

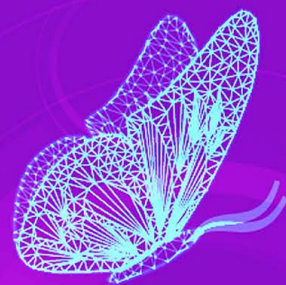
GCCCE

第26屆

全球華人計算機教育應用大會

The 26th Global Chinese Conference
on Computers in Education

邁向數位學習的新常態



工作坊論文集

Workshop Proceedings

May 28 - June 1, 2022
HsinChu, Shanghai, HongKong





出版者：全球華人計算機教育應用學會

書名：第26屆全球華人計算機教育應用大會工作坊論文集

作者：廖長彥、熊西蓓、林秋斌、王怡萱、江波、施如齡、江紹祥、顧小清 主編

出版年月：2022年8月

版次：初版

I S B N : 978-986-983-996-9 (PDF)

第 26 屆全球華人計算機教育應用大會

The 26th Global Chinese Conference on Computers in Education

GCCCE 2022 工作坊論文集

GCCCE 2022 Workshop Proceedings

主編 Editors

廖長彥 台灣中央大學 (台灣)

Chang-Yen Liao, Central University, Taiwan

熊西蓓 廣西師範大學 (中國大陸)

Xi Bei Xiong, Guangxi Normal University

林秋斌 臺灣清華大學 (台灣)

Chiu-Pin Lin, Tsing Hua University, Taiwan

王怡萱 臺灣淡江大學 (台灣)

Yi-Hsuan Wang, Tamkang university, Taiwan

江波 上海華東師範大學 (中國大陸)

Bo Jiang, East China Normal University, Mainland China

施如齡 台灣中央大學 (台灣)

Ju-Ling Shih, Central University, Taiwan

江紹祥 香港教育大學 (香港)

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

顧小清 上海華東師範大學 (中國大陸)

Xiaoqing Gu, East China Normal University, Mainland China

目錄 Table of Contents

一、序言 Message from the Organiser.....viii

二、大會組織 Organization..... ix

工作坊 Workshops

W01 ICT 輔助成人與繼續教育

- 1 遊戲溯因聯想(V-aquarium)融入社會科教學對高年級之學習興趣、認知焦慮與學習價值之影響
江珮榆，戴凱欣
- 9 以體適能運動APP 結合腰帶探究數位遊戲教學與傳統遊戲教學對學生體能表現之影響差異
朱怡華，戴凱欣
- 17 應用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時學習興趣、自我效能、遊戲焦慮與學習價值體驗
黃穎慈，洪榮昭
- 25 幼兒在物件藏找 App 對自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮之變化
賴澄如，洪榮昭
- 33 后疫情背景下的高职学生线上学习成效研究——以重庆建筑技师学校为例
查坤，黃勇桦
- 40 不同網絡遊戲遊玩時長對於大學生的遊戲成癮、學習投入、學業成就動機降低之差異分析
孫瑞琪，葉建宏
- 48 科技資訊融入英語課程對學生自我效能與學習興趣之相關研究：以認知負荷為調節變項
林佳璉，戴凱欣
- 56 Supporting Struggling Learners' Science Learning through Language Scaffolding and VR Game
Ai-Chu Elisha Ding
- 64 Z世代的創「藝」教室：探討GarageBand App 融入偏鄉國中藝術領域課程之音樂創意自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮、心流經驗與持續意圖之研究
簡翊安，洪榮昭
- 72 后疫情时代大学生的自我调整学习现状分析
赵梓竣

- 79 認知風格對學生在掌握世界數位遊戲之求知想像與學習成效之探討：
以國小高年級學生為例
王如心
- 87 虛擬實境技術應用於技能訓練之影響
許煌珠，張榮吉
- 93 應用虛擬角色於線上學習即時互動之研究構想
陳宥瑄，王健華

W02 創新互動回饋科技提升學習動機

- 101 眼動操作學習對中學生的認知負荷與情境興趣之影響
游師柔、羅烈允、孫之元
- 109 探討臺灣手語『一』之手形聯想遊戲對社會認同、求知性價值、有用性價值、與學習興趣之關係
魏如君
- 117 智慧型環境物聯偵測工具應用於大學生的環境教育
吳紫寧、金凱儀
- 123 國一自然「生物的演化」單元之 AR 互動環境實作
邵千容、王威琪、陳政煥
- 126 過去、現在、未來：臺灣原住民歷史虛擬博物館
林鎔暄、張婕、陳政煥
- 129 VR 繪圖藝術與美感素養之初探研究
吳浚瑋、孫之元
- 137 Evaluating LMOOC Openness: A Comparative Approach to Existing Dimensions
Wen-Li Chang
- 147 以互動式虛擬實境探討學生之創作動機研究
侯愷均、張剛鳴、林聯發

W03 電腦支援個人化與合作學習

- 151 Enhancing primary students' collaborative problem-solving skills via a metacognitive scaffold embedded in a mobile app
Yanjie Song, Yin Yang, Jiaxin Cao
- 155 超文本閱讀歷程及影響因子之研究：來自眼動資料的文獻回顧
官政宏、林珊如
- 163 支持個人化學習的牛頓運動定律 VR 互動學習環境
王新元、黃李齊、洪醇祐、陳政煥
- 166 教師個人化教學資源推薦系統的實作與評估

- 簡彩如、蔡智孝
- 170 負面學業情緒與基本情緒臉部表達關聯性之性別差異及個人化情緒回饋於學習之應用
- 陳瑋、蔡沂華、林珊如
- 178 從先備知識的角度探討遊戲式英語造句學習之影響
- 謝以諾，陳攸華
- 182 從先備知識的角度探討邁向適性化三層式測驗之影響
- 游佳學，陳攸華
- 190 利用機器學習繪製可移動式感興趣區域以協助探究個人化眼動歷程一輪复习课为例
- 王岱伊、苗薪瑋

W04 第四屆「親身體驗，好就用」:遊戲式/遊戲化與教育玩具

- 194 台灣地理地形教育中的擴增實境-沙盒
- 楊宏明，施如齡
- 202 科學探究社會議題之系統開發建置
- 盧昱豪，施如齡，洪耕德
- 210 應用遊戲式學習設計輔助概念與實作學習之自然科教材
- 王怡萱
- 214 互動遊戲式七巧板學習系統
- 孔崇旭，丁昱鳴，王政清，吳冠霖
- 218 透過創造教育遊戲來學習遊戲式學習設計
- 廖長彥
- 226 基於遊戲式課堂即時反饋系統之競爭模式設計
- 簡子超

W05 數位人文跨域應用

- 230 線上議題遊戲系統之開發與評鑑
- 洪耕德，施如齡，盧昱豪
- 238 以擴增實境桌遊促進歷史文本之學習
- 黃琪芳，陳志洪，陸詠涵
- 243 臺灣數位人文研究的現況與展望
- 施如齡，曾家俊

W06 學習科學與遊戲化學習

- 251 情境教学活动对高中生英语词汇学习的实验研究
- 张婷婷，李杨昕

- 256 基於情境感知遊戲式學習行動導覽模式對學習者學習動機與成效之影響
陳君銘，葉鎮源，徐典裕
- 260 正“身”修“心”——达尔克罗兹音乐教学法的具身性阐释
郑学铭

W07 ICT 輔助教育

- 267 A Systematic Review of Empirical Studies Based on the Sociocultural Theory in Technology-Enhanced Language Learning
Jingyi WANG, Xu CHEN, Chunping ZHENG
- 276 基于语料库的翻译实践与研究：近五年研究主题分析
张涵，战同欣，郑春萍
- 281 机器翻译与译后编辑技术应用于学术著作翻译的个案研究
郑春萍，高越，陆宇桐，战同欣，于光明
- 287 雨课堂应用于大学英语教学之可为与不可为——基于 SWOT 的分析视角
付慧琳，陶晶，王海波，李俊
- 295 Assessing Language Students' Online Learning Engagement: A Review of Selected Journal Publications from 2017-2021
Xiaohui Song, Jing Ren, You Su
- 299 信息技术与课程融合的研究热点与趋势——基于 Citespace 的可视化分析
熊西蓓，刘宁
- 304 The Role of Internet-specific Epistemology and New Media Literacy in Critical Thinking Skill Acquisition Among College Students
Fang, Jia-Hong; Hu, Chang-Hsuan; Chang, Yao-Chu; Ho, Yi-Fan; Lo, Kuo-Ping; Yang, Jing-Syuan; Chen, Wei Shou; Yeh, Chin Shu1; Liang, Jyh-Chon
- 311 Exploring the Relationships Between College Students' STEM Literacy and Epistemic Fluency
Ji, Sih Han; Cheng, Gillian; Chen, Wei-Hao; Tsai, Yu-Fang; Cheng, Yuan-Chen; Hsueh, Hsi-Yu; Chen, Wei Shou; Yeh, Chin Shu; Liang, Jyh-Chong

W08 學習投入與學習行為建模

- 316 Effectiveness of Mobile-assisted English Vocabulary Learning for L2 Learners: a meta-analysis
Hexin, Li , Yong, Liu1
- 324 诤证驱劫的探究(ADI)教学模式在科举史教学中的改计与泣用研究
郑治霞，李昕蔓，龙陶陶
- 332 Python 编程语言知识图谱构建研究
陈晴，夏静，冯俊洁，童名文

- 337 基于教育智能体的学习者情感投入分析方法研究
石磬，张超，张丹玲，童名文
- 346 多层次知识图谱在教育领域中的应用：设计、挑战与前景
夏静，陈晴，童名文
- 350 课堂教学深度分级模型的演进与实证研究
胡航，康忠琳
- 358 学习空间何以有效：在线学习力的环境影响因子与设计之道
胡航，梁佳柔
- 366 基于深度学习的在线学习预测研究
颜欣，张敏，杨敏，张琪
- 371 学习分析视角下自我调节学习的机制研究
颜欣，郑凯翔，朱杰，张琪
- 375 虚拟现实场域下的教师能力提升：设计与实践
杨敏，冯泽然，张琪
- 380 国外 VR 教师培训的应用研究——基于可视化共词分析
龚丹丹，王蓉蓉，张琪
- 385 基于机器学习的学生成绩预测研究
张敏，颜欣，张琪
- 394 基于技术接受模型的大学生网络道德行为影响因素分析
杜思娜，尚云丽，贾茹，何雨佳
- 401 基于融合知识图谱的智能评测系统设计——以师范生通识教育课程为例
滕希，赵成杰，黄如民

一、序言 Message from the Organiser

第 26 屆全球華人計算機教育應用大會 (GCCCE 2022) 於 2022 年 5 月 28 日至 6 月 1 日由台灣清華大學，香港教育大學，上海華東師範大學共同召開。本屆工作坊於 2022 年 5 月 28 至 29 日舉行，會議採用線上的形式，以鼓勵不同區域的研究者們交流與合作。

GCCCE 2022 工作坊以計算機教育應用領域的各種新興主題為核心，旨在加強研究社群內特定主題研究群的凝聚力，為與會者提供一個學術交流與討論的平臺。本屆鼓勵計算機教育應用相關領域的研究者們以各種新興主題、實作導向或具有深度互動的方式規劃各自的工作坊。為達到深度交流互動與專業討論的目的，本屆工作坊除論文發表，亦歡迎其他形式的活動，包含但不限於小型論壇、論文發表、互動展示、實作活動等。

本論文集收錄了八個獨具特色的工作坊論文，最終收錄 68 篇論文。其主題分別為：

- 工作坊 1：迎接「元宇宙」的世代,如何融入新科技於教學工作坊
- 工作坊 2：創新互動回饋科技提升學習動機
- 工作坊 3：電腦支援個人化與合作學習
- 工作坊 4：第四屆「親身體驗，好就用」：遊戲式/遊戲化與教育玩具工作坊
- 工作坊 5：數位人文跨域應用
- 工作坊 6：學習科學與遊戲化學習
- 工作坊 7：ICT 輔助教育
- 工作坊 8：學習投入與學習行為建模

本人由衷感謝各工作坊的主席群對本會的支持，讓本屆論文徵集、收件與評審工作得以順利開展。最後預祝各工作坊的組織者與參會者在知識與交流上都能滿載而歸！

廖長彥 台灣中央大學 (台灣)
熊西蓓 廣西師範大學(中國大陸)

工作坊主席

二、大會組織 Organization

主辦單位 Organizer:

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:

台灣清華大學 National Tsing Hua University, Taiwan

上海華東師範大學 East China Normal University, China

香港教育大學 The Education University of Hong Kong, Hong Kong

大會主席 Conference Chair:

施如齡 台灣中央大學

Ju-Ling Shih, Central University, Taiwan

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

林秋斌 台灣清華大學

ChiuPin Lin, Tsing Hua University, Taiwan

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

王怡萱 台灣淡江大學

Yi Hsuan Wang, Tamkang University, Taiwan

江波 上海華東師範大學

Bo Jiang, East China Normal University

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

林秋斌 清華大學學習科學與科技研究所教授 (台灣)

顧小清 華東師範大學教授(上海)

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(香港)

工作坊 Workshop Programme Committee

W01:迎接「元宇宙」的世代,如何融入新科技於教學工作坊

主席

洪榮昭 臺灣師範大學 (臺灣)

共同主席

葉建宏 北京師範大學 (中國大陸)

W02：創新互動回饋科技提升學習動機

主席

孫之元 陽明交通大學 (臺灣)

共同主席

陳攸華 台灣中央大學,英國布魯內爾大學 (台灣)

朱蕙君 東吳大學 (台灣)

游師柔 陽明交通大學/師資培育中心 (台灣)

鄭慧琪 陽明交通大學 (台灣)

W03：電腦支援個人化與合作學習

主席

林珊如 陽明交通大學 (臺灣)

共同主席

王岱伊 靜宜大學 (臺灣)

W04：第四屆「親身體驗，好就用」：遊戲式/遊戲化與教育玩具工作坊

主席

陳志洪 師範大學 (臺灣)

副主席

鄭年亨 台北醫學大學 (台灣)

廖長彥 中央大學 (台灣)

W05：數位人文跨域應用

主席

施如齡 中央大學 (臺灣)

共同主席

蔡今中 師範大學 (臺灣)

莊宗嚴 台南大學 (臺灣)

W06：學習科學與遊戲化學習

主席

尚俊杰 北京大學（中國大陸）

副主席

胡秋萍 北京教育學院朝陽分院(中國大陸)

侯蘭 北京海淀教科院(中國大陸)

楊紅 北京市順義區教育研究和教師研修中心(中國大陸)

朱秋庭 北京市順義區西辛教育集團（中國大陸）

肖海明 中國教育技術協會教育遊戲專業委員會(中國大陸)

W07：ICT 輔助教育

主席

熊西蓓 廣西師範大學（中國大陸）

鄭春萍 北京郵電大學（中國大陸）

梁至中 台灣師範大學（台灣）

W08：學習投入與學習行為建模

主席

張琪 淮北師範大學（中國大陸）

副主席

武法提 北京師範大學（中國大陸）

遊戲溯因聯想(V-aquarium)融入社會科教學對高年級之學習興趣、認知焦慮

與學習價值之影響

Influence of V-aquarium into Social Science Teaching on Learning Interest, Anxiety, Learning Value in Senior Grades

江珮榆^{1*}、戴凱欣²

臺灣師範大學創造力發展所

ping231405@gmail.com

【摘要】 溯因推理是一種透過知識線索和一些觀察結果來尋找假設並解釋觀察結果的推理機制。由於溯因推理在目前的教育環境中仍有所限制，因此，本研究將「溯因聯想遊戲」融入社會科學學習內容中，以探索在遊戲過程中，對學生的成效影響。通過對總共 27 名 6 年級學生進行的準實驗研究，已經進行了六次試驗，並給出了比較性別差異的問卷。通過時間序列分析，結果是：在遊戲興趣和認知焦慮、學習價值和自我效能方面沒有性別差異。但是，遊戲焦慮略有減少；而隨著練習次數的增加，學生對於遊戲的興趣並沒有明顯增加。此外，女生和男生在玩這個遊戲時都具有高水平的學習價值。

【關鍵字】 溯因推理；遊戲興趣；認知焦慮；學習價值

Abstract : *Abductive reasoning is an inference mechanism by giving a knowledge base and some observations to find hypotheses and explain the observations. As abductive reasoning is limited in current educational setting, thus, this study applies the " Abductive Association Gam" to incorporated social science learning content to explore how players' achievement emotion is affected during the gameplay. By using a quasi-experimental study with a total of 27 6th grade students, six trials have been practiced and questionnaire was given to compare gender difference. By taking time series analysis, the results were: there was no gender difference in gameplay interest and anxiety, and perceived learning value. However, gameplay anxiety was decreased slightly; but gameplay interest was not increased significantly along with the practice times increased. Moreover, both girls and boys had high levels of perceived value in playing this game.*

Keywords : Abductive reasoning, gameplay interest, anxiety, learning value

1. 前言

在二十一世紀的時代，資訊快速發展的環境中，科技融入教學已是生活中的一部分(教育部，2016)。而在教學上常常學生對於一些記憶知識是「船過水無痕」，經常聽過就忘了，需要透過反覆練習才能熟記，有鑑於現今社會學生接觸電子產品及科技頻繁，因此希望在教學結合科技，讓學生在學習社會科學上能夠透過溯因推理遊戲 APP 的方式加強

記憶與推理能力。

溯因推理(Abduction)是由皮爾斯(Peirce, 1878)正式創立的概念，他認為溯因推理有別於我們熟知的演繹推理(Deductive)和歸納推理(Inductive)，而生活中一些科學觀念、定理和新理論的創立，皆是通過溯因推理而形成的。利用遊戲融入社會科教學，培養學生歸納及推理能力，遊戲過程中以先備經驗為基礎逐步建構新知識，進而讓學生自行出題實踐，讓學生對所學能融會貫通的重要課程活動。

遊戲溯因聯想(V-aquarium)除了培養學生歸納及推理能力外，在遊戲時能發展孩子的閱讀理解、專心度、挫折容忍度、創造力…等多元能力，希望藉由操作溯因聯想(V-aquarium)的挑戰遊戲，瞭解學生操作溯因聯想(V-aquarium)對學習的效能、動機、興趣以及學習成就，以作為教學規劃上調整的參考依據。本研究的主要目的在於探究實施溯因聯想遊戲 APP 於社會科教學上，對於國小六年級學生在學習興趣、認知焦慮、學習價值和自我效能上多次的變化。

2. 理論背景

2.1. 溯因推理(Abduction)

溯因推理(Abduction)是對最好解釋的推論，是一種假設形成理論的過程或是解釋推理(Josephson & Josephson, 1996)。而最早正式創立溯因推理(Abduction)這個名詞的是由皮爾斯(Peirce, 1878)，他認為溯因推理是一種能從規則和結果推倒出可能原因的過程，有別於我們熟知的演繹推理和歸納推理，由結果推導至原因，在眾多可追溯的原因中尋求一個最佳解釋的推理過程的過程，屬於一種由果溯因的反向邏輯推理方式。Lawson(1995)認為溯因推理是心智運作過程中，所提出假設後能有效的解釋，並能符合應用到新的情境脈絡，是一種探究式解釋的過程。

2.2. 學習興趣(Learning Interest)

學習興趣可以區分為「個人(personal)興趣」和「情境(sitratinal 興趣)」(Hidi, 1990)，學習興趣是指自身在與環境互動過後，對學習內容的偏好，進而產生一種正向的心理狀態(Krapp, 2000; Renninger, 2000)。學者施融樺(2006)認為學習興趣個體樂於從事學習活動的程度，進而引起的學習認識傾向及情緒反應。學習興趣是一種情意偏好的傾向，學童對於學習有關的事物所具有的態度，它是一種激發學童學習的內在動力(廖育汝，2021)。

本研究所指的學習興趣，是指學生在使用溯因聯想遊戲 APP 時，對學習感到的偏好，有欲望探索、了解社會科學的正向心理心態。而本研究認為國小六年級男女生在使用溯因聯想遊戲 APP 學習社會科上學習興趣有差異。

2.3. 認知焦慮(Anxiety)

焦慮是一種經常伴著恐懼和擔憂等不愉快的情緒狀態(Morris & Davis & Hutchings, 1981)，而焦慮對學習間存在者促進作用或是抑制作用，這是非常複雜的，需要考量多方原因和因素(程剛與袁桂平，2005)，Marcos-Llins 與 Garau(2009)也認為高焦慮學生未必有低學習成就。

本研究所指的認知焦慮，是指學生在使用溯因聯想遊戲 APP 時，對學習感到的恐懼緊張或對遊戲結果的不確定感到害怕的認知焦慮情緒。而本研究認為國小六年級男女生在使用溯因聯想遊戲 APP 學習社會科上認知焦慮有差異。

2.4. 學習價值

學習價值是一種知覺方面的價值(Lee et al.,2007)，Kim 與 Perdue(2013)提出學習價值是學習者於活動體驗、觀察後，在認知與情緒感知上的影響，而這類的影響會促進學習者在參與活動的意願與提升其學習動機。Hullemanetal.(2017) 認為當學習內容能夠讓學習者認為學習的內容具有高度實用性，並讓學習者產生正向感受，影響其學習興趣及學習投入感，便是學習價值。

本研究所指的學習價值，是指學生在使用溯因聯想遊戲 APP 時，認為遊戲內容對學習社會科有幫助的正向感受。而本研究認為國小六年級男女生在使用溯因聯想遊戲 APP 學習社會科上學習價值有差異。

3. 研究設計與實施

3.1. 研究對象與實施

本研究之研究對象為桃園市中壢區某國小六年級學生，本班 27 位學生，男生 15 位，女生 12 位。共進行 6 次測驗，以時間序列分析，比較男女在溯因聯想的學習興趣、學習價值、認知焦慮在社會科學習之相關。

3.2. 活動設計

分析溯因聯想遊戲融入社會科教學對高年級學生之學習興趣、學習價值、認知焦慮的影響，以問卷調查方式測量。

教學活動以溯因推理的理論為構想，聯想活動分為出題和解題兩部分，活動實施分為兩階段。

溯因聯想遊戲融入教學第一階段為學生出題，在學生熟悉平板 APP 操作過後，小組以學習單的方式操作，出題時可以搭配課本及補充資料搜尋線索。學習單資訊以提供「最佳答案」為已知資訊，請學生以逆向推論的方式提出三個可能的「線索」。以數位平版遊戲融入社會課，讓學生透過溯因推理輔助學生脈絡性思考。

第二階段為學生以平板遊戲方式作答先前學生所構思的題目，一生一平板，每次測驗為十分鐘。透過遊戲反覆練習加深學生對社會科知識的熟悉和理解，並以問卷形式。

3.3. 教學活動與問卷發放流程

活動分為兩個階段，第一階段為讓學生以小組方式討論、構思題目，第二階段為六次的施測，每次十分鐘，讓學生使用平板進行遊戲解題，每次施測結束後會進行問卷調查。本問卷之問卷內容包含構面學習興趣、認知焦慮學習價值。學習興趣構面參考 Hong 等人(2016) 問卷改編，認知焦慮構面參考 Hong 等人(2019)聯想遊戲問卷改編，學習價值構面參考 Tai 等人(2022)，改編的問卷皆經過信、效度重新驗證。

4.研究結果與討論

4.1. 學習興趣

根據圖 4-2-1 可以看出總體平均數介在 3.99 至 4.24 間，第四次的測驗學習興趣整體平均最高為 4.24，而第六次的施測整體平均最低為 3.99，可以看出學生在學習興趣上，前期是上升的趨勢，第四次施測後開始下降。

男生在學習興趣上每次施測平均皆高於整體平均，平均數最高為 4.31，最低為 3.99。而女生在學習興趣上的平均則皆低於整體平均，平均數最高為 4.20，最低為 3.74。

由圖 4-2-1 學習興趣構面時間序列分析來看，學生整體在學習興趣的平均數，前期是上升的趨勢，第四次施測後開始下降，且下降幅度大於上升幅度。而學習興趣—男生構面上，第一次施測至第二次施測學習興趣大幅增加，第二次測驗的學習興趣最高，後則微幅降低，但六次測驗的平均數從時間序列上來說有漸緩的趨勢。學習興趣—女生的構面上，六次測驗的數值則起伏較大，第一次施測至第二次施測學習興趣是下降的，從第二次施測開始上升，第四次施測的學習興趣最高，後則開始大幅下降，第六次施測的學習興趣最低。

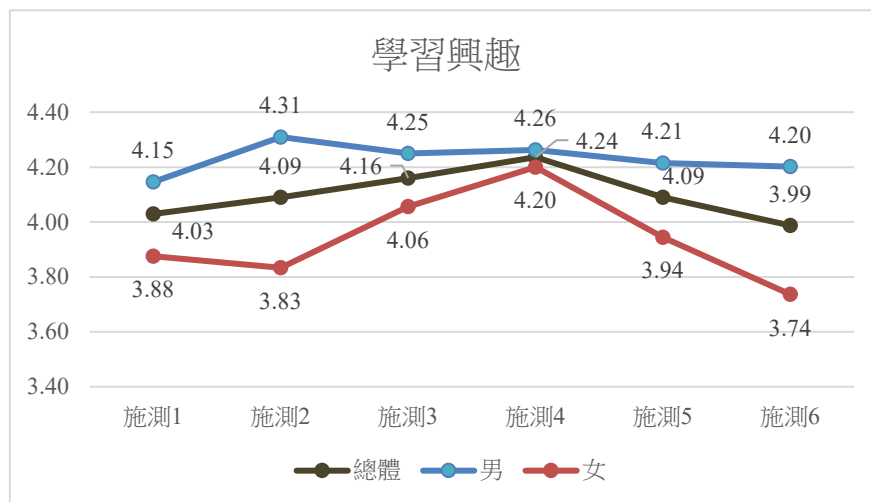


圖 4-2-1 學習興趣構面時間序列分析

4.2. 認知焦慮

根據圖 4-2-2 可以看出總體平均數介在 1.83 至 1.62 間，第四次的測驗認知焦慮整體平均最高為 1.83，而第六次的施測整體平均最低為 1.62。

男生在認知焦慮上前五次施測平均高於整體平均，最後一次則低於整體平均，平均數最高為 2.06，最低為 1.57。而女生在認知焦慮上前五次施測的平均則皆低於整體平均，最後一次則高於整體平均，平均數最高為 1.74，最低為 1.50。可以從上述看出男生在使用溯因聯想 APP 上，比女生更容易有認知焦慮的現象。

由圖 4-2-2 認知焦慮構面時間序列分析來看，學生整體在認知焦慮的平均數，除了第四次測驗，其他呈現下降趨勢。而認知焦慮—男生構面上，前三次施測認知焦慮小幅下降，第四次測驗的認知焦慮最高，後又再次大幅降低。學習興趣—女生的構面上，六次測驗的數值起伏則較男生平緩，前四次施測認知焦慮小幅下降，而第四次施測的認知焦慮最低，平均數為 1.50，之後則開始上升，第六次施測的認知焦慮超過整體平均數，數值為 1.67。

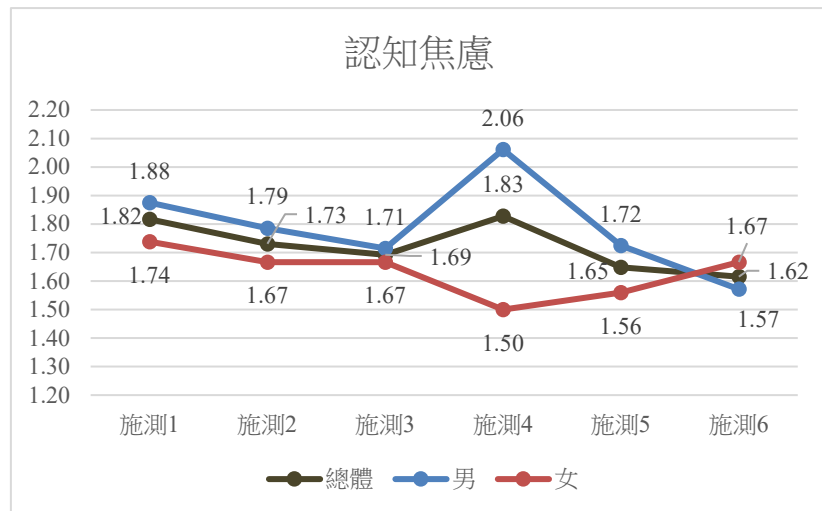


圖 4-2-2 認知焦慮構面時間序列分析

4.3. 學習價值

根據圖 4-2-3 可以看出總體平均數介在 3.80 至 4.14 間，第四次的測驗學習價值整體平均最高為 4.14，而第六次的施測整體平均最低為 3.80。

男生在學習價值上，除了第四次，其他施測平均皆高於整體平均，平均數最高為 4.18，最低為 3.96。而女生在學習價值上，除了第四次，其餘平均則皆低於整體平均，平均數最高為 4.14，最低為 3.62。可以從上述看出，男生比女生更認為使用溯因聯想 APP 對學習有價值。

由圖 4-2-3 學習價值構面時間序列分析來看，學生整體在學習價值的平均數，第一次至第二次施測呈現下降，之後開始上升，直至第四次平均數最高為 4.14，後則呈現下降趨勢。而學習價值—男生構面上，前三次施測呈現上升趨勢，第三次測驗的學習價值最高，後呈現下降趨勢。學習價值—女生的構面上，與整體平均走向較相近，第一次至第二次施測呈現下降，之後開始上升，直至第四次平均數最高為 4.14，後則大幅下降，第六次施測平均數最低為 3.62。

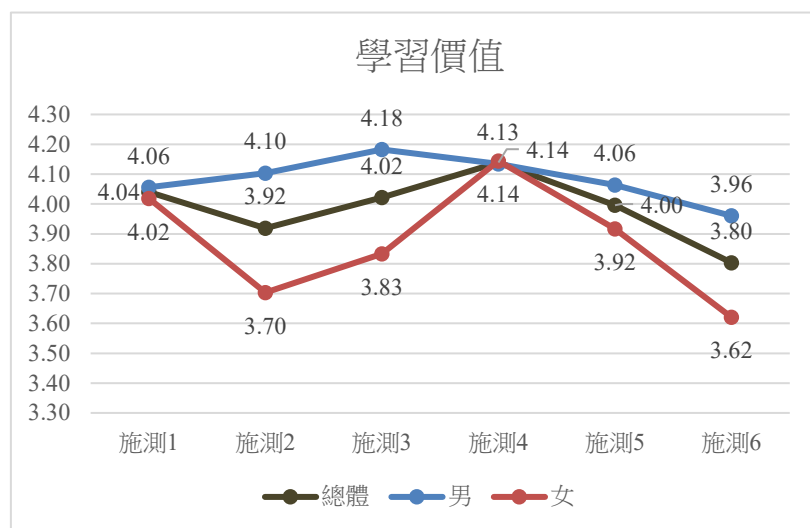


圖 4-2-3 學習價值構面時間序列分析

4.4. 各構面時間序列分析

如表 4-2-5 所示，學習興趣構面檢定結果，顯著性 $P=.690>.01$ 未達顯著水準，顯示第一次施測($M=4.02$, $SD=.43$)與第六次施測($M=3.96$, $SD=.69$) 使用溯因聯想在學習興趣上並無顯著差異。認知焦慮構面檢定結果，顯著性 $P=.492>.01$ 未達顯著水準，顯示第一次施測($M=1.81$, $SD=.73$)與第六次施測($M=1.67$, $SD=.59$) 使用溯因聯想在認知焦慮上並無顯著差異。學習價值構面檢定結果，顯著性 $P=.096>.01$ 未達顯著水準，顯示第一次施測($M=4.03$, $SD=.49$)與第六次施測($M=3.80$, $SD=.68$) 使用溯因聯想在學習價值上並無顯著差異。

表 4-2-5 不同性別受試者使用溯因聯想在學習興趣、認知焦慮與學習價值之 t 檢定摘要表

構面		平均值	標準差	t	P
學習興趣	第一次施測	4.02	.43	.403	.690
	第六次施測	3.96	.69		
認知焦慮	第一次施測	1.81	.73	.697	.492
	第六次施測	1.67	.59		
學習價值	第一次施測	4.03	.49	1.727	.096
	第六次施測	3.80	.68		

由圖 4-2-5 各構面平均時間序列分析彙整圖所示，學習興趣構面在前四次測驗為上升趨勢，後則開始下降，可顯示出學生在第四次施測學習興趣最高。認知焦慮構面除了第四次施測大幅上升外，在整體上有微幅下降。在學習價值構面上，前四次測驗微上升趨勢，後開始下降，可顯示出學生在第四次施測學習價值最高。

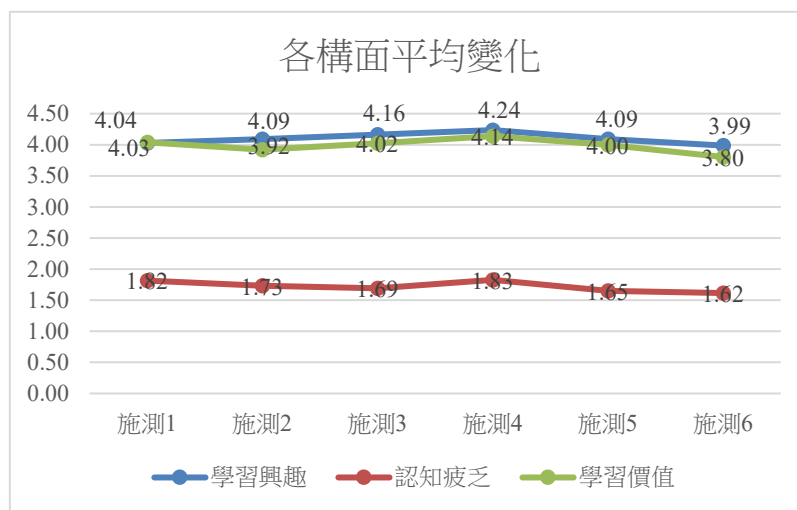


圖 4-2-5 各構面平均時間序列分析彙整圖

5. 結論

由問卷結果顯示，男女生在使用溯因聯想遊戲 APP 學習社會科上，在遊戲興趣和認知焦慮以及學習價值方面皆沒有性別差異。但是，在遊戲焦慮方面不論男女生皆略有減少；然而隨著練習次數的增加，學生對於遊戲的興趣並沒有明顯增加。此外，女生和男生在玩溯因聯想遊戲 APP 時都具有高水平的學習價值。最後研究結果是否可推論至其他年齡及地區的學生，有待進一步的討論空間。

6. 參考文獻

- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191.
- Heffernan, C. J. (1988). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory, Albert Bandura Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1986, xiii+ 617 pp. Hardback. US \$39.50. *Behaviour Change*, 5(1), 37-38.
- Hidi, S. (2001). Interest, reading, and learning: Theoretical and practical considerations. *Educational psychology review*, 13(3), 191-209.
- Hulleman, C. S., Kosovich, J. J., Barron, K. E., & Daniel, D. B. (2017). Making connections: Replicating and extending the utility value intervention in the classroom. *Journal of Educational Psychology*, 109(3), 387. Josephson, J. R., & Josephson, S. G. (Eds.). (1996). *Abductive inference: Computation, philosophy, technology*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Hong, J. C., Tai, K. H., & Ye, J. H. (2019). Playing a Chinese remote-associated game: The correlation among flow, self-efficacy, collective self-esteem and competitive anxiety. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2720-2735.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Tai, K. H., & Lin, P. C. (2015). Self-efficacy relevant to competitive anxiety and gameplay interest in the one-on-one competition setting. *Educational Technology Research and Development*, 63(5), 791-807.
- Renninger, K. A., Hidi, S., Krapp, A., & Renninger, A. (2014). *The role of interest in learning and development*. Psychology Press.
- Kim, D., & Perdue, R. R. (2013). The effects of cognitive, affective, and sensory attributes on hotel choice. *International Journal of Hospitality Management*, 35, 246-257.
- Marcos-Llinás, M., & Garau, M. J. (2009). Effects of language anxiety on three proficiency-level courses of Spanish as a foreign language. *Foreign language annals*, 42(1), 94-111.
- Morris, L. W., Davis, M. A., & Hutchings, C. H. (1981). Cognitive and emotional components of anxiety: Literature review and a revised worry–emotionality scale. *Journal of Educational psychology*, 73(4), 541.
- Peirce, C. S., & Hetzel, A. (1878). *How to make our ideas clear* (p. 124). na.
- Tai, K. H., Hong, J. C., Tsai, C. R., Lin, C. Z., & Hung, Y. H. (2022). Virtual reality for car-detailing skill development: Learning outcomes of procedural accuracy and performance quality predicted by VR self-efficacy, VR using anxiety, VR learning interest and flow experience. *Computers & Education*, 182, 104458.

李欣雨(2020)。應用 OTouch 進行注音符號學習時遊戲興趣、遊戲焦慮與心流體驗。國立臺灣師範大學國際與社會學院華語文教學系海外華語師資在職專班碩士論文，台北市。

- 林福榮(2012)。國一學生運用溯因推理建構密度概念之研究：以浮沉現象為例。國立高雄師範大學科學教育研究所博士論文，高雄市。
- 林欣怡(2014)。學習興趣、自我效能與學習價值對八年級學生科學學習成就之影響：以 TIMSS2011 臺灣為例。明道大學課程與教學研究所碩士論文，彰化縣。
- 周苔琳(2015)。網路學習平台品質、自我效能、學習價值與國小教師網路學習滿意度關係之研究。大葉大學管理學院碩士班碩士論文，彰化縣。
- 柳姿瑄(2021)。結合 STEM 模組教育對國小五年級學生有關性別差異在自然與生活科技課程水溶液單元中學習成效、學習興趣與學習技能之影響：以製作彩色拉麵為例。國立屏東大學應用化學系碩士班，屏東縣。
- 許懿心(2018)。應用溯因推理於歷史學習成效之研究。國立臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班碩士論文，台北市。
- 陳冠鳳(2021)。以 VR 爵士鼓遊戲探究中學生之節奏感增長信念與遊戲焦慮、心流經驗對學習價值及學習成效之相關研究。國立臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班碩士論文，台北市。
- 廖育汝(2021)。遊戲融入教學對國小數學學習興趣與成效之研究：國小一年級幾何課程。國立臺中教育大學數學教育學系碩士班碩士論文，台中市。
- 潘美伶(2021)。應用即時回饋系統融入國小自然與生活科技教學之研究：以高雄市某國小為例。正修科技大學資訊管理系研究所碩士論文，高雄市。
- 劉惠青(2021)。探討 YouTube 影片結合體育課程對國小五年級學童學習興趣與學習滿意度影響之研究。樹德科技大學資訊工程系碩士班碩士論文，高雄市。

以體適能運動 APP 結合腰帶探究數位遊戲教學與傳統遊戲教學對學生體能表現之影響差異

Using physical fitness app and belt to explore student's physical performance

朱怡華 Yi-Hua Chu ; 戴凱欣 Kai-Shin Tai
國立臺灣師範大學 創造力發展碩士在職專班
eva40422@gmail.com

【摘要】 本研究以體適能 APP「Sit-Up」對國小五年級學生進行仰臥起坐施測，藉此探討數位遊戲教學與傳統遊戲教學的差異。Sit-Up 是一個包含壓力感測器腰帶的裝置，可用於檢測受測者的仰臥起坐次數，並在 APP 上以「兔兔賽跑」之形式呈現。為了瞭解練習成效，本研究致力於研究數位遊戲教學是否對學生的體能表現有積極影響。本研究採用小規模抽樣，本研究的結果顯示。(一)通過使用 Sit-Up，受測者在仰臥起坐運動中的表現比未使用(傳統遊戲教學)佳，但差異會隨練習時間逐漸減少。(二)不同性別的學生使用 Sit-Up 後表現具有差異。(三)高分組與低分組的學生使用 Sit-Up 後表現具有差異。綜合上述，本研究的結果顯示 Sit-Up 可用於未來的體適能練習與相關教學。

【關鍵字】 數位遊戲教學；體適能表現；體適能

Abstract: This study is dedicated to understand the differences between digital game-based learning and game-based learning by measuring the physical fitness of elementary school fifth graders with Sit-Up. The Sit-Up contained a belt with pressure sensor to detect the frequency of sitting up by participants and show rabbit running on the mobile devices. To understand the effect of exercise, this study investigated whether the integration of exergaming has a positive effect on students' physical fitness performance. Small sampling was adapted in this study, the results of this study showed that: (1) by using Sit-Up, participants perform better than without using in sitting up exercise, but the difference decreased gradually corresponding the practice time. (2) There were differences between genders. (3) There were difference between high scoring group and low scoring group of fitness performance. The findings of this study implied the Sit-Up device can be used for future fitness practice.

Keywords: exergaming, physical fitness performance, digital game-based exercise

1. 前言

隨著時代的進步，教學不再只以口頭講述法、紙筆測驗為尊，數位融入教學成為現今教育現場的常態，也深受教育當局的關注。舉例而言，西元 2019 年前瞻計畫補助中小學教室裝設數位觸控螢幕，建置智慧教室，以桃園市為例，在 2019 年年底已建置超過 3500 間智慧教室(教育部資訊及科技教育司，2021)。除此之外，行政院於西元 2021 年拍板，於 2022 年起推動為期四年的「中小學數位學習精進方案」，將購買 61 萬台平板，花費 20 億元以達成「生生有平板」的目標(行政院，2021)。由上述可見，數位教學已是目前教育界的趨勢。

在此趨勢之下，本研究的目的是在於探討數位融入教學後對學生體適能表現是否具有正

向影響，又，此影響與一般傳統教學是否有區別，亦或兩者差異不大。回顧前人之研究，可發現數位媒介融入各項教學之成效已多有探討，然而鮮少有人研究傳統遊戲教學與數位遊戲教學對體適能教學造成的影響與差異、是否只有數位教學能提升學生體能表現。故，本研究將以數位遊戲教學與傳統遊戲教學分別對一分鐘屈膝仰臥起坐進行混成式的時間序列研究，進而探討兩種教學方式在體適能教學上的影響。

2. 名詞解釋

2.1. 體適能運動(Fun Fitness) 指的是本研究所應用的一款體適能競爭型數位 APP，學生將透過體適能腰帶與數位的連結(即「Sit-Up」數位媒材)，與他人進行互動式遊戲。在計時一分鐘內，測驗次數最多者勝出。體適能運動(Fun fitness)共分為三種模式：兔兔賽跑、力氣搏擊、人才濟濟，可用於不同人數的施測。本次實驗使用體適能運動(Fun Fitness)中的兔兔賽跑模式，搭配體適能腰帶裝置，以此作研究工具，測驗學生一分鐘內的仰臥起坐次數。

2.2. 運動表現(Exercise Performance) 運動表現指在運動遊戲或競爭情境中，個體努力達成目標的傾向(郭香雲，2003)本研究以學童在施測後以體適能腰帶、體適能運動及計數人員所測得之一分鐘屈膝仰臥起坐次數，作為紀錄資料，稱之為運動表現。

2.3. 遊戲教學 遊戲教學法是由 Aufshnaiter、Helanko 及 Schwedes(1984)最早提出，以遊戲及情境的方式作為教材教法，用來改善教學活動。Vygotsky (2016) 也曾指出，遊戲可幫助學童進行抽象思考。國外學者認為遊戲教學對學生獲得知識有正向幫助(Wouters & Van Oostendorp, 2013)國內也有學者認為遊戲教學法能將學科教學轉換成遊戲形式(饒見維，1996)，且比起單純的遊戲更需具備教育性，使學生達成學習目標，在認知、情意、技能等方面達到精熟。

2.4. 數位遊戲教學 數位遊戲融合教學泛指以多媒體作為媒材進行的情境式教學歷程，常見的多媒體有平板、APP、手機、AR、VR 等，並透過遊戲的方式融入於教學活動之中。國內外已有許多相關研究顯示數位遊戲能改善學生學習動機，並應用於補救教學、物理課程、歷史蓋學習等。Verheijen, Stoltz, Berg, Cillessen (2019)以競爭式的數位遊戲做研究，發現能有效提升學生學習動機；謝瑞宏(2019)表示，數位遊戲式學習相較於傳統學習較能引起學習者興趣及學習動機，其原因在於數位遊戲多能以文字、圖像、影像、聲音等元素勿進多感官的知識接收。不過，蔡福興、游光昭、蕭顯勝(2010)指出，數位遊戲融入教學也有可能因為遊戲設計、學習者的個人特質，產生不認真、逃避及錯誤嘗試學習的行為，並非只有正向的效果。本研究所使用的體適能運動(Fitness Fun)即為數位遊戲融入仰臥起坐教學之例，透過體能表現與數位遊戲中場景、角色結合，產生遊戲性，形成數位遊戲教學(Yin et al., 2022)，比較數位遊戲教學對學生運動表現之影響。

3. 研究假設

3.1. 國小五年級學童在兩種教學方式下體能表現的差異

數位遊戲教學與傳統遊戲教學之成效差異，根據 Alavi(1994)針對兩者進行之比較發現，數位學習環境比傳統教學環境更能提升學習者之成效，且具有顯著差異。在 Li, B. T. (2018)在研究中也發現，使用者操作運動型 APP 遊戲時，若能進入沉浸狀態，個體的持續意願能藉此提升，具有正向影響。Alavi(1994)的研究也有提到數位體感教學對提升學習者的學習興趣有

正向顯著影響，又，根據上述，提升學習興趣對持續意願的增加有正相關。至於體能表現，Heinich (2002)的研究中發現，學生在數位體感教學下的學習成效並無顯著高於傳統教學；然而國內也有許多學者的研究持相反意見，蔡宏泰(2010)利用 Wii Sport 較導學生棒球打擊練習，實驗結果顯示八週後學生的棒球打擊能力增加了。根據上述文獻探討，本研究提出 H1：傳統(一般)遊戲教學與 APP 遊戲教學對體能表現具些微差異。

3.2. 不同性別的國小五年級學童在兩種教學方式下體能表現的差異

不同性別在運動方面之差異是許多國內外學者共同探討的方向。以體能表現為例，李晨鐘與陳美華(2004)的研究中發現男生在運動表現上明顯優於女生，推測是受到生理因素的影響，顯示性別與運動表現呈正向相關。根據上述文獻探討，本研究提出 H2：不同性別的國小五年級學童在兩種教學方式下體能表現具差異。

3.3. 高分組與低分組的國小五年級學童在兩種教學方式下體能表現的差異

高低分組是研究中相當常見的變項之一。學習成就或體能表現上，鄭雅瑄(2016)針對國小三年級學童進行數位學習平台與一般傳統教學之實驗研究，結果顯示數位教學對高分組學生表現並無差異，但對低分組學生表現具顯著差異。根據上述文獻探討，本研究提出 H3：高分組與低分組的國小五年級學童在兩種教學方式下體能表現具有差異。

4. 研究方法

4.1. 遊戲介紹

本研究為混成研究，分為傳統遊戲教學及數位遊戲教學，在六次的施測過程中交叉進行。本研究中的傳統遊戲教學，採用每回合六名學生，於同一排相鄰之位置進行一分鐘屈膝仰臥起坐。由教師進行計時、報時，施測過程中教師將以言語宣告此回合參賽者的動態，以此製造競爭氛圍。每一回合對戰名單由電腦隨機選號，該回合仰臥起坐完成次數最多者獲勝，並當場獲頒學校榮譽卡一張。

數位遊戲教學則是採用由國立臺灣師範大學數位學習實驗研究團隊所開發之「仰臥起坐」體適能遊戲 App 來進行研究施測。本研究採用此 APP 中「兔兔賽跑」之模式，施測學生腹部將繫上運動腰帶，每做一次，APP 內的兔子將向前跳動一下，並與其他參賽選手之兔子競爭，一分鐘內跳越多者勝出，並當場獲頒學校榮譽卡一張。

本研究於兩周內進行兩種教學活動之混成施測，兩種教學方式交互輪替，以此設計降低精熟練習對施測結果判讀上的影響。此外，在研究設計上傳統遊戲教學與數位遊戲教學所施測的時間長度、地點、教師口令、遊戲時隊形、參與對象及增強物皆相同。

4.2. 研究步驟

本研究主要採用量化分析，並採用準實驗設計中的時間序列設計，進行兩種教學方式之混成實驗。主要研究步驟共計七項，以下將逐一說明：

- 4.2.1. 釐清研究動機與背景 透過研究者對相關主題的了解與觀察，並佐以過往文獻閱讀，建立起問題意識，形成此次研究之研究動機。
- 4.2.2. 構思研究題目 在行程研究動機後，將閱讀的過往文獻進行初步整理、分析題目。並與指導教授進行討論，選擇適當的研究題目。
- 4.2.3. 確立研究架構 以已設立之研究題目為中心，安排研究計畫與時程，並確立整體的研究範圍、方式、問題假設、待答問題等。

4.2.4. 進行文獻回顧 閱讀國內外期刊、文獻、書籍、碩博士論文，並將與主題相關之資料進行整理與歸納。

4.2.5. 確認研究對象及施測工具 在施測前進行設備確認、施測對象確認等前置工作。

4.2.6. 資料處理與分析 將施測成績整理成數據，篩選有效樣本，並進行統計分析。

4.2.7. 結論與建議 將研究數據與文獻探討進行比對，定下結論與未來研究之建議。

4.3. 研究架構

本研究旨在瞭解國小五年級學童在傳統遊戲教學與數位遊戲教學對體能表現的差異。本研究在介入前進行前測，傳統遊戲教學施測兩次後以數位遊戲教學進行兩次，之後再以傳統遊戲教學施測一次、數位遊戲教學施測一次，最後進行後測。兩種教學方式分別施測三次，以交叉進行降低學生因精熟而提升運動表現，影響判別結果。

4.4. 研究方法

本研究採取實驗研究法中的時間序列法，以傳統遊戲教學及數位遊戲教學施測之數據，佐以成績進步量作為研究資料，並利用 IBM SPSS Statistics 23.0 統計軟體進行資料分析。再將此資料分析後形成結果，以此提出結論。

5. 研究結果

5.1. 樣本特徵分析

5.1.1. 基本資訊

本次共 24 位受試者，男性 11 位，佔整體的 45.8%；女性 13 位，佔整體的 54.2%。皆為五年級之學童，以施測期間為基準(2021/11/15~2021/11/30)，足歲滿 11 歲之學童為 5 位，佔整體的 20.83%；足歲滿 10 歲之學童為 19，佔整體的 79.17%。運動頻率上本次共 24 位受試者，每周在校之運動頻率為一週四次。此外，7 位在施測期間每周額外進行 1~5 次仰臥起坐練習，其他 17 位並未額外練習仰臥起坐。

5.2 一分鐘屈膝仰臥起坐次數前後測分析

在本研究兩種遊戲實施前，以教育部體育署體適能教學所訂定的一分鐘屈膝仰臥起坐規準進行一分鐘之次數測驗。本次受試者年齡介於 10~11 歲，將其年齡、性別與次數作比對，處於待加強等級的為 1 人，佔整體的 4.17%；中等等級的為 1 人，佔全體的 4.17%；銅牌等級的為 3 人，佔整體的 12.5%；銀牌等級的為 2 人，佔整體的 8.33%；金牌等級的為 17 人，佔整體的 70.83%。後測成績與前測進行比較(如表 1)可看出經過六次的施測後，受試者整體的次數都有顯著提升，比例最多的級距從 30~39 下躍升為 50~59 下。以教育部體育署之規準，低於銅牌標準之人數從 4 位減少為 0 位，即無人低於銅牌標準。

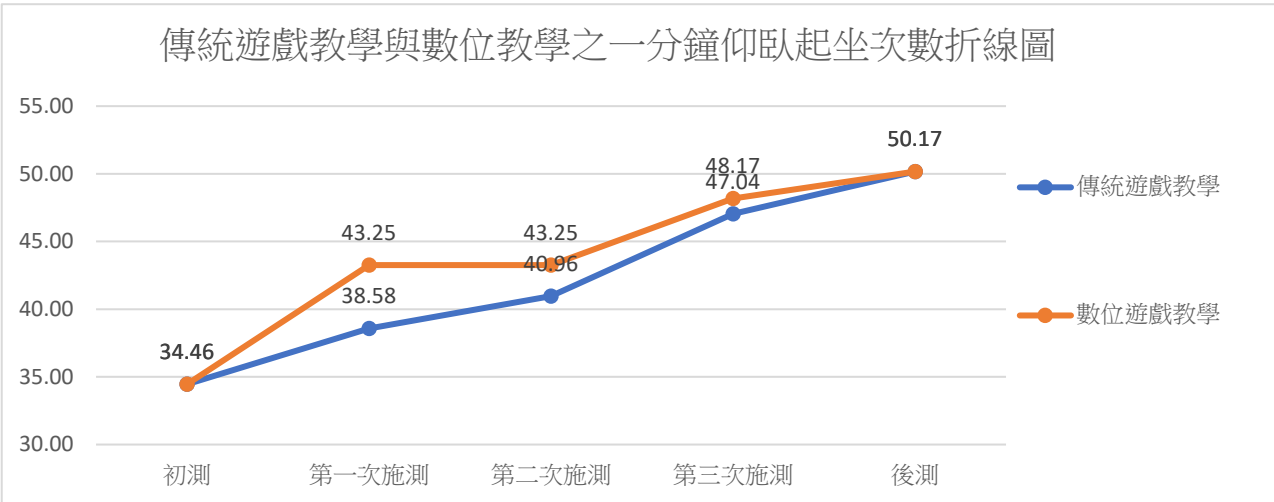
表 1 一分鐘屈膝仰臥起坐前後測次數比較表

類別	體驗前人數	百分比	體驗後人數	百分比
10~19 下	1	4.17%	0	0%
20~29 下	4	16.67%	1	4.17%
30~39 下	12	50%	3	12.5%
40~49 下	7	29.14%	6	25%
50~59 下	0	0%	11	45.83%
60~69 下	0	0%	3	12.5%

5.3. 時間序列分析

5.3.1. 兩種教學之時間序列表現比較

本研究採用傳統教學及數位教學之混成研究，各進行三次並交錯施測。首先先以傳統教學之施測結果進行探討，其運動表現如圖 2。如圖所見，本研究中第一次的數位教學較一般教學之平均次數高出 4.67 分，第二次的數位教學較一般教學之平均次數高出 2.29 分，第三次的數位教學較一般教學之平均次數高出 1.13 分。三次的施測皆為數位教學高過一般教學之次數，然以折線圖之斜率觀之，則可發現兩種教學方式造成之差異有逐漸遞減

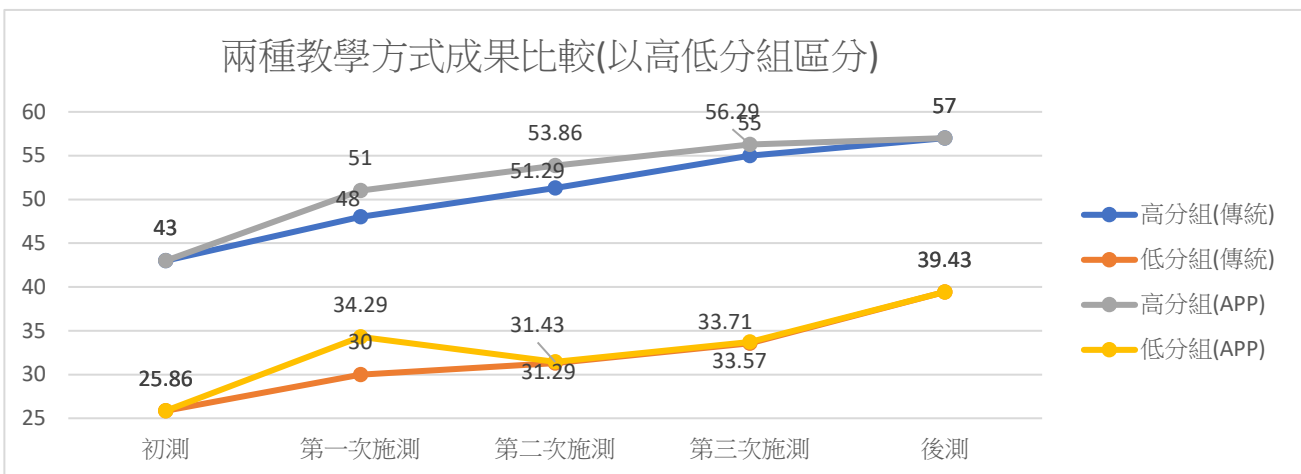


之趨勢。

圖 2 一般遊戲教學與數位教學之一分鐘仰臥起坐次數折線圖

5.3.2. 兩種教學之時間序列表現比較—以高低分組區分

綜觀全體受試者之表現，從上述討論可看出數位遊戲教學之三次施測皆優於傳統遊戲教學。以下將整體之前 30%(約七名)與後 30%作為高分組與低分組，統計每一次施測之平均次數後，結果如圖 3。從圖 3 可看出，高分組之施測結果與全體之施測結果相似，數位遊戲教學之表現皆優於傳統遊戲教學，而低分組之表現則相反。在低分組中，可看到每一次的傳統遊戲教學施測成效皆高過數位遊戲教學，後兩次之施測結果差異縮小，但仍維持傳統遊戲教學表現較優之結果。以獨立樣本 t 檢定分析後顯示，高低分組皆以傳統遊戲教學進步量大，顯示傳統遊戲教學更受精熟表現影響。而低分組在數位遊戲教學之平均呈現負數，代表低分組在數位遊戲教學上平均是退步的，可能受遊戲焦慮、負面情緒影響，待進



一步研究釐清。

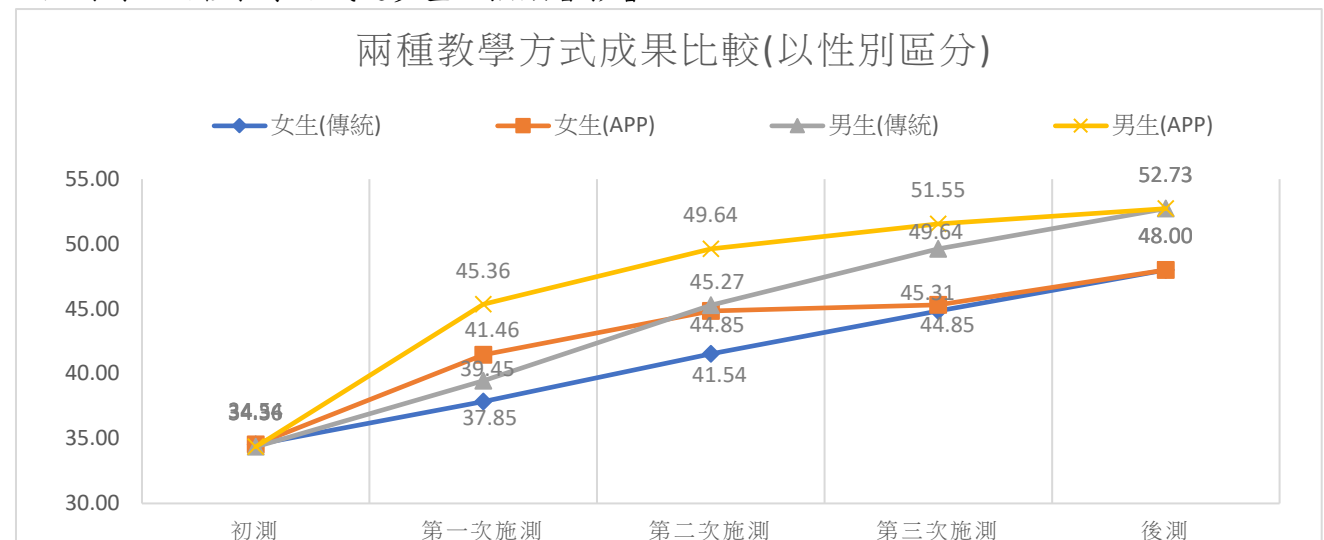
圖 3 兩種教學方式成果比較折線圖(以高低分組區分)

表 2 兩種教學方式進步量 t 檢定分析表-以高低分組為變項

項目	變項	N	M	SD	t	p
傳統遊戲教學	高分組	7	7.00	4.397	.108	.263
進步量	低分組	7	3.57	6.294		
數位遊戲教學	高分組	7	5.29	7.017	1.181	.089
進步量	低分組	7	-.57	4.276		

5.3.3. 兩種教學之時間序列表現比較—以性別區分

如同上述討論之內容，數位遊戲教學之三次施測數據皆優於傳統遊戲教學，而以性別區分之趨勢圖上也呈現此一現象(如圖 4)。從圖 4 可看出，男生以數位教學之表現優於傳統教學，曲線之斜率遞減，顯示出兩種教學方式的差異隨次數逐漸縮小；而女生之測驗結果中，數位教學在第三次施測時斜率減少的幅度較男生數據明顯，顯示女生較男生更快縮小兩種教學方式所造成的差異。以獨立樣本 t 檢定分析，顯示整體而言傳統遊戲教學之進步量較大，而性別對於兩種教學方式進步量並無顯著影響。



項目	變項	N	M	SD	t	p
傳統遊戲教學	男生	11	10.18	8.773	.995	.333
進步量	女生	13	7.00	6.481		
數位遊戲教學	男生	11	6.18	11.957	.644	.526
進步量	女生	13	3.85	4.947		

圖 4 兩種教學方式成果比較折線圖(以性別區分)

表 3 兩種教學方式進步量 t 檢定分析表-以性別為變項

6. 研究結果與討論

6.1. 學童在傳統遊戲教學與數位遊戲教學體能表現上具有差異 經由時間序列分析可發現，國小五年級學童不論是全體、高低分組或者以性別區分上都呈現數位遊戲教學後體能表現優於傳統遊戲教學，與葉宏泰(2010)之研究相符。雖然數位遊戲教學體能表現普遍較佳，但可從折線圖上發現差異會隨施測次數遞減，顯示時間會影響兩者之間的差異，尤以傳統教學受精熟練習影響更大。以 Heinich(2002)的觀點：學生在數位體感教學下的學習成效並無顯著高於傳統教學而言，數位遊戲教學雖然成效較佳，但傳統教學亦可透過長時間練習達到相同效果，顯示學習成效僅有些微影響。

6.2. 高低分組在參與兩種教學方式後體能表現具有差異 時間序列分析中，雖然普遍皆以數位遊戲教學之表現優於傳統教學，但在低分組表現上以傳統遊戲教學進步幅度明顯優於數位遊戲教學，兩種教學方式之落差則有縮小的傾向。

6.3. 不同性別在參與兩種教學方式後體能表現具有差異 以性別做為變項時，男生與女生皆以數位遊戲教學之表現較優，此結果符合 Osunde(2018)等人以數位遊戲做研究時知結果。但兩種教學法差異會隨次數逐漸縮小，其中又以女生之縮小幅度更為明顯，顯示女生較男生更容易以因精熟減少教學方式之差異。郭哲廷(2016)以性別為變項，探討數位英語字彙學習遊戲使用之差異，其研究顯示男生在使用數位遊戲作為學習鷹架後，增加的比率較高，本研究之結果符合上述研究結果，皆為男生以數位遊戲教學之表現明顯優於傳統教學。

6.4. 研究結論 數位融入教學為目前教學之趨勢，本研究之假設皆得到驗證：(一)國小學童在傳統遊戲教學與數位遊戲教學體能表現上具差異 (二)不同性別在傳統遊戲教學與數位遊戲教學體能表現上具差異 (三)高低分組在傳統遊戲教學與數位遊戲教學體能表現上具差異之結果觀之可發現數位遊戲教學。除了以上假設外，本研究亦發現雖然傳統遊戲教學體能表現上較差，但其進步幅度卻較大，顯示藉由傳統遊戲教學，以此為鷹架，增加教學次數使學生精熟，也能達到數位遊戲教學之成效。

6.5. 研究討論 本研究在進行描述性分析時，發現低分組學生在參與數位遊戲教學後平均表現退步，Slavin (2019)的研究中發現遊戲焦慮會對學習表現產生負面的影響；而 Niculescu, Tempelaara, Dailey-Hebertb 及 Gijsselaersa (2015) 的研究中顯示負面情緒對學生的學習成就有負向影響，因此推測可能受遊戲焦慮、負向情緒等不熟悉等因素影響，。建議未來可以持續探討數位遊戲教學對低分組學生之影響，找出原因。

參考文獻

- 李晨鐘、陳美華 (2004)。不同目標取向對競爭態度、努力程度與運動表現之影響。 *彰化師大體育學報*，4，66-76。
- 教育部資訊及科技教育司 (2020)。桃園智慧教育飛躍式成長。桃園市：桃園市政府教育局。取自：https://fidssl.moe.edu.tw/plan/footprint-news_detail.jsp?id=28。
- 教育科學文化處 (2021)。班班有網路 生生用平板—推動中小學數位學習精進方案。台北市：行政院。取自：<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/0ba98487-02aa-4bf3-afa5-89a628e29c9d>。
- 鄭雅瑄 (2015)。適性化數位學習模式對國小三年級數學學習成效影響之研究 (未出版碩士論文)。國立虎尾科技大學。雲林縣。
- 蔡宏泰(2010)。體感式 WiiSports 棒球遊戲對學童打擊表現之影響 (未出版碩士論文)。國

立臺南大學。台南市。

- 蔡福興、游光昭、蕭顯勝 (2010)。影響數位遊戲式學習行為與學習遷移成效之因素探討。 *教育科學研究期刊*, 55 (2), 167-206。
- 謝瑞宏 (2019)。使用 Kahoot 限時回答遊戲進行遊戲式學習-以網路管理課程為例。 *TANET2019 臺灣網際網路研討會論文集(下冊)*, 914-915。高雄市。
- 饒見維 (1996)。 *國小數學遊戲教學法*, 臺北市: 五南。
- 蕭建華、張俊彥 (2012)。介入自我效能對不同性別學生「自我學習評估」與「學習成效」之影響--以高一地球科學為例, *科學教育月刊*, (352), 28-34。
- Alavi, M. (1994). Computer-mediated collaborative learning: an empirical evaluation. *MIS Quarterly*, 18(2), 159-174.
- Aufshnaiter, V. S., Prum, R., & Schwedes, H. (1984). *Play and play orientation in physical education*. *Naturwissenschaften in Unterricht-P/C*, 32258-263.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. (2002). *Instructional media and technologies for learning* (7th ed). Columbus: Merrill/Prentice Hall.
- Hunt, C. (1979). Child's play: Non-competitive games in the classroom. Retrieved June 16, 2004 from: <http://www.geocities.com/Athens/Delphi/1979/games/articles/gamescancer/html>.
- Li, B. T. (2018). Examining Users' Continuance Usage Intention of Sports Mobile Game: A Flow Theory Perspective. *NCKUR*. 1-74.
- Osunde, J., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2018, April). Gender differences and digital learning games--one size does not fit all. *In International conference on gender research*, 271.
- Slavin, R. E. (2019). *Educational psychology: Theory and practice*.
- Sung, H. Y., & Hwang, G. J. (2018). Facilitating effective digital game-based learning behaviors and learning performances of students based on a collaborative knowledge construction strategy. *Interactive Learning Environments*, 26(1), 118-134.
- Tempelaar, D. T., Rienties, B., Giesbers, B., & Gijssels, W. H. (2015). The pivotal role of effort beliefs in mediating implicit theories of intelligence and achievement goals and academic motivations. *Social Psychology of Education*, 18(1), 101-120.
- Trent, J. (2016). 7-Best gamification fitness Apps. Retrieved on November 16, 2016 from: <http://wellnessforce.com/resource/7-best-gamification-fitness-apps-for-2015/>, NASM.
- Vygotsky, L. S. (2016). Play and its role in the mental development of the child. *International Research in Early Childhood Education*, 7(2), 3-25.
- Wouters, P., & Van Oostendorp, H. (2013). A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning. *Computers & Education*, 60(1), 412-425.
- Yin, S., Cai, X., Wang, Z., Zhang, Y., Luo, S., & Ma, J. (2022). Impact of gamification elements on user satisfaction in health and fitness applications: A comprehensive approach based on the Kano model. *Computers in Human Behavior*, 128, 107106.

