

Effects of an Adaptive MALL System on Perception and Cognitive Load of EFL Learners

适性化行动语言学习系统对英语作为外语学习之学习者的接受度和认知负荷影响

Ching-Kun Hsu

Department of Information and Learning Technology,
National University of Tainan,
Tainan, Taiwan
d09608002@stunmail.nutn.edu.tw

Chih-Kai Chang

Department of Information and Learning Technology,
National University of Tainan,
Tainan, Taiwan
chihkai@mail.nutn.edu.tw

Abstract— The study used an adaptive mobile assisted language learning system consist of reading recommendation before reading activities and reading annotation function during reading activities on PDA. The study conducted experiments in the English class at a senior high school, carried out individual reading adaptively on the first experimental day, and collaborative reading homogeneously on the second experimental day. After each reading activity, the students took a reading comprehension test. Moreover, the study evaluated the attitude, perception, mental load, and mental effort of the participants by technology acceptance model questionnaire and cognitive load scale. The results found that there were around 86 percent of users showing positive perception of using the system in individual reading and about 78 percent on average in the homogeneously collaborative reading. The participants presented low cognitive load when using the adaptive MALL system to support reading comprehension. The study also discussed the comparison between the reading comprehension outcomes of individual and collaborative reading and explored the implications of the adaptive MALL system for individual and collaborative reading.

Keywords— Mobile Assisted Language Learning; adaptive learning; annotation; cognitive load; Technology Acceptance Model

1. 研究背景与动机

多数的非英语系国家采用英语作为主要的外语学习(English as Foreign Language), 因为目前英语是惯用的国际语言之一, 鼓励学生多阅读是加强学生阅读理解好方法[1, 2]。一般阅读活动大多是学习者本身和阅读教材之间的个别互动, 而缺少分享阅读资讯的机会, 但是阅读需结合思考行为[3], 希望可以让学习者投入及思考阅读内容, 少了分享互动, 便缺少将阅读理解分享出来的管道及刺激后续思考的机会, 有研究证明合作阅读策略可提升阅读理解[4], 然而在普通教室实践合作阅读, 却增加了教师教学时间上的负担, 因而有研究认为难以在普通教室实践合作学习[5], 如今电脑辅助合作学习的效益已逐渐普遍及良好[6]。

线上电子文件已是现今外语学习者主要阅读来源之一[7], 近年来网路普及和 Web2.0 成熟, 许多语言阅读活动

透过网路进行知识共享并可结合合作学习, 尤其理解文章的意义是使用语言的基本要旨, 学习便是其中一种快速有效建构认知的技巧[8], 透过学习的辅助可减少认知负荷进而透过记录来扩充随身存放认知的能力[9], 因此有研究比较不同学习形式对学习者在认知的辅助成效[10], 结果发现非线性学习形式较有效强化学习成果, 这种方式应用在资讯设备或行动载具上十分方便, 随时可以记录。传统阅读都在纸张上进行, 然而近年来阅读电子文件已经十分普及, 所以不论是相关的电子文件, 例如 Word 或是 PDF 文件, 都内置有注解的功能, 藉由网路平台分享的学习功能也很普遍, Glover 等学者比较网路上的学习环境, 发现近九成受测者都对其网路学习环境有正向回应, 因此更鼓励未来研究者朝向分享学习平台发展[11]。

由于行动科技的发达并具高可携性, 不论任何年纪的学生拿起来的重量负担不大, 只要有安装各种学习辅助功能, 将可不管在教室内或教室外都很容易拿出来当作辅助工具, 于是近年来行动学习的研究有显著的成长[12], 有研究指出大多数的教师与学生都赞同行动载具对于教学的有效性[13], 他们受测的学生们也建议其他课程也应多使用行动科技用来辅助教室中的主要教学活动。经由行动载具及无线网络科技, 已有许多研究成功地将行动学习应用到外语教学领域[12, 14, 15], 也有一些研究是关于合作学习的辅助成效[2, 16], 因此, 本研究希望将个人电脑中分享学习平台转移到行动载具诸如 PDA 等设备上, 应用于教室英语阅读学习, 比起使用个人电脑作为辅助平台, PDA 更方便合作学习的同学群聚面对面讨论。

