相等	1.431	0.233	-.101	299	0.920	-.01207	0.119472
	假设方差不相等			-.101	295.356	0.920	-.01207	0.119514

用于两个及两个以上样本均数差别的显著性检验叫方差分析。本研究使用方差分析的方法来分别分析年龄、学历、网络学习时长和网络学习频率对学生持续使用网络学习空间意愿的影响。方差分析的结果如下表 5 所示。其中，年龄、学历、网络学习时长以及学习频率的方差分析结果显示 p 值均明显大于 0.05，表明不同年龄、不同学历、学习时长以及学习频率在网络学习空间的使用意愿不存在明显差异。

表 5 方差分析统计表

变量	平均值	标准差	P
年龄	2.48	0.724	0.319
学历	1.94	0.844	0.603
网络学习时长	2.74	1.239	0.857
网络学习频率	2.34	1.085	0.704

3. 研究结果与讨论

3.1. 研究结论

根据实证研究分析的结果，可以得出以下结论：

自主型的教师激励制度正向影响学生对于网络学习空间的满意度。控制型的教师激励制度和学生对于网络学习空间的满意度之间无明显关系。学习任务的容易程度正向影响学生对于网络学习空间的满意度。评价规则和学生对于网络学习空间的满意度之间无明显关系。同伴支持正向影响学生对于网络学习空间的满意度。学生对于网络学习空间的满意度和学生持续使用网络学习空间的意愿呈正相关。学习者的年龄、学历、性别、网络学习时长和网络学习频率对于学生持续使用网络学习空间的意愿均无明显的影响作用。

3.2. 结果讨论

在网络学习过程中，自主型的教师激励制度给学生更多的时间去思考自己的兴趣，给学生充分的空间去完成自己感兴趣的事情。Black(2000)研究显示，支持自主型教师激励风格对学习者的动机水平及学习兴趣起正向预测作用，本研究发现自主型的教师激励制度会正向影响到学生的满意度，与 Black 的研究结论正好不谋而合。在网络学习空间中，支持自主型教师激励风格会提高学生的学习动机，提升学习者的兴趣，从而让学习者更好地去按照自己的想法来完成学习任务，满足了学习者的求知欲望，因此提升了学习者对于网络学习平台的满意度。

网络学习过程中，支持控制型教师激励风格的教师会强迫学生去完成他自己认为很重要的任务，而忽视了学生自身的情感需要和知识需要。李俊茹(2005)在研究中发现教师支持控制型激励风格与学生的内部动机负相关。这表明在网络学习空间中，支持控制型的教师激励会降低学生的学习动机，使学生倦怠学习，对学习失去兴趣。本研究发现控制型的教师激励

制度和学生满意度无明显关系，这可能是因为在学习平台上进行学习没有强制性，学习者大多是以自己的兴趣为出发点去选择课程进行学习，自主性较强，使得研究结果不是很理想。

研究数据表明，学习任务的容易程度与学生的满意度正相关。即学生的任务越容易，学生对网络学习空间的满意度就越高。在网络学习的大背景下，网络课程资源日益复杂，若教师在网络教学时布置的学习任务比较简单易懂、学习者比较容易完成，就会大大增加学习者的信心，增加学习者的积极性，提升学习者对网络学习空间的满意度。

研究数据表明，评价规则不会影响到学生的满意度。在网络学习过程中，如何评价学习者与学生满意度无明显相关关系。陈鹏宇(2015)在研究中发现在目前学习社区中评价规则仅仅促进了学习者最低层次的知识建构，而未能促进学习者的高层知识建构，教师在制定评价规则时应该就对如何利用考评规则促进高层次知识建构展开更多的思考。正式由于评价规则仅仅促进了最低层次的知识建构，而未能真正地让学习者进行高层次的思考，从侧面证实了评价规则和学生的满意度之间无明显的相关关系。

同伴支持是一种基于尊重、分享、互助而建立的给予和接受帮助系统。李海垒(2014)的研究发现同伴支持能够正向预测初中生的抑郁水平。同伴支持可以为初中生提供情感、信息和工具性帮助，从而可以帮助面临困难的初中生解决问题。在我国的集体主义文化中，同伴支持更可能发挥积极的作用。在网络教学环境中，较好的同伴支持水平，可以对学习者的情感、生活等产生积极的影响。本研究发现，同伴支持对学习者的满意度有明显的正向预测作用。

信息技术持续使用模型中，满意度正向影响到持续使用意愿。本研究发现，在网络学习空间中，学生的满意度和学生持续使用意愿呈现明显的正相关关系。

本研究发现，男生和女生在使用网络学习空间时所产生的满意感无明显差异；我们将网络学习时长和网络学习频率概括为网络学习经验的话，可以发现不同的网络学习经验在学生的满意度上无明显差异。同时，学习者的年龄和学历也对学生持续使用意愿没有明显影响作用。

4. 启示

4.1. 对教师的启示

自主型的教师激励和学习任务的容易程度间接影响学生的持续使用意愿。在网络学习的过程中，教师要以学生为中心，多鼓励学生进行自我思考和自我兴趣的培养，避免用强制性的语言去要求学生做一些其本身不愿意去做的事情。给足够的空间和时间让学生自己去探索知识，关注学生自身的发展需求。同时，教师在网络上布置学习任务的时候，要充分考虑到学生对象自身已有的知识结构，学习任务不宜太难，需要在学习者的临近发展区内进行学习任务的设计，只有这样学习者才能真正做到学有所用，网络学习空间才能真正地发挥其作用。

4.2. 对网络空间建构的启示

在网络学习空间中，同伴支持正向影响到学生的满意度，从而间接影响学生持续使用意愿。即同伴的支持手段越丰富，支持的越频繁，学生对于网络学习的满意度就越高，学生越愿意使用网络进行学习。这充分说明了，在网络学习的过程中同伴支持所起到举足轻重的作用。所以，网络学习空间的构建者需要将同伴支持这一因素考虑到，丰富同伴支持的手段。除了论坛中的发帖回帖，可以设计一些互相协作的教学游戏或者是专门设计一个区域让学习者之间进行学习资料的分享或者提问，也可以设置一些奖励机制来提高同伴之间的互动频率和互动方式，让同伴支持的方式多样化趣味化，让学习者不再感觉孤独，提升学习兴趣和效率。

学习任务是学习者学会知识点的关键，本研究发现学习任务的容易程度正向影响到学生的满意度，间接影响到学生持续使用意愿。在网络学习的大背景下，学生需要很高的自主性

才能够掌握到学习的重点,缺乏学习任务的督促会降低学习者的学习积极性,从而影响到对网络学习空间的满意度。但是学习任务不清晰、复杂难懂也会降低学生的兴趣。所以,在构建网络学习空间的时候,要注重学习任务的结构化构建,可以专门提供一个模块给教师来发布作业和任务,丰富学习任务的形式和结构,让学习者更加满意,更愿意用网络学习平台去进行知识点的学习。

参考文献

- 毕新华、齐晓云和段伟花 (2011)。基于 ECM 模型的 IT 持续使用整合分析。《图书情报工作》，(06)，40-44。
- 陈鹏宇、冯晓英、孙洪涛和陈丽(2015)。在线学习环境中学习行为对知识建构的影响。《中国电化教育》，(08)，59-63+84。
- 郝新春(2018)。基于网络空间新学习模式下的学习评价。《教育理论与实践》，(14)，15-17。
- 姜强、潘星竹、赵蔚和刘红霞(2018)。网络学习空间中教师激励风格对学习投入的影响研究——SDT 中内部动机的中介效应。《中国电化教育》，(09)，7-16。
- 廖轶、李波和周航(2016)。支持个性化发展的网络学习空间一体化设计。《中国电化教育》，(04)，43-51。
- 刘成新和徐宣清(2007)。基础教育信息化资源配置的区域性差异研究——以山东省“十五”期间教育信息化发展研究为例。《电化教育研究》，(06)，10-15。
- 李永琴和杨成 (2019)。智慧时代网络学习空间创新建设研究。《成人教育》，(06)，24-28。
- 李俊茹 (2005)。教师的激励风格、言语奖励与学生内部动机的关系(硕士学位论文,河北大学).<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD0506&filename=2005100574.nh>
- 李松、张进宝和徐琤 (2010)。在线学习活动设计研究。《现代远程教育研究》，(04)，68-72。
- 李海垒和张文新(2014)。青少年的学业压力与抑郁:同伴支持的缓冲作用。《中国特殊教育》，(10)，87-91。
- 荣泰生 (2009)。Amos 与研究方法。重庆:重庆大学出版社。
- 雍文静(2018)。职业教育网络学习空间中的学生学习满意度实证研究。《中国电化教育》，(04)，66-71。
- 杨玉宝和吴利红(2016)。泛在学习视角下网络学习空间的创新应用模式。《中国电化教育》，(07)，29-35+42。
- 杨玉宝和谢亮(2018)。具身认知:网络学习空间建设与应用的新视角。《中国电化教育》，(02)，120-126。
- 杨根福(2015)。混合式学习模式下网络教学平台持续使用与绩效影响因素研究。《电化教育研究》，(07)，42-48。
- 朱珂 (2017)。网络学习空间交互性、沉浸感对学生持续使用意愿的影响研究。《中国电化教育》，(02)，89-95。
- 朱鹏、朱星圳和丁晟春(2019)。游戏化对 MOOC 用户持续使用意愿的影响研究。《中国电化教育》，(04)，85-91。
- 赵呈领、刘丽丽、梁云真和赵刚(2016)。网络学习空间学生知识共享影响因素探析。《开放教育研究》，(03)，82-88。
- 曾明星,宁小浩,周清平,徐洪智和栗娟(2016)。面向大学生创客的网络学习空间构建。《中国电化教育》，(11)，30-38。
- Black A E, Deci E L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. *Science Education*, 84(6):740-756.

叙述性历史故事对大学生科学本质观和科学态度的提升效果

The Effects of Narrative Historical Story on Undergraduates' Understanding of Nature of Science and Their Attitudes Towards Science

毛子琪¹，李晓然²，陈芸杉³，李艳燕^{4*}

¹²³⁴ 北京师范大学教育学部

* liyy@bnu.edu.cn

【摘要】 对科学本质的理解和对科学的态度是科学教育的重要内容，历史故事是科学教育的重要方法。本研究对比了叙述性历史故事和说明文对教育专业本科生科学本质观及科学态度的作用，发现二者均有助于提高学习者的科学本质观。使用叙述性历史故事的学生，科学态度的改变不如使用说明文显著，他们的科学本质观和科学态度的转变更多受阅读材料中历史案例的影响。而使用说明文的同学，更多受课程中历史故事外因素影响，例如讨论。未来，可充分运用对观念转变作用最大的叙事元素：过去的时间、事件标记、叙事欲望、结构、代理和目的，提升科学教育质量。

【关键字】 历史故事；说明文；科学本质；科学态度

Abstract: The understanding of nature of science (NOS) and attitudes toward science are important parts of science education. This study compared the effects of narrative historical stories and expository texts on student teachers' understanding of NOS and attitudes toward science. The results revealed that both texts promoted the understanding of NOS. However, the narrative historical stories have less effects on facilitating attitudes toward science than expository texts. In addition, it is historical cases contributed more to student teachers' ideas change in historical stories group, while students using expository texts were more influenced by discussion or other extracurricular factors. Besides, we could make full use of past time, event-tokens, narrative appetite, structure, agency and purpose to improve the quality of science education.

Keywords: Narrative historical story, expository text, the nature of science, the attitudes toward science

1. 研究问题的提出

长远来看，科学态度和对科学本质的理解与在学术性科学课中的表现同等重要（Ornstein，2006）。态度是对某物、某事或某人积极或消极的行为，科学态度属于态度范畴，越来越多的研究开始关注教学方法对科学态度的影响（Alisir & Irez，2020）。科学本质是融合哲学和社会学的科学认识论，是科学教育的持久目标（Supprakob，Faikhamta，& Suwanruji，2016）。

科学本质的教学方法分为隐性的和显性-反思的两种，前者让学生以做中学的方式间接体会科学本质，后者引导学生在课上直接讨论科学本质。为显性-反思的教学增加具体情境，对科学本质观的发展有更积极的影响（Bell，Matkins，& Gansneder，2011）。叙述性历史故事是重要的情境化方式，与教材中的说明文相比，对学习者的吸引力更强。为了更规范地创建和评估叙述性历史故事，Klassen 提出十大叙事元素：事件标记、讲述者、叙事欲望、

过去的时间、结构、代理、目的、读者的角色、不为人知的影响、讽刺 (Klassen, 2009), 有研究据此编制了科学史故事并应用在大生物课的科学本质教学中 (Williams & Rudge, 2019)。但是, 目前关于叙述性历史故事的研究大多集中于线下传统课堂, 面向理科学生, 聚焦叙述性历史故事的整体效果。而基于在线学习情境、面向兼顾文理科背景的教育专业本科生的研究较少。关注叙述性历史故事对科学态度的提升及不同叙事性元素作用的研究较少。

因此, 本研究旨在设计基于叙述性历史故事的线上显性-反思教学活动, 并与说明文作对比, 探究二者对教育专业本科生科学本质观和科学态度提升的作用。同时, 进一步探究学习者对叙述性历史故事的认识及其中不同叙事元素所起的作用。具体研究问题包括: (1) 基于叙述性历史故事和说明文的学习活动中, 学习者对科学本质理解的变化有哪些差异? (2) 学习者使用什么类型的解释来诠释他们在教学前后对科学本质理解的变化? (3) 基于叙述性历史故事和说明文的学习活动中, 学习者的科学态度变化有哪些差异? (4) 学习者使用什么类型的解释来诠释他们在教学前后科学态度的变化? (5) 学习者对叙述性历史故事和叙事元素有怎样的认识, 叙述性历史故事和叙事元素在学习者的学习过程中起到怎样的作用?

2. 研究设计

2.1. 研究对象

本研究的研究对象为教育学专业的本科生, 共 55 人, 依据年级、文理科背景随机安排在实验组与对照组。实验组以基于 Klassen 十大叙事元素设计的叙述性历史故事为学习材料, 包含 7 个 4 人小组; 对照组以说明文为学习材料, 包含 6 个 4 人小组和 1 个 3 人小组。

2.2. 研究过程

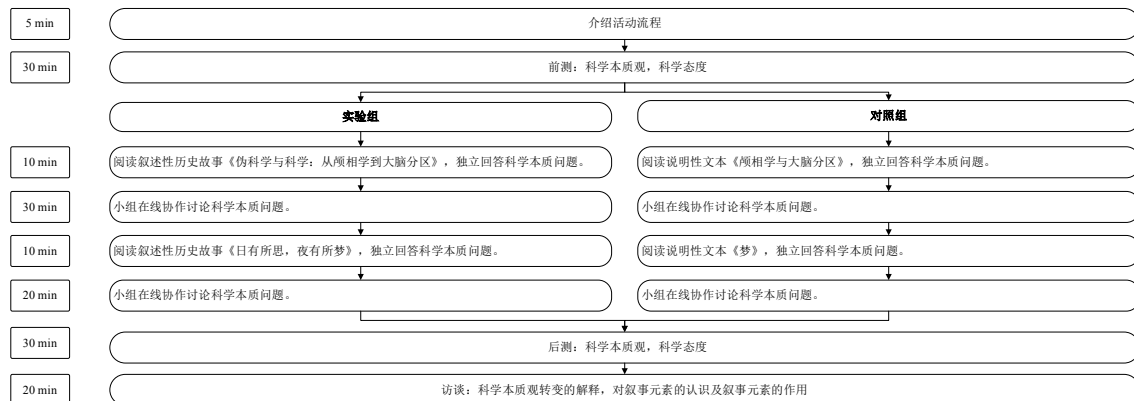


图 1 实验流程

2.3. 研究工具

通过 SUSSI 量表测量科学本质观 (Liang, Chen, Xian, Kaya, & Adams, 2008), 通过 SAI II 量表测量科学态度 (Moore, Leigh, & Foy, 1997), 并自编访谈提纲, 了解学习者对前、后测中科学本质观及科学态度变化的解释和对叙述性历史故事及叙事元素的认识, 分别按 Williams 等提出的编码表 (Williams & Rudge, 2019) 和 Klassen 的叙事元素进行编码。

3. 研究结果

3.1. 学习者对科学本质的理解及对科学的态度

对实验组和对照组 SUSSI、SAI II 量表的各自组内前后测数据及组间的分差进行差异性检验, 最终结果如表 8 所示, 其中, 标记“*”号的部分表示具有显著性差异。

表 8 实验组与对照组科学本质观及科学态度的差异

科学本质	实验组组内差异	对照组组内差异	组间差异	科学态度	实验组组内差异	对照组组内差异	组间差异
观察与推断	0.000*	0.012*	0.706	科学理论	0.000*	0.011*	0.191
科学理论的暂时性	0.031*	0.000*	0.252	科学解释	0.143	0.023*	0.009*
科学法则与科学理论	0.311	0.615	0.749	科学操作	0.196	0.037*	0.563
社会和文化对科学的影响	0.000*	0.003*	0.432	科学活动	0.729	0.047*	0.042*
科学研究中的想象和创新	0.000*	0.000*	0.399	科学进步	0.862	0.178	0.417
科学探究的方法	0.000*	0.039*	0.010*	科学职业	0.225	0.227	0.946
总分	0.000*	0.000*	0.504	总分	0.072	0.003*	0.177

科学本质观的组内前、后测中，两组学习者除科学法则和科学理论维度外均具有显著差异。组间比较中，实验组对科学探究方法理解的提升显著高于对照组。科学态度方面，实验组在科学理论维度的前、后测具有显著差异，对照组在科学理论、科学解释、科学操作、科学活动维度和总分方面均有显著差异，且在科学解释和科学活动的态度提升显著高于实验组。

3.2. 学习者对科学本质观及科学态度变化的解释类型

统计实验组和对照组在 SUSSI 及 SAI II 量表中变化项目的解释类型，结果见表 9。

表 9 实验组与对照组对科学本质观及科学态度变化的解释类型

		历史	一般课程	外部影响
科学本质观	实验组	153 (54.06%)	82 (28.98%)	48 (16.96%)
	对照组	111 (36.75%)	121 (40.07%)	70 (23.18%)
科学态度	实验组	185 (52.41%)	74 (20.96%)	94 (26.63%)
	对照组	155 (39.04%)	88 (22.17%)	154 (38.79%)

实验组无论是科学本质观还是科学态度的变化都主要来源于历史案例。而对照组中，将科学本质观转变归因于一般课程的学习者最多，历史案例次之，外部影响最少，科学态度方面，历史案例和外部影响的作用相近，一般课程的影响较弱。

3.3. 学习者对历史故事和叙事元素认识

实验组和对照组对使用材料性质的判断情况见表 10。实验组中绝大多数学习者都能正确判断材料类型，而对照组中，仅有 29.63% 的学习者判断正确，另有 22.22% 的学习者持中立态度，认为材料中的部分内容具有一定的故事性，但并不属于严格的叙述性历史故事。

表 10 实验组与对照组学习者对阅读材料是否属于叙述性历史故事的判断

	属于	不属于	不完全属于
实验组	27 (96.43%)	1 (3.57%)	0 (0%)
对照组	13 (48.15%)	8 (29.63%)	6 (22.22%)

进一步对实验组及对照组学习者提及的叙事元素进行归纳，结果如表 11 所示。无论实验组还是对照组，过去的时间、事件标记都是被提及最多的元素，叙事欲望、结构、代理、目的被提及较多，这些元素也普遍有助于促进科学本质观、科学态度的转变。

表 11 实验组与对照组学习者对叙事元素的认知

	事件 标记	讲述者	叙事欲望	过去的 时间	结 构	代 理	目的	读者的 角色	不为人知 的影响	讽刺
实验组	24	2	18	25	13	9	11	4	0	0
对照组	24	1	13	24	12	$\frac{1}{3}$	4	5	2	0

4. 总结与展望

本研究在 Williams 等人的基础上 (Williams & Rudge, 2019)，进一步证明在线学习环境中，叙述性历史故事对教育专业学习者科学本质观提升的优势。在未来，可以继续面向不同专业背景的学生展开基于叙述性历史故事的科学本质教学活动，促进其科学本质观的提升。

同时，本研究发现说明文对科学解释和科学活动的态度转变效果更好，但转变时更多受历史案例以外的因素影响。这一方面可能与文本特征有关，叙述性历史故事冗余信息较多，对信息提取能力要求较高，而说明文内容简洁，更有利于聚焦文章本身。另一方面，也可能与活动主题有关，以往的科学态度研究多在较长周期进行 (Alisir & Irez, 2020)，本研究的周期较短且未针对科学态度进行设计，态度转变更容易受到历史案例以外的因素影响。未来，可以综合利用两种文本的优势，引导学习者多角度解读材料，并尽量包含不同类型的主题。

在叙事元素中，过去的时间、事件标记、叙事欲望、结构、代理、目的在学习中的作用较大。未来教学时，可以依据教学目的，着重筛选合适的历史事件，并注意合理安排事件顺序、丰富主要角色，注重故事的趣味性与教育性，更好地促进科学本质观和科学态度的转变。

由于实验时间等客观条件的限制，本研究实验周期较短，未来可以进一步设计系列课程，深入探究不同类型文本对科学本质观及科学态度转变的作用。在转变原因中，小组讨论被提及较多，未来也可以考虑结合讨论过程，探究协作学习对科学本质观及科学态度转变的作用。

基金项目：国家自然科学基金面上项目“基于情景的学习者在线学习分析关键技术与评价模型研究” (61877003) 和北京师范大学教育学部国际联合研究项目。

参考文献

Alisir, Z. N. , & Irez, S. . (2020). The effect of replicating historical scientific apparatus on high school students' attitudes towards science and their understanding of nature of science. *Science & Education*(10).

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Bell, R. L. , Matkins, J. J. , & Gansneder, B. M. . (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4), 414-436.
- Klassen, S. (2009). The construction and analysis of a science story: A proposed methodology. *Science & Education*, 18(3-4), 401-423.
- Liang, L. L. , Chen, S. , Xian, C. , China, P. R. , Kaya, O. N. , & Adams, A. D. , et al. (2008). Running Head: STUDENT UNDERSTANDING OF SCIENCE AND SCIENTIFIC INQUIRY *Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (SUSSI): Revision and Further Validation of an Assessment Instrument*.
- Moore, R. W. , Leigh, R. , & Foy, H. . (1997). The scientific attitude inventory: a revision(sai ii). *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 327-336.
- Ornstein, A. . (2006). The frequency of hands-on experimentation and student attitudes toward science: a statistically significant relation (2005-51-ornstein). *Journal of Science Education and Technology*, 15(3), 285-297.
- Williams, C. T. , & Rudge, D. W. . (2019). Effects of historical story telling on student understanding of nature of science. *Science & Education*, 28(9), 1105-1133.

中小学教师数据素养现状调查及提升策略——基于广东省的抽样调查

A Status Survey of Primary and Secondary School Teachers' Data Literacy and Improvement

Strategies——Sampling Survey Based on Guangdong Province

何敏^{1*}, 贺浏星²

¹² 华南师范大学教育信息技术学院

*1351256537@qq.com

【摘要】 数据素养，是教师在大数据时代应具备的、能够适应专业发展与教育信息化需要的必备品质与关键能力。文章对广东省 88 名中小学教师的数据素养进行了抽样调查，探究数据意识及伦理、数据知识、数据操控、数据应用、数据评价与交流、数据思维六个维度的现状以及存在问题，并且针对问题提出相应对策。

【关键字】 数据素养；现状调查；提升策略

Abstract: Data literacy is the essential quality and key ability that teachers should have in the era of big data and can adapt to the needs of professional development and educational informatization. This paper makes a sample survey on the data literacy of 88 primary and secondary school teachers in Guangdong Province, explores the status quo and existing problems of data awareness and ethics, data knowledge, data manipulation, data application, data evaluation and communication, and data thinking, and puts forward corresponding countermeasures.

Keywords: Data Literacy, Status Survey, Promotion Strategy

1. 前言

2019 年我国教育部颁发的《教育部教师工作司 2019 年工作要点》中明确指出要“举办全国教师大数据高级研修班”，培养教师的数据素养，促进数据驱动教学的发展（教育部，2019）。发展数据素养，是教师在大数据时代应具备的、能够适应专业发展与教育信息化需要的必备品质与关键能力。教师数据素养是综合性能力的一种体现，强调教师对数据的敏感度、全面了解和应用的能力，教师数据素养模型包括意识态度层、基础知识层、核心技能层、思维方法层四个层面（刘雅馨、杨现民、李新和田雪松，2018）。因此，为进一步促进教师专业发展，本研究对广东省教师的数据素养进行抽样调查，发现其存在的问题并提出对策。

2. 研究设计

本研究以林秀清、杨现民和李怡斐（2020）开发的中小学教师数据素养评价指标体系为主要参考依据，设置了数据意识及伦理、数据知识、数据操控、数据应用、数据评价与交流、数据思维六个维度的问卷。选取广东省中小学教师作为研究对象进行线上偶遇抽样调查，共回收问卷 106 份，其中有效问卷为 88 份。问卷总体信度为 0.96，六个维度的 Cronbach's α 系数约为 0.75~0.92，KMO 值为 0.908>0.6，P 值为 0.000，表明量表具有良好的信效度。样本学科覆盖率 100%，地区覆盖率达到 76.2%，学段覆盖率 100%，因此样本具有一定的代表性。

3. 广东省中小学教师数据素养现状及存在问题

由调查结果可知,六个维度的均值均高于 3.6,说明广东省中小学教师的数据素养总体水平处于中等偏上。数据意识及伦理维度的均值高达 3.87,数据思维的均值仅为 3.61。

3.1. 数据意识较强,但量化思维较弱,缺少数据分享与交流

随着广东省中小学教师信息技术应用能力提升工程 2.0 行动方案的推进,教师对教育数据重视度提高,因此数据利用的意识提高,但其量化思维较弱,在主观行动上仍然较少将教育行为以量化的形式呈现,更鲜少在家长会或是工作绩效汇报场合进行数据分享交流。

3.2. 教学平台基本应用能力较强,但数据基础知识和高级处理能力较弱,难以数据挖掘隐藏的价值信息

由于广东省地区学校层面深刻贯彻落实教育信息化的发展,推动智慧校园建设,发展智慧教育,加上疫情带来的影响,91.7%的教师使用过相关采集学生数据的平台。目前广东省中小学教师对教学平台的基本应用能力较强,能够根据教学需要对平台分析的数据进行解读,依据数据评价学生表现。但对数据相关的基本知识较为缺乏,对数据的整理、细化、高级处理能力也较弱,特别是对数据做如相关分析等处理。因此难以获取隐藏的价值信息。

3.3. 问题解决能力较强,但数据驱动教学能力较弱,缺乏数据创新变革思维

目前广东省中小学教师对数据的评价和问题解决能力较强,能够根据数据作出评价、指导教学实践以及发现学生问题并做出解决方案。同时其数据应用的问题导向思维也更活跃。但由于教师难以挖掘数据隐藏的价值信息,因此未能有效使用数据来诊断教学和监控教学过程,造成教师根据数据调整教学进程和数据驱动决策的能力不足,进一步导致教师基于数据的辩证思维和创新变革思维较弱。

4. 广东省中小学教师数据素养提升策略

4.1. 加强政策推动,强化数据使用意识

提高教师的数据素养,需加强政策的引导,强化教师数据使用意识,将教师从“唯分数论”中解放出来,放眼教育大数据,将教育数据融入教学生活。

4.2. 开展教育数据知识应用培训,提高教师数据挖掘能力

培训作为教师提升数据素养的重要手段,国家、地区、学校层面可以定期开展教育数据知识应用培训,通过慕课学习、图书数据培养、校企合作培训等方式,帮助教师掌握数据的基本类型和格式,熟悉数据处理的专业工具和处理方法,了解数据分析结果的解读方式,有效帮助教师提高数据挖掘能力。

4.3. 建设合作交流环境,丰富数据驱动教学实践经验

通过专家指导,定期开设数据驱动教学专家讲座;发挥“一师一优课”示范引领作用,开设数据驱动教学优质课例专栏;构建网络研修环境,促进教师在线探讨数据驱动教学,积极建设合作交流环境,丰富数据驱动教学实践经验,使教师在实践层面获得数据素养的提高,推动数据驱动教学的可持续发展。

参考文献

- 刘雅馨、杨现民、李新和田雪松(2018)。大数据时代教师数据素养模型构建。《电化教育研究》,02,109-116。
- 林秀清、杨现民和李怡斐(2020)。中小学教师数据素养评价指标体系构建。《中国远程教育》,02,49-56+75+77。
- 教育部(2019)。关于印发《教育部教师工作司 2019 年工作要点》的通知。取自 http://www.moe.gov.cn/s78/A10/tongzhi/201902/t20190228_371706.html

高校混合式教学中设计思维指导的学习活动设计研究

Research on the Learning Activities Design Guided by Design Thinking in College Blended

Learning

严亚玲¹, 王志军²

^{1,2} 江南大学“互联网+教育”研究基地

*1342081531@qq.com

【摘要】将设计思维融合到课程设计中是未来创新型人才培养的重要趋势，如何将设计思维与高等教育深度融合、为专业人才培养提供支撑成为教育关注的重要命题。本研究将设计思维引入高校课堂，采用基于设计的研究方法，结合教育技术专业课程《在线课程设计与开发》，聚焦学习活动设计，探索设计思维与高校课堂在理念、过程以及方法层面的深度融合，并以“选题活动”为例进行了实施效果分析。研究发现：设计思维理念的融入使学习活动的设计与开展更加深入、有效，让学生在过程中经历了较为复杂、多样化的思维发展，帮助形成了师生联动的创意分享模式；相关工具与方法的融入使设计思维理念在学习活动设计中落地，让课堂真正做到以学生为中心。

【关键字】设计思维；学习活动设计；课程设计；教学实施；深度融合

Abstract: Integrating design thinking into curriculum design is an important trend in the cultivation of innovative talents in the future. How to deeply integrate design thinking with higher education and provide support for the cultivation of professional talents has become an important proposition of education. This research takes design thinking into college classrooms, adopts design-based research methods, taking the course "Online Course Design and Development" in educational technology program as an example, explores the deep integration of design thinking and college classrooms at the level of concepts, processes, and methods, and analyze the implementation effect by taking "topic selection activities" as an example, and finally summarize the relevant principles and strategies. The research found that: The integration of design thinking concepts makes the design and development of learning activities more in-depth and effective, allowing students to experience more complex and diversified thinking development in the process, helping to form a creative sharing model of teacher-student linkage; the integration of related tools and methods make the concept of design thinking land in the design of learning activities, and make the classroom truly student-centered.

Keywords: Design Thinking, learning activity design, curriculum design, teaching implementation, deep integration

1. 前言

信息化时代，创新成为时代的主题。创新能力是时代对人才培养的新要求。课程是人才培养的核心要素（吴岩，2018）。为了适应信息化社会对学习者的创新能力的要求，发展学生的创新能力成为了高校教学的重要目标，但大多数高校在创新人才培养方面仍然处于探索阶段（姚聪莉&任保平，2012），原因有以下几点：（1）受班级授课制与传统教学理念的影响，当前高校教学过程中大多遵循着单一的、程序化的教学设计方式，忽视对学生高阶思维和创新能力的培养；（2）技术的飞速发展使知识更新周期变短，而传统课堂的教学内容相

对固化与陈旧，难以适应未来社会的发展需求；（3）没有充分利用信息化教学环境开展教学，为学生创造线上线下相融合的学习空间；（4）缺乏新的理念来促进教学创新与实施，提高课堂的灵活性与创新性。对此，国家提出了“高阶性、创新性和挑战度”的“金课”建设要求（吴岩，2018）。要打造适应时代和社会发展的“金课”，高校亟需转变课程设计理念与教学实施方式。设计思维是以人为本的思维方式与创新性问题解决相融合的一套理论体系，至今已经形成了系统性的理念、方法与工具体系，有利于培养学生的创新能力，但缺乏与高等教育的深度融合。本研究将设计思维引入到高校课堂，聚焦于学习活动的设计，对教育技术专业本科生课程《在线课程设计与开发》进行系统化的设计与重构，并在实践中检验其效果，旨在为设计思维融入高等教育课堂提供一套系统化的方案，也为高校课程改革与教学创新以及创新型人才培养提供思路。基于这样的研究目标，本研究的研究问题是：**如何基于设计思维对高校课堂的学习活动进行设计？过程中需要哪些方法、工具的支撑，其有效性如何？需要掌握哪些原则和策略？**

2. 设计思维融入课程与教学的研究综述

近年来，国内外研究者在都积极探索设计思维在具体课程中的应用，国外研究方面；Mentzer 等人（2015）将设计思维融入高中工程设计入门课程，并探讨了高中工科学生和专家工程师在设计过程中的差异；Carmel-Gilfilen & Portillo 等人(2012)将设计思维融入大学建筑学和室内设计课程，并比较了不同专业学生在设计过程中的智力发展特点；还有学者将设计思维融入到跨学科课程的课程设计中，探讨了学生先前的学习成绩、学生选择使用的设计思维策略以及学生在线学习表现之间的关系（Cutumisu 等, 2020）。国内研究方面，陈鹏等人（2019）以 d.loft STEM Learning 项目中的 STEM 课程为例进行案例研究，在详细介绍课程整体结构、课程活动设计及实施的基础上，提出了基于设计思维的跨学科 STEM 课程模型；林琳（2019）等人通过对美国“设计思维融入课堂教学项目”的三个典型案例的比较分析，发现了设计思维与学科融合的特征，进一步丰富了设计思维与学科融合的理解；杨旭辉等人（2018）基于设计思维构建了创客教育的实施模式，并在高中综合实践课程中检验了其效果；还有学者将设计思维融入了混合式课程的设计，验证了设计思维对于学生创造力提升的影响（葛文双等，2020），陈鹏等人（2021）将设计思维引入大学创新课程研究，并在三轮迭代中检验了其效果，为我国“金课”建设提供了思路。综合国内外设计思维融入课程教学的研究，有以下两点发现：

（1）从研究范式来看，除了国内几位学者对国外设计思维融入课程教学经典项目的进行了案例研究之外，其他研究者都开展的是设计思维在具体课程教学的实证研究，但视角有所不同，国外的实证研究倾向于对学习过程表现的评估与追踪，而国内则倾向于探索设计思维应用具体课程的教学模式，并在教学实践中检验其效果，这说明国内对于设计思维与课程教学的融合还在探索阶段，对于设计思维融入课程教学的认识还在逐步发展中，需要更多的实证类研究来丰富当前的认识，生成一套形成性的方案进一步指导实践；

（2）在深入阅读文章的基础上发现，除了陈鹏等人（2021）将设计思维引入大学创新课程中关注到活动中工具与方法的支持作用，当前将设计思维融入课程教学的主要关注点在于将设计思维的过程模型与具体教学结合提供流程指导，缺乏设计思维全过程的贯彻践行，也缺乏相关工具方法的深度融合与应用来促使设计思维融入教学进一步落地实施。本研究在对设计思维工具方法的深入调研的基础上，不仅探索设计思维理念、过程与具体课程的融合，

也尝试将设计思维相关的工具方法体系与课程本身的内容深入融合，用以支撑学习活动的顺利开展，保证学生创新性成果的产出。

3. 设计思维指导下的学习活动设计

3.1. 设计思维指导下的创新型课程设计基本原则及模型

课程组前期已经初步对设计思维融入课程设计进行了理论探究，在总体设计理念和思维模型重构两个方面进行了探索，具体内容如下（张红英等，2019）：

1. 总体设计理念层面：为了帮助教师转变课程设计理念，保证课程的顺利开展，根据设计思维的核心特征，提出了课程设计与实施需要掌握的五条基本原则：（1）结合时代背景设计创新项目；（2）以学生的深度参与为中心；（3）形成多样且开放的小组合作方式；（4）可视化、汇聚式的创意分享模式；（5）迭代化、非线性化的问题解决流程。

2. 课程重构层面：在总结已有设计思维过程模型的基础上，提出了设计思维指导下的创新性课程设计模型（如图 1 所示），进一步增强了现有过程模型的可实施性，为设计思维指导下的学习活动设计提供了框架支撑。

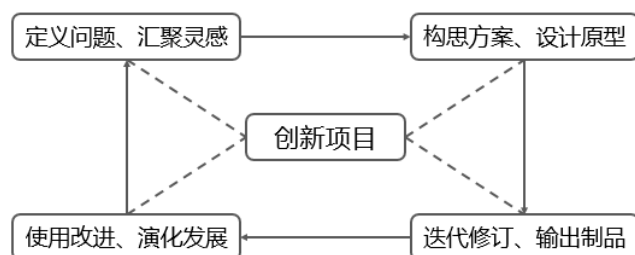


图 1 设计思维指导下的创新型课程设计模型（张红英,2019）

该模型从教学实施的视角出发，围绕创新项目，规划了设计思维融入创新型课程设计的四个阶段，这四个阶段之间虽然具有一定的流程性，但是整个过程其实是一个不断迭代的过程。但是，该模型仅仅是前期的理论探究，需要深入的实践来检验其有效性，并在实践中形成一套系统性的方案，进一步为设计思维融入课堂提供过程、方法、工具等方面的指导。

考虑到教育是一种非常复杂的社会活动，跟传统研究范式相比，基于设计的研究能够认识到并尊重这种复杂性，因此，本研究采用基于设计的研究(Design-Based Research)的研究方法，旨在通过形成性研究过程，采用“逐步改进”的设计方法，把最初的设计付诸实施，检测效果，根据来自实践的反馈不断改进设计，直至排除所有缺陷，形成一种更为可靠而有效的设计（梁文鑫&余胜泉，2006）。

3.2. 设计思维指导下的学习活动设计框架

本研究选择华东地区 J 大学的教育技术学学科三年级本科生的专业选修课《在线课程设计与开发》这门课程为研究对象，原因有以下几点：（1）课程为专业选修课，学生具有自主选择性；（2）这门课程在前期已有理论性质的先修课《远程与在线学习》为基础，急需实践类的课程相结合，便于从理论与实践的双重角度培养创新型人才；（3）课程为设计类课程，除了实践性与操作性都很强之外，其综合性与集成性是主要原因，这门课程涵盖了课程设计与开发的理论、课程设计的一般过程、媒体工具运用等众多内容，集成了之前的一些基础类课程与设计类课程，对学生的要求较高，可以充分调动学生的知识与技能储备，让之前的学习在这门课程得以运用，非常适合进行更加深入的设计。

该课程采用**混合式教学**的设计理念，线上学生基于学习资源，完成在线课程设计与开发发展历程、相关原理、一般过程等方面的理论学习，线下学生需要以项目组的形式，组建课程设计与开发团队，采用角色扮演形式开展协作学习，在整个学习过程中需要完成**体验、反思、选题、设计、修订、发布、完善**七个核心活动，最终完成设计任务。结合《在线课程设计与开发》这门课程的课程目标，即要求能**基于设计思维的理念和过程，合作设计开发一门在线课程的框架，并且完成一个单元的设计与开发**，笔者以设计思维指导下的创新型课程设计模型为基础，对这门课程进行了学习活动设计（如图2所示），过程中融入了对应的设计思维创新型工具与方法，为学生学习活动的顺利开展提供支撑。

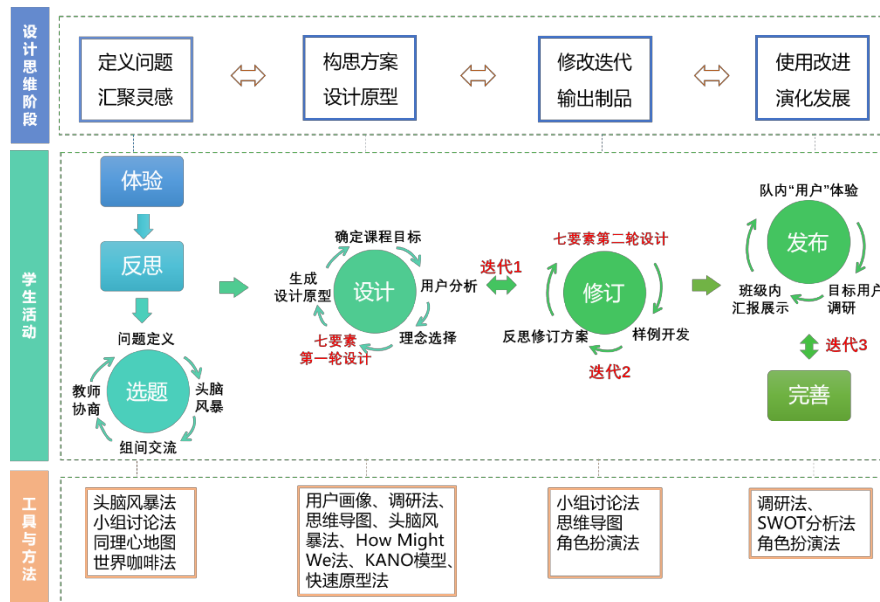


图2 《在线课程设计与开发》的学习活动设计

4. 设计思维指导下的学习活动实施案例与效果分析

4.1. 实施案例

课程于2021年春学期正式开课，选课人数为51人，自愿分成了7个创新项目组。在课程开展过程中，实时监控试验开展的过程，及时记录数据，收集反馈。当前已经完成阶段一定义问题，汇聚灵感阶段，之所以选择选题活动为本次实施效果分析的对象，是因为：根据设计思维指导下的创新型课程设计模型，创新项目在设计思维开展过程中占据核心引领地位，直接影响着后续课程其他要素的设计与开发，本次选题活动的目的是帮助学生确定他们的创新项目，为后续开阵更加深入的设计奠定基础，考虑到学习者已经具备较好的学习基础，我们对于学习者在该阶段提出了较高的要求，即选题必须为创意类选题，要求课程的选题能够解决一定的现实问题，而非直接将现有内容或教材转换为课程内容的确定性选题。

为了帮助学生完成创新性选题，保证选题活动的深入度，笔者做了更加精细地设计：如图3所示，将本次选题活动分为4个步骤，首先各小组内依托电子便利贴的工具（如图4所示），开展头脑风暴，组内集思广益，贡献想法；第二步是师生协商，由学生向教师阐述选题想法，教师对想法的现实性、迫切性、可行性进行把关；之后模拟“世界咖啡会谈”，开展组间交流，具体步骤如图5所示。

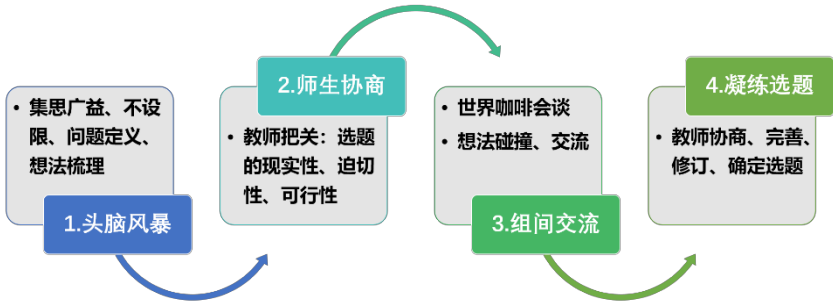


图 3 选题活动的步骤

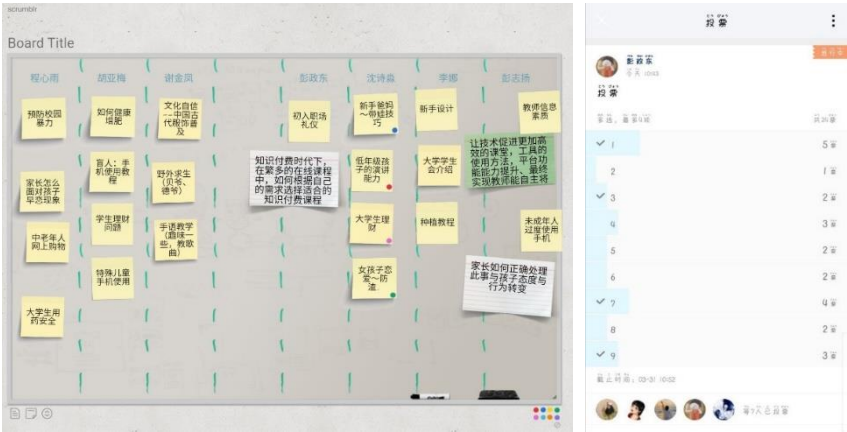


图 4 学生借助电子便利贴工具开展头脑风暴



图 5 组间交流过程（世界咖啡法）



图 6 学生模拟世界咖啡汇谈，开展组间交流

4.2. 数据收集与整理

在选题活动进行的过程中，为了验证设计思维融入的成效，笔者主要收集了四个来源的数据：第一，各项目组依托于电子便利贴工具开展头脑风暴的讨论结果数据，该数据由各项目组项目经理提交；第二，过程中各项目组与教师进行协商的录音数据；第三，过程中各项目组与其他项目组进行组间交流的录音数据，第四，各项目组最终提交的选题结果文档。为了便于分析，对数据进行了统一处理，即将录音数据统一转换成文本数据，方便后期采用内容分析法对数据进行统一分析，之后，利用 NVivo 11 软件对学生的录音文本进行内容分析与编码，具体过程为：以小组为单位进行开放式语义编码，追溯其选题过程，关注过程中教

师与学生的行为，并且随着时间的不断推进，各项目组如何由最初的想法演变成最终的选题，受到哪些因素的影响，过程中做了哪些修改调整，同时也关注学生在这个过程中的思维的变化，试图从创意产生的过程以及学生思维的变化两方面来验证设计思维融入课程的有效性。

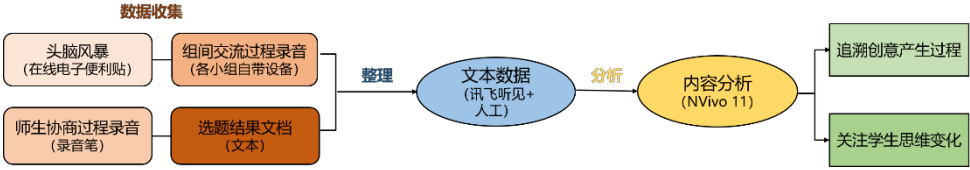


图 7 数据收集与整理

4.3 效果分析

根据上述分析思路，基于对文本数据的内容编码，编码结果如图 8 所示。在此基础上，笔者对每一组的选题过程进行了可视化表征，这里以第 4 组（图 9）和第 6 组（图 10）为例，呈现可视化表征的结果。

内部材料			所有节点		
名称	节点	参考点	名称	节点	参考点
第二组	9	10	学生行为:提出疑虑与纠错	10	教师行为:质疑想法的现实意义与迫切性
第二组 (组间交流)	4	5	学生行为:提出课程建设建议	5	教师行为:指出问题,给出后期思考方向 (解决方案)
第六组	3	3	学生行为:讨论内容体系设计	3	教师行为:引导深入思考,拓宽视野
第六组 (组间交流)	4	5	学生行为:确定他人想法的价值	5	教师行为:讨论课程名称存在歧义
第七组	7	8	学生行为:介绍本组的想法	8	教师行为:肯定、赞扬想法
第七组 (组间交流)	4	5	学生行为:辅助思考课程的其他设计,如评价方式等等	5	教师行为:进一步提升课程定位
第三组	5	5	学生行为:对想法进行补充,细节提醒	5	教师行为:归还选择权
第三组 (组间交流)	2	2	学生行为:初步规划内容体系	2	教师行为:鼓励学生说出自己观点,平等交流
第四组	5	5	学生行为:阐述自己选题的价值	5	教师行为:鼓励学生进一步探索、挖掘
第四组 (组间交流)	6	8	学生行为:阐述原始想法 (与教师)	8	教师行为:帮助梳理思路
第五组	4	5	学生行为:调整现在的状态	5	教师行为:帮助明确目标:创意性的选题
第五组 (组间交流)	2	2	学生行为:帮助确定课程对象	2	教师行为:帮助明确课程定位
第一组	8	10	学生行为:帮助确定课程定位	10	教师行为:帮助聚焦选题想法
第一组 (组间交流)	2	2	学生行为:学生思维体现 图像思维	2	教师行为:把关想法的可行性
			教师行为:质疑想法的现实意义与迫切性		教师行为

图 8 NVivo 编码结果

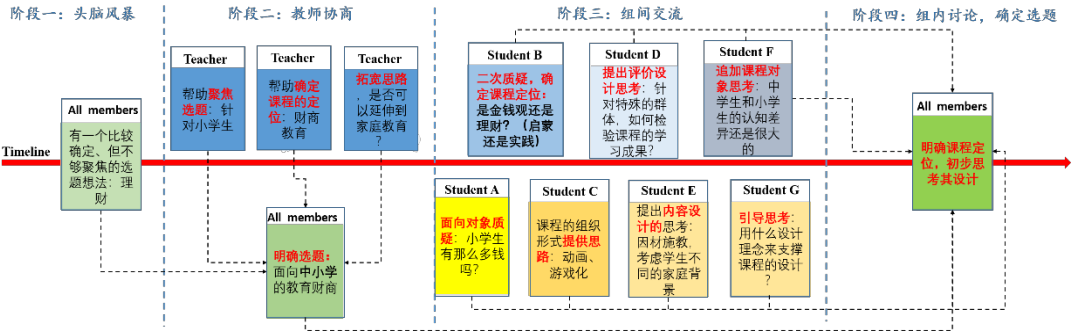


图 9 第 4 组选题过程

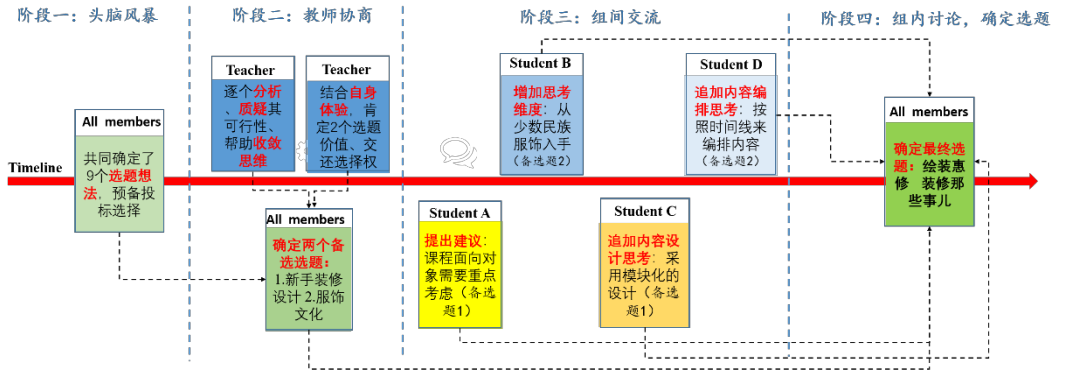


图 10 第 6 组选题过程

根据选题过程与结果分析，发现每一组都经历了想法的产生、发展、调整、升华、确定等过程，但不同小组展现出不同的特征，根据各项目组在选题活动中的表现所反映出的思维的深度与广度，笔者对其进行了分类：包括思维发散型、深入思考型、成长型、传统型四种，其中思维发散型指的是在选题过程中产生很多想法，具有思维广度的小组（以图 10 所示的第 6 组为代表）；深入思考型是指在选题过程中产生的想法虽然不多，但是想法质量较高、思考具有深度的小组（以图 9 所示的第 4 组为代表）；成长型则是指虽然在一开始没有发散出很多想法，但是在教师协商与组间交流活动中产生灵感，获得快速成长的小组（第 7 组）；传统型指的是相对而言思维比较固化，想法深度与广度都相对欠缺的小组（第 3 组）。

根据 NVivo 编码结果，教师在与学生的协商过程中主要有以下几个关键性的行为影响了学生想法进程和结果：（1）把关想法的现实性、迫切性、可行性；（2）帮助明确本次的设计目标，提升选题的创意性；（3）帮助进一步聚焦课程面向对象、明确并提升各小组的课程定位；（4）过程中启发学生发散思考，及时梳理思路，帮助学生突破固化的思维；（5）引导学生沿着现有的想法进一步思考，拓宽思维深度；（6）结合自身的体验，给予学生鼓励，提供情感支持。此外，由于各小组的状态与进程有所差异，教师也结合了不同小组的特点来给予对应的干预和指导，例如，对于传统型小组，教师主要实施的是启发、引导，持续性的关注与参与的策略，帮助其拓宽思维的广度，积极寻找新的想法；而对于思维发散性以及深入思考型小组，教师则给予肯定与表扬，并帮助他们收敛思维，进一步的拓展思维的深度，使想法更加聚焦。除此之外，学生的选题也受到其他小组反馈的影响，与其他小组的交流与碰撞，一方面能帮助他们打开视野，突破自身相对固化的想法，另一方面，能获取多样的建议与思考，帮助他们深入思考完善自身的想法。

此外，选题活动也促进了学生的思维发展，过程中学生展现出了众多和设计思维相关的思维方式。所有的小组都遵循了发散（头脑风暴）——收敛（准备和教师协商）——聚焦（进一步确定课程定位与面向对象）——发散（组间交流，想法碰撞）——收敛（组内讨论，确定选题）的过程。根据 NVivo 的编码结果，学生们在组间交流活动中主要出现了以下几种行为：（1）质疑其他小组的想法的科学性与现实性；（2）对想法进行补充，并提供一些细节性的思考；（3）肯定想法的价值，并进行了进一步的思考，提出有关课程建设的建议。这些行为都体现了学生的积极思考，也为他们思维发展提供了证据。有研究者提出，如果把右脑人的思考方式做进一步的拆分，大致可以分为图像思维、情景思维、关联思维、直觉思维、艺术思维和同理心思维，而在设计思维的实践中会涉及以上所有的思维方式（张凌燕，2015）。在本次的选题活动中，学生也展现出了众多思维方式，在头脑风暴阶段，体现了思维的高度发散与收敛，这是创造性思维的重要体现，在与教师协商的时候，第 2 组已经尝试用思维导图来表达自己的想法，这是图像思维的体现，此外不管是教师协商还是组间交流活动，每个小组都在关注课程的面向对象，结合对象来思考课程的选题是否会吸引到用户，多次探讨这个课程对象适用性、如何评价面向对象的学习效果等问题，提出要根据对象进行更加贴切的设计，例如有成员建议第四小组采用游戏化、动画的形式来满足课程面向对象是小学生的特点，这些都可以体现学生的同理心思维，这也是设计思维最根本的体现。

5. 研究结论与启示

5.1. 研究结论

基于以上的分析，对此次设计思维指导下的学习活动设计进行反思，可以得出以下三条结论：

第一，设计思维理念的融入使学习活动设计与开展更加深入、有效，保证了学习者在活动开展过程中的深度参与，帮助形成了师生联动的创意分享模式；

第二，设计思维相关工具与方法的融入使得设计思维理念在学习活动设计中落地，让课堂真正做到以学习者为中心，并且对整个学习活动的开展起到支撑、推动、记录的作用；

第三，设计思维指导下的学习活动设计使学生在过程中经历了较为复杂、多样化的思维发展，帮助学生进一步打开自我，运用自己拥有的创造力去积极探索创意。

5.2. 研究启示

结合本次学习活动设计与实施，笔者得出了以下五条研究启示：**1.现实、前沿、高阶的创新项目设计是实践开展的基本前提**：创新项目的设计除了需要与课程内容、课程目标紧密相连以外，还需具备一定的现实性、前沿性、高阶性；**2.开放、灵活、多样的课堂组织形式是实践开展的重要环境**：不管是学习活动的设计还是真实的实践开展，本研究都在帮助学习者形成多样化、多层次的协作模式，在教学实施的过程中也注重平等交流、开放共享的课堂氛围的建构；**3.线上线下相融合的混合式学习模式是实践开展的重要保障**：在教学实践开始前，笔者所在课程组已经实现了课程内容的设计与开发，作为学习者在线学习的学习资源，目的是能留出充分的时间和精力用以开展线下的项目式学习活动；**4.与课程内容深度融合的方法与工具的融入是实践开展的关键支撑**：除了理念的指导，过程中设计思维方法与工具的精心设计与融合也是实践开展的关键支撑；**5.相辅相成、互联共生的师生共同体是实践开展的推动力量**：整个过程中师生处于平等交流与对话的氛围中，教师不再是课堂的权威，而是学生学习过程中的指引者、把关者、支持者、促进者，双方形成了相辅相成、互联共生的关系，是创意产生的共同体。

5.3. 小结

由于时间关系，本研究仅以选题活动为例，尝试从多个角度来收集数据，验证设计思维融入课堂教学的必要性和有效性，但这个活动这仅仅是设计思维融入课堂的一个环节，其他环节的教学还在开展过程中，数据还需要进一步的收集和整理，学生能力的培养以及思维转变是一个长期的过程，未来会从长期的实践以及更多的视角来验证设计思维融入课堂的有效性，并进一步总结过程中的工具、方法、策略。

参考文献

- 陈鹏、田阳和黄荣怀(2019)。基于设计思维的STEM教育创新课程研究及启示*——以斯坦福大学 d.loft STEM 课程为例[J]。中国电化教育, (08),82-90。
- 陈鹏、黄荣怀和年智英(2021)。面向创新人才培养的大学“金课”实践研究：设计思维视角[J]。中国电化教育, (02),75-82。
- 葛文双、白浩和马红亮(2020)。设计思维融入混合课程的设计与教学干预效果[J]。现代教育技术, (07),42-49。
- 梁文鑫和余胜泉(2006)。基于设计的研究的过程与特征[J]。电化教育研究, (07),19-21。
- 林琳和沈书生 (2019)。美国“设计思维融入课堂教学项目”研究[J]。比较教育研究(07) ,67-74。
- 吴岩(2018)。建设中国“金课”[J]。中国大学教学, (12),4-9。
- 杨绪辉和沈书生(2018)。设计思维方法支持下的创客教育实践探究[J]。电化教育研究, (02),74-79。
- 姚聪莉和任保平(2012)。创新人才培养的逻辑及其大学教育转型[J]。中国高等教育, (07),9-

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

12。

张红英、庄君明、刘璐和王志军(2019)。设计思维指导下的创新型课程设计研究[J]。现代教育技术, (10),100-107。

张凌燕 (2015)。设计思维:右脑时代必备创新思考力。北京:人民邮电出版社.

Carmel-Ghfilen, C. , & Portillo, M. . (2012). Where what's in common mediates disciplinary diversity in design students: a shared pathway of intellectual development. *Design Studies*, 33(3), 237-261.

Cutumisu, M., Schwartz, D. L., & Lou, N. M. (2020). The relation between academic achievement and the spontaneous use of design-thinking strategies. *Computers & Education*,149, 103806.

Mentzer, N. , Becker, K. , & Sutton, M. . (2015). Engineering design thinking: high school students' performance and knowledge. *Journal of Engineering Education*, 104(4), 417–432.

智能教育下的教师信念影响因素研究

Research on the Influencing Factors of Teachers' Beliefs in Intelligent Education

张进宝¹，尚菲¹，邢洋¹

¹ 北京师范大学

*zhangjb@bnu.edu.cn，sf81076@163.com，xywzy468129@163.com

【摘要】随着教育信息化进入 2.0 阶段，我国教育技术的侧重点已经由“信息化”向“智能化”迁移，智能系统逐渐融入传统课堂。但已有研究大多基于学生学习或智能平台建设角度，忽略了教师才是技术应用和传统教学方式变革的主要推动力。本研究基于一线教师主观视角，收集一线教师对于人工智能教学信念与教学实践的反馈，挖掘教师信念的影响因素以及这些因素之间如何互相影响，对技术变革教育中调整教学结构及指向人工智能教学的教师学习提出发展策略，推动教师从低阶的信息化教学能力向高阶的智能化教学能力跃迁。

【关键字】教师信念；智能教学；影响因素；教学实践；

Abstract: With the education informatization entering the stage of 2.0, the focus of China's education technology has shifted from "informatization" to "intelligence", and the intelligent system has gradually integrated into the traditional classroom. However, most of the existing studies are based on the perspective of students' learning or intelligent platform construction, ignoring that teachers are the main driving force of technology application and traditional teaching methods. Based on the subjective perspective of the front-line teachers, collect first-line teachers' feedback on artificial intelligence teaching beliefs and teaching practices, explore the influencing factors of teachers' beliefs and how they interact with each other, and adjust the teaching structure and point to artificial intelligence in the education of technological change. Teachers who can teach put forward development strategies to promote teachers from low-level information teaching ability to high-level intelligent teaching ability.

Keywords: Teachers' beliefs; Intelligent teaching; influence factor; Teaching practice;

1 · 研究问题的提出

1.1. 智能教育的浪潮涌起

在 2017 年国家颁布的《新一代人工智能发展规划》中，智能教育是其中的一项重点内容，也是国家发展人工智能战略的重要组成部分。随着 2018 年教育部发布了《教育信息化 2.0 行动计划》，教育信息化进入 2.0 阶段，文件中提出要把人工智能、大数据等这些智能技术运用至教育领域中，实现智能教学下的教育模式重构。我国教育技术的侧重点已经由“信息化”向“智能化”迁移，智能系统逐渐融入传统课堂。祝智庭等人将智能教育的内涵界定为：一是智能技术支持的教育，二是学习智能技术的教育，三是促进智能发展的教育（祝智庭、彭红超、雷云鹤，2018）。人工智能作为一种技术进入教育教学领域，正在从外置性技术辅助走向内融性技术渗透（郭炯和郝建江，2019）。从早期的计算机辅助教学（CAI）到智能导学系统、教育机器人、智能代理等表现出不同的应用形态。在这多种应用形态中，人工智能在教学中

扮演着教师、同伴、学生的角色。

1.2. 教师群体面临智能教学挑战

人工智能在教学授课的过程中，给教师带来了前所未有的冲击，传统的教学方式中，教师往往没有足够的时间和精力与学生进行深入的沟通交流。随着人工智能的应用，学生也不再满足于教师仅是对于理论知识的概括，更关注体验与实践学习知识的经验积累。在当前虽已有多项研究聚焦于应用必然性分析、发展现状分析、未来应用展望、人工智能与教师角色探讨，实践研究缺少一线教师主观视角对人工智能教学信念与教学实践的反馈，容易造成研究与实践脱节，难以明确一线教师对于人工智能技术的认知状态、开展智能教学所面临的问题与挑战。且智能教学系统的应用，可以让学生随时获得知识内容最前沿领域的信息。由此可能造成一种后果，就是教师的观点会受到学生的质疑。

1.3. 智能教学下教师信念相关研究匮乏

智能技术进入教育领域，研究学者们对于信息技术的深层次教学进行了诸多研究。笔者在“中国知网”高级检索模式下，以“智能教学”或含“智能教育”为检索词在主体范围搜索，将文献类别限定为社会科学I辑与社会科学II辑，数据库及检索时间均不做限定，共搜索到文献311篇，进一步勾选核心期刊，进行搜索，搜索出文献65篇，发现位居前沿的研究主题有“人工智能”、“智能教学系统”、“人工智能教育”以及“智能教育”。立足于教师角度出发的文献数量稀少，研究者普遍关注智能技术融入后的教学与传统教学相比的不同之处，忽略了教师在教学中的主体作用。

3. 研究设计

3.1. 研究目标

更好的促进智能技术与教学的融合，探究一线实践教师群体对于智能技术的使用的真实反馈，挖掘智能教学过程中教师信念的影响因素。站在教师专业发展的角度，尝试提出教师利用智能技术更好提升教学效果的发展策略，推动教师行为由“信息化”向“智能化”迈进，从而将智能技术的便利性由信息技术学科向多学科推动。

3.2. 研究方法

本研究以探究教师信念影响因素研究为核心，采用了质的研究方法，以研究者本人作为研究工具，使用问卷调查法与访谈法收集资料，使用归纳法对访谈转录稿进行编码分析，从教师角度出发，对于人工智能技术融入并变革教学的效果以及影响因素进行探究。

3.3. 数据收集

本研究使用了目的性抽样的方法，选择了有意愿参与调查的五位教师进行访谈，五位教师分布于不同地区，教授科目各不相同，但均采用了智能教学软件辅助教学。其基本信息表如表1所示。

表1 研究对象基本信息表

对象	所在地区 的教育信 息化程度	教龄	身份	所授科目	自身信息 化程度	使用的智 能软件
**利	较落后	24	教师	初中生物	较弱	作业帮
**洁	较发达	3	教师	小学语文	较强	乐教乐学、作业帮、

**娜	较落后	2	教师	高中语文	较强	钉钉
**英	较发达	26	教师	高中信息技术	较强	腾讯作业、网易LOFTER
**岩	较发达	2	教师	小学科学	较强	希沃白板、钉钉、

本研究在联系研究对象时告知其研究目的、研究内容、研究计划、匿名处理以及录音资料的处理方式，征得了本人的完全同意。并且在体验和访谈前向访谈者出示了访谈提纲，对访谈内容的不涉及隐私性做了保证，并询问其意见。本研究主要是访谈者与研究者关于研究问题的交流过程，平均与每位访谈者交流的时间约为 40 分钟左右。所有的访谈均有录音，所有的录音均被逐字誊录。

对于教师信念的影响因素的研究，本研究使用 Nvivo11.0 对所有访谈者的文字访谈稿进行三级编码分析，研究者对于访谈内容的转录文本进行逐字逐句的阅读理解，从话语中提取关键节点，并根据节点之间的关系建立类属，并在比照和分析类属间的关系之后，选择了“选择智能教学软件辅助教学的动力”作为核心类属。

4· 研究结果分析

在经过与五位访谈者的深入交流之后，将访谈录音转录的文本进行深入且具体的分析探究。从教师的教学行为，教师对于教学软件的使用熟练程度，教师对于技术变革教学的看法认识等方面归纳出教师的教学准备状态现状。教师对于在智能教学中遇到的障碍与挑战，从内部因素和外部因素两个大类去进一步归纳总结。

4.1. 智能教学背景下教师信念的外部影响因素

(1) 学校教学资源现状

教师普遍认为所属学校组织的硬件资源是开展智能教学的关键推动力。学校对于教育信息化的发展重视程度，以及在智能教学设备上的资金投入，决定教师与智能教学的接触机会，进而影响教师对于智能教学的认同度。如创设了智慧教室的学校，可以实现学生在课上使用平板电脑，完成小组协作与搜寻信息的学习任务，学生在课堂上的学习积极性提高，对于知识的掌握更具体，体验更真实。

(2) 技术培训课程

在教育信息化发展程度较低的学校，教师对于教学软件不能熟练操作，将进一步导致教师自身对于使用智能技术类教学软件的抗拒。学校与教育软件公司进行合作，对教师开展相应的技术培训课程，帮助教师学习掌握教学软件的使用。

(3) 人工智能技术与学科整合难度

教师受所授学科的学科特征所限，与人工智能技术的结合的难易程度不同。如语文学科，教师提供音频或者视频供学生观看，难以为学生创设出真实情境，体验古诗词的韵味。但科学课程上，教师在平台上发布课程的学习任务，模拟出实验情景，弥补传统课堂中只能进行抽象的理论描述的缺陷，通过小组协作，自主搜索相关知识解决问题。

(4) 学生者自身学习特征

教师根据负责班级学生的学习特征，选择是否采用智能教学的形式以及选取教学软件中的哪项功能。小学较低年龄阶段的学生自主学习能力较弱，主要依托家长辅助。教师对于利用智能技术支持教学的信念较弱，更倾向于传统的授课方式。高年级学生的自主学习能力较强，教师的信念较强，可以选择功能复杂，关联数据库较多的教学软件。

4.2. 智能教学背景下教师信念的内部影响因素

(1) 教育技术能力水平

虽然大多数一线实践教师参加信息技术培训，但其信息素养程度相差较多，信息技术与课程整合能力水平同样差异较大。有很多教师的教育技术基本技能比较差，影响了其应用信念。教育技术技能水平较强的教师，会通过对于平台功能的评测，网络系统的稳定性的等多个方面去主动探究适合学生使用的教学网络平台，结合学科特征，使得智能技术能够真正融合与课程与学生之中，充分发挥学生的自主性。

(2) 对智能技术的学习积极性

教师使用人工智能技术融入课程的动机，对于新型课程实施的成功与否具有关键影响力。学校在鼓励教师进行课程设计时，若不考虑教师自身发展的内在需要，只是宣传教育信息化政策改革与社会要求，无法增强教师动机。

(3) 教师的实践经验

教师的实践性知识是教师专业发展的主要知识基础，虽然不如理论性知识的外显程度更高，教师在接受倡导的新型教学改革思想中，已有的实践知识会起到过滤作用，很大程度上影响着教师在授课过程中的一系列教学行为。

5. 智能教学中教师专业发展策略

学校的教学管理层，应进一步加强对教师信息技术的培训，不仅仅是简单计算机软件的技能教授，更多是如何将智能技术与教学真正的融合起来。校方应进一步营造校园智能教育文化氛围，落实教育信息化的政策，加大资金投入，完善硬件资源建设，创设智能教育环境，比如创建智慧教室，引进更多的智能教学软件辅助教学。

考虑到激发教师内部动机，提高教师对于智能技术的学习积极性。向教师群体加大宣传力度，但应减少理论性的讲解，从实践角度出发，让教师可以切实体会到智能教学软件可以弥补传统教学中所存在的缺陷。学校可以在教师群体中组织开展与智能教学相关的有奖教学竞赛，以此推动教师转变对于技术变革教学的态度。

从社会建构的角度，教育行政部门应起到更大范围的协调与引导作用，尤其对于教育信息化发展不发达的地区。地方主管教育的部门可以多开展一些跨校甚至跨省交流培训活动，同时也应在教育资源及教师发展上实现均衡协调发展。

教师应认识到在自身教学方面的局限性，更新自己的知识、技能结构和教育教学观念。相关研究表明，在教师的信念结构中，自我效能与教学效能对于信息技术与课程整合的影响要大一些。尽管教师对“整合”持积极的态度，但是与实际教学行为却存在着偏差。教师可将课堂体验与自我反思相结合，根据自己所教授的学生群体、教学环境以及自身的教学风格进行实践。教师可以循序渐进的调整自己的教学行为，在教学过程中不断对教学效果进行评估，进而做到对于先进教学理念的认同。

参考文献

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 陈京春(2020)。人工智能时代法学实践教学的变革。**山东社会科学(11)**,86-90+96。
- 付梦蕤和王琪(2017)。启发隐喻分析:国外教师信念研究的新方法[J]。**上海教育科研(08)**:75-79。
- 刘彬(2017)。新媒体时代大学英语教学模式的改革与发展——评《新媒体技术下中国高校商务英语教师信念及教学模式演化研究》。**新闻战线(04)**,159-160。
- 刘德建、杜静、姜男和黄荣怀(2018)。人工智能融入学校教育的发展趋势。**开放教育研究(04)**,33-42。
- 吕林海(2008)。教师教学信念:教学活动中技术整合的重要影响因素。**中国电化教育(04)**,16-20
- 卢立涛(2008)。课程实施及其影响因素分析——基于教师的视角。**继续教育研究(08)**,148-150。
- 林秀钦和黄荣怀(2010)。中小学教师的信息技术教学应用型态及其障碍研究。**中国电化教育(03)**,31-36。
- 李伟和林建香(2012)。信息技术教师教学信念与教学行为关系的调查研究。**电化教育研究(09)**,36-40+53。
- 熊丙章(2014)。教师信念对信息技术与数学课程整合的影响研究。**电化教育研究(05)**,87-90。
- 俞国良,辛自强(2000)。教师信念及其对教师培养的意义。**教育研究(05)**,16-20。
- 张定强和金江熙(2006)。对信息技术与数学课程整合的一些新思考。**电化教育研究(01)**,55-57。
- 张莹、张秀琦和刘东芝(2011)。信息技术环境下教师教学信念的现状及其影响因素分析。**中国电化教育(08)**,110-113。
- 张雁玲和郑新民(2011)。课程与信息技术整合环境下外语教师信念探究。**外语教学(04)**,52-56。
- 祝智庭、彭红超和雷云鹤(2018)。智能教育:智慧教育的实践路径。**开放教育研究(04)**,13-24+42。doi:10.13966/j.cnki.kfjyyj.2018.04.002。
- Becker, & Jay, H. . (1994). How exemplary computer-using teachers differ from other teachers: implications. *Journal of Research on Computing in Education*.

基于语音识别技术和递归分级认知理论的汉语学习

APP《MyTalk》的设计与开发

Design and Development of Chinese Learning APP “My Talk” Based on Speech Recognition Technology and Recursive Hierarchical Recognition Theory

唐曼云¹

¹ 北京大学教育学院教育技术系

* tmymmmt@pku.edu.cn

【摘要】在日益增长的汉语口语学习需求和学习类 APP 被人们广泛接受的背景下，开发设计了基于语音识别技术和递归分级认知理论的汉语学习 APP《MyTalk》，内含外国人来华生活、学习和工作等六大主题的十八门情境课程。通过人机语音对话的形式，遵照语块学习原则，给用户实时评价反馈，整个过程着重训练用户的汉语听说能力。本文介绍了软件开发设计所依据的理论背景，以及软件在交互、内容、评价机制和界面方面的设计思路。在收集用户反馈后，讨论了目前技术在模拟真实语言应用情境的不足，以及未来需要关照学习者从“虚拟”到“真实”方面的适应问题。

【关键字】汉语学习；学习 APP；口语；语音识别

Abstract: In the context of the growing demand for oral Chinese learning and the widespread acceptance of learning apps, the Chinese learning app "MyTalk" based on speech recognition technology and recursive hierarchical cognition theory was developed and designed. The software is designed for foreigners living in China. There are a total of 18 contextual courses in six themes such as study and work. Through the form of human-machine voice dialogue, following the principles of language block learning, real-time evaluation and feedback are given to users. The whole process focuses on training users' Chinese listening and speaking skills. This article introduces the theoretical background of software development and design, and the design ideas of software in terms of interaction, content, evaluation mechanism and interface. After collecting user feedback, it discussed the current technology's shortcomings in simulating real language application scenarios, and the need to take care of learners' adaptation from "virtual" to "real" in the future.

Keywords: Chinese learning, learning APP, spoken language, speech recognition

1. 前言

在过去三十余年中，（二语）语言教学得益于语用学的影响，发生了由几乎完全关注语言能力到更加关注语用能力乃至交际能力发展的“转向”（陈新仁，2014）。当下国际交流日益密切，许多汉语学习者希望能掌握中文交流能力，因此汉语口语的学习至关重要。谭晓丽（2018）认为目前的汉语（二语）口语课堂教学受人、数、实践、地点多方面限制，汉语学习

者的口语水平如果只通过课堂学习，提高会比较缓慢，而成本低、灵活性高的汉语口语学习 APP 适应了汉语学习者快速提高汉语口语交际能力的需求。

当前人们的生活越来越离不开 APP，市场上优秀成熟的汉语口语交互类学习 APP 集中在字词发音和阅读听说方面，在口语交际方面，现有产品（如 Mandarin Talk）提供的课程以文本跟读、学唱中文歌为主，适合低龄儿童，发展学习者成段对话能力的过程较长。由外研社开发的 Talking Chinese 以游戏化的产品理念为指导，采用智能语音技术，通过动画模拟来进行教学，提供卡通动画构建的生活场景，设计有拼音、中文和英文的字幕。但这些话题浅显，场景比较低龄化，也是适合年纪较小的学习者，缺乏在具体生活场景中的成段表达训练，难以满足商务和旅游类的中高级交际需求。

因此，本研究遵循分级递归认知理论（Recursive Hierarchical Recognition，以下简称 RHR）中语块学习的原则，在现有语音识别技术基础上，针对外国人来华生活、工作和学习方面的日常场景，设计开发面向具有简单汉语基础的学习者的口语学习 APP《MyTalk》，并且结合 APP 的测试用户反馈情况，思考移动技术辅助语言学习的问题和挑战。

2. 研究背景

语言学家 Knowles（2008）提出的 RHR 理论认为，发展会话技能是不同于发展书面技能的。会话的时候有时间压力。我们叫做瞬时张力，这是一种积极的力量，刺激大脑寻找语言模型。当处理话语时，语言被储存在短时记忆中，这种记忆能持续一到五秒钟，容纳四到七个语块的信息（GA Miller，1994）。这种记忆是有限的，为了用短时记忆处理更多的语言，大脑必须运用语言模型认知逻辑，把听到的语言归纳成更大的语块。

要发展归纳语块的能力，需要发展对于语言模型和声音的语音意识，当语言模型变得熟悉和自然时，会话的流利度就提高了。会话的流利度提高的同时，还可以支持书面技能，并反过来加强会话技能。在 RHR 理论指导下，MyTalk 的设计遵循语块学习的原则，跳过单词短语，直接进入语段的学习训练。评价机制也是从语块的准确度而不是个别单词的准确度来看。学习者在主题情境中训练发展听说技能，建立交际场景下的常用语言模型和声音的语音意识。

MyTalk 同时遵从情境学习理念的指导，按照主题情境来设计不同的学习内容模块。情境学习(Situated learning)是由美国加利福尼亚大学伯克利分校的让·莱夫(Jean Lave)教授和独立研究者爱丁纳·温格(Etienne Wenger)于 1990 年前后提出的一种学习方式。情境学习理论告诉我们:学习的本质就是对话，在学习的过程中所经历的就是广泛的社会协商（崔允漷和王中男，2012）。所以在 MyTalk 中,设计的每个挑战关卡都围绕一个从社会生活中提炼出的中心话题，通过模拟真实场景对话，让学习回归真实应用情境，缩小学习环境和真实交际应用环境的差距，让学习者之后能更容易地应用所学。

3. MyTalk 的设计开发

MyTalk 是一款用 JAVA 语言开发的 Android 应用程序，主打“情境语音对话+智能人机交互”。程序中直接封装调用开源免费的百度语音识别 SDK，识别用户输入的语音内容。用户使用 MyTalk 的具体学习流程如图 1 所示。



图 1 MyTalk 用户安装使用和学习流程

3.1. 交互设计

每个关卡开始前会首先给学习者交际场景的语音描述，之后的多轮对话每次开始前还会给出更具体的任务提示，如果学习者听取提示有困难，可以点开提示字幕。语音提示默认中文，字幕提示是英语或其他用户自选语言，用户可以自主选择开启或关闭字幕提示，以此来训练学习者的中文听力能力。

当用户来到学习页面（如图 1 中的第⑦步流程截图所示），可以进行学习尝试（如图 1 中的第⑦步 b 流程截图所示），即语音输入交际话语，系统识别话语内容，根据情境关键词契合度，判断用户是否达到学习要求。如果达到学习要求，系统将给出中文语音和画面的奖励提示，增强学习者信心。如果未达到要求，将给出语音提示学习者去听取标准语音，并跟随标准语音进行反复跟读练习（如图 1 中的第⑦步 a 流程截图所示）。在多层对话后，用户该关卡总分合格，方可进入下一关卡。在软件使用过程中，可以自查学习排名与分享成果。

3.2. 内容设计

MyTalk 的故事背景中设定主人公为一名来华留学生，已具备初级汉语听说能力。从她将在中国经历的日常生活、学习、旅行等六大主题情境，设计了 18 门闯关课程（如图 2 所示）。

主题	关卡	内容	主题	关卡	内容	主题	关卡	内容	主题	关卡	内容	主题	关卡	内容
初级	机场迎接		学习	了解课程		娱乐	观看电影		旅行	咨询路线		生活	超市购物	
	课堂点餐			课堂讨论			观看讲座			景点购票			公园野餐	
	饭店用餐			作业答疑			健身活动			游戏试玩			参观校园	

图 2 MyTalk 关卡课程清单

3.3. 评价机制设计

根据已有的研究启示，二语习得的关键是语块的掌握与运用，MyTalk 是利用第三方语音识别插件（百度语音识别 sdk）将语音转化成文本，再根据文本中的情境关键词与标准答案的契合度，评价用户汉语使用的准确性。情境关键词的准确表述和运用，将体现学习者是否掌握该交际情境下的所需语块。

3.4. 界面设计

软件的整个界面以鲜亮的颜色为主，卡通的场景人物活泼生动但不过于低龄化，符合成人学习者的审美。软件需要用户横屏操作，字幕及对话框区域将在横屏界面的下方四分之一处填满，提示按钮布局在界面的右上角（闯关示意图如图3）。另外，用户在开始学习之前选择自己的性别和国家身份（如图4所示：美国女生 Mary 形象）。软件将支持英语、法语、西班牙语、德语和日语，根据用户的身份选择，提供对应的卡通人物形象，让学习者更有身份认同感。

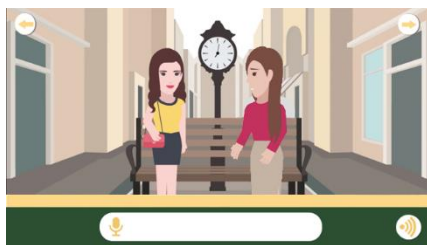


图3 闯关界面示意图



图4 美国女生人物形象

MyTalk 的应用讨论

目前 MyTalk 已经小范围邀请目标用户进行体验测试，根据他们的反馈，对照软件开发设计初的美好畅想，提出两方面值得思考讨论的移动技术辅助语言学习方面的问题。

4.1. 移动技术模拟真实情境

已有技术辅助语言学习的研究表示，我们需要更广阔的技术视野出发提醒我们要认清技术和语言、语境等的关系，考虑技术媒体影响上下文以及表达和交流形式的一些方式（Chun D, Kern R, & Smith B, 2016）。实际语言对话氛围中，话轮的构建和持续远比闯关情境中复杂的多。MyTalk 软件中每个故事情境的话轮是两人对话，轮流发言的，而现实中会有多人对话、话轮中断或者话轮难以继续等等情况。另外，现实对话中，说话者的神态、语气和肢体动作都是在增加对话的信息。移动学习中，虚拟人物暂时没有神态、语气和复杂肢体动作，所以相较真实学习环境，移动学习中对话双方的语义理解是更困难的。

4.2. 从“虚拟”到“真实”的学习者心理

MyTalk 中学习者实则是和虚拟的交流者开展同步对话，所有使用非实体语言的能力都要求能够处理“真实”和“虚拟”操作的分层，语言学习者需要做的一件事就是在实体和非实体体现的语言使用之间转换，在“真实”和“虚拟”操作之间转换的经验（Clark, 1999）。

学习者在一开始接触工具，开展对话时往往充满好奇心和新奇感，学习积极性很高，但一段时间后，他们会摸清技术评价机制，例如有 MyTalk 的用户提出，在发现系统是根据关键词准确度来判定是否过关后，他意识到可以只说出一些关键词，而不再练习完整句子，这是一种“讨巧”方法，虽然作为一个主动学习者，他没有实际这样去做。诚然在实际语言交流中，我们仅通过关键词也可以猜测对话另一方的表达意思，但长远来看，希望培养高水平的语言使用能力还是要掌握完整句意表达技能的。

另外，因为是面对虚拟交流者，知道有容错，可能很多学习者心理上更加放松。但转换到实际场景中，因为有真实交流对象，且对象的身份变化，对话目的不再是学习和练习，很多学习者有恐惧、紧张的心理。而且，很多学习者不知道如何将虚拟层面的练习成果转化到真实场景，开口难的问题依然存在。

參考文獻

- 陈新仁(2014)。基于社会建构论的语用能力观。 **外语研究**(06),1-7+112。
- 崔允漷, & 王中男 (2012)。学习如何发生:情境学习理论的诠释。 **教育科学研究**(7), 28-32。
- 谭晓丽 (2018)。 **汉语口语学习 APP 的分析研究**。(博士论文, 上海外国语大学)。
- Chun, D. , Kern, R. , & Smith, B. . (2016). Technology in language use, language teaching, and language learning. *Modern Language Journal*, 100(S1), 64–80.
- Clark, H. H. (1999). *How do real people communicate with virtual partners?* .Proceedings of 1999 AAAI Fall Symposium, Psychological Models of Communication in Collaborative Systems (pp. 43–47). Falmouth, MA: AAAI.
- Knowles, Phillip. (2008). *Recursive Hierarchical Recognition: A Brain-based Theory of Language Learning*. FEELTA/NATE Conference Proceedings, 2008
- Miller, G. A. . (1994). The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 101(2), 343-352.

资讯科技应用于华文第二语言的交际式教学设计趋势分析

A Trend Analysis of Lesson Designs for ICT-mediated Communicative Language Teaching for Chinese as a Second Language

黄凡溢¹, 黄龙翔^{1*}

¹新加坡南洋理工大学国立教育学院

* lh Wong.acad@gmail.com

【摘要】 交际式语言教学重视学生实际运用语言进行社会交际的能力，与传统的二语教学理念相比，它的出现顺应了学生交际的需要并逐渐被广泛接受。随着信息化的高速发展，资讯科技在辅助教学活动上扮演着越来越重要的角色。但如何将资讯科技与教学设计进行“有机结合”，也对一线教师提出了更高要求。本文通过对中文文献里的 40 个使用资讯科技辅助开展的交际式华文教学案例进行数据统计和批判性分析，分析前人教学案例中的不足，并总结出将资讯科技应用于华文第二语言交际式教学活动中的建议，以期对未来的教学活动提供帮助。

【关键字】 交际式语言学习；华文（汉语）第二语言教学；教学法；技术增强语言学习

Abstract: Communicative Language Teaching (CLT) is a second language pedagogy with an emphasis on nurturing learners' communicative competence in authentic settings. The proliferation of Information and Communication Technology (ICT) has rendered a profound penetration of digital tools in language teaching and learning. Yet the demand on second language educators for rigorous integration of ICT and pedagogical design is also rising. This literature review study extracted and analyzed 40 ICT-mediated CLT designs for teaching of Chinese as a second language from the academic literature written in Chinese. The trends and the limitations of the CLT designs were identified, followed by recommendations of improvement in research and practice.

Keywords: Communicative Language Teaching (CLT); Teaching and learning of Chinese as a second language; Pedagogical approach; Technology-enhanced language learning

1. 前言

传统的第二语言（二语）教学多参考第一语言教学的模式，以教师为中心，对学生的读写能力要求较高，要求学生熟练掌握语言基础知识，忽视了运用语言进行社会交际的能力。交际语言教学 (Littlewood, 1981; Spada, 2007) 的出现，顺应二语学习者的需要。此类教学活动，让学生在接近真实交际的情境中，将课堂学习的内容与生活中的交际相结合，培养学生在特定社会语境中综合运用目标语进行交际的能力。

本文旨在通过对资讯科技应用于交际式华文第二语言教学的文献展开分类分析，整理、总结相关研究里提出及实验的教学设计，并对此提出批判，探讨前人在教学运用中的不足。

本论文采用文献研究法，针对使用科技辅助开展的基于交际语言教学理念设计的华文二语教学有关的文献进行梳理。上述文献根据所讨论的内容，可基本划分为理论研究、实践应用、理论与实践并重三类。为了解在教学环境中，教师使用资讯科技辅助交际式华文教学的

情况，对文献展开筛选，进一步确定研究范围。最后研究对象限定为涉及实践运用以及理论与实践并重的文献，依此再展开分类统计和批判性分析，重点整合论文中报告的相关教学设计，并分析这些设计的特征及优缺点。

2. 主要概念：交际式语言教学及科技辅助学习

2.1. 交际式语言学习

对交际语言教学的研究始于上个世纪 60 年代初期。Chomsky (1965)的语言能力理论强调如何使学习者能够正确使用语法上正确的语言。Hymes (1972)进而提出交际能力概念，包括语用知识和语用能力。建立在上述概念，Wilkins (1976)倡议交际式语言学习理念。随后，Johnson 和 Morrow (1981)对交际语言教学的原理与实践进行较明确的表述，从课堂出发，提出教师要认识到语言的整体性，讲求语言教学的目的性、真实性、有效性。此后，交际语言教学使得外语教学研究开始出现了新的发展趋势，并深刻影响了全球外语教学的发展。

交际语言教学不是一种具体的教学法，而是一种教学范式。交际语言教学的方法囊括自然法、合作语言学习法及任务型教学，如角色扮演、小组活动、演讲、完成任务。Hymes (1971)认为一个人掌握语言的程度，不仅是能否输出语法正确的句子，还在于能否使用语言进行有效的交际活动。基于这一理念开展的教学活动，让学生在接近真实交际的情境中，将课堂学习与生活中的实际交际相结合，以培养他们综合运用语言进行交际的能力(Hu, 2010)。

2.2. 科技辅助学习

本文研究的是资讯科技在交际华文教学中的应用，更多关注课堂活动中如何使用 ICT 辅助教师与学生的教与学。为便于展开分类统计和批判性分析。本文参考 Howland、Jonassen 和 Marra (2013)针对 ICT 所扮演的辅助教学角色的划分，依语言教学的特性，修改成以下四种类型的划分：（一）交际工具：语言学习者使用微信、短信、社交媒体私信、直播平台、互动社区等即时通讯工具与他人展开交际活动。也可以使用电子邮件等异步通讯工具与他人进行交流。（二）参考工具：参考工具如词典和课本是都重要的教学工具。由于便携和可复制的优势，在目前的教学环境中，参考工具已逐步电子化。此外，学习者在某些学习活动中需要自行检索信息和资料并进行筛选，用以完成其他个人作业，这时就会使用到网络搜索引擎。（三）演示工具：课堂导入环节或某些教学活动中需要给学习者展示图片、影音等多媒体内容，就需要投影仪、扬声器等演示工具。微软简报、Google Slides 等也常作为展示工具。（四）数字内容制作工具：语言学习者的作业不限于纸本。可安排小组对话、讨论、角色扮演等，应使用录音笔、摄像头等工具进行录制，并使用剪辑工具进行后期制作。

3. 文献检索与分析

本研究的文献检索主要在中国知网和维普进行。首先，根据本研究的主题及第二节的定义概述，选定检索关键词如下：（一）主体关键词：“华文教学”、“华文学习”、“汉语教学”、“汉语学习”；（二）替换关键词：“交际”、“IT”(Information Technology)、“ICT”(Information and Communications Technology)。实际检索时，由每一个主体关键词分别各搭配每一个替换关键词。由于初步检索发现相关论文在 2010 年之前每年不到 10 篇，自 2010 年起才显著增加，故选取介于 2010 年 1 月 1 日至 2020 年 6 月 30 日之间的文献。

在这些文献中，我们进一步筛选属于交际语言教学的论文，从文中叙述的教学设计判断是否符合其特征：（1）学习者交际活动的主动参与者；（2）学生使用目标语完成互动交际；（3）教学内容符合学习者该年龄段、心智发育阶段的语用需要；（4）强调学习者使用

综合能力进行互动交流；（5）活动开始前，已经搭建接近真实的交际情境。通过准入和排除标准筛选，得到 18 篇文献（含硕士论文 10 篇、期刊论文 6 篇、会议论文 2 篇）。

第一轮分析不预设分类，对 18 篇文献展开阅读，提取共 40 个教学案例，开放性地总结每篇文献中，每个教学设计所涉及到的维度，填充分析表格。这一轮分析结果，共 13 个维度：课型、教学对象、教学地点、学生水平、学生年龄段、教学时间、教学工具、教学内容、教学目标、使用的 ICT 工具、使用工具的教学环节、ICT 工具角色、主要课堂活动。接着进行第二轮分析，合并意思相近的维度、统一语言表述。最终确定 7 个维度：课型、教学对象、教学内容、课堂交际活动、使用的 ICT 工具、使用 ICT 工具的教学环节、ICT 工具角色。

4. 分析结果

我们对第二轮分析表格中各主要维度进行描述性统计分析。结果如下：

（一）课型统计：40 个教学案例里有 36 个提及课型，包括综合课（27 个，67%）、口语课（6 个，15%）、文化课（2 个，5%）和写作课（1 个，3%）。

（二）教学对象统计：40 个案例里，只有 21 个提及教学对象，包括大专（6 个）、高中（十至十二年级）（3 个）、初中（七至九年级）（9 个）及小学（一至六年级）（3 个）。

（三）教学内容：40 个案例里，有 31 个提及教学内容，其中家庭成员占 4 个；购物占 3 个；旅游、童话、运动、自我介绍、物品各 2 个；厨房、美食、京剧、邮局、影视、时间、国家、科目、音乐、日常起居、颜色、问候、外貌各 1 个。

（四）课堂交际活动：案例里出现 5 类课堂学生交际活动：角色扮演、小组讨论、个人报告、听歌填词、击鼓传话。其中角色扮演共 19 个、小组讨论或辩论 11 个、个人报告 1 个，听歌填词和击鼓传话分别为 2 个和 1 个；另有 10 个案例未被提及课堂活动。

（五）使用 ICT 工具：教学案例中一共出现 27 种 ICT 工具（注：一个案例可能使用超过一种工具）。其中 11 种硬件工具，包括电脑被 36 个案例使用、显示设备 28 个、音响 21 个；其他如手机、鼠标、相机、摄像头、智能白板、麦克风和录音设备，分别是 1 至 5 个。而 16 种软件工具中，微软简报 18 个、视频播放工具 16 个、音频播放工具和 Flash 各 6 个；其他如微软 Word、在线学习平台、QQ 群、视频剪辑工具、微信、论坛、音视频会议软件、视频播放工具、画图工具、谷歌地球、搜索引擎和 Skype，分别是 1 至 3 个。

（六）使用 ICT 工具的教学环节（注：每一个教学案例可能在超过一个教学环节使用 ICT 工具）：包含以下六个教学环节：课堂内教师教学（16 个）、课堂内学生交际活动（10 个）、导入（10 个）、课前预习（4 个）、课后复习（3 个），及课后作业（2 个）。

（七）ICT 工具角色：根据本文第 2.2 节的 ICT 角色四种分类（注：一个案例可能使用超过一种 ICT 工具，扮演多个角色）：演示工具（34 个）、数字文件制作工具（11 个）、参考工具（8 个）、交际工具（5 个）。

5. 讨论、启示及研究局限

本节从第 4 节的统计数字进行跨维度的综合分析，找寻交际语言教学特点在教学活动中各维度的体现，审辨 ICT 在这些教学活动中实际应用和教学设计的特征与不足。

（一）ICT 工具的选择和角色的局限

40 个教学案例大都符合交际语言教学的基本特点。在这些案例中，ICT 工具不论是作为哪种角色，都参与了教学活动。但是，这些 ICT 工具是否对教学起到辅助、增强的作用？或

这些工具是否“赋能”了某些课堂活动，让原本没 ICT 便不能开展的活动得以开展？或者，有了 ICT 工具，是否对课堂活动造成不利影响？这些问题，仍有待商榷。

（二）交际活动形式的局限

通过个人智能设备，人们无时无刻都在利用电邮、即时通讯软件、社交媒体等各种渠道交际。如果华文教学仅停留在面对面交际，或不利于学习者实际进行交际能力的培养。

对 40 个案例中交际形式的检视，不论是小组讨论、角色扮演还是个人报告，大都以面对面的形式进行。ICT 工具可以与他人进行远距离通话。例如，英国的汉语学习者，可以与北京的母语者通过电话或手机应用程序沟通，完成交际任务。这就是工具赋能教学的体现之一。

（三）技术和工具的局限

技术和工具都在不断地变革当中，教师不应把技术和教学孤立地看待。除了应该把技术和教学法放在一起进行设计之外，教师还应该考虑选择适合、稳定的工具进行教学活动。如使用不稳定或时常需要变更的工具，会增加学习者的负担，对教学活动也有不利影响。

基于上面所讨论的局限，我们提出以下四点 ICT 辅助交际式华文教学的相关建议：

（一）融入 ICT 工具使教学内容推陈出新：交际语言教学若学习内容陈旧，会对学习者培养交际能力带来不利影响。教学活动应以学习者为中心，围绕他们的真实语用需要。如在学习“美食”这一主题的内容时，除在餐馆面对面点单的交际形式，也应涉及用手机点外卖。

（二）善用 ICT 工具模拟真实交际情境：口述、图片等传统做法仅带来单信道的信息输入，与实际交际活动中的多信道信息输入不同(Dressman, 2020)。在没有 ICT 辅助的交际语言学习活动中，教师以口述方式交代交际任务，不能模拟真实的交际情境。因此教师可利用 ICT 工具，如视频，甚至虚拟／增强现实给学生模拟出一个更真实、含非言语信息的交际情境。

（三）尝试以 ICT 工具为媒介的互动交际形式：针对学习者的教学安排，不应局限于面对面形式的交际，而应尝试使用个人智能设备等 ICT 工具进行交际，视频通话、网络社区互动、自媒体交际、即时通信 App 等内容和形式。

（四）ICT 工具应与教学相辅相成：教师在设计课程时，应关注如何将 ICT 工具与教学内容“有机结合”，充分发挥 ICT 工具的优势和对教学活动的辅助作用。而不是将教学和工具看作两个孤立的部分，如为使用特定 ICT 工具而硬套教学活动。

本研究的论文检索关键词的选择基于交际语言教学的特点和研究对象的名称，但仍有可能缺漏选定关键词，导致遗漏文献。其次，本文检索的数据库选定知网和维普，虽收录量高，仍有可能存在某些文献在这两个数据库都无法检索到。再次，本文没有使用英文数据库收集文献，会导致无法看到海外学者对这一课题的应用和研究成果的局限。

参考文献

Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. Cambridge: MIT Press.

Dressman, M. (2020). Multimodality and language learning. In: Dressman, M., & Sadler, R. W.

(Eds.), *The handbook of informal language learning* (pp.39-55), Chichester, UK: John Wiley & Sons.

Howland, J. L., Jonassen, D. H., & Marra, R. M. (2014). *Meaningful learning with technology* (4th ed.). Harlow: Pearson.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Hu, W. (2010). Communicative language teaching in the Chinese environment, *US-China education review*, 7(6), 78-82.
- Hymes, D. H. (1971). *On communicative competence*. Philadelphia: University of Philadelphia Press.
- Hymes, D. (1972). *On communicative competence*. In: J. Pride, & J. Holmes (Eds.), *Sociolinguistics* (pp. 269-293), Harmondsworth, UK: Penguin Books.
- Littlewood, W. (1981). *Communicative language teaching*. New York: Cambridge University Press.
- Morrow, K., & Johnson, K. (Eds.). (1981). *Communication in the classroom: Applications and methods for a communicative approach*. New York: Longman.
- Spada, N. (2007). Communicative language teaching. In: Cummins, J., & Davison, C. (Eds.), *International handbook of English language teaching* (pp.271-288), Boston, MA: Springer.

信息技术支持的小学美术课程优课课例研究

Study on the Excellent Lessons of

Primary School Art Courses Supported by Information Technology

周铭翩^{1*}, 乐惠骁², 贾积有³

¹²³ 北京大学教育学院教育技术系

* zhoumingpian@pku.edu.cn

【摘要】 小学美术课程是学生获得基本艺术素养的重要途径。随着教育信息化的推进，信息技术在小学美术课程中的应用越来越广泛。为探究信息技术支持的小学美术优质课程的开展模式，本文提出了改进的弗兰德斯课堂行为分析法，结合定性和定量方法对两节不同获奖级别的小学美术课例进行分析，为教师开展教学提供参考。

【关键词】 信息化教学；小学美术；课堂行为分析；优课；通用课堂行为编码系统

Abstract: Primary school art courses are an important way for acquiring artistic literacy. With the advancement of education informatization, the use of information technology in art courses has become more and more extensive. In order to explore the mode of high-quality primary school art courses supported by technology, this article proposes an improved Flanders classroom behavior analysis method, which combines qualitative and quantitative statistics to analyze two high-quality art courses with different award-winning levels. Art teachers provide reference for teaching.

Keywords: e-Education, Primary school, Art course, Classroom behavior analysis, Case, UCBAS

1. 前言

习近平总书记指出当代学校应“坚持立德树人，扎根时代生活，遵循美育特点，弘扬中华美育精神”。小学美术课程的人文性质使得其成为美育的重要环节。教师如何利用信息技术设计开展有效的美术教学等都是亟待回答的问题(钱初熹, 2020)。教育部开展的“一师一优课、一课一名师”活动为探索这些问题提供了帮助。本研究关注：教师如何利用信息技术设计并开展有效的美术课程的课堂教学？本研究选择 2018 年活动中两节小学美术获奖课例进行研究，其中部优课程为《画水果》，区优课程为《画蘑菇》。

研究设计

采用课堂视频分析方法，定量与定性结合分析与解读课堂视频（贾积有，2019）。弗兰德斯提出的互动分析系统（FIAS）较为成熟，但存在缺乏关注学生行为、信息技术使用以及“沉寂”表达等问题(顾小清 & 王炜, 2004)。因此，对其改进：细分“沉寂”；重视学生主体性，增加相关指标；对技术使用分类。



图 1 通用课堂行为编码系统编码界面

使用我们研发的通用课堂行为编码系统 (通用课堂行为编码系统 UCBAS 1.0,2020)导入方案并编码，系统统计结果并作可视化呈现。

研究结果

3.1 教学设计分析

《画水果》的教学重点为：运用色相知识表现水果色彩的变化。其课程流程如图 2 所示：

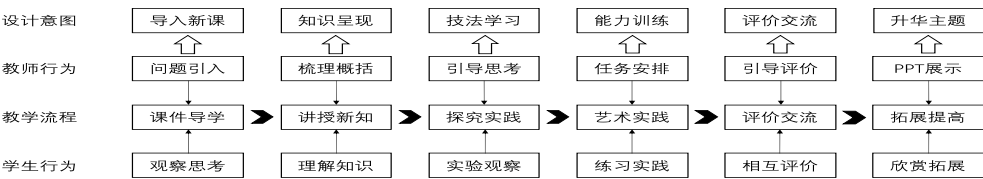


图 2 《画水果》课程流程图

《画蘑菇》一课旨在了解蘑菇的种类及外形特点，并初步尝试媒材，其流程如图 3 所示：

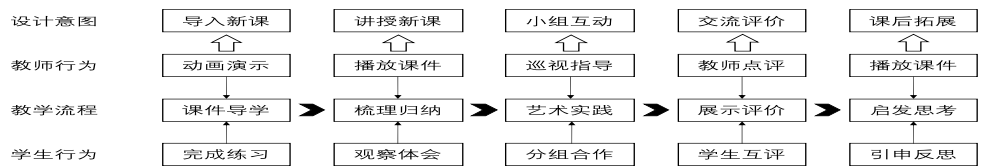


图 3 《画蘑菇》课程流程图

3.2 课堂观察编码分析

课例《画水果》片长 43 分 45 秒，对 875 帧视频和音频进行了编码；课例《画蘑菇》片长 40 分 12 秒，对 804 帧视频和音频进行了编码。编码结果统计如表 1 所示。

表 1 优课《画水果》、《画蘑菇》的课堂互动行为编码统计表

分类		标注	表述	《画水果》比率	《画蘑菇》比率	
停顿、沉寂或混乱		1	停顿	0.23%	0.34%	0.37%
		2	沉寂	0.00%		0.00%
		3	混乱	0.11%		0.37%
教师控制行为	间接影响	4	接受情感	0.34%	56.51%	0.50%
		5	鼓励表扬	2.85%		2.61%
		6	采纳意见	2.17%		3.23%
		7	提出问题	12.33%		11.19%
	直接影响	8	讲授	25.23%		20.27%
		9	指示	8.33%		11.07%
		10	指正	5.25%		1.12%
		11	批评	0.00%		0.00%
学生控制行为		12	应答（被动反应）	3.65%	43.04%	7.96%
		13	应答（主动反应）	3.88%		7.09%
		14	主动发言	0.00%		0.50%
		15	讨论协作	7.76%		17.66%
		16	完成指示	3.42%		9.58%
		17	思考问题	0.11%		0.37%
		18	课堂练习	23.29%		2.74%
		19	自主浏览教学资源	0.91%		3.36%
					0.75%	
					50.00%	
					49.25%	

讨论与结论

4.1 美术课堂中教师应如何设计教学活动？

两节优质课例都利用了美术课程需要学生实践的特点，以学生为中心设计教学活动。美术是动手性强的课程，两节课例都针对该特点进行灵活的教学设计，课例中的学生控制行为显著增加。教师通过任务引导学生参与从而提高学生积极性，并在评价环节突出学生评价。

4.2 美术课堂中教师如何有效实施课堂教学？

虽然两节课中的教学大多以学生为中心展开，教师的行为也是重要组成部分。讲授是教师控制的主要行为，且教师需关注学生的学习过程。此外，教师应多激励学生，提高效能感。

4.3 美术课堂中信息技术如何与教学活动进行整合？

信息技术是促进教学的重要手段，两个优秀课例展示了信息技术应用于美术课堂教学的可能。应用方式主要分为两种：(1) 问题情境创设与新课导入；(2) 信息技术资源支持的讲授。

4.4 美术课程的教学建议

教师应利用美术课动手性、实践性强的特点，在教学中注重学生主体地位体现，设计更多以学生为主的学习活动，包括情景教学、协作学习等，培养学生在实践中学习的能力。教师应重视实时的课堂反馈和学习过程的评价，注重学生实践的过程，以接纳的方式实时提供

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

指导。教师应积极探索美术课堂教学与信息技术整合的可能。虽然教育技术领域已对信息技术的教学应用模式进行了丰富的研究，但如何将研究结论迁移到美术课堂中依然有待探索。

致谢

本文是北京市教育信息和网络中心委托课题的一项研究成果，并得到北京乐学一百在线教育科技有限公司的资助。

参考文献

- 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*(11),74-79. doi:CNKI:SUN:XJJS.0.2019-11-012.钱初熹.
(2020).美育视域下学校美术教育的创新发展. *美术研究*(03), 11-14.
- 顾小清, & 王炜(2004).支持教师专业发展的课堂分析技术新探索. *中国电化教育*(07), 18-21.
- 通用课堂行为编码系统 UCBAS 1.0 (2020). <https://ei.pku.edu.cn/docs/20210505082515971143.zip>

對話機器人應用於多路徑閱讀學習之研究

The Study of Chatbot for Multimodal Reading Learning

吳玟秀^{1*}，廖冠智²

^{1,2} 國立清華大學 學習科學與科技研究所

* igig5050@gmail.com

【摘要】 由於每個人的閱讀理解脈絡不同，閱讀教育鼓勵藉由問答來釐清學生的理解歷程，但礙於課程時間以及學生發言程度，不足以讓每個學生都進行充分的練習。本研究旨在因應不同學生閱讀模式不同，而產生多路徑閱讀學習的特性，本研究與某知名出版社合作，探究以 chatbot 融入協助閱讀學習延伸至多路徑型式的概念設計方式，本研究以兩次出版社工作坊觀察獲得 chatbot 的設計想法，提出 Chatbot 文本模式，閱讀教學流程以及將閱讀歷程加以視覺化之方法。

【關鍵字】 對話機器人；多路徑文本；多路徑閱讀；視覺化

Abstract: In reading education, inquiry is highly recommended and encouraged in class to understand students' comprehension extent. However, inquiry cannot be fully practiced due to class time limit and students' willingness of speaking. The purpose is applying chatbot on assisting reading learning in consideration of reading multimodality. We cooperate with a publisher, to develop a chatbot for reading learning, which includes suitable text, inquiry process and visualization method for the chatbot system. In the future, the chatbot will be tested by teachers who attend the workshops held by the publisher.

Keywords: Chatbot, Hypertext, Multimodal Reading, Visualization

1. 緒論

閱讀是讀者與文本互動的過程，但閱讀生手時常會過於主觀詮釋而誤解文本意旨，因此仰賴老師向學生提問，瞭解學生的閱讀情況，引導學生檢視自我詮釋與文本意旨間的關係。但教學現場礙於授課時間，缺乏充分練習，老師也難以理解學生閱讀文本過程的思考脈絡，給予有效的建議與輔導。閱讀理解研究雖會透過眼動儀推論段落理解情況，提供閱讀協助，但眼動儀目前尚無法推及教學場域使用，因此仰賴更為普及的科技工具介入，分析學生閱讀歷程，作為老師授課的參考依據。

數位閱讀經驗相較紙本，更有機會創造讀者導向式的閱讀。為了捕捉讀者閱讀歷程的軌跡，多本研究採行路徑文本作為設計方法，透過標點符號的辨識，以語句為單位解構文本，收錄讀者所認定與閱讀目標相關的語句，並以此閱讀歷程，來檢視學生是否有未關注到的文本核心概念，作為提問基礎。

多路徑文本的閱讀體驗需要被建構，因為過往的紙本閱讀經驗，無法回應每個讀者閱讀歷程與理解脈絡的不同。學生的閱讀歷程脈絡需要被瞭解，因為老師作為閱讀熟手，可能無法想像閱讀經驗不足的學生，閱讀理解的發展歷程，以致於無法給予有效的建議與輔導。目前未有多路徑文本於閱讀理解相關應用與研究，本研究將會以多路徑閱讀作為研究議題，以對話機器人開發多路徑閱讀引導機制，設計讀者導向的閱讀體驗，視覺化個人閱讀理解脈絡，探討對話機器人介入閱讀教學的可行性。

2. 文獻探討

2.1 閱讀歷程與評量

閱讀歷程有三階段：閱讀前，讀者會設定閱讀目標。閱讀中，讀者會根據這個閱讀目標，選擇性的去忽視或注意文本內的資訊，過程中持續去統整文本與推論劇情。閱讀後，會檢視自己的理解與文本主旨是否一致，採取重讀或回到不同段落裡擷取相關資訊(Heilman, Blair & Rupley, 1986; Mayer, 1989; Pressley, 2000; Rumelhart, 1985)。

國際教育組織閱讀理解能力的評量標準與方法，如 PISA(OECD, 2009, 2018)強調有效的閱讀理解奠基於文本內部、文本與讀者的連結，透過讀者對文本主旨的掌握，將散佈在各自然段中的語句進行組合，形成不同的意義段落，在拆解與重組的過程中，強化與豐富文本結構間語句段落意涵的關係，以形成對文本的整體性理解，甚至是超越文本的個人反思。

綜合上述，文本雖是由連續的自然段所組成，閱讀理解卻是由讀者與不同意義段相互對話交織而成，若要深刻理解文本，理解自然段的大意、配置與關係並不夠，文本需要被解構，其中穿插在不同段落間，概念相似的語句需要整合歸納成意義段，進而建構全文主旨。

2.2 多路徑閱讀與視覺化方法

Nelson(1965)提出多路徑文本作為數位閱讀設計方法。係指在數位工具的輔助下，透過提供多條敘事線供讀者選擇與互動，使閱讀經驗能跳脫過往以作者為依歸的線性敘事模式，其中多路徑文本又稱為超文本(Hypertext)，亦即讀者可透過安插在文本內部的超連結，跳轉到所指涉的內容，常用於數位文件、數位閱讀與遊戲腳本設計。由於多路徑文本敘事結構複雜，為清楚呈現敘事關係，Berners-Lee(1990)提出網絡化結構作為視覺化方法，將解構的敘事單元視為節點(Nodes)，並以連結(Link)呈現單元間的網絡關係。而各方學者亦相繼提出不同的網絡化結構，來呼應不同閱讀需求(Ryan, 2001)。

多路徑文本雖是讀者導向，但存在程度差別。黃齡儀(2009)分析 Ryan(2001)所提出的多路徑結構，存在線性與非線性的趨向，線性結構的閱讀歷程是最受限的，非線性結構自由度最高，但閱讀過程也越容易迷失與甚至造成誤解。本研究採用非線性多路徑文本結構，為了讓讀者在多次閱讀文本的過程中，找出相關敘事節點，逐步收斂文本，需要設計引導讀者自我監控的機制。

Nelson(1965)認為需要透過多條敘事線反映閱讀脈絡的多樣性，而閱讀理解研究指出即使在閱讀線性文本，讀者就會因應各自閱讀目標，在文字、段落、情節脈絡態度與閱讀方式的選擇上展現出多樣性。因此本研究將持續保留原始線性文本敘事模式，將研究重點放置於多路徑閱讀經驗，讓讀者能在自身的閱讀脈絡上，獲得需要啟發式提問，引導去尋找未關注到的文本核心概念。

2.3 閱讀教學提問設計與對話機器人之結合

本研究選擇以對話機器人(Chatbot)作為實現多路徑閱讀經驗的開發工具。對話機器人是一種以溝通目的的數位介面工具，能夠透過後端數據演算與 API 服務串鏈，成為教師的教學延伸，透過與學生訊息的往返，進行閱讀教學中師生問答與討論模式。對話機器人用於教育場域，常用於處理教學應答，如 Townsend 於坎培拉大學推出分別面對學生與面對老師的機器人 Lucy 與 Bruce，用以回答學生關於招生、課程、校園服務等問題，以及回答老師關於工資、差旅、院系、科技資源相關問題(Perry, 2018)。IBM(2020)提出自助式教育對話機器人(Educational Self-Service Chatbot)，透過自然語言處理分辨與標示學生的學習困難與問題，將學生與對應年級的學習科目聯繫起來，迅速搜索出學生需要的學習內容。

對話機器人要能回應閱讀素養，需要相對應的提問設計。以 PISA 標準即是擷取檢索、統整解釋與反思評鑑三個層次。許育健(2015)提出問題的開放性與閱讀素養層次有所對應，僅從文本擷取資料不足以對文本做深入的思考，而是要能納入讀者自身的經驗與真實的想法，並進一步對自身與文本做批判性反思。因此本研究除以文本語句作為讀者閱讀歷程的軌跡紀錄，另外則會透過讀者自行增加自定義語句，將讀者想法納入閱讀歷程。

對話機器人要能像老師一般，與學生進行啟發式提問，需要相對應的引導機制。Mayer(1989)認為對文本的理解，建立在對文本資訊的詮釋與統合，意即文本富含多個可用以理解文本的線索脈絡。而有技巧的讀者，會有意識地透過重讀、畫線與再次確認重要訊息等方式，來整合這些線索脈絡，並持續對內容進行解釋與預測，進而階段性修正自己的推論，但閱讀生手則不然(Pressley, 2000)。本研究在閱讀引導機制上，邀請合作的閱讀出版社進行提問設計，並協助標註文本中存在的線索脈絡，並針對各線索脈絡設計引導問題，當學生首次閱讀完後，有未關注到線索脈絡，能夠引領學生重新閱讀文本，從過程中發現這些線索脈絡，詳細設計方法參考圖 2。

對話機器人常設置於已具有一定的科技接受度與使用性高的社群聊天平台上，考量未來需要推廣到教學現場使用，本研究採用 Line Chatbot 作為開發平台，科技使用性與接受度皆相當高，且時常被用於課室管理做使用。

3. 研究方法

3.1 研究流程

本研究遵循設計導向研究法的滾動式流程設計(Reeves, 2000)，由於目前尚未進行現場實證研究，因此本研究專注於與實際場域合作討論之系統設計初探。本研究流程參考圖 1，研究者參閱閱讀素養理解、多路徑文本視覺化、對話機器人相關文獻，並與台灣北部某知名出版社，辦理國、高中教師工作坊協同合作，研究者參與 2020/11/21 與 2020/11/28 9:30-16:30 兩階段的教師工作坊活動觀察及多次與出版社來回討論，科技介入閱讀教學的可能設計與應用模式、多路徑文本設計，並持續與文獻進行對話，共經歷三輪閱讀教學場域實際問題分析，以及問題解決方式的修正與調整。未來付諸於對話機器人雛形設計，將會準備相關觀察報告、訪談大綱及使用性問卷研究工具，在教學場域進行多次實際檢驗，彙整分析學習紀錄、使用者訪談，繼而提出系統改善方向。

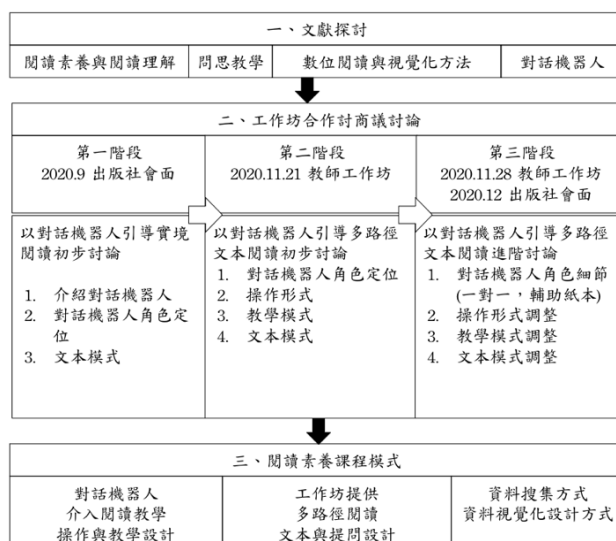


圖 1: 設計導向研究流程

3.2 研究工具

3.2.1 工作坊觀察紀錄

本研究以實體筆記(Fieldnotes)，進行三階段工作坊觀察，以瞭解工作坊教學情境、活動內容與相關參與者(老師、助教群與學生)互動模式及各自扮演的角色及行動，並透過多次觀察確保研究的嚴謹性。第一階段採取非結構觀察，研究者以開放不帶有任何預設立場的態度，實際參與教學活動，直接觀察與傾聽教學者與學習者的言行，如實紀錄研究情境。第二階段採取半結構觀察，根據第一階段的觀察結果擬定觀察方向，觀察方向參考 Merriam & Tisdell(2016)提出之觀察內涵。第三階段根據設計方向後定義觀察項目，確認設計可行性。

3.2.2 訪談

本研究以一對一半結構性訪談，預計訪談課程規劃者及學生。從系統操作、問思閱讀、學習感受三方面切入，瞭解課程規劃者認為對話機器人融入閱讀教學後的影響、優勢與局限及未來期許，以及瞭解使用性量表較佳與較差的學生認為，機器人融入教學後的學習影響。

3.2.3 系統使用性問卷

科技工具介入教學，科技工具的使用性也應作為研究結果分析之面向。本研究問卷參考系統使用性量表(System Usability Scale)探討系統易用性，以及使用者滿意度量表(Questionnaire for User Interface Satisfaction)探討 Chatbot 整體使用感受，視覺化閱讀理解成果的感受、對話過程與遣詞用字的感受、操作過程之感受及對軟體性能的看法。

3.2.4 學生的學習紀錄

學習紀錄，包含系統的使用紀錄以及文句段落排序之視覺化結果。系統使用紀錄由對話機器人搜集，彙整至 Google 表單及雲端硬碟，資訊包含學生身份、學習時間(年/月/日/時/秒)、回應戳記、訊息型態(文字、音訊、圖片、貼圖)與內容。為呈現學生閱讀歷程，對話機器人亦搜集學生標註的核心語句段落、文句段落排序關係，以及視覺化後之結果。

3.3 研究情境與對象

本研究預計以台灣北部某知名出版社，辦理國、高中教師工作坊為研究情境，以國、高中教師工作坊老師為研究對象。為對研究情境與對象有深刻認識，作為設計考量之重要因素，研究者直至今日已參與兩場教師工作坊活動。歸納工作坊情境具有以下特徵：(一)課程以討論、講授與實作方式進行。(二)活動流程以課前閱讀/經驗比較、閱讀問思、課後思考/檢核評估順序進行。(三)學生分成小組討論，過程中需要統合組內看法，形塑共識。(四)講師與助教是閱讀引導者，會先由講師向全班提問，根據回答作觀念澄清或提升問題層次，統整學生論述做系統化文本分析。小組實作時，助教會到各組確保討論不會偏離。歸納學習者具有以下特質：(一)仰賴紙本，過程中會指讀、畫重點與寫筆記。(二)樂於發言的學生會主導組內共識。(三)容易主觀詮釋文本以及運用先備知識回答。(四)將文本概念轉換到課程任務中應用有困難。本研究上述歸納之研究情境與對象特徵，將作為機器人、教學流程、操作流程設計時參考之基礎，以符合教師工作坊講師與學員之使用，達成本研究以對話機器人作為引導多路徑文本閱讀素養之目標期待。

4. 研究設計

4.1 對話機器人角色

本研究將對話機器人角色，定位在協助發展閱讀素養的機器人，為呼應 PISA 對實際場域閱讀之期待，第一階段為發展實境文本的引導機器人，但考量對話機器人介入閱讀教學的使用性與學習效果仍未知。第二階段，本研究專注於以對話機器人實現讀者導向閱讀的可行性研究，以及加以視覺化閱讀歷程作為教師課程參考的可能。第三階段，綜合工作坊觀察紀錄，群體內樂於發言的學生會主導討論，以及研究對象相當仰賴在紙本上作指讀、繪製重點與做筆記，本研究對話機器人專注於輔助個別讀者進行文本閱讀，並透過對話與提問扮演引導閱讀教學的角色，並專注在提供「閱讀指引」與「協助整理段落語句，加以視覺化」兩主要功能。

4.2 文本設計

配合第一階段的對話機器人角色，第一階段為發展實境文本。第二階段配合對話機器人角色的調整，以及根據多路徑文本定義，常識定義閱讀教學使用的多路徑文本，然而多路徑文本設計，不可能預先考慮所有閱讀可能，導致無法完全反映讀者的閱讀脈絡。第三階段，文本設計重心回歸保留原始文本敘事模式，深入探討讀者根據閱讀目標，在文本段落間跳躍的多路徑閱讀行為。為測試測試不同文體在載具上的閱讀情況，會先以敘事文與論說文，長篇 1500 字，短篇 800 字各一篇，進行閱讀情況調查。

4.3 教學流程設計

本研究第一階段尚未發想教學流程設計。第二階段，預計是以有無使用對話機器人進行閱讀教學，透過前後測比較對話機器人介入閱讀教學是否有效。第三階段，本研究認為無法呼應「閱讀是不斷修正、調整與檢核自己的詮釋是否符合文章意旨」之閱讀素養理念，本研究對話機器人教學流程規劃細節如下圖 2。首先會請讀者在課前自行閱讀文本。詢問讀者關於文本的核心概念，譬如作者觀點、文本意旨、寫作目的。讀者根據提問要求，重新閱讀文本，點選相關的文段語句，並作重要性排序，以作為論點的佐證。機器人會根據學生點擊與句的情況，分析其缺失重要語段所對應之核心問題，協助學生重讀文本進行自我檢視，詢問是否需要置換初始的文段語句選擇與排序。最後機器人根據讀者的最終文段語句選擇與排序，加以視覺化，包含將文本重新排序產出新文本。老師根據最終統合的視覺化結果，解說文本核心重點，包含強化學生本身既有對文本的理解，及指出學生忽略的重要環節。

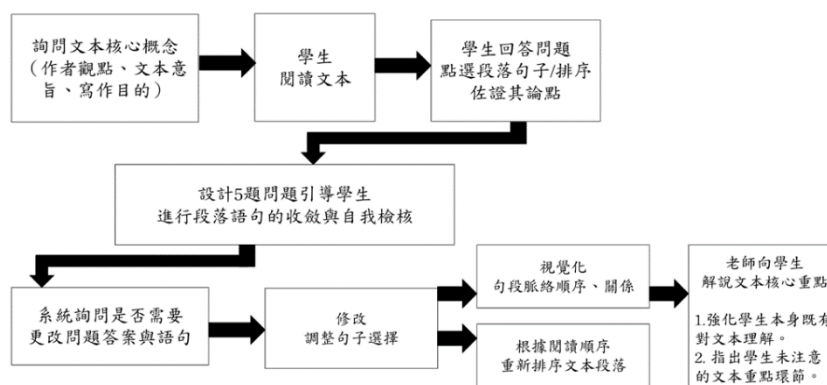


圖 2: 教學流程設計

4.4 視覺化閱讀脈絡設計方法

本研究第一階段尚未發想教學流程設計。第二階段基於文獻理論，以語句為視覺化之基礎單位，提出視覺化閱讀脈絡設計方法提供給教學老師做參考，視覺化閱讀脈絡歷程如表 1:若為選擇題型，會根據時間序列，排序所有學生的選擇情況；若為非選題型，會根據學生的質性回答，根據時間序列與相關性，框選所有學生的選擇情況。本研究亦提供同心圓模式視覺化語句重要性，並根據語句重要性，重新排序原始文本，提供以讀者為導向閱讀文本結構形式。第三階段則是著重設計學生學習過程中之視覺化引導模式，引導學生聚焦於文本核心概念之方法，以避免迷失與誤解，合作出版社會提供已用不同顏色標註意義段之文本，參考如圖 3。對話機器人會根據其顏色，產出由白色與彩色所構成的色塊拼圖，當讀者第一次進行語句選擇時，若選擇到有被標註的語句，彩色區域，與意義段對應之顏色區域則會顯色，反之若選到未被標註的語句，白色區域則會顯灰色，對話機器人會針對尚未顯色的區塊，進行提問，針對顯灰的區塊，詢問讀者認為與文本意旨有關的原因。

表 1：視覺化方法

類型	示意	解說
選擇題型		視覺化選擇題閱讀脈絡，以選擇 A 選項的讀者為例，一個語句視為一個節點，前後點擊的語句會由線連結，並根據時間軸排序出讀者閱讀的文句段落，當一個節點連結的支線越多，即為「熱點」，並依其熱度由紅至紫彩虹色階做示意。
非選擇題型		視覺化非選擇題閱讀脈絡，則是統整工作坊讀者擷取出的質性概念。一個多邊形是一個概念，一個語句視為一個節點，前後點擊的語句會由線連結，當一個節點連結的支線越多，即為「熱點」，並依其熱度由紅至紫彩虹色階做示意，當使用者點擊概念時，則會顯示概念相關的節點，並標上閱讀時間序。
語句重要性		透過同心圓模式視覺化語句重要性，並根據語句重要性，重新排序原始文本，分析以讀者為導向，易於讀者閱讀的文本結構形式。

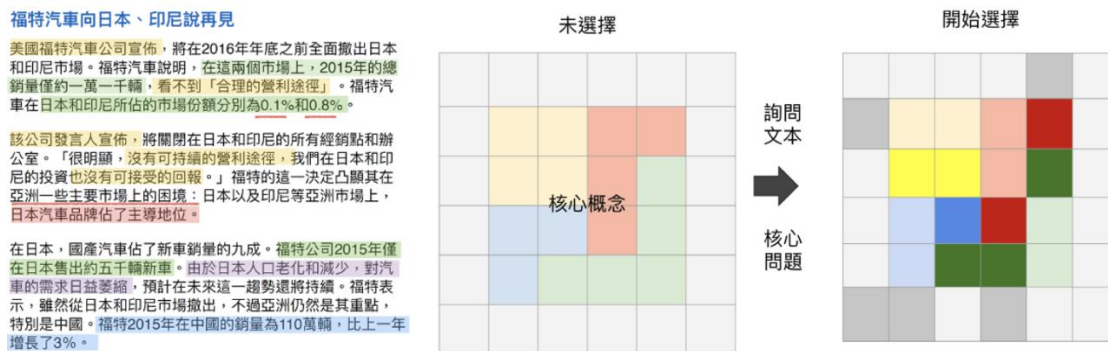


圖 3: 視覺化引導模式

5. 未來展望

從工作坊學生的閱讀觀察發現，學生很少主動回到文本，持續對文本內容進行反思與辯證，反而是根據經驗去詮釋文本導致誤解，因此老師需要不斷要求學生回到文本進行討論，而小組討論的過程往往受到發言意願高的學生所主導，這使得個別學生被邊緣化，他們的閱讀理解歷程不容易反映出來。將上述工作坊的重點觀察彙整參考應用在 chatbot 設計後，對多路徑閱讀學習的意義會在於(1)強調閱讀是讀者導向的歷程，不同學生的閱讀歷程與想法皆可能不同，而本研究對話機器人透過加以記錄並呈現學生的閱讀差異，提供老師根據學生的閱讀多元性，做課程教學與設計的參考；(2)因為老師無法時時刻刻提醒學生「回到文本」，對話機器人透過語句偵測向學生提問，讓學生習慣會回到文本，去檢視與找出對應的文本語句。(3)忠實呈現個別學生的閱讀歷程，不因為學生課堂的發言程度、參與程度與個性差異，導致學習邊緣化的情況。

參考文獻

- 許育健 (2015)。高效閱讀：閱讀理解問思教學。台北市：幼獅。
- 黃齡儀 (2009)。數位時代之空間-時間敘事結構初探：以 Façade 網站例。資訊社會研究，16，135-160。
- Berners-Lee, T. J., & Cailliau, R. (1990). *WorldWideWeb: Proposal for a HyperText project*. Retrieved from <https://www.w3.org/Proposal.html>.
- Heilman, A., Blair, T., & Rupley, W. (1986). *Principles and practices of teaching reading*, Ohio: Bell and Howell.
- IBM(2020): *Build an educational self-service chatbot*. Retrieve from <https://developer.ibm.com/technologies/artificial-intelligence/patterns/chatbot-for-student-self-service-in-education/>.
- Mayer, R. E. (1989). Models for understanding. *Review of educational research*, 59(1), 43-64.
- Nelson, T. H. (1965). Complex information processing: a file structure for the complex, the changing and the indeterminate. In *Proceedings of the 1965 20th national conference* (pp. 84-100).
- OECD (2009). *PISA 2009 assessment framework: key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: Author.
- OECD (2018). *PISA 2018 assessment framework: key competencies in reading, mathematics and science*. Paris: Author.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other development research strategies. *International perspectives on instructional technology research for the 21st century*, 27, 1-15.
- Perry, A.(2018): *Students make new friend in Lucy the chatbot*. Retrieve from <https://www.canberra.edu.au/about-uc/media/newsroom/2018/february/students-make-new-friend-in-lucy-the-chatbot>.
- Pressley, M. (2000). *What Should Comprehension Instruction Be the Instruction of?* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rumelhart, D. (1985). *Toward an interactive model of reading*. NewYork: International Reading Association.
- Ryan, M-L (2001). *Narrative as virtual reality: immersion and interactivity in literature and electronic media*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

基于 LDA 文本数据的主题提取与情感分析

Topic Extraction and Sentiment Analysis Based on LDA Text Data

常安琪¹, 翟雪宇², 王梦文³, 魏雪峰^{4*}

¹²³⁴ 鲁东大学教师教育学院

* xuefengwei99@163.com

【摘要】 自然语言处理被应用于多个领域, 对于海量的文本数据, 可以利用计算机工具来提高数据分析处理的效率以及可信度, 文章主要对辩论赛的文本主题分类算法进行研究, 辩论赛通常表现为两极分化的观点, 从大量的文本信息中提取辩论双方的观点, 并对大量的文本进行数据处理、关键词提取、情感分析等, 通过改进分类方法并提出可视化方案, 使主题分类具有更好的应用价值。通过可视化的处理, 使得大量的文本信息变得清晰、明了。

【关键字】 LDA; 自然语言处理; 情感分析; 可视化处理; 主题提取

Abstract: Natural language processing was applied in many fields, for the vast amounts of text data, can use computer tools to improve the efficiency of data processing and credibility, the paper mainly study of text subject classification algorithm of debate, the debate is usually characterized by polarization of views, from a large number of text information extraction of the arguments on both sides of the debate, And a large number of text data processing, keyword extraction, sentiment analysis, by improving the classification method and visualization scheme, so that the subject classification has a better application value. Through visual processing, a large number of text information becomes clear and clear.

Keywords: Latent Dirichlet Allocation, Natural Language Processing, Python, visualized post processing

1. 引言

自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)作为一门集语言学、计算机科学以及数学等相关学科领域于一体的交叉学科, 可以被应用于很多领域, 利用计算机本身具备的将一种语言自动翻译成另一种语言的能力, 进行情感分析, 以此来判断文本内容情感积极与否, 并且快速收集导入各种文章, 提取其中内容进行主题分析。本文基于对中文辩论赛文本的自然语言处理, 以 Python 以及相关框架作为文本处理工具, 对收集的辩论赛文本进行中文分词, 去停用词, 关键词提取, 制作词云, 以及情感分析等处理。通过对辩论文本的处理, 形成可视化的处理结果, 使得大量的文本内容变得简洁、明了。本文利用 Latent Dirichlet allocation (LDA)进行文本主题挖掘并对于挖掘的文本主题进行情感态度分析。大数据分析在今天已经不是一个新鲜的词语, 基于 LDA 的算法模型在大数据分析盛行的今天被应用于多个领域, 如对微博评论进行抓取分析、对外卖软件的好评差评分析等等, 使用计算机的方式使工作生活变得更加简洁、高效。

但缺乏在教育领域的应用分析, 例如在教育资源的领域, 对“中国大学慕课”里每一节课的讨论区进行抓取分析, 使得用户的反馈更加清晰明了, 学习者在选择课程时会更有针对性。课程开发者也可以通过利用 LDA 模型, 更加直观有效的对课程内容、方式进行改进。

同时该算法模型也可应用于教学评价之中,通过主题挖掘、数据提取的方式辅助教学评价,优化教学评价。

2.研究现状

2.1 主题提取 LDA (Latent Dirichlet allocation)

(王鹏、高铨和陈晓美,2015)主题模型是自然语言处理中主题挖掘的典型模型,可以从文本语料库中抽取潜在的主题,提供一个量化研究主题的方法,目前使用以及应用于多个领域,如用于研究热点信息挖掘、研究辩论主题两极化、研究论坛发布的观点态度等。根据LDA的应用情况分析,大多主题挖掘基于对关键词以及摘要进行分析,因此关键词提取的精准度和主题挖掘的精确度有很大的关联度。(曹锐和孙美凤,2020)本文挖掘主题的方式主要是基于使用jieba分词对大量数据文本进行分词,在此基础上提取关键词。总体而言,科学研究前沿相关的研究存在以下不足之处。(卢嘉悦和李艳,2021):(1)在研究领域里,多用于商用平台如微博、大众点评等进行热点挖掘、主题分析,对许多潜在研究的前沿领域涉猎不足,如对教育领域的应用。(2)在研究数据源上,大多研究仅以科学论文或者专利数据为唯一数据源,忽略了不同数据源之间的内在联系,未体现出科学理论与现实技术相互融合、转化、协同发展的关系;对中文文本的多源数据融合探测方法应用较少。为此,本文将在研究对象和研究数据源方面做些尝试和探索。

但LDA算法作为一种无监督算法仍存在以下不足:(1)在每一次主题划分的过程中会出现遗漏部分现实存在的主题(Daniel Maier、A.Waldherr&P.Miltner,2018)。这对于测试集本文本包括一些新的文本划分到主题中的准确度会产生影响。(2)代表主题的关键词集合表义不够准确(彭云、万常选和江腾蛟,2017)都会随主题提取的准确度产生影响。

2.2 情感分析

情感态度分析也被称为是意见挖掘,简单来说是基于一些带有强烈情绪色彩的、具有价值的文本内容进行分析,从大量的文字中分析出其中所包含的情绪和态度倾向,对其进行划分,也便于读者理解。用一段通俗的话来说就是给你一段文本,使用这种分析的方法你就可以对文本中表达的情感态度进行自动化的分析处理,来获得这一段内容里包含的情感色彩是什么。文本数据获取一般都是通过网络爬虫等方式从网上获取与其相关的文本信息,如新浪微博信息、facebook中的各种语料、各大电商网站的评论等;但是情感分析方法大多用于电子商务,在教育领域涉及的并不多,利用互联网+教育的方式来分析教育领域相关热点,为"互联网+教育"提供了更多新思路。

随着互联网的普及,越来越多的信息在网上出现。网民可以在各种公共平台上发布自己对于各种事件的看法,表达自己的情感态度;在情感分析方面,通过对热点事件进行情感剖析,寻找情感原因,便于人们去快速发现中心思想;在商品的品质及服务态度方面,对点评对象和意见反馈进行提取,识别评论中所包含的情感态度价值观等,对消费者在万千商品中进行挑选,商家完善所销售的商品以及对顾客服务进行改进有一定的辅助作用。因此在现阶段,人工智能不断发展,通过情感计算实现有效的情感分析,是一件富有意义的事情。对大量的文本进行情感分析,深挖文本中的鲜明观点、主题以及对语料中的情感进行正面、负面的分析。王鹏(王鹏、高铨和陈晓美,2015)利用潜在狄利克雷分布(Latent Dirichlet allocation, LDA)模型实现文本的聚类 and 分类。

基于LDA的情感分析,对大量带有情感色彩的辩论赛文本数据进行采集、录入、预处理、分析等,使杂乱的辩论赛文本变得有序鲜明。目前各类各样的辩论形式渐渐走入大众视野,

“奇葩说”等节目的成功使得更多的人喜欢上辩论，辩论赛也是各地高校热衷于举办的比赛项目。Taboada 等(Taboada M, 2011)以数据文本中情感词之间的相关程度以及文本情感倾向强度等对文档的情感态度进行计算，基于此对文本的情感偏向进行分析。因为英文词典资源丰富且具有优势，于是李寿山等(李寿山, 2013)的研究中通过研究英文情感分析原理，通过借助英文词典，使用机器的自动翻译系统，构建了中文情感词典，为进行中文主题文本的情感分析提供了支持。

3.基于 LDA 模型的辩论比赛分析

3.1 获取数据源与文本预处理

获取数据源的方式有多种多样，本文所分析的辩论赛文本是团队成员亲临辩论赛现场收集整理的文本，截至当前积累了三次辩论主题活动文本，分别是“翻转课堂”两次辩论活动、“慕课 MOOC”辩论活动等共 80 篇文本素材。

在对文本预处理的过程中，首先加载辩论赛的文本素材，提取 Excel 文档到 jupyter notebook 中，首先需要对导入的数据文本进行中文分词，由于书面汉语的词语之间没有明显的空格标记，句子都是以字串的形式出现，对中文文档分词的难度要明显高于英文文档。并且中文文档中有很多语气助词等需要进行过滤的干扰词，停用词除了不会让日常用词等噪声影响分析结果外，同时也极大降低了计算规模。把字串变为词串难点在与消除歧义，本文选择使用 Jie ba 安装包对辩论文本进行分词，所使用的 python 版本最高可以完成 1.5 MB 每秒的分词速度。加载数据集，并对数据集中进行数据分词操作并且去除影响数据分析的干扰词，原始的数据集是一个 Excel 文档，每一行都是一个文本，整体读入之后进行分词、过滤干扰词。每个文本最后变成一个非干扰词组成的词语列表。预处理的最后一步，就是建立词袋模型，这是对语料集的特征向量化，为随后的计算做准备。

3.2 数据分析

本处理过程使用 python 开发，并基于 80 个辩论赛文本作为数据源，进行分析处理和结果展示。关键词是为了文献标引工作而从辩论赛文本中选取出来用以表示全文主题内容信息款目的单词和术语。文本所列关键词之间应有一定逻辑组合关系，通过这种逻辑组合，提示主题内容。关键词是反映文献主题概念的相关词，关键词标引的主要作用是通过关键词的逻辑组合，提示论文的主题内容。关键词提取效果如下，关键词的权重代表在该文本中关键词的重要程度。以在线教育主题中关键词提取为例，其中关键词教育资源、信息技术的权重分别为 0.0276 与 0.0273，这说明人们对于信息技术与教育资源的关注度很高。

表 1 关键词提取

关键词	权重	关键词	权重
教育资源	0.0276	课余时间	0.0221
信息技术	0.0273	物质条件	0.0188
知识点	0.0252	循规蹈矩	0.0172
在线课程	0.0241	电子游戏	0.0171
同伴互助	0.0240	主动权	0.0166
课堂教学	0.0229	认真听讲	0.0152
家庭作业	0.0227	时间段	0.0112
教学评价	0.0223	课后复习	0.0109

3.3 数据可视化与情感分析

通过对数据文本的一系列处理，将分析的数据进行可视化的处理，使得主题更加清晰明了是我们的最终目的，正所谓“一图胜千言”是数据可视化在数据分析等领域作用的简短体现，通过简单地图表呈现使得文本更通俗易懂，便于我们得知其中隐藏的各种联系，进而便于展示和做出决策。通过制作了饼状图（图 3）以及时间轴等图表从而方便推断出辩论赛文本的主题。

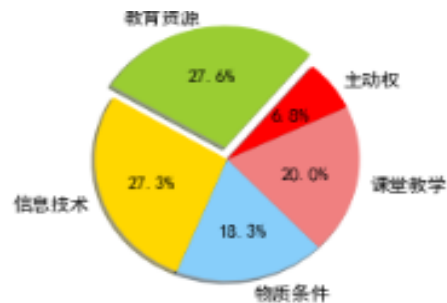


图 3 关键词占比扇形图

当完成了上述的处理过程就可以对辩论赛文本进行情感态度的分析，情感分析部分，通过代码的方式提取辩论文本中的语句，进行情感分析，根据情感分析得分分析语境，情感分析得分介于 0-1 分之间，0 分是感情值最低，1 是感情值最高。如表 2 所示，以 STEM 主题情感分析结果为例，情感分析结果为 0.9112，说明文本中对于 STEM 主题持有非常乐观的态度。而在编程学习主题中，情感分析结果为 0.6779，说明文本中体现的对于编程学习的积极性偏低。

表 2 情感分析结果

主题	情感分析结果	主题	情感分析结果
计算机辅助教学	0.7814	在线教育	0.6271
慕课 MOOC	0.7211	编程学习	0.4779
翻转课堂 1	0.8566	STEM	0.9112
翻转课堂 2	0.8112	创客教育	0.7561

4. 结论

使用自然语言处理的方式辅助分析是今年来的研究热点，将研究的眼光投向教育领域，通过对数据的一系列处理，最终实现文本数据的可视化等手段，建立了基于 LDA 算法对于数据进行主题分类系统，通过对大量文本数据的主题模型建立，可以分析主题趋势和关注点。并在次基础上进行了主题文本的情感态度分析。此外，该研究还应当进一步进行改进弥补 LDA 算法模型本身的不足，以提高准确性。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

参考文献

- 王伟,周咏梅,阳爱民,周剑峰 & 林江豪(2017).一种基于 LDA 主题模型的评论文本情感分类方法. **数据采集与处理(03)**,629-635. doi:10.16337/j.1004-9037.2017.03.023.
- 王振振,何明 & 杜永萍(2013).基于 LDA 主题模型的文本相似度计算. **计算机科学(12)**,229-232. doi:CNKI:SUN:JSJA.0.2013-12-050.2
- 王鹏,高铨 & 陈晓美(2015).基于 LDA 模型的文本聚类研究. **情报科学(01)**,63-68. doi:10.13833/j.cnki.is.2015.01.013.
- 李寿山,李逸薇,黄居仁 & 苏艳(2013).基于双语信息和标签传播算法的中文情感词典构建方法. **中文信息学报(06)**,75-81. doi:CNKI:SUN:MESS.0.2013-06-011.
- 赵琦,张智雄 & 孙坦(2008).文本可视化及其主要技术方法研究. **现代图书情报技术(08)**,24-30. doi:CNKI:SUN:XDTQ.0.2008-08-007.
- 曹锐 & 孙美凤(2020).基于 LDA 的舆情评论文本主题提取改进研究. **软件(10)**,70-75+85. doi:CNKI:SUN:RJZZ.0.2020-10-018.

移动学习环境下词汇学习动机对大学生英语词汇成绩的影响研究

The Study of Vocabulary Learning Motivation on College Students' English Vocabulary

Achievement in Mobile Learning Environment

李文慧^{1*}, 陈真真²

¹² 北京邮电大学人文学院

* lwh123bupt@bupt.edu.cn

【摘要】 学习动机是影响外语学习效果的一大重要因素。本文在移动应用 Quizlet 辅助下的学习环境下,对某工科特色类重点大学非英语专业本科二年级学生的英语词汇学习动机以及词汇测试成绩之间的关系进行了定量分析,结果如下:(1)使用 Quizlet 软件一学期后的单词后测成绩显著高于学期初的前测成绩。(2)问卷前测英语词汇学习的内在动机(IM)强度显著小于后测。(3)被试后测英语词汇学习的内在动机(IM)、认同型调节(ID)、摄入型调节(IJ)、外在调节(EX)与被试后测英语成绩均呈非常显著的正相关。在以上结论的基础上,本文尝试进行了探讨。

【关键字】 移动应用;词汇学习动机;成绩

Abstract: Learning motivation is one of the most important factors in foreign language learning. Under the mobile application Quizlet assisted learning environment, this paper makes a quantitative analysis of the relationship between English vocabulary learning motivation and vocabulary scores of non-English major sophomores in a key university of engineering. The results are as follows: (1) After using Quizlet App for a semester, the vocabulary posttest scores are significantly higher than the pretest scores. (2) The Intrinsic Motivation (IM) in the pretest is significantly lower than that in the posttest. (3) There is a significant positive correlation between Intrinsic Motivation (IM), Identified Regulation (ID), Introjected Regulation (IJ), External Regulation (EX) and posttest scores .

Keywords: mobile application, vocabulary learning motivation, scores

1. 引言

词汇是语言的基石,任何一种语言的习得都无法跨过对其词汇的掌握。然而词汇的习得对很多英语学习者来说并不是一个愉悦的过程,不合适的词汇学习方法不仅事倍功半,甚至会削弱英语学习者的学习动机。在思索传统机械式词汇记忆效率的同时,随着时代发展和科技进步,借助移动应用进行词汇学习逐渐常态化,一些专门的外语词汇学习软件也应运而生。此类词汇学习软件大多贯彻了多模态学习理论,将词汇与学习者的视觉、听觉及具身体验中的某项或某几项结合到一起,以帮助学习者实现高效词汇学习的目的。

另外在词汇学习过程中,学习者学习动机一直被视作词汇习得效果的关键影响因素之一。本研究尝试从 Quizlet 辅助下的学习环境出发探讨学习者动机与词汇成绩之间的关系。

文献综述

2.1. 多模态理论

多模态是一个与多媒体截然不同的概念（顾曰国，2007）。Kress 和 Van（2001）将模态定义为一种符号资源和一种交流互动的方式。顾曰国（2007）认为，模态是指人通过视觉、听觉等感官与外部环境的相互作用。朱永生（2008）认为模态是沟通的媒介，包括语言、技术、图像、色彩、音乐等符号系统。关于多模态的最早研究是由 Barthes（1977）进行的，他从图像与话语的关系角度探讨了话语分析的意义。新伦敦小组（1996）首次提出了将多模态教学与学习相结合的思想，他们主张利用音乐、图像、视频和游戏来调动学生的听觉和视觉等感官，实现教学互动。Mayer（2001）认为通过单词和图像的结合来学习词汇比单独学习效果要好。在张金英的研究（2020）中，她强调了多模态学习在中学生英语学习中的重要性，并指出多模态学习有助于激发学习者的学习兴趣。多模态学习是一个值得探讨的课题，需要更多的相关实证研究。

2.2. 动机理论

学习动机是影响外语学习效果的一大重要情感因素（李炯英和刘鹏辉，2015）。早在 20 世纪 50 年代，Gardner 与 Lambert 就进行了动机变量的相关研究，并且将动机分为融入型动机和工具型动机。Gardner（1985）认为“动机是有明确目标和强烈欲望并伴随积极的情感体验的努力行为”。Williams 和 Burden（1997）对动机的定义则更加重视决定行动前暂时的情绪状态，而没有把付诸努力的行动纳入其中。Dörnyei（2001）更多强调 Gardner 动机概念中的目标和努力两个维度，同时对努力维度做出了更加细致的探讨。国内对于动机的研究要晚于国外，起步于 20 世纪 80 年代初（陶蔚扬，1981）。桂诗春（1986）从社会心理学角度出发，对英语专业学生的学习动机进行了深入剖析。郭继东（2009）对研究生英语学习动机与成绩、性别之间的关系进行了实证研究，并给出了一定的教学建议。

尽管近年来以多模态理论为支撑的实证研究层出不穷，词汇学习动机的研究也一度成为热点，但将两者结合起来进行探讨的研究还是比较匮乏。移动应用 Quizlet 贯彻了多模态理念，通过单词卡功能将文本、图片以及音频结合起来帮助学习者进行词汇记忆，从其辅助下的学习环境出发来探讨学习者学习动机与英语词汇成绩之间的关系，具有一定的创新价值。

研究方法

3.1. 被试

本研究被试为某工科特色类重点大学非英语专业四个英语教学班级的 114 名大二学生，其中男生 91 人，女生 23 人，年龄在 18-20 岁。

3.2. 研究方法

3.2.1. 英语词汇测试

本次研究的单词测试由前测和后测两部分组成，且两次单词测试均相同，每个单词记一分。学期初英语任课教师当堂发放试题，经过一学期的学习后，学期末再次进行测试。

3.2.2. 问卷

本次研究的问卷由两部分组成：第一部分为学生的基本信息，包括学生的学号、性别班级等。第二部分为学生的词汇学习动机调查，取自 Tanaka（2017）设计的问卷。该问卷包括英语词汇学习的内在动机（IM）、认同型调节（ID）、摄入型调节（IJ）、外在调节（EX）以及无动机（AM）五个维度构成，每个维度各下设五个问题，共 25 个问题。其中全部问题

采用 Likert 量表形式，从“1=非常不赞同”到“6=非常赞同”分为六级。该问卷经过 Tanaka 的实验测试，具有较高的信度和效度。考虑到研究的便利性，该问卷中所有问题均被译为中文。

3.3. 研究设计

在本研究中，各教学班级由同一名英语教师任课。学期初，学生们首先进行词汇水平当堂测试以及词汇学习动机问卷调查，之后会被详细告知 Quizlet 软件的使用方法。之后的每个教学周，学生们都会使用 Quizlet 软件的单词卡等功能在课上进行一次英语单词的学习，每次学习时长为二十分钟。学期末学生们将会再次进行词汇水平测试，并填写同一份词汇学习动机问卷，由教师统一收回。本研究共发放问卷 115 份，收回 114 份，有效问卷 114 份。问卷收回后与学生的两次测试成绩一起录入电脑，运用 SPSS 26.0 进行处理分析。问卷各维度信度检验结果显示，各项的克隆巴赫 α 系数均大于 0.8，达到统计要求。

结果与讨论

首先，我们对学期初及学期末的词汇测试进行配对样本检验，结果见表 1，对学期初和学期末的问卷进行配对，结果见表 2。

表 1 词汇前后测配对样本检测结果

		平均值	标准偏差	人数	均值差	t 值	显著性
配对	pretest	139.13	20.792	114	-125.596	-47.016	.000
	posttest	264.73	33.256	114			

由表 1 可以看出，被试词汇前测均值为 139.13 分，后测为 264.73 分，其均值差距为 -125.596，t 值为 -47.016，达到非常显著的统计水平 ($p=0.000 < 0.01$)。

在使用 Quizlet 软件进行词汇学习后，被试的词汇量有着明显的提升，其词汇均值得分高出原来近一倍，Quizlet 软件对于被试的英语词汇学习过程起着正向的作用。这与李秋东等人 (2020) 在移动应用 Quizlet 对英语词汇习得效果影响的实证研究中得出的结论相似，基于 Quizlet 的移动教学方式对学生的词汇习得具有正面的促进作用。遗憾的是，李秋东等人的研究并未对学习者的学习动机进行深入剖析，本研究先后通过两次问卷对学习使用 Quizlet 前后词汇学习动机的变化进行探讨，结果如下。

表 2 问卷前后配对样本检测结果

		平均值	标准偏差	人数	均值差	t 值	显著性
配对一	前测 IM	3.8789	1.22268	114	-.32456	-4.079	.000
	后测 IM	4.2035	1.22885	114			
配对二	前测 ID	5.2702	.78028	114	.04561	.771	.442
	后测 ID	5.2246	.71502	114			
配对三	前测 IJ	3.6544	1.44180	114	-.16842	-1.376	.172
	后测 IJ	3.8228	1.14157	114			
配对四	前测 EX	5.1000	.84780	114	-.00526	-.064	.949
	后测 EX	5.1053	.79298	114			
配对五	前测 AM	1.7228	.91883	114	.03509	.502	.617
	后测 AM	1.6877	.77940	114			

由表 2 可以看出,被试问卷前测英语词汇学习的内在动机(IM)强度小于后测,其均值差距为-0.32456,t 值为-4.079,达到非常显著的统计水平($p=0.000<0.01$)。回顾 IM 维度下的五个问题,“因为学习英语词汇很令人愉快”“因为学习英语词汇很有趣”“因为当我通过学习词汇发现了新知识时,我感到很愉快”“因为我的词汇量增长时我感到很愉快”“因为我喜欢学单词”。被试在使用 Quizlet 软件进行一个学期的词汇学习后,对英语词汇学习的兴趣明显提高,且从英语词汇学习中获得的愉悦感增加,相比于学期初更加喜欢学单词这个过程。Quizlet 相比于传统死记硬背式的词汇记忆方法,将文本、图片以及音频结合到一起,且同时带有单词小游戏等活动,使得被试的词汇学习过程更加有意思,进而促成了后测 IM 均值明显增加的结果。

而英语词汇学习的认同型调节(ID)、摄入型调节(IJ)、外在调节(EX)及无动机(AM)各项是由被试经过长期英语词汇学习以及社会经验积累等而成,是一个漫长的过程,很难通过短期的词汇学习得以改变,因而不难解释为什么这些项不具备统计学意义上的显著性。

基于一学期的词汇学习成果,我们再对词汇后测成绩、问卷后测英语词汇学习的内在动机、认同型调节、摄入型调节、外在调节以及无动机进行了相关分析,结果如表 3。

表 3 后测成绩及问卷各项相关统计分析结果

	posttest	内在动机 IM	认同型调节 ID	摄入型调节 IJ	外在调节 EX	无动机 AM
posttest	1					
内在动机 IM	.714**	1				
认同型调节 ID	.467**	.443**	1			
摄入型调节 IJ	.563**	.452**	.319**	1		
外在调节 EX	.376**	.271**	.646**	.469**	1	
无动机 AM	-0.112	-.274**	-.627**	-0.033	-.240*	1

** . 在 0.01 级别(双尾),相关性显著。

* . 在 0.05 级别(双尾),相关性显著。

由表 3 可以看出,被试的后测英语词汇学习的内在动机(IM)与被试后测英语成绩呈正相关,且达到了非常显著的统计水平($r=0.714, p<0.01$)。也就是说,被试英语词汇学习的内在动机越强,其在词汇测试中取得的成绩就越高。被试在本学期使用 Quizlet 进行词汇学习,体验到了词汇学习的乐趣,因而会更有动力去记忆词汇,使得成绩大幅提高。这也与李梅(1999)提出内在动机促进英语成绩的提高的观点不谋而合。被试英语词汇学习的认同型调节(ID)与后测英语成绩呈正相关,且达到了统计学上的非常显著水平($r=0.476, p<0.01$)。被试越认同、越肯定英语单词学习的意义,其英语成绩就相对越高。被试英语词汇学习的摄入型调节(IJ)与后测英语成绩呈正相关,且达到了非常显著的统计水平($r=0.563, p<0.01$)。被试越在意别人对自己英语词汇学习的看法,就会相对越发努力来提高自己的英语词汇成绩。被试英语词汇学习的外在调节(EX)同后测英语成绩同样呈正相关,且达到统计学上的显

著水平 ($r=0.376, p<0.01$)。被试对自己的单词测试成绩以及学分等因素越在意,就会相对更加刻苦地记忆词汇,从而提高自己的英语单词测试成绩。

值得一提的是,被试英语词汇学习的无动机(AM)与后测英语成绩存在一定的负相关,但并未达到统计学上的显著水平 ($r=-0.112, p>0.05$)。不难解释,被试作为大学生群体中的一部分,即使不了解英语单词学习的意义,但由于受到摄入型调节(IJ)及外在调节(EX)因素的影响,可能会在意别人对自己英语词汇学习的看法以及自己的成绩和学分,也会基于此目的努力地去进行单词记忆学习,来提高自己的词汇成绩。这也更加印证了 Gardner 提出的“努力”本身不代表学生具有“动机”的观点,因为学生可能出于自身之外的某些原因而努力,比如一场即将到来的考试或者教师的严格要求(Gardner,1985)。

结论与建议

本研究通过定量分析发现:(1)使用 Quizlet 软件一学期后的单词后测成绩显著高于学期初的前测成绩。(2)问卷前测英语词汇学习的内在动机(IM)强度显著小于后测。(3)被试后测英语词汇学习的内在动机(IM)、认同型调节(ID)、摄入型调节(IJ)、外在调节(EX)与被试后测英语成绩均呈非常显著的正相关。

学生在使用 Quizlet 进行为期一学期的学习后,英语成绩有着明显提高,移动应用 Quizlet 对英语词汇学习成绩起着积极的促进作用。此外,问卷配对结果显示在使用 Quizlet 进行单词学习之后,学生词汇学习的内在动机有了非常明显的增长,说明 Quizlet 软件在激发学生单词学习兴趣、提升单词学习过程愉悦感方面起着重要作用。因此,在词汇教学中,教师可以尝试使用移动应用 Quizlet 来激发学生的单词学习兴趣,促进其英语词汇学习的内在动机,进而提高其词汇测试成绩。

另外,学生英语词汇学习的内在动机(IM)、认同型调节(ID)、摄入型调节(IJ)以及外在调节(EX)越强,其英语成绩就会相对越高。但由于英语词汇学习的认同型调节(ID)、摄入型调节(IJ)、外在调节(EX)以及无动机(AM)因素由学生们长期经验积累而成,并不能通过短期的单词记忆活动立刻体现出来,也并未在一定程度上受到 Quizlet 学习活动的影 响。因此如何通过教学活动或者心理辅导来适度调节这些因素以促进词汇成绩,仍旧是值得探讨的一大话题。

参考文献

- 李梅(1999)。学习内在动机与英语教学。北京:外语教学与研究出版社,610-614。
- 李秋东、郑飞和赵海湖(2020)。移动应用 Quizlet 对英语词汇习得效果影响的实证研究。中国教育信息化, 04: 93-96。
- 张金英(2020)。多模态理论在初中英语词汇教学中的应用研究。现代交际, 15: 194-195。
- 郭继东(2009)。研究生英语学习动机与成绩、性别之关系研究。外语界, 05: 42-49。
- 陶蔚扬(1981)。学生学习动机的分析。人民教育, 04: 55-57。
- 桂诗春(1986)。我国英语专业学生社会心理分析。现代外语, 01: 1-13。
- 顾曰国(2007)。多媒体、多模态学习剖析。外语电化教学, 02: 3-12。
- 李炯英和刘鹏辉(2015)。我国外语学习动机研究:回顾与思考(2004-2013)。外语界, 02: 34-43。
- 朱永生(2008)。多元读写能力研究及其对我国教学改革的启示。外语研究, 04: 10-14。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Dörnyei, Z. (2001). *Teaching and Researching Motivation*. Harlow: Longman.
- Gardner, R. C. & Lambert, W. E. (1959). Motivational variables in second language acquisition. *Canadian Journal of Psychology*, 04: 266 -272.
- Gardner, R. C. (1985). *Social Psychology and Language Learning: The Role of Attitude and Motivation*. London: Edward Arnold.
- Kress, G. , & Leeuwen, T. V. V. (2001). Multimodal discourse: the modes and media of contemporary communication. *College Composition and Communication*, 54(2), 318-320.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- New London Group. (1996). A Pedagogy of Multiliteracies Designing Social Futures. *Harvard Educational Review*, 66(1), 60-92.
- Tanaka, M. (2016). *Developing and Evaluating a Questionnaire to Measure EFL Learners' Vocabulary Learning Motivation*. In: Zhang Q. (eds) Pacific Rim Objective Measurement Symposium (PROMS) 2015 Conference Proceedings, 351-368.

數字繪本對小學生閱讀能力和閱讀態度的影響研究

The Influence of Digital Picture Books on Primary School Students' Reading Ability and Attitude

林思宏^{1*}，方遠豪²，裴文君³

¹²³ 華南師範大學教育信息技術學院

* 1225890785@qq.com

【摘要】 隨著人工智能與移動終端的不斷發展，數字繪本逐漸成為兒童閱讀的主要載體之一，推動當代兒童閱讀方式的轉變。面對傳統閱讀中出現的閱讀過程體驗不佳、閱讀效果不明顯等挑戰，數字繪本或許能利用其形象化、趣味化的特性為當前窘境提供突破的窗口。因此，本研究試圖運用實證研究法來討論數字繪本對小學生閱讀能力和閱讀態度的影響，研究結果表明：（1）數字閱讀組的閱讀表現優於傳統閱讀組；（2）數字閱讀組閱讀能力的提高更為顯著；（3）相較於紙質閱讀組，數字閱讀組有著更為積極的閱讀態度。

【關鍵字】 數字繪本；閱讀能力；閱讀態度；移動終端

Abstract: With the continuous development of artificial intelligence and mobile terminals, digital picture books have gradually become one of the main carriers of children's reading, which has promoted the transformation of contemporary children's reading style. In the face of the challenges of poor reading experience and poor reading effect in traditional reading, digital picture books may be able to make use of its visualized and interesting characteristics to provide a breakthrough window for the current predicament. Therefore, this study attempts to use empirical research method to discuss the influence of digital picture book on the reading ability and reading attitude of primary school students. The results show that: (1) the reading performance of the digital reading group is better than that of the traditional reading group; (2) the reading ability of the digital reading group is improved more significantly; (3) compared with the paper reading group, the digital reading group has a more positive reading attitude.

Keywords: Digital picture book, reading ability, reading attitude, mobile terminal

1. 前言

2020 年第十七次國民閱讀調查報告顯示，2019 年我國兒童數字化閱讀方式接觸率（網絡在線閱讀、手機閱讀、電子閱讀器閱讀、光盤閱讀、Pad 閱讀等）較 2018 年明顯提升，數字化閱讀逐漸成為兒童閱讀的重要方式之一。其中，繪本閱讀作為促進兒童身心健康與認知發展的產物，融入了數字經濟時代中圖片、文字與聲音等多媒體元素，受到廣泛的歡迎與喜愛。有研究指出，圖文聲像結合的數字繪本可以影響學生持續閱讀的體驗，從情感上影響閱讀行為（劉晶晶，2015）。據此，國際上也設計了從文本到視音頻、動畫、實物玩具等各個層次、各種功能的教學輔助和自學、寓教於樂的電子化、數字化產品，試圖從多種信息呈現形式去刺激孩子們的感官，促進智力的發展和能力的增長（陳曦，2015）。基於此，本研究面向小

學二年級學生，通過實證研究探討數字繪本對小學生閱讀能力與閱讀態度的影響，為數字繪本的教育教學應用與發展提供參考。

相關研究現狀

2.1. 數字繪本對閱讀效果的影響

在教育教學應用中，繪本以圖畫為主，搭配的文字故事為輔，通過兩者配合來訴說故事表達教育性的思想，豐富學生情感，或是幫助幼兒掌握生活中的常識和技能。數字繪本閱讀效果的現有研究主要聚焦於兩方面，一是數字繪本對學生閱讀能力的影響，二是從兒童心理成長作為切入點，剖析其為兒童帶來的情感體驗。在學生閱讀能力，張園園（2018）基於語文課程標準（2011年版）認為形象直觀的數字繪本對於小學低年級語文識字教學具有提高閱讀能力、觀察能力、想像能力和表達能力等教學效果，但其閱讀能力僅體現在一年級識字教學，研究對象與維度較為片面。對於情感態度，有研究認為音視頻及動畫等繪本構成要素可以增強兒童多重閱讀感受和深層互動體驗（呂志敏，2019），但文章缺少對不同閱讀形式影響的實證探討。也有研究認為數字化閱讀在實際環境中受到許多因素影響，無法完全判斷閱讀成效，如 Naumann（2016）等人認為閱讀效果與閱讀任務的強度、學生本身的能力相關。因此，目前關於數字閱讀提升學生閱讀效果的觀點仍未達成統一，數字繪本是否比紙質繪本更加有效還需要進一步探討。

2.2. 閱讀能力與閱讀態度相關研究

閱讀能力是一個綜合的能力概念，國內外許多學者給出了不同的內涵。而閱讀能力的評價維度，學術界沒有形成統一的標準。國內溫鴻博（2005）在莫雷（1990）的基礎上，重新對文章閱讀活動過程進行分析，進一步將語文閱讀過程分為文章微觀理解閱讀、文章宏觀理解閱讀、評價閱讀和發散閱讀等四個方面，即二階四因素模型。模型結合了中國本土語文閱讀情況，且經過多輪因子分析後具備一定的科學性，文章還結合模型針對性開發了題型，較有一定的代表性，適用於本研究。

閱讀態度是指閱讀者在進行閱讀活動時所表達出來的心情感受或想法（楊燕月，2019），也可以理解為對閱讀產生的積極反應或消極反應的傾向，且此該領域的多數研究將閱讀態度進行區分，並以測評量表的形式進行調查。其中 Mckenna 和 Kear（1990）開發的 ERAS 態度量表受到多個研究的引用與證實，如 Lazarus 等（2000）針對特殊教育中存在學習障礙的學生，利用 ERAS 態度量表發現 1 年級和 5 年級學生的閱讀態度間呈現出不同的趨勢。

研究設計

3.1. 研究對象

研究選擇廣州 A 校二年級兩個班的學生為實驗對象，共 81 人。其中，實驗組 40 人，採用 pad 平板設備中的閱讀 APP 進行閱讀；對照組 41 人，採用傳統紙質載體閱讀。由於參與實驗的學生是“數字原住民”，對信息化環境不陌生，使用多媒體資源可以較快上手，所以學生自身的技術因素不會對實驗結果造成影響。

本研究的實驗過程在二年級寒假開展，教師的職能僅在於佈置假期任務。在假期實驗前對小學生的閱讀能力、閱讀態度水平進行測試，確保實驗前期研究對象的一致性和最終實驗結果的科學性。在實驗實施階段（連續維持 21 天）的寒假期間，由教師在閱讀 APP 中每日定時推送數字繪本給實驗組學生進行閱讀，對照組學生則閱讀同樣內容的紙質繪本教材，並且每位同學均遵循“閱讀-練習”的範式，以此加深學習印象、鞏固閱讀效果。在實驗結束開

學後，再次對兩組學生的閱讀能力和態度進行測試，分析實驗組與對照組學生各自發生的變化。

3.2. 測驗與量表編制

3.2.1. 閱讀態度量表

本研究採用 Mckenna 和 Kear (1990) 針對 1 至 6 年級學生進行開發的小學生閱讀態度測量問卷 (ERAS)。該問卷將學生的閱讀態度分為學業閱讀態度和休閒閱讀態度，學業閱讀態度是指學生在課堂環境中閱讀的心情感受，休閒閱讀態度是指學生在課外時閱讀的心情感受。其中休閒閱讀態度 10 題，學業閱讀態度 10 題。同時在藉鑑相關理論框架下自行設計了兒童數字閱讀態度，共 6 題。通過 SPSS22.0 軟件對本研究的閱讀態度量表進行了信度檢驗，量表的整體 KMO 值為 0.817，各維度的 KMO 值均高於 0.8，sig 為 0.000，量表效度良好；量表的科隆巴赫 α 係數為 0.905，各指標的 α 係數均高於 0.80，量表信度良好，適合用於後續研究。

3.2.2. 閱讀能力試題

本研究借鑒溫鴻博的二階四因素模型，結合小學低年級語文新課標的要求，篩選出適合二年級學生的評價維度，分別是結構性能力、認讀能力、提取信息能力、推斷解釋能力、整體概括能力、評價鑑賞能力與發散閱讀能力。同時藉鑑其開發的小學生二年級語文閱讀的測試題，及時收集實驗組與對照組學生實驗前後的數據。試卷設計完成後，研究者向授課教師進行了意見徵詢，並進行了修改，同時，對試卷進行了小範圍試測，確保測試卷的可靠性。

結果與分析

4.1. 兩組前後測數據分析

將實驗組和對照組閱讀能力的前測數據進行分析，獨立樣本 t 檢驗後發現兩組閱讀能力中各維度均值差異不大，且 Sig 值均大於 0.05，表明兩組數據無顯著差異，說明在實驗開始之前，兩組學生的閱讀能力的各個維度基本處於同一水平。同時將實驗組和對照組閱讀態度的前測數據進行分析，獨立樣本 t 檢驗後發現兩組閱讀態度中各維度 Sig 值均大於 0.05，表明兩組數據無顯著差異，說明在實驗開始之前，兩組學生的閱讀態度處於同一水平。

實驗結束後，對兩組開展了閱讀能力的後測，並進行獨立樣本 T 檢驗，結果見表 1。對比實驗組與對照組後測數據，除整體感知能力與結構性能力外，實驗組在其余維度的均值數據均高於對照組。獨立樣本 t 檢驗後發現認讀能力、提取信息能力與總體閱讀能力的 Sig 值均 < 0.05，表明實驗組在認讀能力、提取信息能力與總體閱讀能力顯著高於對照組。

表 1 閱讀能力後測差異性分析

維度	組別	樣本量	均值	標準差	Sig (雙側)
結構性能力	實驗組	40	7.75	4.23	.843
	對照組	41	7.56	4.35	
認讀能力	實驗組	40	9.25	2.67	.011
	對照組	41	7.07	4.61	
提取信息能力	實驗組	40	17.25	5.54	.025
	對照組	41	13.17	8.29	
推斷解釋能力	實驗組	40	15.75	6.36	.058
	對照組	41	13.66	5.67	
整體感知能力	實驗組	40	8.50	3.62	.279
	對照組	41	9.27	2.63	

評價鑑賞能力	實驗組	40	8.25	3.85	.818
	對照組	41	8.05	4.01	
發散閱讀能力	實驗組	40	13.33	2.14	.813
	對照組	41	13.15	4.30	
總體閱讀能力	實驗組	40	80.08	16.84	.017
	對照組	41	71.93	12.90	

表 2 閱讀態度後測差異性分析

維度	組別	樣本量	均值	標準差	Sig (雙側)
休閒閱讀態度	實驗組	40	35.18	4.72	.098
	對照組	41	32.78	8.18	
學業閱讀態度	實驗組	40	31.55	5.42	.817
	對照組	41	31.15	9.65	
數字閱讀態度	實驗組	40	20.73	3.06	.001
	對照組	41	16.93	6.57	
整體閱讀態度	實驗組	40	87.45	11.36	.059
	對照組	41	80.85	19.74	

同時對兩組進行了閱讀態度的後測（見表 2）。獨立樣本 t 檢驗後發現數字閱讀態度的 p 值為 0.001，小於 0.05，且實驗組在該維度上的得分高於對照組，表明實驗組的數字閱讀態度顯著高於對照組。

4.2. 對照組前後測與實驗組前後測數據分析

通過配對樣本 t 檢驗分析小學低年級學生閱讀能力與閱讀態度的提升情況。在閱讀能力方面，表 3 的數據分析結果表明，實驗組的認讀能力、提取信息能力、總體閱讀能力 Sig 值分別為 0.033、0.000 與 0.000，均小於 0.05，三個維度顯著提高，推斷解釋能力、整體感知能力、評價鑑賞能力與發散閱讀能力提高，但不顯著，結構性能力下降，但不顯著。對照組提取信息能力、整體感知能力、評價鑑賞能力、發散閱讀能力與總體閱讀能力提高，但不顯著，結構性能力、認讀能力與推斷解釋能力下降，但不顯著，總體說明數字閱讀對小學低年級學生閱讀能力的提升效果更為顯著。

表 3 閱讀能力前後測配對 t 檢驗結果

維度	組別	樣本量	均值差	標準差	Sig (雙側)
結構性能力	實驗組	40	0.25	5.31	.767
	對照組	41	0.49	6.31	.623
認讀能力	實驗組	40	-1.75	5.01	.033
	對照組	41	0.49	5.90	.599
提取信息能力	實驗組	40	-5.25	7.84	.000
	對照組	41	-1.46	11.31	.412
推斷解釋能力	實驗組	40	-2.00	7.58	.103
	對照組	41	0.24	9.87	.857
整體感知能力	實驗組	40	-0.75	5.26	.372
	對照組	41	-1.22	4.58	.096
評價鑑賞能力	實驗組	40	-0.75	4.17	.262
	對照組	41	-0.24	5.70	.785

發散閱讀能力	實驗組	40	-0.43	3.10	.392
	對照組	41	-0.17	4.81	.821
總體閱讀能力	實驗組	40	-10.15	15.91	.000
	對照組	41	-1.34	17.54	.627

表 4 閱讀態度前後測配對 t 檢驗結果

維度	組別	樣本量	均值	標準差	Sig (雙側)
休閒閱讀態度	實驗組	40	-1.48	6.11	.135
	對照組	41	0.34	4.82	.652
學業閱讀態度	實驗組	40	-0.35	6.69	.742
	對照組	41	0.63	7.84	.607
數字閱讀態度	實驗組	40	-2.78	4.79	.001
	對照組	41	0.71	6.63	.498
整體閱讀態度	實驗組	40	-4.60	10.88	.011
	對照組	41	1.68	13.55	.431

在閱讀態度方面，表 4 的數據分析結果表明，實驗組的休閒閱讀態度、學業閱讀態度提高，但不顯著，數字閱讀態度與整體閱讀態度顯著提高，Sig 值分別為 0.001 與 0.011，均小於 0.05。對照組在閱讀態度的所有維度上均降低，但沒有達到顯著水平，說明數字閱讀更有利於維持並提升小學低年級學生的閱讀態度。

結論

通過分析，兩組學生在實驗前閱讀能力試題的成績上不存在顯著差異，在實驗後閱讀能力試題的檢驗上，實驗組在部分維度上優於對照組，其中認讀能力、提取信息能力與總體閱讀能力存在顯著差異。由此可見，相比於紙質閱讀，數字繪本的閱讀方式更有利於學生在短時間提升淺層閱讀水平，即對文中段落情節、字義等有一個大致的了解。其中數字閱讀態度的顯著提升可能對閱讀能力有積極影響。而在文章的整體感知上，紙質閱讀的均值表現優於數字閱讀，儘管未有顯著性差異上，但這可能是因為實驗時長限制，在長期學習中紙質閱讀或許更有利於宏觀結構的理解。因此，雖然實驗組的閱讀表現優於對照組，但未來的閱讀方式應是數字閱讀與紙質閱讀的相互融合，形成互補的局面。

參考文獻

呂志敏 & 張立新(2019)。數位時代兒童繪本創作與出版的思考。出版廣角,01,55-57。

doi:10.16491/j.cnki.cn45-1216/g2.2019.01.015。

莫雷(1990)。語文閱讀水準測量(三)(修訂版小學六年級適用)。廣州:中山大學出版社。

陳曦(2015)。美國兒童教育資訊化觀察與探析。電化教育研究,06,114-120。doi:10.

13811/j.cnki.eer.2015.06.019。

楊燕月,王冬青,史蒙,韓後 & 何小珊(2019)。小學一年級學生閱讀態度與數位閱讀行為的研究。中國教育資訊化,12,29-32。doi:CNKI:SUN:JYXX.0.2019-12-007。

溫鴻博(2005)。小學語文閱讀能力測評量表的編制(碩士學位論文,華南師範大學)。

<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CMFD0506&filename=2005081150.nh>

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 劉晶晶(2015)。小學語文閱讀能力標準與學生評價的一致性研究(博士學位論文,華中師範大學)。
<https://kns.cnki.net/KCMS/detail/detail.aspx?dbname=CDFDLAST2016&filename=1015447739.nh>
- Belinda Davis Lazarus, Thomas Callahan.(2000).ATTITUDES TOWARD READING EXPRESSED BY ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS DIAGNOSED WITH LEARNING DISABILITIES. *Reading Psychology*(4), doi:10.1080/027027100750061921.
- Johannes Naumann & Frank Goldhammer.(2017).Time-on-task effects in digital reading are non-linear and moderated by persons' skills and tasks' demands. *Learning and Individual Differences*(), doi:10.1016/j.lindif.2016.10.002.
- Michael C. McKenna & Dennis J. Kear.(1990).Measuring Attitude toward Reading: A New Tool for Teachers. *The Reading Teacher*(9), doi:

性別差異對使用悅趣式英文數位繪本的影響：以波士頓矩陣為導向

The Effects of Gender Differences on the Use of a Joyful Animated English Book

林宜臻¹，陳攸華^{1*}

¹ 台灣中央大學 網路學習科技研究所

* sherry@cl.ncu.edu.tw

【摘要】 由於閱讀英語論文對論文寫作的重要性，而學生卻缺乏閱讀動機，故本研究結合數位繪本與遊戲式學習來開發悅趣式英文數位繪本。有別於一般資料分析的方式，本研究以波士頓矩陣和序列分析，來探討性別差異如何影響學習者與悅趣式英文數位繪本之互動。結果顯示，男性花費較少時間，獲得較差的任務成效及較高遊戲成效。女性花費最少的時間達到最高的任務成效及遊戲成效。在學習行為上，女性較男性擅長使用筆記。本研究的貢獻不僅在其發現可用來發展個人化悅趣式英文數位繪本，而且所用之新的分析方式，也為科技化語言學習的研究者打開新的視野。

【關鍵字】 性別差異；波士頓矩陣；數位繪本；遊戲式學習

Abstract: English reading is important but students lack motivation to read English papers. To address this issue, this research developed a Joyful Animated English Book (JAEB) and investigated how gender differences affect learners' interaction with the JAEB with the BCG Matrix and the lag sequential analysis. The results showed that males tended to spent less time completing tasks, and had poorer task performance and better gaming performance. Females spent the least time but they could obtain the best task performance and gaming performance. Furthermore, females were better at taking notes than males. This research not only provides the guidance for the development of personalized JAEB and contributes a new data analysis approach for scholars in the area of technology-based language learning.