應用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時學習興趣、自我效能、遊戲焦慮與學習價值體驗

值體驗

Using App Game to Learn Social Science: The Effect of the Gameplay Interest, Self-Efficacy, Gameplay Anxiety, and Learning Value

黃穎慈¹，洪榮昭^{2*}

¹ 國立臺灣師範大學 創造力發展碩士在職專班

² 國立臺灣師範大學 工業教育學系

* huan860324@gmail.com

【摘要】對物體排列的整體感知，是人類視覺感知中識別物體特徵的一個重要面向，即所謂的格式塔，先於局部細節的感知，因此本研究採用了格式塔知覺遊戲 Common Puzzle。遊戲內容的實施改編自小學社會科學教科書。為了探討此遊戲的效果，本研究調查了遊戲興趣、自我效能感、遊戲焦慮和學習價值之間的相關。共 28 名四年級學生參加了這個實驗，共 6 次試驗，透過時間序列分析收集數據。結果顯示，此遊戲確實提高了學生在社會科學習中的自我效能感和學習價值感，但對遊戲的興趣和焦慮沒有顯著影響。

【關鍵字】 格式塔知覺；遊戲式學習；自我效能；遊戲焦慮；學習價值

Abstract: A holistic perception of object arrangements, is a crucial aspect of human visual perception for recognizing an object features, its so-called Gestalt, precedes the perception from local details. Accordingly, this study adapted Gestalt perception game, named Common puzzle. The objects related to social science adapted from elementary textbook were implemented. To explore the effect of this game, this study investigated the correlates between gameplay interest, self-efficacy, gameplay anxiety, and learning value. 28 4th graders joined this experiment for 6 trials. Data were collected with time serial analysis. The results showed that Common Puzzle did enhance students' self-efficacy and perceived learning value in social studies, but no effect on gameplay interest and anxiety.

Keywords: Gestalt perception, game-based Learning, self-efficacy, gameplay anxiety, learning value

1. 前言

本研究主要探討應用旅遊拼圖數位遊戲進行社會科地理文化學習時的遊戲學習興趣、自我效能、遊戲焦慮、學習價值體驗之情形。隨著科技進步，數位學習打破了傳統教學模式，學習模式蔚為風潮，讓學習不再侷限於固定時空，除此之外，遊戲是有趣呈現內容的形式之一，並且能夠賦予快樂及動機的增強，遊戲式學習將教育內容與電腦遊戲緊密結合(Prensky, 2007)，藉由遊戲的過程，學習者可以藉由遊戲過程中進行角色的投入並且與內容進行互動，在融入情境與遊戲任務時，沉浸於學習知識的過程。由於四年級的社會學習領域和旅遊拼圖遊戲的內涵有所關聯，因此本研究想透過遊戲式學習的方式融入社會領域課程教學，藉此提升社會科學習成效，藉由對本土與國家的認同、關懷，逐步與世界潮流和社會脈動相契合，幫助孩子在未來世界生存並領先（林惠真，2015）。

本研究希冀透過教學設計及問卷調查方式來資料蒐集與分析，進而從中了解國小四年級學習者透過數位遊戲學習社會科地理文化知識的學習情形與變化，期待能提供教學者教學者

選擇社會科資訊融入教學策略時作為參考，以下將對研究背景、研究動機與目的加以描述。學生使用旅遊拼圖數位遊戲學習社會科地理文化知識時，學生的正面情緒如快樂、興趣；負面情緒如焦慮、無聊。而情緒影響學習是動態的 (Shao, Pekrun, & Nicholson, 2019)。基於上述之研究動機，本研究目的為以下二項：本研究之研究目的以探究以國小四年級學生使用旅遊拼圖遊戲時，其學習地理文化知識的情緒變化：以學習興趣、自我效能、遊戲焦慮、學習價值感體驗為主。

2. 名詞釋義

2.1. 數位遊戲

以遊戲的方式來進行學習，相較於使用其他輔助的媒介，更能提升學生學習的意願 Kafai(1995)，而數位遊戲式學習(Game-Based Learning)是一種以數位遊戲的方式來幫助學習 (Prensky, 2007)，數位遊戲式學習的企圖乃是要論述資訊科技為本的教學設計，並同時使學生學得本來要學的知能(Pivec & Kearney, 2007)，因此本研究採用平板電腦結合教育性質數位遊戲進而探討學生社會科學習的學業情緒之變化。

2.2. 學習興趣

學習興趣為一種情意偏好的傾向，亦是學生對於學習有關的事物所具有的態度，為激發學生學習的內在動力(廖育汝, 2021)，而本研究是指社會地理文化知識的學習興趣，學生在遊戲融入教學的學習活動中，所表現的情緒表現、注意力、課程參與及任務完成的態度，許多研究者認為遊戲化是改善教育的有效方式，不但提升了學習興趣、學習專注力、而學習態度變得正向積極、更主動自發，且有更多課堂互動，對於低成就學生的學習亦有顯著改善，可見遊戲化學習對學習興趣的正向影響(曾瓊華, 2021)，綜上所述，運用遊戲進行學習，其興趣是很重要的(Fryer & Ainley, 2019)，故本研究以學習社會科地理文化知識的數位遊戲，探討學生學習時的興趣感知。

2.3. 自我效能

自我效能是指在特定情境中，一個人對於他能否完成某個工作的能力判斷，亦即個人相信自己有多少能力的信念，Bandura 的自我效能包含效能預期 (efficacy expectancy)、結果預期 (outcome expectancy)，效能預期是指個體對自己從事某項工作所具備的能力和可能做到的地步的一種主觀評估，效能預期會影響行為的整個過程在面臨挫折時，效能預期愈強者較能持之以恆(Bandura, 1986, 1997)。

而本研究是指社會地理文化知識的自我效能感，學生在使用旅遊拼圖數位遊戲的過程中，在其完成遊戲的學習目標、任務和挑戰時扮演著主要角色(黃明月 et al., 2021)。

2.4. 遊戲焦慮

遊戲焦慮是指玩家在遊戲過程中會有中度到高度的焦慮，對玩家來說不只是一種心理狀態的激勵，也讓他們覺得有趣並會再玩(Hwang、Hong、Cheng、Peng 與 Wu 等, 2013)。依據成就情緒模型 (achievement emotion model) (Pekrun, 2006)，正向的活化情感(如興趣、心流體驗)可維持認知力來達成任務的目的，對學生的學習成就有正向影響；負向的活化情感(如焦慮、無聊)會降低學生學習的認知力與動機，進而對學習任務的執行產生不利影響(Pekrun, 2006)。本研究所指的遊戲焦慮是指學生在使用旅遊拼圖數位遊戲時，學生所表現的負面思考、緊張、害怕恐懼等情緒，藉由本研究中的問卷進行測量，量表從「很不符合」到「很符合」為 1 分到 5 分，得分越高則表示焦慮傾向越高。

2.5. 學習價值

根據 Lee et al. (2007) 的研究顯示，學習價值是一種知覺方面的價值，包含「有價值的事物之學習」及「主題式教材之學習」。「學習價值」係指個人對該學科重要性與效用性

的主觀感受(林欣怡, 2014), 本研究根據學習價值量表問卷之「學習價值」共五個題項: (1) 我覺得玩完這次旅遊拼圖遊戲, 有讓我學會地理文化知識。(2) 這次玩完這次旅遊拼圖遊戲後, 我更喜歡主動學習地理文化知識。(3) 這次玩完旅遊拼圖遊戲後, 我會練習檢核自己的地理文化知識有無錯誤。(4) 這次玩完旅遊拼圖遊戲後, 我會計劃每次地理文化知識學習的目標。(5) 我覺得這次玩完旅遊拼圖遊戲後, 幫助我學習地理文化知識。以代表學生評價科學「學習價值」的表現, 分數愈高, 表示學生認為科學的學習價值愈高。

3. 研究設計與實施

3.1. 研究方法

本研究以實驗研究法, 進行「應用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時學習興趣、自我效能、遊戲焦慮與學習價值體驗」之研究, 並以問卷量表, 探析學生於社會科學習過程使用數位遊戲學習時的情緒變化以及探索因性別差異所產生的影響。

3.2. 研究問題

本研究根據研究動機、目的與相關文獻及運用時空拼圖數位遊戲、採用問卷量表調查與蒐集相關資料, 以了解國小四年級學習生在遊戲中的學習興趣、自我效能、遊戲焦慮、學習價值。綜合文獻探討的彙整與實證支持, 提出以下假設:

- 一、國小四年級學生在進行旅遊拼圖遊戲時, 能提升學生的社會科知識學習興趣。
- 二、國小四年級學生在進行旅遊拼圖遊戲時, 能提升學生的社會科知識學習自我效能感。
- 三、國小四年級學生在進行旅遊拼圖遊戲時, 能降低學生的遊戲焦慮感。
- 四、國小四年級學生在進行旅遊拼圖遊戲時, 能提升學生的社會科知識學習價值感。

3.3. 研究流程

3.3.1. 使用旅遊拼圖數位遊戲

本研究透過立意抽樣方式, 要請桃園市某小學四年級學生參與, 在取得學生同意參與後, 進行為期 3 週的教學實驗, 每週讓學生以兩人一組共用平板電腦進行旅遊拼圖數位遊戲。每週兩天, 每次遊戲時間約十到二十分鐘。

3.3.2. 進行問卷調查

本研究問卷內容為參考先前研究的問卷並經修改而成, 參考李克特式 (Likert) 五點量表, 每一題皆根據學生自己的想法在「很不符合」、「不符合」、「普通」、「符合」和「很符合」中選擇, 依序分別給一到五分, 問卷採用紙筆填寫方式, 填寫人數共 28 名。

3.3.3. 資料分析

本研究使用 SPSS 軟體統計及分析資料, 採用方法包括相依樣本 t 檢定、時間序列分析。

3.3.4. 研究工具

本研究使用旅遊拼圖學習應用程式, 遊戲首頁如圖 1 所示, 遊戲內容為世界地理文化知識的拼圖選答遊戲, 遊戲選單如圖 2 所示。透過大家熟悉的拼圖遊戲, 讓學習者藉由觸控點擊的方式進行闖關, 遊戲進行畫面如圖 3 所示, 可以強化學習者的記憶, 更加迅速且有效率的進入遊戲學習情境。教師端協助學生註冊輸入帳號密碼之後, 即可讓學生單人或是多人競賽的方式進行遊戲。

本研究問卷結合學生的學習情境, 問卷內容構面包含學習興趣、自我效能、遊戲焦慮與學習價值等, 其中學習興趣、自我效能和遊戲焦慮構面問卷參考自 Hong 等人(2021)的問卷, 學習價值問卷參考自 Tai 等人(2022)的問卷, 改編修訂後問卷的信度和效度為經分析及信效度的重新驗證, 證明是合理有效的。



圖.1 遊戲首頁



圖.2 遊戲選單畫面



圖.3 遊戲進行畫面

3.3.5. 研究對象

本研究以桃園市某國小四年級學生研究對象，年齡介於九歲到十歲，總參與者為 28 人，男生 16 人，女生 12 人，每份問卷數 28 份，問卷調查期間共一個月，每週二次，前後共六次，有效問卷 168 份，問卷回收率 100%。

3.3.6. 資料處理

本研究應用 IBM SPSS 23.0 for Windows 統計分析軟體進行差異分析。

4. 研究結果與討論

以下以相依樣本 t 檢定考驗第六次問卷分數和第一次問卷分數是否有顯著差異，問卷圖表數值與說明如表 1 所示：

表.1 描述性統計分析

	N	Mean	SD	t value	P
第一次學習興趣	28	4.00	.89	1.89	.06
第六次學習興趣	28	4.32	.73		
第一次自我效能	28	3.93	.50	3.17	.004
第六次自我效能	28	4.29	.54		
第一次遊戲焦慮	28	2.31	.89	-1.41	.17
第六次遊戲焦慮	28	2.13	1.06		
第一次學習價值	28	4.04	.70	2.20	.036
第六次學習價值	28	4.30	.78		

學習興趣檢定結果 $t = 1.89$ ($p > .05$) 達顯著水準，第一次平均 ($M = 4.00$, $SD = .89$) 與第六次平均 ($M = 4.32$, $SD = .73$) 結果，顯示學生在使用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時，學習興趣感受前後測感受並無顯著差異。

自我效能檢定結果 $t = 3.17^*$ ($p < .05$) 達顯著水準，第一次平均 ($M = 3.93$, $SD = .50$) 與第六次平均 ($M = 4.29$, $SD = .54$) 結果，顯示學生在使用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時，自我效能感前後測感受有顯著差異，自我效能感有上升的趨勢。

遊戲焦慮檢定結果 $t = -1.41$ ($p > .05$) 達顯著水準，第一次平均 ($M = 2.31$, $SD = .89$) 與第六次平均 ($M = 2.13$, $SD = 1.06$) 結果，顯示學生在使用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時，遊戲焦慮感受前後測感受並無顯著差異。

學習價值檢定結果 $t = 2.20^*$ ($p < .05$) 達顯著水準，第一次平均 ($M = 4.04$, $SD = .70$) 與第六次平均 ($M = 4.30$, $SD = .78$) 結果，顯示學生在使用旅遊拼圖遊戲進行社會科學習時，學習價值感前後測感受有顯著差異，學習價值感有上升的趨勢。

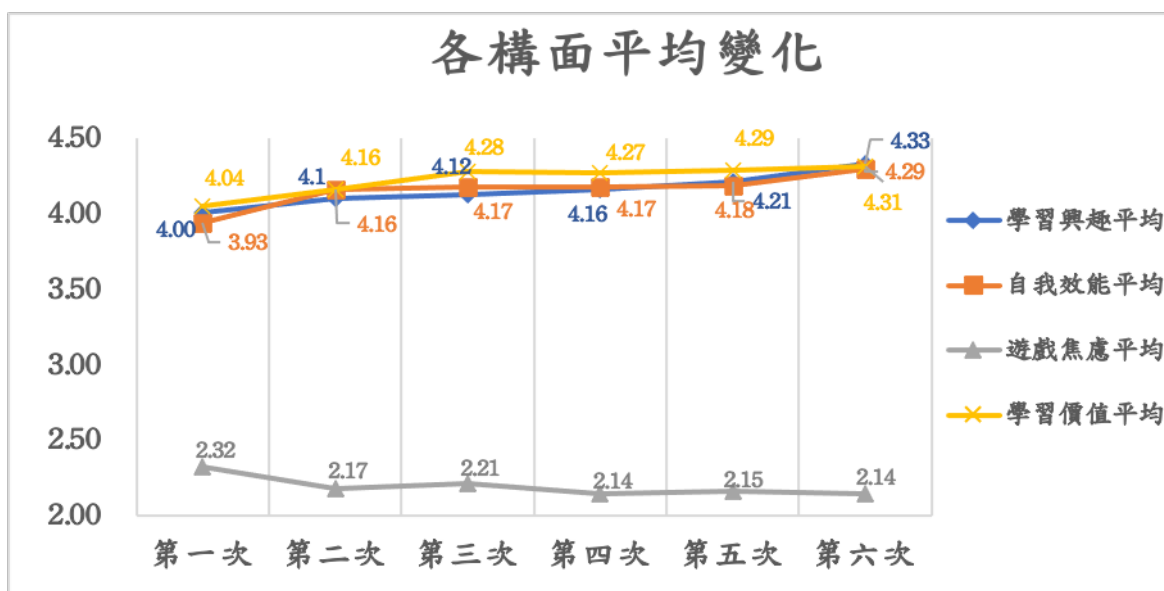


圖.4 各構面平均時間序列分析彙整圖

由圖 4 各構面平均時間序列分析彙整圖顯示，自我效能構面的平均由 3.93 升至 4.29，普遍認為使用旅遊拼圖數位遊戲的自我效能感有所提升，在變化的幅度上為四個構面中最多的。學習興趣構面在第六次平均的改變幅度較大，從第五次的 4.21 上升至 4.33。遊戲焦慮構面在每次問卷上皆有微幅降低，從第一次平均 2.32 降至第六次平均 2.14。在學習價值構面上，經過前三次較明顯的上升變化後，第四到六次問卷平均較無明顯。

5. 結論

透過學生的問卷進行相依樣本 *t* 檢定，發現學生的自我效能感和學習價值感有顯著差異。此外，大部分學生對遊戲式學習對社會科有正向觀感，認同其對社會科地理文化知識學習的幫助。在訪談中，多數學生也表示課堂上使用此模式能使學習氣氛較輕鬆、營造更友善、豐富多元的學習環境，建立學生的自信心與成就感。相較於傳統講述與紙筆測驗，也較有效能，而且遊戲平臺能提供即時反饋，可馬上得知答對或答錯，亦有利教師追蹤學生的學習歷程。

透過時間序列分析，使用遊戲式學習社會科地理文化知識，有激發學生的學習興趣、促進學習動機的趨勢，大部分學生對遊戲式學習對社會科認同其對社會科地理文化知識學習的動機有幫助，但透過學生的問卷進行相依樣本 *t* 檢定，發現學生的學習興趣於前後測無顯著差異。

遊戲焦慮是指學生在遊戲時，所表現的負面思考、緊張、害怕恐懼等情緒。透過時間序列分析，使用遊戲式學習社會科地理文化知識，學生的遊戲焦慮有些微下降的趨勢，在訪談中，大部分學生對遊戲式學習對社會科不認同會降低學生學習的認知力與動機，但透過學生的問卷進行相依樣本 *t* 檢定，發現學生的遊戲焦慮於前後測無顯著異。

6. 參考文獻

- 李旻樺 (2001)。高中學生之自我效能、成功期望、學習任務價值與課業學習動機調整策略之研究。彰化縣：國立彰化師範大學輔導與諮商系碩士論文。
- 李欣雨 (2020)。應用 OTouch 進行注音符號學習時遊戲興趣、遊戲焦慮與心流體驗。臺北市：國立臺灣師範大學國際與社會學院華語文教學系海外華語師資在職專班碩士論文。
- 林惠真 (2015)。九年一貫創新課程：教與學—九年一貫課程的現況與前瞻電子書。臺北市：桂冠圖書。
- 周苔琳 (2015)。網路學習平台品質、自我效能、學習價值與國小教師網路學習滿意度關係之研究。彰化縣：大葉大學管理學院碩士班碩士論文。
- 邱暉心 (2017)。多媒體鄉土教材融入社會學習領域教學對提升四年級學童社會科學習成效之探究。台東縣：國立臺東大學教育學系課程與教學碩士在職專班碩士論文。
- 張弼勝 (2018)。PaGamO 網站之使用對社會科學習滿意度及學習成效影響因素之研究。桃園市：萬能科技大學資訊管理研究所碩士論文。
- 教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：作者。
- 教育部 (2015)。十二年國民基本教育課領域課程綱要-核心素養發展手冊。臺北市：作者。
- 連雪玲 (2021)。小學教師數學素養教學與評量自我效能之研究。臺中市：國立臺中教育大學碩士在職專班碩士論文。
- 黃明月, 洪榮昭, 譚華德, 葉建宏, 葉貞妮, & 郝永歲. (2021). 數位遊戲式之泰語學習：語言焦慮、自我效能對於情意表現因素及學習價值之相關分析. *數位學習科技期刊*, 13(2), 87-117. <https://doi.org/10.3966/2071260x2021041302004>

- 陳均齊 (2021)。在運算思維遊戲”Comput-Up“的利他行為、心流、遊戲焦慮、學習價值、持續玩的意圖之相關研究。臺北市：國立臺灣師範大學科技與工程學院工業教育學系碩士論文。
- 陳攸婷、林文保 (2014)。淺談資訊融入教學。臺灣教育評論月刊，3(7)，52-53。
- 曾瓊華 (2021)。運用數位遊戲平臺輔助國中生英語學習之研究。臺中市：國立中興大學教師專業發展研究所碩士學位論文。
- 游憶真 (2014)。利用幾何子設計兒童拼圖遊戲。新竹市：玄奘大學應用心理學系碩士論文。
- 黃博仁 (2005，5月)。全球教育。國教世紀，214，13-20。
- 廖育汝 (2021)。遊戲融入教學對國小數學學習興趣與成效之研究-國小一年級幾何課程。臺中市：國立臺中教育大學數學教育學系碩士班碩士論文。
- 蔡郁欣 (2021)。以資訊融入教學探討國小二年級數學的學習成效-以因材網為例。臺南市：國立臺南大學應用數學系碩士在職專班碩士論文。
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
- Fastrich, G. M., Kerr, T., Castel, A. D., & Murayama, K. (2018). The role of interest in memory for trivia questions: An investigation with a large-scale database. *Motivation Science*, 4(3), 227-250. <https://doi.org/10.1037/mot0000087>
- Fryer, L. K., & Ainley, M. (2019). Supporting interest in a study domain: A longitudinal test of the interplay between interest, utility-value, and competence beliefs. *Learning and Instruction*, 60, 252-262. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.11.002>
- Gee, J. P. (2007). *What video games have to teach us about learning and literacy* (2nd ed.). New York: Palgrave Macmillan.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., & Tai, K. S. (in press). Gestalt perception: A game designed to explore players' gameplay self-efficacy and anxiety reflected in their learning effects. *Journal of Research on Technology in Education*, Accepted on Aug 11, 2021. (SSCI)
- Hong, J. C., Hwang, M. Y.*, Tai, K. H., & Lin, P. H. (2021). The effects of intrinsic cognitive load and gameplay interest on flow experience reflecting performance progress in a Chinese remote association game, *Computer Assisted Language Learning*, 34(3), 358-378. DOI: 10.1080/09588221.2019.1614068 (SSCI)
- Hwang, G. J., & Wu, P.H. (2012). Advancements and trends in digital game- based learning. research: a review of publications in selected journals from 2001-2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 6-10.
- 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 behavioral patterns. *Computers & Education*, 106, 26-42.
- Hwang, M.-Y., Hong, J.-C., Cheng, H.-Y., Peng, Y.-C., & Wu, N.-C. (2013). Gender. differences in cognitive load and competition anxiety affect 6th grade students' attitude toward playing and intention to play at a sequential or synchronous game. *Computers & Education*, 60(1), 254-263. doi:10.1016/j.compedu.2012.06.014
- Tai, K. H., Hong, J. C.*, Tsai, C. R., Lin, C. J., & Hwang, M. Y. (2022). Virtual reality for car-detailing skill development: Learning outcomes of procedural accuracy and performance

quality predicted by VR self-efficacy, VR using anxiety, VR learning interest and flow experience. *Computers & Education*, 182, 104458. (SSCI)

Lee, Y. K., Tseng, S. P., Liu, F. J., & Liu, S. C. (2007). Antecedents of learner. satisfaction toward E- learning. *Journal of American Academy of Business*, 11(2), 161-168.

Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Pivec, M., & Kearney, P. (2007). Games for learning and learning from games. *Informatica (Slovenia)*, 31, 419-423.

幼兒在物件藏找 App 對自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮之變化

The Changes in Self-efficacy, Game interest, and Game anxiety while Playing “Searching Fun” Game on APP from Children.

賴澄如¹，洪榮昭^{2*}

¹ 國立臺灣師範大學 創造力發展碩士在職專班

² 國立臺灣師範大學 工業教育學系

lairu1904@gmail.com

【摘要】 本研究使用應用程式“物件藏找 Searching Fun”遊戲，探討 4-6 歲幼兒運用動物特徵辨識能力，玩物件藏找遊戲時自我效能、遊戲興趣和遊戲焦慮的差異。這項研究進行了時間序列實驗和問卷調查，以收集資料進行性別比較分析。20 名來自某幼兒園的 4-6 歲的兒童被邀請作為參與者。在玩完六次 APP 遊戲的實驗，結果表示：(1) 一般來說，性別之間在自我效能方面沒有顯著差異，但在第五次實驗中，男孩自我效能比女孩高；(2) 在遊戲興趣和焦慮方面，性別之間沒有顯著差異，但在第一次實驗中，女孩焦慮比男孩高。

【關鍵字】 遊戲式學習；物件辨識；遊戲興趣；遊戲焦慮；自我效能

Abstract: This research uses the App “Searching Fun” game to explore the differences of self-efficacy, game interest, and game anxiety of 4-6-year-old children while playing a hidden object game to identify animals. Time series experiment and questionnaire were conducted in this study to collect data for gender comparative analysis. 20 children that ranging from 4-6 years old from certain kindergarten were invited as participants. After six times trials for playing App game, the results indicated that (1) there is no significant difference between genders on self-efficacy in general, but boys are more self-efficacy than girls in the fifth trial; (2) there is no significant difference between genders on gameplay interest and anxiety, but girls are more anxiety than boys in the first try.

Keywords: Game-based learning, object identification, gameplay interest, gameplay anxiety, self-efficacy

1. 前言

遊戲式學習 (Game-Based Learning) 能提升學生對於學習的注意力、興趣、創意、合作學習、社群關係的培養，以提高學習成效與教育價值(程毓明和郭勝煌，2011)。幼兒園課程以遊戲與探索的方式進行，將遊戲融入到幼兒每日作息中，結合幼兒園六大領域，包含：身體動作與健康、認知、語文、社會、情緒、美感，讓幼兒可以有充足時間探索、操弄、把玩、進行想像與創造遊戲。而科技的普及，讓幼兒的學習方式能透過資訊科技的輔助，達到不一樣的學習效果。近年有許多 APP 遊戲推陳出新，甚至結合幼兒生活知識等相關遊戲，提供多元化的學習。黃昭曦、王貞雅、楊明玉和陳昱彤(2019)提到，經由開發行動裝置的 APP，可以用更生動活潑及有趣的方式進行幼兒教育，以遊戲方式融入在幼兒的生活與教育環境中。例如：在幼兒園若課程有需要，可以運用電腦 APP 並投影螢幕，與幼兒進行課程互動與討論，藉由科技輔助提供幼兒多元學習方式，這也是有別於傳統教學方式，只要適當的提供良好的教學設備與視聽媒材，就能幫助幼兒有較多元性的認知發展。

幼兒園教保活動課程大綱(2016)指出，教保服務人員是幼兒生活的學習夥伴以及幼兒學習的引導者。教保服務人員會因應幼兒的發展與需求，安排豐富適當的學習情境，提供幼兒直接經驗，並參與幼兒的探索與遊戲，並從中觀察幼兒的表現，了解並回應幼兒的需求，支

持並鼓勵幼兒的表現。此外，在學齡前階段幼兒的學習大多是從生活遊戲中累積而來，在此階段的幼兒認知行為發展及邏輯思考多是以視覺繪圖觀看的方式呈現與進行判斷。但過去研究 APP 學習對象多為國小至國中學童，較少探討學齡前幼兒相關研究，因此，本研究目的在探討幼兒玩 App 物件藏找 Searching Fun，物件藏找應用「認知鷹架」設計，幼兒運用動物特徵辨識能力，並搭配遊戲中放大鏡功能進行關卡辨識並完成遊戲。本研究遊戲關卡以單人挑戰為主，透過時間壓力(倒數)的遊戲機制，提高遊戲挑戰性及趣味性，觀察幼兒透過此遊戲的自我效能、遊戲興趣以及遊戲焦慮之變化。基於上述之研究動機，本研究目的為以下二項：

1. 探究 4-6 歲幼兒在玩物件藏找 App 遊戲時自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮之時間序列變化。
2. 探究性別在物件藏找 App 遊戲時自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮是否有顯著差異。

2. 名詞釋義

2.1. 遊戲式學習

林翠雲(2008)提出遊戲式學習能引發學習者的內在動機並提高興趣或樂趣，透過精緻的圖像、動畫與故事情節，使學習者更能投入主題情境。詹明峰和張鐵懷(2018)研究指出遊戲與學習密切相關，是學生學習最初始的方式與認知發展歷程中的重要媒介之一，就如同幼兒園教保活動課程大綱(教育部，2016)指出遊戲是幼兒的本能，喜愛遊戲也是幼兒的天性，幼兒會在遊戲中探索、把玩與發現，幼兒園會營造適合幼兒的情境，學習與人互動，探索環境與素材的意義，幼兒以先備經驗為基礎並結合新經驗，發展出有趣的遊戲式學習歷程，並持續建構新的知識。

以遊戲式學習融入在幼兒的生活與教育環境中，提供良好完善的教學設備與媒材，能幫助幼兒有較多元性的認知發展。遊戲式的學習不僅能引起學習者的內在動機，還能促使學習者產生自發學習的行為(洪國勳，2002)。

2.2. 自我效能

自我效能(self-efficacy)是與自信、學習行為、學習成果及學習環境中相關的關鍵因素(Stankov, Lee, Luo, & Hogan, 2012)。Skaalvik 和 Skaalvik(2014)提出自我效能是指個人評估自己擁有哪些技能以及能力；學習自我效能可以極為影響個人的表現，幫助某些困難任務的完成(Klassen, Krawchuk & Rajani, 2008)。高學習自我效能感的學生通常能面對挑戰並且更持久地學習，而低學習自我效能感的學生則可能避免艱難的任務(Stevens, Olivarez, Lan, & Tallent-Runnels, 2004)。梁茂森(1998)指出當學生自認具有學習能力時，則更能克服困難，達成學習目標。自我效能可以使學習者在學習過程中更具認知、行為與動機(Stracke, 2016)。

綜合上述，本文所指的自我效能，主要為研究參與者在進行物件藏找 APP 遊戲時，對自己有信心，即使遇到挫折仍然會想努力完成任務的程度。

2.3. 遊戲興趣

Kang 和 Keinonen(2019)提出情緒特徵或情感是指正向情緒，這類型正向情緒通常以「我喜歡某一事情」表達。Hong、Hwang、Liu、Ho 和 Chen(2014)提出興趣三要素：以喜歡、享受和沉浸，作為學習興趣的構面，並探討多媒體學習內容及興趣的變化趨勢的相關性。學生在學習時可以更加專注於學習目標、更願意付出努力、投入以及堅持不放棄(張映芬、程炳林，2017)。舉例來說，幼兒園課程重視幼兒的學習興趣，透過教師引導能提升幼兒學習動機與能力。All, Castellar, and Van Looy(2015)指出遊戲式學習可以提升學習者的學習興趣與目標並增加其學習的愉悅經驗與動機。學習者對學習抱持正向情感，逐漸累積知識與學習能力、體現學習價值與意義，方能助於形成個人興趣(吳凌方，2015)。

綜合上述，本文所指的遊戲興趣，主要為研究參與者在進行物件藏找 APP 遊戲時，個人對遊戲的喜歡程度與投入遊戲的程度。

2.4. 遊戲焦慮

Brooks 和 Schweitzer (2011) 研究指出焦慮指的是對於刺激做出反應的痛苦與焦慮喚醒的狀態，而焦慮涵蓋了新發生的情況與不確定的情況，以及焦慮可能產生不良反應的可能性。另外，張春興 (2014) 認為焦慮是不安、緊張、惶恐、擔憂、恐懼等感受錯綜交織而形成的情緒狀態，此外也可能反映於生理影響上。Lan、Chen、Li 與 Grant 等人(2015)研究指出，學生的競爭焦慮與遊戲興趣呈現負相關，而競爭焦慮與學生的學習成就具有關聯性。何昱穎、張智凱和劉寶鈞 (2010) 在研究中指出，學習成就較低的學生學習焦慮較高。遊戲焦慮也會因遊戲時間的變化、不同的刺激與情境，而產生遊戲焦慮感，而此焦慮感有不同程度的感受。

而本文所指的遊戲焦慮，主要為研究參與者在進行物件藏找 APP 遊戲時，個人對其遊戲表現的負面思考、緊張、害怕、壓力等情緒。

3. 研究方法

3.1. 研究架構

本研究採用時間序列研究法進行研究，研究目的在了解透過物件藏找 App 遊戲，探討幼兒在進行遊戲時的自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮的變化。研究之測量方式為問卷調查法進行資料蒐集。

3.2. 研究參與者

本研究以新北市某幼兒園共計 20 位參與研究，年齡介於 4 歲到 6 歲，男性參與者 10 位，於學習區活動中進行教學研究，並於研究參與者與其家長同意後實施，問卷調查期間共兩週，每週進行三次問卷填寫，前後共六次，收回 120 份樣本，無效樣本數 0 份，有效樣本數 120 份，有效樣本回收率 100%。

3.3. 研究工具或材料

研究工具參考物件藏找 App 遊戲 (圖 1)，由研究者按照難易度關卡進行 APP 操作，選擇動物為遊戲主題(圖 2)，並以單人模式的單件單找遊戲為主。而本研究問卷工具的三份為卷，其中修訂後的自我效能問卷用於衡量幼兒在遊戲時的自我效能，原始量表由 Yang、Zhang、Kong、Wang 和 Hong (2021) 編制，此量表共有六個題目；修訂後的遊戲興趣問卷用於衡量幼兒在遊戲時對遊戲興趣的喜歡與投入程度，原始量表由 Hong、Hwang、Tai、Lin (2021) 編制，此量表共有九個題目；修訂後的遊戲焦慮問卷用於衡量幼兒在遊戲時的遊戲焦慮的程度，原始量表由 Hong、Lin、Hwang、Tai、Kuo (2015) 編制，此量表共有七個題目。本研究結合幼兒遊戲時的情境，對問卷進行了修正，且三份問卷皆進行了信度與效度的分析，已重新驗證，是合理且有效的問卷。



圖 1 物件藏找 App 遊戲封面



圖 2 遊戲進行畫面

3.4. 研究程序

研究工具參考物件藏找 App 遊戲，利用幼兒園學習區時間，每週 3 次，為期兩週，共計 6 次。本研究先向研究參與者與其家長說明研究目的，請家長簽署兒童家長/法定代理人知情同意書，並以紙本方式於遊戲結束後進行問卷填寫，在填寫問卷前和研究參與者說明此問卷僅供學術用途使用，並且依照研究倫理善盡保密之責任，同時，考量幼兒對於文字閱讀尚未發展成熟，因此由研究者唸讀各項題目給幼兒聽，一題作答完成後再接續下一題，並請幼兒認真思考後以黏貼點點貼紙的方式進行問卷回答，填答符號說明：笑臉-同意、普通臉-沒意見、哭臉-不同意；第一次至到六次施測問卷的幼兒自我效能量表題目共計 6 題、遊戲興趣量表題目共計 9 題、遊戲焦慮量表題目共計 7 題，探討幼兒在物件藏找 App 遊戲時的三大構面。

4. 研究結果

4.1. 時間序列分析

本研究蒐集之問卷資料將以 IBM SPSS 23.0 for Windows 統計分析軟體進行資料分析，並以獨立樣本 t 檢定考驗「自我效能」、「遊戲興趣」、「遊戲焦慮」在六次問卷調查中是否有顯著差異，其中每份問卷再進行男女差異分析。每份問卷圖表數值與說明如下：

4.1.1. 自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮的時間序列整體表現

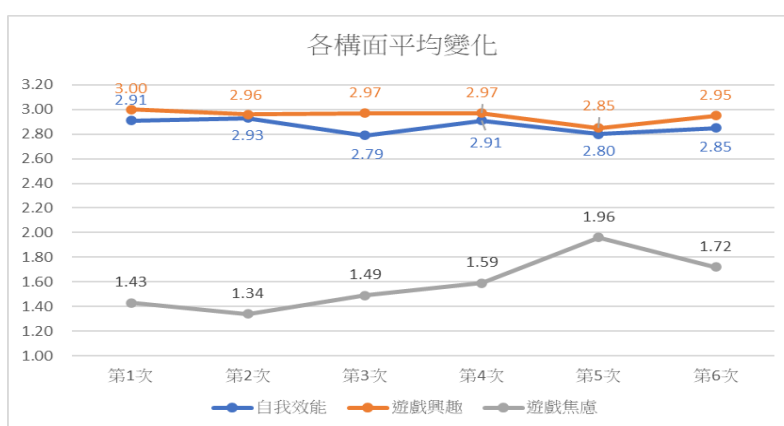


圖 3 自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮的時間序列圖

由圖 3 可以得知，自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮三個構面之時間序列變化情形，在圖中藍色曲線代表自我效能構面，研究參與者的自我效能在第二次、第四次均有提升後降低。在圖中橘色曲線代表遊戲興趣構面，研究參與者的遊戲興趣在第五次下降後又提升。在圖中灰色曲線代表遊戲焦慮構面，研究參與者的遊戲焦慮逐漸提升至第五次後下降。

4.1.2. 自我效能

由圖 4.2.1 自我效能構面之男女生時間序列分析來看，六次問卷中，女生在第一次平均為 ($M=2.93, SD=.90$)、第三次平均為 ($M=2.86, SD=.84$)、第六次平均為 ($M=2.87, SD=.28$) 高於男生平均數與整體平均數；女生在第二次平均為 ($M=2.93, SD=.11$) 與總體平均數相等且高於男生第二次平均為 ($M=2.92, SD=.16$)。六次問卷自我效能無明顯上升，但第五次自我效能男生平均為 ($M=2.90, SD=.12$) 明顯高於女生平均為 ($M=2.72, SD=.23$)，檢定結果為變異不數相等， $t = 2.427, p = .026$ 達顯著水準。

研究結果顯示，幼兒在使用物件藏找 App 遊戲時自我效能男生與女生無顯著差異，僅在第五次男生較女生顯著。由問卷結果顯示，六次自我效能 t 檢定中，有五次為變異數相等，t 值未達顯著水準，顯示男生與女生在使用物件藏找 App 遊戲時在自我效能上並無顯著差異，故可推論使用物件藏找 App 遊戲同樣適用於男性及女性。

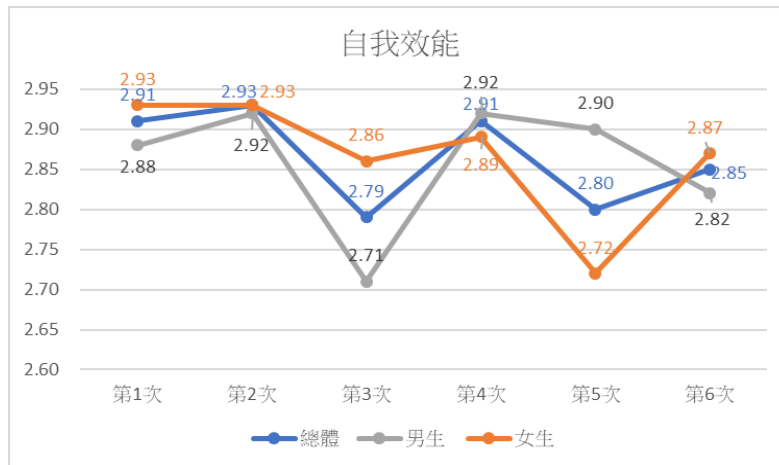


圖 4 自我效能構面-男女生時間序列分析

4.1.3. 遊戲興趣

由圖 4 遊戲興趣構面之男女生時間序列分析來看，六次問卷中，男生在第二次平均為 ($M=2.97, SD=.05$)、第三次平均為 ($M=2.99, SD=.04$)、第五次平均為 ($M=2.88, SD=.18$) 高於女生平均數與整體平均數；六次問卷中，遊戲興趣為第一次平均數最高，第二次開始遊戲興趣往下降至第五次為最低後，第六次遊戲興趣再提升。

研究結果顯示，幼兒在使用物件藏找 App 遊戲時遊戲興趣男生與女生無顯著差異，即使玩了六次遊戲，男生與女生皆無差異。由問卷結果顯示，六次遊戲興趣 t 檢定皆為變異數相等，t 值皆未達顯著水準，顯示男生與女生在使用物件藏找 App 遊戲時在遊戲興趣上並無顯著差異，故可推論使用物件藏找 App 遊戲同樣適用於男性及女性。

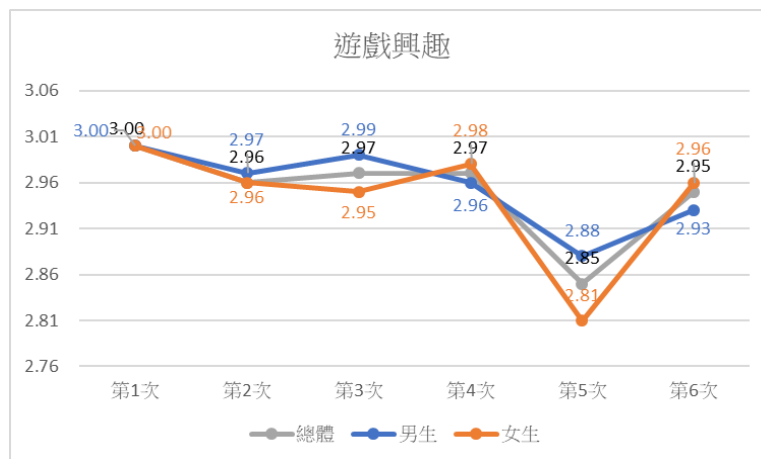


圖 5 遊戲興趣構面-男女生時間序列分析

4.1.4. 遊戲焦慮

由圖 5 遊戲焦慮構面之男女生時間序列分析來看，六次問卷中，女生在第一次遊戲焦慮平均為 ($M=1.65, SD=.60$) 明顯高於男生遊戲焦慮平均為 ($M=1.19, SD=.33$) 檢定結果為變異不數相等， $t = -.223, p = .038$ 達顯著水準。女生在第二次平均為 ($M=1.41, SD=.29$)、第三次平均為 ($M=1.54, SD=.26$)、第四次平均為 ($M=1.68, SD=.58$)、第六次平均平均為 ($M=1.90, SD=.62$) 高於男生平均數與整體平均數；僅第五次平均為 ($M=1.89, SD=.56$) 低於男生平均為 ($M=2.04, SD=.42$) 與總體平均數。六次問卷中，遊戲焦慮為第五次平均數最高，從第二次開始女生遊戲焦慮持續上升，男生從第一次至第五次遊戲焦慮持續上升至第六次下降。

研究結果顯示，幼兒在使用物件藏找 App 遊戲時遊戲焦慮男生與女生無顯著差異，僅在第一次女生較男生顯著。由問卷結果顯示，六次自我效能 t 檢定中，有五次為變異數相等，t 值未達顯著水準，顯示男生與女生在使用物件藏找 App 遊戲時在遊戲焦慮上並無顯著差異，故可推論使用物件藏找 App 遊戲同樣適用於男性及女性。

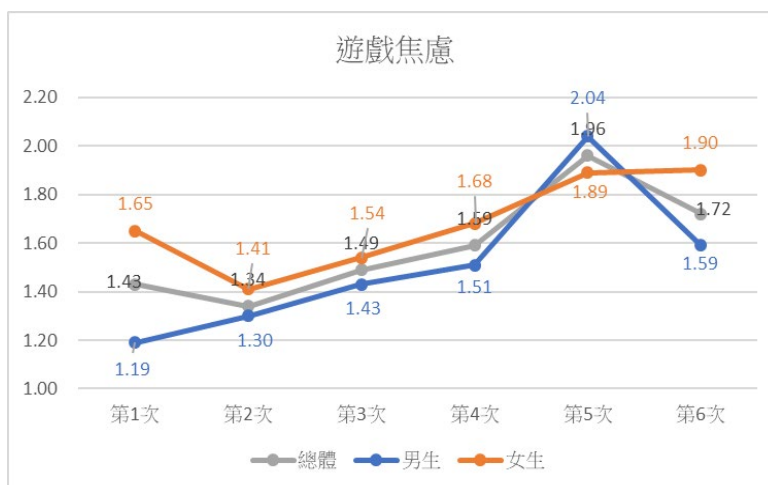


圖 6 遊戲焦慮構面-男女生時間序列分析

5. 結論與建議

5.1. 研究結論

根據前述分析結果與討論，針對研究目的與假設問題提出結論，並將此研究成果提供給未來研究者及教學者在幼兒教育教育環境中融入數位遊戲時之參考，以及提供改善未來的教學成效之適當建議。

本研究使用物件藏找 App 遊戲，並以此遊戲的「認知鷹架」設計，期望透過遊戲式學習，探討 4-6 歲幼兒在遊戲時自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮之變化，在遊戲中讓幼兒運用動物特徵辨識能力玩中學，期待透過不一樣的遊戲方式，也能提升幼兒遊戲與學習的興趣，將對於動物認知知識，以不同的形式展現於遊戲中。期望透過 APP 遊戲提高幼兒遊戲與學習興趣，在幼兒遊戲情境中引發幼兒主動建構知識與使用既有特徵辨識能力，將所學知識結合生活並展現於遊戲興趣當中，進一步提升幼兒學習自我效能。本研究結論如下：

一、探討 4-6 歲幼兒在使用物件藏找 App 遊戲時自我效能在性別上是否有差異。由問卷結果顯示，男生與女生在使用物件藏找 App 遊戲時在自我效能上並無顯著差異。

二、探討 4-6 歲幼兒在使用物件藏找 App 遊戲時遊戲興趣在性別上是否有差異。由問卷結果顯示，男生與女生在使用物件藏找 App 遊戲時在遊戲興趣上並無顯著差異。

三、探討 4-6 歲幼兒在使用物件藏找 App 遊戲時遊戲焦慮在性別上是否有差異。由問卷結果顯示，男生與女生在使用物件藏找 App 遊戲時在遊戲焦慮上並無顯著差異。

5.2. 研究限制與建議

一、樣本數量少:本研究因位於偏鄉學校，因此能參與的研究參與者人數較少，樣本數太少。若能夠增加研究參與者的人數，興許能在研究過程中有不一樣的變化。

二、施測年齡層的不同:本研究施測年齡層為 4-6 歲幼兒，無法確定是否能推及其他年齡層之研究參與者，需經後續研究探討。

6. 參考文獻

朱敬先 (1997)。教育心理學。台北：五南。

- 何昱穎、張智凱、劉寶鈞(2010)。程式設計課程之學習焦慮降低與學習動機維持-以 Scratch 為補救教學工具。 *數位學習科技期刊*， **2(1)**， 11-32。
- 吳凌方 (2015)。學習興趣對國中學生在數學科學習上的影響力。 *台灣教育評論月刊*， **4(1)**， 133-136。
- 林翠雲(2008)。播客、部落格、行動學習與遊戲式學習-< 華語 e 起來學習網> 的四種數位學習模式。 *中原華語文學報*， **(2)**， 135-154。 doi： 10.30107/CYJTCSL.200810.0009
- 洪國勳(2002)。線上遊戲式學習系統之建置— 以科技學習為例。國立臺灣師範大學，台北市。
- 張映芬、程炳林(2017)。教師教學情緒，學生學業情緒與動機涉入之關係探究。 *教育心理學報*， **49(1)**， 113-136。
- 張春興 (2014)。 *教育心理學：三化取向的理論與實踐*。臺北：東華書局。
- 教育部 (2016)。 *幼兒園教保活動課程大綱*。教育部。取自 <https://www.ece.moe.edu.tw/ch/preschool/course/child-syllabus/>
- 梁茂森(1998)。國中生學習自我效能量表之編制。 *教育學刊*， **14**， 155-192。
- 程毓明、郭勝煌(2011)。遊戲式學習對學習成效影響之探討:以國中綜合活動童軍課程為例。 *工業科技教育學刊*， **(4)**， 25-32。 doi： 10.6306/JITE.2011.4.4
- 黃昭曦、王貞雅、楊明玉、陳昱彤(2019)。行動擴增實境融入教學對幼兒認知學習成效影響之研究。 *管理與資訊學報*， **24**， 107-148。
- 詹明峰、張鐵懷(2018)。遊戲學習分析架構。 *數位學習科技期刊*， **10(3)**， 1-20。
- 潘建宏 (2014)。 *國小學童參與網路課輔活動之學習自我效能研究*。國立東華大學，花蓮縣。
- All, A., Castellar, E. P. N., & Van Looy, J. (2015). Towards a conceptual framework for assessing the effectiveness of digital game-based learning. *Computers & Education*, *88*, 29-37.
- Brooks, A. W., & Schweitzer, M. E. (2011). Can Nervous Nelly negotiate? How anxiety causes negotiators to make low first offers, exit early, and earn less profit. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *115(1)*, 43-54.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Liu, M. C., Ho, H. Y., & Chen, Y. L. (2014). Using a “prediction–observation–explanation” inquiry model to enhance student interest and intention to continue science learning predicted by their Internet cognitive failure. *Computers & Education*, *72*, 110-120.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Tai, K. H., & Lin, P. H. (2021). The effects of intrinsic cognitive load and gameplay interest on flow experience reflecting performance progress in a Chinese remote association game, *Computer Assisted Language Learning*, *34(3)*, 358-378. DOI: 10.1080/09588221.2019.1614068
- Hong, J.C., Lin, M.P., Hwang, M.Y., Tai, K. H., & Kuo, Y. C. (2015). Comparing animated and static modes in educational gameplay on user interest, performance and gameplay anxiety. *Computers & Education*, *88*, 109-118.
- Kang, J., Hense, J., Scheersoi, A., & Keinonen, T. (2019). Gender study on the relationships between science interest and future career perspectives. *International Journal of Science Education*, *41(1)*, 80-101.
- Klassen, R. M., Krawchuk, L. L., & Rajani, S. (2008). Academic procrastination of undergraduates: Low self-efficacy to self-regulate predicts higher levels of procrastination. *Contemporary Educational Psychology*, *33(4)*, 915-931. doi:10.1016/j.cedpsych.2007.07.001
- Lan, Y. J., Chen, N. S., Li, P., & Grant, S. (2015). Embodied cognition and language learning in virtual environments. *Educational Technology Research and Development*, *63(5)*, 639-644.

- Stankov, L., Lee, J., Luo, W., & Hogan, D. J. (2012). Confidence: A better predictor of academic achievement than self-efficacy, self-concept and anxiety?. *Learning and Individual Differences, 22*(6), 747-758.
- Stevens, T., Olivarez, A., Lan, W. Y., & Tallent-Runnels, M. K. (2004). Role of mathematics self-efficacy and motivation in mathematics performance across ethnicity. *The Journal of Educational Research, 97*(4), 208-222.
- Yang, X., Zhang, M., Kong, L., Wang, Q., & Hong, J. C. (2021). The effects of scientific self-efficacy and cognitive anxiety on science engagement with “Question-Observation-Doing-Explanation” model during school disruption in COVID-19 Pandemic. *Journal of Science Education and Technology, 30*, 380-393.

后疫情背景下的高职学生线上学习成效研究——以重庆建筑技师学校为例

A study on the effectiveness of online learning for vocational students in the post-epidemic context: A case study of Chongqing Construction Technician School

查坤^{1*}, 黄勇桦²

¹² 泰国博仁大学

* 957871457@qq.com

【摘要】 受新冠肺炎疫情影响, 全国高职院校响应教育部号召, 开启“线上教学”模式。为了提升高职院校教育的线上教学水平与质量, 我们对疫情期间线上教育教学总体情况进行了分析。本研究以后疫情时代下的高职学生为主体, 结合当下的教育现状, 设计了《高职院校学生线上学习的有效学习研究调查量表》。通过 SPSS 数据分析, 研究发现, 线上学习内容满意度、学习效果评估满意度、线上学习优化建议这三个变项之间都呈显着正相关。其中, 学习效果评估满意度对线上学习内容满意度的影响, 大于线上学习优化建议对线上学习内容满意度的影响。

【关键字】 线上学习成效; 新冠疫情; 线上学习; 高职院校

Abstract: Affected by the new crown pneumonia epidemic, vocational colleges and universities across the country responded to the call of the Ministry of Education and opened the "online teaching" model. In order to improve the level and quality of online education in vocational colleges and universities, we have analyzed the overall situation of online education and teaching during the epidemic. In this study, the "Survey Scale on effective Learning and Research on Online Learning of Students in Vocational Colleges and Universities" was designed based on the current educational situation. Through SPSS data analysis, the study found that there was a significant positive correlation between the three dimensions of online learning content satisfaction, learning effect evaluation satisfaction, and online learning optimization suggestions. Among them, the impact of learning effect evaluation satisfaction on online learning content satisfaction is greater than the impact of online learning optimization suggestions on online learning content satisfaction.