有研究指出依照学生程度异质合作学习对于阅读理解的提升有帮助[16], 但也有研究指出同质能力分组(STAD)可显著强化学生的阅读理解[17], 所采用的方法是依学生阅读能力分级来进行小组合作学习活动, 当阅读能力进步的人即可进阶, 而没有进步的人不必进阶, 采用非齐头式平等的进阶模式, 研究发现这种适性的方法有助于提升学生的学习效率, 也就是对于学生语言学习成就的进展速度有帮助[18], 且可有效监控学生合作学习过程[19]。

关于阅读的电子教材, 先前研究提到个人阅读时不应该提供学生过难或过于简单的阅读教材[1], 有学者也提出阅读教学策略的第一个步骤就是选择难度恰当的文章[20], 因此在一般教室中以行动载具作为合作学习工具, 同时应考量学生程度和喜好, 来提供比小组学生程度稍为难一阶的教材是最恰当的, 也就是挑战性相当的教材, 假如提供太难或太简单的教材, 导致学习合作需要完成的任务挑战性难易度差异有悬殊。因此, 本研究结合适性化英语文章推荐系统及行动阅读注记, 为了探讨同质性适性化分组对合作阅读成效的影响, 以 10 年级的学生进行实验, 对照组学生藉由适性化阅读文章推荐系统的推荐进行个人阅读活动, 希望针对学生应迈进的等级进行加强, 提供适当难度的挑战, 除了了解对个别阅读理解的影响之外, 也进而和实验组的同质性合作阅读之理解成效作比较。研究目的除了分析同质性小组合作阅读与适性化个人阅读的理解成效及系统接受度之外, 并进一步探讨适性化合作阅读与个人阅读之认知负荷。

II. 研究问题

本研究探讨同质性小组合作阅读注记与适性化个人阅读注记之理解程度、接受度和认知负荷, 三个研究探讨问题如下所示:

- 行动科技辅助适性化合作阅读与适性化个人阅读之英语文章推荐结果分析及阅读理解程度比较结果为何?
- 行动科技辅助适性化合作阅读与适性化个人阅读之有用性、易用性及满意度为何?
- 探讨行动科技辅助适性化合作阅读与适性化个人阅读之认知负荷差别为何?

III. 研究方法

本研究结合了适性化英语文章推荐系统以及行动阅读注记功能, 以 10 年级学生为受测对象, 在学校进行英语个别阅读与合作阅读实验, 研究方法分为系统架构设计及实验流程说明。

A. 系统架构

本研究将注记策略应用在行动载具之外, 并且比较个人与同质性合作模式对阅读成果的影响。系统功能主要分三个层级, 首先针对学习者个人喜好主题以及阅读程度来推荐适当的阅读教材, 如下 Figure 1 最上层所示, 资料库中的阅读教材共有一百篇, 日后将逐渐扩充, 分 13 种主题, 分别是家庭生活、学校生活、职业生活、饮食、休闲娱乐、生态、医学、地理、美术、时尚、资讯科技、历史、文学等[1], 及三种不同难度, 分别是初级、中级、中高级。从文献中已确认该系统经专家认可, 具推荐效用[1]。

然后在进行阅读活动时, 每位学生具有一个手持的 PDA 行动载具, 依照身份载入个别的阅读教材, 不论是个人阅读或合作阅读, 学生都一边阅读一边在阅读教材的电子文件上进行注记, 因此个人阅读的注记都会储存在资料库中, 而小组阅读可透过注记分享的方式进行共同合作阅

读, 以接收或分享组员彼此的注记内容, 最后系统记录阅读相关行为在资料库, 例如哪一个字汇被注记、哪个字被注记为何种意思、以及注记的次数和时间等等, 正是 Figure 1 的第 2 个阶段。最后教师从资料库可以分析及监控学生的学习行为, 如 Figure 1 第 3 阶段所示。