Keywords: gender difference, BCG Matrix, English reading, game-based learning

1. 前言

英語已成為世界通用語言(Patil, 2014)，因此許多非母語人士透過學習英文來提升競爭力(Huang & Hong, 2016)。英文學習涵蓋了不同層面，閱讀理解是其中重要的技能(Mart, 2012)，因為閱讀能力提升口說及寫作能力。然而，學生在閱讀英文論文上往往會碰到困難(Iqbal et al., 2015)，例如，學生可能無法了解文章內容，因此他們不能連結文章內容與所學到的知識(Defri & Syafei, 2020)。另外，Royani (2013)指出學生對於所閱讀的文章主題不熟悉，導致他們對閱讀不感興趣，更使得他們缺乏學習動機。為了解決上述缺少閱讀動機及閱讀興趣的問題，本研究藉著整合遊戲式學習和英語閱讀來發展悅趣式英文數位繪本，因為數位遊戲能輔助學習和教學(Perrotta et al., 2013)。

此外，遊戲式學習可以提高學習動機(Tapingkae et al., 2020)以及學習成效(Sung et al., 2017)。然而，遊戲式學習包含許多多媒體元素，因此學習者需要投入大量的專注力，進而有認知負荷(Woo, 2014)，所以遊戲式學習不一定適合每個人，因此我們需要考慮個體差異性。在眾多個體差異中，性別差異尤其重要，這是因為男性與女性之間在社會與生理上存在

差異(Yau & Cheng, 2012)，所以可能會進一步影響學習成效(Zoghi, Kazemi, & Kalani, 2013)，例如，Buffum 等人(2016)的研究結果指出，前期男性的學習成效高於女性，但在多堂課程的實施下，女性逐漸趕上男性的學習成效。之後，Tsai (2017)的研究結果表明女性的學習成效高於男性。

在另外一方面，也有研究顯示出性別差異不會影響學習成效和學習行為(Dorji, Srisawasdi, 2015)。從上述結果得知，在個體差異中，性別差異扮演了一個很重要的角色。然而，性別差異對於遊戲式學習的影響仍尚未定論，故本研究的目的有兩項，其一為將英語閱讀結合遊戲式學習，其二為探討性別差異如何影響學習者與悅趣式英文數位繪本的互動。

2. 悅趣式英文數位繪本

基於英語閱讀的重要性和遊戲式學習的好處，本研究開發一個能幫助研究生提升英語閱讀能力的悅趣式英文數位繪本，在與此繪本互動過程中，他們必須完成學習任務(圖 1)與遊戲任務(圖 2)，關於學習任務，學習者需要閱讀三篇文章，在閱讀完文章後，需要進行測驗，測驗形式為四題是非題，學習者需要判斷每一題的描述是否與文章內容相符合。關於遊戲任務，乃是藉著 21 點遊戲來增進趣味性，遊戲一開始學習者與對手都各有兩張手牌，但雙方都不可以看到對方的手牌，因此他們必須根據自己手牌上所獲得的點數總和，來決定是否要繼續發牌或停止要牌，沒有超過 21 點就可以繼續發牌。在另一方面，也可以選擇停止要牌，最後由點數較高的人，獲得勝利。特別的是，當學習者抽了五張牌後，點數總和仍然沒有超過 21 點，就會直接獲得勝利。除此之外，在遊戲中有兩種不同的遊戲模式，分別為「分次玩」與「玩一次」，學習者可以按照自己的偏好選擇適合的遊戲模式。綜上所述，繪本特色詳列如下：

- 數位繪本：本研究的繪本乃是用圖片與影片來呈現英語文章的簡要內容，圖片是單張靜態圖像，影片則使用音效及較多動態圖像。學習者擁有控制權，來依照他們的偏好或需求選擇圖片或影片。另外，在使用影片時，他們也擁有控制權，來選擇觀看影片的速度。
- 多次作答機會：在每篇文章中，學習者有兩次的作答機會。更具體地說，當學習者在第一次答錯時，他們必須重新閱讀文章，並從文章中獲取更多的核心資訊，來幫助他們在第二次作答。換句話說，學習者可以透過反覆閱讀文章來提升他們的英文閱讀能力。
- 多層次鷹架：為了降低學習者在閱讀文章上的困難，他們可以使用多層次鷹架輔助工具，來輔助閱讀，多層次鷹架輔助工具分為第一層級與第二層級，前者包含單字提示、圖片提示、影片提示、文法提示以及筆記，用於幫助他們理解文意。後者包含重點提示，在學習者第一次答題錯誤後才能使用，用於提升答題正確性。

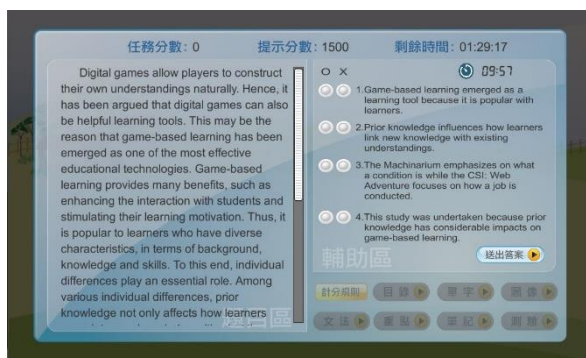


圖 1 學習任務畫面



圖 2 遊戲任務畫面

3. 研究方法

本研究的研究對象為 37 名臺灣北部大專院校之研究生，分別為男性 20 名與女性 17 名，他們都具備一般的英文能力與操作平板的基本能力。首先，學習者會進行前測，前測形式是英語閱讀測驗，他們需要閱讀一篇英文文章，接著作答六個題目，每一題為是非題，題目內容為一個與文章相關或不相關的描述，他們須判斷此描述是否與文章的內容相符合，來選擇對與錯。接下來學習者會透過平板與悅趣式英文數位繪本互動。在與繪本互動的過程中，學習者需要完成學習任務與遊戲任務。最後學習者會進行後測，其形式與前測相同但題目不同，目的是為了瞭解他們在與繪本互動後的學習成效。

4. 結果與討論

4.1. 學習成效

本研究藉著波士頓矩陣來以多方面的視角檢測學習成效，波士頓矩陣是使用二維四象限對兩個維度之變量進行分析，並觀察每一象限所代表的意義，而在本研究所使用的二維乃是任務分數及任務時間，因此會產生四個組別，即是(1)任務分數高，且任務時間長，(2)任務分數低，但任務時間長，(3)任務分數低，且任務時間短，(4)任務分數高，但任務時間低。再使用單因子變異數來分析這四組中間是否存在顯著差異，經由事後檢定的結果顯示，在任務時間方面，第一組與第二組花費較多的時間，第三組與第四組花費較少的時間。另一方面，在任務分數上，第一組與第四組獲得較多的任務分數，第二組及第三組獲得較少的任務分數。之後更進一步地將遊戲分數及提示分數納入單因子變異數分析中，結果顯示這四組在遊戲分數上也有顯著差異，經由事後檢定的結果顯示，第四組的遊戲分數顯著高於第一組與第二組。

此外，我們另外檢查男性與女性在每一組的分配，結果顯示，男性主要分布於第三組(75%)，如前所述第三組的人花費較少時間，獲得較低的任務分數與較高的遊戲分數，也就是說，男性傾向花費較少的時間完成任務，而顯示的任務成效也較不好，但獲得的遊戲成效較高。另一方面，女性主要分布在第四組(60%)，而第四組的人花費最少的時間達到最高的任務分數及遊戲分數，也就是說，女性傾向花費最少的時間完成任務，但顯示的任務成效及遊戲成效也最好。此結果意味著男女性雖然都花費了較少的時間，但男性在學習成效與遊戲成效方面都低於女性。另外，成對 t 檢定也被用來檢測男性與女性在前測及後測是否有顯著差異，結果表明，男性與女性在後測都有顯著進步，這意味著男性與女性在與繪本互動的過程中都有從中提升英文閱讀能力。

4.2. 學習行為

根據行為序列分析的結果發現男性與女性有相異的學習行為，詳述如下：

- 男性會使用圖片提示後，進行測驗，相反地，女性會在使用圖片提示後，使用筆記。此一結果表明，男性會從圖片獲取資訊後，直接進行測驗，但女性則是會先整合圖片中的圖像化資訊後，透過文字記錄在筆記中。
- 男性會反覆使用重點提示和筆記，女性則是反覆使用影片提示。這意味著男性會藉著重點提示來了解文章內的核心資訊，並且運用筆記記錄資訊。另一方面，女性會藉著反覆使用影片提示，來掌握文章的整體脈絡。
- 女性會在回到文章內容後，直接進行測驗，這顯示出他們想從文章內容獲取更多資訊，以給予正確的答案，但是男性並沒有這樣的行為。

4.3. 遊戲行為

從序列分析發現男性與女性也有相異的遊戲行為。女性在進入遊戲區後，會先觀看遊戲規則，再點擊發牌，換句話說，女性傾向有全面性了解，而男性沒有這樣的傾向有。

5. 結論

本研究乃是藉著任務時間和學習成效來將學習者的成效分成四組，接著再透過分析四組的特質，以了解男性與女性的成效差異，並透過序列分析，來了解男性與女性的學習行為和遊戲行為，以找出此種成效差異的原因。結果發現女性比男性會藉著筆記記錄更多的資訊，這可能就是造成女性學習成效較高的原因。而在遊戲行為方面，女性會在觀看遊戲規則後才點擊發牌。換句話說，女性會先蒐集足夠的資訊，才進行遊戲，這可能也是造成女性有較高遊戲成效的原因。

簡言之，本研究的貢獻不僅在其發現可以用來發展個人化的悅趣式英文數位繪本，而且所用之新的分析方式，也為科技化語言學習的研究者打開了新的視野。但本研究也存在著許多的限制，例如在個體差異方面，本研究僅考慮了單一人因，也就是性別差異。此外，樣本數也較少。期望在未來的研究中，可以有更多的樣本數，以及考慮不同種類的個體差異來探討遊戲式學習對學習者的影響，例如認知風格與先備知識等人因。

參考文獻

- Buffum, P. S., Frankosky, M., Boyer, K. E., Wiebe, E. N., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2016). Collaboration and gender equity in game-based learning for middle school computer science. *Computing in Science & Engineering*, 18(2), 18-28.
- Defri, A. T., & Syaefi, A. F. R. (2020). Enhancing Junior High School Students' Reading Comprehension in Report Text by Using Concept Mapping Strategy. *Journal of English Language Teaching*, 9(1), 1-9.
- Dorji, U., Panjaburee, P., & Srisawasdi, N. (2015). Gender differences in students' learning achievements and awareness through residence energy saving game-based inquiry playing. *Journal of Computers in Education*, 2(2), 227-243.
- Huang, Y.-N., & Hong, Z.-R. (2016). The effects of a flipped English classroom intervention on students' information and communication technology and English reading comprehension. *Educational Technology Research and Development*, 64(2), 175-193.
- Iqbal, M., Noor, M., Muhabat, F., & Kazemian, B. (2015). Factors responsible for poor English reading comprehension at secondary level. *Communication and Linguistics Studies*, 1(1), 1-6.
- Patil, M. R. (2014). Importance of English communication for engineering students from rural areas and its remedies. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSRJMCE)*, 35-38.
- Perrotta, C., Featherstone, G., Aston, H., & Houghton, E. (2013). *Game-based learning: Latest evidence and future directions*. Slough: NFER.
- Royani, M. (2013). The use of local culture texts for enthusiastic English reading teaching. *The International Journal of Social Sciences*, 7(1), 130-135.
- Sung, H.-Y., Hwang, G.-J., Lin, C.-J., & Hong, T.-W. (2017). Experiencing the Analects of Confucius: An experiential game-based learning approach to promoting students' motivation and conception of learning. *Computers & Education*, 110, 143-153.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Tapingkae, P., Panjaburee, P., Hwang, G.-J., & Srisawasdi, N. (2020). Effects of a formative assessment-based contextual gaming approach on students' digital citizenship behaviours, learning motivations, and perceptions. *Computers & Education*, 159, 103998.
- Tsai, F.-H. (2017). An investigation of gender differences in a game-based learning environment with different game modes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3209-3226.
- Woo, J.-C. (2014). Digital game-based learning supports student motivation, cognitive success, and performance outcomes. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(3), 291-307.
- Yau, H. K., & Cheng, A. L. F. (2012). Gender difference of confidence in using technology for learning. *Journal of Technology Studies*, 38(2), 74-79.
- Zoghi, M., Kazemi, S. A., & Kalani, A. (2013). The effect of gender on language learning. *Journal of Novel Applied Sciences*, 2(4), 1124-1128.

運用基於人工智能的抖音社交媒體之人臉濾鏡功能於英語學習

對口說焦慮以及學習參與度的影響

Effects of oral anxiety and learning engagement

in English language-learning classroom using AI-based TikTok

林豪鏘* 張 晴

國立臺南大學數位學習科技學系

* koonglin@gmail.com

【摘要】 英語為國際語言，如何增進英語口說能力對英語為第二外語之學生格外重要。然而，在台灣一般普通語言教育之下，雖有大量的文獻探討如何有效提升英語口說能力，但針對特定大學生英文能力偏低者且語言程度落差大，能引發他們積極主動的參與研究卻相對偏少。本研究以非英文系之一般基礎英文課程大一生為範例，運用時下流行人工智能抖音應用程式(Tiktok)之 AR-supported 人臉濾鏡功能(FACE Filter)，讓學生拍攝英口語練習短片。透過搭配課程主題與課程活動引導，將 AR 濾鏡功能導入學生口語練習。實驗結果顯示，助學生提升口語學習參與度以及降低口說焦慮。

【關鍵字】 Oral anxiety, Tiktok, 抖音應用程式, 濾鏡功能, FACE Filter, 學習參與度

***Abstract:** As English is a global language, how to help EFL students promote their oral ability while reducing their learning anxiety becomes greatly important. Although a bulk of studies have demonstrated different strategies to enhance students' oral learning, few studies have examined student learning engagement in the high education students, particularly for those whose language proficiency are at the elementary level but take part in the course without language proficiency ranking.*

Therefore, in this study, oral learning activities using AR-supported (augmented reality) face filters (AR-supported FF) from popular social media apps to improve student' oral engagement while lowering anxiety were proposed. Forty university students in the context of an English language course participated, 20 of whom were in the experimental group using the social media TikTok with AR-supported face filter technique and 20 of whom were in the control group using the social media YouTube without AR-supported face filter technique. Results show that the AR face filter method can enhance students' learning engagement as well as reduce their oral anxiety.

Keywords: EFL, Oral anxiety, Tiktok, AR, FACE Filter

1. 緒論

當今社會中，數百萬的人使用社交媒體(social media)網絡與他人建立聯繫。根據研究顯示，這些人運用社媒(social media)提供的各種工具進行溝通與訊息傳達。如：Facebook 或 Line。其中 TikTok 是第一款以人工智能為產品的主流消費應用，它會根據使用者的行為和環境進

行智能型分析與推薦。這些新生活型態也開啟了新一代學習者的方式，學術研究新局面。本研究的研究問題如下：

1. 在大學英語口頭視頻演示中，兩種教學方法兩種教學策略（AR-supported FF 和 non-AR-supported FF）對學生學習參與是否存在差異？
2. 在大學英語口頭視頻演示中，兩種教學方法兩種教學策略（AR-supported FF 和 non-AR-supported FF）對學生學習焦慮是否存在差異？

2. 文獻探討

2.1. AR FACE Filter 濾鏡

隨著行動裝置社群應用程式不斷發展，虛擬擴增實境（AR）的人臉濾鏡已被社交媒體網絡中的許多用戶所接受。Snapchat(2015 年)推出了人臉濾鏡功能，並聲稱這是“一種全新的自我觀察方式”(Snap Inc., 2015)。根據 Schipper(2008)的研究，人臉濾鏡“傳達了關於美，女性化和自我表現的刻板印象規範，同時也激發了實驗性自拍創建的新方式”(Schipper, 2008, p 1)。這種新的意識形態創造一種新文化，培養使用者能在公共場合展示自己，自我表現並且增加自我表達能力，動機和意願(例如, Schipper, 2018)。

2.2. 濾鏡應用於學術教育

若探討過去幾年AR人臉濾鏡研究文獻時，多數文章將本濾鏡技巧應用於電子商務策略應用，關注於消費者在產品購買時之體驗(例如 Abrar, 20180)，使用者於日常生活中行為意圖發生哪些改變(例如, Omar & Dequan, 2020; Wang, 2020)，以及嵌入式濾鏡功能在行動式裝置之短視頻如何影響用戶的生活和感知(例如, Kopecký 等, 2020; Awha, 2020)。但是，很少有學術研究運用濾鏡技術，導入教育領域內相關的正式課程以及並且探討該技術如何改變當代課程設計，以及該創新濾鏡功能是否具潛力輔助學生學習，尤其是在英語作為外語(EFL)的教學場景，口說短影片拍攝已成為多數教師納入課程設件的元件之一。

2.3. 外語為英文之口語學習面臨的挑戰

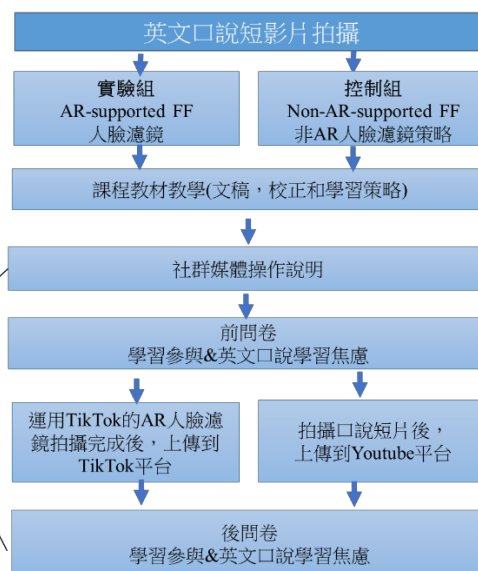
就 EFL 學生而言，口語技能比起其他聽、讀技能更加複雜和困難(Bygate,1987)。Wang(2003)就台灣的高等教育現場提到，英語口說能力技巧要求甚高；不斷排練和練習乃是完成口說短片演講短片最關鍵的元素(Hung, 2016)。情感因素在語言表達中也有著重要作用。在許多當代語言課程，以學習者為中心的學習方法已被廣泛採用(O'Flaherty 和 Phillips, 2015)。但是，在最近的文獻(例如 Hsu, 2015; Hwang, 2017; Shao & Gao, 2016)，學生消極和沈默行為或死記硬背的行為仍持續在課堂中出現並且熱烈探討著。過去的研究報告說，許多“東亞學習者”對於英語口說學習感到焦慮，不願參加課堂口頭活動。然而，Hsu(2015)基於台灣大學新生英語課中的台灣學習情境，發現了一個有趣的發現：學生渴望以學習者為中心的教學法與他們準備在課堂上進行的調整之間出現了即大差異。Hsu(2015)指出，在大學英語課程中，學生傾向於採用具多學習者自主權的教學風格，而非遵循傳統的教師指導的傳播模式。但是，他們在課堂的表現和行動模式沒有達到他們的預期願望。

3. 研究方法

3.1. 參與者

參與者是兩班大一非英文系主修之基礎英語課程學生並且位於台灣南部。40名學生參加了研究並且分配給兩種不同的教學策略：一個班級被指定為控制組，20名學生施以非AR人臉過濾教學策略，另一類是實驗組20名學生，實施AR人臉過濾指導策略。兩個班的英語都一樣，由約10年教學經驗的老師指導。因此自變數為使用不同技術之口說短影片拍攝教學策略，以及依變量是參與者的學習參與及語言學習口語的焦慮。

在為期5週的實驗，在學習活動開始之前，教師提供了明確學習目標和短影片口說拍攝注意要點和準則以及提供了具體的討論任務和預期成果。教師於過程中，逐步式階段地引導學生完成口說影片拍攝。



3.2. 教學設計

雖二組使用不同策略(人臉過濾或非AR人臉過濾，但都會遵從一致教學流程。教師指導兩班學生完成他們的演示文稿腳本，然後專注於語言本身表達性，包含修改他們的語法和單詞選擇，接著指導他們口說發音、語調起伏等，最後引導學生應有的演說技巧、肢體變化以及學習策略(如記憶和演練)。兩組都有相同的學習內容，材料和口語短影片準則要求。二組最大差異在於實驗組在短影片錄製時運用AR人臉濾鏡(如圖3-2和圖3-2)而控制組沒有使用AR人臉濾鏡拍攝(如圖3-4和圖3-5)。實驗小組上傳了他們的使用AR人臉濾鏡將短視頻發送到TikTok平台，控制組將視頻提交給YouTube使用傳統視頻完成口說練習短影錄製活動。

3.3. 工具

研究人員和教師改編來自 Skinner, Kindermann, and Furrer (2009)所提出之學習參與情緒不滿量表(Engagement Versus Disaffection With Learning, EvsD)，與 Shu (2019)整合於創客活動中開發的學生參與度量問卷。本問卷係為了探究學習者參與AR人臉濾鏡之短影拍攝活動後參與度。本量表包含行為參與(Behavioral Engagement)、情感投入(Emotional Engagement)、行為不滿(Behavioral Disaffection)、情緒不滿(Emotional Disaffection)等4個面向，每面向皆有5題，計有20題；採Likert五點量表計分(從1=強烈不同意至5=完全同意)，如附錄一所示。另一份外語口說焦慮(FLCA)問卷調查，針對學生的英語學習焦慮。FLCA量表由Horwitz等人(1986)開發。包含32個5點量表評分(從1=強烈不同意至5=完全同意)。The Cronbach's alpha為0.92，表為內部一致性具可接受的信度。

4. 實驗結果與分析

4.1 學習參與之分析

本研究針對學習參與進行資料收集並分析運用TikTok支援的AR-supported人臉濾鏡是否具有協助增加學生口語學習參與度。研究進行前，先進行單因子獨立樣本t檢驗比較二組學生

在口說短片拍攝之參與度差異， t 檢驗顯示兩組在研究進行之前並無顯著性差異 ($p > .05$)。表 2 針對參與度進行兩組比較，結果顯示二組在參與度情形具顯著 ($t(31) = -2.34, p < .05$)，且效果值大($d = 31$)；實驗組 ($M = 3.71$ ； $SD = 0.73$) 的參與度顯著高於控制組 ($M = 3.25$ ； $SD = 0.48$)。從結果顯示，英語口說活動運用 TikTok 支援的 AR-supported 人臉濾鏡之研究，在學習參與部份，二組具有顯著差異；比起控制組，實驗組具有高度參與度。

4.2 口語焦慮之分析

接著，本研究進行運用 TikTok 支援的 AR-supported 人臉濾鏡是否協助降低口說焦慮度。研究進行前，先進行單因子獨立樣本 t 檢驗比較二組學生在口說短片拍攝之口說焦慮， t 檢驗顯示兩組在研究進行之前並無顯著性差異 ($p > .05$)。表 3 結果顯示：單因子獨立樣本 t 檢驗後，二組有顯著差異 ($t(36) = -2.56, p < .05$)，且效果值大($d = 36$)；實驗組 ($M = 3.71$ ； $SD = 0.73$)；英語相關的焦慮口語短片拍攝活動中焦慮的情況減少到 2.70 ($SD = 0.47$) 而相對於控制組 3.05 ($SD = 0.40$)。從結果顯示，英語口說活動運用 TikTok 支援的 AR-supported 人臉濾鏡之研究，在英語口說部份，二組具有顯著差異；比起控制組，實驗組具有較低英文口說焦慮。

5. 結論

儘管許多研究已經成功地使用 AR 人臉濾鏡的方法提升電子商務和提升品牌功效和營銷，很少有研究者將此技術納入並且整合到正式課程學習。伴隨著多模式技術融入社會生活與流行趨勢之媒體網站使用圖片過濾器已成為時下年輕族群流行元素。因此，這項技術很值得進一步探討是否具其潛在力，可以協助學生於教育學習；本研究則在探討運用這項技術是否可運協助英文為外語之 EFL 學生增加口說練習活動為主。本研究在運用 TikTok 支援的 AR-supported 人臉濾鏡之英文口說研究中，根據調查結果，在學習參與部份，實驗組比起控制組具有高度參與度；而就英文口說焦慮部份，實驗組比起控制組具有較低英文口說焦慮。整體而言，創新具有成效的 AR 人臉過濾技術實施，可明確得知其具真實性協助 EFL 學習環境的增進學生英文口語參與度與減低英文口語焦慮 (Hung, 2016; Chang & Lin, 2019)。

參考文獻

- Abrar, K. (2018). Impact of Augmented Reality on Consumer Purchase Intention with the Mediating role of Customer Brand Engagement: Moderating role of Interactivity in Online Shopping. *Bahria University Journal of Management & Technology*, 1(2), 64 – 80.
- Awha, D. (2020). The best TikTok dances to learn during lockdown. *Viva Magazine*.
<https://www.viva.co.nz/article/stayhome/the-best-tiktok-dance-challenges-to-learn/>
- Bygate, M. (1987). *Speaking*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Chang, C., & Lin, H. C. K. (2019). Classroom interaction and learning anxiety in the IRs-integrated flipped language classrooms. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(3), 193 – 201.
- Horwitz, E. K. (2001). Language anxiety and achievement. *Annual Review of Applied Linguistics*, 21, 112–126.
- Hung, S. T. A., & Huang, H. T. D. (2016). Blogs as a learning and assessment instrument for English-speaking performance. *Interactive Learning Environments*, 8, 1881 – 1894.
- Hsu, W. H. (2015). Transitioning to a communication-oriented pedagogy: Taiwanese university freshmen's views on class participation. *System*, 49, 61–72.
- Hwang, G. J., Hsu, T. C., Lai, C. L., & Hsueh, C. J. (2017). Interaction of problem-based gaming and learning anxiety in language students' English listening performance and progressive behavioural patterns. *Computers & Education*, 106, 26–42.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Kopecký, K., Hinojo-Lucena, F. J., Szotkowski, R., & Gómez-García, G. (2020). Behaviour of Young Czechs on the Digital Network with a Special Focus on YouTube. An Analytical Study. *Children and Youth Services Review*, 105 – 191.
- Liu, M., & Jackson, J. (2011). Reticence and anxiety in oral English lessons: a case study in China. In *Researching Chinese Learners* (pp. 119-137). Palgrave Macmillan, London.
- O’Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85–95.
- Omar, B., & Wang, D. (2020). Watch, share or create: The influence of personality traits and user motivation on TikTok mobile video usage. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(4), 121-137.
- Wang, Y., (2020). Humour and camera view on mobile short-form video apps influence user experience and technology-adoption intent, an example of TikTok (DouYin). *Computers in Human Behaviour*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106373>
- Schipper, M. (2018). " *A whole new way to see yourself (ie)*": Exploring how face filters transform the practice of selfie creation. Utrecht: Utrecht University MA dissertation.
- Skinner, E. A., Kindermann, T. A., & Furrer, C. J. (2009). A motivational perspective on engagement and disaffection: Conceptualization and assessment of children's behavioral and emotional participation in academic activities in the classroom. *Educational and psychological measurement*, 69(3), 493-525.
- Shao, Q., & Gao, X. A. (2016). Reticence and willingness to communicate (WTC) of East Asian language learners. *System*, 63, 115–120.
- Sheldon, P., & Bryant, K. (2016). Instagram: Motives for its use and relationship to narcissism and contextual age. *Computers in human Behaviour*, 58, 89 – 97.
- Shu, I. H. (2019). " Capture Student’s Engagement by Hand-Pose with Object-Detection : Taking Obstacles Avoidance Car Activity for Example". Unpublished MA Thesis, Taiwan: Cheng Kung University.
- Snap Inc. 2015. “A Whole New Way to See Yourself(ie).” Blog entry on Snap.com, 15 September 2015. URL: <https://www.snap.com/en-GB/news/page/3/>
- Siu, M. Y. (2016). Social media construction : FACEBOOK Rainbow Movement. *Cultural Studies@ Lingnan*, 51(1), 8.

智能化时代下的 CMOOC 与 XMOOC 在混合教学模式中的发展策略研究

Research on the Development Strategy of CMOOC and XMOOC in the Mixed Teaching

Mode in the Intelligent Era

李梦花¹ 王蕊²

¹ 西北师范大学 ² 西北师范大学

*3380327199@qq.com

【摘要】 在智能化时代的浪潮推动下，信息科学技术进一步得到提高，越来越多的学习方法以及教学策略促进学生在混合学习模式下进行深度学习。随着互联网技术的发展，传统的课堂教学模式已经不能满足学习者的需求，学习者在获取知识的途径也变得逐渐广泛。随着 MOOC 的迅速发展，基于关联主义的 cMOOC 与基于行为主义的 xMOOC 如何在教学中更好的辅助线下教学。本文以 MOOC 为切入点，以优化教学为目标，分析 MOOC 在教学中发展的可能，结合当前存在问题，来探讨具体优化策略。

【关键字】 智能化；CMOOC；XMOOC；教学模式；教学策略；

Abstract: In the intelligent era, the tide of information science and technology has been further improved, more and more learning methods and teaching strategies to promote students in the mixed learning mode of deep learning. With the development of Internet technology, the traditional classroom teaching mode has been unable to meet the needs of learners, and learners have gradually become more and more extensive ways to acquire knowledge. With the rapid development of MOOC, how can CMOOC based on connectionism and XMOOC based on behaviorism better assist offline teaching in teaching? This paper takes MOOC as the entry point and aims to optimize teaching, analyzes the possibility of MOOC's development in teaching, and discusses specific optimization strategies in combination with the current problems.

Keywords: intelligent, CMOOC, XMOOC, Teaching mode, Teaching strategy

1. 前言

人工智能的迅速发展，为社会带来了极大的便利。在智能化时代的背景之下，大数据技术更新与发展较为迅速，学校的教师在教学方面也逐渐采取线上线下的混合教学模式。在面对新冠疫情挑战下，各个高校都开始进行开展各种形式的线上教学活动，相对于其他线上教学活动，MOOC 教学在疫情背景下得到了师生共同的认可。

cMOOC 与 xMOOC 在混合教学模式的现状分析

在如今的教学过程中，即使互联网技术飞速的发展，但 MOOC 是不可能取代传统课堂教学。关于 cMOOC 与 xMOOC 混合教学模式，作为网络课程以及线上的教学方式，在实施过程中仍然有学习者的学习表现为效率低，得不到知识的真正吸收，就有教学质量低下的反应。我们需要做的是如何做好教学工作，让学习者在利用互联网技术获取知识的同时采用适合自己的学习方式，来优化学习目标，提高学习能力。

基于 cMOOC 与 xMOOC 在混合教学模式中的现实制约因素

3.1. 教育者现有的信息素养薄弱，教学能力和水平有待提升

近年来，随着学校教育的不断改革，不同学校之间的竞争也逐渐加剧，学生在学习上的压力也普遍增高，这就更加促使学校在教学方面需要更好的改进，更多的要把精力放在教学模式以及教学手段上。在没有建立有效的教学模式的情况下，难以调动学习者学习的积极性和有效提高学习者的学习成绩，未能做到同步与技术更好的结合来辅助教学。

3.2. 学习者缺乏主动学习意识，学习方法的认识不足

在智能化时代的背景之下，单一的学习方式已经不能满足学习者的要求，我们更需要的是利用互联网技术与传统的学习方式进行有效结合。但目前学习者的普遍情况是老师上课将知识进行讲解与传授之后，学生在课后没有进行专门的归纳，未选择合适的知识整理，在教学中，教师发挥很大的重要的同时，学生也要提高起自己的积极性、采取合适的学习方法来进行对知识的深刻学习与记忆。总体而言，存在学习方法单一、学习主动性较弱的问题。

3.3. 教学模式比较单一，还有待与时俱进

当前教育者对教学模式的定位、教学手段和教学理论的定位认识还不够到位，在教学过程中往往存在缺乏相对应的理论支持、缺乏利用互联网技术进行教学的意识、缺乏对于学生学习应形成怎样的评价机制才更有利于学习者对知识吸收的理念。相对应的教师要有一定的理论基础以及技术支持，要有利用互联网技术进行教学的意识，对于学生学习要形成一定的评价机制，改变教学模式来使学生对所学知识更加理解与运用。

cMOOC 与 xMOOC 在混合教学模式中发展策略建议

4.1. 提升教育者的信息素养和监督能力，主动开展教学

思想是行动的先导。在学校的学习中，教师扮演着重要的角色，学生的学习离不开教师的有效指引，教师在教学上的引导与监督是学生学习的主体和重要依靠力量，是学生进行有效学习的重要保障。教育者实施监督能力时要做到发挥教师引导、启发和监控教学的过程的主导作用，让学习者在学习过程中体现学生学习主体的主动性、积极性、创造性。

4.2. 改革教学机制，协作好教师与学生之间的关系

对于学习者来说，作为学习的主体，要始终明确自己的学习目标，cMOOC 的学习目标是以知识共享方法创造新的知识、xMOOC 是掌握教师要求的知识，学习者明确自己的学习目标可去选择适合自己的学习理念与学习方法，教师与学生做好协调，教师采用新的教学模式来引导学生积极主动的学习。

4.3. 创新方式方法，提升教学成效

教师要结合目前学校教育学生的学习情况提高自己的教学能力，与信息技术结合，更新教学手段与教学方法，要多种渠道开展形式多样的教育教学工作，让师生特别是学生具有积极主动的学习意识，要着力实现日常教学与重点检查和教学评价相结合。可通过调查研究、查阅资料或者与学生谈心谈话等日常监督的方式全面了解学生的学习掌握情况，对学生的疑难问题开展重点引导。积极围绕学生中心工作，在排查学生薄弱环节的基础上，重点调动学生主动学习的积极性。充分利用现代信息技术如“两微一端”实现教育与信息获取、信息整合和与重点评价的有机集合，实现教育方式多样互为补充，有利于形成强大的教学系统，提升教学成效。

结论

智能化时代下的 cMOOC 与 xMOOC 在混合教学模式中具有不可或缺的重要地位，要进一步强化教育者的作用发挥，提升教学成效。就我国教育现状而言，cMOOC 适合毕业后继续教育，而 xMOOC 则更适合在校生用于传统线下教学模式的辅助学习。两者者的有效结合可有利于学生更好的掌握知识。更有利于实现线上线下的混合教学模式的形成。

参考文献

- 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. doi:CNKI:SUN:XDYC.0.2013-03-005.
- 刘艳琼(2017).综合 cMOOC 与 xMOOC 理念的在线开放课程建设研究与实践. *高等教育研究学报*(03),39-44. doi:CNKI:SUN:GJYJ.0.2017-03-007.
- 何克抗(2004).从 Blending Learning 看教育技术理论的新发展(上). *中国电化教育*(03),5-10. doi:CNKI:SUN:ZDJY.0.2004-03-000.
- 夏燕(2021).智能化时代学科评价的工具探索. *上海教育评估研究*(01),74-79. doi:10.13794/j.cnki.shjee.2021.0016.
- 袁彦婷 & 邓彦斐(2015).xMOOC 与 cMOOC 在民族高校的应用比较分析. *民族学刊*(06),78-81+117-118. doi:CNKI:SUN:MZXK.0.2015-06-013.
- 高群霞(2021).基于“互联网+”的多元混合教学模式探索与实践——以“大数据处理技术”课程为例. *科教文汇(中旬刊)*(02),101-102. doi:10.16871/j.cnki.kjwhb.2021.02.047.
- 崔天明 & 刘玮(2021).基于大数据技术的个性化在线教育系统设计. *现代电子技术*(05),175-180. doi:10.16652/j.issn.1004-373x.2021.05.036.

2010-2020 年“人工智能+教育”的热点与前沿——基于 10 种教育 CSSCI 期刊的

CiteSpace 可视化分析

The Hotspots and Frontiers of “Artificial Intelligence + Education” from 2010 to 2020——

Based on the visual analysis of CiteSpace of 10 educational CSSCI journals

刘艳娟^{1*}, 吴敏华²

^{1,2} 首都师范大学信息工程学院

*liuyanjuan2021@163.com

【摘要】 人工智能发展迅猛，在推动教育改革中发挥着巨大的作用。本文以“人工智能”、“人工智能教育”、“AI”及“Artificial Intelligence”为关键词在中国知网全文数据库进行搜索，选取 10 种教育 CSSCI 期刊在 2010~2020 年所刊发的 665 篇文章为研究对象，对近 10 年来“人工智能+教育”研究的热点与前沿进行了分析。着重介绍了“人工智能+教育”研究的热点和前沿，主要是人工智能与在线教育、大数据促进个性化学习、人工智能助力课堂分析、智能导师系统、人工智能与教育游戏等，以期“人工智能+教育”在教育领域的应用提供借鉴和参考。

【关键字】 个性化学习；人工智能教育；智能导师系统；教育游戏

Abstract: Artificial intelligence has developed rapidly, which has played an important role in promoting the education reform. In this paper, “artificial intelligence”, “artificial intelligence education”, “AI” and “Artificial Intelligence” are used as key words to search from the entire CNKI database in China, and 665 articles published in 10 CSSCI journals of education in China from 2010 to 2020 are selected as the research objects to analyze the research hotspots and frontiers of “artificial intelligence + education” in recent 10 years. It focuses on the hotspots and frontiers of the research on “artificial intelligence + education”, mainly including artificial intelligence and online education, big data for personalized learning, artificial intelligence for classroom analysis, intelligent tutor systems, artificial intelligence and educational games, etc., in order to provide reference for the application of “artificial intelligence + education” in the field of education.

Keywords: Personalized learning, Artificial intelligence education, Intelligent tutor system, Educational games

1. 引言

2012 年 3 月，教育部为加快教育信息化工作的推进与发展，发布了《教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）》，提出了推进信息技术与教育教学的深度融合，实现教育思想、理念、方法和手段全方位创新，进而促进教育公平（教育部，2012）。在教育信息化十年发展规划的引领和带动下，伴随着互联网、大数据、云计算和新兴传感等技术的发展，人工智能教育的研究发展迅猛，对各个国家人工智能方面课程的设置产生了深远的影响。美国为应

对人工智能带来的影响，已经制定了 K-12 人工智能教学指南，开发了相应的教学资源目录来推动人工智能进入中小学课程，为未来人才的培养与发展奠基（方圆媛和黄旭光，2020）。为呼应人工智能教育形势的发展和政策要求，中国颁布了有关人工智能发展和规划的一系列文件，并在部分城市进行了初步的实践与探索，以加强学生的信息素养培育。但是十年来，“人工智能+教育”的发展如何？未来发展趋势是怎么样的？

基于此，本文采用 CiteSpace 可视化分析方法，对“人工智能+教育”相关的主题在 10 种教育 CSSCI 核心期刊上近十年发表的相关研究成果进行搜集、整理与分析，得出“人工智能+教育”研究的热点和前沿趋势，以期为后续研究提供借鉴和参考。

研究设计

2.1. 研究对象及研究工具

研究以“人工智能”、“人工智能教育”、“AI”和“Artificial Intelligence”为关键词在中国知网 CNKI 全网数据库中进行文献的搜寻与查找。研究选自“电化教育研究”、“全球教育展望”、“中国电化教育”、“开放教育研究”、“现代教育技术”、“现代远程教育研究”、“远程教育杂志”、“中国远程教育”、“教育研究”、“华东师范大学学报（教育科学版）”等 10 种 CSSCI 核心期刊在 2010-2020 年间刊发的 665 篇文献作为研究对象。本研究使用 CiteSpace 5.7.R5 的聚类功能对 665 篇载文的关键词进行时区图聚类，对“人工智能+教育”领域近 10 年研究的热点和前沿进行了分析。

2.2. 研究结果

十年间，学者关注的焦点随着年份的增长呈现出不同的变化。主要聚焦于人工智能教育、大数据、个性化学习、智能导师系统、智能教育、在线教育、教育信息化、学习科学和教育游戏等。图中的圆圈代表关键词，线条代表关键词之间的联系，该图可很好地展现出学者关注的焦点随时间变化的趋势。圆圈越大，表明关键词出现的次数越多。如下图 1 所示：

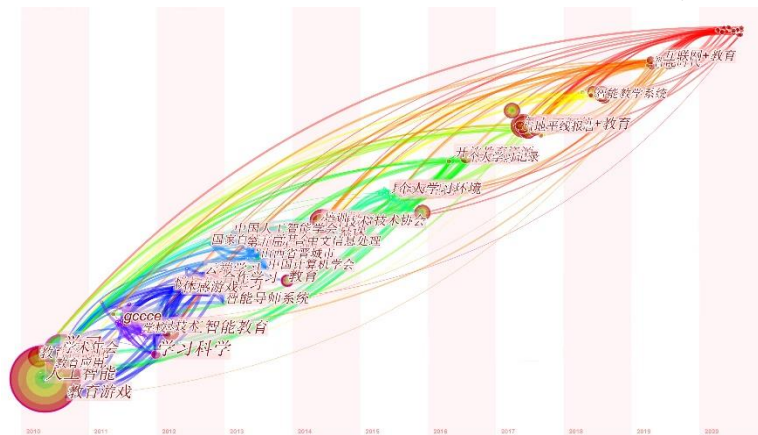


图 1 2010-2020 年“人工智能+教育”研究的热点和前沿

研究热点与前沿

3.1. 人工智能与在线教育

“人工智能+教育”是指人工智能与教育的深度融合，通过人工智能在教育领域的应用，可实现大规模教育内容的定制化和精准化服务，以期提升教育教学的质量。（吴永和、刘博文和马晓玲，2017）。人工智能与大数据相结合的方式更是有望于带动跨学科的发展和深度学

习的发生。2019-2020 年间的新冠疫情突发，全国范围内的教学方式均改为了线上教学，对教师的教学能力和信息技术的掌握程度提出了很高的要求，这一阶段的教学是检验全国教育信息化成绩的一次大考。当前，教育信息化作为推动教育系统性变革的内生力量，应以在线教育在此次疫情中的应对成效检视为起点，实现从“应对思维”向“超越思维”的跃迁，助推在线教育治理体系和治理能力的现代化（刘永林和周海涛，2021）。后疫情时代，对人才培养的需求驱动着人工智能与教育结合发生下一步的变革。

3.2. 大数据促进个性化学习

个性化学习是针对不同的个体而开展的满足其个性化需求的学习方式，强调学习者的个体差异和个性需求的发展（赵学孔、徐晓东和龙世荣，2017）。信息技术的高速发展引发了学习方式、认知思维模式和交流互动方式的变革，知识可视化、学习分析和大数据挖掘等技术的出现，为大规模开展个性化学习提供了契机。赵玲朗等人（2021）设计了基于知识图谱的学习者画像模型，并以“高中物理”课程为例进行了基于知识图谱的学习者画像模型应用，研究表明，基于知识图谱的学习者画像模型有助于培养学习者的知识体系建构和能力，对促进规模化教育与个性化学习大有裨益。赵蔚等人（2010）提出一种基于 Web 数据挖掘技术的个性化 e-Learning 推荐机制，以及基于感知数据构建以学习者为中心的自适应与自主化学习环境、实现个性化自适应学习的移动学习同伴系统（刘智、刘三(女牙)和康令云，2018）。

3.3. 人工智能助力课堂分析

人工智能的发展为课堂分析提供了多元分析的可能，助力了课堂分析。例如基于学生的面部行为，采用监督式机器学习算法来预测学生的认知参与度（Li, Lajoie, Zheng, Wu, & Cheng, 2021），智能可穿戴设备用于情感的感知（Alqahtani, Katsigiannis, & Ramzan, 2020）等。詹泽慧（2013）基于学生三维情绪空间模型从唤醒、兴趣及愉快三个维度监测远程学习者的疲劳、兴趣及愉悦情感状态，提出将眼动追踪技术与表情监控迭代识别技术、情感与知识识别过程来综合判断学习者的实时状态，以提高远程学习者状态的识别准确率。汪亭亭等（2010）为了识别并干预网络学习者出现的疲劳状态，定义了专注、疲劳及中性三种与学习相关的状态，提出了一种基于面部表情识别的学习疲劳识别和干预方法，以识别学习者是否处于疲劳状态，采取对应的情感干预措施以实现实时的学习疲劳干预。人工智能技术、可穿戴设备，眼动追踪技术和人脸识别等技术的不断发展，为课堂教学规律的研究和学习者情感、认知和参与度等的计算与分析提供了技术支撑。

3.4. 智能导师系统

智能导师系统（Intelligent tutor system, ITS）是通过人工智能技术模仿人类教师给学习者提供复杂的个性化的指导和即时反馈的教学系统，对于促进学生的个性化学习具有重要作用（Goettl, Halff, Redfield, & Shute, 1998；Tacoma, Drijvers, & Jeuring, 2021）。美国在 20 世纪 60 年代开始进行了 ITS 的有关研究，在研究和实践方面取得了一定的效果。20 世纪 80 年代后期，有关 ITS 的研究逐渐起步和发展起来，研究主要集中在知识建模、学习者模型、教学过程模拟、教学法模型、系统模型的构建和集成环境的开发等方面。近年来，研究更多关注于学习者模型的动态更新、学习的推理机制和自适应等方面。整体来看，智能导师系统的发展还不够成熟，学习者模型和教学策略的研究有待进一步深化（杨俊锋、包昊罡和黄荣怀，2020）。

3.5. 人工智能与教育游戏

教育游戏是以游戏为载体对学生进行知识与技能的培养，是实现教育目标的一种有效途径，具有教育性、娱乐性、规则性、参与性、自我满足等特性（李海峰和王炜，2015）。教

育游戏是一种新型的教育教学资源，是寓教于乐的完美体现。但就目前的开发现状而言，教育游戏设计者仍无法摆脱“教游难融”的困境（杨丽和姚晓兰，2011）。探索有效的教学模式，运用数据挖掘的手段实现游戏化学习效果的评价是当前国际教育游戏实证研究的趋势（尚俊杰、肖海明和贾楠，2014）。人工智能与教育游戏相结合，在综合设计的基础上促进学生乐趣化学习，将是未来学习中关注的焦点。如何将综合学习设计和教育游戏相结合，既发挥综合学习设计对复杂技能学习的有效性，又能发挥教育游戏提高学生学习兴趣的作用，共同促进综合学习设计与教育游戏的发展，这是我国学者亟需思考的（徐显龙、徐浩鑫、林易、沈王琦和王敏红，2021）。

小结

十年来，在教育信息化的带动下，借助人工智能、大数据等技术进行个性化学习资源的推送、智能导师系统的指导和课堂行为的分析已经取得了一定的成效。如何运用人工智能技术和教育游戏相结合的方式促进学生的游戏化学习仍需学者进一步的研究，以促进教育游戏的推广。

参考文献

- 方圆媛和黄旭光 (2020)。中小学人工智能教育：学什么，怎么教——来自“美国 K-12 人工智能教育行动”的启示。 **中国电化教育**，**10**，32-39。
- 刘永林和周海涛 (2021)。后疫情时代高等在线教育治理：实践逻辑与政策应对。 **中国电化教育**，**03**，8-14。
- 刘智、刘三(女牙)和康令云 (2018)。物理空间中的智能学伴系统:感知数据驱动的学习分析技术——访柏林洪堡大学教育技术专家 Niels Pinkwart 教授。 **中国电化教育**，**07**，67-72。
- 吴永和、刘博文和马晓玲 (2017)。构筑“人工智能+教育”的生态系统。 **远程教育杂志**，**05**，27-39。
- 李海峰和王炜 (2015)。基于具身认知理论的教育游戏设计研究——从 EGEC 框架构建到“环卫卫士”游戏的开发与应用。 **中国电化教育**，**05**，50-57。
- 杨丽和姚晓兰 (2011)。教育游戏中“教游相融”的设计策略研究。 **中国电化教育**，**06**，81-84。
- 杨俊锋、包昊昱和黄荣怀 (2020)。中美智能技术教育应用的比较研究。 **电化教育研究**，**08**，121-128。
- 汪亭亭、吴彦文和艾学轶 (2010)。基于面部表情识别的学习疲劳识别和干预方法。 **计算机工程与设计**，**08**，1764-1767+1778。
- 尚俊杰、肖海明和贾楠 (2014)。国际教育游戏实证研究综述:2008 年—2012 年。 **电化教育研究**，**01**，71-78。
- 赵学孔、徐晓东和龙世荣 (2017)。协同推荐:一种个性化学习路径生成的新视角。 **中国远程教育**，**05**，24-34。
- 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。
- 赵蔚、余延冬和张赛男 (2010)。开放式 e-Learning 解决方案个性化推荐服务——一种面向终身学习的数字化学习服务模式的探索思路。 **中国电化教育**，**11**，110-116。
- 徐显龙、徐浩鑫、林易、沈王琦和王敏红 (2021)。复杂技能综合学习的研究主题与发展趋势——基于 2000—2019 期刊论文的分析。 **电化教育研究**，**03**，120-128。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 教育部。教育部关于印发《教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）》的通知。<http://old.moe.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s3342/201203/133322.html>
- 詹泽慧 (2013)。基于智能 Agent 的远程学习者情感与认知识别模型——眼动追踪与表情识别技术支持下的耦合。 *现代远程教育研究*, **05**, 100-105。
- Alqahtani, F., Katsigiannis, S., & Ramzan, N. (2020). Using wearable physiological sensors for affect-aware Intelligent Tutoring Systems. *IEEE Sensors Journal*, 1–1.
- Goetl, B. P., Halff, H. M., Redfield, C. L., & Shute, V. J. (1998). Intelligent Tutoring Systems.
- Li, S., Lajoie, S. P., Zheng, J., Wu, H., & Cheng, H. (2021). Automated detection of cognitive engagement to inform the art of staying engaged in problem-solving. *Computers & Education*, 163, 104114.
- Tacoma, S., Drijvers, P., & Jeuring, J. (2021). Combined inner and outer loop feedback in an intelligent tutoring system for statistics in higher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(2), 319–332.

虚拟现实技术影响大学生学习过程和学习效果的研究

——基于国际 49 项实验与准实验的系统分析与元分析

The Influence of Virtual Reality Technology on Learning Process and Learning Effect of

College Students

——System Analysis and Meta-analysis Based on 49 Experiments and Quasi- Experiments

张蕾^{1*}, 杨文亚¹, 王雪¹

¹天津师范大学教育学部

* zhangleitjnu@qq.com

【摘要】 虚拟现实技术（VR）在教育领域中的应用越来越广泛，但应用 VR 对提升大学生的学习过程体验和-learning效果的研究结论尚不一致。鉴于此，以大学生为研究对象，采用元分析技术对 49 项独立实验进行定量分析表明，应用 VR 对学习过程具有高等程度的积极影响（合并效应值为 0.860），对学习效果具有中等程度的积极影响（合并效应值为 0.701）。深入分析发现，桌面式 VR 对学习过程的影响最显著，增强式 VR 对学习效果的影响最显著。最终，提出应用 VR 教学的三条建议，以期为 VR 的教学和应用，提供一定的参考与借鉴。

【关键字】 虚拟现实技术；学习过程；学习结果；元分析

Abstract: Virtual reality (VR) more and more widely used in education and teaching fields, but the conclusion of applying VR to improve the learning process experience and learning effect of undergraduate students is not consistent. Thus, taking undergraduate students as research objects, a quantitative analysis of 49 independent experiments via meta-analysis technology showed that applying VR had a high positive impact on the learning process ($ES=0.860$) and a moderate positive impact on the learning effect ($ES=0.701$). Finally, three suggestions for teaching and application of VR to provide some reference for the teaching design and practical application of VR.

Keywords: Virtual Reality Technology, Learning Process, Learning Results, Meta-analysis

1. 引言

虚拟现实技术（简称 VR）不仅能让学习者在逼真的虚拟世界中获得沉浸体验，还能帮助教师应用数字时代的思维方式开展工作。但前人对应用 VR 对提升大学生学习过程和结果的研究结论尚不一致：部分研究表明，应用 VR 可增强大学生对信息的感知和学习（Makransky & Petersen, 2019；等）；也有研究表明，应用 VR 对学习结果无显著影响（Leder, 2019；等）。此外，已有相关元分析（崔钰婷和赵志群, 2020；等）侧重应用 VR 对学习结果影响的分析，忽略对学习过程影响的分析，更忽略不同类型 VR 的深入分析。因此，本研究采用

元分析方法，深入探究应用 VR 对大学生的学习过程和学习结果的影响，以及不同类型 VR 的影响效果，以期为 VR 在高等教育中的科学有效应用提供参考借鉴。主要解决如下问题：

- (1) 整体上看，应用 VR 对大学生的学习过程和学习结果有何影响？
- (2) 应用 VR 对学习过程中的学习动机、认知负荷、学习兴趣以及愉悦度有何影响？对学习结果中的保持和迁移测试成绩有何影响？
- (3) 不同的 VR 类型（桌面式 VR、沉浸式 VR 和增强式 VR）对学习过程和结果有何影响？

研究方法

2.1. 研究方法（元分析技术）

本研究借助 Comprehensive Meta-analysis 2.0 元分析软件，严格按照 PRISMA 准则进行，遵循 Glass（1976）提出的元分析研究评估程序，包含四个步骤：第一，收集实证研究文献；第二，分析文献，进行编码；第三，计算效应量；第四，分析调节变量对效应量的影响。

2.2. 研究过程

(1) 文献检索

本研究经过两轮文献检索，检索数据库为中国知网（CNKI）、Web of science、Google Scholar 等中英文数据库，时间限制为近十年，检索关键词为“虚拟现实技术”和“学习效果”或“教学”或“学习体验”等，以及“Virtual Reality Technology”、“VR”、“Learning outcomes”、“Learning Performance”等。第二轮文献检索以滚雪球的方式，借助相关文章的参考文献进行人工补充。最终符合要求的独立实验共计 49 项，其中中文 21 项，英文 28 项。

(2) 文献筛选和编码

文献筛选标准：一、研究内容是课堂或在线教学中 VR 的教育应用；二、研究方法为实验研究或准实验研究，且包含实验组和对照组；三、研究对象为大学生；四、研究数据报告完整，包括可用于数据分析的样本量、学习过程以及学习结果数据；五、各研究样本相互独立。本研究人为控制其他调节变量的影响，只设置虚拟现实技术类型作为调节变量，进行编码。

(3) 效应值计算

效应值（Effect Size）能够表征变量间关系的统计量，几乎不受样本容量大小的影响。本研究采用 Hedges’s g 作为效应值指标，在进行效应值计算时选取的数据主要是研究中实验组和控制组的均值、标准差和样本量或实验组和控制组的均值、t 值和样本量。

结果分析与讨论

3.1. 发表偏倚检验

本研究采用定性的漏斗图检验和定量的 Begg’s 检验，对学习过程和学习结果进行发表偏倚检验。对于学习过程和学习结果，漏斗图上的点分别以合并效应值 0.860（学习过程）和 0.701（学习结果）为对称散开，且集中分布在漏斗图中上部，初步检测发表偏倚结果不明显。Begg’s 秩检验结果 $Z=0.875<1.96$ ， $p=0.381>0.05$ （学习过程）以及 $Z=1.827<1.96$ ， $p=0.067>0.05$ （学习结果），进一步得出发表偏倚结果不明显。故本研究中分析的合并效应值精度较高。

3.2. 应用 VR 对学习过程和学习效果的整体影响

表 1 主效应及异质性检验（随机效应模型）

结果变量	N	ES	95 置信区间	渐进	异质性检验
------	---	----	---------	----	-------

			上限	下限	Z 值	p 值	Q	df	p	I ²
学习过程	34	0.860	0.877	0.684	15.875	0.000	250.836	33	0.000	86.844
学习结果	49	0.701	0.962	0.440	5.266	0.000	719.266	48	0.000	93.327

由表 1 可知，样本异质性检验结果为：学习过程（ $Q=250.836$ ， $p=0.000<0.10$ ， $I^2=86.844>75$ ）学习结果（ $Q=719.266$ ， $p=0.000<0.10$ ， $I^2=93.327>75$ ），表明样本间均存在较大的异质性。故选用随机效应模型进行深入分析。基于 Cohen（2013）界定的合并效应值（ES）的标准，当 $ES<0.2$ 时，为小效应；当 $0.2<ES<0.8$ 时，为中效应；当 $ES>0.8$ 时，为大效应。因此，整体而言，应用 VR 对提升大学生的学习过程具有高等效应（ $ES=0.860>0.8$ ）的积极影响；应用 VR 对促进大学生学习结果（ $ES=0.701>0.2$ ）的提升具有中等偏大程度的积极影响。VR 因其多感知性，交互性等特征，为学习者提供不同于传统教学的体验，其身临其境的感知体验对于学习体验以及知识习得等方面具有显著优势，也被认为是大学课堂中最具教学潜力的应用技术之一（陈丽君等，2020）。因此，借助 VR 进行教学对学习过程和结果均具有正向作用。

3.3. 应用 VR 对学习过程和学习结果的具体影响

表 2 应用 VR 对学习过程和学习结果的具体影响（随机效应模型）

结果变量	N	ES	95 置信区间		渐进		异质性检验			
			上限	下限	Z 值	p 值	Q	df	p	I ²
学习动机	14	0.671	0.814	0.522	8.963	0.000	31.632	13	0.003	58.902
认知负荷	6	0.051	0.160	-0.355	-0.741	0.000	14.598	5	0.012	65.749
学习兴趣	6	2.245	2.106	1.560	13.147	0.458	72.358	5	0.000	93.090
愉悦感	8	0.919	1.094	0.742	10.220	0.000	26.092	7	0.000	73.171
保持测试	27	0.704	0.602	0.432	11.910	0.000	351.272	26	0.000	92.598
迁移测试	22	0.704	0.610	0.402	9.541	0.000	367.971	21	0.000	94.293

由表 2 可得，应用 VR 对大学生的学习动机（ $ES=0.671>0.2$ ）具有中等程度的正向影响，应用 VR 对认知负荷（ $ES=0.051<0.2$ ）的影响效果不明显，应用 VR 对学习兴趣（ $ES=2.245>0.8$ ）具有极其显著的提升作用，应用 VR 对愉悦感（ $ES=0.919>0.8$ ）的提升有显著的正向影响，因此，借助 VR 创设合理的教学环境，可不增加认知负荷，且有助于产生寓教于乐的效果。

保持和迁移测试（表 2 最后两行）的合并效应值均为 $0.704>0.2$ ，说明应用 VR 对大学生保持和迁移测试成绩的提升均有中等偏大程度的积极影响。进一步说明，借助 VR 构建的教学情境，提供了多感官的信息体验通道，促进了大学生与学习环境和信息内容的交互，加深了大学生对知识内容的记忆能力和理解能力，有助于保持和迁移测试成绩的提升。

3.4. 不同的 VR 类型对学习过程和学习结果的影响

表 3 不同的 VR 类型对学习过程的影响（亚组分析）

VR 类型	N	ES	95 置信区间		渐进		异质性检验				组间效应
			上限	下限	Z 值	p 值	Q	df	p	I ²	
桌面式 VR	3	2.196	1.635	0.982	7.863	0.000	47.579	2	0.000	95.797	QBET= 33.051 ($p=0.000$)
沉浸式 VR	18	0.949	1.017	0.773	14.366	0.000	101.759	17	0.000	83.294	
增强式 VR	13	0.462	0.555	0.196	4.105	0.000	68.445	12	0.000	82.468	

由表 3 可知，沉浸式 VR（ $ES=0.949>0.8$ ），增强式 VR（ $ES=0.462>0.2$ ）以及桌面式 VR（ $ES=2.196>0.2$ ）的合并效应值均达到 0.001 水平下显著（ $p=0.000<0.001$ ），进一步发现组

间效应显著 (QBET = 33.051, $p=0.000<0.001$)。即不同的 VR 类型对学习过程的促进作用差异显著, 桌面式 VR 最优, 沉浸式 VR 次之, 增强式 VR 最后。这是因为桌面式 VR 与大学生熟悉的 PC 更相近, 操作简单、可移动性强, 缩短了大学生对设备适应的认知时间, 从而促进大学生更加专注学习; 另外, 与沉浸式 VR 相比, 桌面式 VR 的“非沉浸”会缓解由 VR 中无关信息所诱发的学生注意力分散问题, 从而减少了学生不必要的无关认知加工。

表 4 不同的 VR 类型对学习结果的影响 (亚组分析)

VR 类型	N	ES	95 置信区间		渐进 Z 值	异质性检验					组间效应
			上限	下限		p 值	Q	df	p	I ²	
桌面式 VR	13	0.950	0.510	0.244	5.571	0.000	368.677	12	0.000	96.745	QBET= 115.224 ($p=0.000$)
沉浸式 VR	19	0.146	0.287	0.080	3.490	0.000	86.127	18	0.000	79.101	
增强式 VR	17	0.950	1.109	0.885	17.460	0.000	149.238	16	0.000	89.279	

由表 4 可知, 沉浸式 VR ($ES=0.146<0.2$), 增强式 VR ($ES=1.241>0.8$) 以及桌面式 VR ($ES=0.950>0.8$) 的合并效应值均达到 0.001 水平下显著 ($p=0.000<0.001$), 进一步发现组间效应显著 (QBET= 115.224, $p=0.000<0.001$)。即不同的 VR 类型对学习结果的促进作用差异显著, 增强式 VR 最优, 桌面式 VR 次之, 沉浸式 VR 最后。这是因为增强式 VR 借助虚实信息的交互融合, 增强了人机自然交互, 更有助于提高大学生获取和保留知识的能力, 促进高阶思维能力的形成与发展。而沉浸式 VR 对学习效果的促进作用最小, 可能是因为部分研究进行沉浸式 VR 研究时, 采用头戴式设备会增加不适感, 进而对学习效果产生负面影响。

结论与建议

本研究采用元分析方法, 对 VR 的教学应用效果进行了深入分析, 结合元分析结果, 针对 VR 的教学应用提出以下三条建议, 以期能为 VR 在教育教学中的有效应用提供参考和借鉴。

(一) 深化 VR 在高等教育教学中的应用, 借助新技术促进学习

整体上看, 应用 VR 对大学生的学习过程和学习结果均具有显著的促进作用, 因此本文建议, 在合理安排教育教学的前提下, 相关人员可开拓新型教学范式, 充分发挥 VR 的显著优势; 教育研究者可依据科学理论知识, 筛选教学过程中针对性强, 且行之有效的理论融入 VR 教学中, 实现科学的教育教学方法, 借助技术促进教学方法的改进, 实现多元化的个性学习。

(二) 有效搭建虚拟模拟平台和空间知识表征, 促进情境化学习和知识迁移

应用 VR 可有效提升大学生的学习动机、学习兴趣以及愉悦感, 并且对保持和迁移测试成绩有显著的促进作用。因此, 本文建议借助 VR, 合理有效的搭建虚拟教学模拟平台, 改善学习环境和促进学习情境化, 提升学习动机, 激发学习兴趣; 同时发展虚拟空间知识表征, 将虚拟环境与知识呈现科学融合, 促进资源有效性, 提升大学生获取知识和保留知识的能力和水平, 促进知识应用能力和学生知识迁移能力等高阶思维能力的发展。

(三) 以知识内容和学习需求为依据, 充分发挥不同类型 VR 的优势

元分析结果表明, 桌面式 VR 对大学生的学习过程有显著促进作用, 增强式 VR 对学习结果有显著促进作用。因此, 本文建议以教学知识内容和学习需求为依据, 借助 VR 进行科学有效的教学设计。对于基础知识中抽象的概念性知识, 如医学生在解剖学中学习各个器官名称等内容时, 可借助成本低、操作简单的桌面式 VR 呈现教学内容, 化抽象为具象, 同时给予学生自主交互的空间, 使学生由被动听讲变成主动参与, 提升大学生的学习过程体验。对

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

于以知识迁移和应用为结果导向的教学，如技能操作训练，可借助增强式 VR 实现贴合现实的技能训练情境，促使大学生最大限度的感受和学习知识信息，促进知识内化与迁移。

參考文獻

陈丽君,林伟婷,卓铎涛,张玲燕(2020)。情绪状态对学习者虚拟图形加工认知负荷的影响研究。《数字教育》,6(05), 38-43。

崔钰婷, & 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》,No. 550(11), 63-71+81。

Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.

Glass, G. . (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Research*, 5, 3-5.

Leder, J., Horlitz, T., Puschmann, P., Wittstock, V., & Schütz, A. (2019). Comparing immersive virtual reality and powerpoint as methods for delivering safety training: Impacts on risk perception, learning, and decision making. *Safety science*, 111, 271-286.

Makransky, G. , & Petersen, G. B. . (2019). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: a structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 134(JUN.), 15-30.

中学化学在线实验平台知识图谱构建研究

Research on the Construction of Knowledge Graph of Middle School Chemistry Online Experiment Platform

胡艺慧¹, 朱洲洋¹, 周雯婷¹, 徐光涛^{1*}

¹ 杭州师范大学教育学院

* xuguangtao@hznu.edu.cn

【摘要】 知识图谱作为一种显示知识结构关系的重要手段,正在逐渐成为教育教学领域中提供创新的支撑工具,也是推动教育信息化发展的新兴力量。本研究针对教师教学难实现因材施教、学生学习缺少自适应支持、在线教学资源分散无序等现象造成的教学成效不够理想的问题,围绕教育知识图谱的内涵与技术,首先通过文献分析法对相关研究进行梳理;其次,基于教育知识图谱的理论基础以及研究现状,从学科知识图谱、个性知识图谱两方面提出构建原则;最后,针对化学学科实验类教学内容提出知识图谱构建方案。

【关键词】 科学实验;在线学习;自适应学习;教育知识图谱

Abstract: Being valid to show the knowledge structure, knowledge graph is gradually becoming a tool and new force to promote the development of education informatization. This study aims at the difficulty in individualized teaching, the lack of adaptive support in learning, the fragmentation and disorder of the online learning resources etc. that have caused the unsatisfying teaching effect, focusing on the connotation and technology of the educational knowledge graph, it firstly sorts out the related researches through literature analysis, then by understanding the theoretical basis and research status of educational knowledge graph, the construction principles of disciplinary and individual knowledge graphs are put forward. Finally, the construction scheme is put forward according to the teaching content of chemistry experiment.

Keywords: Science Experiment, Online Learning, Adaptive Learning, Educational Knowledge Graph

1. 引言

由于传统中学化学实验教学忽视知识块之间的联系(王金旭,2018),缺乏完整的逻辑体系,且多为简单的验证性实验模块,使得学生在学习时注重记忆化学方程式、实验现象,却缺乏主动探究精神,对知识缺乏理解与系统的认识,未能树立正确的化学观念,因而其科学素养并未真正得到其应有的发展。尽管当前有各式各样的基于探究式学习理念的在线试验平台,优质的在线学习资源也不断涌现,但其碎片化和无序性的特点日渐凸显,自适应学习难实现的困境仍有待破除。同时,知识图谱作为智能教育时代教育基础科学研究的主要内容之一(彭薇和韩徽,2019),已逐渐成为研究热点并受到教育研究者的关注。

因此本研究围绕教育知识图谱的内涵与技术,针对教师教学难实现因材施教、学生学习缺少自适应支持、在线教学资源碎片化和无序性等现象造成的教学成效不够理想的问题,首先通过文献分析法对相关研究进行梳理;其次,基于教育知识图谱的理论基础以及研究现状,从学科知识图谱、个性知识图谱两方面提出构建原则;最后,针对化学学科实验类教学内容提出知识图谱构建方案,以期进一步解决当前学习者在学习化学探究实验过程中创新思维和科学探究能力难以得到提升的问题的基础,并为其他学科构建知识图谱提供一定的参考。

教育知识图谱的构建原则

2.1. 构建基础

2.1.1. 理论基础

从教学内容以及教学方法的视角理解布鲁纳的学科基本结构理论，可得出以下两个结论，一是展现一个学科基本结构——即该学科的概念、定义以及其间的联系，是教学内容优质呈现的方式，也是有效促进终身学习的手段；一是通过将基本概念与定义与相关学习资源进行联系组织，有助于引导学生发展自身的高阶思维能力。

关联主义学习理论作为一种数字时代的学习理论，它提倡在知识与学习资源之间建立网络化的结构，并指出在当前时代背景之下，孤立化的知识将不再具有满足个人或社会需要的竞争力，而高度联系的网络化的知识结构能提高学习效率和效果。

2.1.2. 研究基础

目前，关于知识图谱的定义主要有两种（冯新翎，2017），一是科学知识图谱，另一类是大规模语义网络知识库。将关于知识图谱的这两种涵义进行比较可以得出，两者都是基于网络结构的信息可视化手段，都是由节点和其间的连线组成，其节点和连线所表征的不同内容见表1。

表1 科学知识图谱与大规模语义网络知识库特征对比表

类别	节点	连线
科学知识图谱	作者、学术机构、文献或关键词	作者、机构的合作关系
大规模语义网络知识库	概念、实体	概念与实体间的关系

本研究中所提到的教育知识图谱属于第二类，学术界目前对于这一概念尚未形成统一的认识。基于已有的文献梳理以及分析，本研究将知识图谱定义为一种将学科知识图谱（学科知识结构网）、个性知识图谱（能力培养结构网）作为工具，对学习者的知识与技能的掌握情况进行个性化引导的方法。学科知识图谱与个性知识图谱的具体内容与功能见表2。

表2 本研究知识图谱不同成分的内容及其功能表

工具	内容	功能
学科知识图谱	包含知识点的前驱后继指引、学习目标、学习方法、学习任务、学习资源等的可视化结构	使学科知识结构可视化，为教师教学提供辅助、为学生学习提供指引
个性知识图谱	包含学习者的学习进度、知识掌握情况以及下一步的学习路径	反映学习者素养，呈现学习者的基本信息、学习偏好、知识状态和能力状态

学科知识图谱是一门学科中客观存在的结构，而个性知识图谱是基于学习者的学习进度与知识掌握情况动态变化的因主体不同而呈现出差异的动态变化的结构。综合来说，学科知识图谱是个性知识图谱的基础和依据。个性知识图谱在学习的过程中逐步完善并实时更新，而后基于个性知识图谱的内容与信息作为反馈，学习者进行学习计划调整以及学习路径规划，并开始新一轮学习。短期来看，两个环节交替进行，学习者的知识与能力水平呈螺旋上升。

的形势，长期来看，两个环节是并行不可分割的，学习者随时查看个性知识图谱，参照学科知识图谱，最终收获更理想的学习成效，其相互作用过程如图 1。

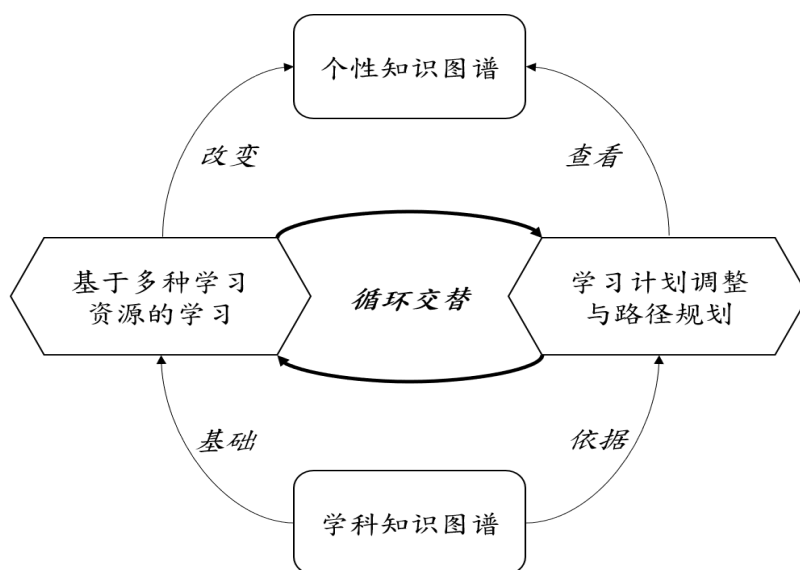


图 1 学科知识图谱与个性知识图谱相互作用示意图

2.2. 构建原则

2.2.1. 学科知识图谱

(1) 整体性原则。化学学科实验类内容中的基本概念、基本原理及其相互之间的关联性使得知识图谱构建者必须将物质的结构、性质、变化及其应用都应该作为一个整体的知识体系而非孤立零碎的事实结论纳入一个处于不断统一的学科知识结构网中。

(2) 多样性原则。除了构建出科学完整的知识性框架之外，实现多源异构的教学资源与已有实体的整合与链接可以减少学习资源的无序性堆叠，并帮助学习者规划学习路径并匹配合适的学习资源。

(3) 复杂性原则。知识节点之间应存在一对多或多对多的关系。由于化学实验中的知识点是按照渐进分化和融会贯通原则组织的，因此知识点之间存在上下位的包含关系以及同位关系，能形成一个交错复杂的知识网络。

2.2.2. 个性知识图谱

(1) 独特性原则。个性知识图谱应呈现学习者的基本信息、学习偏好、知识状态和能力状态，甚至反映学习者素养。学习者根据自己的目标、兴趣以及节奏完成知识的汲取，在合理的进度安排中得到最大的学习收获，因而个性知识图谱必然具备独特性。

(2) 精确性原则。学习者在学习课程后，不应仅仅得到标准单一的分数，更应该基于个性知识图谱的内容对自己当前的学习状况，对已经掌握的知识结构有尽可能准确的了解。

(3) 实时性原则。个性知识图谱应动态反映学习者的学习进度以及下一步学习的路径规划，从而使得承担“教师”角色的系统平台在学科知识图谱基础上对每一步的学习进行有理有据的引导以及反馈成为可能。

教育知识图谱的技术基础及构建流程

3.1. 学科知识图谱构建方法

3.1.1 确定领域范围以及数据来源

数据来源可包括两部分：一部分是化学教材、辅导书等非结构化数据，另一部分是百度百科和互动百科等半结构化数据。

3.1.2 获取数据与实体抽取

首先，对于非结构化数据采取自上而下的方式定义本体并逐一添加实体，形成结构基本完善的知识网络；其次，使用基于 Python3 的爬虫框架，获取网页中包含的半结构化数据，进行数据清理后组成数据集。最后，通过搜集的实体对爬虫获取的句子逐一进行模式匹配，将每个句子与一个或多个实体对应，并为句子中的每个实体划分关系类别。

3.1.3 实体命名识别与关系抽取

定义实体之后，进行命名实体识别与实体关系抽取信息抽取，从半结构化和无结构数据中抽取实体和关系，最终以“实体—关系—实体”的三元组形式进行表述，初步实现学科知识结构网的构建，再交由一线教师或学科专家进行指导与修正。

3.1.4 知识点、知识块、知识单元以及学习资源的链接

将知识点与知识点之间的关系进行关联，由单一知识点形成能解决实际问题的知识块，再进一步复合为知识单元，以形成情境知识图谱为目标，最终形成复杂、高关联度的网状结构。最后，将在线实验平台中的相关文字、图片、视频以及实验资源与知识点进行链接。

3.2 个性知识图谱构建方法

3.2.1. 基本信息采集

收集学习者性别、年龄和学号等既定事实的数据，并生成事实标签，先建立学习者数据库管理系统。

3.2.2. 学习行为跟踪记录

基于在线学习平台对学习行为的记录以及相应评价标准，动态分析学习者的知识掌握情况、预测学习者的知识学习状态，已学习或已掌握的知识点、实验以及相关资源及其联系将作为节点和连线存在于个人知识图谱。个人知识图谱是实时更新的，随着路径规划以及资源学习，学习者的个人知识图谱将日趋接近于学科知识图谱。

总结与讨论

本研究以解决当前化学实验教学存在的成效不理想问题，从学科知识图谱和个性知识图谱两方面提出了知识图谱构建方案。但该研究仍存在不足之处，主要体现在两点：首先，化学学科是一个范围较大的领域，尽管本研究已聚焦于实验内容的图谱构建，其合理性与可行性有待进一步的探讨；另外，本研究仅提出了构建方案，仍须进行后续的实践应用向的探索。

参考文献

王金旭(2018)。知识图谱对中学生化学科学素养提升的应用研究(硕士学位论文,重庆大学)。
CNKI 论文数据库。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 冯新翎、何胜、熊太纯、武群辉和柳益君(2017)。“科学知识图谱”与“Google 知识图谱”比较分析——基于知识管理理论视角。**情报杂志**，**01**，149-153。
- 彭薇和韩徽(2019)。教育信息化 2.0 背景下广西职业院校教师信息素养现状及提升策略。**广西职业技术学院学报**，**03**，94-96+104。

智慧輔導系統用於心理學職涯分流

Intelligent Tutoring Systems in Psychology career triage

許傳偉¹

¹ 國立臺灣師範大學，科技應用與人力資源發展學系

*60971032H@gapps.ntnu.edu.tw

【摘要】 心理學相關的職涯一直吸引許多高中學生嚮往，這會促使他們在未明確理解何謂心理領域時就選擇心理學相關科系，如此通常會造成心理學領域常說的「見山不是山」，即造成理想與現實的落差，最後往往有部分學生只能選擇轉系甚至是職涯上的放棄，本研究將架構一個智慧輔導系統用於對心理相關職業具有興趣的學生，本研究使用半實驗研究，將受測之樣本分為專家組與學生組，系統上分為兩部分，兩者前後相連，前一部分為會給予及時反饋的智慧型線上測驗，後一部分為基於決策樹之職涯分流問卷；結論可知，建構一個對應領域的職涯分流系統確實可以有效的促進部分輔導工作者的工作，尤其可以減少科系探索時的大量重複性工作所耗費的時間。

【關鍵字】 智慧輔導系統；職涯輔導；科系選擇

Abstract: Psychology-related careers have always attracted many high school students' yearning. This will prompt them to choose psychology-related departments without a clear understanding of what is the field of psychology. This usually leads to the "seeing a mountain is not a mountain" that is often said in the field of psychology. There is a gap between ideal and reality. In the end, some students can only choose to transfer or even give up on career. This research will build a smart tutoring system for students who are interested in psychology-related occupations. This research uses semi-experimental research. The tested samples are divided into expert group and student group. The first part is a smart online test that will give timely feedback, and the latter part is a career triage questionnaire based on a decision tree; The conclusion shows that the construction of a career triage system in the corresponding field can indeed effectively promote the work of some counselors, especially to reduce the time spent on a large number of repetitive tasks during the exploration of the department.

Keywords: intelligent tutoring system, career counseling, department selection

1. 前言

對於台灣地區的高中學生而言，總是對於社會工作師、輔導老師、諮商心理師、臨床心理師與精神科醫師感到憧憬，因此在選擇科系時，心理系常常是他們的選擇，台灣高等教育資料庫彭由森明（2008）調查之最新資料中對於 94 學年度大一新生心理相關學門的學生中分別有 30.8%及 10.3%認為所讀科系不符合及非常不符合自己原來想讀的科系，可見對於此學門而言逾四成學生認為此與預期不合，足見此問題由來已久，甚至影響到了這一代心理相關行業的人才培育。

Germeijs 和 Verschueren (2007) 對 748 位高中畢業生進行追蹤，並以三份量表測量學生對於科系的探索狀況，量表分別測量學生對科系選擇的自我探索、廣泛環境探索以及深入環境探索的程度，研究結果顯示若自我探索的程度不足，在進入高等教育中學習失敗及停學的風險大幅增加了。

2. 智慧輔導系統之需求分析

關於大學的科系選擇，通常是由高中階段的輔導教師進行處理，其中宋文松 (2003) 期待以網路諮商的方式解決輔導教師人數缺乏等問題，但實際輔導工作運行是難以針對對心理領域有興趣之學生，進行細部篩選，教師就實務上以鼓勵居多，但此風氣將會造成所謂「見山不是山」的問題，即學生在未清楚理解心理相關科系之課程架構之前，抱有與實際工作場域現狀脫軌之期待。

心理學領域就職涯培育上制度是相對複雜的，以心理系為例，其中便有以培育臨床心理師之偏向科學取向之心理系，亦有培育諮商心理師走向較為人文取向之心理系，但其科系名稱可能都稱為心理學系，此兩種就課程上便有極大區別，又何況是整個泛心理領域？

實務工作中，我們經常可以看見當年度傳播媒體報導某些科系前景好、易於就業云云，就會出現不少對這個科系「有興趣並充滿熱情」的學生，但在渲染之下的熱門科系憧憬之下的學生，做出的抉擇是否明智？對於過度期待的學生，身為教學者是否應該善盡反對的責任，至少應著力使之放緩。

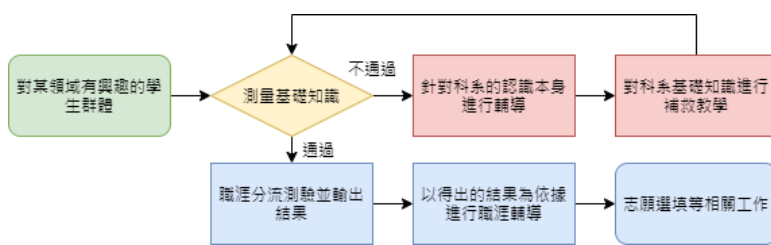


圖 1 模式運作過程

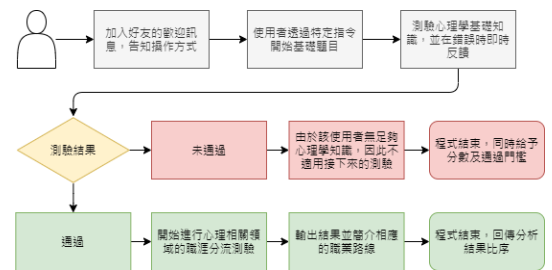


圖 2 系統架構與運行流程

圖 1 可見此模式的大略架構，這大抵可應用在任何有一個基礎科目的科系，只需要簡單的測驗，就可以大約篩選出對於科系實際情形一知半解的學生，之後就可以對之進行細部的輔導。

而剩下對於科系有一定認識的學生，我們就可以開始進行職涯上的分流，由於此時科系走向已經大致明確，那剩下的工作重心應該把重點放在展望以已畢業為基礎進行的職業走向，後文將以心理學領域為例子進行系統設計與工具的開發。

3. 系統構成及各區塊功能

本研究以學生常用的 LINE 平台作為測驗之載體，電腦端為而言，由於其程式運作於雲端，我們無論是使用 Windows 或者 Linux 作業系統，只要下載 LINE 通訊軟體皆可有效執行；至於手機端亦然，Android 或者 iOS 都無法限制其使用，本系統以 LineBot 及 Django(Python) 框架進行開發。如上圖 1、2 所示，可見系統整體分為「心理學基礎知識測驗」與「心理學職涯分流測驗」，詳細運作狀況於後文詳述。

3.1. 心理學基礎知識測驗

此部分為 LINE 平台之電子化測驗，題目以「普通心理學」的課程內容作為測驗範圍，共分為八個向度，將於每向度之題目各抽取一題作為題目，本測驗再經過共計 54 位受測者受測過後，整體問卷之信度分析 Cronbach's α 值為 0.87，其建構如表 1。

表 1 心理學基礎知識測驗內容

向度	定義
古典/操作制約	要能夠分辨何謂古典制約與操作制約，並說得分別出是誰發現。
神經傳導物質	要能夠知道乙醯膽鹼、正腎上腺素、多巴胺、血清素此四大常見神經傳導物質的作用與特性。
人格/性格	對於馬斯洛的五大層次需求理論與Big-5量表每個階層/項度要有充分認識。
記憶的流程	要足以分辨出短期記憶變成長期記憶的過程，兩觀念不得搞混。
感覺與知覺	能判斷感覺與知覺的差異，並分辨一般感覺與特殊感覺的受器差異何在。
智力測驗與常模	要能夠說出智力測驗的分數是以年齡-智力的常模下去比較得出的結果。
防衛機轉	要能夠對於潛抑、否定、投射、退化等常見防衛機轉有所認識。
心理治療	須能夠說出「精神分裂症(思覺失調症)」與「解離性人格疾患」的差別。

答對加一分，答錯則不加分亦不倒扣，最後以分數加總大於 6 為通過標準，為降低測驗壓力造成的信度失準，分數狀況不會即時回饋給學生，僅在進入下一測驗時才給予結算，至於知識上的內容，回答正確與否會有不同反饋，圖 3 為「感覺與知覺」向度中的一題，其中正確回答時給予回覆如圖 4、錯誤訊息則如圖 5 所示。

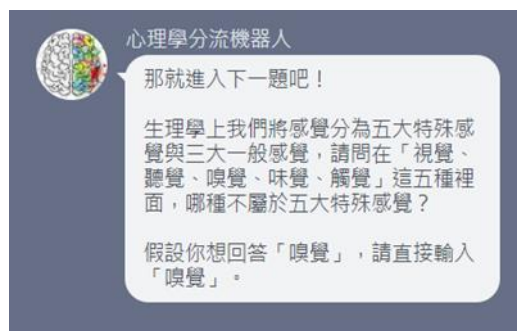


圖 3 心理學知識測驗題目範例



圖 4 心理學知識測驗正確反饋

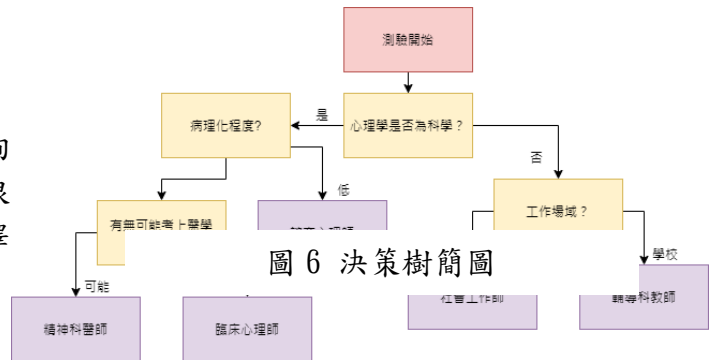


圖 5 心理學知識測驗錯誤反饋

3.2. 心理學職涯分流測驗

系統設定正確率大於 75%(即前一測驗分數在 6 分以上)，則可進入職涯分流測驗，其實際運作形式與圖 2 類似，但題目採用決策樹，因此不同的回答會影響接下來問題的類型，其決策樹大致如右圖 6。

以上為決策樹之建構圖，實際上題目詢問方式更為複雜，此處僅是簡述，最後會根據作答將相應之職涯路線及對其之科系選擇建議回傳至使用者介面。



4. 研究結果與討論

甲、心理學基礎知識測驗部分

本研究使用半實驗法進行研究，其中受測者總計 54 位，其中有 12 位為專家組，由執業之臨床心理師、諮商心理師與輔導科教師為樣本，另外有 42 位為桃園某高中挑選出之對心理學有興趣的高三學生，設定為學生組，系統設定中，正確率低於 75% 將會無法進行分流測驗，但由於如此會無法將兩測驗進行相互比較，因此實際施測時，無論正確率是否高於 75%，都會強制要求受測者進行第二階段的分流測驗。

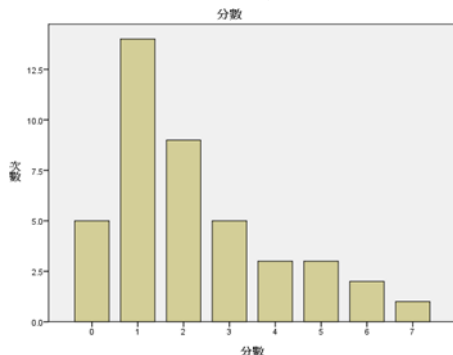


圖 6 學生組基礎知識測驗次數分配表

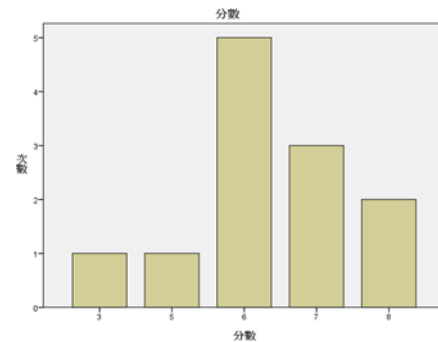


圖 7 專家組基礎知識測驗次數分配表

圖 6 與圖 7 可以看見即使大部分的學生都對心理學抱有興趣，但是僅有 3 人達成通過標準，若我們輕忽基礎知識的測驗，那我們進行再多對學生「意願」上的推敲，在他們得到了輔導工作者的背書之後，是否會有良好的未來發展可想而知。

表 2 為心理學知識測驗兩組比較之結果，可知在 12 名專家中有 10 名專家在心理學知識測驗高於 6 分，達成通過標準，學生組在 42 名學生足足有 38 人未通過，其 T test 之最終結果為 P 值 = .000，小於 0.05，可知學生組與專家組間具有顯著差異。

若以圖 6 之次數分配表來看，大概可以得知以最高分 8 分而言，專家組為負偏態，整體分數幾乎可以說是偏高的，而根據圖 7，會發現呈現正偏態，只得 1~2 分這個區間的學生便已經逾五成之多。

表 2 心理學基礎知識測驗結果

	學生組	專家組
通過	3(7.1%)	10(83.3%)
未通過	39(92.8%)	2(16.6%)

4.2. 職涯分流測驗部分結果

表 3 學生組職涯分流結果

	諮商心理師	臨床心理師	精神科醫師	社會工作師	輔導科教師
通過	0	1	1	0	1
未通過	6	1	2	13	17

表 4 專家組職涯分流結果

	諮商心理師	臨床心理師	精神科醫師	社會工作師	輔導科教師
通過	3	4	0	1	2
未通過	1	1	0	0	0

經由表 3 與表 4 可知，第一個問題關於心理學是否為科學的問題，許多對於心理學測驗不通過的學生都認為心理學並非科學，而專家組部分大部分都選擇了「心理學是科學」的走向，由此可以側面得知決策樹的第一題確實有非常好的分流效果。

4.3. 質性回饋與討論

於研究結束後我們針對學生組未通過測驗的 39 名學生中尋求了 8 名自願的學生，大體可得知大部份的學生對「讀心理系」擁有一些近乎荒謬的印象，比如進入了心理系便可以在很少交流的前提下知曉他人內心思考，也認為網路上的簡單測驗便是有效果的心理測驗，對於心理諮商的流程及專業性抱有錯誤印象。

綜上所述，此系統很好的降低了輔導工作者對於特定學生對特定科系理解程度的甄別工作，原先要完成一名學生對於科系選擇的問題，需要大量的輔導人員安排時間進行輔導，但透過該系統，學生會在應答的同時察覺自己的不足之處，同時系統本身會給予正確的知識進行教學。

如此就可以避免一大部分的專業人員耗費時間在「該生自認喜愛這個科系，但其實並不瞭解」的學生身上，如此便可以以一對多的方式將這些尚未認清科系的學生集合起來安排如講座、工作坊或體驗營等活動以促進對科系之認識，之後通過同一個系統再度進行分流，最終對於其未來的職涯發展進行個別晤談。

參考文獻

- Germeijs, V., & Verschueren, K. (2007). High school students' career decision-making process: Consequences for choice implementation in higher education. *Journal of vocational behavior*, 70(2), 223-241.
- 宋文松 (2003)，線上輔導與諮商系統之可行性研究，中原大學資訊管理研究所碩士論文，桃園。
- 陳恒生 (2018)。以個人申請入學志願取向做為大學轉系行為之前導性因子研究。多國籍企業管理評論，12(2)，97-115。doi:10.3966/199553922018091202001
- 彭森明 (2008)。台灣高等教育資料系統之建置及相關議題之探討(3/3)：94 學年度大一新生(D00087_1)【原始數據】取自中央研究院人文社會科學研究中心調查研究專題中心學術調查研究資料庫。doi:10.6141/TW-SRDA-D00087_1-1

基於學習行為分析之影片推薦系統發展與評估

The Development and Assessment of Recommendation System Based on Behavioral

Intervention Analysis

陳品蓁¹，張宜睿²，張智凱³

¹²³國立台南大學數位學習科技學系

* daisy12296021@gmail.com

【摘要】 目前中小學資訊教育以視覺化程式語言 Scratch 為培養國民運算思維 (Computational Thinking) 能力，然而課程時數有限且教師通常分身乏術，學生卻又無法有效利用關鍵字進行網路搜尋，經常導致進度停滯的窘境。雖然網路上 Scratch 教學影片豐富，但由於中小學生缺乏關鍵字搜尋能力。有鑒於此本文以網路現有的教學影片為提示，輔助學生學習 Scratch；本研究使用 OpenCV 進行開發，紀錄專案之程式積木再分析行為意圖。將其與影片內容比對分析，推薦學生所需影片且標記相關片段。期望藉由此推薦系統，提供影片形式的智慧提示 (Intelligent Hint) 給學生，培養其自學能力，改善目前教學困境。

【關鍵字】 資訊教育；運算思維；視覺化程式語言；智慧提示；推薦系統

Abstract: Information education in primary and secondary schools uses the visualized programming language “Scratch” to learn computational thinking. However, the limited number of course-hours and overwhelmed teachers delay students’ learning progression. Although there are many Scratch instructional videos online, students still fail because of lacking keywords-searching ability. Given this learning dilemma, we use the existing teaching videos online as the hints assisting students in learning “Scratch”; this project uses OpenCV to record the program blocks and analyze the behavioral intentions. Compare and analyze it with the video content, recommend and mark relevant segments that students need. We hoped that through this recommendation system, intelligent hints in the form of videos can cultivate students’ self-learning ability and improve the current teaching adversity.

Keywords: Information Education, Computational Thinking, Visual Programming Language, Intelligent Hint,

Recommender System

1.研究動機與研究問題

1.1. 研究動機

近年各國為增加學生資訊素養於中小學推動資訊教育改革，而我國於中小學多數資訊課程使用 Scratch 視覺化程式語言 (Visual Programming Language) 進行教學，因其具備直接、具體等特性，將抽象的程式概念轉換為程式積木，透過拖曳、堆疊即完成程式撰寫，降低學習難度。

然而目前並無針對 Scratch 所開發的學習行為分析之影片推薦系統，在課程時數有限的情況下，教師無法逐一為學生解答，若學生無法有效運用關鍵字做搜尋，而耽誤教學進度，不但降低教學品質也遠離課程的初衷。有鑑於此，本研究預計開發學習行為分析之影片推薦系統，藉由分析程式積木與意圖，推薦相關影片並標記片段，期望透過教學影片找出關鍵問題，提升學習成效以及培養學生自學、運算思維能力。

1.2. 研究問題

依據上述研究動機，本研究預計開發針對 Scratch3.0 的學習行為分析之影片推薦系統，藉由觀看教學影片，釐清程式觀念。期望此系統能增進學生學習效率且提升教師教學品質，並探討下列研究問題：

1. 在 Scratch3.0 視覺化程式語言的環境下，如何分析學習者的行為與意圖？
2. 如何根據學習者的學習狀態與教學影片進行比對，進而推薦合適的影片片段為提示？
3. 為驗證推薦影片片段的提示對學習者之影響，如何設計可用性實驗驗證？

2. 文獻回顧與探討

2.1. 視覺化程式語言

最初透過圖形幫助撰寫或理解程式，主要分為兩類，第一、視覺化程式 (Visual Programming)，圖形本身就是程式碼。第二、程式視覺化 (Program Visualization)，利用圖形說明文字型程式運行過程 (Myers, 1986)。視覺化程式語言利用程式積木由上至下堆疊，即完成程式撰寫，易於學習程式設計，除去語法上的困擾。

在國內廣為使用的 Scratch 是由美國麻省理工學院媒體實驗室所開發的豐富媒體 (media-rich) 程式環境，可創作互動藝術、遊戲、動畫等。Scratch 透過組合語法上合適的程式積木，允許學生於學習語法前了解程式結構與邏輯問題，被視為通往 Java 等語言的大門 (Malan & Leitner, 2007)。Scratch 將抽象的布林運算式、迴圈等概念轉化為積木，幫助使用者理解，達到培養除錯能力，並在學習過程中建立電腦科學的基本概念。

2.2. 學習行為及分析

學習分析 (Learning Analytics) 提供適性化教學，使每位學生能有效率地學習。學習分析是一個新興的領域，使用複雜的分析工具來改善學習與教育，並與其他領域緊密相連，包含：商業智慧、網站分析、學術分析、教育資料探勘、動作分析 (Elias, 2011)。

學習分析首先針對學習者以及背景數據做收集，並將其進行分析，產生多項回饋並運用在學習過程中，為學習行為做改進，這幫助了教師以及學習者了解學習經歷並改善學習行為。這對於學習者往後的學習有助益，教師也能由學習者的相關資訊，為日後課程規劃做安排。

2.3. 自然語言處理

自然語言處理 (Natural Language Processing) 結合眾多領域知識，包含人工智慧、語言學等，探討電腦如何理解、處理及運用自然語言。目前使用在語音辨識 (Speech Recognition)、人工智慧專家系統 (Artificial Intelligence and Expert Systems) 等方面 (Chowdhury, 2003)。

自然語言處理分為四類：符號方法、統計方法、連接方法、混合方法。早期符號、統計方法就已並存，由符號方法主導。1980 年代，統計方法因分析廣泛使用的語境需求，重新流行起來。1960 年代，連接方法藉由證明神經網路在自然語言處理的成效，從早期的批判中獲得成功 (Liddy, 2001)。自然語言處理包含認知、理解、生成。自然語言認知和理解將訊

息轉換成有意義的符號和關係，再依據目的處理。自然語言生成系統則將資料轉化為自然語言。

目前自然語言的研究發展有三種：第一，由於利用句法語意規則的方法十分複雜，隨著語料庫建設和語言學的發展，大量文字的機器學習處理變成主要選擇。第二，近來統計方法受到重視，更多採用機器自動學習的方法獲取語言知識。第三，逐漸地重視詞彙的作用，因此詞彙知識庫的建設成為關注的議題。本研究將對教學影片的字幕進行自然語言處理，以利後續教學影片推薦系統的提示比對。

2.4. 推薦系統 (Recommendation System)

在資訊爆炸時代，使用者難以快速準確搜尋資訊，因此推薦系統依照使用者的喜好推薦符合之項目 (Schafer, Konstan, & Riedl, 1999)。為降低搜尋所花費之時間，依據使用者的行為或需求，使用資訊過濾機制並推薦出潛在需求的資訊或產品 (Rashid et al., 2002)。主要分成三項：第一、協同過濾式 (Collaborative Filtering)，最早使用近鄰演算法 (Nearest Neighbors Algorithm)，基於商品偏好的紀錄計算距離加權平均後，根據相同喜好的族群，預測使用者喜歡商品的程度 (O'Connor, Cosley, Konstan, & Riedl, 2001)。第二、內容過濾式 (Content-Based Filtering)，從對使用者有用或感興趣的集合中分類，根據資料內容與偏好之間的相關性，找出符合喜好的商品做為推薦 (Van Meteren & Van Someren, 2000)。第三、知識型推薦 (Knowledge-Based Recommender)，基於知識產生推薦，以使用者和商品的知識推斷哪些商品符合需求 (Burke, 2000)。本研究預計使用協同過濾式，過濾出 YouTube 中熱門的教學影片。

2.5. 智慧型提示

智慧型教學系統 (Intelligent Tutoring System) 採用人工智慧技術，於學生解決問題時，立即或延遲地提供下一階段幫助提示，最初給予籠統的答案，但可再向系統要求更詳細的答案，而最後一階 (bottom-out) 提示通常給出該步驟的答案 (Roll, Alevan, McLaren, & Koedinger, 2011)。智慧型教學系統基於許多理論發展而來。ACT-R 模型中，提示將無法解決之問題變成有用的範例。維高斯基模型 (Vygotskian model) 中，提示扮演鷹架 (scaffolding) 的角色，建立學生知識與問題需求之間的橋樑，讓學生處於近側發展區間 (Zone of Proximal Development)。近期，Hint Factory 利用數據驅動化 (data-driven) 提示生成技術，不再透過專家系統生成提示，採用學生先前對問題做的嘗試資料生成提示 (Price, Zhi, & Barnes, 2017)。

數據驅動化著重於追蹤使用者解決問題的歷史數據，即便專家沒有分析內容，也能提供適性化的反饋，當使用者在 Hint Factory 中處理問題時，利用其行為建立一個馬可夫決策過程 (Markov Decision Process) 的資料結構，稱為交互網路 (Interaction Network)。提示可因此資料結構產生，藉由搜尋交互網路給予使用者解法。基於使用者先前的動作，建議下一步內容。假如使用者並未成功，系統會建議使用者別的方法 (Hicks, 2016)。本研究將採用數據驅動化，對教學影片的標記時間等內容進行提示的產生，方便學習者快速掌握影片的重點。

2.6. 教學提示系統

各個軟體推陳出新，因初學者對軟體熟悉程度不高且無法準確使用關鍵字搜尋，促成提示系統逐漸發展。提示系統提供符合使用者需求的資訊，有些是自動偵測使用者的行為給出對應影片或文本資料，有些則是透過使用者輸入一段文字描述自身需求來推薦出影片或文本。

下列針對現有教學影片推薦系統作說明，RePlay 透過 API 收集使用者描述的文字，再利用搜尋引擎呈現相關影片，並將影片關鍵段落的字幕做標示 (Fraser, Ngoon, Dontcheva, & Klemmer, 2019)。Ambient Help 提供自動的語境敏感 (context-sensitive) 學習資源，影片以及

文本資源會呈現在展示區 (Matejka, Grossman, & Fitzmaurice, 2011)。ToolClips 經由快速與語境的方法提供文本以及影片，利用其來克服遇到的困難 (Grossman & Fitzmaurice, 2010)。

3. 研究方法及步驟

3.1. 研究工具介紹——Scratch3.0

本研究使用 Scratch 3.0 視覺化程式語言，該工具由 MIT 與 Google 合作開發，採用 HTML5 開發，介面分為五個區域，如圖 1 所示，一、畫面呈現區，呈現程式執行結果的區域；二、舞台區，點擊舞台，於該介面下撰寫背景程式；三、角色設置區，點擊角色，於該物件下撰寫程式；四、程式積木選取區，選取所需的積木，拖曳積木移至程式編輯區堆疊，即可撰寫程式；五、程式編輯區，所有的程式積木將在此進行建置、排序。

程式積木依據程式設計概念分成十種類別：動作、外觀、音效、事件、控制、偵測、運算、變數、函式積木、添加擴充。此外，函式積木與添加擴充功能，允許使用者依據所需，自定義函式積木或新增擴充功能。Scratch 當中的每個角色都有獨立程式編輯區域，可同時執行不同角色之程式，利用積木拖曳、組合，取代傳統的文字型程式語言的語法，不僅能避免使用者輸入錯誤語法，亦能夠讓達成更快速、直觀、有效率的學習。

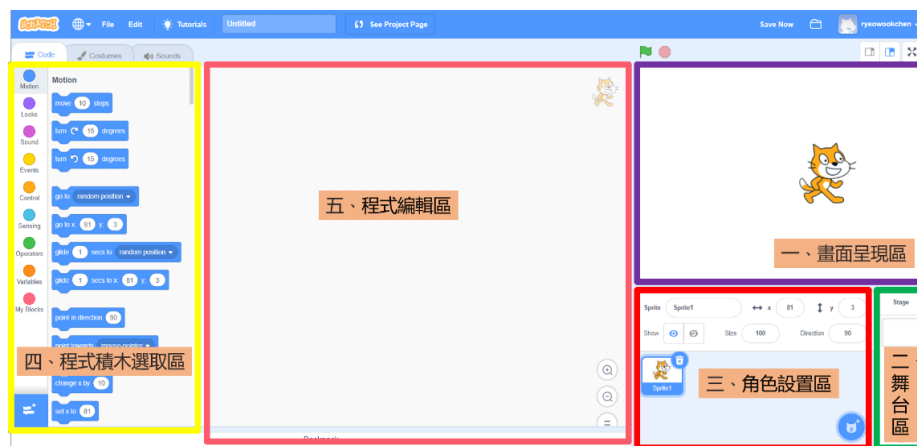


圖 1 Scratch3.0 介面圖

3.2. 開發工具介紹——OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) 於 1999 年由 Intel 公司發起並參與開發專門處理電腦視覺的開源函式庫，早期主要希望透過提供開源、最佳化基礎函式庫，達到促進機器視覺的研究發展，並深入發展人工智慧及相關領域。OpenCV 利用 C++ 程式語言進行開發，程式介面也是由 C++ 所構成，但仍保留部分的 C 語言介面。此外，OpenCV 也提供其他不同程式語言給使用者使用，包含 Python、Java、MATLAB、C#、JavaScript 等。

影像處理方面，OpenCV 函式庫中內建許多演算法，也包含不同的影像處理模組，透過影像處理、統計、矩陣運算等方式，應用於物體追蹤、臉部辨識、動態視訊的影像處理等方面。因此，本研究使用 OpenCV 在視覺化程式設計環境中作為蒐集使用者行為的主要工具。

3.3. 開發工具介紹——YouTube API

API (Application Programming Interface) 是電腦作業系統 (Operating system) 或程式函式庫提供給應用程式呼叫使用的程式碼，可向另一端軟體或系統請求交付資料。許多大型網站平台開放可物件連結的 API，提供其它開發者進行應用串接、共享物件功能和資訊，達到整合多元資訊的效果。

本研究使用到 Google 為開發者提供的一個服務 YouTube API，以 HTTP GET 的形式對特定格式的 URL 送出要求，會觸發執行特定的函式以取得資料。具體來說，YouTube API 提供輸入指定影片的識別碼與開發者的帳號的識別碼，此函式即可回傳各種不一樣的統計資料，包含持續時間、類別、收視率等資訊 (Gill, Arlitt, Li, & Mahanti, 2007)。本研究利用其獲取影片的標題、簡介、字幕、觀看人數、喜歡的數量、頻道的訂閱人數等條件，排序出最適合的影片，且標記出片段，推薦給使用者觀看。

3.4. 系統流程與說明

本研究以 OpenCV 函式庫開發一視覺化程式環境學習行為影片推薦系統。如圖 2 所示，當使用者操作 Scratch 時，系統啟動 OpenCV 函式庫進行影像辨識，為得知使用者選擇之程式積木，系統每過一段時間會擷取使用者的畫面，並將結果將與前一次擷取的圖片進行比對，若有不同之處，將進程式積木分析紀錄。本系統不間斷地偵測使用者的操作情況，若是當使用者維持同一畫面時間過久，系統會將使用者操作的程式積木資料轉換成可作分析之 Python 程式語言，並與資料庫中事先蒐集之專案資料進程式比對，挑選相似度高的專案內容，分析與獲取開發目的，猜測使用者撰寫此專案之行為意圖並作為推薦影片的依據。

了解使用者的意圖後，系統首先透過 YouTube API 獲取影片字幕、標題以及簡介，利用自然語言處理技術將使用者的行為意圖與影片的資訊進行比對，過濾出符合內容與目的相似度高的影片，同時依據影片點擊率、喜歡的數量以及頻道的訂閱人數等條件，排序出最熱門的影片，最後本系統會透過影片字幕分析並標記與使用者意圖相似度最高的片段，讓使用者知道整個影片的精華片段，降低使用者的學習成本，同時不會因花費過多時間觀看無意義的內容影片，而減少觀看意願。總結而言，本系統在使用者遇到問題時，給予影片資源作為提示，透過觀看影片能夠立即的找到問題點以及解決辦法，藉此達到釐清觀念與加深印象的目的，不僅提升使用者的學習效率也增加自主學習的意願，並且紓解教學現場教師不足的情況。

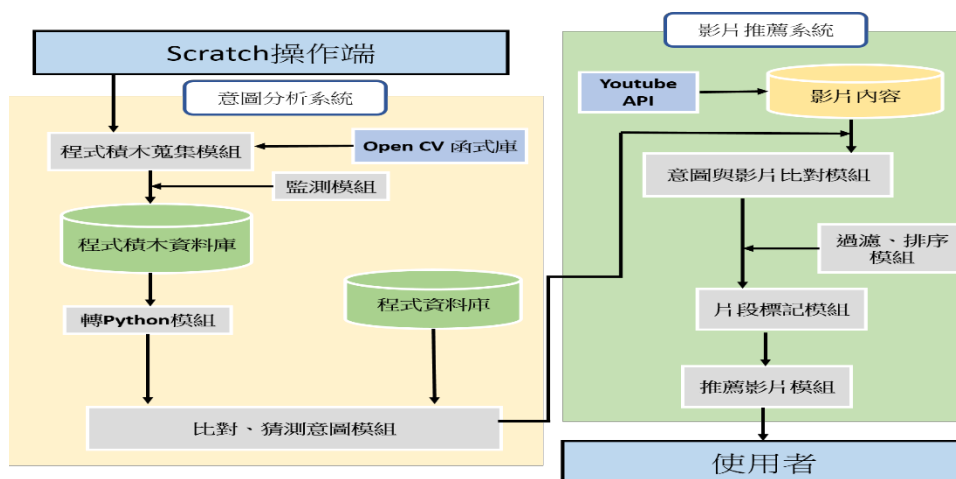


圖 2 系統流程圖

3.5. 實驗設計

本研究之實驗對象為台南市立大灣以及仁德國小部分班級，受測人數約 252 位，班級皆採取常態編班，實驗地點為各國小之電腦教室。首先，兩間國小受測班級將其一半分為實驗組，另一半分為對照組，實驗中兩組學生學習相同主題——太空戰機遊戲，於課程開始前告知本次專案之任務清單，接著進行每周一次，每次 45 分鐘，長達兩個月的課程，課堂流程圖如圖 3 所示，首先將學生兩兩分為一組，再由教師撥放事先錄製之上課影片，以確保各班級之上課內容一致，待上課影片第一部分撥放完畢後，讓每組學生進行 10 分鐘的專案內容創作。實作過程中若學生遇到程式上的問題，實驗組學生將會給予推薦的教學素材影片作為提示，如下圖 4 所示，而對照組學生給予文字型的學習內容素材作為提示，如圖 5 所示，期間組員可以互相討論以及藉由觀看提供之教學提示素材，釐清自身不清楚的觀念。於課堂後期播放第二部分上課影片，教師此時加入協助解決問題，學生可以詢問教師也能透過討論、查閱提示等方式解決問題。本實驗要旨於促進學生遇到問題時，能透過自學的方式，獲得正確的程式觀念，讓教師將時間花在刀口上，練習的同時，不僅能提升程式的理解能力、增加熟練度，也能培養學生邏輯思維。

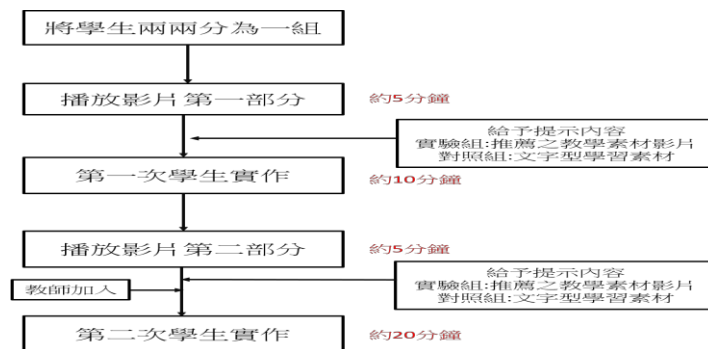


圖 3 課堂流程圖

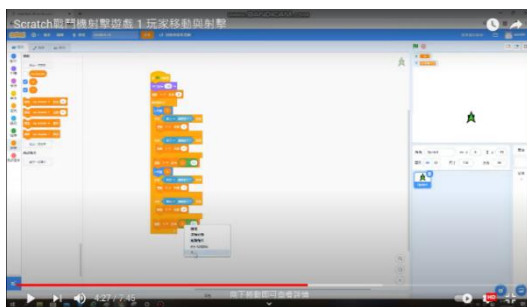


圖 4 推薦之教學素材影片示意



圖 5 文字型的學習內容示意

學習活動結束後，要求學生填寫學習有用性問卷，本研究選擇以科技接受模型 (Technology Acceptance Model, TAM)，預測與解釋新資訊科技的接受 (Davis, 1989)，探討這兩種學習方法之間有用性是否有差異，受測者須根據對於文字型學習、推薦影片學習之感受來填寫問卷，分為兩大探討方向，第一部分調查 Scratch 專案的完成度及效率滿意度，共八題，第二部分調查未來使用此學習方式的意願程度等，共四題，每題皆有五個選項，分別是數字一到五，數字越大表示滿意度愈高。此外，問卷題目額外加入一題開放式問題，填寫受測者在課堂當中之感受與建議，用於對系統進行修正及調整，讓提示更加符合使用者需求。最後，本研究根據受測者所填寫之問卷，進行分析，完整實驗流程如圖 6 所示。本實驗期望了解學習者的需求，並針對其需求改善本系統設計，增進學習者對程式概念以及專案撰寫之能力。

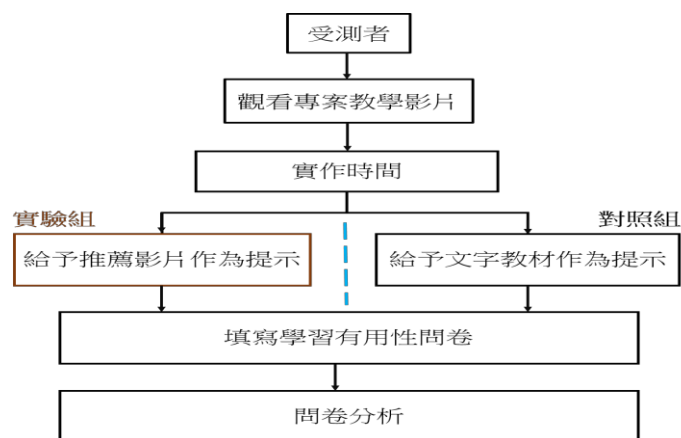


圖 6 實驗流程圖

3.6. 實驗問卷統計分析

本研究要求填寫十二題問卷以及一題開放式問題，收集共 252 位受測者的回饋，將獲得之結果，依照文字組以及影片組做實驗數據分析，實驗結果之平均數如下圖 7 所示，橫軸代表題號，縱軸代表分數值，可以發現推薦影片學習方式平均滿意度皆高於文字內容學習者，由結果可知，大部分採用影片學習方式的受測者認為專案的完成度及效率較高，且於使用意願構面調查當中，對於未來的使用意願及推薦別人此學習方法，抱持正面態度。

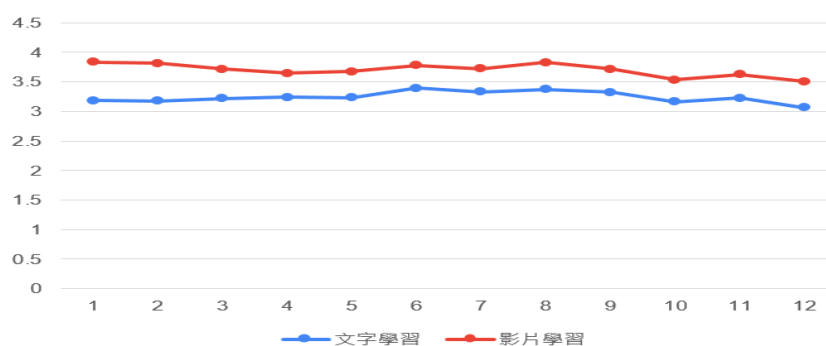


圖 7 文字學習與影片學習之平均數折線圖

實驗結果數據分析，如表 1 所示，有用性的構面文字學習組平均值為 3.267、標準差為 1.112，而影片學習組的平均值為 3.751、標準差為 1.231，透過獨立樣本 t 檢定，發現 p 值小於 0.001 達到顯著差異 ($p = 0.000 < 0.001$)，由此可知，受測者認為使用影片學習的方式，於 Scratch 之專案完成度方面更為有用。此外，使用意願構面中文字學習組平均值為 3.192、標準差為 1.155，而影片學習組平均值為 3.594、標準差為 1.283，透過獨立樣本 t 檢定，發現 p 值小於 0.001 達到顯著差異 ($p = 0.000 < 0.001$)，由此可知，受測者對於使用影片學習的方式，保持高度正面看法，會於下次學習或是推薦給朋友此學習方式的意願較高。

表 1 文字學習與影片學習之實驗結果

構面	組別	人數	平均數	標準差	P 值
有用性	文字學習	130	3.267	1.112	0.000***
	影片學習	122	3.751	1.231	
使用意願	文字學習	130	3.192	1.155	0.000***
	影片學習	122	3.594	1.283	

註:*表示 $p < 0.05$ ，**表示 $p < 0.01$ ，***表示 $p < 0.0001$

4.結論

資訊教育已成為現代社會必修課程之一，學生從中小學開始學習視覺化程式語言，雖然網路上針對 Scratch 概念教學影片豐富，但通常中小學生缺乏關鍵字搜尋能力，所以本研究藉由學習行為分析之影片推薦系統開發，期望使用者遇到困難，能及時分析其意圖，推薦出相關的教學影片，避免在學習過程中因程式概念模糊搜尋出不相關資訊或無人詢問等狀況，可透過影片理解程式概念，進而檢視並反思自己尚未理解之處以補足觀念作修正。由實驗結果顯示，大多學生認為採用影片學習的方式較傳統文字學習，對於專案的開發更有益處，額外提供學生自學管道，本研究期許系統之開發能解決教師於課堂中分身乏術的問題，藉此幫助學生及時解決專案遇到之困難，同時提升資訊教育在教學上之成效，進而促使學生提升自學之意願。

5.致謝

本研究感謝科技部補助大專學生研究計畫之成果經費，大專生計畫編號 109-2813-C-024-010-H，特此感謝。

參考文獻

- Burke, R. (2000). *Knowledge-based recommender systems*. Encyclopedia of library and information systems, 69(Supplement 32), pp.175-186.
- Chowdhury, G. G. (2003). *Natural language processing*. Annual review of information science and technology, 37(1), pp.51-89.
- Davis, F. D. (1989). *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. MIS quarterly, pp.319-340.
- Elias, T. (2011). *Learning analytics*. Learning, 1-22.
- Fraser, C. A., Ngoon, T. J., Dontcheva, M., & Klemmer, S. (2019, May). *RePlay: contextually presenting learning videos across software applications*. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, pp. 1-13.
- Gill, P., Arlitt, M., Li, Z., and Mahanti, A. (2007) *YouTube traffic characterization: A view from the edge*. In *Proceedings of the Seventh ACM SIGCOMM Conference on Internet Measurement*, pp.15-28.
- Grossman, T. and Fitzmaurice, G. (2010). *ToolClips: an investigation of contextual video assistance for functionality understanding*. ACM CHI '10, pp.1515-1524.
- Hicks, A. G. (2016). *Design Tools and Data-Driven Methods to Facilitate Player Authoring in a Programming Puzzle Game*. [PhD thesis]. North Carolina State University.
- Liddy, E. D. (2001) "*Natural language processing*," in Encyclopedia of Library and Information Science. NY:Marcel Decker, Inc.
- Malan, D. J., & Leitner, H. H. (2007). *Scratch for budding computer scientists*. ACM Sigcse Bulletin, 39(1), pp.223-227.
- Matejka, J., Grossman, T., & Fitzmaurice, G. (2011). *Ambient help*. In *Proceedings of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'11)*. ACM, pp.2751-2760.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Myers, B. A. (1986). *Visual programming, programming by example, and program visualization: a taxonomy*. ACM sigchi bulletin, 17(4), pp.59-66.
- O'Connor, M., Cosley, D., Konstan, J.A., Riedl, J.(2001): *PolyLens: A Recommender System for Groups of Users*. In Proceedings of ECSCW 2001,pp.199-218.
- Price, T. W., Zhi, R., & Barnes, T. (2017) *Hint generation under uncertainty: The effect of hint quality on help-seeking behavior*. In Elisabeth André, Ryan Baker, Xiangen Hu, Ma. Mercedes T. Rodrigo, and Benedict 50 du Boulay, editors, Proceedings of the 18th International Conference on Artificial Intelligence in Education, pp.311–322.
- Rashid, A. M., Albert, I., Cosley, D., Lam, S. K., McNee, S. M., Konstan, J. A., & Riedl, J. (2002). *Getting to know you: learning new user preferences in recommender systems*. ACM. In Proceedings of the 7th international conference on Intelligent user interfaces ,pp.127-134.
- Roll, I., Aleven, V., McLaren, B. M., & Koedinger, K. R. (2011). *Improving students' help-seeking skills using metacognitive feedback in an intelligent tutoring system*. Learning and instruction, 21(2), pp.267-280.
- Schafer, J. B., Konstan, J., & Riedl, J. (1999, November). *Recommender systems in e-commerce*. In Proceedings of the 1st ACM conference on Electronic commerce pp.158-166.
- Van Meteren, R., & Van Someren, M. (2000). *Using content-based filtering for recommendation*. In Proceedings of the machine learning in the new information age: MLnet/ECML2000 workshop ,Vol. 30, pp.47-56.

了解小學教師在智慧課堂環境下開展探究性課堂的關注研究

Understanding the concerns of primary teachers about smart classroom to facilitate inquiry learning

裴文君^{1*}，林思宏²，方遠豪³
華南師範大學教育信息技術學院
*932089019@qq.com

【摘要】智慧課堂是集“互聯網+”思維方式和大數據、雲計算等新一代信息技術的智能、高效的課堂，更是教育信息化的重要成果之一。本研究基於探究式學習，依托現有的智慧教室，對教師採用智慧課堂方式進行探究性課堂教學進行了調研。其中我們對136名在職小學教師在進行探究性課堂教學時採用智慧課堂環境進行了問卷調查，問卷內容涉及五個方面的關注，評估，信息，管理，結果和重定位。結果表明，他們對管理的關注最為強烈。這些發現為進一步研究提供重要的見解，以更好地支持教師在學校中採用智慧課堂教學，而且還為正在致力於將移動學習融入學校教育的研究人員和從業人員提供有用的參考。

【關鍵字】 小學教師；智慧課堂；探究性課堂；關注研究

Abstract: Smart classroom is an intelligent and efficient classroom that integrates the "Internet +" thinking mode and the new generation of information technologies such as big data and cloud computing. It is also one of the important achievements of education informatization. This research is based on inquiry-based learning, relying on existing smart classrooms, and investigating teachers' use of smart classroom methods to conduct exploratory classroom teaching. Among them, we conducted a questionnaire survey on 136 in-service elementary school teachers using a smart classroom environment when conducting exploratory classroom teaching. The content of the questionnaire involved five aspects of attention, evaluation, information, management, results, and reorientation. The results show that they pay the most attention to management. These findings provide important insights for further research to better support teachers' adoption of smart classroom teaching in schools, and also provide useful references for researchers and practitioners who are working on integrating mobile learning into school education.

Keywords: primary school teachers, smart classrooms, exploratory classrooms, concerns of learning

1. 前言

隨著雲計算、移動互聯網、人機交互等新一代信息技術融入教育教學全過程，智慧教育正逐漸興起，並受到國內外學者的普遍關注。相比傳統的教育，智慧教育能帶來更加簡單、高效、智能和個性化的教學體驗，是教育信息化發展的必然階段（祝智庭、賀斌，2012）。智慧教育被認為是下一代信息化教學環境的發展方向。本文所關注的智慧教學環境是指智慧教育的基礎設施和保障條件，可以為師生提供人手一台移動終端的課堂教育場所或活動空間。對智慧課堂不同的發展階段進行探究式教學的進階設計，深化了數字化環境下教與學方式的變革（王冬青、韓後和邱美玲，2018）。研究智慧課堂中探究式教學的進階設計，可從智慧課堂的內核——技術促進學生主體智慧發展入手，破解當前智慧課堂理論與實踐建設中存在的瓶頸問題，即回答，為何技術發展轟轟烈烈，而教育教學的實質沒有發生根本性改變

的問題。同時，探究式教學進階進路的探討，也為當前中小學校向智慧教學的轉型提供了參考。

2. 文獻綜述

2.1. 探究式學習教學模型

受到 Dewey 通過經驗學習的理念的啟發，Vygotsky 的近側發展區間學習理論，以及 Bruner 對學習的解釋，Stripling 開發了一個廣受歡迎的循環式社會探究學習模型，即 Stripling 模型的探究(Cheung, D. & Yip, D.Y. 2004)。該模型由六個遞歸的探究動作組成(連接、好奇、調查、構建、表達和反思)，每個動作都有特定的探究任務來指導學生的學習過程。Stripling 的工作是教育風險教學設計的理論基礎之一。Cheung 開發了一種定量 SoC 問卷調查表，用於測量教師在上課時引入的五個分類問題(Cheung, D. 2005)。

2.2. 老師對創新的關注：SoC 模型

關注點是一個人的感覺，專注，思想和關注點的綜合表示。對特定問題和任務的偏見。老師對教育的擔憂可能會破壞或幫助採用該創新的過程。霍爾與霍德（2001）開發了 SoC 模型，他們將模型從七個構造細化為五個構造（評估，信息，管理，結果和重定位），以增強模型的擬合度。在完善模型的基礎上，嚴格測試了信度和結構效度，Cheung（2005）開發了定量 SoC 問卷調查表，用於測量教師在學校教育中出現的五個分類問題。Cheung and Yip 強調說，如果教師的評估，信息或管理方面的擔憂（即 SoC 模型中的前三個結構）在一段時間內保持緊張狀態，他們會“拋棄”它遲早（即使這種創新被廣泛認為是有前途的）。另一方面，引起後果和重新關注關注點（即後兩種構想）是可取的，因為它表明教師正在反思這種創新對學生學習，自身專業發展和思維的影響。根據他們自己的創新經驗進一步提高其有效性。在採用過程中，創新開發人員和/或促進者應始終密切關注教師對倡導創新的五種關注。一旦確定了最高的分類關注點，就應制定和提供針對其實際需求的明確干預措施，以利用特定的創新。

3. 研究設計

3.1. 調查維度設計

本研究從評價、信息、管理、結果和重定位這五個角度進行調查。其中評價包括教師關心將智慧課堂引入學校的價值和可能性。信息包括教師不確定教育中涉及的教學作用和任務，並擔心是否有相應的支持和資源。管理包括教師關注實施教育的任務和過程，其中與效率，組織，管理，計劃和時間需求有關的問題是最大的。結果包括教師關心智慧課堂教學對學生學習及其自身職業發展的影響。

3.2. 調查方法與統計方法

本次調查對象為小學教師，這些教師來自全國各地不同的學校，是隨機抽取的。本次調查採用的是問卷調查的方式。問卷分為兩部分：第一部分包括收集參加者的人口統計資料，包括性別、教學方向和是否採用過智慧課堂進行教學。第二部分包括 25 項根據 Cheung(2005)25 項社會統計調查問卷而定制的社會統計資料。每五個項目構建關注的五個分類結構中的一個。研究邀請了這 8 位老師來檢查這些項目，並根據他們的反饋，對一些項目做了一些小的修改。在調查問卷的最終版本中，將 25 個項目按照隨機順序排列。每個項目都附有六點李克特量表，範圍從“0”(一點也不關心)到“5”(非常關心)。一共發放問卷 136 份，收回 136 份，有效問卷 136 份。對問卷的數據錄入後，採用 SPSS25.0 進行了統計分析。

4. 調查結果與分析

4.1. 教師背景

4.1.1. 性別與教學專業分佈情況

在 136 名調查對象中，有 53 名男性教師，83 名女性教師，女性教師佔比 63.1%，小學女性教師佔比較高。從教學專業分佈上來看，文史類 68 人，理工類 68 人，可見學科分佈均勻。

4.1.2. 智慧課堂使用情況

在 136 名教師中，有 89 名教師採用過智慧課堂進行教學，有 47 名教師參與過智慧課堂教學活動。總體上，調查對象都對智慧課堂學習有一定的了解，符合本次研究需求。

4.2. 問卷信效度分析

這 25 個項目的總相關性介於 0.615 至 0.798 之間。五個結構的克朗巴赫（Cronbach） α 值介於 0.845 至 0.900 之間。兩項結果均表明所收集數據具有足夠的可靠性。表 1 顯示了 SoC 項目可靠性分析的結果。SoC 結構的驗證性因素分析的結果，25 個項目中的每一個都保留在分配給它的相同構造中。分析中生成的指標（比較擬合指數= 0.97，擬合優度= 0.96，均方根殘差= 0.03，標準均方根殘差= 0.04）表明 SoC 模型可以令人滿意地擬合收集的數據。

表 1 SoC 項目可靠性分析

評價 ($\alpha=0.870$)		信息 ($\alpha=0.880$)		管理 ($\alpha=0.879$)		結果 ($\alpha=0.900$)		重定位 ($\alpha=0.845$)	
題項	相關性	題項	相關性	題項	相關性	題項	相關性	題項	相關性
E1	0.792	I1	0.723	M1	0.748	C1	0.798	R1	0.641
E2	0.650	I2	0.723	M2	0.708	C2	0.737	R2	0.615
E3	0.657	I3	0.730	M3	0.694	C3	0.726	R3	0.660
E4	0.675	I4	0.655	M4	0.756	C4	0.754	R4	0.636
E5	0.706	I5	0.730	M5	0.656	C5	0.740	R5	0.709

4.3. 教師對智慧課堂程度最高的關注點

表 2 顯示了這五個 SoC 構造的單變量描述統計量。構造方法的平均值在 3.54 和 3.71 之間，這表明參與者在教學實踐中同時經歷了關於採用智慧課堂的五個類別的關注。管理平均值顯著高於評估平均值（ $p < 0.01$ ），信息平均值（ $p < 0.001$ ），結果平均值（ $p < 0.001$ ）和重定位平均值（ $p < 0.001$ ）。

表 2 單變量描述統計

結論	均值 (Mean)	標準差 (SD)
評價	3.54	0.94
信息	3.58	0.89
管理	3.71	0.91
結果	3.66	0.83
重定位	3.65	0.90

以上結果表明，參與者對管理的關注最為強烈。此外，我們進行了三組方差分析，以評估是否存在顯著性差異。統計分析表明，“管理”是參與者對採用智慧課堂的最大關注。表 3 顯示了“管理”構造的五個項目的單變量描述統計。

表 3 構造的五個項目的單變量描述統計

項目	平均值	標準差
M1 我擔心學校採用智慧課堂，但卻缺少相關技術支持和後台保障	3.706	1.175
M2 我擔心以我的技術能力，不足以應對在智慧課堂教學中可能出現的突發技術問題	3.588	1.158
M3 我擔心採用智慧課堂教學會影響學生的學習效果	3.654	1.125
M4 我關心採用智慧課堂教學會影響課堂紀律	3.625	1.217
M5 我擔心我沒有足夠的時間為不同的課程設計智慧課堂環境下的教學方案	3.647	1.065

訪談中體現了為什麼會有這些特殊問題，以便我們能夠制定更精確的干預措施，以更好地支持教師在實踐中採用這種創新。M1 的結果表明，參與者對學校中支持其使用智慧課堂的必要技術資源的可及性表示關注。M2 的結果表明，參與者擔心在採用智慧課堂教學過程中可能會發生意料之外的技術問題，他們不會“精通技術”來解決問題。M3 的結果表明，參與者非常擔心使用智慧課堂可能會使學生對課堂不夠專注。M4 的結果表明，參與者相當擔智慧課堂環境可能會出現學生的紀律問題。M5 的結果表明，參與者在很大程度上擔心自己是否有時間為自己的教學實踐開發自己的教學設計。在這項研究中，參與者對實施智慧課堂表現出強烈的“以任務為導向的管理關注點”。這種“診斷信息”闡明了我們應該做什麼以及如何開展進一步的工作，以便更好地支持教師在實踐中利用這種創新。我們確實希望，在不久的將來，參與者對學校採用智慧課堂所需技術資源的可獲取性的擔憂得到緩解。智慧教育是教育信息化背景下教學方式、學習方式變革的要求也是實現信息技術與課程深度整合的必然要求。智慧課堂注重學生學習地位的主體性，智慧課堂結合建構主義理論設計教學模式，從學生的生活實際出發，增進學習活動與學生生活、社會實踐、解決問題的密切聯繫，幫助學生利用碎片化時間進行自主學習，學生可以根據自己的學習情況進行知識擴充。同時探究式學習是新課改積極倡導的教學模式，二者可以相輔相成。

參考文獻

- 王冬青、韓後和邱美玲(2018)。基於情境感知的智慧課堂動態生成性數據採集方法與模型。
電化教育研究, 39(5)
- 祝智庭和賀斌(2012)。智慧教育: 教育信息化的新境界。**電化教育研究**, 12(1.13)。
- Cheung, D. & Yip, D. Y. (2004). How science teachers' concerns about school-based assessment of practical work vary with time: The Hong Kong experience. *Research in Science & Technological Education*, 22(2), 153–169.
- Cheung, D. (2005). Science teachers' concerns about school-based curriculum development. *Hong Kong Science Teachers' Journal*, 22(2), 1–7.
- Milson, A. J. (2002). The Internet and inquiry learning: Integrating medium and method in a sixth grade social studies classroom. *Theory and Research in Social Education*, 30(3), 330–353.

線上學習助理對線上課程的學習成效-以通識課程為例

The Effectiveness of The Chatbot for Online Course – Based on General Course

伍廷翊，鄭憲永*，賀嘉生

中原大學資訊工程學系

*cheng@cycu.edu.tw

【摘要】 本論文將以聊天機器人設計線上學習助理作為輔助學生學習線上課程，將兩班相同教材與教學內容的通識課程分別標記為：有使用線上學習助理的實驗組以及沒有使用的對照組。根據兩班學生在有無使用線上學習助理的環境下，對使用線上教學平台進行線上課程的學習紀錄進行分析。在學期結束時對兩班學生進行自律學習量表的施測，並對施測結果進行觀察。在分析學生的學習紀錄以及觀察自律學習量表的評分，結果顯示使用線上學習助理可以對學生學習線上課程有提升約 10% 的成效。

【關鍵字】 自律學習；教育機器人；問答系統

***Abstract:** This research will program a chatbot to help students learning the online course. Let one of the two same general courses use the chatbot, and the other doesn't use. Analysis the behavior with the students in these two general courses what they do in the online course, and observe the self-regulation learning scale which gives these students to test, to make sure that the chatbot is helpful for students to learn the course. Base on the result, students using the chatbot to learning online courses is 10% more helpful than who don't use.*

Keywords: self-regulation learning, educational robotics, question answering system

1. 緒論

1.1. 研究動機

過去的教學模式是在教室進行授課的課室學習，近幾年因為網際網路的進步，透過網路就可以進行教學的線上學習課程逐漸增加。線上學習是一種可以不受限於空間（只要有可以使用網路的電子產品）以及時間（錄製教學影片）就可以進行授課的教學模式，因此相對於課室學習，可以在人力物力上減少成本。

不過相較於教師現場授課的課室學習，線上學習的學習者與指導者並不在同一個時間或是空間進行學習，因此指導者沒有辦法監督學習者的學習行為，需要學習者擁有自律學習的能力，所以本論文設計一個線上學習助理的提醒工具，來提醒學習者到線上教學平台進行課程學習，以培養學習者對課程的自律學習能力。

1.2. 研究目的

為了檢驗線上學習助理對課程的幫助及學生學習的成效，本論文將相同教材與老師的兩堂通識課程分別標記為有使用線上學習助理的實驗組以及沒有使用線上學習助理的對照組。收集學生在有無使用線上學習助理的情況下使用線上教學平台的行為紀錄，例如使用教學平台的頻率、課程影片的觀看紀錄、作業繳交紀錄與測驗完成紀錄，分析線上學習助理對學生進行線上課程的學習成效。

為了確認使用線上學習助理對是否能培養學生自律學習能力，本論文使用朱祖德等人所編制的大學生自主學習量表(朱祖德, 王靜琮, 張衛, & 葉青青, 2005)，分別對實驗組與對照組的學生學期初的前測和學期末的後測，比較兩組學生在前後測填寫量表的差異，來驗證線上學習助理對培養自律學習的成效。

1.3. 論文架構

本論文在第一節描述設計線上學習助理的動機、檢驗線上學習助理成效的目的以及本研究的論文架構；第二節討論本論文的相關研究文獻及需要使用到的分析方法；第三節介紹本論文線上學習助理的設計方式以及使用的自律學習量表；第四節詳細說明線上學習助理的設計、對學生行為數據的處理方式；第五節將透過資料視覺化呈現學生行為數據以及自律學習量表的分析結果；第六節敘述結論以及總結使用線上學習助理的教育機器人對進行線上學習的影響。

2. 文獻探討

2.1. 自律學習 (Self-Regulation Learning, SRL)

自律學習 (Self-Regulation Learning, SRL) 的概念首先由 Bandura 提出理論(Bandura, 1977)，除了強調個人效能預期 (efficacy expectations) 的認知因素對行為動機的影響外，亦提出透過主動建立目標、自我評鑑、自我增強可建立及維持行為的動機。首先是主動建立目標，確認目標是有價值且能帶給個人自我滿足，亦即能激起個人追求目標的動機，並且目標的難易度適中以及個人對目標是有實現的期望；若個人感覺目標無實現的可能，則必然會選擇放棄。其次為自我評鑑，個人依據自我的標準來評鑑目標是否達成，並按照達成的程度來修正實現方式。最後是自我增強，若是目標達成，成功的滿足感屬於滿足自我的報酬，自我增強不藉由外力影響，即可維持個人內在行為的動力，上述過程即為「自律機制 (self-regulatory mechanism)」。

自律學習者的學習動機特質是學習者對他們的學習能力具有自信和自我效能；對學習知識具有好奇、興趣和挑戰；可以努力和堅持達成他們學習目標的知識和技巧，總體來說，他們的學習動機是內心主動萌發，並依此動機來完成學習成果(Risemberg & Zimmerman, 1992)。學習者在學習過程具有自我引導的能力，會根據自己在學習過程以及學習結果，來為自己設定有效的目標，運用策略來達成目標，並調整自己的學習行為，此為個人對自己行為的自制，是行為動機表現的最高層次，Zimmerman 和 Risemberg 定義自律 (self-regulation) 是個人後設認知地、具有動機地、自主行動地參與他們自己學習過程的程度(Risemberg & Zimmerman, 1992)。

自律學習者會透過擬定學習策略，經由外部，如指導者對學習結果給予學習者的回饋作為引導，根據所得到的回饋與自身的條件以及需求，規劃、執行並完成具體的學習目標，以增進學習成效的學習模式。學習者在計畫階段進行周密與有效的學習規劃；在執行學習規劃時，自己主動學習並創造有利於學習的物理環境，控制學習過程中的行為與情緒；在完成學習規劃後，對學習過程進行反思並做出客觀評價，以對往後規劃學習目標

時做出改進與調整。有研究證實自律學習包含學習者個人的學習動機與學習策略的應用(Garcia, 1995)；經由指導者對學習者進行學習引導，可以對大多數人有所幫助(Rozendaal, Minnaert, & Boekaerts, 2003; 程炳林 & 林清山, 2001)；培養學習者自律學習的能力，可以提高其學習成效(Zimmerman & Kitsantas, 1997, 1999, 2002)；有研究更是表明學習者的自律學習能力是其學業能否成功的關鍵因素(Lichtinger & Kaplan, 2011)。

本論文使用朱祖德等人所編製的自律學習量表《大学生自主学习量表的编制》(朱祖德 et al., 2005)，分別對實驗組與對照組的學生進行量表施測，以檢驗線上學習助理對培養學生自律學習能力的成效。自律學習量表分為學習動機、學習策略兩個領域，其中學習動機包含自我效能、內在目標、學習控制、外在目標、學習意義、學習焦慮等六個部分；學習策略包含一般方法、學習求助、學習計畫、學習總結、學習評價、學習管理等六個部分。

2.2. 教育機器人

教育機器人可以定義為專門為教育領域研發的、以培養學生分析、創造能力和實踐能力為目標的機器人。教育機器人需要具有教學適用性、人機交互性、開放性以及可擴展性等特點(卢宇, 薛天琪, 陈鹏鹤, & 余胜泉, 2020)。廣義來說，教育機器人是指具有輔助教學、管理教學、處理教學事務乃至主持教學等功能的機器人，而一般來說的主要為狹義上的教育機器人，亦即專門為教育領域研發的機器人。依據實際用途，可以分為教學活動類機器人與教育服務類機器人。

教學活動類機器人主要用於教學課程與課堂教學活動，作為教學輔導工具直接輔助學習者進行機器人領域相關知識的學習與實踐，並支持學習者自行拆裝或編程，透過製作機器人來學習分工合作以及學習者的發散思維，以提升學習者的綜合素質，例如機器人競賽、創客教育、樂高教育。教育服務類機器人是指可以直接對教學過程進行智能輔助服務的機器人，根據其應用過程可以被歸類為兩種基本角色，即導師或者是學伴，與教學活動類機器人的不同之處在於它大多具有固定的軟硬體結構，而且不支援使用者進行拆裝與編程。

作為導師角色是指將機器人作為導師助手，可以根據學習者的學習風格、個性以及學習過程中的學習反饋與情緒狀態來決定行動，以更好的扮演導師的角色輔助學習者進行學習(Westlund et al., 2016)；作為學伴角色是指教育機器人作為學習夥伴參與學習者的學習過程，進行學習互動、協助學習時間管理以及情感上的支持，有研究使用混合現實技術與教育機器人設計了一個具有真實場景的系統，在其中教育機器人扮演真正的同伴互動角色，對學習者的最終表現有積極的影響(Mubin, Stevens, Shahid, Al Mahmud, & Dong, 2013)。

根據教育機器人在教學上的應用，Alimisis 和 Eguchi 都認為，在教學過程如果只單純引入機器人作為工具，並不能對學習者的學習效果有顯著提升，需要增強機器人與課程設計以及學習環境的關聯性並且對現有教學有相關的應用，Eguchi 還提供了使用教育機器人的成功案例(Alimisis, 2013; Eguchi, 2014)；Kandlhofer 在之後驗證了教育機器人對數學與科學能力、團隊合作能力以及社交能力有顯著的正向促進作用(Kandlhofer & Steinbauer, 2016)；有研究者還系統的討論了教育機器人對未來教育的意義(Benitti, 2012)，並採用科學計量方法分析，總結國際上教育機器人的研究(张尧 & 王运武, 2019; 周进, 安涛, & 韩雪婧, 2018)。

「智慧學伴」教育機器人採用 Richard 的自我決定理論 (Self-Determination Theory, SDT) 作為設計的理論基礎與基本原則，該理論指出可以透過對學習者的自主感 (autonomy)、勝任感 (competence) 以及社交關係感 (relatedness) 三種基本心理需求的滿足，增強學習者的內部動機，同時促進外部動機的內化，學習者可以獲得良好的學習體驗及激勵，以提高學習效果與效率。

本論文透過使用教育服務類型的「智慧學伴」教育機器人來滿足學習者在自我決定理論 (SDT) 的三種心理需求，以此培養學習者的自律學習 (SRL) 能力。

2.3. 問答系統 (Question Answering System, QAS)

2.3.1. 問答系統

問答系統 (Question Answering System, QAS) 是提供給使用者資訊檢索的一種工具，Green 等人所製作的 BASEBALL 和 Wood 等人所製作的 LUNAR 可以說是最早期的問答系統 (Green Jr, Wolf, Chomsky, & Laughery, 1961; Woods & WA, 1977)，定義上有很多研究者給出各自的說法，在普遍認知上為一個可以接受任意自然語言型的問題，並給出一個簡潔的答案或是可能為答案的列表。

問答系統可透過八種不同的分類方法建構，分別是：(1) 系統領域；(2) 問題類型；(3) 問題分析類型；(4) 資料類型；(5) 函數類型；(6) 資料特性；(7) 檢索類型；(8) 生成方法 (Mishra & Jain, 2016)。

第一種分類方法以問題領域分類，分別是特定領域、開放領域；第二種分類方法以問題與答案的關聯分類，分別是：(1) 仿真陳述；(2) 列表型問題；(3) 假設型問題；(4) 因果型問題；(5) 確認型問題。；第三種分類方法是根據問題的分析類型來分類，分別是：(1) 型態分析；(2) 句法分析；(3) 語義分析；(4) 語用與話語分析；(5) 預期答案類型分析；(6) 問題精準確認分析；第四種分類方法會根據問答系統資料庫的資料類型進行分類，分別是：結構化資料、半結構化資料、非結構化資料；第五種分類方法以檢索方式的合適函數類型來分類，分別是(1) 集合模型；(2) 代數模型；(3) 概率模型；(4) 基於特徵模型；(5) 基於概念圖模型；第六種分類方法以問答系統資料庫的資料特性來分類，分別是(1) 資料大小；(2) 資料語言；(3) 資料異質性；(4) 資料類型；(5) 資料媒介；第七種分類方法以問答系統生成答案的方式來分類，分別是(1) 數據挖掘；(2) 信息檢索；(3) 自然語言處理；(4) 知識檢索；第八種分類方法以問答系統生成答案的方式來分類，分別是提取式、生成式。

2.3.2. 斷詞

為了提供給使用者與使用者所提出的問題最相關的資訊，需要對問題的內容進行分析，因此有必要對中文句子進行斷詞。目前主流的中文斷詞系統有兩種，一種是 Jieba 系統，它的主要功能有斷詞、自定義詞典、關鍵詞提取、詞性標註、並行分詞等。Jieba 系統結合規則與統計兩種斷詞方法，再根據以下兩種技術原理得出斷詞結果：基於前綴詞典進行詞圖掃描，生成所有成詞情況的有向無環圖 (Directed Acyclic Graph, DAG)，再透過動態規劃搜尋最大概率路徑來找出最大切分詞組合；基於漢字成詞能力的 HHMM 模型來找出未出現在預設詞典的詞語。另一種為中研院的 CKIP 系統，亦提供與 Jieba 系統相似的服務，如中文斷詞、詞性標記、未知詞偵測等。除了初代的 CKIPWS 之外，中研院在後續釋出準確率更高的 CKIPTagger 原始碼來幫助繁體中文斷詞。CkipTagger 在斷詞 (WS) 以及詞性標註 (POS) 的精準率也更高於原先的 CKIPWS 和 Jieba 系統。

本研究使用問答系統的目的為根據學生詢問的問題來推薦線上課程的相關課程影片，即為將學生提出的問題使用 CkipTagger 進行中文斷詞，再帶入到問答系統之中，從系統領域為特定領域的資料庫，透過型態分析的問題分系類型，以代數模型的檢索方式，最後由提取式的生成答案方式給予學生答案。

3. 研究架構

3.1. 線上學習助理-行動即時通訊聊天機器人

由於智慧型手機的出現、網路更加的發達以及語音通訊技術的進步，許多在電腦上使用的應用程式都開發出可以在智慧型手機上使用的相關程式，只要有智慧型手機以及順暢的網路服務，即使出門在外，使用者可以

方便地隨時隨地使用相關的程式服務。原先在電腦上使用的即時通訊，在智慧型手機的出現後，也發展出在手機上使用的行動即時通訊軟體，如 Line、Facebook Messenger。

近年來，人工智能技術逐漸進步，行動即時通訊結合這項技術，開發出行動即時通訊的聊天機器人，聊天機器人對使用者與它之間的對話進行自然語言處理，針對使用者的訊息回應適當的回覆。在使用聊天機器人的過程中，使用者會產生大量的通訊數據，這些數據包含使用者的需求與行為意圖，透過識別這些需求與行為意圖，可以針對使用者提供相應的服務，使聊天機器人變得更加智能。

本論文的線上學習助理作為輔助學生進行線上學習的提醒工具，為了能夠讓學生了解自己在線上課程的學習狀況，使用行動即時通訊的聊天機器人作為開發平台，根據 2.2 的教育機器人，線上學習助理屬於教育服務類型機器人的學伴角色，主要目的為輔助學生學習相關課程的課程內容，可以方便且快速地接收線上課程的課程資訊。線上學習助理提供學生可以快速了解線上課程重要資訊的相關功能指令，包含“學生登記”、“未讀影片”、“未做討論”、“未做作業”、“未做測驗”、“課程公告”、“推薦影片”等七項基本功能。

3.2. 自律學習量表

朱祖德等人所編製的自律學習量表《大学生自主学习量表的编制》(朱祖德 et al., 2005)，分為學習動機、學習策略兩個潛在變數，如下圖 3-1，其中學習動機包含自我效能、內在目標、學習控制、外在目標、學習意義、學習焦慮等六個部分，觀察學生在自律學習機制當中自主萌發的學習動機，如事前訂定的學習目標、學習過程的行為情緒控制、對學習直覺產生的想法；學習策略包含一般方法、學習求助、學習計畫、學習總結、學習評價、學習管理等六個部分，了解學生為了達成學習目標所執行的策略，如進行學習之前的事前工作、學習過程的學習行為、完成學習的事後統整。

量表採用 Likert 式六點量尺，各分量表 Cronbach α 係數，除學習策略分量表的學習管理為 0.57 之外，其餘十一個量表都在 0.6 至 0.8 之間；兩個分量表的總體內部一致性係數也達到 0.8 和 0.9。各分量表內部各分量的相關係數，動機分量表與總量表的相關係數為 0.96，策略分量表為 0.92，兩者都超過 0.9，量表結構效度佳，本論文將採此量表對線上課程的學生進行施測。

4. 系統設計

4.1. 聊天機器人功能

4.1.1. 基本功能

以本論文使用線上學習助理的通識課程為例，通識課程的主要內容與評分標準基本上為觀看課程影片、回覆課程討論、繳交課程作業、完成課程測驗，因此本論文所設計的線上學習助理提供給學生七項基本功能，分別是“學生登記”、“未讀影片”、“未做討論”、“未做作業”、“未做測驗”、“課程公告”、“推薦影片”。學生登記是用來登記學生與線上學習助理在 Line 的聊天室編號以及學生的基本資料，如學生姓名、學生學號、學生班級，方便線上學習助理在往後對學生推播課程訊息；未讀影片可以提供給學生本週老師在線上課程新開放的課程影片以及過往學生還沒有完成觀看的課程影片；未做討論提供學生尚未對老師張貼的課程討論進行回覆的主題紀錄；未做作業提供給學生尚未截止以及可以遲交的課程作業；未做測驗提供學生現在可以進行但尚未完成的課程測驗；課程公告可以告知學生老師發布在課程公告欄上且在期限前的課程公告；推薦影片為可以讓學生

對線上學習助理詢問課程的相關問題，透過2.3的自然語言處理以及2.4的問答系統，推薦與問題內容最相近的課程影片，幫助學生快速得知問題解答。

4.1.2. 定期推播

推播功能是聊天機器人主動傳送訊息給使用者的功能，本論文的線上學習助理所使用的推播功能為定期傳送學生每週在線上課程新開放的課程內容以及還沒有完成的課程項目訊息，即在4.1.1基本功能所提供的“未讀影片”、“未做討論”、“未做作業”、“未做測驗”。定期對學生進行推播的原因是為了避免在學期初時部分學生會不習慣使用線上教學平台學習線上課程，導致錯過進行線上課程的課程內容，因此進行推播可以定期提醒學生要進行線上課程學習，也可以達到自我督促的效果。

4.2. 數據處理

學生在進行線上課程時，會在線上教學平台留下相對應的學習行為紀錄，例如一位學生在線上課程觀看課程影片，就會有這名學生在這個時間觀看這支影片的行為紀錄存在，因此本論文將兩班相同教材與課程內容的通識課程分別標記為有使用線上學習助理的實驗組以及沒有使用的對照組，按照教學平台的這項機制，來觀察線上學習助理對學生學習線上課程的相關成效。

4.2.1. 數據轉換

為了對學生在線上教學平台的學習行為進行分析，需要將數據經過適當的轉換，以利於之後進行分析，需要分析的數據如4.1.1所提到的觀看課程影片、回覆課程討論、繳交課程作業、完成課程測驗。觀看課程影片的部分需要用到的數據有：學生觀看課程影片學習紀錄、課程影片列表，學習紀錄的每筆數據經過轉換後包含學生學號、班級編號、觀看時間、觀看秒數、影片名稱；影片列表的每筆數據經過轉換後包含課程影片編號、影片開放時間、影片秒數、影片名稱。回覆課程討論的部分需要用到的數據有：學生課程討論回覆紀錄，回覆紀錄的每筆數據經過轉換後包含回覆者編號、回覆主題編號、回覆時間、回覆字數、回覆內容。繳交課程作業的部分需要用到的數據有：學生課程作業繳交紀錄，繳交紀錄的每筆數據經過轉換後包含課程作業編號、學生學號、繳交人次、繳交期限、作業標題。完成課程測驗的部分需要用到的數據有：學生課程測驗完成紀錄，完成紀錄的每筆數據經過轉換後包含測驗編號、學生學號、測驗時間、測驗分數。

4.2.2. 數據分析

從客觀方面分析使用線上學習助理對學生學習線上課程的成效，以本論文採用的通識課程為例，最有效的方式是了解兩班學生在觀看課程影片的完成率，因此將學生觀看課程影片學習紀錄的觀看秒數與課程影片列表同課程影片的影片秒數進行比較就可以得知學生是否完成這支影片的觀看紀錄。

將各個課程影片的完成人次進行統計，並與班級總人數進行計算，可以得到每部影片的觀看完成率，由於每週老師會發布新的課程影片到線上教學平台，因此將每週的課程影片數乘以每個班級的學生人數，可以得到每週班級學生在觀看課程影片需要完成的總人次，而每週的課程影片完成人次相加可以得到實際的完成人次。

5. 實驗結果

本論文所進行實驗的線上通識課程為《職場溝通軟功夫》，作為職場準新鮮人開設的全人導向職前教育課程，通識課程著重於職場情境中在專案執行、問題解決、團隊合作的過程常見的溝通、情緒、倫理問題。5.1將說明對學生線上課程學習紀錄的分析結果；5.2將說明對實驗組與對照組學生量表施測的分析結果，分析方

法為對量表施測結果做獨立樣本 t 檢定(independent sample t test)。檢定的作業系統為 Windows 10；使用工具為 R，版本號為 4.0.5。

5.1. 學生學習成效-資料視覺化

本論文所進行實驗的線上通識課程的開課時間為 2020 年 9 月 20 日至 2021 年 1 月 10 日，課程影片共 74 部，其中實驗組學生人數為 37 人，對照組學生人數為 34 人。

將實驗組與對照組學生的課程影片完成率做獨立樣本 t 檢定，實驗組的平均值為 0.696，標準差為 0.136；對照組的平均值為 0.603，標準差為 0.174，在 Levene 的變異數相等測試中，顯著性 p 值 = 0.057 > 0.05，故 t 檢定應觀察「假設變異數相等」的結果，即 t 統計值 = -3.62，雙尾顯著性 p 值 < 0.001 < 0.05，因此可以推斷實驗組與對照組學生在觀看影片的完成率有顯著差異。

將兩班學生完成觀看課程影片總數計與完成計，計算為兩班學生的每週課程影片完成率並透過長條圖來呈現；再將總數計與完成計作累計計算，以累計完成計除以最大累計總數計，形成兩班的累計完成率，透過折線圖來呈現，經過組合後成為圖 1。從圖 1 可以發現，學期出的每週完成率在兩班學生互有領先，不過經由累計完成率來觀察，則並無太大的差異；從第 8 週開始，或許是學生開始習慣使用線上學習助理來輔助進行線上課程學習，因此實驗組學生的完成率在每周都領先對照組約 10%，從累計完成率也可以看出差距正在逐漸擴大。

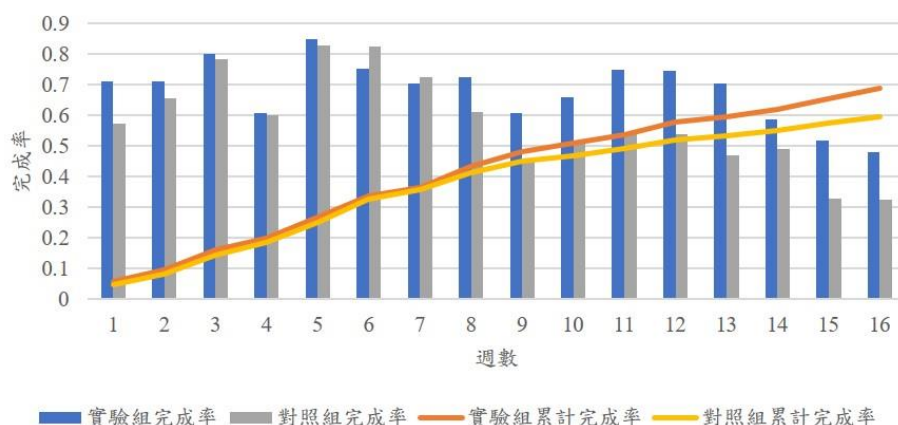


圖 1 實驗組與對照組課程影片每週完成率

5.2. 自律學習量表

《大学生自主学习量表的编制》採用 Likert 式六點量尺，分為學習動機、學習策略等兩個分量表，每個分量表各有六項細部因子，其中學習動機有自我效能、內在目標、學習控制、外在目標、學習意義、學習焦慮等六項因子；學習策略有一般方法、學習求助、學習計畫、學習總結、學習評價、學習管理等六項因子，總計 69 道題目(朱祖德 et al., 2005)。實驗組填寫量表的學生有 21 人，對照組有 25 人。

將總量表與兩個分量表的施測結果做獨立樣本 t 檢定，檢定結果如表 1，在 Levene 的變異數相等測試中，三個項目的顯著性 P 值皆大於 0.05，故 t 檢定應都觀察「假設變異數相等」的結果，由於 p 值皆大於 0.05，因此實驗組與對照組學生的三個項目皆無顯著差異。

表 1 總量表與分量表獨立樣本 t 檢定結果

項目	組別	平均數	標準差	Levene's test		變異數 假設	t 值	p 值
				F 值	P 值			
總量表	實驗組	4.889	0.521	2.748	0.105	相等	1.005	0.32
	對照組	4.755	0.36					
學習動機	實驗組	4.986	0.54	2.768	0.103	相等	0.922	0.361
	對照組	4.856	0.39					
學習策略	實驗組	4.814	0.532	1.35	0.252	相等	0.982	0.332
	對照組	4.677	0.395					

將學習動機分量表六項因子的施測結果分別做獨立樣本 t 檢定，檢定結果如表 2，在 Levene 的變異數相等測試中，六項因子的顯著性 P 值皆大於 0.05，故 t 檢定應都觀察「假設變異數相等」的結果，由於 p 值皆大於 0.05，因此實驗組與對照組學生的六項因子皆無顯著差異。將學習策略分量表六項因子的施測結果分別做獨立樣本 t 檢定，檢定結果如表 3，在 Levene 的變異數相等測試中，六項因子的顯著性 P 值皆大於 0.05，故 t 檢定應都觀察「假設變異數相等」的結果，由於 p 值皆大於 0.05，因此實驗組與對照組學生的六項因子皆無顯著差異。

表 2 學習動機分量表六項因子獨立樣本 t 檢定結果

項目	組別	平均數	標準差	Levene's test		變異數 假設	t 值	p 值
				F 值	P 值			
自我效能	實驗組	4.921	0.773	3.076	0.086	相等	1.9	0.064
	對照組	4.56	0.471					
內在目標	實驗組	5.31	0.449	0.425	0.518	相等	0.996	0.325
	對照組	5.165	0.503					
學習控制	實驗組	5.061	0.613	3.072	0.087	相等	0.312	0.757
	對照組	5.011	0.444					
外在目標	實驗組	4.111	1.085	1.354	0.251	相等	-0.402	0.69
	對照組	4.227	0.82					
學習意義	實驗組	5.167	0.584	0.06	0.806	相等	0.73	0.47
	對照組	5.04	0.564					
學習焦慮	實驗組	4.869	0.851	0.183	0.671	相等	0.315	0.754
	對照組	4.79	0.808					

表 3 學習策略分量表六項因子獨立樣本 t 檢定結果

項目	組別	平均數	標準差	Levene's test		變異數 假設	t 值	p 值
				F 值	P 值			
一般方法	實驗組	5.075	0.503	0.156	0.695	相等	0.504	0.617
	對照組	5.003	0.444					
學習求助	實驗組	4.767	0.712	0.843	0.364	相等	0.785	0.437
	對照組	4.613	0.589					
學習計畫	實驗組	4.921	0.781	0.974	0.329	相等	1.247	0.22
	對照組	4.653	0.641					
學習總結	實驗組	4.943	0.707	0.887	0.351	相等	1.04	0.304
	對照組	4.744	0.562					
學習評價	實驗組	4.905	0.644	0.049	0.826	相等	0.196	0.845
	對照組	4.867	0.639					
學習管理	實驗組	3.75	1.369	0.831	0.367	相等	0.278	0.782
	對照組	3.65	1.01					

6. 結論

從 5.1 學習成效可以得知，使用線上學習助理需要一定的時間才能顯現出一定的成效，時間大致為二到三週，這個期間學生可能是在熟悉功能或是評估使用方式，經過這個緩衝期後，使用成效才能表現出來。從 5.2 自律學習量表施測分析結果來看，在總量表、分量表、量表內的各項因子皆無顯著差異，但是從學習動機分量表自我效能因子的分析結果可以發現，雙尾顯著性 p 值接近 0.05，表示這項因子在兩組學生之間有一定的差異，因此可以推斷使用線上學習助理對自律學習有一定的幫助，但是量表施測人數不夠多，無法展現其中的差異。

根據 5.1 學習成效的數據顯示，使用線上學習助理可以提高約 10% 學生使用線上教學平台進行線上課程的行為，然而由於實驗組與對照組的樣本數較少，無法肯定學習成效在樣本數提高後能提高多少，不過可以確定使用類似於本論文線上學習助理的教育機器人可以提升學生對線上課程的學習成效。

參考文獻

- 卢宇, 薛天琪, 陈鹏鹤, & 余胜泉. (2020). 智能教育机器人系统构建及关键技术. 开放教育研究, 26(2).
- 朱祖德, 王静琼, 张卫, & 叶青青. (2005). 大学生自主学习量表的编制. 心理发展与教育, 21(3), 60-65.
- 张尧, & 王运武. (2019). 机器人赋能未来教育的创新与变革--国际机器人教师研究综述. 开放教育研究, 25(6), 83-92.
- 周进, 安涛, & 韩雪婧. (2018). 国际机器人教育研究前沿与热点——基于 Web of Science 文献的可视化分析. 开放教育研究, 24(4), 43-52.
- 程炳林, & 林清山. (2001). 中學生自我調整學習量表之建構及其信效度研究. 測驗年刊, 48(1), 1-41.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. Paper presented at the Proceeding of 4th international workshop teaching robotics, teaching with robotics & 5th international conference robotics in education Padova (Italy).
- Garcia, T. (1995). The role of motivational strategies in self-regulated learning. *New directions for teaching and learning*, 29-29.
- Green Jr, B. F., Wolf, A. K., Chomsky, C., & Laughery, K. (1961). Baseball: an automatic question-answerer. Paper presented at the Papers presented at the May 9-11, 1961, western joint IRE-AIEE-ACM computer conference.
- 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.
- Lichtinger, E., & Kaplan, A. (2011). Purpose of engagement in academic self-regulation. *Self-regulated learning*(126).
- Mishra, A., & Jain, S. K. (2016). A survey on question answering systems with classification. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 28(3), 345-361.
- 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.
- Risemberg, R., & Zimmerman, B. J. (1992). Self-regulated learning in gifted students. *Roeper review*, 15(2), 98-101.
- Rozendaal, J., Minnaert, A., & Boekaerts, M. (2003). Motivation and self-regulated learning in secondary vocational education: Information-processing type and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 13(4), 273-289.
- Westlund, J. K., Lee, J. J., Plummer, L., Faridi, F., Gray, J., Berlin, M., . . . Dyer, S. (2016). Tega: a social robot. Paper presented at the 2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI).
- Woods, W. A., & WA, W. (1977). Lunar rocks in natural English: Explorations in natural language question answering.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1997). Developmental phases in self-regulation: Shifting from process goals to outcome goals. *Journal of educational psychology*, 89(1), 29.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1999). Acquiring writing revision skill: Shifting from process to outcome self-regulatory goals. *Journal of educational psychology*, 91(2), 241.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (2002). Acquiring writing revision and self-regulatory skill through observation and emulation. *Journal of educational psychology*, 94(4), 660.

基于智能教育 APP 的课堂教学模式研究

Research on Classroom Teaching Model Based on Intelligent Educational APP

刘亚纯^{1*}, 罗文婧¹, 吴嘉瑶¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院*

1137843795@qq.com

【摘要】 智能教育 APP 是智能技术的重要载体, 如何运用智能教育 APP 赋能课堂变革是当下亟需解决的问题。该研究总结形成了智能教学 APP、智能评测 APP 和智能管理 APP 三类教育 APP, 其具有的支持多种应用场景、聚焦优质资源共享和关注新型技术运用等特征, 能够为课堂教学提供多元化内容呈现、动态化学情分析、情境化即时交互、个性化资源推送和系统化知识建构等功能支持; 同时, 构建出基于智能教育 APP 的可视化课堂教学模式、游戏化课堂教学模式和自适应课堂教学模式等三种课堂教学模式, 以期智能教育 APP 的健康有序发展提供有益指导, 从而有效助力教育高质量发展。

【关键词】 智能教育 APP; 课堂教学模式

Abstract: Intelligent educational APP is an important carrier of intelligent technology. How to use the intelligent educational APP to empower classroom changes has become an urgent problem to be solved. This research concluded and formed three types of educational APPs: intelligent teaching apps, intelligent evaluation apps and intelligent management APPs. Its main features include support for multiple application scenarios, focus on high-quality resource sharing, and focus on the use of new technologies. It can provide functional support for classroom teaching, such as diversified content presentation, dynamic chemical situation analysis, contextual real-time interaction, personalized resource push and systematic knowledge construction. At the same time, it builds three typical classroom teaching models based on the intelligent educational APP: visual classroom teaching model, games classroom teaching model and adaptive classroom teaching model, in order to provide useful guidance for the healthy and orderly development of intelligent educational APP to effectively contribute to the high-quality development of education.

Keywords: intelligent educational APP; classroom teaching model

1. 问题的提出

以 5G 网络、数据中心等为代表的新型基础设施建设正驱动各行各业数字化和智能化转型升级, 人工智能技术及其应用正逐渐融入人们的生产生活, 对教育领域产生了尤为深刻的影响。《新一代人工智能发展规划》明确提出“智能教育”, 指出要利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革, 构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系(教育部, 2017)。以人工智能技术为核心的教育平台和工具在课堂教学中作用逐渐凸显, 智能教育 APP 因其移动性和便捷性成为构建智能化课堂的首要选择, 尤其是经历了疫情时期大规模长周期的在线教学, 基于智能教育 APP 的多样化教与学方式快速普及, 成为了课堂教学变革的一种新常态。智能教育 APP 在教与学过程中的广泛应用在创新课堂教学方式、满足学生个性化学习需求和优化师生体验等方面发挥了积极作用, 但在具体实施过程中, 出现了智能教育 APP 课堂教学

应用理论指导模糊,功能作用不明晰,应用模式单一等问题。基于此,本研究通过对现有智能教育 APP 进行分析,发现其在课堂教学中的功能作用,并提出基于智能教育 APP 的课堂教学模式,以期为人工智能技术与课堂教学的深度融合提供理论指导和实践路径借鉴,破解智能教育跨越式发展的难题,同时也为智能教育 APP 的持续健康发展提供有益指导。

2. 相关研究述评

2.1. 教育 APP 的分析与研究现状

教育 APP 是指以教职工、学生、家长为主要用户,以教育、学习为主要应用场景,服务于学校教学与管理、学生生活以及家校互动等方面的互联网移动应用(教育部,2019)。2020 年初,突如其来的疫情使得原本就蓬勃发展的教育 APP 愈加繁荣,即便到了疫后时期,教育 APP 的火爆程度仍然只增不减。截至 2020 年 10 月 15 日,29 家中国 K-12 在线教育机构的 103 款 APP,在国内 7 大安卓应用平台累计总下载人次为 172.5 亿次。为促进教育 APP 有序健康发展,教育部制定并出台了《教育移动互联网应用备案管理办法》,目前已完成 605 家企业的 1300 个教育 APP 的备案工作(教育部,2020)。纵观已有研究发现,目前关于教育 APP 的研究热点大多涉及教育 APP 的理论分析、设计开发、学科应用和评价机制等方面。如徐鹏(2017)构建了包含学习环境特征、技术使用阶段和学科三个维度的立体教育类 APP 分类模型;赵梅等(2018)系统阐述了四种教育 APP 开发模式的演进过程,为教育 APP 开发实践提供参考;Klímová, Blanka (2017)探索了教育 APP 在外语教学方面的作用,重点阐述了教育 APP 在英语教学中的优势和局限性;Papadakis 等(2017)提出了从内容、设计、功能和技术质量四大方面评价教育 APP 在教育实践中的有效性。

综上所述,教育 APP 的管理与建设已逐步规范,但其存在着教学应用浮于表面、游离在课堂核心教学环节之外等问题。因此,如何促进教育 APP 与课堂教学深度融合,提升教育 APP 在课堂教学应用中的价值成效是亟待解决的问题。

2.2. 人工智能赋能课堂变革的现状与发展趋势

人工智能赋能课堂变革泛指利用人工智能技术为课堂教学赋予某种能量,实现人工智能与课堂教学的深度融合的过程。目前,关于人工智能教育赋能课堂变革的研究主要集中在研究综述、理论探讨、教学应用和教学评价等方面。在研究综述方面,如马璐等(2017)从对比国内外人工智能在基础教育中应用的研究现状及异同中得到启示;郭炯等(2020)通过分析国外人工智能教学应用研究现状,并提出了未来人工智能教学应用研究的发展方向。在理论探讨方面,如吴永和等(2017)构建了“人工智能+教育”的生态系统;张志祯等(2019)提出了人工智能与教育的三层次相互作用模型。在教学应用方面,人工智能技术支持的教与学模式初见成效,如人工智能教育机器人支持的新型“双师课堂”(汪时冲等,2019)、人机协同支持的小学语文写作教学模型(黄涛等,2020)和小学英语写作教学模型(杨华利等,2020)、智适应学习模式(李海峰等,2018)和 STEM 跨学科融合模式(唐烨伟等,2017)等。在教学评价方面,如刘清堂等(2019)构建了基于人工智能的课堂教学行为智能分析模型;孙众等(2020)构建了基于人工智能的课堂教学分析框架。

综上所述,人工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,但如何在课堂教学中合理有效地应用人工智能技术,创新课堂教学变革有待进一步探索。

3. 研究过程与方法

本研究综合运用文献研究、调查研究、理论演绎、内容分析等方法，按照“现状调研-理论探索-功能分析-模式构建”的研究过程，系统梳理了教育 APP 的研究现状与人工智能赋能课堂变革的现状与发展趋势，并以个性化学习理论和分布式认知理论为理论依据，分析了智能教育 APP 在课堂教学中应用的功能作用，构建出基于智能教育 APP 的可视化课堂教学模式、基于智能教育 APP 的游戏化课堂教学模式和基于智能教育 APP 的自适应课堂教学模式等三种典型模式。具体研究过程与方法如图 1 所示。



图 1 研究过程与方法

4. 智能时代教育 APP 的功能分析

4.1 智能时代教育 APP 的选取与分析

随着人工智能技术对教育生态系统的内生性变革作用不断凸显，人工智能技术已经成为助推教学变革的“利器”之一，深刻影响着学情分析、教学策略制定、教学资源选择、教学过程实施、教学评价和管理等具体的教学环节（郝祥军等，2019）。为促进教育 APP 有序健康发展，教育部等八部门联合印发了《关于引导规范教育移动互联网应用有序健康发展的意见》，随后，各省教育行政部门持续推进教育 APP 备案工作。本研究通过对已备案的智能教育 APP 名单进行系统分析，将现有的智能教育 APP 分为智能教学 APP、智能评测 APP 和智能管理 APP。具体如图 2 所示。

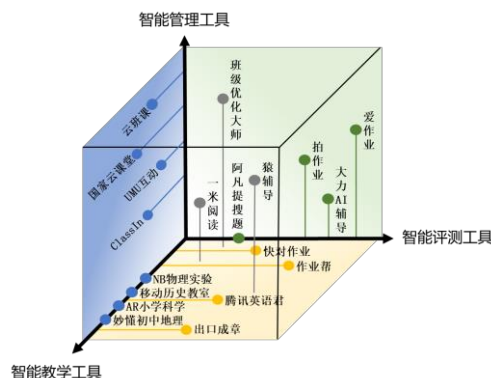


图 2 智能教育 APP 的分类

4.1.1. 智能教学 APP

智能教学 APP 是指能够辅助师生开展教学活动，并对活动中产生的数据进行即时记录和可视化分析的工具。学生可以进行资源浏览、视频观看、互动交流、开展探究等在线学习活动；而教师则可以进行推送资源、答疑指导、作业批改和家校互动等在线教学活动，如教育钉钉、NB 物理实验学生端、移动历史教室等。

4.1.2. 智能评测 APP

智能评测 APP 是指能够对学生的行为和学习过程进行诊断、评估和预测的工具。它可以快速定位班级和个人学情薄弱点,并对其成长轨迹进行可视化分析,使得教师能够设计并开展有针对性的教学活动,让学生能够明晰自身短板所在,可视化呈现教学成效,如小猿搜题、作业帮、大力 AI 辅导等。

4.1.3. 智能管理 APP

智能管理 APP 是指能够对某个系统或组织内部进行精细化管理的工具。通过对教与学过程的数据采集和分析,各教育主体能够精准把握和监测系统或组织内部的教学质量,从而进行基于数据的科学决策,为系统外部人员参与内部管理提供有效途径。如云校家、UMU 互动学习平台、班级优化大师等。

4.2 智能时代教育 APP 的主要特征

通过对智能教育 APP 进行系统分析,发现其具有支持多种应用场景,聚焦优质资源共享和关注新型技术应用等特征。

4.2.1. 支持多种应用场景

现有智能教育 APP 能够支持多样化教与学活动的开展,满足各教育主体的基本需求。学校能够结合自身实际情况,组合选用相关智能教育 APP 辅助教学、教研和管理评价,如某校采用班级优化大师管理和监测班级学情,辅以一米阅读、畅言晓学等进行学科教学,从而为该校构建智能化教育体系提供环境支撑,实现课堂教学生态的系统化变革。

4.2.2. 聚焦优质资源共享

大多数智能教育 APP 拥有丰富的在线学习资源,使得优质教育教学资源不再成为少数人的特权,从而增强智能教育的普惠性。面对教学资源分布不均衡的现状,智能教育 APP 能够将优质资源普及到世界各个角落,成为促进教育公平发展和优质资源共享的“利器”之一。如猿辅导借助数据挖掘和人工智能技术分析用户的海量练习数据,为每位学生定制基于真实能力的教学内容,在网络环境下便可获得全国范围的优质资源,从而实现真正的因材施教。

4.2.3. 关注新型技术运用

教育作为 5G、人工智能等新型技术率先应用的重要领域,智能教育 APP 就是其重要的表现形式之一,如 AR 小学科学借助增强现实技术,将小学科学知识难点、抽象概念逐个转化成浅显易懂、生动有趣的内容,让学生的学习变得更有趣,更简单。智能教育 APP 的发展要以技术创新为牵引,推进教育理念、内容、方法和治理的变革,从而促进教育高质量发展,达成技术生态与教学生态的双向融合。

4.3 智能教育 APP 在课堂教学中应用的功能分析

教育信息化 2.0 时代课堂变革的实质是人工智能赋能的课堂教学内生性革命(蔡宝来, 2019)。智能教育 APP 从用户主体需求的视角出发,注重其功能性的实用价值,并能够在现实环境中产生附加价值,能够为课堂教学的变革输入强大动力源,具有多元化内容呈现,动态化学情分析、情境化即时交互、个性化资源推送和系统化知识建构等五大功能。

4.3.1. 多元化内容呈现

教学内容是课堂教学的核心要素之一,教学内容的呈现方式与学习者的学习成效有一定的关系。智能教育 APP 能够支持教学内容的多元呈现,实现实体教材的电子迁移,促使抽象知识形象化呈现,以满足不同学习者对于不同学习形式的追求。智能教育 APP 提供多种

来源的教学资源，链接多处教学网站，支持学习者以 APP 为重要媒介，同步查看教材内容，精准筛选有效消息，以文本、视频、音频等多种形态助力有效学习的发生，并增加对主动学习的激励机制，推动学习者自主学习。

4.3.2. 动态化学情分析

学习是一个持续动态变化的过程，只有实时了解到学生在学习过程中的学习情况，才能从痛点出发，有针对性地开展课堂变革，逐步打造高质量课堂。智能教育 APP 能够即时采集、存储和集中学习者在学习过程中产生的多层面、多样化的数据，精细分析数据结果，为不同教育主体利用智能教育 APP 开展教学和学习奠定基础，实现智能教育 APP 的私人定制。

4.3.3. 情境化即时交互

知识的学习不是仅仅靠教师的讲授就可以掌握的，只有将知识与情境进行有效连通，创设认知背景，实现情理交融，才能打破知识的壁垒，助力学习者的深度理解。智能教育 APP 能够创设多场景、立体化的教学课堂，增强学习者的课堂学习临场感，为“教师与学生”、“学生与学生”、“学生与内容”以及“学生和自己”提供即时有效的交互。

4.3.4. 个性化资源推送

“新基建”的发展热潮之下，社会对应用型、复合型、创新型人才提出了新的要求，而这些均需要个性化教学的支持。智能教育 APP 能够利用人工智能技术，根据学习者的学情状况，依托 APP 个性推送符合学习者学习需求的相关资源，动态开放，瓦解传统课堂形态，在虚实结合之中，实现大规模个性化教学。

4.3.5. 系统化知识建构

自互联网时代以来，碎片化学习一度成为快节奏生活中的主流学习方式之一，但是随着时代的发展，碎片化学习存在的知识割裂问题愈加凸显。智能教育 APP 能够系统连接琐碎知识点，对知识进行归类整理，为学习者提供脚手架，促进学习者无意识知识建构和自然化思维形成。

5. 基于智能教育 APP 的课堂教学模式构建

5.1 模式构建的理论依据

5.1.1. 个性化学习理论

个性化学习是依据学习者的差异性，采取灵活方式满足学习者需求的学习（郑云翔，2014）。个性化学习的目标是“可因材施教”，即创设获取学习行为数据的教学情境、制定适切的培养方案以及进行可行的课堂实践（刘和海等，2019）。智能教育 APP 能为因材施教导向下的个性化学习提供内容载体及技术手段，主要体现在个性化学习行为的记录分析、个性化学习资源推送和个性化学习路径推荐，以及为精准助学和“可因材施教”提供依据。

5.1.2. 分布式认知理论

分布式认知理论认为认知的本性是分布式的，认知现象不仅包括个人头脑中所发生的认知活动，还涉及个体、技术工具之间通过交互执行某一活动的过程（Hutchins etc., 1998）。该理论认为认知分布于媒介、环境中，分布于个体间，分布于由多个个体、工具、环境组成的较复杂的系统中（周国梅等，2002），能较好地揭示智能教育 APP 支持个体、教师、其他学习者之间，以及个体与数字化学习工具、资源之间交互的特征，帮助我们根据教学需求，理解教学活动中个体内在认知和各种外在元素间的相互作用，从而推动课堂教学

从促进个体内在认知转向创新智能教育 APP 多样化教与学方式。

5.2 基于智能教育 APP 的课堂教学模式

本研究基于个性化学习理论和分布式认知理论，依据智能教育 APP 在课堂教学中的功能作用，提出三种基于智能教育 APP 的课堂教学模式。

5.2.1. 基于智能教育 APP 的可视化课堂教学模式

可视化课堂是借助图文等可视化方式将师生教与学的过程进行可视化表达的课堂形式。融入可视化技术的智能教育 APP 具有直观性和易操作性等特点，逐渐成为可视化课堂教学中的重要支持工具和学习资源，它借助 3D 环境、概念图、思维导图等形式，能够让教学内容的呈现由抽象变为具体，并转化为相应的教学活动内化到学习者的认知结构中，使隐性知识和思维路径具象化，帮助学生厘清知识点与知识点之间的关系，促进群体间知识共享，从而实现学生对知识和思维的系统化意义建构，达成对学生高阶思维能力的培养。具体教学模式如图 3 所示。

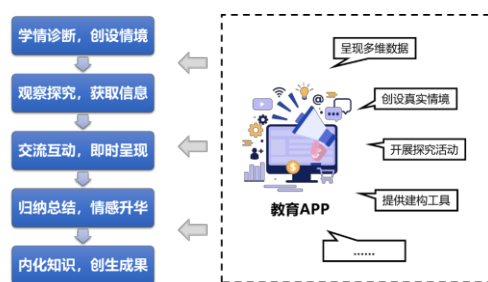


图 3 基于教育 APP 可视化课堂教学模式

(1) 学情诊断，创设情境

智能教育 APP 用图文等可视化方式呈现学生的学习情况数据，帮助教师快速诊断并了解学生知识目标达成情况，并能创设多样化且近乎真实的教学情境。

(2) 观察探究，获取信息

智能教育 APP 支持学生开展进阶式探究活动，学生能够在课堂中通过搜索和梳理罗列课堂知识，提取关键点，获取与课堂内容相关的知识。

(3) 交流活动，实时呈现

智能教育 APP 让师生能够在虚实融合的课堂环境中即时交互，并在课堂中呈现交互内容，增强学生的学习参与度和沉浸感。

(4) 归纳总结，情感升华

利用智能教育 APP 提供的知识建构工具，帮助学生厘清知识点之间的层级关系，实现对教学内容的提炼概括与归纳总结。

(5) 内化知识，创生成果

智能教育 APP 支持对学生思维活动所达成的情况进行监控、验证、反馈，根据学生的学习情况数据为学生精准推送拓展资源，有效内化所学知识，创生成果。

5.2.2 基于智能教育 APP 的游戏化课堂教学模式

游戏化课堂是将游戏的元素融入到教学活动的各个环节中，在游戏过程中伴随着知识探索、内化与生成的课堂形式。游戏化课堂教学能够让学生在轻松愉悦的学习氛围中潜移默化地达成对知识的深度理解，从而有效激发学生学习的内驱力。游戏化智能教育 APP 充分关

注学习者的体验与感受，以学习者现有知识水平为基础，通过进阶式的练习和闯关体验增加学生的沉浸感和参与感，在逐步完成具有难度梯度的进阶式任务的过程中有效达成教学目标，在竞争与合作中达成对学生学习能力的培养，从而实现真正意义上的寓教于乐。具体教学模式如图 4 所示。



图 4 基于教育 APP 游戏化课堂教学模式

(1) 呈现情境，明确任务

智能教育 APP 创设的游戏化教学场景，能够让师生以参与者的角色进入情境中，场景中对任务的描述有利于学生建立起对教学目标和教学内容的清晰认知，从而有效激发学生的学习兴趣。

(2) 竞争合作，探索尝试

在智能教育 APP 的支持下，学生能够开展对抗性的比赛或小组协作共同完成游戏任务，以获得积分或其他奖励等方式强化学生的参与感。

(3) 进阶练习，挑战提升

智能教育 APP 能够为课堂教学提供丰富且多样化的学习资源，针对学生基础游戏任务的完成情况推送不同难度等级的进阶任务，最大限度激发学生潜能。

(4) 反馈评价，总结反思

依托智能教育 APP 提供的总结报告，学生可以反思学习过程中的不足，了解自身知识点的掌握情况和薄弱处，有针对性地补足短板。

5.2.3 基于智能教育 APP 的自适应课堂教学模式

自适应课堂给予学习者充分的自主权，强调基于学生当前的学习水平、学习进度和学习状态，相应地调整学习内容和学习路径，使学习内容组成一个完整的系统，而非以往线性单一的知识学习过程。在人工智能技术的支持下，具有自适应功能的智能教育 APP 不但可以实现基于学习内容的自适应和基于学习评价的自适应，也使得学习过程自适应的实现成为可能。理解学生的认知起点和学习风格是自适应教学的逻辑起点，个性化内容推送和动态化路径规划是自适应教学的重要保障，实现学生个性而全面的发展的是适应教学的最终归宿。具体教学模式如图 5 所示。

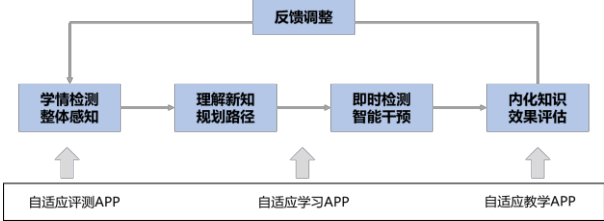


图 5 基于教育 APP 自适应课堂教学模式

(1) 学情检测，整体感知

在大数据技术的支持下,智能教育 APP 能够对学生的过程和学习行为数据进行精准个性化分析,了解学生的认知情况和学习风格,以便开展自适应教学。

(2) 理解新知,规划路径

智能教育 APP 支持检测学生学习缺陷,并能够预测学习速度,以此来为学生推送自适应的学习内容和学习资源,并规划学习的基本路径。

(3) 即时检测,智能干预

智能教育 APP 能够推送随堂检测练习题,即时掌握学生的知识掌握情况,对学生的学习活动进行干预,智能匹配学习资源并动态调整学习路径。

(4) 内化知识,效果评估

借助智能教育 APP 的自适应评测功能,能够对学生的知识技能、情感态度以及核心素养的达成情况等综合评价,不断优化学生的学习内容和学习路径。

6. 结语

智能时代创新人才的培养和教学模式与方法提出了新要求,智能技术的发展与应用为课堂教学创新发展提供了新的机遇,智能教育 APP 赋能下的课堂教学也呈现出新样态。本研究结合新冠疫情带来的教学方式变革,通过对智能教育 APP 进行系统分析,探索智能教育 APP 在课堂教学中的功能价值,构建出基于教育 APP 的可视化课堂教学模式、基于教育 APP 的游戏化课堂教学模式和基于教育 APP 的自适应课堂教学模式等三种基于智能教育 APP 的课堂教学模式,以期为智能教育的有效落地提供理论与实践参考。

参考文献

- 中华人民共和国教育部(2017)。国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知。
- 中华人民共和国教育部(2019)。教育部等八部门关于引导规范教育移动互联网应用有序发展的意见。
- 中华人民共和国教育部(2020)。教育 App 备案名单公告。
- 徐鹏(2017)。基于技术整合模型的教育类 APP 分类研究。《电化教育研究》,07, 71-76。
- 赵梅、杨文正、孙梦琴和马映梅(2018)。教育 APP 开发模式演进及发展趋势分析。《电化教育研究》,06, 90-97。
- 马璐和张洁(2017)。国内外人工智能在基础教育中应用的研究综述。《现代教育技术》,02, 26-32。
- 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》,02, 91-98+107。
- 吴永和、刘博文和马晓玲(2017)。构筑“人工智能+教育”的生态系统。《远程教育杂志》,05, 27-39。
- 张志祯、张玲玲和李芒(2019)。人工智能教育应用的应然分析:教学自动化的必然与可能。《中国远程教育》,01, 25-35+92。
- 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。
- 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》,02, 108-114。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 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。
- 李海峰和王炜（2018）。人工智能支持下的智适应学习模式。**中国电化教育**，**12**，88-95+112。
- 唐烨伟、郭丽婷、解月光和钟绍春（2017）。基于教育人工智能支持下的 STEM 跨学科融合模式研究。**中国电化教育**，**08**，46-52。
- 刘清堂、何皓怡、吴林静、邓伟、陈越、王洋和张妮（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。
- 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。
- 郑云翔（2014）。信息技术环境下大学生个性化学习的研究。**中国电化教育**，**07**，126-132。
- 刘和海和戴濛濛（2019）。“互联网+”时代个性化学习实践路径:从“因材施教”走向“可因材施教”。**中国电化教育**，**07**，46-53。
- 周国梅和傅小兰（2002）。分布式认知——一种新的认知观点。**心理科学进展**，**02**，147-153。
- 郝祥军、王帆和祁晨诗（2019）。教育人工智能的发展态势与未来发展机制。**现代教育技术**，**02**，12-18。
- 蔡宝来（2019）。人工智能赋能课堂革命:实质与理念。**教育发展研究**，**02**，8-14。
- Klimova, B. (2018). Mobile phones and/or smartphones and their apps for teaching English as a foreign language. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1091-1099. Papadakis, Stamatios & Kalogiannakis, Michail & Zaranis, Nicholas. (2017). Designing and creating an educational app rubric for preschool teachers. *Education and Information Technologies*, 22(6), 1-19.