【Keywords】 Online learning effectiveness; COVID-19; online learning, vocational; colleges and universities

1. 前言

线上教学对于国内是一种新颖的教学模式, 能充分发挥教育资源的一种课堂教学模式, 有利于推动“数字高校”建设, 是落实高等学校“互联网 + 教学”课堂教学方法和模式的创新的重要切入点, 是高校提高人才培养质量的重要举措, 对职业教育的发展有着重要的意义。和传统的教学相比, 线上教学更具备合作性、互动性、生成性以及探究性, 突出了对学生学习的辅导、指导和训练功能。线上学习和传统教育的价值观是非常一致的, 设计优良的线上学习资源、平台和项目可以更全面地支持学生自主学习, 促进有意义学习的发生, 提升学生学习效率(Marco, 2009)。2020年初新冠疫情肆虐之际, 教育行业面临着一场前所未有的考验。为了保障全体师生的生命健康, 把疫情阻挡在校门之外, 教育部根据实际情况做出了推迟2020年春季学期开学的决定。为保证广大的学生群体不受延迟开学的影响, 政府推出“停课不停学”的政策(教育部, 2020)。学生群体通过各种线上教育平台进行学习。线上教学在疫情期间发挥了重要作用, 线上教学拓宽了教师的教育视阈, 促进了教学改革, 疫情之后线上教学模式已经开始受到越来越多的关注。如何更有效地利用信息技术手段来增强师生互动、

增强授课效果，创建一种线上教学新样态，已经成为后疫情时期的迫切需要，具有时代意义(陆丽芳等人，2021)。

基于此，本研究通过问卷分析线上教学在高等职业学校的教学现状，结合高等职业学校的学情以线上学习内容满意度(Online learning content satisfaction, OLCS)，学习效果评估满意度(Learning effectiveness satisfaction, LES)，线上学习优化建议(Online learning optimization suggestion, OLOS)，这三个变项进行分析，发现存在的问题，以及线上教学对学生学习效果产生的不利因素，并对此提出行之有效的解决策略，推而广之，针对高等学校不同的学情，形成行之有效的针对性教学措施。为后疫情下的学生线上教学提供一定的理论依据参考，为职业学校的学科建设过程中，线上课程的学科建设提出参考和建设性意见，完善高等职业学校在教学过程中的短板，线上线下相结合，达到更好的教学效果和学生的学习效果。进而提高线上教学的质量，促进学生的学习成绩。通过国内外诸多学者专家的文献资料发现，线上学习过程中，尽管在同一个学习阶段，但是不同学习主体，以及客观环境的不同等诸多原因，都是造成线上学习成效差异的重要影响因素。因此，本研究主要分析的问题有：

- 一、考察高职学生线上学习的有效学习影响因素。
- 二、分别检验 OLCS、LES、OLOS 与有效学习之间的关联性。
- 三、探讨高职学生线上有效学习各变项对有效学习的影响。

2. 国内线上教育发展现状

在西方发达国家，线上教育已成为一种非常重要的教育模式，广泛应用于中、小学教育、大学教育、成人教育、公司员工职业培训等。现代线上教育起步也较早(世纪80年代末)，到现在已形成了一套比较完整的网上教学模式和标准，并有着丰富的可供选择的非常成熟的支撑产品。美国已有60%的高校开展了线上教育，德国有25%的高校开展了线上教育，英国政府甚至把普及线上教育作为保证英国人才培养紧跟世界潮流的战略性举措(袁平科等人，2012)。

我国网络教育的起步较晚直到90年代中期，中国才开始发展网络教育。标志是1944年底开始建设的“中国教育和科研计算机网(CERNET)”的示范工程，由清华大学等10所高校共同承建。1995年“中国教育和科研计算机网(CERNET)”示范工程正式立项建设。1998年9月国家教育部正式批准清华大学、北京邮电大学、浙江大学、湖南大学和中央广播电视大学为国家现代远程教育第一批试点院校。国家教育部继续扩大现代远程教育学院的试点范围自1999年以来，教育部批准67所普通高等学校和中央广播电视大学开展现代远程教育。我国高校网络教育工作逐渐获得丰硕的果实(魏海静，2005)。

虽然在近20多年的发展过程中，网络教育取得了很大的社会认可，但是从根本的社会大众认知程度和普及程度来看，仍然急需更加权威和科学的推广与应用。2020年1月27日，为了贯彻落实国家疫情防控工作的指示精神和党中央、国务院的决策部署。国家教育部发布《关于2020年春季学期延期开学的通知》，要求2020年春季学期延期开学，并提出了“停课不停教、停课不停学”的号召。全国高职院校迅速采取行动积极响应，全面开启了“线上网络教学”模式。在这个特殊时期，“线上网络教学”模式凭借其跨时间、跨地域、实时或非实时的交互式教学优势，为中国网络教育行业带来了巨大的活力。根据国家教育部发布的数据，截至2020年4月3日，全国线上开学的普通高校共计1454所，95万余名教师开设94.2万门、713.3万门次线上课程，参加线上课程学习的学生达11.8亿人次(宋显琼，2021)。

疫情期间各学者从不同角度对线上教育进行了探索研究。谢幼如等人以教育基本原理和教学论为理论依据，构建了疫情防控期间线上教育方式分析模型，总结线上教育教学方式主要有线上教学环境完备、线上教学资源丰富、线上行为活动多样、线上教育评价多元的特征。

通过问卷调研的方式，王冬冬等人提出“停课不停学”时期线上教育存在基础教育信息化准备不足、各类主体信息化能力不足等问题。唐汉卫从人的角度出发，认为线上教育的问题主要有：教育公平、关怀缺失和学生个性化需求、学生全面发展、隐私等问题。而蒋惠凤、刘益平和张兵则从博弈论的委托-代理视角分析高校教师和教学管理的行为选择和动因，提出促进线上教育教学改革的关键在于建立学校、教师和学生之间的信息沟通桥梁(谢幼如等人，2020；王冬冬等人，2020；唐汉卫，2020；蒋惠凤等人，2021)。

3.名词解释

3.1. 学习效果满意度

线上学习过程中，学生通过对学习内容，授课教师，学习平台体验的综合心理感受，是学生在完成学习过程后的主观评价，在学习科学研究中的学习环境设计三因素观则更加简洁和综合，其基本上倾向于将干预设计要素归结为课程或活动、工具/技术或资源、社会结构/参与结构或空间结构三要素。Edelson & Reiser 关于逼真实践活动设计的研究观点的指出，在促进学生参与逼真实践的学习环境设计中有必要采用系统的观点，如果只改变学习环境中的一个组成部分(如学习者使用的工具，而不改变构成学习活动的任务、学习者彼此互动或与教师的互动方式)是不够的。所以，它们都共同强调学习环境研究需要考虑三个变项：学习内容、学习支持和社会结构(尹睿等人，2011)。其中，学习内容是学习者评价学习效果满意度的重要参考。将要学习的对象，包括设计的课程、任务、活动内容等；综合上述分析，本研究设计了学习效果满意度调查，希望能对后疫情下学生的线上学习成效做成完整分析。

3.2. 学习效果评估满意度

学生的参与度主要强调他们在线上学习活动中投入的时间和精力，以达到预期的学习效果。胡勇与赵凤梅(2015)指出，学习成效是指完成线上课程的学习者接受的体现机构独特质量的教育。Tham(2005)认为，线上学习成效评价是指依据线上学习的目标，对学习者的整个学习过程、学习效果作出价值判断的过程。因此，线上教师和课程设计者希望确保有效的线上学习，那么了解学生对线上课程的有效性的看法就显得非常重要。衡量学生线上学习时应该把学习成效作为优先考虑的测量手段。很少有研究阐明感知/评估学习效果的重要性，这可能会因为反应倾向而存在偏差(Van Herk et al., 2004)。考虑到这一点，本研究采用学习的有效性，让参与者在冠状病毒封锁期间，自我评估他们对学习效果的看法。本研究的研究过程中，结合了上述文献内容把学习成效满意度作为“线上有效学习调查量表”的第二个变项，从评估满意度对学习成效进行调查分析。

3.3. 线上学习优化建议

在完成线上学习的过程之后，通过 OLCS 和 LES 两个变项的调查分析，同时结合 Hong 等人(2021)所提感知学习无效，我们会发现线上学习过程中，由于学生主观意愿，教师教学风格，客观环境影响等方面会严重阻碍学生线上学习的有效成果。所以，本研究为学习效果评估设计了包涵 7 个内容：“学术拖延”、“任务策略”、“情绪调整”、“自我评价”、“环境结构化”、“时间管理”和“寻求帮助”)共 9 个题项，以给与参与者在冠状病毒疫情期间达到更好的学习成效提出优化建议。

线上教育是随着现代信息技术的发展而产生的一种新型教育方式，是构筑知识经济时代人们终身学习体系的主要手段。它借助先进的通讯技术传递信息，可以实现不同地点实时地、交互地或者有选择性地学习，是一种融面授、函授和自学等学习形式和多种媒体优化为一体的教育方式。近年来，随着移动“互联网+”5G 时代的到来，使大量的智能移动通信终端得到大面积的推广普及，大众逐渐摆脱了固定 PC 的束缚和网络差的困扰(杨璐，2020)，教育信息化已经成为常态，线上教育的优势越来越明显。

4.研究方法

4.1. 研究流程与对象

本研究于2021年9月至11月选取重庆建筑技师学校高一至高三年级学生作为研究对象。通过任课教师发送给学生。为保证问卷质量,设置通过问卷星进行作答。问卷采用匿名方式,学生自行通过问卷星提交调查问卷。参加线上学习满16周,知情同意且自愿参与本次调查。经过为期一周,线上发放问卷400份(高一年级168份,高二109份,高三123份),回收391份。其中,回收率97.75%,有效问卷378份,有效率为96.68%。

4.2. 问卷设计

本研究依据尹睿与许丹娜(2011)修编了“学习内容因素量表”、“学习支持因素量表”。结合Hong等人(2021)的“感知学习无效(Perceived learning ineffectiveness)”,确定了“LES”的内容和数量。此量表的克隆巴赫系数为0.940,各变项的克隆巴赫系数为0.850-0.890,即,量表具有很好的信度。因此,结合以上量表,本研究调查量表包括三个维度,即:OLCS、LES、OLOS。其中,OLCS共8个题项,(例题如:线上学习过程中,学习内容符合逻辑,能够帮助对内容的理解)LES共9个题项(例题如:完成线上学习之后,让我的学习精神状态变得更好。),OLOS共11个题项(例题如:在今后的线上学习中,希望有更高效,操作更简单的学习平台。每个量表为李克特(Likert)五级量表,每一陈述有“非常同意”、“同意”、“不一定”、“不同意”、“非常不同意”五种回答,分别记为1,2,3,4,5。

在“线上学习满意度”变项中,我们从学习内容理解,学习效率自我评估,学习自信心培养三个方面去调查学生线上学习过程中对学习内容的满意程度。在“学习效果评估”变项中,我们从精神状态,能力培养,成绩提高三个方面去调查学生在完成线上学习之后,对学习效果评估的满意度。在“OLOS”变项中,我们从学习软件平台配合,师资影响,时间安排及检测方式四个方面,调查学生对优化线上学习的期待。通过以上三个变项的问卷调查,科学有效地反应高职院校学生的线上学习有效程度。也希望通过问卷数据分析,能够更有效地为今后高职院校的线上课程建设提供一定的可行性参考。

5.研究结果

5.1. 问卷信度检验

信度是指测验工具所得到的结果的一致性和稳定性,在本次研究过程中,通过SPSS软件对回收的有效问卷进行信度分析。结果显示:“OLCS”Cronbach'salpha系数为0.954,“LES”Cronbach'salpha系数为0.977,“OLOS”Cronbach'salpha系数为0.980。每个变项的Cronbach'salpha系数值都满足了内部一致性较高的数值要求(大于0.81),信度系数值分布在0.954-0.980范围,问卷三个变项的Cronbach'salpha系数值为0.970,问卷的内部一致性很高,问卷具有很高的信度(DeVellis,1991),且各变项都存在较高的内部一致性。

5.2. 相关分析

相关分析是根据样本数据分析变量之间相关情况的统计方法,通常用皮尔逊数据来进行表示。本研究使用SPSS软件对每个变项的观测值求平均值,以代表该变项的集中观测水平,将各变项做皮尔逊相关分析,如表2所示。分析结果(如表2)显示,“OLCS”(r=0.000, $p < 0.001$)、“LES”(r=0.000, $p < 0.001$)、“OLOS”(r=0.000, $p < 0.001$)与线上学习的有效学习存在明显的正相关。不仅如此,各变项之间,“OLCS”“LES”“OLOS”之间也都呈现明显的正相关。此外,各变项对线上学习的有效性产生的影响存在着区别。在皮尔逊系数的表示中,“LES”与线上学习的有效性存在较显著的正相关,“OLOS”与线上学习的有效性存在

的正相关相对前两者的系数最低。为了继续探究这三个变项与线上有效学习的关系，本研究使用回归分析构建高职学生线上学习的有效学习影响因素的研究模型。

表 1

相关性分析

构面	OLCS	LES	OLOS
OLCS	1		
LES	0.848**	1	
OLOS	0.86**	0.818**	1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

5.3. 回归分析

回归分析是用统计的方法研究变量间不确定的共变关系。将“OLCS”、“LES”、“OLOS”作为自变量，将线上的有效学习程度作为因变量进行线性回归分析。摘要图表（表 3）体现了其模型的拟合性如何。表中的 R 叫相关系数， R^2 叫决定系数，调整后的 R^2 叫校正决定系数，它主要用于衡量在多重线性回归模型建立过程中加入其他自变量后模型拟合优度的变化。模型 R^2 方值为 0.755，意味着 OLCS，OLOS，LES，可以解释线上学习有效学习的 0.00% 变化原因。对模型进行 F 检验时发现， $F=577.195$ ， $p=0.000 < 0.01$ ，即说明三个变项中，至少一项会对线上学习有效学习产生影响关系。最终具体分析可知：OLCS 的回归系数值为 $\beta=0.000$ ($t=11.784$, $p=0.000 < 0.01$)，意味着 OLCS 对线上学习有效学习产生显著的正向影响关系。OLOS 的回归系数值=0.000 ($t=8.533$, $P=0.000 < 0.01$)，意味着 OLOS 对线上学习有效学习产生显著的正向影响关系。LES 的回归系数值=0.000 ($t=9.430$, $p=0.000 < 0.01$)，意味着 LES 对线上学习有效学习产生显著的正向影响关系。

总结分析可知，OLCS，LES 和 OLOS 对于线上学习有效学习产生显著的正向影响关系。其中，OLCS/LES/OLOS 对其的影响最为显著。

将 LES 和 OLOS 作为自变量，将 OLCS 作为因变量进行线性回归分析。从表三可以看出，模型 R^2 方值=0.755，表示回归模型可以解释 OLCS 的方差的 75.5%，调整后的 R^2 方为 0.753，也就是 OLOS，LES 两个自变量合起来能够解释模型变化的 75.3%，模型拟合性较好。 F 检验($f=577.195$ ， $p=0.000 < 0.01$ 说明假设检验有效，即认为模型在 0.01 显著性水平下，由自变量“OLOS”“LES”和因变量“OLCS”建立起来的线性关系具有极其显著的统计学意义。最终分析可知：

LES 的回归系数值为 0.415 ($t=11.784$ ， $P=0.000 < 0.01$)，意味着 LES 会通过 OLCS 产生显著的正向影响关系。OLOS 的回归系数值为 0.323 ($t=8.533$ ， $P=0.000 < 0.01$)，意味着 OLOS 会通过 OLCS 产生显著的正向影响关系。即因变量“OLCS”和自变量“OLOS”、“LES”之间存在显著的线性关系。

表 2

回归分析

自变量	学习成效		
	β	t	p
OLCS	0.527	11.784	0.000
LES	0.292	9.430	0.000
OLOS	0.382	8.533	0.000
R^2	0.755		
R^2 (调整的 R^2)	0.753		
F	577.159		

在以前的研究中，关于线上学习有效学习的研究，王建与高凯在《疫情期间线上教育效果调研及改进策略研究》（王健等人，2021）的“未来线上教育策略”当中也提到也提到了 LES、OLCS 的正向显著影响。指出“弹性调节线上教育教学预设，灵活改变课程传递形式”，“整合优化线上课程内容，师生共建共享高效课堂”和“制定相对统一的教研平台，规避无意义的形式性评价”三个方面阐述 LES、OLCS 对线上学习有效学习的显著影响。

6. 结语与建议

为了促进线上学习的有效学习，我们探讨了在疫情期间，三个变项和线上学习有效学习之间的相关性。其中，LES 对 OLCS 影响尤为突出。因此，本研究旨在促进高职学生线上有效学习，将从以下几个方面进行优化建议。

6.1. 学习客观因素准备

本研究学习客观因素准备半酣学习检测方式、学习平台、学习内容三个方面：

学习过程评估和期末测试相结合，且比例分配均衡，通过线上教学平台记录，期末检测得分，任课教师评定三个角度构建具有科学性和可行性的学业检测评价模型。在此基础上，同步开展学生自我评价，阶段性测试诊断，教师自我预测行程真实客观有效的学也检测体系，为后续的学习设计提供支撑。

随着网络技术的不断发展，线上学习教学辅助工具也需要多元化提升，从传统的音频，视频教学，到借助多媒体、VR 技术，更好的完善线上教育平台的教学监管能力，教学考核能力和课堂趣味性。同时，结合大数据分析技术，有效检测学生的上课状态，增加同频互动功能，提升学生的上课积极性。

在问卷调查过程中，我们发现学习素材，学习内容，学习资源，是保证线上学习顺利开展的必要保障。学校与线上教育平台以及政府教育职能部门需要更加密切地了解教学所需，完整学习素材，内容，资源，从而提高线上学习的有效学习质量。

6.2. 教学促进方面

提高教师的信息化素养和线上教学技能，开展线上教学之前，对于教学平台的使用，教学内容的准备，教学评估的制订进行统一的系统培训。同时，任课教师通过线上教育平台的反馈机制，对学习欠缺的知识点进行精准补充。更好的辅助学生调整学习状态，达到良好的学习效果。

科学的上课时间安排，与传统的 40 分钟一节课相比，线上课程根据不同课程的内容，可以制订 30-60 分钟不等的单课时时长。与传统的一年两学期的学制相比，线上课程可以根据教学内容的需要设置成一年三至四季的学制，从而高效率完成所需的教学内容。

综上所述，线上教育在本次疫情爆发过程中，给广大学生提供继续学习的宝贵机会，同时线上教育也暴露出诸多问题，在后疫情时代下，正确认识此次疫情时期线上教育暴露出的短板和不足，吸取经验，充分发挥线上教学优势，制定出“以学生为中心”的线上教育教学体系，在今后的线上线下教育相融合的发展过程中，寻得一条科学有效的教学途径，为实现教育强国贡献力量。

参考文献

- 尹睿、许丹娜（2011）。网络学习与大学生学习自我效能感的相关性研究。*中国远程教育*，2011（10），50-53+95-96。
- 王冬冬、王怀波、张伟、王海荣、沈晓萍（2020）。“停课不停学”时期的线上教学研究——基于全国范围内的33240份网络问卷调研。*现代教育技术*，30（3），12-18。
- 王健、高凯（2021）。疫情期间线上教育效果调研及改进策略研究——以山西省太原市为例。*软件导刊*，20（9），243-247。
- 宋显琼（2021）。抗疫背景下高职院校创新创业教育线上教学模式探究。*湖北开放职业学院学报*，34（18），5-6+18。
- 杨璐、唐寅、魏强、李响、廖邦华、宋涂润（2020）。新冠肺炎疫情期间医学网络教育方式调查及探索。*成都医学院学报*，15（2），169-172。
- 陆丽芳、郑蓉（2021）。线上线下混合教学模式的实证研究。*工业技术与职业教育*，19（3），37-40。
- 胡勇、赵凤梅（2015）。线上学习成效的理论分析模型及测量。*电化教育研究*，（10），37-45。<https://doi.org/10.13811/j.cnki.eer.2015.10.006>。
- 唐汉卫（2020）。线上教学存在的伦理问题与应对策略。*现代教育技术*，30（12），41-47。
- 袁平科、庄生虎（2012）。中国落后地区线上教育遇到的问题与对策。*内江科技*，（7），51+81。
- 教育部（2020）。**教育部关于2020年春季学期延期开学的通知**。
http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202001/t20200127_416672.html
- 谢幼如、邱艺、黄瑜玲、王芹磊（2020）。疫情防控期间“停课不停学”线上教学方式的特征、问题与创新。*电化教育研究*，41（3），20-28。
- 蒋惠凤、刘益平、张兵（2021）。线上教育方式下高校教学改革的行为选择、动因与对策研究。*黑龙江高教研究*，39（1），150-155。
- 魏海静（2005）。中国大学网络教育发展现状及对策研究（未出版之硕士论文）。*大连理工大学，大连市*。
- Marco, S., Maneira, A., Ribeiro, P., & Maneira, M. (2009). Blended-learning in science and technology. A collaborative project-based course in experimental physics. *eLearning Papers*, 16, 1-14.
- Bourne, J., & Moore, J. C. (Eds.). (2003). *Elements of quality online education: Practice and direction* (Vol. 4). Olin College-Sloan-C.
- Tham, C. M., & Werner, J. M. (2005). Designing and evaluating e-learning in higher education: A review and recommendations. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 11(2), 15-25. <https://doi.org/10.1177/107179190501100203>
- Hong, J. C., Lee, Y. F., & Ye, J. H. (2021). Procrastination predicts online self-regulated learning and online learning ineffectiveness during the coronavirus lockdown. *Personality and Individual Differences*, 174, 110673. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.110673>

不同網絡遊戲遊玩時長對於大學生的遊戲成癮、學習投入、學業成就動機降低之差異分析

An analysis of variance in the duration of online game play on game addiction, learning engagement, and reduced motivation for academic achievement among university students

孫瑞琪¹²，葉建宏^{3*}

¹ 泰國博仁大學

² 濱州職業學院

³ 北京師範大學教育學部

* kimpo30107@hotmail.com

【摘要】近年來大學生沈迷網絡遊戲的實例不斷發生，被認為嚴重影響大學生的學業。因此，為擴展網絡遊戲對於大學生學業的不良影響的了解，本研究探討了不同遊玩情況對於大學生的網絡遊戲成癮、學習投入與學業成就動機降低等幾個構面是否存在差異。為達上述目的，本研究邀請山東省高職院校學生填寫線上問卷，回收417份有效問卷，而資料經信效度檢驗後，使用單因子變異數分析進行檢驗。研究結論顯示：（一）不同遊玩天數對於學生的網絡遊戲成癮、學習投入與學業成就動機降低均具有顯著差異；（二）不同遊戲時長對於學生的網絡遊戲成癮、學習投入與學業成就動機降低均具有顯著差異。

【關鍵字】 大學生，差異性分析，網絡遊戲成癮，學業成績動機降低，學習投入

***Abstract:**In recent years, there have been many cases of university students being addicted to online games, which are considered to have a serious impact on their academic performance. Therefore, to extend the understanding of the adverse effects of duration of online game play on university students' academic performance, this study investigated whether there were differences in several dimensions of online game addiction, learning engagement, and reduced motivation for academic achievement among university students. To achieve the above purpose, students from higher education institutions in Shandong Province were invited to fill out an online questionnaire and 417 valid questionnaires were collected. The data were tested for reliability and validity and then data were further analyzed with one-way analysis of variance. The study concludes that: (a) the number of days of play has significant differences on students' addiction to online games, learning engagement and reduced motivation for academic achievement; (b) different game duration have significant differences on students' online game addiction, learning engagement and reduced motivation for academic achievement.*

Keywords:university students, difference analysis, online game addiction, reduced academic achievement motivation,

learning engagement

1. 前言

新時期隨著科技技術的進步，網絡遊戲形式愈發豐富多樣，中國互聯網絡中心（2021）發布的第48次《中國互聯網絡發展狀況統計報告》調查結果顯示，截至2021年6月，國內市場上APP數量為302萬款，其中遊戲類APP達到72.9萬款，穩居各類APP榜首，而我國網絡遊戲用戶規模已達到5.08億人，約占中國總人口的36%。這樣豐富的遊戲形式與內容

無時無刻都在吸引著大量學生。大學生普遍遠離父母且剛剛脫離了高中高強度的學習壓力就非常容易出現網絡遊戲成癮問題。目前中國大學生網絡成癮問題雖然缺乏全面普及的權威數據統計，但已有不少學者通過地域性小範圍的研究得出大學生網絡遊戲成癮問題嚴重已不容忽視。已有研究表明，約有 40% 的大學生出現遊玩網絡遊戲時不能控制遊玩時間的情況（趙俊博，2021）。約有 12.1% 的大學生出現網絡遊戲成癮問題，輕度網絡成癮者約 8.9%，中度網絡成癮者約 2.4%，重度網絡成癮者約 0.8%（陳文峰，2021）。大學生的主要任務仍是學習，要以學業為重掌握知識才能今後更好地為國家做出貢獻成為未來接班人。2019 年中國教育部發布了《關於一流本科課程建設的實施意見》，其中提出了要「加大學生學習投入」，代表著學習投入這概念進入了國家政策話語體系（王文、王紓，2021）。國內外越來越重視對教育質量的評價進而出現了新的趨勢，即從對傳統的學校資源的投入的重視轉向為對學生的學習投入的重視（王國誠等人，2021）。大量的研究證實學業成就動機是學生激勵自身主動學習的動因，對學生學習起著驅力作用（劉誌華、郭占基，1993）。目前多數研究都是針對於研究導致大學生網絡遊戲成癮的原因，包含心理因素、社會環境、家庭環境等不同方面（王綱，2021）以及不同性格或性別在網絡成癮程度上有何差異（Kesici, 2020; Kim et al., 2015）。而針對學生遊玩遊戲的頻率對網絡遊戲成癮、學習投入以及學業成就動機降低是否具有顯著差異的研究仍是少數。故本文通過整理先前學者的研究，通過科學的測量的方式解釋學生面對網絡遊戲不同遊玩情況使其在網絡遊戲成癮、學習投入與學業成就動機上的差異性。

2. 研究問題

目前已有較多的研究結果表明，網絡遊戲遊玩時間的不同會對學生網絡遊戲成癮情況帶來不同結果。例如通過差異分析比對往往學生每天的遊玩時間越長，網絡遊戲成癮檢出率越高（李慧靜，2020）。除每日遊戲時長外，網絡遊戲遊玩的天數頻率也應該考慮在研究範圍中，故由此可探究不同的遊戲天數遊玩時長在學生網絡遊戲成癮方面是否具有顯著差異。學生除利用網絡在線學習之外的網絡使用時長是大學習投入的影響因素之一，除在線學習之外的網絡使用時間越短則學生的學習投入度就越高，而使用時長越長則學習投入就越低（周靜茹等人，2020）。網絡遊戲的遊玩同樣屬於學習之外的情況，據此研究進行推斷網絡遊戲的遊玩情況同樣在學生的學習投入情況總存在顯著差異。關於遊戲頻率與時長對學生學業成就動機降低的影響目前相關研究較少，但對於網絡遊戲成癮對於學生成就動機的研究說明成癮與非成癮的學生在希望成功的動機以及回避失敗的動機上面存在顯著差異（胡霜、劉婕 2018），對此可不同的遊戲頻率在學生的學業成就動機降低方面是否也具有顯著差異也是可以進行深入研究的問題。

針對以上問題，本研究的研究目的如下二點：

1. 不同遊玩天數對於網絡遊戲成癮、學習投入、學業成就動機降低是否具有顯著差異。
2. 不同遊玩時長對於網絡遊戲成癮、學習投入、學業成就動機降低是否具有顯著差異。

3. 文献探讨

3.1. 网络遊戲成癮

网络遊戲成癮是网络遊戲行為中損害個人、家庭、學業等重要職能的基礎上，個體仍繼續深入遊戲行為強度的一類行為障礙（羅大東等人，2021）。中國大學生网络成癮問題令人堪憂，Tang 等人(2017)在對中國、美國、新加坡的青少年网络遊戲成癮情況調查後發現，中國青少年网络成癮率在三國中最高為 7.0%。另有研究表明國內約有 6.1%的青少年是网络遊戲成癮者同樣印證了這一觀點（黃少華、朱丹紅，2021）。大學生往往心智並不成熟並不穩定，常常伴隨著比較高的网络遊戲成癮風險(Li et al., 2018)。网络遊戲成癮與學生的學業成績息息相關，通常學習成績越低的學生，网络成癮報告率則越高（李秀昌，2014）。

3.2. 學習投入

學習投入的內涵在學術界還未形成統一的認識，這反映了這個概念具有複雜性與多維性（郭建鵬等人，2021）。本研究採用 Fredricks 等人(2004)的觀點將學習投入分為行為投入、情感投入與認知投入三個維度。行為投入指學生在學校中的各類活動的高度卷入；情緒投入指學生面對學業任務或老師同學的積極情感反饋和對學校的歸屬感；認知投入指學生學習過程中採取的認知策略與心理資源的高度卷入（崔文琴，2012）。學習投入這一術語在高等教育中一直是熱點話題，常常被等同於學生的學業成功以及有效學習(Thomas, 2012)。

3.3. 學業成就動機降低

成就動機同樣是一個多維、複雜的概念，往往對成就動機的研究是教育和學習的核心(Yilmaz & Kaygin, 2018)。成就動機可以概括為成功或實現理想目標而付諸努力的一種傾向(Kaur, 2013)。而學業成就動機是在成就動機的理論的基礎上進一步發展而來的。學業成就動機可以概括為學生在學業方面努力進取並期望獲得學業成就的一種內在的動力，是一種穩定的人格特性(周國韜，1993)。而關於學業成就動機降低的概念目前學術界並沒有相關定義，本研究中將學業成就動機降低定義為學生取得學業成就的內在動力的降低。

4. 研究方法

4.1. 研究實施

本研究使用問卷調查研究方式，發放地區為山東省境內高校，採用便利抽樣通過問卷星發放在線問卷的形式，通過山東省高校輔導員幫助轉發讓學生填答問卷。問卷收集時間為 2021 年 12 月 1 日至 2021 年 12 月 31 日，共回收問卷 450 份。

4.2. 研究參與者

本研究選取的參與者（回收問卷數）為 450 人，刪除無效數據 33 份，有效參與者為 417 人。其中男生 146 人（35%），女生 271 人（65%）。大一年級 277 人（66.4%），大二年級 140 人（33.6%）。每周遊玩 1-3 天、4-6、每天學生分別為 301（72.2%），41（9.8%），75 人（18%）。每天遊玩 1 小時以下、1-3 小時、3 小時以上的學生分別為 287（68.8%）、109（26.1%）、21 人（5%）。

4.3. 問卷工具

問卷內容使用過去研究工具所改編而來，並送交三位教育專家對問卷進行審查。卷的尺度設計採用 Likert5 點量表（1 代表非常不同意、2 代表不同意、3 代表普通、4 代表同意、5 代表非常同意）的評量標準。

4.4. 网络遊戲成癮

遊戲成癮量表使用 Wu 等人(2021)編寫的遊戲成癮量表進行改編。改編前、問卷變項的 Cronbach α 值大於 0.800，問卷內部一致性比較好。改編前問卷的收斂效度 AVE 值超過了 0.620，

FL 大於 0.6，代表問卷收斂性可接受。問卷結構的複合可靠性(CR)值在 0.750~0.950 之間，大於建議值 0.700。

4.5. 學習投入

學習投入使用 Luan 等人((2020)編寫的學習投入量表進行改編。改編前問卷變項的 Cronbach 的 α 值介在 0.800 至 0.940 之間，問卷內部一致性較好。改編前問卷的收斂效度 AVE 值在 0.710 至 0.880 間，符合標準，FL 值在 0.700 至 0.900，問卷收斂性可接受。問卷結構的複合可靠性(CR)在 0.800~0.940 之間，大於建議值 0.700。

4.6. 學業成就動機降低

學業成就動機降低量表使用葉建宏等人 (2020) 編製的學業成就動機量表進一步改編。改編前問卷變項的 Cronbach α 值在 0.829 至 0.944 之間，問卷內部一致性較好。改編前問卷的收斂效度 AVE 值在 0.551 至 0.797 之間，符合標準，FL 值在 0.720 至 0.904 之間，表示為問卷收斂性較好。問卷結構的複合可靠性(CR)介於 0.830~0.940 之間，大於建議值 0.700。

5. 研究結果與討論

5.1. 構面信度與效度分析

本研究通過 Cronbach's α 檢驗量表的內部一致性，並通過組合信度(composite reliability, CR)來進行信度的復驗， α 值大於.60 則代表問卷內部一致性較好(曾五一、黃炳藝，2005)。而根據 Hair et al. (2019)建議 CR 值應大於.70 的標準，本研究 Cronbach's α 值介與.89 至.96，CR 值介於.91 至.96，符合學者建議的標準，如表 2 所示。

問卷的收斂效度通過因素負荷量 (factor loading, FL) 以及平均變異數抽取量 (averaging variance extracted, AVE) 來判別。Hair 等人((2019)指出 FL 數值應大於.50，故低於此數值的題項應刪除，本研究保留的題項均符合學者建議的標準，各量表 FL 值介於.76 至.89。Hair et al. (2011)建議 AVE 值應大於.50 才代表構面具有收斂效度，本研究各量表的 AVE 值介於.58 至.79，符合學者的建議標準。如表 1 所示。

表 1 信效度分析

Construct	M	SD	α	CR	AVE	FL
臨界值	---	---	> .70	> .70	> .50	> .50
網絡遊戲成癮	1.76	.88	.90	.91	.58	.76
行為投入	4.22	.86	.89	.96	.79	.79
情感投入	3.92	.91	.96	.92	.65	.89
認知投入	3.94	.88	.96	.91	.64	.87
學業成就動機降低	2.20	1.10	.95	.95	.78	.88

5.2. 單因子變異數分析

本研究通過 SPSS 軟件進行單因子變異數分析，結果可知，學生每周遊玩網絡遊戲的天數與每天遊玩的時長在網絡遊戲成癮方面均具有顯著差異，遊玩頻率越高的學生則網絡遊戲成癮情況更為嚴重，這與李慧靜 (2020) 的研究結果一致。學生的遊玩天數與遊玩時長在學習投入中也具有顯著差異，這與周靜茹等人 (2020) 的研究結果一致，而本研究更深入地將學習投入劃分為三個維度，其具體結果就行為投入而言，不同遊玩天數及時長均具備顯著差異，具體表現為遊玩頻率越高的學生其行為投入越高。而情感投入與認知投入則與之相反，表現為遊玩頻率越高的學生投入度越低。學業成就動機降低方面結果顯示，每周遊玩天數越長，每日遊玩時間越多的學生學業成就動機降低則越明顯，如表 2、表 3 所示。

表 2 不同遊玩天數之單因子變異數分析

構面	類別	N	M	SD	F	比較	η^2
網絡遊戲成癮	1	301	1.537	.73	44.76***	3>2>1	.18
	2	41	2.021	.79			
	3	75	2.48	1.04			
行為投入	1	301	4.34	.73	11.59***	3>2>1	.05
	2	41	4.16	.69			
	3	75	3.82	1.21			
情感投入	1	301	4.07	.80	19.79***	1>3	.09
	2	41	3.86	.82			
	3	75	3.36	1.12			
認知投入	1	301	4.08	.78	17.23***	1>3	.08
	2	41	3.85	.823			
	3	75	3.45	1.05			
學業成就動機降低	1	301	2.06	1.08	12.53***	3>1	.06
	2	41	2.30	.85			
	3	75	2.74	1.09			

注. 1.每周遊玩 1-3 天 2.每周遊玩 4-6 天, 3.每周遊玩 7 天

*** $p < .01$

表 3 不同遊玩時長之單因子變異數分析

構面	類別	N	M	SD	F	比較	η^2
網絡遊戲成癮	1	287	1.55	.80	42.42***	3>2>1	.17
	2	109	2.07	.70			
	3	21	2.97	1.20			
行為投入	1	287	4.25	.89	7.12***	3>2>1	.03
	2	109	4.29	.58			
	3	21	3.56	1.29			
情感投入	1	287	4.00	.90	9.40***	1>2>3	.04
	2	109	3.86	.74			
	3	21	3.14	1.36			
認知投入	1	287	4.02	.86	5.78***	1>2>3	.03
	2	109	3.85	.80			
	3	21	3.40	1.16			
學業成就動機降低	1	287	2.08	1.12	9.29***	3>2>1	.04
	2	109	2.37	.91			
	3	21	3.03	1.18			

注. 1.每日遊玩 1 小時以下, 2.每日遊玩 1-3 小時, 3.每日遊玩 3-5 小時

*** $p < .01$

6. 結論與建議

6.1. 研究結論

在日常的教學活動以及與學生的相處中不難發現，學生遊玩網絡遊戲已然常態化，遊戲幾乎每天都在伴隨著學生，遊玩網絡遊戲在一定程度上確實具有減輕學業壓力等優點，可過度遊玩遊戲帶來的不良影響也隨之可見，作為教育工作者最不願意看到的結果就是學生因著迷遊戲進而成癮，影響到正常的學業乃至生活。學習投入與學業成就動機往往也是影響到學生學業成績的重要因素，因此本研究探討不同遊玩時長與天數在網絡遊戲成癮、學習投入與學業成就動機降低方面的差異，目的為避免學生出現網絡成癮及學業成就動機降低的問題以及提高學生的學習投入提出合理建議。

6.2. 研究建議

為避免學生出現網絡遊戲成癮以及學業成就動機降低的問題以及提高學生學習投入，理應控制學生遊戲遊玩的時長，而大學生已經具備獨立思考的能力，作為教育工作者不應採取傳統的方式一概否定，應在充分理解遊戲優缺點下，採用合理的方式對學生進行引導，通過讓學生建立人生規劃或興趣愛好等方式，讓學生更加合理地安排時間及尋找更好地減壓方式而不是一味的通過遊戲消磨時間，逐漸減少學生的遊戲遊玩時間。

6.3. 未來研究建議

本文通過比較學生遊玩網絡遊戲的時長在網絡遊戲成癮、學業成就動機降低及學習投入方面的差異提出研究建議，旨在通過控制遊戲時長來避免遊戲地消極影響，而遊戲本身並非白害而無一利，例如有學者的研究表明通過一年的觀察，遊戲的遊玩頻率會影響到學生的創造性思維，且遊玩不同類型的遊戲的學生其創造性人格也具有顯著差異（宋靜靜等人，2012）。故研究者今後也應關注遊戲所帶來的積極影響，更加客觀的看待遊戲以及個體的關係。

7. 參考文獻

- 曾五壹、黃炳藝（2005）。調查問卷的可信度和有效度分析。**統計與信息論壇**，2005（06），13-17。 <https://doi.org/CNKI:SUN:TJLT.0.2005-06-001>
- 陳文峰（2021）。高職院校學生網絡成癮現狀之調查。**科教文彙(上旬刊)**，2021（11），181-183。 <https://doi.org/10.16871/j.cnki.kjwha.2021.11.058>
- 崔文琴（2012）。當代大學生學習投入的現狀及對策研究。**高教探索**，2012（06），67-71+143。 <https://doi.org/CNKI:SUN:GJTA.0.2012-06-014>
- 郭建鵬、劉公園、楊凌燕（2021）。大學生學習投入的影響機制與模型——基于311所本科高等學校的學情調查。**教育研究**，42（08），104-115。 <https://doi.org/CNKI:SUN:JYYJ.0.2021-08-011>
- 胡霜、劉婕（2018）。大學生網絡成癮與成就動機的關係。**文化創新比較研究**，2（13），62-63。 <https://doi.org/CNKI:SUN:WCBJ.0.2018-13-036>
- 黃少華、朱丹紅（2021）。青少年網絡遊戲心流體驗與遊戲成癮的關係。**中國青年社會科學**，40（01），79-89。 <https://doi.org/10.16034/j.cnki.10-1318/c.2021.01.014>
- 李慧靜（2020）。高職院校大學生網絡遊戲成癮的現狀調查與分析——以西安鐵路職業技術學院為例。**現代職業教育**，2020（19），60-61。
- 李秀昌、王智勇、韓壹楠、王宏偉、徐小冬、徐品良、王民（2014）。學生網絡成癮與學習成績關係的分析。**中國校醫**，28（10），721-722+724。 <https://doi.org/CNKI:SUN:XIYI.0.2014-10-002>

- 劉志華、郭占基 (1993)。初中生的學業成就動機、學習策略與學業成績關係研究。《**心理科學**》，**1993** (04)，8-14+66。 <https://doi.org/10.16719/j.cnki.1671-6981.1993.04.002>.
- 羅大東、譚羽希、董悠然、陳晉東 (2021)。青少年網絡遊戲行為障礙研究進展。《**臨床精神醫學雜誌**》，**31** (05)，413-415。 <https://doi.org/CNKI:SUN:LCJS.0.2021-05-023>.
- 宋靜靜、谷傳華、張菲菲、荊智、郝恩河 (2012)。電子遊戲使用對高中生創造力的影響。《**青少年研究 (山東省團校學)**》，**2012** (06)，23-27。
- 王綱 (2021)。大學生網絡遊戲成癮幹預機制探究。《**學校黨建與思想教育**》，**2021** (10)，90-92。 <https://doi.org/10.19865/j.cnki.xxdj.2021.10.030>.
- 王國誠、王偉、曾銳、胡愈琪 (2021)。當前高職學生學習投入現狀及提升對策——基于廣東粵東地區高職院校的調查。《**四川職業技術學院學報**》，**31** (04)，1-8。 <https://doi.org/10.13974/j.cnki.51-1645/z.2021.04.001>.
- 王文、王紓 (2021)。學習投入研究的知識圖景及趨勢——基于科學引文數據庫的分析。《**教育研究**》，**42** (08)，78-91。 <https://doi.org/CNKI:SUN:JYYJ.0.2021-08-009>
- 葉建宏、王志美、葉貞妮 (2020)。技職校院學生的成就動機、學習投入與持續改善態度之關係分析。《**中科學報**》，**7** (2) 1-20。 [https://doi.org/10.6902/JNTUST.202012_7\(2\).0001](https://doi.org/10.6902/JNTUST.202012_7(2).0001)
- 趙俊博 (2021)。網絡遊戲對大學生的影響調查研究。《**大學**》，**2021** (17)，105-112。 <https://doi.org/CNKI:SUN:DXYP.0.2021-17-024>.
- 中國互聯網絡信息中心 (2020)。《**中國互聯網絡發展狀況統計報告 (2020 版)**》。 <http://www.cnnic.net.cn/>
- 周國韜 (1993)。初中生學業成就動機量表的編制。《**心理科學**》，**1993** (06)。 <https://doi.org/10.16719/j.cnki.1671-6981.1993.06.005>.
- 周靜茹、趙莉、李倩兒、範靜、王海潮、雷蓉、劉彥君 (2020)。825 名本科護生在線學習投入水平及影響因素分析。《**中西醫結合護理 (中英文)**》，**6** (09)，11-15。 <https://doi.org/CNKI:SUN:ZXHL.0.2020-09-003>.
- 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. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.
- Kaur, S. (2013). Academic achievement in relation to achievement motivation of high school students. *International Journal of Science and Research*, *2*(12), 409-411.
- Kesici, A. (2020). The effect of conscientiousness and gender on digital game addiction in high school students. *Journal of Education and Future*, (18), 43-53. <https://doi.org/10.30786/jef.543339>
- Kim, M. O., Kim, H., Kim, K., Ju, S., Choi, J., & Yu, M. I. (2015). Smartphone addiction: (Focused depression, aggression and impulsions) among college students. *Indian Journal of Science and Technology*, *8*(25), 1-6. <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i25/80215>
- Li, W., Garland, E. L., & Howard, M. O. (2018). Therapeutic mechanisms of mindfulness-oriented recovery enhancement for internet gaming disorder: Reducing craving and addictive behavior by targeting cognitive processes. *Journal of addictive diseases*, *37*(1-2), 5-13. <https://doi.org/10.1080/10550887.2018.1442617>
- Luan, L., Hong, J. C., Cao, M., Dong, Y., & Hou, X. (2020). Exploring the role of online EFL learners' perceived social support in their learning engagement: A structural equation

model. *Interactive Learning Environments*, 1-12.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855211>

Tang, C. S. K., Koh, Y. W., & Gan, Y. (2017). Addiction to internet use, online gaming, and online social networking among young adults in China, Singapore, and the United States. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 29(8), 673-682. <https://doi.org/10.1177/1010539517739558>

Thomas, L. (2012). Building student engagement and belonging in Higher Education at a time of change. *Paul Hamlyn Foundation*, 100, 1-99.

Wu, Y.-T., Hong, J.-C., Wu, Y.-F., & Ye, J.-H. (2021). eSport addiction, purchasing motivation and continuous purchasing intention on eSport peripheral products. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 11(1), 21-33. <https://doi.org/10.17706/ijeeee.2021.11.1.21-33>

Yilmaz, E., & Kaygin, H. (2018). The Relation between lifelong learning tendency and achievement motivation. *Journal of Education and Training Studies*, 6, 1-7.

科技資訊融入英語課程對學生自我效能與學習興趣之

相關研究：以認知負荷為調節變項

The Correlation between Self-Efficacy and Learning Interests: Cognitive Load as a Moderating Variable

林佳璉*，戴凱欣

國立臺灣師範大學創造力發展碩士在職專班

*010a02113@ntnu.edu.tw

【摘要】 本研究者實施資訊科學融入國小五年級英語教學之行動研究，希望藉由課程內容的改變，提昇國小高年級學生對於英語的學習興趣、創造力與自我效能，進而培養對科學探究的能力。本研究以國小五年級 137 位學生為研究對象，有效問卷為 99 份。構面包含：自我效能、認知負荷、學習興趣和問題解決能力，再進行研究模式驗證之統計分析。研究結果顯示：(一) 問題解決能力和學習興趣呈正相關 (二) 自我效能和問題解決能力呈正相關 (三) 認知負荷和學習興趣呈負相關 (四) 自我效能和認知負荷呈負相關；根據上述研究提出相關建議，供英語課程研發參考。

【關鍵字】 自我效能；學習興趣；問題解決能力；認知負荷；資訊科學探究

***Abstract:** This study aimed to understand how information technology into English teaching can improve elementary school students' English learning interest, even better to develop students' problem solving ability. This study has randomly selected fifth grade students from one of Taipei city elementary schools as the objects, including 137 copies have been distributed and 99 valid questionnaires are collected. It is based on four variables, including self-efficacy, cognitive load, learning interest and problem solving ability. The researcher has offered some suggestions for future reference of the curriculum development. The results are as follows:*

- 1. Positive correlations between learning interest and problem solving ability.*
- 2. Positive correlations between self-efficacy and problem solving ability.*
- 3. Negative correlations between cognitive load and learning interest.*
- 4. Negative correlations between cognitive load and self-efficacy.*

Keywords: self-efficacy, learning interest, problem solving ability, cognitive load, information

technology inquiry

1. 前言

近年來提倡英文不僅僅是一種語言工具，更是一種可學習其他知識的外語 (Gonzalez-Acevedo, 2016)。先前的研究結果顯示現在的學生從小接觸資訊科技產品，偏好於應用科技進行學習 (Lynch & Redpath, 2014)。因此，本研究希望透過資訊科技融入英語情境中心的體驗課程，探討該課程是否能有效提升學生英語學習動機。本研究以英語情境中心高年級課程 *future engineers* 為例，透過樂高機器人動手實作活動，將資訊科技與英語教學結合，讓學生在學習的過程中不僅培養動手實作的習慣，更盼科學與英語知識能運用於生活當中。本研究旨在探究資訊科技融入英語課程中，學生學習自我效能、學習興趣之相關，以及語言學習焦慮調節自我效能與學習興趣之相關情形。

2. 研究方法

2.1. 研究架構

本研究探討國小高年級生之科技融入英語課程對自我效能與認知負荷的影響，其中「英語自我效能」為自變項；「認知負荷」、「科學探究之問題解決能力」為中介變項；「英語學習興趣」為依變項。進行各變項間之相互關係研究。除了檢視「英語自我效能」、「認知負荷」、「科學探究之問題解決能力」、「英語學習興趣」等四個構面的相關性外，並加入個人背景變項進行分析。

2.2. 研究對象

本研究調查對象為台北市的某國小五年級之學生為施測對象，共計回收 99 份有效問卷，其中，男生 57 人(41.6%)，女生 80 人(58.4%)。

2.3. 研究流程與工具

本研究透過 *survey cake* 問卷調查以匿名施測的方式進行，受試者在一節 40 分鐘的英語情境中心體驗活動課程—「*future engineers*」中，運用 *Lego Wedo 2.0* 簡單的程式編寫工具來製作樂高機器人，課程結束後研究者會先說明問卷指導語，受試學生再進行問卷填答。施測場地為授課的上課教室，每次施測 20-30 人，測驗時間約半小時內，受測者是某台北市的國小五年級學生。

本研究所使用之問卷包含自我效能、認知負荷、學習興趣及問題解決能力等 4 個構面，自我效能構面的題項根據 Bandura(1997)所提出的理論，並參考 Hong 等人(in press)的問卷，修改敘述為本研究所用。認知負荷構面的題項根據 Sweller(1994)的理論，並參考 Hong 等人(2014)的問卷，修改敘述為本研究所用。學習興趣構面的題項參考 Hong 等人(2016)的研究並修改敘述為本研究所用。問題解決能力構面的題項是參考 Hong 等人(2014)研究並修改敘述為本研究所用。

2.4. 統計方法

結構方程模型 (Structural Equation Modeling, SEM) 為驗證潛在變量因果關係模型的主要分析工具 (Hair, Sarstedt, Hopkins, & Kuppelwieser, 2014)，被廣泛應用在心理學、社會學、教育等社會科學領域 (Teo, Tsai, & Yang, 2013)，而在

眾多結構方程模型分析工具中，偏最小平方法結構方程模型(Partial Least Squares (PLS) path modeling) 被認為是一種良好的驗證分析方法，因為它特別適用於驗證新的理論(Streukens & Leroi-Werelds, 2016)。基於此，本研究應用 IBM SPSS 23.0 for Windows 統計分析軟體進行相關性分析，以及信度與效度分析，並以 PLS 進行結構方程模型之探析。Hair、Sarstedt 等(2014)指出 PLS 模型的最小樣本量應等於測量構面最大數量的 10 倍，而 Lei 與 Lomax (2005) 則建議使用 100 份或更多的樣本數進行精確的參數估計。而本研究的有效問卷數為 100 份，約等於上述學者所建議的最低參與人數。

2.5. 名詞釋義

自我效能：指一個人相信自己有能力成功完成某項任務，自我效能感是預測一個人在努力後的表現的最有力的動機，個人的自我效能感對他們的努力、堅持、策略以及隨後的培訓和工作表現都有很大的決定作用(Bandura, 1997)。

認知負荷：Sweller(1994)將認知負荷定義為當學習者在接受新資訊時，若需同時多工處理各種訊息，將會增加注意力的分散，導致認知負荷過重。Sweller 等人依據訊息處理的難易程度和負荷感來源，將認知負荷分為內在認知負荷(intrinsic cognitive load)、外在認知負荷(extraneous cognitive load)與增生認知負荷(germane cognitive load)三種(Sweller, 1998)，其中，外在認知負荷與教材的教學設計有極大的關聯，這種認知負荷往往因為教材內容設計不當，導致學生處理訊息時產生額外的負荷量，因此也是認知負荷理論當中最受重視、被討論最廣泛的，而本研究之認知負荷以外在認知負荷為主。

學習興趣：指個人致力於或傾向致力於對某一學科、事件、想法的心理狀態，其由個人與情境環境間之互動而產生(Krapp2005; Schiefele1991)。Renninger, Hidi 和 Krapp (1992) 提出有關興趣理論的分類，將興趣區分為個人興趣(Personal Interest)與情境興趣(Situational Interest)兩類。個人興趣指個人的特質，不隨情境改變的個人狀態；相對的，情境興趣為個人受情境環境刺激而感覺有趣。個人興趣可分為潛在的 (latent) 和現實的 (actualized)；情境興趣可細分為文本興趣(text-based interest)、任務興趣(task-based interest)及知識興趣(knowledge-based interest)。所謂任務興趣為個人操作特定任務引發的興趣，而本研究之學習興趣以任務興趣為主，探討科技資訊融入之英語課程是否能學生英語學習興趣。

問題解決能力：國外學者認為「問題」是一種情境，個人有意在其中達到某個目標，但此目標的達成前會受到某些障礙的阻礙，則必須尋求克服障礙的方法 (Klein, 1996)。國內學者黃茂在、陳文典(2004)曾提及，一個人在遇到問題時，能自主的、主動的謀求解決，能有規劃、有條理、有方法、有步驟地處理問題，能適切地、合理地、有效地解決問題，此種能力為「問題解決的能力」(problem solving ability)。教育部頒布的九年一貫課程「自然與生活科技」課程綱要中，明確地指出教學目的在培養學生「主動探索研究」、「獨立思考與解決問題」等能力。綜合以上學者的觀點，本研究所提的「問題解決能力」是指讓學生透過動手設計、

製作樂高機器人的學習過程，能發現、分析問題，並有系統地解決特定問題，藉以提高學生實際解決問題能力的學習歷程。

3. 研究結果與討論

3.1. 信效度檢驗

每個問卷構面的原始項目在 CFA 進行簡化後，再進行可靠性和有效性分析，如表1所示。首先以獨立樣本 t 檢定對每個問卷項目的鑑別度進行檢驗。如果t 值大於3，表示鑑別度為顯著 (Green & Salkind, 2003)。由表1可得知，所有t值均大於3 ($p < 0.001$)，表示此鑑別度達到顯著性。因此，所有建議的問卷項目都有識別力。(二) 內部經由構建體的複合可靠性 (composite reliability, CR) 檢驗，以確定問卷一致性 (Fornell & Larcker, 1981)。在本研究中所有 CR 值介於 0.95~0.75，超過了 0.70 的建議值 (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2009)，所有值皆符合可接受的複合信度。(三) 為了評價變量的內部一致性，使用 Cronbach's α 檢查問卷的內部可靠性。由表1結果得知，**學習興趣**、**認知負荷**、**問題解決能力**和**自我效能**的 α 值分別為0.881、0.632、0.823 和0.901。 α 的所有值均大於 0.6，而整體問卷的可靠性係數為0.81。Hair、Hult、Ringle 與 Sarstedt (2021)、Hancock 與 Mueller (2013) 均提出 α 值高於 0.6 是可接受的水平，表示本研究的內部變量是可靠的 (Byrne, 2016)。(四) 本研究的收斂有效性通過驗證：1.平均變異抽取量 (average variance extracted, AVE) 的值，經評估**學習興趣**為 0.679，**認知負荷**為 0.468，**問題解決能力** 0.582，**自我效能** 0.726，AVE 值均大於0.45 (Fornell & Larcker, 1981)；Fornell與Larcker (1981) 指出潛在變項的AVE值若小於0.5且CR值高於0.6，仍具有良好的聚斂效度；2.所有項目的因素負荷量 (factor loading, FL) 範圍介於 0.55~0.95間，均顯著高於 0.5 (Truong & McColl, 2011; Hulland, 1999)。表1顯示所有的條件得到滿足，所有因素負荷量均符合要求，表示是可以接受的收斂效度。(五) CFA 被廣泛應用於建立假設模型的構建效度 (Byrne, 2016)，顯示所有的鑑別度和有效性滿足所有必要的條件 (Hair et al., 2009)，表示所有問卷的構建效度是可以接受的。

3.2. 構面區別效度分析

Hair(1998)表示，兩個不同觀念間的相關係數應小於每一概念的平均解釋變異量(AVE)之平方根。本研究所有的構面之平均解釋變異量的平方根值皆大於兩個構面間的相關係數，符合 Hair(1998)之建議，可得知本研究中的每一個構面皆具有區別效度，如表 1 所示。

表 1 構面區別效度分析

構面	學習興趣	問題解決能力	自我效能	認知負荷
學習興趣	0.824			

問題解決能力	0.431	0.763		
自我效能	0.507	0.549	0.852	
認知負荷	-0.471	-0.316	-0.274	0.684

3.3. 研究模式驗證

本研究以結構方程式PLS驗證研究假設模式與樣本資料之間的適配度。其中，英語自我效能對科學探究之問題解決能力有顯著正影響($\beta=.55, t=6.43, p<.001$)，科學探究之問題解決能力對英語學習興趣具有顯著正影響($\beta=.31, t=3.2, p<.01$)，英語自我效能對認知負荷具有顯著負影響($\beta=-.27, t=2.92, p<.05$)，認知負荷對英語學習興趣具有顯著負影響($\beta=-.37, t=3.28, p<.01$)。英語自我效能對問題解決能力的解釋力為30%，英語自我效能對認知負荷的解釋力為7%，英語自我效能對英語學習興趣的解釋力為31%，如圖1所示。

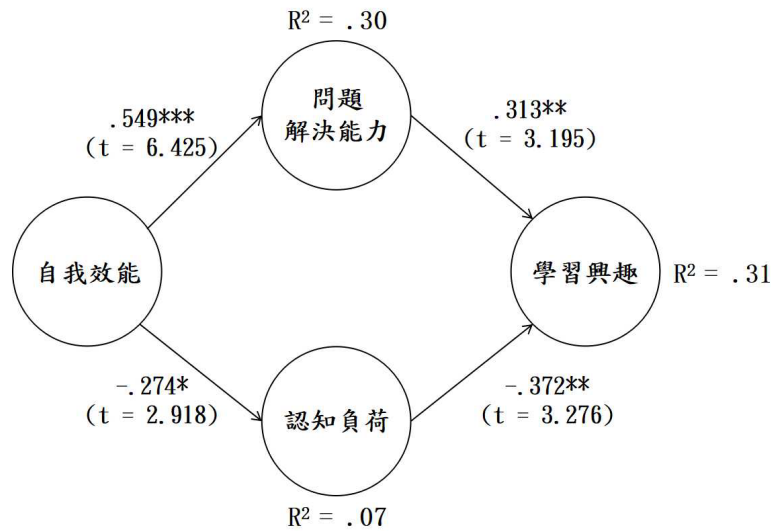


圖1 研究模型驗證

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

3.4. 研究討論

從過去的研究指出，Hamidah (2020) 發現學生的學習興趣和科學探究之解決問題的能力有一個適度的正相關；Lopez (1997) 也指出學生對自己解決數學問題的自我效能是比其他變數更能預測他們解決這些問題的能力。此外，國外學者發現學習科學程度高的學生，其認知焦慮和外在認知負荷都很低 (Hong et al., 2017)，而本研究透過自我效能理論與認知負荷理論，探討英語自我效能、認知負荷、科學探究之問題解決力及 STEM 的英語學習興趣之關係；研究結果發現，科學探究之問題解決能力皆對自我效能和學習興趣呈正向影響，認知負荷皆對自我效能和英語學習興趣呈負向影響，而英語自我效能對 STEM 的英語學習興趣呈間接正向影響。

3.5. 研究限制與建議

本研究基於人力、物力、時間的限制，及限於目前資訊科技的樂高融入僅限英語情境中心課程，故僅以台北市某國小五年級的學生為研究對象，共計六班共一百三十七人，教學時間為每節四十分鐘，由英語為母語人士進行教學，台灣老師在旁邊輔佐外師，必要時進行中文翻譯。本課程總共有初階和進階課程，學生皆已進行完初階課程後填答問卷，本研究採用「LEGO education WeDo 2.0」教育核心組的樂高機器人教材來授課，測驗結果可能與不同教學素材的結果不同。

4. 結論

近年來，學校英語課程型態的改變，不同科目已不像以往如此分明，故跨領域英語教學也越來越重要，正是因為未來社會無法僅用單科知識來適應，因此期盼我國也能從國小實施 STEM 教育，來提升國小生問題解決的能力。Lopez(1997)也發現學生對自己解決數學問題的自我效能是比其他變數更能預測他們解決這些問題的能力。對於英語自我效能高的學生，碰到問題會慢慢理解為何會發生問題，可以依事件狀況的改變找出解題對策，並會傾向將出狀況的事分析後做紀錄，以便深度的問題探究。雖然學生不一定會想出別人沒想過的解題對策，但仍會傾向運用適當的思考技法尋找解題的點子 Hamidah(2020)從研究中發現學生的學習興趣和科學探究之解決問題的能力有一個適度的正相關。而本研究驗證結果顯示，科學探究之問題解決能力高的學生，大多認為本次體驗活動有增加他們對英語的興趣，對於使用英文來學習程式設計的課程感到快樂和投入。而從本研究得知，科學探究的英語課程能夠激發學生的學習興趣，有趣的是，認知負荷低的學生，大多認為本次體驗活動有增加他們對英語的興趣，對於使用英文來學習程式設計的課程感到快樂和投入，故英語課程不應該只侷限在純語言學習的部分，畢竟語言只是溝通的工具，更多時候我們要让學生了解如何靈活運用英語來學習新知，才能達到語言的實用目的性。同時，為培養學生適應未來全球化的快速變遷，英語課堂是否能培養學生的問題解決能力也變得愈發重要，故藉由科技資訊融入英語課程，學生可以提升英語學習興趣、創造力和問題解決能力。

本研究旨在探討國小高年級生之科技融入英語課程對自我效能、學習興趣、認知負荷和科學探究之問題解決能力的影響。本研究透過文獻探討成立四項研究假設。研究驗證結果顯示：(一) 科學探究之問題解決能力和英語學習興趣呈正相關；(二) 英語自我效能和科學探究之問題解決能力呈正相關；(三) 認知負荷和英語學習興趣呈負相關；(四) 英語自我效能和認知負荷呈負相關。

參考文獻

- 黃茂在、陳文典 (2004)。問題解決的能力。科學教育月刊，273，21-41。
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Worth Publishers.
- Byrne, R. M. (2016). Counterfactual thought. *Annual review of psychology*, 67, 135-157.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Structural equation models with unobservable

- variables and measurement error: Algebra and statistics.
- Gonzalez-Acevedo, N. (2016). Technology-enhanced-gadgets in the teaching of English as a Foreign language to very young learners. *Social and Behavioral Sciences*, 232, 507-513. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.10.070>
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2013). *Using SPSS for windows and macintosh* (p. 448). Pearson.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage publications.
- Hair Jr, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., & Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European business review*.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1998). Multivariate data analysis prentice hall. *Upper Saddle River, NJ, 730*.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.
- Hancock, G. R., & Mueller, R. O. (Eds.). (2013). *Structural equation modeling: A second course*. Iap.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Hsu, H. Y., & Tai, K. H. (in press). Gestalt perception: A game designed to explore players' gameplay self-efficacy and anxiety reflected in their learning effects. *Journal of Research on Technology in Education*. <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1967819>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Liao, S., Lin, C. S., Pan Y. C., & Chen, Y. L. (2014). Scientific reasoning correlated to altruistic traits in an inquiry learning platform: Autistic vs. realistic reasoning in science problem-solving practice. *Thinking Skills and Creativity*, 12, 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.12.002>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Szeto, E., Tsai, C. R., Kuo, Y. C., & Hsu, W. Y. (2016). Internet cognitive failure relevant to self-efficacy, learning interest, and satisfaction with social media learning. *Computers in Human Behavior*, 55, 214-222. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.010>
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Tai, K. H., & Tsai, C. R. (2017). An exploration of students' science learning interest related to their cognitive anxiety, cognitive load, self-confidence and learning progress using inquiry-based learning with an iPad. *Research in Science Education*, 47(6), 1193-1212.
- Hulland, J. (1999). Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent studies. *Strategic management journal*, 20(2), 195-204.
- Klein, J. T. (1996). *Crossing boundaries: Knowledge, disciplinarity, and interdisciplinarity*. University of Virginia Press.

- Krapp, A. (1992). Interest, learning, and development. In Renninger KA, Hidi S, & Krapp A (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 3–25).
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations.
- Lei, M., & Lomax, R. G. (2005). The effect of varying degrees of nonnormality in structural equation modeling. *Structural equation modeling*, 12(1), 1-27.
- Lynch, J. & Redpath, T. (2014). Smart technologies in early years literacy education: A meta-narrative of paradigmatic tensions in iPad use in an Australian preparatory classroom. *Journal of Early Childhood Literacy*, 14(2) 147-174. <http://dx.doi.org/10.1177/1468798412453150>.
- Murray, C. J., & Lopez, A. D. (1997). Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. *The lancet*, 349(9063), 1436-1442.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299-323.
- Streukens, S., & Leroi-Werelds, S. (2016). Bootstrapping and PLS-SEM: A step-by-step guide to get more out of your bootstrap results. *European Management Journal*, 34(6), 618-632.
- Surani, D., & Hamidah, H. (2020). Students perceptions in online class learning during the Covid-19 pandemic. *International Journal on Advanced Science, Education, and Religion*, 3(3), 83-95.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and instruction*, 4(4), 295-312.
- Teo, T., Tsai, L. T., & Yang, C. C. (2013). Applying structural equation modeling (SEM) in educational research: An introduction. In *Application of structural equation modeling in educational research and practice* (pp. 1-21). Brill Sense.
- Truong, Y., & McColl, R. (2011). Intrinsic motivations, self-esteem, and luxury goods consumption. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 18(6), 555-561.

Supporting Struggling Learners' Science Learning through Language

Scaffolding and VR Game

Ai-Chu Elisha Ding¹

¹ Ball State University

ading@bsu.edu

Abstract: *In this study, language scaffoldings and immersive virtual reality technology were purposefully incorporated in a game-based learning (GBL) unit to support middle school students' science learning. Results of the study showed students increased their overall scores in targeted science knowledge at a significant level. Students of lower ability in the VR condition reported a significantly higher learning gain as compared to students using the desktop game. Through video analysis, we postulated that the vocabulary pre-teaching, the increased sense of ownership and student interactions via VR gameplay, and the repeated exposure and kinesthetic manipulation of the target content knowledge might be the instructional components that have positively impacted the students.*

Keywords: Game-based learning, virtual reality, science education, language scaffolding,

1. Introduction

Science has been identified as one of the most challenging subject areas in secondary education (Aschbacher et al., 2010). Johnston (1991) explained that students face difficulty learning science particularly due to the abstractness and complexity of scientific concepts. He also noted that language barrier is a key factor imposing challenges in learning science as science texts tend to contain unfamiliar terms and complex sentence structures. In this study, language scaffoldings and immersive virtual reality technology were purposefully incorporated in a game-based learning (GBL) unit to support middle school students' science learning. In this study, we asked the following research questions:

1. Did learning through a GBL curriculum where language scaffolds and an immersive VR game were incorporated have a positive influence on middle school students' science learning outcome?
2. What instructional components within the GBL curriculum might have supported struggling learners' science learning?

2. Theoretical Framework

2.1. GBL and Language Scaffoldings

Game-based learning (GBL) refers to learning through games designed purely for educational purposes (Khan et al., 2017; Ronimus et al., 2019). Research on GBL have shown that such approach is effective in improving students' learning engagement and motivation, especially in science and math education (Al-Tarawneh, 2016; P. Y. Chen et al., 2021; Krath et al., 2021). However, one thing to note is that, in GBL, supporting instructional activities are equally important as the game play experience itself, and both components should be carefully planned and deemed as integrative components of a GBL curriculum (Khan et al., 2017; Law & Chen, 2016).

Inclusion of scaffold in GBL is stressed by scholars (e.g., Law & Chen, 2016; Tsai et al., 2013). In terms of learning science, in addition to cognitive scaffolds, scholars have pointed out the importance of providing language scaffoldings that help learners overcome language barriers. Specifically, developing the ability to use science vocabulary has been brought up as a crucial aspect for supporting learners' science literacy development (e.g., August et al., 2010; Garza et al., 2018).

Yet, while there are studies indicating the importance of cognitive scaffolds (e.g., Law & Chen, 2016; Tsai et al., 2013), we know little about the impact of incorporating language scaffolding in GBL environment. Based on the literature, the current study embedded language scaffolding strategies such as frontloading (Buehl, 2014), vocabulary pre-teaching (August et al., 2010), glossaries (August et al., 2010) and language frames (Carrier, 2003) within the game and the supporting instructional activities/materials in the GBL curriculum.

2.2. Incorporating Virtual Reality Games

Virtual Reality (VR) is “a way of digitally simulating or replicating an environment” (Meyer et al., 2019, p. 1) and is gaining its popularity among educators in recent years. VR is said to help the visualization of abstract concepts and information that is conventionally less accessible (Hu & Lee, 2017; Kavanagh et al., 2017; Papanastasiou et al., 2018), which are also beneficial for addressing the aforementioned challenges in learning science. However, most of VR research has been conducted in the context of desktop-based virtual environment (e.g., Chau et al., 2013; Chen, 2016), and few has been conducted with headset-based VR with which higher interaction fidelity is allowed (Bodzin et al., 2021; Meyer et al., 2019; Parong & Mayer, 2018). One major difference between desktop-based virtual environment and a headset-based VR is the involvement of bodily movements. In desktop-based VR environment, the bodily movements are limited to mouse-clicking or finger swiping whereas in headset-based VR environment, an individual would engage their whole body to perform various bodily movements (e.g., picking up an object, turning head, walking around). From the embodied cognition perspective (Barsalou, 2009; Gallagher, 2006), our sensorimotor system is part of how we make sense of information and language. Thus, when learners are prompted to understand target concepts through various modes of physical interactions, it may lead to improved learning outcomes and understanding. In that regard, when learners are engaged in an immersive VR game where they use their whole-body movements as stimuli, it is possible that such game modality will facilitate their content knowledge acquisition.

Using *Oculus Quest*, a VR system that includes a stand-alone head-mounted display with 6-DOF tracker (see Figure 1 for an example of our students playing the VR game on the hallway), we are interested in understanding the potential affordances of the immersive VR game experience on students’ science learning outcome.