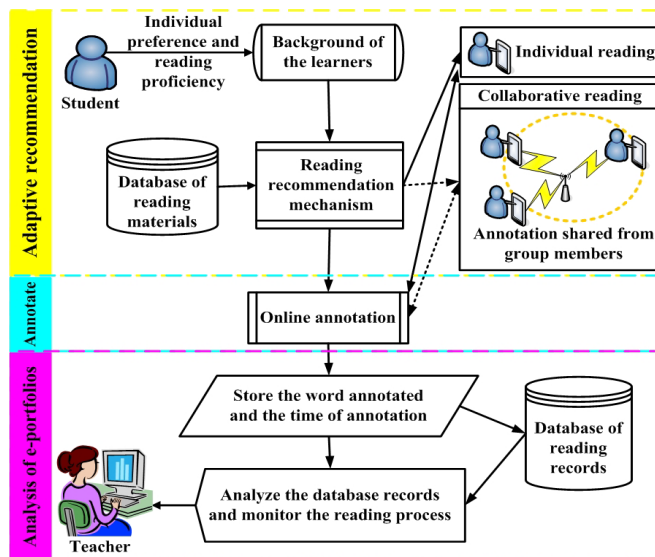


Figure 1. 不同阶段系统功能图

B. 研究工具与实验流程

研究工具除了前述本研究所开发之适性化行动英语阅读暨注记辅助系统之外, 还采用了两份问卷, 其中一个是科技接受模式问卷, 另一个是认知负荷量表。实验过程全程录影、拍照记录, 最后针对几位合作后理解成效没有增加的学生进行访谈, 以进行质性及量化资料分析。

科技接受模式包括认知有用性和易用性两个向度[21], 目的在评估使用者对于资讯系统使用的接受程度, 本研究使用科技接受模式(TAM)来了解学习者的行为意向[22]。在许多探讨科技接受模式的研究当中, 本研究采用近年发表多篇关于网路资讯系统的接受度, 修改自 Davis 问卷以评估受测者之科技接受模式[23, 24, 25], 细分为六个面向, 包括满意度(Satisfaction)、回应时间(Response time)、愉悦性(Enjoyment)、使用意愿(User intention)、有用性(Usefulness)与易用性(Ease of use)。

认知负荷的形式依据文献分为内在认知负荷与外在认知负荷, 内在负荷是个人因同时能面对的资料量及对学习范畴理解所负担的压力, 又称为心理负荷(Mental Load); 而外在负荷是因活动设计的难易及高层次思考的合适度及教学方式所造成的压力, 又称为心智努力(Mental Effort), 其设计依据取自 Paas 等学者[26, 27], 信度分析结果, 「心智努力」的 Cronbach's α 值为.86, 而「心理负荷」的 Cronbach's α 值为.85, 具一定可信度。

实验流程如 Figure 2 所示, 先实施前测以依能力分级, 同时进行个人喜好(Preference)调查, 然后透过适性化阅读

文章推荐系统，针对每一位学生推荐最适配的两篇文章，其中若有人是推荐到同一篇文章的学生，本研究便视为两人具同质性，有相近的英语能力以及喜好，所以会在一个同质性小组当中，到第二阶段时以该篇文章进行合作阅读，倘若推荐到同一篇的人数超过三人时，就会由教师进行随机分配，以一组 3 人为原则。就个别阅读而言，每位学生由推荐系统中取得其中一篇文章进行个别阅读，然后接受阅读理解测验，以了解适性化个别阅读后之测验成果，并进行接受度和认知负荷调查。