协同理论视角下人机协同教学结构研究

Research on the Teaching Structure of Human-Machine Cooperation from the Perspective of Synergy Theory

贺平^{1*}, 马由然², 张晓婷³

¹ 天津大学教育学院, 天津大学教育科学研究中心, 天津大学附属小学

² 天津大学教育学院

³ 天津双菱中学

* hppeace519@163.com

【摘要】 随着社会智能化的发展, 人与机器协同工作将是未来工作形态的常态, 智能工具进入学校课堂, 不仅改变教师工作方式, 也改变了学生学习的方式。本文探讨了在协同理论三种核心原理的指导下人机协同的教学结构: 自组织原理指导下“人机协同学习共同体”的产生、支配原理下“人-机-人协作层”的产生、协同效应下“资源共享层”的产生, 并在此基础上构建了人机协同教学结构模式图。

【关键词】 人机协同; 教学结构; 自组织原理; 支配原理; 协同效应

Abstract: With the development of social intelligence, the collaborative work of humans and machines will be the normal state of work in the future. The introduction of intelligent tools into classrooms will not only change the way of teachers' work, but also the way of students' learning. This article discusses the teaching structure of human-computer collaboration under the guidance of three core contents of the synergy theory: the emergence of the "human-machine collaborative learning community" under the guidance of the principle of self-organization, the emergence of the "human-machine-human collaboration layer" under the principle of dominance, and the emergence of the "resource sharing layer" under the synergy effect. Based on this, a teaching structure model of human-computer collaborative teaching is constructed.

Keywords: Human-machine Collaboration, Teaching Structure, Self-organization Principle, Dominance Principle, Synergy Effect

1. 前言

社会发展的智能化是不可逆转的趋势, 人工智能与教育的融合也将不断深入, 人与智能工具协同工作完成教育教学也逐渐成为教育领域发展的必然趋势。

2. 协同理论指导下的人机协同教学结构

协同理论指导下的人机协同的教学呈现出与传统课堂教学不同的教学结构。教学结构是教育思想、教学理论、学习理论指导下的, 在某种环境中展开的教学活动进程的稳定结构形式, 是教学系统诸要素在课堂教学中的组合形式。协同理论认为复杂系统由多个子系统构成, 各子系统在能量、物质、信息等方面相互影响、制约与协作, 推动复杂系统由无序到有

序，并形成新的结构或产生整体效应。该理论的核心内容包括自组织原理、支配原理、协同效应。

2.1. 自组织原理指导下人机协同学习共同体的产生

自组织原理强调，复杂系统在没有外部因素影响下各子系统之间按照某种规则而自动形成相对稳定的结构或功能。人机协同教学系统中，教师（S）、学生（T）、智能工具（A）这三个子系统根据内部规则相互作用、有机整合，如制度规范、合作意愿、共同愿景、归属感等，最终形成“人机协同学习共同体”（图 2-1）。

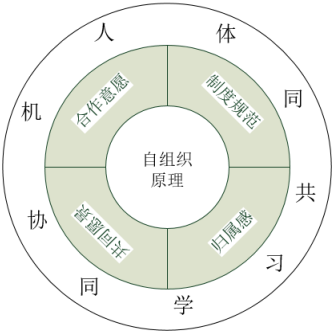


图 2-1 人机协同学习共同体

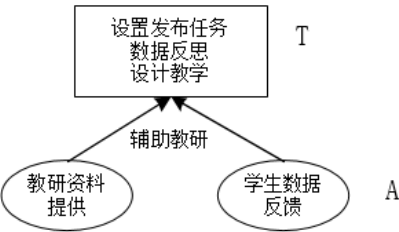
其中，制度规范是保证学习者学习有序进行的基本要求，也是系统稳定运行的基础；合作意愿是智能工具和师生开展协同工作的前提条件；共同愿景是师生希望达成的共同目标，即学生达到教学目标要求；归属感是某一个体对特殊群体及从属关系的规定、认同和维系的表现，直接影响着协同学习共同体的效果。

2.2. 支配原理下人-机-人协作层的形成

在人机协同学习共同体中，教师与智能工具的交互（T-A）、学生与智能工具的交互（S-A）、教师与学生的交互（S-T），形成三个协同作用层。

1.教师与智能工具层（T-A 层）：智能工具平台提供教研资料和学生数据，教师通过平台发布学习任务、获取平台反馈数据并进行教学反思，从而设计更科学、优质、高效的教学。

图 2-2 教师和智能工具交互（T-A 层）



2.学生与智能工具层（S-A 层）：智能工具平台支持学生自主学习，提供个性化、多元化的评价路径；学生通过与工具平台间的交互，学习课程要求的低阶知识，及时掌握个人学习行为数据。系统关于学习行为数据的监测、收集和处理，为学与教提供客观的数据支持。

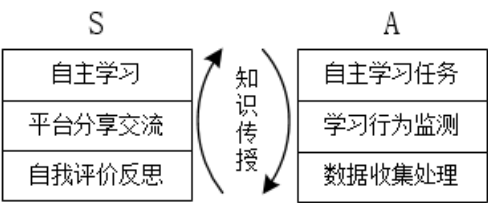


图 2-3 学生和智能工具层（S-A 层）

3. 学生与教师层（S-T 层）：智能工具平台打破了传统教学时间、空间的局限，师生交互可在教学前中后、课堂内外进行。学生提出问题，教师做出解答，教师根据学生的反馈再抛出问题，学生进行问题再解决，进而掌握知识内容，这一过程蕴含教师和学生的情感交流。

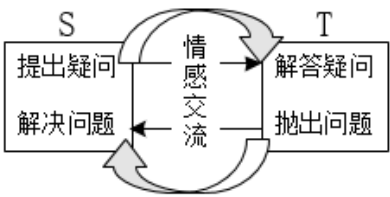


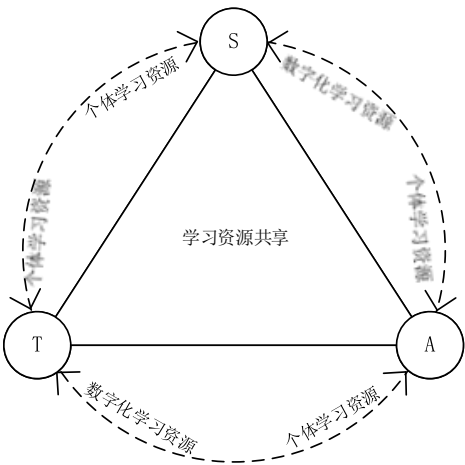
图 2-4 学生和教师交互层（S-T 层）

2.3. 协同效应下资源共享层的产生

协同效应指在复杂开放的系统中，大量子系统相互作用达到稳定状态，且产生大于子系统作用叠加的效果。智能工具平台提供数字化学习资源，师生个体大脑中的思想和知识即是

图 2-5 资源共享层

个体学习资源，如图 2-5。数字化学习资源通过智能工具平台被提供给教师和学生，师生个



体经过内化和自我建构转化为不同个体的内在知识，进而形成新的个体学习资源；教师和学生平台发表观点和所得，完成个体学习资源向数字化学习资源的再转化，进而再被其他个体学习与内化；教师与学生之间的对话交流，则是个体学习资源之间的互相转化。

3. 协同理论指导下的人机协同教学结构模型

[illegible]

— 1944 —

周健秋。协同教学方法及其在课堂教学中的运用。(Doctoral dissertation, 广西师范大学)。

学习投入研究进展及展望

Research Progress and Prospect of Learning Engagement

于潇¹, 魏艳涛^{1*}, 刘怡¹

¹ 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】学习投入是影响学生学习的重要特征变量之一，其研究热度仍在不断攀升。本文对相关文献在学习投入的概念、影响因素、测评、干预方面进行了详细分析：(1) 学习投入概念模型建构过程复杂多变，单一维度逐渐深入成为多维度、多层次展开。(2) 学习投入影响因素研究涉及多方面，内源性因素包含心理和生理因素，外源性因素包含家庭、教师、学校等多种因素。(3) 在学习投入度测评方面，研究主要分为两类，人工方法和自动化测量。(4) 有关学习投入干预的研究较少，目前以实证研究为主，学习投入干预将会是学者们下一步的研究重点。

【关键字】 学习投入；影响因素；学习投入度测量

Abstract: Learning engagement is one of the important characteristic variables that affect students' learning, and its research interest is still rising. This paper analyzes the concepts, influencing factors, evaluation, and intervention of learning input in relevant literature in detail: (1) The process of constructing the conceptual model of learning engagement is complex and changeable, and the single dimension gradually deepens into multi-dimensional and multi-level development. (2) The research on the influencing factors of learning engagement involves many aspects, endogenous factors include psychological and physiological factors, while the exogenous factors include family factor, teacher factor, school factor and other factors. (3) In terms of learning engagement measurement, the research is mainly divided into two categories: manual method and automatic measurement. (4) There are few studies on learning engagement intervention. At present, empirical research is the main focus. Learning input intervention will be the next research focus of scholars.

Keywords: Learning engagement, influencing factors, Learning engagement measurement

1. 前言

高质量的学习与学习投入的关系密不可分。国家中长期的教育改革和发展规划纲要中明确指出，要以学生为主体，以教师为主导，充分发挥学生的主观能动性。学生在学习过程中是否投入，投入了多少，恰恰是学生是否是学习主体这个核心问题的反映。无论是线上学习还是传统课堂，高度学习投入均对提高学习绩效具有重要作用。因此，学习投入成为了当前国内外教育领域的研究重点。

学习投入应该如何定义？影响学生学习投入的因素有哪些？应该如何测量学生的学习投入？在明确上述三个问题后，又如何根据测量结果对学习投入进行有效干预？关于学习投入的上述四个问题形成了学习投入研究的闭环，因此本文针对 2018~2020 年国内外学习投入

领域的相关文献进行了分析整理，追溯学习投入概念模型构建、学习投入影响因素、学习投入度测评、学习投入干预三个方面的研究进展。

本文的数据主要来源于中国知网和 Web Of Science (WOS) 数据库，在中国知网平台使用关键字“学习投入”进行搜索。同时在 WOS 平台中选择核心合集，使用“learning engagement”、“learner involvement”为主题进行搜索，经过筛选后以供分析的学习投入中外文文献分别为 181 篇和 325 篇。综合分析近三年国内外文献，学习投入的研究数量整体上呈上升趋势。就学习投入概念框架来看，学者们对概念界定仍未达到一致，使用最多的概念框架是 Fredricks 于 2004 年提出的三维结构，但近年来，学者们开始趋向于尝试构建不同学习场景、不同教学组织形式下的概念框架，且概念维度也在拓展，概念界定更加详实具体。就学习投入影响因素来看，研究仍关注来自于个体内部和外部两方面的因素影响。就学习投入的测量方式来看，仍以传统测量方式为主，但人工智能技术赋能学习投入测量的比重在不断增加，且开始重视多模态数据的综合测量分析。就学习投入的实证研究来看，文献数量在不断增加，但研究样本数量主要控制在一个班级的人数，缺少面向大规模样本的实证研究。

2. 学习投入概念模型

目前学习投入还未建立起成熟的理论体系，是教育领域的重点关注内容。早在上个世纪三十年代，Tyler 提出任务时间一词，八十年代，Pace 提出了“努力质量说”，Austin 提出“参与理论说”，开启了学习投入的研究。之后，Mosher 首先提出了学习投入理论，指出学习投入是个体在学习过程中表现出来的充沛精力、灵活性和积极情绪，是学习者领悟学习本质、沉浸学习过程的体现。至 1993 年，Jacobi、Kluger、Newman 等将学习投入解释为学习者为了增强对知识的理解以及提高自己的学习成绩，而在学习投入的努力、时间和精力。而后，2002 年 Schaufeli 提出学习投入是一种积极的学习态度，并将其划分为活力、奉献、专注度三个层面。2004 年 Fredricks 提出的三要素学习投入划分准则，是目前被广泛认可的维度划分，他将学习投入细分为情感投入、行为投入和认知投入。2016 年，Fredricks 等在三维框架的基础上增加了社交投入，也就是学生与同伴或教师的社会性互动。

学习投入本身复杂多元，国际研究者出发的角度也各有不同，例如 kuh 从行为视角出发，认为学习投入是学生在教育活动中付出的时间和精力，在有效的教育实践中付出的努力；Kahu 从心理视角出发，将学习投入定义为个体的心理状态，包括学习者的情感、认知和行为；Costes 从社会/文化视角出发，认为学习投入包含了与学习者体验相关的学业和非学业的环境。Christenson 认为行为投入是指学习者的注意力、努力和坚持程度；认知投入是指学习者在处理复杂情况时采用的认知策略，如强化加工策略而不是简单的记忆策略；情感投入是指学习者在任务完成过程中表现出的积极情绪，如产生兴趣。

近年来，学习投入理论模型研究也有了新的进展。例如，Zhoc 团队将学习投入划分为四个维度，这四个维度分别是学业、认知、社会、情感。Lin 团队将学习投入划分为技能、情感、表现、活动、态度五维度，赋予学习投入新的内涵。在新的投入理论体系中，学习投入被视为一种师生、任务、资源等因素影响的可塑状态，代表性理论框架是 ICAP (Interactive, Constructive, Active, Passive)，该框架认为互动性行为可以最大程度促进学习，其次是建构行为、主动行为和被动行为。

此外，还有不少学者开始尝试在不同学习场景下建构学习投入的概念模型。如张思 (2020) 基于 ICAP 框架和集体认知框架构建了面向在线学习协同知识建构的认知投入模型。

武法提（2018）通过梳理相关文献，构建了“互联网+”混合学习环境中的学习行为投入理论模型。根据上文所述，作者将内容依据学者的观点维度进行了整理，如表 1 所示。

表 1 学习投入概念

维度	时间	学者	观点
一维说	20 世纪 30 年代	Palph Tyler	任务时间
	1982	Pace	努力质量
二维说	1984	Astin	时间、精力（心力）
	2008	方来坛	情感、认知
	20 世纪 80 年代	Mosher	充沛精力、灵活性、积极情绪
三维说	1993	Jacobi、Kluger、Newman	努力、时间和精力
	2002	Schaufeli	活力、奉献、专注度
	2004	Fredricks	情感、认知、行为
	2012	Christenson	建构行为、主动行为、被动行为、互动行为
四维说	2016	Fredricks	情感投入、认知投入、行为投入、社交投入
	2019	Zhoc	学业、认知、社会、情感
五维说	2018	Lin	技能、情感、表现、活动、态度

3. 学习投入影响因素

学习投入是影响学生学习绩效的关键因素，设法提升学习投入是教育研究者和实践者普遍关注的话题，本文分别从内源性影响因素和外源性影响因素两个方面对影响学习投入因素研究现状展开分析。

3.1. 内源性影响因素

3.1.1. 生理因素

影响学习投入的生理因素主要有性别和年龄。关于性别对于学习投入的影响目前还没有定论。有研究表明，学习投入无明显的性别差异，但也有研究表明，在中小学课堂中，男生虽在师生交流的投入明显高于女生，但女生在小组协作的投入明显高于男生，可能因女生的责任心更强，较多担任小组长，更愿意参加小组活动。此外，在研究生学习中，男生的学习投入度比女生更好（王玲晓,张丽娅 & 常淑敏，2018），男生的科研专注更强，善于自我监控、自我调节和互动交流，在知识拓展和实践上更积极，有别于前人研究的“男女生无明显差别”。

有关学习投入年龄影响因素的研究中，多集中于一年级和毕业年级的学习投入差异。如在中学生阶段，三年级的学习投入要高于低年级学生，是因为毕业年级学生面临更大的升学压力，会将更多的精力放在学习上。低年级学生，则是将更多的精力投入人际关系、熟悉环境中去。同样在研究生阶段，研三学生对学业的认知更为清晰，学习投入度相对较高。低年级学生因缺乏课业和教师的约束，容易倦怠，学习投入度较低。

3.1.2. 心理因素

国内外学者们十分重视心理因素对学习投入的影响，影响学习投入的心理因素研究繁多。学者们的重点研究因素有：自我效能感、学习态度、基本心理需求、学业情绪、成就目标定向、感知教师支持等。

自我效能感是影响学习投入的重要因素之一，也是学者们的重点分析对象。通过分析近三年文献，笔者发现，研究自我效能感对学习投入影响的文章几乎涉及所有学习阶段。如，小学阶段，有学者研究智慧教室环境中学业自我效能对学习投入的影响。中学阶段，有学者研究藏族中学生自我效能感和成就目标、学习投入之间的关系（梁艳，2019）。高等教育阶段，有学者研究大学生自我效能感对学习投入的直接影响，也有学者研究自我效能感在大学生专业认同与学习投入之间的链式中介作用（贾绪计,蔡林,林琳 & 林崇德，2020）。可知，自我效能感不仅会对学习投入产生直接作用，而且会在其他因素间作为中介产生间接作用。如在感知教师支持与学习投入关系中，学业自我效能感和成就目标定向之间起链式中介作用，在流动儿童相对剥夺感与学习投入之间起中介作用。自我效能感也在学业情绪和学习投入之间起中介作用（林杰,刘衍玲 & 彭文波，2020）。

学习态度是学习者对学习活动中所涉及的各种对象的一种心理倾向。有学习投入研究表明，学习态度是影响跨学科研究生学习投入的重要因素，与学习投入呈现正相关。

在大学生学习投入的相关研究中，表明学业情绪从消极和积极两个方面对学习投入产生影响。积极的学业情绪促进学生对知识的探索，形成积极的学习态度，促使投入度提高。而消极学业情绪会影响学生的学习态度，阻碍学习。在中高年级学生学习投入研究中，消极学业情绪在感知教师支持与学习投入的关系间起中介作用，而积极学业情绪的中介效应并不明显。在流动儿童学习投入研究中，学者证实羞愧、焦虑、愤怒、等消极学业情绪能够促进学习投入。原因是流动儿童遇到困难较多，成就动机较强，他们勇于接受挑战，学习热忱高涨。在硕士研究生学习中，学习情绪可以理解为学术激情，某研究基于二元学术激情，即和谐-强迫型激情，探讨了研究生学习投入与学术激情的关系。此研究显示，无论是强迫型学术激情还是和谐型学术激情都能正向预测学习投入（林琳,杨丽 & 杨学博，2019）。

3.2. 外源性影响因素

3.2.1. 家庭因素

家庭是持续影响个体成长与发展的重要环境，在家庭情境中考察影响学习者学习投入的相关因素及其作用机制尤为必要。学者们重点关注家庭文化资本、家庭社会经济地位、父母教养方式等家庭因素。家庭文化资本可以具体化为体制化资本、客观化资本和身体化资本。研究表明，家庭文化资本对学习投入起直接的正向作用。而家庭社会经济地位作为典型的家庭客观背景因素是指家庭所处的社会位置，是根据家庭所拥有的社会资源而人为划定的，主要包含家庭月收入、父母受教育程度等指标（王敏慧，2020）。家庭社会经济地位直接影响学习投入，家庭社会经济地位高的学习者更容易在学习中保持一种积极的投入状态。家庭社会经济地位还会通过一系列中介变量间接影响个体发展。

根据相关研究显示，父母的教养方式也与中学生的学习投入呈现显著正相关。和责罚与控制的教养方式相比，包容、理解与温和的教养方式能让中学生面对学习任务时更加投入。个体如果受到更多的责骂，会对自己的能力产生怀疑，动摇信心，会不够主动的投入学习，学业表现也一般。研究还提到，自尊在父母教养方式与中学生学习投入之间起中介作用，父母教养方式可以通过影响中学生的自尊心影响学习投入。

3.2.2. 教师因素

教师也是影响学生学习投入的外源性因素之一。研究发现，师生关系通过影响留守儿童学生的情感，使学生发生心理变化，产生焦虑、孤独或者归属感、安全感，继而影响学生的学习投入。在研究生学习投入研究中，积极的师生互动对研究生的学习投入有正向预测作用，但消极的师生关系对研究生的学习投入影响不明确。师生关系中包含多种影响因素，如教师

激励风格、教师教学实践、师生交互距离、教师反馈等，都可直接或间接通过影响师生关系影响学习投入。

如教师激励风格包括支持自主型和控制型。研究结果显示，支持自主型对学生学习的内部动机有显著的积极影响，对学习投入有明显的促进作用，控制型对学生学习的外部动机有正向预测作用，但对学习投入无显著影响（潘星竹，2018）。

此外，学生认为教师的反馈可以帮助他们消除疑虑、理解自己的错误，还可以帮助他们判断自己是否走上了正确的学习道路（Mu, S. Chai, S. Wang, H. & Chen, Y, 2019），从而进一步影响学习投入。教师支持策略对情感投入和行为投入无显著差异性影响（沙景荣, 看召草 & 李伟, 2020）。还有研究分析教师的课堂教学实践对学生学习投入的影响，研究表明，支持低自主性学习的教师，学生的期望没有得到满足，学习投入度低，相反，高度自主班级的学生学习高度投入。

3.2.3. 学校因素

学校是学生主要的活动空间，学校的环境、氛围都会影响学生的学习投入，学生对学校的认同感和归属感与学习投入正相关。研究表明，重点学校的中学生学习投入明显高于普通学校的中学生。重点学校的中学生，学习精力更加集中，面对学习困难也更加坚韧；重点学校的中学生有更加扎实的基础知识，学习意识更加主动；重点学校的师资水平、教师素质也更高，学校制度更加完善。这些都是重点学校中学生的学习投入高于普通学校的原因。

作为物理空间之一的教室，也可以对学生的学习动机和注意力产生积极的影响。目前开始有研究探讨影响学生投入的建筑设计因素，尤其是在旧建筑中学习的学生搬迁到新学校建筑中去后对学生学习投入的影响。研究表明，在一座开放、舒适、噪音低、安全的建筑里，学生在每天 7-8 小时的学习中能够获得更好地学习体验，学生的学习更加投入。

3.2.4. 社会因素

学习投入首先发生在学生个体身上，我们在个体水平上分析学习投入，但同时个体也受所处的社会和文化脉络特征的影响。如徐锦芬等人指出学习者投入不仅与学习者的认知加工有关，还受到环境中社会因素的影响。换言之，个体的学习投入与所处的环境密不可分，就课堂学习而言，学习投入产生于个体与课堂情境的交互中。这与社会认知的观点一致。但因为学习场景的限制，目前少有学者专注于研究学生学习投入的社会影响因素。

4. 学习投入度评测

4.1. 人工评测方法

4.1.1. 自我报告

此类测量方法无疑是有用的，学习者会在报告中回答自己的投入程度，例如兴奋或是厌倦、注意力集中或是注意力分散。但是此类方法也有其众所周知的局限性。学习者判断的标准可能会受到主观意识的影响。例如，有的学习者认为没有投入学习的行为是与众不同的，而有的学习者会认为没有投入学习的行为是不应该的。因此学生问卷的回答可能与真实情况不相符。而且此类方法可能会受到最初记忆和最近记忆效应的影响，并且学习者对投入程度的理解也是不同的。

4.1.2. 外部观察者报告

投入度人工评测的另一种方法是由教师等外部观察者填写问卷，这些问卷旨在说明学生参与程度。问卷内容可以是：学习者有认真完成作业吗？学习者有积极回答问题吗？学习者有积极参与讨论吗？虽然观察清单和等级量表很有用，但是他们仍非常原始。在线学习中，

外部观察者报告受到学习者规模庞大、师生时空分离、需要学习者和观察者付出大量的时间和精力等缺陷的限制。

4.2. 自动评测方法

人工智能提供了一种前景，即基于计算机视觉的自动感知方法通过分析来自面部表情、身体姿势、头部姿势的表现，不引人注意地估计学习者的投入程度。这种方法具有非接触、非侵扰、低成本以及实时性好的优势。

表情是一种重要的学习投入识别渠道，如 Zeng 等人提出的情感分析系统，是基于人脸表情识别分析课堂视频的可视化分析系统，该系统可以帮助教师和家长快速的了解学生在课堂上的投入情况。Manseras 等人也提出了一种利用面部表情特征对学生投入进行分类的系统，该系统包括多人脸检测、人脸动作单元提取和分类模型。在学习投入识别领域，基于深度学习的特征学习方法热度不断攀升，如在 Li 的研究中，他们使用了监督机器学习算法 SVM 模型来区分学生的投入状态和不投入状态（Shan, L. A. Spl, A. Jz, A. Hw, B. & Hc, B, 2020）。Guhan 等人则使用了一种新的半监督多模态 GAN 框架检测视频对话中的投入（Guhan, P., Agarwal, M., Awasthi, N., Reeves, G., & Bera, A., 2020）。

除视觉线索外，还有来自体态、眼动、生理测量数据的线索可以帮助自动识别学习者学习投入。如 Wang 等人提出了一种新的用于远程心率估计的双流卷积神经网络，是一种从面部视频中估计心率(HR)的非接触方法。如 YUE 等人提出了一个综合框架，从情感、行为和认知状态三个方面来识别学习投入，并且使用了来自非侵入性且成本有效的眼动跟踪器的眼动信息（Huei, Y. C., 2015）。如 Sharma 等人提出了一个系统通过笔记本电脑中典型的内置网络摄像头提供的头部运动信息来检测学生的参与程度（Sharma P, Joshi S, Gautam S, 2019）。

除以上单信息通道的学习投入自动识别方式外，还有基于多模态数据的学习投入评测。“多”指的是“多样化”，意味着广泛获取的数据源；“模态”代表“形态”与“模式”。其中“形态”是用于传达和获取定义数据交换的信道类型；“模式”是指信息的上下文的状态（张琪, 武法提, 2016）。学习投入的多模态数据，包括学习行为（序列）、肢体动作、面部表情、眼动、脑电、事件相关电位、皮肤电反应、心电、红外光谱等。

自动投入识别可以应用于多方面：自动辅导系统中可以像优秀教师那样，使用实时反馈的投入信号来调整他们的教学方法；在线教育中的人类教师可以实时的获得关于其授课学习者投入度的反馈，打破在线教育中时空分离不能实时反馈的弊端；教育研究人员可以获得大量的真实的有关学习者课程投入的数据来挖掘影响学习者投入的原因和变量，并通过影响变量的方式来促进学习者的学习投入；教育机构可以通过检测学习者的投入度，并在为时过晚前进行有效干预（马志强 & 岳芸竹, 2020）。

5. 学习投入干预

有关学习投入的干预方案，学者们更多的是对于某一影响因素进行针对性干预，学者会选择特定的被试对象，在整个实验过程中设置实验组与对照组，对两组分别进行前测、后测。干预方案一般由学者自行设计，主要的检测方法是回答问卷，也有学者同时采取访谈法等。如有学者对学习投入与学习动机以及高中生生涯成熟度之间的关系进行了分析，并且对研究对象进行了团体辅导干预（冯宇，2020）。在此实验过程中，测量方式主要使用的是问卷调查法。同样，在某学者在研究初中生感恩倾向与学习投入的关系并进行干预时，也使用了问卷调查法进行检测。也有研究者在初中生感知学校气氛与学习投入关系的干预研究中，主要使用了访谈法。此外，除处理实验前测数据以及后测数据外，研究者们还会采取其他量化结果作为辅助依据，如在初中生自主学习与学习投入的干预实验中，研究者同时采用了学生期中考试成绩作为实验结果的依据之一（Oliveras-Ortiz, Y., Bouillion, D. E., 2020）。

干预实验一般会出现比较明显的效果。如在刘在花等人进行的流动儿童学习投入教育干预实验中，对实验组与对照组的差值进行独立样本 *t* 检验，结果表明，实验组学习投入各维度及其总分显著高于对照组。国外有团队针对学习投入干预做了专门的研究，其研究结果表明在学习科学和社会心理学学习投入干预中有一个至关重要的原则：情境很重要（Kizilcec, R. F., Reich, J., Yeomans, M., Dann, C., Brunskill, E., Lopez, G., Turkay, S., Williams, J. J., & Tingley, D.）。除此之外，文章提供了一种新的干预思路：除了在多种情况下测试干预措施的大规模研究之外，还应对干预措施不断完善和修改，以支持不同背景下的特定人群。

6. 总结与展望

6.1. 国内外学习投入度研究侧重

笔者在查阅大量国内外文献的基础上，对国内外学习投入研究的侧重点进行了总结：目前，国外研究更侧重于学习投入的测评，注重研究新的测评模型和技术，如 Yoong Cheah Huei 的 ISLEDF 模型、Giulia Perugia 的 ENGAGE-DEM 投入模型（2018）等，同时也侧重于各种新型硬件工具在真实课堂中用以提高学生投入的实践。而国内研究更侧重于研究学生投入的影响因素，并且分析学习投入影响因素的研究趋势也在不断变化，由以往的分析单种因素转为目前分析多种因素对学习投入的共同作用。此外，目前国内的研究也开始侧重于不同教学模式、教学环境中影响因素的分析。

6.2. 学习投入度评测指标模型的构建

教学模式的变革与创新，也使得没有一个唯一的适用于所有教学模式的学习投入评测指标。在研究人员评估拟议的干预措施的效果时，也因没有一套明确的投入指标而无法衡量实验结果。因此，学者们开始探索构建不同教学组织形式下最适宜的学习投入评测指标模型。其中，混合式教学、在线学习以及翻转课堂这三种教学方式下学习投入指标模型构建的热度不断攀升。如在线学习中，有研究基于在线学习数据和反馈学习行为投入数据，确定了持续性、反思性、主动性和专注性作为学习行为投入的水平评估维度（况姍芸,李颖,蓝琰,陈菁竹 & 何敏, 2019）。

6.3. 学习投入测量方法的变革

国内学习投入的测评多采用问卷量表的方式，研究者大多采用测评量表是 Schaufeli 等编制的《学习投入量表》和方来坛等人根据《学习投入量表》编制的《中文版学习投入量表》（2008），也有研究者采用自制的学习投入问卷，如汪雅霜等编制的《我国大学生学习投入度

调查问卷》。问卷量表的方法虽易于获取数据并且适合大规模的实验。但因其容易受到被试主观性问题的影响，其实验结果不够准确、精密。从而易导致后续多种问题。基于计算机视觉的学习投入自动测量无佩戴仪器的不适感，不会给学习者造成压力，也适宜学习投入的动态性和复杂性，能进行随时精准测量，因此未来研究者可能会采取学习投入自动化测量方法。

6.4. 基于虚拟现实技术的学习投入研究

能够提供完全沉浸式体验的虚拟现实技术成为一个新的研究热点，教育界也意识到虚拟现实技术的好处，不少学者开始研究虚拟现实技术在教学中的应用，以达到更好地教学效果。虚拟现实技术如何提高学生学习投入也已成为学者们值得关注的问题，综合分析各个学者的研究成果，已有部分学者开始基于虚拟现实技术研究学生的学习投入，包括沉浸式虚拟现实游戏中的投入测评以及虚拟现实中影响被测者投入的因素等。

参考文献

- 马志强 & 岳芸竹(2020)。面向即时数据采集与分析的学习投入纵向研究——基于经验取样法与交叉滞后分析的综合应用。 *电化教育研究*,04,71-77。 doi:10.13811/j.cnki.eer.2020.04.010。
- 王玲晓,张丽娅 & 常淑敏(2018)。中考考生家庭社会经济地位与学习投入的关系:父母教育期望和父母教养行为的多重中介作用。 *中国特殊教育*,12,75-81。 doi:CNKI:SUN:ZDTJ.0.2018-12-013。
- 冯宇(2020)。 *高中生生涯成熟度、学习动机和学习投入的关系及干预研究*(硕士学位论文,华中师范大学)。
- 况姍芸,李颖,蓝琰,陈菁竹 & 何敏(2019)。在线学习投入研究进展述评。 *教育信息技术*,11,3-9+15。 doi:CNKI:SUN:JYUX.0.2019-11-005。
- 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。 doi:10.13811/j.cnki.eer.2016.09.012。
- 沙景荣,看召草 & 李伟(2020)。混合式教学中教师支持策略对大学生学习投入水平改善的实证研究。 *中国电化教育*,08,127-133。 doi:CNKI:SUN:ZDJY.0.2020-08-018。
- 林杰,刘衍玲 & 彭文波(2020)。大学生学业情绪与学习投入的关系:学业自我效能感的中介作用。 *中国特殊教育*,04,89-96。 doi:CNKI:SUN:ZDTJ.0.2020-04-014。
- 林琳,杨丽 & 杨学博(2019)。研究生学术激情与学习投入的关系研究。 *学位与研究生教育* 02,30-34。 doi:10.16750/j.adge.2019.02.006。
- 贾绪计,蔡林,林琳 & 林崇德(2020)。高中生感知教师支持与学习投入的关系:学业自我效能感和成就目标定向的链式中介作用。 *心理发展与教育*,06,700-707。 doi:10.16187/j.cnki.issn1001-4918.2020.06.08。
- 梁艳(2019)。 *藏族中学生成就目标与学业自我效能感、学习投入的关系研究*(硕士学位论文,中央民族大学)。
- 潘星竹(2019)。 *网络学习空间中教师激励风格对学习投入的影响研究*(硕士学位论文,东北师范大学)。
- G. Perugia, M. Díaz-Boladeras, A. Català-Mallofré, E. I. Barakova and M. Rauterberg, "ENGAGE-DEM: A Model of Engagement of People with Dementia," in *IEEE Transactions on Affective Computing*, doi: 10.1109/TAFFC.2020.2980275.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Guhan, P. , Agarwal, M. , Awasthi, N. , Reeves, G. & Bera, A. (2020). *ABC-Net: Semi-Supervised Multimodal GAN-based Engagement Detection using an Affective, Behavioral and Cognitive Model*.
- Huei, Y. C. (2015). *Student engagement and learning using an Integrated Student-Lecturer Engagement Design Framework*. International Conference on Teaching. IEEE. aching. IEEE.
- Kizilcec, R. F., Reich, J., Yeomans, M., Dann, C., Brunskill, E., Lopez, G., Turkay, S., Williams, J. J., & Tingley, D. (2020). Scaling up behavioral science interventions in online education. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(26), 14900–14905. <https://doi.org/10.1073/pnas.1921417117>
- Mu, S.,Chai, S.,Wang, H. , & Chen, Y. (2019). *Real-time analysis method and application of engagement in online independent learning*. IEEE Access, PP(99), 1-1.
- Oliveras-Ortiz, Y., Bouillion, D. E., & Asbury, L. (2020). *Learning Spaces Matter: Student Engagement in New Learning Environments. Journal of Education*. <https://doi.org/10.1177/0022057420908062>
- Shan, L., A. Spl, A., Jz, A., Hw, B., & Hc, B. (2020). *Automated detection of cognitive engagement to inform the art of staying engaged in problem-solving - sciencedirect*. Computers & Education, 163.
- Sharma, P., Joshi, S., Gautam, S., Filipe, V. & Reis, M. (2019). *Student engagement detection using emotion analysis, eye tracking and head movement with machine learning*.
- Yue, J., Tian, F., Chao, K., M. Shah, N. & Zheng, Q. (2019). *Recognizing multidimensional engagement of e-learners based on multi-channel data in e-learning environment*. IEEE Access, 7, 1-1.

我国人工智能教育研究现状与趋势分析

Research status and trend of artificial intelligence education in China

董辉^{1*}

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

*954726340@qq.com

【摘要】 人工智能与教育的融合为时代人才提供了一条新的培养路径，为了解当前国内人工智能教育的研究现状，明晰我国人工智能教育的未来发展方向，本文通过分析国外人工智能教育相关文献，以 CNKI 数据库 390 篇与主题相关的文献作为数据样本，从文献时间分布、关键词频度、关键词聚类、时间线图切入，利用 CiteSpace 知识图谱软件对样本进行处理，梳理了国内人工智能教育研究现状与研究趋势，以期为我国人工智能教育的进一步发展提供参考。

【关键字】 人工智能教育；人工智能；知识图谱；CiteSpace

Abstract: The fusion of artificial intelligence and education provides a new training path for talents of The Times. In order to understand the current domestic research status of artificial intelligence education and clarify the future development direction of artificial intelligence education in our country, this paper analyzes the domestic literature related to artificial intelligence education. Taking 390 papers from CNKI database related to the topic as data samples, CiteSpace knowledge map software was used to process the samples from the perspective of literature time distribution, keyword frequency, keyword clustering and time plot, and then the status quo and research trend of artificial intelligence education were summarized. It is expected to provide reference for the further development of artificial intelligence education in China.

Keywords: Artificial intelligence education, Artificial intelligence, Knowledge graph, CiteSpace

1. 引言

人工智能最早可以追溯到 20 世纪 50 年代的达特茅斯会议，McCarthy 在此会议中首次使用了人工智能这一概念(Sabharwal & Selman, 2011)。人工智能的发展之路并不平顺，甚至多次跌入谷底，随着深度学习、云计算、大数据等技术的演进，人工智能才又一次站在了世界技术浪潮之巅(Pan, 2016)。面对人工智能热潮，世界各国先后出台了多项政策与战略文件。在 2017 由国务院所颁布的《新一代人工智能发展规划》这一文件中指出，我国必须加速建立人工智能的创新体系、创新平台，实现人才培养以及基础设施的智能化建设(国务院, 2017)。

我国社会各领域都已经出现了人工智能的身影。就教育领域而言，当前技术与教育的融合发展愈演愈烈，机器学习、学习分析、语音识别等人工智能技术在教育“减负增效”中发挥了重要作用，也为教育信息化 2.0 环境背景下的智慧教育提供了新实践(任友群、冯仰存和郑旭东, 2018)。在推进我国人工智能在教育应用的进程中，亟需厘清当前国内人工智能教育

的发展动态与研究热点，从而明确人工智能教育的未来发展趋势，深化人工智能的融合应用、加快实现人工智能赋能人才的培养并为以后相关研究提供参考。

2. 数据与方法

2.1. 数据来源

本研究的文献数据来源于中国知网，以“主题”=“人工智能教育”或者“关键词”=“人工智能教育”进行检索，限定核心期刊，时间段为 2010 年 1 月至 2020 年 12 月，去除重复文献、剔除报道、会议通知、会议述评、人物介绍等无关论文后，共得到 390 篇文献作为本研究的国内数据样本。

2.2. 研究方法

随着近年来文献统计学的发展，可视化信息处理软件为处理文献数据提供了新的方法，通过知识图谱分析，能够将原本错综复杂的文献关系转变为易被理解的可视化图谱，从而获得领域内的研究热点，为未来发展提供参考。本文以陈超美教授所开发的文献计量软件 CiteSpace 为研究工具，基于关键词词频分析、知识图谱分析、聚类分析等对样本文献展开了分析与总结。

3. 我国人工智能教育研究现状

3.1. 论文发文数量分析

从图 1 所示的发文数量以及变化趋势来看，从 2017 年开始我国人工智能教育的研究数量开始稳步增加，态势发展较好，反映了近年来我国对人工智能教育重视程度的不断提高，预示着我国对人工智能教育的研究也将持续深入。

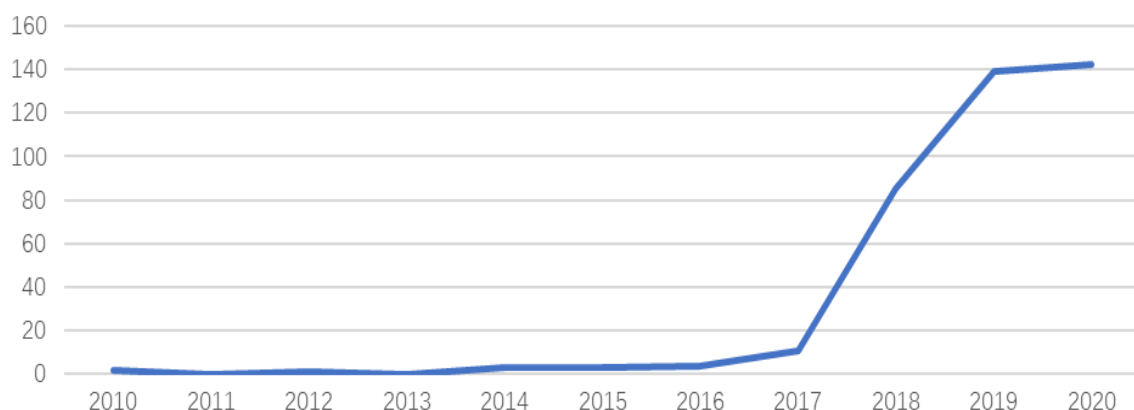


图 1 教育人工智能论文发文数量分布

3.2. 关键词共现分析

关键词是对文章内容的一种提炼与总括，能够反映文章的核心内容，因此通过关键词共现分析，可以揭示研究内容之间的联系(袁媛、柳叶和林静，2015)。我国处于词频前 15 和中心度前 15 的关键词如表 1 所示。其中，排名前 5 位的为人工智能（176 次）频次最高、第二位是智能教育（22 次）、第三位是教育（14 次）、第四位是大数据（13 次）、第五位是高等教育（12 次），可以看出这些关键词代表的研究方向受到了学者的关注，与此同时通过高频关键词推断，我国主要关注人工智能在高等教育与职业要阶段的研究，并着重通过技术应用实现人才培养与教育变革。中心度可以描述关键词在演化中的重要性，其中中心度排名前五位分别为人机协同（0.9）、智能教育（0.73）、智能教学系统（0.73）、教育

(0.55) 以及变革 (0.4)，人机协同中心度高达 0.9，这说明人机协同在整个网络结构中处于最重要的地位，连接人工智能教育领域各研究热点的作用明显。基于关键词的相关研究文献共现知识图谱如图 2 所示。

表 1 词频与中心度前 15 的关键词

排序	频次	关键词	排序	中心度	关键词
1	176	人工智能	1	0.9	人机协同
2	22	智能教育	2	0.73	智能教育
3	14	教育	3	0.73	智能教学系统
4	13	大数据	4	0.55	教育
5	12	高等教育	5	0.4	变革
6	12	人才培养	6	0.37	人工智能时代
7	12	智慧教育	7	0.33	教育信息化 2.0
8	11	职业教育	8	0.32	深度学习
9	8	教育应用	9	0.29	高等教育
10	8	人工智能+教育	10	0.24	职业教育
11	7	教育变革	11	0.2	人工智能+教育
12	7	变革	12	0.19	人工智能应用
13	7	人机协同	13	0.15	大数据
14	6	深度学习	14	0.15	教育信息化
15	6	教育人工智能	15	0.15	未来教育

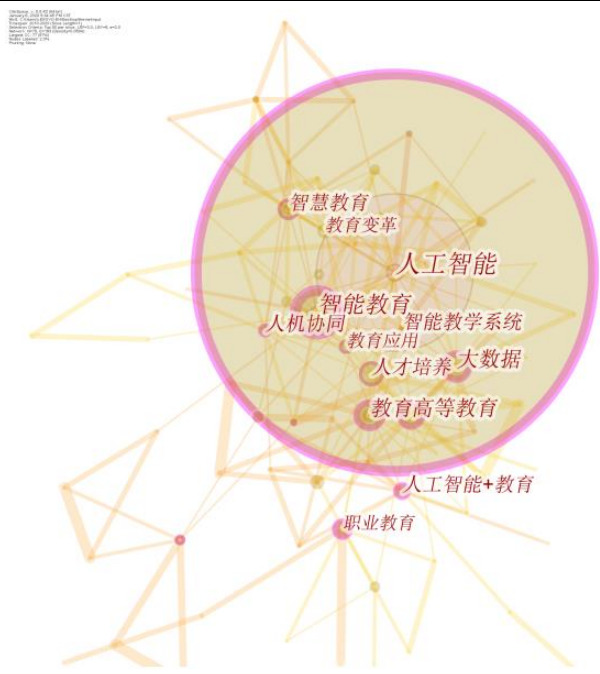


图 2 关键词共现知识图谱

3.3. 关键词聚类分析

本研究将数据样本通过 LLR 进行聚类后得到的聚类视图如图 3 所示，共得到 7 个聚类，其分别为技术框架（聚类 0）、人工智能教育（聚类 1）、教育应用（聚类 2）、教育大数据（聚类 3）、人工智能时代（聚类 4）、教育信息化 2.0（聚类 5）、人才培养（聚类 6）。

在聚类中，LLR 越大的词越具有对这个聚类代表性，在分析各个聚类时为了更好的体现领域研究热点，关键词均按照 LLR 值进行降序排列。

聚类 0，技术框架。共包含 13 个节点，关键词包括技术框架、人工智能教育应用、云计算、智能教学系统、教育人工智能、大数据、互联网+教育、三维计算、计算机辅助教学、物联网、干预、专家系统、学习障碍、计算机教育应用、媒体工具、新兴信息技术、auto-tutor 等等。

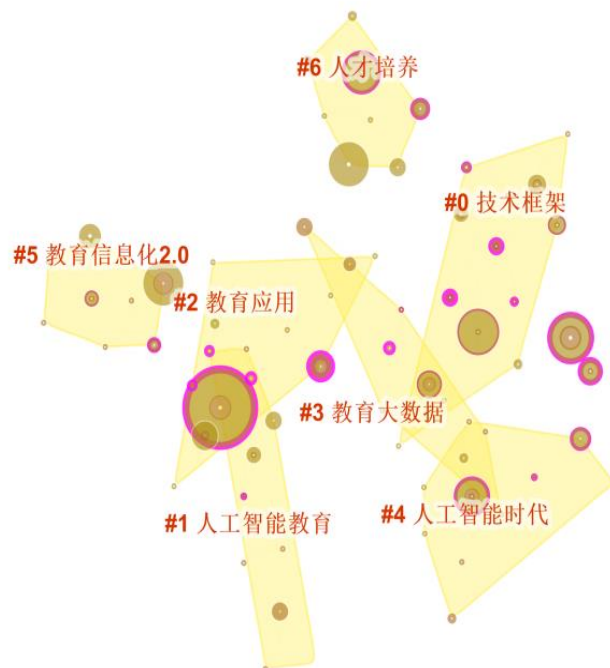


图 3 人工智能教育关键词聚类视图

聚类 1，人工智能教育。共包含 11 个节点，关键词包括人工智能教育、5G+AI、人工智能课程、中小学、在线学习、自适应学习、实施策略、智能教育、区块链、应用生态、无人机、目标定位、智能教师、创新型国家、5G、虚拟现实、教育冲击、未来学习场景。

聚类 2，教育应用。共包含 10 个节点，关键词包括教育应用、融合、课堂教学、生态系统、边缘计算、教师教育、人机协同、编程能力、教育出版、脑机交互、技术赋能、AI 课程与教学、世界一流大学、智能教育机器人、教师专业发展、AI 教育、自动化测评。

聚类 3，教育大数据。共包含 9 个节点，关键词包括教育大数据、学习分析、人工智能+教育、个性化学习、学习空间、儿童编程教育、元认知、精准教学、开放学习者模型、个性化教学、教育+人工智能、研究进展、数据挖掘、深度融、人机协作、宽度学习、教育数据挖掘、伦理风险、“教育+人工智能”生态系统、学习者画像分析。

聚类4，人工智能时代。共包含9个节点，关键词包括人工智能时代、职业教育、终身学习、改革路径、专业设置、大数据智能、自主智能系统、一流本科教育、素质培养、创新策略、产教融合、跨媒体智能、跨媒体学习、教育管理、智能图书馆、研究性学习、完整性、高等会计教育、实质、会计职业。

聚类5，教育信息化2.0。共包含8个节点，关键词包括教育信息化2.0、智慧教育、教育信息化、教育变革、挑战、教育现代化、stem教育、实践路径、人工智能与教育学、对策、美国人工智能战略、创新发展、机器智能、人工智能发展规划、教育创新、治理现代化、混合智能。

聚类6，人才培养。共包含8个节点，关键词包括人才培养、高等教育、学科、创新原理、基础教育、科学素养、价值教育、学科发展、机器人教育、科技创新、课程教材、泛在学习、自由全面发展、学习、课程体系。

总体来看，多数聚类关键词均在2017年后出现，并在近年来研究数量不断增长，进一步反映了“人工智能教育”这一领域的前沿性。与此同时如图4所呈现，时间线视图也反映了这一现状。

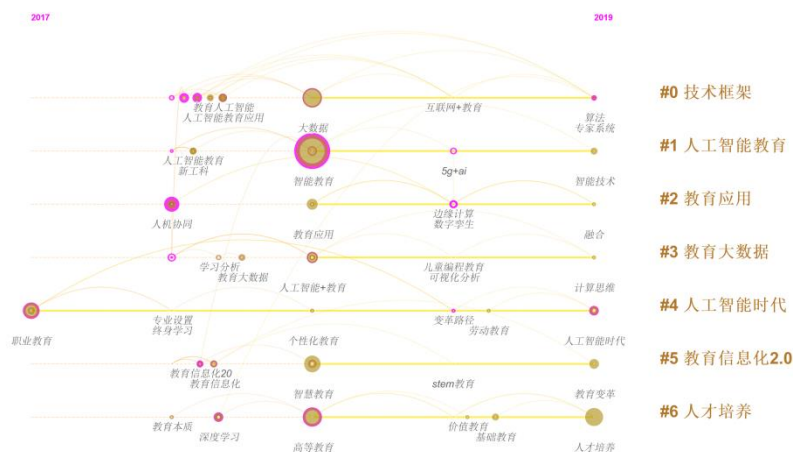


图4 人工智能教育时间线视图

4. 我国人工智能教育研究热点

随着国际人工智能发展热潮的推进，我国也跨入其中，逐步开始了人工智能教育的研究。虽开展人工智能教育研究的时间较晚，初期阶段的研究也比较分散，但我国的起势快，发展迅速，近几年来国家多次颁布了人工智能教育的相关政策，我国人工智能教育研究也步入了一个全新的阶段，逐渐成为了一个相对成熟的研究领域。本文基于已有的分析，在进一步归纳总结的基础上，发现我国人工智能教育的研究热点主要包含以下几方面。

4.1. 人工智能教育的理论研究

从已有的文献来看，当前我国对人工智能教育的理论研究主要集中在人工智能教育的内涵界定、发展途径、技术框架等。人工智能作为一门跨学科领域，所渴望的是通过技术来模拟人脑的智能，进而模拟人类的行为(Luckin & Holmes, 2016)，而人工智能教育便是人工智能与教育融合的结果。在人工智能教育的内涵界定上，祝智庭、彭红超和雷云鹤(2018)认为人工智能在教育中的深度应用可以理解作为一种智能教育，并基于此衍生出了三种不同的教育形式：智能技术支持的教育、学习智能技术的教育以及促进智能发展的教育。在人工智能技术

框架这一方面，国内学者杨现民、张昊、郭利明、林秀清和李新(2018)提出了以“教育数据层、算法层、感知层、认知层和教育应用层”为内容的技术框架，徐晔提出了“教育数据层、深度学习层、教育应用层”技术框架，从理论角度为人工智能教育创设了实施路径。

4.2. 人工智能教育的教学模式研究

我国颁布的《新一代人工智能发展规划》中明确表示，要在中小学阶段设置人工智能相关课程，逐步推广编程教育(国务院，2017)。自此我国人工智能教育如雨后春笋般快速发展，我国第一本人工智能教材《人工智能基础(高中版)》于2018年出版，这意味我国人工智能教育迈入了一个新的阶段，在走向基础教育的同时，也为全球人工智能教育步入各学段提供了可借鉴的参考。在人工智能教育教学模式的研究上，我国将个性化学习、创客理念、设计思维、计算思维等内容融入到了相关的设计之中，李海峰和王炜(2018)以因材施教为理念，形成了“测、学、练、测、辅”五位一体的学习模式；吴鑫(2018)以Scratch编程为工具，将创客理念贯穿到智能机器人的制作过程中，构建了面向人工智能的寓教于乐式创客教学策略，并提供了对应的实践案例；除创客之外，STEM也是人工智能教育应用的阵地之一，李强(2019)从普及人工智能教育过程中遇到的困难为出发点，将STEM教育与人工智能教育相结合，经过多年的实践研究，在反复调整中逐步形成了石门高级中学教学模式。

4.3. 人工智能教育中的技术研究

教育是人工智能的一个应用领域，作为两者融合的产物，人工智能教育的发展深受人工智能关键技术的影响，故对关键技术的研究也是人工智能教育的研究热点之一。在谈及关键技术时，闫志明、唐夏夏、秦旋、张飞和段元美(2017)表示知识表示方法、学习分析、机器学习、深度学习、自然语言处理、智能代理、情感计算等都为人工智能教育领域的关键技术，除了这些技术外，相关技术还包括虚拟现实、混合现实、大数据技术等等；其中，姜强、赵蔚、王朋娇和王丽萍(2015)对大数据技术的教育价值进行了解析，建构了个性化自适应的在线学习分析模型，并认为大数据在记录学生发展轨迹与实现因材施教方面具有重要价值；对于深度学习技术，刘勇、李青和于翠波(2017)认为其在教育中可发挥的空间较大，在实际教学中可以通过该技术追踪学生的学习情况、帮助教师智能批改阅卷、辅助学生进行外语学习等等，既可以节省教师的精力，又有利于精准化教学。

4.4. 人工智能教育的应用研究

就我国目前的实际应用情况来看，人工智能教育应用主要涉及两种形态：一是面向不同阶段的教育，二是面向不同场景的教育。从前一方面来看，我国相关研究主要在高等教育与中小学中开展，在高等教育中，多是将人工智能作为一门单独的课程来开展，而在中小学阶段，重心不是对人工智能本身的学习，而更多的是通过学习编程和制作机器人来贯彻人工智能教育；从后一方面来看，线上场景如MOOCs多嵌入了人工智能，如答疑机器人、精准推送等，在线下场景中，校园是人工智能教育应用的重要场所，形成了智慧校园、智慧课堂等智能化场域。李振、周东岱、刘娜、欧阳猛(2018)通过对已有人工智能教育实践的思考，梳理了一系列典型应用，如科大讯飞机器口语测评系统等；梁迎丽和刘陈(2018)表示，透过人工智能解决教育教学中的实际问题过程中，其四大应用形态为智能导师、自动化评测、教育游戏以及教育机器人。

4.5. 人工智能对教育的影响研究

人工智能技术的价值是不可否认的，其在促进教育发展、推动教育变革中发挥了重要作用，随着人工智能技术在教育中的深入应用，为教与学带来新契机的同时，也对教育产生了重大影响。依托人工智能技术，各种教育装备与软件不断更新迭代，并随之进入教育教学

中，也因此催生了智慧教育、智能教育、创客教育、未来教育、教育信息化 2.0 等新的教育形态。祝智庭和魏非 (2018) 认为，在促变教育信息化的过程中，人工智能技术起到了核心作用；钟绍春和唐烨伟 (2018) 也同样表示推进教育信息化 2.0 离不开人工智能技术的助力，因此，其通过梳理与分析，对人工智能时代下教育的创新发展做出了总体设计。

4.6. 人工智能助力人才培养研究

随着信息技术的飞速更替，创新型人才与复合型人才成为世界各国人才培养的首要目标。立于人工智能时代背景下，我国人才的培养也需要进行转型与变革。就如何推进人工智能下的复合型人才，郑南宁 (2019) 表示各校应该根据自身优势与特点建立人才培养体系，通过引进人工智能专家构建更大的培养平台；吴朝晖 (2019) 认为进一步提升人工智能复合型人才培养质量需要坚持学科的交叉汇聚。

5. 我国人工智能教育研究发展趋势讨论

5.1. 研究需关注进一步完善人工智能教育理论

我国目前关于人工智能教育的研究多为理论研究，实践类的研究较少，相关的理论研究深度与广度不够，核心概念未界定清楚并有混淆乱用的情况，总体研究水平还有待提高。后续的研究需要对当前提出的框架与构想加以验证，借鉴国外相关研究，明确核心概念，寻找多视角下的人工智能与教育融合新路径。

5.2. 研究需关注人工智能教育的效果评估与诊断

效果评估与诊断能为人工智能教育提供必要反馈，是持续推进人工智能教育的重要保障。我国人工智能教育研究在此方面的研究鲜有，因此后续研究应关注对人工智能教育的评估与诊断，探寻影响人工智能与教育融合的影响因素，并提出相应的改善措施与策略。

5.3. 研究需关注优化人工智能课程建设

人工智能课程的建设首要关系到人工智能复合型人才培养，从现有研究来看，该领域的研究还处于起步阶段，虽然人工智能课程建设在基础教育中重视程度逐步提高，但是相关研究质量一般，核心文献不多。为有效助力我国高精尖创新人才的培养，后续研究需要立足实践，结合多种技术，运用多种手段，构建具有可行性与可推广性的人工智能课程体系，推动创新人才的培养。

6. 结语

人工智能技术为教育的发展带来了新一轮的动力，改变了学习方式与教学方式，为个性化学习与精准教学提供了可能与实现路径。本文基于 CiteSpace 分析工具，对近年来人工智能教育相关文献进行了可视化分析，梳理了领域内当前的发展动态，并对未来发展做出了设想，以期为我国人工智能教育的进一步发展提供参考。本研究在前期文献选择时，未将普通期刊的文献纳入分析范围，这可能会造成对研究热点的把握出现偏差，这是本研究的局限所在，后续作者将继续关注人工智能的发展，不断跟进人工智能与教育的融合应用。

参考文献

任友群、冯仰存和郑旭东 (2018)。融合创新,智能引领,迎接教育信息化新时代。《中国电化教育》(1), 7-14, 34。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 刘勇、李青和于翠波(2017)。深度学习技术教育应用:现状和前景。 **开放教育研究**, 23(005), 113-120。
- 闫志明、唐夏夏、秦旋、张飞和段元美(2017)。教育人工智能(EAI)的内涵,关键技术与应用趋势--美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析。 **远程教育杂志**, 35(001), 26-35。
- 吴朝晖(2019)。交叉会聚推动人工智能人才培养和科技创新。 **中国大学教学**(2), 4-8。
- 吴鑫(2018)。小学创客教育初级人工智能作品的设计——以开源机器人"小菠萝"存钱罐作品为例。 **现代教育技术**(6), 122-126。
- 李振、周东岱、刘娜和欧阳猛(2018)。人工智能应用背景下的教育人工智能研究。 **现代教育技术**, v. 28;No. 209(09), 20-26。
- 李海峰和王炜(2018)。人工智能支持下的智适应学习模式。 **中国电化教育**, 383(12), 93-100。
- 李强。(2019) STEM教育理念下普及人工智能教育实践研究——以智能机器人为例。 **教育信息技术**, No. 309(11), 22-25。
- 杨现民、张昊、郭利明、林秀清和李新(2018)。教育人工智能的发展难题与突破路径。 **现代远程教育研究**, 000(003), 30-38。
- 国务院(2017)。关于印发新一代人工智能发展规划的通知(国发〔2017〕35号), 2021, 取自 http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm。
- 姜强、赵蔚、王朋娇和王丽萍(2015)。基于大数据的个性化自适应在线学习分析模型及实现。 **中国电化教育**(01), 85-92。
- 郑南宁(2019)。面对人工智能挑战人才培养的下一步该如何走。 **中国大学教学**, 000(002), 9-13。
- 钟绍春和唐烨伟(2018)。人工智能时代教育创新发展的方向与路径研究。 **电化教育研究**, v. 39;No. 306(10), 17-22。
- 祝智庭、彭红超和雷云鹤(2018)。智能教育:智慧教育的实践路径。 **开放教育研究**, 24(004), 13-24, 42。
- 祝智庭和魏非(2018)。教育信息化 2.0:智能教育启程,智慧教育领航。 **电化教育研究**, v. 39;No. 305(09), 7-18。
- 袁媛、柳叶和林静(2015)。国外社区规划近十五年研究进展——基于 Citespace 软件的可视化分析。 **上海城市规划**(04), 34-41。
- 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**(3), 24-30。
- Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*.
- Pan, Y. (2016). *Heading toward Artificial Intelligence 2.0. Engineering*, 2(4), 409-413.
- Sabharwal, A., & Selman, B. (2011). S. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach, Third Edition. Artificial Intelligence*, 175(5-6), 935-937.

人工智能教育算法教学分析——基于 17 本中小学人工智能教材的内容分析

The Analysis on Algorithm Teaching in Artificial Intelligence Education——Based on the Content Analysis of 17 Artificial Intelligence Textbooks for Primary and Secondary Schools

作者信息

【摘要】 人工智能课程与教材是人工智能教育开展的载体，人工智能算法学习是人工智能教材中的重要内容，旨在培养学生的算法思维、问题解决等能力。然而，当前研究对人工智能算法教学关注不足。因此，本研究采用内容分析法从算法内容、教学要求、平台支持、教学案例支持、算法属性等维度对国内外 17 本中小学人工智能教材进行分析。研究发现：1. 中小学人工智能算法教学尚未形成成熟体系；2. 中小学人工智能算法教学缺乏科学系统的教学设计；3. 中小学人工智能算法教学缺乏系统性平台支持。未来，可从算法教学内容设计、算法教学模式优化以及人工智能算法平台开发等方面加以改进，能为人工智能教育算法教学以及后续人工智能教材编制提供一定的参考。

【关键词】 人工智能教育；算法；人工智能教材；内容分析

Abstract: Artificial intelligence courses and teaching materials are the carrier of artificial intelligence education, and artificial intelligence algorithm learning is an important content in artificial intelligence teaching materials. It aims to cultivate students' algorithm thinking and problem solving abilities. However, current studies pays little attention to artificial intelligence algorithm teaching. Therefore, the study uses content analysis to analyze 17 domestic and foreign artificial intelligence textbooks for primary and secondary schools from the dimensions of algorithm content, teaching requirements, platform support, teaching case support, and algorithm attributes. The study finds that: (1) Artificial intelligence algorithm teaching in primary and secondary schools has not yet formed a mature system; (2) Artificial intelligence algorithm teaching in primary and secondary schools lacks scientific and systematic teaching design; (3) Artificial intelligence algorithm teaching in primary and secondary schools lacks systematic platform support. In the future, improvements can be made in terms of algorithm teaching content design, algorithm teaching mode optimization, and artificial intelligence algorithm platform development, which can provide a certain reference for artificial intelligence education algorithm teaching and subsequent artificial intelligence teaching materials.

Keywords: Artificial intelligence education, Algorithms, Artificial intelligence teaching materials, Content analysis

1. 引言

智能时代经济社会发展急需大批创新型、复合型人才。人工智能是探究人类智能活动的机理和规律，是构造受人脑启发的智能体，是研究如何让智能体去完成以往需要人的智力才能胜任的工作，进而形成模拟人类智能行为的基本理论、方法和技术，使得所构建的机器人或者智能系统，能够像人一样思考和行动，并进一步提升人的智能（李德毅，2018）。近年

以来，世界各国依托本国人工智能发展战略，纷纷开始了人工智能教育的实践探索。如美国发布《为人工智能的未来做好准备》提出要实施人工智能教育，日本发布《AI战略》指出要将培养 AI 人才放在重中之重的位置。2017 年，我国发布《新一代人工智能发展规划》，明确提出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，逐步推广编程教育；次年 4 月，发布《高等学校人工智能创新行动计划》，指出构建人工智能多层次教育体系，在中小学阶段引入人工智能普及教育；随后，又发布《教育信息化 2.0 行动计划》，提出完善课程方案和课程标准，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。这些政策文件的接连出台，深化了人工智能在中小学校的应用，促进了人工智能教育在中小学校的开展。

人工智能课程与教材是人工智能教育开展的载体，人工智能算法学习是人工智能教材中的重要内容。2017 年 12 月，我国发布《普通高中信息技术课程标准(2017 年版)》，增加了人工智能算法相关的内容（如人工智能初步、算法初步等）。此外，美国、英国、新加坡、印度等国也发布了人工智能教育相关课程标准，其中人工智能算法教学贯穿课程标准的教学要求始终，旨在培养学生的算法思维、问题解决等能力。如此种种，充分显示了算法在人工智能教育中的重要作用。当前，已有研究者开始关注对人工智能教材的分析，并且主要聚焦人工智能教材的特征、教学内容、教学活动、篇章结构、评价方式等内容（赵慧臣、张娜钰、闫克乐和梁梦，2019；詹泽慧和钟柏昌，2020；王东丽、周德青、王亚如和杨现民，2021），专门针对人工智能教育算法教学的研究还不足。基于此，本研究采用内容分析法对国内外 17 本中小学人工智能教材进行算法教学分析，进而发现现存问题，期能为人工智能教育算法教学以及后续人工智能教材编制提供建议与参考。

研究方法

2.1. 研究问题

为了能够比较系统且全面地了解当前人工智能教育算法教学的内容等，本研究特提出以下具体研究问题：

- (1) 中小学人工智能教材中都教些什么算法？
- (2) 中小学人工智能教材中算法教学有什么具体要求？
- (3) 中小学人工智能教材中算法教学是否有相应的平台支撑？
- (4) 中小学人工智能教材中算法教学是否有具体的案例作为支持？
- (5) 中小学人工智能教材中算法分属何种属性？目的是为了考察学生哪些能力？

2.2. 样本选择

《普通高中信息技术课程标准(2017 年版)》发布后，我国教育界陆陆续续开发了多样的人工智能教材。为了确保人工智能教材的专业性、可适用性，本研究选择上海教育出版社、人民教育出版社、北京师范大学出版社、上海科技教育出版社、浙江教育出版社、广东教育出版社出版的 13 本人工智能教材以及英国、中国台湾地区出版的 4 本人工智能教材作为分析样本。其中，中国大陆地区教材为主流图书购买平台（当当网、京东网）检索所得的较受欢迎的教材；中国台湾地区教材之所以选择《和 AI 做朋友》系列教材，是因为该教材为教育主管部门组织学者专家团队编写（包括人工智能相关领域大学教授和教育现场一线教师），具有一定的专业性；在国外教材的选择上，本研究主要选取了人工智能教育起步较早的英国进行分析，并且英国牛津大学出版社出版的计算科学系列教材已应用于中小学教学。具体信息如表 1 所示。

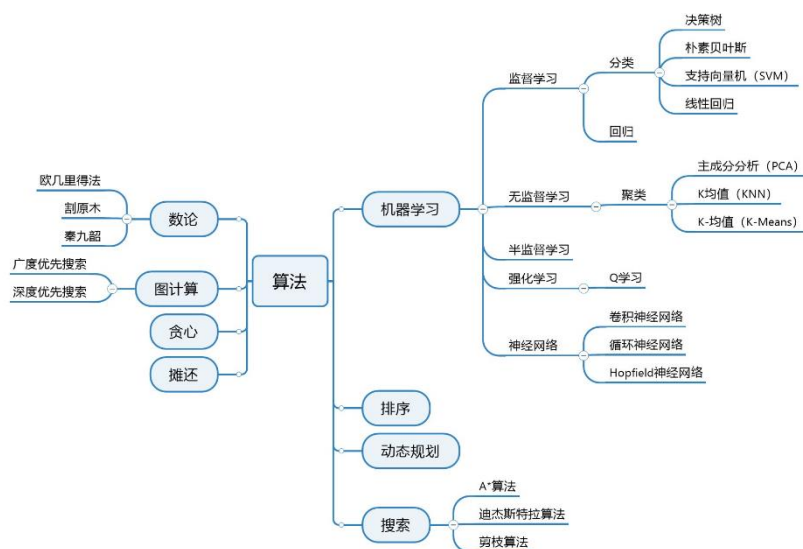
表 1 分析样本具体信息

学段	教材名称	出版社
小学	《人工智能 小学版》	上海教育出版社
	《信息技术》人教版（三年级起点版）六年级（上）	人民教育出版社
	《信息技术》人教版（三年级起点版）六年级（下）	人民教育出版社
	《小学人工智能》上册	北京师范大学出版社
	《小学人工智能》下册	北京师范大学出版社
	《和 AI 做朋友（相逢篇）》——中小学人工智能教育教学示范例系列（国小阶段）	台湾教育主管部门
初中	《人工智能 初中版》	上海教育出版社
	《初中人工智能》	北京师范大学出版社
	《和 AI 做朋友（相识篇）》——中小学人工智能教育教学示范例系列（国中阶段）	台湾教育主管部门
	《Computing Student Book-9》	英国牛津大学出版社
高中	《人工智能 高中版》	上海教育出版社
	《信息技术选修性必修 4-人工智能初步》	人民教育出版社
	《高中人工智能》	北京师范大学出版社
	《信息技术选修性必修 4-人工智能初步》	上海科技教育出版社
	《信息技术选修性必修 4-人工智能初步》	浙江教育出版社
	《信息技术选修性必修 4-人工智能初步》	广东教育出版社
	《和 AI 做朋友（相知篇）》——中小学人工智能教育教学示范例系列（高中阶段）	中国台湾教育主管部门

2.3. 分析框架

基于以上具体的研究问题，以及结合人工智能教材中关于算法教学的相关内容，本研究提出了人工智能教育算法教学的分析框架，从算法内容、教学要求、平台支持、教学案例支持、算法属性等维度对算法教学进行具体分析。

《算法导论》一书中将算法定义为：把输入转换成输出的计算步骤的一个序列，也可以说算法是描述一个特定的计算过程来实现输入/输出关系。计算机出现之前算法的概念便存在，计算机出现后，人们需要更多的算法以实现理想而精确的输入输出关系，因此，算法是计算的核心。也正是因为算法就概念本身而言是基于所解决的问题定义，同一算法往往可以用于多种问题，具有多重属性，这为算法的界定范围以及分类带来了一定歧义。本研究基于中小学人工智能算法旨在培养学生计算思维，培养能适应人工智能时代面向未来的数字公民这一基本思想，将算法限定在以下内容，如图 1 所示。



(1) 归属于数论的简单算法思想，如：欧几里得法、割原木、秦九韶等，这类算法属于基于典故的解决简单问题的方法思路，常用于算法的青少年科普；

(3) 用于解决排序、动态规划、搜索等具体问题的算法，如：用于解决搜索类问题的算法、迪杰斯特拉算法、剪枝算法等；

(5) 机器学习领域的算法,按照学习方式分类为监督学习、无监督学习、半监督学习、强化学习等,以及下属的各类具体算法。

结果分析

在 17 本中小学人工智能教材中共出现 29 种算法,如图 2 所示。其中决策树算法与卷积神经网络算法出现频率最高,几乎每个系列的教材都会涉及;除此之外,K-均值、K 近邻这一类分类算法出现频率较高,线性回归、循环神经网络、支持向量机算法等回归及机器学习类算法出现次数紧随其后。

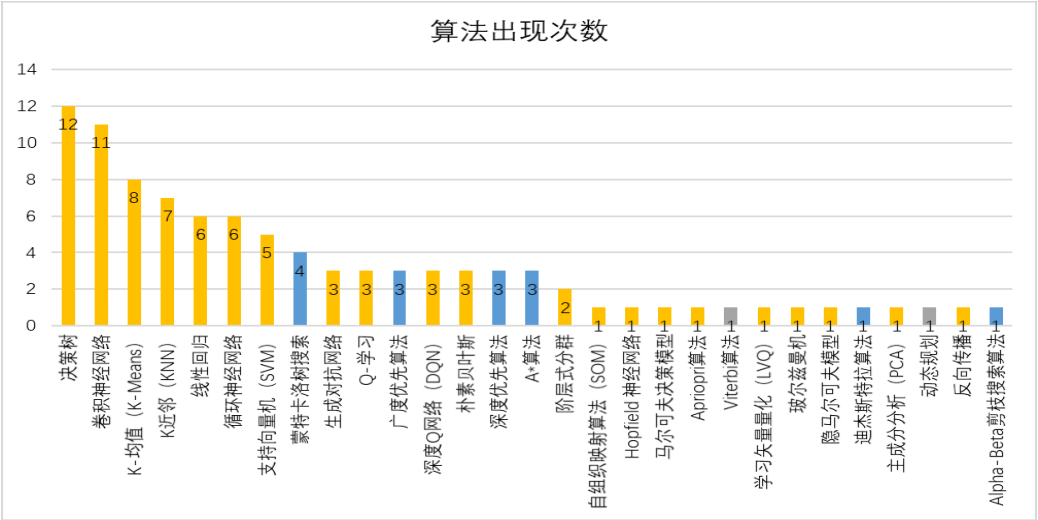


图 2 教材中算法统计

进一步地，按照小学、初中、高中不同学段的划分，本研究对算法出现的次数进行了统计分析，结果如图 3 所示。从图中可以看出，小学教材中出现的算法只有三种，且 17 本教材种共出现 4 次，因此可以认为小学教材鲜有涉及算法方面的内容教学；初中教材共涉及 24 种算法；高中教材供涉及 67 种算法且算法类型最全面，这和高中信息技术新课标的要求相吻合。

适用年龄段	算法名称	出现次数
小学	决策树	★ 2
	K近邻 (KNN)	★ 1
	阶层式分群	★ 1
小学		4

适用年龄段	算法名称	出现次数
初中	K近邻 (KNN)	★ 3
	卷积神经网络	★ 3
	决策树	★ 3
	K-均值 (K-Means)	★ 2
	线性回归	★ 2
	循环神经网络	★ 2
	深度Q网络 (DQN)	★ 1
	反向传播	★ 1
	生成对抗网络	★ 1
	学习矢量量化 (LVQ)	★ 1
	玻尔兹曼机	★ 1
	自组织映射算法 (SOM)	★ 1
	Hopfield 神经网络	★ 1
	Q-学习	★ 1
	朴素贝叶斯	★ 1
初中		24

适用年龄段	算法名称	出现次数
高中	卷积神经网络	★ 8
	决策树	★ 7
	K-均值 (K-Means)	★ 6
	支持向量机 (SVM)	★ 5
	蒙特卡洛树搜索	★ 4
	线性回归	★ 4
	循环神经网络	★ 4
	深度优先算法	★ 3
	K近邻 (KNN)	★ 3
	广度优先算法	★ 3
	A*算法	★ 3
	Q-学习	★ 2
	生成对抗网络	★ 2
	朴素贝叶斯	★ 2
	深度Q网络 (DQN)	★ 2
	主成分分析 (PCA)	★ 1
	阶层式分群	★ 1
	迪杰斯特拉算法	★ 1
	Viterbi算法	★ 1
	隐马尔可夫模型	★ 1
	动态规划	★ 1
	马尔可夫决策模型	★ 1
	Apriori算法	★ 1
	Alpha-Beta剪枝搜索算法	★ 1
高中		67

图 3 不同阶段人工智能教材算法统计

3.2. 中小学人工智能教育算法的教学要求分析

基于布鲁姆目标分类思想，本研究将教材中算法掌握要求划分为“知道”、“领会”、“应用”三个程度。其中，“知道”是指教材中仅仅出现概念名称和简单的解释，并未进行阐述时的教学要求；“领会”是指教材中有一定篇幅解释概念，并采用举例、类比等方式帮助学生较为深入的认识算法的教学要求；“应用”是指教材中针对算法明确提出了应用场景，并举例进行算法涉及的教学要求。依照上述算法教学掌握要求定义，本研究统计了出现频率较高的算法，如表 2 所示。由表可知，“知道”这一教学要求出现频次最高的算法是卷积神经网络和循环神

经网络，“领会”这一教学要求出现频次最高的算法是决策树，其次是 K-均值和 K 近邻，“应用”这一教学要求出现频次最高的算法是卷积神经网络，其次是决策树和 K-均值。此外，经统计分析，要求“知道”、“领会”、“应用”的算法频次分别为 44 次、48 次、52 次。

表 2 按照教学要求出现频率较高的算法

算法教学要求	决策树	卷积神经网络	K-均值	K 近邻	线性回归	循环神经网络	支持向量机	蒙特卡洛树搜索
知道	2	4	-	2	1	4	2	3
领会	6	2	4	4	3	1	1	1
应用	4	5	4	1	2	1	2	-

3.3. 中小学人工智能教育算法的教学平台支持

针对 17 本人工智能教材统计分析发现，只有少数算法教学有相应的编程平台支持，主要由 Google Colab、百度 AI 体验中心、科大讯飞实验平台以及优必选在线编程平台，且语言多采用图形化编程 Scratch 和解释型高级编程语言 Python 编写。整体而言，在中小学人工智能课程中，能够支持算法教学的人工智能平台还比较少，亟需系统性的算法教学平台支持。

3.4. 中小学人工智能教育算法的教学案例分析

针对 17 本人工智能教材中解释或应用人工智能算法时出现的案例，本研究将其按照技术领域（智能机器人、数据挖掘、语音识别、自然语言处理、自动程序设计和计算机视觉）和应用领域（安防、机器人、零售、医疗、家居、教育、交通）两个维度进行归类，可以发现：包含图像识别、人脸识别技术的计算机视觉领域案例较多；包含路径搜索、循迹等算法的交通类应用场景下的案例较多，具体如图 4 所示。

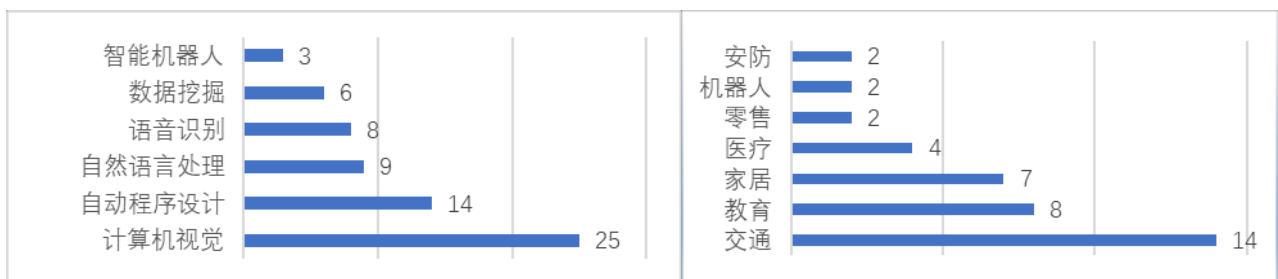


图 4 人工智能算法教学案例分析

3.5. 中小学人工智能教育算法的基本属性分析

在 17 本中小学人工智能教材中，算法通常在两类章节中提出：第一类是以讲述机器学习以及相关概念的章节，包括深度学习、神经网络等内容章节；第二类是描述某一类具体问题的章节，如：分类、聚类、递归等。因此，结合前面对算法的基本属性分类，本研究可以认为以上两类语境划分了人工智能算法在中小学教育中的应用属性。经数据分析可得，大部分算法（约 82%）都是在机器学习相关章节提出，旨在阐明机器学习中监督学习、无监督学习、强化学习等相关概念。

结论与建议

4.1. 结论

基于上述数据分析结果，本研究对中小学人工智能算法教学形成了如下结论。

4.1.1. 中小学人工智能算法教学尚未形成成熟体系

目前出现的中小学教材中，人工智能算法种类庞杂，除了较为常见的决策树、K均值、K近邻等分类、聚类算法，机器学习领域的各类监督学习、无监督学习、强化学习、深度学习算法也是教材的侧重点。除此之外，一些较为前沿、思想体系复杂的算法也在中小学教材中有所涉及。这无疑会给数理基础相对薄弱的中小学生带来认知负荷和情感负荷，甚至造成学习兴趣的丧失和抵触情绪。

2017年《普通高中信息技术课程标准》中，有关人工智能算法学习的内容体现在课程内容部分，其中必修课程的模块1（数据与计算）涉及顺序结构、选择结构以及循环结构三种基本程序结构；选择性必修课程的模块1（数据与数据结构）涉及链表、队列、栈、二叉树、排序、查找、迭代以及递归算法，模块4（人工智能初步）涉及启发式搜索、决策树等算法；选修课程的模块1（算法初步）涉及欧几里得、割圆术、秦九韶、二叉树、贪心、分治、动态规划、回溯等算法。虽然在高中人工智能教材中遵循了以上建议的内容选择，但是对课标中重点提出的“对学生的信息素养进行了提升”的要求并未很好满足，更多的是概念与案例的堆砌，缺乏科学的解释。而小学、初中阶段人工智能算法教学并无可参照的标准，教材在内容选择上缺乏依据。

4.1.2. 中小学人工智能算法教学缺乏科学系统的教学设计

目前虽然已经出现成系列的中小学人工智能教材，但小学、初中、高中的教学内容从本质上并无关联，小学、初中阶段教材也鲜有考虑后续高中阶段算法教学的衔接，从内容上呈现相互割裂的特点，这使得各阶段的教学都面临基础不足的缺陷。

同时，人工智能算法教学内容的组织缺乏系统性设计，这让本就对算法不熟悉的中小学教师在教学上雪上加霜。尤其是算法本身具备多重属性，对于如何科学的串联教学内容，形成知识体系和清晰的逻辑关系这一问题，也缺乏科学研究。部分教材暴露出对人工智能技术体系理解不深的问题，算法概念的提出往往也是基于已有资源（程序、案例）而强行引入。

通过对算法教学要求和相关案例支持的调研，不难发现中小学人工智能算法教学要求往往过高，并未呈现难度递增的普遍教学规律，常常出现远高于中小学生实际水平的编程要求和应用要求，这也体现了部分教材在算法教学编写过程中不考虑学生学情，过于注重设计过程，而非从培养学生计算思维的角度出发的问题。

4.1.3. 中小学人工智能算法教学缺乏系统性平台支持

人工智能算法往往建立在数学、计算机基础上，且本身具有抽象性，这些都给中小学阶段教学带来困境。单纯依赖教师口头讲解效果往往不理想，因此现阶段大部分教材已经意识到采用配套的平台支持教学实验。商汤、优必选、科大讯飞等企业也主导编写了人工智能教材，旨在基于自身平台与实验案例提供项目式教学。然而目前教材所涉及的教学平台仍然缺乏对于中小学教学的针对性，更多的是将原有工程案例套用学生容易理解的场景进行改编，本质上无法脱离工程性所带来的形式繁琐，模糊了教学价值，系统性针对中小学阶段算法教学的平台仍然空缺。

4.2. 建议

针对以上研究发现的问题，本研究对未来中小学人工智能算法教学提出如下几点建议，希望能够引起利益相关者对人工智能算法教学的重视，进而推动人工智能教育的发展。

4.2.1. 注重中小学人工智能教育算法教学的科学性、系统性、连续性

人工智能作为影响人类社会生活的新技术，具有流程再造、体制重构的能力，是带有变革特征的新技术，将对人类认知带来革新。人工智能算法作为计算的核心，是培养学生计算

思维的有利途径。人工智能算法教学在中小学阶段面临学生基础薄弱、师资力量薄弱、教学概念难于解释等一系列问题，需要教育界与科技界联手破解。一方面建立科学的学科知识体系，准确解释算法，剖析算法深层内涵与背后的计算思维；另一方面针对中小学学生学情，制定阶段性教学策略，深入把握不同学龄学生的认知水平和前序课程学习，匹配适合年龄段的算法教学内容和教学要求，同时注重知识的连续性，系统开发面向不同年龄段的教材，并配套具有连续性的案例，尽可能减少超出学生能力范围的算法设计，侧重思维训练和简单的程序应用。

4.2.2. 加强跨学科合作，优化中小学人工智能算法教学模式

人工智能作为新兴技术引入中小学教学，应在教学设计阶段考虑跨学科融合，利用跨学科合作，体现其应用价值，有利于合理利用已有教学资源，以及学生学习效果。因此，学校应广泛组织各学科力量，进行教学研讨，有效整合学科资源；教材编写阶段也应组织其他学科专家参与案例编写。对于人工智能教学中所涉及的伦理问题也应该格外重视，尤其是在涉及技术认知的算法教学领域，应更多进行伦理讨论和发散，帮助学生建立信息时代数字公民应有的价值观，例如意识到人工智能技术的两面性；人工智能技术的应用边界；人工智能技术的局限性等。

4.2.3. 加强校企合作，开发针对中小学教学的人工智能算法平台

中小学人工智能教育算法教学平台的开发，同样需要通过校企合作的模式，实现教育与技术领域对于教学平台设计的共同保障。在平台开发阶段应考虑不同年龄段学生程序设计基础与认知水平，保证平台使用效果。在案例设计上，同样需要注重趣味性与连续性，避免产生过多的程序编写和调试负担，防止学生产生抵触情绪，同时建立系统性的思维方式。

注：本文是广西重点研发计划““互联网+”教育服务业创新设计方法体系构建与应用”（课题批准号：桂科 AB18126068）的阶段性研究成果。

研究局限

本研究中分析的 17 本人工智能教材均为现阶段市场主流教材，但由于近年来不断出现新的人工智能教材，其中不乏企业编写教材与校本教材，因此很难穷尽所有教材得出完整的分析结论，此为研究局限之一。此外，由于国外人工智能教育相关政策的差异和资源获取的困难，使得可供分析的国外教材样本不足，此为另一个研究局限。

参考文献

- 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*，2，19-25。
- 李德毅（2018）。*人工智能：社会发展加速器*。中国信息化周报，7。
- 赵慧臣、张娜钰、闫克乐和梁梦（2019）。高中人工智能教材的特征、反思与改进。*现代教育技术*，11，12-18。
- 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*，6，68-74+82。

互動式機器人在戲劇式情境學習環境中對使用者學習成效的影響

The Learning Effects of an Interactive Robot on Users Under Drama-based Situational Learning Environment

陳奕昕^{1*}，王振漢²，羅文序³，葉瓏⁴，陳國棟⁵

^{1,3,5} 中央大學資訊工程學系

² 中央大學學習科技研究中心

⁴ 桃園市大崙國中

^{1*} yising44444@gmail.com

【摘要】 機器人從過去在工廠，走入學校與家庭，工作也從工業管理轉變為陪伴與學習。現今機器人的學習方式不外乎是機器人去引導使用者與其身上的平板作互動，或是觀看影片。然而，這種方式讓機器人無法完全發揮它的互動能力，過於固定的對話與可預期的行動也導致使用者無法長期使用，經常經過一段時間就失去了好奇心與使用動機。因此，本研究提出一種可與機器人共同體驗的數位情境式學習環境，使用者可以直接與機器人對話，或進行肢體互動。結果顯示與過去傳統的機器人學習方式相比，此方式使得學生可以更沉浸於情境中，並使得學習成效有所提升。

【關鍵字】 語音辨識；情境學習；學習型機器人；數位學習劇場；人機互動

***Abstract:** Recently, robots have become a part of our lives, and their jobs are transform from industry management into accompany and education. Nowadays, the learning model of a robot is leading users to interact or watch videos on the tablet on it. However, this model does not make good use of its interaction ability, and stiff responses and predictable movements make users lose their curiosities and motivations quickly. Therefore, this research offered an interactive robot that can interact with users in the Drama-based situational learning environment, and users can talk to or have body interactions with the robot. Compared with the traditional learning model, this work not only makes users more immerse into the drama but also improve the learning outcomes.*

Keywords: Speech recognition, Situated learning, Learning robot, Digital learning theater, Human-Robot interaction

1. 簡介

1.1. 研究背景

在過去，機器人大多應用於工業工程與管理，做為生產製造之用；而現在的機器人則逐漸融入了我們的日常生活中，應用於家庭與教育，扮演著照顧者、陪伴者(e.g., Sung, Chang, Chin, & Lee, 2015)與學習同伴的角色(e.g., Ahmad, Mubin, & Orlando, 2017; Kory-Westlund & Breazeal, 2019)。因此機器人與人類的互動性也較過去更為密切，所以如何增進機器人與人類的互動，變成非常重要。

而其在教育上的應用，常與現行的一些教育集團配合以開發學習軟體，一方面利用學習者對機器人的好奇心，以提高學生參與課堂上的互動意願(Kanda, Hirano, Eaton, & Ishiguro,

2004)，另一方面也將機器人的說話能力廣泛應用在語文學習，透過機器人的高重複性，使得使用者更容易了解單字與場景的意思(Kory & Breazeal, 2014)，或是透過動畫協助使用者了解單字或片語(Michaelis, & Mutlu, 2019)。此外，也有些研究嘗試讓機器人作為小孩子的學習同伴，除了會聊天，唱歌與簡單的跳舞外，還能與影片內容串聯互動，藉此提升學習效率與趣味性(Kory-Westlund, Breazeal, 2019)。上述這些例子，突顯了機器人是近年來在教育上的一個重要應用，但也顯示其互動方式較為單一，且大多聚焦於口語互動。

此外，當機器人被運用於教育現場時，需要能夠配合不同的課程內容，融入多元的情境中，以扮演適當的角色與學習者互動，方能讓學習者在知識所發展與使用的情境脈絡下，學習與應用相關知識，以呼應情境認知與情境學習的主張(Brown, Collins, & Duguid, 1989)。而在不同的情境式學習的實踐中，戲劇式學習是一種常被運用的學習方法。但對於教育現場而言，戲劇式情境學習模式，需要搭配多元的學習單元，建置客製化的學習情境，這往往造成準備時間過長或費用成本過高的問題，因此無法被應用在教育實踐中。另一方面，由於科技的創新與發展，已經可以利用數位實境技術，例如虛擬實境或擴增實境，搭配數位內容以建置所需的數位學習情境，達成有效的情境式學習模式(Garrett, Anthony, & Jackson, 2018)。

但另一方面，AR 與 VR 技術皆受限於硬體設備成本及空間考量，也無法在現在的教室中輕易實現。因此，需要採用其它數位實境技術，以克服上述的限制，方能於教室中應用與推廣。而過去研究所提出的數位學習劇場則為一種可能的解決方案，因為數位學習劇場可以依課程學習情境和學習內容，讓使用者自行編劇，自訂背景、角色、道具等，快速地在教室內建置所需的戲劇式情境學習環境，同時，演員在演出時可以即時看見自己的演出，並即時修正錯誤(Wu, Luo, Huang, Huang, Peng, & Chen, 2015)。此外，數位學習劇場也能針對其教育戲劇中的不同角色，設計相對應的劇服、手勢與動畫，讓參與的學習者對數位情境有更深的臨場與體驗感，亦讓其它觀賞表演的學習者(觀眾)不僅有參與感也能同時學習(Cai, Yang, Wang, Wang, & Chen, 2020; Chung, Wu, Wu, Huang, Huang, & Chen, 2017)。

1.2. 研究動機

由於過去的機器人學習系統大多讓機器人偏向於擔任口語引導者，缺乏實體互動。然而，實體互動在教育上非常重要，尤其是在非語言方面的互動，例如肢體與手勢的互動(Bambaeeroo & Shokrpour, 2017)。而過去的數位學習劇場雖提供了非常多虛擬互動，但也缺少了實體互動。因此，本研究期望學習者除了與機器人有口語的互動，還能有其它的互動方式，例如肢體互動，藉此改善其缺乏實體互動的問題。同時，能藉由數位學習劇場的框架使得機器人可以結合戲劇式情境學習環境，使其依照劇本流程與使用者互動，提升學習成效。

1.3. 研究目標

本研究期望把產生情境的工具從機器人身上的平板，改變為數位學習劇場，並讓使用者與機器人能夠同時進入體驗情境，並且使用者可以在劇本範圍內與機器人進行實體互動。因此本研究目標如下：讓機器人與數位學習劇場結合，使得使用者可以在數位情境中與機器人有實體互動，以提升使用者的好奇心與學習動機，並提升其學習成效。

2. 相關研究

2.1. 學習型機器人

學習型機器人是一種以教學、伴讀與協助老師等任務為主的機器人。例如，利用其身上的平板可以讓使用者觀看影片，回答問題等，或利用動畫播放以輕易抓住年輕學生的注意力，使得他們能夠更容易理解教學內容(Gordon, Breazeal, & Engel, 2015)。而有一些機器人也會使

用自身身體動作或講話引導學生練習，使得學生產生信心並增加練習意願與興趣(You, Shen, Chang, Liu, & Chen, 2006)。

一般家用學習型機器人如 Pepper 與 Zenbo 等，外型皆有一個平板與可移動的身體。Pepper 在日本做為機器人家教，利用自身的平板播放教育影片，並且會隨時問問題，並引導學生觸碰螢幕回答正確的答案。而教學進行的同時，機器人也會有一些簡單的肢體動作與音效。例如影片中提到飛機時，機器人會張開手臂並播放引擎的聲音，並請使用者模仿。研究顯示這些方法可以有效提升學習成效(Tanaka, Isshiki, Takahashi, Uekusa, Sei, & Hayashi, 2015)。

由此可知，機器人可藉由對話、動作與動畫改善使用者的興趣與好奇心。但機器人無法很好的發揮它的互動能力，學生也必須同時專注於動畫與機器人，無法良好的進入情境中。

2.2. 數位學習劇場

數位學習劇場是一個可快速在教室內搭建數位學習情境的平台，提供使用者定義自己的劇本，包括場景，道具，服裝，以良好的模擬戲劇式教學與情境式學習。該數位劇場利用 Microsoft Kinect 技術，將使用者融入數位情境中，讓使用者可以即時看見他們自己的表演，即時修正錯誤，藉此提高他們的學習成效並更加專注在表演上(Wu, Luo, Huang, Huang, Peng, & Chen, 2015)。而其所提供的虛擬道具有助於學生提升互動意願並更加了解他們的角色(Chung, Wu, Wu, Huang, Huang, & Chen, 2016)。此外，該數位學習劇場本身也具備擴充性，例如可與平板等設備綁定，可在演員演出時，同時拋出問題給觀眾回答，使得觀眾在觀看戲劇時能夠提升參與感，同時也能夠降低演員的緊張感，讓他們能夠更有自信的演出並大聲講出台詞(Lee, Yang, Liu, Chen, & Chen, 2019)。或是導入人工智慧以製作即時的評量系統，例如做出正確的手勢，拿出正確的圖片或講出正確的單字等，由人工智慧辨識後立即將正確性回饋給演員，例如答對後獲得道具或加分等，這些機制也被證實能有效改善學習動機與學習效益(Cai, Yang, Wang, Wang, & Chen, 2020；Yen, Lee, Chen, Wang, & Yang, 2020；Wang, Yu, Chen, Huang, & Chen, 2020)。

3. 系統實作

為結合機器人與數位學習劇場，本研究實作一個數位學習劇場與機器人的通訊管道，使得他們能夠互相控制，並且即時回饋給使用者，因此使用者能夠同時與機器人與數位學習劇場互動。數位學習劇場包括手勢辨識，機器人則包括語音辨識與觸摸互動，系統架構如圖 1。

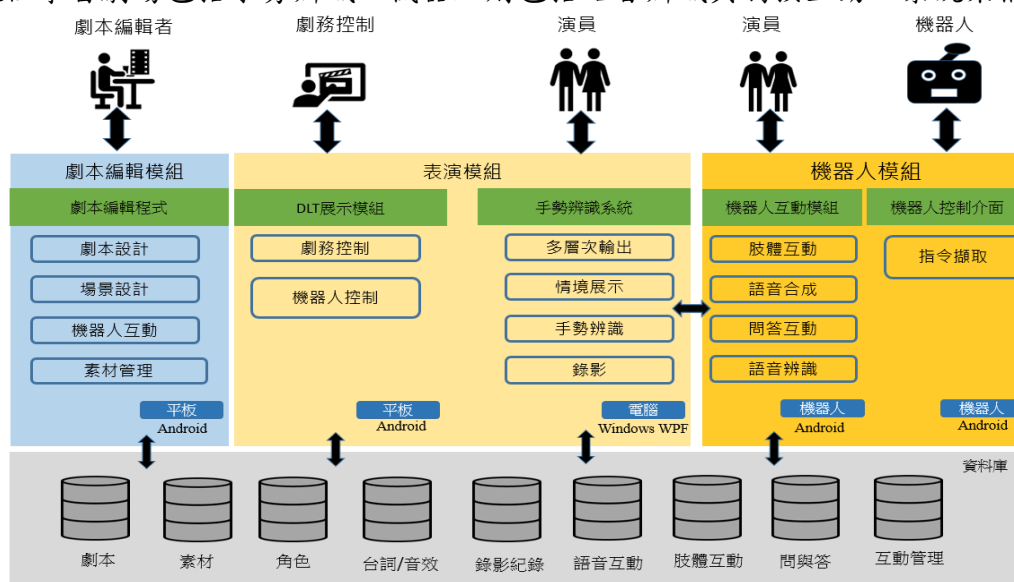


圖 1 整體系統架構

3.1. 數位學習劇場設計

為了讓機器人能夠在合理範圍內與使用者互動，本研究在數位學習劇場中加入了手勢辨識機制，教學進行前必須先使用劇本編輯器設計劇本，編輯器樣式請參照圖 2。編輯劇本時，使用者可依自己喜好加入背景，道具，面具，台詞等。除此之外，也能夠設計手勢動作使得劇場能夠在戲劇進行中拋出問題並辨識使用者手勢是否正確，而必須答對後才會進入後面的劇情。並且可以根據需求將辨識結果或回饋傳給機器人並控制它做回應。



圖 2 數位學習劇場專用的劇本編輯器

3.2. 機器人互動程式設計

為了增加機器人互動性，除了語音辨識之外，還增加觸摸互動。關於前者，戲劇進行期間，機器人會念出台詞與提問使用者問題，並辨識使用者回答的正確性。同時，機器人也會展現它的表情及動作；關於後者，則是依據劇本設定，使用者可能需要與機器人做肢體互動，如摸頭等。而有無成功互動則是由機器人身上的感測器判斷。機器人的行為與問答皆是預先設計好放在資料庫中，並與劇場共享劇本。上述的機器人運作架構如圖 3 所示。

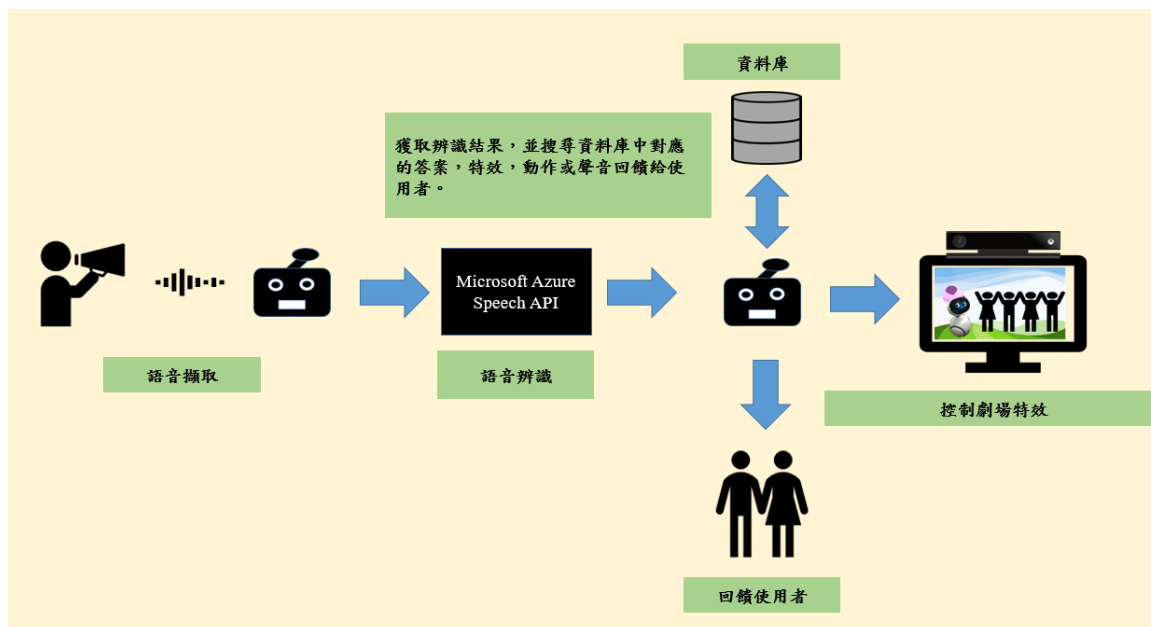


圖 3 機器人的運作架構流程

4. 實驗

4.1. 受試者與學習內容

本研究與桃園市某國中英文課程合作，所有受試者來自三年級中的三個班級，並隨機選為實驗組與對照組，分別為 37 人與 31 人。實驗組學生使用可互動式機器人於數位學習劇場架構下學習；對照組學生則使用傳統機器人學習方法，即觀看機器人身上平板做學習，詳細實驗操作如表 1。

表 1 實驗操作

	數位學習劇場	機器人
實驗組	具備手勢辨識的劇場	具備語音辨識與肢體互動能力的機器人
對照組	不使用數位學習劇場	使用自身平板播放影片學習

4.2. 實驗假設

為了評估兩組學生的學習成效是否差異，即讓機器人與使用者同時進入數位情境是否能學得比較好，本實驗有以下假設：與以自身平板作為教學媒介比較，學生在數位情境式學習環境下，與機器人有實體互動的學習方式能使得學生學習成效更好。

4.3. 研究工具

為了探討本實驗假設是否正確，使用前測與後測進行評量。考卷題目由該校英文老師根據教科書學習內容出題並批改。前測與後測的題目皆相同，滿分為 100 分。前測是為了瞭解在實驗前，實驗組與對照組學生能力是否有差異；而後測是為了驗證二組的實驗成效。此外，為了瞭解使用者對兩個不同的系統的想法與感受，本研究依據李克特五點量表設計了一個問卷，問卷內容皆與沉浸感相關。經檢測後本問卷之 Cronbach's alpha 為 0.779 是高信度問卷。

4.4. 實驗環境設計

雖然數位學習劇場本身能夠快速在教室內搭建數位實境，然而為了機器人考量，需額外空間使得機器人能夠安全的走位，實際實驗環境配置如圖 4。



圖 4 實驗環境設置

4.5. 實驗流程

實驗所使用的劇本為該校英文老師依據教科書內容編輯，實驗組與對照組的實驗流程皆相同。整個實驗流程包含前測、系統介紹、劇本教學、排演、正式表演、後測與問卷等六個階段，整個實驗流程為期四周。

在實驗開始前，因為所有學生皆是第一次接觸這兩種系統，所以會先由本實驗工作人員介紹系統，並在正式開始前演出一段示範劇本，使得學生能夠充分了解劇場與機器人的運作模式。此外，在讓學生排演之前，本實驗先請該校英文老師先對劇本進行教學，使得學生能夠預先學習劇本內容，大幅降低排演時不會唸等困難。排演時，每個學生皆能使用系統，並在有困難時由老師或工作人員提供協助。

正式演出時，每組學生都必須自行完成演出，過程中不會有人提供幫助。並且會在演出過程中錄影作為後續實驗觀察。圖 5 為實驗組中某一組學生的正式演出。



圖 5 實驗組同學的正式演出

5. 實驗結果與數據分析

5.1. 前測分析

首先對前測結果實施獨立樣本 t 檢定，檢測兩組學生是否英文能力相當。前測實驗組平均分數為 42.92，而對照組平均分數為 45.46。根據 Levene F 檢定結果，顯著性 $p = 0.340 > 0.05$ ，符合變異數同質性假設。最後， t 檢定中雙尾顯著性 $p = 0.524 > 0.05$ 為不顯著，因此實驗前的兩組學生英文能力無統計上顯著差異，代表能力相當。

5.2. 後測分析

為了分析學習成效，後測也採用與前測相同之檢定方式。後測實驗組平均分數為 84.30，而對照組為 71.36，兩組學生表現皆比前測還要更好。根據 Levene F 檢定結果，顯著性 $p = 0.340 > 0.05$ ，符合變異數同質性假設。最後 t 檢定中，雙尾顯著性 $p = 0.002 < 0.05$ 為顯著，即實驗組與對照組成績有統計上明顯差異，且實驗組的表現優於對照組。因此，本實驗假設成立，即讓使用者與機器人一同進入數位情境中可以使得學習成效更好。

5.3. 沉浸感問卷

為了瞭解使用者對本研究所做之系統的想法，設計了關於沉浸感的問卷。如「我覺得我是在劇本場景中演出戲劇」等問題。問卷結果實驗組平均分數為 3.62，而對照組平均分數為 2.71 且顯著性 $p = 0.000 < 0.05$ 為顯著，且實驗組的感受優於對照組。因此得知，使用者與機器人同時進入數位情境時，相較於與平板互動更易讓使用者有沉浸感。

5.4. 觀眾感受

由於教育戲劇的學習者包含了演員與觀眾(Andersen, 2004)，且觀眾的感受與演員之沉浸感息息相關，因此本實驗也針對觀眾感受調查。內容如「我覺得演員是在扮演戲劇中的角色」等問題。結果發現實驗組平均分數為 3.78，而對照組平均分數為 2.94，顯著性 $p = 0.000 < 0.05$ 為顯著，且實驗組的感受優於對照組。因此，對實驗組的觀眾而言，他們覺得演員更像是在演出一部戲劇，而非單純念稿。

5.5. 學習興趣

最後本實驗以「我覺得這次的演出很有趣」詢問學生對本劇本的學習興趣感受。結果發現實驗組平均分數 3.95 而對照組為 3.45，顯著性 $p = 0.013 < 0.05$ 為顯著，且實驗組優於對照組。因此，本研究認為，使用者與機器人在數位情境中進行互動，共同闖關有助於提升學習興趣。實際觀察中，也發現實驗組學生較願意去與機器人互動。

6. 結論與未來研究

6.1. 結論

本研究提出了一個機器人結合數位學習劇場的戲劇式情境學習模式，在數位情境中加入互動式機器人，使得機器人在數位學習劇場框架下與使用者依照劇本進行實體互動。實驗顯示此模式相較與平板互動學習模式，更能提升學習成效與沉浸感。另一方面，本研究也發現在此模式下，使用者更願意與機器人互動且有較高學習興趣。

因此，本研究建議使用學習型機器人時，應創造可與機器人互動的場景與情境，並加入機器人的實體互動能力與使用者共同學習。

6.2. 未來研究

數位學習劇場提供機器人一個虛擬舞台使得機器人能夠在情境中與真人互動，因此，機器人在本研究中的角色為一個演員，未來期望透過劇本與戲劇演出的方式研究機器人之人機互

動模式與建立使用者的長期關係，如機器人之肢體動作互動、情緒表現與情緒互動等，藉此改善機器人的表演能力與互動能力。

而在教育應用上，根據劇本的設計不同，可以應用在英文以外的所有語言學科上。然而，本研究期望未來能夠引入更先進與更準確的人工智慧技術改善劇場中的問答系統，使得編劇者能夠在劇本中加入更多的非語言互動元素，而不再是侷限在語音與觸碰兩方面。

致謝

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號：MOST 109-2511-H-008-003-MY2；MOST 109-2511-H-008-004-MY3；MOST 109-2811-H-008-512。

參考文獻

- Ahmad, M. I., Mubin, O., & Orlando, J. (2017). Adaptive social robot for sustaining social engagement during long-term children–robot interaction. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 33(12), 943-962.
- Andersen, C. (2004). Learning in "As-If" Worlds: Cognition in Drama in Education. *Theory into Practice*, 43(4), 281-286. doi:10.1207/s15430421tip4304_6
- Bambaeeroo, F., & Shokrpour, N. (2017). The impact of the teachers' non-verbal communication on success in teaching. *Journal of advances in medical education & professionalism*, 5(2), 51.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Cai, M. Y., Yang, S. H., Wang, J. Y., Wang, J. H., & Chen, G. D. (2020, July) A Digital Reality Theater with the Mechanisms of Real-Time Spoken Language Evaluation and Interactive Switching of Scenario & Virtual Costumes: Effects on Motivation and Learning Performance. In *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 295-299). IEEE.
- Chung, W. L., Wu, W. Y., Wu, C. L., Huang, D. Y., Huang, C. W., & Chen, G. D. (2016, July). A Video Comic Drama Based Learning System for Collaborative Learning. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2016 IEEE 16th International Conference on* (pp. 109-111). IEEE.
- Lee, C. Y., Yang, S. H., Liu, Y. T., Chen, S. E., & Chen, G. D. (2019). An Audience Involved Digital Learning Theater in The Classroom to Improve Learning Achievement. *Paper presented at the EdMedia + Innovate Learning 2019*
- Garrett, B. M., Anthony, J., & Jackson, C. (2018). Using mobile augmented reality to enhance health professional practice education. *Current Issues in Emerging eLearning*, 4(1), 10.
- Gordon, G., Breazeal, C., & Engel, S. (2015, March). Can children catch curiosity from a social robot?. In *Proceedings of the Tenth Annual ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction* (pp. 91-98).
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human–Computer Interaction*, 19(1-2), 61-84.
- Kory, J., & Breazeal, C. (2014, August). Storytelling with robots: Learning companions for preschool children's language development. In *The 23rd IEEE international symposium on*

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- robot and human interactive communication* (pp. 643-648). IEEE.
- Kory-Westlund, J. M., & Breazeal, C. (2019). A long-term study of young children's rapport, social emulation, and language learning with a peer-like robot playmate in preschool. *Frontiers in Robotics and AI*, 6, 81.
- Michaelis, J. E., & Mutlu, B. (2019, June). Supporting interest in science learning with a social robot. In *Proceedings of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 71-82).
- Sung, H. C., Chang, S. M., Chin, M. Y., & Lee, W. L. (2015). Robot-assisted therapy for improving social interactions and activity participation among institutionalized older adults: A pilot study. *Asia-Pacific Psychiatry*, 7(1), 1-6.
- Tanaka, F., Isshiki, K., Takahashi, F., Uekusa, M., Sei, R., & Hayashi, K. (2015, November). Pepper learns together with children: Development of an educational application. In *2015 IEEE-RAS 15th International Conference on Humanoid Robots (Humanoids)* (pp. 270-275). IEEE.
- Wang, J. H., Yu, S. Y., Chen, Y.-H., Huang, Y. L., & Chen, G. D. (2020). Digital Learning Theater with Automatic Instant Assessment of Body Language and Oral Language Learning. In *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 218-222). Tartu, Estonia.
- Wu, W. Y., Luo, Y. F., Huang, D. Y., Huang, C. W., Peng, Y. I., & Chen, G. D. (2015) A Self-Observable Learning Cinema in the Classroom. *The 23rd International Conference on Computers in Education*.
- Yen, C. C., Lee, C. Y., Chen, G. D., Wang, J. H., & Yang, S. H. (2020, July). A Digital Reality Learning Environment with Instant Assessment on Learning with Body and Visual Interaction. In *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 77-78). Tartu, Estonia.
- You, Z. J., Shen, C. Y., Chang, C. W., Liu, B. J., & Chen, G. D. (2006, July). A robot as a teaching assistant in an English class. In *Sixth IEEE international conference on advanced learning technologies (ICALT'06)* (pp. 87-91). IEEE.

基础教育场域下智能技术赋能的教学支持服务框架研究

Study on Smart Technology Enabled Teaching Support Service Framework in Online Merge Offline Field

杨重阳^{1*}, 武法提^{2*}

¹²北京师范大学教育学部

^{1*}335916127@qq.com ^{2*}wft@bnu.edu.cn

【摘要】 基础教育场域中，智慧校园建设正如火如荼地开展，线上线下教育场域是其中最为常见的网络关系形态。本研究通过梳理面向教师的教学支持服务发展现状，结合场域中行动者、资本、惯习和规则要素，分析线上线下教育场域中教师资本、惯习和规则及其对教师能力发展的新诉求，厘清教师所需的教学支持服务，从教学支持（教学目标支持、教学资源支持、学情分析与决策支持、教学评价支持）、教师发展（共同体支持和理念能力培训支持）和保障措施（技术人员支持和激励机制）三个维度勾勒教学支持服务框架，探讨未来教学支持服务框架建设的着力点。

【关键字】 线上线下教学场域；智慧校园；K-12；智能技术；教学支持服务

Abstract: In the field of basic education, the construction of smart campus is in full swing. Online merge offline education field is the most common form of network relationship. By combing the development status of teaching support services for teachers, combining with actors, capital, habits and rules in the field, this study analyzes teachers' capital, habits and rules and their new demands for supporting the development of teachers' ability, and clarifies the teaching support services in online merge offline education field. This paper outlines the framework of teaching support service from three dimensions: teaching support (teaching goal, teaching resource, learning situation analysis and decision support, teaching evaluation), teacher development (community and training idea and ability) and safeguard measures (technical personnel support and incentive mechanism), to discuss the focus on the construction of teaching support service framework in the future.

Keywords: Online Merge Offline Field, Smart Campus, K-12, Smart Technology, Teaching Support Service

1. 背景及问题的提出

教育部(教育部, 2018)年颁布的《教育信息化 2.0 行动计划》中明确指出要“实现信息化 教与学应用覆盖全体教师和全体适龄学生, 智慧校园建设覆盖各级各类学校”, 并将智慧校园 建设作为八大实施行动之一列入规划性文件当中。这一举措迅速掀起全国智慧校园规划建设 的热潮。2021 年, 教育部将“积极推进教育信息化建设, 普及智慧校园建设与应用”视为全年 工作要点(教育部, 2021)。自此, 以信息化建设为重点、以智能技术为动力、以提升教育 质量为目标、以教学支持服务供给为落脚点的智慧校园建设成为推动学校升级的重要途径之一。场域理论源于社会学, 用以分析人类行为的概念模式, 具有行动者、惯习和资本三重属性(陈玲等, 2020)。布迪厄认为场域是由多种主客体以及主客体间关系组成的庞大的实践网络, 且每种场域均具有自身的逻辑、规则和常规(皮埃尔·布迪厄、华康德著, 李猛、李康译, 2004), 用具有生成性的、动态的惯习介绍行动者的行为依据, 用广义性、流动性的资本解释行动者的行为工具。在场域的结构化空间中, 由关系组成的实践网络并非一成不变。基础教育具备场域的基本特征。首先, 基础教育场域拥有自身独立的逻辑、

规则和常规,规范约束行动者的行为。其次,学习者(学生)、教学者(教师)和管理与支持者(政府、企业、学校)构成了基础教育场域中行动者角色。不同类型的行动者依据其持有的权力、资金、文化等资本,表现出符合该场域的惯习,构成了复杂的内部关系。最后,社会发展与教育变革等现状引发了基础教育场域中交错的内部关系,进而推动场域的运转与扩展。基础教育场域中的教学支持服务是保障教学顺利且有效实施的关键,也是场域中必不可少的环节。管理者和支持者作为统筹建设的角色借助其持有资本为教学者提供教学支持服务,管理者、支持者和教学者作为规划教育的角色基于其资本为学习者提供学习支持服务。换言之,基础教育场域中不同行动者采取的一系列行为措施终将落实到为学习者提供学习支持服务当中。诸多研究学者先后针对不同场景中学习支持服务的模式、体系、质量等主题开展研究(武法提等,2018)。值得注意的是,为教师提供的教学支持服务是有效保障学习质量的中介变量,同样是提供良好的学习支持服务的关键因素。研究者往往将其混杂在学习支持服务背景中采用碎片化形式进行阐述,很少对教师支持服务进行全面且系统的分析。在大数据、人工智能、区块链、5G等智能技术的加持下,基础教育场域中传统的教学支持服务向着个性化、精准化、智能化和一体化方向发展。因此,本研究在场域视域下,采用文献调研法、实地考察法和设计研究法,通过调研基础教育中管理者和支持者对教学者提供的教学支持服务现状及智能技术对教学支持服务的影响,设计教学支持服务建设框架,明确未来建设的着力点,以期为智慧校园建设提供借鉴意义。

2. 基础教育中教学支持服务的现状

业界对支持服务的概念并没有统一的界定,更多从应用场景、服务主体两个维度进行解释。基于应用场景的分类,一种是在虚拟空间中,面向远程教育实践提供的支持服务。另一种是在物理空间,面向实体学校教育提供的支持服务。基于服务主体的分类,一种是面向教学者提供的教学支持服务(赵灿&王世燕,2020),即以教师为主体,以开展高质量教学、触发有效学习为目的给予教师全方位的支持服务,推动教学质量的提升。另一种是面向学习者提供的学习支持服务(丁兴富,2002),即以学生为主体,强调学生在学习过程中接受的各种信息、资源、人员和设施的支持服务的总和。本研究主要探讨的是在智能技术加持下的智慧校园中,面向教学者提供的教学支持服务。赵灿等人(2020)以智慧校园的特征为基石,从教学空间、教学资源、数据决策、教师数字素养的提高和教学管理五个维度构建了面向教学者的支持服务体系,助力于实现高质量教学。李逢庆等人(2017)从教学支持、教学评价、教学督导和教学咨询四个方面厘清美国大学教学支持服务框架,并以此为基准提出了教师培训、评估与督导、信息技术支持的教学支持服务体系,以便为教师提供全方位、个性化、便捷性的教学支持服务,进而促进教师发展、提高学生学习质量(2014)。尽管当前面向教师提供支持服务的研究相对较少,但经上述分析不难发现,研究者通常从环境特征、软件技术应用、教师能力素养等方面构建教学支持服务框架,注重应用驱动、强调教师专业发展与素养提升,同时为教育教学提供全方位支撑。为了构建智慧校园环境下GCCCE2021全面且系统的教学支持服务框架,本研究以“智慧校园的特征—社会发展对教师能力的新诉求—未来教学支持服务建设的着力点”为主线展开深入探讨。

3. 基础教育场域中智慧校园的建设与发展对教学支持服务的影响

基础教育的智慧校园环境的演化特征可归纳为线下教学、线上教学及线上线下的混合式教学三个阶段。我国基础教育正向线上线下融合创新阶段转型升级。在线上线下教学场域中,混合式教学环境、混合式精准教学模式的建设集成了数据的伴随性采集、多维数据深层分析、学习者模型构建、智能决策和干预、虚拟教师、智能评阅等多项复合技术,调动了知识库、题库及交互性、体验性、生成性、工具性等教学资源和学习共同体等多种要素,同时明确了各教学环节教师需要的支持服务,并将学校的正式教育与家庭的非正式教育无缝衔接,汇聚教师、家长、管理者与支持者等行动者之资本,共同支持线上线下教学。在线上线下教学场域中,教师拥有更多的“权力”产生了新的“惯习”,其角色定位不再局限于传统的传道授业解惑者,而是学生学习的引导者与

促进者、学情数据的分析者和教学需求的发现者、课程资源的建设者和开发者、教学问题的干预者和决策者，教学评测的改良者和执行者、教学研修的协作者和研究者、平台系统的应用者和优化者等。这意味着对教师能力的要求相应提高，教师除了具备专业素养开展教育教学活动外，还需具备信息素养、数据素养和多学科素养以引导支持学生、挖掘分析需求、设计开发资源、实施决策干预、落实综合评价、组织管理教研、协同应用设备等。

4. 教学支持服务框架优化与改进的着力点

基础教育场域中，智能技术的落地应用推动了智慧校园中基础设施建设的优化升级，实现了智慧学习环境的沉浸物联，促进了教育教学模式的融合创新，加速了教师角色的多元转变。大数据和 AI 驱动的精准教学与规模个性化学习系统的落地及其与通用教室、专用教室甚至智慧教室的灵活搭配，教师多元角色的自由切换均对教学支持服务框架提出了高水准、高要求。本研究基于完备的智慧校园环境，面向线上线下教学场域中教师所需的教學支持服务，勾勒教学支持、教师发展和保障措施三个维度的支持服务框架，详细探讨各维度需优化与改进之处，协同支持教学活动的开展，真正实现为教师减负的目标。

4.1. 教学支持

4.1.1. 教学目标支持

基础教育中，需求导向与目标导向的教学具有针对性且更加精准，是实现个性化学习、精准教学，提升教学质量的最有效途径。将学生的学习需求融入教学的行为目标、生成性目标、表现性目标当中进行教学设计是未来教育教学的常态化形式之一。因此，为教师提供教学目标支持服务便尤为必要，此为优化之一。

为了精准设计教学目标，首先为教师提供学生群体的共性需求与学生个体的个性需求的可视化服务。其次，提供学习需求与教学目标相融合的标准化个案，以便准确有效地将学生需求与教学目标相融合。行为目标具有精确性、具体性和可操作性特点，往往对学生有着共性要求（武法提，2013），可将学生群体的共性需求嵌入其中；生成性目标是在教学交互过程中自然生成的，具有过程性特点；表现性目标则根植于学生的个性化表现，具有不可预知性特点，可与学生的个性需求相融合。基于上述原则，为教师提供细粒度的教学目标设计标准，规范目标设计流程。

4.1.2. 教学资源支持

在资源检索与推送服务方面，首先关注互动性、体验性、生成性、工具性资源和区域特色资源的建设，丰富资源类型（陈丽等，2019）。其次，建立优质资源的审核标准，并进行标注，提升资源质量。最后，健全知识本体库、题库，尤其是学生个体的错题库，利用知识图谱技术连接知识点与资源，同时提供简洁的 UI 界面，提高资源检索与推送的精准性。在资源开发服务方面，关注工具性资源的开发与应用，同时在保障知识产权的基础上提供资源的二次编辑、加工权限，以提升资源质量。

4.1.3. 学情分析与决策干预支持

在学情分析服务方面，以汇聚的线上线下结构化和非结构化教学过程和结果数据为基础，以人工智能技术为依托，对学习个体建模，量化学生需求、分析认知水平、识别问题知识点或盲点、探索教学规律，同时直观地为教师呈现学生个体及学生群体的学情分析结果（不需要进行分析处理）（刘三女牙，2020）。在决策干预服务方面，以学情分析结果为基准，为教师呈现学生学习规律及智能预警结果的突变时间和同一时刻的知识盲点及原因，同时为教师提供多项推送选择（如，基于粒度排列的教学资源、基于学生社交网络排列的学习共同体、学习状态提示等），便于个性化且精准推送，并及时将学生拉进正常学习轨道中来。

4.1.4. 教学评价支持

首先，建立评价标准是落实教学评价改革的首要途径。换言之，需要为教师提供多元评价主体的评价标准（指标及权重）、综合素质评价标准（五育指标与权重）、过程性表现的评价标准（指标与权重）和第三方提

供的教学质量评价标准等服务，便于教师基于量化指标开展教学评价。其次，为教师提供学生个体在不同阶段的学习表现服务，便于开展增值评价。最后，在支持无纸化测验的同时，为教师提供智能组卷、智能监考和试卷评阅服务，真正为教师减负。

4.2. 教师发展

4.2.1. 共同体支持

智慧校园的建设与教育教学变革对教师的专业能力的发展提出了更高的要求。未来教学中，用最少的时间实现教学效益最大化的举措便是让教师在某一方面的能力达到极致，教师职能的精细化分工便是最重要的发展方向，如教学设计师、教学资源开发师等新兴职业。未来课程建设甚至教学流程设计可能并非由某一位教师完成，而是教师团队共同完成。同时，教师仍需要得到教研团队的支持，甚至提供跨区域、跨学校、跨学科、跨年级的教研支持，协同提高教学质量。因此，为教师提供教研共同体、教学共同体支持服务被视为框架的优化之五。

4.2.2. 理念与能力培训支持

基础教育阶段，培训是革新教学理念、提升教师能力最有效的途径。智慧校园的建设与发展要求教师不断完善自身的学科素养、信息素养与数据素养，并对教师能力提出了新的诉求。此时，由区域或学校组织的面向交叉学科、教学设计与课程开发、干预决策与人机协同、组织管理与协同教研等系统性培训便显得尤为必要。因此，为教师提供系统化的培训支持服务被视为教学支持服务框架的优化之六。

4.3. 保障措施

4.3.1. 运维服务支持

智慧校园中，教师在智慧教室（专用教室/通用教室）应用智能设备开展教学时，不免产生一系列突发性问题。然而，教师毕竟不是专业的技术人员和平台维护者，可解决的技术难题有限。因此，通过购买服务的形式为教师提供运维服务，同时辅以嵌入型的设备支持教学工作的开展。

4.3.2. 激励机制

智慧校园建设和教育教学改革应受到区域及学校的重视，其表现举措为颁布区域甚至校级规划性文件进行督导支持。在上述背景下，结合不同学科、职称称号教师的需求，为教师提供分层次、分阶段的激励标准，如物质或评优评先支持，提高教师参与教学改革和提升教学能力的动机，尤其是具有职称称号的经验型教师的动机。因此，教师的激励机制服务是保障教学效果最有力的外在措施之一，同样被纳入支持服务框架当中。

5. 小结

智慧校园中，智慧学习环境是师生开展交互所必须依赖的环境，也是激活学生认知状态速率的重要因素之一。环境建设可辅助实现教学模式的精准化和个性化、过程的可视化和协同化、资源的精细化和优质化、评价的系统化和多元化等特征，是智慧校园建设的最终落脚点。为实现上述目的，本研究从教师需求出发，以需求驱动、服务驱动为核心，梳理教师所需的个性化、精准化、动态化、智能化和一体化的教学支持服务框架，在提升教学质量、探索创新实践的基础上真正为教师减负。

本研究仍存在诸多不足之处。其一，本研究仅仅通过文献调研、实地考察方法设计教师所需的教学支持服务框架，并未对框架的完备性、效益进行有效检验。其二，本框架也仅存在于理论层面，尚未在智慧校园建设当中运用。在未来研究中，计划在智慧校园建设的实践工作中完善教学支持服务框架，通过问卷调查和多轮迭代等方式，确定服务框架的信度效度。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

参考文献

2021 年工作重点。北京：教育部。

丁兴富(2002)。论远程教育中的学生学习支助服务。 **中国电化教育**(03),56-59。 doi:CNKI:SUN:ZDJY。0。2002-03-023。

皮埃尔·布迪厄、华康德著,李猛、李康译(2004)。 **实践与反思:反思社会学导引**。出版地:中央编译出版社,144。

刘三女牙,杨宗凯 & 李卿(2020)。计算教育学:内涵与进路。 **教育研究**(03),152-159。

李逢庆(2017)。美国大学教学支持服务机构的时代转向及启示。 **现代教育技术**, 27(11),58-63。

李逢庆,宫淑红(2014)。应对与回应:呼唤构建信息时代的大学教学支持服务体系。 **电化教育研究**,35(08),25-31。

杨琴,蒋志辉,何向阳,余剑波(2020)。“5G+智慧教育”视域下的教师支持服务模式构建与行动路径研究。 **远程教育杂志**,38(01),87-94。

陈丽,逯行 & 郑勤华(2019)。“互联网+教育”的知识观:知识回归与知识进化。 **中国远程教育** (07),10-18+92。

陈玲,刘静,杨重阳 & 余静雯。(2020)。场域视角下的“互联网+教育治理”的实践演变——以北京市“开放辅导”为例。 **电化教育研究**(03),56-62。 doi:10。13811/j。cnki。eer。2020。03。007。

武法提(2013)。论目标导向的网络学习环境设计。 **电化教育研究**,34(07),40-46。

武法提,黄石华 & 殷宝媛。(2018)。场景化:学习服务设计的新思路。 **电化教育研究**(12),63-69。

赵灿 & 王世燕。(2020)。面向智慧教育的教学支持服务体系研究与构建。 **中国教育信息化**(07),10-14。 doi:CNKI:SUN:JYXX。0。2020-07-004。

教技 6 号文件(2018)。 **教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知**。北京:教育部。教育部(2021)。教育部

基于翻转课堂的微课导学教学模式中学人工智能中的教与学

Teaching and learning of Artificial Intelligence in middle school based on flipped classroom by the micro-course guided learning teaching model

胡童欣^{1*}

¹ 广州市铁一中学

* chimphu@qq.com

【摘要】 翻转课堂在一定程度上释放出学生的主观能动性，使学生学会自主学习。自 2019 年起，人工智能成为初中实验课程，在已有的翻转课堂教学模式的基础上，融合微课导学，创新教师的教法，学生的学法，使学生学会在课前、课中、课后在搭建好的资源库中获取知识。课前与课后，通过小组打卡，利用碎片时间讨论学习。在课堂教学中，教师引导学生利用微课巩固，实施精准辅导，学生则在项目活动中以小组合作的方式进行实操，加深对人工智能的理解与运用，让课堂成为学生内化知识的地方。通过以微课导学为基础的翻转课堂在人工智能课程中的教育实践学生的学习示范，推导出此模式有效提高学生学习该课程的广度和深度，激发学生的自主学习能力。

【关键字】 微课导学；翻转课堂；人工智能；自主学习能力；教学实践步骤

Abstract: Flipped classroom can give full play to students' subjective initiative, and its characteristic is to promote students to learn to learn independently. Since 2019, artificial intelligence has become a junior high school experimental curriculum. Based on the existing flipped classroom teaching model, it integrates micro-class guidance, innovative teachers' teaching methods, and students' learning methods. By constructing a learning resource library and a task list for micro-classes, students can use fragmented time to acquire knowledge before, during, and after class. In classroom teaching, teachers use micro-classes to consolidate knowledge and implement precise guidance to students, while students conduct practical operations in group cooperation in project activities to deepen the understanding and application of artificial intelligence. Through the educational practice and students' learning demonstration in the artificial intelligence course of the flipped classroom micro-teaching teaching mode, it is deduced that this mode can effectively improve the breadth and depth of students' learning, and stimulate students' independent learning ability.

Keywords: Micro-course guided learning; Flipped classroom; Artificial Intelligence; autonomous learning ability; Teaching Practice stepsword

1. 前言

「学生的自主学习能力将成为成功与否最重要的因素。」我校大部分学生的理解能力与思维能力都在平均水平以上，使用传统的教学讲授法：老师讲一步，学生做一步，教学评价中反馈的学生成绩总是没有突破，这一现实问题让我觉得十分困惑。2019 年，在广州市教研院推动人工智能实验课程进课表的举措下，人工智能进

入初中课表，全新的课程在中学课堂的教与学没有成熟的教学模式可供借鉴。倘若在人工智能教学中，继续原有的传统教学模式，这个问题将会是同样存在。

「2011年，胡铁生提出了“微课”的概念，」10年后的后疫情时代，我们学科为线上教学做了很多微课资源，微课就在这场没有硝烟的战场上带来了非常好的应用效果，在这新时代教育背景下，在线教学模式启发笔者，可以尝试为学生提供翻转课堂，融入微课导学教学资源，素材课件，自主学习微课导学任务单。学生在线上用最短的时间或是碎片时间泛在学习人工智能知识。笔者就此入手，对累计学习产生的效果与传统线下课堂进行对比、分析，探索出基于翻转课堂的微课导学教学模式中学人工智能中的教与学的一种新模式。

2. 研究综述

2.1. “微课导学”的内涵

从学术上理解，「微课与微课程是不等同的，微课的定义是微小的课。」微课导学概念是由微课演变而来，微课导学是利用微课程的重要元素——自主学习任务单，引导学生按照任务清单的顺序通过观看视频格式的微型教学资源从而获得新知识的教学活动。微课导学的特点是教师提前为学生准备自主导学清单，将一节课的学习目标分割成为多个子知识目标、教学过程完整的短视频。

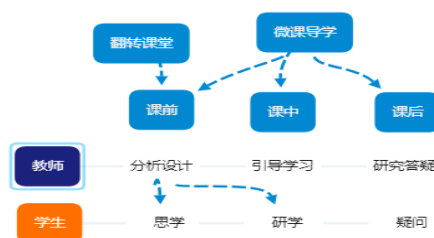
2.2. 基于“翻转课堂”的“微课导学”教学模式的内涵

「翻转课堂是将知识学习过程中知识传授与知识内化两个阶段颠倒过来，」在互联网的时代背景下产生的一种新的教学模式。用微课导学作为翻转课堂的素材就是其中之一，它将传统的教学过程，即老师传授知识在课堂到学生的内化知识在课堂外的模式，转变为学生在课堂外就自主被知识传授再到在课堂内在老师的指导下内化知识，通俗一点的说，就是学生在课前就已经自主学习完新的知识，在课堂上加以探究应用过程中提出自己的问题。在这一模式下，对我们老师要求越来越高，老师不再是传统的备课讲概念讲知识点和操作的步骤，而是基于课本的知识与技能，去引导学生去构建个体的计算思维能力，引导学生去解决提出的问题。

3. 基于翻转课堂的微课导学教学模式在人工智能教与学的构建及应用

3.1. 课前、课中、课后的构建

根据翻转课堂和微课导学的内涵特点，分三个部分构建每一节课：课前导（教师）学（学生）、课中研学（师生）和课后答（教师）疑（学生）。人工智能属于技术和理论并重的课程，这样更大程度让学生能在人工智能的课堂中，有所收获，萌生创意的想法。



课前，教师分析学生，做到了解每个学生的学习水平和学习兴趣。教师在准课之前，为激发学生的学习兴趣，收集学生提出的问题，对大众提出的问题分析，收集相关科技时事资讯资源，创设案例情景，准备教案和导学案，录制微课。课前给到学生的资源必须包括微课导学学案，微课等。微课导学主要围绕学生生活主题案例来启发学生。

课前教师与学生不存在真正意义上的师生交流活动，为此，笔者在设计微课导学的任务清单时，有意让学生在真实、具体、典型的案例教与学的模拟情景中，利用问题引导学生学会观察，学会思考，掌握方法，实现微课导学教学模式的有效性。通过现代教育应用的手段，笔者通常在微课中添加真人问答环节，在部分概念性

知识讲解结束后,教师录制一段视频描述问题,通过嵌入选择按钮,让学生即使回答,让学生感受到教师是真实存在于微课中,实现“交流”这一过程。

在课堂中,展现给学生的微课是按照知识点来分类,微课更加精简,同种问题被抽象提取出来,微课的导学的内容转向提出问题,解决问题,并围绕一个项目主题进行讲解。通过自主学习任务清单,学生可以实现对需求进行分析,设计解决问题的流程图。例如:部分学生进入编程环节时,会出现语法出错,单词拼错等问题,教师会建议学生在这个过程中,可以将已有知识重新建构,在试错中,学会找痛点,分析错误的原因,即而从微课导学资源库中找出先关知识内容,结合微课可重复性观看的特点,逐渐实现高效学习和自主学习的方法。在课后,学生提交自己的作品,很多时候学生提问已经超越了老师所拥有的认知范围,教师应不断更新知识范围,与学生探讨作品存在的问题。

3.2. 基于翻转课堂的微课导学教学模式的应用

笔者利用《大数据处理——巧用 AI 分类》为例,谈谈利用基于翻转课堂的微课导学的模式如何实现教师的教和学生的学。学习对象的分析:学生在信息技术课程中已经学习过 python 和 blockly 积木式编程的顺序、分支、循环结构,具备一定的编程思维。但是学生没有接触过人工智能算法,若使用 python 语言编写并调用外置库实现 AI 分类算法,超过了初中生的操作和理解的范围。笔者利用翻转课堂的微课导学教学,让学生将问题的理解做在前面,上课的时候把课堂还给学生,通过学生主体意识,小组协作,根据老师给出的自主学习任务单,在做中学,做中问,做中理解和运用知识。笔者尽可能的参与到每一个小组中的制作讨论中去,实现学生为主体,教师为辅助的课堂。

3.2.1. 课前:翻转课堂,发放微课导学

教师活动:在广东省粤教祥云学习库中发布微课导学资源:学生自主学习任务清单、微课:《分类水果》、微课:《探索大数据的制造工厂》、微课:《什么是 KNN 分类算法》、微课:《做一做:利用大数据,建立红点和蓝点的分类模型》、作业:以小组为单位采集两种不同水果的特征数据,利用思维导图的方式,制作分类水果程序的思维流程图、思考:如何模拟红点和蓝点的分类模型建立方式,建立两种不同水果的分类模型。

学生活动:学生登录学习平台,通过自主学习任务清单的引导,完成微课导学 and 问题的回答,在课前进行自主学习;学生学会做分工与计划,完成作业。实现分类水果程序,必须在课前就做好小组成员的分工,为课堂制作程序做好知识储备和思想准备。

设计意图:学生根据自主学习的任务清单的引导,清晰地了解课前学习的导向目标和自主学习步骤,清单引导学生带着问题去观看微课,同时回答问题和完成任务。第一个微课首先从学生通过认识到分类水果的经历入手,让学生能将分类动作抽象为具有流程化的方法步骤。第二个微课,回忆复习大数据,体验大数据的产生和应用。第三个微课利用动画生动有趣地讲解 KNN 分类算法的原理,将晦涩难懂的内容简单化。在微课中,增加教师本人录制的问答和学生点击选择按钮进行答题环节,增添微课互动性。与传统课堂相比,将课堂知识翻转,在课前用微课导学的方式教学,同学们的积极性更加高,他们利用空余时间自主学习,在课堂中与老师的互动的知识与技能的广度更大,教学评价反馈更好。

3.2.2. 课中讨论

教师活动:提出讨论主题——各小组分享思维导图的结果,堂上制作分类水果的小程序。

学生活动:小组分享课前的作业,组间头脑风暴,全班同学达成一种共识。

设计意图:学生之间的交流与分享效果非常好,部分学生在翻转课堂中,进行了相关资料的查阅,在交流中学生之间的想法有了碰撞,后进生有所启发。

3.2.3. 课中总结、引入项目制作

教师活动：总结同学们采集的两种不同水果的特征数据和训练数据集的关系，测试数据又是如何与训练数据集在 KNN 算法下训练出来的模型进行比对，从而区分出正确的结果；观看分类算法高大上的应用微视频；布置实践项目：请按照自主学习清单课中的实践任务操作步骤，完成水果分类的程序制作。

学生活动：理解巩固 KNN 分类算法的原理，掌握训练数据集和测试数据集的概念，尝试根据微课导学完成水果分类程序的制作。

设计意图：小程序选择源码编辑器中的 AI 分类和 AI2.0 图形化编制作，微课导学有对应的技术操作，学生在做的过程中，根据训练数据的采集和 KNN 分类模型的建立过程的实操加强理解，学生对课前学习的 AI 分类知识再次进行建构。与传统课堂相比，40 分钟时间，教师讲授加学生实操，学生理解新知识，应用新知识可能要 2 个课时，新模式只需 1 个课时即可完成，能让学生学会高效和有意义的学习。本项目可实现机器学习的简单例子，由此让学生延伸，课后想一想各行各业中的人工智能的分类应用，以及未来会出现的智能工具如何加持我们的生活学习，让学生敲响警钟：除了会使用人工智能，还要学会理解原理，尝试制作人工智能的产品，未来才不会屈服于高科技。

3.2.4. 课中学生动手实践

教师活动：教师巡堂参与小组制作，指导各个小组解决问题。

学生活动：学生开始分类水果的小程序。

设计意图：学生动手实践活动是整节课的最重要的教学环节，老师在这一个环节里面可以因材施教，学生在这个环节里通过组员之间的通力合作，找寻解决的问题的方法，比老师在课堂上讲课传授的知识掌握的信息量要大得多，而且也能在实践过程中产生对问题的描述，对问题的看法，可以让老师的专业知识水平在此得到一定的提升。

3.2.5. 课中作品展示及评价

教师活动：小组作品展示，教师引导学生提问与评价。辅助展示同学进行问题回答。

学生活动：学生在展示作品的时候，其余小组同学可现场提问与点评。

设计意图：让全班同学面前展示作品，有助于他们的思维表达能力。同时，在一开始是老师带着同学们去提出问题，慢慢的，学生在听作品展示的过程中，他们也会有自己的疑问，笔者在这个环节中最希望看到的是同学们给展示小组提出问题，并由小组成员回答。在传统课堂中，作品展示环节不是一节课中最重要的，但在新模式下的课堂，这个环节对学生未来课堂带来的影响往往比教师总结更深远，学生也最喜欢这个环节。

3.2.6. 课后作品续写

教师活动：教师课后指导及学习，对好的作品可朝着比赛的方向对学生加强引导。

学生活动：学生自主查阅资料，继续增加程序的功能或复杂度。

4. 结语

本论文通过一个具体的教学案例归纳了基于翻转课堂的微课导学模式下教师教学和学生学习的步骤，该教与学的模式解决了传统教学模式中“赶鸭子上架”的现象，在课前，学生根据微课导学自主学习，在课堂中，课堂成为以学生为主体的动手实践的教学活动场所，内化人工智能，不仅仅靠教师的理论概念的填鸭式讲解，或是纯粹利用网上“高大上的”视频资源播放应用演示，只有培养学生自主学习的能力让学生在人工智能的课堂中尝试较为开放的项目任务，初中生更加愿意去实践，体验成功的喜悦。学生是学习的主体，基于翻转课堂的微课导学教学模式最大优势就是可以将人工智能的课程开展的非常有趣，让学生成为课堂的主角，老师成为引导他们的引路者。愿在不断的学习中进步，从进步中成就学生，为人工智能的教与学的应用注入新元素，启发新思想。

参考文献

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

方圆媛和黄旭光（2020）。中小学人工智能教育：学什么，怎么教——来自“美国 K-12 人工智能教育行动”的启示。**中国电化教育**，总第 405 期，32-39。

王同聚（2015）。“微课导学”教学模式构建与实践——以中小学机器人教学为例。**中国电化教育**，总第 337 期，112-117。

李振达（2018）。基于“微课导学”教学模式构建与实践研究——以中职信息技术专业教学为例。**电脑知识与技术**，Vol.14, No.10, Apr. 2018，130-132。

金燕（2014）。基于微课的翻转课堂教学模式实践研究——以《计算机应用基础》课程为例。**模式论丛**，2014.23,55-58。

缪亮和袁长征（2017）。精通微课设计与制作。北京：清华大学出版社。

响应式编程框架对智慧教室感知系统运行效率的影响评估

Evaluation of the Impact of Responsive Programming Framework on the Operating Efficiency of the Smart Classroom Perception System

侯恩硕¹，刘丽丽¹，冯硕¹，李亭亭¹，张立山^{1*}

¹ 华中师范大学人工智能教育学部

* lishan.zhang@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】智慧课堂教学环境的建设基础是对教室内学生、教师等教育主体状态的智能感知，精准、及时的追踪学生和教师的状态，从而为其提供个性化教学服务。多模态感知设备以及物联网技术的快速发展，极大丰富了原有的教育主体感知手段，同时也对大规模感知数据的高效传输提出了挑战。响应式编程框架则是解决实时大规模数据传输的一种有效技术手段。本研究根据 MQTT 协议规范，设计并实现了两种不同的基于 Kafka 流平台的数据传输系统，用于多感知设备的数据并发处理。通过开展对比实验，检验了 Project Reactor 响应式编程框架的工作效率，为智慧教室感知系统的建设提供了重要参考依据。

【关键字】智慧教室；感知数据传输；物联网；MQTT 协议

Abstract: The construction of the smart classroom is based on the intelligent perception on students, teachers and other educational subjects in the classroom, so as to provide personalized services for them. Responsive programming framework is an effective technical means to solve real-time large-scale data transmission. According to the MQTT protocol specification, this research designed and implemented two different data transmission systems based on Kafka streaming platform for concurrent data processing of multi-sensing devices. Through comparative experiments, the work efficiency of the Project Reactor responsive programming framework was tested, and it provided an important reference for the construction of the smart classroom perception system.

Keywords: Smart classroom, Perceived data transmission, Internet of Things, MQTT protocol

1. 引言

黄荣怀等(2012)认为，在传感技术、人工智能等技术充分发展的信息时代，教室环境应是一种“能优化教学内容呈现、便利学习资源获取、促进课堂交互开展，具有情境感知和环境管理功能的新型教室”，这种教室被称为“智慧教室”。李蓀萍等(2019)在当前智慧教室研究热点的分析和启示中提到：利用物联网技术设计具有环境感知的学习环境是智慧教室的重要特征和趋势之一。物联网作为一种新兴的技术，可以让所有的物品与网络都连接起来，实现对物品的感知。阎坚等(2016)根据物联网应用体系结构（感知层、传输层、应用层），提出了一种智慧教室系统架构设计，这种系统架构与现有的数字教室相比最大的特色就在于环

境感知功能。在信息化教学的进程中，对于课堂的建设要求也逐步提升，尤其是针对于课堂的实时监控具有很高的需求(陈林奎等，2020)。所以，在智慧教室系统架构中如何高效传输及合理存储数据已成为开发智慧教室应用的重要环节。高吞吐量、低延时的高性能物联网服务器系统得到了广泛的关注(包晓安等,2018)。Duan 等人(2017)基于 Netty 技术在远程医疗监护系统上实现了医疗数据业务的快速传输。Kobkiat Saraubon(2010)提出了一种智能教室的学习媒体库系统，使用 Mosquito MQTT broker 作为服务器，用于控制物联网设备的数据传输与交互。物联网在传输层及下层网络中基本上是遵从 TCP/IP 网络协议(Fysarakis K, et al, 2017)，MQTT 是一种超轻量级消息协议相比 HTTP 协议有更小的开销，广泛应用于物联网(IoT)领域。本文将基于响应式编程框架 Project Reactor 设计一种基于 MQTT 协议的响应式数据传输与存储方案。本文提出以下两个研究问题：

研究问题一：如何设计与实现基于 Project Reactor 框架的响应式数据传输与存储系统，对比 Netty 架构，它能否在数据传输方面性能更优？

研究问题二：如果本文设计的 Project Reactor 响应式系统性能更优，那么它在数据连接量达到多少数量的情况下，相比 Netty 架构方案的优势能够体现出来？

2. 相关技术

响应式编程是一种声明式编程方法，Project Reactor 框架工具就是代表之一，包含流、背压等核心概念。流是由生产者生产并由一个或多个消费者消费的元素序列。背压机制就是流量控制策略的一种，接受方可以向发送方反馈接受速率，防止系统中快速生成数据的部分压垮处理数据较慢的部分。

Kafka 支持的两种消息引擎模型，分别是消息队列模型和发布/订阅模型(王岩等，2016)，消息队列模型多用于进程间通信以及线程间通信。发布订阅/模型中发布者将消息发送到指定的 Topic 中，所有订阅了该 Topic 的所有订阅者将接收到同样的消息。当物联网终端设备上传数据比数据处理的速率过快时，也能保证消息不丢失，保证系统的稳定性(甄凯成等，2020)。

3. 系统设计与实现

为了验证上述提出的两个研究问题，本文运用响应式框架 Project Reactor 设计与实现数据传输与存储系统，并将本文方案与基于 Netty+Kafka 实现的技术方案进行实验对比。

3.1. 系统架构设计

系统的整体架构设计如图 1 所示。设备端程序用于获取物联网终端的数据，将数据上传到云平台的数据采集引擎。云平台主要包含数据采集引擎、数据中转站和数据持久化。

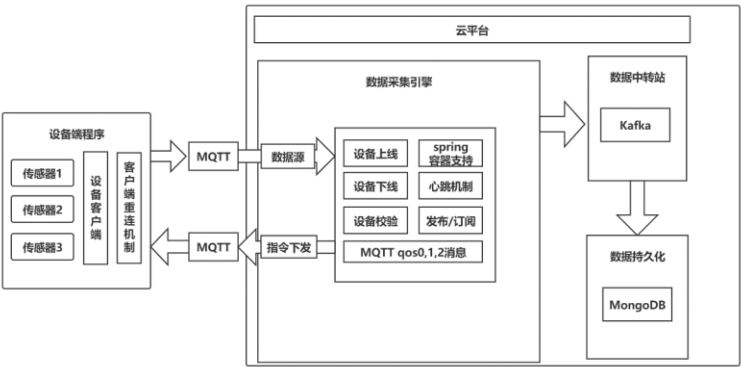


图 1 系统架构示意图

3.2. 系统实现及数据处理流程

数据采集引擎模块属于 MQTT 服务器的开发实现，使用 Project Reactor 框架进行开发。主要实现了 MQTT 连接、发布/订阅消息、消息质量服务等功能。此外，设备端程序是 MQTT 客户端的开发实现，具有连接 MQTT 服务器的能力。系统技术实现及消息处理流程如图 2 所示。

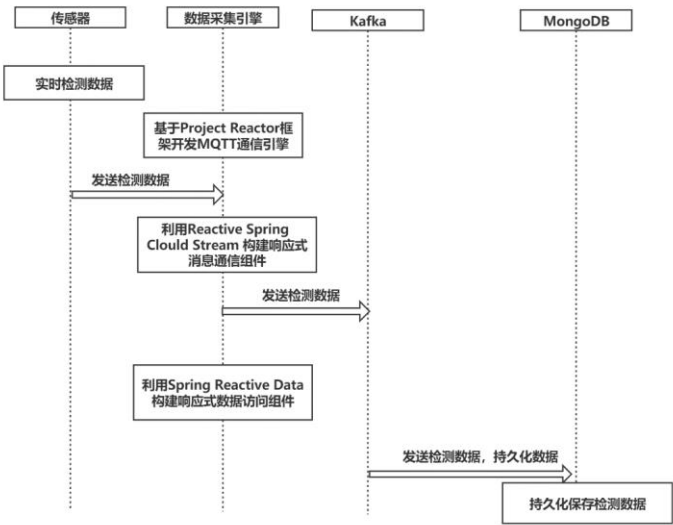


图 2 数据处理流程示意图

4. 实验验证和分析

4.1. 云平台数据采集引擎性能测试

本文模拟大量连接，通过原始的时间戳并与当前的系统时间戳计算系统平均响应时间。如图 3 所示，当并发数据量小于 4000 个时，两种方案并没有多大的区别，因为，Netty 的线程模型在数据规模不大时本身具备很好的并发处理能力。当并发量大于 6000 时，Project Reactor 依靠异步数据流处理方式相比 Netty 方案在线程、内存消耗等方面更小，并且依靠背

压机制避免接收方被大规模数据量压垮，能够大幅度提升系统的稳定性。如果项目中还需要其他协议的支持，可以基于本系统进行二次开发，并进行相关测试即可。

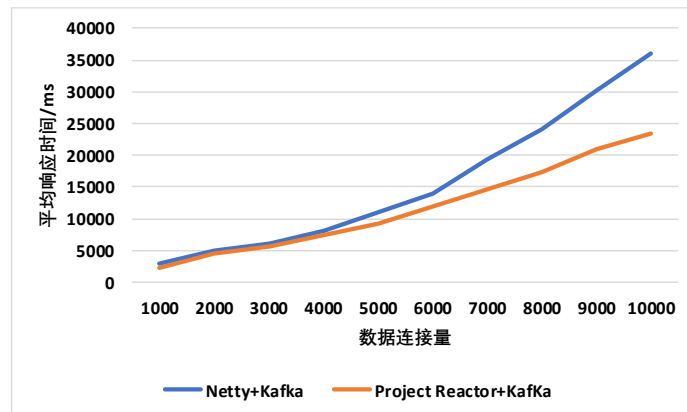


图 3 系统平均响应时间示意图

5. 结语

本文基于 Project Reactor 框架和 MQTT 协议实现了一个面向智慧教室的数据传输和存储系统。在本系统架构示意图中，MQTT 客户端集成于设备端程序之中，MQTT 服务器则集成于云平台中作为数据采集引擎。所以，设备端程序就拥有了基于 MQTT 协议的传输能力，进而智慧教室中的各种传感器设备都可以复用这个 MQTT 传输通道，并快速将数据上传到云平台。云平台的数据采集引擎接收到数据后，通过转发的方式将数据传送给 Kafka 流平台，Kafka 流平台的消费者会将数据转发给 MongoDB 数据库进行持久化存储。整个架构系统完全符合响应式规范，依靠异步流处理和背压机制大大提高了数据的传输效率。为了研究本文提出的两个问题，模拟了一定范围内的数据连接量进行了压力测试，在数据连接量大于 6000 的时候，能够体现出本文方案的性能优势。所以，可以为智慧教室中各种传感器数据的传输与存储提供一种新的参考方案。下一步的工作是搭建云平台的服务集群，并利用负载均衡策略将物联网设备终端的连接分散到集群的不同机器上去，以减少单台机器硬件资源的限制对系统性能造成影响，从而适用于更大规模的应用场景。

致谢

本项目受到华中师范大学中央高校基本科研业务费专项资金资助（项目名称：课堂协作学习的智能助教研究，编号：CCNU20ZN006）。

参考文献

- 王岩 & 王纯(2016)。一种基于 Kafka 的可靠的 Consumer 的设计方案。 **软件(01)**,61-66。
- 包晓安,常浩浩,徐海,董亮亮 & 张娜(2018)。基于 LSTM 的智能家居机器学习系统预测模型研究。 **浙江理工大学学报(自然科学版)(02)**,224-231。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 李葆萍, 宁方京, 李晟 & 董艳(2019)。当前智慧教室研究热点的分析和启示。 **数字教育(03)**, 10-14。
- 陈林奎, 徐鹤(2020)。基于NB-IoT的课堂管理系统设计。 **计算机技术与发展(11)**, 195-199。
- 阎坚 & 桂劲松(2016)。基于物联网技术的智慧教室设计与实现。 **中国电化教育(12)**, 83-86。
- 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。
- 甄凯成, 黄河 & 宋良图(2020)。基于 Netty 和 Kafka 的物联网数据接入系统。 **计算机工程与应用(05)**, 135-140。
- Duan, D., Huang, M., & Mu, Y. (2017, November). *Research for Building High Performance Communication Service Based on Netty Protocol in Smart Health*. In Proceedings of the 9th International Conference on Signal Processing Systems (pp. 18-21).
- Fysarakis K, Askoxylakis I, Manifavas C, et al(2017). *Which IoT protocol? Comparing standardized approaches over a common M2M application*.
- Saraubon, K. (2019). Learning Media Repository and Delivery System for Smart Classroom using IoT and Mobile Technologies. *International Association of Online Engineering*. Retrieved April 9, 2021 from <https://www.learntechlib.org/p/207544/>.

虚拟仿真实验学习体验技术评价指标研究

Research on Evaluation Index of Learning Experience in Virtual Simulation Experiment

王祥鑫¹, 文福安²

¹北京邮电大学网络教育学院

²北京邮电大学网络系统与网络文化北京市重点实验室

* fawen@bupt.edu.cn

【摘要】 虚拟仿真实验项目建设要突出以学生为中心的实验教学理念,就必须重视学生使用实验系统的学习体验。本文以提升虚拟仿真实验项目的学习体验为目标,提出了输入设备选型是否合理、实验过程是否流畅、提示信息是否充足、是否提供在线指导四个技术评价指标及具体观测点,并运用该指标测试了2019年各省推荐给教育部的项目。在统计和分析测试结果的基础上,提出了对虚拟仿真实验教学项目建设的建议,以期虚拟仿真实验项目的建设和评定提供参考。

【关键字】 虚拟仿真实验; 学习体验; 评价指标

Abstract: In order to highlight the concept of student-centered experimental teaching in the construction of virtual simulation experiment project, it's important to pay attention to the learning experience of students using the experimental system. With the goal of improving the learning experience of virtual simulation experiment projects, this paper proposes whether the selection of input equipment is reasonable, whether the experimental process is smooth, whether the prompt information is sufficient, whether to provide online guidance, four technical evaluation indicators and specific observation points, and use the indicators Tested the projects recommended by the provinces to the Ministry of Education in 2019. In the end, based on the statistics and analysis of the test results, this paper gives some suggestions on the construction of virtual simulation experiment teaching projects to provide reference for the construction and evaluation of virtual simulation experiment projects.

Keywords: virtual simulation experiment, learning experience, evaluation index

1. 研究背景和意义

教育部办公厅关于2017-2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知中明确指出,示范性虚拟仿真实验教学项目应具有以学生为中心的实验教学理念,坚持一切从学生的需求出发,注重对学生社会责任感、创新精神、实践能力的综合培养,注重知识传授、能力培养、素质提高的协同实施,调动学生参与实验教学的积极性和主动性,激发学生的学习兴趣 and 潜能,增强学生创新创造能力。

以学生为中心的理念意味着学生实际使用虚拟仿真实验系统的学习体验是评价虚拟仿真实验课程优质与否的重要参考点之一。然而,目前虚拟仿真实验系统的技术评价指标研究中

相对缺少对学习体验的考虑，缺乏学习体验角度的技术评价指标。因此，有必要从学习体验的角度出发，研究可操作的、各学科通用的技术评价指标，以引导虚拟仿真实验项目的建设开发，保证学生获得较好的学习体验，进而提升学生参与虚拟仿真实验教学的积极性和主动性。

2. 虚拟仿真实验学习体验技术评价指标

目前学习体验还没有明确的定义，多数研究聚焦在学习体验的影响因素。Sun等通过研究学习者对在线课程的满意度发现，「学习者的在线学习焦虑、教师的态度、在线课程的灵活性和质量等因素会影响学习者的学习体验」（Pei-Chen Sun, Ray J. Tsai, Glenn Finger, Yueh-Yang Chen & Dowming Yeh, 2008）。胡永斌、黄荣怀使用文献法梳理了“体验”的相关术语，「将智慧学习环境的学习体验界定为学习者对智慧学习环境、学习活动和学习支持服务等教学要素的感知、反应和行为表现」（胡永斌和黄荣怀，2016）。刘斌等通过文献研究和理论分析探讨了在线课程学习体验的内涵、发展及影响因素。「学习体验是学习者对学习过程、学习结果的感知和体验，它关注学习者的真实感受，是衡量学习质量的一个重要指标」（刘斌和张文兰，2017）。

本文参考了黄荣怀等人对学习体验的研究，从学习环境、学习过程和学习支持服务三个角度思考，结合虚拟仿真实验自身的特点，提出了输入设备选型是否合理、实验过程是否流畅、提示信息是否充足、是否提供在线指导四个二级指标及具体观测点。

2.1. 输入设备选型是否合理

输入设备是学生感知虚拟仿真实验学习环境的主要因素之一。虚拟仿真实验的输入操作类型主要包括空间操作、平面操作及数字或文字录入三种。空间操作的操作对象是虚拟三维空间中的物体，而传统的平面鼠标在实现三维操作时存在诸多不便，空间操作频繁的虚拟仿真实验有必要提供对空间鼠标的使用支持。当然，并不是所有的交互操作都适合使用空间鼠标，在需要平面操作或者输入文字和数字的情况下，使用传统的平面鼠标和键盘要比使用空间鼠标更加便利。

2.2. 实验过程是否流畅

虚拟仿真实验教学场景下的学习过程主要指学生使用实验系统进行实验的过程，实验过程是否流畅很大程度上影响了学生对学习过程的感知和反应。相比于交互反馈不及时，实验异常对实验过程流畅性的影响更大。实验操作者在使用虚拟仿真实验系统进行实验时主要存在两类异常，即实验加载异常和实验过程异常。实验加载异常指三维实验页面无法正常加载导致实验操作者无法进入虚拟空间进行实验，实验过程异常指实验操作者在进入虚拟空间进行实验的过程中出现交互无反馈、交互反馈不合理或实验系统崩溃等情况。无论是实验加载异常还是实验过程异常都会带给实验操作者较差的学习体验。

2.3. 提示信息是否充足

提示信息是系统自动提供的学习支持服务，充足的提示信息能大大提升系统的可用性。虚拟仿真实验教学对于大部分学生来说是比较新鲜的教学方式，在缺乏提示信息的情况下，学生可能不知该如何操作，导致学习体验大打折扣。「学习者不应该花费太多的时间学习如何使用软件，而是应该将主要精力用于教学内容的学习」（C. Ardito & M. F. Costabile, 2006），虚拟仿真实验项目有必要提供足够的提示信息。虚拟仿真实验项目应至少提供两类

提示信息，一是学生在进入虚拟仿真实验系统之前提供详细的系统使用指南，二则是要在学生进入仿真页面进行实验的过程中提供每一个实验步骤的操作提示和讲解。

2.4. 是否提供在线指导

在线指导是虚拟仿真实验系统不可或缺的学习支持服务。虚拟仿真实验是典型的线上实验，教师和学生处于分离的状态，实验过程一般由学生独立完成，这就导致学生在实验过程中缺乏指导和交流，从而降低了学生的积极性和主动性。「网络学习平台应提供以学习者为中心的学习环境，要有关于互动设计的因素，即平台支持师生或生生互动」（张伟远，2004）。虚拟仿真实验项目应建立师生双向交流的渠道，打破师生准分离的状态，为学生提供快捷、方便的咨询和指导，从而提升学生的学习体验。

综上所述，本文提出的虚拟仿真实验学习体验技术评价指标如下表所示。

表 1 虚拟仿真实验学习体验技术评价指标

一级指标	二级指标	评价指标观测点
学习体验	输入设备选型是否合理	空间操作使用空间鼠标、平面操作使用平面鼠标、数字文字录入使用键盘
	实验过程是否流畅	无实验异常、实验异常少于 3 次、多次实验异常
	提示信息是否充足	实验前能获得实验系统使用指南、进入实验后能获得每一个实验步骤的操作提示和讲解
	是否提供在线指导	只提供指导老师在线联系方式（如 QQ，微信）、虚拟仿真实验系统自身提供在线指导服务功能、无在线指导功能

3. 虚拟仿真实验教学项目测试结果

本研究选取了 527 个国家虚拟仿真实验教学项目共享平台（实验空间）中 2019 年各省上报的虚拟仿真实验教学项目进行测试。这些实验涵盖物理学、化学、医学、工商管理学、文学、植物学等 58 个实验学科专业类，10 个学科门类，保证了调研结果不会偏向于某一特定学科或专业。测试结果如下所述。

输入设备选型方面，仅有 15% 的实验项目支持使用空间鼠标，绝大部分实验项目仅支持键盘和平面鼠标，96% 的实验项目使用键盘进行数字或文字的录入；实验过程流畅性方面，无实验异常、实验异常小于三次、多次实验异常的实验项目占比分别是 91%、6%、3%；提示信息方面，有 89% 的实验项目提供了足够的提示信息；在线指导方面，无在线指导信息、仅提供指导老师联系方式和实验系统本身提供在线交流功能的实验项目分别占比 67%、5% 和 28%。

4. 总结及建议

本研究以学习体验为出发点，针对资源层面的共性对虚拟仿真实验系统进行调研，旨在提出可操作的，各学科通用的技术评价指标，以期为虚拟仿真实验的建设提供参考。学习体验关注学习者对学习环境、学习过程、学习支持服务等教学要素的真实感受和反应，本文针对虚拟仿真实验教学场景下学生的学习体验，提出了输入设备选型是否合理、实验过程是否

流畅、提示信息是否充足、是否提供在线指导四个指标及具体观测点。测试数据表明，目前的虚拟仿真实验项目在学习体验方面整体上存在以下问题：1.空间鼠标（手柄）等高沉浸感的设备在虚拟仿真实验中的应用过少，实验沉浸感有待提升。2.实验过程不够流畅，9%的虚拟仿真实验系统存在异常现象。3.普遍缺少在线指导功能，缺乏师生双向交流渠道。针对以上问题，本文提出以下建议：1.目前 VR 头盔、手柄等高沉浸感 VR 设备虽然昂贵，但随着行业发展，这些设备的普及率提升是必然趋势。在虚拟仿真实验项目的设计开发阶段就应尽量考虑提升高沉浸感 VR 设备的使用率，以模拟真实实验环境下的操作体验。2.为尽可能避免实验过程中异常现象的出现，应保证实验项目的开发质量，提供可靠、稳定的实验系统。同时尽可能提高交互反馈速度，以提高实验过程流畅性。3.为保证师生双向交流的开展，最好能在实验系统内提供在线指导功能。

参考文献

- 刘斌和张文兰（2017）。在线课程学习体验的影响因素及其结构研究。《现代教育技术》，09，107-113。
- 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。
- 胡永斌和黄荣怀（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。
- C.Ardito & M. F. Costabile.(2006). An approach to usability evaluation of E-Learning applications .*Universal Access in the Information Society*,2,270-283.
- Pei-Chen Sun,Ray J. Tsai,Glenn Finger,Yueh-Yang Chen & Dowming Yeh.(2008).*What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction*. (4),. doi:10.1016/j.compedu.2006.11.007.
- Wen, F., & Wang, H. (2020, November). *Research on fidelity technology evaluation index of virtual simulation experiment*. In 2020 18th International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA) (pp. 774-779). IEEE.
- Wen, F., & Ji, Z. (2020, October). *Evaluation of the Learning Performance for Virtual Simulation Experiment*. In Proceedings of the 4th International Conference on Computer Science and Application Engineering (pp. 1-5).

C7: 学习分析与学习评估

混合式学习中基于神经网络的形成性成绩预测研究

Prediction of Formative Achievement Based on Neural Network in Blended Learning

占袁圆*, 张屹, 顾菲尔, 费佳萍

华中师范大学

* 2250930983@qq.com

【摘要】 随着“互联网+教师教育”创新行动的开展,信息技术成为了探究教学变革的重要手段。不同于传统教育只关注教学成果,本文通过神经网络技术分析学生的形成性成绩,加强探讨了教学过程中学生活动对学习效果产生的影响。文章的实验收集了武汉某高校混合式学习模式下的学生数据,并引入了能反映学生学习基础的历史绩点,提高了实验结果的有效性。研究表明该方法能有效深入分析学生的学习行为,为学习诊断、教学策略调整以及 MOOC 平台模式改进提供帮助,在一定程度上对师生起到了正向激励作用。

【关键字】 混合式学习;神经网络;形成性成绩;MOOC

Abstract: With the development of the innovative action of "Internet + teacher education", information technology has become an important means to explore the reform of teaching. Different from traditional education, which only focuses on teaching results, this paper analyzes students' formative achievements through neural network technology, and discusses the impact of middle school students' activities on learning results. The experiment of this paper collected the students' data under the mixed learning mode of a university in Wuhan, and introduced the students' relevant historical GPA, which improved the validity of the experimental results. Research shows that this method can effectively and deeply analyze students' learning behavior, provide help for learning diagnosis, teaching strategy adjustment and MOOC platform model improvement, and to a certain extent, it has a positive incentive effect on teachers and students.

Keywords: blended learning, neural network, formative achievement, MOOC

1. 前言

随着教育信息化改革的推进,人们的学习理念和教学模式发生了翻天覆地的变化。越来越多的教育者开始关注学生的学习状态。在新的教学环境中,信息技术的运用成为推动教育发展的关键。其中人工智能技术作为教育信息化改革的有力支撑,常被用来进行教学分析,教学辅助,教学测评以及教学预测。用技术分析教育数据早在 20 世纪后期就已经出现,当时受限于数据的来源较少并没有体现出该方法的作用。而在互联网全面渗透各个领域的现代社会,收集学生的各项学习数据不再是难事,使得技术助力学习分析成为焦点。例如,大规模开放在线课程(massive online open course, MOOC)的出现为学生提供了个性化的学习方式,同时一些教师通过将 MOOC 学习与课堂讲授相联系,使得教学活动的开展变得更为丰富。在 MOOC 平台中记录了学生完成各项学习任务的详细数据,能有效反映出学习者的学习规律,如果将人工智能技术应用到 MOOC 数据分析中,可以及时识别学习存在风险的学生,通过信息技术助力教学活动的开展,已经成为了必然趋势。本文将通过人工智能领

域的神经网络技术预测学生混合学习模式下的形成性成绩，关注学生发展性的变化，积极践行新课程改革的理念。

2. 概念界定及相关研究

2.1. 混合式学习

时代的发展导致对教育的要求也发生了变化，为了更好的适应现代学习者的特点及知识传授的需求，教学从来都是不断融合新技术新理念的过程。在传统的课堂教学中受限于教学时长以及授课环境等原因，教师在进行讲授时，教学方法和教学内容都受到了极大的局限性。学生获取知识的渠道较为单一，学习多是被动的接受，缺乏兴趣的引导。随着网络的普及，网络化学习成为了新兴的学习模式。通过这种学习方式，学生可以自主探索知识，弥补了传统课堂学习资源有限的不足。网络化学习的出现使得学生能在课后进行自我提高，但由于网络化学习的知识过于碎片化，学生无法将网上学习的知识与课堂内容相联系，不能很好的形成知识体系。同时由于学生的自我监控能力有限，网络化学习缺乏监管制度，意志力较弱的学生很难完成课程学习任务。针对传统课堂和网络化学习反映出的问题，一些教育研究者提出了混合式学习（Blended Learning）。混合式学习在形式上既有传统课堂的面授教学，也有网络化学习的线上学习，理论上结合了建构主义、认知主义、行为主义以及首要教学原理，通过融合教学模式和教学理念来促进教学效果的最优化（Michael et al., 2015）。一些培训、课堂教学等实践对混合式学习的采用已经富有成效，但在实际运用中并没有对混合式学习的操作做出规定，只是教师结合实际情况以及对课程设计的把控，来对混合式学习模式进行探索。在本文研究的课程中，采取了线上的 MOOC 学习与线下面授相结合的混合式学习模式。

2.2. 形成性成绩预测

素质教育改革倡导的理念强调立足于学习过程来促进发展，以评价来促进教学反思。形成性评价不同于传统的终结性评价，在关注学习结果的同时，更加明确学习过程中出现的问题，通过调整教学活动去明显改善教学效果。但由于学生的日常表现很难准确的去记录和评判，传统课堂中形成性成绩评价应用受限。而网络时代下，各种信息技术的发展带来了更为丰富的学习模式，同时各种平台中也会留下学生的访问数据，这使得形成性成绩评价变得可行。因此本文依靠学生学习平台上的相关数据进行分析，对学生最终的学习成绩进行预测。通过形成性评价充分反映学生知识体系的构建过程，使得学生对自己的学习过程能有效进行调控，教师对学生的引导能有依据可循。

2.3. 相关研究

在线平台记录了学生大量的学习活动，为了更好的分析这些活动背后学习者的学习效果，需要将这些学习活动细化为标准有效的指标。范逸洲等(2018)通过综述近年来与 MOOC 预测分析相关的文献，认为不能以 MOOC 课程完成率来衡量学习者的学习情况，总结出了 MOOC 中有效的预测指标，如视频学习、测验个数、作业提交情况、论坛发帖次数。Conijn R 等(2018)在预测学生表现时发现通过 MOOC 学习的学生与没通过的学生，在 MOOC 内容的活动顺序上没有较大差异。Kennedy 等(2015)发现学生之前的知识对于预测结果的准确性有很大影响。鉴于以上研究的结果，本文选取了学生相关课程历史成绩绩点和 MOOC 成绩的签到分数、视频得分、测验得分、讨论得分、作业得分、考试得分这七项作为 MOOC 成绩预测的指标。

网络就可以实现闭区间连续函数的逼近,为了尽可能避免梯度消失的问题,本文使用 1 个隐藏层,一共 3 层的神经网络。

根据《现代教育技术概论》这门课程特定的教学模式以及形成性成绩的评价方式,本文构建了基于神经网络的形成性成绩预测模型如图 2 所示,通过将学生学习过程中的各项纪录作为输入,使用 BP 神经网络模型进行训练,预测学生的形成性成绩,以期为教师及时有效的监督引导学生,学生改进学习方法获得进步做出贡献。

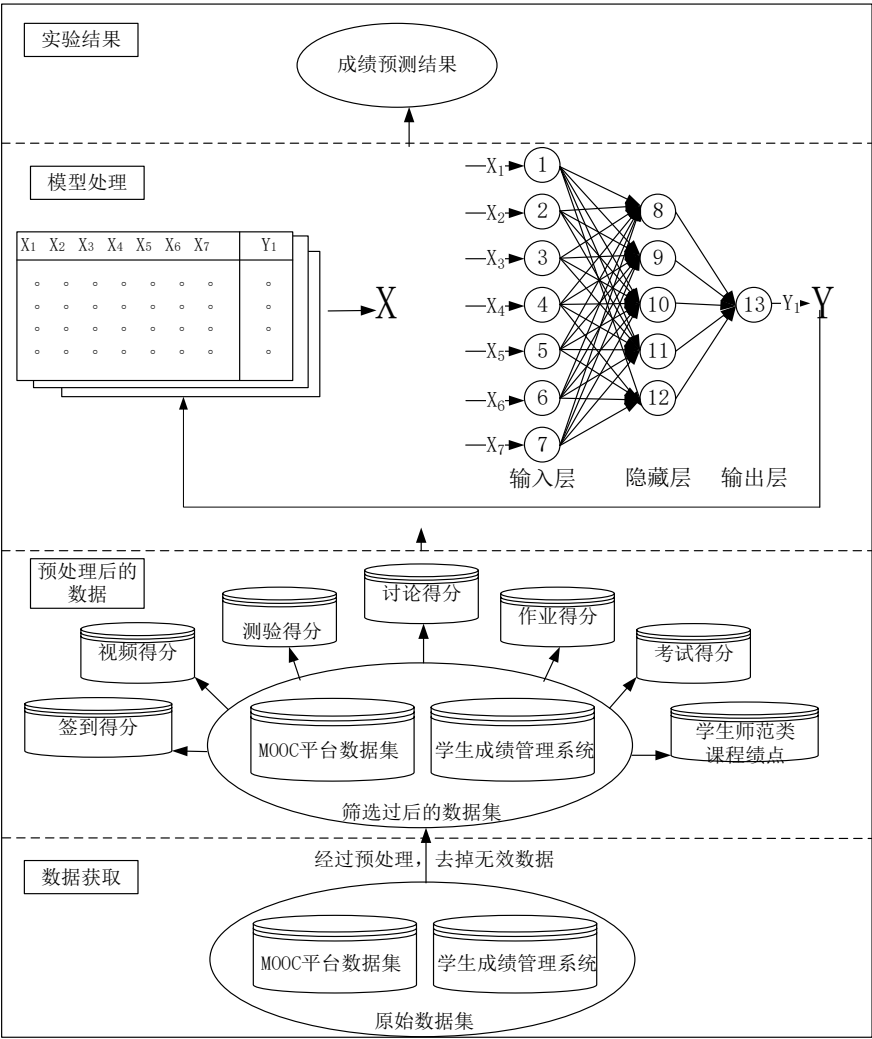


图 2 基于神经网络的形成性成绩预测模型

4. 形成性成绩预测实验结果分析

4.1. 实验目标分析

实验选取的对象为武汉某高校混合教学模式下的《现代教育技术应用》这门课程,该课程是学习者认识和学习现代教育技术的入门课程。同时本实验中的学习者处于本科学习阶段,具有良好的自学能力,能很好的完成本课程的学习,使得实验具有可行性。

4.2. 实验数据采集

实验以 2018 年秋季学期《现代教育技术应用》这门课程的学生 MOOC 成绩和历史成绩为数据源，从 MOOC 平台和学生成绩管理系统收集了 528 份学生的成绩记录，人工剔除未完成线上课程任务，成绩记录有缺失的学生的无效数据，将剩下的 361 份记录作为实验数据集。为了更好的反映学习者在学习这门课程时的基础能力，人工计算出了 361 名学生与这门课程相关的教师教育平台专业类所有课程的历史绩点。将 361 份数据结合班级的不同，按照 10：1 的比例随机划分为训练集和测试集。训练集包括 327 条成绩记录，测试集包括 34 条成绩记录见表 1 所示。

表 1 形成性成绩预测实验数据描述

数据集	学生学习记录	数据数量
训练集	327 条	2616 个
测试集	34 条	272 个

4.3. 数据分析

实验以预测武汉某高校《现代教育技术概论》这门课程的成绩等级为目标，使用 327 条训练数据集完成对 BP 神经网络模型的训练，使用训练完成的 BP 神经网络模型对 34 条测试数据集进行实验。本实验将训练样本数据归一化后输入网络，网络迭代次数 epochs 为 500 次，期望误差 goal 为 0.01, 学习速率 lr 为 0.01。实验运行过程和结果如下图 3、图 4 所示。

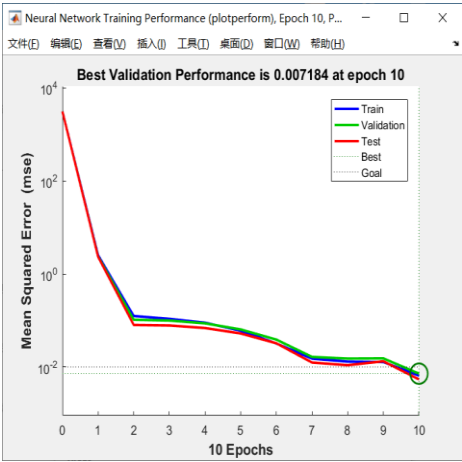


图 3 BP 神经网络运行过程

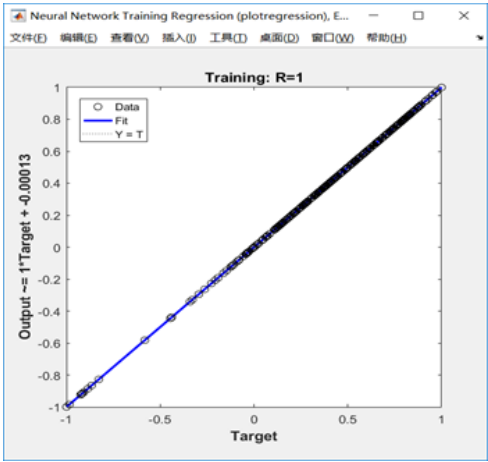


图 4 BP 神经网络运行结果

将预测结果划分为五个等级与实际成绩等级进行对比分析，得出每个等级的预测准确率见表 2 所示：

表 2 《现代教育技术应用》形成性成绩预测结果

BP 神经网络实验模型	成绩分类等级	预测准确率
第一组输入层和隐藏层选择 tan-sigmoid 型传递函数，输出层选择 purelin 函数。	优（90-100）	1
	良(80-90)	0.57
	中(70-80)	1
	及格（60-70）	0.38

	不及格 (≤ 60)	1
输入层和隐藏层选择 Log-sigmoid 型传递函数，输出层选择 purelin 函数。	优 (90-100)	1
	良 (80-90)	0.43
	中 (70-80)	1
	及格 (60-70)	0.75
	不及格 (≤ 60)	1

在传递函数的选择中，考虑到非线性关系，本文进行了两组实验，分别使用不同的传递函数，第一组输入层和隐藏层选择 tan-sigmoid 型函数作为激励函数，输出层选择 purelin 函数；第二组输入层和隐藏层选择 Log-sigmoid 型函数作为激励函数，输出层选择 purelin 函数。从表 2 的实验结果中可以发现第二组在输入层和隐藏层选择 Log-sigmoid 型传递函数预测的效果要明显优于第一组选择 tan-sigmoid 型传递函数预测的效果。

在筛选数据的过程中，大部分的无效数据来自美术学、教育学以及英语专业，分析其因为这三个专业在接受混合式教学模式时，师生没有形成有效的互动。同时通过对预测结果误差较大的学生数据进行分析，发现这部分学习者的讨论分数要明显偏低且都属于文科专业。我们可以推测在 MOOC 学习中讨论这项成绩能用来参考一个学生学习的积极性和对问题的思考程度，对于与信息技术相关的课程，学习理科的同学会比学习文科的同学更感兴趣。在论坛中经常发言的同学学习这门课程的主观能动性更强，导致讨论这部分成绩对预测结果造成影响。在第一组和第二组实验中预测等级为优和不及格的准确率都为 1，第一组实验预测中间三个等级的准确率很低，第二组实验预测等级为中的准确率为 1，而预测等级为良和及格的准确率也不高。等级为优和不及格的学生在学习过程中的学习表现差异性十分明显，等级为优的学生各项学习任务完成度都很高，且历史绩点也偏高；预测等级为不及格的学生作业完成情况都很糟糕，讨论和签到这两项的成绩也较低。通过预测结果，我们发现影响学习《现代教育技术学概论》这门课程效果的更多是学生对这门课程付出的努力，而不是学生的学习基础。在本实验中绩点对结果的影响反映的是学生的学习态度而不是知识储备。签到成绩从侧面反映了学生是在短时间内突击完成学习任务，还是有长期进行有效学习的过程，结果表明学习需要长期的积累才能有收获。

陈子健和朱晓亮 (2017) 通过教育数据挖掘预测学习者学业成绩时，发现将预测结果分类类别减少时，分类精度能明显增高。本实验中划分了 5 个等级，低于 60 分为不及格，优、良、中和及格这四个等级每个区间为 10 分，在第二组预测准确率较好的实验中，实际等级为良，预测等级为其他的，机器预测分数和实际分数只相差在 3 分左右，可以考虑为是区间的划分影响最后预测的准确率。

5. 实验结果应用

5.1. 学习诊断

在传统终结性的学习诊断下，学生在学习过程中会浪费大量的学习时间，而仅仅只在最后考试日期前的一段时间来进行突击式的学习。而在形成性的学习诊断中，迫于压力，学生的认知负荷和学习动机会变高，教学中学生的主体地位也会更加突出。我们知道学习者的学习态度在很大程度上会影响最终的学习结果，通过判断能反映学习者态度的学习活动数量，可以了解学习者学习的投入度。除此之外对于形成性成绩预测结果不合格的学生，可以关注

自己的各项学习成绩，反思学习过程中出现的问题，及时调整自己的学习方法。如果影响预测结果的是学生知识基础所带来的影响，学生可以通过查阅资料进行额外的知识补习来加深对这部分学习内容的理解（杜世纯和傅泽田，2016）或者改善学习迁移的能力来提升自己的学习效果。

5.2. 教学策略的调整

通过 BP 神经网络预测的学生成绩既是学生自我学习诊断的依据，也是教师教学方式的有效测评。在《教师教育振兴行动计划（2018—2022 年）》中提倡教师要充分利用新技术来进行探究式的教学方式变革（王定华，2018）。为了更好的提高教学效果推进教学方式变革，混合式学习模式中的教师不再过分关注课堂教学能力，而是注重自身教学设计能力和教学资源利用能力的提高。教师通过教学反思，思考课堂教学与学生自学内容的分配、课程活动顺序、学习任务、解决学生学习问题的及时性等因素对学生学习效果造成的影响，并根据教学目标对教学策略进行调整。在充分了解学生学习过程后，注重激励学生学习的信心，巩固学生的学习动机，帮助学生适应这种学习方式并以好的教学设计助力学生充分发挥他们的自主学习能力。同时根据教学的重难点并结合学生预测成绩的结果，教师可以思考如何加强学生对某些内容的深度学习，进而促进学生的提高。

5.3. MOOC 模式的改进

MOOC 课程数量从 2012 年开始呈激增态势，其以灵活便捷的学习模式吸引了一群庞大的教育用户群体。但由于缺乏严密的教学组织，MOOC 过高的辍学率一直受到人们的质疑。蒋卓轩等(2015)发现学生者进行 MOOC 学习的动机很大程度影响了最后的学习成果。MOOC 的开放性使得所有学习者都能将其作为学习辅助的工具，然而不同学习者的学习目的不同，对于 MOOC 内容的选择和使用程度自然也不尽相同。混合教学模式下，为了更好的将 MOOC 学习真正融入到教学中，需要根据教师和学习者的需要来对 MOOC 内容进行调整。本文的研究关注学生形成性成绩的影响因素，教师可以根据学生形成性成绩预测的反馈，及时帮助学生调整 MOOC 学习内容的侧重点，学习任务的进度或者部分学习内容的学习次数等，真正意义上做到教学的个性化。学生也可以根据自己的学习情况通过 MOOC 学习来强化部分知识点的学习或者测验的题目等。MOOC 平台结合教师和学生的实际需求，设计更适宜的 MOOC 学习模式，通过加强师生与平台间的互动，做到教与学的双向推进，进而充分发挥 MOOC 学习的作用。

6. 总结与启示

本文使用 BP 神经网络预测学生成绩，考虑了学习是一个长期的过程，在关注学生形成性学习活动的同时，也考虑学生基础带来的影响，全面的分析了影响学习结果的因素。为了更好的提高预测结果的效果，本文在之后的研究中将继续改进和完善以下几点：①明确某项学习活动影响学习结果后，具体分析这项学习活动学习时长，重复进行次数等因素是否影响学习效果；②通过实证研究来佐证本文分析的结果；③收集更多的混合学习模式较为成熟的精品课程的数据。④预测率需要再提高，之后会考虑在神经网络模型中添加其它因子。

参考文献

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Michael, H. , & Heather, S.(2015). **混合式学习：用颠覆式创新推动教育革命**。北京:机械工业出版社。
- Nielson RH. (1989) . Theory of the backpropagation neural network. *OSA: International Joint Conference on Neural Networks*.
- 王定华.(2018)。关于实施教师教育振兴行动计划的政策与思考。国家教育行政学院学报，**No.246(6)**,5-11。
- 杜世纯, & 傅泽田. (2016) 。 基于 MOOC 的混合式学习及其实证研究。中国电化教育，**(12)**。
- 陈子健, & 朱晓亮. (2017) 。 基于教育数据挖掘的在线学习者学业成绩预测建模研究。中国电化教育，**000(012)** , 75-81。
- 范逸洲, 刘敏, 欧阳嘉煜和汪琼 (2018) 。 MOOC 中学习者流失问题的预测分析——基于 24 篇中英文文献的综述。中国远程教育，**(4)**,5-14。
- 蒋卓轩, 张岩, & 李晓明. (2015)。基于 MOOC 数据的学习行为分析与预测。计算机研究与发展。
- 韩艳敏, 郑卫荣和张杨 (2018) 。混合式学习中预测学习绩效的教育大数据分析研究。教育现代化, **v.5(06)**, 171-17。
- Conijn, R., Beemt, V. D. , A., Cuijpers, & P. (2018). Predicting student performance in a blended MOOC. *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Kennedy, G., Coffrin, C., & Barba, P.D. (2015). Predicting success: how learners' prior knowledge, skills and activities predict MOOC performance. *International Conference on Learning Analytics & Knowledge*.
- Okubo, F., Yamashita, T., & Shimada, A. (2017). A neural network approach for students' performance prediction. *International Learning Analytics & Knowledge Conference*,598-599.
- Wei, W. , Han, Y. , & Miao, C. (2017). Deep Model for Dropout Prediction in MOOCs. *the 2nd International Conference*.