Figure 1. Students playing the immersive VR game on the hallway.

3. Method

3.1. Research Context

The study was a part of a science education intervention at a public middle school serving 7th and 8th grade students in an urban school district in the Midwest of the United States, where 66% of the students at this school receive free meals. Ethnic minorities (Black, Hispanic, multiracial) make up 46% of the student body. In the 2017- 2018 academic year, over 55% of the students at this school did not pass the state-mandated literacy test, and 63.7% of the students did not pass the state-mandated science test.

For the design of the current GBL intervention, we developed Research-Practice Partnership (Coburn & Penuel, 2016) with this school and co-designed our GBL lesson unit and the VR game with the 7th grade lead Science teacher and the lead English as New Language (ENL) teacher in this school. The study took place at a public middle school serving 7th and 8th grade students in an urban school district in the Midwest of the United States. Two 7th grade science teachers (Teacher A and B) implemented the GBL lesson in their classes. Each teacher had 6 science classes. All 12 classes received the same GBL instruction where language scaffolds were embedded. However, two types of game modality were purposefully assigned to the 12 classes: desktop mode and VR mode. Six classes were selected to play the immersive VR mode of the science game (three taught by Teacher A and three taught by Teacher B) and the other six classes were assigned to play the desktop mode of the science game instead.

The topic of the GBL lesson unit was *The Scientific Method and Lab Safety*, which was the first and required lesson unit taught at the beginning of the academic year. The learning objectives of the lesson unit include: (1) to understand the difference between an observation and an inference statement, (2) to understand the steps of scientific method to conduct scientific experiments, (3) to identify and use scientific tools for measurement, (4) to understand and explain the lab safety guidelines and the safety equipment, and (5) to apply the knowledge to design and conduct a science experiment. The entire lesson unit was implemented in Fall 2019 and lasted 8 weeks. Students had one 45-minute class session every school day.

As part of the lesson unit, students spent a total of 90 minutes to play the game we developed in Week 3 and 6. The game was designed using the Escape Room game mechanics (Eukel, Frenzel, & Cernusca, 2017) where the player appears in a locked room and is prompted find clues and tools to solve puzzles in order to unlock the room and escape (see Figure 2 for an example of our VR game). In our study, students played either the desktop version or the VR version of the game. The desktop and VR versions contained similar puzzles that address the same learning objectives, but some details were slightly modified due to the different modalities of interactivity between the two platforms. The desktop version escape room game was created using Breakout EDU (<https://www.breakoutedu.com/>). The VR version was created using Unreal Engine 4 and presented to students using *Oculus Quest*, a wireless VR system that includes a stand-alone head-mounted display with 6-DOF tracker, and two wireless hand controllers. Throughout the lesson, multiple language scaffolds such as pre-teaching vocabulary (see Figure 3), vocabulary review games and language frames and multimedia glossaries. Multimedia glossaries were further embedded in the VR version of the game (see Figure 4).

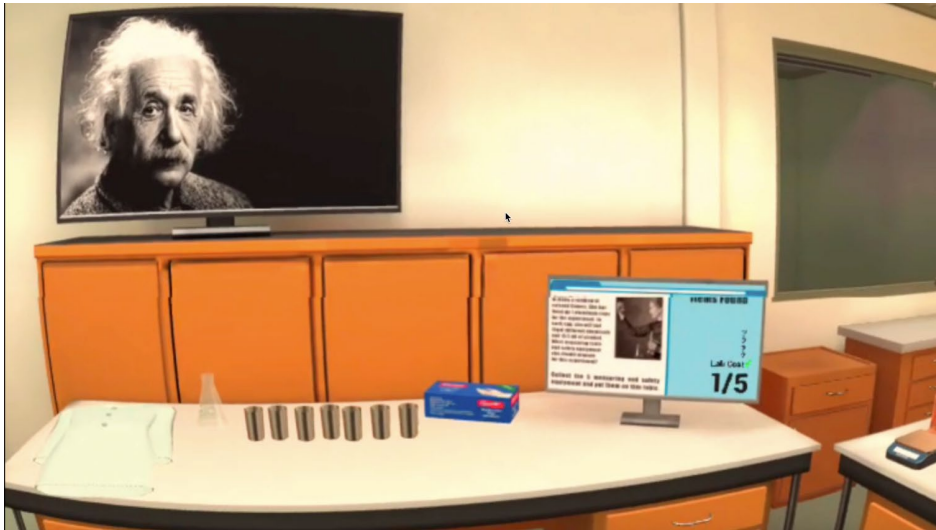


Figure 2. One of the puzzles in the immersive VR Game Room 2. Description of the puzzle is displayed on the computer monitor. Students are also hinted to find 5 science and safety equipment in the room needed for the experiment.

Student Activity:
1. Look around the science classroom;
make ONE observation and ONE
inference.
Sentence starters
For an observation: I see...
I hear...
I feel...

For an inference: I think... because...

Figure 3. Sentence frames provided by the teachers to help students form observation and inference statements.



Figure 4. The glossary boxes. All the grabbable objects in this game are embedded with a glossary box to enhance players' vocabulary learning. An Audio file is embedded in each glossary box to teach the pronunciation of the word.

3.2. Pre- and Post-test Assessments

A total of 22 questions, comprising 12 multiple-choice and 10 short answer questions, were created by one of the researchers who used to be a middle school science teacher. The questions then were validated by the science teacher and ENL teacher to ensure the wording of the questions meets students' proficiency level and the questions' validity in relation to the content covered in the curriculum and the game. The multiple-choice questions were designed to test students' attainment of the low-level learning objectives (e.g., remembering and understanding) and the short answer questions were designed to test students' attainment of the mid-level learning objectives (e.g., applying and analyzing) as described in the revised Bloom's Taxonomy model (Anderson & Sosniak, 1994).

3.3. Data Collection and Analysis

Quantitative data for the current study was derived from pretest and posttest assessments administered during the 2019 fall semester. Data from 86 students were used for analysis after excluding participants with missing data on the key variables investigated in this study [Dependent Variable: students' learning gain; Independent Variable: the game modality (immersive VR vs. desktop VR); control variables: class teacher and students' perception of the game]. Paired-samples T-Tests were used to examine the impacts of intervention on students' overall learning performance. ANCOVA was used to investigate factors predicting the students' learning gain for the targeted science knowledge.

Furthermore, during lesson implementation, we followed and video-taped the learning of one English language learner whose English language proficiency was considered as "expanding" (can orally express ideas but lack the use of content-based language). Using thematic analysis (Braun & Clarke, 2006), the researcher began by reviewing and familiarizing with the data. A video log was prepared for taking notes and putting down description for each instructional event occurred during the unit (e.g., lecture, group discussion, stations time). The video data then was coded for the instructional scaffolds observed for each instructional event. The majority of the codes are a priori codes informed by the literature on language scaffoldings and embodied cognition while some other codes emerged naturally from the data. Once the coding was done, the researcher further reviewed the codes and collating them into potential themes to report the potential instructional components that may have supported struggling learners' science learning in this unit.

4. Findings

4.1. Quantitative Results

A series of paired-samples T-Tests were performed to see whether students improved their targeted science knowledge after the intervention. The results suggest that students increased their overall scores in targeted science knowledge at a significant level ($p < .001$). Furthermore, both their multiple-choice ($p < .001$) and short-answer ($p < .001$) results had significant improvement. This indicate that the intervention had a positive impact on students' acquisition of targeted science knowledge. After the intervention, not only did students gained the basic-level target content knowledge of the lesson, but they were able to apply the knowledge in new contexts and articulate accurate analyses.

We further conducted a series of ANCOVA to examine whether learners' ability related to the target science knowledge and the game modes (immersive VR vs. desktop VR) could predict students' learning gain. Results show that both game modality ($F=6.68, p=0.012$) and learner ability ($F=9.03, p=0.004$) predicted students' total learning gain. An interaction effect of the game modality and learner ability was also observed at a marginally significant level ($F=3.46, p=0.067$) (see Table 1). Specifically, students with lower ability improved more in the immersive VR condition than the desktop game condition (see Figure 5).

Table 1. The two-way ANCOVA results for Learning Gain by Learner Ability and Game Modality

Source	SS	df	MS	F
Learner Ability	66.753	1	66.753	6.683*
Game Modality	90.170	1	90.170	9.027*
Learner Ability × Game Modality	34.523	1	34.523	3.456

*p< .05.

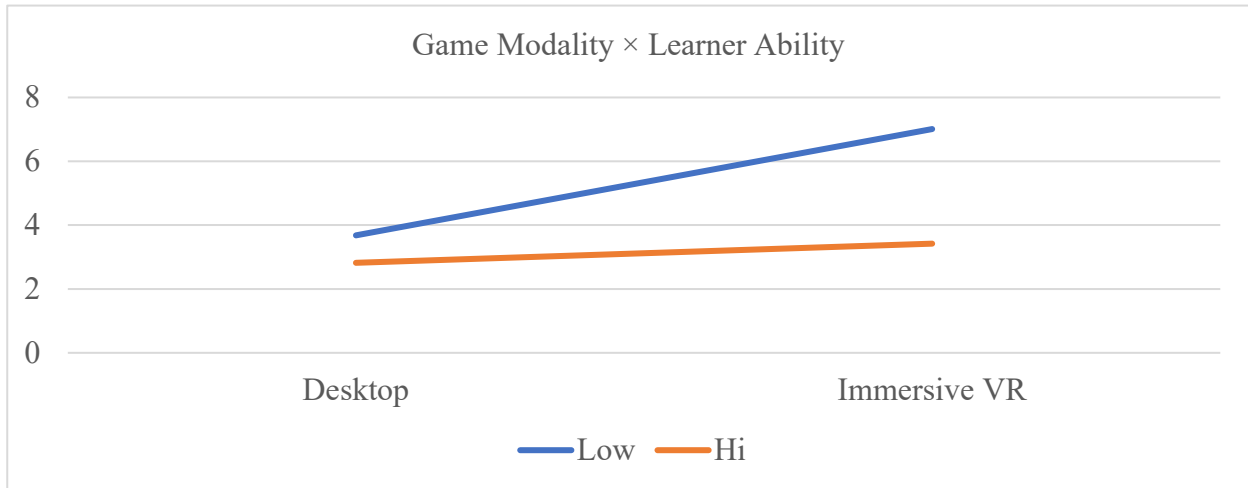


Figure 5. Interaction between game modality and learner ability for learning gain

4.2. Qualitative Results

By delving into the video data of an English language learner, we further explored why students with lower learning ability improved more than the high ability group in the VR condition. Preliminary analysis indicates that the following four instructional components might have contributed to the student’s improvement of science learning outcome: (1) the vocabulary pre-teaching, (2) the repeated exposure to content knowledge through various modes, (3) the increased sense of ownership and student interactions via VR gameplay, and (4) the opportunity to engage in whole-body movements. On the other hand, language scaffolding strategies including notetaking, language frames, and the multimedia glossaries in the VR game were less used and had less impact on the student. Details will be discussed during the conference presentation.

5. Discussion

The aim of the current study was to examine the potential of a GBL intervention where language scaffolds and immersive VR technology were incorporated to support middle school students’ science learning. The results showed that the 8-week-long intervention had a positive impact on students’ acquisition of the targeted science knowledge, especially for low-ability students. With both our quantitative and qualitative findings, we postulated that certain language scaffolds along with the game-based learning design may have an overall positive impact on struggling learners’ science learning, helping them better comprehend the content and articulate their thoughts. We recommend that instructional scaffolds, especially for scaffolding students’ language use, should be carefully considered and designed according to students’ language proficiency level as learning preference. One of the limitations of this study is that we do not have a separate condition to test the impact of language scaffolds. Future research may consider conducting a quasi-experimental design or design-based research to expand our understanding on the impact of language scaffolds and how they should be incorporated in GBL design.

In this study, a more advanced and emerging VR technology (Oculus Quest) was used to allow a gaming experience with high interactivity and high fidelity. Our results showed a greater increase of learning outcome by students with lower ability in the VR condition. We postulated that this was due to the fact that the immersive VR environment allowing for better visualization of the scientific concepts and objects. The fact that students were physically immersed in the game environment and able to manipulate virtual items allowed students to internalize the target content knowledge through whole-body movements. Furthermore, since students were new to the immersive VR experience, we observed that there were increased interactions and discussions among students. English language learners who typically stayed quiet in class would actively seek out for help from the facilitators because they wanted to complete the game. The student with “expanding” proficiency also provided Spanish instruction and assistance for another English language learner with very limited English proficiency. Such increased sense of ownership and student interactions seem to be one of the reasons why struggling learners improved significantly in this study. Considering the various instructional affordances of the VR game we observed in this study, we recommend the future use and continuous exploration of incorporating interactive VR experiences in science education. While we’ve found positive outcome on using VR, the current research has small sample size for quantitative analysis and was only conducted in one school context. Future research may want to expand the sample size and school contexts to verify the findings of this research.

References

- Al-Tarawneh, M. H. (2016). The effectiveness of educational games on scientific concepts acquisition in first grade students in science. *Journal of Education and Practice*, 7(3), 31–37.
- Anderson, L. W., & Sosniak, L. A. (1994). *Bloom’s taxonomy: A forty-year retrospective*. *Ninety-third Yearbook of the National Society for the Study of Education*. The University of Chicago Press.
- Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students’ identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>
- August, D., Artzi, L., & Mazrum, J. (2010). Improving science and vocabulary learning of English language learners. *CREATE Brief, August*, 1–8.
- Barsalou, L. W. (2009). Simulation, situated conceptualization, and prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0319>
- Bodzin, A., Junior, R. A., Hammond, T., & Anastasio, D. (2021). Investigating Engagement and Flow with a Placed-Based Immersive Virtual Reality Game. *Journal of Science Education and Technology*, 30(3), 347–360. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09870-4>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3, 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Buehl, D. (2014). *Classroom strategies for interactive learning* (4th ed.). International Reading Association.
- Carrier, K. A. (2003). *Learning through Science English Language Learners*.
- Chau, M., Wong, A., Wang, M., Lai, S., Chan, K. W. Y., Li, T. M. H., Chu, D., Chan, I. K. W., & Sung, W. K. (2013). Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning. *Decision Support Systems*, 56(1), 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2013.05.009>
- Chen, P. Y., Hwang, G. J., Yeh, S. Y., Chen, Y. T., Chen, T. W., & Chien, C. H. (2021). Three decades of game-based learning in science and mathematics education: an integrated bibliometric analysis and systematic review. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00210-y>
- Chen, Y. L. (2016). The Effects of Virtual Reality Learning Environment on Student Cognitive and Linguistic Development. *Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 637–646. <https://doi.org/10.1007/s40299-016-0293-2>
- Gallagher, S. (2006). *How the body shapes the mind*. Oxford University Press.

- Garza, T., Huerta, M., Spies, T. G., Lara-Alecio, R., Irby, B. J., & Tong, F. (2018). Science Classroom Interactions and Academic Language Use with English Learners. *International Journal of Science and Mathematics Education, 16*(8), 1499–1519. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9855-x>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning, 7*, 75–83.
- Khan, A., Ahmad, F. H., & Malik, M. M. (2017). Use of digital game based learning and gamification in secondary school science: The effect on student engagement, learning and gender difference. *Education and Information Technologies, 22*(6), 2767–2804. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9622-1>
- Krath, J., Schürmann, L., & von Korfflesch, H. F. O. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106963*
- Law, V., & Chen, C. H. (2016). Promoting science learning in game-based learning with question prompts and feedback. *Computers and Education. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.10.005*
- Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers and Education, 140*(December 2018), 103603. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603>
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2018). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality, 23*(4), 425–436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>
- Parong, J., & Mayer, R. (2018). Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology, January*, 1–15. <https://doi.org/10.1037/edu0000241>
- Ronimus, M., Eklund, K., Pesu, L., & Lyytinen, H. (2019). Supporting struggling readers with digital game-based learning. *Educational Technology Research and Development, 67*(3), 639–663. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09658-3>
- Tsai, F. H., Kinzer, C., Hung, K. H., Chen, C. L. A., & Hsu, I. Y. (2013). The importance and use of targeted content knowledge with scaffolding aid in educational simulation games. *Interactive Learning Environments, 21*(2), 116–128. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.705852>

Z世代的創「藝」教室：探討 GarageBand App 融入偏鄉國中藝術領域課程之 音樂創意自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮、心流經驗與持續意圖之研究

Generation Z's "Arts" Classroom: A Study on Music Creative Self-efficacy, Gameplay Interest, Gameplay Anxiety, Flow Experience and Continuance Intention of GarageBand App's Integration into Arts Field Curriculum in a Rural Junior High School

簡翊安¹，洪榮昭²

¹ 國立臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班

² 國立臺灣師範大學工業教育學系

³ 國立臺灣師範大學工業教育學系

yianchien0925@gmail.com

【摘要】 遊戲式應用程式能否成為豐富用戶體驗音樂學習的一種手段呢？在本文中，提出並討論、實施「GarageBand 應用程式」遊戲，讓參與者投入音樂內容之創作。為了瞭解應用 GarageBand 應用程式的有效性，本研究探討了音樂創意自我效能(MCSE)、遊戲興趣、遊戲焦慮、心流經驗和持續創作音樂內容的意圖(CICMC)之間的相關性。GarageBand 應用程式實踐後，收集到 63 個有效數據進行結構方程模式分析，結果表明：MCSE 與遊戲興趣正相關，與遊戲焦慮負相關；心流經驗可以被遊戲興趣正向預測，但遊戲焦慮與之負向預測；心流經驗與 CICMC 正相關。

【關鍵字】 音樂創意自我效能；遊戲興趣；遊戲焦慮；心流經驗；GarageBand

Abstract: What if App games were the means to enrich the experience of users in a real music learning? In this paper, a framework is presented that allows the implementation of "GarageBand App" game that participants' creating music contents. To understand the effectiveness of applying GarageBand App, this study explored the correlation among music creative self-efficacy (MCSE), gameplay interest, gameplay anxiety, flow experience, and continuance intention to create music contents (CICMC). There 63 valid data were collected for structural equation modeling, the results showed that MCSE is positively related to learning interest, but negatively related to gameplay anxiety; flow experience can be positively predicted by gameplay interest, but negatively predicted by gameplay anxiety; flow experience is positively related to CICMC.

Keywords: creative self-efficacy, gameplay interest, gameplay anxiety, flow experience, GarageBand

1. 前言

隨著全世界科技的爆炸性發展，影響了人類日常生活、商業發展與社會結構等方方面面，而無線網路通訊、手持行動裝置等技術的進步更為教育領域開啟嶄新的一頁(Buabeng-Andoh, 2021)，更因智慧型手機和平板電腦等行動載具的便攜性，學習者對其使用大大增加，越來越多行動裝置應用程式(mobile application, apps)已被研發，極為顯著地改變人們的學習方式(Alshurideh, Al Kurdi, Salloum, Arpaci, & Al-Emran, 2020)。「行動學習(mobile learning, m-learning)」是新興的學習模式，是數位學習(e-learning)的子集(Basak, Wotto, & Bélanger, 2018)，

藉由操作智慧型手機、平板等可攜式行動載具，讓學習者能在無時間、空間限制的情況下學習，促進教學者與學習者能有效地雙向互動(Zayim & Ozel, 2015)，亦同時增加其學習意圖與學習成效(Liu, Shao, Liu, & Zhao, 2021)。國外學者 Alshurideh 等人(2020)與 Hoi 指出(2020)，因其便利性、操作彈性，結合行動載具技術與在線學習的行動學習模式正在成為教師與學生之間的必不可少的教育實踐。

聯合國教育科學文化組織(UNESCO)於 2013 年發布行動學習相關文件(Policy Guidelines For Mobile Learning)與 2015 年發表《仁川宣言》中皆提及行動載具、教育資通訊化的必要性，能有效提升學習機會、實現無歧視的教育。

GarageBand App 為美國蘋果公司(Apple)編寫的內建數位音樂創作軟體，於蘋果電腦、iPhone 手機、iPad 平板上皆能自由創作，其特性為易於上手、易於操作且內建中西觸控樂器、變聲錄音器與上千個樣本循環樂段(loop)，教學者能藉此應用程式教導音樂三要素—節奏、曲調、和聲，並引導學生轉化知識、動手實作，進而創作。

台灣在教學場域上行動學習的發展時間雖不長，但至今已累積相當數量的相關研究(廖遠光、陳政煥、楊永慈，2020)，國外的研究證實學習者在行動學習融入領域學科中能提高學習興趣、具備優於傳統講述法教學之學習表現(Çebi & Güyer, 2020)；過去有關行動學習的研究多著墨於融入考試科目之學生學習、學業成就之關係情形，或行動學習融入各領域科目之課室教學應用與觀察，抑或探討影響行動學習對學生學習之因素，目前研究極少分析偏鄉國中藝術領域課程行動學習歷程之研究，故引起本研究之研究動機。

2. 研究假設

為了提升學習者之專注力與遊戲興趣，教師除了必須精熟掌握學習材料、學習方法、學習模式和善用與教學主題相關之媒體外，教師還必須具備專業且多元的八種教學技巧，如：提問技巧、增強技巧、設計與較乏味主題相關之多變教學活動、口語表達解釋技巧、課前引導與課後總結之技巧、引導小組討論之技巧、班級經營技巧、小組或差異化教學技巧(Gultom, Hutauruk, & Ginting, 2020)。是故，本研究擬分析學習者音樂創意自我效能與遊戲興趣之關係情形，假設學習者音樂創意自我效能愈高，即能具備愈高的學習興趣，以達成創作 GarageBand App 作品，故提出本研究假設一：

H1：音樂創意自我效能與遊戲興趣有顯著相關。

本研究藉由 GarageBand App 融入學習的多媒體學習環境，由聲音、圖片、操作介面輔助音樂創作，給予學習者一個提升理解力的潛在強大場所(Mayer & Moreno, 2002)。多媒體學習認知理論(Mayer, 2005)借鑒了雙重編碼理論、認知負荷理論與建構主義學習理論，發現當學習者同時接觸到文字和圖片等多項元素，而非單純文字時，學習者能獲得更深層次的理解，且當學習者的視覺工作記憶、語言工作記憶在未超過認知負荷的狀態下，學習者能更深入地學習。是故本研究將探討 GarageBand App 多媒體融入的創作教學方式與學習過程中遊戲焦慮對學習者的影響，並探討音樂創意自我效能與創作遊戲焦慮之間的關係，提出本研究假設二：

H2：音樂創意自我效能與遊戲焦慮有顯著相關。

國外研究指出科技融入的學習任務確實能喚起心流經驗(Hamari & Koivisto, 2014)，並有可能影響接續的學習成果(Hung, Sun, & Yu, 2015)。此外，除了學習者具備之技能外，學習者之主觀感知也是其一潛在變量，Lee 等人(2018)的研究指出，當使用者對裝置系統之操作控制力與面對挑戰之際能力愈高，他們的體驗就會愈愉快；Huang 等人(2017)的研究主張，學習者主觀感知的技能與感知的挑戰會影響心流經驗。本研究認為，在行動學習實作課程的學習者中存在著技能與學習挑戰之間的平衡，如果學習者對課程具備相當的遊戲興趣，在操

作 GarageBand App 時達到技能與挑戰間的平衡，其可以體驗到完全參與的感覺，故提出本研究假設三與本研究假設四：

H3：遊戲興趣與心流經驗有顯著相關。

H4：遊戲焦慮與心流經驗有顯著相關。

無論在業界或教育領域，期望確認理論(Expectation Confirmation Theory, ECT)、科技接受模型(Technology Acceptance Model, TAM)與資訊系統持續使用(Information Systems Continuance, IS continuance)是研究者最常採用以解釋科技融入之持續意圖之三大理論(Yan, Filieri, & Gorton, 2021)。期望確認理論(ECT)意指個人的期望與實際表現績效有關之一致性看法，顯著影響個人的滿意度(satisfaction, SAT)與感知有用性(perceived usefulness, PT)(Al-Emran, Arpaci, & Salloum, 2020)；科技接受模型(TAM)解釋了科技技術若出現於教育機構中，學習者個人會接受它，是一個相當強大的研究模型，而學習者個人信念的外部因素驗證是由 TAM 模型中其一固定目標所衡量(Al-Marouf & Al-Emran, 2018)，如果學習者認為技術系統是易於使用且有用的，學習者將會對行動學習產生積極的態度與持續意圖(Yan et al., 2021)。本研究認為，學習者若能在 GarageBand App 融入之數位創作課程中，獲得愉快、樂於參與其中的心流經驗時，能於學習上具備持續意圖，故提出本研究假設五：

H5：心流經驗與持續意圖有顯著相關。

3. 研究模式

本研究根據研究動機、目的與相關文獻及學生操作 GarageBand App 創作系列課程，於三堂系列課程中，每節發放一次紙本問卷量表調查與蒐集相關資料，以瞭解音樂創意自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮、心流經驗與持續意圖之關係。

綜合文獻探討與研究實證支持，提出五項研究假設，建構以下研究模式，如圖 1 所示。

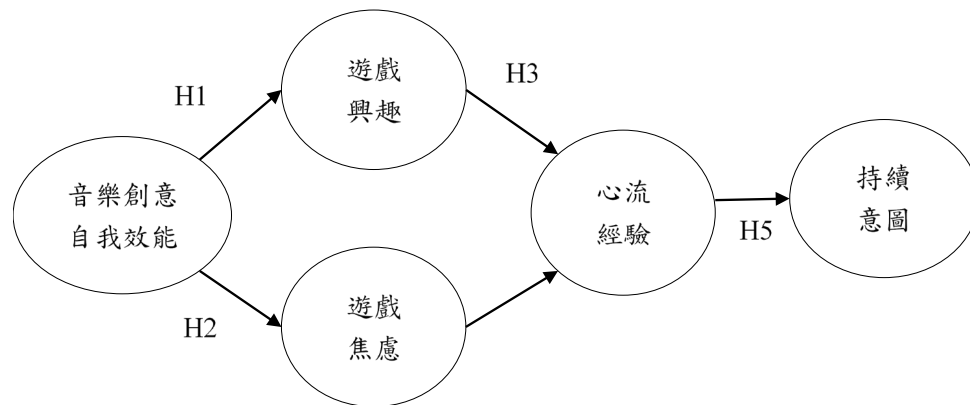


圖 1 研究模式

4. 研究設計

4.1. 研究工具—App 應用程式介紹

GarageBand 是一款由蘋果公司(Apple Inc.)出品的簡易音樂編曲創作應用程式(app)，內建於蘋果電腦、iPhone 或 iPad 裝置設備，使用者能藉由此應用程式認識各式各樣樂器之音色，也能進行音樂創作、編曲與錄音等功能。在藝術領域教學上，提供教師以更便利的方式介紹音樂三要素—節奏、曲調旋律、和聲，以及樂器音色等，讓數位音樂創作教學更方便進行。

使用者能善用內建之「觸碰式樂器」來彈奏鍵盤、鼓組、吉他、弦樂器、國樂器等，簡易創作出多層次的原創聲音作品。首先，使用者可先傾聽內建之「即時循環樂段(loop)」，經感受樂器配器、調整速度節拍、排列組合後，即興創作。如圖 2 所示。



圖 2 應用程式圖示、觸碰式樂器與操作介面

使用者能創作多種不同音色的音軌。除了以觸碰式樂器、錄製聲音的創作外，也能善用內建「聲音資料庫」中上千個循環樂段(loop)、聲音套件，進行個人編曲設計後。如圖 3 所示。



圖 3 音軌創作介面與聲音資料庫

4.2. 研究實施步驟與參與者

本研究總體課程共三堂課，研究參與者為 Z 世代下新竹縣偏遠地區某國民中學七年級學生，以分組進行(每組二至三人)。教學實驗為期三周，以學校平板中 GarageBand App 的創作教學為主。教學三步驟為：先進行 App 操作與小組創作，再進行小組呈現，最後發放匿名問卷。填答班級數共 3 班，男性 28 位(佔 43.1%)，女性 37 位(佔 56.9%)，合計共 65 位。經剔除問卷部分不完整填答與偏離值，有效的研究參與者為 63 位，有效回收率為 96.9%。

4.3. 測量問卷

本研究之問卷內容係參考 Hong 等人(2021)研究之問卷所改編，改編的問卷皆經過信、效度之重新驗證，構面分為音樂創意自我效能、遊戲興趣、遊戲焦慮、心流經驗與持續意圖五個構面，合計 25 題。作答方式係使用 Likert 五點量表計算分數，「1」表示非常不同意，「5」非常同意，共計五個選項，問卷前言明文表達，請研究參與者依自身學習狀況如實完成填答。

5. 研究工具

5.1. 項目分析

本研究由因素負荷量(factor loading, FL)來驗證研究資料，以確定各個構面之間的相互關係。根據 Hair 等人(2021)所建議，FL 值應超過.50 方合乎標準，故低於此建議數值的構面題項則須予以刪除。經本研究以此標準進行驗證、刪題後，結果如下：音樂創意自我效能構面由 5 題刪為 4 題，遊戲興趣 6 題、遊戲焦慮 5 題、心流經驗 5 題與持續意圖 5 題皆合乎標準。

5.2. 信度與效度分析

本研究經由 Cronbach's α 與組合信度(composite reliability, CR)進行信度複檢，以確保良好的信度水平。根據 Hair 等人(2021)標準，Cronbach's α 與 CR 值大於.60 則視為可接受標準。本研究 Cronbach's α 值介於.64~.76，CR 值介於.77~.84，符合建議標準，如表 1 所示。

本研究經由 FL 值與平均變異數抽取量(average variance extracted, AVE)值，驗證各構面之收斂效度。Hair 等人(2021)指出 FL 值應超過.50 方合乎標準，本研究之音樂創意自我效能(MCSE)介於.58~.82，遊戲興趣介於.47~.77，遊戲焦慮介於.62~.79，心流經驗介於.60~.85，

持續意圖(CICMC)介於.56~.72；遊戲興趣構面有一題項低於.50，但趨近.47，尚在可接受範圍內。根據 Ab-Hamid 等人(2017)所建議 AVE 值進行驗證，經Smart PLS 系統檢驗後顯示，本研究結果之 AVE 值介於.39~.52，根據學者提出若 AVE 趨近.40 或介於.40~.50、CR 值同時高於.60，則該構面收斂有效性仍足夠，故本研究各個構面具備效度。如表 1 所示。

表 1 題項之信度與效度分析

	MCSE	遊戲興趣	遊戲焦慮	心流經驗	CICMC
<i>M</i>	3.58	3.70	3.18	3.40	3.68
<i>SD</i>	.73	.64	.84	.81	.61
Cronbach's α	.67	.71	.76	.75	.64
CR	.80	.79	.84	.83	.77
AVE	.51	.39	.52	.50	.40
FL	.58~.77	.47~.77	.62~.79	.60~.85	.56~.72

5.3. 構面區別效度分析

根據 Zainudin(2015)指出，每一構面 AVE 開根號數值必須超過其他同一列的構面的皮爾森相關係數值，即顯示其具備良好的構面區別效度。本研究透過 SPSS 23 系統檢驗，將各個構面平均值進行相關雙變異數分析，經檢驗結果顯示，皆具備良好的區別效度，如表 2 所示。

表 2 構面區別效度分析

	MCSE	遊戲興趣	遊戲焦慮	心流經驗	CICMC
1. MCSE	(.711)				
2. 遊戲興趣	.475**	(.624)			
3. 遊戲焦慮	.248	.094	(.718)		
4. 心流經驗	.454**	.452**	.364	(.708)	
6. CICMC	.436**	.520***	.225	.548***	(.636)

6. 研究結果之路徑分析

本研究進行 PLS 結構方程模式分析驗證，研究結果如下：設立之五項研究假設皆成立，MCSE 對於遊戲興趣有顯著相關 ($\beta = 0.585^{***}$, $t = 7.613$, $p < .001$)，MCSE 對於遊戲焦慮有顯著相關 ($\beta = 0.258^*$, $t = 2.122$, $p < .05$)，遊戲興趣對於心流經驗有顯著相關 ($\beta = 0.549^{***}$, $t = 6.144$, $p < .001$)，遊戲焦慮對於心流經驗有顯著相關 ($\beta = 0.238^*$, $t = 2.160$, $p < .05$)，心流經驗對於 CICMC 有顯著相關 ($\beta = .608^{***}$, $t = 7.843$, $p < .001$)。以解釋力而言，遊戲興趣為 34.3%，遊戲焦慮為 6.6%，心流經驗為 40.9%，CICMC 為 36.9%。如圖 4 所示。

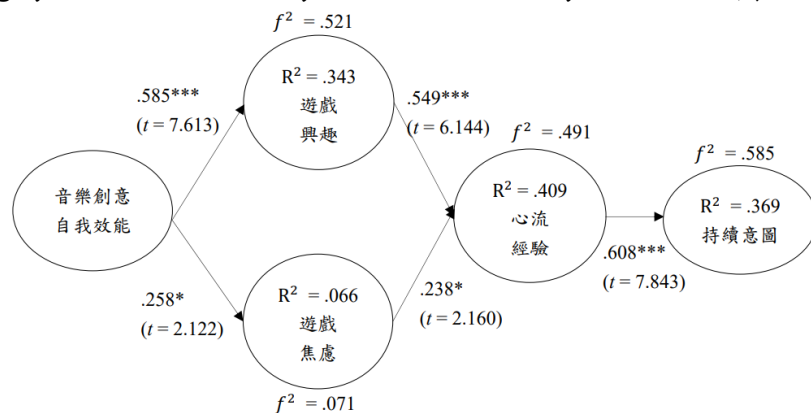


圖 4 研究模式驗證

7. 研究討論

本研究藉由 GarageBand App 融入偏鄉國中藝術領域課程，驗證偏鄉國中生之 MCSE、遊戲興趣、遊戲焦慮、心流經驗、CICMC，將整體研究結果推論後，得到以下初步結論：

7.1. 音樂創意自我效能與遊戲興趣有顯著相關

本研究統計分析的結果顯示，音樂創意自我效能與遊戲興趣有顯著相關，呈現正相關。當自我效能愈高，學習者的學習興趣亦愈高。Odede(2021)的研究指出，學習者對行動學習有積極的看法，對使用行動學習有相當的信心，促進較高的興趣；Nuutila 等人(2021)認為，興趣與自我效能之間呈正相關，興趣、自我效能與個體感知難度的水平和變化相互關聯，在學習任務中，若學習者之興趣和自我效能下降，感知的難度會增加，而能從其變化中預測其任務表現。因此自我效能愈高，學習者主觀認定自己能以所學的學習技能，克服困難、成功達成學習任務之挑戰，興趣也隨之愈高。

7.2. 音樂創意自我效能與遊戲焦慮有顯著相關

本研究統計分析的結果顯示，音樂創意自我效能與遊戲焦慮有顯著相關，呈現正相關。Croy 等人(2020)的研究指出，適當的教學法(如：翻轉教育)可以對抗因學習焦慮誘發的影響，以保持學習者之自我效能，在適當焦慮且焦慮無法避免的情況下，合適教學法會發展學習者信心、技能能力、持久性與信念強度。Hong 等人(2021)的研究指出，遊戲焦慮與探索性學習沒有顯著關係，即使學習者在過程中具有焦慮，也可視為一種激勵的心理狀態。因此，透過縝密規劃的教學設計、具學習意義的數位媒材與正向和諧的師生互動、班級經營，學習者即便處於焦慮中，仍能維持或促進相當的自我效能。

7.3. 遊戲興趣與心流經驗有顯著相關

本研究統計分析的結果顯示，遊戲興趣與心流經驗有顯著相關，呈現正相關。Dan(2021)的研究指出，作為興趣的一種狀態，心流經驗在興趣轉化成創造力的過程中，成為中介變項的影響，當學習任務具有明確的目標與清楚愉快的回饋，興趣與心流經驗之間互有相關。Pozas 等人(2018)認為，興趣與心流經驗皆被認為是能促進學習和積極影像表現績效的關鍵特徵，而興趣是心流經驗的前提條件。

7.4. 遊戲焦慮與心流經驗有顯著相關

本研究統計分析的結果顯示，遊戲焦慮與心流經驗有顯著相關，呈現正相關。以腦科學而言，Pfurtscheller 等人(2021)指出，人腦具備能自動調節、處理資訊流負荷之焦慮之機制。Kirchner 等人(2008)認為，焦慮與心流經驗能同時存在的，而創造促進心流經驗的學習條件是減輕焦慮的有用策略。因此，當學習任務能促進心流經驗時，能有效降低學習焦慮。此外，根據心流理論，適當難度的學習挑戰是促使焦慮或心流經驗的關鍵，若學習任務過於簡單，參與者將感到無聊、無感，而若學習挑戰過於困難、超越其認知負荷，參與者則感到焦慮。

7.5. 心流經驗與持續意圖有顯著相關

本研究統計分析的結果顯示，心流經驗與持續意圖有顯著相關，呈現正相關。Goh 與 Yang 的研究分析(2021)顯示，心流經驗對於數位科技參與、數位學習系統之持續性具有直接積極的影響，但隨著數位學習參與比例之增加，心流經驗對系統的直接影響卻減弱，這雙重的影響證實著教師必須審慎平衡如何提高心流經驗之教學決策，以藉由融入數位學習的課程能產生正向積極的學習效果，以及維持學習者的持續意圖。

8. 結論與建議

本研究顯示音樂創意自我效能愈高者，同時遊戲興趣亦愈高，在數位創作編曲過程面對挑戰時，產生遊戲焦慮，進而更專注其中、克服困難，達成挑戰，因此遊戲焦慮不全然為負面概念，適當的焦慮能激發學習者的參與度、專注力與學習技能應用。再者，音樂創意自我

效能也影響著遊戲興趣、遊戲焦慮，在探索行動載具 GarageBand App 操作創作的過程中，操作困難、嘗試學習、掌握訣竅後得到成就感，釋放壓力與焦慮感，可使心流經驗增強。最終，過程中產生愉快的心流經驗正向影響學習者的持續意圖，有動力繼續參與行動學習。

本研究因研究時間有限，且收集之樣本數不足，彼此間存在先備能力較為懸殊的個體差異，且偏鄉地區環境與風土民情迥異，無法代表所有偏鄉地區國民中學學生之學習狀況，實為缺憾。另本研究採取量化研究測量，領域科目課程中較無實質禮品之誘因，但學生個人亦可能受當下情緒、小組互動、或其他影響導致填答不實，故研究仍有所限制。

參考文獻

- 廖遠光、陳政煥、楊永慈 (2020)。行動學習對臺灣學生學業成就影響之後設分析。 *當代教育研究季刊*, 28(3), 67-102。
- Ab-Hamid, M. R., Sami, W., & Sidek, M. M. (2017). Discriminant validity assessment: Use of Fornell & Larcker criterion versus HTMT criterion. *Journal of Physics: Conference Series*, 890(1). IOP Publishing.
- Al-Emran, M., Arpaci, I., & Salloum, S. A. (2020). An empirical examination of continuous intention to use m-learning: An integrated model. *Education and Information Technologies*, 25(4), 2899-2918.
- Alshurideh, M., Al Kurdi, B., Salloum, S. A., Arpaci, I., & Al-Emran, M. (2020). Predicting the actual use of m-learning systems: a comparative approach using PLS-SEM and machine learning algorithms. *Interactive Learning Environments*, 1-15. DOI: 10.1080/10494820.2020.1826982
- Basak, S. K., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 15(4), 191-216.
- Buabeng-Andoh, C. (2021). Exploring university students' intention to use mobile learning: A research model approach. *Education and Information Technologies*, 26(1), 241-256.
- Çebi, A., & Güyer, T. (2020). Students' interaction patterns in different online learning activities and their relationship with motivation, self-regulated learning strategy and learning performance. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3975-3993.
- Croy, G., Garvey, L., Willetts, G., Wheelahan, J., & Hood, K. (2020). Anxiety, flipped approach and self-efficacy: Exploring nursing student outcomes. *Nurse Education Today*, 93, 104534.
- Dan, Y. (2021). Examining the relationships between learning interest, flow, and creativity. *School Psychology International*, 42(2), 157-169.
- Goh, T. T., & Yang, B. (2021). The role of e-engagement and flow on the continuance with a learning management system in a blended learning environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-23.
- Gultom, S., Hutauruk, A. F., & Ginting, A. M. (2020). Teaching skills of teacher in increasing student learning interest. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 3(3), 1564-1569.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) Using R: A workbook*.
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2014). Measuring flow in gamification: Dispositional flow Scale-2. *Computers in Human Behavior*, 40, 133-143.

- Hoi, V. N. (2020). Understanding higher education learners' acceptance and use of mobile devices for language learning: A Rasch-based path modeling approach. *Computers & Education, 146*.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Chen, M. S., & Tai, K. H. (2021). Explorative and Exploitative Learning Affected by Extraneous Cognitive Load and Gameplay Anxiety in a Gestalt Perception Game. *Journal of Educational Computing Research, 59*(2), 209-229.
- Hung, C., Sun, J. C., & P. Yu. (2015). The benefits of a challenge: Student motivation and flow experience in tablet-PC-game-based learning. *Interactive Learning Environments, 23*(2), 172-190.
- Kirchner, J. M., Bloom, A. J., & Skutnick-Henley, P. (2008). The relationship between performance anxiety and flow. *Medical Problems of Performing Artists, 23*(2), 59-65.
- Lee, C. H., Chiang, H. S., & Hsiao, K. L. (2018). What drives stickiness in location-based AR games? An examination of flow and satisfaction. *Telematics and Informatics, 35*(7), 1958-1970.
- Liu, H., Shao, M., Liu, X., & Zhao, L. (2021). Exploring the influential factors on readers' continuance intentions of E-Book APPs: personalization, usefulness, playfulness, and satisfaction. *Frontiers in Psychology, 12*, 262.
- Mayer, R.E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction, 12*(1), 107-119.
- Nuutila, K., Tapola, A., Tuominen, H., Molnár, G., & Niemivirta, M. (2021). Mutual relationships between the levels of and changes in interest, self-efficacy, and perceived difficulty during task engagement. *Learning and Individual Differences, 92*, 102090.
- Odede, I. (2021). An assessment of students' perception and self-efficacy towards mobile learning: A case of University of Zululand. *South African Journal of Information Management, 23*(1), 1-8.
- Pfurtscheller, G., Blinowska, K. J., Kaminski, M., Schwerdtfeger, A. R., Ressler, B., Schwarz, G., & Klimesch, W. (2021). Processing of fMRI-related anxiety and bi-directional information flow between prefrontal cortex and brain stem. *Scientific reports, 11*(1), 1-10.
- Pozas, M., Löffler, P., Schnotz, W., & Kauertz, A. (2018). Flow, the mediating/missing link? A mediation analysis of interest, flow and performance. *Wie Menschen wachsen-Positiv-Psychologische Entwicklung von Individuum, Organisation und Gesellschaft, 61-72*.
- Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics, 9*(1), 4-11.
- Yan, M., Filieri, R., & Gorton, M. (2021). Continuance intention of online technologies: A systematic literature review. *International Journal of Information Management, 58*, 102315.
- Zainudin, A. (2015). *SEM made simple: A gentle approach to learning structural equation modeling*. MPWS Rich Publication Sdn. Bhd.
- Zayim, N., & Ozel, D. (2015). Factors affecting nursing students' readiness and perceptions toward the use of mobile technologies for learning. *Computers, Informatics, Nursing, 33*(10), 456-464.

后疫情时代大学生的自我调整学习现状分析

Analysis of the self-adjusting learning status of college students in the post-epidemic era

赵梓竣

泰国博仁大学

tomtinton@tom.com

【摘要】 疫情的出现以及常态化防控的发展，客观上促使大学生的学习环境由线下转为线上，再由线上转为线下（李普聪，2021）。重新处于线下学习环境中的大学生，学习习惯、学习方法等方面的变化一定程度上对其线下自我调整学习产生影响。本研究中，笔者采用问卷调查法和数据分析法，研究后疫情时代大学生线下学习的现状。

【关键词】 后疫情时代；大学生；线下学习环境；自我调整学习

Abstract: *The emergence of COVID-19 and the development of normalized prevention and control have objectively pushed the learning environment of college students to change from offline to online, and then from online to offline. For college students who are in the offline learning environment again, changes in study habits and learning methods have an impact on their offline learning efficiency to a certain extent. In this study, the author adopts the questionnaire survey method and data analysis method to study the current situation of offline learning of college students in the post-epidemic era.*

Keywords: post-epidemic era; college students; offline learning environment; Self-adjusting learning

1. 前言

2019 年末 2020 年初，突如其来的新冠疫情给我们的生活带来了极大的变化。面临新的疫情挑战，教育部颁布了《关于在疫情防控期间做好普通高等学校在线教学组织与管理工作的指导意见》，提出了“停课不停学”的政策意见，促使大学生的学习环境由线下转为线上，开展了网络在线学习模式（鲍蕊，2021）。

由于全球新冠疫情的肆虐，疫情并没有随着时间的流逝而消失，而是进入到与人类共存、此起彼伏的状态，自此，社会步入了后疫情时代（周淑红，2021）。在这一时代背景中，大学生的网络学习的上课模式也随着疫情的好转而有所改变，学习环境由线上转向线下。同时，在这段时间内，为了适应不同的学习环境，大学生通过学习习惯、学习方式、学习策略等方面的调整来适应新的学习环境，进而逐步提升自身的自我调整学习能力（蔡红红，2021）。

已有研究表明，外部学习环境的变化，一定程度上对学生的学习习惯、自我调整学习等方面产生影响（鲍威，2021）。在后疫情时代，了解大学生的线下学习习惯、线下自我调整学习有助于进一步分析后疫情时代大学生线下学习习惯、线下学习能力方面的问题，从而针对性的提出后疫情时代如何利用线下教学模式有效推动学生线下自我调整学习提升的策略。

1.1. 后疫情时代

目前，学术圈没有形成比较统一、准确以及权威性的解释定义“后疫情时代”。百度百科将“后疫情时代”定义为：新冠疫情过去后的时代。本研究的“后疫情时代”的名词解释为：在我国“动态清零”以及其他国家“新冠共存”政策下，人类将步入与新冠疫情共生，经济、社会、生活各个领域深受疫情影响的时代。

1.2. 线下学习环境

学习环境是指推动学习者发展以及成长的各种支持性条件的集合，尤其是推动学习者高阶思维与能力发展而打造的学习空间（塔卫刚，2018）。本研究的线下学习环境是指在后疫情时代，学生由线上的学习空间转移到线下渠道的学习空间，主要是指在线下进行学习的学习空间。

1.3. 自我调整学习

自我调整学习是学习者基于自我调整学习提升、学习目标实现背景下，主动地运用已有经验和知识，对自我的学习动机、学习行为、学习策略等各个影响学习效果因素进行调整的过程。

2. 研究设计

2.1. 研究对象

本次问卷调查对象为经历过疫情线上学习环境，现处于后疫情时代线下学习环境的大学学生。通过校园网，在笔者所在学校通过线上问卷调查的方式随机发放问卷 303 份，基于方便抽样的方式选择问卷调查对象，具体结果如下：

本次问卷调查共发放 303 份数据，有效回收 303 份，有效率 100%。其中，男生 164 份，占比 54.1%，女生 139 份，占比 45.9%，基本符合方便抽样原则。调查样本中，大一学生 85 名，占比 28.1%；大二 106 名，占比 35%；大三 68 名，占比 22.4%；大四 44 名，占比 14.5%。

2.2. 问卷设计

本问卷参考了（Hong，2021）的线上自我调整学习量表，通过专业翻译，结合准确性的检验，结合笔者所在院校后疫情时代线下学习的具体情况，对问卷的维度、结构以及题目进行了优化设计本问卷分为了“认知领域”“情感领域”“时间领域”“求助资源领域”“任务领域”“线下学习的自我效能”6 个维度。“认知领域”的范例问题如「重回线下学习后，现在我会先了解学习的分量，设定学习目标」，情感领域的范例问题如「重回线下领域后，我回重新调整自己的心情不要影响上课」，任务领域的范例问题如「重回线下学习后，为了避免注意力不集中影响学习的情况，我会早睡早起」，时间领域的范例问题如「重回线下学习后，现在我会每天规划自己的时间」，求助资源领域的范例问题如「重回线下学习后，现在我会向他人请教问题」，线下学习的自我效能领域的范例问题如“重回线下学习后，只要努力，我就有办法理解学习内容”等。

《线下学习氛围对自我调整学习的影响因素》的问卷主要分为基本资料、量表两部分。量表采用李克特五级量表的设计方式，选项由非常不同意到非常同意，分别按照 1-5 的分值计分。

2.3. 研究工具

本次问卷主要采用 SPSS 软件进行问卷数据的分析和处理。

2.4. 资料的处理与分析

2.4.1. 信度检验

本研究采用 SPSS26.0 软件实现可靠性检验，针对 24 道问卷题目以及整个问卷的信度进行调查。根据 SPSS26.0 软件的可靠性检验得出：第一题到第二十题的克隆巴赫系数 $\alpha=0.987$ ，整个量表的克隆巴赫系数 $\alpha=0.987$ ，二者均大于 0.8。结合统计学分析，克隆巴赫系数 α 取值范围为 0-1 之间， α 越靠近 1，问卷信度越好，本问卷各个题项以及整个问卷的 α 均为 0.987，靠近 1，说明本问卷有着良好的信度，符合调查要求。

2.4.2. 效度检验

表 1：问卷效度检验表

KMO 和巴特利特检验		
KMO 取样適切性量数。		0.992
巴特利特球形度检验	近似卡方	9103.305
	自由度	276
	显著性	.000

本调研使用 SPSS26.0 软件的探索性因子分析实现问卷的效度检验过程 KMO 值=0.992，显著性 p 值无限接近于 0 结合 KMO 的 0-1 之间的取值范围以及 p 值小于 0.05 的取值范围，可以发现本次问卷效度良好，问卷可靠。

3. 研究结果的分析与讨论

3.1. 后疫情时代大学生线下自我调整学习的自我认知

第一，在大学生线下学习环境的认知领域维度的调查过程中，笔者以“重回线下后学习份量分析与学习目标规划意识的认知”作为调查问卷，有 13.2% 的学生选择了“非常不同意”，15.8% 的学生选择了“不同意”，选择“同意”和“非常同意”的学生占比总共为 57.4%。由此可见，由线上学习转变为线下学习环境后，仍然有约 30% 的大学生在下学习过程缺乏学习份量的提前了解和分析，进而进行学习目标设定的规划意识。

第二，关于“认知维度”的“重回线下后，学生不理解内容的整理以及课堂提问”的认知调查方面，13.5% 的学生选择“非常不同意”，15.8% 的学生选择“不同意”，15.5% 的学生选择“普通”，25.7% 的选择选择“同意”，29.4% 的学生选择“非常同意”。由此可见，重回线下学习后，仍然有 29.3% 的学生不能够提前整理不理解的内容并在课堂中加以提问。

第三，关于“认知维度”的“重回线下后，现在我会反复看重要的内容，直到了解”的认知调查方面，30% 的学生选择“同意”，27.7% 的学生选择“非常同意”，13.9% 的学生选择“非常不同意”，16.8% 的学生选择“不同意”。可见，有 57.7% 的学生在重回线下学习后，具备着重要知识与内容重复观看学习的主动意识。

第四，在“重回线下学习后，对于不熟悉的内容主动多复习几遍”的问卷调查中，30.7% 的学生选择“同意”，28.1% 的学生选择“非常同意”，可见有 58.8% 的学生具备主动复习不熟悉知识与内容的意识。同时，有约 29.1% 的学生不具备这一主动意识。

由以上分析可知，后疫情时代学生在线下学习环境中自身在学习方面的认知水平有了大幅度的提升。

表 2：认知领域

题目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
Q1 重回线下学习后，现在我会先了解要学习的份量，设定学习目标。	13.2%	15.8%	13.5%	27.4%	30.1%
Q2 重回线下学习后，现在我会先找出不理解的内容，设法在上课提问。	13.5%	15.8%	15.5%	25.7%	29.4%
Q3 重回线下学习后，现在我会反复看重要的内容，直到了解。	13.9%	16.8%	11.6%	30%	27.7%
Q4 重回线下学习后，现在我会对不熟悉的内容多复习几遍。	11.6%	17.5%	12.2%	30.7%	28.1%

3.2. 后疫情时代大学生线下学习情况的情感表现

第一，在情感领域的“重回线下学习后，喜欢先阅读该课范围，以避免听不懂而焦虑”的问卷调查中，28.7% 的学生选择“同意”，28.1% 的学生选择“非常同意”，约 56.8% 的学生在重回线

下学习后，具备提前阅读和预习知识与学习范围的兴趣与习惯。

第二，在情感领域的“重回线下学习后，会调整自己的心情不要影响上课”的问卷调查中，31.7%的学生选择“同意”，23.8%的学生选择“非常同意”，说明有 55.5%的学生在重回线下学习环境后，具备在课前自我调节心情、更好地迎接课程学习的能力。

第三，在情感领域的“重回线下学习环境后，老师问问题时认真回答”的问卷调查中，29.4%的学生选择“同意”，28.7%的学生选择“非常同意”，说明在重回线下学习后，有 58.1%的学生在老师提问的过程中，保持认真回应的态度，只有 28.4%的学生在这一方面需要进一步改善。

由以上分析可知，后疫情时代学生重回线下学习环境后学习的情感表现有了明显的发展。

表 3：情感领域

题目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
Q5 重回线下学习后，现在我喜欢先阅读该课的范围，以避免上课听不懂而焦虑。	12.9%	14.2%	16.2%	28.7%	28.1%
Q6 重回线下学习后，现在我会调整自己的心情不要影响上课。	12.9%	15.8%	15.8%	31.7%	23.8%
Q7 重回线下学习后，现在老师问我问题时，我会认真回应。	12.2%	16.2%	13.5%	29.4%	28.7%

3.3. 后疫情时代大学生线下学习完成任务的自我规划与调节能力

首先，在任务领域的“重回线下学习后，为了避免注意力不集中的问题，早睡早起保持精力”的问卷调查中，28.4%的学生选择“非常同意”，27.7%的学生选择“非常同意”。说明：在重回线下学习环境后，受访大学生群体中，有 56.1%的大学生能够保证每日作息规律，而且每日作息时间的规划能力得以显著提升。

其次，在任务领域的“重回线下学习后，根据实际学习效果调整学习方式”的问卷调查方面，24.8%的学生选择“同意”，29.7%的学生选择“非常同意”。说明：54.5%的学生在重回线下学习后，可以自我根据学习效果的情况调整合适的学习方式，学习调整能力有着显著的提升。

最后，在“重回线下学习后，调整学习环境避免不相关因素干扰”的问卷调查中，25.7%的学生选择“同意”，30.4%的学生选择“非常同意”，可知，在重回线下学习后，有 56.1%的学生可以自主的调整学习环境，避免不相关因素干扰到自身的学习。

综合以上分析可知，后疫情时代，在由线上学习重回线下学习后，学生在学习任务的引导下，作息时间保证注意力与精力、学习方式与学习环境的自我调节能力都有了明显的变化。

表 4：任务领域

题目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
Q8 重回线下学习后，现在我为了避免注意力不集中而忽略了某些重点，我会早睡早起保证自己的精力。	15.2%	14.5%	14.2%	28.4%	27.7%
Q9 重回线下学习后，现在我会依实际学习的效果调整学习方式，如一面上课一面做笔记。	10.6%	18.5%	16.5%	24.8%	29.7%
Q10 重回线下学习后，现在我会调整学习环境，以避免不相关因素干扰学习。（如上课时避开喜欢干扰我学习的学生）	14.5%	16.5%	12.9%	25.7%	30.4%

3.4. 后疫情时代大学生线下学习的时间规划能力

重回线上学习后，关于学生每日休息时间的规划的问卷调查中，27.7%的学生选择“同意”，28.1%的学生选择“非常同意”，可见，有 55.8%的大学生在下学习环境的学习过程中，能够自我规划每日休息时间在关于“重回线下学习后，大学生学习、作业自我设定的问卷调查结果显示，31%的学生选择“同意”，26.7%的学生选择“非常同意”，可知，在重回线下学习后，有 57.7%的大学生具备每日自我学习、作业时间的规划意识以及能力。在重回线下学习后，有 61.1%

的大学生能够自我规划专注于温习功课的时间的相关意识与能力。有 56.1%的大学生在自我学习时间的执行过程中，能够结合具体的情况，对自我的执行力进行自我反思与检讨。

结合“时间领域”的调查可知，在重回线下学习后，大学生的时间规划能力有着明显的好转。

表 5:时间领域

题目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
Q11 重回线下学习后，现在我会每天规划休息的时间。	15.2%	15.8%	13.2%	27.7%	28.1%
Q12 重回线下学习后，现在我会专门设定学习（作业等）的时间。	14.2%	16.2%	11.9%	31%	26.7%
Q13 重回线下学习后，现在我会设定可专注温习功课（如备考复习）的时间。	15.2%	13.9%	9.9%	31.7%	29.4%
Q14 重回线下学习后，现在我会检讨自己对于学习时间的执行力。	12.5%	18.5%	12.9%	27.4%	28.7%

3.5. 后疫情时代大学生寻求学习支持的主动性

在重回线下学习后，大学生会主动向他人请教疑难问题的问卷调查中，有 29.7%的学生选择“同意”，29.4%的学生选择非常同意。可见，重回线下学习后，有 59.1%的大学生在遇到疑难问题时，具备主动向他人寻求帮助、咨询建议的意识和行动。

在“重回线下学习后，学生会使用周遭可运用的资源增进自我调整学习”的问卷调查中，26.1%的学生选择“同意”，28.7%的学生选择“非常同意”。可见，在周边可利用的学习资源的挖掘与使用方面，有 54.8%的学生有着相应的主动意识与行为。

有 56.8%的学生在遇到课堂不了解知识的时候，具备主动请教他人的意识与行为。说明：重回线下学习后，学生课堂学习难题咨询方面的主动性有所提升。

在重回线下学习后，受访大学生群体中，有 57.4%的大学生具备主动向同学请教高效学习方式的意识与行为。可见线下学习环境下，大学生在请假高效学习方法的主动性方面也有所发展。

综合以上分析可知，重回线上学习环境后，学生的学习主动性有了显著的提升。

表 6：求知资源领域

题目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
Q15 重回线下学习后，现在我会向他人请教疑难问题。	16.2%	15.5%	9.2%	29.7%	29.4%
Q16 重回线下学习后，现在我会使用周遭可运用的资源（如图书馆等），增进自我调整学习。	13.9%	14.9%	16.5%	26.1%	28.7%
Q17 重回线下学习后，现在我会请教同学上课不了解的重点或问题。	12.9%	16.8%	13.5%	28.4%	28.4%
Q18 重回线下学习后，现在我会请教同学用何种方式，让学习更有效率。	10.9%	17.5%	14.2%	26.7%	30.2%

3.6. 后疫情时代大学生的自我学习效能

在重回线下学习后，受访大学生群体中，56.8%的大学生认为自己只要努力，就有办法理解学习内容。可见大学生在线下学习环境下，自身的学习对自身学习内容理解能力的自信心得以提升。有 61.7%的大学生认为自己有办法去理解新知识新问题，可见重回线下学习后，大学生的新知识新问题的理解能力与问题解决能力得以提升。55.2%的大学生表示在学习过程中遇到难题时，自己会主动想办法解决问题，说明学生的逃避意识有所降低，问题解决的主动能力有了大幅度提升。59.5%的大学生在遇到困难作业时，有办法去解决难题的自信心得以提升。可见，学生的学习问题解决能力自信心得以发展。69.4%的大学生在遇到难以理解的作业时，不是选择逃避，而是想办法去解决。说明学生逃避问题的情况有所改善。59.1%的大学

生能够从容解决学习中所遇到的难题。可见学生的难题解决能力得以提升。结合以上分析可知，后疫情时代，重回线下学习后，大学生群体的自我学习效能有了明显的提升。

由以上分析可知，重回线下学习环境后，大学生的自我学习效能取得了非常明显的进步与发展。

表 7：学习自我效能领域

题目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
Q19 重回线下学习后，只要努力，我就有办法理解学习的内容。	14.2%	16.2%	12.9%	36.3%	20.5%
Q20 重回线下学习后，现在我有办法自己去理解在学习中遇到新学习内容的问题	11.8%	17.2%	9.2%	30%	31.7%
Q21 重回线下学习后，碰到学习中的难以理解的内容，我会想办法克服。	17.8%	13.2%	13.9%	28.1%	27.1%
Q22 重回线下学习后，碰到难以完成的作业，我有信心找出对策。	11.9%	17.8%	10.9%	28.1%	31.4%
Q23 重回线下学习后，碰到在学习中难以理解的作业，我会有办法找出对策。	11.6%	18.8%	10.2%	30.7%	28.7%
Q24 重回线下学习后，现在我能从容的解决学习所遭遇的难题	13.5%	16.5%	10.9%	28.1%	31%

4. 结论与建议

综上所述，经由线上学习环境转向线下学习的后疫情时代，大学生在主动学习的自我认知、情感、时间规划能力、主动性、自我效能等方面有了明显的好转。但是，研究数据也表明，部分学生在认知、情感、任务、时间规划、求助资源、自我效能六大维度仍然存在显著问题。对于这部分学生而言，后疫情时代的线下学习环境中，其自身的学习认知、求知主动性、时间规划能力、自我效能感等方面的问题以及不足，将会进一步影响其自我调整学习和效果，不利于大学生在后疫情时代形成良好学习习惯，不利于提升自我调整学习目标的实现。因此，在后疫情时代，针对问卷所反馈的部分学生在线下学习环境中所体现的学习认知、情感表现、时间规划能力、学习主动性等各方面的的问题，我们需要更进一步的进行针对性的个体观察与访谈调查，坚持“以生为本”的教育理念，利用一切可利用的方法针对性的分析这部分群体的学习需求，从而从培养兴趣的角度着手，让学生对线下学习环境的某个要素产生兴趣，从而逐步激发学习热情，促使学生在实践中逐步掌握相关的技能，进而解决问题。

参考文献

- 王国芳 (2021)。学生线上与线下学习适应比较研究。《枣庄学院学报》，2021 (38)，99-105。
- 王彬、陈怡文、纪文露、周佳 (2021)。疫情期间高校线上教学状况及影响学习效果的因素分析——以滁州学院为例。《滁州学院学报》，2021 (23)，114-120+136。
- 李普聪、卢灵青、蒋娜 (2021) 在线学习在线教学模式下的学生学习效果评价研究——以“信号与系统”在线课程为例。《高等继续教育学报》，2021 (34)，54-60。
- 刘璐。新高考地理试卷分析及高中地理教学对策。青岛大学,2021。
- 刘鑫、张磊 (2021)。黑龙江省高校学生在线学习情况调查研究。《无线互联科技》，2021 (18)，37-138。
- 周淑红、和添艺、刘文会、祝婷婷 (2021)。疫情期间学生在线数学学习效果调查与研究。《成才之路》，2021 (31)，50-52。
- 高丽娟 (2021)。高职学生学习状况分析及对策研究。《产业与科技论坛》，2021 (20)，228-229。
- 塔卫刚。学习科学视野下学习环境设计研究。《现代教育技术》，2018,28(06)，5-10。
- 蔡红红 (2021)。教师在线教学准备与学生学习效果的关系探究——学习者控制与学业情绪

- 的中介作用。《华东师范大学学报(教育科学版)》，2021（39），27-37。
- 鲍威、陈得春、王婧（2021）。后疫情时代线上线下学习范式和教学成效的研究——基于线上线下高校学生调查数据的对比分析。《中国电化教育》，2021（06），7-14。
- 鲍蕊、陈柏材、王秋懿、杨蓉。疫情期间学生线上学习状态与效果分析——以《材料力学》课程学习为例。《高教学刊》，2021（13），36-41。
- Hong, J. C., Lee, Y. F., & Ye, J. H. (2021). Procrastination predicts online self-regulated learning and online learning ineffectiveness during the coronavirus lockdown. *Personality and Individual Differences, 174*(7), 110673. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.110673>
- Liu, X., He, W., Zhao, L., & Hong, J. C. (2021). Gender differences in self-regulated online learning during the COVID-19 Lockdown. *Frontiers in Psychology, 12*, 752131. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.752131>
- Matthew, T., Bryson, J. R. (2021) Combining proximate with online learning in real-time: ambidextrous teaching and pathways towards inclusion during COVID-19 restrictions and beyond. *Journal of Geography in Higher Education, 45*(3). <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1900085>
- Nam, T. (2021). Self-Regulation in E-Learning Environment. *Education Sciences, 11*(12), 785. <https://doi.org/10.3390/educsci11120785>
- Qian, Q. H., Yan, Y. Z., Xue, F., Lin, J., Zhang F. J., Zhao J. X. (2021) Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Learning Online: A Flipped Classroom Based on Micro-Learning Combined with Case-Based Learning in Undergraduate Medical Students. *Advances in medical education and practice, 12*. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S294980>

認知風格對學生在掌握世界數位遊戲之求知想像與學習成效之探討：

以國小高年級學生為例

Cognitive style Predicts Students' Gameplay Interest and Epistemic Imagination that Reflect Their Game Performance in "Master the World" Elementary School Senior Grade Students as a Moderator.