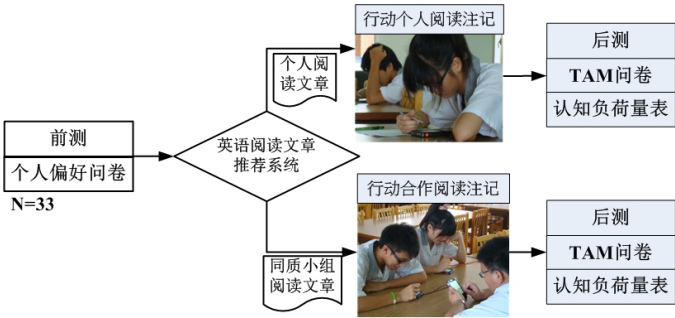


Figure 2. 实验流程图

另外，就同质性小组合作阅读而言，隔天每位学生进入同质性小组中，从推荐系统中取得另一篇符合整组学生程度及偏好的文章进行合作阅读，合作阅读期间可从 PDA 上读取到同组组员彼此对一些生字注记的理解内容，然后个别接受测验以了解文章推荐结合同质性小组合作阅读成果，并进行接受度以及认知负荷调查。

IV. 结果

本研究收集的资料分析结果主要分为三部分，首先是经由推荐系统的推荐结果分析以及学生个别阅读推荐文章及合作阅读之理解成效比较，第二个是个别阅读与合作阅读的系统接受度问卷调查结果，第三部份就是个别阅读与合作阅读的认知负荷比较分析结果，详细说明如下。

A. 阅读文章推荐结果分析与阅读理解成果比较

经由推荐系统适性推荐符合学生程度及个人偏好的英语文章供学生阅读，本次受测样本有大约 60%的受测者只被推荐到较简单的初级文章，约 9%的学生被推荐阅读中级文章，大约 30%的受测者阅读较难的中高级英语文章。每位学生从推荐系统取得两篇适配度最高的文章，一篇进行个别阅读，另一篇和另外两位恰好获得相同推荐文章的同侪合作阅读。在高成就群中总计超过 90%以上的学生都可维持个人阅读成效或进步。表示同质性分组对于高成就的学生而言有积极正向的帮助，因为同组当中的学生都是程度好的学生，彼此的正向影响远高过负向影响。

在初级阅读者中，有三分之一的学生在合作阅读后反而退步，还好另外三分之二不是维持不变就是进步，这群低成就的初级阅读者当中，有大约 20%的初级学生是在合作阅读之后进步，约有 48%的初级学生在合作阅读之后仍是维持不变。因此，同质性分组对低成就而言，有将近一半以上可能是不会对学生学习成效造成变化，只有将近五

分之一的人在合作之后进步了。访问这些低成就但是合作后成绩进步的学生发现，进步后满分的学生当中，有的是来自同一组，而那一组的学生经访谈之后发现学生个性原本就较活泼且与他人互动良好，因此，推测影响同质性分组成效的因素除了学生学业能力以及个人偏好主题之外，还和个人本质有关联，也就是除了本研究推荐系统推荐适性的文章给学生合作阅记之外，还需要同组之间学生社群互动良好。另外，只有一位初级阅读者合作后理解测验得到满分，而他的组员成绩和个别阅读结果是维持不变。