應用難度感知分類系統提升學生學習成就

Apply Difficulty Perception Classification System to Improve Students' Learning Achievement

賴建宏^{1*}

¹ 中原大學資訊工程學系

* soulwind@cycu.org.tw

【摘要】本研究開發一難度感知分類系統，讓學生得以自行判斷難易度，系統即可自動針對該難易度分類（亦有依對錯或題目分類），學生可利用分類結果進行複習，結果顯示對於學生的學習成就有正面提升效果。由此可知，比起過去利用觀看課程教材作為複習的學習策略，依照學生的難度感知分類課程教材，學生得以依照難易度選擇複習的內容，不但對於學習成效有顯著的改善效果，再者從學生回饋亦可得知，難度感知的設計方式可協助學生抓住重點複習，進而有較佳的學習體驗。

【關鍵字】 難度感知；學習成就；學習動機；適性化教材

Abstract: This study develops a difficulty perception classification system that allows students to judge the difficulty by themselves. The system can automatically classify the difficulty (also classified by right or wrong or topic). Students use the classification results to review. The experimental results show that student's learning achievement has a positive improvement effect. It can be proved that, compared with reviewing textbooks as a learning strategy in the past, classifying the textbooks according to the students' perception of difficulty is the better. Students can choose the content to review according to the difficulty. Not only has a significant improvement effect on the learning achievement, but also can help students get the point and have a better learning experience.

Keywords: Difficulty perception, learning achievement, learning motivation, adaptive teaching materials

1. 前言

學生學習過程從課堂聽課到課後複習，再進行考試測驗以檢測自己的學習情況。然而細看一連串的學習過程，從課堂聽課開始，學生在面對教師課堂授課即可能發生無法當場意會的情況，需仰賴課後複習才行。但課後複習階段若沒有抓到訣竅掌握重點，亦可能僅有事倍功半的成效，進而在面對考試測驗時，才發現自己對於課程內容仍是一竅不通，因此有研究指出給予學生適性化環境，讓學生的學習內容由簡至難，可以對學生的學習表現有正面之影響（Wauters, Desmet, & Van Den Noortgate, 2010）。而學習內容的難易度判斷，有教師會根據過往的授課經驗抑或是學生們的表現決定難易度，但往往與實際情況有所落差（Liu, Liu, Yuan, & Belkin, 2011），亦有教師根據專業去預估不同難度的題目，但結果亦是不準確（Verdú, Verdú, Regueras, de Castro, & García, 2012），證明教師不論是從學生的答案或表現判斷難易度，或是從本身的專業預測皆是無法準確。

建立在前述理論基礎上，教師在預測難易度的準確度不高，容易會造成誤判題目難易度的情況，導致學生在面對難度過高或是過易的題目時，可能會因為無法解題而產生挫折感，或是認為題目無鑑別度而產生倦怠感，兩者皆會造成學習動機低落的情況（Wauters, Desmet, & Van Den Noortgate, 2010）。另有鑑於學生在自主學習的過程常會發生概念認知錯誤的情況，即學生認為有些概念是容易的，但在進行練習時卻發生錯誤，此時即代表存在概念錯誤的可能性，然而學生若不自知或是選擇忽略，則對於學習成效即無法達到正面的助益。因此本研究將難易度的決定權交由學生判斷，並且矯正學生在測驗過程對於錯誤概念的認知，開發一難度感知分類系統。學生可利用系統測驗自己對於課程內容的熟悉程度，並針對每一題加註難易度分類，系統即會根據學生所設定的難易度自動分類題目與教材，學生即可透過系統選擇分類方式，再針對課程教材及測驗內容進行複習。在難度感知分類系統的輔助學習之下，本研究將分析是否能刺激學生的學習動機，進而對學習成效能有正面提升之效果。

2. 實驗規劃

本研究開發一難度感知分類系統，表 1 為系統功能表。此系統為實驗課程「系統程式」之線上學習系統，實驗對象即為修習「系統程式」的學生，並將學生隨機分為實驗組與對照組，實驗組具有透過學生的難度感知形成具難易度標記與分類的複習教材，對照組則是不具難易度標記與分類的複習教材。實驗教材為系統程式第一章至第三章。實驗共為期四週，實驗前先進行前測，內容除了小考，並採用 Hwang、Yang 與 Wang 的學習動機問卷（Hwang, Yang, & Wang, 2013）進行量測，題目共有 7 題，皆為 6 等第題目。接著進行四週實驗，在這四週中會有三天讓學生至學校電腦教室使用系統練習，每次為一個小時，其餘時間皆可不受地點與時間限制利用系統練習。

學生在進行選擇題練習時，對照組學生只要依序回答題目，實驗組學生則需選擇每一題的難易度。每練習完選擇題練習，兩組學生皆可進入重點整理功能進行練習回顧或投影片教材回顧。練習回顧功能提供選擇題練習結果供兩組學生複習，而投影片教材回顧功能提供重點回顧的投影片教材給兩組學生複習。

對照組學生於練習回顧時，可以透過分類功能選擇依題號循序複習或是先選擇看答對或答錯的題目，系統會依學生的選擇顯示各題的題目、學生選擇的選項以及詳解。學生若對課程內容有所疑問，亦可利用投影片教材回顧觀看課程投影片教材，該投影片會顯示與該選擇題內容相關的重點內容。

在實驗組學生方面，於練習回顧時，可透過分類功能選擇依題號循序複習、依對錯排序複習，抑或是依難易度排序複習，系統即會根據學生的選擇顯示各題的題目與詳解、學生選擇的選項以及該題的難易度（難度感知標記）；實驗組學生亦可利用投影片教材回顧觀看投影片教材，該投影片會顯示與該選擇題內容相關之重點標記內容以及該投影片教材的難易度（難度感知標記）。

四週結束後進行後測，內容除了小考與學習動機問卷後測，並設計系統使用心得問卷以蒐集學生對於系統使用上的感想，共 21 題，第 1 題至第 17 題為 5 等第題目，第 19 題為 10 等第問題，第 18 題、第 20 題及第 21 題為問答題。

表 1 系統功能說明

功能	功能說明
練習模式	學生登入系統後，可選擇練習模式進行課堂內容練習，共有三個章節可以選擇，分別為「系統程式」第一章至第三章。每章節練習若有超過門檻值，即可至另一功能「挑戰模式」進行該章節關卡挑戰。在練習模式中，對照組的學生在練習時不用確認題目的難易度，可接續作答；實驗組的學生則必須選擇每一題的難易度，難易度從非常容易、容易、普通、困難至非常困難，選擇完難易度才可進行下一題。系統在學生練習完後，即會根據學生對每一題的難度感知，自動將複習教材依難度感知標記與分類，以供學生於「重點整理」複習。
重點整理	在重點整理功能中主要提供複習教材供學生進行「投影片教材回顧」及「練習回顧」。「投影片教材回顧」方面，系統會依據兩組學生的練習過程整理含有標記重點的投影片教材。對照組會依據學生在練習模式的情況在投影片教材上顯示不同的重點；實驗組除了前述的不同重點標記，亦會再根據每位學生於練習模式所判斷的難易度，在相對應的投影片教材標記難易度。 「練習回顧」方面，系統會將學生於練習模式所做過的題目分成依題號排序、依對錯排序與依難易度排序，學生可以選擇想要呈現的先後方式，例如：選擇依對錯排序，接著可選擇先看答對題目或是答錯題目；又例如選擇依難易度排序，接著可選擇由易至難或由難至易，最後再選擇先看答對題目或是答錯題目。兩組唯一差別僅在實驗組多了依難易度排序的選項。
挑戰模式	挑戰模式的章節範圍與練習模式相同，學生進入挑戰模式時，系統每次會根據所選擇的章節隨機出十題，若學生能答對其中五題即算是挑戰成功。在挑戰模式裡，兩組學生皆不需選擇難易度。

3. 實驗結果討論

3.1 學習動機分析

學生在使用難度感知分類系統進行投影片教材回顧和練習回顧時，會有三種不同的排序方式，分別是依題號排序、依對錯排序與依難易度排序，其中僅有實驗組學生會有難易度排序的選擇。兩組學生皆可選擇想要的複習順序。本研究將 90 位學生隨機分為二組，實驗組與對照組皆各 45 人。首先對二組學生的學習動機進行 ANCOVA 檢定，以分析兩組學生在學習動機的進步性，結果顯示實驗組的平均分數為 32.55 分，對照組為 32.15 分，顯著性為 0.345，顯示兩組學生在學習動機的成長幅度沒有統計上的顯著性，表示經過系統練習，兩組學生的學習動機都有一定幅度的成長，因此沒有明顯的差異存在。

3.2 學習成就分析

本研究接著分別針對兩組的小考成績進行學習成就的成對樣本 T 檢定，結果顯示實驗組與對照組在前後測學習成就方面有統計上之顯著性，顯示本研究所開發之系統對於兩組學生的學習成就皆有正面之影響。

其次比較兩組之間的差異性，本研究將兩組學生之小考前後測進行學習成就的 ANOVA 檢定。二組學生在前測檢定結果的顯著性為 0.571，表示二組的先備知識並沒有顯著差異。而在後測的 ANOVA 檢定顯著性為 0.000，代表二組在後測的分數上有顯著差異，實驗組學生的後測小考平均分數顯著高於對照組學生。

為了要進一步探討兩組學生在平均分數上的進步性，本研究分析二組學生的 ANCOVA 檢定，實驗組的後測平均分數為 88.44 分，對照組的後測平均分數為 77.11 分，顯著性為

0.000，顯示二組之間存在顯著差異，表示兩組學生雖然皆有一定幅度成長，但實驗組的學生在成長幅度顯著高於對照組學生。

3.3 系統問卷分析

本研究讓所有參與實驗的學生於使用完難度感知分類系統之後填寫系統使用問卷。此份系統使用問卷共有 17 題五等第的題目和 1 題滿分 10 分的題目（學生對於系統的評價），兩組學生亦可將使用系統之心得回饋於問卷。

由系統使用問卷的平均分數可以得知實驗組的學生所給予的分數（平均 7.73）大部分都高於對照組的學生（平均 7.02），這表示在重點整理中加入難度標記與分類的方式對於學習有比較好的效果，並且學生也比較喜歡這種重點整理的方式。而除了以量化結果分析學生回饋，本研究亦有設計開放式問答題，詢問學生對於使用系統的心得與建議。由學生所填寫的意見回饋中可以知道，不論是實驗組或對照組的學生皆認為系統自動整理的個人化重點教材對於學習是有所幫助，而實驗組學生所使用的系統除了重點整理外，亦會在重點旁標記學生所判定的難易度，因此從實驗組學生的意見回饋亦可知道，使用難度標記與分類的方法能夠讓學習更有效率，且能夠建立正確觀念，對於學習內容亦能更加印象深刻。

4. 結論與未來方向

本研究提出利用學生在練習時的難度感知在系統所產生的個人化教材上進行標記與分類，經過實驗的分析結果可以得知，無論是實驗組或是對照組的學生，本研究所開發之系統對於學習成就皆有正面的提升效果，表示相較於直接觀看課程教材作為複習，若能提供適性化的教材並且進一步的以學生的難度感知進行標記與分類，對於學習有更為顯著的幫助。雖然於學習動機分析結果，實驗組與對照組未有顯著性出現，但學習成就的分析結果卻顯示實驗組的學生使用難度感知標記與分類的複習教材顯著優於未使用難度感知標記與分類複習教材的對照組學生，且在使用系統滿意度方面亦是實驗組有較佳的學習體驗。因此雖然先前不少研究將題目難易度交由教師判斷，但由於教師並未無法掌握每位學生的情況，因此難易度亦無法適用於每位學生，而在本研究裡將難易度交由學生自行判斷，學生即可按照自己的複習策略挑選難易度，且能修正觀念，例如當面對難易度「容易」的題目時，若發現有錯誤即可知道即使是自以為簡單的題目，認知仍有須修正的地方。

建立在本次研究結果之上，未來方向規劃將進一步探究學生的學習記憶，基於學習目標在於能長久記憶課程內容，若只是以死記硬背的方式，短期雖有不錯的效果，但以長期而言卻是無法持久（Huang, Kerdphol, & Inthong, 2018），因此若能將學習的知識從短期記憶移到長期記憶，對於學習將更有效果。因此本研究預計未來將探究難度感知分類系統是否對於學生的長期記憶有所幫助。其次由於學生在使用難度感知分類系統時需標註每一題的難易度，表示學生在練習過程需花更多的時間思考每題的難易度，無形之中皆有可能造成認知負荷的增加，因此本研究未來將探究系統對於學生認知負荷之影響。

參考文獻

- Huang, J., Kerdphol, S., & Inthong, W. (2018). Comparing the Effectiveness of Rote Learning and Meaningful Learning on English Vocabulary Memorization for 7th Grade Students at Padoongrasdra School. *Humanities and Social Sciences Journal of Graduate School, Pibulsongkram Rajabhat University*, 13(1), 295-304.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130.
- Liu, J., Liu, C., Yuan, X., & Belkin, N. J. (2011). Understanding searchers' perception of task difficulty: Relationships with task type. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 48(1), 1-10.
- Verdú, E., Verdú, M. J., Regueras, L. M., de Castro, J. P., & García, R. (2012). A genetic fuzzy expert system for automatic question classification in a competitive learning environment. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 7471-7478.
- Wauters, K., Desmet, P., & Van Den Noortgate, W. (2010). Adaptive item - based learning environments based on the item response theory: Possibilities and challenges. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 549-562.

圖形化程式設計錯誤提示系統對國小學生程式設計學習之研究

Research on Graphical Computer Programming Error Prompting System for Learning

Programming on Elementary School Students

黃建嘉¹，黃思華^{2*}

¹國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所

²臺北市立大學教育學系

* anteater1029@mail2000.com.tw

【摘要】 許多學生在學習程式語言時常會寫不出正確的語法，導致產生錯誤無法執行，「除錯」被認為是重要技能。研究指出，透過「提示」能有效激發學生的高階思維能力，讓學生在回應不同內容和任務時，採用合適的批判性思維技能。不同學習成就的學生，在學習程式的成敗原因上，多歸因於學習策略的選擇不同；缺乏學習策略與實踐是程式設計成敗與否的關鍵。本研究以程式設計學習為基礎，建置一圖形化程式設計系統，具備友善的錯誤提示功能，包含「關鍵提示」和「逐步提示」。讓學習者可利用此系統進行程式設計的學習，進而培養程式編寫能力。

【關鍵字】 程式設計；運算思維；除錯；提示

Abstract: Many students often failed to write the correct programming language, and it leads to errors. Hence, debugging is considered an important skill. Researches indicated that prompts could stimulate students' higher-order thinking skills to use appropriate skills when responding to different content and tasks. Regarding the students with different achievements, learning programs' performance is mainly attributed to different learning strategy choices. The lack of learning strategies and practices is the key to the performance of programming. Therefore, this research developed a graphical programming system with a friendly error prompting function, step-by-step prompting, and key prompting to learn programming.

Keywords: Programming, computational thinking, debugging, prompting

1. 緒論

程式設計學習被視為提高學生的運算思維能力的訓練過程(Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Kazimoglu, Kiernan, Bacon, & Mackinnon, 2012)。Kim、Yuan、Vasconcelos、Shin與Hill (2018)的研究指出，目前的文字模式的除錯中，已有許多的研究文獻，如：Fitzgerald、Lewandowski、McCauley、Murphy、Simon、Thomas與Zander (2008)透過程式設計的練習，給予不同的錯誤情境，讓學生思考解決方案，專注於問題除錯。Yen、Wu和Lin (2012)的研究說明，除錯是一系列涉及查找程序中的錯誤並進行修正的過程。這是一個複雜的認知過程，

不僅需要熟悉程序執行，還需要全面了解程序結構。本研究所指的除錯係為當程式發生錯誤時，學生對於錯誤程式的查找以及修正錯誤的過程。Pieger 與 Bannert (2018)指出提示是一種旨在支持自我調節學習的教學鷹架。通常是通過詢問學生相關問題，或給出明確指示來實現的(Bannert, 2009)。本研究所指的提示為用來改善學生理解的機制，讓學習行為與學習成效有所提升與改善。教學提示與教學方法不同，因為它們不教授新的信息，而是喚起學生的知識和技能的回憶與執行。本研究將探討藉由不同方式的提示方式是否影響學生程式設計能力。

2. 研究方法

本研究採準實驗研究法，係以本研究建置之圖形化程式設計錯誤提示系統，針對國小六年級學生進程式設計教學。自變項為程式設計產生錯誤的教學法，分別為「逐步提示」、「關鍵提示」與「範例講述」；依變項則為「程式設計學習成效」。教學時間為 5 週，每週 1 節課，每節 40 分鐘。

以臺北市某國小六年級 3 個班的學童 51 人為研究對象，學生於五年級時已進行 S 型重新分班，在電腦課程的學習上，係從三年級開始學習電腦課程，直到六年級上學期方開始進行 Scratch 圖形化程式課程。三個班級的教學者均為同一位資訊教師進行教學。參與研究設計的學生尚未學習過程式設計課程，僅接觸過文書軟體、網路使用等。

圖形化程式設計錯誤提示系統的設計包含使用者 Web 介面(User Interface)、三種不同圖形化程式設計類型，即一循序、迴圈與條件，每種類型各有五種不同難度的關卡設計。本系統係使用 HTML、Javascript 與 CSS 所開發之視覺化程式學習網頁，學生透過迷宮任務進行循序、條件與迴圈的學習。系統包含模組及資料庫，系統模組分為「內容引導模組」、「程式編譯模組」、「錯誤提示模組」、「關鍵提示模組」、「逐步提示模組」與「動畫呈現模組」；系統資料庫為「程式元件資料庫」、「錯誤提示資料庫」、「受試者資料庫」及「使用歷程資料庫」。教師可於「程式元件資料庫」建構課程及程式元件，並於「錯誤提示資料庫」建構產生錯誤時的提示內容。學生登入系統後，個人資料將存入「受試者資料庫」，完成關卡後，學習歷程也將存入「使用歷程資料庫」。「內容引導模組」為操作範例；「程式編譯模組」為學生自由選擇圖形化程式積木並進行編譯；「錯誤提示模組」為系統錯誤提示機制，當學生編譯程式的過程中產生錯誤，系統將依照錯誤內容給予提示；「關鍵提示模組」為系統關鍵提示機制，學生編譯程式的過程中產生錯誤時，系統將給予關鍵提示，提示內容並無順序；「逐步提示模組」為系統逐步提示機制，學生編譯程式的過程中產生錯誤時，系統將給予逐步提示，提示內容依序呈現；「動畫呈現模組」則為學生完成程式撰寫後，人物將由起點移動至終點，表示任務完成。本系統針對三種程式設計單元進行練習，每一單元共 5 個關卡，難度皆由簡易至困難。學生可以循序漸進地依照難度提升進行練習。

本研究使用的程式設計能力測驗採用 Román-González、Pérez-González、Moreno-León 和 Robles (2018)所編制的 CTt 測驗量表作為測量工具，該研究中指出 CTt 對於程式設計的成績，是具有正面與中等強度的相關性($r=.44$)。該測驗量表的內部一致信度為 Cronbach's $\alpha=0.79$ ，可視為具有良好的信度(Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017)。為進一步測試試題的難度與鑑別度，本研究先於前一年度的六年級進行試題分析，該年段之 44 位學生已於六年級上學期進行 Scratch 程式學習，期間為 20 週，對於圖形化程式設計已具有一定程度的瞭解，本測驗之分析題數共 28 題，平均難度為 0.55，平均鑑別度為 0.39，爰該試題之鑑別度與難易難均屬合適之範圍，得以測量出學生的程式設計能力。

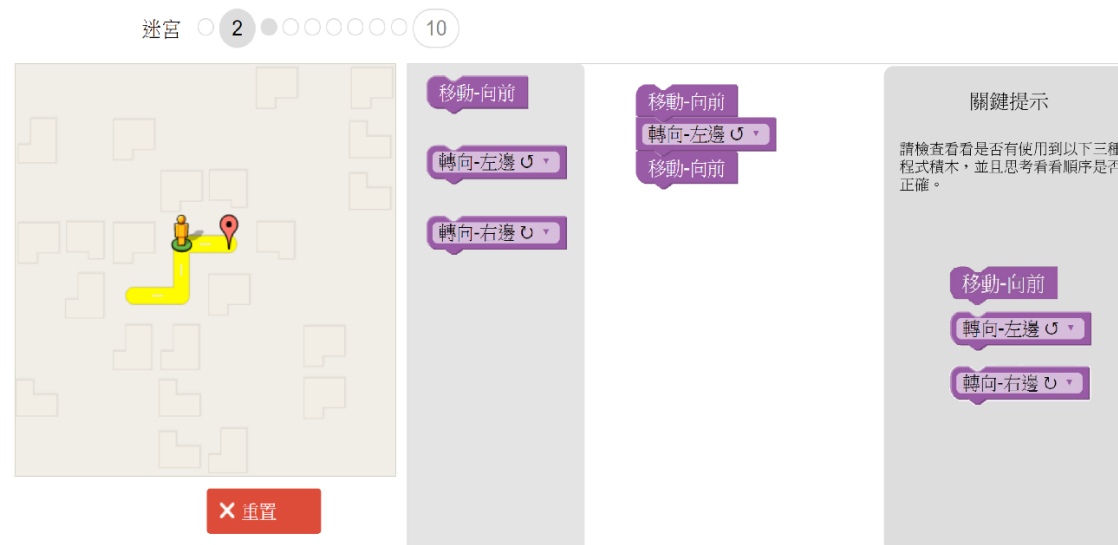


圖 1 圖形化程式設計錯誤提示系統「關鍵題示」畫面

3. 研究結果與討論

受試者共 51 人，含實驗組一 17 人，實驗組二 17 人，控制組 17 人。本次測驗的總分為 28 分，實驗組一(逐步組)的前測平均為 11.88 分，後測平均為 15.11 分，實驗組二(關鍵組)的前測平均為 15.41 分，後測平均為 16.52 分，控制組(講述組)的前測平均為 14.29 分，後測平均為 13.94 分。實驗組一、二的後測分數均有所提升，而控制組的分數則有些微的降低。為檢核不同組別間是否有受到學生先備知識的影響，以 Román-González 等人(2018)所編制的 CTt 測驗量表前測成績為共變項，後測成績為依變項，「性別」與「組別」為固定因子，以單變量共變數分析進行同質性檢定。

不同組別間在程式能力的組內迴歸係數同質性檢定($F=0.827$, $p=0.444$), $p>0.05$ ，皆未達顯著水準，接受虛無假設，表示各組迴歸線的斜率相同，亦即共變項（前測成績）與依變項（後測成績）間的關係不會因自變項各處理水準不同而有所差異，符合共變數分析中組內迴歸係數同質性的假定，可繼續進行共變數分析。

誤差變異量的 Levene 檢定等式，顯著性為 0.64，大於 0.05 顯著水準，表示這三組依變項的誤差變異量並沒有顯著差異，具有同質性。逐步組、關鍵組與講述組這三者之間的程式能力差異達顯著之水準($F=3.99$, $p=0.25$)。逐步提示組與範例講述組達顯著差異，顯示逐步提示方式相較於範例講數的方式能更有效的提升學生程式編寫能力；關鍵提示組與逐步提示組、範例講述組未達顯著差異。

4. 結論

本研究主要目的在建置一圖形化程式之錯誤提示系統，探討逐步提示方式，即學生進行程式積木放置錯誤時，提示區會顯示應正確放置的程式積木；與關鍵提示，即學生進程式積木放置錯誤時，提示區會顯示所應放置的關鍵概念，透過此二種不同的錯誤提示方式，以及與範例講述的方式來分析，對於學生在程式學習上的成效與運算思維能力之影響。更進一步探討，在不同學習成就學生的程式學習上，是否亦會因不同的提示方式，影響其在程式學習上的成效與運算思維能力。

參考文獻

- Atmatzidou, S. & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670. doi: 10.1016/j.robot.2015.10.008
- Bannert, M. (2009). Promoting self-regulated learning through prompts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23, 139-145.
- Fitzgerald, S., Lewandowski, G., McCauley, R., Murphy, L., Simon, B., Thomas, L., & Zander, C. (2008). Debugging: finding, fixing and flailing, a multi-institutional study of novice debuggers. *Computer Science Education*, 18(2), 93-116. doi: 10.1080/08993400802114508
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. In Uzunboylu, H. (Ed.), *Cyprus international conference on educational research (Vol. 47, pp. 1991-1999)*. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Science.
- Kim, C. M., Yuan, J., Vasconcelos, L., Shin, M., & Hill, R. B. (2018). Debugging during block-based programming. *Instructional Science*, 46(5), 767-787.
- Pieger, E., & Bannert, M. (2018). Differential effects of students' self-directed metacognitive prompts. *Computers in Human Behavior*, 86, 165-173. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.022>.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Chile-Computer Interaction*, 18, 47-58. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.004>.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691.
- Yen, C. Z., Wu, P. H., & Lin, C. F. (2012). Analysis of experts' and novices' thinking process in program debugging. *International Conference on ICT in Teaching and Learning*, 302, 122-134.

基于 SERVQUAL 模型的学生支持服务质量测评¹

Quality Assessment of Student Support Service Based on SERVQUAL Model

章珉^{1*}, 唐文², 徐正东³

¹ 江苏开放大学

² 江苏开放大学, 华中师范大学

³ 江苏工程职业技术学院

* tgzy399@126.com

【摘要】科学有效的学生支持服务质量测评对提高远程教育质量有着重要意义。借鉴服务质量理论,运用德尔菲法构建修正了 SERVQUAL 模型。利用 SPSS26、LISREL8.7 对 331 个有效样本进行分析,构建了学生支持服务质量评价指标模型。研究发现,有效的互动及管理对于保障支持服务质量至关重要;平台与技术上的响应性对支持服务质量感知绩效产生了显著影响;支持服务质量与学生的行为意向存在正相关;将期望水平转化成感知绩效,需要同时关注有形性、可靠性、响应性、保证性、移情性五大核心因素并据此改进支持服务质量。

【关键字】学生支持服务质量; SERVQUAL 模型; 评价指标; 测评

Abstract: Scientific and effective quality assessment of student support service is of great significance for improving the quality of distance education. Using the theory of service quality for reference and applying the Delphi method, this paper has constructed and amended the SERVQUAL model. Through the analysis of 331 valid samples by using SPSS26 and LISREL7.2, with 28 variables taken as observation variables, the index model for quality assessment of student support service is eventually constructed by adopting the factor analysis method and reliability and validity tests. The study has found that effective interaction and management are essential to ensure the support service quality; the responsiveness of platforms and technologies has a significant effect on the perceived performance of support service quality; the support service quality is positively correlated with students' behavioral intentions; in order to convert the expected level into perceived performance, it is necessary to pay attention to the five core factors of tangibility, reliability, responsiveness, assurance and empathy, and to improve support service quality accordingly.

Keywords: Quality of student support service, SERVQUAL model, Evaluation index, Assessment

1. 前言

面临疫情大考,各高校“停课不停教、停课不停学”,进行了大规模在线教学的实践探索。作为远程教育院校在提高课程教学质量的同时,更要反思如何切实提高学生支持服务质量,以保障教育质量和 Service 质量的同向同行,这就需要一套行之有效的质量测评体系。本研

¹本文系江苏高校哲学社会科学重点项目(编号:2017ZDIXM043)的研究成果;2018 年度国家开放大学开放教育学习支持服务研究中心资助项目成果。

究以远程教育院校学生支持服务质量作为研究对象，借鉴服务质量理论及 SERVQUAL 模型，运用德尔菲法对模型进行修订后，制定学生支持服务质量评价量表。通过统计分析法得出学生支持服务评价模型，形成学生支持服务质量评价指标，继而明确学校服务质量改进的核心因素，并提出相应的质量保障践行路径。

2. 研究设计与调查实施

2.1. 研究设计

本研究的理论基础来源于服务质量理论，它对于从学生视角建立学生支持服务评价模型及指标体系有着重要的参考价值。“服务质量”概念源自市场营销学。学者们于 20 世纪 80 年代对服务质量进行了有价值的研究。Gronroos（2000）提出感知服务质量并对其内涵进行科学界定，他认为，服务质量是顾客对服务期望与感知服务绩效之间的差异比较。服务质量是可以用 SERVQUAL 模型测量的。SERVQUAL 为 Service Quality（服务质量）的缩写。1988 年由 Parasuraman、Zeithaml 和 Berry 三人（简称 PZB）合写的“SERVQUAL：一种多变量的顾客感知服务质量方法”建立了感知服务质量评价方法，将顾客满意和服务质量研究分离开来。PZB 通过对 SERVQUAL 量表的数据采集和分析，提出可以从有形性、可靠性、响应性、保证性、移情性五个方面衡量顾客感知服务质量水平。SERVQUAL 模型评价方法完全建立在对顾客感知服务质量的基础之上，较为有效地解决了服务质量难以定量描述的问题。此后，相关的实证研究开始增加，逐渐从开始的医疗行业延伸至银行业、快餐、图书馆、教育等领域。

笔者运用德尔菲法，结合学生支持服务活动自身的特点对 SERVQUAL 模型进行修正（章玳，唐文，徐正东，2020），将学生支持服务质量评价确定为有形性、可靠性、响应性、保证性及移情性 5 个维度。在正式调查之前，首先对参加远程学习的 72 个学生进行问卷试测。调查问卷分期望、感知二部分，期望和感知的测量题各 35 项，目的是利用预测数据识别学生支持服务质量维度的构成，进一步提纯观测题项。在一级指标不变情况下，根据调查结果删除了部分系数低于 0.50 的观测题项（如，学习平台自动即时评价学习成绩、教材适合成人学习特点、教师专业知识过硬等），采用加权平均算法，计算有形性、可靠性、响应性、保证性及移情性的重要度系数后重新整理支持服务质量的测量维度。利用 Cronbach's Alpha 系数作为测度内部一致性分析，信度指标有了一定程度上的提高，观测题项内容有效度成立，最终确定了期望和感知的测量题项各 28 个，具体维度及题项如表 1 所示。

表 1 学生支持服务质量 SERVQUAL 评价维度

	维度	内容定义	测量题项
学生支持服务质量	SA-有形性	提供的教学设施、设备、学习平台等“有形部分”	A1、A2、A3、A4、A5
	SB-可靠性	可靠且准确地提供所承诺服务的能力	B1、B2、B3、B4、B5、B6
	SC-响应性	对学生学习需求的响应及提供服务的迅捷程度	C1、C2、C3、C4、C5
	SD-保证性	提供支持服务的能力以及让学生信任的能力	D1、D2、D3、D4、D5、D6
	SE-移情性	关心学生，了解学生的需求及提供个性化服务的程度	E1、E2、E3、E4、E5、E6

2.2. 调查对象与数据来源

正式调查于 2020 年 4 月 23 日至 2020 年 6 月 23 日开展，通过学习平台在线发布调查问卷。调查对象为 JS 远程教育院校的学生。根据分层抽样原则抽取理工类、教育类、财经类本科专业 500 名学生调查。调查问卷分为三个部分。第一部分是学生的期望评分，第二部是学生的基本信息及非结构性题项，第三部分是对支持服务质量实际感知评分。第三部分共有 28 个题项与第一部分题项一一对应。第一部分与第三部分评分均采用李克特量表 5 点尺度评定（期望评分为根本不重要、不重要、一般、重要、非常重要；感知评分为很不满意、不满意、一般、满意、非常满意），分值越高，则学生对于支持服务的期望评分和感知评分越高。

经样本筛选后，得到有效问卷 331 份，有效问卷回收率 85.7%。样本分布情况中，女生多为 62.8%，男生为 37.2%。年龄分布在 21~30 岁的被调查者所占比例最大，占 46.2%，31~40 岁的占 27.2%，41 岁以上的占 26%。在职的占 90.9%，不在职学习的只占 9.1%。跨专业学习的达 45.3%，相关的为 26.9%，一致的只有 27.8%，由此可见，远程学习者多具备一定的工作经历，且跨专业学习比较普遍。在专业方面，理工类、财经类、教育类及其他分别占 16.6%、17.5%、41.4%、24.5%。

3. 学生支持服务质量评价诊断

3.1. 信度与效度分析

对问卷进行整体信度与分类检验，期望与感知的整体 Cronbach' α 系数分别为 0.978、0.989，期望与感知的 5 个二级指标有形性、可靠性、响应性、保证性、移情性的分类 Cronbach' α 系数均超过了 0.9，结果显示了问卷各项的结果趋于一致，问卷具有良好的信度。

样本的 KMO 系数分别为 0.969 及 0.976，样本分布的球形卡方检验值分别为 9165.122 及 13968.870，自由度为 378，显著性水平为 0.000，结果表明，量表的效度结构良好，相关矩阵间有共同因素存在，适合从测量题项中提取主因子，做因子分析。

3.2. 期望、感知均值及差距值分析

期望（E）、感知（P）均值及差距值（SQ）如表 2 所示。

表 2 期望、感知均值及差距值

属性	指标描述	期望 (E)	标准偏差 (I)	感知 (P)	标准偏差 2	差距 (SQ)
SA-有形性	A1 教学设备	4.44	.759	4.31	.756	-0.13
	A2 学习平台	4.54	.718	4.31	.765	-0.23
	A3 移动学习	4.40	.749	4.30	.776	-0.10
	A4 技能培训	4.45	.730	4.30	.770	-0.15
	A5 电子图书馆	4.34	.762	4.27	.801	-0.07
SB-可靠性	B1 了解需求	4.42	.756	4.31	.787	-0.11
	B2 学习社区	4.52	.698	4.38	.735	-0.14
	B3 多样化资源	4.50	.689	4.36	.751	-0.14
	B4 面授教学	4.38	.812	4.24	.864	-0.14

SC-响应性	B5 解决问题	4.46	.739	4.30	.832	-0.16
	B6 学习策略	4.43	.753	4.31	.781	-0.12
	C1 发布信息	4.52	.766	4.37	.864	-0.15
	C2 即时解答	4.52	.648	4.32	.832	-0.20
	C3 督促激励	4.40	.758	4.34	.781	-0.06
	C4 回复 BBS	4.26	.817	4.34	.764	0.08
SF-保证性	C5 批改形考	4.37	.749	4.31	.762	-0.06
	D1 教务信息	4.30	.766	4.31	.768	0.01
	D2 监控评价	4.24	.819	4.30	.817	0.06
	D3 考核形式	4.40	.733	4.34	.827	-0.10
	D4 考试服务	4.31	.769	4.29	.761	-0.02
	D5 奖学助学	4.28	.823	4.18	.810	-0.10
SE-移情性	D6 协作服务	4.47	.675	4.42	.788	-0.05
	E1 情感交流	4.41	.743	4.30	.788	-0.11
	E2 情感交流	4.35	.737	4.30	.870	-0.05
	E3 周到友好	4.45	.722	4.42	.720	-0.03
	E4 心理辅导	4.32	.790	4.25	.775	-0.10
	E5 入学辅导	4.21	.859	4.25	.873	0.04
	E6 校园文化	4.21	.812	4.24	.842	0.03

由表 2 可知，学生感知差值为正的五项依次为：C4 “及时回复 BBS 论坛”（P-E 值 0.08）、D2 “监控及评价线上线下学习行为”（P-E 值 0.06）、E5 “提供新生入学辅导（开学典礼、入学指南）”（P-E 值 0.04）、E6 “学校定期组织校园活动，开展校园文化建设”（P-E 值 0.03），“提供多种教务信息发布的方式，如短信、电子邮件等”（P-E 值 0.01）、主要涉及保证性、响应性和移情性方面，其中，“监控及评价线上线下学习行为”、“提供新生入学辅导（开学典礼、入学指南）”、“学校定期组织校园活动，开展校园文化建设”预期与感知的离散值都较大。调查显示，学生对学校管理评价良好，感知度较好，A2 “学习平台导航清楚，网络便捷通畅”、C2 “及时解答学习及技术问题”，绝对值大，实际差值为负数，分别为 -0.23、-0.20，主要涉及有形性与响应性方面。对于远程开放教育来说，学习平台使用便捷，学习起来不存在技术障碍非常重要。学生对学习平台的期望值最高（4.54），但感知值只有 4.31。学生在学习过程中遇到技术问题期望值为 4.52，然而感知值只有 4.32，数据表明，实际感知支持服务质量欠缺。

采取不加权方法，将评价指标的得分相加，再除以评价指标的总数，（公式为

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^n \frac{PF_{ij}}{n}}{5}$$
，其中 Q 为学生对支持服务质量的总体评价， PF_{ij} 为第 i 个二级评价指标的第 j 个三级指标的得分），得到服务质量总体评价结果为 4.31。以期望值和实际值相等为 100 分为

基数，运用公式
$$SQ_{(\text{百分比})} = \frac{\sum_{i=1}^{28} (P_i - E_i)}{28 - [\min(P_i) - \max(E_i)]} \times 100$$
 将服务质量转化为百分比，得分为 77.6。在 28 个三级指标中，学生的期望值均在 4~5 之间，而实际感知值也都在 4 分以上，表明学校的

支持服务较好地满足了学生的需求，学生对支持服务质量总体比较满意，学生对支持服务质量的总体评价为较好。

4. 学生支持服务质量评价指标构建

4.1. 配对样本 T 检验

利用 SPSS26 对有形性、可靠性、响应性、保证性及移情性的期望和感知数据的均值做配对样本 T 检验，给定显著性水平 $p=0.05$ ，若期望值 \geq 感知值且 $\text{sig}<0.05$ ，则感知显著未达到期望值；若感知值 \geq 期望值且 $\text{sig}<0.05$ ，则感知显著超过期望值。按 5 个维度进行检验发现，期望组和感知组的距离的均数差值与 0 相比，有形性、可靠性、响应性期望值与感知值之间差异最为明显。细化至按分项检验发现，有形性 5 组中有 4 组差异明显，可靠性 6 组全部差异明显，响应性 5 组中有 2 组差异明显，保证性与移情性 6 组中分别只有 1 组存在明显差异。

4.2. 验证性因子分析

学生支持服务质量评价量表的稳定性可以通过验证性因子分析去检验。以感知的样本 (331 个样本量) 作为验证性因子分析的基础数据，利用 LISREL8.7 软件，将 28 个变量作为观测变量，导入数据后，定义变量计算出 28 个三级指标的协方差矩阵，利用协方差矩阵编程，根据理论模型对数据进行验证性因子分析，最终通过建模抽离出学生支持服务质量评价的指标与维度，构建学生支持服务质量评价结构模型。由此命名因子 1 为有形性指标，包括教学设备、学习平台、移动学习、技能培训、电子图书馆 5 个三级指标；因子 2 为可靠性指标，包括了解需求、学习社区、多样化资源、面授教学、解决问题、学习策略 6 个三级指标；因子 3 为响应性指标，包括发布信息、及时解答、督促激励、回复 BBS、批改作业 5 个三级指标；因子 4 为保证性指标，包括教务信息、监控评价、考核形式、考试服务、奖学助学、协作服务 6 个三级指标；因子 5 为移情性指标，包括个性服务、情感交流、周到友好、心理辅导、入学辅导、校园文化 6 个三级指标。相比传统的按支持服务属性分类，此评价指标既结合了支持服务自身的属性，又突出了学生对支持服务的需求与实际感知，特别是在“响应性”维度中突出了支持服务的及时性问题，更加符合当下远程教育的教学及管理实践现状。

5. 结论与建议

本研究借鉴 PZB 提出的 SERVQUAL 测量量表和服务质量差距模型，以学生为评价的主体，创建了学生支持服务质量评价表，并运用这一评价表对 JS 大学支持服务质量进行测评与诊断，为学校人才培养目标制定提供了统计数据，让学校方面看到自己目前的支持服务质量水平和存在的质量差距，为其后续的改进提供依据。研究表明，有效的互动及管理保证对于提升支持服务质量至关重要；平台与技术有形性及响应性对感知绩效产生了明显的影响。学校应尽可能采取措施满足学生的预期质量，以提高其对学校的认可度与满意度。

从学习者视角所构建的学生支持服务质量评价指标体现了远程教育作为一类特殊的公共服务本身所应具备的基本属性，其核心指标应该是动态中的重组，而重组的原则则是秉承“以生为本”之心，指向学生的全面发展，换言之，一切有利于学习者取得学业成就并促进其身心发展的积极举措都应囊括在内，整个评价体系是动态进化的有机体。随着现代远程教育理论及实践的不断深入，技术的发展，学生支持服务的组成要素、类型、功能都会动态衍变，不同国家和地区的经济、教育等因素都会对远程支持服务的功效产生一定的制约和影

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

响。而且学生支持服务依赖于远程教育院校的人才培养方式及其运行机制，各校学生支持服务质量可能存在地区差异性。所以，在运用 SERVQUAL 模型评价基础上还可适当的调整，并结合其他评价工具，从不同视角进行评价。最重要的是，远程教育院校在支持服务工作中应该特别重视切实提高学生支持服务质量的实际效果。

参考文献

章玳（2019）。基于学习共同体的学习支持服务——“3+n”整合式学习支持服务模式实施路径探究。成人教育，5，32-38。

章玳、唐文和徐正东(2020)。学生支持服务的要素识别与理论模型。高等继续教育学报，6，64-71。

Gronroos C. (2000). *Service Management and Marketing: A Customer Relationship Management Approach* (Second Edition). WILEY.

Parasuraman A, Zeithaml V A, Berry L L (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing* (64), 12-40.

透视协作学习中的注意力变化：融合视频编码与脑电的多模态学习分析

Unfolding the Attention Change in Collaborative Learning:

Multimodal Learning Analytics Using Video Coding and EEG

冯硕¹，王姝文¹，方静¹，陈宇飞¹，张立山^{1*}

¹ 华中师范大学人工智能教育学部

*lishan.zhang@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 本文提出了个体协作学习认知活动编码框架，将课堂视频编码与便携式脑电设备所感知的学生注意力融合，追踪、分析和解释协作学习过程中的注意力变化机制。研究发现：(1) 协作学习可能会出现“补偿效应”，有些学生会更积极以补偿不积极学生带来的影响；(2) 时间影响注意力水平，协作开始阶段较低，之后升高稳定，最后下降；(3) 学生处于主动和建构学习时注意力较高，但认知活动对注意力的具体作用机制仍需进一步探究。

【关键字】 协作学习；多模态学习分析；视频编码；脑电

Abstract: This paper proposed a coding framework towards individual's cognition activities in collaborative learning, combining video coding with the attention generated by portable EEG equipment to track, analyze and explain these changes. Research found: (1) Compensation Effect may occur in collaborative learning, which some students may be more positive to compensate the negative influences from others, (2) time influenced attention in that attention was low at the start, then higher and more stable, finally decreasing, (3) attention was high when the student was active or constructive, but specific mechanism of how cognitive activities influence attention still needs to be explored further.

Key words: Collaborative learning, multimodal learning analytics, video coding, EEG

1. 前言

协作学习作为一种社会性很强的学习活动，小组内部充满了多种行为和话语。从行为、话语及心理的多维度分析可以刻画学习者在协作学习的学习历程，进一步揭示协作学习的运行机制。Chi 因此提出了“ICAP 框架”，把各种学习外显行为和学生内隐认知结果、学习结果相连接。该框架认为学生的学习认知活动，可以分为四个递增的水平，即被动、主动、建构和互动学习，分别涉及到了知识的储存、操作、建构和协同建构，产生的认知结果和学习效果递增(Chi & Wylie, 2014)。但引起认知变化的心理机制仍是内隐不可见的。注意是所有知觉和认知操作的核心属性(Chun et al., 2011)，与人的学习密切相关。本研究拟从个体视角探讨协作学习的社会交互本质，追踪协作学习注意力水平，分析引起变化的因素以及产生的影响，从而在较微观的层次连接外显行为和内隐状态。

2. 研究背景

构建合适的编码表是协作学习认知活动分类的前提，对协作学习认知活动类型分类，可以反映学习者在协作学习过程中多大程度上“真正学习”。ICAP 框架为协作学习研究颗粒度的细化以及行为对认知的投射提供了理论依据。该理论将学习方式分为互动学习、建构学习、主动学习、被动学习，对于认知活动分类具有较强的指导意义，已被用于在线场景(张思 et al., 2020)和面对面场景(VanLehn et al., 2019)。从编码单位上看，这两个研究的编码单位仍是小组，对于学生个体的协作历程反映不足。在协作学习中，学习者个体的活动反映了协作投入程度，进而反映协作学习是否有效，比如“搭便车”现象（学生“偷懒”不积极参与知识建构，依靠他人努力）会削弱学习效果。因此，个体的协作学习活动应得到精细分析。本研究拟采用 ICAP 框架对学生个体认知活动编码。注意是一种复杂的心理现象，注意涣散会导致浅层投入，影响任务表现(Feng et al., 2013)。因此，注意是个体进行有效学习的前提，注意力水平可以反映学习投入的程度(Sethi et al., 2018)。实验室中常用的有功能核磁共振成像（fMRI）和脑磁图（MEG）等。真实课堂环境中多使用基于脑机接口的脑电图（EEG）技术，典型产品是便携式脑电设备。Neurosky 的便携式脑电设备内置了注意力算法，本研究采用该公司产品。综上，本研究有以下研究问题：（1）个体注意力对小组整体注意力有何影响？（2）学生认知活动类型如何影响注意力水平？（3）时间对学生协作学习的影响如何？

3. 实验设计与数据分析方法

实验对象共 9 名，均是某大学三年级工科生。9 名学生携带自己的笔记本电脑，佩戴便携式脑电设备以及麦克风，每组固定区域都有大屏显示器。前 30 分钟对阅读论文材料，梳理智能导学系统（Betty’ s Brain）的机制并自主画概念图；小组讨论 30 分钟，绘制小组共识的概念图；小组代表轮流上台展示、教师点评。依据 Chi 和 Wylie(2014)的 ICAP 框架以及蔡慧英(2016)的协作问题解决学习活动分类框架，我们制定了学生协作学习认知活动分类编码框架即表 1。编码单位是学生个体。编码工作由两位研究人员使用 Nvivo11 软件完成。kappa 系数整体达 0.7 以上，说明对每名学生的初始编码可靠度良好(Landis & Koch, 1977)。

表 1 协作学习认知活动编码框架

一级维度	二级维度	三级维度	含义
小组内部自发活动	与学习无关的活动	技术调试相关活动(1)	学生进行软硬件设备调试，比如询问组员系统是否出错。
		脱离学习(2)	学生明显不在小组讨论活动中，做自己的事情，比如玩手机。
	协调活动	团体计划（3）	学生讨论任务分配策略，比如“你先看这部分，我先看其他部分”。当一名学生说任务分配性质的话，听的学生若无沉默之外的行为，则听的学生也处于团体计划状态。
		团体信息共享（4）	组员分享信息以达到非知识层面的共识，比如询问和告诉同伴自己的进度、确认信息等。当一名学生说信息共享性质的话，听的学生若无沉默之外的行为，则听的学生也处于团体信息共享状态。
	有效学习活动	被动学习（5）	学生被动接受知识，没有可见的行为，比如只看论文、听解释。
		主动学习（6）	学生主动做出了与知识操作相关的行为，比如重复、复述、简单表示同意、操作、回忆。

		建构学习 (7)	学生对材料有超出材料含义的自己的理解, 比如自我解释、归纳、提问、出声思考、自主画概念图。
		互动学习 (8)	在同伴的理解基础上构建自己的理解, 比如争论、补充、回答问题。
小组外部引起的活动	接受教师或助教干预 (9)		受到教师、助教影响及后续影响的状态, 比如教师控制大屏幕时, 看大屏幕, 与教师交流任务安排、技术问题等非知识内容性质有关的内容。

由于设备故障, 第二小组脑电数据丢失, 本研究仅对第一小组和第三小组进行分析。两组学生的协作过程共计生成 11643 个注意力数值, 对应课堂视频编码个数为 987 个。针对三个研究问题, 从“认知活动类型”和“时间”两个维度上对个体和小组的注意力进行正态性、方差齐性等检验。综合考虑, 本研究采用非参数检验方法, 执行全班层次的 Kruskal-Wallis 秩和检验, 多重比较时采用 FDR 方法调整显著性水平。使用 Python 和 R 语言相关包进行计算。

4. 数据分析结果与解释

4.1 认知活动类型分析

本研究对六名学生的行为和话语进行编码, 对各类型的时间分布作出雷达图, 如图 2。卡方检验显示 6 名学生的活动类型分布存在显著差异, $\chi^2(40, 987) = 7068, p < 2.2e-16$ 。多重比较发现两两之间均存在显著差异。结合图 2 可以看出:

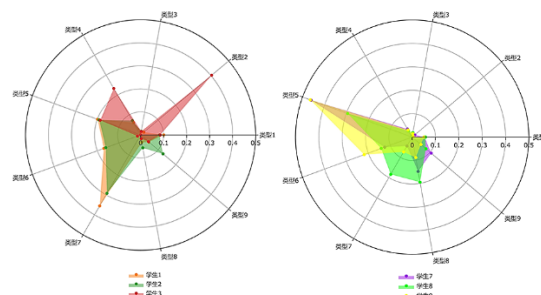


图 2 学生认知活动类型占比 (左为第一小组, 右为第三小组)

(1) 第一小组中, 3 号行为与 1、2 号相差很大, 活动类型大多集中在脱离学习、团体信息共享和被动学习上, 认知投入程度非常有限。1 号、2 号的活动类型相差不大, 建构学习的占比均非常高。这说明 3 号没有太多贡献, 导致了 1、2 号的知识建构任务压力增大。

(2) 第三小组中, 三人相差不大, 表明该小组学生个体活动步调大体一致, 认知投入程度相近。8 号承担了画概念图的角色, 并未在协作学习活动中看过多的材料, 更多的是自主建构和听其他同学说话进行建构, 所以表现出了更多的建构学习状态。

(3) 两个组的学习活动分布具有很大的差异, 第一小组做出了更多的建构学习和脱离学习, 缺少观点的互动; 而第三小组做出了更多的被动学习和互动学习。小组讨论活动往往是轮转进行的, 互动学习和被动学习行为往往接续出现, 当一名成员表达自己的观点时, 听者便处于被动学习。所以, 第三组的协作活动质量要高于第一组。

4.2 注意力的影响因素

对于问题 1, 全班层次的个体水平检验表明 6 个学生注意力存在显著差异; 两个小组的注意力水平无显著差异。虽然两小组整体注意力相近, 但第一组内部差异非常明显 (3 号注意

力显著低于1号和2号），似乎说明3号注意力低导致了其他两人注意力升高。对于问题2、3，统计检验表明类型和时间段存在显著差异，如图3。

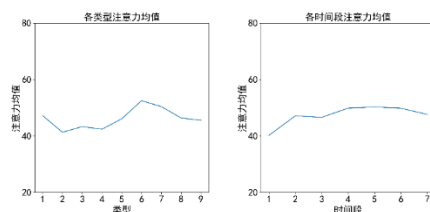


图3 班级注意力变化图

可知，有效学习活动状态的注意力较高，大于非学习状态和协调状态，尤其是主动学习和建构学习状态注意力较高，与学习无关的状态较低；协作开始时，注意力较低，之后慢慢上升逐渐稳定，最后注意力开始下降。

5. 总结与讨论

本研究发现：（1）个体注意力影响小组整体注意力。第一小组的协作质量明显低于第三小组，宏观外显上表现在互动学习状态较少、建构学习较多，3号在做自己的事情游离于学习之外。微观上，第一组的注意力分布差异明显，3号表现的注意力较低。但两小组的整体注意力依旧没有显著差异，因此可能存在一种“补偿效应”：当小组中有一人对知识协同建构没有太大帮助时，宏观上其他人做出的认知投入行为增多，微观上表现的注意力水平较高。（2）学生处于主动和建构学习时注意力较高，而被动学习和互动学习水平相近可能是由于学生阅读英文学习材料产生的困难引起的，即材料可能使学生产生了较大的认知负荷，导致学生在阅读材料时注意力就较高，与更高级的知识建构大脑活动强度相近。（3）注意力随时间变化逐渐上升到达一定水平，最后下降。表明了在整体上随着讨论的深入进行，学生注意力更加集中，最后快结束时，变得有所放松。本研究的限制在于：（1）学习材料可能难度较大，给学生造成了较大的认知负荷；（2）尽管产生的数据较多，但对教育研究来说实验时间仍较短，实验对象较少；（3）认知活动类型对注意力的影响十分复杂，本文通过简单的统计检验发现的规律是较浅层的，需要通过引入更底层的脑部活动信号、建立科学的数学模型进一步探究认知类型对注意力的作用机制。

参考文献

- 蔡慧英. (2016). *语义图示工具支持的协作问题解决学习的研究*. (博士学位论文), 华东师范大学, 上海. Available from Cnki
- 张思, 何晶铭, 上超望, 夏丹, & 胡泉. (2020). 面向在线学习协同知识建构的认知投入分析模型及应用. *远程教育杂志*, 38(04), 95-104.
- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational psychologist*, 49(4), 219-243.
- Chun, M. M., Golomb, J. D., & Turk-Browne, N. B. (2011). A taxonomy of external and internal attention. *Annual review of psychology*, 62, 73-101.
- Feng, S., D'Mello, S., & Graesser, A. C. (2013). Mind wandering while reading easy and difficult texts. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(3), 586-592. doi:10.3758/s13423-012-0367-y
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.
- Sethi, C., Dabas, H., Dua, C., Dalawat, M., & Sethia, D. (2018). *EEG-based attention feedback to improve focus in E-learning*. Paper presented at the Proceedings of the 2018 2nd International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence.
- VanLehn, K., Burkhardt, H., Cheema, S., Kang, S., Pead, D., Schoenfeld, A., & Wetzel, J. (2019). Can an orchestration system increase collaborative, productive struggle in teaching-by-eliciting classrooms? *Interactive Learning Environments*.

青少年编程教育中的社会化养成——以 Scratch 在线社区为例

Social Formation in Youth Programming Education——Taking Scratch Online Community as an Example

马文露^{1*}，江波²

¹² 华东师范大学教育学部教育信息技术学系

* mawenlusses@126.com

【摘要】 促进青少年在编程教育中的社会化养成对于个体和社会的发展均具有重要意义。但目前少有研究关注青少年在编程教育中经历的社会化养成。本研究利用文本分析法与案例分析法对 Scratch 在线社区中用户的混用行为进行量化分析。研究发现，Scratch 在线社区中引发了用户广泛混用的项目可以分为高阶计算思维型项目、高度社会参与型项目以及复制粘贴型项目三类。基于上述研究结果，笔者针对如何在编程教育中促进青少年的社会化养成提出三点建议。

【关键字】 编程教育；计算思维；计算参与；社会化；Scratch

Abstract: Promoting socialization formation in youth programming education is important for the development of both individuals and society. However, few studies have focused on the social formation in youth programming education. This study uses textual analysis and case study analysis to quantify users' remix behaviors in Scratch online community. The study finds that the projects that trigger extensive remix behaviors in the Scratch online community can be divided into three kinds of items: higher-order computational thinking items, highly socially engaged items, and copy-and-paste items. Based on the above findings, the author proposes three suggestions on how to promote the social formation in youth programming education.

Keywords: programming education, computational thinking, computational participation, socialization, Scratch

1. 前言

计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计以及人类行为理解等一系列涵盖计算机科学之广度的思维活动（Jeannette, 2006）。后有学者在此基础上将计算思维的概念扩展为计算参与。计算参与是指利用计算机科学中的基本概念、实践和观点来解决问题、设计系统以及理解人类文化和社会本质的能力（Yasmin & Quinn, 2013）。这种从计算思维到计算参与的转变，标志着青少年编程教育正在经历一种从编写代码到创建应用、从编程工具到学习社区、从“从零开始”到“重新混用”的“社会化”趋势（Yasmin, 2016）。

“社会化”是指个体在社会互动过程中，逐渐养成独特的个性和人格，从生物人转变成社会人，并通过社会文化的内化和角色知识的学习，逐渐适应社会生活的过程（王冬梅, 2016）。青少年时期是塑造学生人生观、价值观和道德观的关键阶段，但是在大多教育情境

尽管很多学者都意识到了培养计算思维、发展计算参与的重要性，但是少有研究关注青少年编程教育中的社会化养成。本研究对在线编程社区中青少年的社会化行为进行量化分析，回答下列问题：（1）在线编程社区中引发了用户广泛社会化行为的项目如何分类？（2）在线编程社区中引发了用户广泛社会化行为的项目有何特征？

本研究使用 Scratch 在线社区 MySQL 数据库 2007 年至 2012 年间收集的公共数据，由华盛顿大学的 Benjamin Mako Hill 和微软研究院的 Andrés Monroy-Hernández 提供。Scratch 在线社区是美国麻省理工学院媒体实验室开发的在线编程社区，不仅通过编程训练培养青少年的计算思维能力，而且以学习社区的形式发展青少年的计算参与意识。除了点赞、收藏、评论等基本的社区互动功能，用户还可以重新加工和组合其他用户已经创建和发布的项目，这就是目前 Scratch 在线社区中最具代表性的社会化行为之一——混用。在对项目进行混用的过程中，用户不仅可以汲取创作灵感，而且能够学习编程技巧，进而通过加工、组合、修改等一系列操作达成他们自己的创作目标。

表 1 所有项目与被混用最多的前 1000 个项目信息表

所有项目			被混用最多的前 1000 个项目	
	关键词	出现次数	关键词	出现次数
1	contest	23451	contest	57
2	cat	21987	coloring	40
3	game	21936	closed	20
4	scratch	20809	cat	17
5	vs	18480	part	13
6	part	15241	add	12
7	coloring	13712	scratch	9
8	add	13215	game	9
9	new	10827	bro	8
10	mario	10672	colouring	8



图 1 项目词云图

3. 结果

3.1. 高阶计算思维型项目

案例分析法发现，项目《2 Pong》在 2007 年至 2012 年间被混用共计 4229 次，是这段时间被混用的次数最多的项目。该项目于 2007 年发布在社区中，旨在设计一个简单的乒乓球游戏：通过移动鼠标来控制球拍，使球从球拍上弹回，避免让球掉入球拍下方的熔岩中。项目的核心编程内容包括：将球拍的 X 坐标移动到鼠标 X 坐标的任何位置，以及实现让球从桨上弹回的效果。混用了该项目的其他项目，或者是修改了原项目的背景图像，或者是在原项目一个球拍的基础上，设置了多个球拍，使游戏更加复杂。此外，项目《8 ScrollingDemo》在 2007 年至 2012 年间被混用共计 2326 次。该项目于 2009 年发布在社区中，旨在制作一个简单的滚动游戏：通过键盘上的左右箭头控制角色左右移动，向上箭头控制角色向上跳转。混用了该项目的其他项目，或者是修改了此项目的背景和地形，或者是在原项目的基础上添加了角色、音乐、动画或其他控件，使其成为一个更加完整的游戏。与之类似的还有项目《6 FruitcraftRPG》被混用共计 1408 次，项目《3 FishChomp》被混用共计 1318 次等。

3.2. 高度社会参与型项目

通过文本分析法和案例分析法发现，项目《OVER!》、《\Please Say Yes\ Coloring Contest!! (NOW OVER)》和《*CLOSED* Create A Pokeball Contest *READ DESCRIPTION*》在 2007 年至 2012 年间分别被混用了 98 次、94 次和 84 次。比较所有项目与被混用最多的前 1000 个项目的关键词的出现次数，发现以“coloring”为关键词的项目被多次混用。

“coloring”即“着色比赛”，平台上的用户以混用项目的形式给原项目的线稿着色并在规定时间内进行比赛。时至今日，这类项目在 Scratch 在线社区中依然非常流行。与之类似的还有项目《The Art Memel》和《THE RANDOM MEME》，它们在 2007 年至 2012 年间分别被混用了 118 次和 87 次。项目主题是在原项目的基础上单纯更改背景图片和主要人物等媒体元素，从而生成自己想要的表情图。这类项目的本质是对媒体元素进行修改，而不涉及编程语句的修改。

3.3. 复制粘贴型项目

通过案例分析法发现，项目《sample》于 2011 年发布并在短时间内被推送上首页，在 2007 年至 2012 年间被混用共计 559 次，混用了该项目的其他项目均与原项目高度类似。虽然最初 Scratch 在线社区大多是在非正式学习情境中使用，但是目前 Scratch 在线社区在学校教学中的应用越发广泛，已经扩大到所有 Scratch 活动的一半以上，因此猜测该项目是由学校中运用 Scratch 进行编程教学的老师上传，他的学生们被要求完全混用该项目以学习其中蕴含的编程知识。

4. 讨论和结论

运用文本分析法与案例分析法，对 Scratch 在线社区中用户的混用行为进行量化分析。研究表明，Scratch 在线社区中用户广泛混用的项目可以分为高阶计算思维型项目、高度社会参与型项目和复制粘贴型项目三类：高阶计算思维型项目给予了用户解决现有问题的思路或是激发用户进行二次创作的灵感；高度社会参与型项目展现了用户进行社会化参与的可能场景；模仿复制型项目体现了青少年编程教育的规模化特点。笔者针对如何在编程教育中促进青少年的社会化养成给出以下建议：

第一，注重在编程教育中培养高阶计算思维。倡导“用编程学”而非“学编程”（孙立会, 2019），在训练抽象、逻辑、分解、并行、交互、同步、数据等具体的思维方式的基础上（Moreno-León, Román-González, Hartevelde, & Robles, 2017），更加关注算法思维、问题解决、批判思维、协作思维、创新思维等高阶思维的培养（伊宝林, 2019）。

第二，创设能够激发广泛社会参与的项目。野外编程的设计者和校内编程的教育工作者可以共同创建一个有利于青少年进行社会参与的编程环境，鼓励青少年群体与个人有意义的话题建立联系，让他们通过自己喜欢的工具和实践表达观点和行动（Roque et al., 2016）。具体来看，可以制定相关政策以鼓励青少年的反馈和投入，或是设计活动以增加青少年提供建议和想法的机会，进而使青少年参与到责任和影响更大的社会角色中去，并在此过程中培养青少年的主人翁意识，促进青少年的社会化养成。

第三，实现规模化教学与个性化学习的有机结合。大多数情况下的编程教学是命令所有学生复制完全相同的代码，而不是鼓励他们进行实验、构建原型和调试。虽然这些课堂活动能够让学生了解编程的基本机制，但并没有提供创造性思维和解决问题的机会（Mitchel & Natalie, 2020）。平衡规模化教学与个性化学习，需要改变传统的教学方式：一方面为学生提供创造性的学习项目、针对性的编程任务规划以及促进问题解决的个性化学习支架，另一方面为教师提供支持自主干预的智能教学工具，实施具备创造性和针对性的智能化教学设计。

致谢

本文受国家自然科学基金项目（61977058）、上海市“科技创新行动计划”人工智能科技支撑专项（20511101600）、中央高校基本科研业务费项目华东师范大学引进人才启动费项目的支持。

参考文献

- 王冬梅（2016）。网络化时代青少年社会化模式的转向。《中国青年社会科学》，01，69-74。
- 伊宝林（2019）。编程实践是培养计算思维的必由之路。《中国计算机学会通讯》，15(10)，55-57。
- 孙立会（2019）。聚焦思维素养的儿童编程教育：概念、理路与目标。《中国电化教育》，07，22-30。
- Jeannette, M. W. (2006). *Computational thinking*. Communications of the ACM.
- Mitchel, R., & Natalie, R. (2020). Coding at a Crossroads. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*.
- Moreno-León, J., Román-González, M., Hartevelde, C., & Robles, G. (2017). *On the Automatic Assessment of Computational Thinking Skills: A Comparison with Human Experts*. the 2017 CHI Conference Extended Abstracts. ACM.
- Roque, Ricarose, Dasgupta, Sayamindu, Costanza-Chock, & Sasha. (2016). *Children's civic engagement in the scratch online community*. Social Sciences.
- Yasmin, B. K., & Quinn, B. (2013). *The social turn in K-12 programming: moving from computational thinking to computational participation*. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2445373>
- Yasmin, B. K. (2016). *From computational thinking to computational participation in K-12 education*. Communications of the ACM.

MOOC 课程学习群体的认知结构差异性研究

A study on the differential cognitive structure of MOOC course learning groups

张敏^{1*}, 孙乐², 张琪³

淮北师范大学 教育学院

* 2731589596@qq.com

【摘要】 在数据驱动时代, MOOC 作为大规模在线学习平台, 记录了大量与学习者相关的行为数据, 如何量化学生的行为数据并发现其潜在问题是教育研究者一直探索的话题。本文针对参与 MOOC 课程《学习分析技术与方法》单元作业的 42 名学生文本交互内容进行认知网络分析。运用 ENA 在线工具生成优秀组、合格组、不合格组的动态网络模型, 并两两对比分析, 以探究三组学生群体之间的认知结构差异。研究结果表明, 三组学习者认知网络分布形态与具体活动存在相关性, 并在基础知识、技能应用方面存在短板。据此, 文章结合 MOOC 课程特点, 提出了相应建议。

【关键字】 认知网络分析; 认知结构差异; 学习分析; MOOC; 认知框架理论

Abstract: In the data-driven era, MOOCs, as massive online learning platforms, record a large amount of behavioural data related to learners. How to quantify students' behavioural data and identify their potential problems is a topic that has been explored by educational researchers. This paper conducts a cognitive network analysis of the textual interaction content of 42 students who participated in the unit assignment of the MOOC course "Learning Analytics Techniques and Methods". Dynamic network models for the excellent, pass and fail groups were generated using the ENA online tool and analysed in a two-by-two comparison to explore the differences in cognitive structure between the three groups of students. The results of the study show that there is a correlation between the distribution patterns of cognitive networks and specific activities among the three groups of learners, and that there are shortcomings in the application of basic knowledge and skills. Accordingly, the article makes recommendations in relation to the characteristics of MOOC courses.

Key words: cognitive network analysis, cognitive structural differences, cognitive frame theory, MOOC, learning analysis

1. 引言

在教育大数据背景下, MOOC 是互联网+教育融合的优秀产物, 学习者在 MOOC 平台中产生大量的学习行为数据。在对学习者的行为数据进行分析的过程中, “人与人”, “人与知识要素”, “知识要素与知识要素”之间的交互关系是交互过程中重要的分析对象。认知网络分析 (Epistemic Network Analysis, 简称 ENA) 能够依据交互内容中涉及的知识、技能、价值、决策过程等要素建立个人或群体的认知框架模式, 既保留了社会网络分析中个人与团体之间的交互关系, 又包括了交互过程中的认知要素关系。

本文针对参与《学习分析技术与方法》课后活动 (作业 1: 学习分析模型的共性以及差异性; 作业 2: 学习分析促进教与学的机制) 的学生进行认知网络分析, 以后台管理成绩为依据, 随机抽取共 42 名学生, 对其在两次单元作业中的认知活动进行研究。通过删除一些问题样本, 筛选出优秀学生 14 名 (成绩 ≥ 85 分以上); 合格学生 14 名 ($60 \leq$ 成绩 < 85 分); 不合格学生 14 名 (成绩 < 60 分), 以组别为数据分析单元, 对此三组学习者在两个活动中的认知

结构进行差异性分析。最终希望能结合 MOOC 平台中的建设标准提出相应的建议，试图为学生提供更佳的个性化学习服务。

2. 认知网络分析的理论基础

2.1. SKIVE 认知框架理论

马里兰大学的 Rupp 等人认为学习特定的学科或更广泛的学习不仅局限于掌握概念和程序，还包括思考、实践以及与他人互动的能力（André A. Rupp, Younyoung Choi, Matthew Gushta, Robert Mislevy & Mary Carolyn Thies, 2009）。

认知框架理论用于表征实践活动过程中学习者思考、实践等行为。ENA 中常用的认知框架为 SKIVE 框架（王志军和杨阳，2019），包括知识（Knowledge）、技能（Skill）、价值（Value）、身份（Identity）、以及认识论（Epistemology）五个维度（Cai Zhiqiang*, Eagan Brendan, Dowell Nia M, Pennebake James W, Shaffer David W & Graesser Arthur C, 2017）。具体来说，知识（K）：是指在实践交互活动中学习对某一概念、知识领域共同的理解；技能（S）：在交互活动中人们所做的事情的能力，这种能力包括口语表达能力，收集、组织、处理信息的能力以及提出质疑，做出假设的能力；价值观（V）：是指在交互活动中参与的成员持有的共同信念。它可用于指导、支配学习者在交互活动中使用技能与知识；身份（I）：指在实践活动过程中，学习者在进行认知活动的过程中，通过施展技能、实施决策等行为，找准并在社区活动过程中展现出自身的身份定位；认识论（E）：表示学习者能够在社区互动中证明行动或主张的合理性，并用相应的理论来证明其价值和道理。并且 SKIVE 认知框架中的每个维度在微观层次上可以细分为多个子维度。通过这五个维度及其在文本中的共现关系来表征学习者的认知网络结构。其中，共现关系表示文本数据中认知元素之间的连接关系。

本文根据 SKIVE 认知框架理论，同时参考美国教育学家布鲁姆的教育认知目标六大分类（知识、理解、应用、分析、综合和评价），建立了对学习者文本内容进行甄别的七个编码要素，分别是相关概念、知识价值、题目要求、学习态度、规则运用，整合分析、活动协调等七个维度（王辞晓，2021）。

3. 认知网络分析的工具及其流程分析

认知网络分析通过对交互内容的分析，并使用的适当编码方案来刻画学习者的认知维度。具体来说，一个认知网络是通过分配给交互文本或协作学习的内容中的认知要素编码单元（Unit）和节（Stanza）来构建的，其中单元（Unit）是在构建认知网络分析中进行比较的最小单元，网络的节点就是编码本身。并基于相关分析单元内代码的出现来建立节点之间的连接（Dragan Gašević, Srećko Joksimović, Brendan R. Eagan & David Williamson Shaffer, 2018）。

进行 ENA 首先需确定研究目标和分析对象，进行认知要素的甄别，本文基于 SKIVE 编码框架形成一个契合的编码方案，目的是对交互过程中的认知要素进行甄别。具体来说认知网络分析的操作流程主要包括，基于节进行编码，数据清理，创建不同节的邻接矩阵，累加不同节的邻接矩阵，向量归一化，奇异值降维分解，最终形成模型以便于进行定点分析，并不断对整个流程进行修正和改进。图 1 直观的展示了其分析步骤：

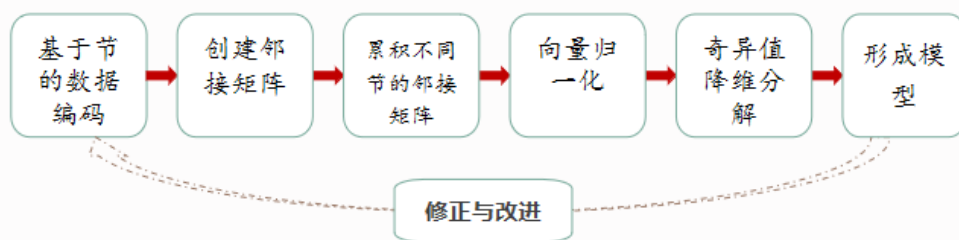


图 1 认知网络分析 (ENA) 数据建模流程

3.1. 认知网络分析工具

本文采用的分析工具是由威斯康星教育研究中心与麦迪逊分校联合开发的一个在线建模平台 ENA Webkit，它具有处理编码数据与建立认知网络模型两大功能。在处理编码数据阶段该平台可根据最初的编码数据表，按照认知网络分析法的处理过程对其进行自动化处理，并将编码结果可视化表征出来 (David Weillimson Shaffer, wesley corliar&A.R.Ruis,2016)。

3.2. 基于节进行数据编码

根据 SKIVE 认知编码框架，将内容相关的话语分配到同一片段中，这些片段便被称为节 (Stanza)。“节”是一个话语的集合，在同一节中共同发生的元素相互关联，不同节中的元素间没有关联。本研究将每个人的作业设为一个节，一个节内的知识要素是针对特定的被评价者，因此这些知识要素是相互关联的；而不同节间的知识要素不是针对同一个被评价者，因此是不关联的(刘迎春、朱旭和陈乐，2019)。然后对样本数据进行编码，数据的编码节点就是上述提及的七个编码元素，也是对整个网络构建关联的元素节点。三组学生都分别参与了两个活动 (作业 1，作业 2)，因此将其作为研究案列数据的节 (Stanza)。而对于认知编码因素的编码，本文采用二进制编码方式，用“1”表示学习者在此活动中的体现的编码元素，“0”表示在对文本话语进行分析的基础之上没有出现其涵义。

3.3. 以“节”为单位对数据行进行累积

由于原始数据行中认知编码的单元格是以节为中心的，并且每一个单元格中的内容是围绕节进行展开的，同一节中的单元数据彼此相互联系。为了便于探究不同学生群体在两个活动中的认知网络结构差异，需要基于节进行数据行编码的累积(David Williamson Shaffer&A. R. Ruis,2017)。

3.4. 创建邻接矩阵并累积

为了厘清每个参与者之间的交互关系和认知编码框架中元素的相互作用，认知网络分析为每个节 (活动) 创建了邻接矩阵以清晰的量化每一节编码中的共现情况。其中，每个矩阵表示每节中认知代码的共现情况，如果两个代码都出现在同一节中，则在相邻矩阵中的单元格中填 1，表示两个代码的交集，否则就填 0，表示这两个代码没有交际(David Williamson Shaffer*, Collier Wesley&Ruis A R,2016)。ENA 为了识别数据中连接的结构，将每个节中的邻接矩阵进行累加，形成每个分析单元的累积邻接矩阵 (吴忭、王戈和盛海曦，2018)。

3.5. 向量归一化 (可视化) 与奇异值降维分解

当邻接矩阵累积完成后，数据集中每个分析单元中的累积邻接矩阵代表的是该单元的编码 (认知要素) 之间共现 (要素连接) 的加权模式。为了理解不同单元 (组别) 中各认知要素的连接结构，ENA 把每个单元的累积邻接矩阵转换为高维曲面空间邻接向量。再将每个向

量可视化（归一化），这样能保证向量长度不受分析单元中节数的潜在影响(David Williamson Shaffer&A. R. Ruis,2017)。然后执行奇异值降维分解（Singular Value Dimension，简称SVD），此步骤能够使数据中心化，相当于对向量的投影。

3.6. 建立动态网络模型

降维后，ENA 使用一个优化算法将网络模型的编码元素和不同分析单元认知网络质心放置在 X，Y 两维正交空间中，每个分析单元的编码数据以结点和连线的加权网络展示。且每个网络模型的质心与降维的网络位置相对应，最终由这些质心来表征认知要素发展水平，进而进行趋势观察或发展对比（吴忞、王戈和盛海曦，2018）。

4. 数据分析与比较

一旦 ENA 模型建立起来，研究者就可以对所呈现在二维空间中认知要素的连线、布局、以及位置对认知网络结构特征进行解释、描述、分析。本文中，由于活动 1 与活动 2 是两个相对独立的且时间序列不同的活动。因此，构建以活动 1、活动 2 为单个对话组（Conversation）的认知网络分布图。如图 2、图 3 所示，呈现了三组学生参与活动 1、活动 2 时二维空间中的认知网络分布图，三组学生的认知网络矩心位于二维空间的不同象限。图中的矩型表示不同分析单元的质心（矩心），它位于投影空间的中心。质心分布图展示了三组学生在二维空间中的认知要素分布呈现差异。质心周围的方框虚线表示其质心位置在 95% 水平上的置信区间。图 2 中可以看出三组的质心在 y 差异较大，在 x 轴上位置差别不大；图 3 中三组质心在 x 轴位置相差比 y 轴更大，这说明在两个活动中三组的认知结构有差异。

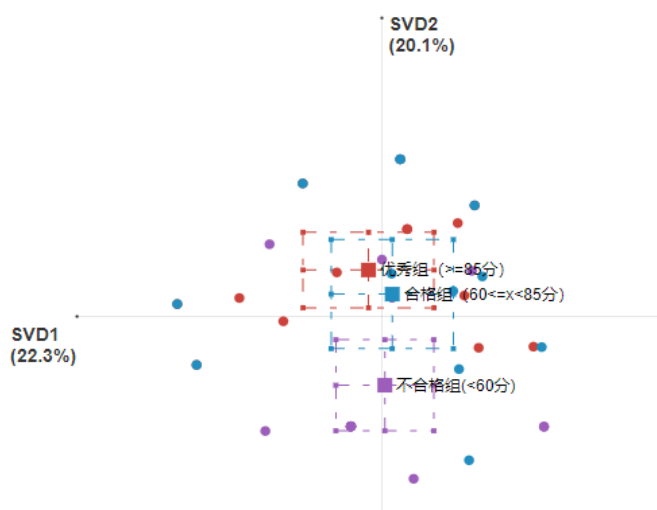


图 2 三组学习者参与活动 1 的质心分布图

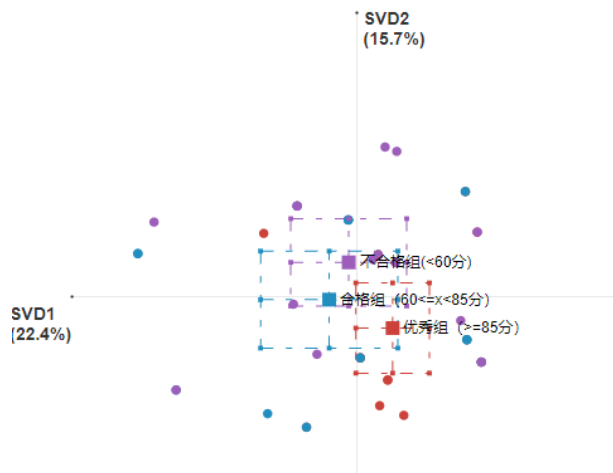


图 3 三组学习者参与活动 2 的质心分布图

从以上两个图可以看出，优秀组、合格组与不合格组学生的认知网络结构图有差异。为了确定差异是否具有统计学意义（吴忞、杜丰丰，2019），对优秀组与合格组，优秀组与不合格，合格组与不合格进行双样本 T 检验。检验结果如表 3、表 4 所示，活动 1 中在 X 维度，三组间都没有显著性差异；在 Y 维度，优秀组与不合格组有显著性差异（ $p<0.01$ ），优秀组与合格组无显著性差异，合格组与不合格组有显著差异（ $p<0.01$ ）。而在活动 2 中，优秀组与不合格组在 Y 维度上有显著性差异，其它在 X、Y 维度均无显著性差异。

表 1 活动 1 中三组交叉的双样本 T 检验结果

比较标准		维度 (X)	维度 (Y)
优秀组与 不合格组	优秀组 Mean	-0.09	0.34
	不合格组 Mean	0.02	-0.5
	p	0.67	0.00
优秀组与 合格组	优秀组 Mean	-0.09	0.34
	合格组 Mean	0.07	0.16
	p	0.57	0.44
合格组与 不合格组	合格组 Mean	0.07	0.16
	不合格组 Mean	0.02	-0.05
	p	0.84	0.01

注：P* <0.05 。

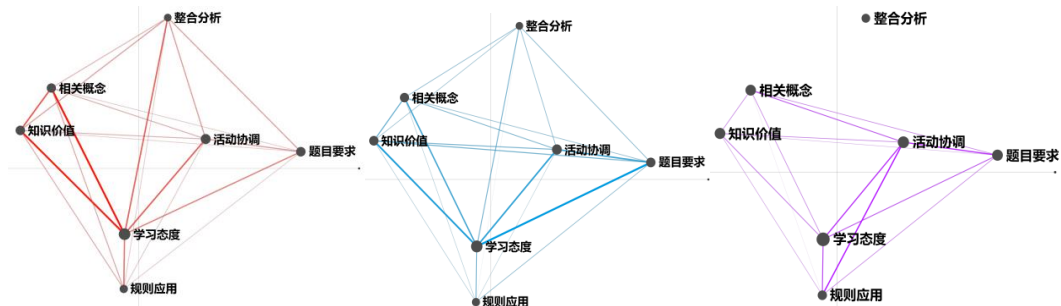
表 2 活动 2 中三组交叉的双样本 T 检验结果

比较标准		维度 (X)	维度 (Y)
优秀组与 不合格组	优秀组 Mean	0.33	-0.29
	不合格组 Mean	-0.07	0.31
	p	0.18	0.03

优秀组与合格组	优秀组 Mean	0.33	-0.29
	合格组 Mean	-0.25	-0.03
	p	0.09	0.36
合格组与不合格组	合格组 Mean	-0.25	-0.03
	不合格组 Mean	-0.07	0.31
	p	0.64	0.23

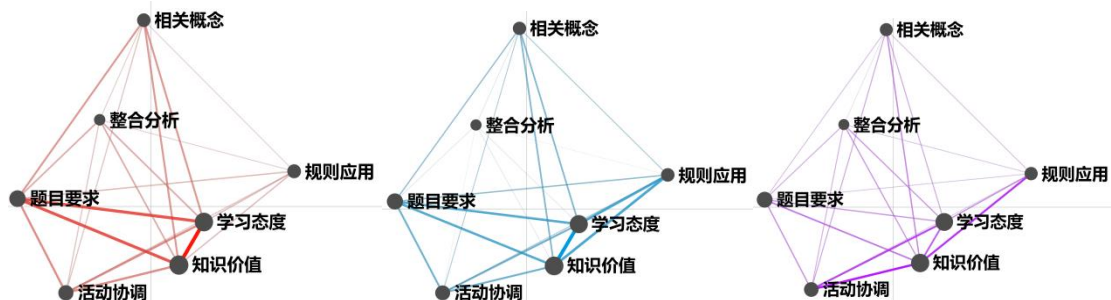
注：P* <0.05 。

图 4、图 5 是参与活动 1、活动 2 的三组学生在二维空间的认知网络结构图。图 4 中优秀组和合格组显示了学习态度、知识价值、题目要求、活动协调之间有较强的联系，说明优秀组学习者更能够对知识保持较高的接纳性和良好的态度；不合格组的认知网络分布图中，掌握概念知识以及规则应用方面联系较弱，整合分析与其它要素几乎没有联系，但在学习态度、活动协调、规则运用之间表现出更多的联系，这说明不合格组的学生在进行认知活动时善于搜集、组织其它资源，但解决问题的知识储备不充分。图 5 中，认知编码之间的连接强度有所改变，优秀组在学习态度、知识价值、题目要求之间建立了更多的联系，而对于整合分析和规则应用方面联系较少；相比优秀组，合格组在学习态度、知识价值、规则运用之间有较强的联系；不合格组中规则运用、活动协调、学习态度之间的联系相对较多，但是相较于前两组，题目要求与其它的要素之间更少联系，说明在认知活动中，不合格组对题目理解不到位，只是零散的进行回答。总体来看，三组在活动 1 结构良好的问题中，表现出更多的概念与知识价值、知识运用的联系，而在面对结构不良的活动 2 中，知识价值与学习态度、题目要求之间有更明显的联系。



注：左边为优秀学生（红色）的平均认知网络图；中间为合格组学生（蓝色）的平均认知网络图；右边为不合格组学生的认知网络图（紫色）

图 4 基于活动 1 的认知网络分析图



注：左边为优秀学生（红色）的平均认知网络图；中间为合格组学生（蓝色）的平均认知网络图；右边为不合格组学生的认知网络图（紫色）

图 5 基于活动 2 的认知网络分析图

	Pearson	Spearman
X Axis:	0.99	0.99
Y Axis:	0.98	0.98

图 6 Pearson 和 Spearman 相关系数

为了解认知模型的拟合度，在 ENA 生成的认知网络分布图中，得出皮尔森和斯皮尔曼系数在 X 轴的共同配准相关性为 0.99（Pearson）和 0.98（Spearman），Y 轴的共同配准相关性为 0.99（Pearson）和 0.98（Spearman），这表明可视化图形与原始模型之间存在很强的拟合优度。

5. 结论与建议

本研究采用定量统计与 ENA 相结合的研究方法，对三组学习者的认知结构分析和比较。由数据统计和可视化认知网络结构图的对比发现，总的来看，优秀组与不合格组认知结构差异较大，优秀组具有较大的知识广度，在概念掌握、知识价值和学习态度方面较好；合格组知识认知广度适中，但规则运用、整合分析能力较弱；不合格组活动协调与规则运用联系较多，说明善于搜集、组织资料，但学习态度敷衍和相应的概念知识储备不够。在两个活动中，三组学习者对于相关知识的整合分析和规则运用能力较弱，针对这些问题，本文提出了三条建议。

5.1. 加强基础知识和技能的学习和应用

在基于 MOOC 的自由学习环境下，概念学习过程应运用有趣的动画形式等知识组合方式合理的安排内容，并在此基础上针对学习者特征进行调整，例如增加案例教学视频，项目教学实例。还可以增加边做边学环节，使学生一面学习一面应用，知识与技能融会贯通；在教学视频过程中增加提问和互动，提高学生的坚持性，鼓励学生思考。

5.2. 端正态度，提升学生学习动机

学习者对与所学的知识程度不仅取决于知识的难易。很大程度上也取决于学习者自身的学习态度，因此迫切需要提高学生学习的动机水平。对此，MOOC 平台应该针对不同认知特征的学习者制定每一单元、每一小节的学习目标。在正式学习之前就安排学生提前预习，提前练习；在学习过程中积极的参加课程讨论，主动与老师同伴分享心得，强化师生交流的临场感与真实体验。

5.3. 规范 MOOC 考试审核制度

为提高 MOOC 学习的质量，课程管理者需要制定统一的课程管理标准，制定课程考核方式与平时学习成绩、表现直接挂钩。督促学生对作业完成，视频观看，案例分析、讨论等任务的完成，从而保障学习者的学习效果。

参考文献

- 王志军、杨阳（2019）。认知网络分析法及其应用案例分析。电化教育研究，2019-05-24，27-34+57。
- 王辞晓（2021）。技术供给的动力作用：合作探究中具身参与的认知网络分析。中国电化教育，2021-02-10，113-122。
- 刘迎春、朱旭、陈乐（2019）。精准教学中基于同伴互评的评价者认知网络分析。远程教育杂志，2019-01-20，85-93。
- 吴忞、王戈、盛海曦（2018）。认知网络分析法：STEM教育中的学习评价新思路。远程教育杂志，2018-11-20，3-10。
- 吴忞、杜丰丰（2019）。教师引导风格对非良构问题领域的PBL学习影响研究——基于认知网络分析方法。中国远程教育，2019-9-10，65-71+93。
- AA Rupp*, Y Choi, M Gushta, R Mislevy&MC Thies(2009). Modeling learning progressions in epistemic games with epistemic network analysis: principles for data analysis and generation, Proceedings from the Learning Progressions in Science Conference,1-40.
- Cai Zhiqiang*, Eagan Brendan, Dowell Nia M, Pennebake James W, Shaffer David W&Graesser Arthur C(2017). Epistemic network analysis and topic modeling for chat data from collaborative learning environment , Proceedings of the 10th International Conference on Educational Data Mining. Wuhan: EDM Society, 25-28.
- Dragan Gašević*, Srećko Joksimović, Brendan R Eagan&David Williamson Shaffer(2018). SENS: Network analytics to combine social and cognitive perspectives of collaborative learning, Computers in Human Behavior,562 - 577.
- David Williamson Shaffer*, Collier Wesley&Ruis A R. (2016).A tutorial on epistemic network analysis : analyzing the structure of connections in cognitive, social, and interaction data. Journal of learning analytics,9-45.
- DW Shaffer&A R Ruis(2017).Epistemic Network Analysis: A Worked Example of Theory-Based Learning Analytics, Handbook of Learning Analytics,175-187.

基于认知网络分析的大学生协同创新与知识建构效果研究

Research on the Effect of College Students' Collaborative Innovation and Knowledge Construction Based on Epistemic Network Analysis

郑煜辉¹，杨玉芹^{2*}，徐晨³

^{1,2,3} 华中师范大学人工智能教育学部

* yuqinyang0904@gmail.com

【摘要】 为研究协作学习中大学生知识建构话语发展和协作创新能力，本研究通过对大学生在协作学习中的话语进行内容分析，应用协同反思性评价对小组协作学习过程进行干预，获取论坛数据并对学生交互性话语进行编码，使用认知网络分析探索反思性干预前后大学生的认知网络差异。研究发现，应用协同性反思评价能够不断促进共同体知识创新话语的发展，并在干预前后，协作学习环境下的学生认知网络发生了显著变化。本研究对于大学生协作创新能力及知识建构过程发展具有重要意义。

【关键词】 知识建构教学模式；协同反思性评价；认知网络分析；学生话语分析

Abstract: In order to study the development of knowledge construction discourse and collaborative innovation capabilities of college students in collaborative learning, this research uses content analysis of college students' discourse in collaborative learning, and uses collaborative reflective evaluation to intervene in the process of group collaborative learning, obtain forum data and encode students' interactive discourse, and use cognitive network analysis to explore the differences in cognitive network of college students before and after reflective intervention. The study found that the application of collaborative reflective evaluation can continuously promote the development of community knowledge innovation discourse, and before and after the intervention, the cognitive network of students in the collaborative learning environment has undergone significant changes. This research is of great significance to the development of college students' collaborative innovation ability and knowledge building process.

Keywords: Knowledge Building, Reflective Assessment, Epistemic Network Analysis, Student Discourse Analysis

1. 问题提出

学生协作学习中知识创新能力以及参与共同体协作知识建构能力的培养，一直贯穿于教育的每个环节，是教育改革一直以来的重点，而课堂是教育改革的主战场。如何在课堂上使用有限的课堂时间培养学生的协同知识创新能力对于很多一线教师来说都是一项很大的挑战。

学习科学领域的最近研究结果表明，学习者在知识建构的过程中特别是在互动过程中对共同体认知责任的承担与元认知技能的有效使用对于学生知识创新的发展具有重要作用。杨

玉芹等(2020)认为在课堂教学中,应用反思性评价能够促进学生对于共同体认知发展责任的承担以及调控学生在构建集体意识时的认知发展趋势。杨玉芹等(2016)研究了协同反思性评价对低学习成就的学生在知识建构的过程中发挥了什么样的作用,研究表明:在知识建构过程中,协同反思性评价有助于低成就的学生,并且促进知识建构的过程。在计算机协作学习的过程中,多样化的评价手段也包括数据驱动的反思性评价,Aalst和Chan(2007)研究了在计算机协作学习的过程中,应用电子档案袋作为协同反思性评价手段。结果表明:知识建构的促进和深入依赖于设计评价的方法,并提供了一些评价的原则。

本研究基于认知网络分析(ENA)方法,认知网络分析以给定认知框架中的认知类型为结点,以认知类型在某一时间窗共现为链,用于分析协同对话的认知网络结构特征,被广泛应用于分析在线学习社区中知识的产生、发展与演变过程(Cai et al., 2017; Shaffer, Collier, & Ruis, 2016)。

2. 理论框架

本研究基于知识建构教学模式,应用反思性教学干预,以认知网络分析为方法分析学习者在知识建构过程中的认知发展特征。

2.1. 知识建构教学模式

知识建构是建构主义学习理念中的一个核心术语。它认为,知识的获得不是学习者简单接受或复制的过程,而是积极主动建构的过程(Moss & Beatty, 2006; 钟志贤, 2005)。知识建构作为教育方法的一个重要优势就是,它提供了一种直接的方法来强调现在的知识创造和创新(Scardamalia & Bereiter, 2006; Zhang, Scardamalia, Reeve, & Messina, 2009),对于学生的创新能力的培养有很大潜力(杨玉芹, 2018)。知识建构模式让学生体验科学家的研究过程,并以创新和设计思维为核心,培养学生高阶思维特别是元认知的发展(Yang et al., 2016)。杨玉芹等(2020)人提到,知识创新模式(又名知识建构)是由12个不同的教学模式组成的(包括追求知识、自主自立等)。由于计算机协作学习以及知识建构平台特别是在线论坛的快速发展,知识建构越来越成为学习科学领域一项重要的教育模式。

知识创新模式已经应用于很多学科(Yang, Aalst, & Chan, 2019),杨玉芹等(2020)人的多项研究表明:知识创新模式有利于学生概念的转变以及学业成绩的提高。

在实际教学过程中,如何将知识建构过程引入实际教学中,引起了很多研究者的关注,Chen 等人(2016; 2015)提到,知识建构通常被解释为将建构主义引入学校教育,而不是将学校重新定义为创造知识的一个地方,这才是至关重要的。本文所设计的反思性干预应用评价量规、基于网络异步交互环境(严小逵和魏忠英, 2010),研究大学生协作学习中的知识建构过程。

2.2. 反思性评价

在本研究中,反思性评价是指要求学习者在学习开始前拟定好的一些既定的原则、标准或规范,用与对学习过程特别是探索过程及结果进行反思,并给予他们自己反馈,以提升共同体协作创新能力的纵深发展。反思性评价是学习的一个连续的过程和环节,它不仅仅包含学生对已经做过的评价,也包含对与未来学习方向的监控,能够促进学生学业成绩的提高和概念的转变(Toth, Suthers, & Lesgold, 2010; White, 1997)。

目前,已经有一些研究者着眼于使用电子档案袋、评价量规等评价手段在实际课堂教学中,包括计算机支持的协作学习(CSCL)(Aalst & Chan, 2007)。Zhang 的团队(2018)对网络

话语和学生反思性总结的内容分析表明，在具有反思性评价的课堂中，学生对其协作性话语做出了更加积极的贡献，导致了更深刻和更连贯的科学理解。杨玉芹等人进行的一系列研究表明，学习分析支持的反思性评价能够促进、调控、反思学生协同探究过程，进而促进知识创新等高阶能力的发展和学习成绩的提高(Yang et al., 2019; Yang et al., 2016)。

本研究正是基于已评价量规/标准为评价手段的协同反思性评价作为研究基础和研究手段，将以数据驱动的协同反思性评价作为干预手段，在实际教学过程中，引导学生应用反思性评价监控、调节知识建构的过程，以提升学业成绩、概念的转化等。

本研究基于知识建构教学模式，应用协同反思性评价，以认知网络分析(ENA)为工具，对学生话语进行编码，分析比较他们认知网络的特征以及差异。主要探究以下两个问题：1、知识建构过程中，共同体成员之间是怎样进行协作学习的？小组知识建构的过程；2、反思性评价对大学生创新思维和元认知发展的影响：反思性干预前后学生知识建构话语的认知网络差异。

3. 研究方法

3.1. 研究情景与参与者

本研究基于某高校通识核心课程“科学探究与知识创新”，根据课程的安排和进度，学生将会被分为6个小组，每个小组由5~6名学生组成，班级学生来自某高校12个不同学院的23个不同专业。他们的学科背景差异很大，对于科学探究与知识创新的理解体现在较低的层次。本课程历时一个学期，每周一次课，共16周，每次课2个课时共90分钟。该课程通过创设一种科学探究式的学习环境，让大学生通过在协作学习的过程中，体验科学探究团队发现、提出并解决问题的全过程。本课程的授课教师是一位教龄近3年的青年教师。

3.2. 教学设计

本研究基于香港大学 Van Aalst 等人提出的一个四阶段知识建构实施模式，杨玉芹在此基础上，根据实际教学情况，创设了一个三阶段融合反思性评价的知识建构教学设计模式：

阶段一：通过采取一系列方法和手段，营造良好的课堂交互氛围，包括小组头脑风暴，小组研讨，Grit 概念图设计制作。通过学习共同体的建立，培养大学生知识创新的基本能力，如协作学习、沟通交流、自我反思等等。

阶段二：教师主导推进以探究为导向，以创新观点为核心的知识创新协作学习以及共同体知识建构。学生以小组为单位，对科学探究与知识创新相关的主题进行深层次探究性学习，在平台上进行讨论，如图1。其中的主题包括：批判性思维、论证、科学思考、协作、知识创新等。在探究性学习过程中，根据论坛内容以及课上教师知识的讲解，不断地丰富共同体的知识建构，促进知识创新话语的发展。



图1 学生在知识平台上的工作空间以及所写的笔记

阶段三：实施反思性评价干预，促进共同体知识建构以及学生创新话语的深度发展。教师应用学生话语的学习分析数据结果对学生探究过程进行干预，促进学生基于形成的观点进行反思性评价，进一步推进创新话语的发展。在学期中，教师提供给学生的学习分析数据包括学生创建了多少条笔记，笔记被修改了多少次，被阅读的次数及百分比。学生对自己参与共同体知识建构的程度和知识创新话语发展的深度进行自我反思。同时，教师对如何创建高质量的笔记提供建议和举例。

3.3. 数据收集与分析

本研究的数据来源为学生在知识论坛上协作探究过程中产生的共 1778 条有效笔记（包括关于知识理解的总结笔记），学生在平台上的参与数据（如贡献的笔记数量以及回应与被回应关系数据等）。

3.3.1. 知识建构论坛笔记内容分析

对于论坛上大学生贡献的笔记，本研究首先应用内容分析法对数据进行编码，编码框架选择研究者(2018)开发的内容分析框架。根据本研究的数据特点对编码框架进行了修订完善，如表1所示。

表 3 内容分析框架

	维度	具体分类	具体描述
认知 /Epistem ic	CIA	创造探究意识	团队成员提出问题，确定重点或识别缺乏的知识
	ALK	补充缺乏的知识	团队成员通过使用权威信息来改善知识的缺乏和不一致的问题
	NAF	协商	团队在达成一致前提供并讨论不同的观点/阐述/想法并探究这些不同的观点
	EPU	以为题为中心的 深化探究	成员通过协作努力逐步和连贯地发展观点以解决问题并解决以前的观点。
	BJT	建立共同理论	团队成员一起构建理论，这个理论能解释探究问题的基础的方面（例如：基础机制、基本原则、或者讨论中的有关现象的不同要素的因果关系）。

元认知 /Meta- cognitive	SYN	总结提升	综合和整合集体观点，反思探究目标，提供更高层次的探究或概念或观点，并生成行动计划，以深化进一步的探究。
	RCI	调节协作探究	团队通过花时间重述，改写或推动进一步澄清，努力确保人们充分理解他们所提的观点。
	MAR	主要审查	监督和检查探究过程或理解和识别与探究过程或理解的各个方面有关的不全面的知识或矛盾之处
	RRI	反思并提升共同体观点	理论提升包括实现新的观点综合和更高层次的问题表达/观点概念化，或对观点进行更高层次的组织

3.3.2. 认知网络分析

编码结束后得到的 0-1 表进入认知网络分析。利用 R 语言拓展“rENA”分析学生的认知网络特征，重点分析高低得分组、反思性干预前后的认知网络差异。分析时选择内容分析编码框架的 9 个维度，时间窗选择 10。使用 RStudio 的软件包“rENA”分析学生的认知网络特征。

ENA 是一种基于认知框架理论，对学习者在交互过程中，特别是在协作学习过程中产生的交互数据进行量化编码、并应用动态模型对学习者的认知元素之间的共现关系进行表征分析的方法(Shaffer et al., 2016)。

节是 ENA 中重要的概念、节可以是时间单元、过程中的步骤、或者是表征共现关系的其他方式。在对数据进行整理时，也要基于节对数据进行编码(Shaffer, 2017)。Shaffer(2016)将同一节数据中概念的共现作为元素之间建立连接的标志。

在对数据进行分节、编码之后，ENA 算法计算以节为单位的邻接矩阵、邻接矩阵的累积、球面归一化处理(王志军和杨阳, 2019)，然后就可以对数据进行建模、在建模中，质心和节点的位置是两个重要的概念。质心可以理解为物体的重心，通过网络图的边权重值计算得出，质心代表的是个体在 ENA 空间中的相对位置以及多个不同个体的网络差异(Shaffer et al., 2016)。节点的位置是指各认知元素在 ENA 空间中的位置，ENA 使用一个优化的算法来确定结点的位置，可以使得经过 SVD 旋转后代表网络的点之间的距离最小(Shaffer et al., 2016)。在完成建模之后，就可以通过比较元素之间的连接以及连接的大小判断建立连接的强弱。本研究通过对学生论坛笔记进行编码、以小组为节进行认知网络分析(ENA)。探索反思性干预前后学生认知网络差异。

4. 研究结果

4.1. 学生话语分析描述性统计

编码结束后，统计学生的认知行为特征。学生的话语主要以协商(NAF, 712, 34.6%)、深化探究(EPU, 21.3%)为主，而最少的分别是创造探究意识(CIA, 84, 4.6%)、建立共同理论(BJT, 88, 4.3%)、主要审查(MAR, 40, 2.0%)，反思并提升共同体观点(RRI, 60, 3.0%)。

本研究主要探究的自变量为反思性干预措施，对干预前后进行描述性统计，如表 2。

表 2 干预前后学生话语的描述性统计

	CIA	ALK	NAF	EPU	BJT	SYN	RCI	MAR	RRI	总计
总计	94	328	712	439	88	100	199	40	60	2060
阶段 1	57	104	227	157	23	9	69	3	6	655

干预前后的两个阶段学生笔记数量差异较大，阶段 2 比阶段 1 笔记数量多 114.5%，且除了创造问题意识（CIA），编码框架各个维度均为干预之后的阶段 2 要多于阶段 1，除了学生共同体话语发展的影响之外，笔记总数的影响也不可忽视。在认知网络分析（ENA）的过程中，为了消除数据节点的数量导致的邻接向量长度不一致，ENA 算法提供了向量球面归一化处理，进而能在笔记数量差异较大的情况下，比较干预前后的认知网络差异。

4.2. 反思性干预前后不同认知网络特征

ENA 计算干预前后两阶段学生认知网络共现的权重值，结果见表 3。对于干预前后的学生认知网络特征进行分析，首先分析反思性干预前后学生得分散点图，其中干预前阶段（stage1）的均值为-0.10，干预后阶段（stage2）的均值为 0.10（均为在 SVD1 维度上的均值），cohen’ d 值为 0.81，具有接近高的效应。通过观察干预前后的散点图，以及 cohen’ d 值，得出干预前后学生的认知网络存在显著性差异。

表 3 干预前后学生认知网络权重值

连线	阶段 1	阶段 2	连线	阶段 1	阶段 2	连线	阶段 1	阶段 2
CIA-ALK	0.13	0.05	NAF-SYN	0.03	0.23	EPU-MAR	0.01	0.07
CIA-NAF	0.24	0.12	EPU-SYN	0.02	0.15	BJT-MAR	0	0.02
ALK-NAF	0.32	0.36	BJT-SYN	0.01	0.03	SYN-MAR	0	0.05
CIA-EPU	0.16	0.08	CIA-RCI	0.1	0.04	RCI-MAR	0.01	0.03
ALK-EPU	0.26	0.28	ALK-RCI	0.14	0.13	CIA-RRR	0.01	0.02
NAF-EPU	0.54	0.52	NAF-RCI	0.27	0.29	ALK-RRR	0.01	0.06
CIA-BJT	0.03	0.01	EPU-RCI	0.19	0.19	NAF-RRR	0.03	0.14
ALK-BJT	0.04	0.07	BJT-RCI	0.04	0.05	EPU-RRR	0.01	0.1
NAF-BJT	0.12	0.14	SYN-RCI	0.02	0.07	BJT-RRR	0.01	0.02
EPU-BJT	0.1	0.11	CIA-MAR	0	0.01	SYN-RRR	0.01	0.05
CIA-SYN	0.01	0.03	ALK-MAR	0.01	0.05	RCI-RRR	0.02	0.04
ALK-SYN	0.01	0.11	NAF-MAR	0.01	0.11	MAR-RRR	0	0.02

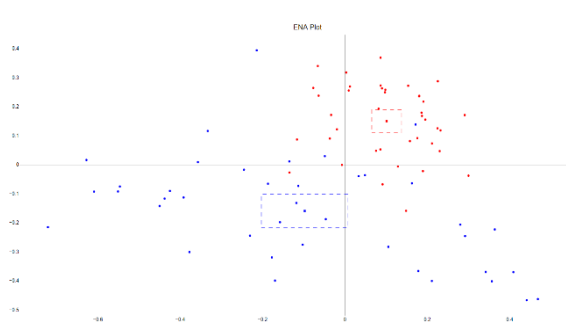


图 2 干预前后学生得分散点图

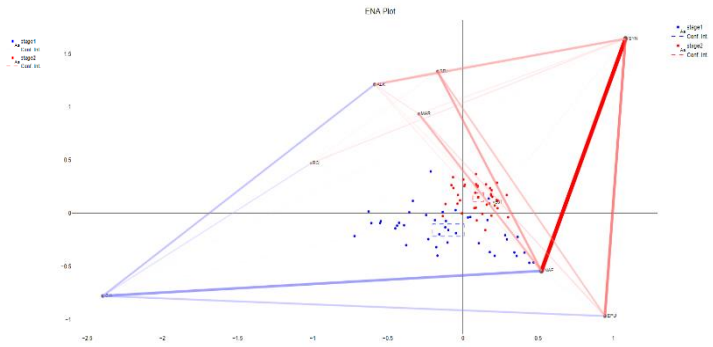


图 3 干预前后学生认知网络差异图

为了进一步了解干预前后学生的认知网络差异，ENA 提供了干预前后学生的认知网络差异图。

通过认知网络图可以发现，在反思性干预之前，激发探究意识与补充缺乏知识、协商等低层级思维有较强的联系，这或许与干预之前学生更多的提出问题或观点有关，但也体现了干预之前学生的认知发展停留在较低层级的认知与元认知水平上；在反思性评价干预后，总结提升与协商、深化探究、反思与提升集体观点具有较强的联系，特别的是，从元认知层级上看，各维度之间的联系集中体现在干预之后，这或许与干预之后会有集中的小组反思总结笔记有关，但也体现了在反思性干预之后学生认知与元认知逐渐转向高阶思维。

5. 结论与展望

5.1. 学生话语的认知行为构成

学生的话语经过框架进行编码之后，主要是以协商（NAF）、深化探究（EPU）为主，在本研究的教学设计下，大学生的话语发展集中体现在对于共同体的知识建构上，充分发挥了大学生协作学习的优势。

5.2. 反思性评价对于学生高阶认知的发展具有引导性的作用

干预前后大学生认知发展过程呈现高阶思维能力特别是元认知能力的快速发展。干预前学生的话语中出现，阶段2学生对话中出现元认知高阶思维能力情况较多，这表明反思性评价的教学干预对于引导学生进行高阶的认知思维的发展有重要作用。

5.3 基于协作学习特征改善促进高阶思维发展的教学支架

根据干预前后学生知识创新话语的发展以及共同体知识建构的过程，对于如何针对性的对教学设计过程进行一些改善，有如下建议：

(1) 丰富反思性干预所包含的学习分析数据，ATK数据包含学生创建笔记的数量，被引用的数量，修改的次数等，为了引导学生高阶思维的发展，可增加对高阶思维，如调节协作探究（RCI）、主要审查（MAR）、反思并提升共同体观点（RRI）的描述性统计与可视化，亦或是本文所使用的认知网络分析的结果；

(2) 研究结果表明，反思性干预对于学生高阶思维的发展具有促进作用，在教学设计的过程中，在学生讨论的哪个阶段进行反思性干预，以及进行反思性干预的次数都很重要，教师可在学生讨论陷入停滞或是瓶颈期时，适当使用反思性干预促使重新建立学生共同体知识的建构。

本研究应用内容分析法和认知网络分析方法对学生认知话语的认知网络特征进行了分析，得到了两点结论。但在本研究中，尚有几点不足：（1）使用的编码框架代表性不够，缺少对学生元认知的高阶认知的编码；（2）没有对学生不同阶段的认知发展进行分析，后续的研究中，可以针对实验组班级中三次教学干预的不同阶段的学生认知发展的轨迹进行分析。探索一些关于学生经过干预之后的认知发展轨迹。

参考文献

王志军和杨阳。(2019)。认知网络分析法及其应用案例分析。《电化教育研究》，40(06)，27-34+57。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 严小逵和魏忠英。(2010)。网络异步交互环境中社会知识建构模式研究。全国计算机辅助教育学会第十四届学术年会, 中国上海。
- 杨玉芹(2018)。反思性评价在协同知识创新能力培养中的应用研究。中国电化教育(01), 42-49。
- 杨玉芹、徐晨、徐宏敏和罗恒。(2020)。协同反思性评价促进大学生知识创新话语发展的效果研究。中国电化教育(06), 81-87。
- 钟志贤(2005)。知识建构、学习共同体与互动概念的理解。电化教育研究(11), 20-24+29。
- Aalst, J. V., & Chan, C. (2007). *Student-Directed Assessment Using Electronic Portfolios of Knowledge Building*.
- Bodong, Chen, Huang-Yao, & Hong. (2016). Schools as Knowledge-Building Organizations: Thirty Years of Design Research. *Educational Psychologist*, 51(2), 266-288.
- Bodong, Chen, Marlene, Scardamalia, Carl, & Bereiter. (2015). Advancing knowledge - building discourse through judgments of promising ideas. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*.
- Cai, Z., Eagan, B., Dowell, N., Pennebaker, J., Graesser, A. C., & Shaffer, D. W. (2017). Epistemic network analysis and topic modeling for chat data from a collaborative learning environment. *Journal Name: Proceedings of the 10th International Conference on Education Data Mining; Journal Volume: null; Journal Issue: null; Conference: null; Patent File Date: null; Patent Priority Date: null; Other Information: null; Related Information: null, Medium: X; Size: null; Quantity: null; OS: null; Compatibility: null; Other: null.*
- Moss, J., & Beatty, R. (2006). Knowledge building in mathematics: Supporting collaborative learning in pattern problems. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 1(4), 441-465.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. *ijeeee org*.
- Shaffer, D. W. (2017). Epistemic network analysis: A worked example of theory-based learning analytics.
- Shaffer, D. W., Collier, W., & Ruis, A. R. (2016). A Tutorial on Epistemic Network Analysis: Analyzing the Structure of Connections in Cognitive, Social, and Interaction Data. *Journal of Learning Analytics*, 3.
- Toth, E. E., Suthers, D. D., & Lesgold, A. M. (2010). "Mapping to know": The effects of representational guidance and reflective assessment on scientific inquiry. *Science Education*, 86(2), 264-286.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- White, B. Y. (1997). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students.
- Yang, Aalst, J. V., & Chan, C. (2019). Dynamics Of Reflective Assessment And Knowledge Building For Academically Low-achieving Students. *American Educational Research Journal*.
- Yang, Van Aalst, J., Chan, C. K. K., & Tian, W. (2016). Reflective assessment in knowledge building by students with low academic achievement. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 11(3), 1-31.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for Collective Cognitive Responsibility in Knowledge-Building Communities. *Journal of the Learning Sciences*, 18(1), 7-44.
- Zhang, J., Tao, D., Chen, M. H., Sun, Y., Judson, D., & Naqvi, S. (2018). Co-Organizing the Collective Journey of Inquiry With Idea Thread Mapper. *Journal of the Learning Sciences*, 1-41.

基于教学事件分析法的课堂教学结构研究——以小学数学课为例

Research on Classroom Teaching Structure Based on Teaching Event Analysis - Taking Primary School Mathematics Cases as an Example

许飞云¹，孙众^{2*}，

¹² 首都师范大学信息工程学院

*sunzhong_92@163.com

【摘要】 目前，在我国“以教师为中心”的教学结构依旧占据着统治地位。本研究以40节课例的教师言语为样本，总结各教学阶段的教学场景，将其与触发词和教学法结构对应，建立教学场景库。再以12节课例的教师言语文本为研究对象，通过教学事件分析法，对照场景库输出对应的教学法结构，探讨课堂的“双主”教学结构的落实情况，研究发现：（1）在样本课例中，课堂主导主体情况未落到实处（2）在未获奖的课例中，“以教师为中心”的教学结构依旧占据着统治地位（3）课例获奖等级越低，教学场景的类型越单一化。

【关键字】 教学事件分析法；课堂教学结构；教师言语

Abstract: At present, the "Teacher centered" teaching structure still occupies a dominant position in China. In this study, teachers' discourse of 40 classes is taken as a sample to summarize the teaching scenes of each teaching stage, which are corresponding to trigger words and teaching method structure to establish a teaching scene database. Then, taking the teacher's speech text of 12 lessons as the research object, this study compares the output of the corresponding teaching method structure of the scene to explore the implementation of the "double main" teaching structure in the classroom. The results show that: (1) in the sample lessons, the situation of the classroom leading body is not implemented; (2) in the unawarded winning lessons, the situation of the "double main" teaching structure is not implemented, The "Teacher centered" teaching structure still occupies the dominant position. (3) the lower the award-winning level of lesson, the more single the type of teaching scene.

Keywords: Teaching Event Analysis; Classroom Teaching Structure; Teacher's Discourse

1. 引言

目前，在我国各级各类学校中，“以教师为中心”的教学结构依旧占据着统治地位，这种教学结构过于强调教师的主导作用，忽视学生的主体地位，导致学生的学习积极性和学习兴趣不高。因此，如何诊断课堂教学结构，为教师提供改进依据，从而不断地优化课堂结构已成为一线教师的共同目标。传统的课堂教学结构分析方法多是以人工为主的视频分析法、课堂观察法为主，存在过度依赖专家、分析效率低、难以规模化服务等局限性。

2. 文献综述

在理论方面，何克抗教授是国内最早提出“教学结构”概念的学者，他认为“教学结构是指在一定的教育思想、教学理论和学习理论指导下的、在某种环境中展开的教学活动进程的的稳定结构形式，是教学系统四个组成要素相互联系、相互作用的具体体现”（何克抗，2007）。国外“教学结构”一词在上个世纪就已出现在文献中，但是未真正对其进行深入研究。直到2013年，Jacobson等依据学生所获指导的不同，将课堂的结构划分为高结构化教学和低结构化教学，形成SPS(Sequencing of Pedagogical Structure) (Jacobson M J,&Kim B, 2013)。

实证方面，王冬青在Jacobson的教学法结构序列框架(SPS)进一步完善，新增了时序特征，并参考教学方法、教学媒体结构对应的教师指导特征，对教学活动进行高低结构定义（王冬青、刘欢和邱美玲，2020）。管钰琪采用视频分析法根据持续时间确定结构的地位特征；根据教学活动的时序性确定时序特征（管钰琪、陈渠、楼一丹和祝智庭，2019）。

本研究构建基于教学事件分析法的课堂教学结构分析框架，通过分析教师言语，识别教学事件划分教学阶段，提取各教学阶段中持续时间最长的教学场景，输出教学事件的触发词主体词，确定所属教学场景和教学法结构，从而确定整节课的SPS。本研究提出如下研究问题:

Q1：如何构建各个教学阶段的教学场景库？

Q2：利用教学事件分析法课例的教学事件时间分布是什么情况？

Q3：结合教学场景库和教学事件时间分布图，探讨课例的课堂教学结构是怎么样的？

3. 研究设计

3.1. 研究对象

研究对象是信息化环境下的小学数学课堂实录，所有课例均运用了交互电子白板和移动终端等设备。用课例编号1-3分别代表3个主题，A-D代表4个获奖等级。

3.2. 研究方法

教学事件分析法是以加涅“九大教学事件”为分析框架，结合课前教学方案和课后教学反思和评语，通过多源数据之间的关联分析和特征匹配，形成教学事件识别规则集，通过所述规则集识别不同教学事件，并归类为不同教学阶段形成教学事件编码表，如表2。

表2 教学事件编码表

教学阶段	编码	教学事件	教学目的	触发词
导入阶段	1	引起注意	建立一个学习定势，把学习者的注意力引导到教学目的	播放/观看视频/微视频/图片/猜谜语/游戏/故事/
	2	告知学	建立对预期行为表现的期望	所学习的是/来研究/走进
	3	刺激回忆旧知	为新的学习提供固着点，联系将要学习与学生已知内容	学过/记得/回忆/复习
新知学习阶段	4	呈现刺激材料	呈现将要学习的新信息、程序、过程或问题解决任务	看一下/读一下/认识一下 /一起来学习
	5	提供学习指导	对呈现的内容进行精加工。	如果/假设/想想/猜一猜/
	6	引起行为	引出学习者反应。这与根据线索提取所习得内容有关。	任务是/完成练习/同桌/小组合作/讨论/任务单

教学阶段	编码	教学事件	教学目的	触发词
	7	提供反馈	为学习者提供其正确性信息	请看屏幕/看作品/正确率
评价阶段	8	评价学习行为	检验习得的知识保持情况	掌握/检测/比赛/闯关
总结迁移	9	保持与迁移	通过间隔联系强化所学内容	学习了/总结/回顾/收获/

SPS 根据教学阶段里教师指导所占比例不同，标注为高结构化教学 H、低结构化教学 L。以大写（H、L）表示所占权重大，处于支配地位，加号（“+”）表示同时发生，箭头（“→”）表示顺序发生，由此确定教学结构序列，探讨教师主导学生主体的落实情况。

3.2. 研究过程

本研究以 40 节课例作为样本，总结每一教学阶段中教学场景，将其与触发词和教学法结构一一对应，建立教学场景库。以教师言语文本为对象，通过教学事件分析法，探讨教学事件的时间分布情况，提取教学阶段中持续时间较长的教学事件为教学场景，对照场景库输出对应的教学法结构，探讨课堂“双主”教学结构的落实情况，分析框架如图 1 所示。

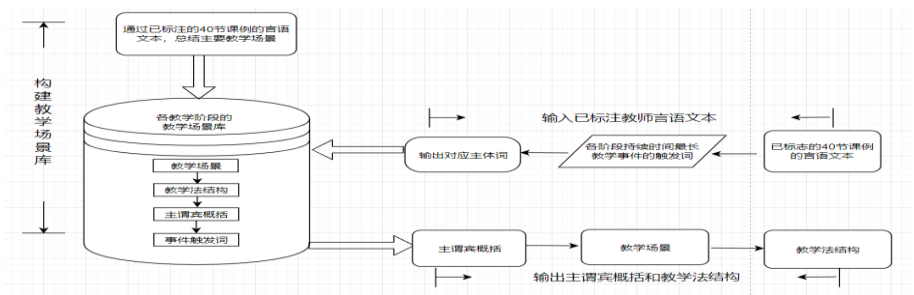


图 1 基于教学事件分析法的课堂教学结构分析框架

4. 研究结果

4.1. 建立教学场景库

本研究建立将教学场景与教学法结构、触发词和主体词对应的各个场景库，表 2 是导入阶段的部分场景库。(H+l) → (L+h)表示导入阶段是 H+l，新知学习阶段是 L+h 研究是以教学阶段为分析维度，而不是教学全过程或者教学事件，后期会结合行为分析等方法完善场景库。

表 2 导入阶段的教学场景库

导入阶段教学场景	教学法结构类型	主谓宾概括	触发词
1· 教师讲故事导入	H	老师讲故事	故事
2· 教师播放视频导入	H	教师播放视频	播放/ 视频
3· 教师请学生玩游戏	H+l	老师带学生玩/做游戏	游戏
4· 教师刺激学生回顾	H+l	老师想问上节课	上节课

4.2. 教学事件时间分布结果

课例的教学事件分布如图2，赤、橙、黄、绿、青、蓝、紫、深黄和灰色代表九大教学事件。框中显示教学场景和对应的教师言语，单矩形框表示该教学阶段的场景是以教师为中心，双矩形框代表以学生为主体的教学结构，椭圆代表的是对应的教学结构是双主教学结构。

4.3. 课例的SPS研究结果

图3所示，从获奖等级越低，教师指导的比重越大，以教师为主导的比重也在越大。在未获奖中教师把控课堂比例最大。学生自主学习合作学习比重，一等奖课例的学生自主学习的比重最大。同时以教师为主的教学结构比重比较大，以学生为主的教学结构的比重相对较小。

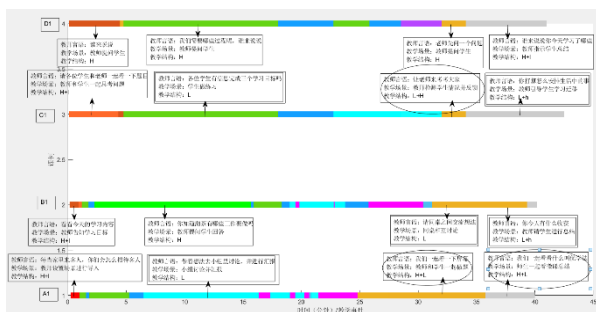


图2 主题1的课例教学事件分布图

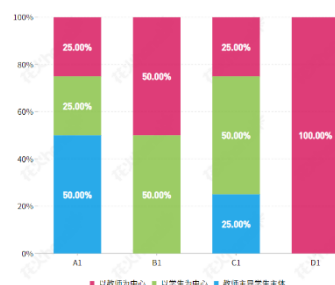


图3 主题1课例的教学结构图

5. 讨论和结论

5.1. 研究课例的教学阶段中，课堂主导主体情况未落到实处

课堂的主导主体教学结构的落实情况不到位。存在的原因可能是教师制定教学目标仍然是以教师为主体，或者过分体现学生的自主学习，没有从学生实际出发。谢世君认为双主教学结构的课堂，需要充分发挥教师在教学设计和思维引导方面的主导性，充分发挥学生在寻找线索和解决问题方面的主体性（谢世君，2019）。

5.2. 在未获奖的课例中，“以教师为中心”的教学结构依旧占据着统治地位

获奖等级越低，课例的各教学阶段的高教学法结构的比重就越高，以教师为主导的教学结构体现越明显。这种课堂会约束学生的思维，使学生缺少创新，课堂中学生的主体性地位体现得就越不显著。我国学者张海探讨了三种教学结构中课堂行为的基本特征，发现以教师为中心的课堂，其教师控制行为较长，且持续时间也是最长的（张海、王以宁和何克抗，2010）。孙众在基于人工智能的课堂教学分析中，也发现未获奖课例的教师把控课堂的比例最大，一等奖课例学生自主学习的比重最大（孙众，2020）。

5.3. 课例获奖等级越低，教学场景的类型越单一化

在获奖等级较低的课例中，其教学阶段的教学场景比较单一，教师倾向于选择熟悉、可控程度高的行为，呈现方式较为单一课堂氛围比较枯燥。我国学者朱红杰认为教师能够灵活运用多种多样的教学方式和策略，采取富有弹性的教学步骤，为学生的主动性、创造能力、探究精神的发展提供空间，使学生保持兴趣，积极参与，从而提高学习兴趣和效果（朱红杰，2013）。

6. 不足和展望

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

第一，研究样本的数量和来源导致研究结果缺少代表性或可信度，后续会扩展学科、学段和样本总量。第二，教学事件分析法缺少公开、已标注的教学数据集，导致课堂教学自动化分析的探索局限于数据分类与统计。第三，本文后续研究会进一步结合 AI 最新研究成果，提高数据采集的全面性和精准度，期待能为人工智能支持教学分析提供新思路和新方法。

参考文献

- 王冬青、刘欢和邱美玲。智慧课堂教师行为数据的分析方法与应用验证[J]。中国电化教育，2020(05)：120-127。
- 孙众、吕恺悦、骆力明、陈美玲、许林和施智平。基于人工智能的课堂教学分析[J]。中国电化教育，2020(10)：15-23。
- 朱红杰。教师多样化教学研究[D]。福建师范大学，2013。
- 张海，王以宁，何克抗。基于课堂视频分析对信息技术深层整合教学结构的研究[J]。中国电化教育，2010(11)：7-11。
- 何克抗。教学结构理论与教学深化改革(上)[J]。电化教育研究，2007(7)：5-10。
- 谢世君。融合信息技术的思想政治课双主教学结构[J]。教育科学论坛，2019(28)：73-74。
- 管珏琪、陈渠、楼一丹和祝智庭。智慧教室环境下的课堂教学结构分析[J]。电化教育研究，2019，40(03)：75-82。
- Jacobson M J, Kim B, et al. To guide or not to guide: Issues in the sequencing of pedagogical structure in computational model-based learning[J].Interactive Learning Environment,2013,23(6):715-730.

基于情感自动化分析的在线教学视频弹幕内容研究²

Research on Online Teaching Video Danmaku Content Based on Emotion Automatic Analysis

郭栩宁¹，李坦¹，周彦丽¹，李彤彤^{1*}

¹天津师范大学教育学部

* sdttt@126.com

【摘要】 弹幕是学习者学习状态的实时呈现，对其进行研究具有现实意义。本文以 bilibili 视频网站中《机器学习》教学视频为对象，构建双向长短时记忆神经网络加自注意力机制（Bi-LSTM+Self-Attention）的深度学习模型进行情感分析，抽取出负性情感弹幕进行高频词分析。最后基于研究结论为在线教学改进提出几点可行性建议。

【关键字】 弹幕；情感分析；在线教学视频；教学改进

Abstract: Danmaku is the real-time presentation of learners' learning state, so it is of practical significance to study it. Taking the teaching video of Machine Learning on Bilibili video website as the object, this paper constructs a deep learning model of bidirectional short and short time memory neural network + self-attention mechanism (BI-LSTM + Self-attention) for sentiment analysis, and extracts negative emotional barrage for high-frequency word analysis. Finally, some feasible suggestions for improving online teaching are put forward based on the research conclusions.

Keywords: Danmaku, Sentiment analysis, Online teaching video, Teaching improvement

1. 引言

科学技术的发展为线上教育提供了条件，在线教育突破传统教育的不足，为我们带来了不受时间和空间的教育模式，但是时空分离的特点也带来了新的问题。在线学习过程无法完成实时交流情景的创建（Nicholas Carr, 2012），教师与学习者无法针对具体的教学内容进行实时交互。但学习往往是发生在交互之中，交互是教学活动中的关键环节（张婧婧、杨业宏和安欣，2017）。弹幕是新型的视频互动技术，在视频学习过程中通过“实时”弹幕文字表达自己的情感和见解（王媛，2015）。弹幕是在线视频学习交流的窗口，学习者通过弹幕进行观点共享、思想碰撞、深入探讨（王蕊和罗万丽，2017），对其进行研究具有现实意义。本文构建双向长短时记忆神经网络加自注意力机制（Bi-LSTM+Self-Attention）的深度学习模型，实现对弹幕文本的情感自动化分析，依据高频词分析学习者负性情感倾向形成原因。

2. 研究现状

² 基金项目：2017 年度国家社科基金青年项目“基于社交媒体大数据的大学生心理危机预警机制研究”（项目编号：17CSH043）

情感分析，又称观点挖掘，是从文本中挖掘人们对物体以及事件的观点、评价、情感、情绪和态度等（刘兵，2018）。当前对文本情感分析最常用的方法是情感词典法和机器学习法。情感词典法具有较高的准确率，但也存在召回率低的问题，同时构建一个符合某项需求的词典往往需要耗费较大的人力物力，成本较高。在传统机器学习领域中，无监督情感分析算法往往不够灵活，而且准确不够高。有监督情感分析算法中常用的情感分类特征包括情感词、词性、句法结构、连接和语义话题等（孔杏和林庆，2018）。近年来，深度学习在各领域发展迅速并取得先进效果，与基于传统机器学习的方法相比，深度学习在任务中的效果和精度也得到了很大提升。深度学习应用于文本情感分析任务也比较常见，基于深度学习的情感分析技术仍有发展空间，仍能进一步提升算法的准确率。

弹幕作为在线教育交互手段具有巨大的潜在价值。杨九民（杨九民、吴长城、皮忠玲和谢和平，2019）等人发现弹幕对学习者的学习结果的影响显著。张婧婧（张婧婧、杨业宏和安欣，2017）等通过对弹幕视频中的学习交互分析，发现弹幕在一定程度上有助于促进师生和生生之间的情感交流，增强学习者的社会临场感。李海峰（李海峰和王炜，2015）等认为弹幕有助于学习者提高视频学习参与度，并预测弹幕有可能会发展成为远程在线视频学习平台中的主要交互功能；但是当前对弹幕进行情感分析的研究主要是为影视作品的质量评估提供新的方法（何楚佳和姚威羽，2019），在教育领域的相关研究较少。

3. 研究对象

本研究选择了 bilibili 弹幕视频网站（简称 B 站）作为教育视频来源平台，选择机器学习的教学视频《吴恩达机器学习系列课程》作为研究对象，该课程内容适用于初学者，吴恩达在人工智能和机器学习领域的权威影响力，因此得到非专业人员的关注。该课程一共包含 112 小节，弹幕数累计有 3.1 万条。本研究抽取了“1-3.监督学习”小节课程，完成了弹幕文本和视频字幕采集，获取 733 条弹幕，145 条字幕。

4. 研究方法

4.1. 情感分析模型

本研究通过构建双向长短时记忆神经网络+自注意力机制（Bi-LSTM+Self-Attention）的深度学习模型，实现对弹幕文本的自动化情感分析，模型结构如下：

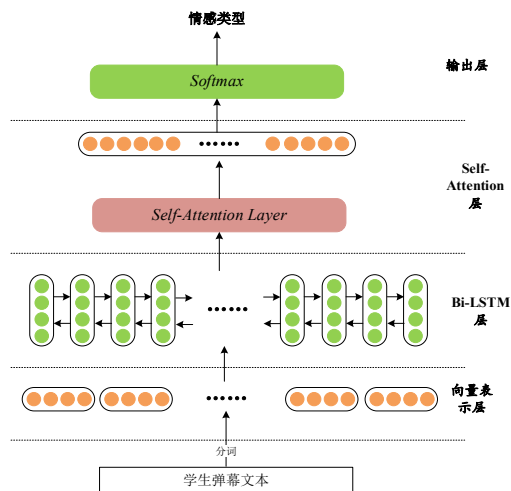


图 1 弹幕文本情感分析模型

该模型主要分为四层，分别为向量表示层、Bi-LSTM 层、Self-Attention 层以及输出层。向量表示层是将经过分词的弹幕文本通过 Word2Vec 模型进行向量编码，在本研究中我们使用的 Word2Vec 模型是课题组开源的预训练词向量模型，可以将一个汉语词语通过 300 维向量表示。其中 Bi-LSTM 层主要通过 Bi-LSTM 算法对弹幕文本的上下文关系和特征进行学习，Bi-LSTM 算法是建立在长短时记忆神经网络（LSTM）算法基础上的，LSTM 算法由输入门、遗忘门以及输出门组成。Self-Attention 层是在 Bi-LSTM 层基础上进一步学习句子内部语义关系，相较于传统 Attention 算法，Self-Attention 算法以句子内部词语作为查询条件，所以可以学习到句子内部语义关系。输出层是在编码和特征学习基础上，基于 Softmax 函数对学习者弹幕文本情感类型进行概率计算，将概率值最大的情感类型作为该文本的情感类型输出。

4.2. 情感模型训练

以 2020 年全国社交媒体处理大会（SMP2020）的情感分析数据集为训练集，将文本情感类型分为：正、中和负三类，分别得到不同类型训练样本数量如下：正性训练文本 4226 条，中性训练文本 4528 条，负性训练文本 6624 条。同时将该模型的准确度（Accuracy）与支持向量机算法（SVM）、1 维卷积神经网络算法（1DCNN）、以及长短时以及神经网络算法（LSTM）进行对比。实验使用编程语言为 Python，使用神经网络框架为 Pytorch。实验结果如下：

表 1 实验结果

编号	模型名称	准确度（Acc）
1	SVM	67.60%
2	1DCNN	78.56%
3	LSTM	80.20%
4	Bi-LSTM+Self-Attention	84.46%

从实验结果可见，Bi-LSTM+Self-Attention 模型准确度最高，可以对 84.46% 的样本情感类型进行准确分类，故本研究将使用训练完成的 Bi-LSTM 模型进行弹幕文本情感分析。

5. 研究结果

通过 Bi-LSTM+Self-Attention 模型的分析得到了每条弹幕的情感倾向，将情感倾向划分为“正性”、“中性”和“负性”，其中正性弹幕为 79 条，占比 10.8%，中性的弹幕为 525 条，占比 71.6%，负性弹幕为 129 条，占比 17.6%。

学习者的情感在网络教育中有着非常重要的作用，能够影响学习者的学习主动性、积极性、学习效果以及发现问题和解决问题的能力。考虑到负性情感对学习者的影响，本研究重点关注学习者的负性情感倾向弹幕。从弹幕文本情感倾向数量统计可知，负性情感弹幕文本占 17.6%，通过对负性弹幕文本内容进行分析，探索导致负性情感倾向的主要原因。

本文筛选出负性情感倾向弹幕文本，使用 python 编程工具，利用 Jieba 实现负性情感弹幕文本的高频词提取。在负性弹幕中出现较多的意义实词有“朋友”、“转行”等，根据得到的高频词，在弹幕文本中寻找它们成为高频词语的原因，可以发现相关的讨论主题。“转行”一词不仅在负性弹幕中出现的频次较高，在该课程的弹幕的出现次数较多，是学习者对自己当前专业领域不满的表达。进一步分析之后将原因归纳为两点，第一，当前人工智能已经渗透各行各业中，已经成为人类发展的必然趋势。机器学习算法是人工智能的推动力量，

深度学习是机器学习算法关键一环，对深度学习人才需求与日俱增，其他专业的人员对深度学习产生学习需求。第二，与学习者背景相关，虽然该课程对初学者的学科背景没有限制，主讲人吴恩达教授在人工智能和机器学习领域有权威影响力，如弹幕出现“这是我男神”。吸引较多非专业人员的关注，但是机器学习是相对来说比较复杂的知识系统，对于非专业人员学起来依旧比较困难，导致负性情绪产生，如“二刷，还是没看懂”。

“朋友”在弹幕中出现的频次也较多，通过分析相关的弹幕追溯该词源于视频内容，在该“监督学习”课程中，老师教学过程以“朋友”完成举例，比如字幕出现有“假设有一个朋友有一栋房子，750 平方英尺。”、“假设我们有个朋友很不幸，患有乳腺癌。”、“假设你有一个朋友，很不幸有一个瘤。”等，所以我们可以判断出弹幕“朋友”频次出现较高与视频内容相关，我们筛选出了与“朋友”相关的弹幕，通过分析将其分为了两类弹幕，第一类是属于对教学过程实例的调侃，如“我没有这样的朋友”、“我有个朋友，她肿瘤恶性，所以她要卖房是吗？”、“我的朋友们真惨”、“吓得我都不敢交朋友了”、“做朋友太难了”。第二类属于学习过程的情感抒发，如“我有个朋友看不下去了”、“加油啊朋友们”、“我有个朋友，他说他不想学了”、“不，你没有朋友，是你看不下去了”。关于“朋友”出现在负性弹幕频次较高的现象，通过分析归纳认为主要原因是老师教学过程的举证实例偏向于消极，对学习产生一定的负性影响。其次是学习者借助“朋友”身份说出自己“不想学”的状态，加上“看不懂”、“学不下去”等高频词同时说明了学习内容对学习来说难度较高。

6. 总结与展望

本研究通过构建双向长短时记忆神经网络加自注意力机制（Bi-LSTM+Self-Attention）的深度学习模型对研究对象的弹幕进行情感分析，将其划分为“正”、“中”、“负”三个类别。考虑到消极情绪对学习效果会产生负性影响，本研究利用 jieba 对负性情感倾向的弹幕进行高频词提取，并且对负性弹幕高频词出现的原因进行分析，发现弹幕与具体的视频内容存在关联的，但由于 bilibili 平台并不是正式的在线学习平台，其本身带有娱乐性质，因此通过弹幕对教学内容的探讨并不深刻，而是更加偏向于情感的抒发和娱乐性质的调侃。本研究的过程存在研究对象选取有随机性，对弹幕内容的分析带有主观性等问题，在之后的研究中需要进行改进。

本研究基于以上分析提出以下建议：第一，教学设计过程中，教学者应尽可能采用正性情感倾向的说明方式，促进学习者的积极情感。第二，弹幕与具体的教学内容存在关联，且有利于学习者进行情感的交流，将其运用于正式的在线教育平台具有一定的交互价值，但需要对弹幕进行规范。

参考文献

- 孔杏和林庆(2018)。主观性文本情感分类研究综述。*信息技术*，08，126-130。
- 王媛(2015)。弹幕技术的流行与应用瞻望。*青年记者*，34，50-51。
- 王蕊和罗万丽(2017)。弹幕视频在在线教育中的应用探析。*中小学教师培训*，04，29-32。
- 刘兵(2018)。情绪分析挖掘观点、情感和情绪。北京：机械工业出版社。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 何楚佳和姚威羽(2019)。弹幕与字幕关联性分析对于视频发展的参考。*情报探索*，**09**，45-49。
- 张婧婧、杨业宏和安欣(2017)。弹幕视频中的学习交互分析。*中国远程教育*，**11**，22-30+79-80。
- 李海峰和王炜(2015)。弹幕视频:在线视频互动学习新取向。*现代教育技术*，**06**，12-17。
- 杨九民、吴长城、皮忠玲和谢和平(2019)。促进学习还是干扰学习——弹幕对学习影响的元分析。*电化教育研究*，**06**，84-90+120。
- Carr, & Nicholas. (2012). The crisis in higher education. *Technology Review*.
https://blog.csdn.net/qq_32863549/article/details/106186411?spm=1001.2014.3001.5502

基于 ECD 的可视化编程能力分析框架研究

Research Framework of Visual Programming Competency of Student Based on Evidence-Centered Design

洪嘉玲^{1*}, 吴永和²

^{1,2} 华东师范大学教育学部教育信息技术学系

* 51204108009 @stu.ecnu.edu.cn

【摘要】 编程是一个复杂问题解决过程，单一的测评方式无法反映学生编程能力发展全过程。如何有效结合多种测评方式并提高测评可行性，以实现编程培养思维能力的目标。本研究基于“证据中心设计”（Evidence-Centered Design, ECD）提出一种可视化编程能力分析框架，首先基于修订版布鲁姆认知模型构建学生可视化编程能力指标，其次创设多类型的编程情境任务，最后就过程性数据构建基于 xAPI 规范的细粒度采集方案，从而为研究和提高可视化编程的教学效果提供参考。

【关键词】 证据中心设计；可视化编程；编程能力；数据驱动

Abstract: Programming is a complex process of problem solving, and a single evaluation method cannot reflect the whole process of students' programming ability development. So how should we effectively combine a variety of evaluation methods, which is a key to programming teaching? Thus, this study intends to adopt the idea of Evidence - Centered Design (ECD), proposing an analysis framework of visual programming competency. Firstly, based on the revised Bloom's cognitive model, we construct visual programming competency indicators of students. Secondly, we create multi-type programming situation tasks, and then construct a fine-grained acquisition scheme based on xAPI for procedural data. This study aims to provide reference for researching and enhancing the programming teaching effect.

Keywords: Evidence-Centered Design, Visual programming, Programming competency, Data-driven

1. 前言

编程教育教学、实践活动逐渐增多，针对学生编程能力的有效评估却未能跟上步伐。近年来利用数据来预测学生的学习行为和能力思维成为教育领域的一个重要层面(Lodge et al., 2017)，但这种分析方案挖掘出的学习模式往往分散且难以做出可靠性解释。据此，有人提出使用假设驱动和数据驱动相结合的混合方法来分析和解释学习过程，尤其是在开放环境中(Grover et al., 2017)。

ECD 是一种强调“证据推理”的系统性评价方法，通过借助信息技术获取生成性数据，应用统计模型依据规则计算抽取有效证据，可以实现对高阶能力思维的推理(Mislevy, Almond & Lukas, 2003)。因此，本文基于 ECD 理论将假设驱动的知识能力和数据驱动的数据挖掘结合起来，提出一种可视化编程能力分析框架，致力于更好地衡量可视化编程下学生的知识掌握情况和能力素养发展水平。

2. 框架提出

按照 ECD 严格的证据思想要求, 本文提出的分析框架内容包括以下三方面: (1) 对可视化编程环境下的编程能力进行界定并给出相应的可观测指标, 形成学生模型; (2) 构建不同类型的编程任务, 为学生发生行为创设情境, 形成任务模型; (3) 构建多维数据集, 采用质性序列分析和计算机自动分析方法对数据进行抽取、计算以获得证据, 形成证据模型。

2.1. 学生模型

结合《青少年编程能力等级(第1部分)》的能力要求, 本文对 AKT 模型(Krathwohl, 2002)的知识领域进行重新整合, 分为“基础知识”、“程序设计”、“应用反思”、“认知策略”, 除了基本的知识和技能, 更强调学生在可视化编程中的认知活动。随着知识难度的增加, 认知层次体现愈加明显, 学生的编程知识水平和认知水平的发展相互映射, 发展方向具有一致性。其中, 知识领域四个维度并不只在某一认知层次出现, 此处重在强调该知识在某些认知水平上的重要性, 例如“认知策略”知识在学生分析任务、评价内容、创造作品时更易被观测。

2.2. 任务模型

设置不同类型任务, 为学生创设真实情境, 以刺激其做出能力指标上的行为反应, 是确保获得有效证据的重要前提(崔允漷, 2018)。依据可视化编程能力的不同知识类型, 本文设计以下三种类型任务: 第一类是假设应答任务, 用于测量学生的编程基本知识和一些程序设计技能。第二类是具体情景任务, 用于评估学生的程序设计和应用反思知识。第三类是创作开放任务, 用于分析学生的综合编程技能应用和高阶认知活动。

2.3. 证据模型

在前两个模型基础上, 本文提出构建包括作品成果、录屏数据、过程性交互数据的多维数据集, 采用质性序列行为分析和计算机自动分析方法对数据进行证据抽取与计算, 以衡量学生可视化编程能力。作品成果体现学生审美批判, 录屏数据隐含学生的资源调取、流程设计等组织证据, 而过程性交互数据的采集是实现自动化分析的关键一步。其中, 最关键的是搭建基于 xAPI 规范的过程交互数据采集机制, 捕捉细粒度编程行为, 学生的“基础知识”、“程序设计”、“应用反思”知识的使用情况被有效表征。此外, 重构和计算编程轨迹, 学生的策略调整和自我反省等认知活动亦可得到观测。

综上, 本文提出的分析框架具有三个特点, 一是一种“假设-数据”混合分析框架, 以证据为中心反映学生的编程过程, 增强了学习成效的可解释性。二是基于修订版布鲁姆分类模型将可视化编程能力与认知水平映射起来, 通过分析学生的外部行为可以实现编程能力素养的外显化。三是采用 xAPI 规范采集交互性数据, 有利于实现研究数据共享和教学实时反馈可能, 促进可视化编程评估实践与研究的顺利开展。

3. 总结

针对可视化编程环境下的编程能力评估问题, 本文基于 ECD 理论框架从编程过程视角构建了一种可视化编程能力分析框架, 力图量化和自动化测评学生在编程学习中的认知、思维发展, 减轻教师编程教学负荷和促进编程教学培养思维的目标。但该框架还未能关注到学生在编程学习中的非认知因素发展, 以及证据模型中基于多维数据的抽取与计算还未明晰, 未来将就这两个方面进行进一步研究, 并积极投入教学实践应用, 以检验和逐步完善框架。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

参考文献

崔允漷(2018)。素养与知识、技能、能力的区别。《**基础教育课程**》, **03**, 16-17。

Grover, S., Basu, S., Bienkowski, M., Eagle, M., Diana, N., & Stamper, J. (2017). A framework for using hypothesis-driven approaches to support data-driven learning analytics in measuring computational thinking in block-based programming environments. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, *17*(3), 1-25.

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, *41*(4), 212-218.

Lodge, J. M., & Corrin, L. (2017). What data and analytics can and do say about effective learning. *npj Science of Learning*, *2*(1), 1-2.

Mislevy, R. J., Almond, R. G., & Lukas, J. F. (2003). A brief introduction to evidence - centered design. *ETS Research Report Series*, *2003*(1), i-29.

基于知识树的项目自动生成：以评估学生“认识和阐释条形图”的能力为例

Knowledge Tree Based Automatic Item Generation: An Application to Assess Student Ability in Understanding and Interpreting Bar Charts

朱金鑫^{1*}

¹ 香港浸会大学

* zhujinxin@hkbu.edu.hk

【摘要】 项目自动生成 (AIG) 技术的发展为大容量题库的构建提供了一个高效的解决方案。同时, 通过 AIG 还可以自动生成答案甚至解题原理为用户提供反馈。本研究以“认识和阐释条形图”为例, 利用课程标准中订立的相关知识树, 将此前基于单个知识点的 AIG 拓展到基于某个知识面上的 AIG。同时, 通过 Shiny 包, 发布了“认识和阐释条形图”项目自动生成平台。教师和学生可以利用该平台生成不同年级、不同难度、不同背景、数据随机的项目。学生在线作答后, 可以得到及时的反馈。平台亦允许整份试题下载, 供线下使用。

【关键字】 项目自动生成; 认识和阐释条形图; 知识树

Abstract: Automatic Item Generation (AIG) provides numerous items for a large-volume item bank. It can also be used to automatically generate feedback to students. This study proposes a Knowledge Tree approach for AIG, based on the Curriculum Guide, and applies it to assess student ability in understanding and interpreting bar charts. An online AIG assessment platform was developed using R Shiny package so that users can generate items of different difficulties, contexts, and random data for students of different grade. Users can get timely feedback when completing the online test. They can also download the test for off-line use.

Keywords: automatic item generation, understanding and interpreting bar chart, knowledge tree

1. 前言

随着信息科学技术的飞速发展, 计算机自适应测试 (Computerized Adaptive Test, CAT; Weiss, 1982) 让因材施教“测”成为了可能。CAT 通常需要一个题量较大的题库, 而项目自动生成 (Automatic Item Generation, AIG; Embretson & Yang, 2007) 技术的发展为大容量题库的构建提供了一个高效的解决方案。同时, 通过 AIG 还可以自动生成答案甚至解题原理为用户提供反馈, 进而为反馈自动化生成 (Automatic Feedback Generation; AFG) 提供了一个解决方案 (Gierl & Lai, 2018)。最重要的是, AIG 能为学生和教师提供丰富的项目, 以供学生练习、教师检测学生学习进度。然而, 目前的研究主要是针对某个特定的知识点, 尚未有知识体系层面的研究。本研究将利用课程标准中订立的知识树, 探讨在知识体系层面实现 AIG。

2. 基于知识树的 AIG 平台：以“认识和阐释条形图”为例

为了减少科目专家的认知负担，也为了将此前基于单个知识点的 AIG 拓展到基于某个知识面上的 AIG，本研究考虑利用课程标准（即指引）中阐明的知识体系网络实现 AIG。以小学数学的“统计与概率”（即“数据处理”）范畴中的“认识和阐释条形图（即棒形图）”为例，在香港特别行政区的《数学教育学习领域课程指引补充文件》中，已经列明条形图在小学三、四、五年级应实现的教学目标：三年级只限于以一格代表 1、2 和 5 个单位；四年级只限于以一格代表 10、50 和 100 个单位；而五年级时，则可以使用以万、10 万、100 万等多位数为单位。同时，在三年级学习条形图时，学生已经能够认识四位数、并学习了比较数的大小以及简单的乘法与除法（三位数乘以或除以一位数），四年级时已经知道分数并能够对分数进行约分，而五年级在学习条形图时，学生已经学习了分数和多位数（The Curriculum Development Council, 2017）。那么在生成与有关条形图的项目时，则可以将（1）比较数的大小、（2）简单除法、（3）分数、（4）单位所代表的数作为项目的基本成分。

通过 R 语言的 Shiny 网络应用程序框架包（Shiny 包），本研究最终实现：基于某个项目模板，通过操控“单位所代表的数”以生成适用于不同年级的学生的项目；通过操控是否涉及“比较数的大小”、“简单除法”、“分数”以生成适用于同一年级但难度不同的项目；以及通过操控项目随机成分，比如条形图的具体数值、数据表示的意义（例如书本的销量）、数据的分类方法（例如季节），以生成相近难度的项目。

该研究的自动化部分主要分两个模块：数据生成、题目与答案生成。影响数据生成的变量包括数据分类和单位；具体来说，条形图的数据点（ $N=4$ ，以季节作为分类； $N=7$ ，以星期作为分类），各个类别的数值为 1-10 之间的 N 个不重复随机抽样与单位的乘积。影响题目与答案生成的变量包括数据、分类、数据的意义以及题目类别。以“比较两个类别频数的差”（[Stem; Item type = Compare]）为例。其模板为 The [Subject] [[Propersision][Category 1]] were _____ (more / less) than that [[Propersision] [Category 2]]。其中[]表示变量；具体来说 Subject 为数据代表的意义，需要用户手动输入；Propersision 与类别相对应（季节为 in，星期为 on）；用于比较的两个类别（Category 1、Category 2）从设定的 N 个类别中随机抽取。选定后，将两个类别所对应的值取差用于生成答案，若该差值为正则答案为 more 反之为 less；由于是不重复抽样，不会遇到差值为 0 的情况。若学生输入正确差值并选对 more / less，系统将会给出“Right”反之为“Wrong”。用户一共可以设定 10 个题型，其余 9 个题型为：读取、最小类别、最大类别、两个类别之和，总和、比较、相等类别、倍数、以及占比。

3. 结论

本研究以“认识和阐释条形图”为例，利用课程标准中订立的相关知识树，探讨如何在知识体系层面实现 AIG。在将此前基于单个知识点的 AIG 拓展到基于某个知识面上的 AIG 的同时，为 CAT 与 AFG 提供了另外一个方法，以降低科目专家的认知负担。同时，通过 Shiny 包，本研究发布了“认识和阐释条形图”项目自动生成平台。教师和学生可以利用该平台生成不同年级、不同难度、不同背景、数据随机的项目。学生在线作答后，可以得到及时的回馈。平台亦允许整份试题下载，供线下测试。未来的研究可以基于此平台，通过实际数据验证新生成的项目的测量学属性：整份测验的单维性、所有新生成项目的 IRT 适配度、项目难度分布与学生能力匹配程度，以及项目成分与项目难度的对应关系。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

参考文献

- Embretson, S. E., & Yang, X. (2007). Automatic item generation and cognitive psychology. In *Handbook of Statistics: Psychometrics (Vol. 26)* (pp. 747–768). Elsevier.
- Gierl, M. J., & Lai, H. (2018). Using automatic item generation to create solutions and rationales for computerized formative testing. *Applied psychological measurement*, 42(1), 42–57.
- The Curriculum Development Council. (2017). *Supplement to mathematics education key learning area curriculum guide: Learning content of primary mathematics*.
- Weiss, D. J. (1982). Improving measurement quality and efficiency with adaptive testing. *Applied psychological measurement*, 6(4), 473–492.

基于行为序列分析的大学生知识建构行为模式研究

Research on Behavioral Pattern of College Students' Knowledge Building Based on Behavior Sequence Analysis

袁凯程¹，徐宇红²，杨玉芹^{3*}

^{1,3} 华中师范大学人工智能教育学部

² 华中师范大学附属小学

* yangyuqin@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 知识创新，是社会发展的重要推动力，也是未来人才所需具备的核心竞争力。培养具备知识创新能力的人才，已成为我国学习科学研究者和一线教师关注的焦点。实践证明，知识建构教学模式将学生引入创造知识的文化中，是大学生创新教育的有力尝试。该研究利用滞后序列分析方法对知识建构教学模式中大学生的知识建构行为进行分析，探索了大学生在知识论坛中的知识建构话语与行为模式特征，研究还从行为层面把握了不同学习成绩的小组在知识建构行为模式上的差异，为后续支持大学生协作知识建构的理论与实践提供参考。

【关键字】 知识建构；协作；滞后序列分析

Abstract: Knowledge innovation is an important driving force of social development and Cultivating talents with knowledge innovation ability has become the focus of front-line teachers in China. Practice has proved that the teaching mode of knowledge building can lead students into the culture of knowledge creation and has great potential in the cultivation of knowledge innovation ability. This research uses Lag Sequential Analysis to analyze the students' knowledge-building behaviors in the knowledge-building environment, and explores the characteristics of knowledge-building discourse and behavior patterns in the Knowledge Forum. The research also grasps the differences of patterns among different academic achievement groups, so as to provide a reference for the theory and practice of supporting the collaborative inquiry of students.

Keywords: knowledge building, collaboration, Lag Sequential Analysis

1. 问题提出

知识社会和信息时代，创新驱动社会的全方位变革，培养具备知识创新能力的人才成为我国高等教育发展的重大命题。目前，许多学者通过创新课堂教学模式与教学策略等来探索学校教育模式中大学生创造性思维培养的有效方案（王珣和王帆，2020；杨玉芹，2018；殷常鸿、张义兵和王晴燕，2020），其中，知识建构教学模式被证明在大学生知识创新能力培养中具有极大潜力。已有知识建构教学研究主要通过“编码和计数”的方法来分析学生的知识建构行为，但是这种定量方法往往丢失了重要的时间信息，忽视了学生协作过程中行为发生

的顺序，数据变得扁平化。基于数据挖掘技术的行为模式分析将时间性纳入考虑，能够有效弥补当前分析方法的缺陷。教学研究人员通过行为模式分析可以预测学生学习行为，监控学习异常，解释成绩差异，生成定制性学习方案，有效指导后续教与学活动的实施。

2. 理论框架

2.1. 知识建构教学模式

知识建构，又称知识创新教学模式（Scardamalia, 2006），是由 12 条教学原则（追求知识、自主自立，多元观点、正反思考，不断钻研、完善观点，融会总结、升华超越，时刻反思、改进认知）组成的动态、开放的有机系统。知识建构教学模式以“观点改进”为核心，认为真正的创造性工作可以在课堂上进行。在知识建构课堂上，学生根据自身的认知意向进行学习，通过人际间的协商互动过程，加深对概念的深层理解，实现公共知识的创造，这意味着在协作知识建构的过程中，学生不仅需要关注个体的观点改进，还需要对社区知识的共同进步负责。至今为止，知识建构模式已经应用于多个领域，涉及多门学科，研究表明，知识建构模式能够促进概念的转变、推动创造、协作能力等高阶能力的发展（Chen & Hong, 2016; Yuqin Yang, Jan van Aalst & Carol K. K. Chan, 2020; Zhang, Scardamalia, Lamon, Messina, & Reeve, 2007），在知识创新人才培养方面具有巨大潜力。

2.2. 学习行为分析

学习行为分析是学习分析的重要组成部分，指通过测量、收集、分析和汇报学习者的行为数据，来挖掘数据背后学习者的关键信息。学习行为分析的最终目的就是基于这些数据，跟踪、理解、评价并改进学习者的学习。近几年，在线学习行为分析方面，教育研究者使用序列模式挖掘学习者学习过程中真实有效的信息，其中滞后序列分析（LSA）成为分析学习行为序列和认知模式的有效工具。胡丹妮、章梦瑶和郑勤华（2019）采用该方法探究了观看视频和完成作业两种学习活动的发生顺序所揭示的行为逻辑。李绿山（2020）利用 LSA 探索了学生在移动技术环境下英语学习行为的特点。上述研究表明，滞后序列分析在学习行为分析领域有较好的应用前景，研究者和学习者可以通过分析行为日志、交互文本等来准确把握有关学习内容和学习过程的潜在模式，为后续教与学活动提供指导。

本研究基于滞后序列分析的方法，试图揭示在知识建构教学模式中，大学生的知识建构话语特征以及行为模式。研究主要回答以下三个问题：

问题 1：协同探究的过程中大学生知识建构话语的特征是怎样的？

问题 2：协同探究的过程中大学生知识建构行为模式是怎样的？

问题 3：不同学习成绩的小组在知识建构行为模式上具有怎样的特征与差异？

3. 研究方法

3.1. 研究情境与参与者

本研究以来自一所重点师范大学不同专业的 40 名本科生为研究对象，包括男生 13 名（32.5%），女生 27 名（67.5%），他们都选修了通识核心课程“科学探究与知识创新”。课程实行三阶段融合反思性评价的知识建构教学模式（杨玉芹, 2018），第一阶段通过组织丰富多彩的团队活动，比如概念图制作、小组研讨等为学生营造平等开放的协同探究环境，培养学生合作、元认知等知识建构所需能力；第二阶段推进以“观点改进”和“知识创新”为核心的在线知识建构活动。学生就“科学探究与知识创新”涉及的关键主题开展小组研究

性学习。研究性学习过程中，学生借助知识论坛和实体课堂中的面对面知识创新话语，提出问题、做出解释、改进观点，不断向社区贡献想法，推进在线知识创新话语的发展和知识产品的生成；第三阶段通过提供学生参与和贡献的精确数据，促进学生对探究过程和探究内容的反思性评价，同时提供示范和建议，推进知识建构活动的深度发展。整体教学活动持续16周时间。

3.2. 数据收集与分析

3.2.1. 知识论坛笔记

学生在知识论坛中的有效笔记是本研究的主要数据源，本研究首先使用探究线程分析和内容分析对大学生在知识论坛上的笔记数据进行编码，然后使用滞后序列分析法对大学生共同体的知识建构行为模式进行分析。

3.2.1.1. 探究线程分析与内容分析

本研究首先对大学生的在线话语进行探究线程分析（Inquiry Thread Analysis）（Zhang et al., 2007），即将探究相同问题的所有笔记按照逻辑顺序和创建时间放到一起，以更好地追踪学习者知识的社会性协商和共建过程。通过探究线程分析，本研究共整理出30条探究线程，包括提升批判性思维的方法，如何培养提升元认知能力，元认知的本质理解，什么是科学思考，知识创新的目的与原则，论证与批判性思维，论证过程，科学探究等。

在完成探究线程分析的基础上，本研究利用表1所示的内容分析框架对学生的在线话语进行详细分析。为更有效地分析本研究的数据，该内容分析框架在研究者2018年（杨玉芹，2018）所开发框架的基础上进行了部分修订。在利用此框架进行分析时，为保证研究结果的客观性，由两名研究者分别编码再就争议点讨论协商，最终达成一致结果。

表1 知识建构话语内容分析框架

维度	分类	编码	具体描述
问题	寻求事实	FsQ	关于术语、概念解释的问题或者事实性信息就能回答的问题
	寻求解释	EsQ	需要解释才能回答的开放性问题
观点	简单声明观点	SiC	没有任何详细说明或理由的观点，表明有相同或不同的意见或理解
	一般性阐述	Ela	对提及的原因、关系、机制做出部分解释但没有详细阐述；或者对术语、现象进行解释。
	详细解释	Exp	解释原因、关系或阐述其中的机制。
	理论提升	RiB	对一些观点实现新的综合，对观点中的问题和概念高度概括，提出了更高层次的观点思想。
协同知识创新	创造探究意识	CIA	团队成员提出问题，确定重点/或识别缺乏的知识
	补充缺乏的知识	ALK	团队成员通过使用权威信息来改善知识的缺乏和不一致的问题。
	协商	NAF	团队在达成一致前提供并讨论不同的观点/阐述/想法并探究这些不同的观点
	以问题为中心的深化探究	EPU	成员通过协作努力逐步和连贯地发展观点以解决问题并解决以前的观点。
	建立共同理论	BJT	团队成员一起构建理论，这个理论能解释探究问题的基础机制、基本原则或有关现象的不同要素的因果关系等。
	总结共同体观点	SCI	总结和协调整合先前讨论中的集体观点，并进行简要反思
	反思并提升共同体观点	RRI	实现新的观点综合和更高层次的问题表达/观点概念化，或对观点进行更高层次的组织

3.2.1.2. 滞后序列分析

滞后序列分析法（Lag Sequential Analysis，简称 LSA）是一种检验行为序列显著性的方法，具体来说就是检验人们发生一种行为之后另一种行为出现的概率及其是否存在统计意义上的显著性（Bakeman & Gottman, 1997）。近几年，研究者们开始广泛关注 LSA 在教育领域的应用，以挖掘学习者行为数据背后的隐藏信息。为研究大学生的知识建构行为模式，本研究主要使用 LSA 分析大学生的知识建构过程，具体的分析流程为：（1）对知识论坛上大学生贡献的笔记进行编码；（2）生成学生小组协同知识创新维度的编码序列；（3）依托 RStudio 进行序列分析，得出频率转换表和残差表；（4）根据残差表筛选出具有显著意义的序列，绘制重要序列转换图。

3.2.2. 平时作业与课程论文

为探究学生对领域知识的理解能力并评定学生的最终成绩，本研究收集整理并评定了学生的平时作业，包括研究概念图、小组反思帮促表、个人总结反思等等，课时结束时还要求每位学生提交一份有关探究主题的课程论文。学生的最终成绩由两部分组成：平时成绩（70%）和期末课程论文（30%），其中，平时成绩主要从小组作业、个人作业、知识论坛笔记三个部分对学生进行形成性考核。

4. 研究结果

4.1. 大学生知识建构话语特征

表 2 显示，在协同探究的过程中，学生倾向于提出寻求解释的开放型问题（EsQ 77 个），贡献更多关于探究主题的原因、关系或其中机制的详细解释（Exp 906 个 VS SiC 100 个）。此外，也有部分笔记实现了知识聚敛，对多样化的观点进行概括、提炼与完善（RiB 112 个）。在协同知识建构的过程中，学生围绕某一探究问题进行观点切磋，共同体成员倾向于利用外部资源来支持论点，通过批判已有见解、处理矛盾分歧、发展共同的理解，推动公共知识或观点的持续改进（ALK 241 个，NAF 650 个，EPU 287 个）。另外，有 35 个 SCI 笔记，65 个 RRI 笔记，这表明，参与的学生关注到集体观点的总结调控，在反思探究过程和观点建构的过程中，承担高层次的认知和社会责任，提升共同体的观点，创造新知识。

表 2 知识建构话语特征——问题—观点—协同知识创新三个维度中不同类型笔记的数量

维度	具体分类	编码	总数	平均值	标准差
笔记数			1470	49	30.31
问题	寻求事实	FsQ	3	0.1	3.08
	寻求解释	EsQ	77	2.57	8.19
观点	简单声明观点	SiC	100	3.33	13.17
	一般性阐述	Ela	313	10.43	6.89
	详细解释	Exp	906	30.2	2.57
	理论提升	RiB	112	3.73	1.92
协同知识创新	创造探究意识	CIA	126	4.20	2.84
	补充缺乏的知识	ALK	241	8.03	0.40
	协商	NAF	650	21.67	2.85
	以问题为中心的深化探究	EPU	287	9.57	3.24
	建立共同理论	BJT	63	2.10	7.62
	总结共同体观点	SCI	35	1.17	18.48
	反思并提升共同体观点	RRI	65	2.17	4.40

注：探究线程 30 条，平均值是总数/线程数。

4.2. 大学生的知识建构行为模式

依据滞后序列分析的流程，研究者利用 RStudio 生成学生全体知识建构的频率转换表和残差表，表 3 显示了每种行为发生后向其他行为转换的频率。行表示起始行为，列表示起始行为发生后随即发生的行为。例如，第二行第三列的“91”即代表补充缺乏的知识（ALK）行为发生后随即发生协商（NAF）行为的次数为 91 次。从表中，我们可以大致看出行为序列转换频率的总体情况，例如出现较多的行为序列有：NAF->NAF（300 次），NAF->EPU（158 次），出现较少的行为序列有：CIA->RRI（2 次）、CIA->BJT（2 次）等。

表 3 知识建构行为转换频率表

	CIA	ALK	NAF	EPU	BJT	SCI	RRI
CIA	25	22	60	12	2	2	2
ALK	21	93	91	21	5	3	7
NAF	41	77	300	158	31	12	30
EPU	22	31	136	71	13	5	9
BJT	3	7	31	15	6	0	2
SCI	4	3	9	4	3	7	4
RRI	8	8	22	6	4	5	11

为进一步分析学习者的知识建构行为模式，研究者将全部样本数据导入分析系统，获得调整后的残差表（表 4）。根据滞后分析理论，Z-score>1.96 表明该行为序列具有显著意义（Bake-man & Gottman，1997），Z 值越高，行为序列的显著性越强。最后绘制学生总体的知识建构行为模式图（图 1）。图中各节点代表行为类别，节点的大小代表行为出现的频次，箭头代表过渡方向，连线粗细代表显著性大小，连线上的数字表示调整后的残差值。

表 4 调整后的残差表

	CIA	ALK	NAF	EPU	BJT	SCI	RRI
CIA	4.84*	0.36	0.86	-2.95	-1.58	-0.56	-1.61
ALK	0.15	10.13*	-2.25	-4.66	-1.91	-1.22	-1.27
NAF	-2.64	-4.23	1.30	4.08*	0.68	-1.07	0.30
EPU	-0.55	-2.88	1.16	2.44*	0.15	-0.73	-1.20
BJT	-1.11	-1.22	0.68	0.79	2.00*	-1.26	-0.52
SCI	0.70	-1.22	-2.12	-1.16	1.28	7.16*	2.10*
RRI	1.18	-0.87	-1.64	-2.11	0.75	2.98*	5.06*

注：* 表示 Z-Score 值具有显著性

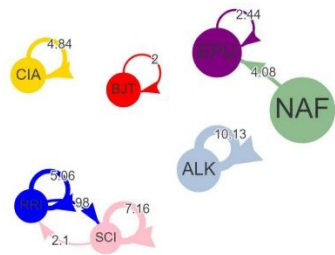


图 1 大学生的知识建构行为模式

从图 1 可以看出，在协作探究的过程中，大学生共同体不断地重复某一行为类别，如不断地提出探究问题（CIA->CIA，Z-score=4.84），积极共享权威信息（ALK->ALK，Z-score=10.13）等。协作探究过程中，学生对话题或问题进行剖析，可能提出质疑，促进意义协商，也可能提供观点支撑、发展共同的理解，学生通过认知冲突，实现探究过程逐层深入，促进知识产品的持续优化（NAF->EPU，Z-score=4.08；EPU->EPU，Z-score=2.44）。从图 1 可知，SCI 和 RRI 之间的转换关系较为显著。猜想可能的情况是：当单个学生对先前的集体观点进行概括之后，小组其他成员受外部教学的干预和集体氛围的指引，纷纷关注知识的提炼与完善，进而生成集体智慧，拓展知识的边界（SCI->SCI，Z-score=7.16；SCI->RRI，Z-score=2.1；RRI->SCI，Z-score=2.98；RRI->RRI，Z-score=5.06），这表明在三阶段融合反思性评价的知识建构教学模式下，学生成长为积极的认知者，发展了元认知能力和高度的协作责任意识。

4.3. 不同学习成绩的小组在知识建构行为模式上的特征与差异

为探究不同学习成绩的小组在知识建构行为模式上的特征与差异，首先将每个小组的编码数据导入分析系统，生成残差表并依此绘制各组知识建构行为序列图。接着，根据各小组学生成绩绘制出小组成绩箱线图（图 2），箱线图的中横线代表样本数据的平均水平，将各组按照中横线的高低分布依次划分进高中低三个水平（共计 6 组，高分组 g1，中分组 g2、g4-6，低分组 g3），最后对不同学习成绩水平的小组序列图进行详细的对比、分析。

由图 3 可知，高分组知识建构过程中形成了以 SCI 为起点向两个方向延伸的行为序列，其中一个序列是 SCI->BJT（Z-score=1.98），即学生在简要总结的基础上重新构建知识，以生成具有高度科学性和认知复杂性的社区公共知识。另一个方向的序列是 SCI->CIA->ALK（Z-score=1.98，2.43），学生回顾已经讨论过的内容，提出新的探究问题，并通过建设性地使用权威资源来补充团队知识的缺乏，促进社区内外思想的碰撞与融合，推进观点的持续改进。总体来看，高分组的知识建构过程呈现出可持续且逐步深入的良好态势，学生在探究过程中进行了有效的反思调控，将更多元更复杂的因素纳入考虑范围，从而识别出新的探究方向，提高了问题解决的层次，这种“前进式”的问题解决表明学生处在一个积极、主动探究的心理状态，学生能够根据自身的认知意向去学习，进而超越低层次的学习目标，为社区公共知识发展负责。

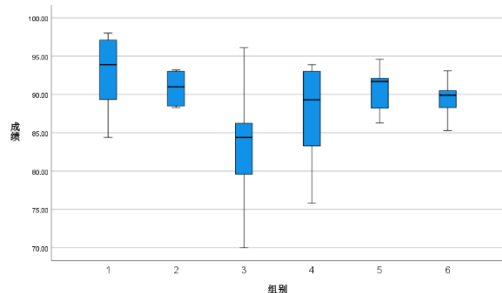


图 2 各小组成绩箱线图

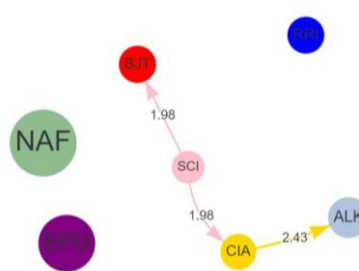


图 3 高分组知识建构行为模式

整体来看，相较于高低分组，中分组（图 4）的 SCI 与 RRI 之间的过渡关系更为显著（SCI->RRI，Z-score_{g2,g4}=6.34,1.98；RRI->SCI，Z-score_{g5}=5.02），表明小组具有高度的协同认知责任，尝试通过总结升华等深层次的加工来推进创造性知识产品的生成。同时，中分组的知识建构行为模式图中还出现了许多指向自身的转换序列（如：CIA->CIA，Z-

score_{g2,g4,g6}=5.01,3.14,2.76；ALK->ALK，Z-score_{g2,g4,g5,g6}=2.34,5.9,3.53,4.43），而某些序列的显著性可能反映了小组协作知识建构过程中出现的问题。例如，CIA->CIA 行为序列可以解释为学生不断地提出探究问题，这在一定程度上反映出小组在确定讨论方向、明确讨论重点方面没有达成一致意见，学生可能过于关注发现与提出问题，而缺乏深入参与和深度共享。值得注意的是，在 g6 的知识建构行为模式图中出现了一个明显的回溯关系序列，即 NAF 和 EPU 之间的双向转换（NAF->EPU，Z-score=2.09；EPU->NAF，Z-score=2.63），这表明大学生围绕探究问题进行持续的观点切磋，这种观点间的紧密交互，推动多样化的、改进的想法在公共知识空间内迅速传播，为观点演化到更精炼的形式创造了丰富的环境。

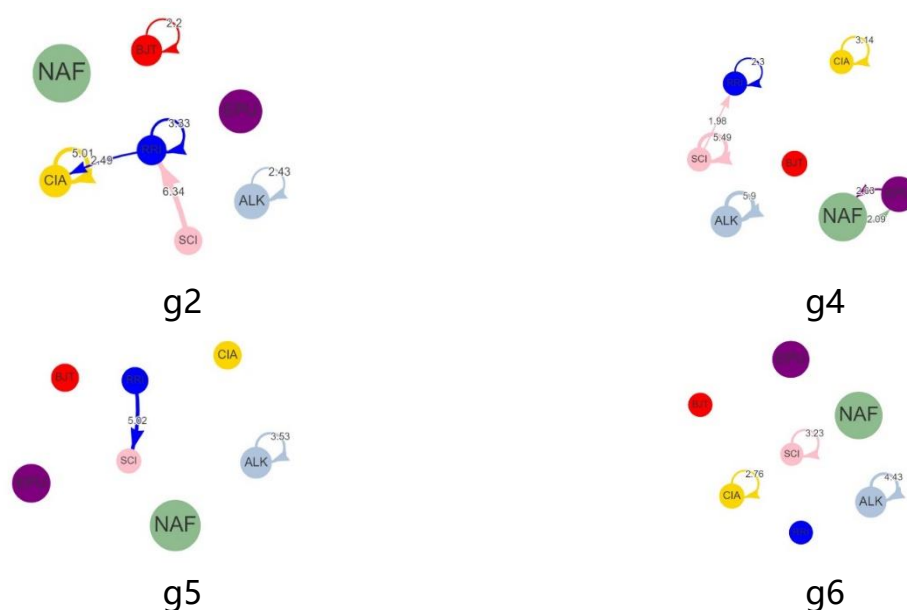


图 4 中分组知识建构行为模式

低分组的知识建构行为模式（图 5）中出现了 SCI->BJT->RRI（Z-score=3.34，2.46）行为序列，学生在对集体观点进行简要总结与反思的基础上发展出具有统筹性的理论，基于新的集体理论，小组成员不断地反思探究过程和观点构建，实现理论提升（RRI->RRI，Z-score=2.47）。在低分组，NAF 与 EPU 之间同样存在显著的转换关系，但这种转换是单向的（NAF->EPU，Z-score=3.85），学生经历观点交互、意义协商，进而实现对探究问题的深度理解。相比这种单向序列，中分组的回溯关系可能意味着讨论过程更加激烈，学生间的认知冲突更加明显，思维更为活跃。为了佐证这一观点，研究者进一步统计了该组每个学生的知识创新话语贡献量，小组中的每个成员均贡献了协商类型的笔记，但是仅有两位成员实现了观点的深度推进，其他学生并没有参与到更高层次的社会性协商与共建中，小组观点的推进依赖于个别成员，这在一定程度上解释了中低分组以及低分组内部成员在学业成绩上的差距。

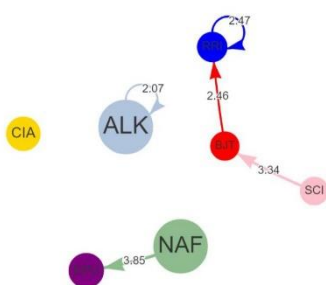


图 5 低分组知识建构行为模式

5. 结论与展望

为了探索知识建构教学模式下大学生知识建构话语的特征与行为模式，本研究利用 LSA 对学生知识论坛中的在线话语进行分析，研究发现：（1）学生倾向于提出寻求解释的非良构问题，贡献更多的详细解释与阐述。学生主要通过意义协商、深化理解来推进知识的深层建构。（2）学生知识建构行为序列频次分布主要集中在 NAF 和 EPU 两类行为；学生基本按照从低阶到高阶逐级发展、同一行为类别不断重复等模式进行协同知识建构。（3）不同学习成绩小组的知识建构行为模式表现出明显的差异，高分组的知识建构过程呈现出可持续且逐步深入的良好态势，学生处于积极探究的状态；中分组学生具有高度的协同认知责任，但是小组在明确探究问题、建设性使用权威材料方面表现不佳；相比中分组，低分组没有形成良好的讨论氛围，观点推进依赖于个别成员。上述发现对于研究者预测学生学习行为、捕捉学习异常等方面具有重要意义，通过行为模式分析，教师可以得出知识创新行为之间的过渡关系，识别出与分数等变量显著相关的序列，进而开展适切的干预措施。本研究还关注了不同学习成绩的小组在知识建构行为模式上的特征与差异，这为解读学生学习结果的不同提供了一个全新的视角，后续研究将以此为基础，进一步扩大样本，比较不同环境下的模式差异性，探讨外在行为与内在的动机、情绪等因素的关系。

参考文献

- 王珣和王帆(2020). 不同教学策略对学习知识建构的差异性影响——以“信息技术课程教学法”课程为例. *现代教育技术*, 30, 01, 45-51.
- 李绿山、赵蔚和刘红霞(2020). 基于滞后序列分析的移动英语学习行为研究. *外语电化教学*, 05, 94-100+114.
- 杨玉芹(2018). 反思性评价在协同知识创新能力培养中的应用研究. *中国电化教育*, 01, 42-49.
- 胡丹妮、章梦瑶和郑勤华(2019). 基于滞后序列分析法的在线学习者活动路径可视化分析. *电化教育研究*, 40(05), 55-63.
- 殷常鸿、张义兵和王晴燕(2020). 运用知识建构圈促进学生课堂深度互动研究. *中国电化教育*, 02, 102-108+125.
- Bakeman, R., & Gottman, J. M. (1997). *Observing Interaction: An Introduction to Sequential Analysis (2 ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Chen, B., & Hong, H.-Y. (2016). Schools as Knowledge-Building Organizations: Thirty Years of Design Research. *Educational Psychologist*(No.2), 266-288.
- Scardamalia, M. (2006). Knowledge Building: Theory, Pedagogy, and Technology. *The Cambridge handbook of: The learning sciences*, 97-115.
- Yueqin Yang, Jan van Aalst & Carol K. K. Chan.(2020). Dynamics of Reflective Assessment and Knowledge Building for Academically Low-Achieving Students. *American Educational Research Journal*(3),. doi:10.3102/0002831219872444.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Lamon, M., Messina, R., & Reeve, R. (2007). Socio-cognitive dynamics of knowledge building in the work of 9- and 10-year-olds. *Educational Technology Research and Development*(No.2), 117-145.

基于数学学科能力框架的学习者能力评价研究

The Study on Student Ability Assessment under the Framework of Math Competence

李文硕¹, 马安瑶¹, 郑燕萍¹, 骈扬¹, 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】 基于学科能力的教育评价是当前教育领域的重要发展方向之一。本研究面向现有数学学科能力框架中的学习理解、实践应用和创造迁移三个维度的能力，基于多维项目反应理论模型进行建模。在所建模型的基础上，利用 1071 名初中生的实际作答数据，验证了模型的效果。实验结果发现，该模型能捕捉以上三个维度之间的递进关系；能发现学生个体能力发展的个性化特征。该模型在数学学科能力个性化测评中具有广泛的应用价值，也有助于推动测量模型与评价理论的整合。

【关键字】 多维度项目反应模型；数学学科能力框架；个性化能力测评

Abstract: Educational assessment based on the disciplinary competence is an important direction in the current educational field. This work models the three dimensions, namely learning, applying and innovating competence, under the existing framework of mathematics competence using the multidimensional item response model. The assessment data from 1071 junior high school students are used to validate the model. The experiment results show the model could capture the progressive relationships among the three dimensions. Furthermore, the model could reflect the responses of students on each dimension and their individual characteristics. The model can be applied in personalized assessment of mathematics competence, and also promotes the integration of ability assessment models and newly established theories for subject competence.