王如心¹

¹ 國立臺灣師範大學

* cynthia20833@gmail.com

【摘要】 本研究的目的是通過掌握世界數位遊戲來研究學生的學習效果。為了了解人與智慧型手機交互中如何影響學習效果，本研究探討了玩家的認知風格、遊戲焦慮、求知想像力和遊戲表現之間的相關性。問卷調查對象為參與本研究的 96 名國小高年級學生。此外，藏圖測試用於測試參與者的認知風格。透過回歸相關係數測試構面之間的相關性。結果顯示場地獨立者的水平越高，求知想像水平越高，但對預測遊戲焦慮沒有顯著性意義。遊戲性焦慮與遊戲表現呈負相關，但遊戲焦慮對於預測求知想像並不顯著。但是場地獨立者可以積極地預測遊戲表現。

【關鍵字】 認知風格；求知想像；焦慮；數位學習

Abstract: The purpose of this research is to study the learning effect of students through a App, named "Mastering the world". The present study explored the correlates between players' cognitive style, gameplay anxiety, epistemic imagination and game performance. Questionnaire was delivered to 96 students who were senior high students. Additionally, Embedded Figures Test was used to test participants' cognitive style. The hierarchical regression was applied to test the correlations among constructs. The results indicated that the higher level of field independent (FI) participants have, the higher level of epistemic imagination, but no significant to predict gameplay anxiety. Gameplay anxiety is negatively related to game performance, but epistemic imagination cannot be significantly predicted by gameplay anxiety. FI can positively predict game performance.

Keywords: cognitive style, imagination, anxiety, e-learning

1. 前言

近年來，數位科技的進步，資訊時代已到來，智慧型手機、平板等電子設備為生活帶來許多便利性，例如：購物、社交、娛樂、通訊等(莊秀敏、陳楊學 2016)。近兩年來，Covid-19 肆虐，使的許多學校、公司行號改為居家上班、上課的模式來進行線上辦公或線上學習。洪榮昭教授帶領的數位遊戲學習實驗室於 2016 年開發了掌握世界教育數位遊戲，洪榮昭教授(2016)表示，智慧型手機已融入人們的日常生活，家長平時使用頻率已很高，更難去禁止小孩使用，若能設計出一款能將生活常識、學科知識等斂於的數位遊戲 APP，使學童在遊戲過程中漸進式的學習，在遊戲 APP 中吸收豐富知識，搭配生動的畫面與互動機制，玩樂中學習，學習中玩樂。本研究目的在探討掌握世界數位遊戲對學生學習成效，觀察不同認知風格、焦慮傾向學生在遊戲中是否有不同的學習表現。

2. 文獻探討與研究假設

2.1. 認知風格

由 Goodenough 和 Cox (1977) 提出，認知風格是個體間感知、思考、學習、解決問題時的差異。認知風格被廣泛地認為是個體行為的重要決定因素，意即學習者在學習過程中所慣用的認知模式。而個體的認知風格對其自身的組織策略和創新過程有一定的影響力(Sadler Smith & Badger, 1998)。Streufer 和 Nogami(1989)發現某些員工無論被分派到什麼樣的工作場域或不同的業務內容，比起其他同等智力、經驗、訓練等級相同的員工，總是能持續維持高效率的工作成果；某些員工則是在原有的職位表現優良，然而一換到陌生的職務，工作表現變得不理想。他們認為這樣令人困惑的現象與個體生俱來的組織、思考模式有所關聯。當遇到不同狀況、難題時，個體會有自身偏好的思考邏輯，並發展出能因應次狀態的最佳解。學習風格是透過學習經驗逐漸累積而來的，通常學習者的認知風格具有穩定性且不易改變(Witkin, Goodenough, & Karp, 1967)。認知風格理論中，以"場地獨立/場地依賴"的研究最為普遍。Goodenough 和 Cox (1977) 提出認知風格可分為場地獨立與場地依賴型。

Tiedemann(1989)提出以"場地獨立/場地依賴"為構念的測驗較簡易可行，是少數能透過紙筆測驗且具信效度的評量。故以場地獨立/場地依賴為本研究的其中一項構念。Witkin(1977)首先提出場地獨立/場地依賴的概念，此概念源自於 Witkin 1942 年的研究:視覺線索如何影響空間知覺的研究。他們透過"桿架實驗"與"斜屋實驗"來探討:當個體遇到不同的情境，如何蒐集並運用既有的線索，來分析解決的方法，進而做出行為反應。研究結果顯示，有些人傾向用視覺作為依據，有些人則參照身體感知的線索。經過多次研究驗證，此項實驗一致性極高，獲得普遍認可。後來 Witkin 等人發現視覺線索對空間知覺的研究與人格有關，便進而向社會科學、人際互動方面繼續研究 (Witkin, Moore, Goodenough, & Cox, 1977)。場立獨立型在面對不同情境時，習慣重組、分析外界訊息，具有較積極得特質，能在情境中轉化問題面向並理性分析，學習模式偏好自主學習，這樣的特質較利於創造力的發展。場地依賴型在面對不同情境時，不會主動重組、分析外界訊息，主要被動接收訊息，以直覺的方式覺知情境中資訊，學習模式偏好在互動中學習 (蔡明純，2017)。

2.2. 焦慮

Liebert 和 Morris(1967)指出情緒是影響焦慮的主要因素，指一個人的焦慮經驗，即自律神經和不愉快感覺狀態的現象，如緊張的狀態。有關焦慮的表現包含心理層面的擔心、緊張、憂慮、煩惱等不安的複雜情緒表現；以及生理層面的表現，如出汗，呼吸困難或心跳加速等現象(張春興，2000)。然焦慮為人類生存重要的本質，它確立人存在的意義，兩者相互依存，密不可分(Rollo may, 1950)。Spielberger (1966, 1972)提出「特質—情境焦慮理論(Trait-State Theory of Anxiety)」，將焦慮區分為特質焦慮(Trait anxiety)和情境焦慮(State Anxiety)兩類。特質焦慮(Trait anxiety)指個人穩定性特質，是持久，不易改變的人格特質，通常從小受到後天環境等外在因素逐漸養長的長期性個別差異特質影響。使一個人在面對特殊情境時，會傾向做出不同狀態或程度上差異的焦慮表現。而情境焦慮(State Anxiety)，又稱狀態焦慮，是個人在特殊的情境下刺激所引起的暫時性生理或心理反應，將焦慮的刺激因素去除，情境焦慮則依同消失。綜上所述，情境焦慮受到特質焦慮和情境影響，特質焦慮較高者在面對特殊情境時，所表現的情境焦慮也較高；而情境的焦慮因素刺激越多，也使情境焦慮影響越大。本研究將探討受試者的特質焦慮，意即探討受試者特有且穩定的情緒特質對於掌握世界數位遊戲學成效的影響。

2.3. 數位學習

又稱為 E-learning，被普遍理解為網路技術快速發展後，資訊能突破時空限制，隨時隨地傳輸，資訊的使用方式包括重組建構、擴展知識(Huffaker & Calvert, 2003)。數位學習是以學習者為中心學習模式，其中的設計模式是一個互動的、自定進度的、可重複定制的系統(Twigg, 2002)。相較之下，一般傳統課堂中，教師須引導學生激發潛力，然而學生先備知識水平不同，使得教師在教學中，偶有學生跟不上進度，學習吸收較快的學生則需要中斷學習等待較慢的學生跟上學習。此時數位學習者進行差異化學習，解決前述問題，讓教師能更因材施教，並掌握每位學生的學習狀況，進而引導適性發展(Huffaker & Calvert, 2003)。數位學習除了讓學習者透過網際網路，隨時隨意的學習，課程媒材也不局限於紙本文字、圖片，而是包含了影音、問答、討論等多元方式進行學習活動。此外學習者可訂製專屬自己的學習進度及場域，依據自身需求調整進度或需加強的部分，也能與其他學習者建立線上或非線上的討論學習。由上述可知，數位學習同時兼具個人化、群體化，且具開放性和互動性，讓學習者達到分享知識與蒐集知識的目的(李勇輝, 2017)。Algahtani (2011)依據數位學習的參與程度將數位學習分成兩種類型，分別為以電腦為本的學習和以網路為本的學習。根據 Algahtani 的研究，電腦為本的學習係以電腦及其相關的軟硬體為基礎，進行各種資訊溝通的學習行為，例如：電腦管理學習及電腦輔助學習。電腦管理學習則是指透過電腦本身來做訊息檢索、儲存做為學習目的；電腦輔助學習是以電腦作為訊息資訊互動工具，突破時空限制，進行教室外的自主學習。另一方面，以網路為本的學習是以電腦為本學習的延伸，藉由知識內容的間的連接與可用性，讓學習者可在任何時空接收訊息，教師也可進行同步與非同步教學。

2.4. 求知想像

是人類思考獨有的特性(Finke, 1996)。想像力一詞來自拉丁文 *imaginari*，意思是“描述自己”。該詞的詞根定反映了想像力的自省性，也強調想像力是一個私人的領域，想像力是一個思想和圖像嵌套在頭腦中的世界，相對於實際感知，在腦中形成一個不存在的心理概念(Perdue, 2003)。Vygotsky (2004) 指出，想像力是人類生活中必要的功能，其中有四種方式能將想像力與現實生活連結。首先，想像來自於個人的經歷。第二種是個人想像的最終產物與現實有著複雜的關聯。想像力的功能與現實生活之間的第三種關聯與情緒有關，每一種情緒都有對應的特定意象，此意象具有觸發記憶的能力，形成特定的思想，最後一種是將想像具體化為有形形式的產物，成為現實中存在的形體。由此可知，想像力使人們能夠超越舊有經驗並建構出新的可能，使其中零碎的情境變成了一個新的有意義的整體(Passmore, 1985)。Valett (1983) 表示，想像力的心理歷程可分為五個階段來描述：感官探索、以自我為中心的推測、個人實驗、符號表徵和功能驗證。Valett 說明孩子們通過遊戲探索世界，然後透過誇大的直覺印象來得到自我滿足。Thomas (1999)則認為，知覺探索將個人單純朦朧的欣賞轉變為對現實的詳細理解。Colello (2007) 則表示，想像力的本質具有創造力的潛力，它使個體嘗試求知探索、敢於挑戰制度秩序，並從而克服限制。Folkmann (2010) 認為想像力可被看作是一種在意識中進行協調的結構，在已知和未知之間進行交流和探索。因此，探索是想像力的第五個指標，代表個人探索事物的能力。想像力意指複雜無邊際的思想模式，抽象的心智概念，需要透過不同面向來觀察。Finke 等人(1992)從創造的觀點探討想像力對創造力的重要性，並以此提出結構化想像的概念。其研究指出結構化想像會影響個體的想像機制，意即當個體進行想像時，會受到舊有經驗的影響(McMillan, 1995)。因此，要測得想像力特質這種抽象概念時，需要透過有系統的測驗、學習紀錄等方法來評估。

2.5. 研究假設

根據上述的文獻分析本研究假設：

H1：認知風格愈場地獨立的學生遊戲焦慮愈低

H2：認知風格愈場地獨立的學生遊戲成績愈佳

H3：認知風格愈場地獨立的學生求知想像力愈高

H4：遊戲焦慮愈低的學生遊戲成績愈佳

H5：求知想像力愈高的學生遊戲成績愈佳

3. 研究方法及步驟

3.1. 研究架構

本研究目的在探討掌握世界數位遊戲對學生學習成效。此研究自變項為認知風格，中介變項為求知想像及神經質，依變項為掌握世界數位遊戲之學習成效。研究設計為問卷調查法，研究對象方面，以 96 位新北市五股區成州國小之高年級學生為研究參與者。問卷內容包括研究參與者之性別、年齡等人口統計調查。研究工具為藏圖測驗、求知想像量表、神經質量表，並經由描述統計、迴歸分析進行統計檢驗。本研究透過上述量表來評估掌握世界數位遊戲對學生之學習成效影響。

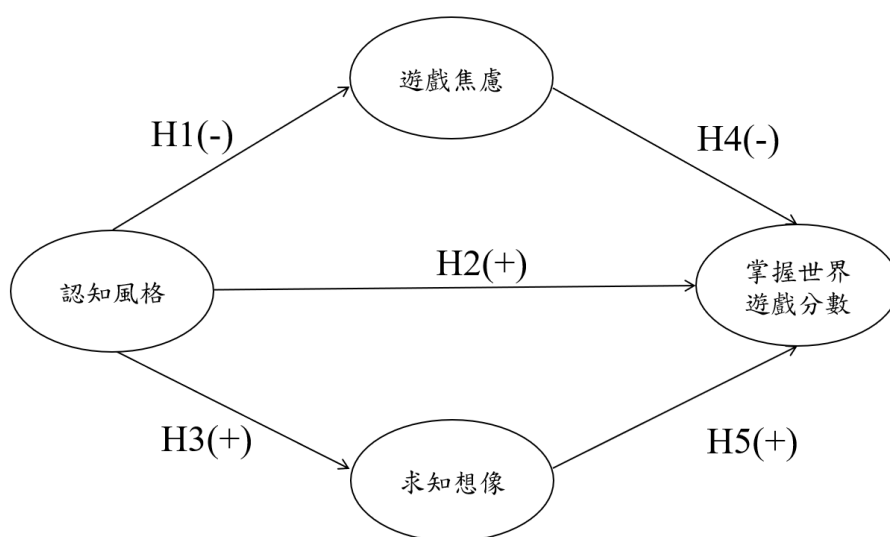


圖 1 Research Model

3.2. 參與者

本研究調查對象為國小高年級學生，共 96 為受試者，他們經邀請來參與本研究。其中男生 51 人，女生 45 人。年齡介於 10-12 歲，平均數為 11.104 歲，標準差為 0.6566。

3.3. 研究工具

3.3.1 藏圖測驗

Witkin 等人(1977)透過"視覺線索對空間知覺"的研究發展出藏圖測驗(Embedded-Figures Test)，此測驗內容是將簡單的幾何圖形嵌入複雜幾何圖形當中，再請受試者在限定時間內找出目標圖形，研究者藉由觀察受試者情形將其分類為場地獨立及場地依賴型。較不受複雜圖形或無關線條干擾者，傾向場地獨立型，而較受無關線索干擾者則傾向場地依賴型。本研究透過此藏圖測驗作為分類受試者為場地獨立型/場地依賴型的依據；其中，在藏圖測驗答題正確排名前 27%的受試者為場地獨立型，排名後 27%的受試者為場地依賴型。

3.3.2. 求知想像量表

本研究採用洪榮昭(2014)所編製的"想像力特質量表"才進行評估，其中求知想像測驗共 7 題，依李克特式五點量表模式計分，分數愈高，代表其受試者想像力程度越高，反之亦然。

3.3.3. 掌握世界數位遊戲

掌握世界數位遊戲後臺計分由洪榮昭教授帶領的數位遊戲學習實驗室於 2016 年所開發，透過玩家與 APP 的互動，增進玩家學科知識的吸收與對形體辨識力的提升。此外，此數位遊

戲旨在訓練學習者見微知著的能力，透過感知學習來提升學習者對周遭環境線索的覺知訓練 (Hong, Hwang, Chen, Lin, Huang, Cheng, & Lee, 2013)。研究者可從後台觀察學生答題歷程，並觀察記錄所得分數，來評估學生辨識力與基本學科方面的程度，分數愈高，代表者辨識形體能力愈基本學科能力越高，反之亦然。

3.4. 程序

本研究以團體施測的方式進行，由研究者親自進行施測，施測場所為安靜不受打擾的空教室，每次施測 20-29 人，測驗時間約 40 分鐘，受測者是國小高年級學生。施測前，研究者先說明測驗的指導語與研究目的，並且給予受測者及家屬填寫知情同意書 Google 表單。測驗時，進行第一部分的藏圖測驗解說，藏圖測驗依難度分為三部分，總測驗時間約 15 分鐘。第二部分請受試者透過 iPad 進行"掌握世界數位遊戲"遊玩，此部分測驗時間為 15 分鐘，時間到研究者觀察受測者所得遊戲總分並做紀錄。測驗第三部分，研究者發下問卷，請受測者依據遊玩經驗填寫問卷量表，此部分約需 10 分鐘。測驗結束後，研究者再次向受試者解釋研究目的並告知數據資料保密原則。

3.5. 統計分析

本研究使用描述統計、相關迴歸分析，俾利檢驗假設。

3.5.1. 研究結果分析:人口統計變數分析

表 1 基本資料表

	人數(N)	認知風格	焦慮	求知想像	
性別	男	50	0.589	0.982	0.824
	女	46			
年級	五	42	0.1*	0.432	0.821
	六	54			
年齡	10	16	0.308	0.484	0.579
	11	54			
	12	26			
Cronbach's α		0.732	0.676	0.685	

由表 1 可知，關於人口統計變相分析，問卷中三個面向:認知風格、焦慮程度、求知想像，樣本在性別上皆無差異，年級在認知風格構面有產生差異，其他二個構面皆無差異。樣本在年齡上皆無差異。認知風格之 Cronbach' s α 達 0.7 以上，焦慮程度及求知想像構面之 Cronbach' s α 也接近 0.7。

3.5.2. 相關迴歸分析

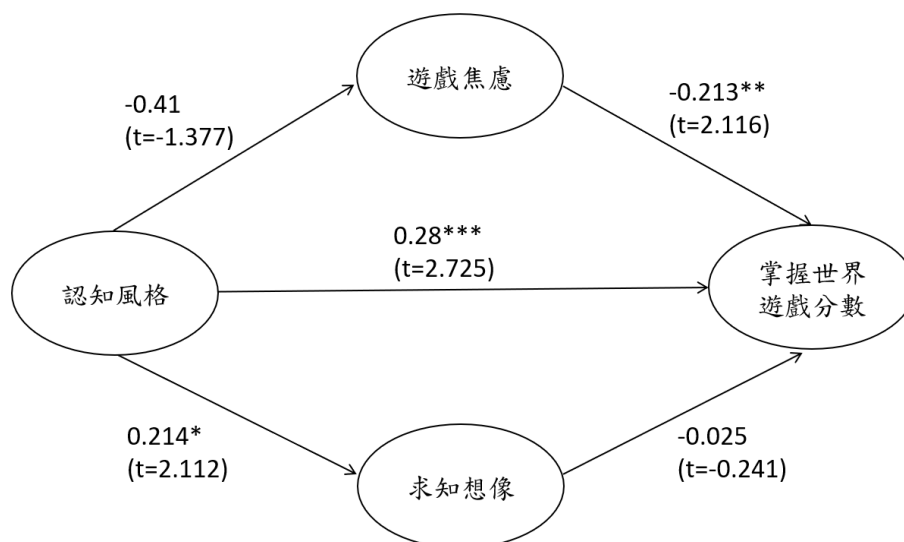


圖 2 Verification of Research Model

圖 2 認知風格構面 $n=96$ ，從此圖可知認知風格對掌握世界遊戲分數的迴歸係數為 0.28，顯著水準達 .001，表示傾向場地獨立型受試者在掌握世界遊戲中的表現也較良好。焦慮程度對掌握世界遊戲的迴歸係數為 -0.213，顯著水準達 .01，表示受試者焦慮程度愈低，在掌握世界遊戲中的表現也較良好。圖中可發現傾向場地獨立型受試者求知想像較高，迴歸係數為 0.214，顯著水準達 .05。

4. 研究與建議

4.1. 研究結果討論

根據本研究結果圖 2 中，可發現傾向場地獨立型受試者求知想像也較高，迴歸係數為 0.214，顯著水準達 .05。此結果與研究假設 H3：認知風格愈場地獨立的學生求知想像力愈高相符合，研究者推論可能因場地獨立型學生具有挑戰新環境、勇於嘗試之特質，與求知想像高的人格特質相似。但求知想像對於掌握世界所得遊戲分數之影響較不相關，未達顯著水準。圖 2 中，分析結果並不能表示求知想像較高的的受試者能在遊戲中有較佳的表現，或是傾向場地獨立型受試者焦慮程度較低。傾向場地獨立型受試者遊戲焦慮未達顯著水準，迴歸係數為 -0.41。然而遊戲焦慮較低之受試者在掌握世界遊戲中可得到較高分數，迴歸係數為 -0.213，顯著水準達 .01。研究者推論遊戲焦慮低的學生較不易受外界環境影響，因此在面對掌握世界遊戲中的多樣關卡，也能保持穩定情緒，較不易受遊戲情境刺激。此外，傾向場地獨立型受試者在掌握世界遊戲中所得遊戲分數較高，迴歸係數為 0.28，顯著水準達 .001。

4.2. 研究限制研究建議

本研究限制為樣本數不足。焦慮程度並不是直接檢測受試者焦慮程度，而是以問卷方式評量，受試者可能對自身心理狀態了解不足，無法做出準確評斷。掌握世界數位遊戲主要考驗玩家記憶力及辨識力，無法測得想像力高低，因此求知想像對此遊戲分數無相關性。未來研究建議建議掌握世界數位遊戲增加推論思考類型的題型，促進學習者邏輯思考、想像力激發。另可增加英語類題型、介面，供不同語系學習者學習。

參考文獻

張春興 (2000)。教育心理學：三化取向的理論與實踐。臺北市：臺灣東華書局。

- 蔡明純 (2017)。場地獨立認知風格透過網路認知失誤、認知焦慮影響高職生學習成效之相關研究：以記憶大考驗遊戲為例。<http://nhuir.nhu.edu.tw/handle/987654321/26684>
- 吳美美 (2004)。數位學習現況與未來發展。《圖書館學與資訊科學》，30(2)，92 - 106
<https://jlis.glis.ntnu.edu.tw/ojs./index.php/jlis/article/view/444>
- 李勇輝 (2017)。學習動機、學習策略與學習成效關係之研究-以數位學習為例。《經營管理學刊》，14，P68-86。
- 莊秀敏與陳揚學 (2016)。大學生自我概念與智慧型手機成癮之相關研究。《教育傳播與科技研究》，114，P43 - 60。
- Finke, R. A. (1996). Imagery, creativity, and emergent structure. *Consciousness and cognition*, 5(3), 381-393. <https://doi.org/10.1006/ccog.1996.0024>
- Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative cognition: Theory, research, and applications*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Chen, Y.-J., Lin, P.-H., Huang, Y.-T., Cheng, H.-Y., & Lee, C.-C. (2013). Using the saliency-based model to design a digital archaeological game to motivate players' intention to visit the digital archives of Taiwan's natural science museum. *Computers & Education*, 66, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.007>
- Huffaker, D. A., & Calvert, S. L. (2003). The new science of learning: Active learning, metacognition, and transfer of knowledge in e-learning applications. *Journal of Educational Computing Research*, 29(3), 325-334. <https://doi.org/10.2190/4T89-30W2-DHTM-RTQ2>
- McMillan, M. (1924). *Education through the imagination*. Appleton.
- Passmore, J. (1985). *Recent philosophers: A supplement to a hundred years of philosophy*. NY: Duckworth. DOI
- Perdue, K. (2003). Imagination. The Chicago school of media theory. Retrieved from <http://lucian.uchicago.edu/blogs/mediatheory/keywords/imagination/>
- Sadler-Smith, E., & Badger, B. (1998). Cognitive style, learning and innovation. *Technology Analysis & Atrategic Management*, 10(2), 247-266. <https://doi.org/10.1080/09537329808524314>
- Spielberger, C. D. (1971). Notes and comments trait-state anxiety and motor behavior. *Journal of Motor Behavior*, 3(3), 265-279. <https://doi.org/10.1080/00222895.1971.10734907>
- Streufert, S., & Nogami, G. Y. (1989). Cognitive style and complexity: Implications for I/O psychology. *International review of industrial and organizational psychology 1989* (pp. 93-143).
- Tiedemann, J. (1989). Measures of cognitive styles: A critical review. *Educational Psychologist*, 24(3), 261-275. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2403_3
- Twigg, C. (2002). Quality, cost and access: The case for redesign. In M. S. Pittinsky (Ed.), *The wired tower*. New Jersey: Prentice-Hall.

- Vygotsky, L. S. (2004). Imagination and creativity in childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*, 42(1), 7-97. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10610405.2004.11059210?journalCode=mrp_o20
- Witkin, H. A. (1967). A cognitive-style approach to cross-cultural research. *International Journal of Psychology*, 2(4), 233-250. <https://doi.org/10.1080/00207596708247220>
- Witkin, H. A., Goodenough, D. R., & Karp, S. A. (1967). Stability of cognitive style from childhood to young adulthood. *Journal of Personality and Social Psychology*, 7(3p1), 291. <https://doi.org/10.1037/h0025070>
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1-64. <https://doi.org/10.3102/00346543047001001>

虛擬實境技術應用於技能訓練之影響

The Impact of the Application of Virtual Reality in Skill Learning

許煌珠 (Huang-Chu Hsu)¹, 張榮吉 (Rong-Chi Chang)¹

亞州大學數位媒體設計學系

臺灣警察專科學校科技偵查科

judydodo168@gmail.com ; roger@mail.tpa.edu.tw

【摘要】近年來，數位科技應用於課堂教學與自我學習有著明顯的成效。在衛生技藝實作訓練課程中，較缺乏使用新媒材來輔助教學或學習應用的案例。本研究開發「虛擬實境衛生技能訓練」系統為公共衛生技能實作課程輔助教具。探究運用此系統於課堂教學，對於學習者的學習成就與動機的影響。實驗對象為台灣北部某時尚造型科60位學生，採準實驗模式進行研究。實驗組學生接受VR輔助教具學習，控制組學生以傳統師徒教學方法。實驗結果歸納如下：(1)學習成就方面，實驗組導入科技輔助教學後成績明顯優於控制組。(2)運用「虛擬實境衛生技能訓練」系統輔助教學，兩組學生的學習動機有顯著差異。(3)在技能訓練上，透過「虛擬實境衛生技能訓練」系統的操作輔助，可以達到傳統師徒制技藝教學的成效。

【關鍵詞】 虛擬實境、技能訓練、數位科技、學習成效、學習動機

Abstract: *In recent years, the application of digital technology in classroom teaching and autonomous learning has seen promising results. However, there have been few cases of using new digital media in hairdressing training courses to assist teaching or learning. This study developed a "virtual reality hygiene practice skills training" system as a supplementary learning aid for public health skills courses and explored the impact of using this system in the classroom on learner achievement and motivation. The experimental subjects consisted of 60 students from a fashion styling department in northern Taiwan. Students in the experimental group received VR-based supplementary learning aids, while students in the control group received traditional apprenticeship learning. The experimental results showed that (1) in terms of learning achievements, the experimental group receiving technology-assisted learning performed significantly better than their control group counterpart; (2) there was significant difference in the learning motivation between the two groups of students; (3) in terms of skill training, the hands-on assistance of the "VR hygiene skills training system" can achieve the effect of traditional apprenticeship skill learning.*

Keywords: virtual reality, skill training, digital technology, learning achievements, learning motivation

1. 前言

技能檢定是一種技能評量測驗，目標是量測出受測者的專業技術能力是否達到預設標準的水準。換言之，凡從事美容美髮行業技術性工作者，均需持有技術士丙級證照，這意味著在職場上能活用相關技能，凸顯其職場的競爭力，由此可見，技術士證的取得與專業技能有著密不可分的關係。現行技職校院技能檢定「衛生技能實作」課程的教學方法，教師先採用口頭講述，搭配課程教學影片、數位教材等；讓學生了解課程內容、檢定程序與技能檢定相關注意事項。接著再由教師親自實際操作示範，最後則由學習者實習操作。但經實務經驗發覺，現行的衛生實作技能檢定實作課程有下列問題：

1. 操作上雖有真實感，能建立實作經驗，但設備準備繁雜、訓練次數多導致耗材(材料)增加，若操作不熟悉會影響後面課程設計。
2. 每人訓練也因人數設備比例不符，學習時間較為短少，記憶效期短，使老師在講解上需重複多次講述課程，因此在有限的時間下影響學習成效。

3. 因衛生器材設備繁雜準備不易，下課後無法進行預練，只能仰賴在學校練習，而無法有效提升學習績效。
4. 衛生技能實作學習設備只能單人操作練習，因此學生在課堂上常有學習動機低落、專注力不足、沈默及無互動等現象。

目前技能教育缺乏使用新媒材（如互動科技、虛擬實境或情境模擬等）來輔助專業技能教學與應用的案例。近年來，數位科技廣泛融入教育訓練中，專家們(Chen, Luo, Fang & Shieh, 2018; Concannon, Esmail, & Roduta Roberts, 2019)認為數位科技可突破時空的限制，並立即提供回饋，有助於傳統教學，且讓學習者具有科技運用和創新的能力。有鑑於頭戴式顯示器(Head-mounted Display, HMD)技術不斷進步，虛擬實境(Virtual Reality, VR)的相關研究有關鍵性的突破。VR 技術融入各種技能訓練學習，發展在其領域上有許多成功的案例。學者 Li 等人(2018)的研究發現，透過 VR 開發技術，教導建築業的操作人員進行安全領域的經驗培訓，使複雜的工作場景可視化，其有效建立安全機制與技能培訓(Çakiroğlu & Gökoğlu, 2019)。將高風險機器設備操作與 VR 環境相互結合，以減少 VR 與實際操作之間的經驗差異。因此，運用 VR 系統在危害識別、安全培訓教育、安全檢查方面皆有效的提升教育價值。VR 能提供學習者與教材間進行互動的學習，建構身歷其境的學習環境，可引導學習者主動參與學習活動，同時也能提供學習者反覆練習的機會，以提高學習效率(Vaughan, Gabrys & Dubey, 2016)。

在傳統學習上，教育訓練需要大量的人力監督來教導、需要許多昂貴的人力成本及學習耗材(Park & Lee, 2003)。研究者 Kardan 等人(2015)將虛擬實境技術將轉向更多以學習者為中心的方法。運用虛擬實境技術融入在技能培訓教育中，定製個人化需求的教材內容，符合學習者的需求、興趣、目標和背景，讓學習者能適時的調整學習設計與學習方式。本研究以 HMD 為使用者介面，利用虛擬實境技術建構「衛生技能訓練」系統，提供安全擬真的學習環境。探討運用虛擬實境導入技能學習過程，如何提升學習者的學習效能；並且翻轉教室，成為教師上課教學輔助系統之一。透過建構虛擬實境「技能訓練」系統，引導學習者透過系統自主學習，發揮最大的教育價值；並在必要的時候提供學習者輔助，激發學習者學習動機與效能，增進教學品質，提高學生學習成效。

本研究之研究目的即為了解運用 HMD VR 融入技能學習所設計的學習環境，是否在衛生技能教育中可以提升學生學習成效及學習興趣？根據研究目的所形成的待答問題如下：

- (1) 運用 HMD VR 的學習者是否與傳統師徒制方式學習環境的學習者，對於衛生技能訓練的學習成效有所差異？
- (2) 運用 HMD VR 的學習者是否與傳統師徒制方式學習環境的學習者，對於衛生技能訓練的學習興趣有所差異？

2. 研究方法

本研究旨在探討在 HMD VR 擬真的學習環境下，對衛生實作技能的學習與訓練過程的影響。藉由情境設計、教學指引、互動反饋及評量機制，了解學生在學習成效與對學習動機的影響。

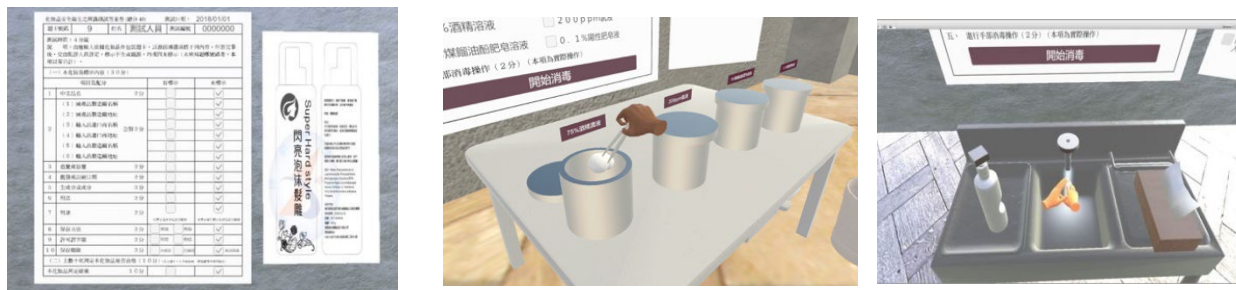
2.1 實驗對象

本研究的參與者為 60 位台灣北部時尚造型科學生，其中 30 位學生為實驗組，30 位學生為控制組；兩組學生皆由同一位教師授課與技能指導，並接受經過研究者實驗程序的告知，簽署經由「國立政治大學研究倫理委員會」所核准的「研究知情同意書」。

2.2 系統開發

本系統以 Unity 3D 遊戲引擎為開發工具，HTC Vive 頭戴式顯示器、操控器(手把)等為操作介面，開發「虛擬實境衛生技能訓練」系統。此系統包含教學指引及互動操作兩大主軸，內容有「洗手與手部消毒操作」、「消毒液和消毒方法」、「化妝品安全衛生之辨識」等知識

面與技能面單元。由易而難、由簡而繁、由單純到複雜的操作程序、其步驟則結合理論知識進行任務學習。此「虛擬實境衛生技能訓練」系統中置入衛生實作時所使用的相關虛擬器具，學習者透過帳號進入系統，可依據學習的流程進行自我學習。每一個學習單元均有課程說明、實例操作、問題反饋及評量。透過系統的自動記錄與檢核機制，學習者在完成任務後，可以獲得系統的評分與檢視個人自我操作的歷程。系統相關介面與實務操作如圖 1 所示。



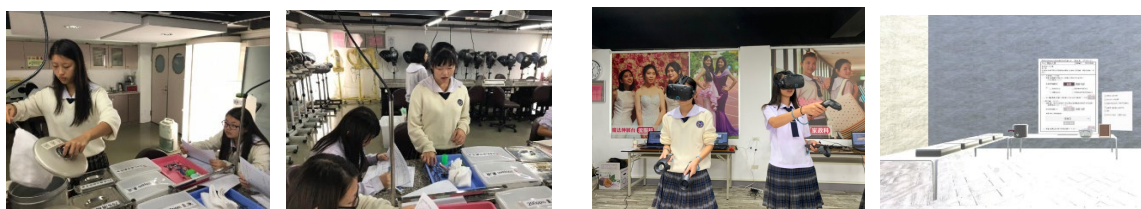
(a)化妝品安全衛生之辨識 (b) 消毒方法之辨識及操作 (c) 洗手與手部消毒操作
圖 1、虛擬場景消毒器材設計與建置場景圖

2.3 研究工具

本實驗研究工具包含學習成就測驗及學習動機問卷。學習成就測驗題目由授課教師以「女子美髮職類丙級技術士考試」題庫來命題，包含公共衛生及個人衛生等基本知識 20 題 (100 分)。透過前測可以預先了解學生衛生知識的瞭解程度。而後測題目規劃與前測類似，主要用來測驗不同學習方法，在學習成效上的差異。在學習動機方面，本實驗依據 Hwang 與 Chang (2011)所提出的學習動機量表進行改編，共 7 題，採用李克特(Likert)5 點量表。其問題項目如「我會積極搜尋更多有關衛生技能學習的資訊。」、「學好衛生知識與技能相關課程對我來說很重要。」等

2.4 研究流程

在課程開始前兩組學生先實施基本衛生知識測驗與學習動機問卷，目的在瞭解兩組學生在衛生實作基本知識有無顯著差異。實驗組學生在實驗開始前會有 VR 系統操作與示範的說明課程，讓學生都能夠了解如何操作「虛擬實境衛生技能訓練」系統。根據「研究知情同意書」的規範，告知受試者在實驗的過程，若對實驗項目與內容感到不適或不再進行實驗，隨時都可以中斷。之後兩組學生開始進行不同方式的學習活動，實驗組為使用「虛擬實境衛生技能訓練」系統進行學習，控制組則以傳統教學方式輔於影片學習(如圖 2 所示)。兩組學生在課程結束後，會有學習成效測驗與問卷，此實驗流程規劃如圖 3 所示。



(a)傳統衛生技能術科練習方式(控制組) (b)以 VR 進行衛生技能學習方式(實驗組)

圖 2、兩種不同學習模式

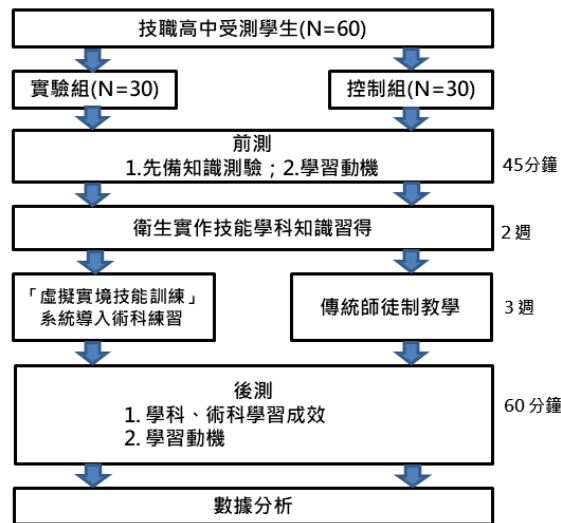


圖 3、實驗流程圖

3. 研究結果

3.1 學習成效分析

為了瞭解兩組學生於實驗前有關衛生知識的基礎能力，我們將前測成績進行獨立樣本 t 檢定，評估兩組於實驗前有關衛生知識的基礎能力是否有差異。經統計分析結果顯示，控制組與實驗組平均分數分別為81.3及82.4分， t 檢定結果未達統計上顯著水準，表示兩組學生先備知識無顯著性差異 ($t=0.516, p>0.05$)。顯示兩組學生在實驗前有關個人與公共衛生基本知識的能力，具備相同的基礎。

透過實施專業學科及術科能力學習成效後測分析，瞭解兩組學生在學習後的成果。表1分別表示技能學科與術科獨立樣本 t 檢定分析結果。經數據顯示發現，在學科部分實驗組及控制組的後測平均數分別為79.17分及74.67分 (滿分為100分)，其獨立樣本 t 檢定結果未達統計上顯著水準 ($t=1.27, p>.05, Cohen's d=0.329$)。

在術科方面，實驗組與控制組的後測成績平均分數為93.37分和87分(滿分為100分)，在衛生實作技能成績上，實驗組較控制組優異。經獨立樣本 t 檢定分析達到統計上顯著水準 ($t=3.64, p< .001, Cohen's d=0.936$)。在實驗效果量(Cohen's d)的分析上，高於 0.8 表示具有實際顯著的差異(李旻憲、張俊彥，2004)。

表 1、衛生技能學科與術科評量之 t 檢定彙整表

項目	組別	人數	後測成績		t 值	Cohen's d
			平均數	標準差		
學科	實驗組	30	79.17	12.60	1.27	0.329
	控制組	30	74.67	14.68		
術科	實驗組	30	93.37	4.17	3.64**	0.936
	控制組	30	87.00	8.67		

** $p<0.01$

3.2 學習動機分析

本研究透過學習動機量表前後測分析，瞭解學生在進行技能學習前後的學習動機變化情形。數據分析發現，學習動機表現上，實驗組前測平均數為 3.89，後測平均數為 4.41，經成對樣本 t 檢定 ($t=3.51, p<.001$) 達到統計上顯著水準。控制組在學習動機表現上，前測平

均數為 3.97 分，後測平均數為 3.77，經成對樣本 t 檢定 ($t=-.16, p<.876$) 未達到統計上顯著水準(如表 2 所示)。

表 2、兩組學生學習動機量表 t 檢定分析

組別	人 數	前測		後測		t 值
		平均數	標準差	平均數	標準差	
實驗組	30	3.89	.79	4.41	.58	3.51**
控制組	30	3.97	.85	3.77	.93	-.16

** $p<0.01$

4. 研究討論

4.1 虛擬實境技術對衛生技能術科學習有助益

就學習成效而言，因兩組學生的學科學習方式相同，在學習成效後測成績方面，在統計分析上沒有顯著差異；但檢核兩組前後測的成績，實驗組學生成績較控制組增加。經由授課教師的觀察與分析，使用數位科技進行學習時，學生在演練的過程同時將學科的知識與演練後，產生延伸記憶，對學科學習成效上，有所助益。另外，在術科學習的過程，兩組學生實施不同學習與訓練方式；經由實驗發現，透過虛擬實境「衛生技能訓練」系統進行技能訓練與學習後，有效提升術科學習成效。透過虛擬環境營造出與真實衛生技能實作一樣的情景，在身歷其境的學習過程中，也能提供學習者反覆練習的機會(Logishetty, 2019)。藉此熟稔實作技能操作程序與步驟，進而能確實掌握各項知識和技能，以達到精通該項技能為目標。

4.2 虛擬實境技術增進衛生技能課程學習興趣

實驗組學生經過導入虛擬實境「衛生技能訓練」系統進行學習後，其學習動機較傳統教學有明顯的差異，對提升學生的學習動機有所幫助。而控制組學生的學習動機前後測相較，則略有下降。對技職教育的學生來說，傳統師徒制講授的學習模式有助於學生學習；但在學習過程中，反覆地練習相關技能，在學習動機表現上，在後期的學習過程中，產生因反覆持續練習而感到學習動機低落、專注力不足及無互動等現象，進而影響學習動力。數位科技輔助學習的目的，並非完全取代教師傳統教學的方式，而是以數位科技中媒體與互動功能的輔助，將引發學生學習興趣，亦或是加強學生學習的寬度和深度為設計目的(李嘉和, 2017)。

5. 結論

傳統技能實作學習主要以學徒制進行指導與訓練。透過師傅的引導及協助下習得專業知識和專業技能，也傳承經驗與技巧。技藝課程強調「親手操作」的重要性，反覆的練習必能提升衛生技能操作面的專業能力。互動擬真環境的建立，其操作的動作皆與實際作業環境相仿，有助於增加技能操作的機會(Webster, 2016)。本研究開發「虛擬實境衛生技能訓練」的目的是以擬真的虛擬環境，運用互動操作與多元體驗機會，提升學生衛生技能學習成效。經由實驗發現「虛擬實境衛生技能訓練」系統導入技能實作教學課程，有效提升學習成效與學習動機。而透過虛擬實境系統的學習，也增加專業技能的熟練度與技巧；依據學習者的反應本系統的介面設計與功能良好，適合運用於技能訓練課程輔助教學。由於虛擬實境軟體的使用需要高階的運算電腦及相關設備，在進行實驗時僅能以小樣本方式進行；因此，本研究實驗結果無法直接推演在其他的技能學習科目上。另外，在未來研究發展，可進一步規劃不同的虛擬情境模式，進行學習上的不同比較。例如，電腦版虛擬實境(Desktop VR)與頭戴式沉浸式虛擬實境(HMD Immersive VR)的技能訓練系統，對現今數位學習環境下，學習者互動操控、學習成效與認知負荷等的影響。

參考文獻

- Çakiroğlu, Ünal & Gökoğlu, Seyfullah. (2019). Development of fire safety behavioral skills via virtual reality. *Computers & Education*, 133, 56-68.
- Chen, Y.-F., Luo, Y.-Z., Fang, X. & Shieh, C.-S. (2018). Effects of the Application of Computer Multimedia Teaching to Automobile Vocational Education on Students' Learning Satisfaction and Learning Outcome. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3293-3300.
- Concannon, B. J., Esmail, S., & Roduta Roberts, M. (2019). Head-mounted display virtual reality in post-secondary education and skill training. *Frontiers in Education*, 4, 80.
- Hwang, G.J., & Chang, H.F. (2011). A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students, *Computers & Education*, 56 (4), 1023-1031.
- Kardan, A. A. & Aziz, M. & Shahpasand, M. (2015). Adaptive systems: A content Analysis on Technical Side for e-Learning Environments. *An International Science and Engineering Journal*, 44(3):365-391.
- Logishetty, K., Rudran, B., & Cobb, J. P. (2019). Virtual reality training improves trainee performance in hip arthroplasty: a randomised controlled trial. *The Bone & Joint Journal* 101-B(12), 1585-1592.
- Li, X., Yi, W., Chi, H.-L., Wang, X., & Chan, A. P. C. (2018). A Critical Review of Virtual and Augmented Reality (VR/AR) Applications in Construction Safety. *Automation in Construction*, 86(2), 150-162.
- Park, O.-C., & Lee, J. (2003). Adaptive Instructional Systems. In D. H. Jonassen & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (2nd ed., pp. 651-684). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Vaughan, N., Gabrys, B., & Dubey, V. D. (2016). An overview of Self-adaptive Technologies within Virtual Reality Training. *Computer Science Review*, 22(1), 65-87.
- Webster, R. (2016). Declarative knowledge acquisition in immersive virtual learning environments. *Interactive Learning Environments*, 24, 1319–1333.
- 李嘉和 (2017)。虛擬教育應用服務。電腦與通訊，170，取自 <https://reurl.cc/0MNy9>。
- 李旻憲、張俊彥(2004)。地球科學教室學習環境問卷之研發與初探。科學教育學刊，12，421-443。

應用虛擬角色於線上學習即時互動之研究構想

The Effects of Virtual Avatars Used in Online Synchronized Course- A Comprehensive Proposal

陳宥瑄¹，王健華^{2*}

¹ 台北海洋科技大學視覺傳達設計系

² 國立臺灣師範大學圖文傳播學系

* wangc@ntnu.edu.tw

【摘要】 利用網路社群媒體進行正規學習有日益普遍的趨勢。相關的研究大多在學習環境設計以及數位載具的應用，討論學習者個人特質與強化師生關係策略的研究則以教育心理層面的討論為主。經文獻整理，較重要的影響線上學習成效的個人特質包括學習自我效能、自我學習傾向、以及羞怯感等。由於研究顯示利用虛擬角色教學可以提升線上學習的興趣與理解程度，本研究擬利用體感互動的技術，建置一個可以由真人在背後操作的虛擬角色與環境，替代傳統社群媒體以真實面貌進行同步互動協作的學習型態，並以實驗法進行研究，於大學多媒體基礎性質課程中部份運用社群媒體線上學習，其中一個單元置入擬真互動角色策略，以探討其對個人特質之影響，以及其對學習動機與學習成效之效果。研究成果預期可引發更多研究人員參與檢驗此一議題的變項，以發展出符合元宇宙概念的創意線上教學策略。

【關鍵字】 虛擬角色；線上學習；學生羞怯感；自我效能；自我學習傾向

Abstract: Social media have been frequently used for former education. Past research on social-media-facilitated instruction has majorly focused on educational adaptations of mobile devices, web2.0 platforms, and discussed learner's individual learning characteristics as well as online teacher-student relations. Most of these studies tended to discuss issues from the views of educational psychology, and revealed that important individual characteristics include self-efficacy, self-direct learning readiness, and student shyness. Due to the fact that employing virtual avatars have the effects of advance learner's motivation, this proposed study considers the possible effects of visual perceptions on animated characters, and plans to take the advantage of motion sensing techniques to suggest an alternative solution for enhancing learning motivations. A motion-sensing social media environment will be built. A quasi experiment will be done to investigate the effects of virtual avatars embedding motion sensing. How individual characteristics of self-efficacy, self-direct learning readiness, and student shyness will influence the learning motivation and achievement will also be explored. The results of the study could benefit online instruction by providing alternative metaverse solutions to improve learning effectiveness.

Keywords: Virtual avatar, online learning, student shyness, self-efficacy, self-direct learning readiness

1. 緒論

Covid-19 造成了許多國家進行大規模的封鎖與隔離以阻止疫情的擴散。其中也包括了學校停止面對面的上課，這使得線上學習（online learning）重新受到重視。線上學習具有參與者用者可以透過遠端相互的分享與交流來產生互動的優點，但線上課程因為缺乏面對面的激勵與完成學習的壓力，如果不是很有趣或有持續性的吸引力，學生很容易鬆懈甚至退出（dropout）。Wang, Guo, He, and Wu (2019)就認為學習者中途退出在線上學習的情境中是個嚴重的問題。他們認為線上課程的設計要緊密與學習者的社會認知連結。Kim et al. (2017)

的研究除了同樣認為中途退出浪費了大量線上學習的資源^一，他們更提出了限制性的手段，以期能遏止中途退出的現象。但是無論是鼓勵或是限制，似都仍無法保證有效提升學習者主動學習的興趣。除此之外，實務製作性質的課程如採遠距方式實施，學生多因缺乏面對面互動與督導以致學習動機難以維持，且與教室中可以躲在角落避免引起注意相較，線上同步學習每位同學與教師/同學間的互動則顯得無所遁形，因此內向型的學生顯得較羞於在線上與教師面對面即時互動。

但是以視覺傳達的角度而言，可能可以有不同的發想：虛擬角色融入教學，長久以來在各領域的學習中都顯示有很好的成效。例如：Dalacosta, Kamariotaki-Paparrigopoulou, Palyvos, and Spyrellis (2009) 認為動畫角色的運用顯強化了重要的視覺語言，觸動了人類的情感，以及以符號與圖像傳遞訊息。Jamal, Ibrahim, and Surif (2019) 則認為過去許多研究已確認運用虛擬角色傳遞概念是有效增加思考技巧的學習策略。

近年更有運用體感互動科技的即時電腦合成虛擬角色 (Computer-Generated Imagery, CGI) 的產生，這種取代真人的電腦合成體感互動的擬真人物，意外在網紅產品銷售中創下可觀的佳績 (Molin & Nordgren, 2019; Oglesby, 2019)。然而在教育環境中運用虛擬角色的研究並不多，較為相關的亦僅有劉品如、裴駿、孫天龍 (2013) 將 kinect 結合 Unity 3D 所開發的遠距虛擬替身互動高齡關懷平台，他們的研究結果顯示「高齡者會專心看著學生志工的虛擬替身學習他們的動作」。這種虛擬角色互動的概念，如果融入到線上製作實務的課程中，讓教師與學生均可以在線上互動的活動中以自選虛擬角色的面貌呈現，或可以減低內向型的學生羞於在線上必須以自己真實面貌面對教師時的尷尬，強化他們自我效能與自我導向以提高繼續學習的意願與動機，降低中途退出的機率，進而獲得較佳的學習成效。因此我們認為虛擬角色線上互動對於學習成效的影響是一個值得探討的議題，同時也應進一步了解羞怯感、自我效能、以及自我導向學習等個人特質是否會因虛擬角色線上互動的策略運用而改變。

相關文獻回顧

2.1. 影響網路社群互動協作學習意願之因素

網路社群早已被認為是進行協作學習的有效環境，但通常被視為教室教學外的非正規的學習 (Greenhow, Robelia, & Hughes, 2009)。然 Selwyn and Stirling (2016) 經過回顧整理，發現有研究已開始討論學校機構運用網路社群媒體進行較具規模的學習，但系統化的分析應如何運用網路社群媒體進行系統化學習的研究仍然缺乏。Greenhow and Lewin (2016) 並認為社群網路的學習自主性強，包括學習者的自我效能以及自我導向 (Wang & Chen, 2011)，因此強化學習者的自主性參與意願應是個亟需探究的議題。Balakrishnan and Gan (2016) 的研究討論到利用網路社群的學習環境中，學生的學習風格對於學習成效的影響，他們發現不同的學習風格影響了參與社群學習的意願。我們也認為：自我效能與自我學習傾向是重要的影響網路社群互動協作學習意願的兩項重要因素。

此外，Martin (2019) 強調良好的師生關係是線上學習成功的關鍵因素，線上教師應特別注意經營師生關係。他並建議利用視訊會議型式讓彼此能直接互動是非常有效增強師生互動的方式之一。然而，研究也發現只是相互能看到彼此也許仍無法改善部份學生的互動。近兩年，就有研究針對 Facebook 學生使用者的羞怯感 (shyness) 對 Facebook 使用形態的影響進行研究 (Gebre & Taylor, 2020)，羞怯感本身就是一種學習者使用社群媒體的態度。而另有研究指出羞怯感高的學生對於其與教師的距離感 (closeness) 也越高，同時也會懼怕與教師互動。另外，羞怯感可能衍生學習焦慮，而學習焦慮又與學習者對師生關係認同高度相關 (Zee & Roorda, 2018)。由此可見，羞怯感的產生與師生關係的認同程度是可能有關連的。

因此我們也合理懷疑羞怯感亦是社群媒體學習的意願的關鍵因素之一，降低羞怯感會導致意願的增強，進而增進學習的成效。

2.2. 電腦合成虛擬角色

電腦合成虛擬角色的前身可追溯至手繪動畫或卡通。Jamal, et al. (2019) 指出以概念卡通 (concept cartoon) 策略進行的教學可以增進學生的創造力以及協助學生了解概念性知識。他們總結過去許多研究已確認運用卡通角色傳遞概念是有效增加思考技巧的學習策略。Munir (2016) 以卡通影片進行英文生字的教學，結果顯示較傳統生字學習效果更好，表現優良的學生更多。Dalacosta, et al. (2009) 則運用卡通影片輔助自然科學的學習。他們認為動畫角色的運用顯強化了重要的視覺語言，觸動了人類的情感，以及以符號與圖像傳遞訊息。

近年互動科技發展迅速，動畫角色已從 2D 手繪演進到 3D 電腦建模，而動畫的情境也從電影的概念演變為即時互動。目前已有許多體感互動的電腦軟體可即時捕捉真人的動作並轉化至 3D 角色，3D 角色成為了幕後真人的一個化身 (avatar)。最近這種即時電腦合成虛擬角色 (Computer-Generated Imagery, CGI)，結合了網紅商機，發展出一種擬真社群媒體網紅 (CGI Internet Influencer)。這種取代真人的電腦合成體感互動的擬真人物，意外在網紅產品銷售中創下可觀的佳績 (Molin & Nordgren, 2019; Oglesby, 2019)。目前這種虛擬角色應用體感互動的操作仍在萌芽階段，且大多應用於網紅商機，尚未有太多的學術研究驗證其真正的效果。在少數的擬真社群媒體網紅相關研究中，Kuhnle (2019) 指出虛擬角色創造了一個吸引人、較真人更完美的型體，因而獲得更多目光注視與強化訴求與行銷的效果，然其活動與發言等均要貼近現實生活的常態，才能獲得較真人網紅般更多的追隨者。

綜合上述有關「網路社群互動協作學習意願」以及「電腦合成虛擬角色」，我們認為網路社群是現今線上學習最重要的平台之一，利用網路社群學習則宜以互動協作的方法進行。然而互動協作的學習環境中，學習者個人的學習風格以及師生關係的經營均為學習是否成功的關鍵因素，而學習者個人特質中的羞怯感是影響師生交流的可能原因。我們假設運用擬真社群媒體網紅的概念，讓學生/學生、學生/教師間因羞怯感產生的尷尬減低，更因即時視訊中虛擬角色美化自己的功能或能使得學習者更引起參與動機，進而獲致較佳的學習成果。

2. 研究設計

疫情帶來了線上學習熱潮，其重要性亦日增，運用社群媒體進行互動協作學習的情形日益普及。然而社群媒體互動學習的主要問題是自主的學習環境難以維持學習者的學習動機、部份學生對積極參與感到遲疑、以及中途退出等，因此我們規劃以虛擬角色作為線上學習的創新策略，並探討實施此一創新策略對不同學習者羞怯感、自我效能、以及自我導向學習等個人特質之影響。

3.1. 研究問題

在網路社群互動協作學習的環境下，

1. 相較於傳統同步線上學習，虛擬角色互動的策略是否會獲得較佳的學習成效？
2. 在虛擬角色互動的策略下，羞怯感、自我效能、以及自我導向學習影響學習動機的情形如何？
3. 在虛擬角色互動的策略下，羞怯感、自我效能、以及自我導向學習影響學習成效的情形如何？
4. 虛擬角色互動的策略是否會改變羞怯感、自我效能、以及自我導向學習的程度？
5. 學生對**虛擬角色互動**學習滿意的程度如何？

3.2. 研究對象

擬設定為台北市一所綜合大學以及新北市一所科技大學修習多媒體基礎技術相關課程的學生，這些學生會在實驗單元實施前先授予基礎的多媒體設計與製作技術（如：PS、AI…）等能力，使其等具備進行實驗課程單元所需具備的先備能力。預計參與人數為 70 人。此等學生或將分別來自普通高中以及高職，他們受不同高中教育體系的影響，對擬進行課程單元（3D 基礎建模、簡易擴增實境遊戲設計）的先備知識也並不盡相同，這樣的多元性預期可獲得母群體更廣的推論。

3.3. 實驗設計

3.3.1. 虛擬角色的建立

虛擬角色擬運用 Cartoon Animator 4[®]軟體建置與同步操作。當一組角色與背景均設定完成後，虛擬角色會與連結的 webcam 連動，將虛擬角色的面部表情與背後的真人同步，成為一個 2D 的同步 CGI。此一軟體操作容易，同步效果佳，目前暫定以此為實驗之用，實施平台則考慮採用 Facebook 公司（現為 Meta）所開發之 Horizon Workrooms。由於此類型體感互動軟體發展迅速，日後若有更適合者當另行考慮。

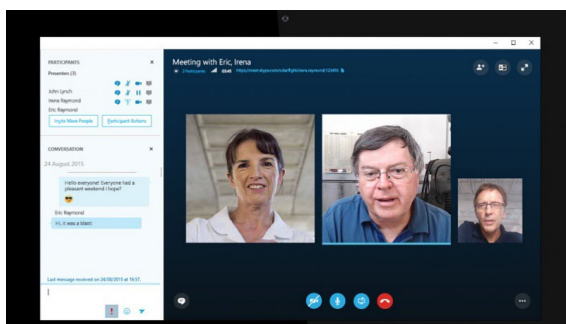
3.3.2. 實驗實施之規劃

研究擬以準實驗法進行。採單組前後測設計。採用此設計之原因是避免因分實驗、對照組造成相同學習內容但學生所受之處置不同而產生研究倫理問題。實驗分上、下兩學期進行，上學期實施傳統的自拍影像互動的策略，下學期則實施虛擬角色互動影像的策略。實驗教材分別擬定為上學期進行 3D 基礎建模教學（以 123D Design[®]軟體進行），下學期則為簡易擴增實境遊戲製作（以 MAKAR[®]軟體進行），置入於多媒體製作類型的課程中實施（如表 1）。

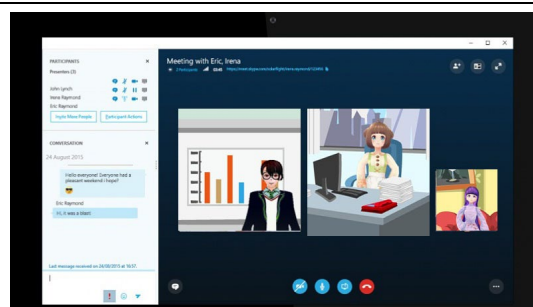
表 1 實驗分組實施內容對照表

實驗處置	Treatment 1	Test 1	Treatment 2	Test 2
自拍影像呈現策略	傳統線上影像即時互動策略	前測	虛擬角色即時互動策略	後測
單元內容	3D 基礎建模教學	羞怯感、自我效能、以及自我導向學習、學習動機、學習成就評量	簡易擴增實境遊戲製作	羞怯感、自我效能、以及自我導向學習、學習動機、學習成就評量

社群媒體互動畫面示意圖



採自：<https://around.uoregon.edu/content/new-tool-staging-online-meetings-comes-campus>



修改自：<https://around.uoregon.edu/content/new-tool-staging-online-meetings-comes-campus>

3.4. 研究工具

3.4.1. 羞怯感問卷

羞怯感問卷係參考 Smits and Vorst (1982) 之 School questionnaire for elementary and high school (SVL) 修改而來。共有 8 個問題，以 5 點量表的方式進行問答。問題例如表 2：

表 2 羞怯感問卷例題

我時常在線上課程中感覺寂寞
當教師問我問題時，我會感到害羞
我不喜歡在線上會議中面對老師與同學

3.4.2. 自我效能問卷

擬引用王健華、劉書瑋 (2019) 參考 Li et al. (2015) 與謝幼如等人 (2011) 所發展的自我效能量表，分為學習能力、學習意志、及控制感等三個面向，了解學習者對自我學習能力的信心水準、學習過程中努力與堅持的信心水準、自主管理行為的信心水準、以及掌握線上學習環境的信心水準，採用 Likert 5 點量表。自我效能量表範例如表 3 所示。

表 3 自我效能問卷例題

面向	問題範例
學習能力	我認為我能夠在學習時及時掌握課程內容。
學習意志	即使面對很大的學習壓力，我也不輕言放棄。
控制感	我能夠不受干擾、專心完成遊戲中的學習任務。

3.4.3. 自我導向學習傾向量表

此問卷擬依據 Guglielmino (1977) 的自我導向學習傾向理論，並參考鄧運林 (1995) 所編制之量表修訂，並先預試以確認其信、效度。初步規劃問卷分為五大面向：「持續學習」、「效率學習」、「喜愛學習」、「自主學習」、以及「創造學習」。部份初步擬定之問題如下表 4。

表 4 自我導向學習傾向量表例題

面向	問題
獨立學習	在學習時，我喜歡參與決定學習的內容與方法
效率學習	我能使自己所學的知識與自己的計畫相配合
喜愛學習	即使不能確定結果如何，我仍然喜歡學習新東西
主動學習	即使很忙，我仍會善用零碎的時間學習
創造學習	我樂於嘗試使用新方法去學習

3.4.4. 學習動機問卷

網路社群互動協作學習動機量表擬參考 Keller (2009) 之 ARCS 模式、Liu, and Wang (2016) 對於 ARCS 之詮釋、以及 Hung, Chou, Chen, and Own (2010) 之線上學習動機量表之問題模組整合成本研究之學習動機問卷題目。初擬分為注意、關聯、信心、滿足、與線上互動等五個面向，說明如表 5 所示：

表 5 網路社群學習動機量表設計準則

面向	說明
注意	具有興趣及認知，刺激好奇心去學習。
關聯	學習滿足個性化需求，鼓勵積極的態度。
信心	學習使人相信會成功，並能掌握成功的關鍵。
滿足	學習獲得成就感及獎勵。
線上互動	學習過程能在社群中分享心得與新知

3.4.5. 3D 建模品質與擴增實境遊戲評量表

用於評量學習成效（3D 建模以及擴增實境遊戲品質）。作品完成後均交由兩位數位多媒體專家依評定標準（等第由低至高分為 1-6 等 6 個等級，如表 6）進行評分，二者之平均分數即為其學習成就之量化分數。

表 6 故事評定標準

3D 建模品質	擴增實境遊戲品質
角色創意	遊戲介面設計
背景適切性	功能運作流暢程度
圖像擬真程度	圖像辨識能力

3. 研究重要性及預期影響

先前線上學習的討論大多是關於學習環境設計以及數位載具的應用，有關學習者心態與社會文化的置入以及建立與強化師生關係的研究則相對缺乏。近年來線上學習許多都採用網路社群作為教學的平台，在網路社群的學習環境中，尤其是互動協作式的學習環境，學生個人特質之一：羞怯感可能是影響參與意願的一項重要因素，但極少有研究探討此一因素對網路社群互動協作式的學習的影響，因此本研究擬從視覺傳達的角度出發，以動畫擬真網紅的概念，讓教師/學生以自選/製動畫角色的面貌呈現在線上互動的活動中，期此一創意性的策略能提高羞怯感高的學生參與意願，並提升整體研究對象的線上參與動機。此一研究的重要性在於突破以往線上學習的策略的改進多以改變教師角色、建立鷹架、以及參與型式（例如：混成式學習）等為方向的傳統，而以改變教師/學習者視覺知覺（visual perception）的方式試圖改善學習者的羞怯感，為線上社群學習研究提供了一個新的方向。如果研究結果顯示為正向，則預期可影響更多研究人員參與檢驗此一議題的變項。

Covid-19 造成的網路學習風潮，預期即使在疫情過去後也不會完全再回到教室教學，因此針對線上學習，尤其是年輕世代所倚賴的社群媒體之上的學習，現在已進入到元宇宙的世紀，以虛擬實境與混合實境的場域進行更多的線上學習處方性研究（prescriptive studies）是必要的，由此可發展出更多元的線上教學策略。本研究之成果將對後續這方面的研究作出貢獻。

參考文獻

王健華、劉書瑋（2019）。鐵道文化情境感知遊戲參與者自我效能與認知臨場感之研究。科技部補助專題研究計畫成果報告（MOST 107-2511-H-003-028-）。

- 劉品如、裴駿、孫天龍. (2013)。以 Kinect 為基礎之遠距虛擬替身互動技術開發高齡者關懷平台。 *福祉科技與服務管理學刊*, 1(2), 57-71.
- 謝幼如、劉春華、朱靜靜、尹睿 (2011)。大學生網路學習自我效能感的結構，影響因素及培養策略研究。 *電化教育研究*, 10, 30-34.
- Balakrishnan, V., & Gan, C. L. (2016). Students' learning styles and their effects on the use of social media technology for learning. *Telematics and Informatics*, 33(3), 808-821.
- Dalacosta, K., Kamariotaki-Paparrigopoulou, M., Palyvos, J. A., & Spyrellis, N. (2009). Multimedia application with animated cartoons for teaching science in elementary education. *Computers & Education*, 52(4), 741-748.
- Gebre, A., & Taylor, R. D. (2020). The Association Between Facebook Use and Student Involvement: The Moderating Role of Shyness. *Journal of Student Affairs Research and Practice*, online first.
- Greenhow, C., & Robelia, B. (2009). Informal learning and identity formation in online social networks. *Learning, media and technology*, 34(2), 119-140.
- Greenhow, C., & Lewin, C. (2016). Social media and education: Reconceptualizing the boundaries of formal and informal learning. *Learning, media and technology*, 41(1), 6-30.
- Guglielmino, L.M. (1977). Development of the self-directed learning readiness scale. *Dissertation Abstracts International*, 38, 64-67.
- Hung, M. L., Chou, C., Chen, C. H., & Own, Z. Y. (2010). Learner readiness for online learning: Scale development and student perceptions. *Computers & Education*, 55(3), 1080-1090.
- Jamal, S. N. B., Ibrahim, N. H. B., & Surif, J. B. (2019). Concept cartoon in problem-based learning: A systematic literature review analysis. *JOTSE: Journal of Technology and Science Education*, 9(1), 51-58.
- Keller, J. M. (2009). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach*. Springer Science & Business Media.
- Kim, T. D., Yang, M. Y., Bae, J., Min, B. A., Lee, I., & Kim, J. (2017). Escape from infinite freedom: Effects of constraining user freedom on the prevention of dropout in an online learning context. *Computers in Human Behavior*, 66, 217-231
- Kuhnle (2019). *A comparative analysis of CGI Instagram influencer, @lilmiquela, and human Instagram influencer, @_emmachamberlain*. Unpublished Master's Thesis. Malmö University
- Liu, S. W., & Wang, C. H. (2016, July). Exploring the Effects of Discovery Learning Strategy for Location-Based Historic Retrospection Mobile Game. In J. M. Spector, D. G. Sampson, R. H. Huang, N. S. Chen, and P. Resta (eds.), *Proceedings of IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies*, (pp. 95 – 99). Austin, Texas: IEEE eXpress Conference Publishing.
- Martin, J. (2019). Building Relationships and Increasing Engagement in the Virtual Classroom: Practical Tools for the Online Instructor. *Journal of Educators Online*, 16(1), n1.
- Molin, V., & Nordgren S. (2019). *Robot or Human? – The Marketing Phenomenon of Virtual Influencers*. Unpublished Master's Thesis. Uppsala University.
- Munir, F. (2016). The effectiveness of teaching vocabulary by using cartoon film toward vocabulary

- mastery of EFL students. *Journal of English Language Teaching and Linguistics*, 1(1), 13-37.
- Selwyn, N., & Stirling, E. (2016). Social media and education... now the dust has settled. *Learning, media and technology*, 41(1), 1-5.
- Smits, J. A. E., & Vorst, H. C. M. (1982). *Schoolvragenlijst voor basisonderwijs en voortgezet onderwijs (SVL): Handleiding voor gebruikers. [School questionnaire for elementary and high school (SVL): User manual]*. The Netherlands: Berkhout, Nijmegen.
- Wang, C. H., & Chen, C. P. (2011). The Effects of Self-Directed Learning Readiness on Learning Motivation in Web 2.0 Environments. *Proceedings of the 10th European Conference on e-Learning*, Great Britain, 846-853.
- Wang, W., Guo, L., He, L., & Wu, Y. J. (2019). Effects of social-interactive engagement on the dropout ratio in online learning: insights from MOOC. *Behaviour & Information Technology*, 38(6), 621-636. doi:10.1080/01449297.2019.1629513
- Zee, M., & Roorda, D. L. (2018). Student–teacher relationships in elementary school: The unique role of shyness, anxiety, and emotional problems. *Learning and Individual Differences*, 67, 156-166.