B. 适性化个别及合作阅读辅助系统之接受度

本研究采用六个面向的问卷调查受测者接受度与使用意向，统计结果如 Figure 3 所示。

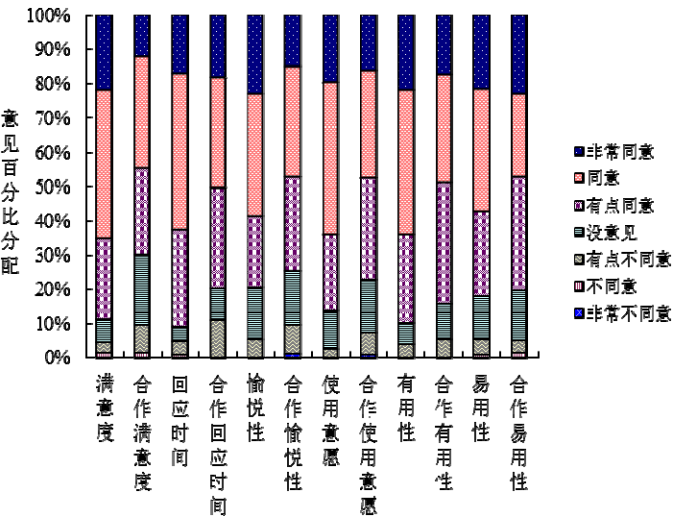


Figure 3. 接受度调查结果

只有适性化个人阅读的满意度显著高于同质小组合作阅读的满意度，其他四个面向，在个人阅读或合作阅读上，都没有显著差异。大多数的受测者都表达正向的接受度，在个人阅读的回应时间上满意程度高达九成以上，而在合作环境之下的满意度和愉悦性则分别有 74%和 78%的受测者表示正向接受意见，其他不论在合作或个别阅读，平均都有八成以上表示正向接受意见。

C. 适性化个别及合作阅读辅助系统之认知负荷

本研究使用 7 点量尺去调查学生的认知负荷，并且细分为两个向度，本研究结果发现受测者的内在的认知负荷低，且个人和合作学习过程的认知负荷平均而言居然维持不变，如 TABLE I 所示。透过适性化推荐给学生的阅读文章，造成学生心理负荷低，合作阅读则经由适性化推荐机制进行同质性分组安排及决定阅读教材，同样让学生内在认知负荷偏低，因此，不论个人阅读或合作阅读都是低认知负荷的，并未再个人阅读或合作阅读上有显著差别，本适性化英语阅读文章推荐系统不论在个人阅读或同质性小组合作阅读，都有贡献。

TABLE I. 适性化个人阅读与同质性小组合作阅读之认知负荷成对样本 T 检定结果

个人-合作 认知负荷	N	个人阅读		三人合作小组		T	p
		Mean	SD	Mean	SD		
心理负荷	33	2.48	1.18	2.48	1.02	0	1
心智努力	33	2.29	1.26	2.36	0.95	-0.36	.72

本研究结果发现在外在认知负荷方面，受测者不论是使用本阅读系统进行个别阅读或合作阅读，外在的认知负荷都低，如 TABLE I. 心智努力统计结果，推测系统功能需学生付出的心智努力不会太多，其中与同侪合作与否，系统功能所带给学生的额外负荷都不大，所以本研究所采用的行动字汇注记辅助同质性小组合作阅读的策略或行动字汇注记辅助适性化个别阅读，都不会导致受测者承受太多的外在认知负荷。

V. 讨论与结论

本研究发现和先前研究中指出台湾中学生英语程度呈现两极化的双峰现象一致[1]，大多数人不是英语能力很差，不然就是英语能力很好，中间程度的人很少，本研究 33 位受测者当中，只有 3 位在前测后经推荐系统评估结果予以推荐中级程度文章，是三种程度当中人数最少的。不论在高成就(中高级阅读者)或低成就(初级阅读者)的组别中，都可发现少数一两组在合作阅读之后表达合作不愉快的原因是刚好同组的是不喜欢的人。因此，将来同质性分组时，将人分群之后，建议由同学自己从同一群人当中去选择和谁哪一组合作阅读，即可解决这个问题，虽然那可能另外引发有人刚好没有人愿意和他同一组的问题，这是实验操弄方式修改后之教学者需事先留意的问题，然而以行动学习的本质而言，应是可以结合适性及学生走动以便从同质性成员中作选择合作阅读伙伴的自由。

针对本研究受测者当中，高成就群中唯一在合作阅读当中反而表现较差的学生进行访谈，发现这位座号 11 号的受测者是所有学生中英语程度最好的人，他是中高级的阅读者，但是他比较喜欢个别阅读，而比较不喜欢和他人合作阅读，不只在访谈中表达，也从其问卷填答结果发现对于个别阅读评价较高，以接受度而言，其适性化个人阅读系统的接受度平均在七点量表中表达 5，但是在同质性合作小组中只有 4，再从认知负荷量表结果发现该生在个别阅读的内在负荷是 2.5 而外在负荷是 2，可是在同质小组合作阅读时，其内在认知负荷提高到 4.5，外在认知负荷提高到 4，经过本研究探讨结果发现虽然实验设计采用的是同质性小组分组，但是其程度好，其他人虽然程度也很好，但是对他该短文阅读帮助不大，所以他宁可自己使用系统进行个别阅读，也不愿意其他人的干扰与压力。