Keywords: Multidimensional Item Response Model, Framework of Math Competence, Personalized Ability Assessment

1. 研究背景与简介

基于学科能力的教育评价是当前教育领域的重要发展方向之一。针对数学学科，曹一鸣团队提出了的学科能力表现测评的基本框架，构建了“学习理解—实践应用—创造迁移”的能力模型（曹一鸣、刘晓婷，和郭衍，2016），该模型被应用于在线智能教学平台中，在学业测评、评学教一体化、个性化学习中发挥了重要的作用。

随着学科评价方式的转变，亟需相应的能力评价和计算模型。当前评价模型主要针对单维度进行评价且缺少对学科能力等信息的直接嵌入，难以满足实际需求。因此，我们提出基于多维度项目反应模型（Multidimensional Item Response Theory, MIRT）以及数学学科能力体系框架，设计的数学能力多维度测评模型。建立的模型可以对学习者总体和个体的数学学科的学习理解能力、实践应用能力和创造迁移能力进行建模和能力评估。本研究促进了学科能力评价理论与能力测量模型的整合，在个性化与智能化数学学科教学中具有较好的应用价值。

2. 文献综述

2.1. 数学学科能力模型（“3*3”模型）

数学学科能力模型（“3*3”模型）是曹一鸣团队（曹一鸣、刘晓婷，和郭衍，2016）提出的数学学科能力表现评价框架，该框架主要包括3个一级指标，其含义如 **Error! Reference source not found.**所示：

表4 数学学科能力一级指标的含义

维度	数学学习理解能力（A）	数学实践应用能力（B）	数学创造迁移能力（C）
含义	进行数学知识经验输入和加工活动的的能力	应用数学知识经验分析和解决实际问题的能力	利用数学知识来解决陌生及高度不确定性问题以及发现新知识、新方法的能力

根据相关研究，“学习理解能力”、“实践应用能力”和“创造迁移能力”之间还存在递进关系（王磊，2016）。该模型在提出以后，被应用于相关智能教学平台，并在数学学科能力的个性化测评中发挥了重要作用，但相关指标仍然以得分率为主（慕春霞和何声清，2019）。

2.2. 多维随机系数多项Logistic模型（MRCMLM）

多维随机系数多项 Logistic 模型（Multidimensional Random Coefficient Multinomial Logistic Model，MRCMLM）是 Adams 提出的多维项目反应理论模型（Adams, Wilson, & Wang, 1997）：

$$P(U_{ij} = k | \vec{\xi}, \vec{\theta}_i) = \frac{e^{\vec{\beta}_{jk}^T \vec{\theta}_i + \alpha_{jk}^T \vec{\xi}}}{\sum_{k=0}^{K_j} e^{\vec{\beta}_{jk}^T \vec{\theta}_i + \alpha_{jk}^T \vec{\xi}}}$$

其中 $P(U_{ij} = k | \vec{\xi}, \vec{\theta}_i)$ 代表学生 i 在项目 j 上的作答反应为第 k 种的概率， $\vec{\xi}$ 是由测验中全部项目所有反应的难度参数组成的向量， $\vec{\theta}_i$ 是学生 i 的能力向量，而 $\vec{\beta}_{jk}$ 和 $\vec{\alpha}_{jk}$ 则是输入的设计向量， $\vec{\beta}_{jk}$ 表示项目 j 的反应为第 k 种时，所考察的能力维度， $\vec{\alpha}_{jk}$ 表示项目 j 的反应为第 k 种时，所涉及的项目参数，举例来说，如果学生的能力共有3个维度，测验有两个项目，第一个项目有3种反应，第二个项目有1种反应，第一道题在反应为第2种时考查了第1和第2个维度，则有 $\vec{\beta}_{12} = (1, 1, 0)$ ， $\vec{\alpha}_{12} = (1, 1, 0, 0)$ ， $\vec{\xi} = (\xi_{11}, \xi_{12}, \xi_{13}, \xi_{21})$ （许志勇、丁树良和钟君，2013）。模型中学生能力 $\vec{\theta}_i$ 的估计一般使用期望后验估计（EAP）方法，该方法与其他方法相比，能够估计极端作答行为（全部答对或全部答错）学生的能力，且能够利用维度间的相关信息，充分发挥多维模型的优势。

MRCMLM 既能将个体能力和题目难度相耦合，又能对学生多个维度的潜在特质进行测量，自提出后，被广泛地应用在了各种学业测评项目之中，如 PISA（OECD, 2014）。然而在相关研究中，鲜有人关注模型与评价框架的整合以及学生个体的特征，多只应用模型而不注意其适用性（沈甸和徐佳敏，2020），没有充分发挥模型在个性化测评中的作用。

3. 研究内容

3.1. 数据说明

本研究使用的是北京师范大学未来教育高精尖创新中心初中数学“一元一次方程”知识点上的作答数据（北京师范大学未来教育高精尖创新中心人工智能实验室，2018），所有题目均基于数学学科能力框架生成并标注，分析工具为 R 语言的 TAM 包（Robitzsch, Kiefer, & Wu, 2021），模型类型为项目间多维度模型。去重后，采用加权均方值（Infit Mean Square, Infit MNSQ）（Wright & Stone, 1979）以及标准化 U3 统计量（ZU3）（Van Der Flier, 1982）进行拟合检验，最终保留了 1071 名学生在 17 道二级评分项目上的作答记录，题目的 Infit MNSQ 值均在(0.8,1.2)的范围内，98%的个体 ZU3 指标分布在(-2,2)的范围内，数据集适用于 MRCMLM 分析。

3.2. 学生总体建模

我们利用模型对不同能力维度的总体情况进行计算，所有学生在各个维度的能力均值和协方差作为参数，与难度参数一并估计，最后得到的估计结果如 **Error! Reference source not found.**所示：

表 5 学生能力均值、方差分布表

维度	数学学习理解能力 (A)	数学实践应用能力 (B)	数学创造迁移能力 (C)
均值	-0.051(0.058)	-0.266(0.044)	-0.458(0.036)
方差	3.640(0.157)	2.070(0.089)	1.363(0.059)

从 **Error! Reference source not found.** 中可以发现，学生在 A、B、C 能力维度上的均值依次递减，而针对三个维度的均值进行 t 检验后发现（见 **Error! Reference source not found.**），A 和 B 维度均值的差异显著；对于 B、C 两个维度而言，同样能得到这一结论。这一结论符合数学学科能力框架中，三个一级能力指标之间的递进关系。

表 6 ABC 维度均值检验

	AB	BC
D	0.22	0.19
SD	0.48	0.32
t	14.99*	19.42*
df	1070	1070
t-size	0.46	0.59

* $p < 0.01$

3.3. 学生个体建模

3.3.1 个体作答行为分析

EAP 估计中，个体在 A、B、C 三个维度的估计值不仅和本维度的作答有关，也和其他维度的作答有关。这一方面使得模型在保证测验长度不增加的同时提高估计的信度；然而在另一方面，如果 B、C 维度上的作答对 A 维度的估计影响超过了 A 维度上的作答对 A 维度估计的影响，那么估计结果的可解释性就大大降低。在这一部分我们使用各个维度的估计值与正确率之间的等级相关检验模型中三个维度能力估计的可解释性。

表 7 ABC 维度估计值与正确率相关表

	A 维度估计值	B 维度估计值	C 维度估计值
A 维度正确率	0.927	0.856	0.796
B 维度正确率	0.830	0.899	0.898
C 维度正确率	0.565	0.643	0.735

从 **Error! Reference source not found.** 中可以看出，对于 A、B 维度而言，估计值与本维度正确率的相关性更高，能够代表学生在 A、B 维度上的真实表现；但是对于 C 维度而言，能力估计值的含义会受到质疑。

3.3.2. 个体能力差异分析

总分相同的个体，在各个维度的表现也存在差异，下面将按照总分对个体进行分类，并选择其中个案数不少于 70 的类别（共 7 类），统计学生在 3 个一级指标上的不同表现情况。

表 8 总分相同学生能力差异分析表

编号	数学能力得分	个案数量	表现类别
1	340	80	3
2	398	75	5
3	447	70	7
4	493	61	9
5	539	78	9
6	587	95	6
7	642	95	3

如 **Error! Reference source not found.** 所示，在这些类别中，学生的表现情况有 3-9 种，也就是说在总分相同的情况下，学生在三个子维度的能力可以表现出多种差异。因此，MRCMLM 模型能够表征学生在三个维度上的不同表现，进而发现学生在数学学习中的优势与不足。

4. 总结与展望

本研究基于 MIRT 模型与数学学科能力框架，针对 1071 名学生的多维度学科能力进行建模，并从学生总体的能力均值估计、学生个体的能力估计值、学生能力估计值与各个维度作答正确率的相关三个角度对实验结果进行了分析，得到以下结论：模型能够较为准确地捕捉数学学习理解能力、数学实践应用能力和数学创造迁移能力的递进关系；模型能够真实地反映学生的作答行为，同时能够表征学生个体在学习理解能力、实践应用能力和创造迁移能力上存在的优势与不足。

综上所述，所提出的模型能够对数学学科一级能力指标进行较为准确的建模，在个性化测评中具有较好的应用价值，而本研究也有助于推动测量模型与数学学科能力评价模型的整合，实现精准高效的自适应个性化能力测评。在今后的研究中，可以进一步探索学科能力框架中二级、三级指标的建模方法，并对其他学科进行横向拓展研究。

致谢

本论文受到中央高校基本科研业务费专项资金和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

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*，9，83-92。

北京师范大学未来教育高精尖创新中心人工智能实验室 (2018)。微测数据集-数学。取自：<http://www.bnu-ai.cn/data>。

许志勇、丁树良和钟君 (2013)。高考数学试卷多维项目反应理论的分析及应用。*心理学探新*，33 (05)，438-443。

牟智佳、李雨婷和彭晓玲 (2019)。基于学习测评数据的个性化评价建模与工具设计研究。*电化教育研究*，40 (08)，96-104+113。

沈甸和徐佳敏 (2020)。基于 Rasch 模型分析测评工具质量的研究述评。*中国考试* (02)，65-71。

晏子 (2010)。心理科学领域内的客观测量——Rasch 模型之特点及发展趋势。*心理科学进展*，18 (8)，1298-1305。

郭衍、曹鹏、杨凡和刘金花 (2015)。基于课程标准的数学学科能力评价研究——以某学区七年级测试工具开发及实施为例。*数学教育学报*，24 (02)，17-21。

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*，12 (4)，73-78。

慕春霞和何声清 (2019)。基于“智慧学伴”的数学学科能力诊断及提升研究。*中国电化教育*，384 (01)，41-47。

Adams, R. J., Wilson, M., & Wang, W. C. (1997). The Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model. *Applied psychological measurement*, 21 (1), 1-23.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- OECD. (2014). *PISA 2012 Technical Report*. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA-2012-technical-report-final.pdf>
- Robitzsch A, Kiefer T, Wu M.、 (2021). *TAM: Test Analysis Modules*. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=TAM>.
- Van Der Flier, H. (1982). Deviant response patterns and comparability of test scores. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 13 (3), 267-298.
- Wright, B. D., & Stone, M. H. (1979). *Best test design*. Mesa Press.

学习分析在课堂应用的研究热点与前沿趋势分析

Analysis of Research Hotspots and Frontier Trends in the Application of Learning Analysis in the Classroom

罗文婧^{1*}, 黄瑜玲²

¹² 华南师范大学教育信息技术学院

* 1145316274@qq.com

【摘要】 学习分析在课堂中的应用是目前课堂教学创新变革的方向之一。本研究利用 CiteSpace 软件进行可视化分析,同时采用内容分析法系统梳理了国内外学习分析课堂应用的发文走势、研究主题、研究对象、研究热点和前沿趋势等方面,提出了我国学习分析课堂应用面向对象多元化、研究领域全面化和成果转化持续化三大发展方向,以期为我国未来学习分析课堂应用研究提供有益参考与借鉴。

【关键词】 学习分析;课堂应用;研究热点;前沿趋势;CiteSpace

Abstract: The application of learning analysis in the classroom is one of the current directions of innovation and reform in classroom teaching. This research uses CiteSpace for visual analysis, and using content analysis to systematically sort out the trend of articles, research topics, research objects, research hotspots and frontier trends in this field. In order to provide useful references for the future research, the three development directions of object-oriented diversification, comprehensive research fields, and continuous achievement transformation are proposed.

Keywords: learning analytics, classroom, research hotspots, frontier trends, CiteSpace

1. 问题的提出

学习分析技术作为精准分析教育数据的利器,短期内便成为国内外教育界持续关注的热点。而课堂作为我国大规模教育教学的主阵地(王鉴,2007),是实现“学习发生”的培育基地。基于此,本研究利用 CiteSpace,结合内容分析法筛选国内外文献,系统梳理国内外学习分析课堂应用的相关文献,旨在明晰国内外学习分析课堂应用当前的研究热点与前沿趋势,以期为我国未来学习分析课堂应用研究的可持续发展提供有益借鉴。

2. 研究设计

本研究利用 CiteSpace 进行可视化分析,并与内容分析法相结合对国内外学习分析课堂应用相关文献进行分析综述。具体的研究过程如图 1 所示。



图 1 研究流程图

1. 学习分析在课堂应用的研究现状

3.1. 发文量与研究主题分析

从 2011 年到 2021 年，国内外关于学习分析课堂应用相关文献年发文量如图 2 所示。可见学习分析在课堂应用呈现出一种快速增长的趋势，说明国际范围内越来越多的专家学者关注学习分析在课堂中的实践应用，并且具有良好的发展前景。

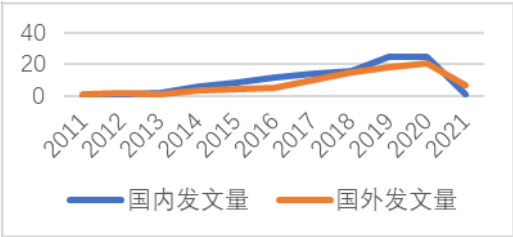


图 2 国内外学习分析课堂应用文献走势图

学习分析发端于国外，前期大多停留在研究学习分析的缘起、内容和模型等方面，落地于课堂应用的文章相对较少。本研究基于已有文献，对相关文献进行了内容分析编码，主要包括理论探索、工具开发、设计研究、实践应用和评价分析共 5 个分析类目，如图 3 所示。

分析类目	描述	文献举例
理论探索	探索学习分析课堂应用的理论建设，主要包括学习分析相关教育特征、学习分析课堂应用必要性研究、学习分析课堂应用的方式方法等。	李振华 (2015)
工具开发	聚焦传统课堂学习中存在的一系列问题，在学习分析技术的支持下有针对性地设计开发相关教学工具、教学平台、教学资源等。	刘清堂等 (2018)
设计研究	关注学习分析应用于不同课堂的教学设计、教学模式、教学环境等方面的设计研究，以指导教师和学生更好地规划、开展不同的课堂。	宋宇等 (2020)
实践应用	探究学习分析课堂应用的真实课堂实践案例，包括具体课堂活动、课堂互动、案例研究等。	张进良等 (2020)
评价分析	关注学习分析课堂应用中的具体课堂教学评价以及课堂教学的效果评价等，涉及评价标准体系的构建、评价开展、评价结果的评析等。	谭伟、顾小清 (2019)

图 3 学习分析课堂应用文献分析类目

五个类目呈现一定的承接关系，并且部分文献研究中包含不止一个研究主题，因此进一步对筛选后文献进行归类时以文献最大特征为主要分类依据，具体研究主题分布如图 4 所示。

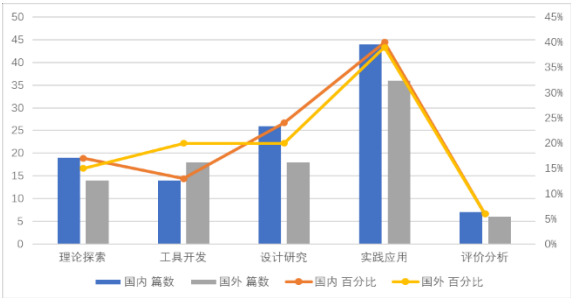


图 4 国内外学习分析课堂应用研究主题分布

近年来国内外学习分析课堂应用各主题的关注度差异并不显著。因本研究聚焦的具体方向为“课堂应用”，故而实践应用是国内外学者研究最多的主题。同时，多数文献实践应用的前提是已进行相关设计研究，因此，设计研究也是国内外学者关注的重点。相较之下，国外学者比国内学者更加关注工具开发，这与技术水平和运用程度是密不可分的。

3.2. 研究热点与发展趋势探析

本研究充分利用 CiteSpace 关键词聚类 and 可视化功能，根据国内外学习分析课堂应用研究的关键词共现分析，得到学习分析课堂应用相关文献聚类图，如图 5 和图 6 所示。



图 5 国内文献聚类分析

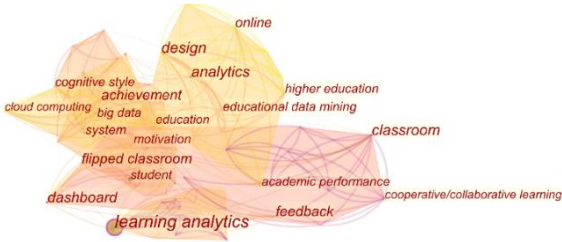


图 6 国外文献聚类分析图

由图 5 可知，国内研究中“学习分析”节点最大，说明学习分析理论和技术基础的重要性。其次，国内研究中重点突出“翻转课堂”、“智慧课堂”、“在线学习”，这有效反映国内主要聚焦翻转课堂、智慧课堂、在线学习等课堂应用场景，并较多在大学课堂中实践。

与国内文献聚类相似，国外相关研究中（图 6）“learning analytics”节点颜色最深，说明国外学习分析理论和技术基础依旧是课堂应用的前提条件。其次，国外相关研究中更突出“dashboard”、“flipped classroom”、“online”、“higher education”等，可以看出国外重视学习分析工具的设计开发，以支持国外高等教育中各种课堂形式的顺利开展。

同时，本研究进行了关键词中心度分析。如图 7 所示，与其关键词聚类分析基本一致。

国内			国外		
频次	中心度	关键词	频次	中心度	关键词
61	0.79	学习分析	39	0.49	learning analytics
15	0.41	大数据	7	0.18	dashboard
13	0.18	翻转课堂	7	0.17	design
12	0.16	智慧课堂	7	0.14	flipped classroom
6	0.14	教育大数据	11	0.12	classroom
5	0.12	个性化学习	6	0.11	analytics
6	0.11	mooc	5	0.1	achievement
7	0.11	学习分析技术	2	0.1	collaborative learning
3	0.1	信息技术	2	0.09	cognitive style
3	0.03	大学英语	3	0.01	Higher education

图7 国内外学习分析课堂应用关键词频次及中心度

最后，本研究对国内外研究进一步归纳分析，提炼出学习分析课堂应用的四大研究热点。

（一）学习分析课堂应用较关注翻转课堂、智慧课堂和在线学习等课堂形式

“翻转课堂”、“智慧课堂”、“在线学习”是国内外文献最常见的关键词，这表明大多数研究的课堂实践均发生在以上几种课堂形式中，这与学习分析的特点紧密相关。学习分析技术能够有效打通课堂内外的教学与学习数据，并快速高效地进行收集、提取、测量、分析和报告等，从而实时动态地了解学生的真实反馈，增强对学生的个性化辅导（李晓堂，2017）。

（二）学习分析课堂应用更聚焦高等教育、职业教育，基础教育涉及较少

“大学英语”和“higher education”分别出现在国内外文献聚类中，可见高等教育是研究重点关注的对象。同时，发现同样存在面向职业教育的研究，但在基础教育中成熟研究则较少。究其原因，高等教育、职业教育因其信息化程度较高、平台工具较为完善、学生较为成熟等因素，相对来说更适合于进行学习分析课堂应用的实践创新。

（三）学习分析课堂应用可用于提高学生学习体验，促进学生个性发展

“学习体验”、“个性化”在聚类图中节点较大，说明学习分析课堂应用能够通过收集海量课堂数据，多重角度进行分析，进而动态调整课堂教学，针对性地测量与提高学生的课堂学习体验，促进学生学习成果的可视与转化，进一步助力学生的个性化发展。目前国内外相关研究均以个性化课堂教学为风向标，结合本土化特色，形成了一批推动学生个性发展的学习分析课堂应用模型、工具和平台，推动着精准教学和个性化学习的发展（郭炯，2017）。

（四）学习分析课堂应用与新兴技术的发展紧密相关

“大数据”、“数据挖掘”等关键词与学习分析的羁绊较深，学习分析与这些新兴技术交替出现在教育视野中。大数据是学习分析开展的有力支撑。数据挖掘和学习分析都是能够为课堂教学提供智能性的教学干预和辅助决策的利器。学习分析作为一种与各种新兴技术都相互牵连的课堂教学助推器，展现出其种种优势。

2. 学习分析在课堂应用的发展方向

通过近十年国内外学习分析课堂应用的文献分析不仅能反映该领域现有的研究成果，更能从中明晰该领域未来的发展方向，为我国学习分析课堂应用的相关研究提供有益启示。

4.1. 学习分析课堂应用面向对象多元化

学习分析课堂应用的技术门槛较高，对于基础教育的一线教师们而言，这个过程往往复杂且容易丢失数据。但随着我国信息化程度的不断推进，基础教育学校愈加重视提升一线教师的信息化应用能力，学习分析课堂应用相关研究也应该顺势扩大面向对象的范围，逐渐渗入基础教育领域，并从一线教师和学生等多个视角开展研究。

4.2. 学习分析课堂应用研究领域全面化

通过上述内容分析可以明显看出，学习分析课堂应用中关于其评价分析的内容较为欠缺。后续研究中应该进一步扩大数据源，增强学习分析课堂应用各渠道的灵活性，加强对于学习分析课堂应用评价的分析与研究，创新实证，降低学习分析课堂应用的否定化、计算化程度，培养学生批判思维和创造能力，提升学习质量。

4.3. 学习分析课堂应用成果转化持续化

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

从文献筛选的过程中可知，明确聚焦课堂应用的文献依旧较少。同时，部分研究在课题或项目结束后鲜少继续关注该领域的后续发展情况，从而导致了某种程度上的资源浪费。在后续的研究中，应该着眼于课堂教学中的实际问题进行针对性分析，增强研究成果与课堂教学的联系，并坚持创新发展，提高成果转化质量，持续关注相关成果的后续研究。

3. 结语

本研究发现学习分析课堂应用相关研究走势良好，大多面向高等教育和职业教育，并与各种新兴技术协同工作。但随着课堂教学需求和人才培养方向的变化，学习分析课堂应用应逐步实现面向对象多元化、研究领域全面化和成果转化持续化，以推动课堂教学高质量发展。

参考文献

王鉴（2007）。**课堂研究概论**。北京：人民教育出版社。

刘清堂、冯小妹、翟慧清和劳传媛(2018)。学习分析支持下的课堂互动工具设计与实现。**现代教育技术**，**12**，94-100。

宋宇、郝天永和刘葵(2020)。学习分析视角下培养高阶思维的课堂互动研究。**现代教育技术**，**07**，50-57。

张进良、魏立鹏和刘斌(2020)。智能化环境中基于学习分析的学习行为优化研究。**远程教育杂志**，**02**，69-79。

李晓堂（2017）。基于大数据学习分析的智能翻转课堂教学模式研究。**中国职业技术教育**，**20**，30-35。

郭炯和郑晓俊（2017）。基于大数据的学习分析研究综述。**中国电化教育**，**01**，121-130。

Papamitsiou Z, Economides A. (2014). Learning Analytics and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence. *Educational Technology & Society*, 17(4), 49-64.

基于深度神经网络的协作知识建构会话分析

Collaborative Knowledge Construction Session Analysis Based on Deep Neural Network

王文秋^{1*}, 马志强¹

¹ 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地

* wenqiuwang@qq.com

【摘要】采用智能技术来推动协作知识建构的关键问题在于对知识建构会话开展动态的、伴随式分析，但依赖内容分析等人工分析方法难以实现。针对上述研究缝隙，本研究将研究问题聚焦于如何利用深度神经网络实现会话自动化分析。研究主要结论为知识建构会话分析包含会话信息的采集与整理、数据的编码标注、BERT 模型训练、模型的评价、模型的优化与预应用 5 个步骤。最终得到准确率为 77.6% 的分类器模型，并从单个小组和小组间的维度进行表征以及对话分析。未来研究将从微观会话信息结构层面分析各认知层级之间发生转换的认知模式，深度理解会话。

【关键词】知识建构；会话分析；社会性认知；深度神经网络；可视化

Abstract: The key problem of using intelligent technology to promote collaborative knowledge construction is to carry out dynamic and accompanying analysis of knowledge construction sessions, but it is difficult to achieve this with manual analysis methods such as content analysis. In view of the above research gaps, this research focuses on how to use deep neural network to achieve automated session analysis. The main conclusion of this study is that the session analysis of knowledge construction includes five steps: gathering and sorting of session information, coding and marking of data, training of BERT model, evaluation of model, optimization and pre-application of model. Finally, the classifier model with an accuracy of 77.6% was obtained, and the characterization and dialogue analysis were carried out from the dimensions of individual groups and between groups. Future research will analyze the cognitive patterns that change between different cognitive levels from the micro level of conversation information structure to understand conversation in depth.

Keywords: knowledge construction, Session analysis, Social cognition, Deep Neural Network, visualization

1. 引言

协同知识建构是发展协作、交往、批判性思维、创造力等核心素养的重要手段，得到了全世界各国的充分关注（L·约翰逊等，2016）。目前，国内外高度关注利用如何智能技术来改变原有的知识传授方式，变学生被动接受为主动建构知识。如英国开放大学年度发布的《创新学习报告》多次将智能技术支持的协作知识建构列为重要的创新教学方法（周盼盼，马志强，岳芸竹，2021）。在我国，2018 年颁布的《中国教育现代化 2035》明确提出“要适应信息化不断发展带来的知识获取方式和传授方式”；“统筹建设一体化智能化教学”。

目前，采用智能技术来推动协作知识建构的关键问题在于对知识建构互动会话开展动态的、伴随式分析。这是因为知识建构互动会话是知识形成与发展的基本条件，参与者通过会

话对观点进行共享、联结与创造，不断地对自我观点与他人观点解释、质疑、协商，进而达成高水平的知识建构（Scardamalia M et al.,2006；吴秀圆和郑旭东，2017）。因此，而促进协作知识建构的核心是通过理解互动会话来理解学习者知识建构所处阶段，并在此基础上给予相应反馈来推进知识建构的发展。

目前协作知识建构中的互动会话分析大部分研究还停留在人工或弱人工智能分析。虽然人工编码结果很准确，但这种少量的人工编码适合于研究场景，难以实现真实教学场景中，即难以及时对学习过程中持续产生的数据进行及时分析。

因此急需快速自动化持续识别会话的支持。深度神经网络的大批量自动处理特性为会话分析与及时反馈提供了必要且有力的支持。所以本研究以期通过人工智能的深度神经网络，实现对协作知识建构中会话的自动化批量分析。

2. 研究设计

2.1. 研究问题

本研究从协作知识建构会话分析的角度，研究如何基于深度神经网络对知识建构会话内容进行分析，并提出三个子问题：

- 1.协作知识建构会话分析模型具体流程是什么？
- 2.会话分析模型构建的关键环节是什么？
- 3.会话分析效果如何？

2.2. 研究对象

本研究数据来自于华东某高校的一门在线协作学习课程“教育技术研究方法”。收集的数据来源于三个小组第一周到第七周的课程学习数据，一个小组 4-5 人，基于任务单安排围绕一定研究主题进行协作知识建构。小组成员每次课上讨论都通过钉钉、QQ 等软件中的群语音通话进行会话交流，由小组长对讨论过程进行录音，并以协作文档帮助小组完成任务内容的梳理。

2.3. 会话分析模型的构建流程

本研究基于深度神经网络设计了协作知识建构会话分析模型，如图 1 所示。利用深度神经网络构建的会话分析模型实现了对采集的协作知识建构中的会话进行快速的处理与自动化的社会性认知会话分析。模型主要包括了会话信息的采集与整理、数据的编码标注、BERT 模型训练、模型的评价、模型的优化与预应用 5 个步骤。

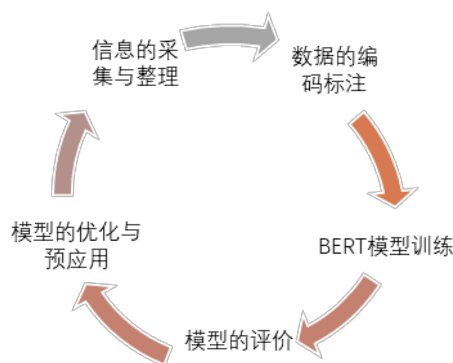


图 1 基于深度神经网络的知识建构会话分析流程图

(1) 会话信息的采集与整理。

通过录音的形式得到小组知识建构过程，得到的会话语音需要整理为文本形式便于后期处理。经过语音识别技术将语音转化成文本格式数据，并在语音技术识别的基础上进行人工校对，将口语化的表达转化为更加正式的表达，并将数据以周以及小组进行划分整理。

(2) 数据的编码标注。

使用协作知识建构中会话分析框架作为分类的依据，将整理好的每条数据按照类别标注为 A-G 各类。本研究中会话分析框架使用了刘黄玲子等人提出的交互分析框架（刘黄玲子等，2005），该框架对应本研究强调的小组成员间的强烈的社会性关系与认知，同时也注重在线学习环境下的协作性质，为学习者的会话状态分析奠定基础。

(3) BERT 模型训练。

将会话数据分为训练集、验证集和测试集三部分，训练集被用于训练模型。本研究使用 Google 预训练好的中文模型 Chinese_L-12_H-768_A-12 作为进行训练的基模型。Chinese_L-12_H-768_A-12 是使用中文对 BERT 模型进行训练得到的模型。并在此基础上，用训练集数据对该模型进行了微调。模型训练的过程如图 2 所示。

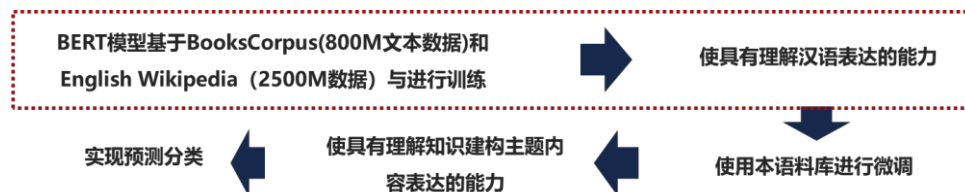


图 2 BERT 模型训练流程

(4) 模型的评价。

本研究将会话信息分为训练集、验证集和测试集三部分，利用验证集对训练好的模型进行第一次评价，判断模型的训练结果是否达到研究的预期；达到预期后，再使用测试集对模型进行评价，得到最后的相对真实的准确率。

在训练过程中，BERT 模型 Loss 值在逐渐下降，证明模型在逐渐收敛，模型的准确率在上升，Loss 的变化曲线如图 3 所示。

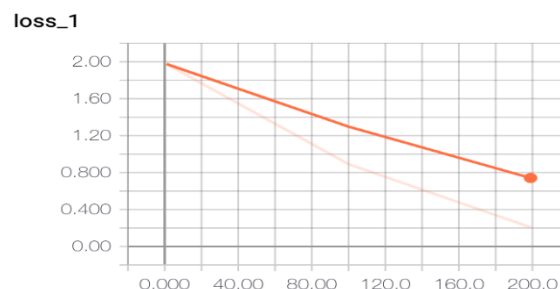


图 3 模型训练过程中 Loss 值变化图

利用微调后的 BERT 模型对数据测试集进行预测，取得了 0.776 的准确率，如图 4 所示。

```
===== Test Accuracy Score =====  
0.7755681818181818  
  
Process finished with exit code 0
```

图 4 测试集评价模型准确率

为了再次验证分类器模型的准确率如何，使用一组没有出现在语料库中的会话数据进行判断分类测试，得到编码结果，并与人工编码结果进行比对。数据共有 145 条，其中预测准确 124 条文本数据，准确率为 0.855，与模型测试集测试的准确率相似，表明该模型良好。

(5) 分类器的优化与预应用。

得到的模型还需要进行不断优化，来提高分类器的准确率。研究者可以通过分类器进行编码，得到大部分都是编码正确的数据，再次进行人工校对，可以减轻编码者的负荷。最后将完全编码正确的数据添加到语料库，同时实现质量与数量的增加。

3. 会话分析模型构建的关键环节

本研究进行会话分析模型构建的关键环节是 BERT 模型的训练以及对模型的评价，这也是智能技术与知识建构领域结合的要点。

3.1. BERT 模型的优势

BERT 是 Google 在 2018 年提出的 NLP 预训练模型 (Devlin J, Chang M W, Lee K, 2018)，在 NLP 领域的 11 个方向都取得了优秀成果。由于以往的预训练表示的方法都是单向语言模型，即每个词语只能利用该词语之前的词语信息进行训练，严重限制了预训练表示的能力，特别是对于微调方法。将基于微调的方法应用于标记级任务时限制可能是毁灭性的，例如小组问答，在这些任务中，从两个方向整合上下文是至关重要的。

因此，谷歌开发了 BERT 模型来解决上述约束，来自变压器的双向编码器表示来改进基于微调的方法。对于 BERT 的预训练主要由两类自监督任务组成：MLM 和 NSP。MLM 是指在训练的时候随机从输入语料中删除一些字词，然后通过上下文预测该字词，类似于完形填空。NSP 的任务是判断句子 B 是否是句子 A 的下文。利用海量文本数据，对这两个自监督任务同时进行学习，便完成了 BERT 的预训练，训练完成后便可以将 BERT 应用到 NLP 的各种任务，本论文中将预训练好的 BERT 应用于文本分类任务。

3.2. 模型的评价

本研究提供 3512 条数据用于模型的训练、评价过程。3512 条数据经过人工整理与编码，每一条数据智能对应到框架中的一个维度。将数据集取出 10% 即 352 条数据作为测试集来评估模型的预测效果。在剩余的数据中选择 80% 即 2528 条数据作为训练集，剩余 20% 632 条数据作为验证集。具体数据分布如表 1 所示。

表 1 数据集中各会话的分布情况

文本类别	编码	训练集	验证集	测试集
与主题任务相关的观点概念/理论分享	A	525	131	73
寻求、给出某个观点/概念/理论的解释	B	313	78	44
核实言论、提出挑战	C	237	60	33
反对或支持某一言论	D	312	78	44

对协作学习过程、方法和最终成果的感知、评估、监控	E	369	92	51
有必要的促进任务进行的交互	F	426	107	59
与技术问题相关的交互	G	346	86	48

4. 会话分析效果

4.1. 与朴素贝叶斯算法相比的准确性

与传统机器学习朴素贝叶斯算法相比，两者在实现路径与准确率上存在本质差异。贝叶斯分类器算法是基于数据的条件概率统计方法实现分类功能；而 BERT 模型使用的是多层 Transformer 结构，它使用 Attention 机制达到分类功能。而对于准确率，高质量数据的数量在训练模型时起到重要作用。使用贝叶斯算法训练模型的数据是基于本语料库，即来自于研究者提供的完成编码的数据；而 BERT 模型是基于维基百科等中文数据进行训练，最后使用本语料库的数据完成微调。根据大数定律，当样本越多时，频率越接近于概率，所以样本数量很少时，贝叶斯分类器准确率并不是很高。而 BERT 模型是基于网络上的维基百科上的语料，使用 BooksCorpus(800M 文本数据)和 English Wikipedia (2500M 数据) 进行训练，并使用文档级语料库而不是打乱的句子级语料库进行训练。最终模型学会了中文的语义表达与语法结构，还在词基础之上，基于本地语料库进行微调，本地语料库代表的就是知识建构这一特定领域的的数据，提高模型识别的准确性。

本研究利用相同的数据集，分别使用朴素贝叶斯与 BERT 进行分类分析，得出的对比结果如表 2 所示。

表 2 朴素贝叶斯与 BERT 实现分类效果对比

比较维度	特征	实现原理	训练数据量	准确率
朴素贝叶斯	人工设计	概率统计	本数据库	0.686
BERT	模型“自学”	多层 transform 结构	维基百科等数据 + 本数据库	0.776

4.2. 协作知识建构中认知性对话分析——分析更快，是一种过程性的评价

本研究使用柴少明等人提出的协作知识建构中会话分析框架的认知交互框架对以话轮为单位的对话进行认知性分析（刘少明和李克东，2017）。深度神经网络实现的分类器大大提高了分析会话数据的效率，作为一种过程性分析结果，帮助本研究在会话分析编码结果的基础上，实现快速话轮编码。本研究对 128 组高质量对话进行分析，可以发现主要存在 5 种对话类型，分布情况如表 3 所示。

表 3 对话分布情况

对话类型	数量
知识共享型对话	31
解释型对话	19
探讨型对话	39
表达型对话	16

知识共享型对话出现的次数最多，也是协作知识建构中最基础的会话交互；而在知识建构中也产生了寻求他人观点的解释的解释型对话以及在他人观点的基础上产生新的疑问挑战的探究型对话，但也存在着对于提出的追问或疑问无人响应，而被之后的协作对话覆盖的现象。但是可以看出表达型对话的产生相对较少。由于课程的设置，小组成员更偏向于在每次协作开始时一次分享对问题的观点，大部分情况是小组成员表示赞同，例如简短的回应“可以。”，而没有出现很多直接对他人观点否定的对话，对不认同的观点进行回避。对于基于结果型对话是对最终协作知识建构成果的再度考量与完善，是小组比较重视的环节。

而对于社会性的对话很少，对促进任务的交互常常是组长对于问题讨论的推进，更偏向于命令式的表达而非对话。而由于在线协作的关系，导致产生了一种特殊的对话即与技术问题相关的对话。常见的问题有：由于短暂断网而中断了协作过程；由于设备调试的问题对话的声音过小或过大形象其他成员；问卷链接或软件无法使用；文献下载不够熟练。由于在线协作的原因产生了一些线下未曾出现的突发或因准备不足产生的问题，是影响协作知识建构的外在因素，应该尽量避免。

4.2. 组间社会性认知会话差异分析

本研究使用训练好的协作知识建构中会话分析模型对两组会话数据进行自动化分类，最后使用可视化分析，得出如下结果。

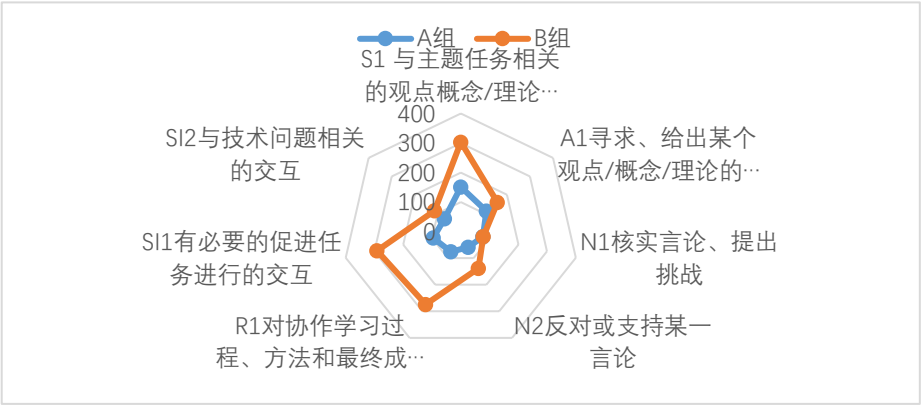


图 5 社会性认知会话整体比较

对两个小组七周在知识建构中的社会性认知会话进行差异分析，如图 5 所示，在社交层级上“与主题任务相关的观点概念/理念分享”的会话一层级上两组具有明显差异，而在“与技术问题相关的交互”差距较小。在协商层级上，两组主要差异是在“反对/支持某一言论”层级上体现。

4.3. 社会性认知会活动态变化分析

对于反对或支持某一言论层级会活动态变化如图 6 所示，从图中可以看出，整体是保持平稳的，在第四周任务结束时有所下降。可以看出小组在提出观点或新的问题时没有过多的反对意见，产生的冲突过少。在任务结束时，组内的观点已趋于统一，提出的反对言论明显减少。第二轮任务中，同样在前期的会话量较多，后期减少。

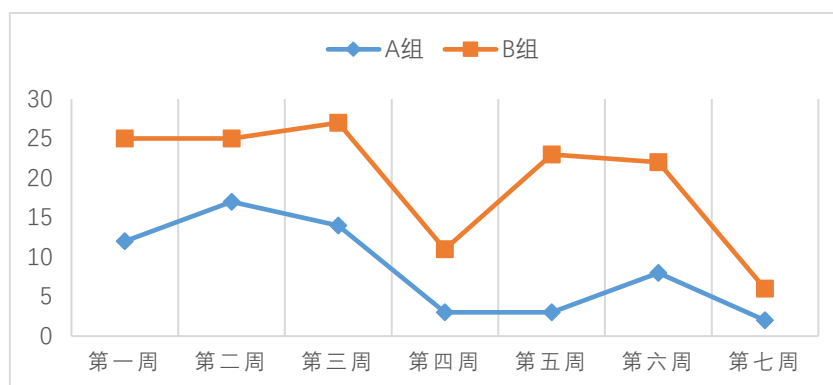


图 6 反对或支持某一言论会话动态变化

5. 总结与展望

深度神经网络的大批量自动处理特性为会话分析提供了必要且有力的支持。相对于传统机器学习方法，例如 LIWC 研究方法难以联系情境，导致分析结果不准确。深度神经网络作为当前机器学习的重要分支，在分析数据时能够联系情境，相比之下建模结果的准确率更高。

在当今大数据与人工智能时代，教育领域研究可与计算机领域跨学科合作，使用更加准确的深度学习进行文本挖掘，提高分析效率与效果。但当前研究还缺乏借助机器学习挖掘数据之间的关联与模式，更多是止步于数据的分类与词云关键词等功能。未来研究应在分类的基础上，从宏观的时间序列，分析协作学习投入的变化，也要从微观交互信息结构层面，分析各层级之间发生转换的模式，挖掘交互信息之间的结构，深度理解交互信息。

此外，在分析的基础上，应该注意给予反馈。机器学习等技术提高了分析的效率，使得短时间内可以完成大量分析，这为及时反馈提供了可能，大大缩短了反馈的周期，便于教师提供各符合现阶段协作知识建构水平的适应性反馈，进而改进学生状态。

参考文献

- L·约翰逊, S·亚当斯·贝克尔, M·卡明斯, V·埃斯特拉达, A·弗里曼, & C·霍尔等。(2016)。新媒体联盟地平线报告:2016 高等教育版。 *开放学习研究*, 2, 1-20。
- S Ca Rdamalia M, Bereiter C。 FCL and Knowledge Building: A Continuing Dialogue。 2006。
- 柴少明 & 李克东(2010)。CSCL 中基于对话的协作意义建构研究。 *远程教育杂志*, 04, 19-26。
- 柴少明(2017)。网络学习社区中基于对话的知识建构:理论与模型。 *电化教育研究*, 05, 71-76。
- 李舟军, 范宇 & 吴贤杰(2020)。面向自然语言处理的预训练技术研究综述。 *计算机科学*, 03, 162-173。
- 刘黄玲子, 朱伶俐, 陈义勤, 黄荣怀(2005)。基于交互分析的协同知识建构的研究。 *开放教育研究*, 02, 31-37。
- 刘文臻(2020)。 *中文文本多标签分类算法研究*(硕士学位论文, 电子科技大学)。
- 吴秀圆 & 郑旭东(2017)。会话分析:社会学视角下课堂协作学习的多层次探索。 *电化教育研究*, 10, 93-99。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 周盼盼,马志强 & 岳芸竹(2021)。从循证教学到机器人引导教学——2021 英国《创新教学报告》的创新与超越。 *开放学习研究*,02,30-37。 doi:10。19605/j。cnki。kfxxyj。2021。02。004。
- Devlin J, Chang M W, & Lee K.(2018).**BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding**.

数据驱动的学习分析仪表盘设计与应用研究

——基于十年国际学习分析仪表盘研究的系统性文献综述

Data-driven learning analysis dashboard design and application research

——A systematic literature review based on the decade of international learning analysis

dashboard

吕子芸^{1*}, 马志强¹

¹ 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地

* 6202006008@stu.jiangnan.edu.cn

【摘要】学习分析仪表盘以学习分析为基础，将数据分析的结果可视化呈现，有助于解决大数据带来的认知负荷问题。本文对国际上近十年关于学习分析仪表盘的相关研究进行系统性文献综述，讨论学习分析仪表盘的功能、信息呈现和信息反馈。研究发现：学习分析仪表盘可根据功能分为状态感知类、适应反馈类和智能代理类；呈现信息可分为认知型和非认知型，呈现形式包括柱状图、散点图、社会网络分析图等；反馈信息可分为刺激、激励、建议等，反馈方式包括通知、测验、颜色提示和文本。未来可将研究聚焦于学习分析仪表盘的适应反馈，探索如何实现高度可定制的仪表盘；还可采集多种模态的数据，获取更完整的学习状态并进行综合分析。

【关键字】 数据驱动；学习分析仪表盘；系统性文献综述

Abstract: Based on learning analysis, the learning analysis dashboard visualizes the results of data analysis, which is helpful to solve the cognitive load problem brought by big data. This paper systematically reviews the research on learning and analysis dashboards in the last ten years, and discusses the functions, information presentation and information feedback of learning and analysis dashboards. The results show that the learning analysis dashboard can be divided into state awareness, adaptive feedback and intelligent agent according to its functions. Presentation information can be divided into cognitive and non-cognitive types, including histogram, scatter diagram, social network analysis diagram, etc. Feedback information can be divided into stimuli, incentives, suggestions, etc. Feedback methods include notices, quizzes, color prompts and text. Future research can focus on learning and analyzing adaptive feedback of dashboards, and explore how to achieve highly customizable dashboards; The data of various modes can also be collected to obtain a more complete learning state and make a comprehensive analysis.

Keywords: Data-driven, Learning Analysis Dashboard, Systematic literature review

1. 引言

随着教育大数据的出现，记录学生学习过程与结果的统计数据迅速生成，数据的类型也日益丰富。如何测量、挖掘、分析与利用这些大数据，以更好地支持教与学，成为亟需解决的问题。学习分析指的是通过测量、收集、分析、报告学习者及其学习环境的数据来理解和优化学习者的学习以及学习环境。完全以数字的形式呈现学习分析的数据结果会给教师和学生带来认知负荷，因此仪表盘应运而生，成为了学习分析技术和教育中用户之间的桥梁。

学习分析仪表盘（Learning Analytics Dashboard，LAD）拥有交互、实时等特性，能够基于学习分析数据，为学习者提供可视化的信息来支持学习过程。Verbert和Govaerts等人根据应用的环境不同，将其分为支持传统面对面课堂的、支持面对面小组合作的以及支持在线或者混合学习环境的学习分析仪表盘。郭炯等人根据服务的对象不同，将其分为支持教师教学的、支持学生个性化学习的以及支持教育决策的学习分析仪表盘。已有研究通常根据仪表盘的应用环境、面向对象等进行分类，没有体现仪表盘对学习过程的支持作用。此外，当前研究只停留在分析仪表盘的结果显示层面，还未关注到其本质的反馈层面。

因此，本文采用系统性文献综述的方法，以国际范围内有关学习分析仪表盘的研究为分析对象，综述学习分析仪表盘的分类、功能、指标和可视化形式，为后续的研究提供借鉴依据和创新基础。具体的研究问题为：（1）学习分析仪表盘的分类和功能有哪些？（2）学习分析仪表盘的信息呈现类型和呈现方式有哪些？（3）学习分析仪表盘的信息反馈类型和反馈形式有哪些？

2. 研究过程与方法

本研究采用系统性文献综述法（Systematic Review Methodology），选取中国知网数据库（CNKI）、Web of Science-SSCI 引文索引数据库、Elsevier ScienceDirect 电子期刊数据库三个数据库作为数据来源。使用数据库的高级检索功能，以主题的形式进行检索，其中，中文数据库的检索语句为：主题“学习分析仪表盘”或含“学习仪表盘”，共获取 62 篇文献；外文数据库的检索语句为：“Learning Analytics Dashboard” OR “Learning Dashboard”，共获取 374 篇文献。中外文数据库累计获取文献共 436 篇。文献的筛选标准如表 1 所示。

表 1 文献筛选标准

标准维度	纳入标准	排除标准
文章类型是否为期刊	是	否
研究是否与教育相关	是	否
研究类型是否为实证研究	是	否
研究内容是否包含学习分析 仪表盘的指标或可视化形式	是	否

文献筛选共有两轮。在初步筛选阶段，研究者通过阅读文献的题目与摘要部分，根据标准对已检索到的文献进行初步筛选，得到 89 篇文献；在二次筛选阶段，研究者阅读文献全文，继续根据标准进行深度复筛，得到 30 篇文献。本研究还编制了文献信息抽取单，抽取信息分为以下四个维度：（1）文献基本信息包括第一作者、发表年份、来源期刊；（2）学习分析仪表盘的分类和功能；（3）学习分析仪表盘的信息呈现，包括呈现类型、呈现方式；（4）学习分析仪表盘的信息反馈，包括反馈类型、反馈形式。

3. 研究结果

3.1. 学习分析仪表盘的分类和功能

本研究根据学习分析不同的应用目的以及与之对应的功能，将其分为状态感知类、适应反馈类和智能代理类仪表盘。

状态感知类仪表盘能够实时识别学生的行为并进行分析,确定如何回应或提供策略。需要解决的问题是如何快速感知学生在学习过程中的问题,帮助学生或教师解决问题。如 Macfadyen, L. P. (2010) 开发的“早期预警系统”,通过设计的仪表盘可视化数据信息可以快速感知处于“危险”的同学,从而给予及时的教学干预。

适应反馈类仪表盘能够自动评估学生的学习状态,实时为学生提供适应性的反馈,帮助学生获得个性化的指导。如 Han, Jeongyun (2020) 开发了一个仪表盘系统,为面对面协作论证(FCA)提供适应性支持。这项研究为学生和教师开发了两种类型的仪表盘,使学生能够通过适应性反馈监控他们的 FCA 过程,并帮助教师在正确的时间提供适应性支持。

智能代理类仪表盘能够实时挖掘数据,帮助教师卸下课堂中的管理职责,获得学生的实时进展,促进教学向精准化发展。如 Herodotou, C. (2019) 提出了一个先进的预测性学习分析系统 OU Analyse (OUA),使用机器学习方法来早期识别有不提交(或不及格)下一个作业风险的学生。教师可以通过交互式仪表盘获得每周对每个学生失败风险的预测。该系统有助于增强在线教师对学生的有效监控和干预,从而提高学习效果。

3.2. 学习分析仪表盘的信息呈现

3.2.1. 学习分析仪表盘的信息呈现类型

学习分析仪表盘的信息呈现类型可分为认知型与非认知型两类。认知型信息指的是与学习任务内容相关的信息,如 Macfadyen, L. P. (2010) 研究中选取了学生发布的讨论邮件总数、发送的邮件总数以及完成的评估总数,提供给在线教学中的教师,帮助教师识别有风险的学生并提供早期干预; Lkhagvasuren, E. (2016) 研究中通过呈现上传学习日志的数量、完成测试的数量和小测验的错误答案数量等,将学习者的学习进度可视化,使学习者进行反思。非认知型信息指的是与学习任务内容无关的信息,如小组分工、人际关系、时间规划、情感状态等。

3.2.2. 学习分析仪表盘的信息呈现方式

在设计仪表盘的过程中,选择恰当的图表类型至关重要。根据对已有文献的梳理,有以下几种典型的信息呈现方式:

(1) 折线图:有助于呈现数据变化的趋势。如 Hernández-García, Ángel (2015) 的研究分析了在线远程教育中人际关系是如何影响学习的,利用折线图反映在线远程教育中的失败率和流失率。

(2) 饼图:表示部分在总体中的百分比,有助于显示数据相对总数的大小。如 Smith, P. (2019) 分析了仪表盘对吸引学生的感知效果,利用饼图描述了哪些模块对显示的数据有贡献,并提供了课程内容已完成和剩余内容的衡量标准。

(3) 散点图:适用于任何连续规模的数据,有助于观察变量之间的关系及其群聚效应。如 Macfadyen, L. P. (2010) 基于 LMS 数据挖掘开发“早期预警系统”,利用散点图呈现 LMS 跟踪变量与最终成绩的二元相关性。

(4) 直方图:能够清楚显示各组频数分布情况,有助于显示各组之间频数的差别。如 Charleer, S. (2017) 试图通过仪表盘支持导师与学生之间的对话,利用直方图显示了同学们的表现以及学生在整体中的位置,还可以通过堆叠预测条向学生提供具有相似档案的学生的历史数据。

(5) 社会网络关系图:有助于表现学生在学习过程中互动的动态状态。如 Zheng, Juan (2020) 采用社会网络分析(SNA)的方法可视化了学生在讨论过程中互动的动态状态,节点

的大小和连接线的粗细分别表明一个学生做出了多少贡献，两个学生在一段时间内的互动程度。

(6) 雷达图：有助于分析多维数据。如 Han, Jeongyun (2020) 将面对面协作论证中主张、理由、证据、反论证、理论和独创性六个要素用雷达图来呈现，让人一目了然。

3.3. 学习分析仪表盘的信息反馈

3.3.1. 学习分析仪表盘的信息反馈类型

反馈是学习分析仪表盘的内在价值。在 30 篇文献中，涉及到信息反馈的研究有 16 篇。《交互性教学和反馈》(Interactive Instruction and Feedback) 一书将反馈总结为七种角色，分别为指示、通知、指导、刺激、激励、建议、总结。本研究基于此，对文献进行梳理并对信息反馈进行分类。

研究发现，关于学习分析仪表盘的反馈信息主要分为刺激、激励和建议三种类型。刺激指的是提供鼓励或者批评，如 Martinez-Maldonado, R. (2019) 使用了实时分析的手持仪表盘，其中任务的计时器警报和通知，呈现为可视化的圆形方块（绿色表示肯定，红色表示否定通知），能够在课堂中实时收集数据，教师做出及时的反馈和干预，刺激学生学习。激励指的是促进学生继续，如 Mottus, A. (2018) 研究中，当检测到停滞不前的学生，以及低先决条件和低社会活动的风险学生时，提供警报，促进学生继续学习。建议指的是提醒学习者当前的学习状态与期望目标间的差距，如 Sansom, R. L. (2020) 研究中采用了图形化单元级反馈形式为教师提供建议，以有效地利用学生仪表盘并增加学生对系统的信任。

3.3.2. 学习分析仪表盘的信息反馈形式

通过对文献进行梳理，总结出 3 种信息反馈形式，分别为：通知、颜色提示和文本。

(1) 通知：在课堂上及时地自动通知教师小组的学习活动进展状况。如 Martinez-Maldonado, R. (2015) 将 MTFeedback 系统嵌入到仪表盘上，为教师实时生成关于小组协作任务的自动通知的系统，选取的指标有误解通知(MN)、慢组通知(SN)和肯定通知(PN)。

(2) 颜色提示：采用不同的颜色标记不同类型的学生，有助于分辨处于不同学习状态的学生并及时提供干预。如 Herodotou, C. (2019) 通过交互式仪表盘 OUA 获得每周对每个学生失败风险的预测，红色表示有不提交风险的学生，琥珀色表示有中等失败或勉强通过概率的学生，绿色表示有可能成功的学生。

(3) 文本：文本反馈是对分析数据的深度挖掘，可以帮助学生理解可视化图表的意义，并阐明后续努力的方向，它包括学习建议和警告信息。如 Wang, D. Q. (2020) 采用了面向过程反馈的学习分析仪表盘，通过文本向学习者提供个性化的书面信息，告诉他们在当前活动中的表现，提高学生的学习效率。

4. 总结与展望

本文对近十年内 30 篇国际上有关学习分析仪表盘的功能、信息呈现和信息反馈的研究进行系统性的文献综述，主要得出以下结论与展望：(1) 未来应着眼于实证研究，探索用户希望在仪表盘上看到的内容有哪些，希望收到什么形式的反馈，用户对仪表盘的可用性评价等。(2) 未来可将研究聚焦于学习分析仪表盘的适应反馈，探索提供反馈的内容、条件、形式等，怎样去实现高度可定制的仪表盘。(3) 未来可以引入多模态学习分析，在真实课堂环境中采集多种模态的数据，综合分析学习者的学习状态，并及时提供反馈和干预。

参考文献

- 郭炯 & 郑晓俊(2017)。基于大数据的学习分析研究综述。 **中国电化教育(01)**，121-130。
- Charleer, S., Vande Moere, A., Klerkx, J., Verbert, K., & De Laet, T. (2017). Learning Analytics Dashboards to Support Adviser-Student Dialogue. *Ieee Transactions on Learning Technologies*, 11(3), 389-399. doi:10.1109/tlt.2017.2720670
- Han, J., Kim, K. H., Rhee, W., & Cho, Y. H. (2021). Learning analytics dashboards for adaptive support in face-to-face collaborative argumentation. *Computers & Education*, 163, 104041. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104041
- Hernández-García, Á., González-González, I., Jiménez-Zarco, A. I., & Chaparro-Peláez, J. (2015). Applying social learning analytics to message boards in online distance learning: A case study. *Computers in Human Behavior*, 47, 68-80. doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.038
- Herodotou, C., Hlosta, M., Borooa, A., Rienties, B., Zdrahal, Z., & Mangafa, C. (2019). Empowering online teachers through predictive learning analytics. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3064-3079. doi:10.1111/bjet.12853
- 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. doi:10.1016/j.compedu.2009.09.008
- Martinez-Maldonado, R. (2019). A handheld classroom dashboard: Teachers' perspectives on the use of real-time collaborative learning analytics. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 14(3), 383-411. doi:10.1007/s11412-019-09308-z
- Mottus, A., Kinshuk, Chen, N. S., Graf, S., Alturki, U., & Aldraiweesh, A. (2018). Teacher facilitation support in ubiquitous learning environments. *Technology Pedagogy and Education*, 27(5), 549-570. doi:10.1080/1475939x.2018.1544587
- Sansom, R. L., Bodily, R., Bates, C. O., & Leary, H. (2020). *Increasing Student Use of a Learner Dashboard*. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 386-398. doi:10.1007/s10956-020-09824-w
- Smith, P. (2019). Engaging online students through peer-comparison progress dashboards. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 12(1), 38-56. doi:10.1108/jarhe-11-2018-0249
- Wang, D. Q., & Han, H. (2020). Applying learning analytics dashboards based on process-oriented feedback to improve students' learning effectiveness. *Journal of Computer Assisted Learning*. doi:10.1111/jcal.12502
- Zheng, J., Huang, L., Li, S., Lajoie, S. P., Chen, Y., & Hmelo-Silver, C. E. (2021). Self-regulation and emotion matter: A case study of instructor interactions with a learning analytics dashboard. *Computers & Education*, 161, 104061. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104061

运用差异化序列挖掘探究文本分析对研究生学术读写行为的影响

Applying Differential Sequence Mining to Explore How Text Analysis Influences Postgraduate Academic Reading and Writing Behaviors

舒佳文¹, 赵爱茹², 郑年亨³, 舒江波⁴

^{1,2,3,4} 华中师范大学国家数字化学习工程技术研究中心

* shujiawen@mails.ccnu.edu.cn

【摘要】 随着信息技术的发展, 在线学习开始慢慢普及, 在线学习下产生了大量数据为学习行为分析提供了基础。本研究旨在探讨文本分析反馈对在线学习行为的影响, 因此以湖北某师范院校研究生一年级研究生作为研究对象, 他们共同参与了一堂在线课程。在学期初, 课程使用了一个在线学术读写系统, 在文本分析的功能仅采用了简单的文本字数反馈; 期中时, 系统添加了详细的文本分析自动反馈功能 (主要包括基本篇幅、知识密度、专业表达、句型结构四个维度)。结果表明, 学生对详细反馈相比简易反馈更感兴趣; 此外, 查看反馈的相关行为序列都有明显增加。而对于较低文本质量的学生, 详细反馈还会显著增加他们添加课程论文的行为。最后, 文本质量较好的学生会更加积极地提交统整、添加课程论文以及回顾文章。

【关键字】 差异化序列挖掘; 学习行为; 学术读写

Abstract: With the development of information technology, online learning has gradually become popular. A large amount of data generated under online learning provides a basis for learning behavior analysis. In this study, the authors aimed to explore how text analysis influences students' online behaviors. For this purpose, first-year postgraduate students in a normal university in Hubei were recruited as participants of an online course. In the beginning of a semester, the students used an online academic reading and writing system with a simple version of automatic feedback of text analysis (only the word numbers). In the middle of the semester, a new version of automatic feedback was updated with four dimensions of text analysis (i.e. length, knowledge, expression and sentence). The results showed that the students were more interested in the detailed version than the simple one. There were also significant increases in the related behaviors of viewing feedback. For students with low writing quality in the middle of the semester, the updated version might significantly increase the their behaviors of writing course papers. Besides, the students with better writing quality might be more active in submitting integration, adding course papers, and reviewing articles

Keywords: differential sequence mining, learning behavior, academic reading and writing.

1. 前言

长久以来面对面教学一直是高等教育中最常用的教学方式, 但这种传统的教学模式教师通过面对面讲授知识, 学生被动地接受知识, 这种教学的模式存在一些弊端和不足 (Okaz, 2015)。例如以教师为中心忽略了学生的主体作用, 强调统一性; 课程进度取决于大部分学生的学习进程, 无法兼顾接受能力存在较大差异的学生; 知识本位, 没有引导学生真正参与进来。随着信息技术迅猛发展, 越来越多的高校开始尝试在线学习。在线学习是指通过互联网或其它数字化内容进行学习与教学的活动, 它充分利用了信息技术带来的便捷 (何克抗, 2002)。相比传统学习, 在线学习的学习者可以更加灵活地掌握和控制自己的学习活动和学习过程, 包括学习的时间、方式、环境等, 充分的发挥学习者的自主性, 强调主动学习 (曹良亮, 2014)。在线学习活动需要给予学生及时的反馈, 当这种反馈缺少针对性, 则在线学

习无法达到改善学习行为和提高学习成效的目的（赞恩和伯奇，2008）。虽然这种学习干预对于在线学习成效的影响许多研究者已经进行了充分研究，例如舒莹等人（2019）提出一种在线学习危机干预模型，并将该模型进行实证分析，得出仅通过邮件通知让学生了解到自己当前的学习存在危机，就能改善自身的学业表现。但对这种学习干预下在线学习者的隐含行为模式研究相对较少，本研究以学生课程论文文本质量作为学习成效，通过文本分析技术为他们的论文分级，给予评语作为反馈，目的是分析不同学习成效的学习者在不同自动反馈下的学习行为模式及差异。

2. 在线学习行为分析研究概述

在线学习行为分析数据一般来源于在线学习平台日志，学习者在在线学习平台的各种行为被平台日志记录，对这些行为数据进行分析研究达到研究目的，目前在线学习行为分析研究目的有多个方向。例如，学习行为预测，通过对学习学者的学习行为进行分析来预测其接下来可能的行为，Hong 等人（2017）尝试将两层级联分类器与随机森林，支持向量机和多数值对数回归组合在一起分析 MOOC 平台学习者的行为数据预测辍学率，该方法有望实现 97% 的预测准确率。学习效果预测，通过对学习行为的分析预测学习效果，Tripathi 等人（2019）使用朴素贝叶斯分类器对学习成绩进行预测，相比先前很多研究使用的 SVM 分类器准确性与预测效率都有提高。通过分析学生学习行为数据了解学生真实学情况进而实现个性化学习，Quafae 等人（2018）使用 K-Means 算法和朴素贝叶斯分类器分析学生学习行为数据来判断学生的学习风格，获得了较高的准确性。提取学习者学习行为数据特征进行分析，发现学习者的学习行为模式，刘智等人（2017）对 StarC 在线学习平台中本科学生一年内的学习行为数据经过一系列处理后，使用滞后序列分析法获得不同年级学生最显著的行为模式，并对其进行差异性进行分析，发现大一学生与大二学生对学习活动和查看作业较为积极，大三学生选择课程单元的行为更加显著，大四学生相比其他年级对自己的学业表现关注度较低。此外，Kinnebrew 等人（2013）提出了一种差异化序列挖掘用于挖掘不同学生之间差异的行为模式，并将此算法用于分析中学生在 Betty's Brain 学习环境中产生的数据，验证了算法有效性。此方法除了采用频繁模式挖掘，也采用 t 检验以比较两组学生间的行为模式差异，能够帮助研究者对学生的行为模式进行更有效的分类。因此，本研究采用差异化序列挖掘来了解文本分析自动反馈对学生在线行为模式的影响；此外，本研究也以此比较高低能力学生的行为差异。

3. 系统设计

3.1. 系统功能及数据搜集

本研究使用基于 Web 的在线学术读写系统，系统功能分为以下五个模块：文献阅读模块，学生可以在这个模块可以进行阅读文献或笔记，记录笔记与删除笔记；统整模块，学生在这个模块可以查看统整与提交/更新本章统整；论坛模块，模块中学生可以查看其他同学统整、回复或点赞；测试模块，此模块的行为有预测分数、开始测试、完成测试、反思与查看分数记录；课程论文模块，这个模块允许学生随时提交或更新课程论文以及查看对于论文的反馈结果。下图为系统中阅读论文页面。

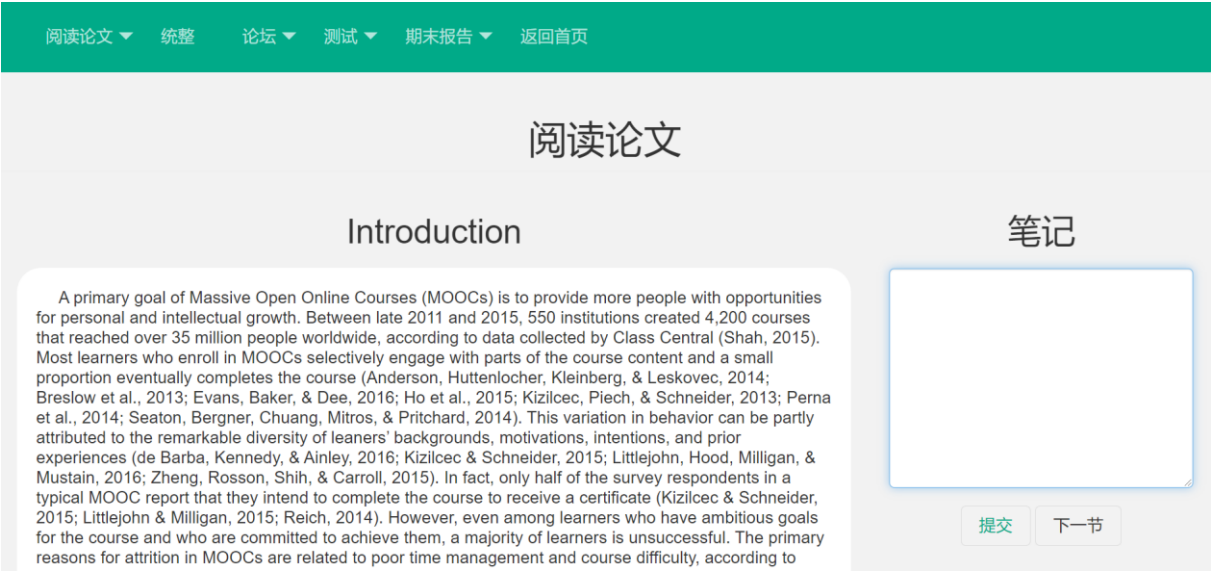


图 1 系统阅读论文页面

课程要求学生在课前和课后学习本系统中的文献，学生的每周作业主要包括阅读文献、阅读后整合、考核和撰写论文。在阅读文献上，学生被要求每周阅读一次论文，并至少记录一条笔记；在阅读文章后，学生需要文章进行统整，统整包括总结（这篇文章谈到的内容或学生学到的内容）、阐述（篇论文的研究结果以及学生的对于结果的解释）、关联（与学生先前所学到的知识有什么联系）和提问（对这篇论文还没有理解及其他想知道的内容）。学生提交统整后，他们提交的内容将在一个系统中的公共区域展示，所有学生都可以查看、回复或点击“喜欢”，教师会在论坛中选择一些问题在课堂上回答。在测试模块中，学生每周必须至少参加一次测试，测试的问题为：本周论文的理论、方法和分析，测试结束后他们可以看到测试成绩，但不能看到测试中具体问题的对错。在课程论文上，学生每周至少要在论文中增加 250 个字。以上为学生需要在学术读写系统中完成的任务，除此之外，学生要参加每周 90 分钟线上视频会议课堂学习。

3.2. 自动反馈功能

本研究使用的系统中加入了自动反馈功能，课程前半段自动反馈只提供学生文章字数，下面将介绍课程后半段所使用的基于文本分析的自动反馈功能。本研究自动反馈功能基于 jieba 中文分词算法，该算法是常用的中文分词算法之一，使用该算法对学生论文本文分词后可以得到总字数、总词数、分句数、整句数与各个词性的词数，通过一系列计算得到基本篇幅、知识密度、专业表达与句型结构 4 个维度的分数，具体计算方法不是文本研究重点，此处不予以详细介绍。

在每个指标下，划分了五个等级，每个等级划分通过分析 30 篇专家论文（摘自《中国社会科学引文索引》期刊“现代教育技术”）和 30 篇学生论文确定。系统根据指标的等级给予学生评语，学生不知道指标的计算方法，但可以在自动反馈页面可以看到四个指标的具体值，越高则越接近专家水平，系统根据学生 4 个指标等级基于学生建议，具体如图 2 所示。

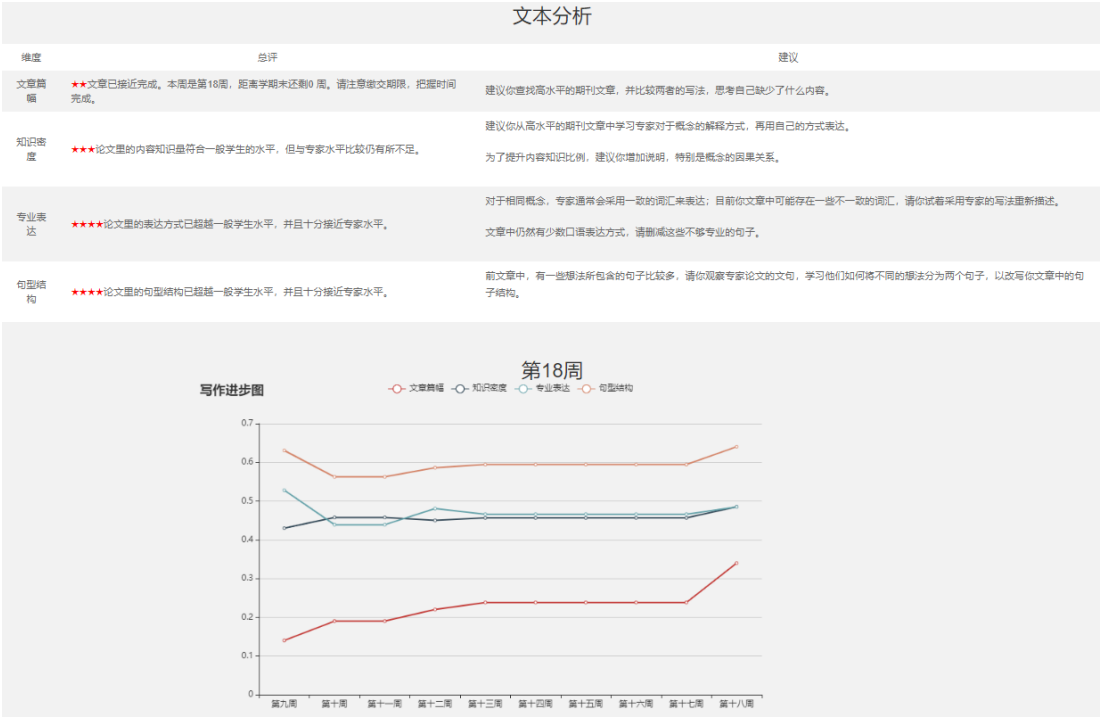


图 2 自动反馈结果页面

4. 研究方法

4.1. 研究问题

本研究旨在研究生在学术写作过程中不同学习成效的群体学习行为模式差异性及不同自动反馈下的行为模式差异。基于本文研究目的，本文提出了以下 2 个研究问题：

- (1) 高质量文本学生与低质量文本学生学习行为模式有哪些，他们之间有什么差异？
- (2) 较为详细的自动反馈会让被试行为模式产生变化吗？

4.2. 研究对象

本研究选取湖北某师范院校研究生一年级课程数字化学习理论与研究中的所有学生作为研究对象，包括教育技术学、现代教育技术等专业，总共 27 人，年龄介于 20 岁至 24 岁之间。在课程第 9 周，通过系统中文本分析技术对所有学生当前文本进行分析打分（即 3.2 小节中介绍的基于文本分析的自动反馈功能），以文本质量将他们分为高低两组，低文本质量组 14 人，高文本质量组 13 人。

4.3. 研究工具

本研究使用到差异化序列模式挖掘算法进行数据挖掘，此小节将简要介绍该算法。该算法由 Kinnebrew 等人在 2013 年提出，采用分段线性分割算法配合序列模式挖掘技术来识别和比较学生学习行为，该算法流程如下图所示。该算法相比与其他学习行为分析技术，对存在时序的序列有较好的支持，并且能挖掘出非相邻行为的序列，相比于其他序列模式挖掘算法可以挖掘出两组不同数据之间有差异的序列，较为符合本文的研究目的，所以本文实验该算法对数据进行挖掘。本研究使用 SPAM 算法(Ayres et al., 2002)挖掘序列中的频繁模式，即作为图中的序列模式挖掘算法，最小支持度为 0.1，T 检验的 p 值为 0.05。

4.4. 行为编码

学生在使用系统的过程中，后台自动记录此次行为的学生信息、行为编码、时间等信息，本研究使用平台自 2020 年 9 月 25 号到 2021 年 1 月 18 号的产生的所有日志记录，系统行为编码如表 2 所示。

表 2 学术读写系统行为编码方案

编码	行为	解释
A	阅读论文或笔记	学生进入阅读论文的页面（页面下方有学生记录的笔记）的操作
B	记录笔记	学生记录笔记的操作
C	删除笔记	学生删除笔记的操作
D	提交统整	学生提交笔记的操作
E	查看统整	学生进入统整页面的操作
F	查看论坛	学生进入论坛的操作
G	添加课程论文	学生提交课程论文的操作
H	查看课程论文	学生进入课程论文页面的操作
I	查看反馈	学生进入自动反馈页面的操作
J	添加回复	学生在论坛中给其他同学回复的操作
K	查看回复	学生查看其他同学给论坛中某条发言回复的操作
L	点赞	学生给其他同学回复点赞的操作
M	完成测试	学生完成测试的操作
N	预测分数	学生完成测试前预测分数的操作
O	查看分数记录	学生查看自己测试分数记录的操作
P	开始测试	系统确定题目，学生开始测试的操作
Q	反思	学生进入反思页面（包括本次测试分数，题目与自己的答案）

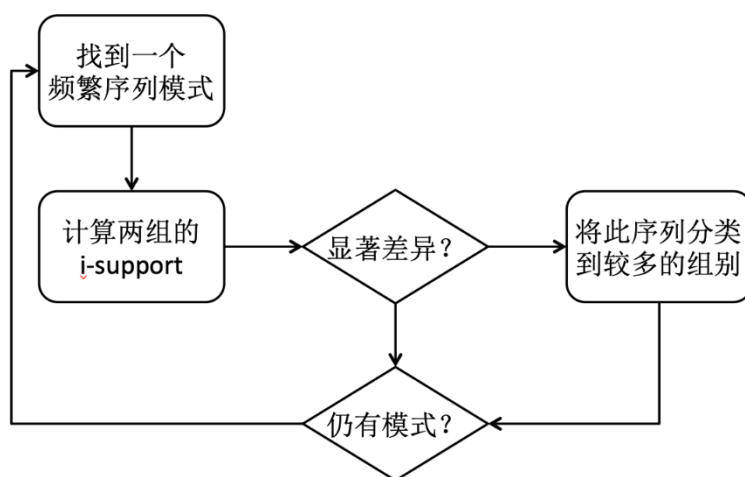


图 3 差异化序列模式挖掘算法

5. 研究结果

5.1. 不同自动反馈下的学生行为差异性分析

两组学生在第九周（加入较为详细的自动反馈）前后行为频次变化如图 4、图 5 所示，两组学生前后都有差异的行为序列有 g->i、h->i 和 i->h，这表明不论是学生学习成效如何相比只有字数的反馈，他们都对较为详细的反馈更加有兴趣，会更积极完成相应操作。高文本质量组学生除去上述三组与查看反馈行为有关的序列外，其他行为序列前后没有明显差异，

这表明较详细的自动反馈对学习成效较好学生的行为模式影响并不大。低文本质量组学生前后有差异的行为序列还有 e→a（查看统整后阅读论文或笔记）、f→e（查看论坛后查看统整）和 h→g。e→a 与 f→e 这两组行为序列在加入相比的较为详细的自动反馈功能后频次都在下降，考虑到两组数据一个在课程前期一个在课程后期，该组学生可能因为随着课程的进行对课程热情下降导致部分两组行为序列发生的频率下降。h→g 行为序列，在添加课程论文操作前都会进行查看课程论文操作，所以此行为序列等同于添加课程论文行为，有明显差异且频次增加，这可能是由于添加较为详细的自动反馈后促使低文本质量组学生更加积极的去修改课程论文，提高了学生的写作兴趣，这与王淑雯（2011）的研究结果相似。

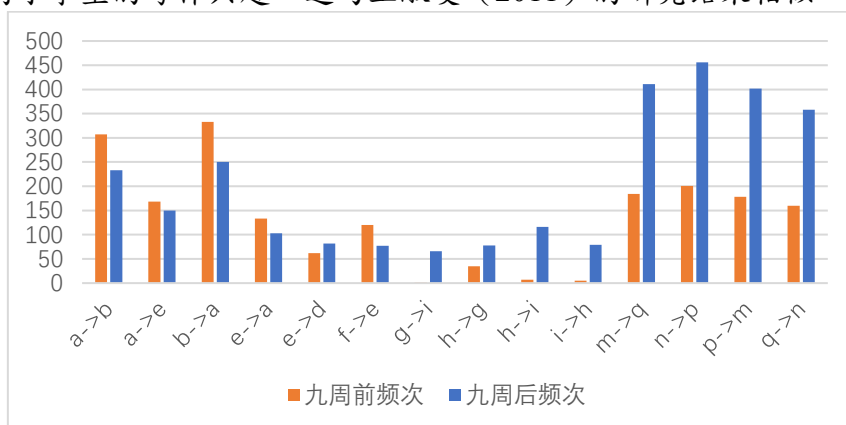


图 4 低文本质量组学生行为频次变化

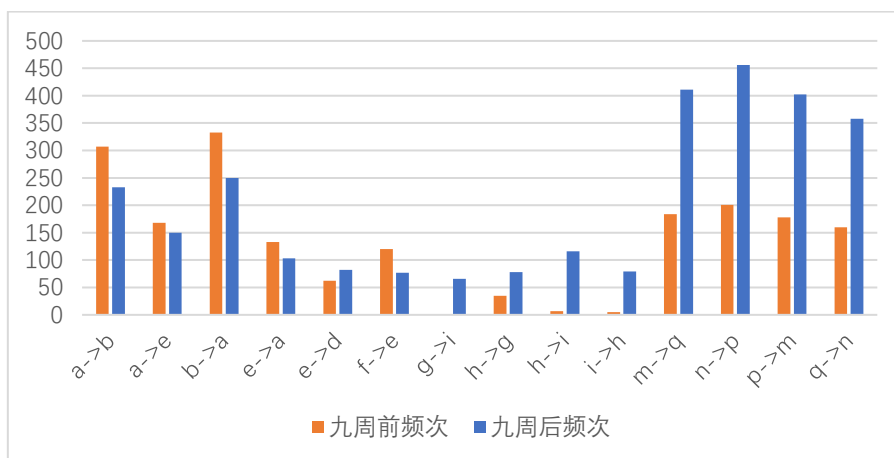


图 5 高文本质量组学生行为频次变化

5.2. 不同学习成效学生的行为差异性分析

由于篇幅限制，本小节只选取课程前九周的行为数据进行分析，两组学生行为序列频次如图 6 所示，存在明显差异的行为序列有 e→d、f→a 和 h→g。e→d 和 h→g 表明高文本质量组的学生对提交统整与添加课程论文更加积极，f→a 则可能是高文本质量组的学生会在看到他人的统整时通过回顾文章来思考他人的理解。

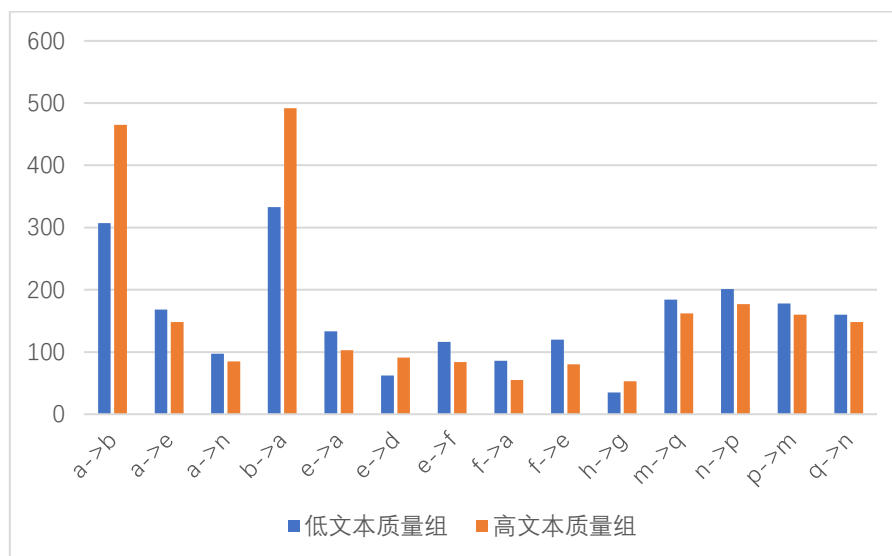


图 6 两组学生行为序列频次

6. 讨论与建议

本研究对在线学习环境下 27 名同学一学期的行为进行了观察分析，通过差异序列模式挖掘算法分析数据、探讨研究问题。虽然分析了三组不同情况下的学生行为差异，发现了不同学生或不同情况下的行为差异，但本研究仍然存在一些局限性。首先，本研究的研究对象较少，时间也比较短，最终总体数据量偏少，一些行为序列频次的平方差很大，也就导致了多组序列即使频次差异非常大，但之间并没有明显差异。第二，5.1 小结中前后两种情况不仅有反馈功能的差异，还有学期前后的差异，这也可能是造成行为差异的一个原因，后续可以将两种不同的环境放在两个不同的学习，尽可能减少条件的影响。第三，当前对于过程行为数据的分析方法有关联规则挖掘、序列模式挖掘、聚类、隐马尔可夫模型，序列模式挖掘相比关联规则挖掘与聚类可以对存在时序的序列进行挖掘，但相比于隐马尔可夫模型并不能对数据的隐含特征进行挖掘，在之后的研究中可以使用隐马尔可夫模型来对数据进行更深入的探究。

致谢

参考文献

- 何克抗. (2002). e-Learning 的本质. 电化教育研究, 1(4).
- 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, 4, 25-30.
- 赞恩, & 伯奇. (2008). 为在线学习提供有效的反馈. 开放教育研究, 14(1), 53-57.
- 舒莹, 姜强, & 赵蔚. (2019). 在线学习危机精准预警及干预: 模型与实证研究. 中国远程教育, 8.
- 张琪. (2015). e-Learning 环境中大学生自我效能感与深度学习的相关性研究. 电化教育研究, 4, 55-61.
- 刘智, 王亚妮, 郑年亨, 刘三, 孙建文, & 杨重阳. (2017). 高校 SPOC 环境下学习者行为序列的差异性分析研究. 中国电化教育, 7, 88-94.
- 王淑雯. (2011). 利用自动评分系统进行在线英语写作反馈. 成人教育, 8, 115-116.
- Okaz, A. A. (2015). Integrating blended learning in higher education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 600-603.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- López-Pérez, M. V., Pérez-López, M. C., & Rodríguez-Ariza, L. (2011). Blended learning in higher education: Students' perceptions and their relation to outcomes. *Computers & education*, 56(3), 818-826.
- Hong, B., Wei, Z., & Yang, Y. (2017, August). Discovering learning behavior patterns to predict dropout in MOOC. In *2017 12th International Conference on Computer Science and Education (ICCSE)* (pp. 700-704). IEEE.
- Tripathi, A., Yadav, S., & Rajan, R. (2019, July). Naive Bayes Classification Model for the Student Performance Prediction. In *2019 2nd International Conference on Intelligent Computing, Instrumentation and Control Technologies (ICICICT)* (Vol. 1, pp. 1548-1553). IEEE.
- El Aissaoui, O., El Alami, Y. E. M., Oughdir, L., & El Alloui, Y. (2018, April). Integrating web usage mining for an automatic learner profile detection: A learning styles-based approach. In *2018 international conference on intelligent systems and computer vision (ISCV)* (pp. 1-6). IEEE.
- Kinnebrew, J. S., Loretz, K. M., & Biswas, G. (2013). A contextualized, differential sequence mining method to derive students' learning behavior patterns. *Journal of Educational Data Mining*, 5(1), 190-219.
- Ayres, J., Flannick, J., Gehrke, J., & Yiu, T. (2002, July). Sequential pattern mining using a bitmap representation. In *Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining* (pp. 429-435).

不同学习类型下学习者专注度与手环数据的关系研究

Research on the relationship between learner's attention and bracelet data under different learning types

谭律岐^{1*}, 徐珺岩², 黄雨祺³, 李朔菲⁴, 郑颖琳⁵

¹²³⁴⁵ 北京师范大学教育技术学院

* 1050459513@qq.com

【摘要】 专注度是衡量学习过程的重要指标, 本文期望构建一种简单有效的测量方式, 即以便携式手环采集的数据来反映学生的专注度。首先设计实验采集了 10 位学习者在视觉型、交叉型、听觉型和动觉型四种学习类型下的专注度和手环数据, 通过对数据的分析, 证明了在不同学习类型下, 专注度与皮肤电、心率和温度存在不同程度的相关关系。最后, 针对听觉型和其他学习类型建立了手环数据和专注度的线性方程。

【关键字】 专注度; 心率; 皮肤电; 学习类型; 手环

Abstract: Attention is an important indicator to measure the learning process. This article hopes to construct a simple and effective measurement method, that is, to reflect the attention of students with the data collected by the portable bracelet. First, the experiment was designed to collect the attention and bracelet data of 10 learners under the four learning types of visual, cross, auditory and kinesthetic. Through the analysis of the data, it was proved that under different learning types, attention There are different degrees of correlations between the degree of skin electricity, heart rate and temperature. Finally, a linear equation of bracelet data and attention is established for auditory and other learning types.

Keywords: attention, heart rate, electrodermal activity, learning types, bracelet

1. 前言

专注度 (attention) 是学习者的心理活动指向和集中于某种事物的能力, 影响学习的效率与效果 (Chiang, Hsiao, & Liu, 2017), 是衡量学习过程的重要指标。测量学习者专注度的方法主要分为三种, 自我报告、面部表情识别和生理信号识别。其中自我报告的历史最为悠久, 然而存在主观性强和社会赞许效应等问题 (王迎, 孙治国, & 刘述, 2017), 难以真实客观地实时反映学习者的专注度水平。面部表情识别与生理信号识别具有真实、能够实时检测等优势, 然而在实际应用过程中, 由于课堂人数众多, 而眼睛、嘴巴等区域面积较小且易存在遮挡等问题, 面部表情识别难以精确测量学习者的专注度 (郭赞 et al., 2020)。而目前基于生理信号的专注度测量侧重于采集非侵入式脑电数据, 其检测方法简单, 但由于电极距离神经元较远, 信号信噪较低, 对后处理的要求较高, 同时脑电设备将学习者置于非自然的学习状态下, 且设备较为昂贵, 难以在实践中大面积推广。

有研究表明皮肤电、心率与专注度具有相关关系 (Artifice, Sarraipa, & Jardim-Goncalves, 2018), 并且二者能够通过便携式手环测量, 然而目前尚未建立可推广的映射模型。因此本研究拟探究学习者的心率、皮肤电等数据与学习者专注度的关系。同时, 为提升模型精度, 本研究引入学习类型变量, 并建立不同学习类型下专注度与手环数据的线性方程。

2. 文献综述

2.1. 基于生理信号的专注度测量

近年以来, 已经出现一些研究运用学习者的生理数据测量专注度, 有的研究中也称作注意力。已有研究证实, 脑电图输出的 θ 、 α 和 β 值与自我报告测量的用户注意力之间分别存在相关, 且三者之间存在显著差异 (Melinscak, 2016), 这意味着使用脑电图 (EEG) 测量出的数据表征注意力的合理性。A. Artifice (2018) 基于心电图采集的数据提取 HRV (心率变异率) 时域和频域的特征, 提取频域的 HF (高频) 和 LF (低频) 特征表征注意力, 发现注意力与这两者呈正相关, 说明注意力可以用这两种 HRV 特征进行表征。可以发现, 在目前已有的研究中, 已经证明了脑电图、心率等指标与注意力的高度相关, 可以提取这些数据的部分维度和指标表征注意力。

2.2. 不同学习类型下的专注度差异

随着专注度测量手段的日趋成熟, 不少研究者开始将研究视角转向学习专注度的影响因素上来, 探究可能影响学习者专注度的外部和内部因素。其中, 学习类型被证明是直接影响学习专注度水平的外部因素。

20 世纪前后, 国际上出现了一批学者探究学习任务特征对学习者的认知投入的关系, 例如 William 等 (1997) 探究了数学学习中任务复杂性对学习者的认知投入的影响。与之相比, 中国学者在研究中更多从学习任务或活动的视角出发, 讨论基于各种学习情境下, 学习者专注度水平的主要影响因素。例如, 王志军等人 (2019) 发现, 学习资源中的图、文、声、像以及交互五类要素, 通过作用于学习者的视觉、听觉和触觉等多种感觉通道来影响学习者的专注度, 一方面激发学习动机而引发学习投入, 另一方面支持学习者发展而正向促进学习专注度。杨九民等人 (2020) 在其研究中发现, 在线教学情境中, 学习者在视觉型的学习线索中对内容的注视次数更多、时间更长, 而且视觉型线索比言语型线索更能吸引学习者的注意力。

由此可见, 不同的学习类型会对学习者的专注度水平产生不同程度的影响。然而, 几乎没有学习者从视觉、听觉、动觉等感官维度进行学习类型与专注度的关系研究。因此, 本研究将立足于学习者感知觉维度, 将学习类型划分为视觉型、听觉型、动觉型和交叉型, 探究不同学习类型下学习者专注度与手环数据的关系。

3. 研究过程

3.1. 被试、工具与材料

某大学 10 名教育技术学专业在读学生被邀请参与本次实验, 其中 8 名女生, 2 名男生。研究采用脑电设备获取被试的即时专注度水平, 采用手环采集被试的心率、皮肤电等数据。此外, 本研究准备了三份以“性教育”为主题的英文学习材料: 文本阅读材料、视频材料和音频材料, 分别对应视觉型、交叉型和听觉型学习。

3.2. 实验流程

在实验开始之前，我们给被试提供了本次学习相关的英文生词、重点词列表，供被试参考。在实验过程中，10名被试被要求在计算机上依次进行视觉型、交叉型、听觉型、动觉型学习，每种类型的学习时间约为10分钟。在视觉型学习中，被试需要阅读一份英文文本材料，并且不允许有用笔勾画等的行为；在交叉型学习中，被试需要观看两段视频，视频中包含有画面及英文字幕；在听觉型学习中，被试需要听一段TED演讲音频；这三部分的材料均与性教育有关，因此最后在动觉型学习中，被试需要依据之前的学习内容，在10分钟内撰写一段英文短文。每种类型的学习之间，均安排了5分钟的休息时间，供被试休息及设备调试。实验全程被试需佩戴脑电设备和手环，以采集专注度及心率、皮肤电等数据。

3.3. 数据处理与分析

3.3.1. 数据预处理

本研究选择的便携式手环记录的温度(TEMP)、皮肤电(EDA)、血容量脉冲(BVP)、心率(HR)四项数据作为初步的自变量。由于脑电采集的专注度数据与手环采集的部分数据采样率不一致，故需先对其进行转换。本研究以脑电数据的时间为基准，将所有数据进行整合，按照其采样率计算每秒的均值，将采样率统一至1Hz。

在检查数据时发现，有1位学习者的数据部分缺失，故将该学习者剔除。由于不同学习者手环数据的基准有所差异，因此对每个学习者的4项手环数据均进行z-score标准化处理。此外，本研究将专注度数据等级化，[0, 40)为低等级，记为0，[40, 60)为中等级，记为1，[60, 100]为高等级，记为2。

4. 研究结果

4.1. 相关分析

通过对手环各项数据与专注度进行斯皮尔曼相关分析，发现在四种学习类型下，学习者的速率、皮肤电与学习者的专注度水平均具有相关关系，而温度仅在视觉型和交叉型学习与专注度显著相关。此外，四种学习类型下专注度等级与BVP均无相关关系，因此在后续的相关系数差异性检验与线性回归建模中剔除了该项指标。

4.2. 相关系数差异性检验

由4.1可知，学习者在进行不同类型的学习时，其表现出的专注度等级与皮肤电、速率以及温度存在不同程度的相关性。为进一步探究这些相关程度之间是否存在差异，本研究又采用方差分析进行了不同学习类型下各项指标之间的差异性检验，结果表明，四种学习类型下，专注度与皮肤电、温度的相关系数之间并不存在显著差异，而在与速率的相关系数上显示出了差异，即不同学习类型在专注度与速率的相关性上可能呈现出不同的情况，因此，本研究对专注度等级与速率的相关性做了进一步比较，结果表明，听觉型学习与其他三种类型的学习相比具有显著性差异，即在听觉型学习中，学习者的专注度等级与速率的相关关系与其他三种学习类型具有显著差异。

4.3. 多元回归分析

由相关系数的差异性检验可知，在听觉型学习类型下，学习者的专注度等级与速率的相关性和其他三种学习类型存在显著差异。由此推断，对于听觉型和其他学习类型，速率、皮肤电、温度等手环指标对学习者的专注度的预测力度可能存在差异，为提升回归方程的预测精度，针对听觉型学习和其他类型学习分别建立回归模型。

4.3.1. 听觉型专注度预测模型

将与专注度等级显著相关的皮肤电和心率作为自变量，采用多元回归分析法预测听觉型学习类型下学习者的专注度。皮肤电和心率两项变量均是回归方程的显著变量。相关系数为0.176 ($R=0.176$)，联合解释变异量为0.031 ($R^2=0.031$)，即两项自变量能够预测专注度3.1%的变异量。多元回归方程为：专注度等级= $0.039EDA-0.132HR+1.13$ 。

4.3.2. 视觉型、动觉型、交叉型专注度预测模型

首先整合三个不同学习类型的数据，计算专注度等级与皮肤电、心率、温度等指标的相关关系。专注度与心率相关系数为-0.16， $p<0.05$ ，为显著负相关；专注度与温度相关系数为-0.075， $p<0.01$ ，为显著正相关，专注度与皮肤电不相关。

接下来，将与专注度等级显著相关的心率和温度作为自变量，采用相同方法归分析法预测视觉型、动觉型和交叉型等其他学习类型下学习者的专注度。温度变量被纳入专注度等级的回归模型。相关系数为0.069 ($R=0.069$)，联合解释变异量为0.005 ($R^2=0.005$)。多元回归方程为：专注度等级= $-0.054TEMP+1.09$ 。

5. 讨论与反思

从相关分析的数据结果看，EDA、HR与专注度都是存在相关关系的，这说明能够以EDA和HR等心电数据为基础，使用一些预测模型预测用户专注度。

研究在数据处理的时候发现，整体上手环数据和专注度的相关性很低，即便是HR这样的显著相关变量，相关系数也并不高，呈弱相关。从收集数据的角度寻找原因，研究认为，由于脑电数据与手环数据的采集是相互独立的，后续数据校准步骤可能存在一定的偏差。此外，研究并不能保证手环所测量的数据是标准的，如手环采集的心率是通过脉搏进行计算的，这和之前的一些研究中所采用的心电图的心率可能存在一定的区别。最后，研究的实验环境未能排除环境温度、设备故障等无关变量对数据采集的潜在影响。从实验设计的角度而言，本研究未考虑学习者之间的英语能力水平以及对本次学习主题先前知识经验、兴趣与动机的差异，这些可能也会对学习者的专注度产生影响。从数据分析的角度而言，本研究为了得到尽可能多的数据，采用了脑电的采样率1s作为时间切片，但并未验证其合理性，这可能是最终拟合程度差的原因之一。此外，用线性方程这种简单的拟合模型，实则是忽略了其关系的复杂性。

希望未来的研究者能在测量学生的脑波与生理特征时，严格控制实验环境的条件如学习材料的难度、室内温度、设备舒适度、学习者先前知识经验等无关变量，并核对不同设备所采取的时间是否标准。同时，类似研究可以尝试对时间进行更大范围的切片，如3s、5s等，并且探索更为合适的拟合模型，数据的拟合度可能会更高。

参考文献

- 王志军 & 冯小燕(2019)。基于学习投入视角的移动学习资源画面设计研究。 *电化教育研究* (06),91-97。 doi:10.13811/j.cnki.eer.2019.06.012。
- 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。
- 郭赞, 张剑妹, & 连玮(2020)。基于头部姿态的学习注意力判别研究。 *科学技术与工程*, 20(14), 5688-5695。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Artifice, A., Sarraipa, J., & Jardim-Goncalves, R. (2018). Methodology for Attention Detection based on Heart Rate Variability. *Paper presented at the 2018 IEEE 22nd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES)*.
- Chiang, H. S., Hsiao, K. L., & Liu, L. C. (2017). EEG-Based Detection Model for Evaluating and Improving Learning Attention. *Journal of Medical and Biological Engineering*.
- Derbali, L., Chalfoun, P., & Frasson, C. (2011). Assessment of Learners' Attention While Overcoming Errors and Obstacles: An Empirical Study. *Paper presented at the International Conference on Artificial Intelligence in Education*.
- Melinscak, F. , Montesano, L. , & Minguez, J. . (2016). Asynchronous detection of kinesthetic attention during mobilization of lower limbs using eeg measurements. *Journal of Neural Engineering*, 13(1), 016018.
- William, G., & Clarke, D.,J. (1997). Mathematical task complexity and task selection. In D. Clarke, P. Clarkson, D. Gronn, M. Horne, L. Lowe, M. Mackinlay, & A. McDonough (Eds.), *Mathematics: Imagine the possibilities (Proceedings of the 34th annual conference of the Mathematical Association of Victoria, pp. 406-415)*. Melbourne: MAV.

协作问题解决学习中认知投入动态变化模式挖掘研究

——基于量化民族志的分析方法

Mining Dynamic Pattern of Cognition Engagement in Collaborative Problem Solving: A

Quantitative Ethnography Analysis Approach

冯硕¹, 王姝文¹, 李洋洋¹, 方静¹, 张立山^{1*}

¹ 华中师范大学人工智能教育学部

*lishan.zhang@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 基于量化民族志的方法，本研究开展课堂实验，以小组所产出的概念图评价其学习成效，基于认知科学理论对学生协作过程中的认知投入情况进行质性编码，随后使用滞后序列分析和认知网络分析两种数据挖掘和建模技术，对其认知投入的动态变化模式进行挖掘发现：相比于学习成效不高的小组，高学习成效组的个体认知投入转移更多更频繁，群体网络的构成及随时间尺度的变化上亦具有显著差别。据此，本研究从质量结合、个体与群体结合角度阐释了协作认知投入变化。

【关键字】 认知投入；概念图；协作问题解决学习；模式挖掘；量化民族志

Abstract: Based on Quantitative Ethnography analysis approach, this paper conducted a quasi-experiment, evaluating groups' concept mappings and coding students' cognition engagement. Then, LSA and ENA were used to mine the dynamic patterns of cognition engagement. Our study shows: (1) Compared with the lower learning achievement group, cognition engagement transferred more frequently in the higher learning achievement group. (2) The structure of the two groups' network and the changes over time were significantly different. Accordingly, this research interpreted the change of cognition engagement from the perspectives of quality and quantity, as well as individual and group.

Keywords: Cognition engagement, Concept mapping, Collaborative problem solving, Pattern mining, Quantitative ethnography

1. 研究背景

概念图可以刺激学习者的左右脑，加深理解(Larkin et al., 1987)。学生们通过构建结点及结点之间的联系，完成内隐知识的外显表达，进而整理、归纳自己的思路。协作问题解决学习可以发展学生的问题解决能力、促进知识的运用、转化和迁移。

量化民族志旨在对质性编码数据构建量化模型进行描述，架起定性研究和定量研究的桥梁(Shaffer, 2017)。量化民族志作为一种方法论思想，包括多种数据挖掘方法(吴忭 et al., 2021)，比如滞后序列分析和认知网络分析。滞后序列分析是挖掘学习者的时间序列行为模

式的算法，被广泛运用于学习分析研究中，特别是研究学习者的操作模式和学习路径(杨现民 et al., 2016)。该方法可以描述学习者的学习状态转换规律，在对协作学习编码的分析上有广阔应用前景。常用研究工具是 GSEQ。认知网络分析法通过网络关系描述各要素的动态发展以及相关联系。研究工具是认知网络分析网站。本研究欲通过这两种数据挖掘方法发现群体认知投入变化模式。

2. 编码框架

我们根据 ICAP 框架(Chi et al., 2014)、协作问题解决学习活动分类框架(蔡慧英, 2016)和 ATC21S 协作问题解决能力评估框架(Hesse et al., 2015)设计了面向个体协作学习认知活动的分类框架，如表 1，并开展 80 分钟的实验，9 名学生（3 人一组）需要首先阅读材料自主画概念图，随后进行讨论形成共识概念图。编码工作由两位研究人员完成，对 6 名学生进行编码（第二组学生因设备故障未进行编码），共得到 986 个编码。对每名学生的编码进行检验，所得 kappa 系数在 0.64-0.84 之间，说明每个学生的编码信度可靠(Landis et al., 1977)，研究者进行协商直至完全一致。

表 1 编码框架

一级维度	二级维度	三级维度	含义
小组内部自发活动	与学习无关的活动	技术调试相关活动(1)	学生进行软硬件设备调试
		脱离学习(2)	学生明显不在小组讨论活动中
	协调活动	团体计划(3)	学生讨论任务分配策略
		团体信息共享(4)	组员分享信息以达到非知识层面的共识
	有效学习活动	被动学习(5)	学生被动接受知识
		主动学习(6)	学生主动做出了与知识操作相关的行为
		建构学习(7)	学生对材料有超出材料含义的自己的理解
		互动学习(8)	在同伴的理解基础上构建自己的理解
小组外部引起的活动	接受教师或助教干预(9)		受到教师、助教影响及后续影响的状态

3. 分析及结果解释

3.1. 概念图评价

在概念图的评分上，蔡慧英(2016)据 Linn 等(2006)提出的知识整合框架，开发了小组学习制品图片数据的评价量规。本研究亦以该量规对概念图从语法和语义角度进行评价，以 1-4 分进行打分。实验任务是让学生根据学习材料和所学知识梳理智能导学系统的体系架构，回答 5 个问题。两小组概念图的得分情况为：第一组语法得分 3+2+2+3+4=14，语义得分 4+2+1+3+4=14；第三组语法得分 4+3+3+3+4=17，语义得分 4+3+3+3+4=17。由此可知，第三组的协作学习成效略优于第一组，体现在绘制的概念图结构更加清晰、内容更加准确。

3.2. 个体认知投入滞后序列分析

使用 GSEQ 软件对所得编码进行滞后序列分析，得到残差表。当 $Z > 1.96$ 时， $p < 0.05$ ，路径转化才具有显著性，根据路径显著性画出图 1 所示的协作学习认知活动转换图。

第一组（学生 1、学生 2 和学生 3）共有 21 个行为路径存在显著差异，第三组（学生 7、学生 8 和学生 9）共有 32 个行为路径存在显著差异。第三组的认知活动转换路径更多、更复杂，以此反映出的协作程度更多，从而更有效促进了群体认知。具体来说：

(1) 第三小组每个学生的互动学习与被动学习活动转换路径的 Z 值均高于第一小组。由此表明第三小组的转换频率更高，互动的轮次更多。

(2) 第一组有效学习活动与非有效学习活动转换路径仅有 1 条显著（建构→接受教师干预），第三组共有 4 条路径显著（主动→团体信息共享、脱离学习→主动、团体信息共享→主动、建构→脱离学习）。相比第一组，第三组有效学习活动与协调活动转换更频繁。

(3) 学生 1 和学生 3 的脱离学习活动转换路径（脱离学习→脱离学习）存在显著性，表明两名学生脱离学习的状态在一段时间内连续发生，且学生 3 的有效学习活动转换仅有两条路径具有显著性。这说明了第一组内部活动稳定且认知投入程度低。

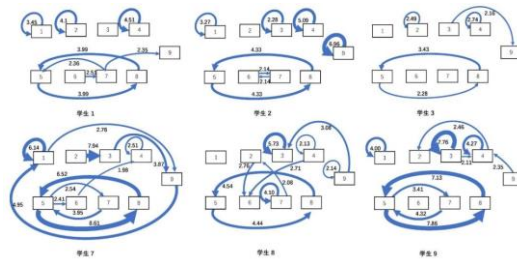


图 1 协作学习认知活动转换图

3.3. 群体认知投入网络构建及分析

认知网络分析的基本步骤是以节（Stanza）为单位根据编码的共现频率构建邻接矩阵，每节有多行编码片段；然后计算整个对话的所有节的邻接矩阵生成邻接向量，归一化和奇异值分解后生成网络在二维平面的投影。设置每节即为每个编码片段。

生成第一组和第三组学生的认知投入网络质心图，如图 2 左所示。画出第一组和第三组的认知投入网络投影图以及两者的差，如图 2 右所示。第一组的强连接集中于投影图左侧即诸多非有效学习状态，第三组的强连接集中于右侧，即有效学习状态。由此可知，网络构成上两个组存在明显的差别，第三组的认知投入质量更高。

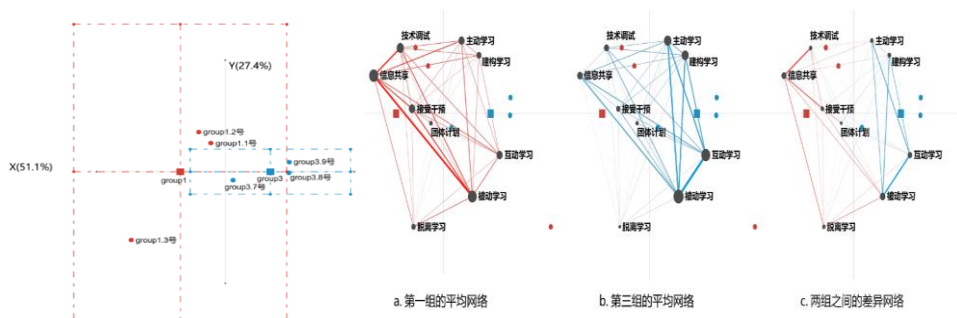


图 2 第一组和第三组学生的认知投入网络质心图及投影图

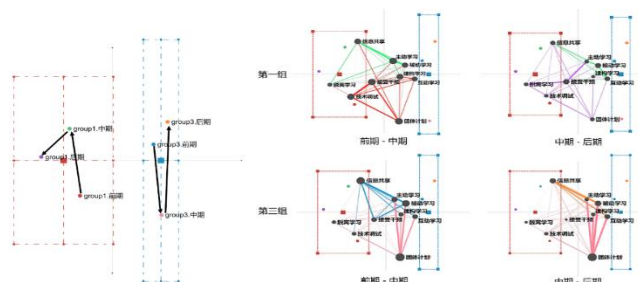


图 3 第一组和第三组各时间段群体认知投入网络质心图

及各时间段群体认知投入网络相减图

将协作过程分为三个时间段，生成第一组和第三组的网络质心图，如图 3 左所示。从图中可以看出两组的群体认知投入发展轨迹存在显著差异：随着时间的推进，第一组的网络质心首先转移到上方，然后向左下方移动；第三组的网络质心由横轴附近移动到下方，然后移动到上方。画出第一组和第三组各时间段的群体认知投入网络投影叠减图，如图 3 右所示。可以看出，在群体认知投入的演化上，第一组大致为“非学习状态——有效学习状态——非有效学习状态”，认知投入状态不稳定；第三组的协调学习和有效学习状态较为稳定，在三个时间段都有体现，处于协调和有效学习穿插进行的状态，代表了小组整体的协作质量较好。

4. 总结与讨论

本研究对认知投入变化模式进行了从质性到量化的挖掘，发现：（1）在组内个体状态转移方面，相比于低协作成效组，高协作成效组内个体的状态转换频率更高，有效学习活动与协调活动转换更频繁。（2）在小组群体认知投入网络构成方面，低协作成效组具有更多的非有效学习状态，高协作成效组具有更多的有效学习状态。（3）在群体状态随时间尺度变化方面，高协作成效组的认知投入发展差异不大，状态较稳定且质量高，而低成效组的状态具有一定的起伏且质量较低。

我们假设了学生在某时刻的学习状态是单一的，这种方法的优点是可以有效表征学生学习状态的时序变化，解决了固定时间片段编码或者编多个码难以体现时间的弊端。我们采取了“话语优先，行为次之”的策略，这会使编码效度有轻微的衰减。所以如何达到一定的平衡是本研究下一步的研究重点。

致谢

本项目受到华中师范大学中央高校基本科研业务费专项资金资助（项目名称：课堂协作学习的智能助教研究，编号：CCNU20ZN006）。

参考文献

蔡慧英(2016)语义图示工具支持的协作问题解决学习的研究。(博士学位论文), 华东师范大学, 上海。 Available from Cnki

吴忭, & 彭晓玲(2021)。 量化民族志：一种融合定性与定量的教育研究方法。 *现代远程教育研究*, **33(02)**, 63-72。

杨现民, 王怀波, & 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。

Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational psychologist*, *49*(4), 219-243.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem solving skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 37-56): Springer.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive science*, 11(1), 65-100.
- Linn, M. C., Lee, H.-S., Tinker, R., Husic, F., & Chiu, J. L. (2006). Teaching and assessing knowledge integration in science. *Science*, 313(5790), 1049-1050.
- Shaffer, D. W. (2017). *Quantitative Ethnography*. Madison, WI: Cathcart Press.

“行为向量化+序列模式挖掘”：一种学习行为分析的新方法

"Behavior Vectorization + Sequential Pattern Mining": a New Method of Learning Behavior

Analysis

李亭亭¹，冯硕¹，李洋洋¹，侯恩硕¹，张立山^{1*}

¹ 华中师范大学人工智能教育学部

*lishan.zhang@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 基于计算机的学习环境可以采集学生大量的学习行为数据。经典序列模式挖掘算法可用于发现学生的典型学习交互模式，从而有助于研究者对学生学习过程的理解。然而，这些经典序列模式挖掘算法无法对相似的学习行为进行有效聚类，因此在学习行为种类繁杂的情况下表现不佳，所挖掘的序列模式缺乏代表性。本研究利用学习行为向量化的预处理手段，尝试性解决了上述问题，并利用名为“小雅”的学习管理系统上所采集的 6941 条学习行为数据对此方法进行了验证。

【关键字】 序列挖掘；word embedding；学习行为；学习分析

Abstract: A computer-based learning environment can collect a large amount of student learning behavior data. Classical sequential pattern mining algorithms can be used to discover learning interaction patterns of students, thereby helping researchers to understand the learning process of students. However, existing algorithms cannot effectively cluster similar learning behaviors. Therefore, they perform poorly when there are too many different types of learning behaviors existed. This study proposes a preprocessing method of learning behavior vectorization to try to solve the issues. To evaluate the method, 6941 learning behavior records collected from the learning management system, named "Xiaoya" were used.

Keywords: Sequence mining, word embedding, learning behavior, learning analysis

1. 引言

学习分析是以理解和优化学习及学习发生之环境为目的，所进行的有关学习者及其环境的数据之测量、采集、分析和报告(Siemens & Long, 2011)。学习分析不存在特定的分析技术和方法，本文采用序列模式挖掘的相关方法进行学习行为分析的相关实现，在此基础上，运用 word2vec 这一训练词向量的工具模型，对学生的行为数据进行向量化、可视化，并辅以聚类的方法对行为数据进行处理，从而生成有效的学习行为序列。

2. 相关研究

序列模式挖掘是指从序列数据库中寻找频繁子序列作为模式的知识发现过程，最早是由 Agrawal 和 Srikant 提出的(Agrawal & Srikant, 1998)。SPAM 算法将数据库中的位图存储技术引入序列模式挖掘中(Ayres, Flannick, Gehrke, & Yiu, 2002)，仅需对序列数据库扫描 2 次，但是只有序列数据库中的序列信息能完全的存入内存时 SPAM 挖掘效率才较高而且位并行技术存在缺陷(王虎 & 丁世飞, 2009)。学生学习行为方面，Emara 用 DSM 算法研究了学生的协作方式(Emara, Rajendran, Biswas, Okasha, & Elbanna, 2018)用 SPAMc 算法和情节挖掘结合挖掘学生的学习行为。Nesbit(Nesbit, Zhou, Xu, & Winne, 2010)用顺序模式挖掘来研究 gStudy 中的自我调节。word embedding 是文本表示的一类方法，是将非结构化的数据信息转变为结构化的信息。word2vec 是一种主流的 word embedding 算法，是一种基于统计方法来获得词向量的方法(Mikolov, Chen, Corrado, & Dean, 2013),用于将自然语言中的字或者词转化为计算机可以理解的稠密向量。Grbovic 使用 word2vec 模型用于商品推荐(Grbovic et al., 2015)。Grbovic 和 Nemanja 解决了 query 和相关 ad (广告) 匹配问题(Grbovic et al., 2016)，通过将 query 和 ad 都映射到同一语义空间中，利用 cosine 相似度获取相关 ad。本研究尝试将 word embedding 技术应用于教育研究中，并结合传统的序列模式挖掘方法探究学生的学习行为。

3. 研究技术

SPAM 算法是由 Jay Ayres 提出的，在算法中引入了深度优先搜索策略，使用垂直位图的数据库表示，对数据库只需要进行 2 次扫描。核心就是采用深度优先遍历，使用 S 扩展和 I 扩展扩展顺序模式。SPAM 算法的输入是序列数据库和用户指定的阈值 minsup ($[0,1]$ 中的值代表百分比)。SPAM 的输出是序列数据库中出现的的所有频繁序列模式（子序列出现在数据库的 minsup 序列以上）。embedding 将大型稀疏向量转换为保留语义关系的低维空间。通过将高维数据映射到较低维空间来解决稀疏输入数据的核心问题。word2vec 是常见的一种 embedding 的方法，将词表征为实数值向量的一种高效的算法模型，利用深度学习的思想，把对文本内容的处理简化为 K 维向量空间中的向量运算，而向量空间上的相似度可以用来表示文本语义上的相似，核心的技术是根据词频用 Huffman 编码。基本思想是通过训练将每个词映射成 K 维实数向量，通过词之间的距离来判断它们之间的语义相似度。

4. 研究过程

4.1. 实验数据

我们的数据是来自小雅系统中的学生的行为数据，包括学生的 id、时间、动作、动作解释等行为数据，学生行为一共有 34 种动作，对其进行数字编码。

4.2. 超参数的选择与实验结果

4.2.1 SPAM 算法超参数选择

SPAM 算法的约束有支持度 minsup,最小模式长度,最大模式长度以及间隔约束。将最小模式长度设置为 3,最大模式长度设置为 10,支持度分别设置为 0.4,0.6,0.8,间隔约束分别设置为 1 和 3 来进行实验,对约束条件进行排列组合生成 6 个实验。

表 2 SPAM 算法支持度前 10 条结果

1: opened opened set	6: set edited added
2:opened, opened, opened, opened, answered, answered, answered, answered, answered, answered	7: answered answered answered answered answered answered answered answered submitted opened
3: added added added edited edited edited edited	8: undo undo undo
4: added deleted added	9: deleted added edited
5: set added added	10: submitted opened opened

实验结果表明,间隔约束设置过长时,会挖掘出较多的序列模式,连续动作下的序列意义较大,所以结果着重分析间隔约束为 1 的实验组。对于学生学习行为,minsup 越大,该行为越有价值。所以文中的实验结果的描述中均采用间隔约束为 1,minsup 为 0.8 的约束。

4.2.2. embedding 及聚类中 k 的选取

运用 word2vec 模型训练,得到每个行为词对应的行为向量。然后计算两个词向量之间的相似性距离或距离。用 k-means 的方法对行为进行聚类,选用手肘法与轮廓系数法相结合的方法来确定 k 取值为 6,表 3 的六类行为反映了学生的学习行为及状态。在概念图构建中,学生的元认知能力至关重要,结合自我调节学习理论(Zimmerman, 2002),学生的六类行为分别代表了课堂操作、任务操作、知识建构 a、知识建构 b、分析行为、反思行为。

表 3 学习行为聚类结果

课堂操作:logged-out join created applauded closed exported imported started
任务操作:registered opened answered submitted sign-in downloaded logged-in
知识建构 a:copied pasted
知识建构 b:added recover set deleted edited arranged drag-dropped folded unfolded
分析行为:zoom-in zoom-out
反思行为:undo redo

基于聚类划分结果,发现课堂操作中的某些行为和知识建构 b 中某些行为较相似,知识建构 b 和知识建构 a 虽同属知识建构范畴,二者却毫不相关,可见复制粘贴这种被动的知识建构行为和主动思考是有极大差别的。知识建构 b 和分析反思行为也不太相关,也从侧面说明学生在学习过程中一味去完成教师布置的任务,却忽略主动进行分析,以及完成概念图的反思。然后将每一个行为所属的类作为一个项集再应用 SPAM 算法,得到如表 4 的结果。

表 4 向量化聚类后 SPAM 算法支持度前 10 结果

1: 课堂操作 知识建构 b 知识建构 b	6: 知识建构 b 知识建构 a 知识建构 a
2: 任务操作 任务操作 任务操作	7: 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a
3: 任务操作 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a	8: 知识建构 b 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 b
4: 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 b 知识建构 b 知识建构 b	9: 知识建构 b 知识建构 b 知识建构 b 知识建构 b 知识建构 b
5: 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 任务操作 任务操作	10:知识建构 b 知识建构 b 知识建构 b 知识建构 b 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a 知识建构 a

125 个序列模式的支持度为 100%，并且大部分都是知识建构或者任务操作，亦或是两类的结合，可见画概念图、操作网页的概率是较为频繁的。但是却没有分析和反思行为，这反映了学生一味地陷入了知识建构之中，缺少相应的元认知能力及策略，导致缺乏计划、监控和调控。也和我们在进行了行为向量化后得到的结果相吻合。可见我们提出的“行为向量化+序列模式挖掘”的这种新的学习行为分析的方法是有效的。我们将单独使用 SPAM 算法以及在进行了“行为向量化+聚类”后所得到的结果进行了对比，见表 5。发现不论是从挖掘到的项目条数、相同支持度的条目数还是对于较少出现的行为动作的占比均有明显的提高。

表 5 “行为向量化+聚类”前后对比

	SPAM 算法	行为向量化+聚类后
挖掘项目条数	166	181
支持度为 100%的条目数	113	125
“drag-dropped”行为占比	0.4%	55%

综上，学生的行为模式可以直观地通过挖掘结果看到，对于只出现了几次的行为数据，在单独使用 SPAM 算法时不能挖掘出好的效果，在进行了行为向量化和聚类后，可以直观地看到学生会否经常做此类操作；学生进行的操作是在哪些类中，便于我们了解学生的行为以及其反映的学习状态，进而设计学习干预策略、改进教学系统和方法，帮助学习者更好地学习。

5.讨论

本研究将 word2vec 方法应用于在线行为序列的挖掘场景中，以期有效解决传统序列挖掘算法挖掘模式较多的问题，用 SPAM 算法得到的序列模式在一定程度上由于行为的数量太多导致我们不能很好的分析挖掘结果，当根据这些行为本身的语义对其进行建模，计算出学习行为本身的相似关系，继而对其进行聚类划分，将语义空间上相似的行为合并，挖掘出的频繁模式的数量会相对减少，并且在用自然语言处理的方法建模的过程中，对学习行为有一个清晰的认知。虽然 SPAM 算法在位图上进行了改进，提高了算法的执行效率，但针对学习行为的挖掘的应用场景来看，算法的约束条件相对较少，在以后的工作中，可以针对我们的研究内容对算法进行进一步的改善；其次，虽然我们的数据维度很大，但数据项目数较少，今后的研究中可以适当地增加，取得更好的效果；最后，我们将 word2vec 模型应用于学习行为分析研究当中，但对于 word2vec 方法和序列模式挖掘结合的方法还可以进一步完善。

致谢

本项目受到华中师范大学中央高校基本科研业务费专项资金资助（项目名称：课堂协作学习的智能助教研究，编号：CCNU20ZN006）。

参考文献

- 王虎, & 丁世飞. (2009). 序列模式挖掘研究与发展. *计算机科学*, (12), 20-23.
- Agrawal, R., & Srikant, R. (1998). Fast algorithms for mining association rules. *Paper presented at the VLDB 1998*.
- Ayres, J., Flannick, J., Gehrke, J., & Yiu, T. (2002). Sequential pattern mining using a bitmap representation. *Paper presented at the Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Emara, M., Rajendran, R., Biswas, G., Okasha, M., & Elbanna, A. A. (2018). Do Students' Learning Behaviors Differ when they Collaborate in Open-Ended Learning Environments? *Proceedings of the Acm on Human Computer Interaction, 2(CSCW)*, 1-19.
- Grbovic, M., Djuric, N., Radosavljevic, V., Silvestri, F., Baeza-Yates, R., Feng, A., . . . Owens, G. (2016). Scalable semantic matching of queries to ads in sponsored search advertising. *Paper presented at the Proceedings of the 39th International ACM SIGIR conference on Research and Development in Information Retrieval*.
- Grbovic, M., Radosavljevic, V., Djuric, N., Bhamidipati, N., Savla, J., Bhagwan, V., & Sharp, D. (2015). E-commerce in your inbox: Product recommendations at scale. *Paper presented at the Proceedings of the 21th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining*.
- Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., & Dean, J. (2013). Efficient estimation of word representations in vector space. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*.
- Nesbit, J. C., Zhou, M., Xu, Y., & Winne, P. H. (2010). Advancing Log Analysis of Student Interactions with Cognitive Tools. *Proteins-structure Function & Bioinformatics, 78(2)*, 447–456.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education.
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice, 41(2)*, 64-70.

探究眼動儀進行數位教材之學習分析與評估

Use Eye-Tracker To Conduct Learning Analytics And Assessments of E-Learning

盧怡玟¹，王怡萱^{2*}

^{1,2}淡江大學教育科技學系

*a95009611@gmail.com

【摘要】 本研究透過文獻探討，瞭解應用眼球追蹤技術於不同數位教材之相關研究，並對未來教學設計者給予運用眼動儀學習分析之建議，同時也提供應用眼動研究於數位學習分析之未來可進一步探究主題與方向。

【關鍵字】 數位教材；眼球追蹤；學習分析與評估

Abstract: The study explored the research on using eye-tracking tools for different e-learning applications, summarized the reviewed literatures, and provided suggestions of the research topics for further study.

Keywords: E-learning, Eye-tracker, Learning analytics and assessments

1. 前言

本研究透過文獻探討彙整與歸納數位學習教材之類型及探討應用眼動追蹤技術於數位學習之相關應用方式，並於歸納出學習者在數位教材中的學習成效，最後針對眼球追蹤技術與數位教材結合眼動儀之相關研究進行彙整，探究眼動儀對於數位教材之數位學習分析。

2. 文獻探討

數位教材有多種類型，如電子書教材的互動設計讓學習者依據自己的學習步調與需求，決定學習的速度，符合不同學習者的個別差異以及學習需求（劉育玟，2021）。數位遊戲類型教材，其使用科技輔具融入遊戲式教學法不僅能讓教師授課更加順暢，學生還能獨立學習，最後的學習效果進步，使得教師、學生及家長三方都能獲益良多（鄭佩文，2020）。在虛擬實境(Virtual Reality, VR)與擴增實境(Augmented Reality, AR)形式教材上，運用VR與AR技術在醫護界除了能改善傳統醫護實務與教育的不便利性，在未來將大幅提升醫護的工作方式及執行效率（謝旻儕、林語瑄，2017）。另一方面，在眼動相關研究中有不同檢測與追蹤眼球運動之研究應用類型，如利用紅外線光源，使受測者眼睛角膜和瞳孔產生反射圖像，或利用圖像感測器採集眼睛與反射的圖像，藉由注視點軌跡設置可了解受測者注視資訊（郭俊霆、郭德瑜、蘇美琳，2019），常用的分析注視點類型整如下表1。

表1 眼動分析說明（郭俊霆、郭德瑜、蘇美琳，2019）

注視點軌跡	說明	注視點軌跡	說明
Fixation Map 軌跡圖	顯示受測者觀看的軌跡與注視點，注視位置以數字表示，可了解視覺路徑先後順序，若注視該區域越久注視點越大。	Opacity Map 注視圖	顯示內容區分，受測者觀看該區域次數與時間越長，越清晰，觀看時間越少，內容則越暗。
Heat Map 熱點圖	顏色區分受測者觀看該區的時間與觀看次數，越紅表示該區域觀看時間與次數越長越多。	Bee Swarm Displays 蜂群圖	點表示個體之眼動訊號，針對畫面進行動態視覺分析，顏色區別出不同視覺軌跡形成，可輸出影片。

透過搜尋文獻，已有許多將眼動儀應用於數位學習有之研究，如：(1)運用眼動儀探討數位原生廣告的廣告效果之研究初探，其研究模擬真實網站與原生廣告情境，運用眼動儀記錄

瀏覽者眼球實際凝視各區塊的時間長短，作為衡量受試者的瀏覽行為，而眼球凝視廣告與主網站的凝視時間，主要由眼動儀偵測與記錄，接著運用 Area of interest (AOI) 區塊擷取瞳孔移動的指標進行評估，並結合問卷方式詢問其廣告效果，最後進行統整分析與結論（邱于平、張淑楨，2019）(2)以眼動儀進行認知歷程-以國立自然科學博物館特展為例，運用眼動熱點圖與眼動軌跡資料比對，探討不同性別間文字興趣區凝視次數、圖片興趣區凝視次數、凝視時間視覺軌跡在不同性別與年齡中之認知歷程（李銘峰、陳桂霞，2021）。(3)應用 AR 於國小自然與生活科技教材之學習成效與動機研究，使用 AR 於數位教材相較於傳統圖卡的教學，AR 對於學童的學習動機影響較佳（許一珍，2019）。(4)應用眼動儀裝置於虛擬實境等學習情境亦可能為後續研究議題，如：360 度虛擬介面設計、探討不同學習者(新手與專家)在虛擬實境情境中的行為模式與注視方向等（Sharma, Malhotra, Chandra, Singh, Mittal, 2016）。

3. 研究流程

研究流程包含資料蒐集、文獻分析及撰寫結論與建議三個部分。第一階段先根據現有眼動儀相關文獻進行彙整與分析，並論述文獻內容之數位學習分析的特性；第二階段藉由統整文獻資料的分析內容，透過分析眼動追蹤技術於數位教材之文獻的凝視點、回視及興趣區域等指標，對受測者眼動資訊進行較客觀的分析，最後提出研究結論建議，以助未來數位教材開發者能作為教材設計規劃參考。

4. 結論與建議

根據文獻分析與探討後發現，運用眼動儀可協助教育與數位教材發展之優勢包含：(1)藉由眼動資訊可呈現學習者自然學習的狀態下之學習成效。(2)觀察學習者在教材上運用眼動儀顯示的圖、文興趣區凝視次數與凝視時間視覺軌跡，可評估學習者對於教材的注意力與吸引力。(3)透過眼動儀了解學習者在 AR 與 VR 中進行教學之成效，可知學習者在虛擬空間中進行實際體驗是否達到學習成效。在教學者規劃課程教材上，也可透過應用眼動之資料蒐集進行相關反思，如：(1)作為教學者進行數位教材教學時的教學策略評估。(2)藉由眼動資料進行評估，針對多類型數位教材進行教學流程設計，同時了解實際教學之學習成效。最後，針對眼動儀進行數位學習分析。最後，本文提出以下建議：(1)可將眼球追蹤技術應用於網路攝影機，提高便利性、和普及性。(2)目前關於擴增實境結合眼動儀之研究相較於其他數位教材稍微略少，可往此方向進行設計。(3)可將眼動設備融入市面上已上架之虛擬實境頭盔中，探討虛擬實境結合眼動儀進行教學之更多元研究。

5. 參考文獻

1. 劉育廷(2021)。互動式電子書融入國小六年級國語文教學對學生寫作表現之影響。國立臺中教育大學教師專業碩士學位學程碩士論文。
2. 李銘峰、陳桂霞(2020)。以眼動儀進行認知歷程-以國立自然科學博物館之拿麼厲害特展為例。國立臺中教育大學教育資訊與測驗統計研究所碩士論文。
3. 鄭佩文(2020)。科技輔具融合數位遊戲式教學對於提升國中學障生的學習興趣及成效探討。臺灣教育評論月刊 2020，9（9）。頁 154-161。
4. 郭俊霆、郭德瑜、蘇美琳(2019)。眼動儀研究與應用。亞東學報第 39 期，民國 108 年 12 月，127-134。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
5. 許一珍(2019)。應用擴增實境於國小自然與生活科技教材之學習成效與動機研究。中科學報第6卷第1期暨教育特刊，第105至116頁，DOI:10.6902。
 6. 邱于平、張淑楨(2019)。運用眼動儀探討數位原生廣告的廣告效果之研究初探。電子商務研究，2019年秋季第17卷，第3期。頁225-246。
 7. 謝旻儕、林語瑄(2017)。虛擬實境與擴增實境在醫護實務與教育之應用。護理雜誌，64卷6期。
 8. Greeshma Sharma, Saloni Malhotra, Sushil Chandra, Sushil Chandra, Sushil Chandra(2016). Evaluating orientations to virtual interfaces using eye tracking. *International Journal of Scientific Research in Information Systems and Engineering (IJSRISE)*, 2(1). 2380-8128.

C8: STEM 与创客教育

國小學童程式運算思維能力分析：以 mBot 機器人為例

An Analysis on Computational Thinking Skills for Elementary School Students: An Example of mBot

周保男¹，陳育賢²

¹國立屏東科技大學技術及職業教育研究所

²國立台南大學教育學系

【摘要】本研究旨在探討不同年級國小學童在 mBot 機器人教學活動中的運算思維差異情形。本研究採個案研究法，共 15 名國小學童為研究對象。學生以小組方式編寫機器人程式設計，並進行五次程式任務闖關。於教學結束後，透過小組程式設計內容來瞭解學生的運算思維能力。研究結果發現，不同年級學生的運算思維能力並無明顯差異。

【關鍵字】運算思維、教育機器人、個案研究、程式設計

Abstract: The study aimed to investigate the difference of computational thinking for varied grades of elementary school students who received mBot instruction. The study adopted a case study methodology. Research subjects were 15 students from a public elementary school. Different groups of students engaged in robot programming design and undertook five programming challenges. After the completion of the instruction, students' programming content was examined to understand their computational thinking. The research results showed that no significant difference on computational thinking was found between fourth and fifth grade students.

Keywords: Computational thinking, Educational robotics, Case study, Programming design

1. 研究背景與動機

各先進國家皆不斷跟著資訊科技的進步而調整資訊課程走向與內涵，目前程式語言教育正是各國努力進行的願景。在 2012 年，東歐靠近波羅的海的一個小國-愛沙尼亞便開始建立一個計劃名為「Proge Tiiger」，並於小學一年級便開始進行程式語言教學（Liu, 2014）；英國在 2014 年 9 月將程式語言也正式將程式納入義務教育，從 5 歲開始便開始瞭解什麼是演算法，而 7 歲便開始嘗試如何解決問題並開始撰寫稍微複雜的程式（DOEE, 2013）；美國則是在 2015 年將電腦科學納入通識教育，又隨即在 2016 年提出「Computer Science for all」，預計培育大量的程式設計教師來教導學生，使學生們具備基礎的程式編寫能力（White House, 2016）。

「運算思維」（Computational thinking, CT）一詞由 Wing 提出，指的是透過電腦科學來解決問題、設計系統、理解人類行為的基本概念，不只侷限於電腦科學家而是每個人都應該擁有的基本能力。除了閱讀、寫作與算術以外，我們應該替每個孩子的分析能力中增加運算思維，使孩子在面對問題時使用抽象和分解的能力，來為問題找到更容易解決的方式（Wing, 2006）。運算思維跟程式語言教學的關係是緊密相關，運算思維雖然並不等於程式語言的教學，但是程式設計則是創作運算作品最主要的方式，也是輔助運算思維的過程所需的重要工具（Grover, Cooper, Pea, 2014）。

目前而言，最廣為國民小學階段學童接受的程式語言軟體則是 Scratch。此軟體為 block-based 區塊層級的視覺化程式語言，其開發目的是為了引導國中小階段學生學習程式語言的

基本概念，學生可透過拖拉不同的積木程式方塊，如：動作、控制、事件、運算、偵測等來組合想要執行的指令邏輯，在程式語言中基礎的功能中，如：變數、陣列、情況判斷及運算等觀念都可以透過簡單的組合方式在短時間內讓學生學習並瞭解。多數的研究指出，利用Scratch 軟體進程式語言教學，對於學生的自我效能與學習成就是有助益的（Chou，2018）。

mBot 是以 Scratch 程式語法為基底的教育機器人，其開發板上面已搭載了按鈕、LED 燈泡與單音效等硬體設備，除了搭配馬達可操控使之移動已外，還可以透過擴充各種不同的模組，如：紅外線模組、表情模組、數字板模組、光線感應器、巡線感應器、陀螺儀...等擴充模組來增加其功能或是改變其外型來達到欲開發的功能。目前因為價格低廉，大量被應用於國中小學的電腦課程當中，相關研究也證實其學習成效(Chou, 2018)。

本研究以 mBot 機器人為教學工具，並以 Scratch 為基底的程式設計軟體 mBlock 來進行教學，使用「做中學」的教學引導方式進行動手實作，讓學生瞭解機器人的各個組件與套件，以及學習到機械運作的原理，並透過 mBlock 視覺化程式語言軟體，使學童們的學習焦點置於高階運算思維上。本研究主要目的為探討中年級、高年級國小學童在 mBot 機器人教學活動中的運算思維差異情況。

2. 文獻探討（運算思維能力量表）

本研究介紹兩種較為學界使用的量表：

(1) Bers 運算思維能力量表

在 Bers 等人（2014）研究中，53 名孩童使用教育機器人進程式設計，在每一節課中，教師會使用李克特式六點量表來進行多種概念評分，確定學生是否使用正確的指令，若有需要會進行學生對話以獲得更多關於學生的運算思維學習。例如，表 1 詳列學生透過編寫程式讓機器人跳舞，所需要使用的指令與達成的目標，教師藉此評量學生是否可以完成任務或目標。

表 1 Bers 評量之李克特式六點量表評量運算思維

李克特式量表		正確指令
5	完成目標、任務或理解的成就	開始，前進，後退，前進，搖動，旋轉，結束（全部正確）
4	完全實現目標、任務或理解	開始，前進，前進，前進，搖動，旋轉，結束（第二前進應該向後）
3	部分完成目標、任務或理解	開始，前進，後退，搖動，結束（缺少前進和旋轉）
2	目標，任務或理解的完成非常不完整	開始，搖動，旋轉，結束（缺少前進，後退，前進）
1	沒有完成目標，任務或理解	開始，搖動，結束（缺少前進，後退，前進和旋轉）

0 沒有嘗試/其他 儘管有幫助和提示，但孩子並沒有嘗試任務

(2) Atmatzidou & Demetriadis 量表

Atmatzidou 與 Demetriadis (2016) 進行教育機器人教學活動後，透過問答題的方式來評量學生運算思維。該量表是以問答題的形式呈現，並透過問題的引導讓學生以紙筆方式描述思維的過程。評量可為三人或四人為小組共同回答，評分的標準則是依照學生答案的內容由評分人員以李克特式四點尺度作為評量學生運算思維能力概念的標準，如表 2 所示。

表 2 Atmatzidou & Demetriadis 量表

運算思維技巧	題目
抽象化 (Abstraction)	這兩個程序中的機器人行為有什麼共同之處？ 你會如何描述這種行為？ 它們之間有哪些共同程式結構？ 哪些訊息是你實際上需要的？那些是非必要的訊息？
普遍化 (Generalisation)	請為上述活動提出更通用的解決方案。 建議的方法更通用嗎？為什麼？
演算法 (Algorithm)	逐步編寫機器人可以執行問題的步驟。 我需要採取哪些步驟來解決問題？
模組 (Modularity)	你之前接觸過哪些程式代碼？ 你有創建過自己的 blocks 嗎？ 它們代表的是什麼？ 你是否希望以後遇到問題時會需要使用這些特定代碼的某部分？
分解 (Decomposition)	我可以將這些複雜的問題分解成更小的問題嗎？ 我可以解決和解釋較小的問題，並為複雜的問題建立解決方案嗎？

本研究在分析上述兩種量表後，認為 Atmatzidou & Demetriadis 量表較適用於國中以上程度的學生，Bers 量表偏重國小以下的學童。由於本研究對象為國小學童，因此採用 Bers 量表做為評定學生在教育機器人活動中的運算思維能力。

3. 研究設計

3.1. 研究方法

本研究採用個案研究法 (case study)，其方法是透過實際觀察社會，並且將透過觀察得到的相關資料作有系統的組織，並以一個整體的社會單位為觀察對象，可以是個人、家庭、團體、機構或社區，並從深入該研究自然情境的參與者的觀點來進行探討 (Yin, 2003)。本研究觀察重點為一群參與機器人教學的國小學童，因此欲利用個案研究法詳實紀錄學童在課堂中所進行的機器人任務，探索學童透過 mBot 機器人進行學習程式語言是否可使其運算思維提升。

3.2. 研究場域

本研究場域為某國小電腦教室，教師授課時採用螢幕畫面廣播使學生電腦螢幕畫面與教師的電腦畫面同步，學生亦可利用教室左右空間進行 mBot 機器人之程式測試。

3.3. 研究對象

本研究對象為參加課後 mBot 社團的 15 位國小中年級與高年級學生。學生皆已學習過基礎的電腦操作與文書處理軟體，擁有基本的電腦操作能力，但皆未於學校的正式課程中或其它課後補習教育中學習過程式語言，故在此研究之學習起點皆為相同。此 15 位學生在教學活動中共分成 5 組，每組 3 位學生，中年級學生 2 組，高年級學生 3 組。

3.4. 教學活動設計

社團活動時間為每週一次，每次上課時間為 1.5 小時，共計 13 週。前八週為 mBot 各組件與 mBlock 程式語言練習，在教學過程中，學生先透過教師講述與示範，進而進行仿做。後五週為任務闖關，每組須完成指定程式任務，此五週亦是本研究分析的重點。表 3 為本研究的教學活動設計一覽表。

表 3 教學活動設計

週次	課程主題、內容
1	mBot 組裝、mBlock 程式介紹
2	馬達的前進、後退、左轉、右轉
3	板載按鈕元件
4	超音波感應器元件
5	變數運用 (1)
6	循線感應器
7	板載 LED 燈元件
8	變數運用 (2)
9	任務闖關 1：消防車
10	任務闖關 2：偵測障礙轉圈後停止
11	任務闖關 3：循規蹈矩
12	任務闖關 4：聲納尺規
13	任務闖關 5：聲控控

3.5. 教學科技工具

本研究使用 mBot 與 mBlock 作為教學科技工具。mBot 機器人主控板上即建立多項組件可供使用者學習及使用，如蜂鳴器、光線感應器、RGB LED 燈，讓學童在學習上可透過內建之組件即可進行學習，並可透過 RJ-25 線材外接不同的感應器於上方的 1 至 4 埠，以進行不同操作。mBlock 的介面如同 Scratch 一樣，共分成了舞台區、背景、角色設定區、工作窗格

以及程式編輯區，學童不必花費太多時間背誦複雜的文字指令，可透過如同積木式的程式語言排列組合以及修改文字或數字來達到程式語言的編寫，進而達到程式語言的學習。

3.6. 量化資料分析

本研究利用 Bers 量表分析各組學生在五項任務中的程式作品，再進行統計分析。敘述統計統整各項任務的得分狀況，推論統計則是使用 t 檢定分析各組的運算思維差異情形。

4. 研究結果與討論

4.1. 中高年級運算思維差異

表 4 統整出各組在各項任務的得分狀況。本研究為瞭解中年級組與高年級組進行相同的程式任務後，其運算思維能力提升是否有顯著差異，分別將高年級組及低年級組之程式量化後進行獨立樣本 t 檢定以檢驗兩組間在運算能力思維能力是否達顯著差異，如表 5 所示。研究統計發現，其運算思維能力分別為：高年級組的平均數為 4.07、標準差為 1.33；中年級組的平均數為 3.5、標準差為 1.65，兩組的整體表現沒有達到顯著差異 $t=0.95$ ， $p=.101$ ，表示高年級組的運算思維能力與中年級組的運算思維能力具同質性。

表 4 中年級、高年級任務得分

	中年級		高年級		
	G1	G4	G2	G3	G5
任務一	2	1	5	5	5
任務二	5	5	5	4	4
任務三	5	2	2	4	2
任務四	5	5	5	5	5
任務五	3	2	4	5	1

表 5 中、高年級運算思維能力獨立樣本 t 檢定分析表

	平均數（標準差）		獨立樣本 t 檢定	
	高年級組（N=9）	中年級組（N=6）	t	p
運算思維能力	4.07 (1.33)	3.50 (1.65)	.95	.101

4.2. 各組別運算思維能力差異比較

為瞭解各組別的得分與全體組別的得分是否有差異，本研究透過母體平均數（3.84）進行各組別單一樣本 t 檢定，得出結果如表 6 所示。G1 的平均數為 4.00、標準差為 1.41， $t=.25$ 、 $p=.813$ ，並沒有達到顯著差異；G2 的平均數為 4.20、標準差為 1.30， $t=.62$ 、 $p=.570$ ，並沒有達到顯著差異；G3 的平均數為 4.60、標準差為 0.54， $t=3.10$ 、 $p=.036$ ，有達到顯著差異；G4 的平均數為 3.00、標準差為 1.87， $t=-1.00$ 、 $p=.372$ ，並沒有達到顯著差異；G5 的平均數為 3.40、標準差為 1.82， $t=-.54$ 、 $p=.617$ ，並沒有達到顯著差異。由此以可得知，中年級組皆未有所差異，而高年級組別(G3)的得分則明顯有顯著差異。

本研究進一步將不同年級組別的得分進行分析，以得知在相同年級間不同組別其運算思維概念是否有所差異。中年級組別進行獨立 t 檢定的結果如表 7 所示，研究結果為 $t = .95$ 、 $p = .242$ ，並沒有達到顯著差異，由此可知中年級組別間運算思維概念能力具同質性。高年級男生組別進行獨立 t 檢定的結果如表 8 所示，研究結果為 $t = 1.414$ 、 $p = .007$ ，顯示高年級男生組別是有顯著上的差異，換言之，高年級男生組別 G3 的運算思維概念能力優於 G5 組別。此外，高年級女生組與高年級男生組進行獨立 t 檢定的結果如表 9 所示，研究結果為 $t = .264$ 、 $p = .936$ ，並沒有達到顯著差異，可得知高年級男生與女生間運算思維概念能力具同質性。

表 6 各組別運算思維能力單一樣本 t 檢定

組別	平均數（標準差）	單一樣本 t 檢定 （母體平均數：3.84）	
		t	p
G1：男生組 （中年級）	4.00（1.41）	.25	.813
G2：女生組 （高年級）	4.20（1.30）	.62	.570
G3：男生組 （高年級）	4.60（0.54）	3.10	.036*
G4：男生組 （中年級）	3.00（1.87）	-1.00	.372
G5：男生組 （高年級）	3.40（1.82）	-.54	.617

* $p < 0.05$

表 7 中年級運算思維能力獨立樣本 t 檢定分析表

	平均數（標準差）		獨立樣本 t 檢定	
	G1 (N=3)	G4 (N=3)	t	p
運算思維能力	4.00 (1.41)	3.00 (1.87)	.95	.242

表 8 高年級男生組別運算思維能力獨立樣本 t 檢定分析表

	平均數（標準差）		獨立樣本 t 檢定	
	G3 (N=3)	G5 (N=3)	t	p

運算思維能力	4.60 (0.54)	3.40 (1.82)	1.414	.007
--------	----------------	----------------	-------	------

* $p < 0.05$

表 9 高年級女生組別與高年級男生組別運算思維能力獨立樣本 t 檢定分析表

	平均數 (標準差)		獨立樣本 t 檢定	
	高年級女生組 (N=3)	高年級男生組 (N=6)	t	p
運算思維能力	4.20 (1.30)	4.00 (1.41)	.264	.936

4.3. 任務相關性分析

本研究將任務之難易度與各組得分及得分平均數彙整如表 10，並進行各任務之難易度相關分析。

表 10 任務難易度與得分平均數

任務	難度	組別					平均數
		G1	G2	G3	G4	G5	
任務一	易	2	5	5	1	5	3.60
任務二	中等	5	5	4	5	4	4.60
任務三	中等	5	2	4	2	2	3.00
任務四	偏難	5	5	5	5	5	5.00
任務五	偏難	3	4	5	2	1	3.00

(1)任務一難易度：易，各組之得分平均數為 3.60，G1 與 G4 其得分未高於平均數；G2、G3、G5 其得分高於平均數。從結果得知，得分未高於平均數之組別皆為中年級，得分高於平均數之組別皆為高年級。

(2)任務二難易度：中等，各組之得分平均數為 4.60，G3 與 G5 其得分未高於平均數；G1、G2、G4 其得分皆高於平均數。從結果得知，得分未高於平均數之組別 G3、G5 為高年級；而高於平均數之組別則包含中年級兩組與高年級一組。

(3)任務三難易度：中等，各組之得分平均數為 3.00，G2、G4 及 G5 其得分未高於平均數；G1、G3 其得分高於平均數。從結果得知，得分未高於平均數之組別包含一組中年級組別及兩組高年級組別；而高於平均數之組別則包含一組中年級組別及一組高年級組別。

(4)任務四難易度：偏難，各組之得分平均數為 5.00，所有組別得分皆等於平均數。

(5)任務五難易度：偏難，各組之得分平均數為 3.00，G4 與 G5 其得分未高於平均數；G1 其得分與平均數相等，而 G2、G3 得分高於平均數。從結果得知，得分未高於平均數之組別包

含一組中年級組別及一組高年級組別；而等於及高於平均數之組別則包含一組中年級組別及兩組高年級組別。

綜合以上任務難度的整理，任務一共有 3 組得分高於總得分平均數；任務二共有 3 組得分高於總得分平均數；任務三共有 2 組得分高於總得分平均數；任務四則共有 5 組得分等於總得分平均數；任務五共有 2 組得分等於或高於平均數，但從年級來看，除了任務一可明顯看出高年級得分皆高於平均數，以及任務四全部的組別皆完成，其它任務則是中高年級皆有得分高於平均數，亦有低於平均數，可見其難度對於學童而言，不一定較高的難度便代表中年級便無法完成，而較低的難度便代表高年級亦可完成。

5. 結論

在此研究進行前，高年級學童與中年級學童皆未進行過學校的程式語言課程，共同進行 mBot 機器人課程並以小組進行任務式的程式解題，其結果可發現中年級組與高年級組並沒有明顯的差異，或許是因為參與實驗的學童分別為四年級與五年級，其學習歷程與學習環境較為接近，且未學習過程式語言，故其運算思維概念提升差異並不明顯，若年級改為三年級與六年級，則可能會有不一樣結果。

高年級組別 G3 與所有組別任務平均數比較後達到顯著，其他組別則未達顯著，或許可歸究於該組闖關速度及團隊合作的配合度。在同年級的組別中，中年級組別兩組的的運算思維概念並沒有達到顯著；高年級男生組別則達到顯著，可知組別 G3 運算思維能力除高於其它組別，亦高於同年級組別 G5；進一步將高年級女生組與高年級男生組進行比較，則沒有達到顯著差異，但因本研究女生樣本數較少，有待後續研究進行評估。

學童所進行之任務難度是依照運算思維概念進行設定，越複雜程式積木的難度設定較為困難，在本研究中，難度的設定並非與小組得分成正比，學童在簡單概念上並不一定表現的比複雜概念來的好，且並非高年級在不同任務的得分皆高於中年級，由此可得知，程式難易度與運算思維間並無存在等值的關係。

參考文獻

- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Chou, P.-N. (2018). Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: Evidence from Arduino-based educational robotics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10).
- Department for Education in England (DOEE) (2013, September 11). *National curriculum in England: Computing programmes of study*. [Online forum]. Retrieved from <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- Grover, S., & Cooper, P. (2014). *Assessing computational learning in K-12*. Paper presented in 2014 conference on Innovation & Technology in Computer Science Education.
- Liu, J. (2014). *STEM education students touch space through free robotics programming*

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- competition*. Paper presented in 6th International Conference on Computer Supported Education.
- White House (2016). *Computer science for all*. [Online forum]. Retrieved from <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.

基于设计型学习的学生创新素养培养研究

——以创客教学为例

Research on the Cultivation of Students' Innovative Literacy Based on Design Learning: A Case Study of Maker Teaching

张文梅^{1*}, 祁彬斌²

¹北京师范大学 远程教育研究中心

²北京师范大学 智慧学习研究院

* zwmwenmei@163.com

【摘要】 创新素养是学生核心素养发展与人才培养的重要内容，在新时期培养和发展学生的创新素养，对于提升国家的综合国力和人才竞争力具有重要意义。目前，在实践教学中存在理念定位不清、缺乏有效的模式引导等问题，不利于对创新型人才的培养与发展。文章基于设计型学习，立足学生的创新素养培养，从学习目标、反馈评价和教学活动三方面入手，设计出以教学活动为中心、线上线下相融合的三层阶梯式教学模式，并将其应用于实践教学。结果表明，该教学模式对学生的创新素养培养具有积极影响。

【关键词】 设计型学习；创新素养；创客教育；创造性思维

Abstract: Innovation literacy is an important part of the development of students' core literacy and talent training. In the new era, the cultivation and development of students' innovation literacy is of great significance to enhance the country's comprehensive national strength and talent competitiveness. At present, there are some problems in practice teaching, such as unclear concept orientation, lack of effective model guidance, which is not conducive to the cultivation and development of innovative talents. Based on the theory of design-based learning and based on the cultivation of students' innovative quality, this paper constructs a three-tier ladder teaching model from three aspects of learning objectives, feedback evaluation and teaching activities. This paper designs a teaching mode with teaching activities as the center and online and offline integration. And we apply it to practice teaching. The results show that the teaching model has a positive impact on students' creative thinking.

Keywords: design based learning, innovation literacy, Maker Education, creative thinking

1. 前言

学生发展核心素养是明确学生应具备的适应终身发展需要的必备品格和关键能力，一直是国家关注的重点，也是课程改革发展的重要方向，其包括知识、能力、思维等诸多方面。创新素养作为学生核心素养发展的重要组成部分，包含创新品格、创新思维等多方面综合能力（师保国，等，2017）。然而，通过调研发现，由于陈旧的教学理念、教师缺乏有效的模式引导等问题，在实际教学中对学生创新素养培养的效果欠佳。在对创新素养的内涵研究中，认为“创造性”是创新素养培养的重要表现的观点占据相当比重（Brown R T, 1989），而创造性思维是个体创造性的核心（Guilford, 1967）。设计型学习是一种融合项目设计和知识学习的学习方式（郑炜冬，2011），强调基于创造性活动的实践探究与知识创新，有助于培养学生的创新与实践能力。因此，本文基于设计型学习，探索构建面向学生创新素养发展的教学模式，以切实指导实践教学。同时，以创客教学为例，通过测量学生的创造性思维水平来表征学生的创新素养培养情况，以此探究该教学模式的有效性。

2. 设计型学习与实践类教学

2.1. 设计型学习

设计型学习，又被称为“基于设计的学习”，是一种通过迭代式的实践操作引导学生完成项目设计的探究式学习模式。设计型学习的关键在于设计，它源于实践中的具体问题，是一种有目的且具有创造性的学习活动 (Idi, 2015)。已有的实证研究表明，在教学中应用设计型学习，通过循环的探究、设计过程有助于发展学生的问题解决、协作创新等高阶能力 (Gómez Puente, 2011) (Kafai, 2006)，这与创客教学追求学生实践与创新能力提升的目标不谋而合。设计型学习作为一种具体的探究性学习范式，为实践类课程教学提供了一种具体可行的模式。Nelson (2004) 提出的“逆向思维模型”和 Kolodner (2003) 提出的“基于设计的双循环探究模型”是最著名的两种以设计为导向的学习模型。逆向思维模型从探究的程序入手，创新探究的思维方式，但缺乏具体的操作指导；基于设计的双循环探究模型科学细致地描述了探究设计的整个流程，具有实践指导意义，但模糊了活动的起始环节，在教学实践中易造成混淆。本文以设计型学习为理论根基，整合两种设计模型的优势，结合实践教学问题，提出面向学生创新素养培养的教学模式，以为新时期教学改革提供参考。

2.2. 实践类课程教学

近几年，随着实践类课程走进中小学课堂，与之相关的研究大量涌现，尤以创客教学和 STEAM 教学为多，为学生的创新素养培养提供了路径。Kang 等 (2017) 基于创客教育项目，利用“创客盒子”取代“创客空间”，探究创客教育实践对于学生能力发展的效果。袁莉萍 (2018) 提出的新思维创客设计将想法、体验、转化作为创客课程设计的关键要素，提倡教学设计的趣味性与高效性；赵呈领等 (2018) 结合设计型学习理念的项目式学习和体验式学习策略构建了创客—STEM 教学模式。通过梳理相关文献，发现目前对实践类课程教学的研究多从模式本身出发，设计教学环节，缺乏对教学流程的细致探究，难以为教师提供完整的教学指导范式；同时缺少对学生层面的关注，对于学生高阶素养的培养有所欠缺。

3. 面向学生创新素养培养的教学模式设计

学生发展核心素养的提出为教学改革提供了新的参考依据，创新是新时期学生能力发展关注的重点，实践是创新落地的重要抓手 (甘秋玲、白新文和刘坚, 2020)，对创新素养的培养可以从综合实践活动入手 (师保国、刘霞和余发碧, 2017)。美国著名心理学家 Kaufman 和 Beghetto 认为，创造性的表现具有不同的层次，并将其由高到低分为大 C、职业 C、小 C 和微 C 四个层次 (即 4C 理论) (Kaufman, & Beghetto, 2009)，可分别适应不同人群或人才培养的不同阶段。在基础教育阶段，教学应侧重培养学生对新事物独特、个性化的见解以及生活中的创新意识和创造性表现 (即微 C 和小 C 层次) (师保国、刘霞和余发碧, 2017)。基于文献研究基础，笔者立足于学生创新素养发展视角，以活动设计为核心，融合设计型学习理念，面向学生的创新意识与创造性表现培养，在教学实践中迭代设计形成了如图 1 所示的创客教学模式。

教学模式分为递进的三层：自主检索、设计创新和动手实践，自主检索指学生课前在教师引导下自主进行简单的概念学习和基础操作，设计创新和动手实践则主要面向学生的创新意识培养和实践技能训练。在此过程中，教师的作用分别为引导自学、激发创意和促进反思，分阶段目标具体可阐述为“自主思考、尝试解答”，“协作沟通、设计创新”和“实践探索、

总结反思”。各层级采用不同的教学组织形式，教师的角色从知识传递者到组织引导者再到启发协助者，作用逐渐抽离，给予学生充分的自我发挥空间。

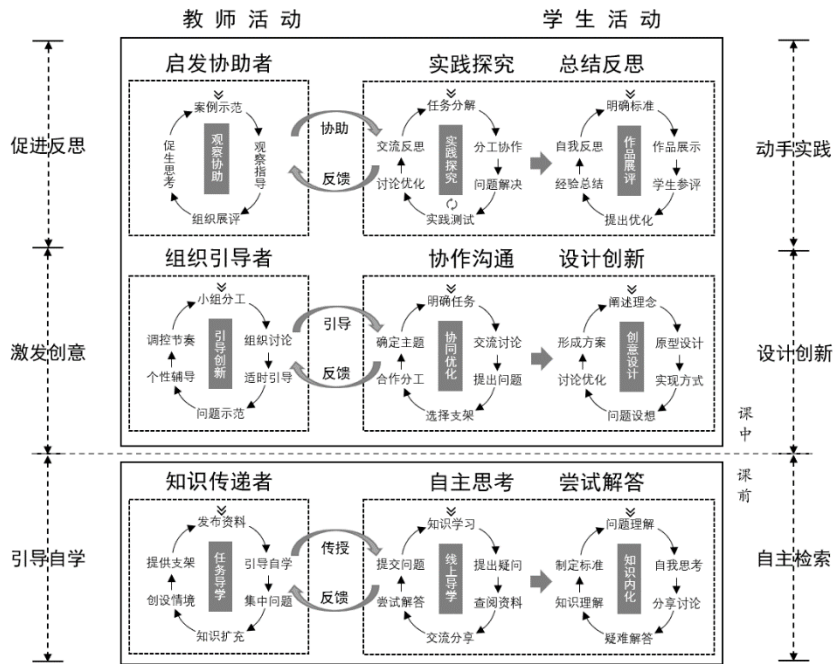


图 1 面向学生创新素养培养的创客教学模式

3.1. 建立目标分层，以学促能发展

学生发展核心素养的提出为教学目标的制定提供了新的参考依据。设计型学习强调对学生能力的渐进式培养，笔者基于对认知科学与目标分层理论的认识，将教学目标分为知识、能力与认知三个维度，各维度的阶段培养目标以金字塔形式呈现：知识维度——按照知识的发生发展过程，知识的学习程度由低到高依次为理解、运用与综合；能力维度——在知识发展的基础上，形成能力提升的梯度目标，依次为整合内化能力、实践协作能力和创新反思能力；认知维度——参考布鲁姆的认知目标分类理论，将认知过程分为知识经验（识记、理解）、学习迁移（运用、分析）、认知拓展（综合、评价）三个阶段。最后将三个维度整合形成学生创新素养的发展目标，按照培养难度，从知识、能力到思维逐级递升，确定教学各阶段目标：理论学习→问题解决→创新实践。

3.2. 灵活组织评价，任务链接教学

在传统课程中，对学生的评价多采用单一的教师评价方式，具有较强的主观性。尤其在实践类课程中，缺少了可量化的成绩考察，教师主体评价难以体现评价对学生学习的促进作用。设计型学习主张学生的参与式学习体验，因此，笔者将“评价”纳入学生活动中，采用学生参与的方式组织评价。在正式课程开始前，教师先与学生共同制定评价标准，让学生明确评价指标，提高学生的学习积极性与课堂参与度。学生评价包括组内自评与组间互评两部分，每次的评价结果由学生评价与教师评价共同组成。在每个阶段性作品完成后，教师都需组织评价，最终的评价结果取自所有阶段性评价的均值，作品评价维度见表 1。

表 1 作品评价设计表

评价领域	评分依据
设计创意 (40 分)	是否表现出了大胆的创新和想象(20) 是否有创意性的想法添加 (10) 是否有新奇的表现形式，如立体呈现 (10)

作品呈现 (30分)	作品呈现是否完整(10) 作品整体是否美观(10) 色彩搭配是否合理(5) 作品是否能完整体现出创作理念(5)
分工合作 (20分)	作品的分工安排是否合理(10) 成员是否积极参与作品制作过程(5) 在合作中是否具有合作意识与团队精神(5)
汇报展示 (10分)	是否能流畅表达出作品的设计理念(5) 是否具体阐述创作过程与创新点(5)

3.3. 多元策略引领，创新活动设计

在实践类课程教学中，学习材料本身的新颖性与趣味性已能引起学生的学习兴趣，如何既让学生保持持续关注，又避免课堂失控情形的出现，构建规范健康的教学环境，这是当前实践类教学亟需解决的问题。为此，笔者通过总结实践教学经验，提出如下活动设计的策略。

3.3.1. 线上线下相结合，增强课堂连贯性

目前，实践类课程在学校多以社团或兴趣班的形式开展，课时安排较少，多为一周一次。这样相对“疏松”的课程安排现状，对于学生的知识培养与技能训练都是不利的。教师可运用现代化通讯手段，将简单知识的学习放在课前，实现对课堂的延伸。课前，学生线上自学、交流讨论，培养问题解决意识；课上教师根据自学反馈，有针对性的进行教学，以提高课堂效率。

3.3.2. 在教学中发现问题，从问题中解析教学

实践性是该类课程教学的主要特征之一。在进入正式的创客活动前，教师需先对新课程的基础知识做一定的讲解，然后再让学生运用设备进行设计创作。但学生在从理论知识到实践技能转化的过程中，往往需经历多次重复的试错，且这种试错具有较明显的个体差异。为了缩短学生的试错过程，教师可采用理论讲解与实践操作相结合的循环教学方式，从学生实践中遇到的问题出发开展教学，并根据知识难度来调控循环次数，一般在一到两次之后，学生就能较为熟练的掌握操作知识。

3.3.3. 现实情境教学，小组协作探究

好的引导与示范方式，能够激发学生的求知欲，成为学习的助推剂。小学生思维活跃，注意力易分散，因此，需要借助一些教学方法吸引学生注意力，引发同理心思考。熟悉的生活情境，会使学生更具沉浸感，在教学中通过引入现实问题情境，让学生有代入感的发挥想象，能帮助学生更快的进入思考状态，完成创意构思。

实践类课程以学生为中心，主张从做中学，因此，教师在教学中应时刻注意学生主体地位的显现，充分调动每个学生的积极性。小组协作是创课教学中常见的一种活动组织，但前期分工的不明确，极易造成“一人动手，多人观望”的情况。教师在组织小组学习时，应合理安排小组人数，分工到个人，让每个人各司其职、参与其中。

4. 面向学生创新素养培养教学模式的实践研究

为检验本文构建的教学模式对学生创新素养的影响，笔者以创客教学为例，通过“不相等实验组对照组前后测准实验设计”（穆肃，2001）开展实验研究。由于创造性思维是创新素养的重要表现之一（甘秋玲、白新文和刘坚，2020），因此本文通过测量学生的创造性思

维变化来反映其创新素养的发展。采用修订版托兰斯创造性思维活动量表(TTCT)测试学生的创造性思维发展情况,通过学生创造性思维的得分与作品创作的过程性情况分析实验结果。

4.1. 研究设计与假设

实验选取南京市乙小学二年级两个班的44名学生为研究对象,其中男生25人(占总人数的56.8%),女生19人(占总人数的43.2%),年龄范围7-9岁,随机分为实验组与对照组。本研究的自变量为教学活动的组织方式,其中实验组采用本文的创客教学模式进行教学,对照组按照现有的创客教学流程(知识讲授型教学活动+动手体验环节)开展教学(具体活动安排见表2)。因变量为创客教学中学生的创造性表现。创造性表现测量以美国心理学教授托兰斯编制的创造性思维测验(TTCT)(Torrance, 2011)作为主要评估工具,依据小学生的思维特点选取言语量表中的产品改造、非常用途和假想分测验以及图画量表测验组合形成修订版托兰斯创造性思维测验,作为本实验的评估工具,从流畅性、变通性和独创性三个维度(Guilford, 1968)进行实验评分。修订后的测验量表经信度检验后,A、B卷的Cronbach's Alpha信度系数分别为0.85和0.89,均具有较高的内在一致性。基于前期的文献阅读与实践研究工作,笔者提出以下两种研究假设:

- H1: 创客教学能够促进学生创造性思维的提升。
H2: 与现有的创客教学模式相比,本文的教学模式能更好地促进学生创造性思维的发展。

表2 对照组与实验组的教学活动安排

阶段	活动设计		
	教学活动	对照组	实验组
第1周	课程简介	3D打印原理与打印笔的使用等知识讲授	3D打印笔及其设备的操作演示,课后以小组为单位查找3D打印的相关介绍,并用打印笔完成一件简单的作品创作
第2—5周	三轮主题创作	教师展示作品样例,讲解操作要领,学生小组合作完成作品	教师通过具体的生活情境引入创作主题,逐步引导学生小组合作经由“构思—设计—实践—探究”等循环过程自主完成作品创作
第6—9周			
第10—13周			
第14周	课程总结	优秀作品展示	学生互评与作品展示

4.2. 实验过程

实验步骤 本实验共持续14周,每周1课时,采用“前测—后测”准实验设计方法(穆肃, 2001)。两组(实验组和对照组)由同一名教师进行教学,以控制教师因素对教学效果的影响。为了缓解学生测试时的紧张情绪,创造性思维测试的题目均以活动命名,测验以情境游戏的形式开展,由教师向学生朗读、解释题目要求,并严格限制施测时间。在教学实验开始前,组织两组学生先进行创造性思维前测(A卷),两组得分未表现出明显差异,因此可作为平行组别开展对照实验。实验结束后,使用修订版托兰斯创造性思维测验B卷对两组学生进行后测。

评分标准 首先,确定各维度计分标准:流畅性维度以有效答案计分,每个1分;变通性维度每个答案类别计1分(重复类别仅记一次);独创性维度按照修订版托兰斯创造性思维测验评分手册计分。其次,根据重要程度对体现创造性思维的三个维度分别赋权。由于独创性是创造性思维的根本属性(Guilford, 1968),因此赋权40%,流畅性和变通性各赋权30%,

即创造性思维=独创性得分*40%+流畅性得分*30%+变通性得分*30%（叶平枝和马倩茹，2012）。最后，严格按照评分手册赋分，计算每个学生创造性思维的得分情况。

4.3. 数据分析

实验结束后，收集整理创造性思维测试的前后测数据，使用 SPSS 软件通过 T 检验方法对实验结果进行量化分析从数据的整体情况来看(见表 3)，对照组创造性思维前测平均得分 14.36，后测平均得分 18.63；实验组前测的平均分为 14.35，后测平均分为 22.18。可见，两组学生的创造性思维在创课教学后均有不同程度的提高。同时，各维度均值与标准差在实验后均有增长，且实验组的增长幅度大于对照组，尤以独创性维度增长最为明显。

表 3 前后测的描述性统计数据

检验变量		创造性思维		流畅性		变通性		独创性	
		对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组
均值	前测	14.36	14.35	20.95	18.61	15.05	15.61	8.90	10.22
	后测	18.63	22.18	21.24	21.74	16.81	19.22	18.05	24.70
标准差	前测	3.63	4.36	5.34	5.41	3.26	4.85	3.63	4.72
	后测	4.67	5.96	5.93	5.39	3.95	4.43	6.31	8.36

4.3.1. 创客教学与创造性思维发展

对同组学生的前后测数据做配对样本 T 检验，分析经过创客教学后学生的创造性思维是否存在差异，实验样本的统计数据见表 2。从表中可看出，两组学生创造性思维前后测的显著性差异判断 P 值均为 0.000，小于 0.05，结果显示实验组和对照组学生在创客教学前后的创造性思维具有显著差异。在具体维度方面，实验组学生创客教学前后的流畅性、变通性和独创性维度的 P 值分别为 0.013、0.001 和 0.000，结果显示创客教学前后这三个维度也表现出显著差异。对照组学生创课教学前后三个维度的 P 值分别为 0.866、0.087 和 0.000，仅独创性思维 P 值小于 0.05，表明独创性维度在创客教学后有显著差异；流畅性和变通性维度的 P 值均大于 0.05，现有数据无法验证创客教学前后存在显著性差异。因此，实验结果支持了创客教学能够促进学生创造性思维提升的假设。假设 H1 得以验证。

表 2 组内配对样本 T 检验结果

配对名称 检验变量		创造性思维前测- 创造性思维后测		流畅性前测- 流畅性后测		变通性前测- 变通性后测		独创性前测- 独创性后测	
		对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组
成对样本检验	t	-4.27	-6.86	-0.17	-2.70	-1.80	-3.64	-7.12	-8.37
	Sig(P)	0.000*	0.000*	0.866	0.013*	0.087	0.001*	0.000*	0.000*

注：*P<0.05 代表结果有显著差异

4.3.2. 教学组织方式与创造性思维发展

使用独立样本 T 检验方法分析两组的前后测数据，分析教学活动的组织方式是否对学生的创造性思维发展存在影响，实验样本的统计数据见表 3。两组学生创造性思维后测的显著性差异判断 P 值为 0.027，小于 0.05，即认为不同教学活动组织方式对于创造性思维发展具有着差异性。在具体维度方面，流畅性、变通性和独创性维度后测的 P 值分别为 0.770、0.065 和 0.002，除独创性维度小于 0.05，其他均大于 0.05，即两组学生的独创性维度在实验后表现出显著差异。由此，实验结果支持了本文的创课教学模式能更好地促进学生创造性思

维培养的假设，可能通过作用于学生的独创性维度影响学生的创造性思维。假设 H2 得以验证。

表 3 组间独立样本 T 检验结果

检验变量 均值的 t 检验		创造性思维	流畅性	变通性	独创性
前测	t	-0.063	1.696	-0.446	-1.461
	Sig (P)	0.950	0.097	0.658	0.151
后测	t	-2.296	-0.294	-1.897	-3.280
	Sig (P)	0.027*	0.770	0.065	0.002*

注：*P<0.05 代表结果有显著差异

4.4. 结果讨论

研究以创造性思维测量为例，从流畅性、变通性和独创性三个维度探究基于设计型学习的教学模式对学生创新素养的培养。测试数据显示，实验结束后，实验组与对照组学生仅在独创性维度表现出显著差异，流畅性和变通性维度虽有不同程度提升，但数据未体现出显著差异。这可能与本文教学模式的设计方向有关，模式设计侧重于引导学生通过资料检索、小组头脑风暴式讨论等方式，激发其创造性思考，因而对于偏向非常规性思维考察的独创性维度的训练效果更明显，而对于表现思维敏捷度的流畅性维度以及表现思维灵活度的变通性维度的效果体现不明显。



(a) 实验组学生成果展示（部分） (b) 对照组学生成果展示（部分）

图 2 学生作品展示

此外，在作品呈现方面，发现前期较简单作品两组并未表现出明显差异，但后期随着主题难度与创作元素的增加，实验组作品在主题内容的多元性与丰富性、团队项目的复杂性与创意性等方面都更为优越。笔者认为这可能是由于学生在初次接触一种新知识并进行实践训练时，需逐步适应并提升技能。前期设置的主题创作内容以巩固熟练学生的基础知识与技能操作为主，培养学生自我建构以形成个性化的“知能”结构；后期依据创客教学效果提高教学难度、变换学习形式，如多人团队协作创新形成主题类项目，此时，经有组织的教学活动训练的优势便能得到较好地体现。因此，在实践教学中，教师应以引导者的角色启发学生主动思考，激发学生的创造性表现，并有针对性的设置教学任务，以循序渐进地培养学生的创新思维。

5. 结语

本文面向学生的创新素养发展，提出了一种具身型探究循环实践类教学模式。框架以设计型学习为指导，结合核心素养目标与知识整合的相关知识，从学习目标、评价反馈和教学活动三大课程设计要素入手，构建了面向学生创新素养培养的教学模式，并通过创客教学实践验证了该模式对学生创造性思维发展的积极作用。对实践创新类课程教学路径与基本范式的探索是一项长期且充满挑战性的工作，新时期必须立足教学实践，从现实生活出发，在教学中发现问题，从问题中解析教学，为建设规范有效的创新课程和培养具备全面核心素养的新生代接班人而不懈努力。

参考文献

- 叶平枝和马倩茹（2012）。2-6岁儿童创造性思维发展的特点及规律。*学前教育研究*，(08)，36-41。
- 甘秋玲、白新文和刘坚等（2020）。创新素养: 21世纪核心素养 5C 模型之三。*华东师范大学学报(教育科学版)*，38(02)，57-70。
- 师保国, 刘霞和余发碧（2017）。核心素养视域下的创新素养内涵及其落实。*课程.教材.教法*，37(02)，55-60。
- 何克抗（2018）。如何贯彻落实《教育信息化 2.0 行动计划》的远大目标。*开放教育研究*，24(05)，11-22。
- 郑炜冬（2011）。设计型学习视角下的程序设计课程教学实践。*中国电化教育*，(12)，98-101。
- 赵呈领, 申静洁和蒋志辉（2018）。一种整合创客和 STEM 的教学模型建构研究。*电化教育研究*，39(09)，81-87。
- 袁莉萍（2018）。新思维创课设计及其在教学中的实践应用。*中国电化教育*，(11)，59-64+117。
- 教育部（2018）。*教育信息化 2.0 行动计划* [2018-06-16]。http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html。
- 盛群力(2008)。旨在培养解决问题的高层次能力——马扎诺认知目标分类学详解。*开放教育研究*，(02)，10-21。
- 穆肃（2001）。准实验研究及其设计方法。*中国电化教育*，(12)，13-16。
- Brown R T(1989). Creativity: What are we to Measure. *New York: Plenum Press*, 1989,3-32.
- Gómez Puente S. M., Van Eijck M., & Jochems W. (2011). Towards characterising design-based learning in engineering education: a review of the literature. *European Journal of Engineering Education*, 36(2), 137-149.
- Guilford, J. P. (1968). Intelligence has three facets: There are numerous intellectual abilities, but they fall neatly into a rational system. *Science*, 160(3828), 615-620.
- Guilford J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Idi DB., &Khaidzir KAM. (2015) . Design-Based Learning a Dichotomy of Problem-Based Learning. *Advanced Science Letters*, 21(7), 2419-2424.
- Kafai Y.B. (2006). Playing and making games for learning instructionist and constructionist perspectives for game studies. *Games and culture*, (1), 36-40.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Kang Inae, & Kim Myeongki (2017). Exploring Educational Effects of Maker Activity in an Elementary School Class, *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(14), 487-515.
- Kaufman J.C., & Beghetto R.A. (2009). Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 13(1), 1-12.
- Kolodner J L., Camp P J., & Crismond D., et al (2003). Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom: Putting Learning by Design™ Into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Nelson D. (2004). Design based learning delivers required standards in all subjects, K-12. *Journal of interdisciplinary studies*, 17(1), 1-9.
- Torrance E P. (2011). Predictive Validity of the Torrance Tests of Creative Thinking. *Journal of Creative Behavior*, 6(4), 236-262.

基于文化传承的 STEAM 课程实践案例述评

Review of the Practical Cases of STEAM Curriculum Based on Cultural Heritage

石越文^{1*}, 程欣艳², 王蕊³

¹² 华中师范大学人工智能教育学部

³ 北京师范大学教育学部教育技术学院

* 1749916198@qq.com

【摘要】 为理清基于文化传承的 STEAM 教育 (C-STEAM) 的实施方式并发挥其教育优势, 本文对从中国知网 (CNKI) 检索到的 45 篇文献中筛选出的 4 篇典型案例进行分析, 对 6C 模式进行梳理, 总结出以下启示: 1) C-STEAM 实施要注重文化理解与内涵挖掘; 2) 要加强学科融合和传统文化创新; 3) 要注重课程社会推广。

【关键词】 STEAM; C-STEAM; 文化传承; 6C 模式; 典型案例

Abstract: To clarify the mode of C-STEAM and play it fully in education, the paper analyzes four typical cases from 45 literatures from CNKI, constructs the 6C mode, and sums up the following enlightenments: 1) the implementation of C-STEAM should emphasis culture understanding and connotation mining; 2) We should strengthen the integration of disciplines and the innovation of traditional culture; 3) We should emphasis the social promotion of the curriculum.

Keywords: STEAM, C-STEAM, Cultural Heritage, 6C Mode, Typical Cases

1. 引言

詹泽慧等人提出基于文化传承的 STEAM 教育 (C-STEAM), 并构建了 6C 模式进行具体实施。本文依据 6C 模式对四个典型案例进行梳理与优缺点分析, 总结启示, 并对 6C 模式进行创新, 让更多一线教师以简明的方式了解 6C 模式的内涵、实施过程及意义。

2. 文献综述

2.1. C-STEAM

C-STEAM 意为基于文化传承的学科融合教育, 其以文化传承为目标, 以 STEAM 为手段, 提倡在传统文化背景下通过项目式学习对跨领域知识融合, 引导学生欣赏、理解、探究和创新文化, 增强文化认同与文化理解, 孕育家国情怀和民族自信。本文通过分析典型案例, 剖析 C-STEAM 内涵、实施方式及意义, 促进 C-STEAM 教育推广与发展。

2.2. 6C 模式

6C 模式指文化情境感知 (C1)、文化内涵理解 (C2)、文化特征探究 (C3)、文化制品创作 (C4)、联系社会推广 (C5)、总结评价反思 (C6) 6 个环节。目前 C-STEAM 实施较少, 本研究将 6C 模式与文化传承结合 (图 1), 以期让更多人了解 C-STEAM 内涵与意义, 促进 C-STEAM 在校际与社会开展推广, 将文化传承与 STEAM 理念有机融合。

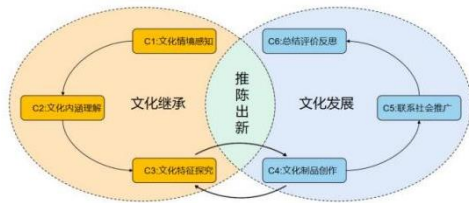


图 1 基于文化传承的 C-STEAM 教育 6C 模式

3. 案例分析

在中国知网中，以“STEAM传统文化”、“STEM传统文化”、“C-STEAM”为主题进行检索，截至 2021 年 2 月，共检索到有效文献 45 篇，最终根据课程设计完整性和各自特色等原则选取 4 篇文章，通过表格梳理分析案例，并进行优缺点分析和提出改进建议（表 1）。

表 1 案例描述及优缺点分析

6C 环节	案例：“多彩醒狮文化”	案例：漆线雕创新教育	案例：“吊脚楼的前世今生”	案例：“现代皮影戏”
情境感知	了解醒狮，展示收集到的资料。	以“国宝探秘者”的身份引入内容。	了解吊脚楼的历史演变与文化内涵。	使用 AR、VR 设备体验皮影艺术。
文化内涵理解	邀请醒狮非遗传承人，学习醒狮舞乐器，组织夏令营。	1) 教师提供资料； 2) 邀请漆线雕相关人士分享交流。	学习吊脚楼的分布与建造选址，尝试绘画分布地图。	公布各组项目主题，学生选题撰写企划书。
文化特征探究	了解本地醒狮的发展情况，鼓励学生提出合理的建议。	学生确定自己的研究方向，确定设计选题。	学习并设计“榫卯”结构，绘制吊脚楼的平面结构图。	搜索素材，设计画稿，观看视频，尝试创作剧本。
制品创作	1) 醒狮艺术绘画； 2) 制作醒狮造型。	1) 体验漆线雕制作； 2) 设计创意海报。	搭建自然环境、吊脚楼和 3D 打印模型。	1) 制作影人；2) 设计皮影戏配乐 APP。
联系社会推广	1) 组织醒狮社团； 2) 举办成果展览； 3) 参加醒狮比赛。	制作成“成长记录袋”，建立 3D 虚拟美术馆数据平台。	利用传感器等智能化手段和设备对传统建筑进行改造。	排练皮影戏，分组演出，交流心得。
总结评价反思	评价方式不明确。	填写评价表与单元心得，学生自评与他评，教师总评。	评价方式多元化、交互化，自评、互评、师评相结合。	教师点评，学生总结反思，问卷收集建议。
优点	1) 多学科融合，任务导向；2) 组织社团，参加比赛，积极推广。	1) 角色代入，合作学习；2) 实践创新，社会推广；3) 互联网全面分析与评价。	1) 问题驱动，明确目标；2) 实地考察；3) 学科融合，提升素质；4) 多元评价	1) 利用 AR、VR 设备与环境互动，建构认知；2) 教师主导，学生主体
不足	1) 课程模仿，缺乏创新；2) 缺少评价。	学生自主活动时，需提供一定的帮助；	1) 缺少指导和交流； 2) 缺乏反思与重构。	学生设计 APP 创作配乐，难度过大；

4. 启示与展望

笔者对 C-STEAM 实施总结出以下启示：1) 重视文化理解，发掘文化内涵，促进对传统文化的理解与内化；2) 注重传统文化创新，在学科融合视角下鼓励学生创新；3) 传统与现代结合，运用 STEAM 思维，促进校际课程互通和社会推广。未来一要注重课程资源开发与实践，优质资源共享；二是学校等各界需多支持各学科教师合作教学，促进 C-STEAM 发展。

参考文献

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

詹泽慧、李克东、林芷华、钟柏昌、麦梓莹和李炜贤（2020）。面向文化遗产的学科融合教育(c-steam):6c 模式与实践案例。《现代远程教育研究》，032(002)，29-38，47。

詹泽慧、钟柏昌、霍丽名和黄美仪（2020）。面向文化遗产的学科融合教育(c-steam):价值定位与分类框架。《中国电化教育》，398(03)，74-81。

師範類專業碩士 STEAM 教育能力培養策略研究

Research on the Training Strategies of STEAM Education Ability for Master of Normal Major

劉曉嘉^{1*}，劉麗丹²

哈爾濱師範大學教育科學學院

* 1838267892@qq.com

【摘要】本文對 STEAM 教師教育能力進行了探討。STEAM 教育對教師的教育教學能力提出了新要求，師範類專業碩士生作為未來教師隊伍的一部分同樣面臨著這一挑戰，即如何培養、提高其 STEAM 教育能力。文章通過問卷調查與訪談對師範類專業碩士 STEAM 教育能力現狀進行了梳理，重點探究了當前師範類專業碩士 STEAM 教育能力存在的一些問題，並據此針對如何提升師範類專業碩士 STEAM 教育能力提出合理性的策略。

【關鍵字】STEAM 教育能力；高校；專業碩士

Abstract: This thesis discusses the educational ability of STEAM teachers. STEAM education puts forward new requirements for teachers' educating and teaching ability. As a part of the future teacher team, master students of normal majors are also facing the challenge, that is, how to cultivate and improve their STEAM education ability. Through questionnaire survey and interview, this thesis combs the status quo of STEAM education ability of normal professional masters, focuses on some problems existing in STEAM education ability of normal professional masters, and puts forward reasonable strategies on how to improve STEAM education ability of normal professional masters.