眼動操作學習對中學生的認知負荷與情境興趣之影響

The Effect of Eye-Tracking-Based Learning on Secondary Students' Cognitive Load and Situational Interest

游師柔¹，羅烈允¹，孫之元^{1*}

¹ 國立陽明交通大學教育研究所

* csun@nctu.edu.tw

【摘要】 多工環境促使人們追求在多重任務中切換自如的能力，多工學習同樣備受重視。本研究旨在探討中學生使用眼動操作學習對認知負荷與情境興趣之影響。研究參與者有效樣本為 38 位中學生，分為滑鼠操作組和眼動操作組進行數學課程，並完成認知負荷量表與情境興趣量表。研究結果顯示，眼動操作組的增生認知負荷，以及情境興趣與其部分子構面即時享受、新穎性、注意需求和總體興趣皆顯著高於滑鼠操作組。本研究建議教學者採用眼動操作幫助學習者有效分配不同任務的認知資源並培養數學學習興趣。

【關鍵字】 眼動；眼動追蹤；認知負荷；情境興趣；數位學習

Abstract: Humans pursue the ability to switch different tasks in multi-task environments, and multi-task learning is also valued. This study aims to examine the effect of eye-tracking-based learning on secondary students' cognitive load and situational interest. The valid sample was 38 secondary students who were divided into a click-based learning group and an eye-tracking-based learning group to learn mathematics. All participants completed a cognitive load scale and a situational interest scale. The results indicated that eye-tracking-based learning significantly improved germane cognitive load, situational interest, and its sub-dimensions of instant enjoyment, novelty, attention demand, and total interest. The study suggests that instructors can use eye-tracking-based learning to help learners allocate cognitive resources among different tasks and foster their interest in mathematics learning.

Keywords: eye movement, eye tracking, cognitive load, situational interest, e-learning

1. 前言

在現今忙碌的社會中，多工環境 (Multiple-task environment) 能為人們帶來較佳的行事效率 (Salvucci & Taatgen, 2010)。多工環境是指人們分別在多種資訊來源的任務切換並反應，但任務量的增加可能造成任務複雜度提升、消耗精神、降低準確性和表現的現象 (Cullen, Rogers, & Fisk, 2013)。在數位學習領域，智慧手機已成為多工學習的重要工具，但存在分心和減損動手能力的學習干擾 (Anshari, Almunawar, Shahrill, Wicaksono, & Huda, 2017)，本研究為了改善多工環境所造成的學習分心，透過眼動追蹤技術了解人們的視覺注意力位置 (Egner, Reimann, Hoeger, & Zangemeister, 2018)，並根據陳學志、賴惠德和邱發忠 (2010) 的研究建議，將眼動測量數據做為教材設計的元素，並建置眼動回饋系統引導學習者的注意力聚焦於關鍵資訊以提升問題解決能力。此外，眼睛的反應速度相較於手部動作的反應速度，前者更能快速感測到交替的資訊來源並作出反應 (Egner et al., 2018)，所以學習者透過眼動觸發學習功能可能比手部觸發更直覺且快速。釋放雙手的操作方式能幫助人們空出雙手同步

進行其他任務，促進動手能力的發生率，Hansen、Johansen、Hansen、Itoh 和 Mashino (2003) 指出眼動操作模式能達到釋放雙手的目的。在不同學習領域中，數學科注重動手計算能力與概念理解的整合 (Baroody, 2003)，故在學習過程會呈現理解任務和運算任務來回切換的多功狀態，若能提供學習者更有效的方式切換不同數學學習任務，將有助於認知處理效率與學習表現。

由於多工環境會造成任務複雜度提升 (Cullen et al., 2013)，學習任務的複雜度將會影響認知負荷 (Cognitive load) 的表現 (Leppink, Paas, Vleuten, Gog, & Merriënboer, 2013)，而認知負荷程度則會影響學習成效的成果 (Katrin, Becker, Louis, Klein, & Jochen, 2020)。透過眼動資料得以判斷認知負荷狀態 (Stuijzand et al., 2016) 和興趣感受 (He et al., 2018)，由此可見，眼動操作模式與手部操作模式之差異將可能影響認知負荷與興趣狀態。然而，不同的學習情境會產生不同情境興趣 (situational interest) 感受，情境興趣是培養長久興趣的基礎 (Hidi & Renninger, 2006; Linnenbrink-Garcia, Patall, & Messersmith, 2013)。因此，本研究的目的為開發眼動操作模式之數學教材，並探討中學生使用滑鼠操作和眼動操作數位教材對認知負荷 (內在認知負荷、外在認知負荷、增生認知負荷) 與情境興趣 (探索意圖、即時享受、新穎性、注意需求、挑戰性、總體興趣) 之影響。以下為研究問題與研究架構 (圖 1)。

研究問題一：中學生使用滑鼠操作和眼動操作數位教材在認知負荷 (內在認知負荷、外在認知負荷、增生認知負荷) 是否有顯著差異？

研究問題二：中學生使用滑鼠操作和眼動操作數位教材在情境興趣 (探索意圖、即時享受、新穎性、注意需求、挑戰性、總體興趣) 是否有顯著差異？

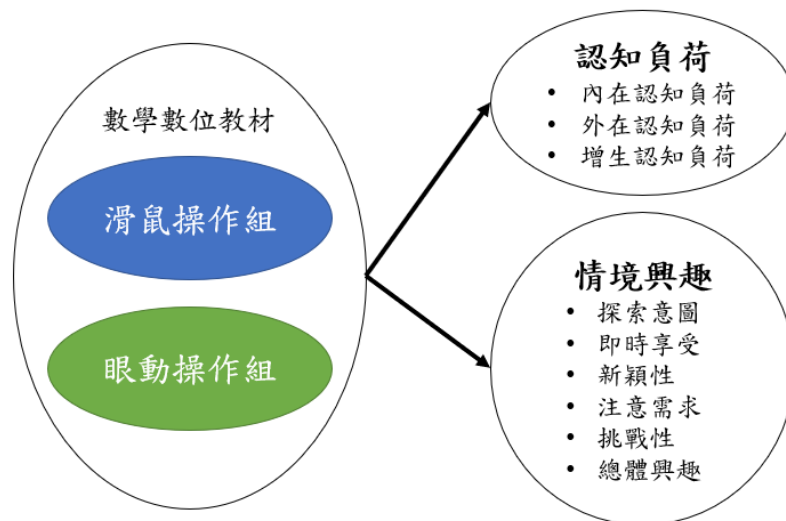


圖 1 研究架構

2. 文獻探討

2.1. 眼動操作

注意力是影響學習表現的關鍵因素，且透過監控學習者學習過程的注意力並在注意力低落時給予注意力提醒能提升持續注意力 (Chen & Wang, 2018)，此外，基於眼—心假設 (Eye-mind assumption)，眼睛所到之處為認知處理的位置 (Just & Carpenter, 1980)，透過眼動追蹤技術可以偵測眼睛觀看的焦點、視覺注意力與眼睛移動狀態，而這些眼動資料能夠深入探討認知處理狀態與興趣 (Egner et al., 2018)。Sun 和 Hsu (2019) 偵測眼睛在數位教材的注視位置了解學習者的學習困難處，並提供關鍵訊息的視覺回饋引導學習者觀看解題關鍵內容，研究結果發現此種視覺回饋的設計能幫助學習者提升注意力，產生更多回答問題的動機。由此可見，若能引導學習者的眼睛觀看重要學習資訊，將注意力聚焦在學習路徑將可

能幫助學習者達到有效學習與提升學習動機。此外，人們在執行動作前會先經由眼睛確認執行位置 (Jacob, 1991)，所以直接使用眼睛操作設備將能簡化執行動作的程序。Dickie、Hart、Vertegaal 和 Eiser (2006) 研究證明眼動輸入比滑鼠輸入快，且透過眼動輸入得以讓手部操作的任務持續進行。過去研究也指出眼動操作和滑鼠操作皆能達到相同的使用需求 (Abe, Owada, Ohi, & Ohyama, 2008)。綜上所述，眼動操作的學習方式將有助於簡化操作步驟、引導注意力與學習路徑，更直覺地進行學習任務。

2.2. 認知負荷

認知負荷理論是以工作記憶空間有限為理論基礎，而為了在有限的空間中增加資訊內容，良好的教材設計精緻化基模建立和將訊息移動至長期記憶空間的自動化歷程將不可或缺 (Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998)。Sweller (2010) 指出認知負荷是由內在認知負荷 (Intrinsic cognitive load)、外在認知負荷 (Extraneous cognitive load) 與增生認知負荷 (Germane cognitive load) 所組成，內在認知負荷與學習者本身的先備知識與教材傳遞的資訊複雜度相關，除了教材本身外，教學方法和教材設計也會影響認知負荷的表現，其中不理想的教學方式將會增加外在認知負荷，反之，有助於理解學習內容的教學設計將會促進增生認知負荷。為了量測三種認知負荷的差異以作為教材改善之基準，Leppink 等人 (2013) 開發出可分別量測三種認知負荷的量表。在實際教學應用中，Lin、Yu、Sun 和 Jong (2021) 指出由穿戴式虛擬實境採用釋放雙手呈現的視覺化回饋能增進增生認知負荷。Hart、Onceanu、Sohn、Wightman 和 Vertegaal (2009) 以聽力受損者為研究對象，探討眼動操作和手動操作的回憶程度和切換時間，研究結果顯示眼動操作的切換時間最短，回憶程度最佳，受試者也表示眼動操作是相對最自然、最容易和整體體驗最好的操作方式。眼動操作幫助學習者以自然容易的方式進行學習、釋放手部空間，減少系統操作的認知處理需求並提升記憶保留。

2.3. 情境興趣

情境興趣是受到情境影響所產生的興趣感受，同時是發展長期興趣的基礎，不同的學習環境對於情境興趣的維持有不同效果 (Hidi & Renninger, 2006)。Linnenbrink-Garcia 等人 (2013) 指出教學內容和教材呈現方式皆可能影響情境興趣的反應。Chen、Darst 和 Pangrazi (1999) 將情境興趣分為六個子構面，分別為探索意圖、即時享受、新穎性、注意需求、挑戰性、總體興趣，深入了解影響情境興趣的不同層面。Lin 等人 (2021) 指出創新的教材呈現方式能促進情境興趣中的新穎性與挑戰性。Yu、Sun 和 Chen (2019) 透過穿戴式擴增實境釋放雙手操作的視覺回饋引導博物館參觀者進行博物館導覽，研究結果發現視覺引導的互動方式能顯著提升情境興趣與其子構面。Hidi 和 Renninger (2019) 建議未來興趣相關研究可探討眼動的資訊搜尋與興趣之間的影響關係，例如：整合教材設計與眼動資訊引導興趣的提升，亦或是以不同條件趨動眼動注視不同位置促進興趣。因此，本研究整合眼動資訊於教材互動中，運用眼動操作的人機互動回饋機制引導學習路徑和注意力焦點，期望透過有別以往的學習型態觸發情境興趣的產生。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究採用便利取樣，共 48 位國中七年級學生參與本研究，分布於常態編班的二個班級中，有效樣本為 38 (79.17%) 人，隨機分為使用滑鼠操作學習教材的控制組 23 人，以及使用眼動操作學習教材的實驗組 15 人，21 (55.3%) 位男生，17 (44.7%) 位女生。

3.2. 研究流程

在實驗開始前，研究者向受試者說明實驗流程並請受試者與其法定代理人簽署實驗同意書，受試者皆保有隨時退出研究的權力。在正式實驗開始後，受試者被隨機分派至使用滑鼠

操作的控制組，以及使用眼動操作的實驗組進行數學課程，前者的受試者使用滑鼠游標點選數學數位教材進行學習，後者則是運用眼睛的凝視點控制數學數位教材進行學習，學習活動有共四節課，一節課 45 分鐘。學習活動結束後，受試者需填寫認知負荷量表與情境興趣量表，大約 20 分鐘。研究流程如圖 2。

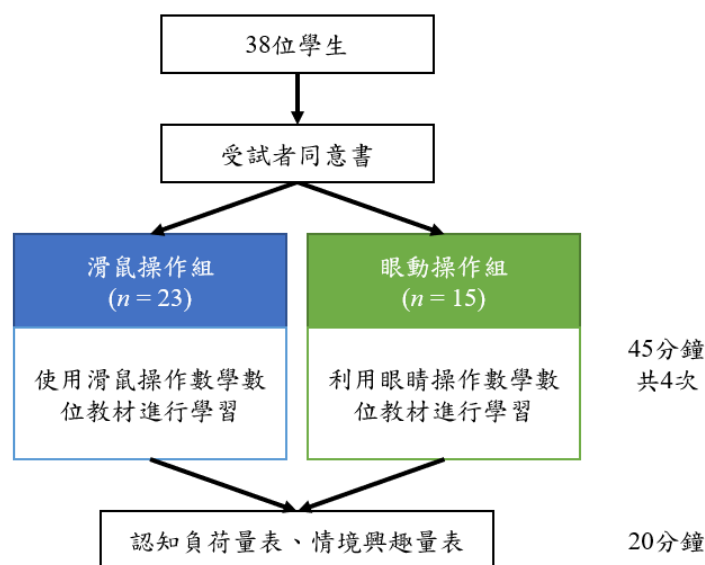


圖 2 研究流程

3.3. 研究工具

3.1.1. 認知負荷量表

本研究採用 Leppink 等人 (2013) 的認知負荷量表 (Cognitive load scale)，根據學習活動修改量表中的學習活動名稱，經由專家審查達到專家效度。此量表分為三個子構面，包含內在認知負荷 (3 題)、外在認知負荷 (3 題)、增生認知負荷 (4 題)，共 10 題。以李克特氏六點量表填答，1 代表非常不同意，6 代表非常同意。Cronbach's alpha 依序為 .91、.90、.92，整體量表為 .86。

3.1.2. 情境興趣量表

本研究採用 Chen 等人 (1999) 的情境興趣量表 (Situational interest scale)，此量表分為六個子構面，包含探索意圖、即時享受、新穎性、注意需求、挑戰性、總體興趣，各子構面皆為 4 題，共 24 題。以李克特氏六點量表填答，1 代表非常不同意，6 代表非常同意。Cronbach's alpha 依序為 .91、.91、.91、.94、.84、.95，整體量表為 .96。

3.1.3. 滑鼠操作教材與眼動操作教材

本研究的教學內容為國中七年級下學期的數學課程，包括「二元一次方程式的圖形」、「比例式」、「連比例」以及「正比與反比」四個單元，滑鼠操作與眼動操作教材內容皆相同。滑鼠操作模式是運用 Articulate Storyline 2 多媒體互動課件開發工具與 JavaScript 程式碼製作而成，眼動操作模式則是透過 Eye Tribe 眼動設備抓取眼睛凝視位置，Eye Tribe 每秒可取得 30 幀的畫面，其中可設定眼動操作功能。使用滑鼠操作模式的學習者，在操作數學教材的過程必須透過滑鼠與教材互動，而眼動操作模式的學習者則是必須透過眼睛凝視點與教材互動，圖 3 為眼動操作模式之數位教材使用者介面。

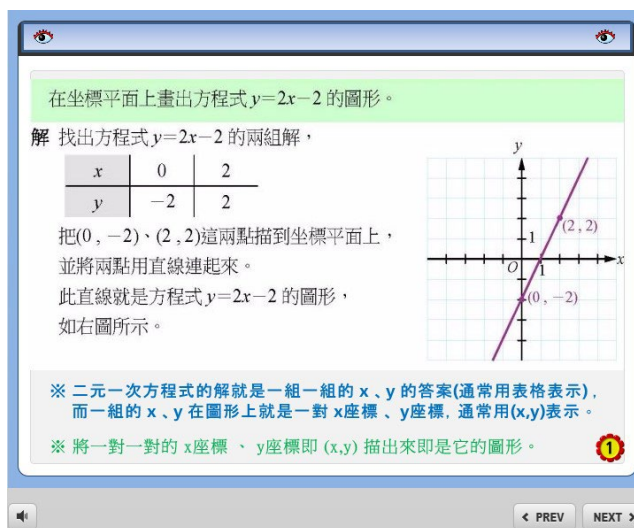


圖 3 眼動操作模式之數位教材使用者介面

4. 研究結果

本研究採用 IBM SPSS Statistic 22 進行獨立樣本 t 檢定分析，用以回答研究問題一與研究問題二。根據分析結果，認知負荷與其子構面以及情境興趣與其子構面在兩組的偏態之絕對值皆小於 3，峰度的絕對值皆小於 10，介於常態分佈範圍內 (Kline, 2010)，其中認知負荷 ($F = 4.42, p < .05$) 與外在認知負荷 ($F = 15.79, p < .001$) 未符合變異數同質性假設，改採用非變異數同質性之獨立樣本 t 檢定結果。

經由獨立樣本 t 檢定結果顯示，認知負荷 ($t = -1.59, p = .13$)、內在認知負荷 ($t = -0.79, p = .44$) 與外在認知負荷 ($t = -0.47, p = .64$) 兩組之間未達統計顯著，增生認知負荷則有達顯著差異 ($t = -2.8, p < .01$)，且眼動操作組 ($M = 4.85, SD = 1.23$) 顯著高於滑鼠操作組 ($M = 3.90, SD = 0.86$)，代表學習者使用眼動操作教材的學習方式相較於使用滑鼠操作更能幫助學習者達到有效的認知處理運用。表 1 為認知負荷與其子構面的獨立樣本 t 檢定結果摘要表。情境興趣方面，情境興趣在兩組之間有達顯著差異 ($t = -2.64, p < .05$)，進一步分析子構面部分，探索意圖 ($t = -1.94, p = .06$) 與挑戰性 ($t = -1.11, p = .27$) 在兩組間未達統計顯著，反之，即時享受 ($t = -2.79, p < .01$)、新穎性 ($t = -2.58, p < .05$)、注意需求 ($t = -3.13, p < .01$) 和總體興趣 ($t = -2.13, p < .05$) 皆是眼動操作組顯著高於滑鼠操作組，代表學習者使用眼動操作教材的學習方式相較於使用滑鼠操作，前者更能享受學習過程、獲得和過去經驗不同的學習歷程、更專注於學習內容，以及提升整體的興趣。表 2 為情境興趣與其子構面的獨立樣本 t 檢定結果摘要表。

表 1 認知負荷與其子構面的獨立樣本 t 檢定結果摘要表

變項	滑鼠操作組		眼動操作組		t	df	p
	M	SD	M	SD			
認知負荷	3.60	0.72	4.15	1.21	-1.59	20.54	.13
內在認知負荷	3.70	1.11	4.02	1.44	-0.79	36	.44
外在認知負荷	3.12	1.06	3.36	1.77	-0.47	20.56	.64
增生認知負荷	3.90	0.86	4.85	1.23	-2.80	36	< .01

表 2 情境興趣與其子構面的獨立樣本 *t* 檢定結果摘要表

變項	滑鼠操作組		眼動操作組		<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
情境興趣	3.76	0.88	4.68	1.25	-2.64	36	< .05
探索意圖	3.99	0.95	4.72	1.36	-1.94	36	.06
即時享受	3.78	1.01	4.90	1.46	-2.79	36	< .01
新穎性	4.01	0.95	4.97	1.34	-2.58	36	< .05
注意需求	3.61	1.28	4.95	1.31	-3.13	36	< .01
挑戰性	3.51	1.02	3.92	1.21	-1.11	36	.27
總體興趣	3.68	1.28	4.60	1.32	-2.13	36	< .05

5. 討論

經由研究結果發現，眼動操作的學習方式有助於提升增生認知負荷，此研究結果符合 Hart 等人（2009）之觀點，因不同任務之間的切換時間花費越多，可能錯過越多學習資訊，眼動操作的任務切換時間較滑鼠操作短且操作方式直覺，減少操作的複雜性，因此學習者得以獲得更多的資訊，加上降低複雜度的使用方式促使增生認知負荷的提升。情境興趣方面，眼動操作有效促進整體情境興趣與其子構面即時享受、新穎性、注意需求與總體興趣之提升。學習者使用眼動操作的學習經驗與過去熟悉的學習方式不同，如同 Lin 等人（2021）指出創新的教材呈現形式能引起新穎性感受，此外，眼動操作較自然（Hart et al., 2009），手部動作不會中斷（Hansen et al., 2003），較符合日常行為模式，加速學習者主動參與與享受學習內容的時間，以及眼動操作能引導注意力於學習內容（Sun & Hsu, 2019），對於引起學習者的注意力有幫助。

6. 結論

面對需要概念理解與計算的數學學習多工環境而言，找出認知資源有效分配於多工任務的方法將十分重要，本研究比較數位學習情境中的眼動操作與手動操作對認知負荷和情境興趣之影響，研究結果顯示眼動操作能促進增生認知負荷、情境興趣與其子構面即時享受、新穎性、注意需求與總體興趣，代表眼動操作相較於滑鼠操作更能有效分配認知資源於學習任務，亦能透過新穎的學習方式啟發學習者對數學學習的興趣基礎。由於眼動操作仍存在點石成金效應（Midas touch effect），建議未來研究可針對使用者介面與眼動操作的整合進行探討。

參考文獻

- 陳學志、賴惠德和邱發忠（2010）。眼球追蹤技術在學習與教育上的應用。《教育科學研究期刊》，55(4)，39-68。
- Abe, K., Owada, K., Ohi, S., & Ohyama, M. (2008). A system for web browsing by eye-gaze input. *Electronics and Communications in Japan*, 91(5), 11-18. doi:10.1002/ecj.10110
- Anshari, M., Almunawar, M. N., Shahrill, M., Wicaksono, D. K., & Huda, M. (2017). Smartphones usage in the classrooms: Learning aid or interference? *Education and Information Technologies*, 22(6), 3063-3079. doi:10.1007/s10639-017-9572-7

- Baroody, A. J. (2003). The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In A. J. Baroody & A. Dowker (Eds.), *Development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise* (pp. 1-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chen, A., Darst, P. W., & Pangrazi, R. P. (1999). What constitutes situational interest? Validating a construct in physical education. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 3(3), 157-180.
- Chen, C.-M., & Wang, J.-Y. (2018). Effects of online synchronous instruction with an attention monitoring and alarm mechanism on sustained attention and learning performance. *Interactive Learning Environments*, 26(4), 427-443. doi:10.1080/10494820.2017.1341938
- Cullen, R. H., Rogers, W. A., & Fisk, A. D. (2013). Human performance in a multiple-task environment: Effects of automation reliability on visual attention allocation. *Applied Ergonomics*, 44(6), 962-968. doi:10.1016/j.apergo.2013.02.010
- Dickie, C., Hart, J., Vertegaal, R., & Eiser, A. (2006, November). *LookPoint: An evaluation of eye input for hands-free switching of input devices between multiple computers*. Paper presented at the Australia Conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments, Sydney, Australia.
- Egner, S., Reimann, S., Hoeger, R., & Zangemeister, W. H. (2018). Attention and information acquisition: Comparison of mouse-click with eye-movement attention tracking. *Journal of Eye Movement Research*, 11(6). doi:10.16910/jemr.11.6.4
- Hansen, J. P., Johansen, A. S., Hansen, D. W., Itoh, K., & Mashino, S. (2003, June). *Command without a click : Dwell time typing by mouse and gaze selections*. Paper presented at the International Conference on Human-Computer Interaction, Crete, Greece.
- Hart, J., Onceanu, D., Sohn, C., Wightman, D., & Vertegaal, R. (2009, August). *The attentive hearing aid: Eye selection of auditory sources for hearing impaired users*. Paper presented at the IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Berlin, Heidelberg.
- He, H., She, Y., Xiahou, J., Yao, J., Li, J., Hong, Q., & Ji, Y. (2018, June). *Real-time eye-gaze based interaction for human intention prediction and emotion analysis*. Paper presented at the Computer Graphics International, New York, NY.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111-127. doi:10.1207/s15326985ep4102_4
- Hidi, S. E., & Renninger, K. A. (2019). Interest development and its relation to curiosity: Needed neuroscientific research. *Educational Psychology Review*, 31(4), 833-852.
- Jacob, R. J. (1991). The use of eye movements in human-computer interaction techniques: What you look at is what you get. *ACM Transactions on Information Systems*, 9(2), 152-169.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329-354. doi:10.1037/0033-295X.87.4.329
- Katrin, H., Becker, S., Louis, M., Klein, P., & Jochen, K. (2020). Using smartphones as experimental tools—A follow-up: Cognitive effects by video analysis and reduction of cognitive load by multiple representations. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 303-317. doi:10.1007/s10956-020-09816-w
- Kline, R. B. (2010). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed.). New York, NY: The Guilford Press.

- Leppink, J., Paas, F., Vleuten, C. P. M. V. d., Gog, T. V., & Merriënboer, J. J. G. V. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior Research Methods*, 45, 1058–1072. doi:10.3758/s13428-013-0334-1
- Lin, H. C.-S., Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Jong, M. S. Y. (2021). Engaging university students in a library guide through wearable spherical video-based virtual reality: Effects on situational interest and cognitive load. *Interactive Learning Environments*, 29(8), 1272-1287. doi:10.1080/10494820.2019.1624579
- Linnenbrink-Garcia, L., Patall, E. A., & Messersmith, E. E. (2013). Antecedents and consequences of situational interest. *British Journal of Educational Psychology*, 83(4), 591-614. doi:10.1111/j.2044-8279.2012.02080.x
- Salvucci, D. D., & Taatgen, N. A. (2010). *The multi-tasking mind*. NY, New York: Oxford University Press.
- Stuijzand, B. G., van der Schaaf, M. F., Kirschner, F. C., Ravesloot, C. J., van der Gijp, A., & Vincken, K. L. (2016). Medical students' cognitive load in volumetric image interpretation: Insights from human-computer interaction and eye movements. *Computers in Human Behavior*, 62, 394-403. doi:10.1016/j.chb.2016.04.015
- Sun, J. C.-Y., & Hsu, K. Y.-C. (2019). A smart eye-tracking feedback scaffolding approach to improving students' learning self-efficacy and performance in a C programming course. *Computers in Human Behavior*, 95, 66-72. doi:10.1016/j.chb.2019.01.036
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Chen, O. T.-C. (2019). Effect of AR-based online wearable guides on university students' situational interest and learning performance. *Universal Access in the Information Society*, 18(2), 287-299. doi:10.1007/s10209-017-0591-3

探討臺灣手語『一』之手形聯想遊戲對社會認同、求知性價值、有用性價值、與學習興趣之關係

Through the Sign Association Game to Explore the Relationship between Social Identity, Epistemic Value, Functional Value and Learning Interest

魏如君

國立臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班

mariaweilee2000@gmail.com

【摘要】 手語是一種視覺語言，許多學習者希望能學會手語與人溝通。然而，手語獨特的結構使得學習不易。為了解決這個問題，本研究目的在於透過溯因推理概念發展之手語手形聯想遊戲來促進手語學習，並探討聯想遊戲與『社會認同』、『求知性價值』、『有用性價值』、『學習興趣』之間的關係。回收有效問卷75份，進行結構方程模型分析。研究結果顯示，社會認同與求知性價值、有用性價值呈現正相關；求知性價值可以正向預測學習興趣，但有用性價值不能。上述研究成果可以提供手語教學者運用溯因推理方法教學的參考。

【關鍵字】 溯因推理；學習興趣；社會認同；手語遊戲；手語教學

Abstract: Sign language is a visual language, and many learners hope to learn sign language to communicate with people. However, the unique structure of sign language makes it difficult to learn. To address this issue, the purpose of this study is to promote sign language learning through the sign association game with abductive reasoning, and to explore the relationship between social identity, epistemic value, functional value and learning interest. There were 75 valid questionnaires returned, and subjected to structural equation modeling. The results indicated social identity is positively related to epistemic value and functional value; epistemic value can positively predict learning interest, but functional value cannot. The above research findings provide reference for sign language teachers to use abductive reasoning approach.

Keywords: Abductive reasoning, Learning interest, Social identity, Sign language games, Sign language teaching

1. 前言

手語是聽障族群間溝通的一種語言，有其語言學理論，以及獨特的語法表達方式，與口語文法不同（Smith, 1990）。許多民眾對於學習手語感到興趣，希望能學會手語與人溝通或從事手語翻譯。但是手語獨特的結構，對於聽人學習其實有其困難性（Quinto-Pozos, 2005；Schornstein, 2005）。臺灣勞動部技能發展中心技術士檢定丙級職類當中，手語翻譯是唯一通過率低於20%的職類（台灣手語翻譯協會，2018），由此可知手語學習確有難度。

聽力正常者要如何學習手語呢？(Peterson, 2009)指出在早期手語教學時，主要教學重點在學習詞彙部分。然而手語是圖像式的語言 (iconic language)，其構成要素包括手形、方向、位置、動作，方向性、同時性、臉部表情、肢體動作等 (史文漢、丁立芬，1997；邢敏華譯，2005；楊雅惠，2015)。為了達到教學目的，Quinto-Pozos (2011)認為在課程進行時需要教導有關手語的獨特結構，才能幫助學習者順利進行手語的學習。

此外，手語對應於口語的音韻組成元素是『基本手形』(basic handshape)、『位置』(position/location)及『移動』(movement)，這些組成元素具有對比 (contrastive) 及辨義 (distinctive) 的功能 (戴浩一、蔡素娟，2009)，所有的詞彙都是由這三種元素所組成。因此，本研究透過自行發展的臺灣手語手形 (手語結構) 聯想遊戲，以手形、位置、動作之組合設計題目提供使用者學習，並探討聯想遊戲對『社會認同』、『求知性價值』、『有用性價值』與『學習興趣』之間的關係。

『在眾多的語言教學方法中，數位遊戲教學被認為是一種有趣而且令人愉悅的方法 (譚華德等人，2021)。』『且具備適性化教學、互動性、立即的回饋效果 (歐峻賢，2013)。』亦有研究證實，『如果能透過遊戲進行語言學習，會比非遊戲式的學習環境更有效 (Zarzycka-Piskorz, 2016)。』因此，本研究開發數位聯想遊戲來促進手語學習。

溯因推理 (Abduction) 的概念，是由 Peirce (1878) 正式創立，他認為『生活中的觀念、定律和理論，皆是由溯因推理的方式而形成。』以推理方法中的歸納法與演繹法做為基礎，由已知的一項定理接著推導出下一項定理，『對於造成事實現象的原因加以追溯，進而找出可能的假設，』再以反推的方式，增進學習者對事實的理解，並以此建構概念 (許懿心，2018)。

手語詞彙比法之形成，往往有其約定俗成之涵意來源，聾人擅長將視覺觀察到的物體外型與操作融入在手語詞彙中，例如『紅色』來自於嘴唇顏色，『手機』來自於將電話置於耳側之動作，即使未學過手語，亦可從手語組成進行聯想得知詞意。因此，本研究將以溯因推理概念來設計遊戲。瞭解使用者是否能藉由溯因推理手語數位遊戲提升學習興趣，瞭解手語結構，增進學習效果。因此，在以上之研究背景下，本研究欲藉由溯因推理數位手語遊戲，帶給手語學習法新的嘗試，達到自主學習的成效。

2. 研究問題與目的

基於上述之研究動機，本研究訂定具體之研究問題與目的如下：

2.1. 研究問題

- 一、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，社會認同對求知性價值是否相關？
- 二、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，社會認同對有用性價值是否相關？
- 三、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，求知性價值對學習興趣是否相關？
- 四、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，有用性價值對學習興趣是否相關？

2.2. 研究目的

- 一、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，社會認同對求知性價值具有相關。
- 二、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，社會認同對有用性價值具有相關。
- 三、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，求知性價值對學習興趣具有相關。
- 四、社會民眾使用溯因聯想數位手語遊戲時，有用性價值對學習興趣具有相關。

3. 研究設計

本章根據研究動機及研究目的，配合文獻探討，作為研究設計的依據，並發展出研究架構與研究工具。本章分為五節，第一節研究架構、第二節研究假設、第三節實施程序與步驟、第四節研究對象、第五節為研究工具。

3.1. 研究架構

本研究要旨為探討受測者使用本研究開發之溯因聯想遊戲 APP，進行臺灣手語『一』之手形在不同位置與動作結合之訓練，而後進行問卷。從受測者對於聽障者之社會認同程度出發，瞭解其與手語求知性價值、有用性價值之間的關係，並從求知性價值與有用性價值測量，瞭解兩者與手語學習興趣的相關程度。

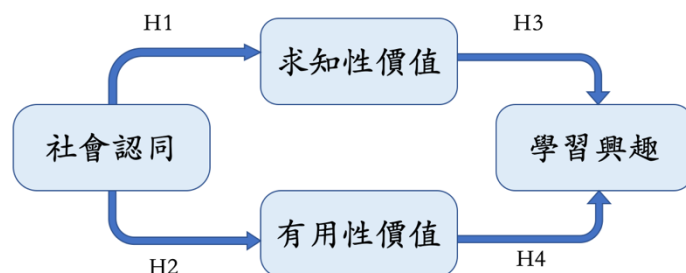


圖 1 構面圖

3.2. 教學工具

3.2.1. 遊戲介紹

手語手形聯想遊戲是腦力激盪的遊戲 APP，此 App 是由國立臺灣師範大學數位遊戲學習實驗室所研發，題目提供三項線索，分別為左側『手形』、『位置』、右側為『動作』（圖 2），玩家依據三項線索並參考答案選項，推理出正確的手語含意，並透過聯想遊戲取得金幣與積分（圖 3）。



圖 2 『手語手形聯想遊戲』APP 遊戲畫面

3.2.2. 如何玩

在溯因聯想 APP 中，將手語『一』之手形在不同位置與動作之詞彙含意設計十個題目，玩家需在指定時間內從四個選項中選出正確答案。例如：『一』之手形在臉頰重複往下劃，『一』之手形在嘴巴左右來回等，每一個題目有 30 秒作答時間。

為了克服 APP 下載步驟的繁瑣，提升受測者填寫問卷意願，特將 APP 遊戲過程錄製為影片，並上傳影音平台，透過問卷內的網址連結提供受測者觀看，使能達到實地操作遊戲的效果。

3.3. 研究步驟

本研究邀請受測者先進行手語手形遊戲 APP 至少一組 5 題，或透過網路影音連結觀看遊戲 APP 影片一組 5 題，讓學習者藉由遊戲方式，訓練並瞭解手語『一』之手形在不同位置與動作結合之含意。而在參與者遊戲結束後，發放問卷進行匿名填寫。

3.4. 研究參與者

本研究對象主要選取與聽損幼童接觸之聽語治療從業人員，以及聽力障礙與聽力正常之手語使用者，採取對於聽障者有接觸經驗之立意取樣。根據研究目的、相關文獻與研究架構，進行問卷題目設計並由指導教授協助問卷題目修改，並於 2021 年 11 月 25 日起，以紙本與網路問卷方式發放，截至 12 月 14 日止共回收 75 份問卷。其中，男生 17 人（23%），女生 58 人（77%）；參與者的平均年齡為 47.48 歲（標準差為 11.55 歲）；實體問卷 8 人（11%），網路問卷 67 人（89%）；學過手語 35 人（47%），沒有學過手語 40 人（53%）。

3.5. 測量問卷

本研究根據研究目的、相關文獻與研究架構，進行問卷題目設計並由指導教授協助問卷題目修改，預試問卷於 2021 年 11 月 25 日起以紙本與網路問卷方式發放，採取對於聽障者有接觸經驗之立意取樣，截至 12 月 14 日止共回收 75 份問卷。

3.5.1. 社會認同量表

社會認同理論認為，每個人會根據自己的生活環境、職業或是教育程度，將自己歸類到特定團體，也根據自己的分類，將自己以外的人歸類到與自己相同或是不同的團體當中（郭英峰、侯建任，2015）。根據這個定義，本研究編製一份社會認同量表，瞭解受測者對於聽障者的社會認同程度，共有 6 題，例題如：『我認為社會有越來越多人學手語，才能平等友好地對待聽障者』。問卷採用李克特五點量表，以 1 代表非常不認同至 5 非常認同衡量。

3.5.2. 求知性價值量表

基於認知上的不足，所引發一種想要獲得知識的渴望，是林育德所提出之求知性好奇心（2020）。在進行手語手形聯想遊戲之後，受測者是否因為面對難解的問題，想要知道更多手語的源由與含意，因此對手語產生好奇心產生學習動機。題目共 6 題，例題如：『玩手語手形聯想遊戲後，讓我想學會更多手語』。

3.5.3. 有用性價值量表

Davis（1989）定義認知有用性為使用特定技術時，會感覺到自己的工作效能有所提升的程度。本問卷是瞭解受測者當使用『手語手形聯想遊戲』時，是否能依照畫面的提示瞭解手語的意思，即使手語混淆也可以多玩幾次而釐清，啟發對手語結構的理解，並想學會更多的手語。

3.5.4. 學習興趣量表

學習興趣指的是一種情意偏好的傾向，是一種激發學習的內在動力（廖育汝，2021），也是個體對於學習內容的偏好。本研究是指『手語手形聯想遊戲』的過程中，所表現的注意力及任務完成的態度。例題如：『玩手語手形聯想遊戲，我不擔心答錯想繼續玩』。

4. 研究結果與討論

4.1. 項目分析

驗證性分析（CFA）是要證實或確認序數變量之間的假設關係，根據簡約模型和殘餘獨立的原則，需要減少每個問卷構面的項目。一般而言，因素負荷量應該至少 0.6 以上，才能表示每個測量的變異數有 50% 能被潛在變數解釋（張紹勳，2001）。因此，本研究刪除 .60 以下之題項，社會認同度從 6 題減少為 5 題。

4.2. 構面信度與效度分析

4.2.1. 信度

本研究經由 Cronbach' s α 及組合信度（Composite Reliability, CR）來進行信度檢驗，Hair 等人（2019）建議 Cronbach' s α 與 CR 值的數值高於 .70 則視為可接受標準，而本研究 Cronbach' s α 值介於 .79~.93，CR 值介於 .85~.94，符合建議標準，如表 1 所示。

表 1 題向之信度分析

	AVE	Composite Reliability	R Square	Cronbachs Alpha
社會認同	0.54	0.85		0.79
求知性價值	0.72	0.94	0.26	0.92
有用性價值	0.73	0.94	0.34	0.93
學習興趣	0.76	0.94	0.65	0.92

4.2.2. 收斂效度

收斂效度大多可以從組成信度 (CR)、因素負荷量 (FL) 和平均變異數抽取量 (averaging variance extracted, AVE) 來判別。組成信度是指一個組合變量的信度，學者多建議組成信度(CR)應高於 0.6 (Fornell & Larcker, 1981)。因素負荷量應該至少 0.6 以上，才能表示每個測量的變異數有 50% 能被潛在變數解釋 (張紹勳, 2001)，因此本研究刪除.60 以下之題項。其中社會認同的 FL 數值介於.63~.90，求知性價值的 FL 數值介於.80~.89，有用性價值的 FL 數值介於.81~.87，學習興趣的 FL 數值介於.80~.93。此外 AVE 需大於 0.5 才代表構面具有收斂效度 (Hair et al. 2019)，本研究中被保留題項之 AVE 值介於.54~.76，皆符合建議標準，如表 2 所示。

表 2 信度與效度分析

題項	M	SD	FL	t
社會認同				
M=4.34 , SD=0.29 , Cronbach's α =0.79 , CR=0.85 , AVE= 0.54				
1.我覺得聽障朋友是弱勢，需要學手語才能幫助他們。	3.97	1.14	0.67	10.66
2. 玩「手語手形聯想遊戲」，會讓我想起社會上有聽障者。	4.13	1.04	0.63	6.13
3. 玩「手語手形聯想遊戲」後，我會想社會上需要更多人學手語。	4.53	0.68	0.90	32.80
4. 我認為社會有越來越多人學手語，才能平等友好地對待聽障者。	4.67	0.62	0.75	7.96
5. 玩「手語手形聯想遊戲」後，我願意幫助聽障者學手語。	4.38	0.84	0.70	6.94
求知性價值				
M=4.33 , SD=0.13 , Cronbach's α =0.92 , CR=0.94 , AVE= 0.72				
1. 透過「手語手形聯想遊戲」我自己就能搞清楚手語的含義。	4.15	0.98	0.80	15.76
2. 玩「手語手形聯想遊戲」時，我能猜得出手語的意思。	4.22	0.85	0.81	15.78
3. 玩「手語手形聯想遊戲」時，混淆的手語可以多玩幾次而釐清。	4.46	0.82	0.82	15.18
4. 玩「手語手形聯想遊戲」時，讓我能探索手語的含義與差異。	4.32	0.91	0.89	28.72
5. 玩「手語手形聯想遊戲」時，啟發我對手語結構的理解。	4.38	0.84	0.88	20.50
6. 玩「手語手形聯想遊戲」後，讓我想學會更多手語。	4.46	0.83	0.88	22.31
有用性價值				
M=4.44 , SD=0.10 , Cronbach's α =0.93 , CR=0.94 , AVE= 0.73				
1. 我認為學手語是需要的，因為日常生活中可用到。	4.37	0.86	0.81	15.15
2. 我認為了解手語的差異，對我學會手語很重要。	4.55	0.75	0.84	12.60
3. 我認為有挑戰的手語遊戲內容，可以刺激我的思考。	4.55	0.75	0.86	17.51
4. 我認為未來生活中可以使用「手語手形聯想遊戲」學習手語溝通。	4.42	0.83	0.87	17.34
5. 我認為透過「手語手形聯想遊戲」能把手語學好。	4.30	0.84	0.86	29.74
6. 我認為「手語手形聯想遊戲」可以幫助我區別手語意思。	4.42	0.78	0.87	26.65
學習興趣				
M= 4.42 , SD=0.03 , Cronbach's α =0.92 , CR=0.94 , AVE= 0.76				

1.我很喜歡「手語手形聯想遊戲」。	4.41	0.86	0.79	6.15
2.我覺得「手語手形聯想遊戲」很好玩。	4.43	0.80	0.90	16.41
3.我喜歡用「手語手形聯想遊戲」學手語。	4.38	0.84	0.93	41.83
4.玩「手語手形聯想遊戲」，感覺時間過的特別快。	4.42	0.89	0.88	19.59
5.玩「手語手形聯想遊戲」，我不擔心答錯想繼續玩。	4.47	0.85	0.84	14.12

4.2.3. 構面區別效度

以平均變異數萃取法驗證區別效度，透過所得到因素間的相關係數，以及透過報告收斂效度 (convergent validity) 所得到的平均變異萃取量 (average variance extracted, AVE)。判斷的標準就是該因素的 AVE 開根號值，高於其他所有與該因素的相關係數，則代表有區別效度。依照以上所述，本研究中的每一構面皆具有區別效度，如表 3 所示。

表 3 構面區別效度分析

構面	學習興趣	有用性價值	求知性價值	社會認同
學習興趣	1.00			
有用性價值	0.69	1.00		
求知性價值	0.80	0.77	1.00	
社會認同	0.43	0.58	0.51	1.00

4.3. 路徑分析

社會認同對求知性價值具有正影響 ($\beta = .51, t = 4.76, p < .001$)；社會認同對有用性價值中有正影響 ($\beta = .58, t = 5.43, p < .001$)；求知性價值對學習興趣有正影響 ($\beta = .67, t = 6.14, p < .001$)；有用性價值對學習興趣沒有顯著影響 ($\beta = .17, t = 1.32, p > .05$)。如圖 3 所示。

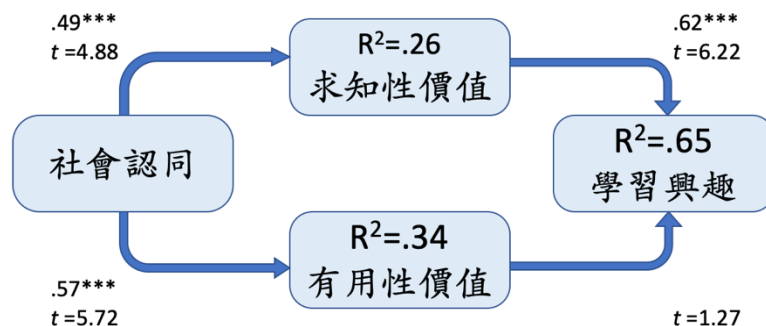


圖 3 研究模式驗證 (* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$)

5. 研究結果

5.1. 社會認同與求知性價值具有正相關

社會認同理論 (SIT) 認為，人們通常傾向通過實際與他人共享相似的經歷、觀點與價值建立歸屬感。國內學者陳怡穎 (2013) 研究發現，使用者的社會認同會調節主觀規範對使用意圖的關係，主觀規範的感知較高，數位學習使用的意圖也較高。本研究證實，對於聽障族群具有社會認同者，學手語的接受度與學習意願都呈現高度相關。

5.2. 社會認同與有用性價值具有正相關

林蕙禕 (2020) 研究發現，遊戲、群體認同越高皆有助於玩家購買虛擬商品的意圖；李展瑩 (2019) 研究也發現社會支持與虛擬社群形象皆有正向影響玩家對群體的認同。本研究

結果證實，社會認同與有用性價值具有明顯相關，亦即對於聽障族群具有社會認同者，認為可以利用本研究採用之數位遊戲學習手語，以利生活中之溝通。

5.3. 求知性價值與學習興趣具有正相關

求知好奇心是對知識以及經驗的一種渴望，常被認為是探索和保持興趣的重要前兆（Silvia, 2001, 2006）。本研究證實，能使用手語手形聯想遊戲理解手語、探索手語差異、想學會更多手語者，亦能喜歡和投入在手語手形聯想遊戲中，呈現高度相關。

5.4. 有用性價值與學習興趣呈現低相關

在本研究中，使用者在使用手語手形聯想遊戲後，認為遊戲對於學習手語有用性與具備學習興趣呈現低度相關。

6. 結論與建議

6.1. 結論

近年來，隨著政府呼籲與觀念開放，學習手語逐漸受到社會民眾歡迎，手語看似容易，實則要能理解手形與位置、動作等元素所呈現之涵意並應用於溝通實有難度。本研究欲透過溯因聯想手語遊戲之數位學習方式，讓使用者理解手語結構，瞭解相同手形在不同位置動作之差異，提升學習興趣，並瞭解對聽障者的社會認同與手語的求知性與有用性之關係。

研究驗證結果顯示：(一) 社會認同與求知性價值具有正相關；(二) 社會認同與有用性價值具有正相關；(三) 求知性價值與學習興趣具有正相關；(四) 有用性價值與學習興趣具有低相關。

6.2. 建議

本研究證實溯因聯想手語遊戲對於社會認同、求知性價值、有用性價值、學習興趣皆有顯著影響。故可以發展題數更多、更多手形變化的數位手語學習遊戲，讓民眾能透過遊戲學會手語、引發學習興趣、增強學習成效與成就感，並增進對聽障者之社會認同感。

6.3. 後續研究建議

本研究設計之溯因聯想手語遊戲採『一』之手形 10 題，然臺灣手語的手形有 62 種，建議可以發展更多手形的題目，讓本研究之遊戲更有挑戰，並研究是否因此影響求知性與有用性。此外，本研究結果證實有用性價值與學習興趣具有低相關，故後續可以深入探討是否有其他因素影響學習興趣。最後，本研究對象會手語者有 47%，後續研究可以將對象排除會手語者，針對不會手語者進行隨機取樣研究。

參考文獻

- 史文漢、丁立芬（1997）。*手能生橋*。台北：中華民國聾人協會。
- 李展瑩（2019）。*探討大型多人線上角色扮演遊戲(MMORPG)中玩家購買虛擬寶物之意圖-以社會認同理論的觀點*。高雄：國立高雄科技大學出版。
- 邢敏華（譯）（2005）。*動作中的語言-探究手語的本質*（原作者：J. D. Schein & D. A. Stewart 著）台北：心理出版社。
- 林育德（2020）。*臺灣外派華語教師的求助行為與求知性好奇心及教師信念之相關研究*〔未出版之碩士論文〕。台北：國立臺灣師範大學華語文教學系海外華語師資數位碩士在職專班。
- 林蕙禕（2020）。*品牌聯名的行銷策略對消費者產品接受度及購買意願之影響:以社會認同與社群影響為中介變數*〔未出版之碩士論文〕。桃園：國立中央大學企業管理學系。
- 許懿心（2018）。*應用溯因推理於歷史學習成效之研究*〔未出版之碩士論文〕。台北：國立臺灣師範大學教育學院創造力發展碩士在職專班。

- 郭英峰、侯建任 (2015) 從社會認同理論與情緒之觀點探討線上品牌社群之對立品牌忠誠：以智慧型手機論壇為例。 *電子商務學報*, 17(4), 479-502。
- 陳怡穎 (2013)。 *主觀規範對數位學習使用意圖影響之研究：社會認同與社會鍵之調節* [未出版之碩士論文]。嘉義：國立嘉義大學數位學習設計與管理學系研究所。
- 張紹勳 (2001)。 *研究方法*。台中市：滄海書局。
- 楊雅惠 (2015)。手語的教與學：一所大學手語課程之個案研究。 *特殊教育學報*, 41, 55-82。
- 廖育汝 (2021)。 *遊戲融入教學對國小數學學習興趣與成效之研究-國小一年級幾何課程* [未出版之碩士論文]。台中：國立臺中教育大學數學教育學系碩士班。
- 歐峻賢 (2013)。 *數位遊戲在客語學習的應用-以伯公伏妖傳為例* [未出版之碩士論文]。屏東：國立屏東科技大學客家文化產業研究所。
- 戴浩一、蔡素娟 (2009) 手語的本質：以台灣手語為例。 *語言與認知*, 126-170, 台北：國立臺灣大學出版中心
- 譚華德、洪榮昭、葉建宏、葉貞妮、郝永歲 (2021)。體感式遊戲應用於泰文句法學習：泰文學習態度、語言焦慮、遊戲心流、測驗焦慮、句法自信心提升之關係。 *教育科學研究期刊*, 66(3), 213-246
- 台灣手語翻譯協會 (2018)。 *手語翻譯有多難考？數字會說話*。 <http://taslifamily.org/?p=1634>
- Davis, F. D.(1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3), 319-339
- Fornell, X., & Larcker, X. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed). Hampshire, UK: Cengage.
- Peirce, C. S., & Hetzel, A. (1878). How to make our ideas clear. *Popular Science Monthly*, 12, 286-302
- Peterson, R. (2009). *The unlearning curve: Learning to learn American Sign Language*. Burtonsville, MD: Sign Media.
- Quinto-Pozos, D. (2005). Factors that influence the acquisition of ASL for interpreting students. In M. Marschark, R. Perterson, & E. A. Winston (Eds.). *Sign Language interpreting and interpreter education: Directions for research and practice* (pp. 159-187). New York, NY: Oxford University Press.
- Quinto-Pozos, D. (2011). Teaching American sign language to hearing adult learners. *Annual Review of Applied Linguistics*, 31, 137-158.
- Schorstein, R. (2005). Teaching ASL in the university: One teacher's journey. *Sign Language Studies*, 5, 398-414
- Silvia, P. J. (2001). Interest and interests: The psychology of constructive capriciousness. *Review of General Psychology*, 5(3), 270-290.
- Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest*. New York: Oxford University Press.
- Smith, W. (1990). *The morphological characteristics of verbs in Taiwan Sign Language* (Unpublished doctoral dissertation). Indiana University, Bloomington, IN.
- Zarzycka Piskorz, E. (2016) Kahoot it or not? Can games be motivating in learning grammar? *Teaching English with Technology*, 16 (3), 17-36.