在初级阅读者中，有一位初级阅读者虽然合作后成绩进步了，但是他是所有进步的初级阅读者当中唯一一位合作阅读的成绩仍是不及格的，而他的另外两位同组组员则都是退步且不论个人阅读或合作阅读都不及格，这组的三位学生刚好都是同一班当中英语成绩排在很后面的学生，本研究发现同质性分组似乎并不适合使用在低成就群中程度明显更差的学生群中，因为彼此难以有正向帮助，虽然推荐的文章已经是最简单的初级，使用英语字汇在常用

2000 字以内，但是对他们而言仍是相当困难。然而，本研究英语分级依照常用字汇数量去分级，依照英语检定的分级标准，级数并没有再更细分的标准，而学生程度的落差却是相当大，这更突显出适性化的发展在语言学习中扮演重要角色。依照不同程度的学生，推荐不同题材与难度的文章，才让不同的学生有相似成功的机会，可受惠于大多数的学生，至于这些极少数英语程度过于低落的学生，唯有教师进行个别补救教学，以及试探适合该生的教学策略，才有更多机会彻底解决。

本研究结果受测者对于系统的接受度平均而言都很高，适性化个人阅读注记辅助系统总平均而言有 86% 以上受测者持正向意见，同质性合作小组总平均而言有 78% 的受测者持正向意见，经本研究探讨原因发现为了避免在合作期间彼此一再相互送出注记分享反而干扰组员理解内容的进展，建议未来系统开发可发展一个管制功能，也就是可依据学习者需求，设定先关闭接收分享的注记内容，或开启并接收他人所分享的注记内容，本次实验环境设计为了避免学生在合作阅读过程中完全拒绝接收组员的注记内容，所以并没有开发此种管制功能，希望同组之间可确实作到知识分享并在同教室内讨论共同阅读的文章。

致谢

本研究承蒙台湾科学委员会专题研究计画赞助，计画编号：NSC 97-2628-S-024-001-MY3。以及中研院计画编号：NSC 99-2631-S-001-001。

REFERENCES

- [1] C.-K. Hsu, G.-J. Hwang, and C.-K. Chang, "Development of a reading material recommendation system based on a knowledge engineering approach," *Computers & Education*, vol. 55, 2010, pp. 76-83.
- [2] J.-M. Chen, M.-C. Chen, and Y.S. Sun, "A novel approach for enhancing student reading comprehension and assisting teacher assessment of literacy," *Computers & Education*, vol. 55, 2010, pp. 1367-1382.
- [3] K. Mokhtari, and C.A. Reichard, "Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies," *Journal of educational psychology*, vol. 94, no. 2, 2002, pp. 249-259.
- [4] J.K. Klingner, S. Vaughn, M.E. Arguelles, M.T. Hughes, and S.A. Leftwich, "Collaborative Strategic Reading: 'Real-World' Lessons From Classroom Teachers," *Remedial and Special Education*, vol. 25, no. 5, 2004, pp. 12.
- [5] G.T. Sachs, C.N. Candlin, K.R. Rose, and S. Shum, "Developing cooperative learning in the EFL/ESL secondary classroom," *REL C Journal*, vol. 34, no. 3, 2003, pp. 338.
- [6] Q. Wang, "Design and evaluation of a collaborative learning environment," *Computers & Education*, vol. 53, no. 4, 2009, pp. 1138-1146.
- [7] H. Huang, C. Chern, and C. Lin, "EFL learners' use of online reading strategies and comprehension of texts: An exploratory study," *Computers & Education*, vol. 52, no. 1, 2009, pp. 13-26.
- [8] I.E. Dror, "Land minus and gold mines in cognitive technologies.," *Cognitive technologies and the pragmatics of cognition*, I.E. Dror ed., Amsterdam: John Benjamins, 2007, pp. 1-7.
- [9] I.E. Dror, and S. Harnad, "Offloading cognition onto cognitive technology," *Distributed cognition: How cognitive technology extends our minds*, I.E. Dror, and S. Harnad eds., Amsterdam: John Benjamins, 2008, pp. 1-23.