Keywords: steam education ability, University, professional master

1. 前言

21 世紀 STEAM 教育快速發展，對傳統教育產生了一定影響。對於即將從事教育事業的師範類專業碩士來說，STEAM 教育能力是其必不可少的一種能力。如何構建師範類專業碩士的 STEAM 教育能力，培養高學歷更是高能力的教師，這是新時代高校面臨的重大挑戰。

2. 編排論文

對於教師而言，STEAM 教育不僅是一種教育理念、一種教學模式，更是助力學生綜合發展的教育能力，是教師應該具備的一種教育能力。STEAM 教育能力包括 STEAM 跨學科整合能力，STEAM 教育資源開發能力，STEAM 教學能力。

3. 師範類專業碩士 STEAM 教育能力培養現狀與存在問題

本研究通過問卷調查法和訪談法分析了師範类专业碩士 STEAM 教育能力的現狀。依據《STEM 教師能力等級標準》設計了調查問卷和訪談提綱，獲得有效問卷 100 份，訪談結果 10 份，並通過 SPSS 軟體進行了統計分析。

3.1. STEAM 理論基礎薄弱

調查結果顯示，大多數師範類專業碩士對 STEAM 教育的理解都是碎片化的，沒有完整的、全面的認識。師範類專業碩士還沒有具備其應當具備的理論知識，存在 STEAM 理論基礎薄弱這一問題。

3.2. STEAM 跨學科整合不夠

STEAM 跨學科整合就是整合兩門或兩門以上的學科知識體系，以解決那些不能用單一領域解決的問題。從分析調查結果，發現當前師範類專業碩士對 STEAM 跨學科整合不夠，跨學科理念還並沒有被所有學生所內化吸收。

3.3. STEAM 教學能力偏低

在理論是實踐的基礎，對實踐具有指導作用，而實踐會反作用於理論，不斷推進著理論的創新。調查發現當前師範類專業碩士的 STEAM 教學能力還偏低，教學設計、教學組織、教學實踐能力還不足。

3.4. 豐富課程資源，優化硬體設備

調查顯示當前高校具備的 STEAM 教育資源還不足以支撐 STEAM 教育能力的培養，STEAM 教學空間、軟硬體設備等都不足夠，存在學校 STEAM 教育資源匱乏的問題。

4. 師範類專業碩士 STEAM 教育能力的提升策略

4.1. 轉變傳統思維，深化 STEAM 理念

高校可以設置專門人員與部門負責 STEAM 教育相關工作，舉辦 STEAM 教育專題交流會等活動，如武漢理工大學開展的 STEAM 科普教育。師範類專業碩士生要自發的去參加校外 STEAM 教育的相關會議、講座、論壇，關注國內外 STEAM 教育的發展和應用，推進 STEAM 教育的縱深發展。

4.2. 完善課程體系，轉變教學模式

從課程體系來看，高校可以增加藝術課、技術課，如攝影等。從教學模式來看，組織教師團隊探討跨學科教學模式，針對具體的學科知識點，在不同學科中找出相關聯的知識。對於師範類專業碩士生來說，要學會從教師的教育教學和個人生活問題的解決中總結經驗，以提高 STEAM 跨學科整合能力。

4.3. 增加教學實踐，完善課程設計

高校可以開展 STEAM 教學相關的比賽，把 STEAM 教師應該具備的知識和能力落到實處。高校要積極進行校企合作以增強實踐，拓寬師範類專業碩士的 STEAM 邊界和視野。師範類專業碩士要積極主動去參加 STEAM 相關活動，多多旁聽其他教師的 STEAM 課程，以提高自身的 STEAM 教學能力，如華東師範大學舉办的 STEAM 教育优秀教学案例展示与交流活动。

4.4. 豐富課程資源，優化硬體設備

高校要提供豐富的 STEAM 課程資源，包括校內 STEAM 課程和校外 STEAM 課程。高校應該創建 STEAM 專用教室，不僅提供了創建作品的環境，更重要的是要具備技術工具，包括 3D 打印機等。與此同時，師範類專業碩士生要持續關注 STEAM 教育新技術與新設備。

5. 總結

在通過以上分析，我們發現高校在培養師範類專業碩士 STEAM 教育能力的過程中存在一定的問題，為了改善這一現象，提出了提升師範類專業碩士 STEAM 教育能力的實踐路徑，希望為我國教育事業的光明前景貢獻力量。

參考文獻

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 中國教育科學研究院 STEM 教育研究中心.**STEM 教師能力等級標準（試行）**。
<https://wenku.baidu.com/view/1f706e6d59fb770bf78a6529647d27284b7337d9.html>.
- 曾麗穎、任平和曾本友（2019）。STEAM 教師跨學科集成培養策略與螺旋式發展之路。**電化教育研究**。**40 (03)**, 42-47。
- 趙慧臣和陸曉婷（2016）。開展 STEAM 教育,提高學生創新能力——訪美國 STEAM 教育知名學者格雷特·亞克門教授。**開放教育研究**。**22 (05)**, 4-10.
- 範文翔和張一春（2018）。STEAM 教育:發展、內涵與可能路徑。**現代教育技術**。**28(03)**, 99-105。

專案式教學下的初中 STEAM 課程設計

Steam Curriculum Design of Junior Middle School Under Project Teaching

李袁馨^{1*}，劉麗丹²

¹²哈爾濱師範大學教育科學學院

* 2940435453@qq.com

【摘要】 項目式教學是一種採用從創建真實情景，項目任務活動開展的教學方法。本文研究基於專案式教學的初中 STEAM 課程設計，研究課程教學流程，從如何選擇核心知識點最後的教學評價。然後設計了一個案例《製作小船》，檢驗前期課程教學流程的合理性並提出修改建議。

【關鍵字】 項目式教學；初中 STEAM 課程；教學設計

Abstract: Project-based teaching is a teaching method, which is carried out by creating real scenes and carrying out project tasks. This paper studies the STEAM curriculum design of junior high school based on project teaching, the teaching process, and the final teaching evaluation from how to choose the core knowledge points. Then, a case "Making a Boat" was designed to test the rationality of the teaching process of the previous course and put forward some suggestions for modification.

Keywords: project teaching, junior high school steam course, instructional design

1. 項目式教學

1.1. 項目式教學理論

美國巴克教育研究所將它定義為一套系統的教學方法,它是對複雜、真實問題的探究過程,也是精心設計專案作品、規劃和實施專案任務的過程。「吳言認為項目式教學是師生共同實施一個完整的項目工作而進行的教學活動」。

本文將專案式教學歸納為一種需要學生和教師完成一系列活動，從而學習到多方面知識和體驗多種情感的教學方法。

1.2. 專案式教學的優點

專案式教學促進學生的全面發展。在專案活動過程中大腦產生多種聯繫，激發出更多的學習方式，例如自主探究式學習、關聯記憶式學習等。學生在思考、認知和決策時形成大格局的心智自由，具有創造性和批判性的去看待問題。在合作過程中，學生將學會尊重對方和服從管理，從而使小組的最終作品得以完美呈現。專案式教學促進教師全面發展。與傳統教學相比，教師教授給學生的不再固定範圍，而是可以從學校生活或者社會生活中提取出更多有意義的資訊，將其傳遞給學生。而設計有趣，有層次的專案，需要創造、想像和情景化的融合。教師在設計活動可以多於其他教師或者其他工作領域的人員進行交流，甚至多位教師一起合作完成一個專案式教學。與來自不同領域，不同層次的人員交流會給教師來帶更多的新穎想法，而合作也可以促進不同學科、不同領域的相互融合，從而進行全面發展。

2. 基於專案式教學的初中 STEAM 課程流程設計

2.1. 尋找核心知識

設計專案，首先確定核心知識。安德森將知識分為四大類：事實性、概念性、程式性和元認知。程式性知識要求學生展開過程或者展示技能，與專案式教學的“做中學”理念相符，通常認為適合的知識。而項目式教學是為終身學習做準備，因此核心知識選擇要透過表面看到概念。讓學生理解概念的本質特徵，在不同場景應用概念來解決問題，這也就意味著在專案設計要從若干節課對一個完成的觀念理解來設計。

2.2. 設計驅動性問題

專案式教學是通過問題來引導學生概念的學習，需要提出本質問題。但本質問題多為抽象和龐大，將其轉化為驅動性問題。激發學生的學習興趣，提高學生對於持續思考、自我探究的能力。驅動性問題設計方法：（1）具體知識問題提升到本質問題。（2）將本質問題與學生特點相關聯。（3）從學生提出的問題中獲取驅動性問題的雛形。在（4）運用“衝突、爭論”的問題。

2.3. 創建有意義的學習實踐

專案式教學培養學生在繁雜環境中的心智轉換，是一種包括知識、情感和行為的實踐。實踐的分類：（1）探究性實踐。從現實情境中提出問題，利用新知識和舊知識的結合形成解決方法，再回到現實生活解決問題；（2）社會性實踐。一是學生間的溝通與和交流，二是評價階段的自評與互評；（3）審美性實踐，屬於 STEAM 中的 A。一是創造出美麗、藝術、和諧的作品，二是學會欣賞他們的美；（4）技術性實踐。技術的使用需要結合曾經和現在的技術，促進成果的多樣化；（5）調節型實踐。學生通過項目式教學學會調節事物間的關係，合理安排計畫。在一個項目式教學中，儘量使用不同類型的學習實踐，以便與滿足學生的多元需求。

2.4. 評價分析

評價可以指導和預測下一次專案式教學的活動過程和效果。專案式教學的評價方式和主體是多元的，評價主體是由教師，學生和同伴構成。本文進行的項目評價分析分為三方面：一是學科知識，由教師用答卷進行的總結性評價；二是實踐過程，教師、學生自己和同伴用量規和調查問卷進行的過程性評價。三是最終成果，教師、學生自己和同伴用公開彙報、量規和問卷調查進行的總結性評價。此外還需要關注學生的情感體驗、同伴協作和創造力等，通過訪談、課堂觀察等評價方式。

3. 基於專案式教學的初中 STEAM 課程案例設計——以《製作小船》為例

3.1. 基於專案式教學的初中 STEAM 課程案例設計——以《製作小船》為例

學情分析：初中生具備了認知能力、思維邏輯成熟和電腦基本使用，對問題進行獨立思考，但是合作意識弱。學習內容分析：《製作船隻》是研究者通過閱讀與中學生興趣和學科有關的期刊得出，通過簡單的認識船隻、設計船隻、製造船隻，上升到創新的概念，學生在知識、能力、技術和情感方面都得到體會和發展。教學目標分析：研究者將初中 STEAM 課程與《中國學生發展核心素養》相結合設計出專案式教學的教學目標。1.Science(科學)通過觀察瞭解船隻特點、結構和材料組合的穩定性。2.Technology(技術)利用電腦畫圖軟體繪製船隻模型並進行顏色的填充。3.Engineering(工程)根據圖稿，選擇材料，搭建船隻。4.Arts(藝

術)設計具有獨特風格的船隻造型，進行色彩的搭配，感受藝術的魅力。5.Mathematics(數學)通過計算得出小組船隻的承載力是否符合要求，且材料費用低。

3.2.教學過程

教學過程描述。教學資源準備：防水蠟、水彩筆、油畫棒、橡皮泥，100g 砝碼。第 1 課時：1.創設情景引入課題。教師活動：播放視頻《造船發展史》問題：什麼是真正的船？如果你是船長，你將如何設計屬於自己的船？學生活動：觀看視頻。設計意圖：學生自己探索，吸引學生注意力，激發學生的參與熱情。2.認識船隻。教師活動：小組採用分組合作探究式的教學方式，各小組自主合作完成不同船隻的特點。小組展示：教師記錄學生小組展示的答案和分類，例如小船和郵輪的特點。學生活動：小組分工查找資料和記錄，討論總結，小組派代表表述于不同類型的船隻特點。小組聆聽其他小組的分析報告。設計意圖：通過探究提升學生搜集資訊、分析問題、解決問題的能力，提高歸納總結以及交流思想的能力。瞭解船隻特點。3.設計初稿。教師活動：【活動一】小組根據前期總結的特點設計船隻造型並填充顏色。【活動二】1.提供學生材料單，規定每小組的經費是 10 元。學生活動：使用電腦軟體（畫圖軟體或 PS）設計初稿。討論材料的選用及費用的評估。設計意圖：鼓勵學生大膽想像，創新船隻造型。培養學生的創新能力和設計思維，4.課堂小結。教師活動：總結學生在設計船隻初稿時存在的問題並提出解決方式。學生活動：認真聽講並解決問題。5.佈置作業。學生活動：將小組的設計思路、意義和預估費用，以 PPT 的形式呈現。設計意圖：培養學生歸納總結的能力，並為第 2 課時彙報設計做準備。材料清單見表 1

表 1 材料清單

序號	材料名稱	單價	數量
1	報紙	1 角/張	
2	牙膏盒	3 角/塊	
3	泡沫板	3 角/張	
4	氣泡膜	2 角/張	
5	剪刀	5 元/把	
6	美工刀	3 元/把	
7	膠水	3 元/瓶	
8	膠帶	2 元/卷	

第 2 課時：1.設計成果展示及修改。教師活動：安排小組展示並提出建議。學生活動：聆聽其他小組的設計報告並修改自己的初稿及預估費用。設計意圖：學習其他小組的切入點以及思考角度；2.搭建模型。教師活動：將材料準備充足。在使用工具時適當幫助。學生活動：根據初稿進行模型搭建。設計意圖：培養學生團結合作的意識，提高動手執行能力。3.承載力測試。教師活動：為學生提供一盆水和 100g 的砝碼。學生活動：將小組搭建的船隻進行承重力的測試，並不斷修改船隻的搭建，至到可以承受 100g 的重物。設計意圖：培養

學生不斷探究和實驗的意識，培養學生的嚴謹性 4.藝術美化。教師活動：提供學生需要的工具。學生活動：利用工具美化。設計意圖：培養學生美的創造能力和欣賞能力；5.課堂小結。教師活動：總結實踐過程中存在的問題和優點，提出建議。學生活動：認真聽講並進行反思調整。6.佈置作業。教師活動：將沒有完成的任務完成，同時對於整個實踐活動做出一個總結彙報。學生活動：完成作業。設計意圖：為下一節課做準備。

第 3 課時：1.最終成果展示。教師活動：安排小組展示作品並評價。學生活動：PPT 展示專案的設計意圖、人員分配、費用報告和時間花費等。設計意圖：培養學生的總結表達和客觀評價能力；2.承載力測試。教師活動：對每組的船隻進行 100g 的承載力測試。然後諮詢小組意見是否進行增加重量的測試。3.課堂小結。教師活動：對於完成度較好的小組獎勵，其次針對項目活動提出建議。學生活動：提出建議。設計意圖：獎勵機制促進學生學習積極性。4.佈置作業。教師活動：做一個關於下次課程內容的調查問卷。設計意圖：為下一次專案活動主題做準備。

3.3. 評價測量

結合上述的評價分析和本節課的特點，本文對於成果及行為進行了過程性評價和結果性評價。為得到更好的評價效果，評價表都將採用三個評價主體——教師、學生和小組成員。下列是本文設計的各種評價表：小組船隻評價表：此表需要登記班級、時間、小組名稱和船隻名稱。五個維度：（1）承載力。1.200g A；2.100g B；3.<100g C；（2）費用。1.10 元以下 A；2.10-15 元 B；3.15 元以上 C；（3）造型。1.造型獨特，色彩搭配合理 A；2.造型普通，色彩單調 B3.造型隨意，色彩搭配混亂 C；（4）創新（根據 PPT 彙報）。1.3 個及以上 A；2.1-2 個 B；3.無創新點 C；（5）完成度。1.課內完成 A；2.課外完成 B；3.課外未完成 C。評價等級：A:20 分；B:15 分；C:10 分。小組彙報評價表：本文設計涉及到兩次小組彙報環節，需要一個關於彙報的評價表，此表登記小組名稱，分為五個維度，每個維度滿分為 20 分。1.時間：5-10 分鐘；2.分工情況：分工明確，完成度較高；3.PPT 設計：設計新穎、結構完整；4.主題：主題明確、層次分明；5.彙報人：大方得體、語言流暢。組長評價表 A：項目式教學中小組長具有重要的地位，評價總結為後面擔任組長的學生提供經驗和教訓。登記班級、小組名稱和組長。分為三個方面：1、組長能積極地為小組服務；2、能平均、合理地分配任務；3、能做好材料的收集、整理工作。小組合作學習評價表 B：登記班級、組名、組長和組員。四個維度，評價等級☆，A：十顆；B：八顆；C：六顆；D：四顆以下。（1）參與態度：1.認真參加每一次活動，對每一次活動始終保持深厚的興趣；2.我能施展自己的優勢為小組提供必不可少的輔助；（2）協作精神：1.我能積極配合小組開展活動，服從安排；2.在活動中，我和大家能互相學習和幫助，促進共同進步；（3）實踐創新：1.我有濃厚的好奇心和探索欲望；2.活動中，我能發揮個性特長，施展才能；（4）1.在活動中，我能運用多種管道收集資訊；2.我與他人交往的能力提高了。訪談評價表：1.通過《製作小船》這節課，你的收穫是什麼？2.你喜歡這樣的授課模式嗎？3.希望教師有哪些地方需要改進？4.通過課程的學習，自己還有哪些方面需要努力？

4. 總結與反思

本文主要是將專案式教學與初中 STEAM 課程相結合，研究初中 STEAM 課程的專案教學設計過程，然後根據研究的專案教學流程進行了實際案例設計。通過實際案例，發現設計中還存在不足之處。一是對於核心知識尋找範圍較小。二是教學評價不夠全面。三是不同的

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

知識或者專案教學可以使用絕對性評價和相對性評價。針對不足之處，後期將會通過研究和實踐來不斷改進項目教學設計。雖然本文研究還存在問題，但對初中 STEAM 課程的專案教學的設計有一定的教育意義，希望在以後可以將研究成果用於實際教學中，並不斷促進研究成果的完善。

參考文獻

- 王敏（2019）。高中資訊技術專案式學習實施策略的探究。**電腦知識與技術**,127-128。
- 白凌燕、王星華、董黎明和焦寶聰（2020）。基於 STEAM 教育理念的課程設計研究——以《仿生設計》課程為例。**中國教育資訊化**，55-58。
- 胡紅杏（2017）。項目式學習:培養學生核心素養的課堂教學活動。**蘭州大學學報(社會科學版)**，165-172。
- 陳旭輝、張榮勝（2009）。專案教學的專案開發、教學設計及其應用。**中國職業技術教育**，59-61。
- 傅騫、王辭曉（2014）當創客遇上 STEAM 教育。**現代教育技術**，37-42。
- 趙呈領、申靜潔、蔣志輝（2018）。一種整合創客和 STEM 的教學模型建構研究。**電化教育研究**,81-87。
- 鄭賢（2016）。基於 STEAM 的小學《3D 列印》課程設計與教學實踐研究。**中國電化教育**,82-86。盧小花（2020）。專案式學習的特徵與實施路徑。**教育理論與實踐**,59-61。

群体动力学视阈下 STEM 教师专业学习共同体构建

Construction of STEM Teachers' Professional Learning Community Based on the Perspective of Group Dynamics

余淑珍¹, 张宝辉^{2*}

¹²陕西师范大学教育学部

* baohui.zhang@snnu.edu.cn

【摘要】 STEM 教师作为 STEM 教育的关键一环, 对于 STEM 教育质量有着重要影响, 如何科学有效促进 STEM 教师的可持续发展, 是当前亟待解决的问题。学习共同体是促进教师专业发展的重要载体, 本研究基于群体动力学的视角, 从群体内聚力、群体结构、群体目标、群体领导和群体氛围等范畴探讨了 STEM 教师专业学习共同体的结构特征, 依据群体发展五阶段分析了 STEM 教师专业学习共同体的构建路径, 最后从实践角度为 STEM 教师专业学习共同体的构建与实施提出建议。

【关键词】 群体动力学; STEM 教师; 专业学习共同体; STEM 教育

Abstract: As a key part of STEM education, STEM teachers play an important role on STEM education. It is an urgent issue to be solved about how to promote STEM teachers' sustainable development effectively, so as to improve the quality of STEM education. Learning community is an important way to promote the teachers' professional development. Based on the perspective of group dynamics, this paper explores the structural characteristics of STEM teachers' professional learning community in terms of group cohesion, group structure, group goal, group leadership and group atmosphere. Based on the five stages of group development, the constructing path of STEM teachers' professional learning community is analyzed. Finally, this paper put forward suggestions for the construction and implementation of STEM teachers' professional learning community.

Keywords: group dynamics, STEM teachers, professional learning community, STEM education

1. 研究背景

STEM 教育强调跨学科融合, 旨在构建真实的问题情境, 通过基于项目的学习等培养学生的创新思维和问题解决能力, 对科技创新人才的培养有重要意义。STEM 教师作为 STEM 教育中关键一环, 对于 STEM 教育的质量起着重要作用, 而 STEM 教育跨学科的特性在教学理念、教学方法、整合学科的能力等方面都对教师提出了新的挑战(曾宁, 张宝辉和王群利, 2018)。因而如何科学有效地提升 STEM 教师的专业水平, 促进 STEM 教师的可持续发展, 以提升 STEM 教育质量, 是当前亟待解决的问题。

2. 研究问题

学习共同体由共同体概念延伸而来,教师专业学习共同体是学习共同体在教师群体的应用,“教师专业学习共同体为教育者创造一种促进互相合作、情感支持、个人成长的环境,他们共同工作,实现个人所不能实现的目标”(Stroll, et al., 2006),众多研究也证明了教师专业共同体在 STEM 教师专业发展中的有效性(Kelley et al., 2020)。群体动力学(Group Dynamics)最早由库尔特·莱文(Kurt Lewin)提出,是通过对群体现象的动态分析,研究群体内部和群体之间的人际过程以及这些过程的发生机制(Forsyth, 2019)。STEM 教师专业学习共同体能为教师专业成长和学生成长提供可再生的、可持续的、内在的发展动力,是促进 STEM 教师的可持续发展的有效途径。因此,本文试图回答以下问题①群体动力学视阈下 STEM 教师专业学习共同体的结构特征是怎样的?②基于群体动力学如何构建 STEM 教师专业学习共同体,提升 STEM 教育质量?

3. STEM 教师专业发展共同体结构特征

群体动力学已形成群体内聚力、群体结构、群体目标、群体领导和群体氛围等独具特色的研究范畴。故本研究对 STEM 教师专业学习共同体从该五个方面进行探析。

3.1. 群体内聚力

群体内聚力和群体绩效互相影响,群体绩效表现良好反过来也同样会促进群体内聚力的提升。当群体有着高内聚力时,群体内部就形成了良性循环。对于 STEM 教师专业学习共同体的构建和发展而言,群体内聚力是极具挑战性的部分。跨学科教学内容的设计与实施以及异质的 STEM 教师都可能会影响 STEM 教师专业学习共同体的群体内聚力。但 STEM 教师对于组建专业学习共同体也有着不可比拟的优势,STEM 教师通常会有类似的教学方法或工具(例如,探究方法),这些为 STEM 教师之间的合作提供了良好载体。

3.2. 群体结构

持续的变化和调整是群体的显著特征。关于 STEM 教师专业学习共同体的群体结构,我们要认识到:①STEM 教师专业学习共同体的群体结构更异质多元复杂。②以 STEM 教师专业学习共同体为中心,学校发展、STEM 教师专业成长、学生成长三者紧密联系,相互促进。③STEM 教师专业学习共同体嵌于学校学习共同体和区域学习共同体中。

3.3. 群体目标

STEM 教师专业学习共同体的构建和发展不能脱离教学,不能脱离学生。在 STEM 教师专业学习共同体的构建之初,就应该明确 STEM 教师专业学习共同体促进教师专业成长和学习学习成长这两方面的目标,脱离任何其中一方面,都会导致共同体发展路径的偏离。

3.4. 群体领导

在 STEM 教师专业学习共同体中,没有绝对的领导,角色分工需要考虑跨学科的属性,在 STEM 教师专业学习共同体中,其设计与实施都离不开学科基础,因此需要根据不同的跨学科内容的设计,不同的共同体任务,确定不同的“核心人物”,引导成员交流沟通,协作完成共同体任务,创建平等、开放、包容、交互的共同体氛围。且要注重任务导向(task leadership)和人际关系(relationship leadership)的平衡。

3.5. 群体氛围

STEM 教师专业学习共同体群体氛围受到内部和外部环境影响。在内部,矛盾不可避免,成员间之间相互磨合,同样也给共同体的完善和发展提供新的契机。在外部,学校的环境支持,发展时间和空间支持、决策自主权等都会影响共同体氛围。

4. STEM 教师专业学习共同体的构建路径

塔克曼和詹森(Tuckman&Jensen,1977)在将群体发展划分为五个阶段,分别是形成阶段(Forming),动荡阶段(Storming),规范阶段(Norming),作用阶段(Performing)和解体阶段(Adjourning)。STEM 教师专业学习共同体发展也经历着这五个阶段,但每个阶段并不是完全按照时间发展的线性顺序,在进入下一阶段后,也可能因为共同体内部和外部因素变化,使得共同体回到上一个阶段,而且并不是所有的共同体都能顺利走完整个发展历程。

1. 形成阶段:计划组建 STEM 教师专业学习共同体

在计划组建 STEM 教师专业学习共同体之初,要从群体内聚力、群体结构、群体目标、群体领导和群体氛围五个方面考虑,其中最为重要的是选取合适的 STEM 教师专业学习共同体成员。基于学习共同体理论,构建 STEM 教师专业学习共同体如下图 1 所示。

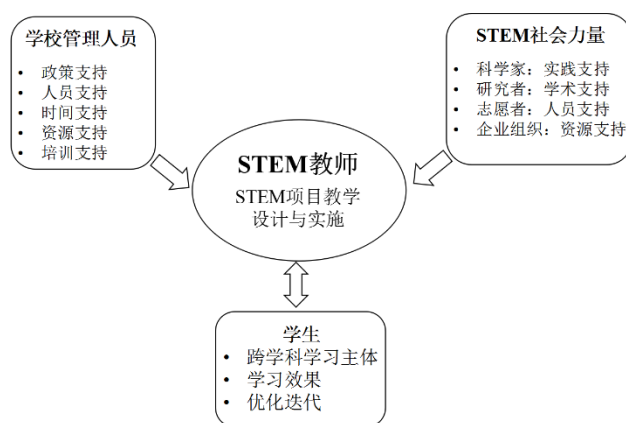


图 1 STEM 教师专业学习共同体成员组成

在 STEM 教师专业学习共同体成立之初,团队结构也还没有时间发展稳定和完善,更需要明确群体目标和群体领导。首先,要就 STEM 教师专业学习共同体目标达成共识;在此基础上,要协商共同建立共同体规范等,学校管理人员在共同体中提供行政支持,但需赋予信任和自主权。STEM 教师之间也不存在等级关系,STEM 教师应该是互补的关系。

2. 动荡阶段:有序调整 STEM 教师专业学习共同体

绝大多数群体动态变化都会有以冲突的形式表现。冲突不仅仅是不可避免的,而且能发展成为促进群体凝聚力的关键契机。成员们开始相互熟悉,试着学会如何一起工作和学习,如何解决和管理冲突,如何共同完成共同体任务,在一次次磨合过程中,逐渐完善共同体工作机制、规范和领导。

3. 规范阶段:形成规范 STEM 教师专业学习共同体

随着 STEM 教师专业学习共同体进入规范阶段,共同体变得更有组织性,解决了导致冲突的潜在问题,包括目标不明确、领导、分工等,共同体成员在清晰明确的工作规范的指导下更好地协作完成共同体任务,有着完善的 STEM 项目教学设计与实施流程、成果转化流程、课程迭代流程等。

4. 作用阶段:成为有效 STEM 教师专业学习共同体

当群体进入作用阶段,“成员的注意力就会从群体是什么转移到群体需要做什么”。这一阶段,是 STEM 教师专业学习共同体充分发挥其效益和作用的阶段,成员们各司其职,不

同学科的 STEM 教师之间有着互补的知识结构，成员们之间相互信任、相互依赖。共同体内的讨论也更加深入，不仅仅是分享观点，会共同为共同体目标而努力，当未实现理想效果时，还会自我反思，共同寻找改进和解决对策。

5. 解体阶段：更新迭代 STEM 教师专业学习共同体

对于共同体而言，有计划的解体可能是由于阶段性任务的完成、学校或区域教学改革、共同体重构等，更值得关注的是引起 STEM 教师专业学习共同体非自然解体的原因，如没有连续长期的共同体目标引领共同体发展、共同体未能实现预期目标、共同体成员与外部环境交换不对等不平衡等。因此在 STEM 教师专业学习共同体发展过程中，要设定阶段性、连续性的长期共同体目标，学校管理人员等重视共同体发展、为共同体发展提供支持，营造良好的群体氛围，必要时及时更新迭代 STEM 教师专业学习共同体，包括成员更新、制度完善、目标修订等，不断完善和发展，形成更有效率更有活力的 STEM 教师专业学习共同体。

5. STEM 教师专业学习共同体的实践应用

美国国家教育及国家未来委员会(NCTAF)自 2009 年开始一直致力于 STEM 教师专业学习共同体的研究与实践，2009 年在美国国家航空航天局 (NASA) 的资助下，建立了第一个 STEM 学习团队。从群体内聚力来看，STEM 学习团队中，成员互相信任、协作合作、共享资源，并以研讨会的形式，培养和提升团队在项目学习和团队合作方面的能力。从群体结构来看，先由学校中一线教师组成的团队，STEM 专家和政府机构的志愿者随后被招募为团队成员，为项目提供了“真实世界”的数据、工具和资源。从群体目标来看，STEM 学习团队建立之初就当前要解决的学生学习挑战，以促进学生学习为导向。从群体领导来看，STEM 学习团队中没有绝对的领导，以 STEM 教师为主体共同参与到 STEM 项目设计与实施中。在协作互动和资源共享的过程中形成良好的群体氛围。

在第一学年结束时评估显示该项目对教师和学生产生了积极的影响，学生表示有更多机会在跨学科、更具挑战性和吸引力的项目上进行协作，也能更好地综合运用所学知识来理解真实世界。教师们也对项目实施效果高度满意。在已有成功实践基础上，NCTAF 正在与政府、商业、工业领域的科学家和工程师合作，扩大 STEM 学习工作室和 STEM 学习小组的实践。

6. STEM 教师专业学习共同体的实施建议

综上所述，从教师、学校和社会三个视角提出 STEM 教师专业学习共同体的实施建议：

(1) 教师夯实学科基础、共建共同体，促进专业发展和学生成长

对于教师而言，第一，夯实自身的学科基础，任何学科知识的薄弱和欠缺，都将严重影响 STEM 项目质量及实施效果。第二，明确 STEM 教师专业学习共同体的核心目标，要同时关注教师专业成长和学生成长两方面的共同体目标。第三，树立终身学习和跨学科教学意识，学会在共同体中协作学习，保持学科特色并共同探讨学科内容的横向融合与纵向衔接。

(2) 学校给予共同体行政支持与教学决策自主权、加强区域合作

对于学校而言，首先，学校管理人员要给予共同体充分的支持和教学决策自主权。第二，要注重任务导向和人际关系的平衡，促进共同体和谐健康高效发展。第三，要聚焦区域合作，学校范围内加强交流合作，以点带面，让 STEM 教育惠及每一位学生和教师。

(3) 合作组织提供理论与实践指导，系统规划，有效整合 STEM 社会资源

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

对于社会方面，首先，STEM研究员可以和教师合作，共同规划STEM项目设计。第二，为STEM教育的实施提供理论和实践指导，为STEM教育的实施提供实践基地，拓宽教师的视角，提供“真实世界”的数据、工具和资源。第三，要充分有效整合STEM社会资源，全社会的力量来统筹共建STEM教师专业学习共同体、推进STEM教师发展和学生成长，真正变成政府推动、学校为主、全社会共同努力的国家行为(中国教育科学研究院,2017)。

参考文献

- 中国教育科学研究院 (2017)。STEM教育白皮书。中国：中国教育科学研究院。
- 曾宁、张宝辉和王群利 (2018)。近十年国内外STEM教育研究的对比分析——基于内容分析法。现代远距离教育，(05)，27-38。
- FORSYTH D R. (2019). *Group dynamics. Seventh edition*. Australia ; Boston, MA: Cengage.
- KELLEY T R, KNOWLES J G, HOLLAND J D, et al. (2020). Increasing High School Teachers Self-Efficacy for Integrated STEM Instruction through a Collaborative Community of Practice[J]. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 14.
- STOLL, L., BOLAM, R., MC MAHON, A., WALLACE, M., Thomas, S. (2006) Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 04: 221-258.
- TUCKMAN B W, JENSEN M A C.(1977) Stages of Small-Group Development Revisited. *Group & Organization Studies*, 2(4), 419 – 427.

基于图形化编程的交互式课程设计

Interactive Course Design Based on Graphical Programming

颜欢^{1*}, 李慎明²

¹华东师范大学 设计学院

²华东师范大学 教育学部教育信息技术学系

* yeahyanhuan@163.com

【摘要】 随着信息时代的发展，电子设备的使用逐渐低龄化，人们对于信息的阅读也逐渐倾向于图形化，图形化编程相较于传统文本的编程环境而言，简化了编程方式，大大缩短了程序设计学习的时间。图形化编程深入信息技术学科课程教学，能有效提高学生信息素养，有助于提升学生的创新能力。然而相应教材与师资的缺乏，限制了我国图形化编程的发展。本研究通过人机交互式教案设计，构建人机交互教学模式，推动图形化编程在教学中的应用与进一步发展。

【关键词】 图形化编程；交互式课程；课程设计；人机交互；STEM

Abstract: With the development of the information age, the users of electronic devices are gradually younger, the way people read information also tends to be graphical. Compared with the traditional text-based programming environment, graphical programming simplifies the programming method and greatly reduces the learning time of programming. The graphical programming is deeply integrated into the teaching of information technology, which can effectively improve students' information literacy and help enhance their innovation ability. However, the lack of corresponding materials and teachers has limited the development of graphical programming in China. This study constructs a human-computer interaction teaching model through a human-computer interaction course design to promote the application and further development of graphical programming in teaching.

Keywords: Graphical Programming, Interactive curriculum, Course Design, Human-computer interaction ; STEM

1. 引言

信息时代的大背景下，越来越多的孩子从小就开始熟悉各种电子设备，三岁孩童熟练使用手机平板等已不再是新鲜事。作为未来信息化社会建设的主力军，如何放大他们的优势，培养他们的信息素养，已经成为了教育界重要的研究课题之一。

STEM课程是美国政府主导的“项目引路PLTW”计划所倡导的以科学、技术、工程、艺术和数学为核心的课程，专门用于建立动手类创造性课程。学生通过项目的开展在活动中学习和理解知识，并用所学知识解决实际问题（尚亚丽，2017）。尤其是在信息技术课程中，软件的使用并不是教学的最终目的，帮助学生对形式逻辑有所理解，通过信息技术课程帮助学生能够获得更多的创作与创新的空间（阮铭健，2014），希望学生能够在计算机的帮助下，创作出学生在现实生活中更不易实现的作品，这才是计算机辅助教学。

而随着课程的建设与改革，信息技术教育工作者们认识到，常规的编程语言语种多样、语法繁杂，无法有效地在中小学中进行推广。而图形化编程工具顺理成章的重启了青少年编程教学的复兴之路，让曾风靡一时的程序设计教学重新回归。图形化开源编程软件相较于传统文本的编程环境而言，简化了编程方式，大大缩短了程序设计学习的时间。

同时，图形化的编程方式具有很强的趣味性，网页化编程的机制也为学生营造了主动学习的环境。这种学习方式可以激发学生的求知欲和好奇心，有助于培养学生的想象力和深度思考的学习能力，是学校调整信息技术综合课程符合时代发展潮流的优先方案之一。

2. 文献综述

图形化编程通过动画、游戏与交互式故事等更适合孩子的方式帮助学生掌握相关的编程知识与技能，体验与感悟动画、游戏设计制作的过程与方法，通过项目式的课程帮助学生更好地表达自我，培养创造性思维与问题解决能力（朱丽彬和金炳尧，2013）。

2.1. 国外研究现状

目前国外对图形化编程语言的实践研究较丰富而且深入。美国目前有数以百万的中小学生在学图形化编程课程（阮铭健，2014），但把程序语言应用于中小学课堂教学的研究和探讨较少，更多的是针对8-18岁的孩子在课后活动中的计算机俱乐部里程序设计教学。日本的图形化编程产业开发的网络教材，也主要以动漫制作为主，而且比较基础。2013年，由日本本土著名的计算机教育家安倍和宏编写的一本针对小学生的图形化编程教材正式出版。除了从零起点讲授程序设计的基本原理之外，教材中还提供了大量的程序学习与相关学科的学习相整合的案例，包括语文、数学、科学、社会、音乐、体育等不同学科（金元君，2014）。

2.2. 国内研究现状

我国的图形化编程主要分为程序设计教学工具与图形化编程技术融入学科学学习两大类，这两类研究主题都能得到正向的研究成果，显示了图形化编程可以增进学生信息素养的同时，当融入学科学教学时，能够增进学生的学习成效，并且能正向地提升学生的学习动机。

我国目前有学者提出了“为创作而教”的教学流程，提出主题——范例研习——模仿设计——自由创作——分享交流的教学模式（毛爱萍，2013）；以活动设计的形式编写教材，渗透程序设计思想并开发不同区域的区本课程；以及将图形化编程作为数据探究工具，将传感器引入互动多媒体展开试验。国内的图形化编程发展历史并不长，但这些研究使我们对程序语言的教学有一定的认识和体会，确认了图形化编程在发展学生能力和思维上的积极作用。

从上海市地区各大中小学校的教学情况来看，我国融入图形化编程的教育项目开发与教学科研都大多还处于初级发展阶段，技术也有待于完善，不仅缺乏足够的教学资源与教材（胡畔、蒋家傅和陈子超，2015），相应的教学活动的设计和实施步骤都还有待计划。因此，本研究主要基于交互式课程的教学设计理论支架，针对我国中小学生的教学现状构建适宜的图形化编程系统课程，探究学生在图形化编程的交互式课程中的学习情况，以更好地促进我国中小学图形化编程及在线交互式课程发展，挖掘学生的学习兴趣，促进学生的自主学习能力及创作能力，为我国未来的在线交互式课程设计提供一定的参考。

3. 研究设计

本文基于图形化编程技术与在线教育技术平台进行交互式课程设计。在上海市翔殷路小学四、五年级及下沙中学六、七年兴趣班学生中分别进行每周一个课时的初阶版课程教学、活动进阶版课程及创意编程系列课程教学。包括基础学习、课程拓展（思考题）、自我发展以及项目式创作四个部分内容。学生通过通过与 AI 教师角色进行对话的方式导入课程学习。

3.1. 初阶版课程设计

初阶版课程教学的教学对象主要为翔殷路小学四五年级的学生，学生人数为 25 人，学生从未学习过图形化编程相关内容，为零基础。

在初阶版的课程教学中，教学的方式主要通过案例教学法，案例主要为游戏动画。学生通过与 AI 对话，在交流的过程中跟随着 AI 教师角色的步伐跟进课程，熟悉图形化编程技术，对界面、基本使用方式进行学习了解。而后，在教学过程中跟随着教师角色的指引，在课程案例的情境引导中进行角色造型的修改、动画指令的编码。AI 教师角色会对学生是否完成相应编码进行验证，验证成功后会进行下一步课程内容的学习。同时，向学生解释与展示每一步编码所起到的效果，将编程语言可视化。当学生完成课程内容的学习后，适当根据课程内容的难易程度及学习情况进行额外的任务提醒，引导学生进一步地进行探究式学习。额外的任务并没有具体代码的显示与任务要求，而是更多地希望学生能够进行自我探究与拓展。学生完成教学任务后可以将作业及探究后得到的作品分享至班级，互相观看、学习评价。

3.2. 活动进阶版课程设计

活动进阶版课程教学的教学对象为下沙中学六年级学生，学生人数 24 人，学生已经接触过图形化编程初阶版课程一学期，有一定的图形化编程基础。

在活动进阶版的课程教学中，教学的方式依然是案例教学法，与初阶版课程教学不同的是，活动进阶版课程在给出 AI 教师角色对课程进行引导的同时，还会给出一定数量已有编码的角色，学生只需要将相应角色拖放到指定位置后，单击角色就能阅读到角色已有的代码，并且单击运行后可以直接体验到基础的游戏动画。而后，AI 教师角色会根据情境给出部分拓展题，引导学生进行思考与创作。学生将作品完成后可以分享至班级，互相观赏、学习评价。

3.3. 创意编程系列课程设计

创意编程系列课程的教学对象为下沙中学七年级学生，学生人数为 21 人，这些学生已经接触图形化编程课程初阶版及活动进阶版课程两学期，有较强的图形化编程基础。

在创意编程系列课程的教学过程中，教学的方式主要为项目式教学，通过 AI 教师角色发布任务主题及相应案例的演示，给予学生开放性的试题进行自由创作。鉴于创意编程系列课程的课程任务较之初阶版、活动进阶版课程任务要求更加繁杂、也需要更长的课时，为保证学生最后课程任务的完成情况，任课教师可以根据不同的项目要求及学生情况布置相应的阶段性任务要求，如脚本设计、音频制作等。学生可以将未完成的作品分享至班级互相学习、监督、评价，而后对自己的作品进行进一步的修改、完善。

4. 研究结果

通过对课堂的观察及不同班级学员的作品及学习情况分析后得到以下结果。

4.1. 初阶版课程教学

在初阶版的基础课程学习中，学生在刚刚接触图形化编程技术时，大多数学生对简单及可视化的造型设计有偏爱，即使造型设计部分的内容相较于编程内容已有弱化，但是依然有部分学生执着于简单的颜色变换等操作，他们对图形化的兴趣远高于动画编程技术。随着课

程的进行，对图形的兴趣逐渐偏移，但是对动画的设计依然比较粗糙，能通过画笔手绘的内容很少会使用直线、文字等工具进行造型设计。在编程设计内容上，对于拓展题的理解也存在有部分的差异，这些差异在显示出学生个性化的同时，也显示出了学生认知上的部分限制。

4.2. 活动进阶版课程教学

活动进阶版课程作为活动课程，其中已有基本的游戏动画代码，能够有效促进学生的学习兴趣。但是已有基础代码的情况下，部分学生会沉浸于游戏环节，更有少部分学生不进行拓展题与活动课程的学习。针对这种情况，平台设置当课程教师在要求学生进行作品分享时，如果学生的作品改动过少，将无法进行保存与分享。但在已有基础代码的情况下，学生的作品产出是最丰富的，其中也能看到学生巨大的个性化差异。

4.3. 创意编程系列课程教学

创意编程系列课程作为项目式课程，要求学生应有较强的独立思考能力。而我们的学生中只有少部分学生在真正地进行创作，他们会在大主题下选择自己更偏好的方向，克服操作上的困难及内容的复杂性，为了完成自己的创作目标而努力；部分学生初时计划较好，但是随着课程的进行逐渐失去耐心，制作逐渐变得粗糙；还有部分学生由于没有接收到特定的任务主题，对充满着各种可能性的大方向主题充满了迷茫，导致项目初期进程缓慢，后期制作也较为敷衍。

5. 总结与展望

线上课程的发展已刻不容缓，是重要且必要的。通过已有的线上教学包形式，实现专业与非该专业教师之间跨时间、跨地域的交流与促进、共同学习交流、共同进步。同时，已有的线上教案，不仅仅适用于学生，也能够给老师们借鉴，为学校培养综合素养创新教师，帮助教师转型升级。AI教师角色与学生的互动教学，这种新型的教师角色，能够拉近学生与教师角色的距离，激发学生的学习兴趣。同时，AI教师角色能够在一定程度上作为教师上编程课程的AI助手，尤其是信息技术课程这种更倾向于操作与个性化学习的课程，学生在课堂上遇见的问题各有不同，个性分明。而AI教师角色能够有效帮助教师，释放教师的工作压力。通过学生线上与AI教师角色进行交互式课程学习的形式，实现学生在任何时间、任何地点，只要手上拥有一台设备，就能够自主地与教师角色进行简单交流与课程学习。真正实现了以学生为中心，以兴趣为出发点，辅助学生进行自我创作，通过创新创造点燃学生的学习热情。

交互式课程设计，通过人机交互的形式，将故事化的情境设计出来，使得学生能够沉浸在教学课程中，吸引学生的学习兴趣。同时，将图形化编程技术贯穿整个课程的教学环节，而故事情节按照教学进度展开，故事场景与教学内容环环相扣，让学生走入故事当中，成为故事中的一员，参与故事、体验生活，以故事中的任务或内容作为本次课程的课程目标，实现教学目的。交互式课程教学，云课堂、课程社区的建立使得专业技能与兴趣爱好碰撞，大创客带着小创客前行，感兴趣的人们通过社区在“云上”进行学习、分享、交流、产生思维的碰撞。大家基础不同，却对图形化编程有着同样浓厚的兴趣。兴趣是最好的老师，同学们在完成自己的课程学习后，自行进行创作，展示自己的创意，将自己的想象付诸于实践，为想象插入翅膀。同时，学生的想象并非是无源之水，研究结果让我们看到，在拥有一定基础的时候，学生的创造力有时候才能得到更好地发挥。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

通过社区交互如点赞、评论、打赏等方式，赋能班级，在学生进行探究性学习的同时，不仅仅是培养思辨能力、创新精神，也能够帮助学生通过社区跨越时间与地域进行沟通与协作等网络时代发展的核心能力。通过网络进行灵感的碰撞、表达与分享。同时，线上的交互式学习也使得学生的课程学习情况能够得到更好的记录，以便于之后相应的大数据分析及个性化分析，在解放教师压力的同时能够有助于学生的个性化发展，更适用于中国国情。

参考文献

- 尚亚丽（2017）。中小学 STEAM 教育推进策略研究。《**长春师范大学学报**》，**36(12)**，139-143。
- 阮铭健（2014）。小学信息技术课 Scratch 程序设计教学的文献研究。《**当代教研论丛**》，(07)，4-7。
- 朱丽彬和金炳尧（2013）。Scratch 程序设计课教学实践研究——基于体验学习圈的视角。《**现代教育技术**》，(07)，30-33。
- 金元君（2014）。创客背景下的校本教材开发研究与实践。硕士学位论文，上海师范大学，上海。
- 毛爱萍（2013）。谈《儿童数字文化创作课程 Scratch 程序设计》的教学内容与模式。《**中国信息技术教育**》，(01)，89-91。
- 胡畔, 蒋家傅, 陈子超（2015）。我国 STEAM 教育发展的现实困难与对策。《**中国信息技术教育**》，**2015(09)**，46-47。

我国 STEM 教育研究近十年研究现状述评

——基于社会网络分析

A Review of the Research Status of STEM Education in China in the Last Ten Years

——Based on Social Network Analysis

杨超^{1*}，张天依²，张琪³

¹²³ 淮北师范大学 教育学院

* 2591846311@qq.com

【摘要】 STEM 教育是科学、技术、工程、数学四门科目的英文首字母缩写，在培养学生实践能力与创新精神上拥有独特的优势。文章以中国知网中核心期刊和 CSSCI 期刊中与 STEM 教育相关的 402 篇文献为研究对象，对文献的年代数量分布、作者单位、关键词进行了统计、频率分析、社会化网络分析及聚类分析，并做出了相应分析。最后，文章就我国 STEM 教育研究现状提出了一些展望与建议，以期为后续 STEM 教育研究做出一些参考。

【关键词】 STEM 教育；Ucinet；社会网络分析

Abstract: STEM education is an acronym for the four subjects of science, technology, engineering and mathematics, which has unique advantages in cultivating students' practical ability and innovative spirit. This paper takes 402 articles related to STEM education in the core journals and CSSCI journals of CNKI as the research object, and makes statistics, frequency analysis, social network analysis and cluster analysis on the chronological distribution, authors' units and keywords of the literature, and draws the corresponding charts. According to the relevant charts, the article makes the corresponding analysis. Lastly, this paper puts forward some prospects and suggestions on the current situation of STEM education research in China, in order to make some reference for the follow-up STEM education research.

Keywords: STEM education, Ucinet, social network analysis

STEM 教育最早起源于美国，是科学（Science）、技术（Technology）、工程（Engineering）、数学（Mathematics）四门科目的英文首字母缩写。STEM 教育并不是对四门课程的简单叠加，而是将四门课程有机整合，培养学生实践能力与创新精神（余胜泉和胡翔，2015）。

现如今的世界科学技术飞速发展，创新型人才的培养在国际竞争中占有越来越重要的地位。STEM 教育由于其在人才培养上的独特优势而在国际上受到越来越多的关注，许多国家先后投入到对 STEM 教育的研究与实践中。同样，STEM 教育在我国也越来越受到重视。明晰我国 STEM 教育研究领域的现状和趋势，对我国 STEM 教育的发展具有一定的指导意义。基于此，本文通过对 CNKI 中北大核心期刊与 CSSCI 期刊进行可视化分析，试图分析我国 STEM 教育研究的规律和趋势，以期对我国 STEM 教育研究与实践提出一些建议。

1. 研究设计

1.1. 文献来源

本研究文献来源于中国知网（CNKI），对北大核心期刊和 CSSCI 期刊进行主题为“STEM 教育”或“STEAM 教育”的检索，将检索时间限定为 2010 年 1 月 1 日—2020 年 12 月 31 日。经过人工筛选与 STEM 教育以及学术研究无关的文献，最终得到有效文献 402 篇作为研究对象，并以 NoteFirst 格式导出。

1.2. 研究方法和工具

本研究采用的研究方法主要是社会网络分析和聚类分析法。使用书目共现分析系统 Bicom2.01 对知网（CNKI）中导出的 NoteFirst 格式文档进行关键词、作者、作者单位进行统计分析，得到相关共现矩阵、词篇矩阵。将共现矩阵导入社会网络分析软件 UCINET6.0 中，并利用其可视化分析工具 NetDraw 绘制关键词、作者、作者单位的社会网络图谱；将词篇矩阵导入数据统计分析软件 SPSS21.0 中进行聚类分析，分析研究内容。

2. 数据统计与分析

2.1. 文献数量时间分布

对 STEM 教育相关研究文献的年度发文量进行统计与分析，可以较为直观、具体地了解国内 STEM 教育的热度趋势。利用 Bicom2.01 软件中所获得的统计数据，制作 2010 年-2020 年 STEM 教育研究领域的发文量年度分布统计图，如图 1 所示。由图一可见，我国对 STEM 教育研究大致可以分为三个阶段。

2012 年-2015 年为起步阶段。在这一阶段，我国对 STEM 教育的研究才刚刚起步，相关研究较少。虽然该阶段我国在 STEM 教育研究领域的发文量总体呈上升趋势，但增长缓慢。2016 年-2017 年为高速增长阶段。该阶段国内 STEM 教育研究相关论文数量大幅度上升，国内对 STEM 教育的研究呈现繁盛状态，STEM 教育在我国开始被重视并发展繁荣起来。2018 年-2020 年为平稳阶段，该阶段我国 STEM 教育发文量有所波动，但整体还是呈现上升趋势。说明国内对于 STEM 教育的研究已经度过高速增长爆发阶段，步入到稳步上升的阶段。

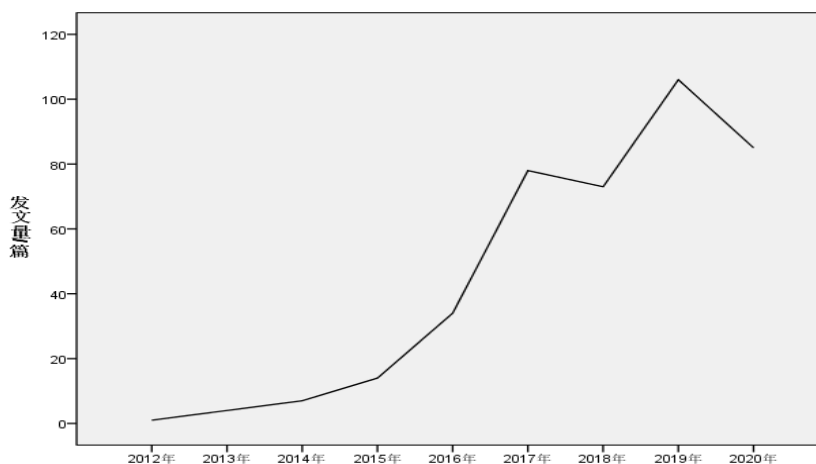


图 1 2010 年-2020 年 STEM 教育研究领域的发文量年度分布统计

2.2. 作者所属单位分布情况

将从中国知网获得的 NoteFirst 格式文档导入到 Bicomb2.01 软件中，设置提取关键字为作者单位，对作者单位进行修改，隐去具体部门、研究所等部分后进行统计，获得统计图表如表 1 所示。其中华东师范大学和北京师范大学出现频次最高，分别为 62 次和 39 次。

表 1 2010 年—2020 年国内 STEM 教育研究作者所属单位（部分）

序号	关键字段	出现频次	百分比%
1	华东师范大学	62	9.9042
2	北京师范大学	39	6.2300
3	东北师范大学	27	4.3131
4	南京师范大学	26	4.1534
5	陕西师范大学	21	3.3546
6	河南大学	16	2.5559
7	西南大学	13	2.0767
8	华南师范大学	12	1.9169
9	首都师范大学	10	1.5974
10	东南大学	9	1.4377

在 Bicomb2.01 软件中设置阈值为大于等于 2，构建作者单位共现矩阵并导出。将导出的作者单位共现矩阵导入社会网络分析软件 Ucinet6.0 中，利用其可视化分析工具 NetDraw 绘制作者所属单位社会网络图谱，如图 2 所示。蓝色方节点表示作者所属单位，节点之间的连线表示两节点之间的联系。

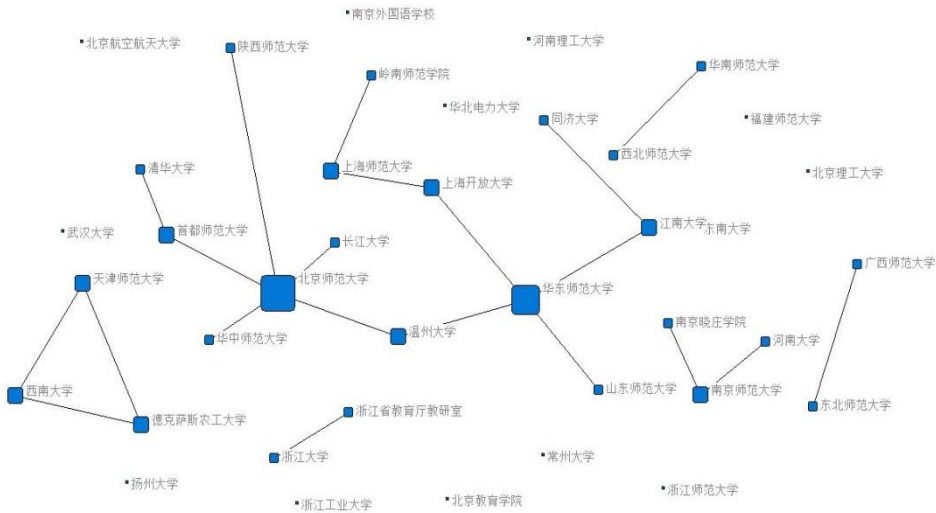


图 2 我国 STEM 教育研究作者所属单位社会网络图谱

观察作者所属单位社会网络图谱可以发现，北京师范大学和华东师范大学处于该社会网络图谱的中心位置，并建立起了一个以北京师范大学和华东师范大学双中心的 STEM 教育研究合作网络。结合表 1 中华东师范大学和北京师范大学的高出现频次，可以看出在我国 STEM 教育研究中，华东师范大学和北京师范大学占有重要的地位。

2.3. 研究热点分析

2.3.1. 高频关键词提取

将从知网获得的 NoteFirst 格式文档导入到 Bicomb2.01 软件中进行关键词提取，共提取到 884 个关键词。将频次前十的高频关键词进行统计，输出频次前十关键词统计表，如表 2 所

示。除“STEM 教育”、“STEAM 教育”、“STEM”和“STEAM”外，国内 STEM 教育研究中关键词“美国”频次最高，说明我国对 STEM 教育的研究中，关注于研究美国的 STEM 教育是较为重要的研究部分。我国 STEM 教育研究与实践相较于美国较为落后，对美国 STEM 教育的研究是作为 STEM 教育后发国家所必然要经历的过程。

表 2 2010 年—2020 年国内 STEM 教育研究高频关键词（部分）

序号	关键字段	出现频次	百分比%
1	STEM 教育	208	12.8633
2	STEAM 教育	51	3.1540
3	STEM	49	3.0303
4	美国	28	1.7316
5	创客教育	25	1.5461
6	STEAM	24	1.4842
7	科学教育	18	1.1132
8	核心素养	14	0.8658
9	STEM 课程	11	0.6803
10	教学模式	10	0.6184

2.3.2. 关键词社会网络分析

在 Bicom2.01 软件中，设置阈值为大于等于 5 构建关键词共现矩阵，将得到的高频关键词构建共现矩阵导出。将导出的高频关键词共现矩阵导入 Ucinet6.0 软件中，利用其可视化分析工具 NetDraw 绘制关键词社会网络图谱。如图 3 所示，蓝色方节点表示关键词，节点越大表示关键词表示该关键词的热度越高，节点之间的连线表示两节点之间的联系。

从图 3 可以直观地观察到 STEM 教育与 STEAM 教育处于整个社会网络图谱的中间位置并与几乎所有关键词都有联系；“美国”、“创客教育”、“项目学习”、“科学教育”与“STEM”处在次中心位置并且连接起了大部分其它关键词，说明目前国内对于 STEM 教育的研究热点主要集中在这些区域。图中还可以观察到“STEM 教师”这一特殊的关键词节点，该关键词只与中心关键词“STEM 教育”相联系，这说明 STEM 教师在高频关键词中相对孤立，不与其它高频关键词相联系。STEM 教师关键词的孤立与边缘化，说明该领域受到的关注与研究较少。

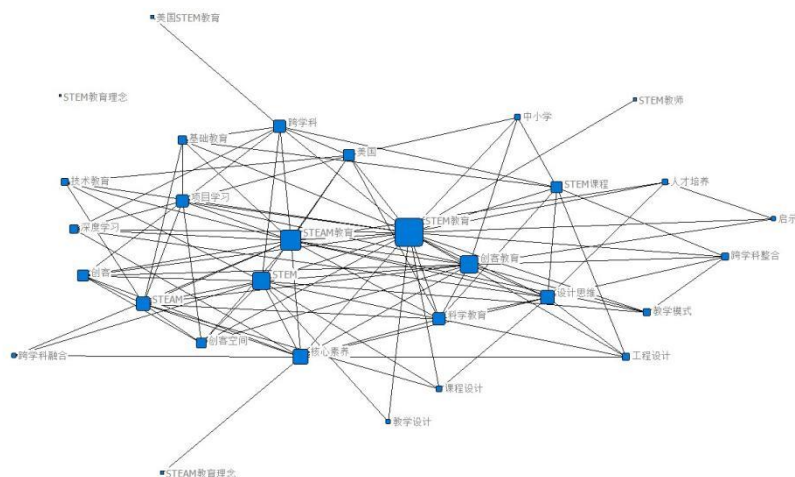


图 3 国内 STEM 教育研究高频关键词社会网络图谱

2.4. 关键词聚类分析

在 Bicomb2.01 软件中提取从知网获得的 NoteFirst 格式文档中的关键词字段, 设置阈值为大于等于 5, 构建词篇矩阵并导出。将词篇矩阵导入 SPSS23.0 软件进行聚类分析, 点击分析→分类→系统聚类分析, 方法选择二元方法中的 Ochiai 系数绘制聚类树图, 如图 4 所示。借助树状图聚类结果结合国内 STEM 教育研究情况, 可以将国内 STEM 教育研究划分为以下五个主题。

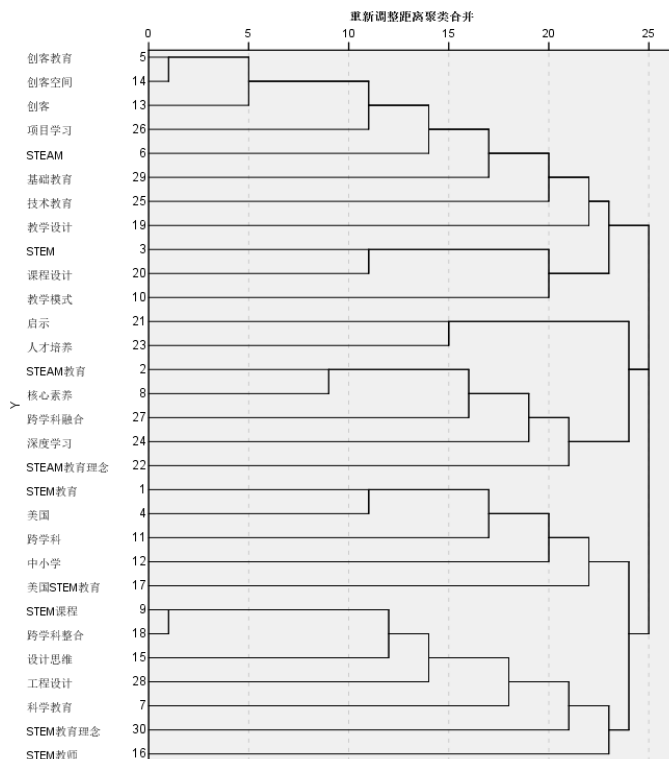


图 4 国内 STEM 教育研究高频关键聚类树图

2.4.1. STEM 教育与创客教育

本主题下涉及创客教育、项目学习、技术教育等 8 个关键词。创客教育与 STEM 教育是两个既有共通点也有相异处的概念,二者都面向学生的核心素养、问题解决能力,不同点在于 STEM 教育主要培养跨学科思维能力而创客教育主要培养独立的创造思维(杨晓哲和任友

群，2015)，STEM 教育注重探究性活动而创客教育侧重创造性活动(滕娇娇、闫志明、张铭锐和段元美，2019)。对于创客教育与 STEM 教育融合的研究，便是认识到 STEM 教育与创客教育侧重点的不同，试图将二者结合互补，以创客教育的数字技术和文化氛围来丰富和优化 STEM 教育的内容和手段；以 STEM 教育的跨学科综合理念、基于项目或问题的教学方法使创客活动更符合学校教育和人才培养的需求(王旭卿，2015)。例如孟红娟等讨论了 STEAM 与创客教育在实践中存在的偏“软”、偏“硬”的问题并提出融合两者融合来相互取长补短，同时构建了 STEAM 与创客教育课程整合模型、教学策略和评价体系(孟红娟、黄勃、王梦珂和周冰，2020)。

2.4.2. STEM 课程教学研究

本主题下涉及 STEM、课程设计、教学模式 3 个关键词。将 STEM 教育真正落实到实践层面上，离不开对课程本身的开发与教学模式的构建。该主题下立足于当前我国 STEM 课程资源相对匮乏、STEM 教学模式尚处于摸索阶段的情况，将研究目光转向对课程的开发、对教学模式的摸索。例如陈希等以“建筑设计”课程为例，采用 6E 设计型学习模式进行了基于工程设计的 STEM 课程设计，并在此基础上进行教学实践探索，为我国高中开展基于工程设计的 STEM 课程提供了一种可能的实践路线(陈希和程林，2019)。

2.4.3. 跨学科视角下的人才培养

本主题下涉及启示、人才培养、核心素养、跨学科融合、深度学习等 7 个关键词。STEM 教育强调跨学科融合，以真实的问题情景促进深度学习，其目的在于培养学生的跨学科能力与核心素养，以期为国家培养面向新时代的新人才。该主题下主要针对 STEM 教育在人才培养上的特殊优势，挖掘 STEM 教育培养学生能力的功能。例如陈明选等分析了 STEAM 教育理念和教育技术学的契合度，认为指向创新型人才培养的 STEAM 教育与教育技术学有着深度契合，并指出 STEAM 教育为教育技术学学科特色提供了可行的理论与实践路径(陈明选、苏珊，2019)。

2.4.4. 国外 STEM 教育

本主题下涉及美国、跨学科、中小学等 5 个关键词。美国是 STEM 教育的起源地，同时也是 STEM 教育发展相对成熟的国家，我国 STEM 教育起步较晚，所以对国外，尤其是美国 STEM 教育的研究是我国发展 STEM 教育必不可少的历程。本主题下研究立足于研究国外 STEM 教育发展历程、现状、实践、课程设计、教学模式、教师培养等方面，以期为我国 STEM 教育发展提供借鉴与指导。例如，宿庆等梳理了《制定成功路线：美国 STEM 教育战略》的发布背景，并重点从发展目标与实施路径两个角度进行了解读，从顶层设计、参与主体、教育实践、效果评估等方面探讨了该战略对我国 STEM 教育的启示，以期推动我国 STEM 教育的发展，为课程改革和人才培养提供参考(宿庆、张文兰、夏小刚和李莉，2020)。

2.4.5. STEM 教育理论与实践

本主题下涉及跨学科整合、设计思维、科学教育等 7 个关键词。该主题瞄准 STEM 教育实施的理论与实践，基于实践对 STEM 课程教学相关理念展开研究。例如，杨彦军等在借鉴基于整体设计方法的 4C/ID 教学系统设计模型的基础上，结合整合型 STEM 教育项目设计经验建构了由五个要素、十二个步骤构成的项目设计过程模式，并结合著名的火星教育 STEM 项目解析了各要素在实际项目设计中的应用(杨彦军、饶菲菲和阿依努尔，2019)。同时，该主题下还涉及了 STEM 教师研究。在 STEM 教育落实中，STEM 教师是推动 STEM 教育发展的必要因素。研究 STEM 教师相关问题，对我国 STEM 教育的顺利开展与推进具有重要意

义。例如,董艳等通过分析信息素养和教师信息素养概念的发展,聚焦我国中小学 STEM 教师群体,借鉴信息素养研究范式的发展,探索 STEM 教师信息素养的内涵。研究提出 STEM 教师信息素养主要分为内涵情境要素、外延环境要素两个维度,共六个层面要素组成,并据此为 STEM 教师的培养提出了一些培养策略(董艳、和静宇、徐唱和郑娅峰,2020)。

3. 总结建议

3.1. 加强 STEM 教师方向研究

作为 STEM 教育实施的中坚力量,STEM 教师的素质水平高低决定了我国 STEM 教育的水平高低。面对目前 STEM 教师缺口问题,既可以在师范高校开设 STEM 教师培养专业为长远做打算,也可以为在岗教师提供 STEM 教师培训填补 STEM 教师缺口。而面对当前 STEM 教师队伍水平不高、STEM 教育人才培养路径还处于摸索状态的现状,研究与思考 STEM 教师应该具备什么样的素养、如何培养 STEM 教师人才,对 STEM 教育的发展有着十分重要的现实意义。

3.2. 开发本土特色 STEM 课程

STEM 教育起源于美国,先发于欧美。欧美在 STEM 课程开发方面相对成熟,我国作为 STEM 教育后发国家对欧美成熟的 STEM 课程资源进行学习无疑是有利于我国 STEM 教育发展。但若止步于吸取经验建议,则难以落实到具体实践;若照搬照抄国外成熟的 STEM 课程,也难免遇上“水土不服”的困境。国内 STEM 课程的开发,必然要充分考虑中国的实际情况,充分吸收中国特色文化。STEM 教育在中国扎根,必然离不开中国特色文化的土壤。面对 STEM 课程本土化问题,一可以对国外成熟 STEM 课程进行本土化改造,使之适合中国本土学情;二可以基于中国传统文化、社会实际情况深挖真实的问题情境,构建中国本土生长的 STEM 课程。

3.3. 关注对学生评价的研究

STEM 教育通过跨学科的真实问题情景,培养学生跨学科思维能力和问题解决能力,这决定着 STEM 教育对学生的评价也是基于 STEM 素养的多元能力评价。而传统分科教育与 STEM 教育有着不同的培养目的,这也意味着传统评价方式在 STEM 教育中的“失灵”。因此 STEM 教育需要建立起一套新的评价体系,用于对多元素养、能力的评价。当前国内外专注于 STEM 教育的评价方式的研究较少,而评价在 STEM 教育中又不可缺席,故专注于 STEM 学习结果评价的研究有着急迫而又现实的意义。

3.4. 关注学前阶段 STEM 教育

当前,对于 STEM 教育的探索研究,大部分的目光都投向了中小学阶段与高校,鲜有研究关注学前教育阶段的 STEM 教育。学前阶段是儿童思维能力、想象力、创造力发展的关键时期,同时 STEM 教育的跨学科性质相比分学科更能为学龄前儿童展示一个丰富多彩的真实情境,有利于儿童对世界的整体性认识。基于此,学前教育阶段 STEM 教育的实施有利于促进儿童思维能力、想象力、创造力等整体素质的发展。所以,关注学前阶段的 STEM 教育对国内 STEM 教育发展有着十分重要的意义。

参考文献

王旭卿(2015)。面向 STEM 教育的创客教育模式研究。《中国电化教育》,2015-08-06,36-41。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 余胜泉和胡翔 (2015)。STEM 教育理念与跨学科整合模式。**开放教育研究**, 2015-04-02, 13-22。
- 陈希和程林 (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**, 2019-02-20, 121-126。
- 陈明选和苏珊 (2019)。STEAM 教育视角下教育技术学人才培养的思考。**电化教育研究**, 2019-03-04, 27-33。
- 杨晓哲和任友群 (2015)。数字化时代的 STEM 教育与创客教育。**开放教育研究**, 2015-05-04, 35-40。
- 杨彦军、饶菲菲和阿依努尔 (2019)。基于整体设计方法的整合型 STEM 教育项目设计研究。**开放教育研究**, 2019-01-11, 99-107。
- 孟红娟、黄勃、王梦珂和周冰 (2020)。STEAM 与创客教育的问题及其整合路径探究。**现代教育技术**, 2020-03-18, 114-119。
- 赵书琪和于洪波 (2019)。美国 STEM 教育研究 30 年:历程、特点与启示。**现代教育技术**, 2019-01-02, 5-10。
- 宿庆、张文兰、夏小刚和李莉 (2020)。服务于人才培养的 STEM 教育——《制定成功路线:美国 STEM 教育战略》的解读与启示。**现代教育技术**, 2020-01-18, 114-120。
- 崔雷、刘伟、闫雷、张晗、侯跃芳、黄莹娜和张浩 (2008)。文献数据库中书目信息共现挖掘系统的开发。**现代图书情报技术**, 2008-08-15, 70-75。
- 董艳、和静宇、徐唱和郑娅峰 (2020)。STEM 教师信息素养的情境化分析与发展策略。**中国电化教育**, 2020-08-11, 70-77。
- 滕娇娇、闫志明、张铭锐和段元美 (2019)。STEM 教育与创客教育辨析。**现代教育技术**, 2019-11-16, 101-106。

基于 STEM 的幼儿园科学活动的设计

Design of Kindergarten Scientific Activities Based on STEM

刘馨¹，阮滢昕¹，魏雪峰^{2*}

¹ 鲁东大学教育科学学院

² 鲁东大学教师教育学院

* xuefengwei99@163.com

【摘要】 STEM教育具有情境性、跨学科性、合作性等特点，它与幼儿五大领域具有内在的一致性。本文在STEM教育理念的支撑下，通过选定主体、拟定方案、实施方案、展示作品、作品评价五大步骤进行的幼儿园活动设计，以期促进幼儿学习品质的培养。

【关键词】 STEM教育；基于项目的学习；活动设计

Abstract: STEM education has the characteristics of contextuality, interdisciplinary, Cooperation, etc. It is inherently consistent with the five major areas of young children. Under the support of the STEMA education concept, this article designs kindergarten activities through five steps: selecting the main body, drawing up a plan, implementing a plan, displaying works, and evaluating works, aiming to promote the cultivation of children's learning quality.

Keywords: STEM Education, Project-based Learning, Activity Design

上世纪 80 年代，美国基于教育状况和国际经济地位的考虑，首倡 STEM 教育。此后 STEM 教育的概念在全世界流传开来。我国于 2016 年正式颁布 STEM 政策，将其纳入国家创新型人才培养战略。将 STEM 教育与学前教育相融合，旨在培养幼儿主动、坚持、探索的学习品质（陈大琴，2018）。本文通过整理 STEM 教育的内涵，探讨基于 STEM 教育理念下，幼儿园科学领域的活动设计。

在学前教育阶段，将 STEM 教育与幼儿园的集体活动相结合，助力幼儿更加全面的发展。从学习品质出发，STEM 教育有助于培养幼儿积极主动、不怕困难、敢于探索和发问的学习品质（陈大琴，2018）。从幼儿园科学活动的实施现状出发，幼儿园活动和 STEM 教育理念的结合要精准定位目标、采用多种的教学主题、教师适时的指导（张玉、余海霞和赵昉文等，2021）。

1. 幼儿 STEM 教育的含义和特征

1.1. 幼儿 STEM 教育概念

STEM 教育即将科学、技术、工程和数学进行跨学科的有机整合，旨在解决真实问题、培养学生的发现、探究和解决问题的能力（蔡慧英和顾小清，2016）。幼儿 STEM 教育则是根据幼儿的身心发展特征，通过生活和游戏中的真实问题，为幼儿创造亲身体验、动手操作的活动环境，创造性的解决生活和游戏中的问题（陈大琴，2018）。

1.2. 幼儿 STEM 教育特点

幼儿 STEM 教育作为 STEM 教育和学前教育的融合，有其独有的特征。第一，情境性。STEM 和幼儿园都强调真实情景中的问题，强调在解决问题之前相关情景的创设。第二，趣味性。游戏是幼儿园最常见的教育形式。STEM 教育运用游戏化的形式，将教育目的内化进游戏中，进而促进幼儿综合素养的发展。第三，合作性。STEM 教育的最终目的趋向于问题的解决，而问题的解决不是单个人的劳动成果，而是小组的劳动集合，通过合作让幼儿更多

的参与社会交流，发展其社会性。第四，跨学科性。学前教育和 STEM 教育综合运用多门学科解决问题，注重学科间的融合（高翔和胡露，2019）。

2. 基于 STEM 教育理念下的科学活动设计过程

根据幼儿手部精细动作的发展情况，选择大班幼儿为活动对象；根据幼儿的日常生活实际，选择制作纸飞机为活动主题：“看看谁飞的更远”。在活动过程中，在随机分组的原则将幼儿分成四组（每组六人）的前提下，（1）：教师首先考察户外活动的天气状况，选择微风或者无风的天气进行教学活动，避免由风力等外在条件影响的活动效果；（2）：其次，教师对幼儿进行基础概念的输入：帮助幼儿掌握一种最简单、常见的制作纸飞机的方式，并带领幼儿在户外进行实地飞行实验；（3）：再次，教师给幼儿提供多种材质、大小的折叠材料，引导幼儿不断尝试并完善多种方法来折叠纸飞机，不断试飞哪种方法的飞行距离最远；（4）：然后进行作品展示和小组的分享；（5）：进行师生和生生之间互评，幼儿共同选择最佳折叠方式。

第一，选定主题，明确项目任务。恰当的主题在一定程度上决定了整个项目的成败。幼儿活动主题首先要遵循生活化、趣味化的特点。活动主题源自幼儿生活，拉近生活与活动的距离，激发发现、探究、解决问题兴趣。“制作纸飞机”是幼儿生活中常见又不失趣味的活动。以此为主题既能充分运用幼儿的先前经验，又能综合发展幼儿多方面素养。第二，拟定方案，制定活动计划。教师综合考虑班级幼儿的实际情况，为整个主题活动制定详细的计划，包括活动流程、实验步骤、组内成员的任务安排等，提前考察天气状况，准备活动材料。第三，实施方案，完善活动计划。只有在方案的实施过程中才能检验拟定的方案是否符合要求，是否能完成活动目标。在活动过程中，主要有三个环节。制作飞机；试飞飞机、比较飞行距离；完善折叠方式，再次比较飞行距离。不断试错，最终选出最优的折叠方式。第四，通过实施方案，呈现最终的产品。通过产品展示，分享小组在制作过程中的想法、观点，以及他们通过活动掌握的技能和知识，和其他小组成员喜悦和成就感。第五，作品评价，完善活动方案。综合运用教师评价、同伴评价、学生自评。在评价过程中既要关注幼儿方案的执行、产品的优势，也要关注团队表现、合作情况，从活动中的各个方面来考虑活动的效果、目标实现。

3. 结论

STEM 教育在创新教育的大时代背景下是一种全新的教育潮流，具有远大的前景。幼儿园教育与 STEM 教育的结合也应该是目前教育研究界关注的重点，将研究的目光置于基础教育中的基础—学前教育，探寻更好的将 STEM 教育融入学前教育阶段的新模式。通过“STEM 教育理念”，更好的实现幼儿阶段的教育目标要求，创新的将幼儿园的五大领域和 STEM 教育的四门学科相结合，选择合适的主体、拟定合适的方案、制定本土化的幼儿 STEM 教育评价体系，助力学前教育与 STEM 教育在未来更好的结合，助力学前教育更好的发展。这项研究还需要进行实践操作，借助真实案例的分析完善 STEM 教育理念下的幼儿园活动的设计。

参考文献

- 陈大琴（2018）。在早期 STEM 教育中注重幼儿学习品质的培养。《学前教育研究》(08)，64-66。doi:10.13861/j.cnki.sece.2018.08.007.
- 张玉、余海霞、赵昉文和黄小红（2021）。STEM 教育理念下幼儿园科学教育中存在的问题与对策。《中国现代教育装备》(02)，48-50。doi:10.13492/j.cnki.cmee.2021.02.015.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 高翔和胡露（2019）。STEM教育:幼儿园活动开展的新探索——以成都市金牛区机关第三幼儿园的实践为例。 **中国教育学刊(09)**，97-100。doi:CNKI:SUN:ZJYX.0.2019-09-025.
- 蔡慧英和顾小清（2016）。设计学习技术支持 STEM 课堂教学的案例分析研究. **电化教育研究(03)**，93-100。doi:10.13811/j.cnki.eer.2016.03.013.

基于 E-STEM 理念的小学科学教学设计与实践研究

Research on the Design and Practice of Primary School Science Teaching Based on the E-STEM Concept

阮滢昕¹，刘馨¹，魏雪峰^{2*}

¹ 鲁东大学教育科学学院

² 鲁东大学教师教育学院

* xuefengwei99@163.com

【摘要】 近年来，STEM 理念在小学科学教学中应用十分普遍，后来美国大自然保护协会（TNC, The Nature Conservancy）将 STEM 教育升级为 E-STEM 教育，提出 E-STEM 理念。本文主要结合 6E 教学模式，以青岛版小学科学三年级《淡水资源》一课为依托，以“简易净水器”主题，探究 E-STEM 理念的小学科学教学设计，期为小学科学教学的应用提供一些参考和帮助。

【关键词】 E-STEM 理念；小学科学；教学设计；6E 教学模式

Abstract: In recent years, STEM concepts have been widely used in elementary school science teaching. Later, the Nature Conservancy (TNC, The Nature Conservancy) upgraded STEM education to E-STEM education and proposed the E-STEM concept. This article mainly combines the 6E teaching model, based on the Qingdao version of the third grade elementary science "Freshwater Resources" lesson, with the theme of "simple water purifier", explores the E-STEM concept of elementary school science teaching design, with a view to the application of elementary school science teaching. Provide some reference.

Keywords: E-STEM concept, elementary school science, teaching design, 6E teaching mode

1. 前言

在全球化的大背景下，STEM 理念对我国教育的改革也有很好的启示。2016 年我国 STEM 教育呈爆炸式增长，并被纳入国家发展战略。后来美国大自然保护协会（The Nature Conservancy）将 STEM 教育升级为 E-STEM 教育，提出 E-STEM 理念。但由于我国 E-STEM 教育研究起步较晚，与学科联系不紧密，仍处于实践尝试的阶段。本研究主要结合我国小学科学教学内容，基于 E-STEM 理念对小学科学进行教学设计，希望对今后我国小学科学教学探索提供借鉴。

2. STEM 与 E-STEM 教育理念

2.1. STEM 教育理念

STEM 教育最初起源于美国。1986 年美国国家科学研究委员会提出了“科学（Science）、数学（Math）、工程（Engineering）和技术（Technology）教育集成”的建议，STEM 就是这四个英文单词首字母的缩写。STEM 教育是一种由多门学科融合而成的教育，通过团队协作解决具体问题，掌握跨学科知识。我国 STEM 教育研究内容主要涵盖 STEM 课程整合理念，STEM 教育发展背景（秦瑾若和傅钢善，2017），STEM 教育与创客教育的关系（王旭卿，2015），以及教学实践研究等（陈鹏、田阳和黄荣怀，2019）。

2.2. E-STEM 教育理念

E-STEM 的理念最初是由北美环境教育协会在一个题为《让年轻人参与 21 世纪的社会挑战：将环境教育与数学、科学、技术、工程和安全联系起来》的文件中提出的。E-STEM 教育

是一种综合型教育，是指将 STEM 和环境教育学科的信息相结合 (Fraser,J., Gupta,R.& Ardalan, N.,2013)。E-STEM 教育通过基于项目或问题的方式进行跨学科整合式学习，旨在培养具有环境素养、科学精神、问题解决能力等全面发展的人。E-STEM 的发展将环境教育与 STEM 相结合，使孩子们拥有广泛的认知技能、能力和态度(Partnership for 21st Century Learning; 2007)。我国目前 E-STEM 教育在理论和实践层面较少,因此，本文采用循证教学法应用科学学习标准，从成功的 E-STEM 实践中学习，以及分享教学经验。

3. 基于 E-STEM 理念的教学实践

3.1. 教学实施

研究者为了保证 E-STEM 课堂教学的真实状态，本次研究由专门的 STEM 教师在小学科学实验室开展，选取烟台市某小学三年级一个班级共 48 名学生，4 个学生为一组。研究者根据青岛版科学《淡水资源》，设计基于 E-STEM 理念的“简易净水器”一课。该教学设计的目的是引导学生亲自设计并制作一个简易净水器。本研究采用 ITEEA 提出的 6E 教学模式，包含参与 (Engage)、探究 (Explore)、解释 (Explain)、工程 (Engineer)、深化 (Enrich) 和评价 (Evaluate) 六个环节(ITEEA,2016)。这六个环节与 E-STEM 教育的项目式、问题导向式的课程组织方式深入整合，最终每个小组都成功制作搭建了净水器模型。

3.2. 教学效果

通过本次课程的学习，学生们充分发挥自己的创造力和动手能力，提升环境素养，通过多次尝试和调整，巧妙设计并制作出简易自制净水器，并且将实验报告单填写完整。既掌握了跨学科知识，又提高了环境素养，基本达到了 E-STEM 的教育目标。同时，研究者采用了美国德克萨斯州立大学 UTeach 教师中心开发的一个用于 STEM 课程评估的课堂观察评估工具 UTOP (UTeach Observation Protocol)，是面向 STEM 教师培养、提升教师专业发展而开发的课堂观察工具，关注教师是否考虑学生的前概念、教学设计，以及学生的学习投入，被广泛应用于 STEM 教育评价。最终教师团队评价该教学的课堂环境、课堂结构、执行效果、教学内容四个方面较以往 STEM 教学得到了一定程度的提升。课后研究者与学生 L 和学生 G 进行交流，他们都表示非常喜欢这种亲自动手操作的课程，每当成功的解决问题时他们的自信心也大大提高，该活动激发了他们学习科学知识和保护环境的欲望，希望以后学校能定期经常开展这样的课程。接下来研究者将继续研究此教学设计在教学实境中的开发和应用，以便做出改进和完善。

参考文献

- 王旭卿 (2015)。面向 STEM 教育的创客教育模式研究。《中国电化教育》，(08)，36-41。
doi:CNKI:SUN:ZDJY.0.2015-08-006.
- 陈鹏、田阳和黄荣怀 (2019)。基于设计思维的 STEM 教育创新课程研究及启示*——以斯坦福大学 d.loft STEM 课程为例。《中国电化教育》，(08)，82-90。
- 秦瑾若和傅钢善 (2017)。STEM 教育:基于真实问题情景的跨学科式教育。《中国电化教育》，(04)，67-74。
- Fraser, J.,Gupta,R.,Flinner,K.,Rank,S.,& Ardalan,N.(2013).*Engaging young people in 21st century community challenges:linking environmental education with science,technology, engineering and mathematics, newknowledge report*. New York:New Knowledge Organization.

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

ITEEA(2016). *6E learning by design* · [https://www.iteea.org/STEM Center/6E Learning by DeSIGN.aspx](https://www.iteea.org/STEM%20Center/6E%20Learning%20by%20DeSIGN.aspx).

Partnership for 21st Century Learning.(2008).*21st Century Skills, Education & Competitiveness*. 2008:1.

基于 STEM 的探究式教学设计

——以智能小车自动泊车为例

Research Teaching Design Based on STEM

—— Taking Intelligent Car Automatic Parking as an Example

程洁^{1*}, 许文静², 张琪³

淮北师范大学 教育学院

* 1352689307@qq.com

【摘要】 人工智能在我们生活中有着广泛的应用，同样在教育中也拥有着广阔的应用前景。教育人工智能是教育技术学的必修课程，本文基于 STEM 教育理念，结合探究式教学思想，进行了“智能小车自动泊车”课程的教学设计。

【关键词】 探究式教学；人工智能；自动泊车

Abstract: Artificial intelligence has a wide range of applications in our life, but also in education has a broad application prospects. Educational artificial intelligence is a compulsory course in educational technology, and based on STEM education concept and in combination with inquiry teaching ideas, the teaching design of "intelligent car automatic parking" course is carried out.

Keywords: Inquiry teaching; Artificial intelligence; Automatic parking

1. 缘起

教育人工智能是人工智能与学习科学相结合而形成的一个新领域，旨在利用人工智能技术为学习者高效地进行学习创造条件（闫志明、唐夏夏、秦旋、张飞和段元美，2017）。采用教育人工智能场景中的案例进行教学，能够增进学生对本学科的认识，提高编程语言的掌握程度。“领航者”智能小车 IPA 自动泊车案备实践操作性强，能增进学生对教育人工智能的认识与了解。本案例的情景与实物操作适合使用 STEM 教学，同时能够体现探究学习的本质。

2. 教学设计

2.1. 教学目标

学生了解并掌握智能小车自动泊车的工作原理和操作程序，能够运用 python 语法控制智能小车；通过对该项目的学习、探究与实践，学生信息素养、数据素养、创新思维得到提高。

2.2. 教学过程

在探究式教学中，引导学生自主参与探究的一系列活动是探究式教学的重要特点，而同时获得知识、技能、情感与态度的发展是探究教学的目的（许云凤，2006）。该教学过程依据探究式教学理念，设计了自主探究、助力探究、深入探究、合作探究、总结评价五个环节，充分引导学生探究智能小车自动泊车问题情景，掌握相关知识与技能，激发学生兴趣。

2.2.1. 创设情境，设置问题

视频导入：以驾车旅游的情景导入课程，引导学生一起探究智能小车如何实现自动泊车。

呈现问题：车辆如何判断停车位？车辆如何确保自己保持在车位线中而不压线？

学生活动：学生在教师的引导下回顾 Linux 命令 Python 语法和 Python Numpy 使用技巧，小组成员之间讨论“领航者”小车的开发环境、动作组合等，并结合教师给出的情景探讨智能小车自动泊车的工作原理。

2.2.2. 实物呈现，助力探究

实物展示：以黑胡桃工作室研发的“领航者”小车为例，展示智能小车的自动泊车功能，通过实物展示的方式，激发学生进一步探究与思考的兴趣。

学生活动：认真观看“领航者”小车的自动泊车过程，并继续思考刚刚老师所提出的问题。

2.2.3. 教师讲解，深入探究

讲解智能小车自动泊车的过程：（1）智能小车寻找车位；（2）智能小车找到车位后微调车身；（3）智能小车停车同时驾驶员下车；（4）智能小车自主驶入车位并在停止线前停车。

编程讲解：（1）模型训练：将.pb 格式的模型文件转换为 TensorRT 格式；（2）使用 TensorRT 模型完成了对交通标志的识别；（3）让智能小车通过自转来寻找车位；（4）让智能小车从起点出发，待识别到停车场 P 的交通标志后自动泊车；（5）对各功能点进行集成测试。

2.2.4. 合作探究，协同设计

发布任务：（1）根据教师讲解的内容，将智能小车实现自动泊车的步骤填入实训报告中；（2）根据教师讲解与填入实训报告中的步骤，小组成员对一辆智能小车进行编程设计，使其完成自动泊车。（3）将编程设计的作品拍照、录视频，供后期评价使用。

2.2.5. 作品展示，点评总结

展示与评价：教师与同学共同观看各个小组同学合作完成的智能小车进行自动泊车的过程，并请小组代表讲述他们在合作完成任务时的心得历程，分享合作完成任务时所遇到的问题以及如何解决的。教师对各小组同学的作品进行指导、点评与鼓励。

3. 总结

“领航者”智能小车 IPA 自动泊车一课属于教育技术学专业本科生的必修课中的一个案例，主要以实训操纵为主。本节课需要学生具有 python 编程基础知识以及信息与数据素养，了解教育人工的应用场景。在探究式教学中，引导学生自主参与探究的一系列活动是重要的特点，最终使学生获得知识、技能、情感与态度的发展。

参考文献

许云凤(2006)。探究式教学与传授式教学辨析。《教育探索》，2006-07-13，22-24。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 闫志明、唐夏夏、秦旋、张飞和段元美.教育人工智能(EAI)的内涵、关键技术与应用趋势——美国《为人工智能的未来做好准备》和《国家人工智能研发战略规划》报告解析。**远程教育杂志**，2017，35(01)，26-35.

中小学教师自主开发 STEM 课程教学设计案例分析

A Case Study of Teaching Designs of STEM Course Independently Developed by Primary and Secondary School Teachers

孙金云^{1*}, 李玉顺²

¹²北京师范大学教育学部

* 202022010232@mail.bnu.edu.cn

【摘要】 本研究对中小学教师自主开发的 STEM 课程案例的教学设计开展质性研究，从课程跨学科知识整合方式、真实问题情境创设、学习支架设计与使用三个维度进行分析。通过建立框架、案例编码、数据统计分析案例的整体情况，通过个案分析明确现存问题的本质原因。研究发现，国内 STEM 课程存在拼盘式的“伪跨学科”现状、整合维度单一、境脉设计性弱、学习支架使用较少的问题。基于此，建议一线教师基于真实性、整合性强的问题，设计趣味情境，采取多维度整合，设计学习支架等方式开发 STEM 课程。

【关键词】 STEM 教育；STEM 课程；跨学科整合；真实问题情境

Abstract: This research conducts qualitative research on the teaching design of STEM curriculum cases independently developed by primary and middle school teachers. The analysis is carried out from three dimensions: the way of interdisciplinary knowledge integration of the curriculum, the real problem situation created, and the design and use of learning scaffolding. This study analyzes the overall situation of the cases by establishing a framework, coding, and statistics. Through case analysis, the essential reasons for the problems of STEM courses in our country are clarified. Research has found that domestic STEM courses have problems such as the "pseudo-interdisciplinary" status quo, single integration dimensions, weak contextual design, and less use of learning scaffolding. Based on this, it is recommended that teachers develop STEM courses based on real problems with strong knowledge integration, design interesting situations, adopt multiple integration approaches, and design learning scaffolds.

Keywords: STEM Education, STEM Courses, Interdisciplinary Integration, Problem Context

1. 前言

近年来，美国发布《制定成功路线：美国 STEM 教育战略》(陈鹏, 田阳, 刘文龙, 2019)，中国启动“2029 创新行动计划”。起初，“SMET”在 ATE 会议中因发音被改为“STEM”(English, L.D., 2016)。2005 年弗吉尼亚理工大学创立“STEM 教育学位”后进军教育领域。因首字母缩写组成“STEM”概念定义模糊，有元分析研究将其概念综述为两类：有机整合的 STEM 教育以及跨学科整合的教学方法(Martín-páez, T., & Aguilera, D., 2019)。

本研究借助 CNKI 以 STEM 与教育/课程/素养/教学/学习/视角/理念/项目/活动组成的九个检索词的“或”运算进行文献篇名检索，借助 CiteSpace 软件对 2012-2020 年间的 289 篇核心期刊文献的关键词聚类分析(见图 1)。结果显示，国内 STEM 教育研究逐渐关注课程开发、实施以及师资培养，跨学科整合是 STEM 教育与课程的共同研究热点。课程是检验教育理念实践的重要形式，《中国 STEM 教育白皮书》中指出我国 STEM 教育实施“五花八门，没有标

准，不成系统”。国内 STEM 课程究竟是整合两门或多门学科(Sanders,M., 2008)还是采取“元学科”方式整合(Merrill,C. & Daugherty,J., 2009)值得探讨。

国内案例研究缺乏教学设计的详细论述，一线教师实践参考性弱。于学习科学考量，STEM 课程要解决学什么、为何学、如何学。STEM 课程强调理解迁移促进知识整合、问题情境下的真实实践以及学习技术支持。本研究分析我国中小学教师自主开发的 STEM 课程教学设计案例以探讨课程设计和开发存在的问题，研究关注以下三个方面：STEM 跨学科整合的方式如何？教师多设计何种问题情境？教师学习支持技术现状如何？



图 1 国内 STEM 核心期刊论文关键词聚类分析

2. 研究设计

2.1 案例来源与标准

本研究对近期某次全国范围内颇具代表性的 STEM 教学案例大赛的作品筛选，剔除不含教学设计、视频、图片或反思材料的案例，最终确定 51 例，各学段占比如图 2 所示。同专家商榷确立框架，模糊内容由四名人员结合支撑材料编码以避免主观误差。

2.2. 案例分析框架

2.2.1. 跨学科知识整合方式维度

本研究结合我国课标搭建中国 STEM 课程学科分类框架（参见图 3）。中国课程以科学知识为主，工程内容少(许茵和雷庆, 2007)。本研究将参考基础教育阶段包含工程设计、决策制定、物化实现和思维培养的工程教育核心特征(时慧和李锋, 2019)编码。

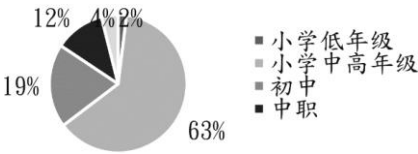


图 2 各学段 STEM 案例分布情况

领域	科学	技术*	工程	数学
学科	小学科学	通用技术 (劳动技术)	国内无直接对应的工程学科，研究将根据课程案例的具体内容编码	数学
其他	语文、外语、政治、历史、音乐、美术、体育与健康			

注：通用技术、劳动技术、信息技术是技术领域的主要组成部分，由于国内学科性质，其可能蕴含其它学科内容，研究编码时具体内容具体分析。

图 3 STEM 课程学科分类框架

基于学科知识整合、生活经验整合、学习者中心整合三种整合取向(余胜泉和胡翔, 2015)，划分三个整合层级（参见表 1），研究整合方式与深度。

表 1 课程整合取向与深度分析维度

1. 学科知识整合	1.1 以独立任务、问题串联各单一学科知识	1.2 引导性问题、任务帮助学生建构整合知识体系	1.3 学科整合学习，注重学科高阶思维发展
2. 生活经验整合	2.1 基于生活经验定学习主题、问题，整合学科	2.2 基于经验与学科思维意识自主制定解决方案	2.3 在生活中使用学习成果解决真实问题
3. 学习者中心整合	3.1 学生发现问题，教师制定问题解决方案等	3.2 学生发现问题，自主探究解决问题的方案	3.3 学生发现并解决问题、自主评价梳理学习过程

2.2.2. 真实问题情境创设维度

建构主义学习环境的情境创设是教学设计最重要的环节之一(何克抗, 1997)。本研究基于建构主义理论、STEM 教育理论、案例情况, 划分对话交互式、媒体资源引入式、知识趣味化设计、真实生活体验、故事代入式、虚拟游戏六类情境形式。

2.2.3. 学习支持技术维度

结合信息化教学学习支架(闫寒冰, 2003)、STEM 教育九种支架(余胜泉和胡翔, 2015)、“STEM+”教育学习支架(张瑾, 2017)研究与案例情况, 划分问题引导型、情境代入型、知识技能型、程序规划型、策略工具型、练习强化型、实验范例型七类学习支架。

3. 研究结果

3.1. 学习内容的学科来源与课程跨学科整合维度统计

学科知识来源与跨学科形式方面, 各学科内容均有涉及(参见图 4), 具体科目占比大相径庭。数学内容少, 多为统计、建模、运算以及测量。统计得出 13 种跨学科形式(参见图 5)。部分案例中, 教师通过分写四学科目标实现四领域内容全覆盖。课程跨学科整合维度方面, 多数案例采取单一维度整合, 仅 3 个案例双维整合。研究分类统计编码赋分, 分析课程整合取向与深度, 结果见表 2、图 6。三种整合深度均值相差不大, 均中度整合。

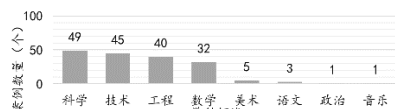


图 4 学习内容学科来源统计

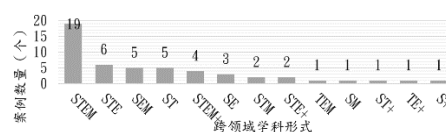


图 5 跨学科形式统计



图 6 整合维度深度

表 2 课程整合维度数量、比例及其均值

	学科知识整合	生活经验整合	学习者中心整合
数量 (个)	23	18	13
占比 (%)	43%	33%	24%
均值	1.7	1.8	1.9

3.2. 课程的问题情境

问题情境具备真实性和设计性。案例中的情境创设情况参见表 3。教师常采用媒体资源引入式情境和真实生活体验情境。部分案例没有问题情境、用假问题、情境缺乏设计。

表 3 课程案例情境创设类型及其比例

	对话交互引入式情境	媒体资源引入式情境	知识趣味化设计情境	真实生活体验情境	故事带入式情境	虚拟游戏情境
数量	3	20	2	19	16	1
占比 (%)	5%	33%	3%	31%	26%	2%

3.3. 学习支架的应用

知识技能型支架数量最多(参见图 7)。教师常借助电子书包、线上云平台、知识手册等引导聚焦关键知识和技能。共 30 个案例有学习支架实物, 21 个案例无实物支持(参见图 8)。部分教师虽具备使用学习支持技术的意识并能提供基本支架促进学生学习, 但是教师设计的学习支架形式不够丰富, 未实现思维可视化等, 学习支持技术依然匮乏。

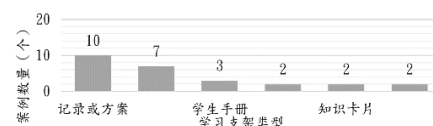
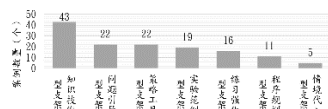


图 7 STEM 课程案例学习支架使用情况

图 8 学习支架实物形式统计

4. 研究发现

4.1. 跨学科知识整合设计效果有待加强

部分教师借助联想与想象分学科选取内容,形成“学科拼盘式”的伪跨学科现状。部分教师误将科学探究视为工程探究。殊不知,工程探究自带解决问题的复杂性,含迭代优化的过程。教师可于复杂的工程项目学习中融入科学实践探究,进而实现科-工整合。大多数案例采取单一整合,多维整合有助于促进学习,但是需精细设计搭配使用。

4.2. 问题情境创设缺乏真实性和设计性

少许案例重知识无情境或采用不真实问题情境。大部分案例采用对话交互引入式情境、媒体资源引入式情境等功能单一的类型,未充分发挥问题所带来的知识和技能空间。教师应充分挖掘生活中的好问题、真问题,通过设计将问题置于连贯有趣的情境中。

4.3. 学习过程支持技术匮乏

大多教师未写明学习支架,但采用实验记录单、方案等支架。因此,教师虽开发了资源却不具备学习过程支持意识,且学习支架设计形式单一,缺乏亮点。实验记录单与方案多以流程为主,未关注思维演进。此外,可通过支架创设有效失败促进学习(刘新阳,2018)。

5. 总结与展望

本研究从跨学科整合方式、真实问题情境创设、学习支架设计与使用三维度分析案例得出开发 STEM 课程的关键:1. 区分多学科和跨学科,选择合适主题多维整合,可采用 5EX(李克东和李颖,2019)、DoPBL 产生式学习(董艳和孙巍,2019)等模型。2. 选取真问题,通过“科-工整合”创设跨学科的设计性的情境(时慧和李锋,2019)。3. 采取多种学习支架,注意合理支持与及时撤出,将不同学习技术耦合到不同教学环节中(蔡慧英和顾小清,2016),促进学生知识整合与迁移。由于本人投入时间、个人能力等因素限制,本论文尚有不足。希望本研究能为国内一线教师提供帮助和参考。未来研究可重点关注课程整合与师资培养。

参考文献

- 闫寒冰(2003)。信息化教学的学习支架研究。**中国电化教育**,202(11),18-21。
- 许茵和雷庆(2007)。中美 K-12 工程教育及其与高等工程教育衔接的比较研究。**高等工程教育研究**,106(5),16-19,31。
- 何克抗(1997)。建构主义——革新传统教学的理论基础(上)。**电化教育研究**,53(3),3-9。
- 张瑾(2017)。STEM+教育中学习支架设计研究。**现代教育技术**,27(10),100-105。
- 杨亚平和陈晨(2016)。美国中小学整合性 STEM 教学实践的研究。**外国中小学教育**,281(5),58-64。
- 李克东和李颖(2019)。STEM 教育跨学科学习活动 5EX 设计模型。**电化教育研究**,377(4),5-13。
- 时慧和李锋(2019)。新工程教育:STEM 课程的视角。**开放教育研究**,25(3),36-43。
- 余胜泉和胡翔(2015)。STEM 教育理念与跨学科整合模式。**开放教育研究**,21(4),13-22。
- 祝智庭和雷云鹤(2018)。STEM 教育的国策分析与实践模式。**电化教育研究**,39(1),75-85。
- 黄瑄、周巧晓、杨铭和刘恩山(2018)。基于 STEM 跨学科视域的科学教材分析——以加拿大英属哥伦比亚省科学教材 BC Science 为例。**中国电化教育**,6(6),68-76。
- 董艳和孙巍(2019)。促进跨学科学习的产生式学习(DoPBL)模式研究——基于问题式 PBL 和项目式 PBL 的整合视角。**远程教育杂志**,37(2),81-89。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 蔡慧英和顾小清 (2016)。设计学习技术支持 STEM 课堂教学的案例分析研究。《电化教育研究》，37 (3)，93-100。
- English, L.D. (2016). Stem Education K-12: Perspectives on Integration. *International Journal of Stem Education*, 3(1), 1-8.
- Martín-páez, T., Aguilera, D., Perales-palacios, F.J., & Vílchez-gonzález, J.M. (2019). What Are We Talking About When We Talk About Stem Education? a Review of Literature. *Science Education*, 103(4), 799-822.
- Merrill, C., & Daugherty, J (January 01 2009). *The Future of Te Masters Degrees: Stem*.
- Sanders, M. (2008). Stem, Stem Education, Stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.

计算思维融合学科课程模式构建——以初中区域地理模块为例

Computational Thinking Integrated Disciplines Curriculum Model Building -- Take Junior

High School Regional Geography Module as an Example

吕章雯^{1*}，彭青青²，杨肖³

¹² 北京师范大学教育学部

³ 深圳市龙岗区平安里学校

* zhangwenlv@mail.bnu.edu.cn

【摘要】作为信息技术学科核心素养的计算思维已然成为 K—12 阶段人才培养的重要因素，计算思维与学科的融合趋势亦愈发明显，但当前对二者融合的路径和成效仍需要进一步探索。研究整合 CT4EDU 计算思维框架、Waterman 计算思维整合的三层模型和地理核心素养，提出 3E—CTGL 理论框架，并尝试构建计算思维融合地理学科课程模式。以初中区域地理教学模块为例，初步设计了计算思维融合区域地理教学的课程，描述了案例的教学设计并在初中两个班级共 100 名学生中实施教学，以期对计算思维融合学科课程的新路径进行探索。

【关键词】计算思维；融合学科；课程设计；区域地理

Abstract: Computational thinking, as a core literacy in information technology subjects, has become a crucial factor in the cultivation of talents at the K-12 level. The trend of integrating computational thinking with subjects is becoming obvious, but the paths and effects of their integration still need further exploration. This study integrates the CT4EDU

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

computational thinking framework, Waterman's three-layer model of computational thinking integration and geography literacy, proposes a theoretical framework for the integration named 3E-CTGL, and attempts to build a curriculum model for the integration of computational thinking and geography. Taking the teaching module of regional geography in junior high school as an example, a preliminary curriculum system for teaching computational thinking integrated with regional geography is designed, the teaching design of the case is elaborated. Teaching is implemented in two classes of junior high school with a total of 100 students in order to make a pathway exploration of integrating computational thinking with subjects.

Keywords: computational thinking, integration of disciplines, course design, regional geography

1. 前言

2018年4月教育部发布的《教育信息化2.0行动计划》中在培养人工智能时代的“智慧人才”这一属性中指出：“要发展具备计算思维的终身学习者”。计算思维(Computational Thinking, CT)是指在表征与求解问题时所涉及的思维过程，使得问题的解决过程表现为一系列可由计算机执行的计算步骤或算法(Wing, 2017; Aho, 2012; Grover & Pea, 2013)。

但当下对于计算思维的培养仅仅依托信息技术学科编程能力的训练，难以迁移到其他学科的学习中，更遑论在真实情境中运用计算思维。此外，K—12教育各学科的课时已接近饱和，很难再将计算机科学作为另一门必修学科引入基础课程，因此探索将计算机科学的基础技能和实践融入现有学科教学的方法势在必行(Waterman et al., 2020)。当前，较多实践表明，将计算思维融入数学和科学学科中(Rich & Yadav, 2019; Yadav et al., 2019)，一方面能够加深学生对学科的理解，另一方面也促进学生的计算思维实践和技能的发展。在此趋势下，其他学科的相关实践也在陆续开展。例如，在Perković等提出的跨领域的计算思维课程框架中，描述了学生能够在地理科学案例中理解将空间实体抽象成数据的不同方式(即空间数据建模)，并理解每种方式的优缺点，从而促进知识的理解与思维的发展(Perković et al., 2010)。近年来地理空间思维在STEM领域的重要性也日益凸显(Uttal et al., 2013)，部分研究明确提出将进一步探究计算思维和地理空间推理之间的联系(Lee et al., 2020)。

探究计算思维与地理学科的融合具有一定的价值。本研究以初中地理为例，尝试构建计算思维融入学科的课程模式，探讨计算思维融入地理学科的新路径。

2. 构建课程模式

2.1. 3E—CTGL 计算思维融合地理核心素养理论框架

本研究整合CT4EDU计算思维框架(Yadav et al., 2019)、Waterman计算思维整合的三层模型(Waterman et al., 2018)和地理核心素养尝试构建一个计算思维融合地理学科的3E—CTGL课程模式。其中，CT4EDU项目开发了一个计算思维教师工具包，该工具包提供了计算思维概念的描述和基本特征，以及教师可用于引导学生进行计算思维训练的问题列表(Yadav et al., 2019b)。Waterman等将计算思维整合深度划分为存在(Exist)、加强(Enhance)和扩展(Extend)三个层次：一级整合(存在)，即简单地调用或阐述已经存在于课程中的计算思维概念、技能和实践；二级整合(加强)即创建额外的任务或课程，来增强学科概念，并建立活动与计算概念更为清晰的联系；三级整合(扩展)即扩展学科概念作为计算机科学探索基础的新课程。地理学科强调“地理思维”，即在学习地理知识时对其进行分析、归纳、概

括出本质和规律的过程，教育部编制的《普通高中地理课程标准（征求意见稿）》提出地理学科核心素养亦着重强调思维的培养(董乔生和张建国, 2018)。

基于此，本研究构建的 3E—CTGL 计算思维融合地理核心素养三层模型框架见图 1。

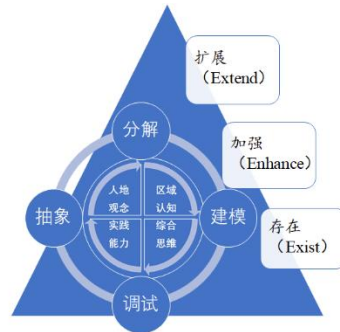


图 1 3E—CTGL 计算思维融合地理核心素养三层模型框架

2.2. 3E—CTGL 计算思维融合地理核心素养课程模式

基于 CT4EDU 项目所提供的计算思维教案工具，研究者与深圳 P 学校的一位初中地理授课教师 Y 老师进行了课程设计模式的讨论，一线教师向研究者提供了其授课的课件和实施建议。最终构建的课程设计模式如图 2 所示。

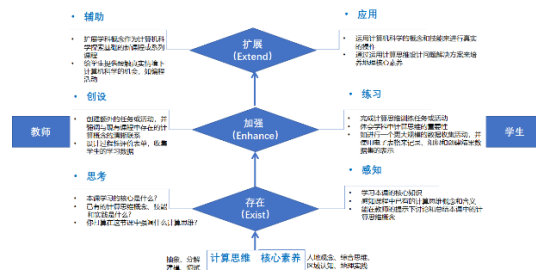


图 2 基于 3E—CTGL 的课程设计模式

3. 构建课程案例描述与实施

3.1. 课程案例描述

为满足真实课堂下的教学需求，研究者和 Y 老师进行学情研讨，教学实施对象系深圳市龙岗区 P 学校初一年级 2 个班共 100 名学生，授课内容为湘教版初中地理七年级下册区域地理。研究开始前，学生已经学习过亚洲和欧洲相关的地理知识，为了降低学生受到知识难度差异的影响，选择相似的教学内容《非洲》一课进行计算思维融合的设计。此外，该板块内容也能够较好的结合地理核心素养中的“综合思维”提升，更多地聚焦思维层面的训练。整体课程设计如图 3 所示。

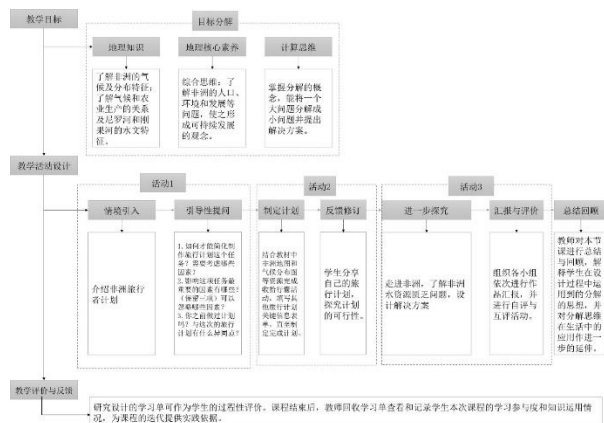


图 3 初中地理《非洲》计算思维融合课程设计

3.2. 教学实施情况

研究者对实施的两堂课进行了全程录屏, 通过对学生学习行为的观察, 发现学生在课程实施过程中能够自发地进行课程讨论, 对课程即活动主题表现出较高的积极性, 这为后续开展整合计算思维的活动奠定了良好的教学基础。当教师呈现计算思维相关问题的引导时, 大部分同学能够跟上思路, 在问题的引导下思考问题, 分析原因, 并清晰地阐述其思考过程。



图 4 教学实况节选

课程结束后回收学生的学习任务单, 经初步分析, 大部分学生能够理解计算思维问题框架问题的基本逻辑, 从而做出相应的思考与回答。在最后的开放性任务中, 学生能够按照计算思维的思考方式, 将问题分解, 从不同角度提出解决措施。

4. 讨论与小结

本研究提出的 3E—CTGL 理论模型是对计算思维整合学科路径的一次初步探索, 具备一定的参考价值。在此模型的指导下, 教师借助计算思维融合课程的教案工具, 围绕与地理学科核心素养密切相关的课程板块, 从已有内容中提取计算思维的相关概念、技能和实践要素。通过关联这些要素的活动设计, 促使学生感知计算思维, 增强学科概念, 并建立课程活动与计算概念之间更为清晰的联系。在必要时, 教师有意识地为创设在真实情境下接触计算机科学的机会, 扩展学科概念作为计算机科学探索的新路径。

从学生的反馈上看, 大部分学生能够在课堂中表现出兴趣, 并在较短的授课后有意识地进行思维方式的模仿, 说明此理论模式具备初步的可行性, 但需要在实践中进行迭代和细化。

本研究亦存在一定的局限性。首先, 研究只在课堂中开展了两节课的实践, 并从中发现了诸如教学设计需要进一步细化、学习者难以持续关注计算思维问题等不足之处。其次, 有关地理学科内部框架体系与计算思维的关联需要作进一步的探索, 以促进计算思维与学科的深度整合, 并在基础教育领域开展实证, 以验证课程模式的有效性。

参考文献

- 董乔生和张建国 (2018)。基于核心素养的地理课程与教学目标表述。《**教育理论与实践**》，38(02), 36-38。
- Aho, A. V. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835.
<http://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K – 12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <http://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Lee, I., Grover, S., Martin, F., Pillai, S., & Malyn-Smith, J. (2020). Computational Thinking from a Disciplinary Perspective: Integrating Computational Thinking in K-12 Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 1-8.
<http://doi.org/10.1007/s10956-019-09803-w>
- Perković, L., Settle, A., Hwang, S., & Jones, J. (2010). A framework for computational thinking across the curriculum. Paper presented at *the Proceedings of the fifteenth annual conference on Innovation and technology in computer science education*, Bilkent, Ankara, Turkey.
- Rich, K., & Yadav, A. (2019). Infusing Computational Thinking Instruction into Elementary Mathematics and Science: Patterns of Teacher Implementation. Paper presented at *the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2019*, Las Vegas, NV, United States.
- Uttal, D. H., Miller, D. I., & Newcombe, N. S. (2013). Exploring and Enhancing Spatial Thinking. *CURRENT DIRECTIONS IN PSYCHOLOGICAL SCIENCE*, 22(5), 367-373. <http://doi.org/10.1177/0963721413484756>
- Waterman, K. P., Goldsmith, L., & Pasquale, M. (2020). Integrating computational thinking into elementary science curriculum: An examination of activities that support students' computational thinking in the service of disciplinary learning. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 53-64.
- Waterman, K., Goldsmith, L., Pasquale, M., Goldenberg, E. P., Malyn-Smith, J., DeMallie, A., & Lee, I. A. (2018, 2018-01-01). Integrating computational thinking into elementary mathematics and science curriculum materials and instruction. Paper presented at *the Conference Proceedings: the Future of Education*.
- Wing, J. M. (2017). Computational Thinking: What and Why. Paper presented at the Presentation slides from Trippel Helix Conference on *Computational Thinking and Digital Competencies in Primary and Secondary Education Stockholm*, Sweden. <https://pdfs.semanticscholar.org/presentation/d20a/a49744877f2bb98d6ad303742be7bd025fcd.pdf>.
- Yadav, A., Larimore, R., Rich, K., & Schwarz, C. (2019). Integrating computational thinking in elementary classrooms: Introducing a toolkit to support teachers. Paper presented at *the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*.

分组积分竞争模式的 STEM+C 课程对提升学生自主学习能力的成效研究

Research on the Effect of STEM + C Course Based on Group Integral Competition Model on

Improving Students' Self-regulated Learning Ability

吕章雯^{1*}, 张晓璐², 盛文盼³, 胡晨⁴, 吕巾娇⁵, 张进宝⁶

¹²⁴⁵⁶ 北京师范大学教育学部

³ 北京创璞教育咨询有限公司

* zhangwenlv@mail.bnu.edu.cn

【摘要】作为 21 世纪人才培养中的重要能力之一，自主学习受到越来越多的重视。本研究依托于一项运用分组积分竞争模式进行的 STEM+C (Computational thinking, 计算思维) 课程，探究该课程模式在实践中的可行性，及其对于促进学生自主学习能力的成效。研究发现，该模式的课程在整体上提升了学生的自主学习能力，其中学习计划能力的提升显著。学生对分组积分竞争的学习模式表现出较高的认同感，但在课程结束后学生的自主学习习惯难以有效维持。

【关键词】自主学习；分组积分竞争；STEM；计算思维；STEM+C

Abstract: As one of the important competencies in the cultivation of talents in the 21st century, self-regulated learning has received increasing attention. This study investigates the feasibility of a STEM+C (Computational thinking) program using a competitive group credit model and its effectiveness in promoting students' self-regulated learning ability. It was found that the course of this model overall developed students' self-regulated learning, with a significant increase in learning planning skills. Students showed a high sense of identity to the mode of group integral competition, but after the course, students' self-regulated learning habits are difficult to effectively maintain.

Keywords: self-regulated learning, group integral competition, stem, computational thinking, stem+c

1. 前言

近年来兴起的 STEM 教育是一种旨在提高学生实际问题能力的多学科融合教育（张屹、赵亚萍、何玲和白清玉，2017）。计算思维教育符合“教育要面向未来”的基本逻辑，对学生适应技术要素日益丰富的社会而言颇为重要（张进宝，2019）。二者都强调跨学科和真实情境学习以解决问题，促使学生自主学习能力的提升。学生的自主学习既需要教育指导等外部条件，也需要自我意识、内在学习动机等内部条件。然而传统课程在提升学生的自主学习能力方面尚有诸多不足，易忽略学习者内部动机的激发和自主学习意识的培养。因此，如何为培养学习者自主学习能力提供有效路径是教育工作者亟待解决的问题。

2. 研究过程

2.1. 研究假设

本研究依托于一项基于分组积分竞争模式的 STEM+C 课程，提出以下假设：

假设一：分组积分竞争模式在实验课程中能够促进学生能力发展；

假设二：分组积分竞争模式的 STEM+C 课程能够有效提升学生的自主学习能力。

2.2. 课程概况

研究所依托的课程主要面向小学四年级学生开设，包含四大主题。通过网络招募来自北京海淀区、西城区的 12 名学生参与，课程持续四周，每周两次课，每次课 1.5 小时。课程借助团队分组竞争和梦想币奖励方式调动学生的积极性。

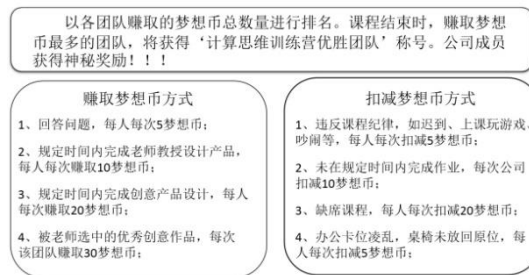


图 1 课程采用的分组积分竞争规则

2.3. 研究方法

本研究采用实验研究法，依据学习者自主学习能力构成模型（赵宏、陈丽、郑勤华、张善实，2014）自编了调查问卷，从计划、控制、调节、评价四个能力维度调查学生自主学习能力的初始水平。通过实施主题模块的课程，搜集学习者的过程性表现信息，对学习者的家长发放问卷并对教师进行访谈，探究分组积分竞争制模式对小学生自主学习能力的影

3. 研究发现

3.1. 分组积分竞争模式的 STEM+C 课程提升了自主学习能力

通过对学生自主学习能力情况调查问卷的分析，学生在学习计划能力、控制能力、调节能力三个维度上的得分有所提升，分别从原先的 3.21、3.92、3.78 提升为 3.93、4.14、4.14（满分 5 分）。结合教师访谈结果和家长问卷反馈发现，课程实施期间学生能够制定每日生活学习计划表并根据计划表执行任务，按照设置的奖惩措施来调节自身行为以获得积分奖励。

3.2. 分组积分竞争模式的 STEM+C 课程获得了较高的满意度

对完整参与课程的 11 名学生发放反馈问卷。经初步分析，所有学生都表示喜爱该课程，认为本课程锻炼了自己的团队合作、语言表达等能力。家长普遍认为课程符合预期，学生的自主管理能力有所提高。在教师访谈中，教师认为本课程从学生的需求出发设计教学活动调动其学习兴趣，让学生学会制定合理的目标从而培养其自主学习能力。

3.3. 学生的自主学习习惯难以有效维持

课程实施期间，学生的学习积极性有较大提升。但在家长的跟踪调查问卷中，多数家长表示学生课后的自主学习表现一般，自主学习习惯难以有效维持。

4. 小结与展望

分组积分竞争模式除了强调组内协作，还旨在通过组间竞争和积分激励来实现外部动机向内部动机的转化，以达到提升学生自主学习能力的效果。本研究仍有一些不足，后续研究将扩大样本数量，延长教学时长，对该模式在实践中的效果作更深入地分析。

参考文献

张进宝(2019)。计算思维教育：概念演变与面临的挑战。《现代远程教育研究》，31(06), 89-101。

张屹、赵亚萍、何玲和白清玉(2017)。基于 STEM 的跨学科教学设计与实践。《现代远程教育研究》(06)，75-84。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

赵宏、陈丽、郑勤华和张善实(2014)。成人远程学习者自主学习能力培养的教学模式探究。
中国电化教育(06)，37-41。

以復興廢棄火車站進行 STEAM 跨領域學習

Refurbishing an Abandoned Train Station as a STEAM Interdisciplinary

Learning Platform

郭旭展¹

¹國立成功大學師資培育中心

kentcre8@mail.ncku.edu.tw

【摘要】

本研究以一處運行了 70 年但已被廢棄之車站為起點，透過教師跨域整合結合社會與社區資源，實施跨領域學習課程。以 STEAM PBL 為主軸貫穿車站課程，學生將書本學習到的知識運用於車站點燈、重建與提供社區居民休憩活動中。本實驗教學之研究對象為 25 名國小學生，研究結果顯示學生無論在跨領域自我效能及創意思考上均顯著提升。本文也針對未來教學及研究提出若干具體可行之建議。

【關鍵字】 STEAM；PBL；跨域學習；創造力；高層次思考

Abstract: This study utilized an abandoned train station that ran over the past 70 years to facilitate STEAM PBL learning. The "Lightening Up the Train Station" course enabled the teachers of different disciplines to collaborate and integrate the community and society's resources. The STEAM PBL course enabled the students to apply the knowledge learnt from school into real-world practice, design, decorate, lighten the abandoned station, and make it a pleasant and leisure place for community residences. The study conducted experimental teaching on 25 primary school students. Evidence reveals that the student's self-efficacy on science interdisciplinary learning and creative thinking were improved significantly. The study further offered some practical implications and suggestions for future educational practice and research.

Keywords: STEAM, PBL, Interdisciplinary learning, Creativity, High-order thinking

6. 前言

面對瞬息萬變的未來創造力扮演關鍵角色。英國創意夥伴計畫(Creative Partnerships, CP)便指出未來 65%工作尚未被發明出來。Frey and Osborn (2017)《未來就業》(The Future of Employment)指出因科技與自動化發展，現在 47%工作會在未來 20 年消失。早期自動化取代藍領階級，如今電腦逐漸取代白領階級。教育如不與時俱進，培育之人才可能不出校門即已被淘汰。跨領域知識學習與人才培育也成為世界教育主流價值。美國國家科學院曾警告 STEM 人才嚴重短缺 (Ambrose, 2019)。2009 年美國總統歐巴馬於「美國振興及再投資法案」(American Recovery and Reinvestment Act, ARRA) 中強調 STEM 教育可增加高價值產業與工作機會，復甦國家經濟競爭力。2012 年新計畫預備在未來十年培養 100 萬名 STEM 人才。Graf, Fry and Funk (2018)報告指出，從 1990 年至 2016 年 STEM 相關工作增加 79%，STEM 人才收入高於非 STEM 人才 26%，本實驗教學之設計與實踐，便是回應以上重要教育變革，希望透過 PBL 跨域學習提升學生跨域自我效能及創造力。

1.1 STEAM PBL 之整合

專題導向學習 (Project-based Learning, PBL) 「專題」 (Project) 也可稱為計畫、方案、主題、設計 (簡楚瑛, 1994)。PBL 基於建構主義, 強調從做中學, 是一種配合課程進度的教學設計, 主張貼近學生生活情境, 讓他們在高複雜且真實性的問題中進行專題計畫, 以解決問題為核心的模式 (鄒慧英, 2000)。然而, 縱使在 PBL 教學法中強調貼近生活經驗與解決複雜的生活問題, 但是跨領域的學習不見得是必然的教學要素。因此, 基於強調學生跨領域知能的研究目的, 本計畫便以 PBL 教學模式讓學生自主學習, 並整合 STEAM 跨領域學習的基礎。從教學方面來看, 將 STEAM 與 PBL 模式進行整合是可行的。Miller (2017) 於 George Lucas Educational Foundation 文章中指出 STEAM 與 PBL 可以自然結合。對於 STEM/STEAM 與 PBL 的整合, 研究者等已於多項跨領域計畫中實施過, 均具有不錯成效。利用實際生活問題或專題讓學生運用兩科目以上知識和技能形塑學習經驗。以實際生活問題或專題為起始點, 讓學生主動發現與定義問題, 而以跨領域的知能為基底想出創意問題解決並付諸實踐。為達研究目的, 本研究將 STEAM 與 PBL 整合於教學中, 以嚴謹研究方法檢驗此創新教學對學生學習之影響。

7. 研究方法

本實驗教學採單組前後測設計以評估學習成效, 使用之研究工具為楊雅婷 (2019) 所發展的「科技結合主題跨域學習學生成效自評量表」及「創意思考量表」。以上研究工具廣泛被運用於教育研究及台灣中小學數位深耕教育計劃中, 具有非常不錯的信度與效度。

2.1 實驗教學課程設計

該實驗學校發展一系列「老車站夢想行動家」跨域課程。課程結合了社會、自然、綜合、藝術領域及閱讀與科技課程, 透過問題解決策略及創新行動, 讓社區的老車站成為跨領域課程的學習場所, 合乎 PBL 教學方法於實際教學中強調「起源於真實世界的問題」以及「設法創意解決問題」等精神。該實驗學校所處的社區面臨重大危機, 師生發現隱藏社區七十多年的南台南車站已變閒置空間, 於是攜手社區希望拯救這已營運超過 70 年的火車站。因為該車站已荒廢無人管理、無任何照明設備, 儼然成為社區治安死角。

本研究所設計的課程, 便希望透過學生的創意將車站保留下來。透過一系列「車站星亮點」計畫, 結合在地居民需求及孩子們的創意規劃與設計, 解決車站夜晚「陰暗及不安全」問題。透過太陽能發電提供電力點亮車站, 讓夜裡陰暗老車站蛻變成為社區的新亮點。希望可以 1. 透過該課程以真實情境學習啟迪學生學習動機, 培養好奇心、探索力、思考力、判斷力與行動力, 以積極態度、持續進行探索與學習。2. 透過跨領域學習, 融會各領域所學, 統整運用解決問題, 並能適切溝通與表達, 並透過 PBL 問題導向學習, 培養人際包容、團隊合作、社會互動能力。3. 透過社區老車站再生議題, 培養孩子公民意識與社會參與能力, 厚植社區意識、關懷心、行動力與文化永續發展。4. 以車站為主題, 運用新興科技與多元素材進行創作, 培養孩子問題解決、創造力及運算思維能力。5. 以社區老車站作為展場, 透過孩子創作的力量, 讓更多人關注車站, 期待車站能有嶄新的用途並重新啟用。為了達到實驗教學的目的, 總共開發三個教學課程如下:

課程一：老車站停看聽 (結合領域：社會、語文、綜合、資訊)

學習情境：閱讀車站歷史, 透過車站實地觀察體驗發現車站問題, 並進行討論發表。

目標：實際進行車站觀察，了解車站的歷史及現況，並分享探索車站想法。孩子透過科技與拉近社區居民及車站的距離（見圖一）

課程二：老車站設計師（結合領域：社會、語文、綜合、科技、藝術）

學習情境：透過採訪師生及居民蒐集意見，透過討論擬定車站未來想像計畫。

運用比例尺概念繪製車站園區設計圖，製作模型呈現孩子的車站未來想像樣貌。

目標：運用 3D 建模，結合 3D 列印技術及雷射雕刻及多元素材，實作出未來車站模型。

以車站為展場，孩子透過科技與拉近社區居民及車站的距離（見圖二）。

課程三：車站星亮點（結合領域：自然、科技、綜合）

學習情境：運用太陽能發電結合程式設計，點亮夜裡陰暗的老車站。

目標：能運用綠能發電，提供車站燈光足夠電力。

結合 3D 列印開發互動燈光裝置。

運用程式及感測器，設計有趣的互動燈光效果，讓車站變成燈光遊樂場。

以車站為展場，孩子透過科技與拉近社區居民及車站的距離（見圖三）。



圖一（左）透過老車站繪本製作與文本撰寫學生們開始記錄該車站的前世今生

圖二（中）透過模型製作進行燈光設置與 coding 編寫

圖三（右）正式點燈之後，以太陽能發電點亮舊車站

8. 研究結果

「老車站夢想行動家」有系統地將 STEAM 融入課程之中。在科學上（Science），學生們以自然與社會科學方式探討如何將閒置空間進行重整優化，學習評估太陽日照、氣溫、太陽照數角度等變項，更學習如何妥善地考量規劃居民休憩活動等。在科技上（Technology）學生學習使用 Microbit 及 Arduino 微型電腦板及 coding 編碼等，發揮電力最大效用為車站點燈，為社區的陰暗死角增添安全性與休憩性。在工程上（Engineering），學生思考如何架設太陽能板以獲得最大經濟與發電效益，如何有效地利用冬天日照與氣溫變化並整合 IOT 進行發電。在藝術上（Arts）學生學習如何妥善利用廢棄車站，學生將閒置空間規劃成藝術展間、車站歷史館、以及休閒咖啡廳等空間。學生也利用課程期間對於社區進行深入探討將車站的前世與今生繪製成繪本書籍。在數學上（Mathematics），學生學習如何計算太陽能發電量，思考在不同日照及光照角度下之發電量，便計算有限的發電量下可點亮多少不同性質與耗電量之燈泡，更探討如何在碩大的空間中用，以最少的燈泡達到最高之光照效果等。

3.1 跨領域自我效能

「科技結合主題跨域學習學生成效自評量表」為李克特六點量表，共包含 15 道題目。學生自評中有顯著進步，平均數(標準差)由前測的 $M=5.06$ ($SD=0.61$) 進步到後測 $M=5.42$ ($SD=0.42$)，成對樣本 t 檢定之結果顯示， $t=3.31$ ($p=0.00$)，代表學生認為自己在跨域的能力與自信上有所進步。在細項上，一些進步較多的題項如「我懂得整合運用數學、自然或資訊等各科知識」平均數由前測的 $M=4.88$ 進步到後測 $M=5.40$ ，「我認為資訊（或電腦、科技）知識對現在與未來生活是重要的。」平均數由前測的 $M=5.36$ 進步到後測 $M=5.88$ 。

3.2 創造思考

「創造思考量表」為李克特五點量表，共包含 12 道題目。學生自評中有所進步，平均數(標準差)由前測的 $M=4.06$ ($SD=0.61$) 進步到後測 $M=4.21$ ($SD=0.57$)。成對樣本 t 檢定之結果顯示， $t=1.67$ ($p=0.1$)，學生在創意思考能力與自信上有所進步。在細項上，一些進步較多的題項如「我喜歡想一些新點子(花樣)，即使用不著也沒關係」平均數由前測的 $M=3.68$ 進步到後測 $M=4.12$ 。「我喜歡仔細觀察我沒有看過的東西，因為這樣我可以更了解這個東西」平均數由前測的 $M=4.44$ 進步到後測 $M=4.84$ 。「碰到不知道的事，我喜歡去問人家」平均數由前測的 $M=4.00$ 進步到後測 $M=4.32$ 。以上指標說明學生不僅開始喜歡與發想獨具創見的點子，也細心觀察身邊的事物，甚至為了解題而尋找資源等。

四、結論

改良廢棄車站確實有助於將不同科目整合起來，讓學校各個領域的教師參與其中。縱使許多教師認為在課程開始時需要更多的磨合與討論，但在課程完成之後，大多數教師認為跨域教學深具效果且富有意義。透過與文化局之合作，讓學生創意及問題解決能力具有發揮之空間。在許多情境下較像「紙上談兵」，學生在生活世界中的社會實踐機會甚少。該課程不僅讓學生有充分自主學習及腦力激盪的機會，更提供學生創意展能之實踐平台。此外，在現場實踐自己的創意發想後，學生通常都會遭遇許多困難，也這些疑難雜症也幫助學生進一步理解知識與實際生活運用尚有極大的差異。社會實踐需要考量更多可能影響的因素並進行有系統地分析整合。以上這些都是過去傳統教學方法較難達成的目標。

五、未來展望

「老車站夢想行動家」課程實施有助於凝聚學校師生對於社會議題的關注程度。教師間的跨域合作、社區與社會資源的媒合有助於學生將所見所學進行跨域統整與付諸於社區重建中。然而，本課程未來可以深入探討的面向眾多，例如：如何更有效地連結教師、形成團隊，並與社會/社區有效合作？如何針對學生學習效果進行多面向評估？例如 5C 關鍵能力的培養（包含創造力、複雜問題解決、批判思考、合作、溝通表達等能力）或運算思維能力等。未來研究亦可使用更多質性研究方法（如課室觀察法等）對學習效果進行深入調查。本研究在跨領域專題導向學習上具理論貢獻與實務貢獻，可供未來進行 STEAM 跨域學習之教師們與研究者作為參考。

六、參考文獻

- 鄒慧英（2000）。另類的統整主題教學-專題學習。《國教之友》，52，3-11。
- 鄒慧英（2000）。專題學習的概念介紹與評量設計示例。載於教育部，發展小班教學精神宣導專書(5)-新世紀優質學習的經營，頁 35-52。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 簡楚瑛 (1994)。 *方案課程之理論與實務*。台北：文景。
- Ambrose, M. (2019). *Panel Warns US Faces STEM Workforce Supply Challenges*. American Institute of Physics.
- English L.D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. doi: 10.1186/s40594-016-0036-1
- European Commission (2014). *Policy Handbook on Promotion of Creative Partnerships*. European Commission.
- Frey, C. B., and Osborn, M. A., (2017). The Future of Employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 14, Pages 254-280
- Graf, N., Fry, R., and Funk, C. (2018). *7 Facts of the STEM workforce*. Pew Research Center.
- Miller, A. (2017). *PBL and STEAM Education: A Natural Fit: Using project-based learning in science, technology, engineering, art, and math classes is a way to solve problems in real-world contexts*. George Lucas Education Foundation.
- Thomas, J.W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk.

STEM 课程的历史、教学与优势

The History, Teaching and Advantages of STEM Courses

张银荣*, 杨刚, 徐佳艳, 韩苗, 陈际焕

温州大学教育学院

* 1649623724@qq.com

【摘要】 STEM 课程作为新的课程形式是符合新时代教育发展理念, 有利于创新人才培养的。然而, 目前我国 STEM 课程还存在课程体系不够完善、整合内容过于片面等问题。研究认为问题的根源在于对 STEM 课程的认识不清晰。因此本研究从梳理 STEM 课程的发展历程出发, 归纳出 STEM 课程的四大教学法, 总结了 STEM 课程的基本优势, 以期为一线教师 and 研究人员提供参考与借鉴。

【关键词】 STEM 教育; 教育价值; 课程整合

Abstract: As a new curriculum form, STEM courses are in line with the concept of education development in the new era and are conducive to the cultivation of innovative talents. However, the current STEM curriculum in my country still has problems such as insufficient curriculum system and excessively one-sided integrated content. Research suggests that the root of the problem lies in the unclear understanding of STEM courses. Therefore, this research starts from combing the development process of STEM courses, sums up the four teaching methods of STEM courses, summarizes the basic advantages of STEM courses, and hopes to provide reference for frontline teachers and researchers.

Keywords: STEM education, Educational value, Curriculum integration

1. 前言

科技迅猛发展带来的“无限”知识与有限课程容量之间的矛盾愈发凸显, 而具有跨学科、跨领域特性的课程整合为解决这一矛盾提供了契机(李春密, 赵芸赫, 2017)。目前整合已经成为基础教育课程的发展趋势并受到教育政策制定者的高度重视。例如我国《普通高中课程方案(2017年版)》(中华人民共和国教育部, 2018)明确强调“以学科大概念为核心”, 对跨学科知识进行精炼与整合促进学科核心素养的落实。然而, 当前国内 STEM 课程整合还存在诸多问题。例如 STEM 课程整合内容过于片面, STEM 课程开发尚不完善, STEM 课程整合出现“断层”现象, 缺乏连贯性和整体性(王林, 2018)。导致上述问题的根本原因在于教学者对 STEM 课程的理解不够彻底。因此, 本研究决定从 STEM 整合课程的发展历程、教学方法和基本优势三个方面系统论述 STEM 课程, 以帮助广大 STEM 教育工作者加深对 STEM 课程的深度理解, 为其进一步的发展提供借鉴与参考。

2. STEM 课程的发展历史

20 世纪 50 年代左右, 美国开始重视本国科学教育状况并制定政策支持科学和数学专业建设以及在两者之间建立桥梁(Carla, 2020)。然而效果并不明显。为此国家教育卓越委员会

(NCEE) 在 1983 年做了《处于危险中的国家》的调查报告，该报告为改善数学和科学教育提供了建议(Carla,2020)。首先从相关标准和政策着手，建立严格的标准用以指导课程的发展。同时美国国家科学委员会建议制定国家目标和课程框架并提供一份全面的文档用以明确学生应该了解并接受的数学和科学教育内容。这些要求进行国家教育改革的呼吁为 STEM 整合课程的发展奠定了基础。STEM 课程整合共经历了四个发展阶段，分别是 MT(数学和技术)整合、SMT(科学、数学和技术)整合、SMTE(科学、数学、技术和工程)整合和“STEM”诞生，详见图 1。

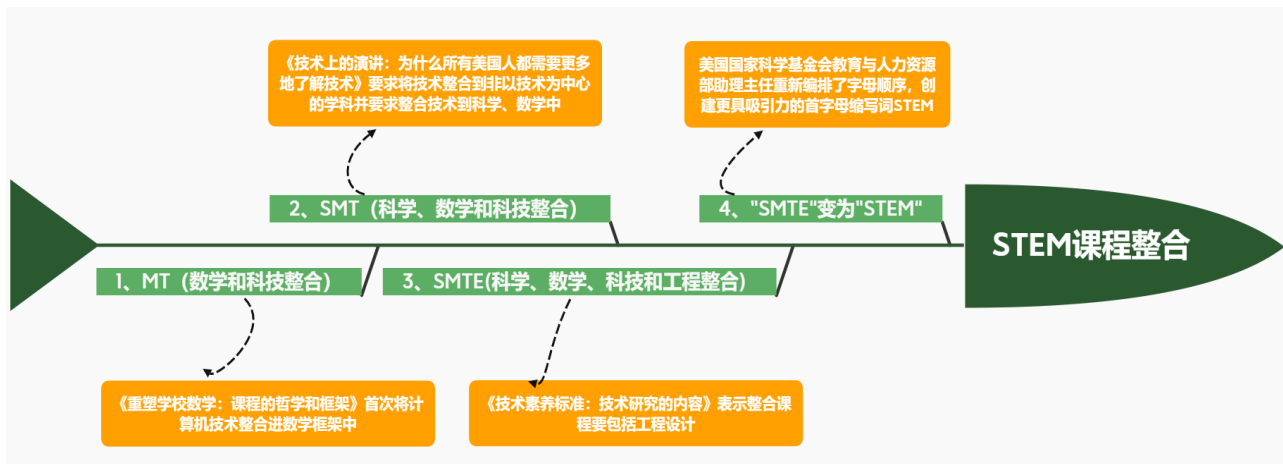


图 1 STEM 课程发展历程

3. STEM 课程教学法

(1) STEM 探究教学法。STEM 探究教学法以“做中学”教育理念为基础，强调学生在学习活动中的核心地位。Bybee (2009) 为此提出了包括参与、探究、解释、阐述和评估五个步骤的 5E 教学模型，该模型的每个步骤都有特定的功能用来确保学生都能够参与到课堂重要的实践活动中。(2) STEM 设计教学法。STEM 设计教学法适用于创造型 STEM 教育，创造型 STEM 教育的目标是让学习者通过 STEM 知识的综合运用去完成一个创新物品的设计和制造，其核心是创新的设计 (傅骞,刘鹏飞, 2016)。(3) STEM 项目教学法。STEM 项目教学法是通过问题驱动调查探究来组织教学活动的，该教学法的学习过程包括学习者与其他人之间的合作，新技术的使用以及人工制品的创造 (Marx et.al,1994)。(4) STEM 计算教学法。STEM 计算教学法是一种通过建模和仿真辅以计算原理的教学方法，该法不仅能够培养学生的抽象能力，还能够通过演绎和归纳的教学形式帮助学生学习编程 (Yasar & Maliekal, 2014)，适用于验证型 STEM 教育。

4. STEM 课程的优势

(1) 发展基于证据的推理能力。基于证据的推理是通过数据评估进行论证以证明和完善假设的过程(Reiser, Berland,& Kenyon,2012)。STEM 课程需要学习者在科学和数学中使用基于证据的推理来证明他们的设计决策是合理的。(2) 提升基于问题解决的计算思维能力。STEM 课程有许多综合性的机器人课程能够利用编程让学生在问题解决中锻炼计算思维能力 (Witherspoon, & Shoop,2017)。(3) 深化基于社会问题情景的 STEM 素养。STEM 课程摆脱

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

了那些站在高深知识层面上的课程理论家们建立的与情景无关的抽象概念（小威廉姆 E,多尔，2004），建立了基于能源、水、交通以及气候变化等现实问题的综合性课程，为学生解决社会问题提供了渠道，有利于培养基于真实社会问题的 STEM 素养。

5. 结语

STEM 课程因其跨学科跨领域的独特优势对学生综合能力的发展大有裨益，然而国内大部分学校和教师对 STEM 课程的认识尚不深刻，导致其教学效果不明显。本研究对 STEM 整合课程的梳理能够帮助广大 STEM 教育工作者加深对 STEM 课程的认识，从而促进国内 STEM 课程的发展。

参考文献

- 小威廉姆 E.多尔和诺尔·高夫（2004）。**课程愿景**。北京：教育科学出版社。
- 中华人民共和国教育部（2018）。**普通高中课程方案（2017 年版）**。北京：人民教育出版社。
- 王林（2018）。从“分科”到“融合”：STEM 课程整合的困境与创新路径。**上海教育科研** (12)，71-75。
- 李春密等（2017）。Stem 相关学科课程整合模式国际比较研究。**比较教育研究**(05)，11-18。
- 傅骞、刘鹏飞（2016）。从验证到创造——中小学 STEM 教育应用模式研究。**中国电化教育** (04),71-78+105。
- Bybee, R. W. (2009). THE BSCS 5E INSTRUCTIONAL MODEL AND 21ST CENTURY SKILLS. *contract*.
- Carla C.J, Margaret J.M, Tamara J.M& Lyn D.E (1996). *Handbook of research on STEM education*. New York: Routledge.
- Klein D(2003). A Brief History of American K-12 Mathematics Education in the 20th Century. <http://www.csun.edu/~vcmth00m/AHistory.html>.
- Marx, Ronald, W., Blumenfeld, Phyllis, & C. (1994). Enacting project-based science: experiences of four middle grade teachers. *Elementary School Journal*.
- Reiser, B. J., Berland, L.K., & Kenyon, L. (2012). Engaging students in the scientific practices of explanation and argumentation: understanding a framework for k—12 science education. *Science Scope*.
- Witherspoon, E. B., Higashi, R. M., Schunn, C. D., Baehr, E. C., & Shoop, R. (2017). Developing computational thinking through a virtual robotics programming curriculum. *Acm Transactions on Computing Education*, 18(1), 1-20.
- Yasar, O., & Maliekal, J. (2014). Computational pedagogy: a modeling and simulation approach. *Computing in Science & Engineering*, 16(3), 78-88.

基于 STEAM 教育理念的项目式学习活动设计研究

——以小学科学《桥梁的结构》为例

Research on the Design of Project-based Learning Activities Based on STEAM

-- Taking the Elementary School Science "Bridge Structure" as an Example

李朝锋^{1*}, 谢伟发², 孔晶³

¹²³ 佛山科学技术学院 人文与教育学院

* 2948000838@qq.com

【摘要】在深入挖掘与分析 STEAM 教育、项目式学习等相关文献资料的基础上，提出了基于 STEAM 教育理念的项目式学习活动设计框架及策略，共计包括确定主题、设计学习任务、项目活动制定、评价总结四个环节；以小学科学课程中《桥梁的结构》一课为例，具体分析了基于 STEAM 教育理念的项目式学习活动设计、开展及其策略；为其他学科开展以 STEAM 理念的项目式学习提供参考。

【关键词】STEAM 教育；项目式学习；活动设计；小学科学

Abstract: Based on the in-depth exploration and analysis of STEAM education, project-based learning, and other related documents, this research proposes a project-based learning activity design framework and strategy based on STEAM education, including theme determination, learning task design, project activity formulation, and project evaluation. Then, take the lesson "The Structure of Bridges" in the elementary science curriculum as an example, specifically analyzing the design, development, and strategies of project-based learning activities based on STEAM education. It provides reference for other disciplines to carry out project learning based on STEAM concept.

Keywords: STEAM Education, Project-based Learning, Activity Design, The Elementary School Science

1. 引言

在 2017 年重新修订的小学科学课程标准中，课程目标包含四个方面。其中，在科学探究学段目标分析中采用提出问题、做出假设、制定计划、收集证据、处理信息、得出结论、表达交流、反思评价 8 个过程，与项目式学习基本流程具有异曲同工之处。在教学建议中指出强调科学学科与小学其他学科关系密切，倡导跨学科学习方式。指出 STEM 是一种以项目学习、问题解决为导向的课程组织形式，旨在通过科学、技术、工程和数学四门学科的有机融合，培养学习者的创新意识和创新能力。

2. STEAM 教育

STEAM 教育的雏形是 STEM，科学（Science）、数学（Mathematics）、工程（Engineering）和技术（Technology）。在 2016 年，美国的学者提出在原有的基础上增加艺术（Art）学科，形成最终的 STEAM 教育。在实践的过程中培养学习者们的综合实践能力、团队协作能力、科学创新能力及解决问题的能力等，培养复合型创新人才。融合的 STEAM 教育具备新的核心特征：跨学科、趣味性、体验性、情境性、协作性、设计性、艺术性、实证性和技术增强性等。项目式学习的开展有利于培养学生分析问题、解决问题、合作交流等能力。

为了清楚了解 STEAM 教育的研究现状及研究成果，基于中国知网，以“STEAM 教育”

为核心关键词，检索出 2729 篇文献。为确保本研究的权威性及有效性，选取中文文献下学术期刊与博硕士学位论文，获取 731 篇有效样本。利用 Cite Space 可视化软件分析，绘制关键词知识图谱，客观分析 STEAM 教育研究热点。将文献通过 Cite Space5.7.R2 进行格式的转换，分析得出 STEAM 教育研究关键词的共现网络图谱如图 1 所示。从图中可以看出目前对 STEAM 的研究集中于 STEAM 教育、STEAM、创客教育三方面。根据图 2 的 STEAM 教育关键词聚类图谱可以发现目前国内对于 STEAM 教育的研究方向主要是 STEAM 教育的教学模式。



图 1 STEAM 教育关键词共现网络图谱



图 2 STEAM 教育关键词聚类可视化图谱

纵观两个图可以清晰发现，目前 STEAM 教育研究热点在教学模式、教学设计等方面。在图 2 中出现“文化传承”的关键词，说明目前 STEAM 教育也开始运用于传统文化课程。学习活动是学习发生的物质基础,也是教学设计过程中最佳的分析单元。活动的设计在教学设计的过程中具有举足轻重的作用。在 STEAM 教育的研究中，重点对教学活动进行合理的探究与设计。

3. 项目式学习

项目式学习是基于建构主义理论、杜威实用主义理论以及布鲁纳的发现学习理论相结合发展而成。刘景福定义基于项目的学习是以学科的概念和原理为中心，以制作作品并将作品推销给客户为目的，在真实世界中借助多种资源开展探究活动，并在一定时间内解决一系列相互关联着的问题的一种新型的探究性学习模式。项目式学习特点是教师与学习者身份互换，强调“做中学”。项目式学习流程包括选定项目、制定计划、活动探究、作品制作、成果交流、活动评价。活动探究培养学习者分析问题与解决问题能力；在作品制作环节，培养学习者合作精神与能力。在项目式教学活动过程中对学生能力以及思维的培养具有重要作用。

项目式学习是以学生为主导作用，能有效的培养学生自主性、协作创新能力、分析与解决问题、动手实践能力。项目式学习是以作品导向型，强调学生完成既定的项目作品，并且采用多种评价方式对其进行一个多维度、多角度点评，促进学生的全面发展。

4. STEAM 教育与项目式学习

STEAM 教育提倡学习者们能够在真实的情境下进行知识的学习，在真实的过程中培养学习者的创新能力、解决问题的能力，强调多学科知识的交叉与融合等。项目式学习也是基于实际问题出发，培养学习者们问题解决等能力。因此 STEAM 教育与项目式学习的教学方法相结合，能更好的培养学习者们各方面能力，项目式学习也为 STEAM 教育的实践过程提供了落脚点。STEAM 教育是跨学科学习，有目的、有意义的整合多个学科领域的知识和方法来解决某个或某些学习问题或项目。项目式学习则是以问题驱动为主，学习者在实践的过程

中合作学习解决最终的问题。在 STEAM 教育的载体下采用项目式学习，二者之间进行相互融合，相辅相成，共同促进 STEAM 项目式学习活动的发展与推广。

5. 基于 STEAM 教育理念的项目式学习活动设计

项目式学习作为 STEAM 教育实践过程中的落脚点，项目式学习与 STEAM 教育二者相结合设计教学活动，对学习者的的人文素养、能力要求的习得更重要。STEAM 项目式学习活动中主要包括确定主题、设计学习任务、制定项目活动、评价总结四个部分。小学课程课程标准强调不同学科的融合，正是 STEAM 教育的根本，研究以小学科学《桥梁的结构》为例。

5.1. 确定主题

STEAM 项目式学习活动中最重要的就是确定主题，对于后期的学习任务、学习资源以及学习支架等方面的建设有重要作用。STEAM 项目学习根据学习者特征与学科知识确定主题。

学习者是教学活动的重要角色，初始知识、学习风格、学习动机等对 STEAM 项目活动开展有重大影响。奥苏贝尔学习理论认为：学习者学习新知识时，旧知识必然对新知识产生影响。STEAM 项目确定主题需要了解每一位学习者特征。STEAM 项目主题设计，应该注意是否包含多种学科，教师是否掌握与理解各学科知识，学习者能否理解与融合各学科知识。学科知识的融合时，教师应该注意各学科知识点之间的联系，从而能更好的确定项目的主题。

在《桥梁的结构》课程中，通过分析学习者处事能力与学习风格。发现学习者具有良好的初始能力，学习风格属于适应型与聚合型，在教学设计的过程中，以学生为主体的原则设计学生活动。本次课程主要涉及科学、数学、物理、美术等学科。

5.2. 设计学习任务

学习任务是 STEAM 教育重要组成部分，STEAM 教育与项目式学习的教学活动基于现实生活情景。学习者在现实情境，解决问题与完成学习任务，在学习过程解决问题或完成项目，问题与项目构成了驱动学习者动力。学习任务的设计要放在现实情境中，将问题或项目具体化。同时，STEAM 项目教学需要根据前期分析设计情景，将知识与任务融入于情景。

《桥梁的结构》课程中总任务是完成一座实物模型桥梁的设计，检测桥梁承重能力确定是否完成任务。在总任务下设计三个子任务，具体内容见附录一，前面的两个任务为能成功的完成第三个任务做铺垫，并且将所学知识直接运用于实际情景。

5.3. 制定项目活动

制定计划是项目式学习流程的组成部分之一。STEAM 项目学习制定计划依据教师所设置的教学目标、教学内容、教学流程等。情景与学习支架的设计在 STEAM 项目式学习中尤为重要，不同的情景下完成学习任务，学习效果存在一定差异；学习支架主要提供相应的资源，为学习者在解决问题的过程提供帮助。

5.3.1. 情景设计

问题驱动是项目式学习的基本特征。问题不仅需要来源于生活，还需要具有启发。建构主义认为学生掌握知识不是来源于教师传授，而是在学习情境中与教师、同伴利用各种学习资源进行建构获得。因此，STEAM 项目教学需要根据不同的学习任务与问题创设情景。STEAM 项目教学创设情景应该注意这几点原则：一设计是否激发学习者学习兴趣；二情景创设是否符合项目主题；三情景创设是否推动学习者反思与合作学习。

《桥梁的结构》以港珠澳大桥创设情景，能有效的激发位于珠三角地区的学习者学习动

机与学习兴趣。利用港珠澳大桥的设计结构以及桥梁所具备的功能，进行引导学生对本节课内容的学习。

5.3.2. 学习支架设计

Edelson 提出学校运用技术工具的三大原因：技术与科学实践有内在的一致性；技术能够动态、交互地呈现信息；技术能为改变讲授——接受教学模式提供前所未有的机会。STEAM 教育与项目式学习都强调以学生为主体，但活动过程中会遇到各种问题，学习资源、学习支架，在这一过程极为重要。教师需要根据学习者的问题，提供不同的学习资源，提供解决思路。提供资源与学习支架，有利于学习者解决问题、完成学习任务，有利于学习者对知识的理解与掌握，有利于学习者将知识点的融合与联系。

在《桥梁的设计》课程中，教师提供任务式支架。将教学活动分为三个子任务，通过子任务之间的关系，将一个问题分解成多个子问题，促进学习者对本课程知识的理解。最后一个活动开始时提供资源支架，播放教师自制的桥梁搭建模型视频。

5.4. 评价总结

教学评价是教学设计过程中的重要组成部分，STEAM 项目教学的评价特点是多元化。STEAM 项目教学评价中不仅注重学习者作品的评价，更注重活动过程的评价。

《桥梁的结构》采用自评、互评、老师评的多元评价方式。最后一个活动中，学习者合作完成桥梁模型的制作，小组之间进行自评与互评。因此，在自评表中主要包括作品基本情况、处理问题、小组协作三个维度进行设计自评表，互评表则通过主题内容、展示过程两个维度进行互评。具体评价设计见附录一。

6. 结语

在本次研究以小学科学课程中《桥梁的设计》为例的研究中，提出了基于STEAM教育理念的项目式活动设计研究，为其他学科开展以STEAM理念的项目式学习提供了参考，但是在实际操作的过程中存在着以下几点缺陷与不足：第一，此研究并没有推广于其他学科中进行实践研究，此教学活动设计是否具有推广性有待考察；第二，教学活动设计结构与体系有待进一步完善。

参考文献

- 袁磊、郑开玲和张志（2020）。STEAM教育:问题与思考。*开放教育研究*，26(03)，51-57+90.
- 魏晓东、于冰和于海波（2017）。美国STEAM教育的框架、特点及启示。*华东师范大学学报(教育科学版)*，35(04)，40-46+134-135.
- 余胜泉和胡翔（2015）。STEM教育理念与跨学科整合模式。*开放教育研究*，21(04)，13-22.
- 李松、张进宝和徐琤（2010）。在线学习活动设计研究。*现代远程教育研究*，2010(04)，68-72.
- 刘景福和钟志贤（2002）。基于项目的学习(PBL)模式研究。*外国教育研究*，2002(11)，18-22.
- 吴红（2018）。STEAM教育中项目学习设计研究。*科教导刊(中旬刊)*，2018(11)，31-32+41.
- Edelson,D.C.(2001). Learning-for-use:A framework for integrating content and process learning in the design of inquiry activities. *Journal of research in Science Teaching*,38,355-385.

附录一：《桥梁的结构》教学设计

具体教学设计内容扫如图3二维码。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.



图 3 《桥梁的结构》教学设计

STEM 理念下基于 Scratch 的小学信息技术教学活动设计研究

The Research on Teaching Activity Design of Scratch in Primary Schools Information Technology Under STEM Concept

李博文*

江南大学

* 6202006004@stu.jiangnan.edu.cn

【摘要】 本文以基于项目的学习方式，设计了以“创设情境与问题驱动”“协同探究与知识学习”“方案实施与编程制作”“知识拓展与创新尝试”“分享交流与思维碰撞”“多元评价与学习反思”为核心的 STEM 理念下基于 Scratch 的小学信息技术教学活动。

【关键词】 STEM 教育；Scratch；教学活动设计

Abstract: Guided by the project-based learning method, Scratch-based elementary school information technology teaching activity model has been designed based on the core STEM concept as "create situation and problem-driven", "cooperative exploration and knowledge learning", "program implementation and programming to make", "Knowledge development and innovation attempt", "Sharing communication and collision of thinking", "Multiple evaluation and learning reflection".

Keywords: STEM education, Scratch, Teaching Activity design

1. 引言

STEM 教育是一种通过整合科学 (S)、技术 (T)、工程 (E) 和数学 (M) 领域内容和方法进行项目学习的教育方式 (李克东&李颖, 2019), 旨在培养学生解决问题的能力 and 创新能力 (陈明选&苏珊, 2019)。Scratch 编程目前已经成为我国中小学信息技术课程教学中广泛使用的青少年儿童编程软件, 学生运用模块化的编程语言来解决问题, 使得逻辑思维能力、解决问题的能力得以提高, 这与 STEM 教育理念在培养学生能力发展上相一致, 在基于 STEM 教育理念下的 Scratch 教学实践研究受到研究者关注。李颖提出了基于 STEM 教育理念的 Scratch 课程教学模式, 其教学过程包括提出问题、做出问题解决方案、小组协作与问题模块化、知识储备、创作、完善修改和成果展示 (李颖, 2019)。陈碧华从四个方面将 STEM 教育理念融入 Scratch 教学中, 它们是: 体验游戏、提出问题激发学习兴趣, 分析游戏、规划方案提高逻辑思维能力, 创作游戏、注重编程的思想提升创新能力, 分享游戏、进行交流提升协作能力 (陈碧华, 2018)。

我国近几年在具体的 Scratch 课程教学中, 教师缺少合理的教学模式的指导, 教学多以“教师讲授—学生练习”为主 (王小根, 赵康健, & 王露露, 2018), 教学不能达到预期效果。STEM 教育采用基于项目的学习模式开展教学活动。围绕项目主题, 在真实的情境中提出问题, 将问题分解为学习任务, 制定方案策略来解决问题, 形成制品 (Thomas, 2005), 将制品与他人分享交流, 最终对项目活动进行评价。本文以 STEM 教育理念为指导, 在小学信息技术课堂教学环境中, 通过基于项目的学习模式进行 Scratch 教学活动的设计。

2. STEM 理念下小学 Scratch 教学活动设计

选择在小学五年级信息技术课堂中开展教学活动, 学习者也接触过 Scratch 编程, 具有基本的 Scratch 编程的知识与操作技能, 可以进行舞台角色设计、搭建程序、演示与调试程序等操作来创作作品。编程

项目主题是“制作超级玛丽小游戏”，本次教学活动涵盖了科学、数学、物理等学科知识，教学活动流程按照以下步骤开展。

2.1. 创设情境与问题驱动

教学开始时，教师向学生们展示超级玛丽的游戏，邀请学生进入游戏情境体验游戏，激发学生的学习动机与学习兴趣，教师请学生描述游戏中角色的运动状况。学生仔细观察和思考，主动提出游戏中玛丽和舞台背景如何运动等问题，明确任务后，带着问题进行探究。

2.2. 协同探究与知识学习

教师引导学生探究玛丽在水平和垂直方向的运动规律，学生通过观察和探究，发现物体的相对运动和自由下落现象，教师帮助学生理解图片位置与移动步数的变量之间的关系并运用数学的方法描述现象，通过小组讨论对游戏的全过程进行细致的分析与梳理，最终形成了该项目的解决方案。

2.3. 方案实施与编程制作

小组探究出的解决方案运用 Scratch 编程软件编写脚本，进行舞台背景图、玛丽角色的绘制与设计、编程控制语句的搭建、程序的运行与调试等操作。教师对学生的编程成果进行评价、指导后，再进行下一项编程任务。学习者对自己的编程语句块进行反思，发现错误原因，改进与完善程序，寻求解决问题的多种路径与方法。

2.4. 知识拓展与创新尝试

超级玛丽游戏中的角色运动基本实现后，教师提出更高层次的要求，实现游戏的创新，例如，玛丽如何吃金币得分？玛丽胜利的终点如何设计？下一关难度升级，该怎么设计？学生明确任务后，通过小组讨论，利用原有学到的 Scratch 编程知识，如随机数、克隆等方式，来解决进阶问题，不断地创新创造，学习与创作过程呈现不断螺旋上升的发展态势。

2.5. 分享交流与思维碰撞

教师组织学生以小组为单位展示编程作品并上传到 Scratch 网络共享交流平台，邀请学习伙伴进行游戏体验，小组分享交流各自的解决方案、实现方法、思路过程与创新点，激发学生产生新的创意，进行下一步的创造性学习，拓展了自己知识的深度与广度。

2.6. 多元评价与学习反思

进行对超级玛丽作品小组间的互评，学生表达观点与建议，深化自己对知识的理解与逻辑思维过程。组织小组内的评价，评价每个成员的参与度、对小组的贡献程度等进行评价，增强小组成员之间的了解。教师对本次编程项目活动表现进行评价，提出建议与鼓励。学生课后进行自我评价，反思自己的创意作品，创造完善项目。教师课后反思教学活动本身，改进教学设计。

3. 总结

本文在 STEM 教育理念下，提出了“创设情境与问题驱动”“协同探究与知识学习”“方案实施与编程制作”“知识拓展与创新尝试”“分享交流与思维碰撞”“多元评价与学习反思”为核心的 Scratch 教学活动，为 Scratch 教学提供新思路、新方法，使得 STEM 理念通过小学信息技术 Scratch 教学活动的方式得到实践，促进 Scratch 编程在小学信息技术课堂中的发展。

参考文献

- 李克东和李颖（2019）。STEM 教育跨学科学习活动 5EX 设计模型。《电化教育研究》，40(04)，5-13。
- 陈明选和苏珊（2019）。STEAM 教育视角下教育技术学人才培养的思考。《电化教育研究》，40(03)，27-33。
- 李颖（2019）。STEM 教育理念下 Scratch 课程教学设计与应用研究。《陕西师范大学》，2019。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

陈碧华（2018）。基于 STEM 教育理念的小学 Scratch 编程教学初探。《**科教文汇(下旬刊)**》，2018(06)，113-114.

王小根、赵康健和王露露（2018）。面向创新能力培养的中小学 Scratch 课程研究性学习模式构建。《**中国教育信息化**》，2018(08)，45-49.

Thomas W R, MacGregor S K. (2005). Online project-based learning: How collaborative strategies and problem solving processes impact performance. *Journal of interactive learning research*, 16(1): 83-107.

国际教育技术领域近十年项目式学习研究分析

Research and Analysis of Project-Based Learning in the Field of International Educational Technology in Recent Decade

周亮^{1*}, 陈明选¹

¹ 江南大学 江苏“互联网+教育”研究基地

* 6202006018@stu.jiangnan.edu.cn

【摘要】项目式学习是以学生为中心,通过教师引导,学生主动探索现实问题,获得更深刻的知识和技能。本研究采用系统性文献综述的方法对国际教育技术领域关于项目式学习的研究进行分析,探究了项目式学习的理论基础、效果研究、结构要素,研究数量的分布与趋势,采用的研究方法,未来的展望与挑战等。研究发现:建构主义、实用主义、情境学习理论是项目式学习的理论基础;项目式学习的文献数量和每年的引文数总体呈上升趋势;项目式学习的研究领域主要集中在高等教育,并且更多的关注效果研究;项目式学习的结构要素有:开放性问题、协作性活动、真实情境、脚手架、项目呈现等;协作的效果会直接影响项目式学习的效果等。

【关键词】教育技术;项目式学习;PBL

Abstract: Project-based Learning is student-centered, through the guidance of teachers, students take the initiative to explore practical problems, to obtain more profound knowledge and skills. This study uses the method of systematic literature review to analyze the research on Project-based Learning in the field of international educational technology, and explores the theoretical basis, effect research, structural elements, distribution and trend of research quantity, research methods, future prospects and challenges of project-based learning. The results show that: constructivism, pragmatism and situational learning theory are the theoretical basis of project-based learning; the number of literature and annual citations of project-based learning are on the rise; the research field of project-based learning is mainly concentrated in higher education, and more attention is paid to effect research; the structural elements of project-based learning are: open questions, collaborative activities, authenticity; the effect of cooperation will directly affect the effect of project-based learning.

Keywords: Educational Technology, Project-based Learning, PBL

1. 前言

项目式学习(Project-based Learning)是一种以学生为中心的教学方法,它提供一些关键素材构建一个环境,学生组建团队通过在此环境里解决一个开放式问题的经历来学习。项目式学习于1969年由美国的神经病学教授Barrows在加拿大的麦克马斯特大学首创,先后在60多所医科学学校中推广、修正。目前国内外关于项目式学习的定义由很多,但不论定义角度如何,从中可看出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（黄明燕等，2014）。Kokotsaki D 等人认为项目式学习是一种积极的以学生为中心的教学形式，其特点是学生的自主性，建设性的调查，目标设定，协作，交流和反思在现实世界的实践（2016）。本研究中项目式学习是指关注现实生活中的真实问题，注重学生间的合作，需要产生可见的成果，并向他人展示，重点关注学生核心素养的培育。学生发展核心素养，主要是指学生应具备的，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。

2. 研究设计

2.1. 研究框架

目前，国内外关于项目式学习的研究均有很多，但经研究发现，国外的项目式学习关注更多的是工程、计算机科学、化学、生命科学生物医学等，对教育技术领域研究较少。因此，本研究采用系统性文献综述的方法，以国际教育技术领域关于项目式学习的研究为分析对象，综述项目式学习的理论基础、研究数量、研究方法、研究主题变化的趋势，为后续国内的研究提供创新基础和研究启示。具体的研究内容可以分解为一些问题进行细致探究。



图 1 研究框架

2.2. 研究问题

本研究提出的研究问题主要借鉴 Halverson 等研究者针对学位论文研究提出的混合式学习研究分析框架，包含理论基础、研究数量、研究方法、研究主题变化的趋势（Halverson L R, et al, 2014）。需要注意的是，本文研究的是教育技术领域的项目式学习研究现状与趋势，因此参照此框架，拟定的具体研究问题是：(1) 项目式学习的理论基础有哪些？(2) 研究数量的分布与趋势？(3) 研究方法的分布趋势？(4) 研究主题的变化趋势？(5) 项目式学习的结构要素？

2.3. 文献筛选

为了解国际关于项目式学习研究的整体状况，本研究选取 Web of Science 核心合集集中的“科学引文索引”作为数据来源。检索的文献来源于国际教育技术领域具有较高影响力的十个期刊，分别是：International Review of Research in Open and Distributed Learning、Computers & Education、British Journal of Educational Technology、Online Learning、Distance Education、Computers in Human Behavior、Educational Media International、the Internet and Higher Education、Journal of Online Learning and Teaching、Journal of Computer Assisted Learning。检索的时间跨度为 2010 年到 2020 年 12 月。检索的主要题名包括：Project-based learning、Project learning。通过检索，获得 54 篇文献，在对论文主题进行核查之后，剔除掉 23 篇与内容不相关的论文（包括阅读题目摘要，剔除撤稿、与主题不符的 16 篇文献以及阅读全文后复筛掉内容不相关的 7 篇文章），最终共获得 31 篇文献。

2.4. 样本编码

本研究分类编码类目包括 3 个方面：研究数量分布、研究方法以及研究主题。分类的依据是参照 Halverson 等人(2014)对学术出版物进行分析时所采用的分类框架，并结合项目式学习的具体情况对类目中的子类目进行了调整。

2.4.1. 研究数量编码

本研究主要从三个方面描述研究数量的分布趋势，分别是：文献的数量变化、引用次数以及文献的研究背景。研究数量的变化描述了 2010—2020 年十年间有关项目式学习研究论文数量的变化趋势。文献的引用次数变化一定程度上可以描述人们对项目式学习的关注程度。文献研究的领域是指研究的实施机构，包括高等教育、K-12 教育、企业（职业）教育及其他。

2.4.2. 研究方法编码

在 Halverson 等人(2014)的研究中，将研究方法分为实证方法、非实证方法及混合研究方法。实证研究进一步划分为描述性统计、推断性统计和质性研究；非实证研究分为理论/模型和文献综述/回顾。本研究的研究方法编码方案在依据国内学者马志强等人（2015）在研究混合式学习时采用编码方案的基础上进行了适当修改（见表 1）。

表 1 研究方法编码表

数据分析方法	描述	具体方法举例
实证研究方法	描述性	使用描述性统计 平均数、中位数、标准差
	推断性	使用推断性统计 实验、因果分析、相关分析、方差分析、卡方检验、t 检验、p 值、因子分析
	质性研究	用解释性和描述性的定性分析 案例研究，自然调查，访谈，焦点小组，开放式调查，引用
非实证研究方法	理论/模型/开发	提出、扩展或应用理论 排除只是引用框架来提供研究背景或情境
	文献综述/回顾	重点介绍或解释项目式学习 从广泛的意义层面，而不是特定的情境，聚焦项目式学习
混合研究方法	量化混合	描述性和推断性方法的混合
	其他混合	除了量化混合之外的研究方法的混合 如推断性和质性的混合、理论和描述性方法混合等等

2.4.3. 研究主题编码

通过对最终得到的 31 篇文献进行通读，经过反复研究和分类，最后确定了包含 5 个主题的编码表，如表 2 所示。

表 2 研究主题编码表

主题	描述（关键词）
评估效果	评估、评价、测评、学习者的满意度、综合表现、行为改进/绩效提升、成绩
教学设计	模型、策略、方法、课程设计
满意度	满意度、态度、意向
开发	开发工具、开发脚本、开发系统
探索研究取向	优势与挑战

3. 研究结果

3.1. 项目式学习的理论基础有哪些？

建构主义是项目式学习的灵魂。项目式学习是一种以学生为中心的教学形式，它基于建构主义的三个原则：学习是在特定情境下发生的、学习者积极主动参与学习过程、学习者通过社会互动、分享知识和理解实现他们的目标（Kokotsaki D, et al., 2016）。项目式学习本质上就是一种基于建构主义学习理论的探究式学习，其强调活动的建构性，强调应该在协作中学习、会话，在不断对真实问题解决的过程中完成意义建构。实用主义是项目式学习的精髓。杜威在其《民主主义与教育》一书中，详细阐述了他的教育思想体系，可以概括为“以经验为中心”、“以儿童为中心”、“以活动为中心”。项目式学习强调对学生动手能力的培养，同时强调“经验”、“儿童”、“活动”，强调从“做中学”，学生通过各种探究活动，经过动手实践，最终通过制成作品完成学习。情境学习理论是项目式学习发生的条件。情境学习强调两条学习原理：第一，在真实情境中呈现知识，强调学习与应用知识的场景是一致的；第二，通过社会性互动和协作来进行学习，强调通过协作与会话完成学习。由此，根据项目式学习的三个理论基础，可以看出项目式学习的几个关键特征：1) 学习应该发生在真实情境中；2) 强调协作与会话；3) 强调建构性活动；4) 强调动手实践，完成项目；5) 强调学习者的主动性。

3.2. 研究数量的分布与趋势

3.2.1. 十年间，国际项目式学习研究数量变化的趋势是什么？

从发表的项目式学习论文数量来看，在 2016 年和 2018 年发表最多，且在 2017 年发表的文献数量也较多，由此推测在 2016-2018 年项目式学习是人们关注的热点。根据预测，未来一段时间每年发表的论文数量仍会增加，项目式学习仍然会是人们关注的重点（见图 2）。

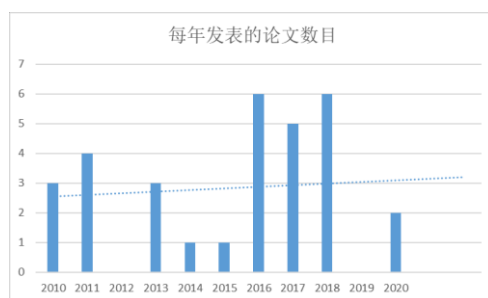


图 2 每年发表的论文数目（2010-2020）

3.2.2. 国际项目式学习研究的领域分布？

在国际教育技术领域项目式学习的论文中，64.52%的论文集中在高等教育领域，远远高于其他机构（见图 3）。16.13%是关于职业（企业）教育的，包括企业培训、职前教育、教师培训等，12.9%是关于 K12 教育的，且大多数集中在 6、7 年级。剩下的 6.45%则没有表明研究领域。造成高等教育领域论文数量远高于其他机构的原因之一可能是与研究者自身所从事的领域相关，研究者往往以自己所从事的工作为载体，研究对象一般为选修某门课程的学生。关于职业教育的项目式学习研究较少，而职业教育本身理实一体性的特征又非常适合项目式学习，可以预测未来关于职业教育的项目式学习研究会越来越多，且大多数研究的结果都会发现效果良好。

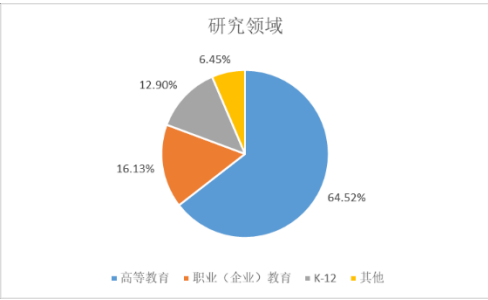


图 3 项目式学习研究领域分布

3.2.3. 国际项目式学习研究文献的引用次数如何变化？

项目式学习研究文献每年的引用次数在 2019 之前逐年上升，之后略有下降。从趋势线来看，在未来一段时间中，每年的引用次数仍可能继续攀升，这在一定程度上可以反应人们对项目式学习的关注程度（见图 4）。



图 4 项目式学习论文每年引用次数（2010-2020）

3.3. 研究方法的分布趋势

在项目式学习的研究中，推断性统计和描述性统计使用的最多，一个可能原因是大多数项目式学习的研究采用了实验或者准实验的方法；其中文献综述与回顾最少，并且难以将其划分到具体的研究方法之中（见图 5）。总体来说，除了一篇文献综述外，其余所有的研究均采用了实证研究方法，其次是混合研究方法，最少的是非实证研究方法（见图 6）。值得一提的是，有 16.7% 的文献使用了三种及以上的研究方法。需要注意的是，因为有的研究采用了多种研究方法，所以所有研究方法所占的百分比总和会超过 100%。

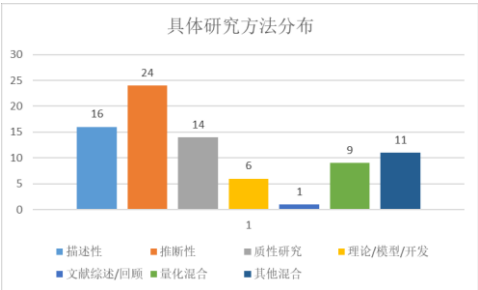


图 5 具体研究方法分布

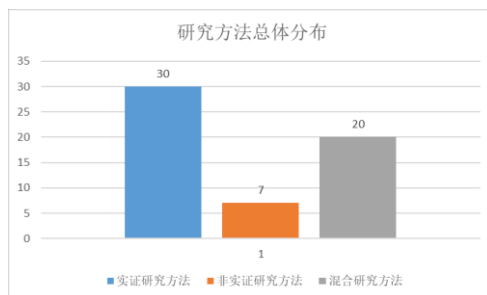


图 6 研究方法总体分布

3.4. 研究主题的变化趋势

在这些项目式学习的研究中，有 61.3%的主题关注的是项目式学习的效果研究，包括将某种工具、技术、方法等应用到项目式学习中的效果研究以及在某种环境下项目式学习的效果研究（见图 7）。对教学设计（包括教学策略、课程设计、教学方法等）、学生满意度（态度、意向等）、开发（包括用于项目式学习的工具、脚本、系统等）以及探索研究取向（优势和挑战）较少。造成这种分布的原因可能是几乎所有的研究均采用了实证研究的方法，而实证研究主张从现象看本质，即通过效果的评估，发现教学中存在的问题或者检验所作干预的成效。

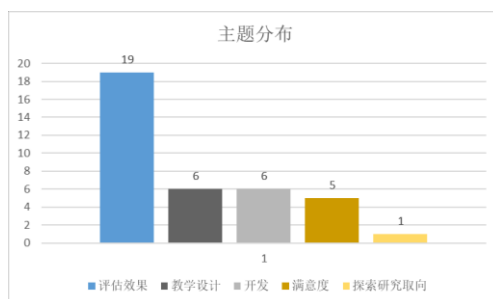


图 7 研究主题分布

3.5. 项目式学习的结构要素

在项目式学习中，有四个最基本的要素：内容、活动、情境和结果。PBL 中的内容一定是现实生活中的开放性问题，而且是根据兴趣和需要提出学习目的或解决的问题。活动是指学习者采用一定的技术工具（如计算机）和研究方法（如调查研究）来探究面临解决的问题。在 PBL 中，要为学生者提供探究学习的环境，包括物质实体环境或者信息技术形成的虚拟环境。PBL 模式的结果是产生丰富的学习成果，促进学生掌握工作技能，提高合作和学习能力，能够运用到终身学习当中。此外，Lin C Y 认为在项目式学习中，需要加入脚手架，并对其进行系统性设计以解决学习过程中的问题（Lin C Y, et al., 2016）。Ching Y H 研究发现同伴反馈可以有效支持项目式学习（Ching Y H, et al., 2013）。Chang L C 等人在一个长达两年的研究中发现，团队协作在项目式学习中至关重要，并且在后续的实验中发现学生们对项目式学习的满意度很高，很喜欢这样的学习方式（Chang L C, et al., 2010）。

由此可以看出一个项目式学习的要素有：开放性问题、协作性活动、真实情境、脚手架、项目呈现等。此外，在项目式学习中，还需要提供丰富的资源和材料支持学习者的学习。对一个项目式学习的概括性描述是：针对一个现实生活中的开放性问题，教师提供真实的情境和丰富的资源以及可变的脚手架，学习者通过团队协作的方式进行学习，并且最终呈现出一个完整项目、作品、成果的活动。

4. 讨论

在研究主题的变化趋势中，需要重点关注项目式学习的效果研究，大部分的效果研究均显示项目式学习有利于提高学习效果、提高成绩、改善综合体验。Domínguez C 在项目式学习中改善了一种教学策略，提供一种脚手架策略，通过比较，采用这种主动学习方法的学生比采用传统学习方法的学生取得了更好的成绩（Domínguez C, et al, 2010）。Hou H T 设计一个环境，以帮助学习者利用网路地图思维工具进行项目式学习，实验表明，实验组在学习成绩和项目成绩上均显著优于对照组，并且实验组对利用网路地图思维工具进行项目式学习的态度是积极的（Hou H T, et al., 2016）。Pardo A 等人认为基于团体意识支持的在线项目式学习环境对不同自我调节水平的学生会有影响（Pardo A, et al., 2013）。总的来说，项目式学习对提高学习者的成绩、表现、团队协作、自我认知等都具有积极作用，但是很多研究对测量效果的评价体系的说明不够清晰，未来可以关注项目式学习评价体系的研究。

除此之外，在对文献进行整理分析的过程中，还发现了与项目式学习经常关联出现的词汇，如社交、反馈、协作、团队等，通过整理发现，与协作相关的词汇在这些文献中出现的概率为 64.5%。因此，可以推断出项目式学习通常是在协作的环境中进行的，这也佐证了协作会话是项目式学习的一个关键要素。这给我们的启示是，在进行项目式学习时，需要关注协作，想要提高项目式学习的效果，可以从增强协作交互的角度出发。此外，经过研究发现，项目式学习研究的学科多数为理工科和计算机，其中的一个原因可能是理工科更容易进行项目式学习，而人文社科可能效果不明显。因此，今后的研究重点可以拓展到人文社科领域，设计适合人文社科的项目式学习方法、策略、模式等。

5. 总结

本文对近 10 年来国际教育技术领域有关项目式学习的 31 研究成果，进行了整体性的梳理和分析，分别从项目式学习的理论基础、效果研究、结构要素、研究数量的分布与趋势、采用的研究方法，未来的展望与挑战等维度进行了分析与讨论，得到的主要研究结论如下：

项目式学习的理论基础主要有三个，分别是建构主义、实用主义、情境学习理论。项目式学习的文献数量和每年的引文数总体呈上升趋势，这在一定程度上反映了人们对项目式学习的关注正在增加；项目式学习的研究领域主要集中在高等教育，这给我们的启示是可以将研究领域拓展到中小学和职业教育，关注单科 PBL 和跨学科 PBL；项目式学习的研究主题中，更多的是关注效果研究，未来可以延伸到项目式学习的模式、方法、策略，丰富项目式学习的过程、策略。此外，虽然很多研究发现项目式学习对学生的学业具有促进作用，但是对测量效果的评价体系的说明不够清晰，未来可以关注项目式学习评价体系的研究。项目式学习的结构要素有：开放性问题、协作性活动、真实情境、脚手架、项目呈现等。项目式学习对提高学习者的成绩、表现、团队协作、自我认知等都具有积极作用。在研究中还发现，协作的效果会直接影响项目式学习的效果，因此在进行项目式学习时，需要重点关注协作的发生，创造协作的条件。此外，人们更多的关注是理工科领域，未来的研究可以拓展到人文社科领域。

本研究存在的不足之处在于研究样本选择范围不足。研究的范围较小，因此获得的样本数量较少，对趋势的描述不具有广泛代表性，研究的准确性和客观性受到了影响，未来可以扩大研究范围。例如，样本的选择范围可以使用 Ritzhaupt A D 确定的最具有影响力或最著名

的期刊（2012）。此外，还可以以年份为单位，统计每一年的研究数量、研究方法、研究主题等，可以更好的看出研究的变化趋势。此外，研究的分析框架也不够全面，本研究仅从理论来源、结构要素、效果分析、未来展望等角度考虑，未来可以加入对项目式学习的一般模式、项目式学习的策略、项目式学习的研究设计等分析框架。对项目式学习的理论框架也应该进一步分析、完善、拓展。

参考文献

- 马志强、孔丽丽和曾宁（2015）。国内近十年混合式学习研究趋势分析——基于2005——2015教育技术领域学位论文。《现代远距离教育》，(06)，73-81。
- 黄明燕和赵建华（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》，(02)，90-98。
- Chen, C. H. (2011). Transforming online professional development: The design and implementation of the project-based learning management system (PBLMs) for in-service teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(1).
- Chen, C. Y., & Teng, K. C. (2011). The design and development of a computerized tool support for conducting senior projects in software engineering education. *Computers & Education*, 56(3), 802-817.
- Ching, Y. H., & Hsu, Y. C. (2013). Peer feedback to facilitate project-based learning in an online environment. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(5), 258-276.
- De-La-Fuente-Valentín, L., Pardo, A., & Kloos, C. D. (2013). Addressing drop-out and sustained effort issues with large practical groups using an automated delivery and assessment system. *Computers & Education*, 61, 33-42.
- Domínguez, C., & Jaime, A. (2010). Database design learning: A project-based approach organized through a course management system. *Computers & Education*, 55(3), 1312-1320.
- Gómez-Pablos, V. B., del Pozo, M. M., & Muñoz-Repiso, A. G. V. (2017). Project-based learning (PBL) through the incorporation of digital technologies: An evaluation based on the experience of serving teachers. *Computers in Human Behavior*, 68, 501-512.
- González-Marcos, A., Alba-Elías, F., Navaridas-Nalda, F., & Ordieres-Meré, J. (2016). Student evaluation of a virtual experience for project management learning: An empirical study for learning improvement. *Computers & Education*, 102, 172-187.
- Halverson, L. R., Graham, C. R., Spring, K. J., Drysdale, J. S., & Henrie, C. R. (2014). A thematic analysis of the most highly cited scholarship in the first decade of blended learning research. *The Internet and Higher Education*, 20, 20-34.
- Hou, H. T., Yu, T. F., Wu, Y. X., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2016). Development and evaluation of a web map mind tool environment with the theory of spatial thinking and project-based learning strategy. *British Journal of Educational Technology*, 47(2), 390-402.
- Hsu, P. S., Van Dyke, M., Chen, Y., & Smith, T. J. (2016). A cross-cultural study of the effect of a graph-oriented computer-assisted project-based learning environment on middle school students'

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- science knowledge and argumentation skills. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(1), 51-76.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), 267-277.
- Lin, C. Y., & Reigeluth, C. M. (2016). Scaffolding wiki-supported collaborative learning for small-group projects and whole-class collaborative knowledge building. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 529-547.
- Lin, J. W., & Tsai, C. W. (2016). The impact of an online project-based learning environment with group awareness support on students with different self-regulation levels: An extended-period experiment. *Computers & Education*, 99, 28-38.