智慧型環境物聯偵測工具應用於大學生的環境教育

吳紫寧¹，金凱儀^{2*}

¹ 東吳大學巨量資料管理學院

² 東吳大學資料科學系

* kychin.scholar@gmail.com

【摘要】 本研究提出一套將物聯網應用在環境教育上的智慧型環境物聯偵測工具，包含「環境物聯偵測之輔助工具」和「結合人工智慧技術的環境分析系統」。前者透過各種物聯網底層的環境偵測器，來收集所需觀察的數據資料，並將此工具導入至大學生所在的生活環境裡；後者將以前者所收集到的資料進行分析並繪製成視覺化圖表，讓學生可以更清楚的掌握各個時間點的環境變化趨勢；另外，本系統將結合人工智慧中的機器學習技術，以收集到的資料進行分析與預測工作，而當預測到未來的環境狀況不佳時，告知學生成因與後果，讓其了解人類與環境的相連性。

【關鍵字】 物聯網；人工智慧；環境教育；環境偵測

1. 前言

在近年來各大專院校透過不同作法來推動永續環境教育的議題，而其中又以資訊應用的教育培訓活動為主軸之一，例如國立中央大學(2021)的「桃海三生-型塑桃園海岸環境與人文發展永續共生」計畫，將製作的3台國際空污燈，分別寄給國際合作單位，進行跨國的PM2.5及空污監測。在監測期間，中央大學團隊設置資料分析雲端系統，讓各校的監測資料可即時上傳，也可進行跨國的資料比對。該計劃於半年後舉辦國際空污研討會，討論各合作地點的空氣品質資料分析，同時探討疫情期間空氣品質是否受到影響，讓合作夥伴們皆對於跨國的空污研究有更清楚的了解。另外，輔英科技大學(2021)的「大發工業區鄰近敏感區域永續健康大氣環境營造與環境教育拓展計畫」中，即透過「室內空氣品質監測儀1.0製作」的課程規劃，讓師生共同開發簡易型的空氣品質監測儀，藉由自行開發監測儀器的方式，讓學生徹底了解監測儀器的構造與原理，同時整合感測器、校正、通訊與程式設計等知識，以培育具有研發自製競爭力的環境監測系統人才。

綜合上述，可以發現將物聯網(Internet of Things, IoT)技術連結到永續環境議題，並以此做為教育訓練的內容主軸，不僅可推動動手做的教育價值，更能讓學生從身邊環境來體現環境永續的意涵。所謂物聯網的定義是將物品透過訊息傳感設備與網際網路技術來連接起來，進行訊息交換與通訊，實現智能化識別、定位、監控與管理等目的，例如物聯網產品可通過RFID(Radio Frequency Identification)系統，來採集溫度、濕度、光照、土壤濕度、CO₂濃度等環境參數，並可自動管理設備，對環境進行自動控制和智能化管理提供科學依據(胡蓉,雷媛媛,王慧,2010)；而行政院環保署則藉由空氣品質監測儀器收集相關資料，將資料回傳至數據管理中心，經電腦計算轉換獲得相關污染物濃度指標，並發布於空氣品質監測網以供民眾查詢(環保署空氣品質監測網, 2021)。另外，台9線蘇花公路115k崩塌監測主要採用GPS(Global Positioning System)衛星定位接收器、雨量計及地震儀做為邊坡安全的監測儀器，現場並架設攝影機用以觀察現地情況，此系統不僅可協助降雨預報的修正，並提供最即時及最正確的雨量預報，來提供崩塌預

警的監測管理值，讓使用者可透過瀏覽器直接觀看現地狀況，以及各項監測數據(黃亦敏,方耀民, 2020)。

上述都是政府或學校將物聯網應用於偵測環境情況的例子，也證實將物聯網技術用於推動環境教育活動是可行的；因此，本研究透過物聯網底層的感測器，來製作出可用於場域上的環境物聯偵測之輔助工具，並將此工具導入至大學生所在的校園或生活環境裡，利用溫濕度感應器、懸浮微粒、一氧化碳偵測器等，來收集所需觀察的數據資料，並透過數據分析報告來認識環境的變化，進而讓學生在了解物聯網技術之餘，也能夠體認到自身環境保護的重要性，或因所學對週遭環境的議題產生興趣，培養出環境關懷的素養，以達到推動永續環境的教育目的。

另外，本研究也預計開發一套結合人工智慧(Artificial Intelligence, AI)技術的環境分析系統，此系統將以環境物聯偵測之輔助工具所收集到的資料為基底，分析並繪製成視覺化圖表，讓學生可以更清楚的掌握過去、現在以及未來的環境變化趨勢，進而在做中學中，了解環境永續的科技應用模式；而為了加強本系統的分析與預測能力，本研究將結合 AI(Artificial Intelligence)人工智慧的技術，運用機器學習(Machine Learning, ML)的 ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average model)的模型，將收集到的資料進行分析與預測工作，例如透過此模型來建立空氣污染的時間序列模式，讓學生可以看到未來的空氣品質預測圖，而當預測到未來的空氣品質不佳時，也告知學生導致此現象的成因有哪些，且可能造成的危機，進而讓其可以了解到環境保護的重要性。簡言之，本研究希望將智慧物聯網工具導入大學生的生活中，運用機器學習技術來預測物聯網所收集的環境數據資料，以繪製出的各個環境參數品質預測圖，來協助大學生瞭解科技融入生活永續環境的重要性意涵。

2. 文獻回顧與探討

2.1. 物聯網技術的應用

物聯網在業界發展被公認為有三大層次，分別是感知層、網路層與應用層(文黎明, 龍亞蘭, 2010)。感知層是指聯網的設備，可運用無線射頻識別(RFID)、感測器、二維條碼等感測元件，將感知元件裝置在設備上，利用其感知特性，取得設備運作狀況有關資訊，並予以數位化，以利收集或遠端監控；其次，為充分發揮所收集資料的效用，利用無線及固網設施將蒐集到的數據，透過網路通訊上傳至雲端，是謂網路層；最後，最上層則是應用層，將上傳的資料進行大數據分析，以分析並掌握設備等運作狀況，並根據分析結果，進行設備的最適化(optimization)及自動化(automation)應用與調整等，以提高設備的使用效率(王文娟, 2016)。

至今，也有不少學者將物聯網應用在環境偵測上，例如可攜式多功能生醫環境感測系統模組，結合了物聯網的技術。它是一款結合空氣懸浮粒子量測、溫濕度量測等多功能的感測系統模組，並且將測量到的數據即時上傳至雲端，透過智慧型手機或電腦進行觀測，作為生醫環境偵測參考的選項。(何乘彰,楊啟任,王耀金, 2008)。另外，通過在農業園區安裝生態信息無線傳感器和其他智能控制系統，可對整個園區的生態環境進行檢測，從而及時掌握影響園區環境的一些參數，並根據參數變化適時調控如灌溉系統，保溫系統等，確保農作物有最好的生長環境(文黎明, 龍亞蘭, 2010)。

上述例子皆為將物聯網技術應用於環境偵測上，且都成功的與人們的生活環境相結合，而本研究不僅透過物聯網底層的感測器，來製作出可用於場域上的環境物聯偵測之輔助工具，更將此輔助工具導入至大學生所在的校園環境裡，利用溫濕度感應器、土壤濕度、懸浮微粒等各種環境感測器，來收集所需觀察的數據資料，並透過數據分析報告來協助大學生認識週遭環境的變化，進而透過人工智慧來增加環境預測與分析的準確性。

2.2. 人工智慧結合物聯網的應用

人工智慧是一門綜合了計算機、生理學、哲學的交叉性學科，其研究的是使機器能夠勝任一些需要人類只能才能完成的複雜工作(趙宇, 2009)；而機器學習是人工智慧的分支(蕭輔仁, 廖珩君, 廖俊智, 2020)，研究的是機器(計算機)能模擬或實現人類的學習行為，以獲取知識或技能(王文, 2010)，近年來機器學習技術逐漸成熟，再加上搭配價格日益低廉的感測器，形成廣泛普遍設置以獲取空間綿密、連續監測的大數據資訊，再透過相關的演算法，迅速提供即時且進一步有價的資訊和應用(簡聰文, 2020)。

目前，有些研究將人工智慧裡的機器學習結合物聯網運用在環境偵測上，例如在張麗秋, 王藝峰, 黃克禮, 古澆瑜, 張斐章(2020)所發展 AI 即時城市淹水預報系統，依據淹水具有時空分布特性，透過自組特徵映射網路(SOM)與回饋式非線性自迴歸外因輸入模式(RNARX)模式，再結合物聯網(IoT)設備現地資料來學習實際淹水情形，以提升淹水預報準確性；另外，台塑發展了自主化的第七代工業物聯網解決方案 RtWX，該系統組成大致分為感應器、閘道器、大數據分析平台，它可判斷出馬達故障原因及嚴重程度，並以趨勢分析將馬達的受損程度分等級，協助製程人員可提前採取必要之反應措施(吳宗勳, 2019)。上述案例皆是結合人工智慧與物聯網來進行環境數據的收集與偵測，不僅可以增加預測的準確性，更能提高生活上的便利性。

雖然目前 AIoT(AI+IoT)在諸多領域已有相關的應用，主要應用方向包含前述的醫療(何乘彰, 楊啟任, 王耀金, 2008)、災害監測(黃亦敏, 方耀民, 2020)、農業等(文黎明, 龍亞蘭, 2010)領域，但目前較少有將 AIoT 應用在環境教育的例子。因此，本研究希望結合 AI 技術與物聯網的技術來發展環境教育，將智慧型環境物聯偵測工具導入大學生的生活中，並開發出一套具有預測環境參數的環境分析系統，使大學生能透過系統中的預測圖來觀察環境變化，進而在學習物聯網技術之餘，也能瞭解永續環境的意涵。

3. 智慧型環境物聯偵測工具

本研究的系統架構圖分成兩個部分，環境物聯偵測之輔助教具以及結合人工智慧技術的環境分析系統。前者包含兩個模組，分別為環境偵測模組、即時顯示環境資料模組；後者包含四個模組，分別為時間區段模組、人工智慧預測模組、視覺化圖表模組、學習檔案模組。

3.1. 環境物聯偵測之輔助教具

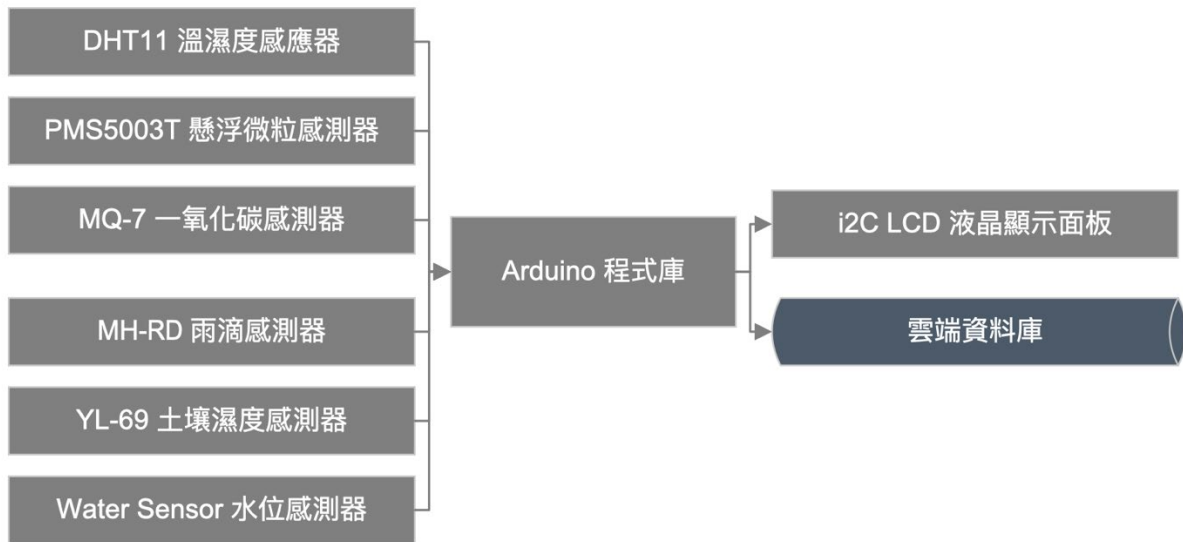


圖 1、環境物聯偵測之輔助教具之執行流程圖

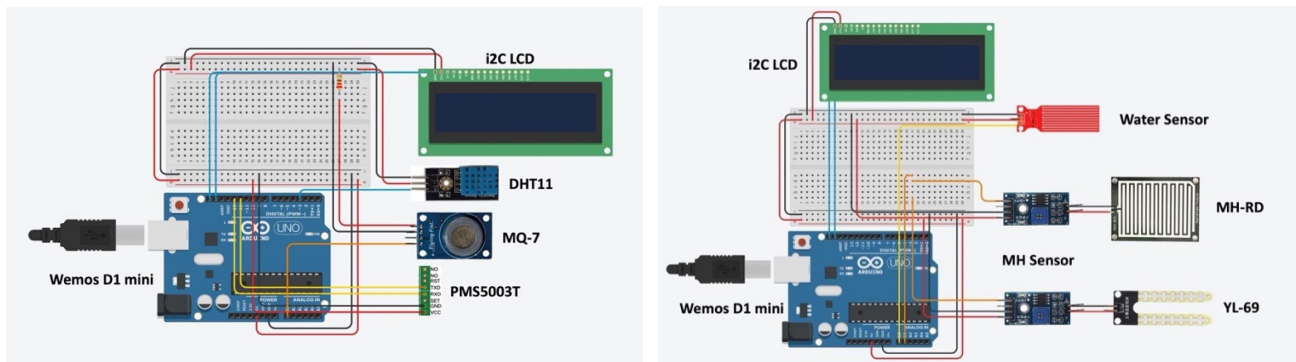


圖 2、環境物聯偵測之輔助教具腳位圖

圖 1 即為本研究的所提的環境物聯偵測之輔助教具的執行流程圖，圖 2 為腳位圖。因各大廠元件特性均不同，有不同的函式庫，所以將各元件依照腳位圖組裝，將函式庫匯入後，將 DHT11、PMS5003T、MQ-7、Water Sensor、YL-69、MH-RD 程式碼做統整編譯及撰寫，透過 Arduino IDE 驗證程式碼後上傳程式碼至 LOLIN Wemos D1 mini，而使用者能透過 LCD 螢幕及時的得到各項環境數據，包含溫濕度、懸浮微粒、一氧化碳，幫助學生瞭解生活環境。

本研究是預計讓學生將此環境物聯偵測之輔助教具放置在生活環境裡，利用溫濕度感應器、土壤濕度、一氧化碳偵測器、雨滴感測器等環境感測器，來收集所需觀察的數據資料，並透過數據分析報告來認識環境的變化，進而讓學生在了解物聯網技術之餘，也能夠體認到自身環境保護的重要性，或因所學對週遭環境的議題產生興趣，培養出環境關懷的素養，以達到推動永續環境的教育目的。

3.2. 結合人工智慧技術的環境分析系統

此系統是可以將環境物聯偵測之輔助教具收集到的數據，以 ARIMA(p, d, q)模型進行分析與預測工作。自從 Box 和 Jenkins (1970) 提出了構建所謂 ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) 模型的方法，這種模型就得到了廣泛的應用，但它限制我們只能考慮平穩的時間序列，或者是經過差分後平穩的時間序列。而且對未來值的預測是過去觀察值的線性函數，

從這個意義上說，該模型是線性的。在應用中，線性以及平穩是對現實世界的一個比較好的近似，雖然有的時候可能需要考慮特殊的情況。給定線性及平穩的假設之後，ARIMA 模型要求在參數使用上應盡量節儉，即在保證效果的同時應該用最少的參數(孟凡強, 2009)。一個 ARIMA 模型可以表示如下：

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i\right) (1 - L)^d X_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t$$

其中 ϕ_1, \dots, ϕ_p 是回歸係數， $\theta_1, \dots, \theta_q$ 是參數， ε_t 是誤差，L 是滯後算子 (Lag operator)， $d \in \mathbb{Z}$ ， $d > 0$ 。

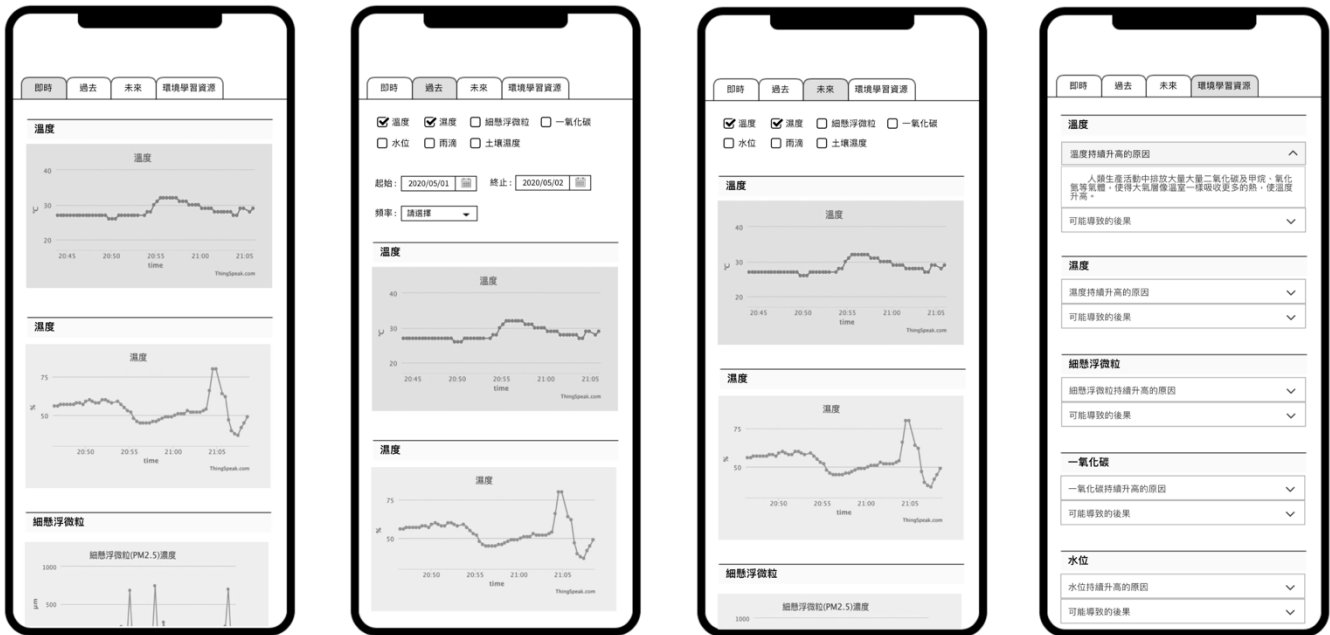


圖 3、結合人工智慧技術的環境分析系統之頁面圖

圖 3 為結合人工智慧技術的環境分析系統之頁面圖。本系統共有三個頁面，第一個頁面為首頁：因即時環境資訊為最常使用到的功能，因此將即時數據設定為首頁，首頁將顯示每個環境參數的圖表；第二個頁面為過去：在首頁頂端的 sidebar 點擊過去按鈕，勾選欲觀察的環境參數與設定時間區間及頻率，向雲端資料庫要求並回傳資料，做圖並顯示該頁面，此功能能讓學生比較不同時間點的環境狀況；第三個頁面為未來：在首頁頂端的 sidebar 點擊未來按鈕，勾選欲觀察的環境參數，向雲端資料庫要求並回傳資料，將資料以 ARIMA 模型來預測並以視覺化圖表來呈現；第四個頁面為環境學習資源，在首頁頂端的 sidebar 點擊環境學習資源按鈕，可完整查看影響各項環境問題的因素，讓學生更全面的瞭解各項環境因子的狀況，思考生活週遭環境狀況有哪些是符合的，進而了解到環境保護的重要性，甚至是更進一步的提出環境問題的解決方案，以達到推動永續環境的教育目的。

4. 結論

本研究的目的是為開發一套智慧型環境物偵測工具，包含環境物聯偵測之補助教具與結合人工智慧的環境分析系統，藉由簡單操作的工具與系統，學生可以清楚的掌握過去、現在以及未來的環境變化趨勢，思考是什麼樣的因素會產生所偵測到的環境狀況，讓學生了解永續環境的價值與科技教育融入生活的重要性。

參考文獻

- 大學社會實踐博覽會, 國立中央大學(2021)。桃海出境：空污、海客、社企與創生【國際成果】。取自
<https://2021usrexpo.org/achievements-local/project/0000f44f-e7f9-4332-bfed-161378d29a1a>
- 大學社會實踐博覽會, 輔英科技大學(2021)。大發工業區鄰近敏感區域永續健康大氣環境營造與環境教育拓展計畫【在地成果】。取自
<https://2021usrexpo.org/achievementslocal/project/02d167f9-6cc0-4912-b12c-24a411c4fafa>
- 胡蓉, 雷媛媛, 王慧(2010 / 09)。無線射頻識別技術(RFID)及其在物聯網中的應用。科技廣場 2010 卷 9 期, 82-84。
- 行政院環保署空氣品質監測網(2021)。中央監測儀器簡介【儀器簡介】。取自
<https://airtw.epa.gov.tw/CHT/EnvMonitoring/Central/Tools.aspx>
- 黃亦敏, 方耀民(2020 / 02)。物聯網於山坡地監測之應用。土木水利 47 卷 1 期, 79-86。
- 文黎明, 龍亞蘭(2010 / 08)。物聯網在農業上的應用。現代農業科技 2010 卷 15 期, 54-54+56。
- 王文娟(2016 / 11 / 12)。物聯網概念及應用。經濟前瞻 168 期, 29 - 36。
- 何乘彰, 楊啟任, 王耀金(2019 / 03 / 31)。可攜式多功能智慧生醫環境感測模組開發與研究。弘光學報 83 期, 65-74。繁體中文 DOI : 10.6615/HAR.201903_(83).0006
- 趙宇(2009 / 01 / 01)。淺談人工智能在決策支持系統中的應用與發展。物流工程與管理 31 卷 1 期, 85-86。
- 蕭輔仁, 廖珩君, 廖俊智(2020 / 01 / 25)。深度學習在腦部影像的臨床應用。台灣醫學 24 卷 1 期, 50-57。繁體中文 DOI : 10.6320/FJM.202001_24(1).0005
- 王文(2010 / 08 / 20)。淺析機器學習的研究與應用。計算機與信息技術 2010 卷 7&8 期, 7 - 9。
- 簡聰文(2020 / 08 / 01)。人工智慧應用於空氣污染源燃燒優化和排放監測。燃燒季 110 期, 53 - 73
- 張麗秋, 王藝峰, 黃克禮, 古澆瑜, 張斐章(2020 / 02 / 01)。大數據、AI 與 IOT 防災設備於城市淹水預報之應用。土木水利 47 卷 1 期, P94-101。繁體中文 DOI :
10.6653/MoCICHE.202002_47(1).0015
- 吳宗勳(2019 / 12 / 01)。結合工業物聯網及人工智慧之智慧製造。石油季刊 55 卷 4 期, 71 - 78
- Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. (1970). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. US, San Francisco: Holden-Day
- 孟凡強(2009 / 04 / 10)。ARIMA 模型在空氣污染指數預測中的應用。統計與決策 2009 卷 7 期, P33 - 35

國一自然「生物的演化」單元之 AR 互動環境實作

An AR Interactive Environment for the “Biological Evolution” Unit of Seventh-Grade Natural Science

邵千容，王威琪，陳政煥*

亞洲大學行動商務與多媒體應用學系

* chchen@asia.edu.tw

【摘要】 近年隨著資訊科技的發展，擴增實境（AR）技術也快速的成長，該技術逐漸廣泛的被應用在教育上，與其相關的研究也愈加完善。本研究應用軟體 MAKAR 製作 AR 內容，針對目前仍少有 AR 相關教材、但內容適合以 AR 方式呈現的國一自然科「生物的演化」單元，介紹地球誕生以來各時期背景與生物演化的歷程，搭配影片的介紹與問答環節，創造出能讓學生即時互動與身歷其境的 AR 學習環境。期望本研究可使學生藉由更高互動性的 AR 環境中生動活潑的場景提升學習動機，投入於自然科學的學習中。

【關鍵字】 擴增實境；自然科學；生物演化；互動學習環境；行動學習

Abstract: This study used AR content creation software, MAKAR, to create AR digital teaching materials for the unit on “biological evolution” in the natural science curriculum for first grade junior high school students. There are currently very few AR-related teaching materials for this unit, despite the suitability of its content for AR presentation. It chiefly features the background of various periods since the birth of the Earth in addition to the history of biological evolution. Coupled with the introduction and Q&A sessions of the video, an immersive AR environment is created for students. This study should help students become more engaged, improving their learning motivation in their natural science lessons through lively and vivid scenes depicted in interactive AR teaching materials.

Keywords: augmented reality, natural science, biological evolution, interactive learning environment, mobile learning

1. 前言

因科技的發展，擴增實境（augmented reality, AR）技術愈發成熟，AR 技術應用在教學上的研究也隨著時間的推移與日俱增。使用 AR 這一項新興的技術融入教學，能對學生產生什麼樣的正面影響也愈受研究人員的關注。如今已有不少文獻證實，應用 AR 在不同的學科上均可使學生擁有好的學習動機及學習成效。例如，將 AR 技術應用在學習體積數學的數學科上，讓學生更容易理解抽象概念，可有效地提升學生的學習動機（黃秋霞、楊志強，2020）；應用在學習八大行星的天文學上，可以讓學生親眼目睹三維的八大行星的相對位置及學習其組成成分，可提升學生的學習動機（許一珍，2018）。此外，研究也發現行動裝置搭配 AR 技術可以有效地增加學習醫學的吸引力（Albrecht, Folta-Schoofs, Behrends, & von Jan, 2013）；Zhang、Liu、Sung 與 Chang（2015）將 AR 技術搭配智慧型手機應用在國小高年級自然科學的學習上，可有效的提高學生的學習成就。

依據教育部於 107 年公布的十二年國民基本教育課程綱要，「生物的演化」在國中自然科學課本中，是作為研究自然生態的變化與演進的入門基礎單元。在此單元中，目前各版本的教科書均以平面化的圖文方式緊湊呈現，然而，受限於紙本教科書平面化的呈現，學生只能抽象想像生物的演化過程，印象恐怕有限且較難學得深入；而 AR 技術可以讓學生透過手機結合虛擬與真實世界的 3D 學習環境中進行探索與即時互動，透過建構仿真的學習情境，使學生能身歷其境，使抽象的事物更有直觀性和記憶點。在此 AR 互動環境中也將有多元的

多媒體素材讓學生可以藉由閱讀字卡、觀看影片和場景物件互動，來理解該學科單元的知識及脈絡；與靜態的學習相比，應能引發學生更多自主學習以及動手操作的機會。本研究因此欲應用 AR 技術，針對國一自然科學「生物的演化」單元製作出一個目前傳統教學沒有的 AR 互動環境，希望能提升學生的學習興趣與動機並加深學習印象，增進國一學生學習自然科學的成效。

2. 研究方法

2.1. 開發平台與場景設計

MAKAR 是一個開放式 AR/VR 編輯平台，本研究使用 MAKAR 軟體，透過 Sketchfab 素材庫匯入模型，為「生物的演化」單元制定 AR 內容。本 AR 環境虛擬物件均是基於現行教科書的課程內容所設計，包括令人印象深刻的古生物多媒體素材，並結合較能吸引國中學生的美術造型設計，為學生提供一個縱貫古生代、中生代和新生代的悅趣學習環境，透過 NPC 引導學生進行 AR 探索，使學生融入其中、更加瞭解相關知識。系統主要流程分別為場景介紹、生物介紹以及問答環節，首先，在一開始的場景介紹中，會有多個場景在有所象徵的地球年代及其介紹（如圖 1），場景中也會有生活在該年代的古生物，生物也會依照其應有的活動方式在螢幕前活動，而此技術以軟體內建的程式碼呈現。生物介紹則是透過互動按鍵來查看該物種的介紹字卡（如圖 2）以及取自 YouTube 的影片，使學生更投入，最後設置問答環節讓學生擁有更深刻的印象。

2.2. 學科內容

本研究應用 AR 技術開發國中一年級自然科「生物的演化」單元的 AR 互動環境，此單元中的內容包括地球各個年代及在各年代中生活的古生物介紹。



圖 1 生物依在地球出現的年分先後由左至右排序



圖 2 場景中關於該生物的字卡介紹

3. 結論

本研究開發一個可以應用於國中一年級自然科學「生物的演化」單元教學的 AR 互動環境。學生可透過可攜式行動裝置（如智慧型手機），隨時隨地開啟此 AR 環境學習該單元中的相關內容。藉由此互動環境中饒富趣味且能與實際環境結合的 AR 體驗，能為學生提供眼觀、耳聽、以及手控的真實感受，引導學生探索生物演化的奧秘，加深學習印象。本研究希望未來能藉由此 AR 互動環境，提升國中學生學習自然科學的動機與成效。

參考文獻

- 許一珍 (2018)。學童使用擴增實境之學習動機與學習成效研究—以八大行星學習為例。 **國際數位媒體設計學刊**，**10** (1)，32-38。
- 黃秋霞、楊志強 (2020)。國小數學科互動式體積 AR 輔助學習軟體應用之探討。 **特殊教育發展期刊**，**70**，17-34。
- Albrecht, U. V., Folta-Schoofs, K., Behrends, M., & von Jan, U. (2013). Effects of mobile augmented reality learning compared to textbook learning on medical students: Randomized controlled pilot study. *Journal of Medical Internet Research*, *15*(8), e182.
- Zhang, J., Liu, T.-C., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E. (2015). Using augmented reality to promote homogeneity in learning achievement. In *2015 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality-Media, Art, Social Science, Humanities and Design* (pp. 1-5). IEEE.

過去、現在、未來：臺灣原住民歷史虛擬博物館

Past–now–future: Virtual Museum of Taiwanese Indigenous Peoples

林鎬暄，張婕，陳政煥*

亞洲大學行動商務與多媒體應用學系

* chchen@asia.edu.tw

【摘要】 本研究運用製作虛擬實境（VR）內容的 CoSpaces Edu 軟體，結合原住民歷史打造一座虛擬博物館，將臺灣原住民的歷史分為三部分進行探索：（1）史前文化，（2）原住民文化，（3）文化傳承議題。有別於過去靜態圖像展示陳列，本 VR 博物館能讓體驗者如同在真實世界進行感官體驗，希望能使學生更容易理解課本內容，突破以往傳統教學的侷限，提升學生的學習動機。

【關鍵字】 歷史學習；虛擬實境；沉浸式體驗；虛擬博物館；臺灣原住民

Abstract: This study used virtual reality creation software, CoSpaces Edu, combined with indigenous history, to create a virtual museum. The history of Taiwanese indigenous peoples is divided into three parts for exploration: (1) prehistoric cultures, (2) indigenous cultures, and (3) issues of cultural inheritance. As opposed to the static image displays of the past, it allows the user to undergo a sensory experience approximating the real world, breaking free from the limitations of traditional teaching in the past, and making it easier for students to understand the content of their textbooks while developing their learning motivation.

Keywords: history learning, virtual reality, immersive experience, virtual museum, Taiwanese indigenous peoples

1. 前言

國小社會領域傳統的教學模式經常照本宣科，學生在社會各科的學習過程中，往往採取背誦式的學習，導致主動學習與自我思考的發揮機會逐漸減少，較難引起學生的學習動機。在後疫情時代，許多博物館發展出線上導覽的服務，但虛擬與實體總是有差別的，虛擬博物館常常僅是將數位內容放置在網上提供觀賞，喪失了互動體驗的部分。此從三維物體的觀看轉為二維平面的方式，除了讓多數展品的空間性減少外，也與實物有所差距，它們被歷史刻劃下來的痕跡，在虛擬模型上的真實性多少會有落差，而能帶給人們視覺體驗效果也會相對減弱。撇除上述問題，虛擬博物館存在的好處不僅能解決保存與展示的兩難，有些藏品由於光線、濕度等嚴苛因素，或是無法承受長距離的運輸，保存條件與展出時長都須謹慎評估。而虛擬化後讓博物館不再受限於地區、時間和語言種種因素，除了能近距離觀賞外也提供觀眾不同的視角，更能展現肉眼無法看見的各種資訊，深入探索展示的作品與創作意涵。本研究選擇國小高年級歷史課程中的「史前文化」與「原住民文化」單元，是因為此部分教材雖有提及但著墨並不深，學習可能流於表面，想讓學生透過深入理解史前文化後能更了解這塊土地曾經的面貌與記憶。此外，期望學生透過歷史學習能夠「激發對於歷史的興趣，充實生活的內涵」，「藉由歷史問題的探討，提升歷史思維的能力」（教育部，2006）。

隨著科技的進展，3D 虛擬實境（virtual reality, VR）因其具直覺性、多重感官刺激以及互動式特性，能提供使用者彷彿身歷其境的體驗（immersive experiences）並刺激學生的想像力，且具有 3I 三要素的介面：沉浸（immersion）、想像（imagination）和互動（interaction）（葉耀明，2001）。而虛擬博物館可運用 VR 技術，將實體博物館的展覽方式與環境氛圍，應用在展示平台上，重現博物館的現場樣貌與資訊，透過 VR 帶來如臨其境的感官之旅。透

過網路系統來延伸藝術、人文與歷史資產之保存與展示，將文化資產保存與再利用，並提供全新展現方式與參觀體驗，呈現出模擬實體空間的虛擬展示空間（“虛擬博物館”，2021）。

如今 VR 技術已逐漸被應用到教學中，教育文化必須快速適應此變化，除了教學方式也要變化外更要輔助學生能透過 VR 持續學習 (Triana & Napitupulu, 2021)。基於上述背景，本研究製作一個擁有歷史 VR 學習環境的虛擬博物館，作為教學輔助工具，輔助學生在臺灣史前文化和原住民文化這兩個單元的學習，並透過以上的小遊戲、迷宮提高學生的學習動機，使學生對臺灣的歷史產生熱忱且能以輕鬆又有趣的方式學習與瞭解。

2. 研究流程與場景設計

本研究以 CoSpaces Edu 軟體製作出一款適用於國小高年級社會科的 VR 學習環境，研究流程分為：(1) 構思內容，(2) 場景與物件製作，(3) 程式編碼，和 (4) 調整與修改。本研究透過 VR 情境式教學讓學生學習臺灣史前文化、原住民文化、及文化傳承議題，主要利用 CoSpaces 的內建素材製作，主場景為一座博物館（如圖 1），將上述學習內容分為過去館、現在館、未來館：

- 過去館：透過臺灣已出土之史前文化的文物介紹臺灣史前文化，分別為：長濱文化、圓山文化、大坌坑文化、卑南文化、十三行文化的介紹，以及各時期出土的文物介紹。
- 現在館：利用影片、文字介紹臺灣四種不同社會的原住民介紹，以泰雅族、達悟族、排灣族、阿美族為代表，其內部場景、互動遊戲及測驗形式如圖 2。
- 未來館：以迷宮方式呈現，共 7 個岔路，以傳承原住民文化的議題為主。

在上述各館中，學生依指示點擊即可進入教學內容與評量測驗。本研究利用館內簡單的前、後測，測試學生是否真正學到史前文化與原住民文化的基本知識。此外，在過去館與現在館的展區最後面有 NPC，在學生參展的中途會同時蒐集小遊戲的素材，例如過去館是拼圖，現在館則是消消樂，若學生沒蒐集到完整的素材，將無法開啟小遊戲；而在未來館，我們設計了一座迷宮，內容是關於原住民文化的傳承，題目與選項皆是以價值觀為主，沒有正確答案，不管選哪個選項門都會開，只是如果選到較為負面的選項，會通往死路，透過迷宮，導正學生對於原住民族可能的刻板印象。



圖 1 歷史虛擬博物館鳥瞰圖



圖 2 現在館內部、互動遊戲及測驗

3. 結論與建議

本研究以國小高年級社會領域的「史前文化」與「原住民文化」為內容進行開發設計，希望能透過此歷史虛擬博物館，增進學生對於這部分的學習，讓學生能更瞭解臺灣曾經的故事。此外，藉此打破過去對「歷史是死背的考科」的刻板印象，透過寓教於樂的方式，增加學生對歷史課程的學習動機，讓學生在 VR 環境中進行學習，與傳統教學相輔相成，使社會領域的學習變得更具吸引力和互動性，不再枯燥乏味而是能夠愉快地吸收內容和認識臺灣。在未來研究中，本研究將調整與修改館內的內容並與教師探討出最適合學生之學習方式，後續希望導入更多歷史元素，擴大博物館範圍，增加學習方式的多元性，打造有趣的互動設計，讓學生能真正藉由虛擬博物館的平台，更深入瞭解臺灣。

致謝

感謝科技部人文及社會科學研究發展司對本研究經費的補助，計畫編號為：110-2511-H-468-008-MY2。

參考文獻

- 教育部 (2006)。普通高級中學必修科目「歷史」課程綱要。臺北：教育部。
- 葉耀明 (2001)。從網路虛擬實境技術談情境式學習。《資訊與教育雜誌》，82，35–42。
- 虛擬博物館 (2021, May 15)。載於維基百科。https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=虛擬博物館&oldid=65621336
- Triana, R., & Napitupulu, I. T. A. (2021). The effect of virtual reality on learning outcomes mediated by interaction and learning experiences. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(6), 3743–3753.

附錄

本互動系統實作作品連結：<https://edu.cospaces.io/PMV-XTF>

VR 繪圖藝術與美感素養之初探研究

A Preliminary Study on VR Drawing Art and Aesthetic Literacy

吳浚璋¹，孫之元^{1*}

¹ 國立陽明交通大學教育研究所

*csun@nctu.edu.tw

【摘要】美感素養是國家發展創新能力與人文藝術科學的基礎，藝術存在於生活，舉凡桌椅之美、城市建築之美、室內空間之美等，都是美感教育的過程。當學習者具備審美感受力與實踐知識，才能關注周遭生活，因此我們可知美感教育的重要性，VR 教學已行之有年，因此本研究透過 VR 繪圖藝術的方式，讓學習者能透過藝術學習美感，並累積美感經驗。本研究採用 VR 體驗繪圖藝術是否能有所差異，以準實驗研究法，預計收集 60 樣本數，進行 CFA 與 ANOVA 統計分析。實驗結果預期為使用 VR 繪畫藝術與傳統美感教學具有差異性，沉浸式學習可讓學習者置入繪畫藝術世界之中。不同於傳統觀看的方式，應可增加學習情緒，透過身歷其境方式去感受創作者的理念與想法，在理性與感性的相互作用中，產生完整與圓滿的美感經驗。

【關鍵字】 生活美學；VR 繪圖藝術；美感素養；雛型設計

Abstract: *Aesthetic literacy is the basis of national development innovative ability and humanities and art sciences, that art exists in life, such as the beauty of tables and chairs, the beauty of urban architecture, and the interior space, may be the process of aesthetic education. When learners have aesthetic sensibility and practical knowledge, they can pay attention to the life around them. Therefore, aesthetic education is important. VR teaching has been practiced for many years. Therefore, this research aims to use VR drawing art to allow learners to learn aesthetics through art and accumulate aesthetic experience. Compared with traditional aesthetic education, whether using VR to experience drawing art is different. Using the quasi-experimental research method, it is expected to collect 60 samples, do CFA and ANOVA statistical analysis. The experimental results predict that the experimental group using VR drawing art will be more differentiated than traditional aesthetic teaching. Immersive learning allows viewers to immerse themselves in the art world of painting, which is different from traditional viewing methods. It should be able to increase the learning emotion, feel the creator's ideas and ideas through immersive way, and produce a "complete and complete aesthetic experience" in the interaction of rationality and sensibility.*

Keywords: Aesthetics of life, VR drawing art, Aesthetic literacy, prototype design

1. 前言

陳其南教授在 2004 年提出「營造美感又愉悅的社會，在於將『美』視為國民的權利與義務，並藉由美感責任，讓台灣成為美感與倫理之社會」（陳瓊花，2013）。德國哲學家席勒認為「造就完美人格，唯有透過美感教育才能使得感性、理性與精神性獲得整體和諧的展開」（馮至、范大燦，1989），教育部在美感教育計畫寫下了完整的規劃，期望美感即生活，且能夠從幼扎根並跨域創新來跟國際接軌（教育部，2018）。美感教育可分三個方向，一、美術教育，二、藝術教育，三、美感教育，狹義的美術教育泛指水彩、雕塑、國畫、書法、設計…等造型藝術，廣義的是包含前述造形藝術之外，還有音樂、戲曲…等無形藝術；藝術教育則包含前面所有藝術，還增加綜合視覺與聽覺藝術，如：戲劇、舞蹈…等，而美感教育更加廣泛，不但包含美術與藝術教育兩者之外，也涉及生活中一切的美感欣賞、研究、製作與發表等相

關經驗和活動(陳木金,1999)。美感教育學者 Dewey 對美感經驗提出看法,認為藝術代表製作過程與經驗,存在於人與環境的互動之中,因此藝術就在生活日常中(Dewey,1980); Parrish 研究指出如果能將美感經驗做成連結,也就是設計一個美感教育情境與學習者的生活連結起來,即可培養學習者對於美感素養的提升(Parrish,2009)。

綜上所述如果將美感素養教育設計到 VR 繪圖藝術中,利用沉浸式的視覺藝術學習美感素養,對於傳統的藝術教學而言,在學習上或許能有更進一步的學習差異。

以往數位分身、區塊鍊、AI、NFT 等都還只存在於電腦、電玩或電影中,人類也慢慢習慣於虛擬網路與真實世界,而虛擬立體 3D 世界就叫「元宇宙」(Metaverse),這名詞起源於科幻小說《雪崩》(Snow Crash)由 Neal Stephenson 所撰寫,使用者可化身為虛擬 3D 人物進入 VR 虛擬空間(Caulfield,2021),2018 年一級玩家(Ready Player One)成功將元宇宙的概念描繪出來,每個人連結到虛擬世界並訂製虛擬 3D 化身,做任何想做的事情或學習(曾靖越,2018),隨著 NVIDIA 與臉書加入元宇宙的行列,Epic Games 也籌集 10 億美元用於建造元宇宙(Duan et al.,2021),VR 虛擬實境的應用具有其未來性。

VR 虛擬實境可不限於任何時間與空間的呈現方式,沉浸式體驗與互動也可應用在教育上,比如使用 VR 學習太極拳與非沉浸式學習相比可顯著加快學生的學習過程高達 17%(Chen et al.,2019),Legault 等(2019)使用沉浸式虛擬現實(iVR)提供一個靈活的平台來模擬 RL 沉浸式學習第二語言的研究中,發現使用虛擬現實(iVR)學習的成效性顯著更高。「虛擬實境」是新的科技藝術創作媒材,透過 VR 虛擬實境,藝術家創作的作品可以從平面繪圖進入虛擬空間,以身歷其境的聲光中帶動情感與互動,讓觀者體驗藝術家重建的虛擬藝術世界,進而產生多重感官的共感現象,讓觀者與藝術作品之間的審美心理與意識產生交流(洪一平等,2020)。經過多年發展,VR 技術逐漸運用到不同領域如教育、心理、工業、設計、藝術、娛樂...等(Davis、Thacker,2015)。

綜上所述美感教育除了學校之外,還可在生活日常中學習美感,也可以透過新媒體藝術 VR 虛擬實境來達到學習美感藝術的方式,VR 虛擬實境與 AR 擴增實境也廣受各地博物館與美術館所利用(張沂,2019),因此本研究想要透過準實驗研究法,讓使用者對於沉浸式 VR 繪圖藝術來學習美感素養,是否能比傳統式觀看藝術作品具有差異性。

2. 文獻探討

2.1. 美感的意涵與美感經驗

美感意涵是經由美感形成,欣賞美的事物時,由感官的視覺與聽覺所引起的一種對美的形象與認知,累積並修正美的知識並由此獲得經驗(林美慧,2010)。具有美感的學生,其心理認知所看到任何事物,都可透過心中的判斷確認其是否為美,透過美感經驗所形成的感受力,成為一種追求美的能力(李雪莉,2001)。美感經驗的累積是需要美感意涵,是一種因果關係,只要感受足夠的人事物,就能產生知覺體驗與美感認知,從而形成美感經驗(蘇雅慧,2008)。而感受的對象亦包含生活中各種美感體驗(林美慧,2010),故生活周遭的美感對象如:桌椅之美、城市建築之美、室內空間之美、燈具光源之美、公園之美等所形成的美感經驗,亦是美感教育的重要過程(漢寶德,2010)。美感經驗也是一種愉悅經驗,是一種創作與接收的交互作用下,產生自我滿足的一種感受,包含著感受力與想像力,不僅美感認知增強並陶冶性情,也能保持內在能量的創新與彈性,並增強洞察的能力(林素卿,2009)。

美感經驗是感受美感意涵中獲取,當我們對美的事物讚賞時,要如何變成永恆的體驗是需要學習才有可能的(蕭宏恩,2005)。亦即美感經驗雖然可靠個人累積,但還是要靠教育去引導美的理念,並學習如何表達美的稱讚。因為學習才會有美感素養並能關注周遭生活,達

到有所觀、有所聽、有所感，如果只有看且無法投入情感就容易無視美的事物，自然無法產生美感經驗（蕭宏恩，2005）。故而在生活上要培養美感，還是需要學習與教育。

2.2. 美感教育

人的精神是多元且需要統整啟發與開展，透過美感教育為根本，涵蓋全面精神範疇，薰陶培養統整的人格（楊深坑，1983），美感教育可讓學習者具備審美的感官能力與實踐的知識，除了各類藝術之外，更涵括了生活、各種人事物等（陳瓊花等，2004）。根據聯合國國際教科文組織（UNESCO）的調查發現美感教育已是世界各級學校的核心課程且越高社經群體投入越多（Amadio et al., 2006），教育部在 103 年指出幼兒教育是美感啟蒙的關鍵，從幼兒美感教育扎根可奠定美感的終身基礎。林百里認為國家發展需要創新能力和具備人文藝術科學背景的跨領域人才，有創意、創新的人文藝術教育作為基本，才能提升台灣的競爭力（教育部，2012），美感教育可以啟發學生的創意、創造與創新能力，成為教育部推動十二年國民基本教育培養重點，為學校人才的培育核心所在。

美感教育是學生獲得藝術知識與感受的一種教育活動。讓學生習得「美的欣賞力」、「美的感受力」進而產生「美的創造力」（于承平，2013）。陳木金（1999）也指出美感教育的三個方向為美術教育、藝術教育和美感教育，除了視覺與聽覺藝術之外，包含視覺與聽覺的混和藝術與生活中一切的美感體驗。當學生在這樣的環境中成長，美感會成為品味的一部分，像是蘊含美感的建築品味、家用器具、衣著等，美感品味也將成為人格的一部份（漢寶德，2010）。李鴻生（2013）認為美感教育可以培養出優質公民，也蘊含美的信念與價值，因此不只在校園內，未來進入社會也要繼續發展。

2.3. 虛擬實境之意涵與發展

1968 年首創「頭戴式顯示器」（Head Mounted Display, HMD），透過動態影像和聲音產生人在虛擬世界中的感知，並影響行為與思維的變化，實現虛擬實境科技（王琦、鄭建文，2019），透過數據模擬真實的視覺，使人在 3D 虛擬世界中與大腦視覺神經產生交互作用，讓身體的感官產生新的感官調節，創造出身臨其境的效果（Hacmun et al., 2018），換言之讓使用者以自身的意識與感知進入虛擬實境，透過虛擬角色或虛擬手與之互動，並藉由身體被部署到幻想世界與現實之間的方式，衍伸出感知主體在虛擬空間的意識狀態（邱誌勇，2018），在虛實之間進入心像運作與反思的過程。

虛擬實境的意涵在於使用者須完全沉浸其中，視角處於整個空間的核心位置去觀看整個虛擬空間，一種以自我為中心的體驗過程。使用者的身體在真實世界的感知並未完全喪失，反而可以在虛擬實境中獲得另一種感知（Lanier, 1988），這種近乎真實的感知，是使用者的大腦在虛擬空間中重塑的感知，它轉換了原本的地方感，藉由虛擬實境改變身體感知，進入重構意識與思維，實現超越真實的感知（Brooks, 1999）。

2015 年之前 VR 頭盔都沒有再全世界引起旋風，直到 HTC 在世界移動通信大會上揭幕了「HTC Vive」被授予 CES 的 22 個獎項，並於隔年 4 月發布，另一競爭對手 Oculus 被 Facebook 收購後，2016 年也發表了 Oculus Rift，Sony 在同年下半年發布了 PlayStation VR（簡稱 PSVR），為 VR 頭盔帶來了新的突破（陳禹傑，2016），因此 2016 年也被稱作虛擬實境元年（王琦、鄭建文，2019）。

NVIDIA CEO Jensen Huang 在 2021 年 4 月宣布要建立全球首個虛擬協作和模擬平台 NVIDIA Omniverse 的重大消息，而 Facebook CEO Mark Zuckerberg 也宣布將公司重新命名為 Meta 並建立 Facebook Horizon 虛擬平台（Kim, 2021），在許多科技大廠加入元宇宙並參與 Metaverse 生態系統，再加上玩家們也可透過互相幫助或協作的方式來創建一個模擬現實世界的第二世界，一個共享的虛擬 3D 世界或多個交互、沉浸式和協作的世界誕生了（Caulfield,

2021)。

2.4. 虛擬實境的藝術特質

在新媒體藝術中藝術創作者不斷的創新與使用電子媒介技術創造影像，科技帶給人類新的感官經驗，當科技成為藝術創作者的媒材，其表現手法與觀看方式將成為新美學（洪一平等，2020）。媒體理論與藝術史研究學者 Oliver Grau（2004）認為虛擬實境的沉浸體驗表達了虛擬空間中的藝術和媒體視覺特質，使一種融入幻覺式效果和沉浸式觀看經驗的「虛擬藝術」的表現，2018 年臺灣新媒體藝術家黃心健和美國前衛音樂教母蘿瑞·安德森(Laurie Anderson) 所共同創作的 VR 作品「沙中房間」，獲得第 74 屆威尼斯影展中的虛擬實境最佳體驗獎（曾靖越，2018）。

在虛擬實境的藝術中，藝術創作者透過藝術創作的理念與呈現手法，傳達創作的想法與觀點於作品之中，虛擬實境藝術作品並非只是追求聲光效果，而是創作者的構思作品的脈絡，可以讓觀看者在感知作品的過程中能產生思維上的變化（Grau, 2004），以此來增加美感的素養。

3. 研究方法

綜合以上文獻回顧，美感素養來自於藝術教育、生活感知與體驗，先有對美的欣賞態度與感受力，才能增加美的理解力，最後產生美的經驗形成美感的素養，除了傳統的藝術之外，也能使用新媒體 VR 繪圖藝術來增加美感素養能力。因此本研究想要透過準實驗研究法去研究傳統藝術欣賞與 VR 繪畫藝術欣賞對於學生美感素養是否有所差異，透過教學收集問卷量表資料，再進行統計分析，因此設計研究架構如下圖所示。

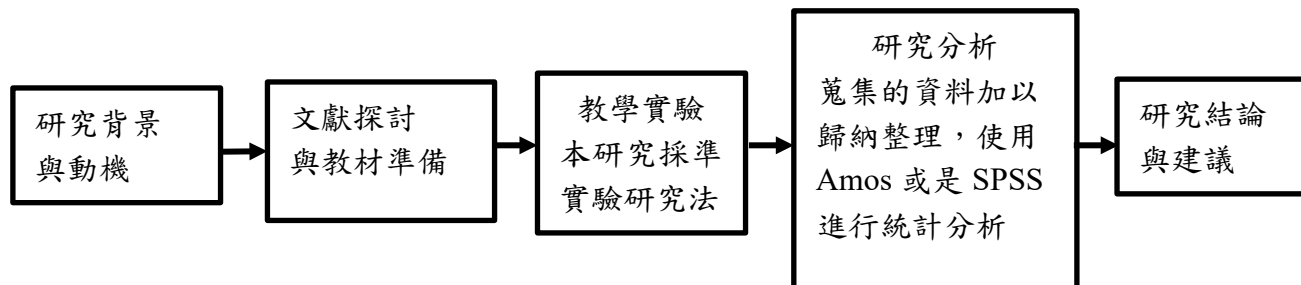


圖 1 美感素養教育研究架構圖

3.1. 樣本來源與研究假設

施測班級為徵求年滿 20 以上學生的美感素養課程，授課課程分為傳統藝術欣賞與 VR 繪圖藝術欣賞兩個組別，並以每週上課一次，50 分鐘課程包含前測、教學、後測。施測人數預計為 60 人，學生平均年齡約 20 歲。

在本研究的驗證性分析(Confirmatory Factor Analysis, CFA)中，使用 Amos 先估計出研究變項之共變數矩陣後，再依據此矩陣進行參數估計或配適性檢定，針對量表做效度分析與 Cronbach's α 信度分析，再使用 SPSS 作 ANOVA 統計分析並設定虛無假設 H_0 ：VR 繪圖與美感素養提升沒有差異。

3.2. 研究工具

本研究工具有美感素養教學教材與量表，教材分為 VR 繪圖藝術與傳統藝術課程，兩組量表皆使用依據張原誠與蕭佳純（2016）「學生美感經驗、創意自我效能與創造力：教師創造力教學有效嗎？」的量表編製而成「美感素養量表」，而依照學習活動修改活動名稱修改題目，

問卷基本資料共 7 題；問卷題目共分四部分，第一部分為對美的感受，共 6 題；第二部分為審美的態度，共 5 題；第三部份為對美的理解力，共 5 題；第四部分為美的經驗；共 5 題，其中的概念名詞定義如下：

1. 生活美感：本研究針對生活周遭美好事物，或是在 VR 虛擬空間所看到美好事物的感知，結合過往藝術教育經驗是否對美感有所提升。
2. 美感素養學習策略：透過上課學習美感藝術，對美的造型要素、構成功能等知識，利用 VR 觀看虛擬世界的感知相對於傳統的藝術是否能對美感提升有大幅效果。

「VR 繪圖美感量表」美感素養因素分類如表 1 所示：

表 1 美感素養因素分類與因素內容

因素	因素內容
對美的感受	欣賞美的事物，喜歡接觸美好的事物，對美的感受。
審美的態度	了藝術信念，參與藝術活動行為，並欣賞它。
對美的理解力	理解藝術元素與風格，能分辨出其中的意涵。
美的經驗	累積美感經驗，擁有美感素養有助於提升生活品質。

本量表為一自陳式量表(self-report)，每題選項皆以 Likert 五點量尺計分，共有 24 題，主要評估上述四項因素的符合頻率，選項分別為「非常同意=5」、「同意=4」、「普通=3」、「不同意=2」、「非常不同意=1」。本量表適用於一般學生，受試者依據上課後的學習進行作答，分數越高者表示，認同美感素養程度越高，反之則是越差。本量表的因素結構及題目內容如下表 2 所列。本研究另有安排一題簡答題作為收集質性資料的量化分析結果之補充，實驗組題目為「對 VR 繪圖藝術感受力為何？」，控制組題目「上完課後對美感素養的感受力為何？」

表 2 兩組「美感素養量表」對照表

因素	題項	修改變項
對美的感受	1. 我在欣賞美好的事物時，會感到心情愉悅。	我在欣賞 VR 繪圖時，會感到心情愉悅。
	2. 我在欣賞色彩繽紛且協調的事物時，會使我心情輕鬆愉快。	沿用原題目
	3. 我在欣賞美好的事物時會有一種幸福感，而暫時忘記身旁的事物。	我在欣賞 VR 繪圖時會有一種幸福感，而暫時忘記身旁的事物。
	4. 我喜歡欣賞與接觸美好的事物。	我喜歡欣賞與接觸 VR 繪圖。
	5. 我有時候會不自覺的受到周遭美好事物所吸引，並且感到愉悅。	我有時候會不自覺的受到 VR 繪圖所吸引，並且感到愉悅。
	6. 我會因為意外發現美好的事物而感到開心喜悅。	我會因為意外發現 VR 繪圖而感到開心喜悅。
審美的態度	7. 我會接納與欣賞多元的文化活動，例如不同族群、信仰等。	沿用原題目

	8. 我會接納與欣賞別人所提出的多元想法與建議。	沿用原題目
	9. 我會試著從不美好的事物中找尋它美好的一面。	沿用原題目
	10. 當我接觸美好的事物時，能激發我的生命力和希望感。	當我接觸 VR 繪圖 時，能激發我的生命力和希望感
	11. 當我遇到困難或挫折時，我會用正面的態度去欣賞它。	沿用原題目
	12. 我能看出美的事物中，容易被人忽略的細節。	我能看出 VR 繪圖 中，容易被人忽略的細節。
	13. 我能很快看出美的事物，它細微且特別的地方。	我能很快看出 VR 繪圖 ，它細微且特別的地方。
對美的理解力	14. 我能分析出美的事物的所呈現風格。	我能分析出 VR 繪圖 的所呈現風格。
	15. 我能理解出美的事物所要表達的概念。	我能理解出 VR 繪圖 所要表達的概念。
	16. 我能分析出美的事物具有美感的原因。	我能分析出 VR 繪圖 具有美感的原因。
	17. 我會和別人分享與討論我覺得美好的事物。	我會和別人分享與討論我覺得 VR 繪圖 。
	18. 我在創作時會不自覺的聯想起與作品相關的事物。	沿用原題目
美的經驗	19. 我在創作時會回想與作品相關的美好事物。	我在創作時會回想與作品相關的 VR 繪圖 。
	20. 我在創作時腦海裡會突然閃過以前看過的類似事物。	沿用原題目
	21. 我會和別人分享美好的經驗。	沿用原題目

3.3. 研究流程

本研究的實驗流程圖如圖 2 所示，分成實驗組與控制組，實驗組使用 VR 繪圖藝術課程，控制組則是傳統藝術教學課程，上課時數為 50 分鐘，在上課前先做量表前測，兩個組別的課程部分皆為【美感的形式與美感的元素】的教學，而欣賞的藝術作品分別是實驗組為【VR 藝術欣賞】、控制組為【平面藝術欣賞】，針對這兩種觀感的差別，然後再進行量表的後測，並利用簡答題收集質性資料作為量化分析結果之補充，讓兩組學生寫出對藝術教學和 vr 繪圖的感受為何。教學中教師也可以透過學生對於新媒體 VR 繪畫藝術和觀看傳統藝術的行為，作

為教學的觀察，並於教學後整理量表作教學差異之分析。

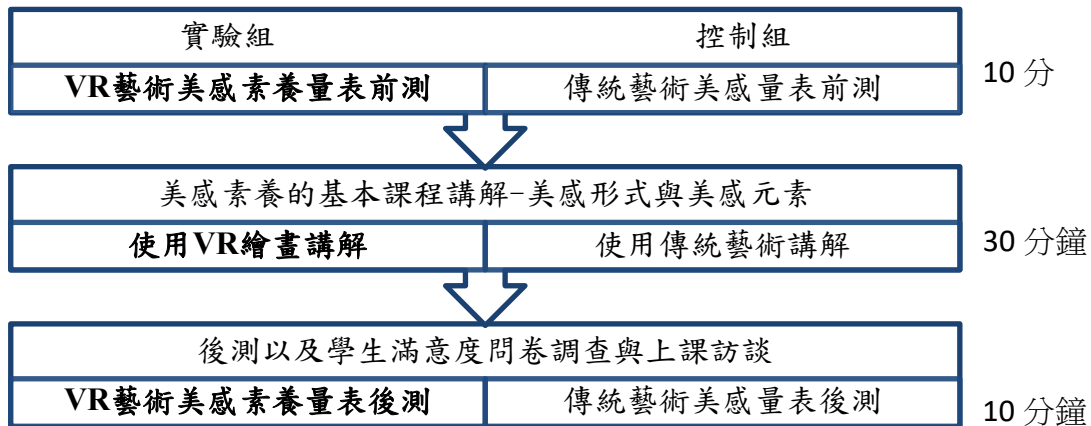


圖 2 美感素養課程實驗流程圖

4. 預期研究結果

實驗結果預期為使用 VR 繪畫藝術的實驗組會比傳統美感教學具有差異性，且作為新媒體藝術的 VR，擁有沉浸式學習，可以讓觀者置入繪畫藝術世界之中，多了聲光效果，不同於傳統觀看的方式，應可以讓學習者增加學習情緒，得到不同傳統學習的美感體驗，觀者能透過身歷其境方式去感受創作者的理念與想法，在理性與感性的相互作用中，產生一種「完整並圓滿的美感經驗」。

參考文獻

- 于承平 (2013)。學校推動美感教育之探討。《學校行政》，(84)，101-117。
- 王琦、鄭建文 (2019)。使用 3D 音效系統以增強虛擬實境體驗之研究。《管理資訊計算》，8(2)，56-68。 [https://doi.org/10.6285/mic.201909_8\(2\).0006](https://doi.org/10.6285/mic.201909_8(2).0006)
- 李雪莉 (2001)。九年一貫，革新換面。《天下雜誌 2001 年教育特刊 [美的學習]》，124-127。
- 李鴻生 (2013)。美感教育的目標與鵠的。《耕莘學報》，(11)，89-99。
- 林美慧 (2010)。《國小藝術教育美感經驗統整課程》(未發表之碩士論文)。國立新竹教育大學美勞教育研究所，新竹市。
- 林素卿 (2009)。美感經驗對課程美學建構之啟示。《東海教育評論》，3，43-70。
- 邱誌勇 (2018)。虛擬實境藝術中的「本體論事件」與「共感聯覺美學」。《現代美術學報》，36，59-78。
- 洪一平、李寅彰、詹媛安、王碩仁 (2020)。穿越記憶的聲景：〈風動四方——安平 1634〉的虛擬實境。《南藝學報》，(20)，1-23。
- 張沂 (2019)。《檢視擴增實境及虛擬實境應用於古蹟之遊客體驗 - 以打狗英國領事館為例》(未發表之碩士論文)。國立成功大學創意產業設計研究所，台南市。
- 教育部 (2012)。十二年國民基本教育：開啟孩子的無限可能。臺北市：作者。
- 教育部 (2018)。教育部美感教育中長程計畫第二期五年計畫(108-112 年)。 ws.moe.edu.tw/001/Upload/8/relfile/7844/61296/e0a9702c-1f05-44ec-9207-f9abf1504abc.pdf
- 陳木金 (1999)。美感教育的理念與詮釋之研究。《全人教育與美感教育詮釋與對話學術研討會論文集》，36-51。

- 陳禹傑 (2016)。虛擬實驗室：基於 Unity3D 打造空間規模沉浸式學習系統並結合客製化數位版權保護 (未發表的碩士論文)。國立中央大學資訊工程學系，桃園縣。
- 陳瓊花 (2013)。公民美學與美感教育。《通識學刊》，創刊號—藝術教育，5-20。
- 陳瓊花、林世華、丘永福、潘惠雯 (2004)。臺灣民眾美感素養發展與藝術教育改進之研究：期末報告。國立臺灣藝術教育館。ed.arte.gov.tw/uploadfile/trust/124_4445.pdf
- 張原誠、蕭佳純 (2016)。學生美感經驗、創意自我效能與創造力：教師創造力教學有效嗎？《教育實踐與研究》，29 (2)，65-104。
- 馮至、范大燦 (1989)。《席勒審美教育書簡》。臺北市：淑馨出版社。
- 曾靖越 (2018)。無縫空間的沈浸感：虛擬實境。《國教新知》，65 (3)，105-120。
[10.6701/teej.201809_65\(3\).0008](https://doi.org/10.6701/teej.201809_65(3).0008)
- 楊深坑 (1983)。美育目的分析的重要層面。《國立臺灣師範大學教育研究所集刊》，25，123-147。
[10.6910/bgientnu.198306_\(25\).0003](https://doi.org/10.6910/bgientnu.198306_(25).0003)
- 漢寶德 (2010)。《如何培養美感》。臺北市：聯經出版事業公司。
- 蕭宏恩 (2005)。美感與人生。《哲學與文化》，32 (6)，127-141。[10.7065/mrpc.200506.0127](https://doi.org/10.7065/mrpc.200506.0127)
- 蘇雅慧 (2008)。我們需要什麼樣的美育?-美感教育與藝術教育的相對。《美育雙月刊》，165，58-68。
- Amadio, M., Truong, N., & Tschurennev, J. (2006). Instructional time and the place of aesthetic education in school curricula at the beginning of the twenty-first century. UNESCO. repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/4258
- Brooks, F. P. (1999). What's real about virtual reality? *IEEE Computer Graphics and Applications*, 19(6), 16-27. doi.org/10.1109/38.799723
- Caulfield, B. (2021). What is the metaverse? *The Official NVIDIA Blog*. blogs.nvidia.com/blog/2021/08/10/what-is-the-metaverse/
- Chen, X., Chen, Z., Li, Y., He, T., Hou, J., Liu, S., & He, Y. (2019). Immertai: Immersive motion learning in VR environments. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 58, 416-427.
- Davis, E., & Thacker, E. (2015). *Techgnosis: Myth, magic, and mysticism in the age of information*. Berkeley, CA: North Atlantic Books.
- Dewey, J. (1980). *Art as experience*. NY: Minton, Balch & Company.
- Duan, H., Li, J., Fan, S., Lin, Z., Wu, X., & Cai, W. (2021). *Metaverse for social good: A university campus prototype* Proceedings of the 29th ACM International Conference on Multimedia. New York, USA.
- Grau, O. (2004). *Virtual art: From illusion to immersion*. Cambridge: MIT press.
- Hacmun, I., Regev, D., & Salomon, R. (2018). The principles of art therapy in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, 9. [doi:10.3389/fpsyg.2018.02082](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02082)
- Kim, J. (2021). Advertising in the metaverse: Research agenda. *Journal of Interactive Advertising*, 21(3), 141-144.
- Lanier, J. (1988). A vintage virtual reality interview. *Whole Earth Review*, 64, 108-119.
- Legault, J., Zhao, J., Chi, Y. A., Chen, W., Klippel, A., & Li, P. (2019). Immersive virtual reality as an effective tool for second language vocabulary learning. *Languages*, 4(1), 1-32.
- Parrish, P. E. (2009). Aesthetic principles for instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 57(4), 511-528.

Evaluating LMOOC Openness: A Comparative Approach to Existing Dimensions

Wen-Li Chang*

Institute of Education, National Yang Ming Chiao Tung University, Hsinchu, Taiwan

* wendychangnycu@nycu.edu.tw

Abstract: *The present study explores open education in the context of language teaching and learning. Following the ongoing thread of discussion dedicated especially to language MOOCs (or LMOOCs), a systematic literature review was conducted, facilitated by web-based citation indexing service. Mainly using the database of Web of Science (WoS), the keyword-based search focused on existing evaluation criteria for massive open courses, taking on an emerging research aspect that has drawn growing attention. The widely-adopted, international evaluation dimensions were further compared with government-mandated standards in examining local products for online language learning in Taiwan. Despite a small-scale exploration on LMOOCs and evaluation, the preliminary findings have lent support to a necessary addition of learner aspect to the current local standards, in hope to foster the socially-oriented nature of a massive and open environment.*

Keywords: open learning, massive open online courses, language MOOCs, evaluation criteria, social learning

1. Introduction

With the flourishing of online learning platforms, the promise of open education has been extended following the redefined learning opportunities and the broadened scope of open and distance learning at macro, meso, and micro levels, namely, the inclusion of organizational, institutional, and individual efforts (Zawacki-Richter, 2009; Zawacki-Richter & Anderson, 2014; Zawacki-Richter et al., 2020). This advanced mode of distance learning or the "octopus-like openness" is believed to comprise the complex and multifaceted tentacles that represent its fundamental elements: "access, flexibility, equity, collaboration, agency, democratization, social justice, transparency, and removing barriers" (Zawacki-Richter et al., 2020). The practice of open education for flexible and lifelong learning is further elaborated on with a focus on providing learners with opportunities to obtain educational resources, open textbooks, and open scholarship; join efforts from varied backgrounds and geographic locations; generate knowledge in open areas, individually or collaboratively; and bridge formal and informal contexts of learning (Cronin, 2020).