- [10] T. Makany, J. Kemp, and I.E. Dror, "Optimising the use of note-taking as an external cognitive and for increasing learning," *British Journal of Educational Technology*, vol. 40, no. 4, 2009, pp. 619-635.
- [11] I. Glover, Z. Xu, and G. Hardaker, "Online annotation-Research and practices," *Computers & Education*, vol. 49, no. 4, 2007, pp. 1308-1320.
- [12] N. Cavus, and D. Ibrahim, "m Learning: An experiment in using SMS to support learning new English language words," *British Journal of Educational Technology*, vol. 40, no. 1, 2009, pp. 78-91.
- [13] M. Virvou, and E. Alepis, "Mobile educational features in authoring tools for personalized tutoring," *Computers & Education*, vol. 44, 2005, pp. 53-68.
- [14] N. Cavus, and D. Ibrahim, "m-Learning: An experiment in using SMS to support learning new English language words," *British Journal of Educational Technology*, vol. 40, no. 1, 2009, pp. 78-91.
- [15] V. Kadyte, "Learning can happen anywhere: A mobile system for language learning," *Learning with mobile devices*, J. Attwell, and C. Savill-Smith eds., Learning and skills development agency, 2004.
- [16] Y.-J. Lan, Y.-T. Sung, and K.-E. Chang, "A mobile-device-supported peer-assisted learning system for collaborative early EFL reading," *Language Learning & Technology*, vol. 11, no. 3, 2007, pp. 130-151.
- [17] A. Jalilifar, "The effect of cooperative learning techniques on college students' reading comprehension," *System*, vol. 38, no. 1, 2010, pp. 96-108.
- [18] J.P. Robinson, "Evidence of a Differential Effect of Ability Grouping on the Reading Achievement Growth of Language-Minority Hispanics," *Educational Evaluation and Policy Analysis*, vol. 30, no. 2, 2008, pp. 141.
- [19] A. Casamayor, A. Amandi, and M. Campo, "Intelligent assistance for teachers in collaborative e-learning environments," *Computers & Education*, vol. 53, no. 4, 2009, pp. 1147-1154.
- [20] J. Janzen, and F. Stoller, "Integrating strategic reading in L2 instruction," *Reading in a Foreign Language*, vol. 12, no. 2, 1998, pp. 251-269.
- [21] F.D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS quarterly*, vol. 13, no. 3, 1989, pp. 319-340.
- [22] F.D. Davis, R.P. Bagozzi, and P.R. Warshaw, "User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models," *Management science*, vol. 35, no. 8, 1989, pp. 982-1003.
- [23] S.S. Liaw, and H.M. Huang, "An investigation of user attitudes toward search engines as an information retrieval tool," *Computers in human behavior*, vol. 19, no. 6, 2003, pp. 751-765.
- [24] S.S. Liaw, and H.M. Huang, "Information retrieval from the World Wide Web: a user-focused approach based on individual experience with search engines," *Computers in human behavior*, vol. 22, no. 3, 2006, pp. 501-517.
- [25] S.S. Liaw, H.M. Huang, and G.D. Chen, "Surveying instructor and learner attitudes toward e-learning," *Computers & Education*, vol. 49, no. 4, 2007, pp. 1066-1080.
- [26] J. Sweller, Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C., "Cognitive architecture and instructional design," *Educational Psychology Review*, vol. 10, no. 3, 1998, pp. 251-297.
- [27] F.R.A. Paas, & Sweller, J. , "Cognitive load theory and instructional design: Recent developments," *Educational Psychologist*, vol. 38, no. 1, 2003, pp. 1-4.