STEM 教育背景下的 Tinker 教育探析

Analysis of Tinker Education under the Background of STEM Education

董海霞^{1*}, 蔡慧英²

¹² 江南大学 “互联网+教育” 研究基地

*1059722621@qq.com

【摘要】 随着 STEM 教育的兴起, 我国已经把 STEM 教育纳入国家战略发展政策。通过对我国 STEM 教育的发展现状分析发现, 我国 STEM 教育过于重视数字化而忽视对真实世界的探索。而起源于美国的 Tinker 教育, 较为注重对真实世界的探索。因此, 本文从 Tinker 教育这一角度入手, 着重介绍 Tinker 教育的含义与特征, 并以“涂鸦机器” Tinkering 活动为例, 分析活动的实施过程, 剖析 Tinker 教育的内在价值与实践意义, 以期对我国 STEM 教育的实施提供一定的借鉴作用。

【关键词】 STEM; Tinkering; Tinker 教育

Abstract: With the rise of STEM education, China has incorporated STEM education into the national strategic development policy. Through the analysis of the current development of STEM education in China, it is found that STEM education pays too much emphasis on digitalization and neglects the exploration of the real world. The Tinker education, which originated in the United States, pays more attention to the exploration of the real world. Therefore, this paper starts from the perspective of Tinker education, and focuses on the meaning and characteristics of Tinker education. Taking the “graffiti machine” Tinkering activity as an example, the paper analyzes the implementation process of the activity and analyzes the intrinsic value and practice of Tinker education, thus it will play a certain enlightenment on the implementation of STEM education in China.

Keywords: STEM, Tinkering, Tinker Education

1. 引言

21 世纪具有人才优势的国家将占据竞争的制高点。通过对我国现行 STEM 教育的研究发现, 我国目前的 STEM 教育存在过于重视技术 (余胜泉和吴澜, 2019)、缺少提供学生解决真实问题的情境以及缺少对工程的关注 (董泽华, 2016) 等问题。因此, 针对上述 STEM 教育中的不足, 起源于美国的 Tinker 教育可以起到一定借鉴作用。

2. Tinker 教育——STEM 教育的有效补充

2.1. Tinker 教育的含义

Tinker 一词, 中文意思为“修补匠”, 是指修理和试验机器及其部件的人。顾名思义, Tinker 教育是指鼓励学习者直接使用真实的工具和材料来进行设计学习 (Dooley, 2019)。对于幼儿来说, 这是至关重要的游戏基础, 是探索和学习新的东西的实验阶段; 对于年长的学生和成年人来说, 这是有目的的探索和制作, 通常是通过试验和改进的方式。Tinker 教育强调的是, 在实践过程中, 通过探索和发明, 挖掘出创新的潜力 (Wilkinson & Petrich, 2014)。

2.2. Tinker 教育的十大特征

Tinker 教育具有以下特征：能借助游戏营造创新的氛围、本质上是感性的和手动的、使人们身临其境、允许人们尝试制作工具或手工工艺品、使用各种吸引人的材料、为学习者提供追求自身兴趣的自由和机会、允许各式各样变换的结果、有长期的目标或出发点、学习者可以自定目标和为学习者提供许多机会（Steven et al., 2014）。

3. Tinker 教育活动案例分析

3.1. 案例导入

圆珠笔、水性笔、电机、可回收容器等这些材料，在日常生活中彼此之间是没有什么联系的。那么可否利用笔和电机来追踪笔的痕迹？能否按照想法画出想要的图形？

3.2. 实施过程

3.2.1. 准备阶段

准备各种原材料，包括但不限于圆珠笔、电机、可回收容器、用于测试的纸张等材料。

3.2.2. 实施阶段

首先，将电机连接到电池，试验偏置电机。在这一步上引导学生思考如果改变偏置电机的重量会怎样？或者改变电机臂的长度、或者改变热熔胶棒的方向。接着，找到或建造一个基座并将偏置电机连接到它上面。基座形状大小学生可以自由发挥，鼓励学生尝试不同形状与材料的基座。最后，使用电线将标记笔悬挂在基座外面。进一步引导学生思考怎么能让它变得非常缓慢和平稳、快速和跳跃或者做大小圈子。

3.2.3. 拓展阶段

提供不同的方法给学生拓宽思路，使学生的涂鸦机器更具有个性化。例如，尝试使用不同的材料，如油漆和画笔以追踪涂鸦机器制作的图案等。

3.3. 案例分析

涂鸦机器这一 Tinker 活动是日常物品的新用途，即这是一种使用电动机、废弃玩具以及电子产品的开关的有趣和创造性的方式。这种探索是低技术活动的一个很好的例子，它本身运行良好，但可以利用微控制器和传感器使其更加复杂和交互。这也很好地表明了 Tinker 活动的一个典型特征，即活动难度是呈梯度进行的，适应不同阶段的学生需求。

4. 总结

Tinker 教育具有如下三个优点。第一，Tinker 教育提供参与 STEM 教育的低门槛，营造全民可参与、可学习的氛围。第二，Tinker 教育解决当下 STEM 教育的潜在问题，创设平等学习、可持续发展的环境。第三，Tinker 教育有助于培养学习者好奇心、创造力和想象力的全面发展的技能。

参考文献

余胜泉和吴澜（2019）。证据导向的 STEM 教学模式研究。《现代远程教育研究》，31(5)，20-31+84。

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。

Dooley R.(2019). What is Tinkering? Retrieved from:<http://tinkerlab.com/what-is-tinke-ring/>.

Steven W., Andrea A., & Richard M. (2014). Making and Tinkering in Robotics. Retrieved

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- from:<http://www.docin.com/p-1475586301.html>.
- Wilkinson, K., & Petrich, M. (2014). *The Art of tinkering: meet 150+ makers working at the intersection of art, science & technology*. Weldon Owen International.

基于问题详述和目标指导支架的学生协同论证表现研究

The Effect of Question Elaboration and Goal Instructions on Students' Collaborative Argumentation

邵京菁¹, 李小杉², 毛子琪³, 李艳燕^{4*}

¹²³⁴ 北京师范大学教育学部

* liy@bnu.edu.cn

【摘要】 近年来, 协同论证逐渐成为教育实证研究的重点。本研究探讨了问题详述和目标指导支架下的学生协同论证表现, 分析了不同先验知识学生的论证特点。根据有无问题详述和有无目标指导条件将 32 名学生交叉分为四组。结果显示, 问题详述支架能帮助学生产生更多的依据, 更全面地思考问题, 产生更多协作性和探索性的话语。目标指导支架也能帮助学生产生更多的原因, 但会限制学生多角度地分析问题, 产生更多争执性的话语。高先验知识学生的论证质量高于低先验知识学生的质量, 并且需给予他们不同的支架来促进论证质量的提升。

【关键词】 协同论证; 问题详述; 目标指导; 先验知识

Abstract: In recent years, collaborative argumentation has become the focus of empirical education research. This research explored the effect of question elaboration and goal instructions on students' collaborative argumentation, and also examined argumentation characteristics of different priori knowledge groups. A total of 32 students participated and were assigned to four groups according to first, question elaboration (elaborated/unelaborated question), and second, goal instructions (goal/no goal). Results indicated that question elaboration can help students generate more grounds, rebuttals and exploratory discourse. Goal instructions can also help students generate more claims and grounds, but it will restrict students from thinking comprehensively and generate more dispute discourse. The quality of students with different prior knowledge is different and they need to be given different supports.

Keywords: collaborative argumentation, question elaboration, goal instructions, prior knowledge

1. 研究背景

协同论证(Golanics and Nussbaum, 2008)是学生们一起建构和批评论点的过程, 其目的是对问题进行反思, 以便找到一个最佳答案。近年来, 协同论证逐渐成为教育实证研究和发展努力的重点, 受到国内外学者的关注。美国在《21 世纪技能框架》明确指出学习和创新能力是 21 世纪学习技能的首位, 其中包含的 4C 能力(创造性和创新能力、批判性思维和问题解决能力、交流能力和合作能力)是教育革新的核心任务(张义兵, 2012), 说明培养学生建构自己的思维框架, 与同伴进行论证, 正成为教育的发展趋势。但尽管论证如此重要, 并且证实可以有效地促进学习, 但实际课堂中的论证质量并不理想。学生们面对一个话题进行辩论时, 很难收集证据来支持自己的主张并反驳其他学生提出的主张(Evagorou and Osborne, 2013)。

因此学者们围绕“论证质量的提升”进行了一系列研究, 其中有学者通过问题设计和话语指导作为支架培养学生的论证技能。在问题设计层面, Christa(2016)学者指出问题设计是教师在制定学习任务时做出的决策, 包括论证主题的选择和主题的表达方式等, 其都会影响实际辩论的可能性。如与科学问题相比, 学生对社会问题有更多的论证经验, 能产生更多的争论。McNeill 和 Katherine(2009)学者发现教师使用开放式问题能够支持学生进行论证。在话语指导层面, Felton (2009)学者发现, 论证性目标对书面论据质量能产生影响。其中说服

性目标会使学生只考虑支持己方的想法，会说服对方采纳自己的结论。Felton 和 Garcia-Mila(2015)学者又进一步发现不同目标影响论证的机制，即协商性目标为知识的共同构建提供了更多机会，学生能进行较长时间的对话交流。Nussbaum 和同事 (Golanics and Nussbaum 2008) 更是开展了一系列实验，比较了总体目标(说服对方或探索问题)与具体目标(提出多的理由或提出反驳)对论文写作的影响。发现说服的总体目标促进详尽的论证，但也让论证更具对抗性；提出多的理由的具体目标可以促进论证质量的提升，但与问题设计支架结合起来又会导致低先验知识学生的认知超负荷。这些结果表明，话语目标确实可以塑造学生的话语，但是它和实际对话的关系并不像预期的那么简单，需要做更多研究来确定哪些话语目标影响以及如何影响学生的论证。另外之前研究多集中于线上环境，对于线下的论证活动关注较少。因此本研究将探究在线下环境中，有无具体目标指导和有无问题详细阐述对学生协同论证质量的差异性。

2. 研究概况

2.1. 问题设计和目标指导对协同论证质量的作用

协同论证质量是当前学界研究的重点内容之一，如何促进它的提升是迫切需要回答的问题，部分学者通过问题设计和目标指导等措施，引导学生对问题产生思考，进而提升其质量。如 Cho 和 Jonassen (2002)学者发现解决结构不良问题比结构良好问题能够产生更多的争论。R Zhao(2016)学者发现通过对问题详尽阐述，可以提高对争议性话题论点的理解，提高论证质量。对于目标指导，很多学者发现给予学生“说服对方”或“达成共识”的目标后，学生会产生不同的辩论话语。最终，说服性目标会通过触发干扰知识建构的策略损害辩论性话语的质量，而协商性目标可以产生更多复杂的论证结构，论证质量较高(MERCE GARCIA et al. 2013)。但截止目前，学界关于问题设计的研究多集中于结构良好和不良问题，其具体内容和表述方式都存在较大差异。而问题详述条件下这两者都一致，仅在阐述的详细程度上有所区分，但关于此方向的研究很少。同时关于目标指导的研究也多集中于宏观层面，即总体目标对协同论证质量的影响，对于具体目标则极少关注。

2.2. 不同先验知识水平群体的论证质量

很多学者发现，低先验知识学生在论证中没有高先验知识学生表现好，他们一般不敢先发表自己的观点(Golanics and Nussbaum 2008)，对问题的思考较不全面，论证结构不够复杂(Liu Q T et al. 2018)。但正因为该特点，低先验知识学生经过论证活动后会有更大的发展和提高(Yerrick 2000)，甚至随着学习或在支架的帮助下可以达到和高先验知识学生相同的论证质量(Liu Q T et al. 2018)。Gijlers 和 Jong(2005)发现先验知识影响学生的发现学习过程，高水平的先验知识与关于结果解释的交流比例成正比。Yang W T et al.(2015)等发现，高先验知识学生的表现比低先验知识学生的表现好。但随着在线学习主题的发展，不同知识水平学生在论证方面的差异有所减小。但这些研究多集中于学生的具体论证表现，对于支架对学生论证的作用以及如何针对不同先验知识学生给予个性化支架的研究较少，因此还需要学界进一步探索。

3. 研究设计

3.1. 研究对象

研究选取了北京师范大学大一到大四 32 名学生参加线下实验，其中大一学生占 26.47%，大二学生占 17.65%，大三学生占 41.18%，大四学生占 14.71%。

3.2. 研究问题

本研究拟分析问题详述、目标指导、先验知识水平和协同论证质量之间的关系，故基于此目标，笔者提出了以下研究问题：①有无目标指导支架的学生协同论证质量是否存在差异？②有无问题详述支架的学生协同论证质量是否存在差异？③高低先验知识学生的论证表现是否存在不同，其口头论证质量、话语类型以及书面论证质量是否一致？

3.3. 实验设计

实验将围绕“未来主要的发电方式是核能、太阳能还是风能”的主题展开论证。首先利用前测问卷统计学生对发电方式的态度和先验知识水平等。接着根据学生的态度进行异质分组，每组两名学生，共形成 16 个小组。然后给所有小组随机分为四大类(有无问题详述×有无目标指导)，每一类包括 4 个小组，8 名学生。其中问题详述支架是给予学生详细阐述的问题，目标指导支架是给予学生“产生多的理由”的具体目标。接着让学生自主收集资料，并进行个人论证，将观点以书面的形式呈现出来。然后进行小组协同论证，两人相互交流想法并提交一份书面陈述。接着学生再进行个人论证，完善第一版书面论述。最后，对学生进行后测。

3.4. 研究工具

本研究主要使用以下几种工具：①基本信息问卷：该问卷对学生的专业、年级以及态度等进行收集。②先验知识问卷：该问卷共包括 25 道题，每道题目有对应的分数，通过总分确定先验知识水平。其对欲测内容的相关性、代表性和合适性都较高，具有较高的内容效度。③后测问卷：该问卷以深入了解学生论证过程中的感受。④口头论证评价编码表：采用 Toulmin 论证模型编码方案，该模型共包含主张、依据、正当理由、支持和反驳五个要素。⑤书面论证评价编码表：采用 Cho K L 和 Jonassen(2002)学者在《The Effects of Argumentation Scaffolds on Argumentation and Problem Solving》中对书面论证的评价方法。⑥话语讨论类型编码表：采用 vagorou 和 Osborne(2013)学者在《Exploring Young Students' Collaborative Argumentation Within a Socioscientific Issue》中对话语讨论类型的编码方案。

3.5. 数据分析

研究将收集个人和小组两类数据。其中个人数据包括口头论证质量、书面论证质量以及问卷信息三类数据。口头论证即根据 Toulmin 模型，统计口头论证时五要素的频率，通过求和确定学生的口头论证质量。书面论证依照标准，对书面论证中涉及的五要素直接打分，也通过求和确定学生的个人书面论证质量。问卷信息则通过三个问卷获得。小组数据包括书面论证质量和话语讨论类型两类，其中书面论证的评价方法和上述相同。话语讨论类型根据编码方案将小组的讨论分为争论性话语、累积性话语和探索性话语三种。其中所有涉及编码的过程都由三位编码员独立编码，其后再相互对比，针对有分歧的地方进行协商，逐渐完善得到最终的编码方案。

4. 研究结果

4.1. 口头论证质量

4.1.1. 问题详细阐述和目标指导的效果

不同支架下的学生口头论证质量如表 1 所示，可以看出有问题详述支架学生的口头论证质量的均值较高，且五个要素的分值也较高，但其数据分布不太稳定；有目标指导支架的学

生的口头论证质量均值较高，除“主张”外的四个要素分值也较高，并且数据分布的比较稳定。

表 9 两类支架下学生的口头论证质量

	有问题详细阐述			没有问题详细阐述			总计		
	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数
有目标指导									
主张	1.38	.518	8	1.50	.535	8	1.44	.512	16
依据	19.38	5.153	8	14.50	5.264	8	16.94	5.627	16
正当理由	1.25	1.488	8	.50	.535	8	.88	1.147	16
支持	.13	.354	8	.00	.000	8	.06	.250	16
反驳	4.75	2.188	8	3.38	2.560	8	4.06	2.407	16
总和	26.88	4.704	8	19.88	6.512	8	23.38	6.571	16
无目标指导									
主张	1.87	.354	8	1.38	.518	8	1.63	.500	16
依据	12.25	8.481	8	16.13	4.086	8	14.19	6.735	16
正当理由	.75	.707	8	.25	.463	8	.50	.632	16
支持	.00	.000	8	.00	.000	8	.00	.000	16
反驳	3.63	2.875	8	2.13	1.246	8	2.88	2.277	16
总和	18.50	10.730	8	19.88	4.155	8	19.19	7.893	16
总计									
主张	1.63	.500	16	1.44	0.512	16	1.53	.507	32
依据	15.81	7.713	16	15.31	4.629	16	15.56	6.263	32
正当理由	1.00	1.155	16	.38	.500	16	.69	.931	32
支持	.06	.250	16	.00	.000	16	.03	.177	32
反驳	4.19	2.536	16	2.75	2.049	16	3.47	2.383	32
总和	22.69	9.097	16	19.88	5.277	16	21.28	7.454	32

为进一步确定两类支架对学生口头论证质量的差异性，研究者又进行了多因素方差分析。研究发现问题详述支架下，“正当理由”($F=3.889, sig=0.059<0.1$)和“反驳”($F=3.125, sig=0.088<0.1$)两个要素的质量存在显著性差异，即学生在问题详述支架的帮助下能产生更多的正当理由来支撑依据，并且能提出较多反驳，能更加全面地思考问题；但是“总和”、“主张”、“依据”和“支持”的质量不存在显著性差异。同时目标指导支架对五个要素以及总和也均不存在显著性差异，但是和问题详述支架结合起来，两者的交互作用对“依据”($F=4.286, sig=0.048<0.05$)和“主张”($F=3.302, sig=0.80<0.1$)两个要素的质量存在显著性差异，学生在两个支架的帮助下能够产生更多的“依据”和更少的“主张”。同时进行简单效应分析发现，对于有问题详述的学生，其“依据”($F=5.684, sig=0.024<0.05$)和“主张”($F=4.226, sig=0.049<0.05$)两要素的质量存在显著性差异，即给予目标指导后学生能够产生更多的依据，但是主张数量较少。对于无目标指导的学生，其“主张”要素的质量存在显著性差异，即给予问题详述后，学生能产生更多的主张。

4.1.2. 不同先验知识学生的口头论证质量

根据学生在《先验知识问卷》的得分取中位数，将得分大于中位数的学生标记为高先验知识学生，小于中位数的学生标记为低先验知识的学生，最终各有 14 个。有关不同先验知识水平学生的口头论证质量如表 2 所示。可知高先验知识学生较低先验知识学生能产生更多的依据、正当理由、支持和反驳，最终论证质量的得分也较高。

表 2 高低先验知识学生的口头论证质量

	高先验知识			低先验知识			总计		
	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数
口头论证质量									
主张	1.43	.514	14	1.64	.497	14	1.54	.508	28
依据	17.14	4.802	14	13.57	6.688	14	15.36	5.995	28
正当理由	.71	1.267	14	.57	.646	14	.64	.989	28
支持	.07	.267	14	.00	.000	14	.04	.189	28
反驳	3.43	1.950	14	3.21	2.940	14	3.32	2.450	28
总和	22.79	6.179	14	19.00	8.199	14	20.89	7.380	28

为进一步探究不同先验知识学生的论证质量之间的差异，研究者首先进行了单因素方差分析，结果显示，高低先验知识学生在五要素以及总和的得分上均不存在显著性差异。接着进行了多因素方差分析，探究先验知识、目标指导、问题详述之间的交互作用，结果显示目标指导和先验知识的交互作用在“正当理由”($F=2.650, sig=0.090<0.1$)要素的质量上存在显著性差异。简单效应分析结果表明对于高先验知识的学生，目标指导能够帮助他们产生更多的“正当理由”，结果具有显著性意义($F=5.628, sig=0.090<0.1$)。

4.2. 个人书面论证质量

4.2.1. 问题详细阐述和目标指导的效果

关于不同支架下的学生书面论证质量如表 3 所示，可以看出有问题详述支架的书面论证质量均值高于没有问题详述支架的质量均值，但是有目标指导支架的书面论证质量均值却低于没有目标指导支架的质量均值。

表 3 两类支架下个人水平的书面论证质量

	有问题详细阐述			没有问题详细阐述			总计		
	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数
有目标指导									
第一次书面论证	13.25	2.605	8	11.25	1.488	8	12.25	2.295	16
第二次书面论证	15.50	3.817	8	15.75	3.105	8	15.63	3.364	16
提高程度	2.25	2.252	8	4.50	2.976	8	3.37	2.802	16
无目标指导									
第一次书面论证	15.75	2.252	8	12.75	3.370	8	14.25	3.173	16
第二次书面论证	17.00	2.828	8	15.00	3.546	8	16.00	3.266	16
提高程度	1.25	2.121	8	2.25	1.982	8	1.75	2.049	16
总计									
第一次书面论证	14.50	2.683	16	12.00	2.633	16	13.25	2.907	32
第二次书面论证	16.25	3.337	16	15.38	3.243	16	15.81	3.267	32
提高程度	1.75	2.176	16	3.37	2.705	16	2.56	2.552	32

多因素方差分析结果显示，有问题详述支架的第一次书面论证质量明显高于没有支架的($F=7.865, sig=0.009<0.05$)，该支架对学生的论证质量起到一定的积极作用。目标指导支架对学生第一次书面论证质量也存在显著性差异($F=5.034, sig=0.033<0.05$)，有目标指导支架的书面论证质量明显低于没有支架的。而问题详述和目标指导的交互作用对第一次书面论证质量没有显著性差异。但简单效应的结果显示，对于无目标指导的学生，有问题详述支架的第一次书面论证质量显著高于没有问题详述的质量。研究者又对学生前后两次的书面论证质量进行了单因素方差分析，数据显示第二次书面论证质量显著高于第一次书面论证质量($F=10.987, sig=0.002<0.05$)，经过小组论证都得到了一定提升。

4.2.2. 不同先验知识学生的论证质量

有关不同先验知识水平学生的书面论证质量如表 4 所示。可知在每一次书面论证中，高先验知识学生的质量均值都高于低先验知识学生的质量均值。

表 4 高低先验知识学生的书面论证质量

	高先验知识			低先验知识			总计		
	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数	均值	标准差	总数
书面论证质量									
第一次书面论证	13.14	3.110	14	13.00	2.449	14	13.07	2.748	28
第二次书面论证	16.57	3.715	14	14.86	2.316	14	15.71	3.161	28

但是单因素方差分析显示，高先验知识学生的书面论证质量和低先验知识学生的论证质量没有显著性差异。接着研究者进行了多因素方差分析，数据表示对于低先验知识的学生，给予问题详述其书面论证质量能得到显著提升($F=7.762, sig=0.010<0.05$)。

4.3. 小组书面论证质量

关于不同支架下小组书面论证质量的描述性统计如下表 5，可以看出有问题详述支架小组的书面论证质量的均值较高，并且标准差较小，数据比较稳定。而具有目标指导支架小组的书面论证质量的均值较低，并且标准差较大，数据比较不稳定。

表 5 不同支架下小组水平的书面论证质量

	有问题详细阐述			没有问题详细阐述			总计		
	平均值	标准差	总数	平均值	标准差	总数	平均值	标准差	总数
有目标指导									
书面论证质量	14.00	4.899	4	13.00	5.033	4	13.50	4.629	8
无目标指导									
书面论证质量	16.00	2.828	4	15.00	6.00	4	15.50	4.375	8
总计									
书面论证质量	15.00	3.854	8	14.00	5.237	8	14.50	4.472	16

但是单因素方差分析结果表明，问题详述和目标指导对学生的小组书面论证质量均不存在显著性差异。

4.4. 论证话语类型

研究者统计了小组之间的话语讨论类型，如表 6 所示。可知，所有支架下的小组都是探索性话语最多，其次是争论性话语，而累积性话语最少。在问题详述支架的帮助下，小组能产生更多的探索性和累积性话语，更少的争论性话语。在目标指导支架的帮助下，同伴也能产生更多的探索性和累积性话语。但另一方面，有目标指导支架小组的争论性话语较多，较难达成共识。

表 6 不同支架下的话语讨论类型

	有问题详细阐述			没有问题详细阐述			总计		
	平均值	标准差	总数	平均值	标准差	总数	平均值	标准差	总数
有目标指导									
探索性话语	10.25	2.872	4	6.50	3.109	4	8.38	3.420	8
争论性话语	4.75	5.909	4	3.75	5.560	4	4.25	5.339	8
累积性话语	2.50	1.915	4	1.25	.957	4	1.88	1.553	8
无目标指导									

探索性话语	6.00	3.559	4	7.25	2.630	4	6.63	2.973	8
争论性话语	2.75	4.856	4	5.00	5.715	4	3.88	5.055	8
累积性话语	1.50	1.732	4	1.00	1.155	4	1.25	1.389	8
总计									
探索性话语	8.13	3.758	8	6.88	2.696	8	7.50	3.225	16
争论性话语	3.75	5.120	8	4.38	5.263	8	4.06	5.026	16
累积性话语	2.00	1.773	8	1.13	.991	8	1.56	1.459	16

4.5. 其他因素

另外研究还探究了学生的感兴趣程度、论证风格和观点表达程度等对协同论证质量的作用。结果显示，学生的论证风格对书面论证质量($F=5.853, sig=0.022<0.05$)和口头论证质量($F=4.365, sig=0.045<0.05$)存在显著性差异。达成共识风格下的第二次书面论证质量显著高于劝服风格下的论证质量，但是劝服风格下学生产生的“依据”数量显著高于达成共识风格下的数量。同时，表达观点的程度对第二次书面论证质量存在显著性差异($F=5.574, sig=0.025<0.05$)，即讨论中充分表达的学生的第二次书面论证质量显著高于没有充分表达的学生。

5. 总结与展望

5.1. 研究结论

问题详述支架能够让学生了解更多的知识，扩充自己的观点，看到问题更为丰富的方面，因此对学生的口头论证质量、书面论证质量和话语讨论都有一定的促进作用。学生在论证时能够产生更多的依据和理由来支撑观点，更加全面地思考问题，批判性地看待双方的观点，对自己的观点产生较多的反驳，产生更多协作性和探索性的话语。同时，学生也能利用更多的客观性数据，反之没有支架的学生会缺乏切实的数据类资料的支撑，甚至提出的部分论点还基于十分主观的生活经验。

目标指导支架会引发学生对己方观点深入思考，因此学生能够产生更多的原因来支持原有主张，和同伴一起分析问题，促进对问题的理解和思考，产生更多探索性和累积性话语。但正因为此特点，有目标指导的学生会一直思考己方的优点和对方的缺点，不能多角度地思考问题，较难转变原有观点，难以和同伴达成共识，因此会产生较少的主张、较低的书面论证质量以及更多的争论型话语。反之没有目标指导，小组之间会比较和睦，能较为全面的思考问题，考虑双方的优缺点。

两类支架对于不同先验知识学生的作用也有所不同。对于高先验知识学生，给予目标指导支架能帮助他们产生更多的正当理由，促进其口头论证质量的提升。但对于低先验知识学生没有效果，因为他们知识储备不足，即使给予目标指导也不知从哪些方面收集信息来支撑自己的观点。对于低先验知识学生，给予问题详述支架能让其书面论证质量得到显著提升。这是因为支架帮助学生明确了问题的思路 and 方向，进而能收集更多有效数据，因此质量有了显著性提升。反之，高先验知识的学生具有较高的知识储备，不给予问题详述也知道如何自主收集数据，因此对于他们没有作用。

同时研究还发现，学生本身的一些特质，如论证风格和观点表达程度，也会对其协同论证质量产生一定的作用。

5.2. 研究反思与展望

本研究通过文献梳理、实证实验和数据处理等过程，理清了问题详述、目标指导、先验知识与论证质量之间的关系，丰富了协同论证质量方向的研究，为教师开展论证活动提供了参考。基于已有研究结论，教师在开展论证活动时，可以为学生提供问题详述的脚手架，促进学生对问题的理解，帮助他们更平衡的思考问题。同时教师应尽量避免为学生提出“产生多的原因”的具体目标指导，这可能会限制学生从多角度分析问题，让他们产生更多的争执性话语，较难与同伴达成共识。另外，教师应根据学生先验知识水平、论证风格和感兴趣程度等个人特质选择不同的支架来促进论证质量的提升。

研究得到了一定的成果，对理论和实践层面都产生的一定的意义，但在研究的过程中也存在一些不足。首先，本次研究的实验对象仅有 32 名，数据量较少，研究得出的结论可能具有较低的推广性。同时因数据量较少，对于小组数据，不能进行多因素方差分析，未能进行显著性检验。其次，研究只探究出两类支架对学生协同论证质量是否存在显著性差异，但对于内部的作用机制并不清楚，需要更多的研究来探究该点。最后，研究只分析出部分个人特质对论证质量的作用，对于更多的其他个人特质未能涉及，需要更多研究来进一步探究。

基金项目：国家自然科学基金面上项目“基于情景的学习者在线学习分析关键技术与评价模型研究”（61877003）和北京师范大学教育学部国际联合研究项目。

参考文献

- 张义兵（2012）。美国的"21 世纪技能"内涵解读——兼析对我国基础教育的启示。《比较教育研究》，34(05)，86-90。
- Cho, K. L., & Jonassen, D. H. (2002). The effects of argumentation scaffolds on argumentation and problem solving. *Educational Technology Research & Development*, 50(3), 5-22.
- Christa, S. C., et al. (2016). Argumentation for Learning: Well-Trodden Paths and Unexplored Territories. *Educational Psychologist*, 51(2), 164-187
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209-237.
- Felton, M., Garcia-Mila, M., & Gilabert, S. (2009). Deliberation versus dispute: The impact of argumentative discourse goals on learning and reasoning in the science classroom. *Informal Logic*, 29(4), 417-
- Felton, M., Garcia-Mila, M., & Gilabert, S. (2009). Deliberation versus dispute: The impact of argumentative discourse goals on learning and reasoning in the science classroom. *Informal Logic*, 29(4), 417-
- Felton, M., Garcia-Mila, M., & Gilabert, S. (2009). Deliberation versus dispute: The impact of argumentative discourse goals on learning and reasoning in the science classroom. *Informal Logic*, 29(4), 417-446
- Felton, M., Garcia-Mila, M., Villarroel, C., & Gilabert, S. (2015). Arguing collaboratively: argumentative discourse types and their potential for knowledge building. *British Journal of Educational Psychology*, 85(3), 372-386.
- Golanics, J. D., & Nussbaum, E. M. (2008). Enhancing online collaborative argumentation through question elaboration and goal instructions. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(3), 167-180.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Liu, Q. T. , Liu, B. W. , & Lin, Y. R. . (2018). The influence of prior knowledge and collaborative online learning environment on students' argumentation in descriptive and theoretical scientific concept. *International Journal of Science Education*, 41(2), 165-187.
- McNeill, Katherine, L, et al. (2009). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203-229.
- MERCE GARCIA cm ILA, Gilabert, S. , Erduran, S. , & Felton, M. . (2013). The effect of argumentative task goal on the quality of argumentative discourse. *Science Education*, 97(4), 497-523.
- R Zhao. (2016). Effects of elaborative interrogation after reading belief-inconsistent arguments and need for cognition on argumentation and topic beliefs. *College of Education and Human Science*, 11(10),278.
- Simopoulos, J. C. . (1958). Toulmin, the uses of argument.
- Yerrick, R. K. . (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.

C9: 教育技术创新、政策与实践

基础环境视角下中学 5G+智慧校园建设路径研究

——以 Z 市第四中学为例

The Research on the Construction Path of 5G+ Smart Campus in Middle School from the Aspect of Foundational Environment

-A case of The Fourth Middle school in Z City

鲍染^{1*}

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

* 384057908@qq.com

【摘要】 本研究从智慧校园基础环境的视角探讨了目前中学智慧校园网络在 5G 环境下可能的建设路径。研究通过对 Z 市第四中学进行调查,结合中学智慧校园网络存在的问题,提出了一个基于 5G 的中学智慧校园融合组网的网络模型,并探讨了该模型对未来教育场景的适应性。

【关键词】 5G; 智慧校园; 基础网络; 支撑环境; 个案分析

***Abstract:** From the perspective of the basic environment of smart campus, this study discusses the possible construction path of the current smart campus network in middle schools under the 5G environment. Based on the investigation of the No. 4 Middle School in Z City and the existing problems of the smart campus network in middle schools, this study proposed a network model based on 5G for the integration of smart campus network in middle schools, and discussed the adaptability of this model to future education scenarios..*

Keywords: 5G, smart campus, infrastructure network, support environment, case analysis

1. 研究背景

根据《中国教育信息化发展报告(2019)》,5年来,中国基本实现了基础教育校园的宽带网络全覆盖和网络教学环境的普及。但智慧教育应用的快速发展,给教育基础网络提出了新的挑战。未来智慧教育应用(例如基于 EMC 的视觉分析、教育大数据等等),都提出了比今天校园中已经建设的网络要更多接入点、更大带宽和更低延时的要求。结合 4G 网络在全国覆盖率达到 98%、5G 网络在国内的试点铺开的现实背景,是否能用移动网络,尤其是 5G 网络来融合改造现有的校园网络是一个值得思考和探讨的问题。

自 2019 年以来,有学者已经探讨了在智慧校园用使用 5G 的可能性和建设场景(赵涛,2019;顾行飞,2020;洪竟雄 & 周建玲,2020;江波,2020)。但对于 5G 融合现有学校网络的具体模型的建构,则是凤毛麟角(林俊发,黄丕赛,& 李旭斌,2020);因此本研究总结了目

前智慧校园网络环境的典型模型，结合未来教育应用需求和 5G 技术特点，提出了一个 5G 时代的智慧校园基础网络支撑环境模型和建设思路。

2. 一个典型的智慧校园基础支撑环境模型

为了具体地阐述基础支撑环境视角下的智慧校园建设，本文选取了 Z 市第四中学作为个案研究的对象。

2.1. Z 市第四中学学校基本情况

Z 市第四中学位于 Z 市老城区和新城区的接壤地带，占地面积约 20000 m²，建筑面积约 10000 m²，建有 2 栋教学楼、1 栋实验楼和 1 栋综合大楼，后进行了连通改造，将四栋楼宇连接合并为一栋整体的教学办公大楼，总共 7 层。所有教室都建有教学一体机，近半数配备了交互白板。学校区域全部覆盖了视频监控和广播系统。学校网络接入了教育内网，并拥有一台服务器，为教职工提供无纸化办公和云存储空间。该中学的校园信息化工作人员有 3 名，都是信息技术课程的教师，随着校园基础网络建设的推进，信息化维护人员工作量几乎饱和。

2.2. 一个典型的智慧校园基础支撑环境

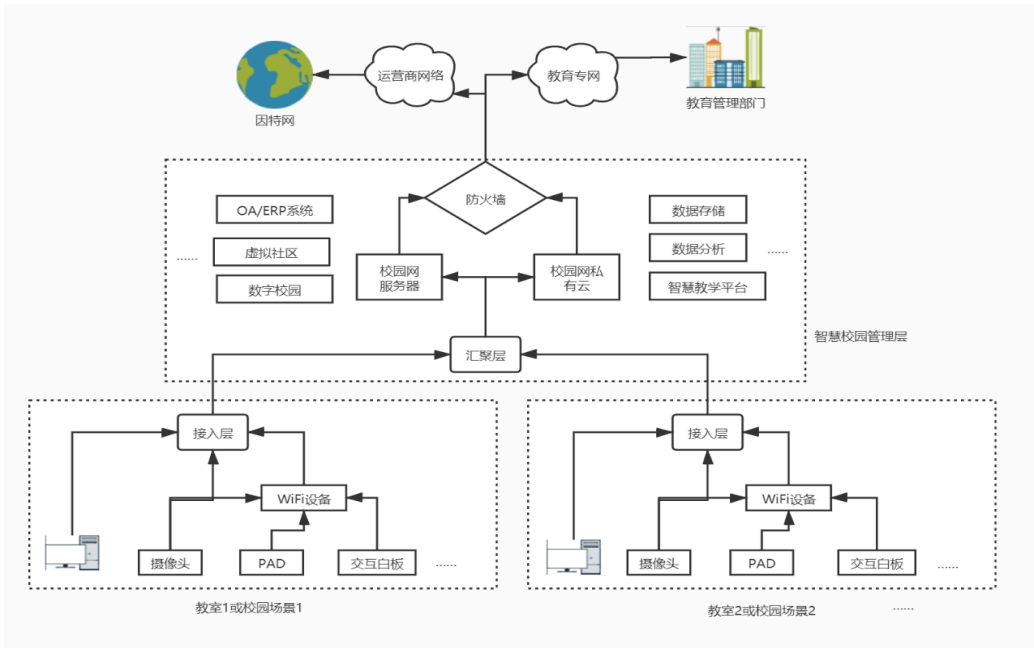


图 1 典型的智慧校园基础支撑环境

结合文献资料和对 Z 市第四中学的调研，本文抽象出了一个典型的智慧校园基础支撑环境，包括了全光宽带、无线 WiFi 覆盖的通信网络(郎哲彦 & 王东林,2020)，个人计算机、录播摄像头、交互白板等终端系统，校园服务器、防火墙等管理系统三个部分组成(谢幼如 & 柯清超,2018)。教学和管理信息从终端系统经光网络流向管理系统，并经由部署在此之上的智慧校园应用来实现智慧校园运转。由图 1 所示。

3. 5G+智慧校园基础网络模型

5G 技术有着更高的速率、更多的接入点、更低的响应时延(Vo, Duong, Tuan, & Kortun,2018)，而且 5G 网络由国家投资建设，由四大运营商进行运行维护。在智慧校园建设领域中，相较于 WiFi 技术接入有着更快部署，更轻维护，更易管控等优点(冯磊, 赵飞, 谭鑫, & 刘彩,2020)，通过合理的融合架构，可以有效解决大量设备带来的速率提升、设备升级费

用、日常维护难度和大数据支撑等问题。同时，新的网络不会也不能够替代原有智慧校园建设的全光和 WiFi 网络，而是以一种融合架构的方式进行建设。

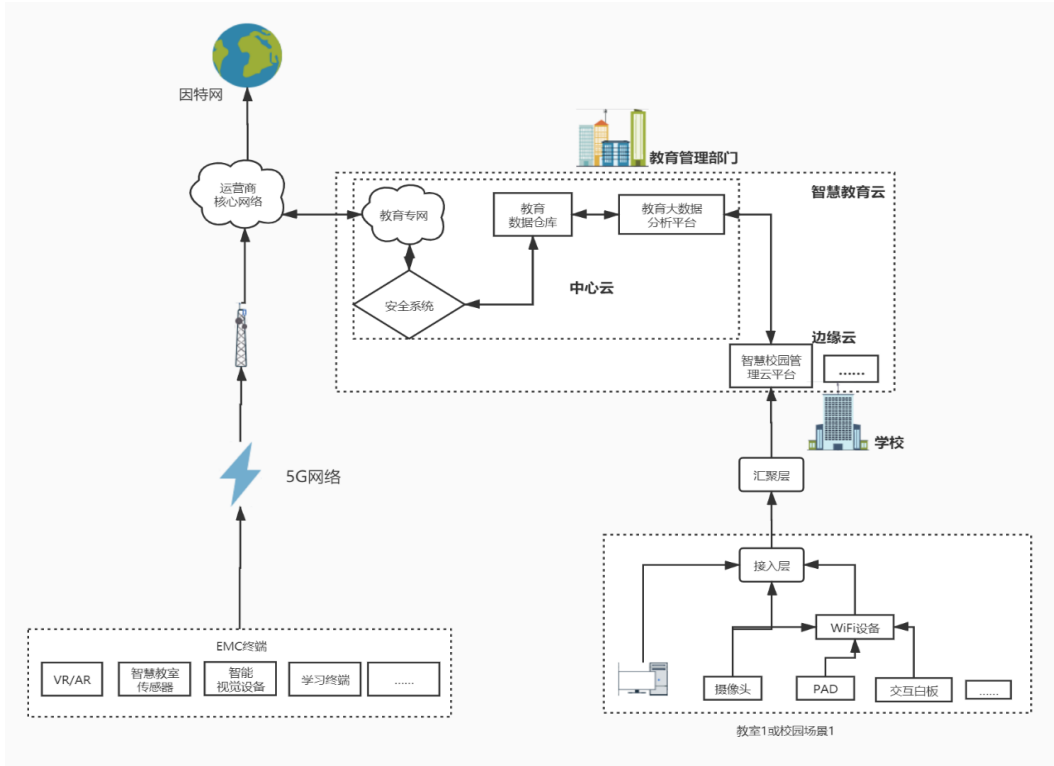


图 2 5G+智慧校园基础网络模型

在终端层面，仅要求新建的设备支持 5G 接入。这些新接入的设备所记录和产生的教育教学数据，将通过 5G 专用网络和教育网，传输至由教育管理部门和政府信息化管理部门所管控的教育大数据仓库中进行存储，并由统一教育分析平台进行分析。在设备层面，教育云平台以分布式的方式架构，中心部分要包括大数据存储仓库、大数据分析平台、智慧教育应用仓库等部分；边缘云包括大数据分析平台、数字化教学空间、校园创新创造和文化生活空间等等。现已建设的教学设备数据也经由边缘云上传至中心云数据仓库进行存储。

4. 面向未来的智慧校园支撑环境

首先，脱离于传统网络模式的桎梏之后，智慧教育应用的发展不再受到基础网络的影响，具有了更高的可扩展性。其次，使用购买服务的方式使用基础网络和设备，大大减轻了学校层面的信息化管理和维护难度，能够有效提升网络的可靠程度。第三，由学校收集教学数据，运营商支撑通信网络，教育管理部门存储和分析教学数据的“云-管-端”模式，能够让教学数据充分可靠地向中心汇集，为教育大数据挖掘和学习分析科学提供有力的支持。而以政府为中枢，学校为末梢的教育智能体系，能够更加精确地了解中小学生的整体状态，以适应“大规模个性化”的教育发展方向。

5. 讨论与总结

本文通过实地调查和对经典智慧校园基础支撑环境的研究，提出了一种可能的建设方案，论述了 5G 技术在中小学智慧校园基础网络中的建设路径和其优势所在。但是本文所提出的基于 5G 的智慧校园基础网络建设模型，囿于 5G 网络建设情况，尚未在真实环境中进行彻底

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

地验证，因此后续的研究和建设应该更注重结合特定的校园环境和社会环境特征来进行。总的来说，5G 技术的发展，为智慧校园突破现阶段潜在的瓶颈，释放智慧教育潜力提供了一种有效的解决路径。

参考文献

- 冯磊、赵飞、谭鑫和刘彩（2020）。WiFi 6 对 5G 发展的影响。**计算机与网络**，**46**(16)，39。
- 顾行飞（2020）。5G 及其在智慧校园建设中的应用。**现代职业教育**(29)，112-113。
- 洪竞雄和周建玲（2020）。5G 融入区域教育城域网探析。**现代教育技术**，**30**(07)，65-72。
- 江波（2020）。5G 技术和 wifi6 技术在高校智慧校园建设中的应用探讨。**数字技术与应用**，**38**(4)，28-30。doi: 10.19695/j.cnki.cn12-1369.2020.04.16
- 郎哲彦和王东林（2020）。智慧校园无源光局域网系统设计研究。**建筑电气**，**39**(05)，8-15。
- 林俊发、黄丕赛和李旭斌（2020）。5G+全光网新一代智慧校园网研究。**通讯世界**，**27**(04)，33-34。
- 谢幼如和柯清超（2018）。**连接与整合：智慧校园与电子书包**。北京：高等教育出版社。
- 赵涛. (2019). 5G 背景下的未来教育发展探索。**智库时代**(25)，10-11。
- Vo, N., Duong, T. Q., Tuan, H. D., & Kortun, A. (2018). Optimal Video Streaming in Dense 5G Networks With D2D Communications. *IEEE Access*, 6, 209-223.

對話機器人學習系統設計-以冰河機器人為例

The Design of Chatbot Learning System- Case Study of Glacier Reading Chatbot

吳玟秀^{1*}，廖冠智²

^{1、2} 國立清華大學 學習科學與科技研究所

* igig5050@gmail.com

【摘要】 教學現場鼓勵以科技融入教學，開發更易於老師使用的科技工具，以及學生可能隨時隨地方便學習的科技工具有其必要性。本研究結合 Line 對話機器人平台、Google Sheet 及後端之 Google Apps Script 平台等免費資源，讓現場教學老師能夠快速設計以對話互動為基礎的問答對話機器人，在課內外之餘提供學生相關多媒體學習素材，讓學生隨時隨地可以透過行動載具進行學習。

【關鍵字】 對話機器人；閱讀教學；科技融入教學；Google Apps Script

Abstract: At teaching sites, technology integrated into instruction is highly encouraged. Developing technology which provides a friendly model for teachers to manipulate and is accessible for student to use at anytime and anywhere is urgent and necessary. We build the technology by combining with Line chatbot, Google Sheet and Google Apps Script platforms for free, to offer teachers a quick method to design their own chatbot with basic reply interaction and multimedia resources for their students to learn with no restrictions to the time and places.

Keywords: Chatbot, Reading Instruction, Technology Integrated into Instruction, Google Apps Script

1. 緒論

從工具導向來看資訊科技融入於教學活動，科技能夠作為輔助傳統教學，延伸教學目標，豐富教學活動的方法(Plomp, Nieveen, & Pelgrum, 1996)。但科技除了做為教學工具，也作為一種專業知能。徐式寬(2014)認為許多教學工具的設計，往往高估老師科技知能的掌握，疏於考慮科技融入教學場域的複雜性，使得不諳科技的老師成為科技融入教學潮流下的弱勢，他們的科技掌握經驗也正處於被壓抑的狀態。綜合上述促使本研究發展能提供教學現場老師，在不需編寫程式碼指令的前提下，迅速設計題目與問答機制，短時間內生成以對話互動為基礎，整合多媒體資源，引導學生課外學習之教學型對話機器人系統。

2. 文獻探討

提問與發問是課堂中不可或缺，搭起知識與學生間的重要橋樑。Hunkins(1972)認為提問能作為教學重點的提示、思辨能力的訓練、吸引師生間集思廣益的方式、對教學脈絡的建構。Gilbert(1992)發現教師若是仰賴教科書或現場憑直覺提問，發問往往會流於形式，且無法帶領學生深入思考。因此仰賴老師授課前，確立提問動機，並針對各種問題類型與對應思考層次，進行提問設計。即使教師於課前確立提問架構，在教學現場也不一定能正常發揮，O'connor & Fish(1998)指出新手教師相較專家教師，缺乏靈活表達的能力，以至於影響教學效果。促使本研究開發對話機器人，輔助教師將預先設計好的提問架構應用於課堂師生提問，並加以推廣課前預習與課後複習使用。

最早的對話機器人(Chatbot)是指以演算機制處理及預設回應內容來與人類進行對話與互動之工具(Davenport, & Bradley,1997)。常用於協助個人完成特定任務，對話設計有明確目的與引導性(Rastogi, Zang, Sunkara, Gupta, & Khaitan, 2020)。目前許多即時通訊平台釋出開發權限，使得開發門檻越來越低，即使不熟悉演算法的開發者，也可以設計簡易的題項與回應流程，引導使用者完成指定的任務(Line, 2020)。但越是客製化與生動的即時性的回饋及資料搜集，往往需要具有程式經驗的開發者在後台編寫演算機制，以實現數據演算、分析與串連各類型 API 服務，但卻不利於不諳程式背景之老師應用於提問式教學上。綜合上述，本研究以教育部(2012)問思教學手冊建議之示範文本-冰河，結合 Line 對話機器人與 Google Sheet 後端之 Google Apps Script 平台免費資源，發展以 Google Sheet 為基礎之對話機器人文本與試題編寫介面，並有效紀錄與統整學生學習應答狀況於 Google Sheet 表單內。

3. 研究設計

3.1 文本與試題編寫介面

本研究以冰河課文為例，文本包含兩個主題：介紹冰河特色以及冰河科學家路易斯艾格西之生平，以及共六個子段落，分別介紹冰河特性、冰河侵蝕作用、冰河上的獨特生物、路易斯艾格西、寫給父母的明信片以及所提出的冰河學說。本研究對話機器人是試算表的行列為對話識別依據。老師僅需要根據編碼原則在 Google Sheet 上進行章節(如圖 1)與對話編寫(如圖 2)，輸入影片與圖片網址，即可控制機器人的對話流程；以及將課程依據主題與子主題進行細緻的分類，過程中老師完全不需要編輯後台程式。

ID	image_url	chapter	description	1	2	3
0	imgur.com/NsFH	簡介	介紹冰河成因與環境中的生物	特性	侵蝕作用	獨特生物
1	imgur.com/1yc3	科學家的故事	介紹路易斯·艾格西	生平	寫給父母的明信片	發表冰河學說

圖 1：Google Sheet 文本篇章編寫介面

ID	text	image	video	temp	temp	temp
	在台灣，雪並不常見，但入冬時的山區或許可以看見！					
	1 高緯度的歐洲，冬天氣溫可以下探零下好幾度，甚至發生大雪封山。					
	2 冰河就是在極度寒冷的氣候下，由雪堆積擠壓產生而成的。					
010000	3 冰河之所以叫做冰河，是因為能夠像水一樣流動。					
010100	但你知道為什麼嗎？🤔	https://i.imgur.com		我不知道	我當然知道！	
010101				0102	0103	

圖 2：Google Sheet 應答對話編寫介面

機器人除了與學習者進行應答之外，Line 亦提供以 Login 驗證 Line 用戶基本資料，與外部網頁與 APP 平台進行串聯，擴充對話軟體本身限制，給予開發者更大的彈性，其中 LINE Front-end Framework(LIFF)是可以在 Line Login 中直接使用的網路 APP 平台，LIFF 優點在於能夠避免使用者跳轉至外部平台，無法主動轉回的行為，跳脫 Line 本身的使用限制，如下圖 3 為本研究根據 Line 手冊開發之基本圖文選單與 Liff 功能。



圖 3：對話機器人介面(冰河機器人)

3.2 學生應答與學習狀況紀錄

根據學生應答回饋，由對話機器人系統紀錄學生學習過程回答與學習狀況，並彙整至 Google 雲端表單。學習回答的資訊(如圖 4)，包含 Line 使用者 ID 以確認學生身份、時間戳記顯示學習的時間(年/月/日/時/秒)、回應戳記、訊息型態(文字、音訊、圖片、貼圖)與訊息內容，與根據不同使用者回答加以分類後，各題回答情況(如圖 5)。顯示目前學生的學習是學習已經結束或仍在進行，並且顯示目前學習的狀態(如圖 6)。

userId	timestamp	replyToken	type	message.type	mes_content
Udeadbeefdeac	2020/9/25	0	message	text	Hello, world
Ubb4dd3b8710	2020/9/25	785b715369924c2aa8	message	text	課程教學
Ubb4dd3b8710	2020/9/25	c3006722e0634b579c	message	text	課程教材
Ubb4dd3b8710	2020/9/25	f80204722db24f88b6e	message	text	課程導讀
Ubb4dd3b8710	2020/9/25	a23cc4127a2a42a996	message	text	文本分析
Ubb4dd3b8710	2020/9/25	678de085ab604dc287	message	text	課程提問
Ubb4dd3b8710	2020/9/25	ebe9091ffca746539c3	message	text	C

圖 4：學生應達狀況 (不分類)

userId	010000	010100	010101	010200	010201	010300	010301	010400
Ubb4dd3b8710a		我不知道		看圖片		看圖片		繼續解說
Udfc07a00a930		我當然知道！		看圖片		看圖片		繼續解說
U86121b59d7b7		我不知道		看圖片				繼續解說
Ufad330a58cb2		我不知道		看圖片				
U2cfe0b87a441		我當然知道！				看圖片		繼續解說
Ue2abf8789c46		我不知道						

圖 5：學生應達狀況 (分類)

userId	present	state
Ubb4dd3b8710a3cf0104		ongoing
Udfc07a00a930f0990104		ongoing
U86121b59d7b78020104		ongoing
U2cfe0b87a44182e subChapterfinish		ongoing
Ue2abf8789c469d2 0102		

圖 6：學生學習狀況 (冰河機器人)

4. 未來展望

本研究對話機器人學習系統，可應用於課前預習，透過老師客製化的對話與提問編寫，作為老師的分身，透過客製化的對話引導，陪伴與協助學生在課堂外面對陌生的學習內容，並且協助老師在課前快速搜集與掌握學生的預習資料與疑惑，進而將學生疑惑融入於教學流程中加以講解，根據課前的學生資料回饋，作為教學調整的依據，以達到學生導向教學的目的。本研究對話機器人學習系統目前專注於國文閱讀文本的引導，然而其對話模式也適合應用於人文社會科目，透過對話模式引導學生閱讀相關歷史與學者辯證歷程等，以建立對人文議題多面向的認識。

參考文獻

徐式寬(2014)。談教師在資訊科技教育中的重要性。《臺灣教育評論月刊》, 3(7), 1-3。

教育部(2012)。《問思教學手冊》。台北市：行政院。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

Line(2020) 。 成功案例 。 引用自 <https://tw.linebiz.com/case-study/>

Brandtzaeg, P. B., & Følstad, A. (2017). Why people use chatbots. *In International conference on internet science*(pp. 377-392). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.

Davenport, G., & Bradley, B. (1997). The care and feeding of users. *IEEE multimedia*, 4(1), 8-11.

Gilbert, S.W. (1992). Systematic questioning: Taxonomies that develop critical thinking skills. *The Science Teacher*, 59(12), 41-46.

Hunkins, F. P. (1972). *Questioning strategies and techniques*. Boston, USA: Allyn and Bacon.

O'connor, E. A., & Fish, M. C. (1998). *Differences in the Classroom Systems of Expert and Novice Teachers*. Available from ERIC database. (No. ED422314)

Plomp, T., Nieveen, N., & Pelgrum, H. (1996). Curricular aspects of computers in education. *In Cross national policies and practices on computers in education* (pp. 9-26). Springer, Dordrecht.

Rastogi, A., Zang, X., Sunkara, S., Gupta, R., & Khaitan, P. (2020). Towards scalable multi-domain conversational agents: The schema-guided dialogue dataset. *In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 34, No. 05, pp. 8689-8696). New York, USA: Hilton.

教师视角下数字教育资源的建设与应用现状

The Construction and Application of Digital Educational Resources from the Perspective of Teachers

钟婷*, 罗婧, 邹玉兰, 张梓涛
华南师范大学

* 1207195227@qq.com

【摘要】数字教育资源作为教育信息化发展的产物，其建设与应用对教育信息化的可持续发展具有关键意义，智能技术的发展为数字教育资源的建设与应用带来了新机遇。文章以网络调研的形式，选择广东省 17 个地市 15572 名教师开展问卷调查，发现数字教育资源本身、资源建设以及教师资源应用等方面还存在诸多问题。基于数字教育资源建设应用现状和需求，提出了数字教育资源建设与应用三点建议，为智能时代优质教育资源的发展提供有益借鉴和参考。

【关键词】教育信息化；数字教育资源；教师；建设与应用现状

Abstract: As the product of the development of educational informatization, the construction and application of digital education resources are of key significance to the sustainable development of educational informatization, the development of intelligent technology brings new opportunities for the construction and application of digital educational resources. In this paper, 15,572 teachers from 17 cities in Guangdong Province were selected to carry out a questionnaire survey in the form of network survey. Based on the present situation and demand of digital education resources construction, this paper puts forward three suggestions on the construction and application of digital education resources, which can provide useful reference for the development of high-quality education resources in the intelligent age.

Keywords: Educational Informatization, Digital Education Resources, teachers, construction and application status

1. 问题的提出

数字教育资源作为教育信息化发展的产物，其建设与应用对教育信息化的可持续发展具有关键意义，一直以来，国家高度重视数字教育资源的建设与应用。2012 年教育部出台的《教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）》就明确提出“建设数字教育资源公共服务平台”“创新优质数字教育资源共建共享机制”等，强调了“优质数字教育资源的开发与应用”对在教育信息化发展进程中的重要地位。2018 年《教育信息化 2.0 行动计划》再次提出，“要拓展完善数字教育资源公共服务体系，提升数字教育资源服务供给能力，实现教育大资源共享计划”。乃至 2019 年中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》提出，“创新教育服务业态，建立数字教育资源共建共享机制”。

云计算、大数据、人工智能技术、虚拟现实、智能传感器、物联网与 5G 等新兴技术的兴起促进了教育教学的重大变革，开启了智能教育新时代，也为数字教育资源的建设与应用带

来了新的机遇和挑战。在这一背景下,如何推动数字教育资源建设、应用与发展,以实现数字教育资源可持续发展,是当下需要解决的重要问题之一。

为深入探究数字教育资源建设与应用的实际情况,梳理现有成果,发现实际尚存的不足,以更好开展下一步工作,并为智能时代数字教育资源的建设、应用与发展提供有益借鉴和参考,本研究从教师的视角出发,以广东省为例,对数字教育资源的建设与应用现状展开了调查。

2. 研究问题

教师是数字教育资源的主要应用者之一,在数字教育资源的建设与应用过程中扮演着重要角色,他们是数字教育资源建设与实践的践行者,对数字教育资源的建设和应用具有深刻体会,本研究聚焦于教师这一角色,探究数字教育资源建设与应用现状以及数字教育资源的未来建设需求。为全面了解教师对待数字教育资源的态度与使用的具体情况,本研究还考虑了不同情境因素,如不同地市、城乡、任教学科和学段等对于数字教育资源的建设和应用产生何种影响。本研究调查的主要目的在于了解当下数字教育资源的建设类型和方式、现存不足,以及教师应用数字教育资源的能力、动机和日常活动,旨在回答以下几个问题:

教师所在单位数字教育资源建设情况如何?包括数字教育资源建设类型和建设方式。

教师使用数字教育资源的动机、频率情况如何?影响教师选择和使用数字教育资源的主要因素有?在应用资源的过程遇到哪些问题?教师获取数字教育资源的途径主要有哪些?

数字教育资源的建设需求、应用需求和数字教育资源配置倾向的具体情况如何?

3. 研究方法

3.1. 调研问卷的设计

本研究采取的方法为问卷调查法,问卷的编制主要在国家教育资源公共服务平台和采用分层抽样的方式抽取的 18 个地市数字教育资源平台进行数据调研和分析的基础上,依据已有研究对于教师数字教育资源使用的行为、动机、态度和问题等的问卷题项设计,再结合《2013 年度基础教育优质数字资源建设指南》、《2013 年度专题教育优质数字资源建设指南》、《2013 年度职业教育优质数字资源建设指南》、《中小学教师信息技术应用能力标准》、《网络学习空间建设与应用指南》《2020 年教育信息化和网络安全工作要点》等多个文件的深入解读,根据研究内容,设计了“广东省数字教育资源建设应用现状及需求调查问卷”的教师专用问卷。问卷初稿在进行小范围内预调研的基础上,综合多方意见进行修改定稿。最终设计的问卷主要包括教师基本信息、数字教育资源的建设现状、数字教育资源应用现状、数字教育资源建设需求等四个部分。

3.2. 数据收集与分析

本次调研以网络调研的形式进行,于 2020 年 9 月至 10 月期间实施,面向广东省除江门、中山、汕头、湛江等 17 个地市的各级各类学校的教师发放问卷,共回收有效问卷 15572 份。回收问卷后再采用 Excel2016 与 SPSS22.0 对数据进行统计分析。

为便于分析不同地区教师在数字教育资源建设应用现状及需求方面的差异,本研究依据 2016 年广东统计年鉴将参与调研的地市分为珠三角、东翼、西翼和山区四类。针对此次参与调研教师的人口统计学变量分析可知,西翼地区参与调研的教师人数较多,占比为 38.46%,其次是山区和珠三角地区,占比分别为 22.75%和 20.65%,参与调研的教师人数最少的地区

为东翼地区，仅占 18.14%；从城乡分布来看，县镇和城市教师人数大致持平，各占 40.53% 和 40.83%，农村教师相对较少，仅占 18.64%；在任教学段方面，参与本次调研的教师所处学段覆盖小学、中学、职业教育和特殊教育，参与调研的小学教师和初中教师人数较多，占比分别为 32.35%和 32.36%，其次依次是高中教师占比为 24.27%，职业教育阶段教师占比 10.33%，特殊教育阶段参与调研的教师人数最少，仅占 0.69%；最后是教师任教学科方面，涵盖了基础教育所有学科以及职业教育与特殊教育阶段的特有学科，其中任教语文、数学和英语学科的教师人数占比高于其他学科教师人数占比，分别为 23.62%、18.84%和 14.00%。

4. 研究结果

4.1. 数字教育资源建设现状

4.1.1. 数字教育资源建设类型不均衡

为了更加合理、科学地呈现资源结构，本研究在借鉴已有分类的基础上，结合平台资源类型的建设情况，将数字教育资源分为四类：第一类是教学课件、教学素材、教学案例与教学工具等基础教育资源、第二类是虚拟仿真系统”“3D 打印”“创客课程”等新型教育资源、第三类是“安全”“艺术”“心理健康”等专题教育资源、第四类是“优课”“名师工作室资源”等专业成长类资源。

教师所在单位均已建设了不同类型的数字教育资源如图 1 所示，其中建设最多的数字教育资源为基础教育资源类型，其次是专题教育资源，新型教育资源和专业成长类教育资源的建设占比最低，分别为 33.86%和 32.64%。

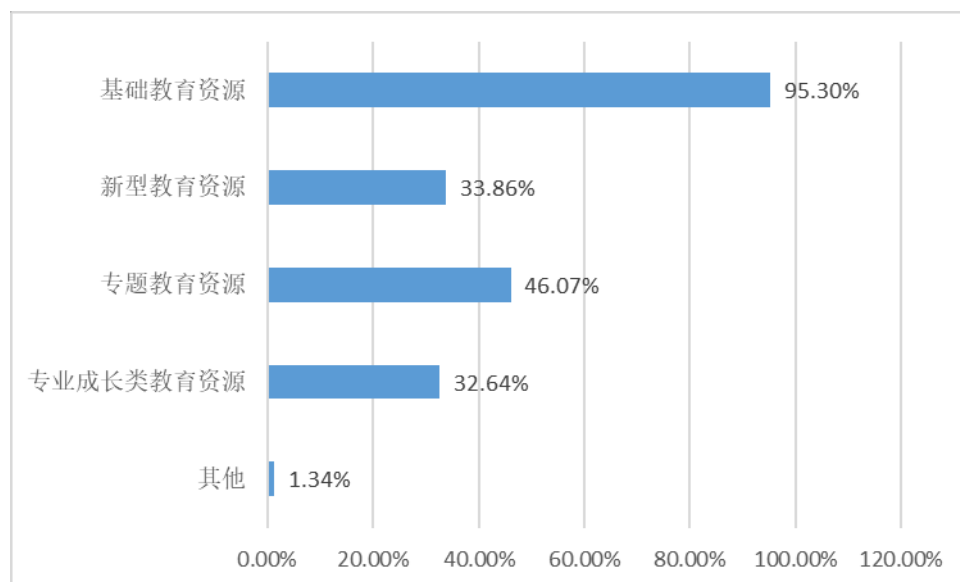


图 1 教师所在单位已建设的数字教育资源类型

为对比不同地区数字教育资源建设类型的差异，特对教师所在地区与已建设的数字教育资源类型进行了交叉分析，调查结果显示，各地区建设较多的数字教育教学资源为基础教育资源，较少的为专业成长类教育资源。总体来说，珠三角地区各类数字教育教学资源建设数量最多，在新型教育资源、专题教育资源、专业成长教育资源三种资源类型的建设数量明显高于其它地区，基础教育资源数量虽略低于东翼地区和山区，但差距不大；东翼地区数字教育资源数量整体最低，在新型教育资源方面明显低于其它地区。

“随着信息技术的发展，多种智能终端涌现，出现了适合各种需求、满足不同使用习惯的新型数字资源类型”。由于近几年对于教师信息素养和专业发展的要求不断提高，面向教师专业发展的资源建设的力度也逐渐提升。从当前调研情况来看，数字教育资源类型的建设上整体还是聚焦在基础教育资源方面，且各地区较为一致；而新型教育资源和教师专业成长类资源的建设的基础教育资源相比存在明显不足，但从地区分布来看，可能由于经济发展差异，珠三角地区与其他三个地区相比，在新型教育资源和教师专业成长类资源的建设力度上明显较大。

4.1.2. 数字教育资源建设方式多样化

各级各类学校数字教育资源建设方式灵活多样，如图 2 所示，49.58%的学校共建数字教育资源，即政府、企业、出版社、学校与师生等多主体参与建设；48.33%的学校征集数字教育资源，即面向各类教育机构、企业和教师个人等，统筹遴选优质数字教育资源；42.60%的学校通过汇聚的方式建设数字教育资源，即将区域/学校已有优质数字教育资源整理、加工，汇聚至教育资源公共服务平台；41.22%的学校通过购买资源方式建设数字教育资源，即采取给予开发经费的资助方式或由地方单位统一购买资源；37.20%的学校由活动生成的方式建设资源，也就是通过举办活动或竞赛（如优课、微课、电脑制作大赛等）生成数字教育资源；25.36%的学校以“名师工作室”形式组织特级教师、教学名师建设数字教育资源；22.77%的学校采取给予开发经费的资助方式或由地方单位统一购买服务的方式建设资源；10.42%的学校则是得到了资源提供方的无偿捐赠，即：教师所在单位对于数字教育资源的建设方式以共建、征集、汇聚、购买资源和活动生成为主。

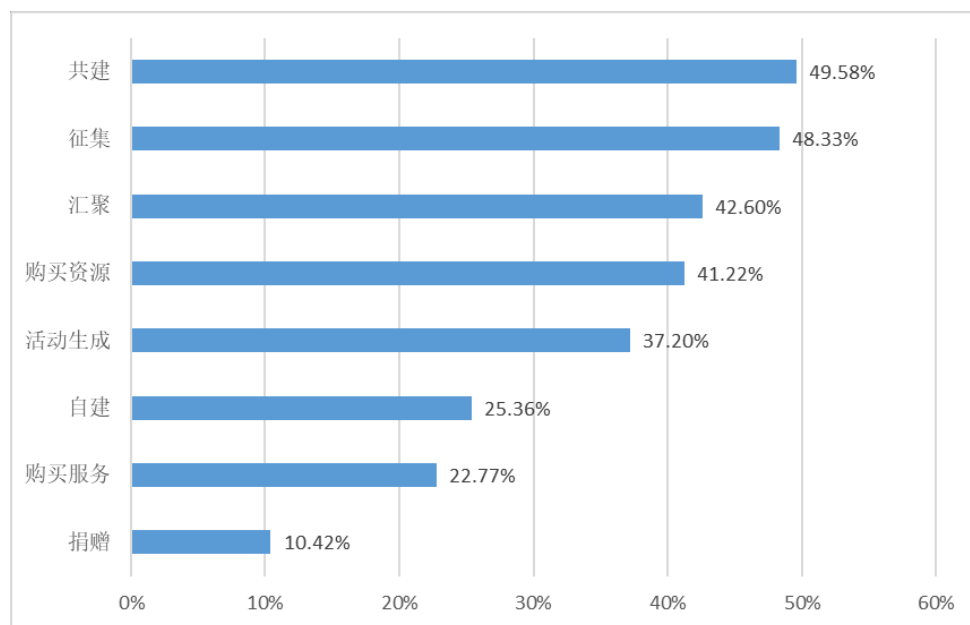


图 2 数字教育资源的建设方式

为了解不同学段数字教育资源建设方式的具体特征，特对教师所在地区与已建设的数字教育资源类型进行了交叉分析。调查结果显示，不同学段教师所在单位对数字教育资源的建设方式的选择不同，与其他学段相比，小学在征集、共建和汇聚三种方式上的选择率较高；高中学校在购买资源方式上的占比明显高于其他学段；职业教育学校则在活动生成和自建的选择率较高；其原因可能在于，高中时期是学生学习的关键时期，注重学生学习成绩的提升，

因此学校更愿意直接购买对有利于促进学生学习的资源；职业教育阶段的资源建设较少，也较少针对这方面资源的制作专家团队，这一阶段的学校一般是通过自建和“一师一优课，一课一名师”等活动生成资源。因此，在未来的资源建设工作中应该要针对不同学段的实际情况和需要来建设更多优质资源，同时要更加重视职业教育和特殊教育阶段资源的建设，加大资源建设力度，丰富资源建设方式。

4.2. 数字教育资源应用现状

4.2.1. 各级各类数字教育资源库的应用还需推进

本次调研中教师获取数字教育资源的途径丰富多样，具体如图 3 所示，教师较多选择百度等搜索引擎和教材配套资源两种途径获取数字教育资源，其次专业学科资源网站和广东省教育资源公共服务平台也是教师比较常用的资源获取途径。“这使我们不得不反思为什么教师首先使用的是网络检索而非各级各类资源库,当前建设的资源库为什么没有很好地满足教师的实际需求？”其原因可能在于各级各类资源库的推广宣传效果不佳，各区域各学校在各级各类资源库的应用培训方面欠缺，教师对各级各类资源库的了解还不够；其次是各级各类资源库存在资源数量庞大，资源质量良莠不齐、与教材版本不匹配等各方面不足。教材配套资源途径的选择率较高的原因可能主要在于近几年广东省对于数字教材的推广应用。

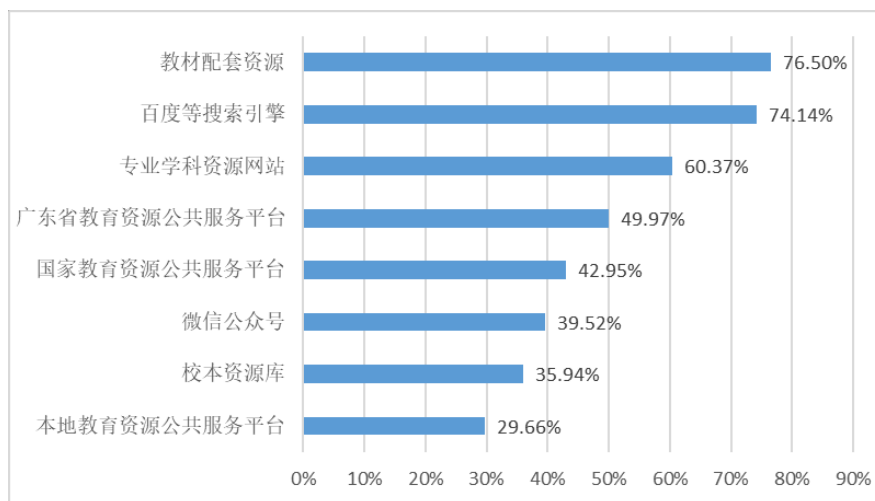


图 3 教师获取数字教育资源的途径

4.2.2. 数字教育资源质量受到重视

关于影响选择和使用数字教育资源的影响因素，调研结果显示有 76.08%的教师认为是内容科学准确，52.73%的教师认为是能够增加学生兴趣，49.82%的教师认为是交互设计灵活有效，48.07%的教师认为是与课程教材匹配。针对应用数字教育资源的过程中所遇到的问题的调查结果显示，有 66.16%、50.93%和 50.08%的老师分布选择了质量参差不齐，难以筛选、与新课程标准/教材不匹配和内容相对陈旧、更新迟缓选项；有 52.40%的老师分别选了获取过程复杂（下载、支付方式等）选项。

由此可见，大部分教师们对于数字教育资源内容质量的重视程度较高，同时也侧面表明了数字教育资源建设总量庞大，但优质数字教育资源缺乏，数字教育资源的利用率偏低，还不能很好地满足智能时代教育教学新要求。

4.2.3. 教师使用数字教育资源的主动性和积极性较高

关于教师使用数字教育资源的动机与频率，进行了统计和分析。在数字教育资源的动机方面如图 4 所示，75.17%的教师一致是想通过自学数字教育资源提高教学质量的个人意愿而使用数字教育资源，72.88%的教师使用数字教育资源的动机是备授课需要。由此可以看出，大部分教师对于自学和应用数字教育资源的都是有着极大的热情的。同时，也由于一线教学的工作需要，教师会积极地运用数字教育资源进行备课授课。究其原因，绝大多数教师认为数字教育资源在提高教学效率、激发学生学习兴趣以及提升教育质量三方面发挥了很大的作用。尤其“想通过自学数字教育资源提高教学质量”是大多数教师使用数字资源的主要动机，这体现出数字资源对教学的积极作用已经获得了普遍的共识。

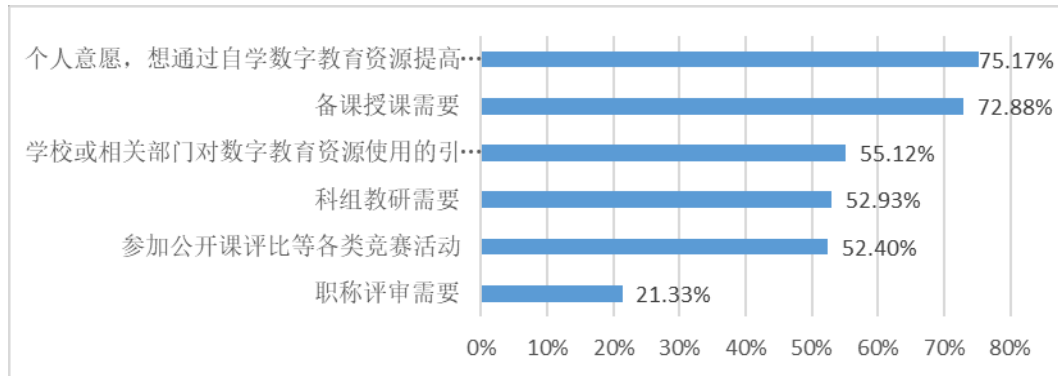


图 4 教师使用数字教育资源的主要动机

针对数字教育资源使用频率的调查显示，77.54%的教师每天都会使用数字教育资源，33.44%的教师公开课等重要活动中才会使用数字教育资源，14.73%的教师则是参加各类比赛时才会使用，8.26%的教师在上级部门或学校要求时才会使用，仅有 0.71%的教师表示从不使用数字教育资源。由此可见，数字教育资源的应用情况较为良好，已成为教师开展教育教学工作的重要手段其原因在于多年来信息化工作的开展，使得各地计算机与网络硬件设施建设基本完善，即便是在农村地区的学校，计算机和网络的普及情况也与城镇地区相比无较大差异，这些为教师使用数字资源奠定了必要的、良好的硬件基础。此外，计算机和网络的普及，特别是多年来教育技术培训工作的大面积铺开，为教师运用信息技术，使用数字资源奠定了能力和主观认识上的基础。

4.3. 数字教育资源建设与应用需求

4.3.1. 教师课堂教学和课前备课资源的需求较大

关于数字教育资源的建设需求如图 5 所示，83.52%的教师认为需要加大课堂教学资源的建设力度，74.43%的教师认为要加大课前备课资源的建设力度，39.33%的教师认为需加大教师专业发展资源的建设力度，34.81%的教师认为要加大促进学生自主/探究学习用的资源的建设力度，还有 33.44%的教师则认为要加大课后评价资源的建设力度。

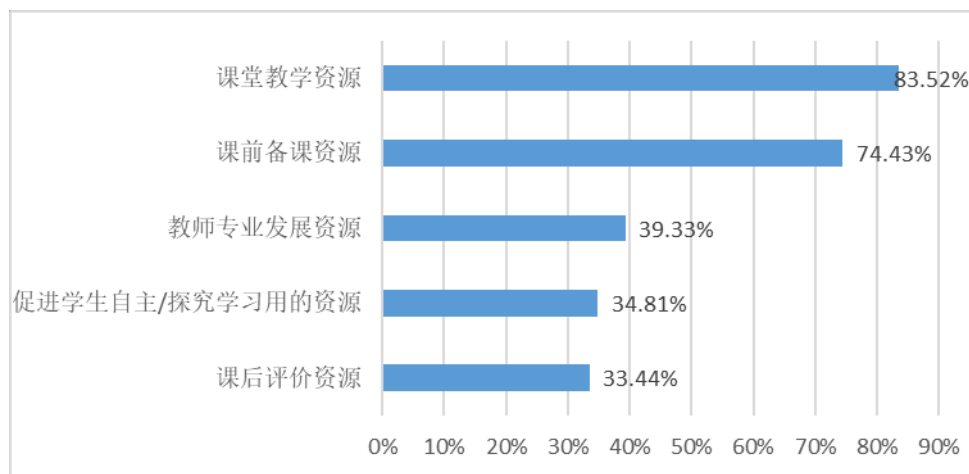


图 5 数字教育资源建设需求

4.3.2. 教师的数字教育资源应用能力较低，需要进一步培训指导

在数字教育资源应用方式的需求方面的调研结果显示，55.74%的教师认为基于数字教育资源进行集体面授的专业培训方式能够更好地推动数字教育资源的应用，55.23%的教师认为围绕资源应用，组建名师工作室的方式能够更好地推进应用，52.53%的教师表示需要名师帮扶的应用方式，即借助名校资源促进区域资源共享，30.27%的教师需要精准推送的方式，即根据用户使用资源的历史记录或行为进行个性化推送优质数字教育资源，30.23%的教师表示需要提供数字教育资源应用的网络课程，并与继续教育学时挂钩的专业培训方式，27.72%的教师需要教科研结合的应用方式，即借助数字教育资源应用的课题推动其常态化应用，还有5.32%的教师则表示需要组织并开展区域/学校内优质资源制作和应用课例评奖活动的应用方式，即竞赛活动的方式。由此看来，大部分的教师都希望能够提供数字教育资源应用的专业培训或获得名校名师的指导帮扶，而对竞赛活动方面需求较低。其原因大部分教师的数字教育资源应用能力还较弱，需要进一步加强。

5. 人工智能时代数字教育资源发展的思考

基于广东省数字教育资源建设的现状、需求及现存问题，以教育部对数字教育资源建设与应用工作要求为指导，以需求驱动下的大数据与智能服务为目标，整体规划、统筹设计，搭建数字教育资源“建”“用”“享”三者之间的桥梁，旨在促进人工智能时代数字教育资源建设与应用的新发展。为此，提出如下建议。

5.1. 发挥技术赋能作用，优化数字教育资源服务

针对当前数字教育资源服务不佳的现状，结合人工智能时代新兴技术的发展，从数字教育资源的价值传递过程出发，优化数字教育资源服务。基于用户需求进行数字教育资源配置，通过数字教育资源服务为用户提供后续支持，为用户打造高效、个性和智能的学习环境。其中，数字教育资源服务包括支持服务、推送服务、优化服务、评价服务和激励服务，旨在提供支持、推荐资源、提高效率、学习评价和引起兴趣的过程中，实现资源的个性化推进和智能推送。此外，还需要制订数字教育资源规范，设定更多特征维度，增加资源应用场景，统一元数据管理，提供方便、快捷、精准的检索查询和导航服务。

5.2. 转变资源建设机制，分类建设和个性打造并存

基于数字教育资源的类别划分,结合数字教育资源的建设和应用现状,应该加强基础类资源的优质建设,融入特殊教育教学资源,扩大专题教育资源、新型教育资源、专业成长类教育资源的建设力度,打造个性化的特色教育资源。在基础类资源建设方式上,注重共建共享,理应保障数字资源与教材相配套的同时,利用大数据实现资源的智能筛选、汇聚符合用户需求的优质资源。在新型教育资源建设方式上,主要以购买、引导师生自主开发为主,实现技术辅助资源的引领作用。在专题教育资源方式上,定位师生需求,实现资源的按需建设。在专业成长类教育资源建设方式,注重共建和汇聚,倡导联合高校、一线名师共同研发。此外,可组织地区和学校根据本地特色,结合大数据,完成个性化的美育、体育、劳动教育的资源建设,形成以共建、征集、汇聚为核心的数字教育资源建设机制。

5.3. 基于教育实践,推进数字教育资源全面应用

随着资源建设热潮的不断涌现,资源应用实践过程中反馈的问题也越加凸显,并成为推动教育信息化建设深入发展的关键问题之一,因此全面推进数字教育资源在教育过程中的应用实践至关重要。结合数字教育资源应用现状,丰富师生数字教育资源应用方式,充分发挥技术的赋能作用,借助各级数字教育资源公共服务平台,整合网络学习空间,开展多种数字教育资源应用模式,促进网络条件下的数字教育资源共享和均衡。

6. 结语

在相关政策的推动下,我国数字教育资源的建设与应用取得了一定意义上的突破和发展,但也还尚存不足。在资源建设方面,目前资源建设数量已经非常可观,覆盖范围也较广泛,但是各资源类型的建设方面存在着较大差异,在专题类、专业成长类和新型教育资源的建设均需加强。此外,数字教育资源的质量问题长期以来受到建设者和使用者双方的重视,虽然目前数字教育资源的总量已经超出了预期,但是从调研结果看大部分教师却认为很难找到可以使用的优质数字教育资源。在资源应用方面,各级各类数字教育资源库的应用还有待推进,教师对待数字教育资源的应用能力有待加强。数字教育资源的建设与应用需要政府、企业、学校和专家学者等多方协同,发挥技术赋能作用,创新资源建设与服务机制,推动我国数字教育资源常态化应用和创新发展。基于广东省数字教育资源建设的现状、需求及现存问题,本文提出“发挥技术赋能作用,优化数字教育资源服务;转变资源建设机制,分类建设和个性打造并存;基于教育实践,推进数字教育资源全面应用”等三点建议,以期为促进人工智能时代数字教育资源建设与应用的新发展提供有益借鉴。

参考文献

- 陈伟玲和翁宁娟(2014)。对中小学数字教育资源应用现状与需求的调查分析。*中国电化教育*, 03, 76-80.
- 黄旭光和方圆媛(2014)。我国基础教育数字资源建设现状调查——从电教系统的视角。*中国电化教育*, 06, 69-74.
- 教育部关于印发《教育信息化十年发展规划(2011-2020)》的通知[EB/OL](2012-03-13).http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201203/t20120313_133322.html

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知[EB/OL](2018-04-18).http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html
中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》[EB/OL](2019-02-23).http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm

結合 STEAM 機器人教育與專家斗篷的戲劇式學習來提升在特殊教育實作課程之學習成效

Combine STEAM robot education with the Drama Based Learning of Mantle of the Expert to improve the learning effectiveness of the Special Education practical courses

馮建中^{1*}，簡珮玲²，馮詩敏³，陳泓穎⁴，陳國棟⁵

¹國立中央大學 資訊工程學系

²啟英學校財團法人桃園市啟英高級中等學校特殊教育教師

³國立台北護理健康大學 健康事業管理學系

⁴國立虎尾科技大學 資訊工程學系

⁵國立中央大學 學習科技研究中心

* reagon@gmail.com

【摘要】 學校教師如何使用校園情境設為劇場，讓學生可以擺脫傳統的單調角色，將學習重新變成好玩又有趣的劇本，以推動 STEAM 教育的學習成效。這對於特殊教育學生來說尤其重要，因為其學習成果不再只是取決於紙筆測驗，而是多元評量。本論文提出一個可以讓特殊教育教師帶領學習者進入跨領域學習的實作課程，以 DBL 戲劇式學習結合機器人平台，建置師生在教室動手做創客的行動學習環境，使學生可以藉由運算思維，來增進未來銜接技術高中基礎職能成長的可行性。本實作課程在國中特殊教育班進行實驗，結果顯示特殊教育學生的基礎能力與學習成效有顯著提升。

【關鍵字】 戲劇式學習；STEAM 教育；專家斗篷

Abstract: How school teachers use the campus situation as a theater, so that students can get rid of the traditional monotonous role, and make learning fun and interesting scripts again, so as to promote the learning effect of STEAM education. This is especially important for special education students, because their learning outcomes no longer depend solely on paper and pencil tests. This thesis proposes an action learning environment that allows teachers to lead learners into cross-domain learning courses, using DBL dramatic learning combined with a robot platform to build an action learning environment where teachers and students can be makers in the classroom, so that students can think through calculations. To enhance the feasibility of the future growth of basic functions of the technical high school. This practical course was tested in the special education class of junior high school, and the results showed that the learning effect has been significantly improved.

Keywords: Drama based learning, STEAM education, Mantle of the Expert

1. 前言

近年來行動載具發展日新月異，影響了教師的教學方式，由傳統的講課面授方式，轉為可以運用行動載具融入課堂教學，並搭配教學方法或是雲端學習平台，來達成翻轉教學的目標，並形成科技數位教學的新穎模式，而教師對學生的信念也進而影響教師對於教學的方式

(Hwang, Chu, & Lai, 2017)。從全球科技與教學變化到人才跨國流動的快速變化趨勢，加上企業渴求培養能面對沒有標準答案的未來創新人才，作為學校教師如何從人才培育的角度來檢視學生的學習動機與成效，同時注重其「創新思考並迅速執行」的能力，所以如何藉由校園建置的雲端學習平台，來滿足師生跨領域知識與學習的追求，以培育上述人才，成為重要的挑戰。此外，行動學習（Mobile Learning, M-Learning），是一種跨越地域限制，充分利用可攜性裝置的行動性與共享性學習模式，並可以結合 5G 行動網路、行動載具 iPad、機器人 Robot 與 micro:bit 雲端 makecode 編程能力。換言之，傳統教學模式已經無法滿足於當下的學習方法論，教師亦想透過戲劇式學習策略，循序漸進地改變在傳統課堂單調的教學模式，期望能提高教師教學與特殊教育學生互動學習上的自由與便利。

2. 研究目的

本研究目的，在於探討協助國中特殊教育班的學生透過戲劇式學習及動手做創客的學習教室為平台，並加入機器人 STEAM 教育的人才培育過程，讓平時弱勢不善表達與沒自信的特殊教育學生，有機會透過 Maker(自造者、創客)精神的動手做過程中重新察覺自我未開發的潛力，提升特殊教育學生的基礎能力，增進未來銜接技術高中基礎職能成長的可能性，並達到畢業後順利升學或準備未來就業生活的目標。

3. 文獻探討

2000 年到 2020 年 12 月期間，在 CEPS 中文電子期刊關鍵字搜尋「DBL 戲劇式教育」、「STEAM 教育」、「MOE 專家斗篷」…等發表期刊文章，探究關於機器人教育發展的脈絡。

3.1. DBL 戲劇式學習

顏究真(2020)研究提出機器人的快速發展，相較於傳統戲劇式教學方式，讓機器人可以成為學習者有趣好玩的學習夥伴，根據劇場環境設計機器人在劇本情境與角色產生不同的學習互動，使得學習者在課程學習上具有更多的樂趣性。因此，建立了機器人不同互動模式對學習成效的影響，讓學習者在戲劇情境中學習時，可以與機器人一起接觸、移動與互動，增加了學習者的學習動機，更增加學習時的體驗，進而提高學習成效。

研究者黃琪雯(2017)提出如何將學習者可以在教室內實施戲劇式學習的可行性，因為在傳統的課堂中要建立情境式的學習環境不易，而戲劇式教學可以讓學習者透過自己角色的扮演方式將學習內容情境化，提供教學現場的老師可以快速將教材轉化為戲劇式學習的劇本，讓學習者在戲劇的情境中體驗與學習，也讓學生可以在情境化的戲劇式學習環境中理解知識、體驗知識以及自我反思。

3.2. STEAM 教育

STEAM 教育包含了五種領域，教育工作者期待學生在接受 STEAM 教育，有機會強化五個面向(親職教育-兒童成長，教育趨勢，自主學習，2020)：

(1)培養跨領域的學習能力：STEAM 涵蓋了 Science (科學)、Technology (科技)、Engineering (工程)、Art (藝術)與 Mathematics (數學)等五個不同領域。因此 STEAM 教育是要要求學習者可以利用橫跨這五種領域的知識(例如，二種以上領域知識)來解決問題，據此以培養其跨域的整合與學習技能。(2)提升「玩中做」的樂趣：學習者透過有趣的合作學習與腦力激盪來完成共同任務，解決課程中所面對的任何問題，據此以提升學習者問題解決

的能力。(3)「做中學」創客的精神：STEAM教育不同於過去課堂中，老師講學生聽的被動學習方式，而是加入動手做的元素，讓學生不受限於課本上預設的學習框架，進而透過主動地動手做的過程以培養其問題解決能力。(4)生活「學中用」的能力：課程設計模擬真實生活的情境，以期望學習者可以將課堂所學與實際生活問題連結，轉化為生活中的實際問題解決能力，以解決現實世界的問題挑戰。(5)培養五感學習的能力：STEAM的課程設計，希望透過「眼、耳、手、口、腦」的多元感官學習方式，增加學習趣味，並讓學習可以深刻於學習者的腦中，進而提升其知識的吸收。

STEAM教育除了五大領域的學習外，同時也在培養創新人才，就讓學生從培養六項重要的軟實力開始：How to find resources?（如何找資源?）、How to make friends?（如何交朋友?）、How to play politics?（如何合眾聯盟?）、How to identify key problem?（如何發現關鍵問題?）、How to impress people?（如何讓人印象深刻?）、How to sell ideas?（如何行銷創意?）。養成學生有機會獨立思考、自主規劃、解決問題、經營管理…等台灣義務教育目前所缺乏培育的軟實力，趁學習黃金時期提升自我競爭力至為重要(李佩芬，2017)。

3.3.MOE 專家斗篷

MOE 專家斗篷（Mantle of the Expert）的教學策略涉及一個虛構的學習世界，特殊教育學生在課堂中的學習領域擔任由教師指定的機器人專家角色。專家斗篷的前提是，將參加STEAM 機器人編程課程的特殊教育學生視為負責任的機器人設計專家，藉此以積極性增進他們個人的自信心。會在這樣潛移默化的學習劇場中發現，參加機器人實作課程的真正目的是為了，提升他們日常生活的技能知識與適應未來在 AI 與機器人來臨的工作職場中，透過運算思維和決策鼓勵創造力，並且提高師生團隊合作與增強自身溝通的技巧。

這種的教學方法是由英國戲劇大師多蘿西希思科特 Dorothy Heathcote(1960)所設計和開發，透過建立一個問題或任務，並將學生作為企業簽約或在特定的「框架」內組成一個富有想像力的角色扮演來探索問題或任務的專家團隊。例如，做為機器人機構設計與程式編程創作團隊的一員，雖然重點是在培訓過程，但它往往會帶來好的學習結果。

4. 研究架構

在國際上，行動學習的導入已成為教育的重點，也讓特殊教育學生有機會學習自主管理及分享資源的互動性，並透過跨領域學習環境提供特殊教育學生進行學習的自我探索，進而培養其自主學習的經驗；另一方面，行動學習模式已改變教師的教學模式，課堂中推動特殊教育學生團隊性質的分組合作學習，同組成員透過雲端行動學習平台，可以讓小組成員之間可立即分享彼此的產出使用相同的成果內容，這種形式的分享學習充滿了吸引力及樂趣，也會帶來立即的互動回饋，這將會成為傳統教室中最棒的學習方式之一，並為師生創造一個全新的教學體驗。

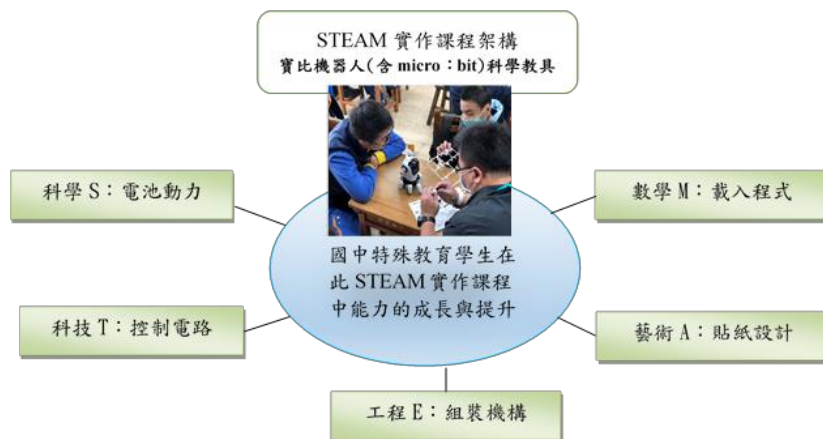


圖 1、某國中寶比機器人(含 micro:bit)科學教具實作課程架構圖

4.1. 研究問題

特殊教育教師初期如何利用 STEAM 教育學習平台，進行戲劇式教學策略並引發特殊教育學生的學習動機？觀察特殊教育教師如何使用「寶比機器人(含 micro:bit)科學教具」，教導特殊教育學生如何利用行動載具 iPad，在雲端學習平台，主動學會動手組裝與操控機器人的能力，而不是只有發展學習書本內的被動知識而已？

4.2. 研究對象

觀察對象為新竹縣某國民中學八年級特殊教育班的特殊教育學生，參加機器人實作課程為 4 位男生與 4 位女生，其身心障礙證明包括情緒障礙 2 位、智能障礙 3 位、自閉症 2 位與肢體障礙 1 位共 8 位學生與 10 位協助教師，進行為期三週的課堂實作課程。

4.3. 戲劇式學習的教學策略

戲劇式學習的「劇場」設定在校園班級的多媒體數位教室場域，具有電腦、單槍投影機與數位白板設備，透過曼陀羅九宮格筆記讓每位同學寫出自己對機器人「角色」認識，授課教師引導學生建立先備知識的基礎與建立自己心中的機器人對話「劇本」，有利於教師在課堂班級經營管理與師生教學互動學習，提高學生的學習滿意度。

表 1、寶比機器人(含 micro:bit)實作課程學生在 STEAM 課程中的質性行動研究觀察

STEAM 課程實驗相片紀錄	STEAM 課程實驗相片紀錄說明
	第一週 STEAM 機器人實作課程，研究師生團隊到新竹縣某國中八年級特殊教育班，計有 4 位男生與 4 位女生，共 8 位學生與協助教師共 10 位師長，透過 1 對 1 帶領特殊教育學生在實作課程中有充分的時間進入戲劇式學習，藉由曼陀羅九宮格筆記讓每位同學寫出自己對機器人「角色」的認識，授課教師引導學生建立先備知識的基礎與建立自己心中與機器人對話的「劇本」，有利於教師在課堂班級經營管理與師生教學互動學習。師生如何職務分配建立專家斗篷的互動學習團隊，在時間緊湊的情況下，協助特殊教育教師與特殊教育學生溝通合作開始組裝機器人主體結構的重要任務。

	<p>Q:過去學校因為經費不足，沒有任何的機器人 STEAM 教學教具可以讓特殊教育學生動手實作課程。</p> <p>A:多虧校長師長們的努力和協助，讓我們有機會可以帶著實體寶比機器人(含 micro:bit)教具，導入特殊教育班的教室配合教室內行動學習的基礎設備形成了「劇場」，有班級電腦、單槍投影機、WiFi 無線網路與 iPad 行動載具的硬體建置應用。</p> <p>第一週特殊教育學生學習滿意度教查: 學得非常快樂好玩☺:5 位學生 學得普通快樂好玩☺:2 位學生 學得不快樂不好玩☹:1 位學生</p>
	<p>第二週 STEAM 機器人實作課程，特殊教育學生今天在課堂中透過運算思維還有和協助教師討論在這堂機器人課程活動中，讓特殊教育學生透過情境式學習，模擬機器人的各種角色與專業能力，例如：掃地機器人、陪伴機器人、寫作業機器人、搬運機器人、巡邏機器人…等。在思考做機器人任務的過程中，特殊教育學生們能夠充分地說出自己的需求，希望自己的機器人能夠有能力完成這些工作。並且學習要如何利用貼紙的變化，來妝點屬於自己組裝完成的機器人，讓機器人透過自己的視覺藝術與流行趨勢，更讓自己的機器人和其他同學不同而達到客製差異化。</p>
	<p>Q:特殊教育學生在動手操作組裝與貼紙裝飾寶比機器人時，大都有遇到如何正確選擇零件順序的障礙與使用小手工具的困難。</p> <p>A:本次選用的機器人屬於塑膠模型類教材教具，特殊教育學生必須小心使用小手鉗與十字起子工具，由教師協助按照內附的組裝圖順序來選取零件並按圖施工，才能順利完成細部組裝工作任務。</p> <p>第二週特殊教育學生學習滿意度教查: 學得非常快樂好玩☺:6 位學生 學得普通快樂好玩☺:1 位學生 學得不快樂不好玩☹:1 位學生</p>

	<p>第三週 STEAM 機器人實作課程，特殊教育學生今天在課堂中和教師討論要如何利用 iPad 平板電腦透過 micro:bit 來設計程式，研究團隊課室觀察第一次上課而沒有接觸過程式設計的特殊教育學生，對於 STEAM 機器人課程非常的期待。從一開始對於程式設計根本不了解，但藉由課堂教師帶領特殊教育學生按部就班進行機器人程式設計課程，學生們使用開發版 micro:bit 來寫積木程式的過程中明顯感到非常燒腦，需要理解和考慮很多因素，不過也慢慢從教師的協助下，不只學會了積木式程式設計的基礎甚至還透過分組團隊競賽學會了合作學習的道理與未來應用的可能性，這些都是因為 AI 機器人是未來工作生活中「人機協同」的趨勢。</p>
	<p>Q:特殊教育學生在使用積木程式設計實比機器人動作時，大都會有遇到不知該如何選擇正確的積木程式的使用障礙與邏輯思考的學習困難。</p> <p>A:在程式設計部分建議先使用簡易有趣好玩的範例程式，讓學生能在進行有趣的聲光動態或競賽玩樂後建立學習的自信心，讓日後學習程式設計的發展更順利。</p> <p>師生團隊最後一起拍照留下最美的回憶，特殊教育學生們希望還可以繼續上這個機器人 STEAM 課程，也願意推薦給學弟妹們這麼好的實作課程。</p> <p>第三週特殊教育學生學習滿意度教查:</p> <p>學得非常快樂好玩☺:7 位學生</p> <p>學得普通快樂好玩☺:0 位學生</p> <p>學得不快樂不好玩☹:1 位學生</p>
<p>研究團隊教學研究流程</p>	<p>1>>特殊教育學生如何使用曼陀羅九宮格設計自己的機器人對話劇本並融入戲劇式學習，2>>師生如何職務分配建立專家斗篷的互動學習團隊，3>>如何讓學生生活在 STEAM 機器人教育情境內容中，4>>每週嘗試投入不同的教學活動策略(機構組裝-貼紙裝飾-程式設計-競賽活動)，5>>訪談師生紀錄質性分析這些特殊教育學生的過去與現在的學習差異狀況，6>>終極目標:讓特殊教育學生的知識學習變得較具有服務性與責任感(期盼學校教師未來能夠持續在經費充足支持下，在課堂中以質性分析這些特殊教育班級學生的學習狀況並且持續記錄觀察追蹤研究)</p>

A 男同學課後心得分享	<p>在學校這三天裡上的機器人的組裝課程，雖然在組裝機器人的時候有一點難，可是只要按照機器人的說明書一個步驟一個步驟組裝機器人的話就一定可以完成機器人的組裝後，在機器人的組裝當中還可以學到正確的工作方式或技術，還可以學到很多老師的經驗，老師就問我們大家每一台車的廠牌有哪一些，同學就說特斯拉、馬自達還有藍寶堅尼。尤其在做完機器人之後的小組競賽，我覺得非常的有趣也很好玩。</p>
B 女同學課後心得分享	<p>我覺得第一次上機器人的課，感覺非常興奮。第一次自己動手做機器人，真的好幸福，不過老實說，我很喜歡機器人，自己動手組裝的機器人，好可愛喔！我希望可以做一個屬於自己的機器人。</p>
C 女同學課後心得分享	<p>我們這學期有機器人的課程是我們老師特別邀請外面老師來幫我們上課，一開始老師發給我們每一個人一張白紙接著老師說不能用尺來畫要思考怎麼折成曼陀羅九宮格，第一次我們班只有一個人成功，我第一次是失敗的第二次才成功摺出九宮格，接著上課就是組裝機器人，我組裝的快發瘋了，我們請老師協助我們全部順利完成組裝，同學們都超開心的。</p>
D 男同學課後心得分享	<p>我覺得上老師的課很有趣，但是在拼機器人的過程覺得很好玩有覺得刺激因為不知道自己拼的機器人會不會動，但是我還是跟我一組的老師完成機器人組裝，但是我看不懂那一塊要拼在那的，不過我對機器人也有興趣在上老師的課，希望下次可以多學習程式設計。</p>
E 女同學課後心得分享	<p>我覺得這三次上的機器人覺的很好玩，也很有趣，但是第二次老師讓我們組裝機器人時，我們先看說明書在去剪機器人的零件，剛開始組裝零件時，我整個人差點崩潰，因為我對零件組裝是個小白癡，那時我也問同學會不會組裝零件，她卻回答我她也是個組裝零件小白癡，當下是很想找救兵幫我組裝，不過我和同學都問老師可不可以拿手機查怎麼組裝零件，後來老師讓我們上網查機器人怎麼組裝，但是過程中我一直找同學問機器人組裝過程，那時我已經放棄看說明書了！因為我完全看不懂哈哈，但是我偶爾拿起來怎麼對照書上的去做，不過老師來這裡也幫我們怎麼組裝，到最後我們開始哀嚎零件怎麼組裝，慢慢的我要組裝好了後，我開始插上電源時，我發現我的機器人不會動，是因為機器人裡面空轉，我又拆了又拆，拆到我整個崩潰，我只好找老師和同學幫我用機器人的內部。</p>

F 男同學課後心得分享	我覺得在還沒做之前我還以為機器人是難作的，因為我偶爾會拆東西，我在想應該是這類有關，然後會不會跟這個相關，然後做組裝機器人之後，就稍稍難一點，當下沒想那麼多，完全完了我偶爾會拆東西…做到一半，有些零件就圖片上沒有標註，然後要自己動點腦筋，做完了，體會到做這類的東西不是很簡單。
-------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.4. 自編問卷結果分析

特殊教育的學生在人際互動上，大都是處於冷漠被動的學習態度，且有時加上較低的智力理解狀況，所以我們研究團隊雖然曾經試圖整理學習問卷要在「課程開始的前測」與「課程結束的後測」，但是收回學生的問卷書寫結果不容易分析成果，才將研究收集改為學生覺得有趣容易理解的笑臉圖案，做為每一週的課程結束後都會詢問同學的學習滿意度調查，從第一週選擇「學得非常快樂好玩😊:5位學生」，到第二週選擇「學得非常快樂好玩😊:6位學生」，再到第三週選擇「學得非常快樂好玩😊:7位學生」，而從頭到尾都選擇「學得不快樂不好玩😞:1位學生」，這位同學屬於重度肢體障礙，因為在手持小手鉗與十字起子的工具使用上，一直感到困難與挫折，所以都要靠老師來協助完成組裝工作，而感到學習成效不滿意也不快樂，其他7位同學在機器人實作課程結束後，結果顯示「學得非常快樂好玩😊」在學習滿意度上有顯著提升。

5. 結論與建議

特殊教育學生相較於一般普通學生而言，其學習較慢，故傳統適用於一般學生的學習方法是較不適合他們的。此外，特殊教育學生的學習也應透過實際動手做，重複性且一系列連貫性的課程，比較適合特殊教育學生的學習。因此，實作課程中的「玩中做、做中學、學中用」過程即是 STEAM 教育的精神，研究團隊進班教學實作的時間雖然只有三週 12 個小時，但從學生拿起小手鉗工具動手操作組裝機器人的專注眼神及快樂自信的學習態度，是平時課堂中師長們所不容易看到的學生行為，而學生願意主動、積極去投入，想辦法去完成機器人的組裝，還有在遊戲比賽的應用過程中，那種和同學師長一起玩，一起競爭的成就感，更是特殊教育學生以前鮮少體會的學習經驗。

特殊教育老師在本機器人 STEAM 課程實驗結束後回饋研究團隊，提到班上有位輕度自閉症的學生，原本都是封閉過著自己玩自己的生活模式；但在經過幾次與同學一起動手做機器人的實驗課程後，會開始有和同學合作去完成一些作業或報告，甚至在平時，也偶爾會出現與同學互動，去提醒其他同學該注意的事項，這些都是該生過去完全沒有的人際互動行為。而另一位中度自閉症的學生，常常會自言自語，也鮮少跟同學有互動，但在這次與老師及同學合作後，已經會主動找老師說話，人際互動的部分也有明顯改善。而其中一位輕度智能障礙的學生，過去在碰到問題時，大都是選擇第一時間就自我放棄，參與這次的動手做機器人的實驗課程後，觀察學生改變得會努力去想想如何解決，甚至是會主動想求助與詢問同學或老師的解決方法。還有一位中度智能障礙的學生，原本都比較被動，常需要師長交代她才會去做事，現在會開始主動去完成自己分內應該負責完成的工作，家長也感受到學生在家狀況也變好許多。而中度情緒障礙的學生，過去在心情狀況不好時，常常會不預警地大吼大叫與自言自語，現在當看到自己組裝可愛的寶比機器人，情緒就會隨之好轉穩定一些，就比較不會大呼小叫了。

這些都是師生在動手做機器人 STEAM 課程實驗中，上課教師透過**專家斗篷**的教學策略，讓從來沒有接觸過機器人的學生們，透過自己畫出來的曼陀羅九宮格劇本，透過**戲劇式學習**想像賦予機器人未來的專業功能與生活中的應用，例如機器人可以幫忙自己：寫作業、搬重物、洗衣打掃、煮飯洗碗、工作賺錢、照顧小孩、陪伴老人…，這些都是機器人 STEAM 課程結束後，學校校長、主任與師長們觀察到學生們在**學習成效**上最大的明顯改變。

所以，我們相信機器人 STEAM 課程，對特殊教育學生的學習而言是有益的，期望特殊教育的教師們可以朝這方面持續努力，以幫助更多的特殊教育學生培養自信與成長。建議未來想朝這個目標努力的特殊教育老師們，可以先選擇更安全、有趣、容易組裝並具有基礎「聲音、光線、動態」功能的機器人教具，讓學生可以更快看到成果，再加上簡單的積木式的程式設計，即可呈現出教學效果，相信這樣可以提高特殊教育學生的學習動機，更值得投入研究再建構分析與持續的追縱特殊教育教師的教學活動與特殊教育學生的學習成效再提升。

致謝:本研究感謝台灣科技部經費支持，計畫編號:

參考文獻

- 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
- 黃琪雯(2017)。教室內的數位學習劇場與戲劇式學習。戲劇式學習，博士論文，5-15。
- 顏究真(2020)。可加入機器人作為演員的數位學習劇場之製作與機器人不同互動模式對學習成效的影響。戲劇式學習，碩士論文，8-12。
- 李佩芬(2017)。震旦月刊：動手做開創真學習-玩出創新 DNA，556 期，6-11。
- 陳冠宏(2018)。清華教育，教育論壇 1。取自
<http://cfte.site.nthu.edu.tw/var/file/275/1275/img/342630536.pdf>
- 賓靜蓀(2017)。親子天下雜誌，89 期。取自 <https://www.parenting.com.tw/article/5073992>
- 親職教育-兒童成長，教育趨勢，自主學習(2020)。取自
https://mindduo.benq.com/what_is_steam/
- Hwang, G. J., Chu, H. C., & Lai, C. L. (2017). Prepare your own device and determination (PYOD): a successfully promoted mobile learning mode in Taiwan. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 11(2), 87-107.

图形化编程环境下合作学习对初中生高阶思维影响的实证研究

An Empirical Study on the Impact of Cooperative Learning on Junior High School Students'

Higher-Order Thinking in a Graphical Programming Environment

徐佳艳^{*}, 杨刚, 张银荣, 陈际焕

温州大学教育学院

^{*} 873816275@qq.com

【摘要】 本研究以促进学生高阶思维发展为目标, 设计了任务驱动式 Python 教学, 并借助图形化编程进行了为期 15 周的教学实践; 利用定量分析和定性分析相结合的数据分析方法重点探讨了合作学习模式和自我效能感对学生高阶思维的影响。研究发现, 合作学习对学生高阶思维影响显著, 尤其是综合思维。另外, 高自我效能感学生更能在合作学习中获得高阶思维发展。

【关键词】 高阶思维; 合作学习; 图形化编程

Abstract: This research aims to promote the development of students' higher-order thinking, design a task-driven Python teaching, and use graphical programming to carry out a 15-week teaching practice; using a data analysis method that combines quantitative and qualitative analysis to focus on cooperation The influence of learning mode and self-efficacy on students' higher-order thinking. Research has found that cooperative learning has a significant impact on students' higher-order thinking, especially comprehensive thinking. In addition, students with high self-efficacy are better able to obtain higher-order thinking development in cooperative learning.

Keywords: higher order thinking, cooperative learning, graphical programming

1. 前言

高阶思维是发生在较高认知水平层次的心智活动, 在布鲁姆的教学目标分类中表现为分析、综合、评价。研究指出, 高阶思维与决策制定、迁移运用等高级思维认知活动密切相关(钟志贤, 2004)。随着学界对高阶思维的不断关注, 如何培养学生的高阶思维愈来愈受到重视。研究发现, 合作学习对学生的计算思维、问题解决能力产生巨大影响(马志强, 刘亚琴, 2019)。此外, 自我效能感与学生的成长型思维模式(刁春婷, 周文倩, 黄臻, 2020)、创造性问题解决都有密切联系。基于上述分析, 研究将编程学习作为高阶思维培养切入点, 重点探讨以下问题: ○1 合作学习和自我效能感是否会对高阶思维产生交互性影响? ○2 合作学习能否促进学生的高阶思维发展? ○3 自我效能感不同的学生是否会在高阶思维发展上出现差异?

2. 编程教育中高阶思维培养的困境

2.1. 编程学习观念固化, 忽视高阶思维培养

课堂上，教师在有限的时间内更多地强调如何“学编程”，即教学侧重于编程技巧的传授，测试也主要评估知识记忆的多少，这种基于“知识本位”的学习观造成编程被简单理解为程序语言学习和应用。《信息技术课程标准（2017）》明确要求在编程等信息技术课堂中发展学生的高阶思维能力，因此，编程学习必须兼顾知识学习和思维训练。

2.2. 编程教学模式单一，抑制自我效能发展

现行的编程教学仍然坚持“我讲你听”的教学模式，按部就班地开展活动，学生无法将知识内化升华，更别说将其付诸实践支持思维发展。究其原因在于，这种“灌输式”教学致使学生沦为被动接受知识的“容器”，抑制自我效能感的发展，而其与学习态度、学习情绪以及面对困难时的坚持性显著相关。可见，单一的教学模式成为高阶思维发展的阻碍。

2.3. 编程工具符号化，缺乏可视化反馈

传统的编程学习以文本编程作为工具支撑，其最大弊端在于缺乏可视化反馈，一旦出错就要不断审查繁琐的程序代码，无法借助响应、变量值、块的视觉表征等完成试错和调试（王旭卿，2014）。这意味着学生需要掌握复杂的语法、函数等基础知识，在一定程度上会限制对知识的悦纳和迁移，正因如此，文本编程也被认为是高阶思维培养的“绊脚石”。

3. 促进高阶思维发展的因素分析

3.1. 图形化编程

图形化编程以“所见即所得”为原则，旨在通过积木块的拼接、拖拽来构建程序界面和逻辑（郁晓华、肖敏、王美玲、陈妍，2017）。图形化编程对高阶思维的影响体现在：（1）减轻认知负担。封装的编程逻辑，以及易学易用的特点降低了程序设计的门槛，学生就有更多精力来分析问题、获取信息和总结反思；（2）实现思维可视化。直观的操作方式，以及可视化反馈能够帮助检测代码的有效性，分析积木块间的逻辑性，使得学生在修正过程中明晰自身思维缺陷；（3）丰富评价形式。具体可感的建构过程不仅将学生的程序逻辑投射于界面，而且有利于教师基于问题解决过程来评价学生抽象思维技能的获得（孙立会、周丹华，2020）。

3.2. 合作学习

合作学习是一种坚持“以生为本”，以小组活动的形式，在互动交流为核心的实践中促进学生认知、情感和社交的全面发展，进而培育学生的创新精神和实践能力（靳玉乐，2005）。合作学习对高阶思维发展的影响主要体现在：（1）提升最近发展区。小组成员间会围绕共同目标互动交流，不同人的理解会相互碰撞彼此经验，促进最近发展区的动态变化与提升（张冬梅，2019）；（2）促进意义建构。小组成员在合作实践中会自觉承担责任，并依据自身经验主动加以建构，经历问题解决，促进思维发展；（3）建立学习愿景。小组互赖体现在目标制定、角色扮演、资源共享等方面，在互惠机制的帮助下，小组成员会自觉参与交流讨论。

综上所述，不仅需要从文献分析角度讨论影响高阶思维发展的关键因素，还需要从实证研究角度进行论证，因此本研究开展了促进高阶思维发展的准实验研究。

4. 研究设计

4.1. 研究样本和工具

本研究选取温州市某中学八年级两个平行班作为实验样本，共计 77 人。采用掌控板作为编程活动载体，其具有兼容性高、体型较小、操作方便等特点。图形化编程 mPython 与掌控板配套使用，支持图形化、文本两种编程模式。此外，设计了自我效能感问卷，具有较高的信效度，采用的高阶思维测试卷是在教材案例的基础上改编而成，具有良好的区分度。

4.2. 研究假设

- (1) 合作学习和自我效能感对学生的高阶思维成绩存在显著统计交互性影响；
- (2) 基于合作学习的编程活动模式更能提高学生的高阶思维成绩；
- (3) 高自我效能感学生的高阶思维成绩要比低自我效能感的学生好；

4.3. 研究设计

本研究的实验设计主要包括三个阶段，如图 1 所示：第一阶段，前期准备。通过实地调查和高阶思维前测选取两个同质班进行实验，并对学生进行问卷调查与工具培训。此外，根据“组间同质，组内异质”的原则，对实验组学生进行分组指导，每组 2-3 人；第二阶段，实验开展。为了防止无关变量干扰，两组学生的授课教师、内容、进度、时间等均相同。第三阶段，后测调查。就学生的自我效能感、高阶思维进行后测，并随机选取学生进行深度访谈。

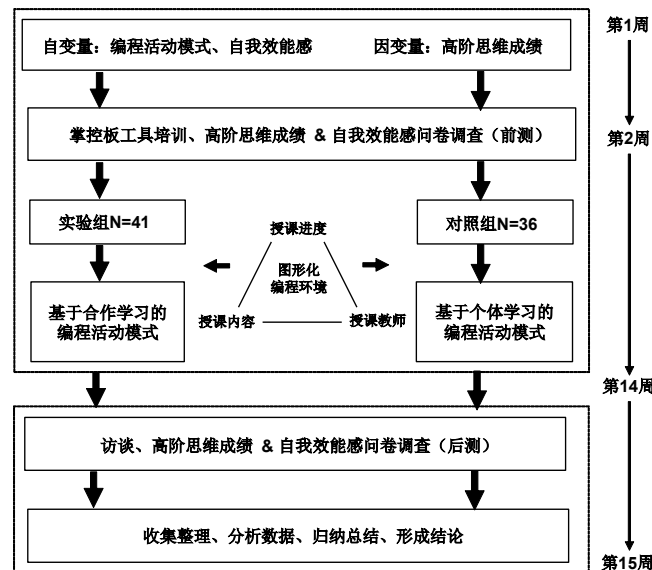


图 1 实验流程

5. 数据分析

5.1. 编程活动模式和自我效能感对学生高阶思维成绩的析因分析

双因素析因方差分析结果如表 1 所示，可以看出，不同自我效能感与不同编程活动模式对学生的高阶思维成绩不存在显著交互性影响 ($p=0.673>0.05$)。进一步分析发现，不同编程活动模式对学生的高阶思维成绩存在显著差异 ($p=0.02<0.05$)。此外，不同自我效能感学生的高阶思维成绩也存在显著差异 ($p=0.02<0.05$)。

表 1 编程活动模式和自我效能感对学生高阶思维成绩的析因分析

	df	F	p
自我效能感	2	4.39	0.02*

编程活动模式	1	6.07	0.02*
自我效能感*编程活动模式	2	0.67	0.67

表注：*p<0.05，下同。

5.2. 编程活动模式对学生高阶思维成绩的差异性分析

独立样本 T 检验分析结果如表 2 所示，学生的高阶思维后测成绩存在显著差异（p=0.01<0.05）。进一步分析可知，两组在综合维度上存在显著差异（p=0.02<0.05），在分析维度上没有显著差异（p=0.10>0.05）。此外，不论是哪一维度，实验组的成绩均值都明显优于对照组（M 实=11.20>M 对=9.00，M 实=16.68>M 对=13.33，M 实=27.88>M 对=22.33）。

表 2 学生高阶思维后测成绩差异分析

	组别	M	SD	t	df	p
分析维度	实验组	11.20	5.45	-1.71	75	0.10
	对照组	9.00	5.95			
综合维度	实验组	16.68	5.77	-1.11	75	0.02*
	对照组	13.33	6.10			
高阶思维	实验组	27.88	8.47	-1.71	75	0.01*
	对照组	22.33	8.99			

5.3. 自我效能感对学生高阶思维成绩的差异性分析

自我效能感与高阶思维成绩的描述性统计如图 2 所示，从纵向上看，不论是哪一水平的自我效能感，实验组的成绩都明显优于对照组，并且，与中（M 实=26.54，M 对=24.00）、低（M 实=22.88，M 对=16.00）自我效能感的学生相比，高（M 实=30.75，M 对=23.37）自我效能感的学生在合作学习中高阶思维成绩提升更明显；从横向上看，实验组的高阶思维成绩在总体上呈现良好的上升趋势，但对照组的成绩曲线却呈现“两头低，中间高”的态势，说明中效能的学生反而取得较好的高阶思维成绩，结果出乎意料，值得进一步探讨。

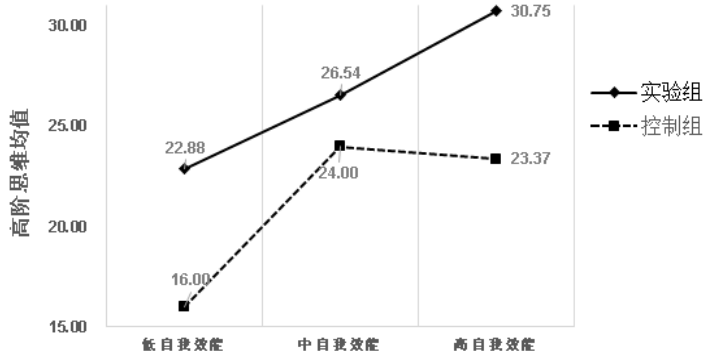


图 2 不同水平的自我效能感和高阶思维成绩的关系

6. 研究讨论

6.1. 从编程活动模式来看，合作学习更有利于促进高阶思维发展，尤其是综合思维

研究表明，合作学习可以促进学生高阶思维显著发展，进一步发现，对综合思维的促进作用尤为明显。本研究主要从以下几个方面进行分析：首先，合作学习建立的学习愿意能够帮助学生对编程困难进行深入交流和探讨，如一些学生提到“合作学习让我更容易理解代码了”“与其他同学讨论时解题思路也开拓了”，一些教师也反映“小组合作后，学生的学习效率提高了，对问题的理解更加深入了”。其次，小组成员会通过持续性反思行为，将小组达成的共同意义进行内化，形成个人意义的建构，这不仅能够帮助学生深入理解目标和任务，而且对问题解决思维的迁移具有重要指导意义。最后，图形化编程要求学生只需要考虑积木块间的有效组合，并通过积木的拖拽、拼接，将其组合在一起就可以实现想要的编程效果，该过程对于学生的知识组合能力，即综合思维具有明显的促进作用。

6.2. 从自我效能感来看，高效能学生在合作学习编程活动中更容易获得高阶思维提升

研究表明，自我效能感对学生的高阶思维有显著影响，此外，高效能学生的高阶思维在合作编程中得到更大的发展。针对图 2 中的有趣现象，课题组通过观察与访谈发现，对照组学生拥有先前的编程经验，当编程工具由文本转向图形化编程，再加上掌控板这类新鲜事物的加入，学生的自我效能明显上升，但是随着课程难度增加，高效能学生由于外部刺激加强，逐渐失去信心，出现焦虑和恐惧，成绩也逐渐下降，最后远不如中效能学生，这就是心理学的“首尾效应”。反观实验组，凭借合作互赖产生促进性互动，并通过成员间的相互鼓励提供情感支持，并促进学习上的努力（王坦，2002），进而弥补了“首尾效应”的缺陷。因此，自我效能感还需要借助合作学习策略的共同支持来发展学生的高阶思维。

7. 未来展望

利用编程学习培养学生的高阶思维，不仅需要合作学习的支持，还需要关注学生的自我效能。当然，由于样本有限，本研究还存在一些局限，尤其是编程学习时间有限，因为高阶思维发展是一项需要长期培养的核心能力。基于此，本研究提出以下建议：（1）从“知识本位”到“思维本位”，以观念转变培养编程思维。知识型人才的培养已不能满足智能时代的发展要求，因此，教育必须聚焦于高阶思维认知能力的养成，同时，国家政策也要向思维型人才倾斜；（2）从“灌输教”到“建构教”，以教学变革转变提升自我效能。教师需要通过建构式教学引导学生构建理解，帮助学生在有意义学习中激发自我效能感提升，从而维持长时间的智力劳动，支持思维过程的持续性努力；（3）从“文本编程”到“图形化编程”，以工具创新减轻认知负担。图形化编程将学生从“语法指令”中解救出来，投入到“逻辑运演”的中，使得学生摆脱了复杂语法的记忆，有更多精力思考问题解决以及程序设计，因此，编程学习要根据学生认知发展特点选择合适的编程工具。

参考文献

- 钟志贤（2004）。促进学习者高阶思维发展的教学设计假设. *电化教育研究*(12),21-28。
- 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[J]. *远程教育杂志* 37(05):75-84。
- 刁春婷、周文倩和黄臻（2020）。小学生成长型思维模式与学业成绩、生活满意度的关系：学业自我效能感的中介作用。 *心理与行为研究* 18(04)，524-529。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 王旭卿 (2014)。面向三维目标的国外中小学计算思维培养与评价研究。**电化教育研究** 35(07), 48-53。
- 郁晓华、肖敏、王美玲和陈妍 (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** 35(06), 12-20。
- 孙立会和周丹华 (2020)。基于 Scratch 的儿童编程教育教学模式的设计与构建——以小学科学为例。**电化教育研究** 41(06), 75-82。
- 靳玉乐 (2005)。合作学习。四川:四川教育出版社。
- 张冬梅 (2019)。深度学习视角下合作学习教学效果的优化策略。**教学与管理**(18), 101-103。
- 王坦 (2002)。合作学习简论。**中国教育学刊**(01), 32-35。

2012—2021《创新教学法》报告的对比分析与述评

Comparative Analysis and Review of 2012 -- 2021 "Innovating Pedagogy" Reports

朱欢乐^{1*}, 陈小燕²

¹ 江西师范大学教育学院/教师教育高等研究院

² 江西师范大学新闻与传播学院/教师教育高等研究院

* 516582291@qq.com

【摘要】 文章以2012—2021年官方发布的9份《创新教学法》报告为研究对象，采用内容分析法对所有创新教学法进行深度解读，从影响度分析、关注主题、方法基础三个维度对报告内容进行分析。研究结果显示：具有“高”且持续长期影响力的创新教学法有根茎学习、为未来而学、学习区块链、群际共情和循证学习等；强化反思理解和拓展教学空间以提升教学改革的整体效果是创新教学法主要功能；大部分创新教学法可不依赖技术且以教育或心理学理论为基础；实际教学活动中需要综合考虑多种要素才能选出科学合理适用的创新教学法。

【关键词】 创新教学法；信息化学习；内容分析；教育创新

Abstract: Based on "Innovating Pedagogy" published by the government from 2012 to 2021, this paper adopts content analysis method to make an in-depth interpretation of all innovating pedagogies. The results show that the innovating pedagogy with "high" and sustained long-term influence include Root Learning, Learning for the Future, Learning Blockchain, Intergroup Empathy and Evidence-Based Learning. It is the main function of innovating pedagogy to enhance the overall effect of teaching reform by strengthening the reflection and understanding and expanding the teaching space. Most innovating pedagogies do not rely on technology and are based on educational or psychological theories. In practice, a variety of factors should be considered comprehensively in order to select a scientific, reasonable and applicable innovating pedagogies.

Keywords: Innovative teaching method, Information learning, Content analysis, Education innovation

1. 前言

为了探索新型的教学方式、介绍创新的教学方法、尝试有效的评价方式，英国开放大学从2012-2021年连续发布了九份《创新教学法》系列报告，介绍了86种(剔除相同教学法)有关教与学、应用及评估方面的新方法。报告中的所有信息主要来自英国开放大学教育技术研究所和国际斯坦福研究所的研究项目、调研出版和未出版的文献，学者和专家们将每年的调研结果削减浓缩成十项词条，即年度最具影响力的十项教学法，最后，专家根据这十项词条撰写本年度的《创新教学法》报告（张苏和张忠华，2017）。文章采用对比分析视角，借鉴董丽丽等（董丽丽、罗清和王如斌，2018）设计的内容分析框架，本文从影响度、关注主题、方法基础三个维度对2012—2021年的九份报告进行分析。

2. 《创新教学法》系列报告概述

创新教学法 (Innovating Pedagogy, 简称 IP) 是指当代技术支持的环境中促进教学、学习和评价的理论和实践的方法 (Sharples, M, 2016)。历年《创新教学法》报告的基本结构可分为三大部分(1)摘要：简要阐述 10 种教学法的基本内容、如何遴选、预期影响等；(2)介绍：说明发布该系列报告的意图，英国开放大学教育技术研究所与国际斯坦福研究所学习技术研究中心为此报告的发布所做的工作，本期报告的亮点以及对未来教育的影响；(3)具体创新教学法：从潜在影响程度、时间跨度、内容阐述、结论等四方面来依次对每种教学法进行描述。

对创新教学法的介绍阐述是为了合理的选择，要选择就需要标准和依据。通过文献分析发现选择教学方法的标准和依据很多，例如根据教学目标、课程内容、学生特征、教师特征和教学硬件条件等且通常需要综合考虑多种要素。教学本身就是一个创造性活动，教师如何综合评判各种标准作出明确的抉择？值得探讨。

3. 《创新教学法》报告的对比分析

3.1. 影响度分析

评估每种创新教学法对未来教学的影响程度及时间跨度是该系列报告的部分主要内容。每份报告在创新教学法论述的开始都会对其未来潜在影响据做一个预测，据分析报告中 86 种创新教学法对未来教育的潜在影响程度的总体情况见图 1。

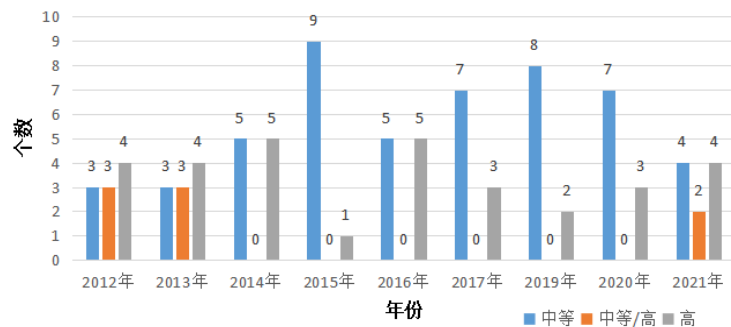


图 1 历年创新教学法对未来教学的潜在影响程度

总体看 2012 和 2013 年“高”影响程度的创新教学法略多于“中等”，2014、2016、和 2021 年“中等”和“高”两个影响程度的创新教学法一样多，而 2015、2017、2019 及 2020 年“中等”影响程度的创新教学法远多于“高”影响程度。此外，“中等/高”这一影响维度在 2021 年重新出现。将历年具有“高”影响的创新教学法统计整理见表 1。

表 1 “高”潜在影响程度的创新教学法年度统计表

年度(Year)	创新教学法(Innovating Pedagogy)
2012	电子书教学法；徽章鉴证学习；学习性评价；根茎学习
2013	大规模开放在线课程；群体学习；基于游戏的学习
2014	大规模开放社交学习；基于分析的学习设计；翻转课堂；拼装；自带设备

2015	跨界学习
2016	有效失败；回授法；形成性分析；为未来而学；学习区块链
2017	间隔学习；飞跃“后真相”社会；群际共情
2019	悦趣学习；机器人陪伴学习
2020	人工智能教育应用；离线网络学习；在线实验室
2021	感恩教学法；聊天机器人；注重公平的教学法；循证教学

2012 年是慕课元年，大规模开放在线课程（MOOCs）于 2013 年升级为“高”影响程度的创新教学法，事实证明慕课教学在我国教育领域影响广泛而深远。整体看，“高”影响程度的教学法逐渐呈现依赖网络技术和人工智能的特征，同时注重人文关怀和公平正义。

3.2. 主题分析

报告中所列举的教学法代表了历年国际教育领域在教学、学习和评价方面的最新动态。2015 年《创新教学法》报告中指出：随着创新教学方法的激增，以前一些基本教学方法如讲授、发现、调查等方法开始互通连接使用，逐渐影响着日常的教学互动和教学实践。该报告审查了前三年的报告内容并依据创新教学法的特征，归纳总结出“规模、连通性、反思、扩展、具体化和个性化”六大主题并对四期报告所有创新教学法进行了归类。本研究沿用该主题分类法对 2012—2021 年的 86 种创新教学法进行了主题分析。

2012 年的 MOOCs 项目使成千上万的人能够参与学习并促使教师使用规模化的教学方法。由于大规模在线学习方式的盛行，如何使来自不同地方的学习者能建立联系展开话题讨论，教师思考将移动设备运用到教学中。学习知识离不开反思，强化反思理解的教学方法可以提升学习的效果。技术改变了教学环境，扩展旧的教学方法来适应学习环境的变化从整体提高教学改革的成效。知识的具体化就要注重学习的实践性过程。信息技术的发展为个性化教学的实现奠定基础，教师应使用个性化的教学方法发展学生的技能、改变学生的态度。

3.3. 方法基础

每一种方法都有技术或理论基础，厘清这些以便于更好地认识和选择创新教学法。文章将技术理论分为互联网技术、智能技术、娱教技术、移动技术、知识管理/共享、数据分析/挖掘、数字化内容开发与出版及其他八种类别，（董丽丽、罗清和王如斌，2018）所有创新教学法经过简单编码，深入分析具体所属的技术领域如下表所示。

表 2 2012—2021 创新教学法的技术基础

技术分类	创新教学法
互联网技术	IP12-4、IP13-9、IP14-1、IP15-5、IP16-10、IP19-7、IP20-2、IP20-3
智能技术	IP19-2、IP19-4、IP20-1、IP21-2、IP21-4、
娱教技术	IP13-8、IP14-8、IP15-4、IP16-6、IP17-2、IP20-6、IP21-6
移动技术	IP12-7、IP13-7、IP14-4、IP15-6、IP16-1、IP19-8、IP21-8
知识管理/共享	IP15-8、IP17-5、IP17-10、IP21-10
数据分析/挖掘	IP12-3、IP12-8、IP14-6、IP14-2、IP15-9、IP15-10、IP16-7、IP17-4、IP17-7、IP17-8、IP20-4、IP20-9

数字化内容开发与出版	IP12-1、IP12-2、IP12-6、IP13-6、IP16-8、IP17-3、IP20-7、IP21-7
其他（可以不采用技术）	IP12-5、IP12-9、IP12-10、IP13-5、IP13-10、IP14-3、IP14-5、IP14-7、IP14-9、IP14-10、IP15-1、IP15-3、IP15-7、IP15-2、IP16-2、IP16-3、IP16-4、IP16-5、IP16-9、IP17-1、IP17-6、IP17-9、IP19-1、IP19-3、IP19-5、IP19-6、IP19-9、IP19-10、IP20-5、IP20-8、IP20-10、IP21-1、IP21-3、IP21-5、IP21-9、IP21-10

注释：IP12-1 为 2012 年《创新教学法》报告中的第一种创新教学方法

总体约 40%的教学法可以不采用技术，例如“通过奇观学习”教师可以通过魔术表演、自然实验、开展户外活动等方式激发学生的好奇心，引发学生进一步探索；感恩教学法和注重公平的教学法可以不依赖于一定的信息技术而实施。此外，数据分析/挖掘技术、互联网技术及数字化内容开发与出版占比较大，分别约占到 14%和 10%，是报告关注的重点。

4. 结论与讨论

4.1. 辩证认知创新教学法

创新教学法的选用不仅要考虑方法的有效性而且要有一定的理论基础。创新教学法的创新价值应该由其最终达到的结果来决定，其结果应该是多样性和多方面的。教育研究是从实践到理论再到实践的反复过程，其范式经历了从经验范式、实证范式、设计范式到大数据范式的发展（许玲、郭玉娟和陈丽，2020）。教育研究能提供证据支撑教师遴选教学方法。

4.2. 科学选择创新教学法

教学法是教师从事教学工作必须遵循的“基本大法”，通常是指学生、教师、学习环境以及在此环境下与之相关的学习任务之间的交互活动（Beutel, D.，2010）。因此在选择方法时应充分考虑“教师、学生、教学内容、教学环境”四大核心教学要素，综合考虑教师自身的能力素养、学习者的基本特征、教学内容的合理性以及教学环境的适用性，同时要分清教学工具和教学方法的主次关系，一般情况下教学设计中教学方法的选择是先于教学技术工具的，而不能本末倒置先选择使用的技术工具再确定教学方法（迈克尔·桑基，2020）。

4.3. 善于总结创新教学法

教学不仅是传递知识，还要教会学习者知道学什么和如何学。课程的设置一般都有“核心能力”“横向技能”“一般能力”要达到这些目的需要结合几种教学法一起来进行学习设计（罗生全和曾文茜，2017）。创新教学法在课程方面要求能使学生有效管理自己的学习并在清楚自己知道什么和自己需要更好地学习理解的东西方面养成元认知的习惯，同时也能够提升学生的自我认知。

表 3 部分创新教学法的作用

创新教学法	促进学生的能力	教学意图
间隔学习（Spaced Learning）	记忆核心知识，练习回忆	流畅性、自动化

基于地点的学习 (Place-based Learning)	将学习与所处的环境背景建立联系	意义的创造、身份的建立
基于问题的学习 (Problem-based Learning)	将技术或知识应用于实际情境	意义的创造、技能的迁移
翻转课堂 (Flipped Classroom) 产出导向的学习 (Product-oriented)	碰到新学习内容时能自制步调 学习动机明确，产出高质量的作品	元认知、自我管理 学习投入度、毅力
基于讨论的学习 (Discussion-based)	联系表达观点、评估采纳别人的观点	交流能力、透视能力
基于掌握的学习 (Mastery-based)	建立知识、技能与实践的有序联系	流畅性、自动化

教学效果是选择教学法需考虑的另一个因素。表 3 是对部分教学法的效果做了假设，虽未全面详实地解释其内容，但说明了教学法是和教学意图密切相关，因此，有必要总结比较各种教学方法的不同特点，分析哪个教学方法是“最有效的”的问题。此外，报告内容指出根据教学意图的不同，每一种教学方法都有一条特定路径以促进学生获得相应的知识和技能。未来，如何结合各种教学法共同实现预期效果最大化是创新和研究的一个关键领域。

基金资助：江西省高校人文社会科学重点研究基地 2020 年度项目“智能时代教师角色发展研究”（项目编号：JD20063）

参考文献

M·沙普尔斯(Sharples, M.)著、许玲等译（2016）。创新教学报告 2015——探索教学、学习与评价的新形式。*开放学习研究*,95(1)，1-19。

许玲、郭玉娟和陈丽（2020）。新时代开放大学的新定位与新机遇。*终身教育研究*,21(1)，52-57。

张苏和张忠华（2017）。英国“创新教学法”研究与启示——以英国《创新教学法报告》为例。*教育研究*,38(1)，109-113。

罗生全和曾文茜（2017）。教师教育一体化课程结构系统构建。*当代教育科学*，7，18-23。
董丽丽、罗清和王如斌（2018）。国际视野下创新教学法的特征分析与思考。*远程教育杂志*,36(06)，62-72。

[澳]迈克尔·桑基著、张永胜译（2020）。以教学创新引领技术应用。*中国远程教育*,554(5)，46-77。

Beutel, D. (2010). The nature of pedagogic teacher-student interactions:A phenomenographic study. *The Australian Educational Researcher*.37(2), 77-91.

Sharples, M., Adams, A., Alozie, N., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., McAndrew, P.,

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Means, B., Remold, J., Rienties, B., Roschelle, J., Vogt, K., Whitelock, D. & Yarnall, L. (2016). *Innovating Pedagogy 2016: Open University Innovation Report 4*. Milton Keynes: The Open University. https://iet.open.ac.uk/file/innovating_pedagogy_2016.pdf.

使用人工智慧對話機制製作情境學習中執行隨機情境評量的數位演員

Using AI dialog mechanism to implement a digital actor for situational evaluation in a situational learning environment

李怡靜^{1*}, 顧詠涵^{2*}, 楊舒涵³, 王振漢⁴, 蔡明原⁵, 陳國棟^{6*}

¹²⁵⁶ 國立中央大學資訊工程學系

³ 健行科技大學餐飲管理系

⁴ 國立中央大學學習科技研究中心

{s108522085, yunghanku, gwodong}@g.ncu.edu.tw

【摘要】傳統學習方法較為制式且照本宣科，導致學生在實際生活中難以靈活應用所學。因此，本研究打破傳統數位學習劇場固定劇本與台詞的模式，提出並實作具人工智慧對話機制的聊天機器人作為演員的數位學習劇場，可同時扮演「示範、具身體現的情境評量及學習」的角色。該演員會在不同情境中隨機出題且給予不同回饋，讓學生能即時了解自己的學習狀況。亦加入即時評量機制以提升學生學習動機與趣味性。實驗結果顯示「具人工智慧對話機制的聊天機器人作為數位演員的數位學習劇場」不僅能有效改善學生學習成效之外，亦提升了學習趣味性與學習動機。

【關鍵字】 聊天機器人；戲劇式學習；數位學習劇場；情境式學習

Abstract: In general, traditional learning approaches are standardized and fixed in learning contents, making students difficulty in applying what they have learned flexibly in real life. Therefore, this research proposes and implements a chat robot with an AI dialogue mechanism into a digital learning theater, to simultaneously act as a role of "demonstration, embodied situational assessment and learning." Such a role will randomly ask students questions in different situations and give them corresponding feedbacks. A real-time evaluation mechanism is also added to enhance learning interest and motivation. The experimental results show that the proposed approach can not only effectively improve students' learning effectiveness, but also enhance their learning interest and motivation.

Keywords: Chatbot, Drama-based learning, Digital learning theater, Situational learning

1. 緒論

甲、研究背景

傳統教育中學生僅被動接受知識卻不知如何應用，因此使結合學生所學與真實情境成為學者研究的議題。Brown 等人於 1989 年提出情境學習的概念，認為知識的獲取是學習者透過與環境互動產生的(Brown, Collins, & Duguid, 1989)，然而適合的真實環境難以取得，於是學者們運用各種技術製造擬真的環境以輔助學習，如數位遊戲式學習(Prensky, 2003)與戲劇式學習(Heathcote & Bolton, 1994)。在數位遊戲式學習中，玩家能夠透過數位遊戲操控並在螢幕上觀看角色來完成特定任務並獲得知識(Childress & Braswell, 2006)，但此學習方法缺乏「身歷其境」的感覺。而戲劇式學習的概念最早源自於盧梭所提出的在實踐中學習(Learning by

doing)(Rousseau, 1817)，概念為在擬真環境中藉由戲劇演出的方式體驗不同情境並應用所學知識。而數位學習劇場(Digital Learning Theater, DLT)使戲劇式學習的實施更加簡單，學生能夠進入在傳統教室中搭建的虛擬場景進行學習，並同時在螢幕中看見自己的鏡像(Liu, Lin, Wu, Chen, & Chen, 2017)。

然而過去的 DLT 僅能讓學生使用事先訂定的劇本，並以固定台詞排演，且系統不具即時評量功能，導致學生無法即時了解自己的學習狀況，再者，不是所有的角色都適合由學生扮演，可見劇場缺乏能夠自主與學生互動對話並評量其表現的角色。對話是語言學習中重要的一環，但在日常生活中卻鮮少有機會以外語與他人溝通，線上的口語網站費用又過於高昂，且許多學習者排斥與他人練習，聊天機器人顯然是改善此一問題的手段(Fryer, Nakao, & Thompson, 2019)。故本研究將以人工智慧對話機制的方式實現能夠自主對話的聊天機器人，並將其與具評分機制的數位學習劇場結合，建立能給予學習者即時評量機制的擬真學習環境，以提升學習者的學習成效。

乙、研究動機

在課程進度緊湊且資金有限的一般學校難以實施戲劇式學習，且由於學生看不到自己的表現，可能因無法即時修正而造成學習成效不如預期。2019 年 2 月微軟正式推出新一代 Azure Kinect DK 感測器套件，演員只需要站在 Azure Kinect 的鏡頭前，就能進入虛擬劇場並穿著數位戲服並使用數位道具。演員也可以透過螢幕即時了解自己的表現。透過虛擬劇場，學生能夠在戲劇中模擬實際生活中會遇到的問題，但傳統數位劇場的學習範圍侷限在固定劇本及台詞內，導致學生在面對真實問題時無法靈活應用所學知識，且在缺乏即時評量機制的情況下，學生無法得到回饋並修正自己的錯誤。

故本研究期望使用語音辨識及自然語言處理技術來實現人工智慧對話機制以建立數位演員，將該數位演員融入數位劇場中與學習者互動並即時評量學生學習狀況。

丙、研究目的

本研究希望建立具即時評分機制的數位劇場，並搭配具對話機制的數位演員以提升學其成效，目標包括：提升學生語言的學習成效、增加趣味性、提升學生學習動機及提升學生使用數位劇場後的學習印象。

丁、研究問題與對策

為達成研究目的，針對以下研究問題提出相對策：

1.4.1 如何在數位劇場中建立動態劇本機制？

使用 Azure Kinect 並以 C++開發數位學習劇場，加入以 Microsoft Azure Speech SDK 的語音辨識與合成及 Google Dialogflow 的自然語言處理技術所建立的對話機器人，將其作為數位演員進行隨機性對答，實現動態劇本。

1.4.2 如何利用數位演員提升學習動機及成效？

數位演員與學習者一同演出，搭配具獎勵機制的口語對話任務及即時回饋的評量機制，學生即時修正錯誤並完成任務後獲取獎勵，藉此提升學生學期動機及成效。

1.4.3 如何驗證具人工智慧對話機制的數位演員之數位學習劇場相較於不具上述機制的數位學習劇場可提升學習動機與成效？

實際在語言學習課程中應用，以準實驗設計隨機將學生分為實驗組與對照組，分別使用上述兩種模式的數位劇場，藉由前後測成績來判斷學習成效，並於實驗後請學生填寫問卷來評估學習動機上的差異。

2. 相關研究

甲、 *Rosetta Stone*

Rosetta Stone 是一系列非常受歡迎的多國語言學習軟體，2019 年在其 iOS 版本中的應用程式中推出全新的 Seek&Speak 功能。基於 iOS 的 AR+模式，學習者可以透過手機的相機鏡頭將日常接觸到的各種物品及文字即時翻譯顯示，以進行語言的練習。學習者能利用辨識出的生字來造句，並透過 Rosetta Stone 的 TrueAccent 語音辨識引擎辨識學習者的文句發音，並給予回饋(Rosetta Stone, 2019)。此項功能採用互動沉浸式教學，並建立在 Rosetta Stone 的動態沉浸功能之上，通過大量現實生活中的文字、圖片及母語者的語音模擬自然語言學習環境。與 AR 技術結合後，學習者可通過識別周圍環境提高學習的沉浸感。然而，此軟體雖然使用了 AR 技術，但只透過螢幕畫面和聲音來提供使用者會話情境，較缺乏身歷其境的感覺。它也只能個人獨自學習，無法和其他同儕一起互動或合作。

乙、 *Mondly: Learn Languages in VR*

Mondly 是一間專門開發多種語言學習的軟體公司，他們透過虛擬實境技術開發了 Mondly: Learn Languages in VR 這套產品。藉由虛擬實境提供不同互動場景，讓學習語言變得有趣。使用者戴上 VR 顯示器後，彷彿真的置身在各式場景中，且使用者能與場景中的虛擬人進行如真實情境般的對話。虛擬人具有語音辨識以及 Chatbot 的技術，並提供對使用者發音和語法的鑑別，面對裡頭的服務生、司機或同行乘客等，使用者的口語能力必須達到能讓他們聽得懂的程度對話才會繼續。但此產品無法提供多人同時學習的擬真情境，且除了使用口語對話外，沒有其他方式和虛擬人或環境中的物體進行互動，也沒辦法自己設計學習情境。且由於使用 VR 是第一人稱，所以看不到自己在場景中的樣子。

丙、 *Second Life 語言學習的應用*

Second Life (第二人生)是一款可以讓學習者在 3D 的虛擬環境中，透過操控虛擬化身來與虛擬世界中的人物進行交流、交友互動等的軟體。Wiecha 等人將它應用在醫學教育，藉由虛擬世界提供新的教育方法，結果顯示較傳統的學習方式更具有學習優勢(Wiecha, Heyden, Sternthal, & Merialdi, 2010)。Lan 等人將它應用在中文及英語學習，增加了學習動機、強化口語對話及社交能力，提升了學習成效(Lan, Kan, Hsiao, Yang & Chang, 2013)。但 Second Life 為第一人稱視角、缺乏自動評量機制、無法根據使用者回應動態改變劇本、沒有可以動態進行表演的數位演員，可能導致使用者在學習時難以覺察自己的錯誤。

丁、 *數位學習劇場 (Digital Learning Theater, DLT)*

Chen 等人使用 Microsoft Kinect 的體感偵測技術建立數位學習劇場。學生穿戴數位面具、服裝和道具製造身歷其境的效果進行戲劇式學習。同時，DLT 的鏡室概念能讓學生以旁觀者角度看到自己演出，並即時加強和修正。再者，由於學生在演出時不須直接面對觀眾，能有效降低演員的緊張感。過去研究顯示 DLT 能提升學生學習時的專注度及表演能力(Chen, Lou, Wu, Liu, & Chen, 2018)。雖然 DLT 能讓學生進入情境中學習，但 DLT 是固定劇本，學生只關注固定台詞較缺乏變化，在真實情境下可能難以靈活應用所學。因此，如果在劇場中增加一個可同時自主與學生對話、互動和評量的角色可能會讓學生的學習成效更好。

3. 系統設計與實作

甲、 *設計理念*

過去的數位學習劇場中，所有演員台詞都是固定的，缺乏動態變化。學生往往只關注於劇本中固定的台詞，導致當對話或問題有變化地出現在真實世界裡時，無法實際應付真實問題，而難以靈活應用所學。

因此，本研究提出在原數位學習劇場中融入語音辨識、自然語言處理及語音合成技術創造對話機器人的數位演員，並創造一個可同時扮演「示範、具身體現的情境評量及學習」的角色。演出時，演員除了能與劇場中的其他演員及場景道具互動外，亦會出現數位演員隨機性的與學生對話互動，並根據辨識及分析的結果即時給予不同的回應，讓學生能了解自己的學習狀況並即時修正錯誤。此外，本研究也加入了計分機制，根據學生的互動結果評分，藉此提高學習動機及趣味性，進而提升學習成效。

乙、環境設計

本研究環境設計如圖 1 所示。將教室分為舞台區及觀眾區。觀眾區包含觀眾及舞台區表演的投影畫面。舞台區包含演出學生及 DLT 系統，涵蓋電腦設備及 Azure Kinect。兩邊皆能利用投影設備發現自己或他人的不足，進而修正。

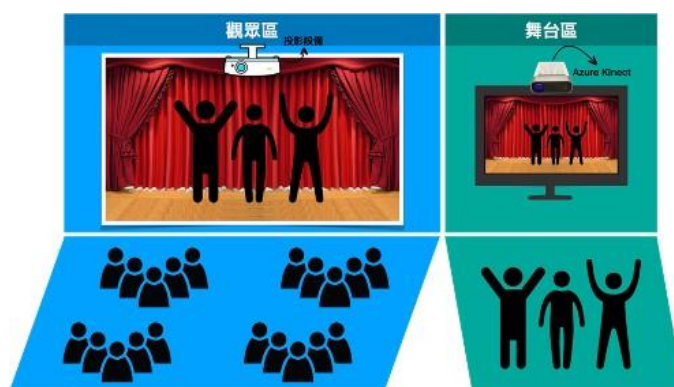


圖 1 環境設計圖

丙、系統架構

本系統架構如圖 2 所示，由電腦端的展演程式及平板端 App 組成，分為編輯及展演部分。編劇透過數位劇場 App 製作場景及劇本。展演時透過 TCP Socket 將數位劇場 App 及電腦端的展演程式連接，將演員影像、虛擬場景及素材即時呈現在畫面上。導演利用 App 控制演出進度及畫面。演員及數位演員則一同參與演出及口語互動。另外，資料庫中包含台詞、劇本、戲服、場景、音效等素材以及儲存展演成果與展演影像記錄。

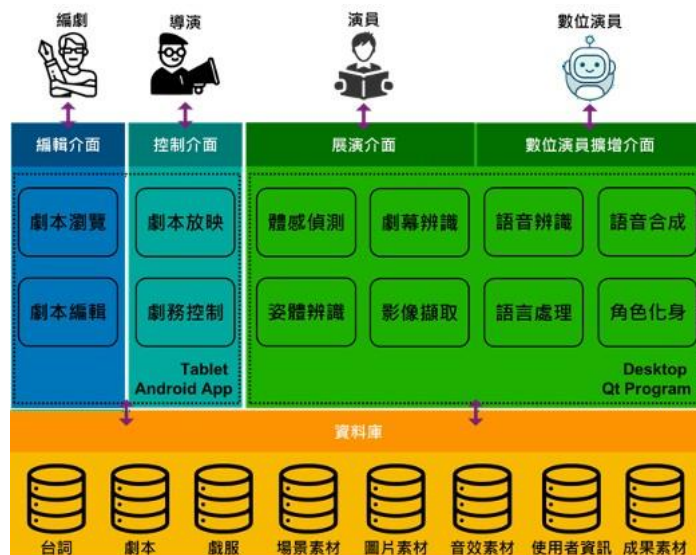


圖 2 系統架構圖

丁、系統實作

本系統包含在 Android 平台上開發的 DLT APP 和在 Windows 作業系統中使用 Qt 框架開發的 DLT 程式。系統資料庫置於 Windows 主機中，使用 GitHub 上開源的 EzPHP 項目作為網頁伺服器，並利用 PHP 撰寫 REST API 供數位劇場 App 存取 MariaDB 資料庫中的資料。

i. 體感偵測與角色化身處理

本系統藉由 Microsoft Azure Kinect 提供的 Body Tracking SDK，將 Kinect 攝影鏡頭所擷取出來的骨架節點資訊轉化為人體的骨架資訊。透過事先錄製存取真人演出的肢體動作，貼上戲服以賦予數位演員的外觀化身。演出時再進行讀取播放。

ii. 語音合成與辨識

本系統透過 Microsoft Speech SDK for C++ 賦予數位演員「說話」的能力。同時，使用語音合成標記語言（Speech Synthesis Markup Language）將語速改為適合學習的速度。再者，為了讓系統能持續的進行辨識，我們選擇 Microsoft Speech SDK for C++ Library 賦予數位演員「聆聽」的能力。首先，系統會將演員所念的台詞轉換為文字訊息，再將結果傳送到自然語言處理模組進行識別與分析。如圖 3 所示。

3.4.3. 自然語言處理

我們使用 Google Dialogflow 雲端服務作為自然語言處理模組，賦予數位演員「理解」的能力。將希望學習者學習的句子作為「Training phrases」，再標上其對應的「Intent」。演出時會隨機出現互動任務，演員必須依照該句子給出預期的相符回應，藉此得到相對應的回饋。

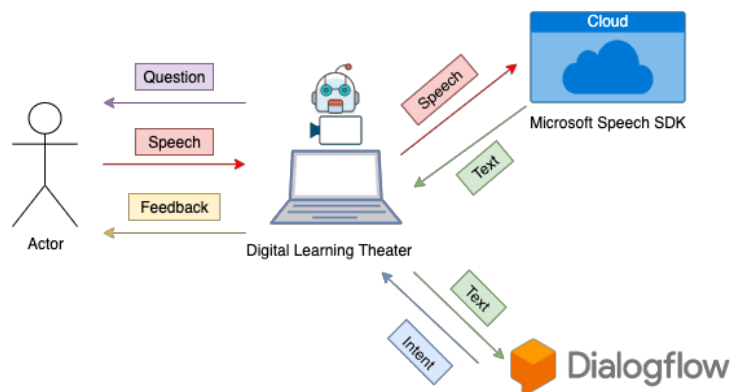


圖 3 語音、語意辨識流程

4. 實驗方法

4.1. 實驗對象

為探究本系統對學生學習狀況的影響，本研究與大學餐旅管理系的日文老師合作。學生年齡介在 18 至 22 歲之間，且日文皆為學生的第二外語。我們隨機將學生分為實驗組及對照組。實驗組共 36 人使用具人工智慧對話機制的數位演員之 DLT；對照組共 34 人使用不具人工智慧對話機制之數位演員的 DLT。

4.2. 研究工具

劇本背景以餐旅日文課程為主，由日文老師編撰後建置於本系統。為評估實驗組及對照組學生在學習成效的差異、系統趣味性差別、學習動機與學習印象的影響，本研究使用編擬試題及自編問卷作為研究工具。其中，試題由兩位日文課程教師編擬及批改。測驗內容包含日文及溝通互動中所需的餐廳服務相關知識，試題總分為 100 分。並將兩次測驗成績搭配共變數分析以過濾兩組受測者的群體初始能力的差異、比較不同組別對學習成效的影響。問卷則使用 Likert 五點量表，由非常同意至非常不同意分為 5 至 1 分，共有 4 題。

4.3. 實驗流程

實驗流程共分為：前測、系統介紹及示範演出、劇本內容教學、小組排練、正式演出、成果觀摩、後測及問卷。本實驗共進行四週，每週兩節課，每節課為 50 分鐘。其中，前測目的為了解學生原始的程度差異及分析學習成效。後測為檢測學生的學習成效。問卷目的則為了解學生學習動機、學習印象的影響及學生對於系統趣味性的差異。學生實驗演出畫面如圖 4 所示。



圖 4 學生演出畫面

5. 結果分析與討論

分析實驗數據，探討不同形式的數位學習劇場對學生學習成效之影響，包括趣味性、學習動機及學習印象上的差異。本研究使用 IBM SPSS Statistics 24 進行統計分析，統計分析之顯著水準設為.05。

5.1. 前後測結果－組內迴歸係數同質性分析 (*Homogeneity of Regression*)

因採用單因子共變數分析(ANCOVA)，故先進行回歸斜率同質性檢測，結果 $F = .482$ ， $p = .490 > .05$ ，未達顯著水準，符合組內回歸係數同質性假定。

5.2. 前測結果－Levene 檢定法 (*Levene's test of equality of variance*)

使用 Levene 檢定法進行變異數同質性檢定，兩組 $F = .115$ ， $p = .735 > .05$ ，表示兩組依變數的誤差變異量並無顯著差異，具有同質性。

5.3. 前後測結果－單因子共變數分析 (*Analysis of Covariance, ANCOVA*)

將前後測的成績結果進行 ANCOVA，結果如表 1 所示，排除前測成績(共變項)對後測成績(依變項)的影響後，自變項對依變項的影響效果檢定之 $F = 18.354$ ， $p = .000 < .05$ ，達到統計上的顯著水準，表示使用具人工智慧對話機制的數位演員之數位學習劇場的學生，其學習成效顯著優於使用不具數位演員之原始數位學習劇場的學生。

5.4. 問卷結果

問卷之 Cronbach's Alpha 值為 0.832，為高信度問卷，分別探討學生在趣味性、學習動機、學習印象及機器人的回饋機制四個方面的想法，使用獨立樣本 t 檢定分析來排除學生先備知識上的差異。分析兩組學生的回饋後發現實驗組與對照組在四個面向的平均分數之顯著性為 0.038、0.001、0.014、0.041，皆小於 0.05 達顯著標準，且皆為實驗組優於對照組。

綜合以上分析，可以得知學生認為使用對話機器人做為數位演員所提供的隨機情境與隨機對答能夠提升學習時的趣味性、學習動機及學習印象。另外，其回饋機制能讓學生更專注在需要加強的部分學習。另外，數位演員的不同回饋與劇場的計分機制增加了趣味性使學生願意持續嘗試，增加了學習動機與表現。

6. 結論與未來研究

6.1. 結論

本研究提出並實作在數位學習劇場中建立了人工智慧對話機制的數位演員，可同時扮演「示範、具身體現的情境評量及學習」的角色。教師能於教室中搭建數位學習劇場，透過肢體辨識、影像辨識、語音辨識模組以及即時評量與獎勵機制，讓學生能真實的進入場景與當中的事物互動和學習。根據實驗結果顯示，結合了學習系統的數位演員能有效提高學習動機、學習趣味性及學習成效。並且，在學習過程中透過回饋機制，學生能夠及時修正自己的錯誤並與其他同學互動來獲取更高的分數，也提高了學習動機。

6.2. 未來研究

經過實驗及學生問卷回饋，具人工智慧對話機制的數位演員之數位學習劇場可以提升學生語言學習成效，為了能讓學生持續使用而不會感到乏味，我們希望未來能讓數位學習劇場更加有趣並擴展其應用範圍，以下提出未來可能研究方向：

6.2.1 加強對話機器人的互動能力

人工智慧的技術尚在快速發展階段，除了語音及語意辨識外，更加多元的辨識服務能夠使作為數位演員的對話機器人在劇場中表達情緒，增加學習者在劇場中與數位演員互動的趣味性。

6.2.2 提高對話機器人的隨機對話能力

目前的數位演員受限於實驗場域環境的收音問題，語音辨識服務的正確性還有進步的空間。另外，由於戲劇演出的時間長度受限，難以讓數位演員與劇場中的演員進行全自動的對話，希望在未來可以加強這方面的不足，透過深度學習等技術加強對話機器人的隨機對話能力。

6.2.3 3D 的數位學習劇場

相較於 2013 年發表的 Kinect for Windows，Azure Kinect 提供了更好的解析力，我們期待在未來可以透過其建立出一個 3D 的數位學習劇場，讓演員們穿上 3D 的戲服，在擬真的環境中進行戲劇式學習。

6.2.4 不同族群的使用成效

我們希望讓更多其他年齡層或專業領域的學習者使用本系統，並探討在不同的專業領域、語言上是否皆可提升學習者的學習興趣、動機及學習成效。

致謝

本研究感謝科技部經費支持，計畫編號：MOST 109-2511-H-008-003-MY2；MOST 109-2511-H-008-004-MY3；MOST 109-2811-H-008-512。

參考文獻

- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), pp. 32-42.
- Chen, S. E., Lou, Y. F., Wu, W. Y., Liu, Y. F., & Chen, G. D. (2018). A digital theater for drama based learning in the classroom. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 869-874). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Childress, M. D., & Braswell, R. (2006). Using massively multiplayer online role-playing games for online learning. *Distance Education*, 27(2), pp. 187-196.

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Fryer, L. K., Nakao, K., & Thompson, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence. *Computers in Human Behavior*, 93, 279-289.
- Heathcote, D., & Bolton, G. (1994). *Drama for Learning: Dorothy Heathcote's Mantle of the Expert Approach to Education*. Portsmouth, NH, United Kingdom: Heinemann.
- Lan, Y. J., Kan, Y. H., Hsiao, I. Y., Yang, S. J., & Chang, K. E. (2013). Designing interaction tasks in Second Life for Chinese as a foreign language learners: A preliminary exploration. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(2).
- Liu, Y. T., Lin, S. C., Wu, W. Y., Chen, G. D., & Chen, W. (2017). The digital interactive learning theater in the classroom for drama-based learning. *In Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp. 784-789). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Rousseau, J. J. (1817). *Emile*. Paris, France: A. Belin.
- Wiecha, J., Heyden, R., Sternthal, E., & Merialdi, M. (2010). Learning in a virtual world: experience with using second life for medical education. *Journal of medical Internet research*, 12(1), e1.

浅谈“看图列式计算”的有效教学策略

——以北师大版本一年级上册教学用书为例

The Effective Teaching Strategy of the Calculation Based on Picture Observation

孙伟玲¹，詹秀华^{2*}，何张意³

¹²³ 深圳市龙华区松和小学

* 434580359@qq.com

【摘要】一年级数学解决问题主要考察看图列式计算，这种情境图式和半图半文的解决问题看起来难度不大，但作业习题中学生容易出现各种错误。笔者以应注重看图列式计算的教学，促使学生扎实掌握“看图”、“说图”、“列式”、“比图”的方法，从而培养学生发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的能力。

【关键词】 看图列式计算；看图；读图；列式；比图

Abstract: One of the main problem-solving strategies in Grade One mathematics is calculation based on picture observation. These kinds of picture-based and integrated picture-and-word strategies seem easy, but difficulties of learning tend to occur. The author emphasises the importance of picture-based calculation, which would consolidate students' knowledge and understanding of picture observation, description, and comparison in order to develop their ability to notice and raise questions as well as their capability of analysing and solving problems.

Keywords: picture-based calculation, picture observation, picture description, calculation, picture comparison

1. 前言

看图列式是小学数学解决问题的伊始，本文希望通过看图——说图——列式——比图这四个步骤，学生在自主学习、合作交流的过程，进一步培养发现问题，敢于提出问题，善于解决问题的能力。

2. 学情及教材分析

新课标突出学生问题意识的培养，让学生自己发现问题、提出问题、分析问题、解决问题，提高收集和处理数学信息的能力。一年级数学解决问题主要以看图列式为主（包括了图画、图文、符号三类）见下图。



图 1 图画题



图 2 图文题

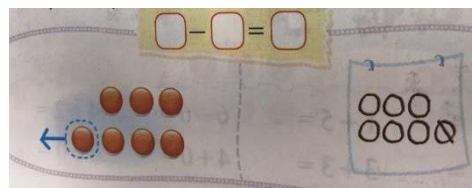


图 3 符号题

看懂题意是正确列式的前提。虽然有图画做依托，但要准确地领悟图的意思，对一年级小学生来说并非简单，出现困难主要表现在以下几个方面：

- 其一，弄不清题意，找不出有用的数学信息。
- 其二，无法正确列式表达，常用逆向思维解决问题。
- 其三，计算减法算式时，会误用部分减部分。

针对以上现象，如何有效解决一年级“看图列式计算”问题？教师在教学实践中尝试以下策略。

3. 教学策略

3.1. 看图

如何提高学生看图的能力，获取数学信息？

第一，学会正确、有序数数，如按照从整体到局部、前到后、从左到右的顺序进行观察，并标出数量，避免数漏和数错。如下图，可以采用“数一个划掉一个”的方式计数，提高准确率。

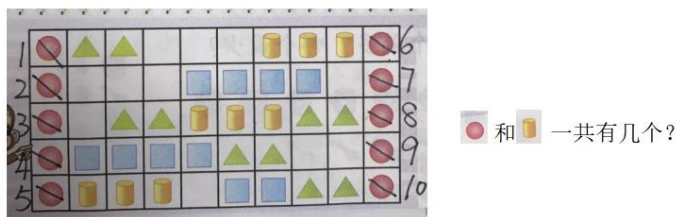


图 4 平面图形题

第二，学会找“一共”、“还剩”等数量关系词并理解其含义。例如，“一共”是指合起来即总数；“还剩”是指从总数里面去掉一部分即求剩下部分。



图 5 数量、数量关系题

3.2. 说图

语言是思维外化的有效手段。“看”懂图后，学生要学会“说”清图意，一般可以采取“三句话造句”训练法。

如右图，教师可引导学生用“左边”、“右边”、“一共”说三句话：

左边有三支铅笔，
右边有两支铅笔，
一共有几支铅笔？



图 6 铅笔图

其中，利用身体动作理解加减法，符合低年级学生认知特点，能有效地建构加、减法概念，降低思维负荷，有助于问题解决。³



图 7 手势图

从一开始的仿说和跟说，到运用“原来有”、“又开来”、“又飞来”等动态词以及“前后”、“上下”等方位词描绘图中的数学信息和数学问题，逐渐培养学生加法问题意识。



图 8 动态发展图



图 9 方位图

随着读图能力的加强，学生对于问题情境的结构逐渐清晰起来，当数量关系了然于胸时，就能更加准确地列式。

3.3. 列式

在看懂图、说清图的基础上，列式水到渠成。一年级上册首次出现“？”，由于所涉及的计算均在 20 以内，可直接口算得出结果，容易混淆已知条件。特别是知道总数和一部分，另一部分不知道的情况下，学生常常将头脑中臆想的数据作为已知条件。这时，教师需要把两种不同类型的题目展示出来，让学生重点关注“？”的位置。如下图，两只手合起来，“？”指的是总数，表示把两部分合起来，用加法；把两只手分开，“？”指的是拳头里的那一部分，表示从整体中拿走一部分，用减法。



图 10 猜猜图

³ 吴晓超.(2015).基于“问题解决认知模式”的错题分析及教学改进——以小学一年级数学“看图列式”为例.北京教育学院学报(自然科学版)(01),39-43.

对于题目中出现了“?”标志,指向箱子、房子、草堆上面时候,就需要先找出总数,如左图要关注“一共”,右图要关注“被减数”8。



图 11 宝箱图

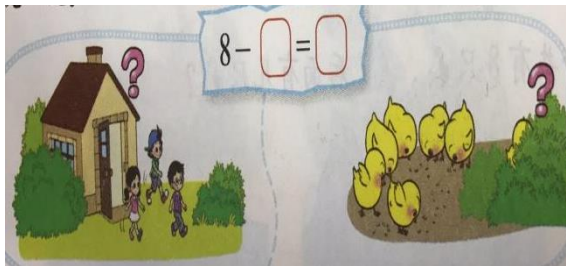


图 12 捉迷藏图

再关注“?”的位置,当问号打在物体上时,就是求箱子的“那一部分”、房子的“那一部分”、草堆的“那一部分”。从总数里面,去掉“外面的”,就是“XX的那一部分”,因为数量会减少,所以求部分用减法来计算。

3.4. 比图

看图列式的题组式练习,有助于培养学生对比观察能力。如左图,利用“点子”表示故事连环图的顺序,右图用一句话或者一条算式来描述“三只”不同猴子的不同状态。

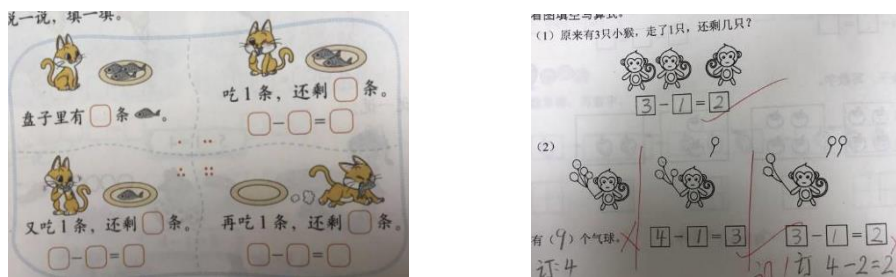


图 13 事件发展顺序图

教学时,教师可以引导学生观察点子以及画线来辅助观察。4学生有了对比研究的学习历程,可大大降低错误率。如下图,列减法算式时,学生容易出现“5-1=4”的错误。学生可以用“画数法”标出相应的数据,斜杠表示去掉,6去掉5还剩1,6去掉1还剩5。

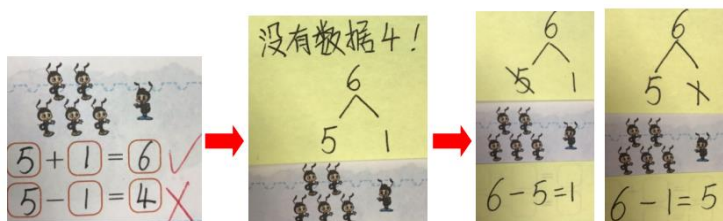


图 14 “画数法”图

4. 小结

⁴ 陶雪鹤.(2001).九年义务教育五、六年制小学教科书数学第三册简介. 教育实践与研究(07),49-51.

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

看图列式是小学数学解决问题的伊始，希望通过看图——说图——列式——比图这四个步骤，学生在自主学习、合作交流的过程，进一步培养发现问题，敢于提出问题，善于解决问题的能力。

参考文献

李治英（2020）。核心素养下的低年级看图列式计算教学初探。《安徽教育科研》，(03)，53-54。

沈伟（2018）。一年级“看图列式”错例分析及改进策略。《数学教学通讯》，(13)，31-33。

吴晓超（2015）。基于“问题解决认知模式”的错题分析及教学改进——以小学一年级数学“看图列式”为例。《北京教育学院学报(自然科学版)》，(01)，39-43。

费金燕（2019）。小学低年级看图列式计算教学的几点建议。《试题与研究》，(20)，22。

陶雪鹤（2001）。九年义务教育五、六年制小学教科书数学第三册简介。《教育实践与研究》，(07)，49-51。

基於遊戲化眾包無感收集的洋腔洋調語音語料庫建設

Construction of Foreign Accent Speech Corpus Based on Game Crowdsourcing and Senseless Collection

王雪萍¹，王華珍^{2*}，於騰斐³，趙薦軒⁴，趙毅飛⁵

¹⁵ 華僑大學華文學院

²³⁴ 華僑大學計算機科學與技術學院

* wangxueping1019@163.com

【摘要】 目前，洋腔洋調語音語料庫建設缺失，且傳統語料庫建設中存在語料標注成本高、高質量多層次語音語料收集困難等問題。由此，本文提出一種基於遊戲化眾包無感收集的洋腔洋調語音語料庫建設方案。通過遊戲化眾包的交互方式無感收集洋腔洋調語音數據，並採用自主研發的洋腔洋調語音智能測評系統對語音數據進行深度智能標注，最終建成全方位、多層次的洋腔洋調語音語料庫互聯網分發平臺。該語料庫與傳統語料庫相比在製作流程、標注方式、分發設計方面進行了創新。洋腔洋調語音語料庫的建設和應用，適應互聯網時代發展，深化數據驅動原則，對接漢語交流研究的需要，有助於推動對外漢語教學量化研究。

【关键词】 洋腔洋調；語音語料庫；語音測評；遊戲化眾包；智能標注

Abstract: At present, there is a lack of the construction of foreign accent speech corpus and the traditional corpus construction has difficult in tagging corpus because of the high cost and collecting speech corpus with high-quality and multi-level etc. Therefore, this paper proposes a construction scheme of foreign accent speech corpus based on game crowdsourcing and senseless collection. The voice data of foreign accent speech corpus is collected in an interactive way of game crowdsourcing and the self-developed intelligent evaluation system of foreign accent is adopted to mark the voice data in depth intelligently. Finally, an all-round and multi-level Internet distribution platform of foreign accent speech corpus is built. Compared with the traditional one, this corpus has made innovations in terms of the production process, annotation method and distribution design. The construction and application of foreign accent speech corpus conform to the development of big data era, deepen the principles of data - driven, meet the needs of Chinese communication research and promote the quantitative research on the teaching of Chinese as a foreign language.

Keywords: foreign accents, speech corpus, pronunciation assessment, game crowdsourcing, intelligent annotation

0. 研究述評

洋腔洋調是指外國學生在用漢語進行口頭表達的過程中，由於母語遷移、年齡因素、語音教法等原因，所出現的各種各樣的語音語調特點。瞭解洋腔洋調的狀況，探索洋腔洋調的聲學規律，總結洋腔洋調的偏誤特點，開發洋腔洋調語音評測產品和洋腔洋調語音識別產品，對於研究語言學習規律，服務漢語學習者學習中文等都具有重要意義。在當今互聯網、大數

據和人工智慧等先進技術引領下，數據驅動的智能語音研究成為新一代研究範式，語音資料庫則是支撐智能語音研究的基礎。

前期調研結果表明知網中“漢語語音語料庫”相關論文數量較少，只有 17 篇，與對外漢語教學相關的論文更是稀缺，僅有 3 篇；“漢語口語語料庫”則有 207 篇，但絕大多數與中介語、偏誤分析及對外漢語教學相契合。值得注意的是，口語語料庫並不等於語音語料庫，而是與書面語語料庫相對而言的概念，本文旨在構建的語音語料庫則是與文本語料庫相對。學界比較重視口語語料庫建設，以語音形式呈現的語料庫仍在少數，與“洋腔洋調”有關的語料庫更是空白。綜上，傳統漢語語料庫建設多集中於以文本為主的書面語語料，涉及大規模口語、語音的語料庫則較少，專門面向“洋腔洋調”的語音語料庫建設研究，就更為稀缺。

傳統語料庫建設特點突出，其設計、構建與分發均遵循系統規範流程。王瑋與張勁松（2019）、章森等人（2010）、孫金城等人（1991）、薑嵐等人（2007）、肖毅與李治柱（2002）李愛軍、王天慶、殷治綱（2003）、普園媛等人（2003）、任國鳳等人（2018）等工作表明傳統語料庫建設大體流程為：前期準備、語料收集、語料標注和語料分發四個階段。即，絕大多數語料庫的語音數據收集方式都是在專業錄音室或者特定環境下，用麥克風話筒等專業錄音設備進行收集。

然而，隨著科技發展，錄音設備不斷更新換代，但仍然局限於特定場合收集，與當今互聯網大數據時代下的分享與眾包模式不相匹配。此外，語料庫建設在標注方面存在以下幾個共性問題：1）語料標注內容差異大，呈現因人而異的主觀性。2）語料數據的標注僅限於文字、辭彙層面，在語法、語義等方面並沒有進行標注。3）對語篇、語體的標注較少而且標注過於簡單。4）人工標注為主，消耗大量的人力物力，標注效率低下。在人工智慧技術加持下，智能標注能有效改善語料庫標注存在的問題。最後，在語料庫的分發與檢索方面，大多數現有語料庫基本不涉及語料庫的分發問題，如田珍都，張振禮（2003）直接運用語料庫建設成果進行研究，也有部分語料庫僅局部發佈，如李愛軍，王天慶，殷治綱（2003）極具代表性的 863 語料庫。孫金城等人（1991）、王渝光，姚一斌，李竹屏，陳典紅（2004）等僅提出了分發的技術、方法、思路等。在互聯網和大數據時代，提供面向互聯網的語料檢索平臺，實現全球共用和協作，對促進漢語文化傳播，提升中國國際地位和影響力具有重大意義。

綜上，採用新思維構建洋腔洋調語音語料庫已成為發展趨勢。接下來將詳細介紹文本提出的洋腔洋調語音語料庫建設方案及其創新要點。

1. 相關概念界定

本文提出的洋腔洋調語音語料庫創建思路受到眾包思維的影響，同時也運用了智能標注技術。Alraimi, Hangjung Zo 與 Ciganek (2015)) 提出了遊戲化眾包概念，李紅慧、朱珂、李東閣、張焱娜、薑雪珂（2020）把遊戲化眾包作為單獨概念進行闡述，故本文對遊戲化眾包和智能標注所涉及的概念進行匯總解釋。

1.1. 眾包 (Crowdsourcing)

眾包指的是一個公司或機構把過去由員工執行的工作任務，以自由自願的形式外包給非特定的（而且通常是大型的）大眾志願者的做法。同時，眾包被視為一種在線的、分佈式解決問題的方法，基於網絡將問題和任務轉化為解決方案（Morschheuser, Hamari, Koivisto & Maedche, 2017）。陳英奇，趙宇翔，朱慶華（2018）認為眾包模式一般包括三個主體：發

包方、平臺與接包方。發包方發佈任務，平臺作為任務的載體，將發包方與接包方連接起來，對任務進一步設計與明確，接包方接受並完成任務，最終集結群體智慧解決問題。

1.2. 遊戲化眾包 (Game Crowdsourcing)

在眾包平臺的早期發展中，任務設計往往比較單一，缺乏趣味性，用戶參與的黏度和持久性都不甚理想，許多眾包平臺進而通過加入多樣的遊戲化設計來解決這一問題。Yuxiang Zhao 和 Qinghua Zhu.(2014)在眾包中使用遊戲化策略進行激勵，證明了遊戲化對眾包任務激勵的有效性。Alraimi et al. (等人) 提出可以利用遊戲化眾包解決電子設計教育中的問題，通過眾包任務收集問題解決方案，促進學習者在解決任務過程中發揮創造性思維，利用遊戲化鼓勵學習者積極參與探索，激發參與動機。

1.3. 智能標注 (Intelligent annotation)

智能標注迄今為止並未有明確的定義，但顧名思義智能標注是指開發者利用 AI 技術，對資源進行關鍵要素標記，使計算機識別資源並抽取資源關鍵要素信息，從而達到對信息進行自主學習的目的。傳統的標注任務一般由用戶手動完成，即直接由用戶對資源進行手動的關鍵字標注。如果在資源平臺中運用智能標注技術，只需人工做好前期訓練模型即可，這樣不僅大大減少了人力物力的消耗，也使得資源標注準確優化，利於後續精確分配。

2. 洋腔洋調語音語料庫建設方案

本文洋腔洋調語音語料庫的建設遵循語音語料庫的標準規範，同時在標準制定、收集方式、標注方式、分發方式四方面有所創新。下面為一般語音語料庫建設的共性思路（如圖 1）與洋腔洋調語音語料庫建設思路（如圖 2）的對比：

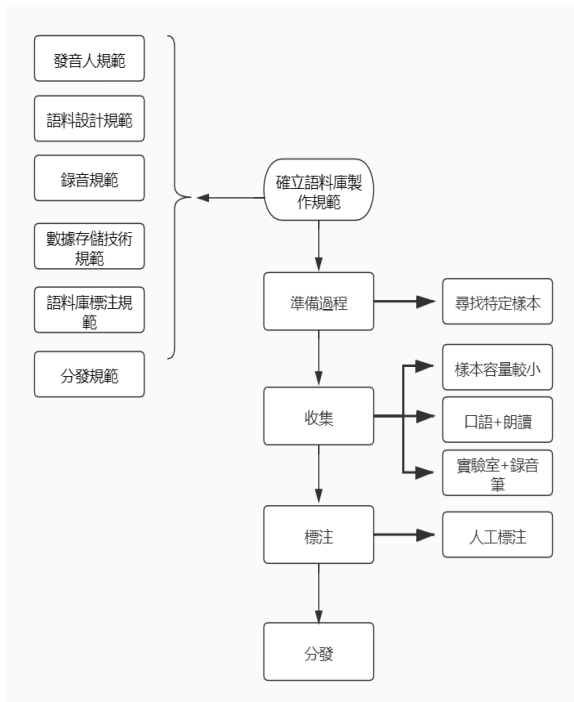


圖 3 一般語料庫構建的流程

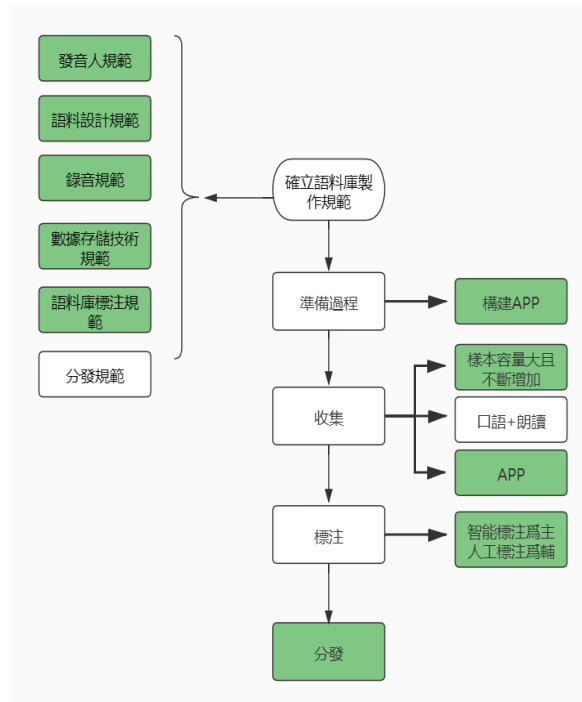


圖 4 洋腔洋調語音語料庫構建流程

不同之處對比，詳見表格

表 10 一般语音语料库与洋腔洋調語音語料庫对比

		一般語音語料庫	洋腔洋調語音語料庫
確立語料庫製作規範	發音人規範	性別、年齡、國家地區、第一語言、語言水平等基礎信息	除性別、年齡、國家地區、第一語言、語言水平等基礎資訊，還有發音人是否為華裔、語音信息主題等新設規範
	語料設計規範	單一類型（口語語音為主）	多種類型（口語語音、書面語語音）
	錄音規範	專業實驗室或錄音室，專業錄音設備	較安靜環境即可，手機、電腦麥克風均可
	數據存儲技術規範	存儲格式不一	存儲格式統一，便於上傳下載
	語料庫標注規範	僅標注少量關鍵信息	標注信息全面多維
準備過程		尋找特定樣本	研發設計 APP
語料收集	樣本容量	小，且總量基本不變	大，且總量動態增加
	收集方式	實驗室利用錄音室或錄音筆等設備人工收集	借助遊戲化眾包 APP 無感收集
標注方式		人工標注	人工標注與智能標注相結合，以智能標注為主
數據分發		數據非共用，單向存儲分發	數據共用，網頁端雙向存儲、分發數據

通過比較，可看出本文在構建語料庫時嚴格遵循程式，但在具體操作時，專案組更多地體現了互聯網時代下的語料庫構建要求。下麵將詳細說明洋腔洋調語音語料庫建設上的創新點。

2.1. 前期準備

在確立音庫製作規範上，本文創新性地提出了至少十八項、至多二十一項發音人規範。通過收集用戶的性別、年齡、所在國家地區等基本信息，對語音屬性進行基本信息的標注；同時，還包含用戶的母語/第一語言、語種、語言環境、漢語水平、HSK 水平、是否為華裔、是第幾代華裔、掌握其他外語及程度（初學或熟練）、有沒有學過漢語、自學還是規範學習等。從語音屬性看，包括文本朗讀或自由表達、內容主題（日常生活話題比如婚姻、交通、教育等）、語言要素、流利度、完整度、準確度、語調、音高等維度。

由於本語料庫語料收集是借助於 APP 進行，故 APP 內部語料依附的材料尤為重要。APP 內部分設四個板塊，按使用者說中文時是否可以看到中文文本分為兩類：有文本的是以 HSK 漢語水平考試大綱為參照的分級課文跟讀和以趣味性為主、注重語調的趣配音；無文本的是以話題場景為主的對話演練和以自由表達和演講為主要形式的小演講。

表 11 APP 內部版塊設計

APP 設計版塊	是否有標準文本
朗讀者（課文跟讀）	有
聲入其境（趣味配	有

音)

AI 有約 (主題對話)	無
開講啦 (自由演講)	無

2.2. 語料收集

語音語料收集將採用自主研發的 APP 為收集媒介，通過遊戲化的互動方式收集洋腔洋調語音語料。在數據的收集方式上，本語料庫脫離了採用專業錄音筆、在實驗室進行收集的做法，以 APP 作為收集載體，以智能手機作為錄音工具，極大地突破了時間、地域的限制，為大量採集數據提供了便利，也更有利於觀測漢語學習者在自然狀態下的語言輸出。而 APP 內置的四大板塊覆蓋的話題與語言材料較廣，能夠滿足研究者多元的研究需求。數據收集方式體現了眾包的運用，前端 APP 的運用使得海量數據的收集轉變為對於每個用戶的語音數據收集，眾人協同完成收集任務，統一彙集數據，使得原有的高投入、低回報的收集問題得以解決。

2.3. 語料標注

本語音語料庫的語音數據標注採取人工與智能相結合的方式，以智能技術支撐下的信息加工技術為主，以人工標注為輔，對於每條語音數據進行主客觀兩方面的標注。主觀方面即採集發音人信息與音頻本身的資訊；客觀方面以智能標注為主，採集詞條語音數據流利度、準確度、完整度等聲學方面信息。建設後期由計算機進行自主分類入庫，儘量減少人工的使用。總結起來，洋腔洋調語音語料庫採用本項目組自主研發的、專門針對漢語學習者洋腔洋調的語音測評標注系統，每條語音數據除了標注前期發音人的基礎信息外，還將標注包含語音流暢度、語音完整度、語音準確度以及句調大體四個維度的要素。智能標注環節優先對語料進行打分，得分過低者將不被收錄進語料庫，保證語料質量。

2.4. 語料分發

最後的分發階段，本語音語料庫將以互聯網網站的形式展現。首先，用戶打開網頁端，通過在網頁介面搜索框中輸入所需關鍵字或要素進行檢索，即可看到所需的語音數據陳列，並可根據自身研究需求對語音數據進行批量下載。此外，網頁還將開放用戶上傳介面，賦予用戶“數據供應者”身份，用戶可以“投放”數據——即嚴格按照後端系統給出的語音標注的各項標準，對用戶投放的語音數據進行要素和維度的標注，系統將自動進行嚴格的檢測和篩選，合格的語音將存放在庫中作為新的語料數據。

3. 洋腔洋調語音語料庫建設特點與創新

本文語料庫的建設沒有拘泥於傳統語料庫的建設思路，顛覆傳統語料庫構建思路，新穎獨到，數據的收集、數據的標注與數據分發均更加體現時代精神。下面將重點闡述本語音語料庫創建流程中所體現的創新點。

3.1. 前期準備環節數據品質高，分佈廣，代表性強

從語料品質方面看，語料分有無文本兩類。此外，在有文本設計版塊，本語料庫著重使用當下的主流教材作為文本數據支撐，教材與課文對於培養學生語感、牢固掌握口語技能有著基礎性作用，是多數漢語學習者的首選。而就文本而言，具有固定性，同一文本的大量數據有利於研究者研究不同的口語表現，也有利於在實驗語音學中有針對性地進行語音模型的訓練。本項目計畫收錄高校採用、受眾廣泛、國內外具有影響力的教材。洋腔洋調語音語料庫前期數據收集主要面向華僑大學的境外生，因而將該校正在使用的《發展漢語》教材進行

重點錄入，並根據已經收集到的系列數據增加賈益民主編的《中文》教材以及《HSK 標準教程》等。在無固定文本的版塊設計部分，本語料庫採取受學界較為認可的“話題”分類法，將內容總體按照蘇新春（2011）提出的五大類 52 小類的話題分析模板，如表格 3 話題大類表：

表 12 話題大類表

序號	一級類中文名	一級類英文名	簡略名
1	個人信息	Person	P
2	生活	Life	L
3	人際交往	Society	S
4	學習與工作	Study and Work	X
5	社會話題	World	W

從數據廣度方面來看，本語料庫將以華僑大學的境外生與華僑資源為依託，針對分佈於世界各地的、來自各個不同國家的漢語學習者進行語音收集，建立洋腔洋調語音語料庫。且目前專案組已有來自英國、加拿大以及東南亞等國的 120 小時的數據，能集中展現不同母語的漢語學習者的群體面貌。從數據深度方面看，語音數據信息完備、加工獨特。系統對收集到的每一條語音數據進行多維度標注，涵蓋用戶基本信息以及語音屬性如流暢度、完整度等。即借助洋腔洋調語音測評系統對語料進行加工，將用戶純語音數據，即生語料，深度加工為熟語料，即標注數據，最終提供生、熟兩種語料。

3.2. 語料收集環節採取眾包模式，高效無感化收集

本文設計的 APP 方式收集實質上是互聯網時代下眾包思維的具體表現，眾包模式與語音語料庫構建流程的融合，充分發揮群體智慧，提高洋腔洋調語音語料庫構建效率。本語料庫依據的語料收集 APP 利用遊戲化策略激發被收集者的參與動機，提升整體過程的趣味性、用戶黏度和持久性，促使學習者在解決任務過程中發揮創造性思維。無感化自然輸出語音數據的收集使得數據更加真實，可用性強。

3.3. 語料標注環節的數據標注方式多樣，智能標注與人工標注結合

區別於傳統語料庫的標注，洋腔洋調語音語料庫對於每條語音數據提供主客觀多維度標注，使得數據需求者能夠從數據多元標注信息裏找到各自所需的數據資料。同時，詳盡多維的標注有利於語料庫使用者對於所需數據資料的精確檢索，有利於其獲得可視化的數據分析報告。在數據的標注方式上，語料庫數據智能標注的實現是基於項目組研發構建的獨有的洋腔洋調測評系統，區別於現今市面上通行的普通話測評模型，洋腔洋調測評系統的構建立足將漢語作為外語或第二語言的學習者的語音規律，與傳統的立足於母語或第一語音是漢語的本族者的語音規律有本質上的不同，因而對洋腔洋調語音的識別和標注更具針對性。

3.4. 語料分發環節提供多層次多角色的洋腔洋調語音數據服務，意義多面，雙向互補

在語料分發平臺的呈現上，洋腔洋調語音語料庫實現針對每一個特徵的精確搜索與具有同類特徵的數據的批量下載。語料庫最終呈現的介面友好，使用便捷高效。介面主體分為兩部分，包括語音素材錄入板塊和用戶查詢板塊。前者可供用戶按照已有標準自主上傳，實現對語料庫的不斷更新；後者使用戶按要素檢索，快速搜集到所需資源。用戶既是數據資源的需求方，也是數據的供應方。就滿足用戶需求而言，本文構建的語料庫將立足每條語音數據的不同維度推出個性化檢索；推出可視化交互介面，便於用戶直觀把握平臺資源的分佈情況（如收錄哪個國籍的數據最多）、不同用戶的檢索動向（如某個詞條的搜索頻率）。就平

臺的集成性與動態發展性而言，則可調動用戶的能動性，為他們賦予“數據供應者”的角色，鼓勵他們分享自己擁有的語音數據，按分類標準上傳，促進語料庫的動態更新。

另一方面，該過程對使用 APP 的用戶也具有獨特意義。在使用過程中，用戶能夠選擇特色各異的練習模式，進行多維度的口語練習，並通過洋腔洋調語音測評系統自動生成的分數和反饋報告發現自身在口語方面的優勢特色以及存在的不足和問題。其能夠滿足漢語學習者多元的漢語學習需求，從而提升漢語學習者口語、發音方面的能力和水平。由此，用戶和開發者之間並非後者對前者的單方面索取，而是雙向的、互利互益的良性關係。

4. 洋腔洋調語音語料庫系統的應用展望

本文構建的洋腔洋調語音語料庫，本質上是一個以漢語作為第二語言或目的語的漢語學習者語音語料庫，通過遊戲化眾包 APP 的交互方式獲取語料，實現無感化自動收集。本文提出的洋腔洋調語音語料庫方案適用於當今互聯網模式，同時運用人工智慧技術以及自主研發的測評系統對收集到的語音數據進行深度標注。建成後的洋腔洋調語料庫提供多維彈性檢索，大量的語料經過量化分析後的結果可服務於漢語教師的語音教學實踐以及語言學中的漢語語音領域研究。從我國對外漢語教學研究角度看，語料庫的開發研製將有助於推動量化研究的發展，深化第二語言教學研究中“數據驅動”這一原則，使教師和研究者能把經驗直覺與語料庫量化檢驗分析結合起來，得出更為客觀、全面、系統的研究結果，真正體現對外漢語教學的科學性和技術性。語音語料庫的收集和分發過程也推動了漢語國際教育專業的動態前進和變革，對於以往漢語國際教育在語音教學上的方式和思維進行了創新，使語音教學實踐從傳統課堂下的“教師本位”逐漸過渡到以互聯網技術為依託的“學生本位”。

5. 結語

結合文獻綜述與本文對語料庫、語料庫平臺的調研，不難發現，國內漢語學習者語音語料庫仍然比較缺乏，且已有的平臺存在著各種問題，如語音收集過程太繁瑣、標注不到位、介面呈現不夠簡潔、沒有充分對接漢語習得研究者需求等問題。本文所建立的洋腔洋調語音語料庫很好地彌補了“音頻庫+漢語習得語料庫”的不足，同時使語音收集與標注更為智能化、精細化、海量化。

“洋腔洋調語音語料庫”價值表現在：（1）從觀察大規模的洋腔洋調語音材料入手，全面分析併發現其系統規律，為我國對外漢語口語教學和口語語音測試提供大量的真實的第一手數據；（2）語料庫的建立和開發將為各種標準化漢語口語測試和口語評分提供堅實的依據，同時，語料庫後端對於語料進行的科學標注可為題項命題和題項測評提供客觀數據，這將有助於提高題項的結構效度和評分信度，便於更好地設計和調整口語測試的形式和內容；（3）用互聯網、人工智慧等先進技術手段與我國對外漢語教學研究接軌並達到同步發展的水準。利用 APP 交互手段進行前端收集以及智能標注系統的後端數據標注處理，適應了網路時代下信息處理的趨勢，能夠為規模化、海量化的數據發展和科學研究帶來支持。同時結合對外漢語教學實際，利用語料庫科學便捷地集成資源和先進的技術手段，開展面向洋腔洋調的研究。本文研究填補了對外漢語語音語料庫研究方面的空白，成為對外漢語口語教學研究、口語中介語研究、口語語音測試研究的寶貴資源。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

基金項目：華僑大學“華僑華人研究”專項經費資助一般項目（項目編號：HQHRYB2019-01）；

中央高校基本科研業務費自主項目□華僑大學統戰工作研究專項課題（項目編號 TZYB-202005）；

華僑大學“海外華文教育與中華文化傳播協同創新中心”項目（項目編號：HJY201901）

參考文獻

- 王渝光、姚一斌、李竹屏、陳典紅（2004）。普通話水準測試等級標準的聲學研究和數據庫建設。國家語言文字工作委員會普通話培訓測試中心。第二屆全國普通話水平測試學術研討會論文集，17，471-487。
- 王瑋、張勁松（2019）。漢語仲介語語音庫的文本設計。世界漢語教學，33(01):104-116。
- 田珍都，張振禮（2003）。基於數據庫的新詞語中的方言詞語研究。煙臺教育學院學報，1，35-40。
- 任國鳳、張雪英、李東、閔建政（2018）。普通話雙模態情感語音數據庫的設計與評價。現代電子技術，14，182-186。
- 李愛軍、王天慶、殷治綱（2003）。863 語音識別語音語料庫 RASC863--四大方言普通話語音庫。全國人機語音通訊學術會議。中國中文信息學會，4，43-46。
- 肖毅、李治柱（2002）中文普通話電話語音數據庫的研製。計算機工程，8，204-205+231。
- 孫金城、陳希清、李昌立、莫福源、倪宏、李彤（1991）。漢語普通話語音數據庫，聲學學報，6，466-471。
- 孫金城、陳希清、李昌立、莫福源、倪宏、李彤（1991）。漢語普通話語音數據庫。聲學學報，6。
- 陳英奇、趙宇翔、朱慶華（2018）。科研眾包視角下公眾科學項目的任務匹配模型研究。圖書情報知識，3，4-15。
- 徐煒翰、趙宇翔、劉周穎（2018）。面向眾包平臺的遊戲化框架設計及元素探索。圖書情報知識，3，4+26-34。
- 章森、劉磊、刁麓弘（2010）。基於數據庫的新詞語中的方言詞語研究，第九屆中國語音學學術會議論文集，673-678。
- 普園媛、楊鑒、尉洪、楊惠娟（2003）。一個面向語音識別的雲南民族口音普通話語音數據庫。計算機工程，17，87-89。
- 薑嵐、張紹麒、王濤、張洪沼、張傳冬（2007）。普通話水平測試電子語音語料庫的開發與建設，中國計算技術與語言問題研究——第七屆中文信息處理國際會議論文集，681-684。
- 蘇新春、唐師瑤、周娟、王玉剛（2011）。話題分析模塊及七套海外漢語教材的話題分析。江西科技師範學院學報，6，58-65。
- Alraimi, K. M., Zo, H., & Ciganek, A. P. (2015). *Understanding the MOOCs continuance: The role of openness and reputation*. Computers & Education, 80, 28-38.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.006>

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Morschheuser, B., Hamari, J., Koivisto, J., & Maedche, A. (2017). *Gamified crowdsourcing: Conceptualization, literature review, and future agenda*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 106, 26-43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.04.005>
- Zhao, Y., & Zhu, Q. (2014). *Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction*. *Information Systems Frontiers*, 16(3), 417-434. doi:10.1007/s10796-012-9350-4
- Morschheuser, B., Hamari, J., Koivisto, J., & Maedche, A. (2017). *Gamified crowdsourcing: Conceptualization, literature review, and future agenda*. *International Journal of Human-Computer Studies*, 106, 26-43. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2017.04.005>
- Zhao, Y., & Zhu, Q. (2014). *Evaluation on crowdsourcing research: Current status and future direction*. *Information Systems Frontiers*, 16(3), 417-434. doi:10.1007/s10796-012-9350-4

基于中美教材对比研究的小学数学“克与千克”知识建构教学实践

The Teaching Practice of the Knowledge Building Based on the “gram and kilogram” of

Chinese and American Textbooks Comparison

孙伟玲¹，何张意^{2*}，咎秀华³

¹²³ 深圳市龙华区松和小学

* 434580359@qq.com

【摘要】 本研究选取了小学数学中国北师大版、美国 Harcourt 版教材关于质量单位的内容进行比较研究，并以“克与千克”为例，进行知识建构教学方面的实践探索，以期为一线教学工作者提供行为参考和实践参照。

【关键词】 教材比较；知识建构；“克与千克”

***Abstract:** This comparative study selects contents of mass unit from primary school mathematics textbooks published by Beijing Normal University Press and the American Harcourt respectively. Taking the topic “gram and kilogram” as an example, it empirically explores the pedagogy of knowledge building and aims to provide practitioners with behavioural guidelines and practical implications.*

Keywords: textbook comparison, knowledge building, gram and kilogram

1. 前言

本文将选取小学数学中国北师大版、美国 Harcourt 版教材关于质量单位的内容进行比较研究，并进行知识建构教学实践的探索，力求与国际发展趋向一致。

2. 概念界定

知识建构（Knowledge Building）：由加拿大学者 Scardamalia 和 Bereiter 提出，尝试基于 12 条原则，以最基础的方式重塑教育，还原知识生成的过程。

3. 学情分析

“克与千克”在教学中普遍存在（1）难以形成质量观念；（2）只能肌肉体验感知；（3）使用不普及；（4）对秤接触较少；（5）难以间接推理等亟待解决的问题。

4. 教材比较

为了更好地开展教学，我们对中美小学数学教材中“克与千克”进行了比较研究：

4.1. 质量单位概念的建立

北师大版教材集中编排在三年级学习，明确给出参照物，并总结直观经验。Harcourt 教材混合编排在各年级，由浅入深，呈现不同的素材。

4.2. 质量单位概念的理解

北师大版教材安排学生找物体掂一掂、估一估、称一称，尽管学习模型简单，但是学生对质量单位概念理解是比较深刻的。Harcourt 教材帮助学生在不同年龄阶段逐步建立质量单位的概念、解决实际问题，感受数学知识与现实生活问题的密切联系。

4.3. 关注的焦点

北师大版教材注意引导学生通过观察、操作、推算等活动初步建立相关质量单位的观念，整体性、逻辑性强，聚焦基本知识、基本技能的培养。Harcourt 教材以实际问题的情景探究和问题串为载体，螺旋上升，聚焦知识系统拓展。

表 1 中美小学数学教材关于质量单位的比较研究

教材	北师大版	美国Harcourt版
内容呈现方式	动手操作探究、联系实际选择合适的单位、日常推理（或逻辑推理）	
内容编排	一年级	课时数：1 ● 跷跷板 说一说 掂一掂 称一称，说一说 圈一圈 练一练 课时数：3 ● 用非标准单位和标准单位测量 ● 认识磅 ● 克与千克的初步认识 例题：一本书约重1千克，一个回形针约重1克 要求：会判断便签纸、直尺、铅笔用“克”还是“千克”做单位 日常推理：方法总结为直观感知测量比较重的物品用“千克”作单位，而轻的物品用“克”作单位。
	二年级	课时数：3 ● 先估测，再用非标准单位和标准单位测量 ● 认识盎司和磅 日常推理：思考大的物体就比较重吗？ ● 进一步学习克和千克 逻辑推理：思考一只幼猫重5千克，一只成年猫可能多重？100千克还是12千克？
	三年级	课时数：2 ● 有多重 1千克有多重？ 称一称，掂一掂1克有多重？ 称一称，掂一掂10克有多重？ 生活中还有哪些物体重1千克？1千克=1000克 找一些物品再掂一掂，估计一下有多重，再称一称。 ● 1吨有多重 认一认，说一说，1吨大约有多重？ 1吨=1000千克 看一看，说一说，生活中在哪里见到过吨？填上合适的单位（克、千克、吨） 课时数：3 ● 依据“10个回形针约重10克”找到教室里大约重10克、25克、1千克的物品 ● 动手操作简易天平，体会物品的质量。 ● 1000克=1千克 换算回答：“5千克的猫是多少克？”会选择合适的单位
	四年级	课时数：2 ● 16盎司=1磅 2000磅=1吨 ● 对千克和克进行相对抽象的认识 进一步教学用乘1000或除以1000的方法进行单位换算
	五年级	解决问题
	六年级	解决问题

通过教材的比较研究发现，两者均从称东西引入，着重解决学生对质量单位的认知困难；其次，均注重先估计、再测量，遵循学生认知规律的发展顺序；再次，均给予日常推理题，注重质量单位在实际生活中的应用。Harcourt 教材教学理念丰富开放，值得我们借鉴和学习。

5. 知识建构教学实践

5.1. 回顾导入

师：同学们，我们一起回顾“克与千克”为主题的学习历程吧。

5.2. 小组分享

5.2.1. 重量单位的学习

生 A1：超市粮油区的大米、面粉、食用油都是以千克为单位的。我先拎了一袋 10 千克的大米，啊！好沉呀，我几乎是拖着它才走了几步。5 千克的大米，感觉比 10 千克轻一些。

生 A2：以克为单位的物品真是特别多，有牙膏、麦片、巧克力等等，但这些带了克的数字前面都写着“净含量”三个字，这是什么意思呢？原来净含量 200 克，是指饼干的重量是 200 克，如果加上袋子，会比 200 克重一点点。

生 A3：我们还发现饮料是用升或毫升作单位，有时候会用英文字母 L 或 ML 来表示。爸爸妈妈说这是容积单位，要到五年级才会学到。

【评析】：“10 千克好沉”、“5 千克轻一些”的亲身感受加深了学生对质量的体验，而“净含量”、“升或毫升”的发现更新了观点的认知，体现了时刻反思、改进认知的原则。

5.2.2. 克和千克是怎么产生的？

生 B1：我们去市场，准备买 2 斤肉。老板把肉放在电子秤上时，我看见称秤的屏幕上显示了 1000 的红色数字，觉得特别奇怪，明明买 2 斤肉，怎么会称出 1000 呢，这样称得对吗？

生 B2：爸爸说，2 斤就是 1 公斤，这儿的 1000 克就是 1 公斤的意思，2 斤就是 1 千克。

生 B3：这就更奇怪了，2 斤就是 2 斤，为什么偏要说成 1 千克呢？原来 2 斤是中国的叫法。为了便于交流，世界上的各个国家统一把我们中国的 2 斤这么重叫做 1 千克。

师：市制单位公斤和斤都是千克的好朋友，那你们知道“1 斤”等于多少克吗？500 克

【评析】：该小组通过讨论，理清“斤”、“公斤”、“克”、“千克”之间的区别与联系，了解统一单位的重要性，体现了讨论投入、联系现实的原则。

5.2.3. 克与千克的作用

师：看来克和千克都很重要，可是有一天，他们却为了“谁更重要”这个话题吵了起来。

数学童话故事——《克与千克的争吵》

从前，数学王国有一条街名字叫重量街，这条街上住着许多重量单位，有吨、斤、克和千克……其中，克和千克是两姐妹。

有一天，克和千克突然吵了起来，千克姐姐生气地对克妹妹说：“瞧你这个小不点，1000 个加起来才和我一样重，每次我们去称物体时，总是我出力多，太不公平了！”克妹妹也不甘示弱：“千克姐姐，你可不能小看我，我虽然小了点，但也有我的本领呀。”千克姐姐听了非常生气：“平时我出力多，不跟你计较，你还敢和我争本老大，那就比一比吧。”

于是千克姐姐拉着克妹妹来到粮油市场，轻轻松松就拎起了一袋 15 千克的大米，可是轮到克妹妹来拎，她使出了浑身解数也拎不起来。千克姐姐得意忘形地说：“哈哈，小东西，拿不动了吧，我劝你还是早早认输吧。”

克妹妹很不服气，她灵机一动，不慌不忙地说：“我们再来比一次。”于是她把千克姐姐带到菜市场，拿起一枚鸡蛋，很快就称出了它的重量是 50 克，而千克姐姐左称右称，折腾了好长时间也称不出来，克妹妹嘲笑说：“别以为就你行，我的作用也很大！”

她们俩谁也不服谁，吵得更厉害了。最后请来智慧爷爷做裁判。

智慧爷爷严肃地说：“我们来做个实验，你们俩到人类的生活中去，把你们的位置相互交换，看看会发生什么。”“千克”想起了刚才市场的鸡蛋，就把它换成了 50 千克，“克”看见一个小宝宝是 5 千克重，于是把 5 千克换成了 5 克。顿时秩序大乱，一个小朋友叫起来：“妈妈，我拿不起鸡蛋，快来帮帮我。”一个妈妈哭喊着：“谁来救救我的孩子，他被风吹走了！”看着这混乱的场面，“克”和“千克”羞愧地低下了头。

智慧爷爷语重心长地对它们说：“每个重量单位都有自己独特的才能和位置，称重的物体要用到‘千克’做单位，称轻的物体就要用‘克’做单位，谁也不能代替谁。你们应该同心协力，互相帮助，让人类的世界更有秩序、更美好。”

从此，“克”和“千克”再也不比试了，她们成了一对好姐妹，和睦相处。

图 1 《克与千克的争吵》童话剧剧本

5.2.4 生活中的克与千克

5.2.4.1. 药方上有“g”

生 D1：奶奶经常去中医院开中药吃，医生都把药材放在一个很小的秤上称。我很好奇他们怎么知道每种药材需要多少呢？奶奶笑着说：“药方上写着呀。”我拿过药方瞧了瞧，上面的药名许多我都不认识，但有一个字母我很熟悉，那就是“g”。

生 D2：这个字母“g”是什么意思呢？

生 D1：奶奶告诉我，这个“g”指的就是“克”。每种药都是以克为重量单位，几克都有数量的准确描述。奶奶叮嘱说：“药能治病，但用错了分量就会伤身，所以一丝一毫都不能出错，医生在药方上写的准确数量，药房阿姨的准确称量都很重要。”

生 D2：真有趣，药方上也找到的“克”。

5.2.4.2. 体重里找“kg”

生 E1：我本来想和妈妈一起外出寻找“克与千克”，但是妈妈笑着说家里就有现成的。她拿出相册，指着自己怀孕时称重的照片对我说：“当你还在妈妈的肚子里时，妈妈就站在

体重称上称重量，每天记录你的成长过程。”又翻出我出生时的照片告诉我，我出生的重量是 3.7kg，到一周岁时 7.5kg。我问妈妈“kg”是什么意思？妈妈告诉我 kg 就是我们常说的“千克”。那我有多重呢？我站在体重秤，哇，有 26kg，也就是 52 斤，妈妈说我是个健康的小姑娘啦！

【评析】：无论是药方里还是在体重里寻找到的“g 和 kg”，“小小的克也不能出错”，“体重伴随和记录着每个人的成长”的独特体验，体现了知识建构、无处不透的原则。

5.2.5. 克与千克的关系

生 F1：1 千克是不是等于 1000 克？我带了 2 包 500 克的盐，500 克和 500 克合起来就是 1000 克，是不是 1 千克？

生 F2：我们把 2 包盐放在盘秤上，仔细观察指针，指针指向数字 1，这个盘秤标着的单位是 kg，原来 2 包 500 克的盐真的是 1 千克。

生 F1：1(停顿)千克=1000(停顿)克，这样就可以区分 1 千和 1000 以及它们的关系。

【评析】具体的实验操作切实感受克与千克的关系，体现了善用权威、助己发挥的原则。

5.2.6. 秤的种类及用途

生 G1：相传范蠡经商时发现，人们市场买卖都是用眼估堆，难以公平交易，便产生了创造一种测定货物重量的工具的想法。经过一番研究，便有了统一计量的工具——秤。

生 G2：秤的种类繁多，你看，这是弹簧秤，用较来称重量轻的物品，家庭必备。

生 G1：我在超市买东西，售货阿姨把我选好的东西放在一个奇怪的机器上，它红色的眼睛不停地闪动，最后停下啦，你猜，这是什么东西？这就是电子秤，比弹簧秤准确多啦。

生 G2：可是，在比较小的食品店里，却是用盘秤来称食品。如果在粮店、菜店或食堂里，要称米、面、大白菜等更加重的物品，就得用到我们的磅秤啦。

生 G1：而天平啦，长得像个跷跷板，用来称量精确物品。它的用法是“左物右码”，左边放物品，右边放砝码。秤的种类繁多，根据不同的场合、需求，我们就要选择不同的秤。

5.3. 估量活动

5.3.1. “一抓准”——张秉贵

师：北京有个很有名的售货员，叫张秉贵，人称“一抓准”。只要你说出个数据来，这个买糖果的叔叔随手一抓，一定能抓出准确的重量来，分毫不差，因此得了“一抓准”美名。想知道为什么吗？原来，经过长期的抓、掂、估、比，他练就了随手抓出准确重量的本领。

5.3.2. 我的小手变成秤

师：你们也想拥有这样一只神奇的手吗？让我们进入活动——我的小手变成秤。

活动要求：

①小组成员轮流掂1千克的面；

②从水果篮里取出1千克的水果装进塑料袋，看哪个小组最准确；

③从塑料袋中拿出一个物水果，估计有几克重，看哪个小组最准确。

教师注意引导学生用 1 千克的面作为标准，通过左手拿面粉，右手拿物品进行掂、估、比，并用同屏技术投影，比赛看哪个小组抓得最准。

【评析】：学生在操作中体验，在体验中感悟，对克和千克的质量观念越来越清晰、深刻，体现了追求知识、自主自力的原则。

5.4. 资源分享

师：同学们，知识的容量无限，课堂的时间有限。课后，让我们走进生活尽情地探究吧！

6. 展望与反思

本教学实践，从中美教材比较研究出发，进行知识建构的探索，致力发现于学生观点的产生、联结、改进、升华。接下来将以此为经验，借助知识论坛 KF 平台，更好地研究知识建构过程中“观点改进”的发展轨迹。

参考文献

- 刘欣（2018）。中新两国小学数学教材中“图形的面积”的比较研究。硕士学位论文，扬州大学，扬州。
- 薛增灿和张义兵（2020）。国际视域下的知识建构研究:现状与新趋势。**数字教育**，(03)，9-15。
- 徐海燕（2019）。知识论坛(KF)平台在物理师范专业实验课程中的应用研究。硕士学位论文，华中师范大学，武汉。
- 顾梦亚和刘晓萍（2016）。“认识千克”教学实录与评析。**小学数学教育**，(Z2)，10-13。

谈“何”容易

——浅谈小学数学几何图形概念教学有效策略

The Effective Strategies of Geometry Concept Teaching in Elementary School Mathematics

孙伟玲¹，刘秀芬^{2*}，林嵘漫³

¹²³ 深圳市龙华区松和小学

* 434580359@qq.com

【摘要】 针对目前小学几何图形概念教学中“淡化形成过程”、“羽化区别联系”、“弱化灵活应用”等亟待解决的问题，笔者结合日常教学，尝试提出“充分感知”、“思想引领”、“建构导图”一些教学策略，以期让概念变得有“形”、探究变得有“法”、思维变得有“序”。

【关键词】 小学数学；几何图形概念教学，有效策略

Abstract: One of the main problem-solving strategies in Grade One mathematics is calculation based on picture observation. These kinds of picture-based and integrated picture-and-word strategies seem easy, but difficulties of learning tend to occur. The author emphasises the importance of picture-based calculation, which would consolidate students' knowledge and understanding of picture observation, description, and comparison in order to develop their ability to notice and raise questions as well as their capability of analysing and solving p

Keywords: picture-based calculation, picture observation, picture description, calculation, picture comparison

1. 前言

几何图形概念主要涉及现实世界中的物体、几何体、平面图形的形状、大小、位置关系及变换，是小学数学学习的重中之重。然而笔者发现，目前在小学几何图形概念教学中，普遍存在以下亟待解决的问题：第一，淡化概念的形成过程，只能死记硬背法则、定义。第二，羽化概念的区别联系，导致概念孤立分散、不成系统，未能形成良好的认知结构。第三，弱化概念的灵活应用，不能举一反三、有效解决现实问题。

针对以上现状，笔者认为学生对几何图形概念的认知，应以过程为突破口，以操作为支撑点，内化和压缩所获取的信息，最终使概念达到实体化、结构化、整体化。

2. 教学策略

2.1. 充分感知，让概念变得有“形”

法国著名数学教育家 G. 绍盖认为：“一堆没有亲身体验或视觉形象所支持的概念、定义不能开发智力，只能关闭思路。”因此，形成概念的首要条件是使学生获得十分丰富的合于实际的感觉材料。

案例 1：手起刀落，切出概念

五年级下册《长方体的认识》上课伊始,教师为每组学生准备了萝卜和刀子,让学生动手切长方体。先将萝卜切成两半,取其中的一半,用于摸一摸切开的面——体会面;然后沿着和这个面垂直的方向再切一刀,切出两个面,用手摸一摸两个相交的边——这就是棱;最后沿着和第一、二刀垂直的方向再切一刀,切出了三条棱,用手摸一摸三条棱相交的点——这就是顶点……最终切出整个长方体。

本课例中教师通过多种方面刺激学生的手、脑、眼、耳等多种感官,让学生接受到生动丰满的几何图形概念。学生在切一切、看一看、摸一摸、数一数等活动操作后,不仅逐渐发现了长方体“面”的特征(面的形状、大小、数量),棱的特征(数量长短)和顶点的特征(数量),更是深入理解面、棱、顶点之间的区别和联系。由此可见,只有在数学探究时关注学生的研究体验,才能使得几何图形概念教学的生活味和数学味相得益彰,经验性与演绎性各得其所,同时使得概念的理解和空间概念的建立水到渠成。

针对以上现状,笔者认为学生对几何图形概念的认知,应以过程为突破口,以操作为支撑点,内化和压缩所获取的信息,最终使概念达到实体化、结构化、整体化。

2.2. 思想引领,让探究变得有“法”

我们不仅要关注数学知识内容和知识结构的生成,更要重视数学思想方法发生和凸显的过程。因此在教学方式上,不能只停留在以“告诉”为主,让学生“占有”新概念,将学生置于被动接受的地位。我们可以为学生创设一些问题情境,让他们也像数学家那样去“想数学”,经历一遍再发现、再创新的过程,使之经历观察、分析、类比、猜想、归纳、概括、推演等思维活动,体验几何图形概念的建立过程,从而领悟数学思想,掌握数学方法,培养数学能力。

案例2:以旧引新,转化问题

一般老师在教学《三角形内角和》一课总会通过剪一剪,折一折、拼一拼、量一量等方法进行探究。然而,在一次全区的研讨课上,有位教师却别出心裁,用创新的方法,解决了传统教学方法中致命的弱点——误差问题。

在学生通过展示、汇报、质疑、辨析,探究得出“直角三角形的内角和等于 180° ”后,老师指着板书微笑着说:“通过剪拼、折拼、度量用三种方法,我们已经知道了直角三角形的内角和等于 180° ,但是”她突然话锋一转,提了一个发人深思的问题:“这三种都存在误差,你有没有其他更科学的验证方法来探究出锐角三角形、钝角三角形的内角和?”

一石激起千层浪,同学们和听课老师面面相觑,鸦雀无声。上课老师微笑着指了指刚刚的板书说:“想一想,我们能否利用直角三角形来推导锐角三角形、钝角三角形的内角和?小组讨论一下。”学生开始窃窃私语。

过了一会,有学生开始喊道:“画辅助线!”老师不解地问:“为什么要画辅助线呢?”孩子得意地说:“因为画辅助线可以把其他的两种三角形都变成直角三角形。”在老师的鼓励下,孩子走上了讲台,做了板演,为了方便研究,他还给各个角做了标记。全班的同学目不转睛地盯着图,慢慢地,仿佛顿悟了,有的孩子已经开始在草稿纸上尝试新的方法……

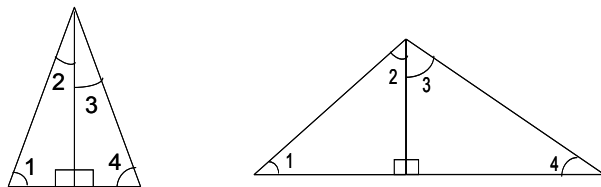


图 1 辅助线图

老师请了一个小组来做汇报，孩子说：“因为，直角三角形的内角和等于 180° ，所以两个直角三角形的内角和加起来 $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$ ，而里面有两个直角，所以 $\angle 1 + \angle 2 + \angle 3 + \angle 4 = 360^\circ - (90^\circ + 90^\circ) = 180^\circ$ ，也就是说，锐角三角形的内角和等于 180° ，用同样的方法，我们也能得出钝角三角形的内角和也等于 180° ”。

苏霍姆林斯基说：“在人的心灵深处，都有一种根深蒂固的需要，希望自己是一个发现者、研究者、探索者。” 35 案例中简简单单的一个问题“还有没有其他更科学的验证方法？”引发了一场“转化”的思想风暴。

教师充分利用了直角三角形这个好材料，用添加一条辅助线的方法，将锐角三角形摇身一变，变成两个直角三角形，再通过推导，得出结论：锐角三角形内角和等于 180° 。以上操作推理涵盖了所有锐角三角形和钝角三角形，因此，由这种“无误差”的创新方法得出“三角形内角和等于 180° ”的结论也就更具有说服力。这样的探究，让学生从数学的角度分析问题、解决问题，体验了知识发生、发展的过程，把三角形内角和的内涵和底蕴揭示得淋漓尽致。

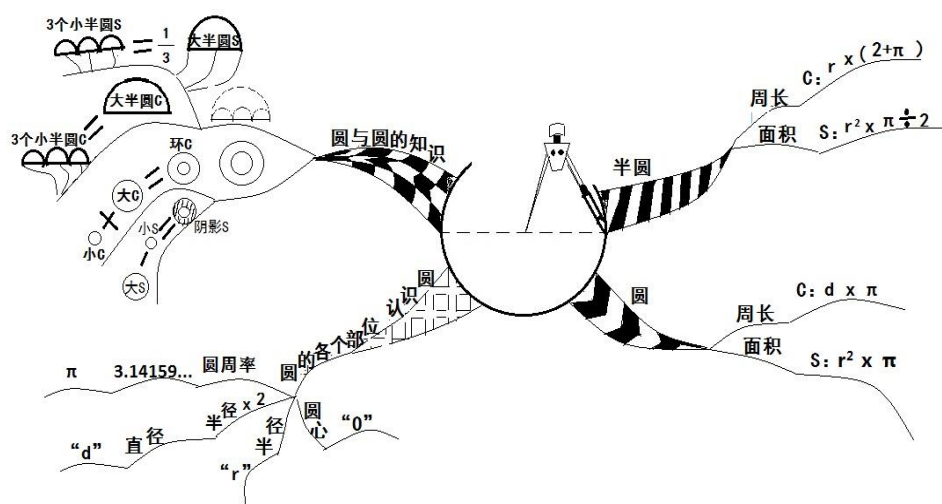
2.3. 建构导图，使思维变得有“序”

美国心理学家奥苏贝尔曾在概念学习理论中提出：概念学习是在已有认知结构的基础上进行的，新概念的建立主要依赖于认知结构中原有的适当概念，只有通过新旧概念之间发生联结，有意义学习才能完成。

针对数学教材中的几何概念分阶段陆续出现、数量较多、容易混淆等特性，只有区别比较出看似相同的知识，沟通联系看似不同的知识，才能提高概念的清晰度与区分度，构建知识网络，巩固空间观念。

案例 3：寻找连结点，退而结网

在六年级上册“圆”的单元复习中，教师先通过系统梳理，呈现这个单元学习过的主要知识，然后放手让学生通过画图或列表等方式进行自主整理、形成思维导图。下面是一位学生的精彩之作：



³ 魏松根 & 李小娟.(2018).点燃心灯,照亮未来之路——高中语文兴趣小组的激发与培育. 才智(07),59.

图2 圆的思维导图

学生以圆为中心点，以概念为主线，通过联系和比较，深刻地揭示了圆、半圆、圆环三者面积、周长之间的本质特征与内在联系，在脑海中逐步构建起完整的空间知识网络。

美国著名教育家布鲁纳曾说过：“学生获得的知识如果没有完整的结构把它联系起来，那是一种多半会被遗忘的知识。”

事实证明，只有将孤立的、片面的知识点变成知识长链中的一环，才不会容易遗忘和失散。因此，学生在学习了一定数量的概念后，应当将学过的概念进行归类整理，理清概念间的纵向与横向的联系，寻找概念之间的“连结点”，将纵多分散的知识点纵穿成线，横连成片，纵横结网，形成体系，更好地巩固和深化概念，检索、提取和运用知识，发展数学能力。

3. 小结

数学概念是数学知识的“细胞”，是学生认知的基础和进行数学思维的核心。而几何图形概念作为小学几何图形教学的基础，是学好一切几何图形知识和方法的奠基石。

教师只有贴近学生的思维起点，紧扣几何图形概念的本质，运用各种有效的教学策略，帮助学生在观察、探索、体验、实践中深入剖析、充分理解、灵活掌握，才能收到事半功倍的教学效果。

参考文献

- 丁玉华（2006）。谈学具在数学教学中的作用。**教学与管理**，(17)，50-51。
- 于晓昕（2008）。论数学形象思维能力的培养。硕士学位论文，辽宁师范大学，大连。
- 马向阳和邵汉民（2012）。浅谈小学数学几何图形概念的教学策略。**学周刊**，(08)，150-151。
- 江一楠（2019）。激活感知 催生概念——“轴对称图形”教学实践与思考。**小学教学参考**，(29)，68-69。
- 陈镜羽（2020）。论小学数学几何概念教学效率的提升策略。**读与写(教育教学刊)**，(01)，159-160+4。
- 魏松根和李小娟（2018）。点燃心灯,照亮未来之路——高中语文兴趣小组的激发与培育。**才智**，(07)，59。

深度融合 创新教学

——以小学数学北师大版“神奇的莫比乌斯带”为例

Deep integration and innovative teaching

——Take Elementary School Mathematics Beijing Normal University version "Magic Mobius Strip" as an example

孙伟玲¹，钟士红^{2*}，魏章勇³

¹²³ 深圳市龙华区松和小学

*434580359@qq.com

【摘要】 本笔者将以北师大六年级“神奇的莫比乌斯带”为例，探究在希沃白板、希沃授课助手、班级优化大师运行环境下的课堂教学，以期为一线教学工作者开展基于信息技术与学科融合的研究提供行为参考和实践参照。

【关键词】 希沃白板；希沃授课助手；班级优化大师；教学案例

Abstract: The author will take the "magic Mobius belt" in the sixth grade of Beijing Normal University as an example to explore the classroom teaching in the operating environment of Seewo whiteboard, Seewo teaching assistant, and class optimization master, hoping to develop information-based teaching for frontline teaching workers. Research on the integration of technology and disciplines provides behavioral and practical references.

Keywords: Seewo Whiteboard, Seewo Teaching Assistant, Class Optimization Master, Teaching Case

1. 前言

本教学设计为北师大版小学数学六年级上册数学好玩“神奇的莫比乌斯带”的内容。根据小学数学学科教学的实际需要，深度融合希沃白板 5“课堂活动”中的“云课件”、“分组竞争”、“判断对错”、“思维导图”、“知识胶囊”等功能；班级优化大师中的“随机抽选”、“课堂点评”、“积分光荣榜”等功能；希沃授课助手同屏技术中的“实时展台”、“上传图片”、“批注”等功能，开展实践教学。本课力求让学生通过共读绘本、思考问题、动手操作、对比探索、验证猜想等数学活动，经历认识莫比乌斯带的过程，感受其魔术般的神奇变化，进而培养创新意识及发现、分析、解决问题的能力。

2. 解锁技术 赋能教育

2.1. 挖掘信息技术优势

希沃白板作为一款专门针对信息化教学而设计的互动教学平台，生成式教学理念为核心，为老师提供云课件、学科工具、教学资源等备课授课功能，具有及时反馈、分批呈现、灵活互动、方便演示、提升效率等优势。



图1 希沃白板5与班级优化大师授课界面图

以本课为例，在课堂教学中通过所拥有的“课堂活动”、“知识胶囊”、“思维导图”、“随机抽选”、“课堂点评”等操作手段，把授课内容转变成有趣的视听要素，实现了信息技术与学科教学新的融合模式，带来了教学内容呈现方式的变化，也带来了课堂教学方式的变革。

2.2. 确定多方交互模式

课前打开希沃白板教学平台，导入“云课件”，点击“开始授课”平板或手机可实现播放PPT，上下翻页。

2.2.1. 人机交互

希沃白板的“课堂活动”导入题目，可一键生成趣味分类、选词填空、知识配对、分组竞争、判断对错等教学游戏。“查看答案”的功能为学生提供实时的反馈，深化对知识点的理解。

2.2.2. 人人交互

希沃白板的“知识胶囊”可以现场录制微课，提供回放功能，不仅有利于学生个性化复习，更有利于教师课后反思、课后评课，提炼方法，从根本上发现问题和抓住关键解决问题。“思维导图”功能有利于梳理知识脉络，重温学习历程。

希沃授课助手的同屏技术有助于教师捕捉放大学生的知识易错点、思维迷思点，提高教学效果。

班级优化大师的“随机抽选”功能实现公平公正的师生交互，“一键点评”实时反馈到家长端，进一步放大家庭校协作的有效性与实时性。

3. 融合创新 优化教学

3.1. 故事导入

微课视频：一天清晨，美丽的公主来到后花园散步，却被藏在花丛中的恐龙抓走了，只留下公主无力的两句呼救“救命，救命！”幸运的是，王子听到了公主的呼救，骑着马飞奔而来。



图 2 共读数学绘本

（设计意图：师生共读绘本，创设情境，加速学生角色的自我代入，提升探究解决问题的参与感。）

3.2. 活动操作

3.2.1. 普通纸环

第一关：在纸条上，王子一直向前走，不能掉头，也不能翻越边缘，他能找到公主吗？想一想，做一做，请用笔表示出王子的路线。

（设计意图：“首尾相接”成功尝试，让学生把“纸条”转化成“普通纸环”，为接下来探究神奇纸环奠定基础。）



图 3 制作普通纸环

3.2.2. 神奇纸环

第二关：在纸条上，王子一直向前走，不能掉头，也不能翻越边缘，他能救出公主吗？想一想，做一做，请用笔表示出王子的路线。

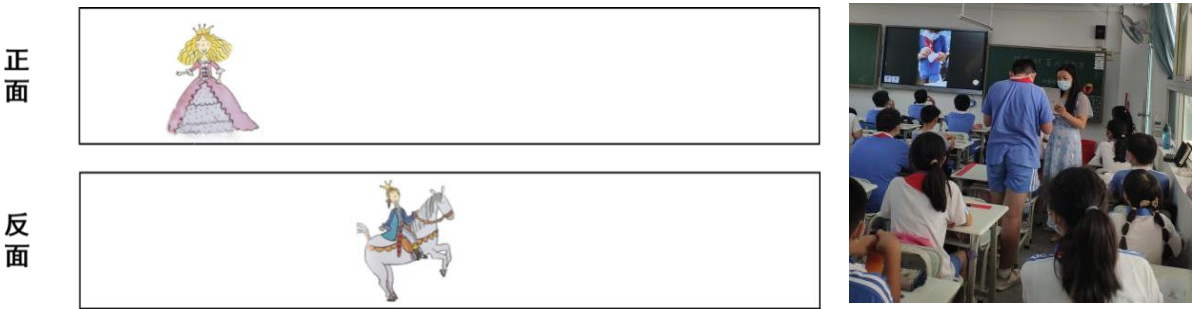


图 4 制作神奇纸环

学生动手探究，教师利用希沃授课助手的直播功能展示学生成果。
理清知识点：一端不动，另一端旋转 180°，两端粘贴起来。



圖 5 录制知识胶囊

教师根据课堂实施情况，利用“知识胶囊”录制微课，上传家长端，方便学生个性化复习。

（设计意图：从公主和王子“同在一面”到“分别在正反面”，学生在逐渐升级的游戏中，慢慢体会“神奇纸环”的特征。）

3.2.3. 对比区分

教师：神奇纸环和普通纸环有什么不同？为什么靠着它，王子就能救出纸条另一面的公主呢？

学生小组合作探究不同之处，教师利用希沃授课助手的直播功能进行展示。

捕捉学生验证画面：从神奇纸环上任意一点出发，一直往前走，从黄色部分走到红色部分，最后又回到原点。

课堂小结：普通纸环有两个面，神奇纸环只有一个面。



图 6 小组探究

（设计意图：从动手制作再到对比探索，学生在实时直播环节笔迹的对比中慢慢放大并内化“神奇纸环只有一个面”这一特征。）

3.2.4. 揭示主题

教师：这个神奇纸环就是莫比乌斯带，是大数学家莫比乌斯最早发现的。莫比乌斯带也叫莫比乌斯环或者魔圈。

小视频播放：我们喜爱的莫比乌斯爬梯，不用绕过边缘，就可以循环攀爬，尽情玩耍！好玩刺激的过山车，采用神奇的莫比乌斯环就能让乘客在铁轨的两面愉快地飞驰。可回收物标志里的莫比乌斯带，利用循环反复的几何特征，表示可循环使用的意思。与此同时，莫比乌斯带也具有一定的象征意义！中国科技馆的三叶扭结雕塑，象征科学没有国界、互相联通。2010年上海世博会湖南展馆很好地诠释天人合一、和谐自然的内涵。

3.2.5. 实验探究

师：传输带、传送带如果设计成莫比乌斯带，会有什么效果呢？下面我们利用实验器材来探究一下。



图7 传送带小实验

小结：笔迹证明莫比乌斯传送带不会只磨损一面，从而延长使用寿命。

（设计意图：小实验的探究为学生提供丰富的感官感受，从而在真实具体的生活情境中理解数学，而不是仅限于对抽象概念与知识的识记。）

3.2.6. 拓展探索

教师：请大家拿出一个普通纸环和一个莫比乌斯带，并将它们进行二等分并剪开，看看有什么发现？

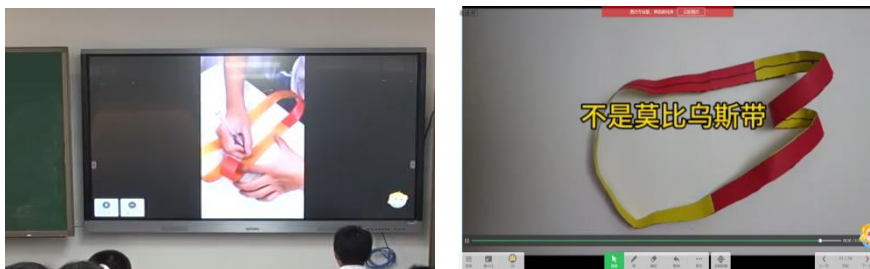


图8 猜想验证二等分

教师利用班级优化大师“随机”功能抽选小组讲解，待学生陈述完毕，教师利用“点评”功能为小组加分。

教师：普通纸环二等分剪开，得到两个普通的纸环，莫比乌斯带二等分剪开，得到一个更大的纸环。它是不是莫比乌斯带呢？一起验证猜想。

教师：通过描线，我们发现有的面没有笔迹，因此它不是莫比乌斯带。

（设计意图：从自由猜想到回忆特征再到笔迹验证，学生在严谨的探究过程中，再次把目光聚焦在莫比乌斯带的特征——只有一个面。）

3.2.7. 游戏检测

教师先利用班级优化大师的“随机”功能“抽选”两位学生进行对抗比赛，再通过希沃白板中的“课堂活动”中“分组竞争”、“判断对错”功能对知识点进行检测，激发学生的兴趣，并通过查看“答案”功能给予实时反馈。



图 9 游戏教学

(设计意图：游戏化教学，使得数学好玩在课堂中真正落地。)

3.2.8. 知识脉络

教师：同学们，我们来回顾一下，整节课，我们学到了哪些知识？一开始，我们拿到普通的纸条，保持一端不动，另一端进行旋转。旋转 0° ，两端黏贴起来就是普通的纸环，进行二等分，就是两个普通的纸环。旋转 180° ，就是莫比乌斯带，二等分后得到一个更大的纸环。神奇的莫比乌斯带还有很多有趣的特性呢，你认为还可以做哪些深入的研究？

- 生 1：莫比乌斯带有几条边？
 - 生 2：一端不动，另一端旋转 360° ，粘贴起来还是莫比乌斯带吗？
 - 生 3：把莫比乌斯带三等分、四等分剪开后会是什么样子的呢？
- 教师：这些都是值得研究的好问题，大家课后一起去探究一下吧！

课堂教学的时间是有限的，而数学探究的空间是无限的。希沃白板的“橡皮”功能擦除图片蒙层、思维导图的步步梳理，实现知识点的回顾，而问号的出现为学生后期的探究指明方向。

微课资源共享，学生进行智慧学习。



图 10 微课资源图

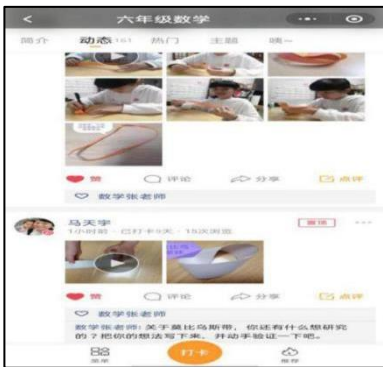


图 11 小程序“小打卡”资源

课后，微课资源的共享、以及同伴学习的互助将进一步促进信息技术在学生经历知识形成过程中的落地生花。我们坚信，信息技术与教育的深度融合，将成为未来发展的新趋势。

4. 总结

信息技术作为现代教育的一种媒体,它的诞生同样也在悄悄地影响、改变着我们的传统教育。本案例利用希沃白板 5、希沃授课助手以及班级优化大师三大软件联动教学，力求结合“移动展台”、“课堂活动”、“思维导图”、“随机抽选”、“光荣榜”等功能，通过实

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

验探究、同屏直播、系统梳理、多方交互，实现信息技术与课堂教学的融合创新。我们坚信，信息技术与教育的深度创新融合，将成为未来发展的新趋势。

参考文献

- 马慧（2018）。“互联网+”时代线上线下混合式教学模式探究。**江西电力职业技术学院学报**，**(10)**，74-75+82。
- 王英男（2018）。初中信息技术环境下教学模式和教学方法的创新。**新课程(中学)**，**(08)**，108。
- 王艳丽、程云和王锋（2016）。基于翻转课堂理念的混合式教学模式设计与实践——以《教育技术学专业英语》为例。**中国教育信息化**，**(10)**，11-15。
- 宋旭华（2016）。关于高中数学教学生活化的实践研究。硕士学位论文，河北师范大学，石家庄。
- 张非（2018）。“互联网+教育”在线开放课程开设方法研究——以“腾讯课堂”为例。**南方农机**，**(23)**，120-121。
- 邱基金（2019）。基于 STEM 理念的高中生物实验教学研究。硕士学位论文，温州大学，温州。
- 国惠（2020）。微课成就精彩美术课堂。**小学科学(教师版)**，**(03)**，35。
- 周进、安涛和韩雪婧（2018）。移动互联时代下直播教学模式构建与案例分析。**职业技术教育****(29)**，33-38。
- 梅娟（2018）。“互联网+”时代线上线下混合式教学模式探究——基于我校“马克思主义基本原理概论”教学效果的调查研究。**科教文汇(下旬刊)**，**(03)**，23-24。
- 程旺开和李囡囡（2018）。基于云班课的线上线下混合式教学模式在高职微生物学教学中的探索与实践。**微生物学通报****(04)**，927-933。

基于深圳教育云的小学数学《租船》教学实践

Review of the Practical Cases of STEAM Curriculum Based on Cultural Heritage

钟士红¹, 陈浩宇^{2*}

¹ 华中科技大学

² 广东省深圳航道事务中心

*1193419098@qq.com

【摘要】 在中国教育部的“十二五”规划和“互联网+”战略的不断升级推进之下，教育云平台有了更广阔的发展基础和应用前景。深圳教育云平台拓宽了教师备课渠道、提高教师授课效率、简化学生作业发布，满足了教师教学研究需要和学生管理需求，增强了教学过程中的互动性、便捷性和资源的丰富性。本文以北师大版二年级下册第一单元小学数学《租船》的教学为例，探讨基于教育云平台的课前准备、教学设计和教学实践。

【关键词】 教育云平台，小学数学，教学案例，课堂教学

Abstract: With the continuous upgrading and promotion of the "Twelfth Five-Year Plan" and "Internet +" strategy of the Ministry of Education of China, the education cloud platform has a broader development foundation and application prospects. The Shenzhen Education Cloud Platform broadens teachers' lesson preparation channels, improves teachers' teaching efficiency, simplifies the release of student homework, satisfies teachers' teaching research needs and student management needs, and enhances the interactivity, convenience, and richness of resources in the teaching process. This article takes the teaching of elementary school mathematics "Chartering Boats" in the first unit of the second book of the Beijing Normal University edition as an example to discuss the pre-class preparation, teaching design and teaching practice based on the education cloud platform.

Keywords: Education cloud platform, elementary school mathematics, teaching cases, classroom teaching

1. 前言

随着信息化教育的发展，传统的“黑板+粉笔”的教育模式已然已不适当今时代潮流的发展。为简化教师备课流程、增强学生学习的趣味性、提高教学效率，深圳教育云应运而生。随着深圳教育云平台信息资源的不断完善和丰富，教育信息化的应用也在不断普及和深化，深圳教育云平台汇集了各类学生学习资源、教师教学资源，借助教育云平台真正实现了多校通、多科通、人人通，极大地提升了学校和教师的教学管理能力和水平。笔者这节课正是基于教育云平台多方面的优势而开展的小学数学课堂实践。

2. 案例设计及教学实践

根据小学数学教学的实际需要，笔者在深圳公办小学的授课实践中，结合深圳教育云平台的功能，从课前准备到课中教学两个方面着手改进数学课堂的上课方式，并不断磨课优化。本案例为北师大版小学数学二年级下册第一单元第五课《租船》的内容。

本课主要通过问一问、看一看、试一试、练一练等数学活动培养学生的数理逻辑和分析解决问题的能力。重点放在解决有余数的除法中至少和最多的问题。通过教育云平台开展备课、课中教学和课后复习巩固环节。

2.1. 备课

打开互联教学助手软件，登录教师账号进入互联教学助手首页,点击“课本列表”，再点击“书库”，输入需要的电子课本年级、学科、册别和出版社，下载所需要的电子课本，开始备课。

在资源中心找到《租船》一课中的“跳绳”小动画，同时将课前制作好的课件添加至本地资源，重点梳理本课重难点——有余数除法的“至少、最多”问题，深入理解除法算式中余数的具体意义。同时将提前制作好的关于除法余数的趣味微课添加至授课包，然后将包含微课、重难点、动画和课件的授课包上传到云备课。如图 1 所示：



图 1 可将授课包导出上传至云备课

通过教育云备课完毕后，还可以提前把导学单打印好，上课之前让小组长发给学生。

2.2. 课堂教学分析

《租船》一课原有问题：

(1) 忽略学生自主学习

传统课堂教学中，教师是主导者，学生是倾听者，教师枯燥地讲授除法和余数的知识点，口头强调“至少、最多”问题，学生在听讲的过程中容易走神、忽略了学生的自主性。

(2) 分层教学难以真正落实

在授课过程中，“满堂灌”的方式让优等生学起来疲惫，学困生在上课过程中也处于“游离”状态，很难真正去理解有余数除法中余数的具体意义，在做习题的过程中，算式的余数表示什么意思，是否需要加“1”的学生答案正确率也有待提高。而这种题型也从一定程度上反映了学生没有完全理解和掌握这一知识点，分层教学难以真正落实，教学效率较低。

(3) 课堂动画和游戏的缺失

在课堂互动的过程中，纯粹讲解问答除法余数的知识点较为枯燥，缺少动画展示和游戏环节，以师生回答问题和生生互动等方式较为单一，学生容易丧失学习兴趣和专注力。

基于教育云的学习方案：

(1) 课前微课预习方式

以观看除法余数微课的方式布置课前预习作业，学生以看视频的方式进行预习，而不是翻看课本上的文字，提高学生对学习本堂课内容的兴趣，并为第二天学习《租船》一课中“至少最多”做知识铺垫。

(2) 运用教育云资源进行备课

在本节课中用到了“跳绳”小动画激趣。教育云资源进行备课的方式，解决了课堂教学过程中动画和游戏的缺失问题。互联教学助手软件可以提供多种教学资源，包括多彩动画、互动性小游戏。

（3）教学过程中运用多媒体技术

在课堂教学中，可以运用希沃授课助手、投屏、标注、抢答器等多媒体技术，课堂更生动高效、气氛更活跃。笔者发现，学生在本节课中对课堂的专注力也能显著提升。

（4）作业通软件互学互评

课后让学生完成课本随堂练习，并要求学生通过深圳教育云的作业通软件上传发布“至少最多”课后习题，学生之间可以互相查看其他同学的作业情况，进行自评和互评，互相学习共同进步，凸显学生的主体性。

2.3. 课堂教学实践

进入数学课堂，教师在教室登录互联教学助手，点击“授课”进入《租船》上课界面，导入备课过程中上传到云端的授课包，点击“开始上课”，即可在这一课堂上使用深圳教育云进行课堂教学。

在本节课的授课环节中，教师可以运用已有的资源包进行授课和突破余数中“至少、最多”这一重难点，还可以点击“聚焦”展示学生需要重点理解的内容，也可以通过答题宝中的“随机选人”和“全班强答”等功能进行答题激发学生强烈的发言欲望和学习兴趣。如图2所示：



图2 教育云的聚焦和答题宝功能

在本节课中，通过微课、动画、课件、图片拓展等资源，调动了学生学习的积极性，提升了教学效率，使枯燥的课堂变得生动起来，在授课过程中学生回答问题的积极性也大大提高，如图3所示：



图3 课堂过程中的趣味互动

通过深圳教育云这种“云领教学”的方式，使数学课堂更加生动、学生学习氛围更加浓厚、教学效率更加有保障。

3. 教学实践效果及反思

本节课的教学重点是有余数除法的“至少、最多”问题，深入理解除法算式中余数的具体意义。而教学过程中，通过微课的呈现、动画的播放、抢答的环节，学生对本节课的重点已经十分熟悉了，整体教学效果大大提升。

依托深圳教育云平台来进行课堂教学的优势已经不言而喻，教育云的发展也是顺应时代的潮流的发展方向。与此同时，教师在使用教育云进行教学实践的过程中，也发现了以下几个问题：

第一，在授课过程中，由于是从教育云导入授课包，所以实施教学过程时，对网络速度和电脑运行流畅度要求比较高。

第二，由于深圳教育云是一个新平台，“云教学”也是一种新型的授课方式，对于一些年龄较长的老教师来说，操作不够熟练快速，也是一种影响教育云平台使用的因素。

第三，教育云平台中资源较多，教师使用方便，小动画和互动游戏也大大增强了学习的趣味性，但资源数量还可以进一步增加、种类也需要不断丰富。

4. 总结与展望

教育信息化的特点是多媒体化、数字化、网络化，以开放、共享、协作、交互为主要特征，从而实现信息与知识的共享。

深圳教育云在课堂教学中的融合应用已取得了较好的效果，信息技术支持下的学科教学融合也获得了一定程度地发展，信息技术与学科融合教研已成为教师专业发展的重要方向之一。为促进深圳教育云的应用，学校也应尽快深化教育云的应用，让每间教室都变成“云领教学”下的教室，让每个教师都成为教育云的熟练驾驭者，让学生真正感知到云教育进入课堂的魅力。

参考文献

- 王奕奕（2020）。教育云在民办学校课堂教学中的应用策略——以“深圳教育云”项目的教学应用为例。**教育信息技术**，(12)，46-48。
- 古兴东（2019）。深圳教育云在教学中的融合应用探索——以深圳市龙华区龙华中心小学为例。**中国信息技术教育**，2019(Z4)，108-110。
- 陈浩（2018）。基于深圳教育云的初中数学《轴对称与坐标变化》教学。**中国信息技术教育**，2018，(21)，55-57。
- 俞亚（2021）。强化内在本质修复知识断层——谈“商不变规律”在有余数除法应用中的难点突破。**小学教学参考**，(20)，23-24。
- 耿爱华（2021）。对教育资源平台应用与开发的认识和实践。**中国现代教育装备**，(10)，30-32+40。
- 顾文亚和黄伟星（2021）。有情有味,探寻深度教学的打开方式——“有余数的除法”磨课记。**小学数学教育**，(08)，66-68。
- 程玉（2018）。基于深圳教育云的初中语文教学——以《陋室铭》一课为例。**中国信息技术教育**，2018(23)，45-46+60。
- 童晓芳（2021）。一顾遇形再顾睹实三顾得神——听杜丽娜老师执教“有余数的除法”的思考。**小学数学教育**，(08)，71-72。

我国高等教育信息化发展区域差异研究——基于 2015-2019 全国教育教学信息化大赛获奖数据的统计分析

Research on regional difference of higher education information development in China--

Statistical analysis based on the winning data of the National Education and Teaching

Informatization Contest from 2015 to 2019

何润芳^{1*}, 王楠²

¹² 北京邮电大学

*herunfang@163.com

【摘要】 全国教育教学信息化大赛是由教育部指导、中央电化教育馆主办的一项具有广泛影响的重要活动，能反映教育信息化发展水平与现状。本研究基于 2015-2019 年大赛高等教育组的获奖名单，利用 Excel 进行统计分析，结果发现：获奖数量上下波动，赛项设置逐渐稳定；地域覆盖范围广，省市获奖数量分布不均衡；东西差异显著，整体分布明显不均衡。

【关键词】 高等教育；教育信息化应用；区域差异

Abstract: The National Teaching Informatization contest is guided by Ministry of Education of the People's Republic of China, it is an important activity that hosts by the National Center for Educational Technology to have extensive influence, can reflect development level and current situation. Based on the award list of the higher education group of the competition from 2015 to 2019, this study used Excel to conduct statistical analysis. The results showed that the number of awards fluctuated up and down, while the setting of the event gradually stabilized. The regional coverage is wide, the number of awards in provinces is unbalanced. There are significant differences among the eastern, central and western regions, and the overall distribution is obviously unbalanced.

Keywords: Higher education, Educational information application, Regional differences

1. 研究背景

教育信息化是以现代信息技术为基础的新型教育体系，主要包括教育理念、教育模式、教育内容、教育方式等一系列改革和变化，是关乎整个教育改革和教育现代化的系统工程（姚志敏，2018）。高等教育是培养和输出高素质人才的重要基地，信息化的快速发展使得高等教育信息化业已经成为我国教育信息化发展进程中的关键力量（李志河，2019）。在《教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）》中明确提出：“高等教育信息化是促进高等教育改革创新和提高质量的有效途径，是教育信息化发展的创新前沿”。

随着信息技术的不断发展，高等教育信息化已经在信息化基础设施、信息化资源建设、信息化教育应用以及信息化标准制定等方面取得了很大的突破发展。但是，在高等教育信息化的不断发展过程中，区域发展不均衡、投入与产出不匹配以及信息化应用过程受阻等问题也逐渐显现。此外，由于高等教育信息化体制上的问题越来越突出，“马太效应”也随之逐渐凸显，发达地区与欠发达地区的高校之间、名牌大学与普通大学之间的教育信息化水平也存在很大的差距（尚俊杰，2017）。

在上述的研究背景之下，分析高等教育信息化区域发展不均衡成为了缩小区域发展差异的关键。本研究以 2015 至 2019 年全国教育教学信息化大赛高等教育组的获奖数据为基础，通过统计学的变异量数研究高等教育信息化应用发展的区域差异，以图表等可视化的方式直观展现高等教育信息化区域发展差异的动态变化趋势，从地区发展的角度研究其区域格局，揭示不同时期不同区域高等教育信息化发展的水平和差异。

2. 研究设计

2.1. 数据来源

本研究所使用的数据来自中央电化教育馆官方网站发布的历届全国教育教学信息化大赛高等教育领域的获奖名单，研究从大赛获奖数量、类型、区域分布等维度，运用 Excel 对 2015 年至 2019 年的获奖数据进行统计分析。本文选择 2015 至 2019 年全国教育教学信息化大赛获奖名单为调查样本，主要有以下两个原因：其一，全国教育教学信息化大赛具有较高的公信力和影响力；其二，时间跨度选为 2015 至 2019 年是因为这个阶段可以反映十三五期间我国高等教育信息化取得的成果与发展态势，因此，以此研究我国高等教育信息化教学发展的水平具有较高的信度与效度。

2.2. 研究方法

本研究主要选取极差和变异系数研究高等教育信息化区域差异。极差，是用来表示统计资料中的变异量数，是最大值与最小值之间的差距，本研究使用极差数据来表示数据之间的绝对差异。变异系数是原始数据标准差与原始数据平均数的比值，变异系数能较为客观地比较数据离散程度，本研究使用变异系数的数据来表示数据之间的相对差异。一般来说，变异系数越大，数据的离散程度越高，即分布越不均衡。根据统计学原理，一般认为变异系数低于 0.15，数据分布比较均衡，高于 0.5 则数据分布明显不均衡（刘成新，2007）。

3. 现状分析

3.1. 参赛基本情况

3.1.1. 获奖等级分布

2015 年至 2019 年期间，全国教育教学信息化大赛高等教育领域累计有 3509 件作品获奖。2015 年到 2017 年，获奖作品数量逐年递增，2017 年到达最高，有 947 件作品获奖；2017 年之后，获奖作品数量逐年递减。获奖作品等级分布情况如下表 1 所示。

表 1 2015-2019 年获奖作品等级分布表

年份	特等奖	一等奖	二等奖	三等奖	总计
2015	2 (0.40)	78 (15.76)	170 (34.34)	245 (49.49)	495
2016	1 (0.16)	92 (14.81)	216 (34.78)	312 (50.24)	621
2017	0 (0.00)	108 (11.40)	309 (32.63)	530 (55.97)	947
2018	0 (0.00)	107 (12.16)	298 (33.86)	475 (53.98)	880

2019	0 (0.00)	71 (12.50)	190 (33.50)	305 (54.00)	566
------	----------	------------	-------------	-------------	-----

3.1.2. 作品类型分布

2015 年至 2019 年的全国教育教学信息化大赛高等教育领域的作品类型涵盖过课件、微课、精品开放课程、教育教学工具类软件系统、移动终端课件以及信息化教学案例 6 个方面，作品类型情况及比例如下表 2 所示。

表 2 2015-2019 年获奖作品类型分布表

年份	2015	2016	2017	2018	2019
课件	197 (39.80)	247 (39.77)	323 (34.10)	254 (28.86)	150 (26.50)
微课	184 (37.17)	302 (48.63)	528 (55.75)	576 (65.45)	359 (63.50)
精品开放课程	68 (13.74)	72 (11.59)	96 (10.13)	0 (0.00)	0 (0.00)
教育教学工具类软件系统	34 (6.87)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
移动终端课件	12 (2.42)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
信息化教学案例	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	50 (5.68)	57 (10.00)
总计	495	621	947	880	566

3.2. 省市获奖数据区域差异分析

3.2.1. 东中西获奖数据分布

本研究按照我国官方统计报告中惯用的区域划分方法，将 31 个省区划分为东部、中部、西部 3 个区域（周平红，2012）。如下图 1 所示，在近五年内，东中西部地区的获奖数量均呈现先增大后减小的趋势。东部地区五年内每一年的获奖数量遥遥领先于中西部地区，2017 年西部地区的获奖数量反超中部地区。

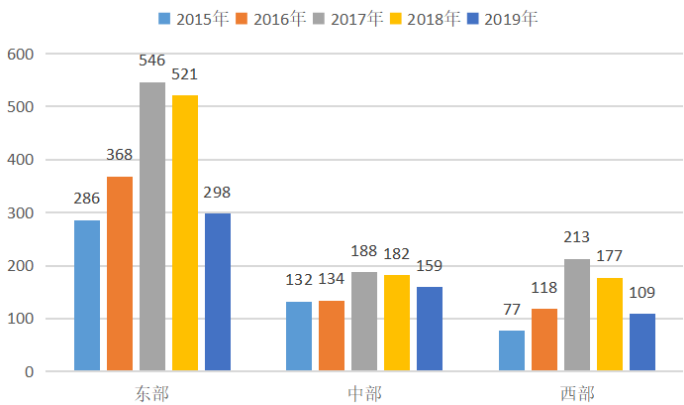


图 1 2015-2019 年东中西获奖总数统计分析

3.2.2. 获奖数据区域差异分析

3.2.2.1. 东中西比值分析

比值，即两数相比所得的值，在一定程度上可以反映两数的差异。下表 3 展示了 2015-2019 年东中西部获奖数量的比值。我们发现：东部地区的获奖数量与西部地区的获奖数量之比呈现减小趋势，从 2015 年的 3.71 到 2019 年的 2.73，且在 2017 年达到最低 2.56。这说明从整体来看，东西部地区间的差异在逐渐减少。东部的获奖数量与中部的获奖数量之比，从 2015 年至 2017 年呈现逐渐增大的趋势，从 2017 年至 2019 年呈现减小的趋势，并且在 2017

年达到最大值 2.90，在 2019 年降为最小值 1.86。中部地区的获奖数量与西部地区的获奖数量之比，从 2015 年至 2017 年逐渐减小，从 2017 年至 2019 年呈现逐渐增大的趋势，且在 2017 年降为最小值 0.88，在 2019 年达到最大值为 1.71。

表 3 2015-2019 年东中西获奖数量比值分布表

年份	单位	东部	中部	西部	东：中：西
2015	件	286	132	77	3.71：1.71：1
2016	件	368	134	118	3.12：1.14：1
2017	件	546	188	213	2.56：0.88：1
2018	件	521	182	177	2.94：1.03：1
2019	件	298	159	109	2.73：1.46：1

3.2.2.2. 相对差异与绝对差异分析

下表 4 展现了 2015-2019 年获奖数据的极差与变异系数，研究发现：从全国范围来看，极差从 2015 年的 83 增至 2019 年的 122，呈增长趋势，并且在 2017 年达到最大为 157。这说明获奖数据的绝对差异呈现上下波动，但整体呈增大趋势。从下表中，我们看到近五年内的东中西以及全国范围内的变异系数均高于 0.5，这说明数据分布明显不均衡。

表 4 2015-2019 年大赛获奖数据极差与变异系数表

年份		2015	2016	2017	2018	2019
极差		83	80	157	153	122
变异系数	东部	0.76	0.75	1.02	1.04	1.08
	中部	1.55	1.22	1.89	1.95	1.79
	西部	0.74	0.92	1.54	1.62	1.70
	全国	1.12	0.97	1.29	1.34	1.37

4. 结论及启示

4.1. 获奖数量上下波动，赛项设置逐渐稳定

近五年来，全国教育教学信息化大赛在高等教育领域的获奖数量，在 2015-2017 年呈逐渐增大的趋势，在 2017-2019 年呈逐渐缩小趋势，且在 2017 年达到最大值 947。目前，课件、微课和信息化教学案例已经成为大赛的常规赛项，且微课更受参赛者的青睐，在获奖作品中占据绝对优势。考虑到近两年内获奖数量逐渐减小的趋势，应加大宣传力度，主办方应积极与地方高校合作，在高校平台上公布大赛通知。

从某种角度上看，赛项设置的稳定性趋势也会给参赛者带来一定的局限性。智能化技术、5G 网络等新兴技术不断发展，这就要求教学者应加强教学设计，充分利用新兴技术，不断进行教学模式的优化与创新（方旭，2020）。运用现代信息技术改变传统教学模式已成为必然趋势，建议加大数字化教学资源的设计与开发应用。例如：可以增设虚拟仿真实验项目，积极探索信息化教学项目。同时，主办方要充分利用大赛获奖作品，广泛宣传优秀作品，实现优质资源共建共享，促进教育信息化资源的应用。

4.2. 地域覆盖范围广，省市获奖数量分布不均衡

近五年内，全国教育教学信息化大赛获奖省市覆盖范围广泛，但还未实现省市全覆盖，且获奖数量省市分布极不均衡。经济较发达地区，如广东、广西、河北、河南和辽宁等地方的获奖数量经常占据绝对优势，而经济欠发达地区的获奖数量往往寥寥无几。因此，建议大赛主办方重视省市差异，加大经济不发达地区的宣传推广工作，在进行评选时将大赛政策及

指标适当地向经济欠发达地区倾斜，提高不发达地区教育信息化竞争力，实现高等教育信息化均衡发展。

4.3. 东中西差异显著，整体分布明显不均衡

近五年内，东部地区与西部地区的差异正在逐渐缩小。东部地区与中部地区的差异在 2015-2017 年逐渐增大，在 2017-2019 年逐渐减小。中部地区与西部地区的差异在 2015-2017 年逐渐减小，在 2017-2019 年逐渐增大。从全国范围内来看，绝对差异在逐渐增大，获奖数量分布明显不均衡。教育信息化对资金大量持续需求是无法回避的问题，也是制约教育信息化均衡发展的关键因素（李葆萍，2012）。建议在设计开发廉价信息化资源的同时，建立优质资源迁移共享机制，优先将重点高校的优质资源向边缘地区及其邻近地区高等院校迁移，合理控制资源配置的“马太效应”。

参考文献

- 方旭、汪基德、马明月、苗晶晶和张赛宇(2020)。“智能化+5G”时代高等教育信息化的发展——基于《2020 地平线报告（教学与学习版）》的要点与特色分析。*现代教育技术*，(09)，13-20。
- 刘成新和徐宣清(2007)。基础教育信息化资源配置的区域性差异研究——以山东省“十五”期间教育信息化发展研究为例。*电化教育研究*，(06)，10-15。
- 李葆萍(2012)。我国义务教育信息化建设均衡性研究——基于 2001-2010 年中国教育统计年鉴数据分析。*中国电化教育*，(03)，37-42。
- 李志河、潘霞、刘芷秀和伊洁(2019)。教育信息化 2.0 视域下高等教育信息化发展水平评价研究。*远程教育杂志*，(06)，81-90。
- 周平红、张屹和仰盼盼(2012)。我国高等教育信息化软硬件资源建设区域差异研究——基于 2003—2010 年中国教育统计年鉴数据分析。*现代教育技术*，(11)，48-53。
- 尚俊杰和曹培杰(2017)。“互联网+”与高等教育变革——我国高等教育信息化发展战略初探。*北京大学教育评论*，(01)，173-182。
- 姚志敏(2018)。以教育信息化带动教育现代化。*中国高等教育*，(20)，52-54。

用编程学：建造主义视域下儿童编程教学模型设计

Applied Programming: Design of the Instructional Model of Children's Programming from the Perspective of Constructivism

宋玉洁*, 薛耀锋

华东师范大学教育信息技术学系暨上海数字化教育装备工程技术研究中心

* 51204108007@stu.ecnu.edu.cn

【摘要】 本研究探索当下编程教育中的痛点以及需求，基于建造主义思想，针对解决儿童编程教育中过度教授和案例同质化严重的问题，把“学编程”转化为“用编程学”，提出包含主题架构、模块设计、任务布置、沉默指导以及总结迁移五个环节的教学模型，促进编程学习过程与其他学科知识相结合，为教师指导编程教育提供有效的工作指南。

【关键词】 儿童编程；建造主义；教学模型

Abstract: This study explores the pain points and needs in current programming education. Based on the idea of constructivism, it aims to solve the serious problems of excessive teaching and homogenization of cases in children's programming education, tries to transform "learning to program" into "learning to use programming". This paper proposes an instructional mode, which includes five links: theme structure, module design, task arrangement, silent guidance and summary transfer, to promote the combination of programming learning process and knowledge of other disciplines, and to provide effective work guidance for teachers to guide programming education.

Keywords: Children's programming, Constructivism, Instructional model

1. 引言

在信息科技飞速发展的今天，各国开始加强以编程教育为主导的信息技术教育，以期培养更多信息技术领域人才。有行业报告指出，截至 2019 年已经有 24 个国家把编程教育列入基础教育课程体系，如美国、芬兰、日本等国(孙立会和周丹华，2019a)。近年来我国系列文件不断强调编程教育和人工智能教育的重要性，部分地方政府不同程度上开始尝试在基础教育阶段开展人工智能教育导向的编程教育，编程教育逐渐由“不考试”、“低兴趣”的边缘位置转向了一种必要学习需求。在创客文化、STEM 教育的深度影响下，我国少儿编程教育逐渐兴起。虽然当下我国编程教育的主流思想已经较为现代化，但是仍然存在大量编程教育内容同质化，重视讲授和模仿的方式，不利于学生培养计算思维以及编程所带来的能力。儿童编程之父派帕特认为，学习计算机的目的是为了用计算机更好的学习(孙立会和周丹华，2019b)，基于此本文立足派帕特的建造主义视角尝试建构儿童编程教学模型，旨在利用计算机编程学习其他学科的知识，充分发挥编程在培养儿童计算思维以及核心能力的潜质。

2. 国内外编程教育研究综述

在派帕特看来,建造主义希望学习者用可见的方式把头脑中的认知表达出来,再通过对于实体的不断“修补”,不断充实和建构原有的认知结构(王旭卿,2019)。基于这个理论派帕特团队开发了 logo 语言并应用于教学研究,而不久后他就发现,广大教育者对于 logo 语言的应用并没有充分发挥他的能力,而是用原始教授的方式让学习者模仿并记忆其中的语法和使用规则。在派帕特的影响下,很快用计算机建造知识的思想在一些富有远见和创造力的人那里得到了充分继承和发展。先后出现了 OCPC 运动、Tangible programming 以及 scratch 模块化编程的等产物(孙立会和周丹华,2019b)。Scratch 创始人雷克尼斯基于培养儿童创造力的初衷,开发开发了 4P 模型,在想象-创造-游戏-分享-反思的循环中,期待孩子们在平台上充分表达自己的想法并且把他们通过模块代码的方式实现出来(Resnick M, 1998)。

随着我国儿童编程行业的大迈步式发展,国内相关研究包括不同编程方式对于儿童发展的实证研究、儿童编程教育发展的现状和发展路径或策略研究以及儿童编程相关产品和教学方式的设计研究等。北京师范大学傅骞老师基于自主开发的图形化编程工具 Mixly 对初中生开展计算思维培养效果的研究(傅骞、解博超和郑娅,2019)。在编程教育学科融合的教学研究中,大多研究者采用 scratch 与学科情节相结合的方式。有学者提出基于“体验学习圈”的模型,并指出其教学过程可以参考“模仿制作—观察反思—概括知识点—自主创作”(朱丽彬和金炳尧,2013)。然而这种先模仿后反思的方式,还是不能跳出一个想象的牢笼,限制学生对他们自身思想的表达,于是另有研究认为学习过程应该是“定义抽象、算法设计、迭代实施、拓展延伸”(孙立会和周丹华,2020),并尝试在小学科学教育中“食物链与食物网”一课的教学中引导学生用 scratch 制作编程动画表达自己的理解,结果为学生十分积极的参与并在开放的环境中搭建了自己的有关食物链的知识,实现了和学科教学的有机融合。

综上所述,在前人的研究中可以发现编程教育应当是不受课程体系拘束的,需要与基础学科内容有机结合。本研究结合当下编程教育与学科融合方面的困惑和需求,对焦核心问题,基于建造主义理论进行教学模型设计。为教师更好开展“用编程学”知识的教学实践提供有效、便捷的行动指南。

3. 基于建造主义儿童编程课教学模型

3.1. 儿童编程教育的困境

在对现有研究的梳理中可以发现,当下编程教育工具日益丰富,但教育实践中存在严重的案例同质性高以及教学理论指导缺乏的问题。首先,很多儿童编程教育工具提供了很多可以供孩子自己创造的教学指引卡片帮助学生认识基本的编程模块,理解可视化编程语句的逻辑关系,然而可悲的是在很多信息技术课堂上这样的开放性环节就变成了固定案例模仿实验。其次老师对于学生的指导很多不是引导和开放的,只能根据案例的固定化操作考量学生是否实现了某个步骤。这使得编程变成了一门知识性的学科,学生学习大量无关联的操作和知识,但无法灵活应用编程解决问题或辅助其他学科的学习。因此亟需调整教学活动方式来帮助学生在有限的时间展开自己的创造发挥主动性。

3.2. 基于建造主义儿童编程教学模型设计

本研究依据儿童编程教育困境以及派帕特建造主义思想,设计出包括主题架构、模块设计、任务布置、沉默指导以及总结迁移五个环节的教学模型结构,如图 1 所示。

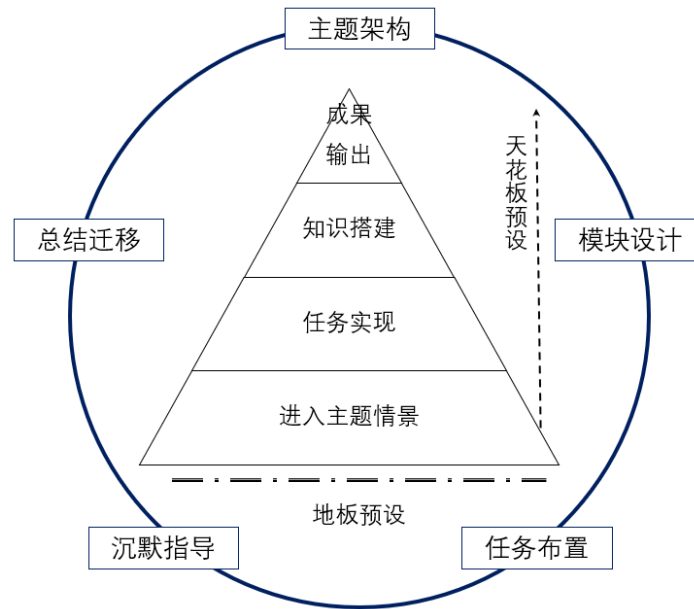


图 1 基于建造主义儿童编程教学模型结构图

(1) 首先编程课想要打破案例同质化的困境，设计丰富的情景是一种高效的解决方式。在主体架构设计情境时，教师可以尝试提供一个大范围的情景，由于任务后期在不断升级和调整因此主题情境可以不拘泥于个别知识点。组织学生开展头脑风暴，组织开展想法分享，作品讨论等，其中也要注意规则，即不评价不过多干涉，想法越多越好。

(2) 模块设计环节是在已经规划好的挑战总主题之下对每个实践模块做进一步的教学设计。教学模块要先预设好本教学内容中的“低地板”和“高天花板”的方向（Resnick M, Robinson K, 2017）。“低地板”指的是每个学生都能够轻松完成的示范案例，“高天花板”指的是一个升级进阶的方向预设但并非固定的目标形态，而是以逐级复杂的任务形式引导学生探索之前没有了解过的领域、代码的功能。

(3) 任务布置环节是驱动学生学习的核心环节。教师通过简单的模块案例演示，引领学生沉浸于之前设计的挑战情境中，涵盖本主题的基本知识及应用方式。接下来每个进阶模块中，抛出具体问题情景作为方向性任务，组织学生按照一定的流程逐步实现。可以提供实践过程记录卡和相关知识，给出环节性流程，让学生通过自己的探索去填充；学生在探索中，搭建自己的知识结构，把知识应用的任务中不断靠近目标问题解决。

(4) 在成果实现环节，如果已经提供了合适的基础知识支架以及能够找到知识的途径，那么除了对时间的规划和主持分享交流会，教师不应当做过多干涉。严格控制自己的“铺路”行为帮学生想好下一步的做法，尽可能保持耐心不要直接给出步骤和明显提示。沉默并不是不说话或者不作为，相反要作为一个客观的裁判角色，掌握着整体学习的方向和进程。

(5) 最后自我总结主动输出，在这一环节中鼓励学生通过自己和团队的作品过程表，用创意写作的方式对自己的编程成果进行展示。除此以外，要求学生整理在整个挑战期间遇到的问题，收获的经验，自己得到的知识，务必让学生用自己的方式表达他们理解的知识。

3.3. 基于建造主义儿童编程教学模型教学实施

本研究以“霍格沃兹魔法学校分院典礼”的为情境设计教学，引导学生想象在很久之前并没有分院帽，现在假如自己是魔法部主任学校要帮忙设计一个可以划分学院的法器。挑战主题下划分 5 个小的挑战模块，从设计“简单随机数分配”分院帽到“智能的分院帽”，

逐步让学生学习随机数的应用、了解人脸识别等智能算法的应用。为了让学生更好的把编程和现实生活相结合，增加了“学生分院意向调查研究”这样的调查活动，把霍格沃兹划分学院这样的事件映射到学生的兴趣小组分配中，让学生了解人员分配的过程以更好的启发对作品的创新思考。在本案例中，“低地板”正是“随机分配的分院帽”案例，“高天花板”在“学生分院意向调查研究”的研究结果指引下引导学生进一步做出智能化的分院帽。教师提供的支撑包括：情境影音视频，随机分配的分院帽案例，问卷调查的方法，任务卡片，资源链接。在 Mind+ 这样的宽墙中，期待学生使用尽可能丰富的方式做出符合要求的智能分院帽。最后如果有机会，建议学生使用掌控板这样的硬件将代码上传，并设计魔法分院帽的外形，尝试用于学生活动的小组分配中，实现迁移。整个活动下来，除了实践作品成果，还需要学生通过自己的方式总结整个制作过程中所学到的知识和经验方法，实现知识的建造。

本案例选取 S 市某小学 10 名 5 年级小学生参与学习，在学习前后分别测试创新效能感，学习后通过讨论记录和访谈了解学生的学习收获。最终数据显示，学习前后学生创新效能感分值提高。课堂交流讨论中可以发现学生能够清晰的表达自己对编程语句功能及用法的认识，通过提问发现学生能够将编程知识迁移到其他学科情境。在访谈中也可以了解到学生认为这样的教学活动提高了自己的好奇心和兴趣，并提高了对编程用法的理解。

4. 总结

本研究基于派帕特建造主义思想设计了儿童编程课教学模型，以期解决编程教育中案例同质化等问题，同时设计了教学案例并开展实践验证教学模型的可行性，为 k-6 阶段教师开展更适合学生的编程教学提供了可借鉴的行动指导。编程教育的最终目的是服务其他学习提高学习者问题解决能力，教育者务必强调编程的工具性而非主体性。综上，编程教育的发展需要研究者和行政部门一起努力。吸取其他国家和其他教育改革中出现过的经验教训，让编程真正成为帮助学生发展能力和辅助其他学科的学习工具。

基金项目：上海市“科技创新行动计划”人工智能科技支撑专项项目“教育数据治理与智能教育大脑关键技术研究及典型应用”（编号：20511101600）

参考文献

- 王旭卿 (2019)。佩珀特建造主义探究——通过建造理解一切。**现代教育技术**，29(01)，26-31。
- 孙立会和周丹华 a. (2019)。国际儿童编程教育研究现状与行动路径。**开放教育研究**，25(02)，25-37。
- 孙立会和周丹华 b. (2019)。儿童编程教育溯源与未来路向——人工智能教育先驱派珀特的"齿轮"与"小精灵"。**现代教育技术**，(10)，12-19。
- 孙立会和周丹华 (2020)。基于 scratch 的儿童编程教育教学模式的设计与构建——以小学科学为例。**电化教育研究**，041(006)，75-82。
- 朱丽彬和金炳尧 (2013)。Scratch 程序设计课教学实践研究——基于体验学习圈的视角。**现代教育技术**，023(007)，30-33。
- 傅骞、解博超和郑娅峰 (2019)。基于图形化工具的编程教学促进初中生计算思维发展的实证研究。**电化教育研究**，000(004)，122-128。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Resnick, M. . (1998). Technologies for lifelong kindergarten. *Educational Technology Research & Development*, 46(4), 43-55.
- Resnick, M. & Robinson, K. (2017). Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play.

有無決策樹之聊天機器人對學習地理氣候導論之認知與情意影響

The Effects of Chat bot with/without Decision Tree on Cognitions and Affections of Learning the Introduction to Geographical Climate

陳沐生¹，許庭嘉^{2*}

¹國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

²國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系

* ckhsu@ntnu.edu.tw

【摘要】本研究開發了兩個聊天機器人系統，旨在探討系統內是否具有人工智慧決策樹之聊天機器人，對於學習地理氣候類型導論單元之認知面和情意面影響，認知面是指地理氣候類型導論的學習成效，而情意面包括學習焦慮與學習愉悅性。參與本教學實證之學生，可透過與聊天機器人對話學習到地理氣候的概念，結合決策樹之聊天機器人可以提供學生適性化學習的對答和學習材料，是可以符合學生需求的聊天機器人。與沒有決策樹的聊天機器人相比，本研究探討了具有決策樹的聊天機器人是否支持學生學習得更好，並具有較高的學習樂趣和較低的學習焦慮。根據實驗結果顯示，學生使用具有決策樹的聊天機器人在學習成效和學習愉悅性都顯著優於使用不具有決策樹的聊天機器人之學生，並且擁有較低的學習焦慮。

【關鍵詞】決策樹；聊天機器人；適性化學習；學習焦慮；學習愉悅性

Abstract: This research has developed two chat robot systems. The purpose of this study is to explore the effects the chat bots on the cognitions and affections of learning the introduction to the geographical climate zones when the chat bot had or did not had the artificial intelligence with decision tree inside. The cognitive dimension refers to the learning effectiveness of the introduction to geographical climate zones while the affective dimension includes the learning anxiety and learning enjoyment. Those students who participated the instructional experiments would learn the concepts of geographical climate zones from talking to the chat bots. The chat bot combined the decision tree could provide the students with conversation and learning material of adaptive learning, which conforms to the requirements of the students. In comparison with the chat bot without decision tree, this study has investigated whether the chat robot with decision trees support the students to learn better and have higher learning enjoyment and lower learning anxiety. According to the experimental results, the learning effectiveness and learning enjoyment of the students using the chat bot with a decision tree were significantly better than the learning effectiveness and learning enjoyment of those who utilized a chat bot without a decision tree. Moreover, the students using the chat bot with a decision tree had lower learning anxiety than those using the chat bot without a decision tree.

Keywords: decision tree, chat bot, adaptive learning, learning anxiety, learning enjoyment

1. 前言

本研究將探討有無決策樹聊天機器人對學習成效、學習焦慮與學習愉悅性之影響，以 IBM Watson 地理課程為例。本研究發展了兩個「地理氣候類型」課程學習內容與目標之聊天機器人，用以引導學生習得地理氣候概論的內容。透過課程設計，學生可以透過聊天機器人去對

各不同地理氣候帶之學習目標去做區分或分類，並且可以從聊天機器人的對答中，學習到系統所提供的額外補充知識，期望學生可以透過使用聊天機器人學習的方式，增加他們的學習成效與學習愉悅性，同時降低學習焦慮。具備人工智慧決策樹引導之聊天機器人可提供學生適性化的學習素材，外國學者 Hooshyar 等人(2021)提到，具有適性化的學習系統，相較傳統學習，更能提高學生的知識獲取的有效性。此研究透過有、無類似專家引導之決策樹功能，分別製作了兩個聊天機器人，有決策樹的聊天機器人，有較佳的對話路徑，能夠較容易找到學習的要點；而無決策樹的聊天機器人，學習內容的呈現則沒有像有決策樹的聊天機器人那樣的清晰。透過二個系統的教學實證結果，希望探討有、無決策樹之聊天機器人，是否會造成最終學習成效與學習愉悅性和學習焦慮的差異。根據上述研究目的，此研究提出以下研究問題。

- (1) 使用有、無決策樹之聊天機器人系統，於引導學生學習地理氣候類型導論之學習成效是否有差異？
- (2) 使用有、無決策樹之聊天機器人系統，於引導學生學習地理氣候類型導論之學習焦慮是否有差異？
- (3) 使用有、無決策樹之聊天機器人系統，於引導學生學習地理氣候類型導論之學習愉悅性是否有差異？

2. 文獻探討

2.1. 聊天機器人

聊天機器人最初的應用，即是對於電腦語言能力的實驗，Joseph Weizenbaum 的 ELIZA 就是早期著名的聊天機器人(Weizenbaum, 1967)，創建此聊天機器人的目標為，創建一個可以持續與人類對話的軟體。早期的聊天機器人有很多的問題，可能只能回答非常狹隘的問題，或是很難讀懂人類輸入的內容，現在也依然存在著這些問題。儘管聊天機器人有上述的問題，透過學者實驗研究證實，許多的使用者希望使用機器而不是人類來討論自己的感受，以此證明了聊天機器人發展的潛力(Block, 1981)。

2.2. 適性化學習

在過去幾十年來，許多的數位學習系統都已被發展完成，這使得適性化學習的產生(Hwang, 2003)，學生可以透過這些數位系統去根據自身的狀況去做調整，儘管老師不能夠及時提供協助，學生也能夠透過數位學習系統自行進行學習。以往的傳統教學都是一位老師帶著所有同學一起進行課程，所以學習的進度都一樣，儘管途中有不懂的地方，學生很難靠自己去補足，相對於數位教學系統，學生可以在自己不懂的地方花更多的時間學習，而不會耽誤整堂課的進度，本研究使用聊天機器人即可達到這樣的效果。

2.3. 學習焦慮

學習焦慮是指學生在學習過程中所產生的負面情緒，並且在學習的不同階段也會感到焦慮(Alnuzaili & Uddin, 2020)，這是學習者在學習的過程中常見的消極情緒反應，Coutu (2002)認為這可能是由於學習者害怕擺脫舊有的習慣，去嘗試新的事物，學習者可能會因為覺得困難，甚至會逐漸脫離現況而感到擔憂。

焦慮程度較高的學習者會產生更多的學習負擔導致學習效率下降，但是學習的過程中又不能完全沒有焦慮，也就是說，具有適當的焦慮程度，學習者就能發揮較好的學習表現，

Andrade and Williams (2009) 表明這種焦慮被稱為「促進性焦慮」，它能夠讓學習者更努力地學習，並且在課堂中的任務上追求更好的表現。

2.4. 學習愉悅性

學習愉悅性是一種情感的面向，源自於學習者在學習活動中得到的樂趣與幸福感(Shumow et al., 2013)，透過提升學生的學習愉悅性，會伴隨著學生對於該學習目標具有高度興趣，從而能夠持續的學習，並且增強其學習經驗(Jack & Lin, 2018)。

本研究透過聊天機器人的方式幫助學生學習氣候概念的知識，聊天機器人扮演著教師的角色引導學生，希望透過聊天機器人提升學生的學習愉悅性，Williams and Clippinger (2002)提到，如果數位學習系統模擬得像真實環境的話，此學習環境有助於提升參與者的心流與學習愉悅性。

3. 研究方法

3.1. 實驗對象

本研究實驗對象為平均年齡約 17 歲之在學生，實驗組為 35 人、控制組為 35 人，使用聊天機器人進行地理與氣候單元之學習。

3.2. 聊天機器人

本研究使用 IBM Watson 建置了聊天機器人，此機器人具有學習的功能，它能夠在與學生的對話中，透過模糊理論進行語意學習，使對話的過程更加順利。根據實驗組跟控制組分別建置了兩個聊天機器人，實驗組的聊天機器人有決策樹引導機制，控制組的則沒有決策樹。系統架構如圖 1 所示。

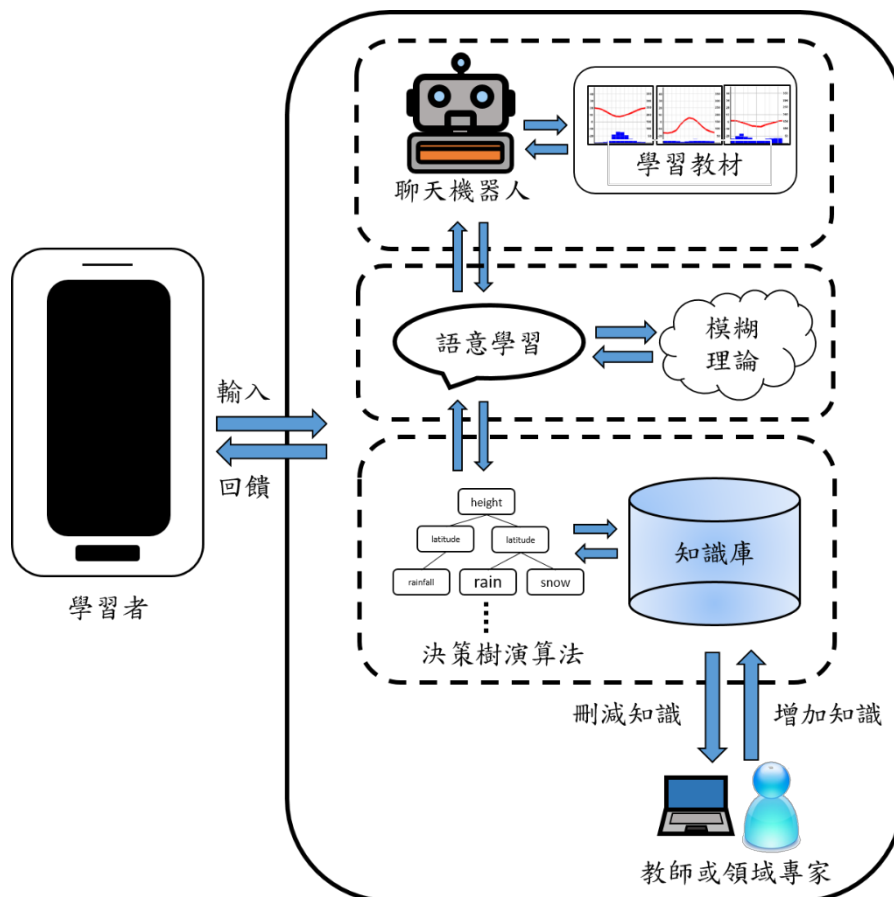


圖 1、系統架構圖

如圖 2 所示，實驗組的聊天機器人對話過程經過演算法處理，因此他們的對話過程會較為精簡，學生較容易組織知識並且找到學習目標；控制組的聊天機器人的對話則沒有經過演算法處理，是根據較大的氣候特徵往下進行排列。



圖 2、聊天機器人的對話過程。左圖為實驗組、右圖為控制組

3.3. 決策樹引導機制

在本研究中使用了聊天機器人的方式讓學生進行學習，實驗組的聊天機器人有加入決策樹引導機制，以此優化了聊天機器人與學生的對話路徑，此決策樹將氣候概念以較清晰之架構呈現，使學生能夠更輕易分辨此對話過程是否為他較不熟悉的學習內容，以此讓學生的學習更加適性化，而不會陷入相同的迴圈當中。本研究透過提取個氣候的特徵，使用 ID3 演算法進行決策樹的建置，如圖 3 所示。

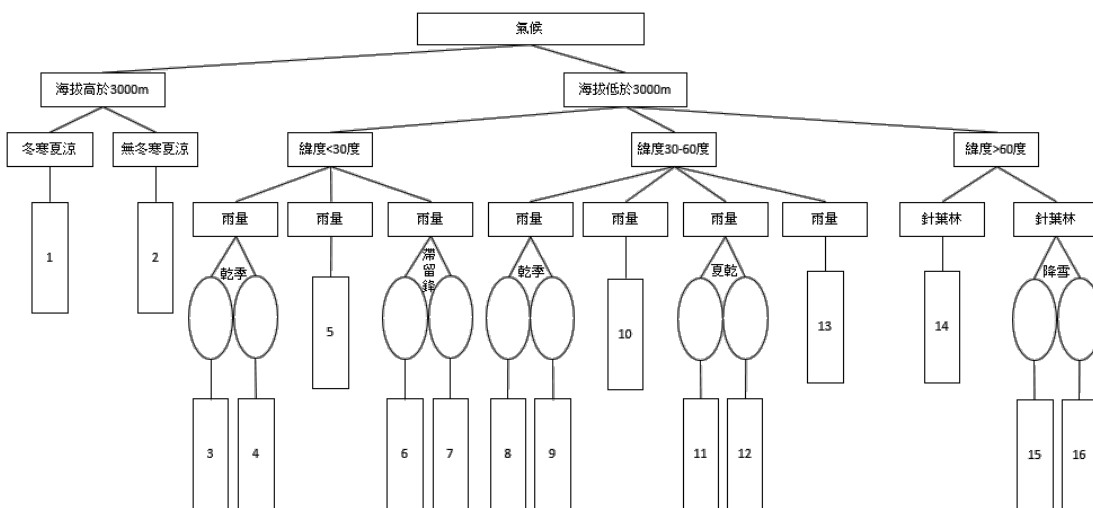


圖 3、氣候決策樹

3.4. 研究工具

本研究所使用的量表是由國外學者 Venkatesh 所編製(Venkatesh & Davis, 2000)的科技接受度量表，原始問卷有 44 題、共八個面向，但是張智凱教授改編自該量表成為積木程式語言的學習焦慮與學習投入量表(Chang, 2014)，用來評估學生在積木程式學習過程中所感受到的學習焦慮(Anxiety)、遊戲性(Playfulness)以及愉悅性(Enjoyment)，取 Venkatesh(2000)的研究報告中的三個面向，該量表的內部一致性信度分別為 0.91, 0.88, 0.90，共 19 題，中文翻譯為「學習焦慮與學習參與度量表」(Learning Anxiety and Engagement Questionnaires)，以五點量表進行評估。

4. 實驗結果

4.1. 學習成效分析

本研究使用共變數分析來量測實驗組與控制組的學習成效，以前測為共變數，組別為自變項，後測為依變項。為符合共變數分析的基本假設，先進行組間 Levene 變異數同質性檢定，結果顯示($F=1.401, p>0.05$)，表示變項間具有同質性，可以進行後續的共變數分析，因此接下來進行組內迴歸係數同質性檢定，結果顯示($F=0.127, p>0.05$)，表示組內共變項與依變項的關係具有一致性，上述結果皆符合共變數分析的基本假設，因此可以進行後續的共變數分析，根據表 1 得知，實驗組與控制組之學習成效有顯著差異($F=5.958^*, p<0.05$)，實驗組的後測成績 ($M=65.714, SD=15.202$) 顯著高於控制組的後測成績 ($M=57.429, SD=11.464$)，由此可見，學生使用有決策樹的聊天機器人的學習成效比無決策樹的聊天機器人還要好。

表 1、學習成效共變數分析

變項	組別	人數	平均值	標準差	調整後 平均數	標準誤	F
後測	控制組	35	57.429	11.464	58.391	1.889	5.958*
	實驗組	35	65.714	15.202	64.878	1.870	

* $p<0.05$

4.2. 學習焦慮分析

本研究使用共變數分析來量測實驗組與控制組的學習焦慮，以前測為共變數，組別為自變項，後測為依變項。為符合共變數分析的基本假設，先進行組間 Levene 變異數同質性檢定，結果顯示($F=24.496^{***}, p<0.05$)，表示變項間不具有同質性，若兩組同質性檢定達顯著，則須看兩組的資料是否符合常態分配，因此根據 Kline (2005)得出的常態分配條件為，偏態係數之絕對值大於 3，峰度係數之絕對值大於 10，則視為非常態分配，根據數據結果顯示，控制組的前測偏態係數與峰度係數分別為 0.497 與 0.571，實驗組的前測偏態係數與峰度係數分別為-1.668 與 5.188，都在屬於常態分配的標準內，因此可以接續進行共變數分析，因此接下來進行組內迴歸係數同質性檢定，結果顯示($F=1.986, p>0.05$)，表示組內共變項與依變項的關係具有一致性，上述結果皆符合共變數分析的基本假設，因此可以進行後續的共變數分析，根據表 2 得知，實驗組與控制組之學習焦慮有顯著差異($F=37.349^{***}, p<0.001$)，實驗組的後測分數 ($M=2.390, SD=0.611$) 顯著低於控制組的後測分數 ($M=3.117, SD=0.279$)，由此可見，學生使用有決策樹的聊天機器人的學習焦慮比無決策樹的聊天機器人還要低。

表 2、學習焦慮共變數分析

變項	組別	人數	平均值	標準差	調整後	標準誤	F
----	----	----	-----	-----	-----	-----	---

					平均數		
後測	控制組	35	3.117	0.279	3.091	0.083	37.349***
	實驗組	35	2.390	0.611	2.375	0.083	

*** $p < 0.001$

4.3. 學習愉悅性分析

本研究使用共變數分析來量測實驗組與控制組的學習愉悅性，以前測為共變數，組別為自變項，後測為依變項。為符合共變數分析的基本假設，先進行組間 Levene 變異數同質性檢定，結果顯示($F=0.181$, $p>0.05$)，表示變項間具有同質性，可以進行後續的共變數分析，因此接下來進行組內迴歸係數同質性檢定，結果顯示($F=2.539$, $p>0.05$)，表示組內共變項與依變項的關係具有一致性，上述結果皆符合共變數分析的基本假設，因此可以進行後續的共變數分析，根據表 3 得知，實驗組與控制組之學習愉悅性有顯著差異($F=8.914^{**}$, $p<0.01$)，實驗組的後測分數 ($M=3.343$, $SD=0.865$) 顯著高於控制組的後測分數 ($M=2.790$, $SD=0.801$)，由此可見，學生使用有決策樹的聊天機器人的學習成效比無決策樹的聊天機器人還要好。

表 3、學習愉悅共變數分析

變項	組別	人數	平均值	標準差	調整後 平均數	標準誤	F
後測	控制組	35	2.790	0.801	2.789	0.136	8.914**
	實驗組	35	3.343	0.865	3.364	0.136	

** $p < 0.01$

5. 結論

本研究使用 IBM Waston 建置了兩個有關氣候概論問題的聊天機器人，一個是有透過決策樹進行建置的，另一個則沒有，希望來探討有無決策樹的聊天機器人是否會影響他們的學習成效。研究結果顯示，前、後測以共變數分析發現，實驗組與控制組前、後測的成績測驗之平均值有顯著提升。因此，有決策樹的聊天機器人確實比無決策樹的聊天機器人更能提升學生的學習成效，有依據適性化學習引導而設計過的聊天機器人，確實能夠為學生帶來更高的學習成效(Dahiya, 2017)，有決策樹的聊天機器人有較清晰的架構可以引導學生，學生可以依據他們較不熟悉的學習內容去做學習，而無決策樹的聊天機器人與有決策樹的聊天機器人相比，較無明顯的架構，因此學生無法區別此對話過程是否為他較為不熟的學習內容，導致額外的外在認知負荷增加而影響學習。

在學習焦慮的部分，研究結果顯示，前、後測以共變數分析發現，實驗組提供學生有內建決策樹的聊天機器人，學生的學習焦慮顯著低於控制組提供學生沒有內建決策樹的聊天機器人，此結果顯示有依據適性化學習引導而設計過的聊天機器人，是可以幫助學生降低他們的學習焦慮。

在學習愉悅性的部分，Fryer et al. (2019)表明使用聊天機器人讓學生進行學習，能夠提升學生的學習愉悅性，研究結果顯示，以前、後測共變數分析結果發現，實驗組的學習愉悅性顯著高於控制組的學習愉悅性，此結果顯示有決策樹的聊天機器人相較無決策樹的聊天機器

人可以提升學生的學習愉悅性的。透過決策樹的方式精簡聊天機器人的對話過程，可以讓學生更迅速地找到自己所詢問的答案，讓學生不會一直落到相同的對話迴圈中，因此經過設計過的聊天機器人不僅可以降低學生的學習焦慮，也可以提升學生的學習愉悅性，同時具備較好的學習成效。

本研究使用了聊天機器人幫助學生學習地理氣候知識，其知識內容是具有架構性的，因此能夠透過對話進行一步步的推演，如遇架構性不強的知識內容，聊天機器人的對話架構可能沒辦法有效幫助學生學習。在與聊天機器人對話的過程中，學生常會使用較口語化的對話方式，像是加上一些語助詞，例如：啊、喔、耶等等，這些聊天機器人都能夠做出正確的判讀，但是如果他們的回答與目前問題無任何相關的話，聊天機器人便無法繼續進行接續的對話，也無法回應學生或將學生指引回該問題，必須從頭開始對話，這可能會造成學生在學習上的問題。本研究的評估方法只使用了前後測，並無進行延遲的測驗，對於未來的研究，有必要進行延遲的測驗，以確保學習的保留，因為人們可以預期，如果學生學習完立即進行測驗的話，會對學習成效有最大的影響(Kyle et al., 2013)。

致謝

本研究感謝科技部研究計畫編號: 108-2511-H-003 -056 -MY3 補助。

參考文獻

- Alnuzailli, E. S., & Uddin, N. (2020). Dealing with anxiety in foreign language learning classroom. *Journal of Language Teaching and Research*, 11(2), 269-273. <http://dx.doi.org/10.17507/jltr.1102.15>
- Andrade, M., & Williams, K. (2009). Foreign language learning anxiety in Japanese EFL university classes: Physical, emotional, expressive, and verbal reactions. *Sophia Junior College Faculty Journal*, 29(1), 1-24.
- Block, N. (1981). Psychologism and behaviorism. *The Philosophical Review*, 90(1), 5-43. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2184371>
- Chang, C.-K. (2014). Effects of using Alice and Scratch in an introductory programming course for corrective instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 51(2), 185-204. journals.sagepub.com. <https://doi.org/10.2190/EC.51.2.c>
- Coutu, D. L. (2002). The anxiety of learning. *IEEE Engineering Management Review*, 30(4), 106-106.
- Dahiya, M. (2017). A tool of conversation: Chatbot. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 5(5), 158-161.
- Fryer, L. K., Nakao, K., & Thompson, A. (2019). Chatbot learning partners: Connecting learning experiences, interest and competence. *Computers in Human Behavior*, 93, 279-289. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.023>
- Hooshyar, D., Malva, L., Yang, Y., Pedaste, M., Wang, M., & Lim, H. (2021). An adaptive educational computer game: Effects on students' knowledge and learning attitude in computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 114, 106575. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106575>
- Hwang, G.-J. (2003). A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, 40(3), 217-235. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00121-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00121-5)
- Jack, B. M., & Lin, H.-s. (2018). Warning! Increases in interest without enjoyment may not be trend predictive of genuine interest in learning science. *International Journal of Educational Development*, 62, 136-147. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2018.03.005>

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Kline, R. B. (2005). Principles and practice of structural equation modeling 2nd ed. *New York: Guilford*, 3.
- Kyle, F., Kujala, J., Richardson, U., Lyytinen, H., & Goswami, U. (2013). Assessing the effectiveness of two theoretically motivated computer-assisted reading interventions in the United Kingdom: GG Rime and GG Phoneme. *Reading Research Quarterly*, 48(1), 61-76. <https://doi.org/10.1002/rrq.038>
- Shumow, L., Schmidt, J. A., & Zaleski, D. J. (2013). Multiple perspectives on student learning, engagement, and motivation in high school biology labs. *The High School Journal*, 232-252. JSTOR. <https://www.jstor.org/stable/23351976>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204. pubsonline.informs.org. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Weizenbaum, J. (1967). Contextual understanding by computers. *Communications of the ACM*, 10(8), 474-480. dl.acm.org. <https://doi.org/10.1145/363534.363545>
- Williams, R. B., & Clippinger, C. A. (2002). Aggression, competition and computer games: computer and human opponents. *Computers in Human Behavior*, 18(5), 495-506. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(02\)00009-2](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(02)00009-2)

基于视频分析的同步课堂教学互动行为研究

——以银川二十一小同步课堂实践为例

Research on Interactive Behavior of Synchronous Classroom Teaching Based on Video Analysis -- Taking the Synchronous Classroom Practice of NO.21 Primary School YinChuan NingXia as an Example

祝婕妮¹, 候小霞¹

¹ 华南师范大学教育信息技术学院

* 1120481500@qq.com

【摘要】 作为改善农村薄弱地区师资缺乏问题, 实现义务教育均衡发展的重要途径, 同步课堂教学实践备受关注。为进一步了解同步课堂中师生互动的效果及存在问题, 本研究参考已有研究构建的 ITIAS 编码系统, 结合同步课堂的特征对其进行修订和完善, 同时以宁夏银川二十一小开展的同步课堂为例, 选取两节语文教学实录进行深入分析, 以探讨同步课堂教学互动现状, 并从网络设备、课堂组织、师生互动、两地教师交流等方面提出相关改进建议, 为同步课堂的有效实施提供参考。

【关键词】 同步课堂; 教学互动行为; 视频分析; 改进型弗兰德互动行为分析系统

Abstract: As an important way to improve the shortage of teachers in weak rural areas and realize the balanced development of compulsory education, synchronous classroom teaching practice has attracted much attention. In order to further understand the effect and existing problems of teacher-student interaction in synchronous classroom, this study refers to the ITIAS coding system that has been constructed in previous studies, and combined with the characteristics of synchronous classroom to revise and improve it. At the same time, taking the synchronous classroom of Yinchuan No.21 primary school in Ningxia as an example, two sections of Chinese teaching records are selected for in-depth analysis, so as to explore the current situation of synchronous classroom teaching interaction, and make suggestions From the aspects of network equipment, classroom organization, teacher-student interaction, teacher-student communication between the two places, this paper puts forward some suggestions to provide reference for the effective implementation of synchronous classroom.

Keywords: synchronous classroom, teaching interaction behavior, video analysis, teacher talk; student talk

1. 前言

义务教育均衡发展是实现教育公平的关键, 也是新时代我国教育改革的重要方向。针对城乡、校际教育质量差距显著、偏远地区开不齐、开不好、开不足课、师资力量缺乏等现实问题, 教育部于2020年3月印发《关于加强“三个课堂”应用的指导意见》, 指出要进一步加强“专递课堂”“名师课堂”“名校网络课堂”的应用, 利用信息技术手段扩大优质教育资源覆盖面, 实现教育均衡发展及教学质量提升。同时, “十四五规划”指出要坚持教育公益性原则, 深化教育改革, 推动义务教育均衡发展和城乡一体化。宁夏作为全国首个“互联网+教育”示范区, 大力实施网络精准扶贫行动, 推进全区中小学在线互动课堂建设, 而银川二十一小作为宁夏教育厅直属重点小学, 一直致力探索“三个课堂”的发展与应用, 其中同步课堂作为“名校网络课堂”的基本形式之一, 有效缓解了偏远地区师资短缺问题。

与传统面授课堂相比, 同步课堂中远端和近端师生需在相同时间、不同空间共同组织开展教与学活动。那么在同步课堂中主讲教师应该怎样教? 辅助教师应该怎样助学? 如何充分

发挥远近端教师的教学积极性？两地学生应该怎样学？如何提升远端学生的课堂参与度？师生如何实现隔屏互动？这些仍是同步课堂教学中亟需解决的重要问题。为此，本研究以宁夏银川二十一小开展的同步课堂为例，在已有研究的基础上，建构符合学校实际的课堂教学行为编码体系，并进行初步应用，以把握二十一小同步课堂中的教学互动情况，为优化同步课堂教学效果提供有针对性的策略建议。

2. 文献综述

2.1. 同步课堂

依托同步课堂帮助农村薄弱学校、教学点开齐、开好课，是促进城乡教育优质均衡发展的重要途径。然而当前国内外学者对于同步课堂的研究仍处于初步探索阶段，通过对文献进行深入阅读和系统梳理，发现目前国内外关于“同步课堂”的研究主要集中于以下四个方面：①同步课堂基础理论研究：国内学者丁俊峰（2016）等人通过研究证实了开展同步课堂的意义和作用，认为同步课堂能够有效缩小城乡教育的差距，在义务教育均衡发展过程中能够发挥较大价值。②同步课堂环境及技术研究：Kirschner（2004）提出用于指导网络教学环境设计与评价的理论框架。基于此国内学者董向东（2006）搭建了基于Internet的EduVClass同步课堂系统，吴海彦（2015）详细介绍了在多媒体技术支持下的同步课堂教室建设和技术规范。③同步课堂教学模式研究：恩施、咸宁等地区通过课堂教学实践总结了三类同步课堂模式：同体式、支教式、协作式（段昌平,肖承雄,廖福志,向兴东,2014）。冉新义（2016）介绍了“互联网+同步课堂”模式的实践，包括远程同步课堂、远程互助课堂、远程支教课堂、光盘为主教师为辅的课堂等形式。湖北咸宁市以“1+2”教学共同体为依托，提出了“一体双核四驱”模式（王忠华,张鸽子,马方,2017）。④同步课堂教学实践研究：近年来，国内外学者关于同步课堂的实践应用研究逐渐增多，大部分专家和学者对同步课堂教学质量和效果都持有肯定的态度（Lietzau J A & Mann B J., 2009;李爽,王磊,白滨,2009），但对同步课堂中的课堂互动行为关注较少。此外，研究表明在同步课堂实践应用中也暴露除了一些问题，如课堂互动问题、技术环境问题、教师发展问题等，国内外学者对此进行了较为深入的分析，并针对性的提出了优化策略（高丹阳,张泽晖,郭伟,2019;符俊宇,2020;Mcisaac M S et al.,1999）。

2.2. 课堂教学互动分析

对课堂教学互动的分析需借助一定工具方法。在研究课堂教学行为方面，常用的方法包括弗兰德斯互动分析系统（FIAS）、S-T分析法和基于信息技术的互动分析系统（ITIAS）等（顾小清,王炜,2018），具体对比如表1所示。FIAS以量化的方式统计、分析和处理课堂教学中的师生言语交互行为，3秒采集一个行为样本。相较于FIAS，ITIAS分析方法增加了学生主动提问、与同伴讨论两种言语行为，更加体现了学生学习的主动性，同时也增加了技术维度，而S-T分析法（傅德荣,章慧敏,刘清堂,2011）主要是分析教师和学生两个主体的行为，30秒取样一次。综合三类课堂教学行为编码系统，本研究以ITIAS分析方法为基础进行完善。

在同步课堂教学行为分析方面，Reigeluth(1999)、Leary(1997)等学者分别从互动模型和互动类型对课堂互动进行分析，还有学者从互动分析方法出发，研究课堂互动分析（周鹏霄等,2018）。王觅(2020)、张鸽子(2017)等借助ITIAS编码工具，分析了同步课堂中两端师生的互动行为，罗敬(2020)、宋菲霞(2018)等人在FIAS分析系统的基础上进行改进，分别分析了同步课堂和专递课下师生互动行为。

表1 三类课堂教学行为编码系统对比

	FIAS	ITIAS	S-T
行为维度	教师语言 学生语言 沉寂或混乱	教师语言 学生言语 沉寂 技术	教师行为 学生行为
行为种数	10	18	12
教师行为种数	7	8	6
学生行为种数	2	4	6

3. 研究设计

3.1. 研究对象

本研究以宁夏银川二十一小与中宁市宽口井中石油希望学校开展的同步课堂为例，在征得两地教师与学生同意后，通过学校自带的远程教学录课系统对两地师生教学实况进行录制。并以两节语文教学实录为研究对象进行深入分析。值得说明的是，这两节课的主讲教师为银川二十一小有同步课堂授课经验且教学能力优秀的教师，学生分别是二十一小和宽口井中石油希望学校4年级学生。

3.2. 研究工具

本研究基于 ITIAS 编码系统，在充分考虑同步课堂特征的基础上优化互动分析编码系统，修订后的编码系统如表 1 所示。修改后的编码系统在三个方面做了调整：第一，将教师言语分为主讲教师言语和辅助教师言语。由于其中一节同步课堂没有专任辅助教师配合，主讲教师需同时维持两地学生纪律，因此，在主讲教师言语维度增加了“维持课堂秩序”编码；为了更好地配合主讲教师开展教学，在辅助教师言语维度，增加了“维持课堂（宽口井）纪律、与学生互动、与主讲教师互动”等编码；第二，将学生言语维度分为了本地（二十一小）学生言语和异地（宽口井）学生言语两类，以便更好的区分两地学生的课堂参与情况；第三，对沉寂维度进行了调整，增加了“设备故障”和“教师板书”编码。由于同步课堂是通过网络远程给异地学生授课，一旦出现网络或设备故障就会影响课堂正常进行，因此在沉寂维度增加了“设备故障”编码，此外，还根据两节实录课实际情况，增加了“教师板书”编码。

表 2 同步课堂互动分析编码系统

分类	编码	表述	分类	编码	表述
主讲教师言语	间接影响	1 接受情感	学生言语	异地	17 集体应答
		2 鼓励表扬			18 被动应答
		3 采纳意见			19 主动应答
		4 提问开放性问题			20 主动提问
		5 提问封闭性问题			21 与同伴讨论
		6 讲授			22 展示
	直接影响	7 指示	沉寂或混乱	23	无助于教学的混乱
		8 批评		24	学生思考问题
		9 维持课堂秩序		25	学生做练习
学生言语	全体	10 两地学生集体应答		26	设备故障
		11 集体应答		27	教师板书
	本地	12 被动应答	技术	28	主讲教师操纵技术
		13 主动应答		29	学生操纵技术
		14 主动提问	辅助教师言语	30	技术作用学生
		15 与同伴讨论		31	维持课堂纪律
		16 展示		32	与学生互动
				33	与主讲教师互动

4. 数据分析

结合首都师范大学宁虹教授质性研究与量化研究结合的思想对两节同步课堂进行分析：首先，回看两节课例，了解基本教学过程，对教学过程进行时序分析；其次，再次观看课例，对课堂实录进行编码，得到基于同步课堂编码的互动分析矩阵，并计算师生教学行为的频率与比例，在此基础上深入剖析同步课堂结构、教师教学风格和课堂教学氛围；最后，分别绘制两节课例的课堂教学行为动态特征曲线和两地学生言语行为特征曲线图，直观呈现和分析课堂互动的动态过程，对比主讲教师与两地学生互动的差异。

4.1. 教学过程时序分析

分别观看两节同步课堂课例并进行记录。第一节同步课堂授课题目为《牛和鹅》，第二节同步课堂授课题目为《一只窝囊的大老虎》，两节课例均为新授课，课型相同，重点内容包括理解课文、掌握生字词、了解主旨大意等三大部分。其中《一只窝囊的大老虎》教学过程中没有专任辅助教师配合，只有一位技术人员与主讲教师和学生进行互动。两节课例的教学过程时序分析如表 2 所示。

表 3 教学过程时序分析

时间段	教学环节	教学描述	
		教师行为	学生行为
《牛和鹅》			
00:00—10:05	情境导入	通过课前歌曲、已学诗词引出课文题目	依次回答教师问题
10:06—16:15	学生自学	说明自由阅读要求	自由朗读课文
16:16—23:55	讲授新课	解释易错字词，示范标准读音	朗读生字词、组词
23:56—25:55	学生练习	说明朗读要求，巡视课堂	自由朗读课文
25:56—28:55	巩固练习	讲解动宾词语的特点	同桌配合熟记动宾词语
28:56—31:40	讲授重点	重点说明“摔”和“掐”的书写	指明两个字的易错点，重复书写笔顺
31:41—34:20	课堂小结	概括课程主要内容，引出下节课内容	概括文章主旨大意
《一只窝囊的大老虎》			
00:00—02:35	课程导入	引导学生说出心目中老虎的形象特点	分别回答心中老虎形象
02:36—06:10	新课讲授	带领学生认识和书写“囊”字	跟着老师写“囊”字
06:11—02:35	布置任务	指示学生默读或跟读课文，巡视课堂	本地学生朗读课文要求自由朗读课文
12:36—21:45	讲授新知	教师示范正确读音	依次开火车朗读字词
21:46—22:50	学生练习	解释各词语含义	本地学生上台练习
22:51—32:00	讲授易错点	示范多音字读音、解释各多音字含义并组词	异地学回答问题，本地学生辅助
32:01—36:20	巩固练习	操作电子白板	依次读字词

4.2. 教学行为频率、比例分析

初步确定“同步课堂互动分析编码系统”后，为确保编码的效度，邀请两位编码人员分别独立开展试编码，并对存在分歧的编码进行深入研讨，最终统一编码规则。之后，本研究以 3 秒为间隔对两节课堂教学实录分别进行编码。其中，《牛和鹅》共得到 687 个编码，《一只窝囊的大老虎》共得到 727 个编码。基于两节同步课堂的编码绘制教学行为互动分析矩阵，并在此基础上对课堂教学结构、教师教学风格进行分析。

4.2.1. 课堂教学结构分析

分别对两节课的各教学行为进行统计分析，如表 3 所示。《牛和鹅》课堂教学实录中主讲教师言语、本地学生言语、异地学生言语、沉寂或混乱、技术及辅助教师言语六类行为比

率分别为 44.27%、16.19%、12.32%、25.07%、2.15%、2.29%；《一只窝囊的大老虎》课堂教学实录中主讲教师语言、本地学生语言、异地学生语言、沉寂或混乱和技术五类行为比率分别为 44.25%、14.11%、13.56%、6.30%和 21.78%。与 Flanders(1970)基于大规模分析课堂教学情况所建立的一般课堂语言常模相比，两节课教师的语言率低于常模 20 多个百分点、学生语言率高于常模 8 个百分点，显然两节课的课堂结构要优于一般课堂，教师倾向于将话语权转移给学生，体现了开放民主的课堂教学结构。

表 4 教学行为变量统计分析

类别	次数		时间		比率		常模
	计算方法	频次	计算方法	时间（分钟）	计算方法	比率	
《牛和鹅》							
主讲教师言语	1-9 列次数	309		15.45		44.27%	68%
本地学生言语	10-15 列次数	113	（对应列次	5.65	对应列次数 /总次数	16.19%	20%
异地学生言语	16-22 列次数	86	数×3 秒/	4.3		12.32%	
沉寂或混乱	23-27 列次数	175	次）/60	8.75		25.07%	
技术	28-30 列次数	15		0.75		2.15%	
辅助教师言语	21-33 列次数	16		0.8		2.29%	
《一只窝囊的大老虎》							
主讲教师言语	1-9 列次数	323		16.15		44.31%	68%
本地学生言语	10-15 列次数	103	（对应列次	5.15	对应列次数 /总次数	14.13%	20%
异地学生言语	16-22 列次数	98	数×3 秒/	4.9		13.44%	
沉寂或混乱	23-27 列次数	46	次）/60	2.3		6.31%	
技术	28-30 列次数	159		7.59		21.81%	

在师生言语行为占比方面，两节课的比例分别为 1.55:1 和 1.61:1，与常模中的师生活动率 3:1 相比，说明教师有“教师主导、学生主体”的教学意识；在两地学生言语行为占比方面，两节课的比例分别为 1.31:1 和 1.05:1，本地学生活动占比略高于异地学生，通过回看视频发现，本地学生在回答问题时思维更活跃，回答的内容更多。由此可见，主讲教师能够较好地安排教学活动，保证两地学生平等地参与到课堂活动中；在沉寂或混乱占比方面，《牛和鹅》的占比较高，通过回看视频发现，编码时将“教师让学生自由朗读课文”一行为归为了“学生做练习”，此外，更多的沉寂或混乱是由于网络延迟引起的；在技术方面，《一只窝囊的大老虎》的占比较高，通过回看视频发现，编码时将“教师播放课文音频、学生自由朗读”一行为归为了“技术作用学生”。此外，教学过程中教师会借助多媒体呈现教学内容，还设计了学生上台展示的教学活动，如完成白板展示的练习题或小游戏，可见教师能够灵活将多媒体设备与教学活动有机结合，让两地学生积极参与到课堂中。

4.2.2. 教师教学风格分析

通过分析课堂中教师直接言语和间接言语占比、积极强化和消极强化占比等数据，可以归纳总结出教师的教学风格。由表 4 可知，两节课教师课堂教学的间接语言与直接语言比率均为 0.3，远小于 1，表明主讲教师倾向于通过直接语言影响学生，对于小学生而言，直接语言更有助于学生掌握知识(Gage N L,1978)。此外主讲教师需要同时兼顾两端学生，直接言语更适合安排教学任务，学生更易于接收，投入课堂中。

表 5 教师课堂教学言语分析

项目	间接言语	直接言语	间接言语与直接言语比
类别	(1-5 列次数之和)	(6-9 列次数之和)	率
《牛和鹅》	72	237	0.3
《一只窝囊的大老虎》	75	248	0.3

通过深入分析积极强化（编码 1、2、3 分别代表教师对学生的接受、鼓励和赞扬）和消极强化（编码 7、8、9 分别代表指示、批评与维持课堂纪律）编码的占比可知，两节课例积极强化与消极强化的比率分别为 $0.60 < 1$ 和 $0.4 < 1$ 。《牛和鹅》的积极强化与消极强化相当，说明在辅助教师的配合下，异地学生课堂纪律较好，而在《一只窝囊的大老虎》一课例中，消极强化占比高于积极强化。这主要体现在课堂指导和维持课堂纪律上，说明在没有专任或熟悉同步课堂辅助教师的配合下，主讲教师需要投入更多的精力去维持异地学生课堂纪律。通过观察视频可知，在《一只窝囊的大老虎》一课例中，主讲教师为保障课堂教学秩序，三次暂停授课，以维持异地学生课堂纪律，在一定程度上反映了教师对学生会产生消极影响。

表 6 课堂强化类型分析

项目	积极强化	消极强化	积极强化与消极强化比
类别	(1-3 列次数之和)	(7-9 列次数之和)	率
《牛和鹅》	40	67	0.6
《一只窝囊的大老虎》	48	120	0.4

4.3. 动态曲线分析

动态曲线横坐标是时间（分钟），纵坐标是每分钟内教学行为占比，以折线图展示。作为一个有机整体，课堂具备连贯性和持续性的特点(韦怡彤等,2019)。从动态曲线可以直观、全面、整体性了解课堂的教学过程，以及教学过程中某个时间节点教师言语行为与学生言语行为、本地学生言语行为与异地学生言语行为的差异(李扬,2016)。

4.3.1. 师生言语行为分析

教师行为比率=Σ（1-9 列编码+31-33 列编码+27 编码+28 编码）总和/20，学生行为编码=Σ（10-22 列编码+24 编码+25 编码+29 编码+30 编码）/20。《牛和鹅》课例中师生言语行为比例基本维持在 60%和 40%左右，《一只窝囊的大老虎》课例中师生言语行为比例基本维持在 70%和 30%左右，说明两节课中教师比学生更活跃。《牛和鹅》课例中，教师行为比例高峰出现 14 次，学生行为比例高峰出现 12 次，且学生行为高峰比例是在教师行为后发生，通过回看视频发现，师生间有频繁的提问回答环节，学生能够紧跟教师节奏。《一只窝囊的大老虎》的教师行为显著高于学生行为，说明在该课例教师占据更高的主导权，另外由于没有专任辅助教师，主讲教师要同时兼顾 100 多名学生，为了保证课堂顺利进行，主讲教师占了主导地位。结合同步课堂的特殊性，教师行为比例较高也从侧面说明教师能够兼顾两地学生，给予他们更多的关注和指导。两节课例所出现的较长时间的沉寂 80%是由于网络延迟所导致的，主讲教师提问异地学生时，需要等待 3-6 秒才能得到学生的回应。

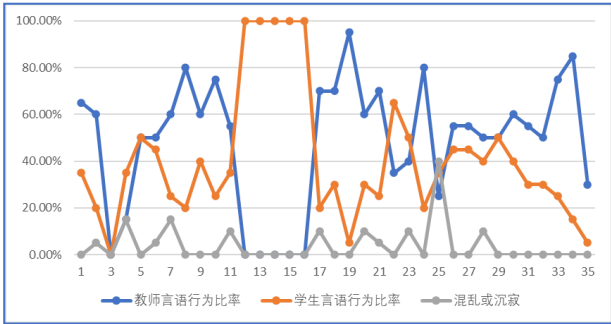


图 1 《牛和鹅》师生言语行为比率动态特征曲线

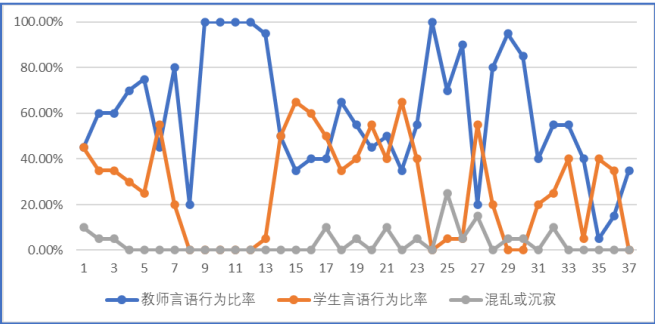


图 2 《一只窝囊的大老虎》师生言语行为比率动态特征曲线

4.3.2. 生生言语行为分析

本地学生行为编码= Σ (10-15 列编码+22 编码+24 编码+25 编码+29 编码+30 编码)/20, 异地学生行为编码= Σ (16-22 列编码+24 编码+25 编码+30 编码)/20。对比两地学生言语行为, 由图 3 和图 4 可知两地学生言语行为基本持平, 本地学生的参与度和积极性略高于异地学生, 但本地学生言语行为基本发生在异地学生之后, 通过回看视频发现, 主讲教师会先提问异地学生, 再提问本地学生, 说明主讲教师对异地学生给予了很高的关注度, 能够较好的同时兼顾两地学生, 是一位有丰富同步课堂授课经验的教师。《牛和鹅》课例的 27-35 分钟, 本地学生行为占比高于异地学生, 通过回看视频发现, 教师提出了一个开放性问题, 本地学生的发言更丰富, 也从侧面说明, 本地学生的所积累的基础知识、学习能力都高于异地学生。

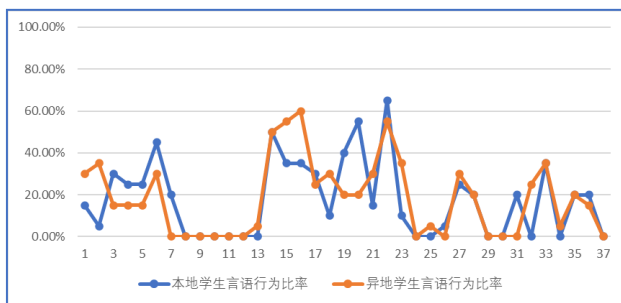
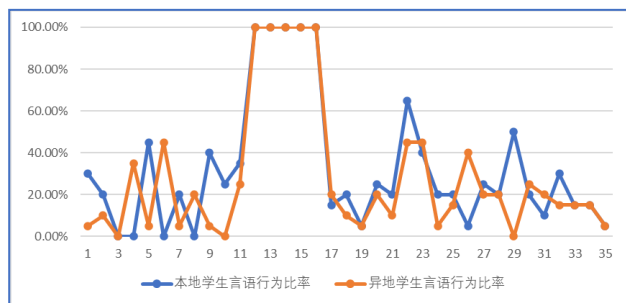


图 3 《牛和鹅》生生言语行为比率动态特征曲线 图 4 《一只窝囊的大老虎》生生言语行为比率动态特征曲线

5. 结论与启示

本研究通过设计“同步课堂的互动分析编码系统”, 对两节语文同步课堂教学实录进行编码分析发现: 第一, 在课堂教学结构方面, 主讲教师在发挥主导作用的同时也彰显了学生的主体地位; 第二, 在教师教学风格方面, 有辅助教师的课堂教师呈现出更积极的教学语言, 而没有辅助教师的课堂, 主讲教师同时兼顾两地学生出现了较多的消极强化; 第三, 在教学活动设计方面, 多以教师讲授示范、学生自由朗读等活动为主, 同伴之间的互动较少, 究其原因可能是与课堂容量及教学内容限制有关; 第四, 在两地教师互动方面, 这两节课主讲教师与辅助教师的互动几乎为零, 且在观看教学视频时, 异地学生出现短暂混乱, 辅助教师没有及时维持课堂纪律, 这说明辅助教师发挥的作用有限, 仅引导学生回答问题。基于上述分析结果, 本研究从网络环境建设、课堂组织管理、课堂互动管理、两地教师间交流等方面提出相关改进建议。

首先, 优化两地网络设备环境。同步课堂对硬件设备、网络要求较高。一方面应与移动、联通等网络供应商密切合作, 测算学校用网高峰期所需的网速, 加强网络带宽的建设, 或接入同步课堂专用网络; 另一方面, 采购高质量的教学设备, 成立专门技术部门定期维护、更新, 保障设备和授课平台的稳定性, 以及同步课堂教学的流畅运行, 为师生营造良好的教学环境。

其次, 加强课堂组织管理。由于和远端学生处在不同空间, 主讲教师同时兼顾两地学生, 需要花费更多的精力, 因此主讲教师在上课之前应和辅助教师或班主任沟通, 在交流过程中对于学生的学情、教学设计方案、教学活动的开展等进行充分的研讨和深入思考, 同时明晰双方教师所应担任的角色, 相互配合, 确保教学顺利进行。

第三, 强化课堂师生互动。课堂互动包括师生互动、生生互动。本研究的两个课例中两地学生主动提问缺乏, 辅助教师与学生的互动交流较少, 因此应重视两地学生之间的互动, 通过小组合作等方式拉近两端学生之间的距离。此外, 加强辅助教师与学生的互动, 提高远

端学生在课堂上的参与度。

最后，加强两地教师间互动。主辅教师的交流与协作也是保障同步课堂顺利进行的关键支撑，主辅教师应通过协同备课、课后及时交流等方式更好地进行学情分析、教学进度安排，同时辅助教师在课堂上应及时配合主讲教师，使本地学生能够积极融入集体学习，从而取得更好地教学效果。

课题信息：教育部-中国移动科研基金项目（2018）“构建‘互联网+’条件下的新型课堂教学模式创新实证研究---以宁夏银川市第二十一小学为案例（项目编号：MCM20180601）”的阶段性研究成果。

参考文献

- 丁俊峰（2016）。基于远程同步课堂的信息化教学研究——以扶沟县县直高级中学为例。**中国教育** **月刊**，(S1)，13-14。
- 王忠华、张鸽子 and 马方（2017）。咸安"1+2"同步课堂互动问题与对策研究。**现代教育技术**，27(2)，59-64。
- 王觅、文欣远、李宁宁和陈焕东（2020）。大单元教学视角下基于Isa的同步课堂师生交互行为研究。**电化教育研究**，(8)，74-81。
- 韦怡彤、王继新、赵晓娜、田俊和丁茹（2019）。同步互动专递课堂中教学互动行为案例研究*——以一年级美术课"画马路"为例。**现代教育技术**，(12)。
- 冉新义（2016）。农村小规模学校“互联网+同步课堂”教学模式研究。**教育探索**，(11)，35-39。
- 吴海彦（2015）。"同步课堂"教室建设及技术规范研究。硕士学位论文，华中师范大学，武汉。
- 宋菲霞（2018）。崇阳县专递课堂师生互动行为研究。硕士学位论文，华中师范大学，武汉。
- 张鸽子（2017）。面向农村教学点的同步课堂互动策略应用研究——以咸安实验区为例。(Doctoral dissertation, 华中师范大学)。
- 李扬（2016）。面向农村教学点的专递课堂教学策略研究。硕士学位论文，华中师范大学，武汉。
- 李爽、王磊和白滨（2009）。基于卫星的远程直播教学模式评价研究——以成都七中网校为例。**开放教育研究**，15(4)，86-92。
- 杨昌福（2016）。“三式”打造同步课堂。**湖北教育(综合资讯)**，(08)，45。
- 周鹏霄、邓伟、郭培育和刘清堂（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**，028(006)，54-59。
- 罗敬（2020）。基于改进型FIAS农村小学同步直播课堂交互问题的研究。硕士学位论文，云南师范大学，昆明。
- 顾小清, 王炜（2004）。支持教师专业发展的课堂分析技术新探索。**中国电化教育**，000(007)，18-21。
- 高丹阳、张泽晖和郭伟（2019）。城乡异地同步课堂教学组织形式的提出与实践。**现代教育技术**，v.29;No.217(05)，72-78。
- 符俊宇（2020）。"互联网+义务教育"城乡同步课堂的实践与思考。**浙江教育技术**，No.309(01)，42-45。
- 傅德荣（2011）。**教育信息处理(第2版)**。北京师范大学出版社。
- 董向东（2006）。Eduvclass同步课堂系统的设计与实现。**电化教育研究**，000(006)，49-52。
- Cohen, R. B. E. G. . (1970). Analyzing teaching behavior. *American Educational Research Journal*, 8(3), 589-592.
- Gage, N. L. . (1978). *The Scientific Basis of the Art of Teaching*. TEACHERS COLLEGE PR.
- Kirschner, P. , Strijbos, J. W. , & Beers, K. . (2004). Designing Electronic Collaborative Learning

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- Environments. *Educational Technology Research & Development*.
- Lietzau, J. A. , & Mann, B. J. . (2009). Breaking out of the asynchronous box: using web conferencing in distance learning. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*, 3(3-4), 108-119.
- Marina Stock McIsaac,,J Michael Blocher,,Veena Mahes & Charalambos Vrasidas.(1999).Student and Teacher Perceptions of Interaction in Online Computer-Mediated Communication. *Educational Media International*(2),. doi:10.1080/0952398990360206.
- Reigeluth Charles M.(2013).Instructional-design Theories and Models:*A New Paradigm of Instructional Theory, Volume II*.Taylor and Francis.
- Wubbels, T. , Levy, J. , & Brekelmans, M. . (1997). Paying attention to relationship.

师生及家长对在线教学的感知差异研究

Study on the Perceived Differences of Online Teaching between Teachers, Students and

Parents

孙晓园^{1*}, 李晓庆², 李珍琦³

¹²³ 北京师范大学未来教育高精尖创新中心

* zhuimeng111688@163.com

【摘要】 本文研究了师生及家长对在线教学的总体感知及对在线教学各要素的感知，总结师生及家长感知异同：教师和家长对学生线上学习的自制力和注意力担忧，学生和家长均对家长支持、学习任务量、教学方式认可度稍低，此外教师担忧对身体健康的影响，学生对线上教学环境的认可度也不高。基于上述发现，提出考虑师生及家长感知差异综合影响的在线教学应用推进策略：以师生及家长的需求为出发点，营造良好的信息化教学支持环境；关注教师的信息化教学能力及学生的自主学习能力。

【关键词】 在线教学；师生；家长；不同群体；感知差异

Abstract: The paper studies the overall perception of teachers, students and parents of online teaching and the perception of each element of online teaching, and summarizes the perceived differences and similarities between teachers, students and parents: teachers and parents are worried about students' self-control and online learning attention, and students and parents have low recognition of parents' support, learning tasks and teaching methods. In addition, teachers worry about the impact of online teaching on health, students' recognition of online teaching environment is not high too. Based on the above findings, this paper puts forward the promotion strategy of online teaching application considering the comprehensive impact of perceived differences between teachers, students and parents: create a good information-based teaching support environment based on the needs of teachers, students and parents; pay attention to teachers' information-based teaching ability and students' autonomous learning ability.

Keywords: online teaching, teachers and students, parents, different groups, perceived differences

1. 前言

专家学者普遍认为未来的教育将是“双线混融”的教育。在线教学不是为了替代传统教学而生，而是为了超越课堂教学，实现传统教学所无法实现的更高的教育目标（王竹立，2020）。教师和学生是传统教学的直接参与者，也是在线教学的重要参与者。同时，由于在线教育的灵活性，家长也将成为在线教学的重要参与者。研究教师、学生、家长对在线教学的感知，找到其感知异同，有利于深度挖掘不同群体对在线教学态度看法差异背后的原因，提出考虑师生及家长感知差异综合影响的在线教学应用推进策略，推动双线混融的学习新样态的形成。

2. 文献综述

在线教学主要是指通过网络进行的学习与教学活动，它充分利用现代技术所提供的全新沟通机制与丰富资源的学习环境，实现的一种全新的学习方式（何克抗，2002）。对在线教学的感知是指对在线教学的主观感受，既包括总体的感知，也包括对线上教学各要素的感知。实际上，自大规模在线教学开展以来，已有大量针对教师、学生等不同对象在线教学的研究（付卫东，2020；王继新等，2020；宋佳等，2020）。然而在线教学涉及“教师教”和“学生学”两方面，师生对于在线教学的不同感知将会影响在线教学的应用，关注师生差异的综合影响方可构建“和而不同”的在线教学共同体（覃红霞等，2021）。此外，家长的感知态度也会影响在线教学的应用推进（熊怡静等，2020）。因此，本文希望以教师、学生及家长不同群体的感知研究为基础，挖掘师生及家长对在线教育感知的差异，提出考虑师生及家长感知差异综合影响的在线教学推进策略。

3. 研究设计

在文献调研的基础上，与一线教师、学生和家长共同编制《中小学线上教学教师调查问卷》、《中小学线上教学学生调查问卷》、《中小学线上教学家长调查问卷》三套问卷。问卷框架如表 1 所示。以此框架为基础，根据不同调研对象的特点对具体题项进行差异化描述。

表 1 问卷框架

维度	具体内容
总体感知	满意度、效果感知、继续意愿、适应性、线上教学信心
线上教学环境	居家环境、网络平台支持、资源获取
学校家长支持	学校支持、家长支持
教学安排	时间安排、教学时长、教/学任务量
教学活动（教师教）	教学方式、互动交流、教学引导、学习反馈
学生表现（学生学）	自制力、课堂注意力、作业完成
身心健康	作息情况、视力影响

在问卷编制的基础上，本文以 F 区的教师、学生、家长为研究对象开展大规模问卷调查，共回收教师有效问卷 2887 份，学生有效问卷 12598 份，家长问卷 12168 份。教师问卷概况：小学教师占 49.49%，初中教师占 32.76%，高中教师占 17.73%。学生问卷概况：小学生占 55.00%，初中生占 32.66%，高中生占 12.34%。家长问卷概况：小学生家长占 55.18%，初中生家长占 33.22%，高中生家长占 11.60%。

4. 研究结果

4.1. 师生及家长对在线教学的总体感知情况

教师问卷的总体 Cronbach's α 为 0.917，学生问卷的总体 Cronbach's α 为 0.944，家长问卷的总体 Cronbach's α 为 0.807，表明量表信度较好。研究通过单因素方差分析研究师生及家长对在线教学的总体感知的差异，结果如表 2 所示。研究发现，在线上教学总体感知方面，教师、学生、家长存在显著差异，事后检验的结果发现学生的总体认可程度高于教师和家长，家长的总体认可度高于教师。

表 2 教师、学生、家长对在线教学总体感知差异情况统计分析

组别	对象	人数	均值±标准差	F	P	事后检验
----	----	----	--------	---	---	------

(1)	教师	2887	3.22±0.79			
(2)	学生	12598	3.78±0.87	691.24***	0.000	(2)>(3)>(1)*
(3)	家长	12168	3.56±0.63			

4.2. 师生及家长对在线教学各要素的感知

通过单因素方差分析研究师生及家长对在线教学各要素感知的差异，结果如表 3 所示。研究发现，在线上教学各个要素的感知方面，教师、学生、家长两两之间均存在显著差异。三者相比，教师对学生表现、身体健康的认可度低，学生对线上教学环境、教学活动的认可度低，家长对学校及家长支持、教学安排的认可度低。

表 3 教师、学生、家长对在线教学各要素感知差异情况统计分析

维度	F	P	事后检验
线上教学环境	1566.87***	0.000	(3)>(1)>(2)*
学校及家长支持	555.07***	0.000	(2)>(1)>(3)*
教学安排	352.78***	0.000	(2)>(1)>(3)*
教学活动	274.77***	0.000	(3)>(1)>(2)*
学生表现	3459.57***	0.000	(2)>(3)>(1)*
身体健康	1768.94***	0.000	(3)>(2)>(1)*

注：（1）为教师组，（2）为学生组，（3）为家长组。

计算教师、学生、家长在各个维度题项评分的均值，并分别以各个群体所有维度题项得分的均分为标准，统计低于所有维度均分的题项，以此得到不同群体对在线教学各要素的具体感知情况，结果如表 4 所示。研究发现，在线上教学环境方面，师生对网络平台的支持认可度较低，认为线上平台存在卡顿；学生对资源获取的认可度较低，认为资源获取不够方便。在学校及家长支持方面，三者对学校支持的认可度均较高，学生和家长对家长支持的认可度较低，认为家长对信息化学习的支持与接纳不够，对学生学习资源与策略的指导欠缺等。在教学安排方面，师生对教学时长的认可度较低，学生和家长对教/学任务量的认可度较低。在教学活动方面，尽管三者都对教学引导和学习反馈表示认可，但学生和家长对教学方式认可度较低，认为教师线上教学多是线下课堂的搬家，此外家长担心远程互动交流的效果。在学生表现方面，教师和家长均对学生自制力和注意力担忧，此外教师对学生的作业完成情况担忧。在身体健康方面，师生均担心对视力的影响，此外教师认为作息情况受到影响。

表 4 教师、学生、家长对在线教学各要素的感知

维度	具体要素	低于所		低于所	
		有维度 均分	维度	具体要素	有维度 均分
线上教学	居家环境	无	学生	自制力	(1) (3)
环境	网络平台支持	(1) (2)	表现	注意力	(1) (3)

	资源获取	(2)		作业完成情况	(1)
学校及家	学校支持	无	身体	作息情况	(1)
长支持	家长支持	(2) (3)	健康	视力影响	(1) (2)
	时间安排	无		教学方式	(2) (3)
教学安排	教学时长	(1) (2)	教学	互动交流	(3)
	教/学任务量	(2) (3)	活动	教学引导	无
				学习反馈	无

注：(1) 为教师组，(2) 为学生组，(3) 为家长组。

5. 讨论与建议

师生及家长对在线教学的感知存在差异，不同群体的需求点既有一致性也存在不同。三者对居家环境、学校支持、时间安排、教学引导、学习反馈方面均具有较高的认可度。教师和家长均担忧学生的自制力和注意力，学生和家长均认为家长支持、学习任务量、教学方式还需进一步优化。其差异性表现在：学生的需求点主要表现在流畅的网络平台支持、资源获取的便捷性、适宜的线上教学方式、合理的教学时长和学习任务量、家长支持等方面。此外，在学生看来，电子产品对视力的影响，以及线上教学时长和学习任务量也是需要改进的方面。教师的需求点主要表现在作息质量的保障、视力保护，以及学生自制力、课堂注意力、作业完成情况等方面。家长的需求点主要表现在适宜的学习任务量、自己对孩子信息化学习资源与策略等方面的指导、孩子自主学习能力的提升等。

基于师生及家长对线上教学各要素的综合感知，研究提出在线教学应用的推进策略。

在线教学的推进要以师生及家长的需求为出发点，营造良好的信息化教学支持环境。一是在保证网络 and 平台流畅性的同时，提供丰富优质且分类标注的资源，尤其是有利于学生自主学习发生的学习资源；二是要关注信息化产品对师生视力的影响；三是对线上教学进行合理安排，并据此对师生及家长进行有针对性的指导与政策支持，例如，通过创新型政策的制定对教师线上教学工作量进行合理认定和鼓励，提供家长相应的资源支持、策略支持等。

此外，要关注教师的信息化教学能力及学生的自主学习能力。一是开展教师数字素养提升行动，尤其是要提升教师信息化教学设计的素养；二是以正式课程和非正式课程相结合的方式指导学生了解自主学习、合作学习活动中必要的步骤、要求和学习准备；三是给予学生相应的学习动机的激励，引导学生综合在学校、家庭和网络等各个学习空间进行个性化自适应的学习。

参考文献

- 王竹立 (2020)。替代课堂，还是超越课堂？——关于在线教育的争鸣与反思。《现代远程教育研究》，05，35-45。
- 王继新、韦怡彤和宗敏 (2020)。疫情下中小学教师在线教学现状、问题与反思——基于湖北省“停课不停学”的调查与分析。《中国电化教育》，05，15-21。

- Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.
- 付卫东 (2020)。疫情期间我国中小学教师在线教学：现状、问题及策略——基于全国 7111 位中小学教师在线问卷调查的数据。**现代教育管理**，**08**，100-107。
- 何克抗 (2002)。e-Learning 的本质——信息技术与学科课程的整合。**电化教育研究**，**01**，3-6。
- 宋佳、冯吉兵和曲克晨 (2020)。在线教学中师生交互对深度学习的影响研究。**中国电化教育**，**11**，60-66。
- 覃红霞、周建华和李政 (2021)。高校师生在线教学持续使用意愿的差异研究。**高等教育研究**，**01**，83-93。
- 熊怡静和武千山 (2020)。“停课不停学”背景下中职学生在线学习满意度调查——基于对 27199 名中职学生的调查分析。**中国职业技术教育**，**29**，40-48。

在线学习的影响因素及改进策略研究

Review of the Practical Cases of STEAM Curriculum Based on Cultural Heritage

张贤茹¹，李葆萍^{1,2*}，陈秋雨¹

¹北京师范大学 教育学部

²北京师范大学、北京师范大学未来教育高精尖创新中心

* libp@bnu.edu.cn

【摘要】未来社会学校学习难以支持个人的终身发展，人们需要持续学习。在线学习作为一种灵活的学习方式可以为终身学习提供支持。但目前在线学习的实施对于学生、教师和教育管理人员来说都是巨大的挑战。新冠肺炎疫情流行期间，在线学习成为了支持基础教育阶段学生居家学习的主要教学形式，基于大规模在线教学实施背景下研究公众对于在线学习的态度和接受度及改进策略会对在线教学的进一步发展带来深远影响。本研究旨在通过对疫情期间基础教育阶段在线学习实施状况进行调查，以期得出公众对于在线学习的态度和接受度，并对未来在线学习在终身学习等方面的应用提供建议。最终分析得出，教学方法以及教学管理方式等影响了在线学习，接下来在线学习在终身教育的应用中要提供灵活多样的学习方式和学习资源，满足不同学习者的要求，政府、企业以及学校等要协同构建社会型终身学习体系。

【关键词】大规模在线学习；创新扩散；接受度

Abstract: In the future, social school learning will not be able to support the life-long development of individuals, and people need to continue learning. As a flexible learning method, online learning can provide support for lifelong learning. But the current implementation of online learning is a huge challenge for students, teachers and education administrators. During the new crown pneumonia epidemic, online learning became the main form of teaching to support students' home learning in the basic education stage. Under the background of the implementation of large-scale online teaching, the study of the public's attitude and acceptance of online learning and the improvement strategy will have a far-reaching impact on the further development of online teaching. This research aims to investigate the implementation of online learning in the basic education stage during the epidemic, in order to find out the public's attitude and acceptance of online learning, and to provide suggestions for the application of online learning in lifelong learning in the future. Next, online learning should provide flexible and diverse learning methods and learning resources in the application of lifelong education to meet the requirements of different learners, governments, enterprises and schools. It is necessary to coordinate the construction of a social lifelong learning system.

Keywords: Large-scale online learning, Innovation diffusion, Acceptance

1. 研究背景

学习型社会的发展使得终身学习几乎成为所有社会成员一生的必需。在未来社会，毕业不意味着学习的结束，学校学习难以支持个人的终身发展，人们需要持续学习。在线学习作为一种较为灵活的学习方式，可以为人们的终身学习提供支持（王志军、苏珊，2017）。在

线学习突破了传统意义上的学习时空，学校不再是学习者接受教育和开展学习的唯一场所，学习者也不必被固定的学习时间和教师预设的学习节奏所限制，可以根据自己的学习需要和学习计划随时进入课程，灵活调整学习进度，真正获得终身学习（董萍、郭梓焱，2021）。

在线学习与传统课堂教学不同的是，在线学习中学生的学习环境由学校教室转变为家庭环境，师生之间由面对面教学变为远距离线上教学，教学管理方式也由教师的线下管理变为教师通过通讯工具或教学平台进行管理，在线教学的实施对学生、教师和教学管理人员来说都是一个巨大的挑战，在线学习的大规模实施还存在较多问题，研究公众对于在线学习的态度和接受度以及未来在线学习发展应从哪些方面着手成为了急需解决的问题。新冠肺炎流行期间，中国甚至全球的学校都利用在线教学代替了传统的课堂教学，并且持续使用了一段时间，是类似创新扩散的一个缩影，因此我们分析疫情期间在线学习的目的是为了分析在如此大规模在线教学实施背景下公众对于在线学习的态度和接受度及改进策略会对在线教学的进一步发展带来深远影响，为在线学习在终身学习中的应用提供指导借鉴。

2. 理论基础

埃弗雷特·罗杰斯将创新扩散定义为社会系统内部成员对创新事物不同程度的认知、理解和实施再创造的过程，也是系统其它成员对舆论引领者的决策及行为方式进行模仿和学习的过程（赵磊，2018）。张进宝在“创新扩散”的基础上，将“教育技术扩散”定义为教育技术应用推广经过一段时间，经由特定的渠道的传播过程（张进宝，2013）。赵磊认为教育技术扩散的本质特征表现在三个方面：教育技术扩散指一种新概念/新技术在特定的时间内通过某种传播通道在教育系统中被大规模地模仿、学习与再创造，逐渐被接受并持续采用的过程；第二，教育技术扩散不仅包括纯粹的技术手段，而且包括应运而生的教育思想、教学理念、教学模式、教学法以及教学管理方式等教育系统元素；第三，技术在教育领域中的扩散的目标是利用改变教学模式和教学方法，促进教学规模的扩大、教学质量的提升，甚至是教学结构和教育生态环境的整体变革（赵磊，2018）。

3. 研究设计

本研究基于社交平台——微博采集相关数据并进行研究。微博作为中文社交平台，具有强大的影响力和渗透力（王泽辰、王树鹏、孙立远、张磊、王勇、郝冰川，2021），逐渐成为社会信息共享和情感表达的交流互动平台（王战平，夏榕，2021）。本研究在微博上以“停课不停学”和“居家学习”为关键词，搜索并爬取了2020年1月30日-2020年5月27日之间相关的评论内容。两位研究人员删除了广告、一些无意义的转发等与话题无关的微博内容，经过清洗，公众发表的评论内容共26414条。本研究采用python进行词频分析与情感分析。

4. 结果

4.1. 评论内容高频词统计

利用python中的jieba包对公众发表的评论内容进行分词处理。由于中文文本的句子较长，在对其进行文本挖掘前需要通过分词将长句子分割为多个短词语，而jieba是优秀的中文分词的第三方库，jieba利用已经构建好的中文词库，确定汉字之间的关联概率，根据汉字间关联大的组成词组，形成分词结果。除了词库中固有的词组，用户还可以自定义添加词组。分

1.高频词随时间的变化而变化

不同时间的高频词是有变化的，从表 2 中可以看到（表中所呈现的时间跨度与疫情期间发生的重要事件节点相关，例如 1 月 30 日是教育部开始发布通知阶段，2 月 11 日是各地学校开始在线教学阶段等），2020.02.21-2020.03.23 之间关于打卡出现的次数最多，2020.02.24-2020.03.23 出现最多的是老师，2020.03.24-2020.05.10 关于开学的呼声越来越高。有些热点词会随着时间慢慢淡出视野，例如打卡、作业、家长、老师等。

2.部分高频词热度一直存在

有些词一直是公众讨论的高频词，例如网课、上网、上课、学生等词，说明这些事情是在线学习的关键因素。学生是在线学习的主体，但是关注度会随着时间产生波动，说明老师、学生和家长对于在线学习的认识不停变化。

表 2 高频词变化情况

	2020.01/30-02/10	2020.02/11-2020.02/23	2020.02/24-2020.03/23	2020.03/24-2020.04/26	2020.04/27-2020.05/10	2020.05/11-2020.05/27
打卡	0.000	0.320	0.057	0.000	0.000	0.000
老师	0.046	0.166	0.342	0.052	0.000	0.000
网课、上课	0.061	0.114	0.028	0.208	0.065	0.110
家长	0.093	0.093	0.015	0.037	0.000	0.000
作业	0.028	0.094	0.068	0.040	0.000	0.000
学生	0.033	0.081	0.141	0.039	0.073	0.063
开学	0.014	0.051	0.000	0.185	0.462	0.117
上网	0.023	0.051	0.014	0.131	0.038	0.024

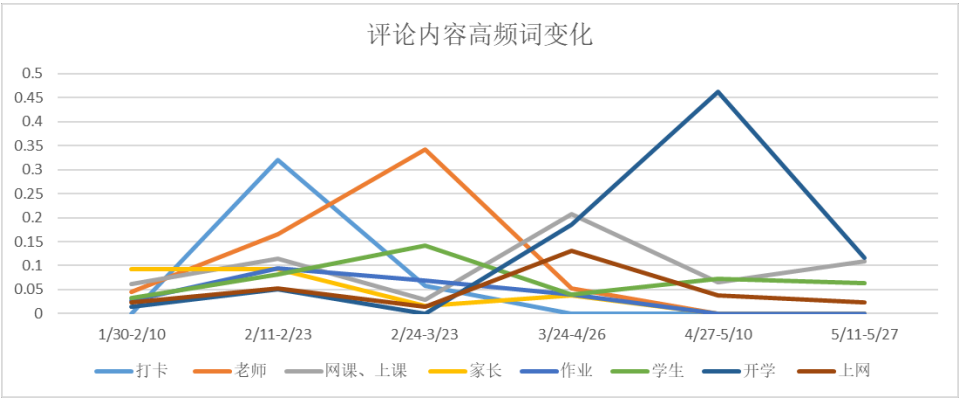
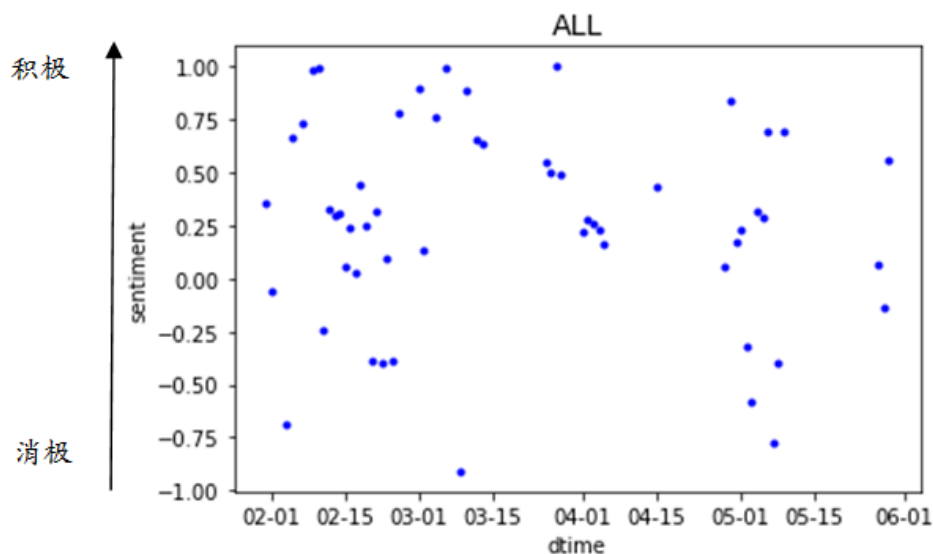


图 2 高频词变化情况

4.3. 情感分析

利用 python 的 SnowNLP 包对采集的评论进行情感分析，返回值为正面情绪的概率，越接近 1 表示句子情感越积极。从图 3 中可以看出，1 月底此阶段事件刚刚发酵，消极情绪和积极情绪均存在，公众对此褒贬不一。在此之前，大部分教师和学生都对在线学习没有真正的了解甚至没有接触过在线学习，更没有实际的在线教学经验，因此大部分公众都处于观望的状态。当在线学习实施一段时间后，公众已经开始适应了这种学习方式，情绪开始上升。原

来一些质疑网课或者对网课抱有消极态度的教师也开始准备网课了，教师越来越多地关注如何上好一节网课，学生和家长也开始适应网课的节奏。而在这期间，相关教育部门和企业迅速做出调整，提供了丰富的学习资源和工具。4月下旬之后，公众对在线学习的关注度逐渐下降，发帖量也在逐渐减少。但从图3中可以看出，公众在这一阶段出现了少量的负面情绪。通过查看收集的微博内容可知，一部分公众认为经过三个多月的线上学习，教师对于线上教学的工具、方法等也逐渐积累了一定经验，学生和家长已经适应了这种学习模式。而仍然有部分公众还是比较排斥线上学习，他们认为线上学习课程安排多，时间紧凑且任务负担较重，常常不能按照课时计划完成课时进度，达不到教学目标；其次，相当一部分家长和学生认为整天面对电脑、Pad等电子设备会造成视力下降，影响身体健康。



注：图中所示时间为采集评论数据的时间，相关评论最早从1月底开始，计算每天用户所发表评论的情感平均值。由于图片限制，在图中以15天为一个时间间隔进行时间标注。

图3 情感分析结果

5. 分析与讨论

从高频词和情感态度中可以看出，像打卡、网课、直播、眼睛等词是公众核心关注的高频词。由于一开始学校和教师大多都没有太多的在线教学的经验，教学过程中暴露出了很多问题。例如，不具备硬件设备、网络环境较差，达不到直播教学的条件，在线教学经验不足等，但是随后疫情并没有全面好转，这意味着网课还将继续，原来一些质疑网课或者对网课抱有消极态度的教师也开始准备网课了，教师越来越关注如何上好一节网课，学生和家长也开始适应网课的节奏，公众的情感也开始上升。随着疫情的好转，部分学校公布了开学的计划，线下学习开始恢复。当线上学习转向线下学习时，消极情绪开始出现，分析具体文本后发现，公众出现消极情绪的原因可能是对在线学习效果的担忧，以及恢复线下教学后还能否跟上老师的教学节奏等。

从以上分析结果中可以看出公众对在线学习的核心关注点是在线学习的教学组织和管理方式、教学方法以及学习效果，这些都会影响公众对于在线学习的接受度和态度，而公众对线上教学的接受度和态度是保证在线学习持续进行的重要因素。但是目前，公众对于在线学习中存在长时间使用电子产品对师生的健康带来不利影响、在线教学组织和管理方式不当、

在线教学模式和方法以及网络状况、设备性能和平台稳定性等方面还存在诸多问题，虽然其态度和接受随着在线学习的不断调整有所改变，但是对于在线学习是否能代替正规学校教育持有保留态度。

现阶段来看，在线学习主要依靠学习者独立进行，对于自制力比较弱、自主学习能力不强的人来说，在线学习并不能完全替代学校教育，可以作为教育体系的有力的补充，特别是在终身教育等领域。事实上，在在线教育的发展过程中，教育的对象也已经从往常界定的学生群体扩展到了社会的成人中，并且占了很大的比重。基础教育阶段中小学生对学校制度的约束，很多时候其实并不适合宽松自由的在线教育，同时基础教育阶段的学生由于学校本身提供了大量的教育资源，所以对在线教育的需求也没有那么强烈，而真正想要通过在线学习获得知识的人常常都是想要进行终身学习来使用社会发展的人，他们有足够的时间去安排学习计划。越来越多的人想要得到优秀的教育资源，但有限的资源有很难在线下的渠道中照顾到多数的学生，所以在线学习就成为了开展终身学习的最佳选择。在线学习因此，从疫情期间基础教育阶段大规模在线学习的实施效果我们可以看到如何改进在线学习的组织形式以及教学管理形式来帮助学习者开展更好的终身学习是我们需要思考的问题。

一是促进数字教育资源开发，提供丰富多样的资源。根据学习者的真实需求，切实以服务于学习者为本，提供足够丰富、多样化的教育资源，满足自主学习和终身学习的需求，使每个人尽可能得到最好的发展（孟宪彬、罗英智、李潮海、徐文娜，2021）。目前在线课程中可以提供的资源包括在线课程、微课以及课件等网络教学资源。此外，试题库也是重要的在线教育课程资源，在线教育的试题库多为智能试题库系统，一般支持单选题、多选题、判断题、填空题、问答题，以及图片题、视频题等试题类型。关于教学资源内容的设计，教师应重新设计和规划在线教学内容，设计与在线学习相适应的教学策略。

二是学习方式更加灵活，满足学习者的不同需求。终身教育服务的对象不仅局限于学生，还包括社会各界的人员，不仅是为公众提供更多的教育机会，而且还需要为公民个体的终身学习需求做好量身定制的“服务”，比如不同年龄、不同职业的学习者对学习的需求应该如何给予具体支持，对于那些没有网络但是有电视或者对电脑操作不熟练的学习者可以通过电视、广播等传送学习资源，而对于一些电子产品比较熟悉的学习者来说，除了上述方式还可以采取直播、录播以及点播等方式传送学习资源（宋灵青、许林，2020）。

三是全社会协同构建社会型终身学习体系，政府、企业以及学校形成协同链接共同构建终身学习体系（李家成、程豪，2021），如中国联通在推出“云课堂”和“联想-钉钉空中课堂”两大智慧教育服务；中国移动向全国30个省和252个地市提供“大小屏点播”“直播教学”等学习方案（黄荣怀、汪燕、王欢欢、逯行、高博俊，2020）。很多机构和公益组织也开展举办在线学习学术讲座、免费开放教育资源等，将优秀的教育资源传送至全社会，推动在线学习在终身教育领域的发展。

6. 结束语

新冠肺炎疫情成为在线学习的“催化剂”，同时也给在线教育带来了前所未有的机遇和挑战，教育领域面临一次信息化建设的大考，如何打造在线教育在终身学习等继续教育领域的新形态成为了教育工作者面临的一大挑战。面向未来，我们应该通过基础教育阶段在线学习的大规模实施应用所存在的问题，例如教学管理方式不当等，吸取不足经验，进一步改进各项工作，共同促使在线学习在终身学习、成人教育等领域的发展。

Kong, S.C., Wang, Q., Huang, R., Li, Y., & Hsu, T. C. (Eds.) (2021). *Conference Proceedings (Chinese Paper) of the 25th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2021)*. Hong Kong: The Education University of Hong Kong.

本研究也存在一些不足，例如在社交平台上发表意见的并不一定是真正经历了在线学习的学习者，未来将进一步收集评论者的具体信息，将不同的学习者分类探讨高频词和情感的变化。

参考文献

- 王志军和苏珊(2017)。MOOCs何以支持高等教育和终身学习——访国际在线学习专家特里·安德森教授。**开放教育研究**，23(06):4-12。
- 王泽辰、王树鹏、孙立远、张磊、王勇和郝冰川(2021)。基于情感对象识别和情感规则的微博倾向性分析。**北京航空航天大学学报**，1-12。
- 王战平和夏榕(2021)。基于主题和多重信任关系的微博推荐方法研究。**现代情报**，41(02):3-9+54。
- 宋灵青和许林(2020)。疫情时期学生居家学习方式、学习内容与学习模式构建。**电化教育研究**，41(05):18-26。
- 张炜(2021)。学习型社会进程中高等教育的发展演变。**中国高教研究**，(03):1-6。
- 张进宝(2013)。**教育技术创新扩散研究**。北京:北京邮电大学出版社。
- 李家成和程豪(2021)。互联互通：论终身教育体系中教育机构间的关系。**中国电化教育**，(01):58-65。
- 孟宪彬、罗英智、李潮海和徐文娜(2021)。后疫情时代基础教育在线学习资源应用平台建设：现状与改进。**现代教育管理**，(04):99-105。
- 赵磊(2018)。Mooc创新扩散的本质特征及分析框架研究。**中国远程教育（综合版）**，000(003)，45-51。
- 顾明远(2008)。终身学习与人的全面发展。**北京师范大学学报(社会科学版)**，(6)。
- 董萍和郭梓焱(2021)。我国在线教育的发展困境及其突破。**国家教育行政学院学报**，(02):61-67。

游戏化元素对大学生口语学习动机的影响效应研究——基于自我反思的视角

The Effect of Gamification Elements on College Students' Oral English Learning Motivation——Based on the Perspective of Self-reflection

宋彬¹，张若婉^{2*}，孙延³，马宁⁴

¹²³⁴ 北京师范大学教育技术学院

* 185982912@qq.com

【摘要】 本研究利用问卷调查大学生对游戏化元素能否改变口语学习动机的看法。结果显示，大学生总体认为游戏化元素不能改变他们学习英语口语的动机。研究进一步选取3位被试进行访谈，发现其受大学生自身特征、学习社区构建和App设计架构的影响。

【关键字】 游戏化元素；口语学习动机；自我反思

Abstract: This study used questionnaire to investigate the opinions of college students on whether gamification elements can change their oral English learning motivation. Results showed college students generally believe gamification elements cannot change their motivation. Furthermore, three participants were selected for interviews. Results suggested learning motivation is affected by the characteristics of college students, the construction of learning communities and the design of App.

Keywords: Gamification element, Oral English learning motivation, Self-reflection

1. 绪论

2010年DICE (Design, Innovate, Communicate, Entertain)大会之后，游戏化这一概念开始受到人们的广泛关注。目前的研究普遍认可游戏化学习可以提高学习动机（孙凯，左美云和孔栋，2016），但是并没有具体到哪一种游戏化元素或者几种元素的组合在说明学生提高学习动机方面最为有效。本研究以英语口语学习App为例，探索其游戏化元素设计能否有效提高大学生英语口语学习动机。

2. 研究方法

2.1. 参与者

本研究参与者包括北京某大学学生共计121人，其中男生34人，女生87人，参与者普遍对自身的英语口语水平缺乏自信，使用口语学习App主要包括英语流利说、扇贝口语和英语趣配音三种。

2.2. 研究工具设计

本研究采用问卷调查法收集资料，考察游戏化元素对口语学习动机的影响。本研究结合MDA框架和DMC金字塔的游戏化元素分级理论对于目前英语口语学习软件中的游戏化元素进行分类、界定，具体包括机制和组件两个层次。机制层面包括挑战、竞争、合作、反馈、奖励、资源获取、虚拟情境，组件层面包括徽章、等级点数、闯关PK、排行榜、内部解锁、任务、虚拟形象、社交。在英语口语学习动机方面，本研究参考Dornyei (1994)提出的外语学习动机框架和周颂波、何莲珍和闵尚超 (2011)提出的教育环境下非英语专业大学生英语学习动机结构模型，将英语口语学习动机分为语言、学习者和学习情景三个层面。语言层面包括融入性动机、工具性动机；学习者层面包括自我效能、学习态度和信念、结果

归因；学习情境层面包括学习情景态度、外语使用态度。研究利用德尔菲法保障问卷的信效度。

3. 研究结果与讨论

3.1. 问卷调查结果与讨论

被调查对象对自己使用 App 的学习过程进行自我反思，并填写调查问卷。调查结果表明，大多数被调查对象认为游戏化元素对其英语口语学习动机的影响较小，其中以语言层面的工具性动机、学习者层面的结果归因尤为突出。在学习情境层面，被调查对象认为游戏化元素可以有效地降低外语使用焦虑，但并不认为可以提高学习情境态度。

在机制层面，被调查对象多数比较认可反馈机制，认为反馈机制将学习问题具体化，可以针对性地提高学习效果。另外在组件层面，被调查对象普遍认为任务和闯关 PK 组件可以提高学习动机，通过任务将学习目标细化，有助于达成学习目标。并且闯关 PK 在一定程度上通过挑战、竞争的方式，强化外部动机。

3.2. 访谈结果与讨论

问卷调查结果显示游戏化元素并不能够有效地提高大学生的英语口语学习动机，这与之前研究者提出的结论相悖。因此，本研究对被调查对象进行进一步的访谈，引导被试深入反思自己 App 的使用过程，探讨为何游戏化元素不能提高口语学习动机。结果如下：大学生的口语学习往往具有较强的目的性，并不会因为游戏化设计而改变学习动机；口语学习 App 并没有实现学习共同体的有效构建，学习者间的同质性、关联性较弱，学习的竞争机制失去意义；游戏化元素设计驳杂且流于表面，不能提高学习者的学习兴趣，反而分散了学生的注意力，对学习造成了干扰。

4. 总结与建议

本研究主要以口语学习 App 为媒介，采用问卷法和半结构化访谈探究了游戏化元素对大学生英语口语学习动机的影响。结果显示，大学生总体上认为游戏化元素不能改变其英语口语学习动机。通过深入访谈，发现涉及大学生自身特征、学习社区构建和 App 设计架构三个方面的原因。同时，被调查对象认为少量游戏化元素对口语学习动机有积极影响，如机制层面的反馈，组件层面的闯关 PK 和任务等。

根据研究结果，研究者对口语学习 App 的开发提出一些建议。首先，在开发口语学习 App 之前，应进行充分的学习者调研，考虑目标使用者群体的特征；其次，在游戏化元素的设计上，应避免简单的罗列，突出对用户真正有价值的功能，并在模块内部进行细化和系统的设计，做到简洁而有效；最后，构建学习共同体，组建学习小组和学习社区，从而使竞争机制切实发挥作用。虽然本研究调查结果认为游戏化元素几乎不能改变大学生的口语学习动机，但是存在着学生使用频率不高、App 设计自身缺陷等外部条件的干扰，因此对于游戏化元素对口语学习动机的深层作用机制还有待进一步研究。

参考文献

- 周颂波、何莲珍和闵尚超（2011）。教育环境下非英语专业大学生英语学习动机结构的建模与验证。《现代外语》，03，287-295+329-330。
- 孙凯、左美云和孔栋（2016）。游戏化有用吗——教育领域实证研究的比较分析。《电化教育研究》，11，85-92。
- Dornyei, Z. (1994). Motivation and motivating in the foreign language classroom. *Modern Language Journal*, 78(3), 273-284.

GCCCE²⁰²¹

ISBN: 978-988-8636-80-8



ISSN: 3005-3218



URL/
www.eduhk.hk/gccce2021

Email/
gccce2021@eduhk.hk

Organised by/



Hong Kong

Beijing

Taipei

Singapore