At the scale of Massive Open Online Courses (MOOCs), whose first attempt can be traced back to 2008 (as made by Downes and Siemens), its intersecting openness and massiveness establish a networked learning environment where digitally literate participants are expected to embrace individual-based expertise distribution as well as highly inclusive and engaging learning practices (Stewart, 2013). In the meantime when this ongoing open learning trend evolves around different themes as research foci (including the prevailing networked practices, changing definitions, riveted attention from higher education, and the profounding openness initiatives) (Bozkurt, 2019), forms and degrees for instructional practice vary widely but are greatly encouraged (e.g., registration periods, admission requirements, curriculum choices, assessment practices, research involvement in course design) (Zawacki-Richter et al., 2020). In the research-highlighted context of higher education where a focus remains on open content and MOOCs, efforts at the institutional meso level are increasing (e.g., a growing number of universities offering MOOCs).

In contrast with Open Educational Resources (OERs), a coexisting product of open movements, MOOCs appear more associable with relative initiatives in higher education and have achieved broadened openness. Following Dave Cormier and Bryan Alexander's first use of the acronym, MOOC, this refined mode of learning encompasses the fundamental open access (Shuwer et al., 2015) that fulfills the distinct openness dimensions of reusing, revising, remixing and redistributing educational resources (Yousef et al, 2014), along with further extensions on the pre-existing open licenses, open registration, open content, open practices, open-ended outcomes, and the open pedagogy encouraged (e.g., Bali, 2014; McAuley et al., 2010). The aforementioned openness core principles are heightened for the necessary addition and inclusion of open platforms (e.g., edX, Coursera) that support rich media formats and data within easy reach, meanwhile achieving relatively high discoverability, reusability, and shareability (Silveira, 2016). It is also noted that with educators and administrators invited to the open learning context, the general openness principles should become as broad as to include pedagogical implications for individualized instruction, delivery alternatives, educational data mining and learning analytics, and most importantly, open standards for quality assurance.

The present research aims to explore the meso or institutional level of efforts on encouraging and motivating students, especially in the context of language learning taking place on MOOC platforms. Current evaluation criteria for learner efficacy are synthesized and examined for their true practicality in the local EFL setting where language learners are expected to benefit from the open learning process and to develop their language proficiency for both meaning negotiation and socially-oriented interaction.

2. Relevant Studies

2.1. Evolving Approaches to Open Learning

Upon the continuous research efforts to explore the openness in MOOCs, major approaches to empowering the design and implementation have emerged and progressed with educational context, and therefore become broadened to the inclusion of, in time, the constructivist cMOOC approach and the xMOOC approach (e.g., Stewart, 2013). In an open-ended design of the earlier cMOOC model, the opportunities for establishing longer-term communities of practice are provided via students' active participation in creating digital artifacts during their employment of various web services and tools (such as blogs) (Godwin-Jones, 2014). Even in a commonly finite class structure, participants in the cMOOC model are still able to break through course confines and engage with each other (Godwin-Jones, 2015). Developed at a later stage, the xMOOC model is employed following a lecture-based, instructivist approach that attempts to flip the classroom but relies heavily on online digital video clips as short lectures. This seems to place MOOCs back inside a traditional framework of online courses, thereby unleashing requirements of a higher level of learner autonomy and digital literacy but meanwhile reducing the potential of massiveness and openness (Guàrdia et al., 2013) or even taking "a step backwards in online pedagogy" (Godwin-Jones, 2014: 5).

Marking different stages of open courses development, both cMOOC and xMOOC manifest the underlying openness principles that effectively apply when education products and opportunities are provided along with the fundamental open Internet access. An additional principle of connectivism is utilized and incorporated, therefore enabling the open learning environment to break through the traditional form that relied heavily on educational resources posted through the learning management system (Liyaganawardena et al., 2013). Such a connectivity concept of MOOCs has also evolved from a more individualist learning approach to the inclusion of a more social approach to learning (Saadatdoost et al., 2015), if focused on cMOOCs and further comparing this latter approach with AI-Stanford like or xMOOC courses (Rodriguez, 2012). The applied openness principles are meanwhile elaborated on, with the varied types of MOOCs exercising their shared participation scalability (Yuan & Powell, 2013) and learning flexibility (Stevens, 2013), and the cMOOC approach embracing a higher level of openness in participant composition (novices, experienced people, and lurker participants), compared with the xMOOC's simple focus on interested learners at a similar level (Rodriguez, 2012). The widened perspective on MOOC openness is expected to enhance the online learning environment with connectivism explicitly realized in extra building blocks of autonomy, diversity, and interactivity.

2.2. Learning Opportunities in Language MOOCs

Despite mixed reviews over the changing online pedagogy (from cMOOCs to xMOOCs), the learning benefits enhanced at such a massive scale of online courses secure continuous research attention and extend into the context of Language MOOCs (or LMOOCs), namely, web-based courses with unlimited access and participation dedicated to second language learning. As suggested in Martín-Monje and Barcena's (2014) pioneering research work on the topic, LMOOCs follow the open learning trend and thrive especially in the field of higher education, aiming to realize the flexible nature of online courses in opening up access to web-based second language online courses and meanwhile encouraging mass participation in lifelong learning. LMOOCs operating on a fundamental open website, which Barcena and Martín-Monje (2014) consider as basics, attempts are still being made to achieve openness in language education by not only providing the courses easily accessible on multiple devices but utilizing open source platforms (such as Moodle) for course delivery (Godwin-Jones, 2014). Over the last decade, as discussed in Martín-Monje and Borthwick's (2021) literature synthesis of relevant studies, the growing interest of LMOOCs persists and demonstrates a clearly broadened focus on open educational resources, open practices, and open learning spaces in language teaching and learning (e.g., Comas-Quinn & Borthwick, 2015; Gimeno-Sanz, 2016).

Even though LMOOC course design has demonstrated its preference over the xMOOC approach, the ongoing attempts bring in elements of social interaction and create instructional styles mixing machine learning with social learning (Godwin-Jones, 2014). It is further noted by Martín-Monje and Borthwick's (2021) that these different forms of education (formal, non-formal, and informal) have opened up to these new models of content delivery, tuition, assessment, and accreditation, and to the shared features of language communication skills, linguistic and cultural elements, and multiple assessment methods that account for different learner backgrounds. Considerable research lent empirical support to the use of LMOOCs for effective open learning, based on significant improvement in academic performance (e.g., Estebas-Vilaplana & Solans, 2020), as well as widely-held, positive emotions and perceptions among learners (e.g., Hsu, 2021; Jitpaisarnwattana & Chalmers, 2021; Mac Lochlainn, 2019). On this openness trend in language education, Sallam et al. (2020) identified a concurrent research focus on LMOOC studies in general, which mainly probe into 1) how LMOOCs are framed and refined, in terms of their distinctive features; 2) how the existing xMOOC/cMOOC dichotomy is redefined as a continuum model which adapts to learner needs; 3) how LMOOCs are designed as suitable courses for the learning and teaching of language for specific purposes; 4) what motivates and engages learners in their online learning experience; 5) how teachers respond to their changing roles in the LMOOC context; 6) how online courses are designed for the benefit of learners and for the avoidance of possible attrition; and 7) how social learning is reinforced in LMOOCs.

2.3. LMOOCs and Essential Design Elements

With the widened perspectives taken on continuously exploring the open language courses, as demonstrated by Sallam et al. (2020), LMOOCs have been cast in an increasingly prominent role in reframing language teaching and learning. In addition to the aforementioned, desirable inclusion of skill practices, multifaceted video elements, and diversified assessment tools for effective LMOOCs (e.g., Sokolik, 2014), the possibility of moving beyond the xMOOC/cMOOC dichotomy is also encouraged by even considering a blended learning approach which combines LMOOCs and face-to-

face classes (e.g., Morales et al., 2017). A similar attention level is found at the attempts to focus not only on how to teach and learn a target language but on what purposes online language courses should help learners to fulfill. The design and implementation of LMOOCs are therefore encouraged to make additional efforts to help identify learning objectives or purposes (e.g., Beaven et al., 2014).

Clearly, Sallam et al.'s (2020) effort to draw on previous studies helps to discover the increasing emphasis on the learner-centered aspect to LMOOCs. The literature synthesis encourages language course developers and instructors to refine an ideal online learning experience with a process approach that carefully considers learner motivation and engagement along the way (e.g., McMinn, 2017; Yuan & Xiang, 2017). Delving further into the cultivation of metacognitive skills, such as learner autonomy (e.g., Ding & Shen, 2019), brings in an extended meaningful layer to the online language courses and therefore suggests practical ways to improve instructional design of LMOOCs. The so-called instructional efficacy is sure to be enhanced when effective ways are also provided in dealing with the universal phenomenon of attrition or non-continuation in these massive open online courses (e.g., Gilliland et al., 2018).

Thinking of LMOOCs as a microcosm of the modern society where information is widely shared over web-based applications, both language learners and instructors should come to full awareness of their changing roles, as highlighted in relevant studies (e.g., Castrillo, 2014), for developing a required sense of using language for real communicative purposes in the MOOC-enhanced social settings. As a research trend that Sallam et al. (2020) especially highlighted in their literature synthesis, this social nature of LMOOCs has necessitated the openness movement in language teaching and learning. Even preliminary findings in exploiting communicative activities on the MOOC platform are believed to help with modifications in the continuous efforts and attempts (e.g., Ereemeeva et al., 2017). According to Martín-Monje and Barcena (2014), the development of communicative language capabilities can be facilitated when open online courses are effectively designed for potentially massive and highly heterogeneous groups, and it is truly the case when the groups of language learners show one only common goal to learn a given language and to use the language, as in an open society, for genuine communication.

2.4. LMOOC-Enhanced (or -Hindered?) Openness in Social Learning

LMOOCs continue to refine the optimal conditions for open language learning and, in parallel, remain one of the research foci that are commonly associated with the general features of open courses at a massive scale. In terms of access, a fundamental building block of an open learning environment, the revolutionized open and massive learning platform has indeed provided students around the world with an easy access to good-quality language learning resources for free (Martín-Monje & Borthwick, 2021) and, at a larger scale, democratized higher education with a serious attempt (Mazoue, 2013), meanwhile introducing additional elements of flexibility, equity, and democratization itself, as defined by Zawacki-Richter et al. (2020). With the entire learning process centered around students, this added strength of LMOOCs, as emphasized by Martín-Monje and Borthwick (2021), has also turned the online learning environment into a socially-oriented one where online social interaction, as well as the use of flexible multimodal resources, is encouraged (Bárcena et al., 2014). Ranging across different language learning populations whose target language covers both widely taught and less widely taught languages, such diverse geographical and linguistic backgrounds of learners have closely reflected the real world by dispersing learner communities (Borthwick, 2020) (as cited in Martín-Monje & Borthwick, 2021).

In this social learning context, however, Martín-Monje and Borthwick (2021) noted that using MOOC platforms or completing an LMOOC does not guarantee an enjoyable or productive language learning experience, in that language learning, especially oral production, can be highly skill based and therefore requires intensive practice and interaction. By Bozkurt's (2019) definition of openness philosophy as one theme for further research studies, the narrow focus on sheer open access in, for example, an intensive, skill-based online language course would very likely hinder the LMOOC practice and, in turn, the overall openness movement if the social constructs of openness (e.g., barriers, policy, culture, and sustainability) remain a missing piece in the design and implementation of online teaching and learning. It is believed that a broader inclusion of open educational resources and practices helps to reveal the real potential of openness, and it is only achievable when breaking through a limited core principle and start to explore true openness and flexibility in distance education, namely the value principles as proposed by Naidu (2017), in hope for broadened diversity and equality in an open society.

3. Theoretical Framework and Literature Synthesis

3.1. True Inclusiveness Revisited in Open Language Learning

With reference to the definition of openness, as summarized by Martín-Monje & Borthwick (2021), LMOOCs are expected to contain all basic fundamentals covered: open educational resources, open practices, and open learning spaces. Indeed, taking various forms that range across content delivery, tuition, assessment, and accreditation, these highlighted features of LMOOCs have fulfilled the so-called openness in a broad sense and are meanwhile intended to encourage mass participation in lifelong learning, as having been promoted ever since Martín-Monje and Barcena's (2014) pioneering work in the field. It is further noted in their literary synthesis that the flexible and diverse nature of open education is sure to become highly satisfactory when the courses entail differentiated instruction

on multiple levels, such as content, process, product, and learning environment, or in an LMOOC-specific context, the integration of communication skills, linguistic and cultural video elements, and multiple assessment methods.

From an integrated perspective, the ongoing, octopus-like openness movement has flourished and developed as a guide to the redefined role of online language courses. The widened aspects to openness, as stated by Zawacki-Richter et al. (2020), are moving beyond the basic, easy, and flexible access to free language resources, and begin to include additional "tentacles" of equity, collaboration, agency, democratization, social justice, transparency, and removing barriers. In other words, the development of LMOOCs evolves with the changing paradigm, which necessitates the fully opening up of every serial involvement in the learning process: whether or not the courses are available on web applications, understandable at the first entry and with further regard to overall course design, and meanwhile being highly adaptable to personal needs that include effective channels for communication and consultation.

3.2. An Analytical Approach for Evaluating LMOOCs

Previous studies on the open and inclusive nature of LMOOCs have made attempts to specify evaluation standards. The use of Web of Science (WoS), a global and cross-disciplinary citation database, allowed literature search to be conducted with carefully selected key phrases, as illustrated in Figure 1. Utilizing language MOOC and evaluation as search phrases, a compiled web-based search reached 54 results, containing wide sources of information: proceeding papers (64.82%) and journal articles (35.18%, review articles and early access articles included). By year of publication, these WoS-indexed research studies have demonstrated a fluctuating trend in number, with the highest falling into 2017 (n = 10), and the lowest, 2013 and 2015 (n = 3, respectively). The overall fluctuation rate, however, is relatively low due to a small sample size that falls within the range of publications in digits. Figure 2 shows that the year 2021 seems to experience a slight drop in number (n = 7) when compared with the highest point, but turns out to be a recovery from an even lower number in the previous year of 2019 (n = 4). The outbreak of Covid-19, the global pandemic, is one possible cause of the decrease in 2019's publications, though in general, a consistent level of research attention is dedicated to this thread of discussion over LMOOC evaluation.

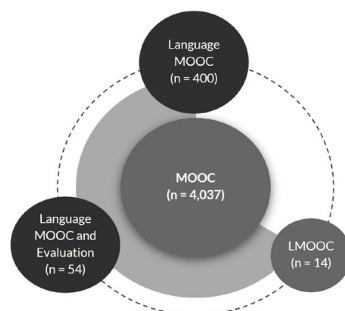


Figure 1. WoS-based keyword search scope.

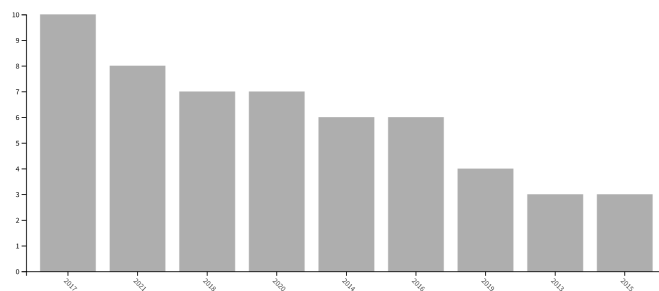


Figure 2. WoS-indexed publications on language MOOC and evaluation (by year).

A growing research trend is clearly portrayed when the WoS-indexed publications on LMOOC evaluation is compared with the times cited, as revealed in Figure 3. The highest citation rate fell in the year 2021 when the number ($n = 60$) reached nearly eight times larger than the publications ($n = 8$) in the same year, and over eighteen times more than in both 2013 and 2015 when publications reached the lowest ($n = 3$). A huge gap of approximately sixty times in citation number appeared in the meantime when the lowest point in 2014 ($n = 1$) was compared to the highest in 2021. As opposed to the slow growth in citation number from 2013 to 2017 (by 13 citations), a markedly rapid increase was observed in the following years, from 2017 to 2019 (by 47 citations). Despite the slightly dropping citation number in 2020, the research efforts to refer to and cite relevant studies have continued from 2017 onward, and such an upward trend is expected to persist and therefore heightening the need to continually assess the openness of online language courses.

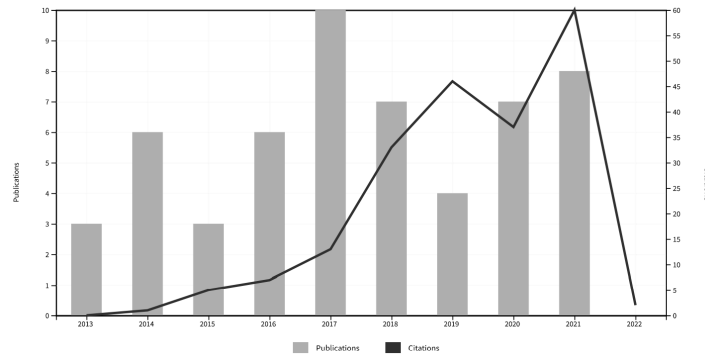


Figure 3. Times cited and publications over time.

3.3. Existing Criteria in Prior Research for Effective Open Language Courses

The WoS-indexed publications, screened and analyzed following the protocol shown in Figure 4, are selected with a central focus on the common attempt to evaluate openness in MOOCs. Rosewell and Jansen (2014) stated one of the initial intentions in their study which provided wide evaluation dimensions to student users for self-assessment. The open quality of online courses is broadly defined and carefully examined as to include the amply diversified learning opportunities for exploiting learner resources and meanwhile practicing digital literacies in open spaces that encourage both independent, learner-centered learning and media-supported, social interaction. As summarized in Table 1, Creelman et al. (2014) employed an expert-based, web-based inquiry method to continue broadening the definition of openness in education with considerations of equally varied aspects for MOOC evaluation that attempt to open up learner types, learning contexts, course information channels, pedagogical implications, and the underlying approaches.

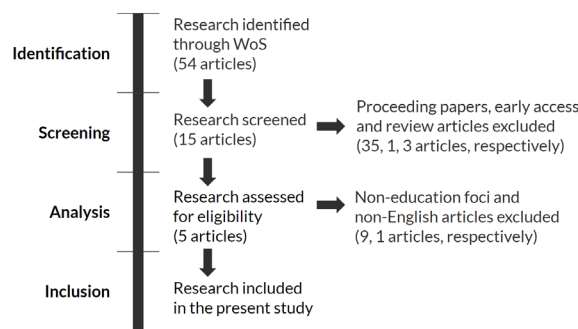


Figure 4. Systematic review protocol.

Table 1. Prior research on evaluating openness in MOOCs.

Evaluator	Method	Dimensions
Learner (Luo & Ye, 2021)	Course comment	Teacher/Instructor criteria, teaching content criteria, pedagogical criteria (e.g., learner support), technological criteria, teaching management criteria (e.g., interaction, feedback, peer review)
User (Su et al., 2021)	BWM	System function, teaching resources, teaching effect, social interaction
Researcher (Acosta et al., 2020)	Manual evaluation against WCAG	Web accessibility and general principles (perceivable, operable, understandable, robust)
Expert (Creelman et al., 2014)	Web-based inquiry	Massive target group specified, formal and informal learners mixed, crowd-driven learning contexts, transparent pre-course information, peer-to-peer pedagogy, choice-based learning
User (Rosewell & Jansen, 2014)	Self-assessment	Openness to learners, digital openness, learner-centered approach, independent learning, media-supported interaction, quality focus, spectrum of diversity

Acosta et al. (2020) referred to international standards, (i.e., Web Content Accessibility Guidelines, WCAG) for researcher-based evaluation. General guiding principles were generated for developing perceivable, operable, understandable, and robust MOOCs. Accordingly, the operation of open education is built upon students' understanding of MOOC existence and appropriation, which strengthens their clear sense of direction, i.e., knowing how, during their engagement in online open learning. The underlying theoretical assumptions, i.e., knowing why, are also clear to comprehend and easy to apply, which brings meanings to students in their own learning process and is likely to help students achieve learning efficacy. Su et al. (2021) further emphasized the addition of learner perspectives to MOOC evaluation with the best worst method employed for measuring student perception of content material, instructional effect, interaction process, as well as the operational learning system, as having been widely accepted as the general assessment criteria.

Highlighting a language learning context where learners are expected to be socially competent communicators, Luo and Ye (2021) revised the existing evaluation standards with heightened focus on the pedagogical and managerial aspects in addition to the commonly adopted instructor criteria, teaching content criteria, and technological criteria. In their study, English learners commented on their own user experiences of LMOOCs, and their personal responses were directed to the supposedly timely and appropriate learner support that is expected to be provided in the open learning environment, for this context itself can be a potential threat, in regard to accessibility, flexibility, and/or diversity. For the establishment of a learner-centered environment, the revised evaluation standards have also included teaching management criteria by which teachers in their pedagogical process are examined for the necessary provision of meaningful social interaction that should be feedback-oriented and meanwhile facilitated by peer review.

4. Instructional implications

Current model adopted in the local context by the Ministry of Education (MOE), as detailed in Table 2, mainly considers the two dimensions of teaching contents and learning outcomes for MOOC evaluation. The former dimension refers to instructional design, visual quality, learner efficiency, and technology integration, while the latter concerns course accessibility in terms of enrollment rate, time-of-use rate, and completion rate. MOE further explained that experts and scholars in the field are invited to apply the aforementioned standards for evaluating MOOCs, the topic areas of which are not limited but set at college level. In other words, MOOC quality is carefully determined, by the MOE standards, when learners on the open learning platform are to benefit from instructional differentiation according to their objectives, learning conditions, learner motivation, and overall achievements. Just as prior research has widened the (L-)MOOC evaluation criteria for the inclusion of various elements of a learning context (i.e., content, process, product, and environment) (e.g., Hsu, 2021), MOE has managed to broaden the local perspectives on evaluating open courses at a massive scale, though using LMOOC as a specific, stand-alone category for evaluation has not yet been widely accepted and fully practiced.

Table 2. MOE standards for MOOC evaluation.

Dimensions	Criteria	Description
Teaching contents	Instructional design	Meeting learner needs (objectives)
	Visual quality	Maintaining learner attention
	Learner efficiency	Facilitating learner progress
	Technology integration	Enhancing learning efficiency and motivation
Learning outcomes	Course accessibility and learning engagement	Enrollment rate, time-of-use rate, and completion rate

A further comparison between this current model and Luo and Ye (2021)'s framework, however, reveals a few missing aspects in the MOE-mandated MOOC evaluation process. On the side of language teachers, they should be encouraged to cast the octopus-like imagery of openness to their MOOC design by redefining the true achievement desired. The so-called learning outcomes dimension in the MOE standards may consider taking on students' interaction rate (in addition to enrollment, times of use, and completion), meanwhile introducing a social aspect for consideration and evaluation, as recommended for meaningful language learning. On the side of language learners whose socially-oriented and self-aware participation is expected in LMOOCs, they should be invited in the evaluation process as evaluators who assess their own perception of the teaching contents and learning outcomes. It is believed that evaluation is only inclusive and effective when diversity (in who makes evaluations), flexibility (in what to be evaluated), and the fundamental accessibility are encouraged, and of course, when true participants are invited to join.

5. Conclusion

A brief literature synthesis of the developing dimensions in history has indeed shown the ongoing research efforts to include multiple aspects in the MOOC evaluation process, namely, the complex and multifaceted octopus tentacles of open education and, at an even larger scale, the overall open movement. In this evolutionary and sustainable development where, though, LMOOCs remain unthoroughly explored, relevant evaluation measures are never overlooked as a necessary means to general improvement in open learning. As evaluation marks a crucial pause in a learning process and paves the way ahead for evolution, the local educational authorities, such as MOE of the country, are encouraged to assess their evaluation standards and are pointed in the way of devoting their organizational macro level of efforts for going parallel with the institutional meso and mostly college level of efforts. Even at an individual level of open practice using LMOOCs, the role of evaluator (expert, teacher, and student) is still highly encouraged for assigning social meanings, through genuine communications, to their personal learning process, and meanwhile strengthening social functions of learning in openness and massiveness that ultimately removes barriers and achieves transparency, democratization, collaboration, as well as equity in access, flexibility, and diversity. Future research in the same line should consider accommodating different research databases for synthesis and comparison at a large scale, and the use of text mining technology is also encouraged for an in-depth exploration of the topic-related discussions.

Acknowledgements

My greatest appreciation is dedicated to all participants in this research project, namely, the research team members from NYCU Interactive Learning Technology and Motivation (ILTM), ROC Taiwan.

References

- Acosta, T., Acosta-Vargas, P., Zambrano-Miranda, J., & Lujan-Mora, S.. (2020). Web accessibility evaluation of videos published on YouTube by worldwide top-ranking universities. *IEEE Access*, 8, 110994–111011. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3002175>
- Bali, M. (2014). MOOC pedagogy: Gleaning good practice from existing MOOCs. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 10(1), 44–55. Retrieved from http://jolt.merlot.org/vol10no1/bali_0314.pdf
- Bárcena, E., & Martín-Monje, E. (2014). Introduction. Language MOOCs: An emerging field. *Language MOOCs: Providing Learning, Transcending Boundaries*, 1-15.
- Bárcena, E., Read, T., Martín-Monje, E., & Castrillo, M. D. (2014). Analyzing student participation in foreign language MOOCs: A case study. *EMOOCs 2014: European MOOCs Stakeholders Summit*, 11-17.
- Beaven, T., Codreanu, T., & Creuze, A. (2014). Motivation in a language MOOC: Issues for course designers. In E. Martín-Monje & E. Barcena (Eds.), *Language MOOCs: Providing Learning, Transcending boundaries* (pp. 48–66). Berlin: Walter de Gruyter GmbH.
- Bozkurt, A.. (2019). Intellectual roots of distance education: A progressive knowledge domain analysis. *Distance Education*, 40(4), 497–514. <https://doi.org/10.1080/01587919.2019.1681894>
- Castrillo, M. D. (2014). Language teaching in MOOCs: The integral role of the instructor. In E. Martín-Monje & E. Barcena (Eds.), *Language MOOCs: Providing Learning, Transcending Boundaries* (pp. 67–90). Berlin: Walter de Gruyter GmbH.
- Comas-Quinn, A., & Borthwick, K.. (2015). *Sharing: Open Educational Resources for Language Teachers* (pp. 96–112). https://doi.org/10.1057/9781137412263_7
- Creelman, A., Ehlers, U. D., Ossiannilsson, E. S. (2014). Perspectives on MOOC quality: An account of the EFQUEL MOOC Quality Project. *International Journal for Innovation and Quality in Learning*, 2(3). Retrieved from <http://papers.efquel.org/index.php/innoqual/article/viewFile/163/49>. Última consulta: 20-04-2018
- Cronin, C. (2020). Open education: Walking a critical path. In D. Conrad & P. Prinsloo (Eds.), *Open(ing) Education: Theory and Practice* (pp. 9–25). Leiden: Brill. <https://doi.org/10.1163/9789004422988>.
- Ding, Y., & Shen, H. (2019). Delving into learner autonomy in an EFL MOOC in China: A case study. *Computer Assisted Language Learning*. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1681464>
- Eremeeva, G. R., Martynova, E. V., Sitdikova, F. B., & Haidar, I. (2017). MOOSLE-EE: Massive open online social learning environment for English elearning system. *Revista San Gregorio*, (20), 6–12.
- Estebas-Vilaplana, E., & Solans, M.. (2020). The Role of a Pronunciation LMOOC in Higher Education Studies. *Journal of Interactive Media in Education*, 2020(1). <https://doi.org/10.5334/jime.589>
- Gilliland, B., Oyama, A., & Stacey, P. (2018). Second language writing in a MOOC: Affordances and missed opportunities. *The Electronic Journal for English as a Second Language*, 22(1), 1–25.
- Gimeno-Sanz, A. (2016). Moving a step further from "integrative CALL". What's to come? *Computer Assisted Language Learning*, 29(6): 1102–1115. <https://doi.org/10.1080/09588221.2015.1103271>
- Godwin-Jones, R. (2015). The evolving roles of language teachers: Trained coders, local researchers, global citizens. *Language Learning & Technology*, 19(1), 10–22. <http://dx.doi.org/10125/44395>
- Godwin-Jones, R. (2014). Global reach and local practice: The promise of MOOCs. *Language Learning & Technology*, 18(3), 5–15. <http://dx.doi.org/10125/44377>
- Guàrdia, L., Maina, M., & Sangrà, A. (2013). MOOC design principles: A pedagogical approach from the learner's perspective. *eLearning Papers*, 33.

- Hsu, R. L.-W. (2021). A grounded theory exploration of language massive open online courses (LMOOCs): Understanding students' viewpoints. *Sustainability*, 13(5), 2577. <https://doi.org/10.3390/su13052577>
- Jitpaisarnwattana, N., & Chalmers, H. (2021). Can I MOOC to catch up? The effects of using an LMOOC as a remedial tool for EFL students in Thailand. *English Language Teaching*.
- Liyaganunawardena, T. R., Adams, A. A., & Williams, S. A. (2013). MOOCs: A systematic study of the published literature 2008-2012. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(3), 202–227.
- Luo, R., & Ye, Z.. (2021). What makes a good-quality language MOOC? An empirical study of criteria to evaluate the quality of online language courses from learners' perspectives. *Recall*, 33(2), 177–192. <https://doi.org/10.1017/s0958344021000082>
- Mac Lochlainn, C. (2019). Curiouser and curiouser: The wonderland of emotion in LMOOCs. *Digital Education: At the MOOC Crossroads Where the Interests of Academia and Business Converge: 6th European MOOCs Stakeholders Summit*, EMOOCs 2019, Naples, Italy, May 20–22, 2019, Proceedings, 11475, 13.
- Martín-Monje, E., & Borthwick, K.. (2021). Researching massive open online courses for language teaching and learning. *Recall*, 33(2), 107–110. <https://doi.org/10.1017/s0958344021000094>
- Martin-Monje, E. & Barcena, Elena. (Eds.). (2014). Language MOOCs. *Providing Learning, Transcending Boundaries*. De Gruyter Open Poland. <https://doi.org/10.2478/9783110420067>
- Mazoue, J. G. (2013). The MOOC model: Challenging traditional education. *EDUCAUSE review online*, 28.
- McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G., & Cormier, D. (2010). The MOOC model for digital practice. Retrieved from http://www.elearnspace.org/Articles/MOOC_Final.pdf
- McMinn, S. (2017). Participants' engagement in and perceptions of English language MOOCs. *Faces of English Education: Students, Teachers, and Pedagogy* (pp. 176–196). Abingdon, UK: Taylor and Francis.
- Morales, A. F., Chicaiza, E. R., & Guerrero, J. S. (2017). BLMOOCs, a proposal for the design of language MOOCs in a blended context. Paper presented at the 2017 Fourth International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG).
- Naidu, S. (2017). Open educational practice: Caveat Emptor. In D. Singh & C. Stuckelberger (Eds.), *Ethics in Higher Education: Values-Driven Leaders for the Future* (pp. 287–305). South Africa: Globethics.net. Retrieved from https://www.globethics.net/documents/4289936/20368389/GE_Education_Ethics_1_isbn9782889311644.pdf
- Rodriguez, C. O. (2012). MOOCs and the AI-Stanford like courses: Two successful and distinct course formats for massive open online courses. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*. Retrieved from <http://www.eurodl.org/?p=Special&sp=init2&article=516>
- Rosewell, J., & Jansen, D. (2014). The OpenupEd quality label: Benchmarks for MOOCs. *European Foundation for Quality in E-Learning (EFQUEL): The International Journal for Innovation and Quality in Learning*, 3, 88-100.
- Saadatdoost, R., Sim, A. T. H., Jafarkarimi, H., & Mei Hee, J. (2015). Exploring MOOC from education and Information Systems perspectives: a short literature review. *Educational Review*, 67(4), 505-518.
- Sallam, M. H., Martín-Monje, E., & Li, Y.. (2020). Research trends in language MOOC studies: a systematic review of the published literature (2012-2018). *Computer Assisted Language Learning*, 1–28. <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1744668>
- Shuwer, R., van Genuchten, M., & Hatton, L. (2015). On the impact of being open. *IEEE Software*, 32(5), 81-83.
- Silveira, I. F. (2016). OER and MOOC: The Need for Openness. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 13, 209–223. <https://doi.org/10.28945/3478>

- Sokolik, M. (2014). What constitutes an effective language MOOC?. In E. Martín-Monje & E. Barcena (Eds.), *Language MOOCs: Providing Learning, Transcending Boundaries* (pp. 16–30). Berlin: Walter de Gruyter GmbH.
- Stevens, V. (2013). What's with the MOOCs. *TESL-EJ*, 16(4), 1–14.
- Stewart, B., (2013). Massiveness + Openness = New Literacies of Participation? *MERLOT Journal of Online Learning and Technology*, 9(2), pp.228–238.
- Su, P.-Y., Guo, J.-H., & Shao, Q.-G.. (2021). Construction of the quality evaluation index system of MOOC platforms based on the user perspective. *Sustainability*, 13(20), 11163. <https://doi.org/10.3390/su132011163>
- Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., Wosnitza, M., & Jakobs, H. (2014). The state of MOOCs from 2008 to 2014: A critical analysis and future visions. *International Conference on Computer Supported Education* (pp. 305-327). Springer, Cham.
- Yuan, Li, & Powell, S. (2013). MOOCs and open education implications for higher education. University of Bolton. Retrieved from <http://publications.cetis.ac.uk/wp-content/uploads/2013/03/MOOCs-and-Open-Education.pdf>
- Yuan, Z., & Xiang, H. (2017). Students' engagement and learning process in non-language focused MOOCs for EFL purpose. *Proceedings of the 2017 International Conference on Education, Economics and Management Research (ICEEMR 2017)*, 123-125. <https://doi.org/10.2991/iceemr-17.2017.31>
- Zawacki-Richter, O. (2009). Research areas in distance education: A Delphi study. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(3), 1–17. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i3.674>
- Zawacki-Richter, O., & Anderson, T. (Eds.). (2014). Online distance education—Towards a research agenda. Athabasca, AB: Athabasca University Press. Retrieved from <http://www.aupress.ca/index.php/books/120233>
- Zawacki-Richter, O., Conrad, D., Bozkurt, A., Aydin, C. H., Bedenlier, S., Jung, I., Stöter, J., Veletsianos, G., Blaschke, L. M., Bond, M., Broens, A., Bruhn, E., Dolch, C., Kalz, M., Kondakci, Y., Marin, V., Mayrberger, K., Müskens, W., Naidu, S., ... Xiao, J.. (2020). Elements of Open Education: An Invitation to Future Research. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 21(3). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v21i3.4659>

以互動式虛擬實境探討學生之創作動機研究

Research on Students' Creative Motivation through Interactive Virtual Reality

侯愷均^{1*}，張剛鳴²，林聯發³

^{1,2} 亞洲大學數位媒體設計系

³ 國立高雄科技大學資訊工程系

* kaichun.hou@gmail.com

【摘要】 如何讓學生保有熱情，以及讓學習者對於未知領域之學習動機的持續動力是教學者所關心的議題。本研究透過感性介面框架模型探討虛擬實境（或稱虛擬現實；Virtual Reality, VR）相關教材呈現方式與學習者之間的關係，分析互動式虛擬實境教材影響學生在創作動機行為之因素有哪些。經回歸分析研究結果發現三重點，(1)使學生在創作上更有動力是源自對互動式 VR 的情境設計；(2)影響學習者在創作上較有想像力是因互動式 VR 教材呈現的沉浸感；(3)影響學生願意付出更多心思創作是互動式 VR 體驗後有想法。綜論以上概要，作為以虛擬實境為教材之相關教學者參考。

【關鍵字】 虛擬實境；虛擬現實；感性介面；學習動機；創作動機

Abstract: *The teachers' concern is how to keep the learner's enthusiasm at the beginning and the learner's exploration of the unknown area to the continuous motivation of learning motivation. This study explores the relationship between interactive textbooks of virtual reality (VR) and learners through the Kansei interface framework model. It analyzes the attractive factors that affect students' motivational behavior patterns in interactive virtual reality. After data statistics, the regression analysis results showed that (1) the reason why students are more motivated in creation comes from the situational design of interactive VR; (2) the reason why learners are more imaginative in creation is due to the presentation of interactive VR; (3) Influence students are willing to put more effort into creating ideas after interactive VR experience. To summarize, the teachers use virtual reality as teaching material for reference.*

Keywords: VR, virtual reality, Kansei interface, learning motivation, creation motivation

1. 前言

虛擬實境作為近代新穎的教材之一，越來越多的教學應用採用此工具作為教學 (Lin et al., 2021)。有別於 SV-IVR 球型影像虛擬實境 (spherical video-based immersive virtual reality) (Jong et al., 2020)，支援控制器的 HMD-VR 互動式虛擬實境頭盔具有 6 向自由度 (Degree of Freedom, DoF) 功能，能在視野上提供移動更多可能性與多元互動性 (Bonatto et al., 2021)。逐年越來越多的教育場域採用此設備做為教學教材，當學生接觸此教材時，其學習動機的行為反應是教學者所關心的 (Atsikpasi & Fokides, 2022)；因此，仰賴更多高互動性的虛擬實境相關研究，以提供更多元的教學型態。虛擬實境除了可作為輔助教學，同時可作為學習者的創作媒材 (Hacmun et al., 2021)。對於學習者而言，沉浸感與臨場感十足的虛擬實境具有吸引力 (楊玉輝 et al., 2019)；然而，如何利用此點進一步引導使之在創作上有所動機是教育者善用輔助教學工具的契機。本研究以臺灣某大學設計學院課程為主要研究對象，透過感性介面框架模型 (Ho & Hou, 2015) 作為探討虛擬實境與學習者之間關聯性的基礎因素項目，並進一步經由量化分析釐清其中虛擬實境所帶來的吸引因子與學習者動機行為的彼此影響關係。

2. 研究設計

研究顯示學習者在使用 VR 學習前後的正向情緒有所提升，尤其在科學領域有顯著效果 (Allcoat & Mühlenen, 2018)；而透過遊戲互動式的教學方式同時可增強學生的學習動機、參與度和注意力，學生的回饋機制是教育者所關心的 (Sun & Hsieh, 2018)。感性介面框架探討產品與使用者之間正向情緒的提升與增強彼此互動性的各種可能性，同時強調產品到使用者的吸引線與使用者到產品的動機行為 (Hou & Ho, 2017)。本研究以感性介面框架模型探討將學生所創作的 3D 作業進行互動式虛擬實境設置與體驗後之行為反饋調查 (如圖 1)，學生於課堂間使用 LEGO Studio 2.0 創作個人虛擬數位空間，完成的作品匯入 Unity 系統，並增添控制器等互動式行為，形成互動式虛擬實境體驗系統，創作者可在虛擬世界中瀏覽自己的 3D 作品並與之互動 (如在房間隨意走動或拿杯子)。此實驗於設計學院某課程實施，以互動式虛擬實境呈現，讓創作者從虛擬實境環境中與自己的數位作品進行互動後，填寫後測問卷。

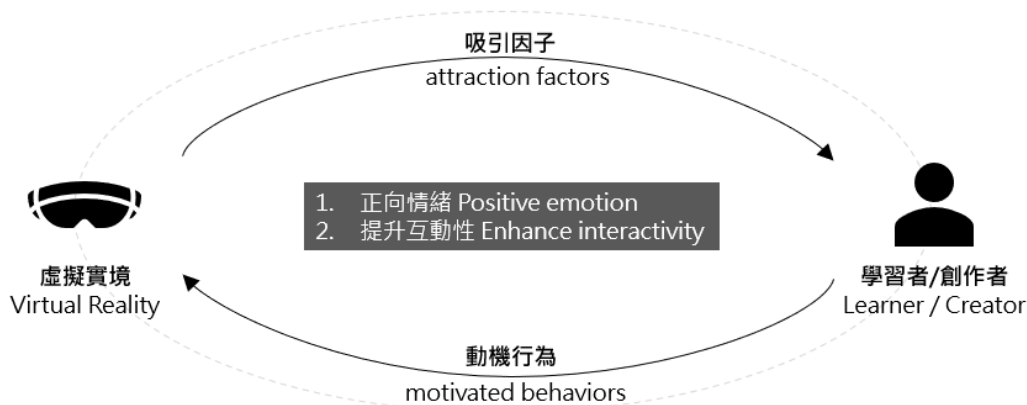


圖 1 感性介面框架探討虛擬實境與學習者/創作者之間的關係

2.1. 虛擬實境吸引因子與使用者動機行為

本研究主要探討學習者如何透過虛擬實境看待自己的數位作品，並探討之間的關係，透過以上模型可釐清出相對應的因素項目。對於互動式虛擬實境的吸引力因素，分別為 VR 情境設計對我有吸引力、VR 體驗後使我有想法與 VR 能提升沉浸感；在動機行為層面的三因素則為透過 VR 將使我有動力創作、創作使我有想像力、在創作上願意付出更多心思，如表 1 整理；同時給兩位有三年以上開發 VR 經驗之專家進行問卷評估後，相對應的 6 個問卷題目以 Likert 五點量表，讓學生進行問卷填寫。

表 1 吸引因子與動機行為因素表

	項目一	項目二	項目三
吸引因子	互動式 VR 情境設計對我有吸引力	互動式 VR 體驗後使我有想法	互動式 VR 能提升沉浸感
動機行為	使我有動力創作	創作上讓我有想像力	創作上讓我願意付出更多心思

2.2. 問卷分析與研究模式

為了進一步釐清學生對於互動式虛擬實境的吸引因子與動機行為之間的具體數據，本研究蒐集問卷資料後，透過圖 2 的研究模式將項目編碼並進行複回歸分析 (又稱多元回歸，Multiple Regression)，找出影響動機行為的主要吸引力變因。

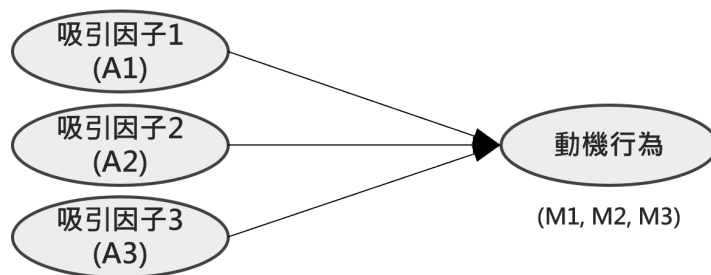


圖 2 探討學生作品以 VR 呈現與其動機行為所建構的研究模式

3. 分析探討

本研究探討以學生作品作為互動式虛擬實境呈現方式與創作者之動機行為之間的關係，其影響學習者回饋動機的主要吸引力因素。此研究共 80 人參與，有效問卷回收 67 份，男女比為 30:37，年齡介於 18~22 歲以大一為主。本研究採用 Cronbach's α 係數進行信度分析，總量表之 α 值為 0.968。回歸分析結果如圖 3 所示，虛擬實境教材之吸引力對學生創作動機具有顯著影響，其中數據顯示變異數分析之 F 檢定的顯著性 $0.000 < \alpha = 0.05$ ，動機行為 1 (M1) 判定係數為 0.812、動機行為 2 (M2) 判定係數為 0.717、動機行為 3 (M3) 判定係數為 0.802，皆有很高的解釋力。而影響 M1 的吸引力因子來自 A1，其路徑係數為 0.570；影響 M2 最顯著的吸引因子為 A3，其路徑係數為 0.836；而影響 M3 的吸引因子則為 A2，路徑係數為 0.568，後兩者皆達 0.001 之顯著水準。而複回歸分析綜合表整理於表 2，可進一步理解各回歸方程式。

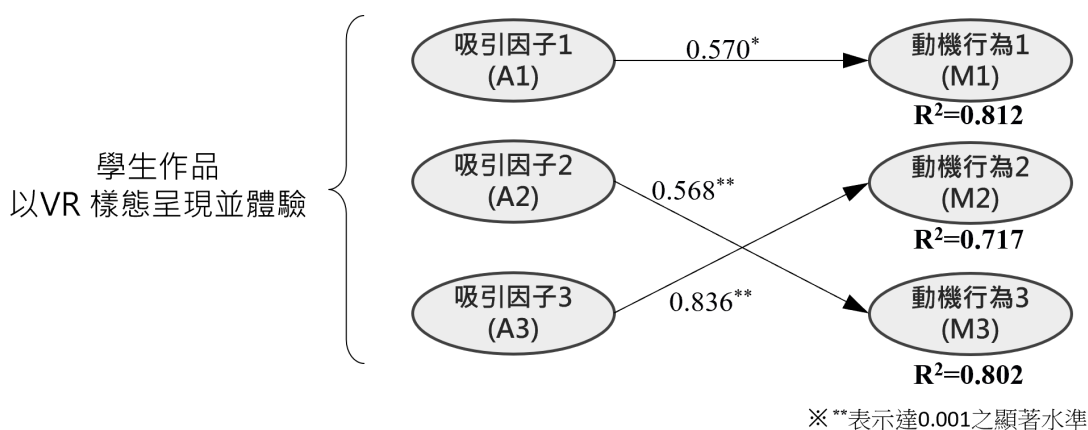


圖 3 經由複回歸分析整理後的研究結果

表 2 複回歸分析綜合表 (顯著值列表)

線性回歸模型	非標準化係數		標準化係數	T	顯著性
	B	標準錯誤	β		
(常數)	-.063	.259		-.244	.808
A4 → M1	.631	.185	.570	3.411	.001*
(常數)	.650	.313		2.079	.042
A6 → M2	.836	.191	.836	4.378	.000*
(常數)	.461	.256		1.798	.077
A5 → M3	.518	.107	.568	4.829	.000*

4. 結論

透過虛擬實境作為教學輔助已成未來趨勢，而進一步透過互動式虛擬實境讓學習者或是創作者進行創作，因應元宇宙趨勢而將成為新的教學輔助與創作工具之一。本研究探討如何透過互動式虛擬實境教材正向提升學生創作動機，經由感性介面框架與複回歸分析之研究結果發現三項重點，分別為(1)使學生在創作上更有動力是源自對互動式 VR 的情境設計；(2)影響學習者在創作上較有想像力是因互動式 VR 教材呈現的沉浸感；(3)影響學生願意付出更多心思創作是互動式 VR 體驗後有想法。本研究結果可與透過虛擬實境設備進行教學而提升學生之學習動機相關研究作為相輔相成之效益探討，未來研究可納入質性資料如訪談，進行更深入的探討與分析。

參考文獻

- Allcoat, D., & Mühlenen, A. Von. (2018). Learning in virtual reality : Effects on performance , emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26, 1–13.
<https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2140>
- Atsikpasi, P., & Fokides, E. (2022). A scoping review of the educational uses of 6DoF HMDs. *Virtual Reality*, 26(1), 205–222. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00556-9>
- Bonatto, D., Fachada, S., Rogge, S., Munteanu, A., & Lafruit, G. (2021). Real-Time Depth Video-Based Rendering for 6-DoF HMD Navigation and Light Field Displays. *IEEE Access*, 9, 146868–146887. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3123529>
- Hacmun, I., Regev, D., & Salomon, R. (2021). Artistic creation in virtual reality for art therapy: A qualitative study with expert art therapists. *Arts in Psychotherapy*, 72(July 2020), 101745. <https://doi.org/10.1016/j.aip.2020.101745>
- Ho, C. H., & Hou, K. C. (2015). Exploring the Attractive Factors of App Icons. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, 9(6), 2251–2270. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3837/tiis.2015.06.016>
- Hou, K. C., & Ho, C. H. (2017). Beauty under finger – Kansei interface conceptual framework explores the relationship between users and apps interface. *The Design Management Academy Conference 2017*. https://issuu.com/erik.bohemia/docs/kai-chun_hou_192
- Jong, M. S. Y., Tsai, C. C., Xie, H., & Kwan-Kit Wong, F. (2020). Integrating interactive learner-immersed video-based virtual reality into learning and teaching of physical geography. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2063–2078. <https://doi.org/10.1111/bjet.12947>
- Lin, H. C. S., Yu, S. J., Sun, J. C. Y., & Jong, M. S. Y. (2021). Engaging university students in a library guide through wearable spherical video-based virtual reality: effects on situational interest and cognitive load. *Interactive Learning Environments*, 29(8), 1272–1287. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1624579>
- Sun, C. Y., & Hsieh, P. H. (2018). Application of a Gamified Interactive Response System to Enhance the Intrinsic and Extrinsic Motivation, Student Engagement, and Attention of English Learners. *Educational Technology & Society*, 21(3), 104–116.
- 杨玉辉, 董榕, 张宇燕, 汤显峰, & 黄健. (2019). 基于虚拟现实的远程教学空间的创建与应用——以哈佛大学与浙江大学的跨国VR远程教学为例. *现代教育技术*, 29(11), 87–93.

Enhancing primary students' collaborative problem-solving skills via a metacognitive scaffold embedded in a mobile app

Yanjie Song^{1*}, Yin Yang¹, Jiaxin Cao¹

¹ Department of Mathematics and Information Technology, The Education University of Hong Kong

* ysong@eduhk.hk

Abstract: *This article reports on an empirical study aiming to enhance primary students' problem-solving skills in collaborative science inquiry on the topic of "Eight plants in the solar system" supported by a mobile learning app with a collaborative inquiry-based learning model as a metacognitive scaffold. Two classes of Grade 4 students participated in the study. One class with 18 students adopted the mobile app with the metacognitive scaffold as the experimental group; the other class with 17 students did not adopt the scaffold as the control group. Both classes used the same collaborative inquiry-based instructional design. The study lasted for two weeks. Data collection included student artifacts throughout the collaborative inquiry-based learning process. The research findings show that students in the experimental group outperformed those in the control group in collaborative problem-solving skills.*

Keywords: Metacognitive scaffold, collaborative problem-solving, collaborative science inquiry, m-Orchestrate app

1. Background

In the past decade, inquiry-based learning in science supported by mobile devices has becoming prevalent (Bano et al., 2018). Mobile technologies provide opportunities for learners to conduct inquiry-based learning in authentic learning environment. In these instructional designs, mobile collaborative inquiry is gaining more and more attention (e.g., Song, 2018). Although the outcomes of these studies are generally positive, few studies have focused on enhancing students' collaborative problem solving skills necessary for facing the challenges in the 21st century (Bano et al., 2018).

A literature review study on mobile inquiry-based learning reports that young learners are more motivated and learn better if they are allowed more control over their inquiry learning activities, especially in informal learning environments (Yang et al., 2020). Further, some studies show that learners in unassisted discovery learning perform better than explicit instruction conditions (Furtak et al., 2012). Other studies suggest that a synthesised framework with a general structure for inquiry-based learning can help ensure effective enactment of inquiry process (Pedaste et al., 2015). A meta-analysis study by Lazonder and Harmsen (2016) indicates that guidance or scaffolding is critical to successful inquiry-based learning irrespective of the types of guidance and age groups. Metacognitive scaffolds provide guidance for learners to manage and monitor their learning process based on the instructional design (Hannafin et al., 1999). However, few studies in mobile collaborative science inquiry activities have attempted to investigate the impact of a specific metacognitive scaffold on learning (Zydney & Warner, 2016), even rare studies have been conducted on adopting metacognitive scaffold to foster students' problem-solving skills necessary for coping with the challenges in the 21st century.

In the light of the above issues, this study aims at improving learners' collaborative problem solving skills supported by a metacognitive scaffold in a mobile learning environment. In this study, the metacognitive scaffold is a collaborative inquiry learning model embedded in a mobile learning app – m-Orchestrate. The app is introduced in the next section.

2. This study

2.1. The mobile app – m-Orchestrate

This study adopted the mobile app named m-Orchestrate, developed by the research team, to support students' collaborative science inquiry in a mobile learning environment. The design of this app adopts the inquiry-based learning model, underpinned by social constructivist theories (e.g., Vygotsky, 1978) consisting of five stages. They are:

WeEngage, *WeCollect*, *WeAnalyse*, *WeExplain* and *WeReflect* (The prefix “We” in front of each stage indicates “group members”).

2.2. The metacognitive scaffold – collaborative inquiry-based learning model embedded in the app

The collaborative inquiry learning model with the five stages was adopted as the metacognitive scaffold to guide the learners’ whole collaborative science inquiry process. In *WeEngage*, students can work in groups to raise their inquiry questions; in *WeCollect*, students can plan how to solve the inquiry questions, and divide the tasks to each member, then collect data in text, picture, spreadsheet or video format; in *WeAnalyse*, students can choose collected data in text, picture, spreadsheet or video format from *WeCollect* for analysis on the app directly; in *WeExplain*, students can make a slideshow to present their whole inquiry process, and the slides can be selected from the logged data in each inquiry phase, or uploaded pictures beyond the app; and in *WeReflect*, students can reflect on what they know and what they want to know about the inquiry topic before their collaborative inquiry, and what they have learned in the collaborative inquiry process. The five stages of inquiry are non-linear. Students can switch back and forth between these stages whenever necessary.

2.3. The empirical study

This empirical study aimed to investigate the impact of the metacognitive scaffold – collaborative inquiry-based learning model embedded in the m-Orchestrate app on students’ problem-solving skills in their collaborative science inquiry on the topic of “Eight plants in the solar system”. It lasted for two weeks.

2.3.1 Participants and instructional design

Participants involved two classes of Grade 4 students in a Hong Kong primary school. One class with 18 students adopted the mobile app with the metacognitive scaffold as the experimental group; the other class with 17 students did not adopt the mobile app with the metacognitive scaffold as the control group, but used Google Classroom as a learning platform. Each class was divided into three groups, namely EG1, EG2 and EG3, each with six members in the experimental group, and CG1, CG2 and CG3, each with five to six members in the control group. Both classes used the same collaborative inquiry-based instructional design with five inquiry stages of *WeEngage*, *WeCollect*, *WeAnalyse*, *WeExplain* and *WeReflect*. Due to the COVID-19 pandemic, the lessons were conducted online via Zoom during formal class time. Students could continue working on their collaborative project either using the m-Orchestrate app for the experimental group, or the Google Classroom for the control group.

2.3.2 Data collection and analysis

Data collection included student artifacts throughout the collaborative inquiry-based learning process. The artifacts were logged in the m-Orchestrate app for the experimental group, and uploaded to Google Classroom for the control group. Data analysis adopted the “process-oriented analysis” method (Järvelä et al., 2008, p.305) including on-task analysis to understand students’ collaborative problem-solving skills based on the adapted “Matrix of collaborative problem-solving skills” (Song, 2018) (see Table 1). Table 1 shows the components of the matrix with collaborative inquiry-based learning activities in the five inquiry stages (vertical items) and collaborative learning activities (horizontal items). Then each group’s collaborative problem-solving skills were scored based on the five inquiry phases (vertical items) and collaboration components (horizontal items). The total score for both vertical and horizontal dimensions was 100. The weighting of each item along the two dimensions was based on the scores given in “matrix of collaborative problem-solving skills” (Song, 2018). The inter-rater reliability between two coding researchers was 0.79.

Table 1. Matrix of collaborative problem-solving skills with weighting of scores.

Collaborative	The collaborative learning components			Score (100)
science inquiry activities	(1) Establish and maintain shared understanding	(2) Take appropriate action to solve the problem	(3) Establish and maintain team organisation	

(A) WeEngage	(A1) Raising inquiry questions related to the assigned topic (5)	(A2) Discussing raised inquiry questions based on external information and evidence (5)	(A3) Deciding final inquiry questions (5)	15
(B) WeCollect	(B1) Planning inquiry tasks and dividing them among group members to address inquiry questions (5)	(B2) Collecting data in multimedia according to plans (10)	(B3) Monitoring task completion status and adjusting task division when necessary (5)	20
(C) WeAnalyse	(C1) Discussing analysis methods for multimodal data collected (5)	(C2) Analysing multimodal data (5)	(C3) Completing the data analysis essential for addressing inquiry questions in groups (10)	20
(D) WeExplain	(D1) Preparing a slideshow to present the group inquiry process (10)	(D2) Completing the slideshow based on data collection and analysis results in groups (10)	(D3) Having shared roles in preparing and presenting the inquiry process and results among group members (5)	25
(E) WeReflect	(E1) Evaluating whether the inquiry questions have been addressed or not (5)	(E2) Summarizing the issues in group inquiry process and taking actions if necessary (10)	(E3) Reflecting on what group members learned and what they want to explore next (5)	20
Score	30	40	30	100

3. Results and Discussion

Students' problem-solving skills in their collaborative science inquiry with the metacognitive scaffold were presented in Table 2. Table 2 shows the results of students' science collaborative problem-solving skills in the experimental group (EG1, EG2 and EG3) outperformed those in the control group (CG1, CG2 and CG3).

Table 2. The results of students' collaborative problem-solving skills in experimental and control groups.

Groups	Matrix1 ^a	Matrix2 ^b	Matrix3 ^c	Total = 100
EG1	ABCDE1 = 25	ABCDE3 = 38	ABCDE2 = 28	91
EG2	ABCDE1 = 28	ABCDE3 = 28	ABCDE2 = 26	82
EG3	ABCDE1 = 22	ABCDE3 = 30	ABCDE2 = 23	75
CG1	ABCDE1 = 24	ABCDE3 = 23	ABCDE2 = 21	68
CG2	ABCDE1 = 23	ABCDE3 = 18	ABCDE2 = 14	55
CG3	ABCDE1 = 20	ABCDE3 = 17	ABCDE2 = 13	40

^aMatrix1 = "Collaborative science inquiry activities" A, B, C, D & E versus "(1) establish and main shared understanding";

^bMatrix2 = "Collaborative science inquiry activities" A, B, C, D & E versus "(2) take appropriate action to solve the problem";

^cMatrix3 = "Collaborative science inquiry activities" A, B, C, D & E versus "(3) establish and maintain team organisation".

To further examine students' collaborative problem-solving skills in experimental and control groups, an example of collaborative inquiry activities in EG1 and CG1 is provided regarding Matrix 2, "Collaborative science inquiry activities" A, B, C, D & E versus "(2) take appropriate action to solve the problem" (refer to Table 3).

Table 3. An example of collaborative inquiry activities in EG1 and CG1 regarding Matrix 2.

G.	EG1 in Experimental Group (6 members)	CG1 in Control Group (6 members)
	(2) Take appropriate action to solve the problem	(2) Take appropriate action to solve the problem
A	<i>Discussing raised inquiry questions based on external information and evidence</i> For example, one member raised the question "What planet is the closest to the sun?", two group members made comments "this topic is too easy, Mercury". Thus, they started to discuss other inquiry questions that involved higher order thinking.	<i>Discussing raised inquiry questions based on external information and evidence</i> For example, one member raised the question "Is the moon empty inside". Another member responded, "I do not think the question is related to the inquiry topic". Without any argument, the member who raised the question thanked the peer's comment.
B	<i>Collecting data in multimedia according to plans</i> All members were involved in collecting data in different formats such as videos, pictures, articles related to the inquiry question they aimed to address.	<i>Collecting data in multimedia according to plans</i> Only two members uploaded video clips related to the inquiry question without any other types of data.
C	<i>Analysing multimodal data</i> Members analysed all the data, and generated ideas to address the question, and cited the source of data.	<i>Analysing multimodal data</i> Members only briefly summarised the main idea of videos they collected.
D	<i>Completing the slideshow to present the inquiry process</i> Members prepared the slideshow with an audio recording to present their findings.	<i>Completing the slideshow to present the inquiry process</i> Members only put two video clips and summary as the slide show to present the findings.
E	<i>Summarising the issues in group inquiry process and taking actions if necessary</i>	<i>Summarising the issues in group inquiry process and taking actions if necessary</i>

Members summarised that their negotiation skills were improved, but they needed to improve their inquiry learning skills to complete their plans more successfully.

Members only mentioned facts of remote planets which may lack information to get known and thought how may get related sources by improving searching techniques.

From the example shown in Table 3, it is noted that group members in EG1 worked collaboratively to raise and discuss their inquiry questions, collected varied types of data according to their division of labour, and made analysis to generate findings in order to solve their problems in the collaborative inquiry learning. In addition, they made reflections for improvement in the next round of inquiry. In contrast, group members in CG1 did not discuss the inquiry questions actively and critically in their inquiry learning process. The division of labour among the members did not seem to be clear, which was reflected in the data collection stage where only two members contributed to it with one type of video data. The data analysis was limited to the summary of the content in the video clips collected instead of in-depth observation and idea generation. The slideshow prepared could not present their inquiry process holistically because the collaborative inquiry-based learning was not complete, neither could they make deep reflections on how to enhance the collaborative problem-solving skills.

The results of students' different problem-solving skills between experimental and control groups indicate that the metacognitive scaffold – collaborative inquiry learning model embedded in the mobile app was conducive to developing students' problem-solving skills, which echoed the findings in Peaste et al (2015) and Lazonder and Harmsen (2016)'s studies. The metacognitive scaffold had multiple functions to guide students' holistic collaborative inquiry process. To be specific, *WeEngage* stage worked as a problem-posing guide (Ye et al., 2019) for group members to raise, discuss and finalise the questions for collaborative inquiry; *WeCollect* stage functioned as a “coordinating scaffold” (Saleh et al., 2020) for facilitating group members to plan and conduct the data collection collaboratively; *WeAnalyse* stage took on the role of a “partner” for group members during data analysis and idea generation; *WeExplain* stage served as a scaffold for group members to externalise their inquiry findings; and finally *WeExplain* with “KWL” acted as a self-assessment and reflection tool for group members to gain deep understanding of what they knew (K), what they wanted to know (W), and what they learned in the collaborative inquiry (Song & Wen, 2018).

The findings of the study sheds light on how to foster young learners' collaborative problem-solving skills in science learning via the metacognitive scaffold - collaborative inquiry-based model in a mobile learning environment, especially during the COVID-19 pandemic when all the lessons are conducted online.

Acknowledgement

The study was funded by Dean's Research Fund (Ref. IDS-3 / 7th round), The Education University of Hong Kong.

References

- Bano, M., Zowghi, D., Kearney, M., Schuck, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education*, 121, 30-58.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329.
- Hannafin, M., Land, S., & Oliver, K. (1999). Open learning environments: Foundations, methods, and models. *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 115-140.
- Ja'rvelä, S., Veermans, M., & Leinonen, P. (2008). Investigating student engagement in computer-supported inquiry: A process-oriented analysis. *Social Psychology of Education*, 11(3), 299-322.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.
- Saleh, A., Yuxin, C., Hmelo-Silver, C. E., Glazewski, K. D., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2020). Coordinating scaffolds for collaborative inquiry in a game-based learning environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(9), 1490-1518.
- Song, Y., & Wen, Y. (2018). Integrating various apps on BYOD (Bring Your Own Device) into seamless inquiry-based learning to enhance primary students' science learning. *Journal of Science Education and Technology*, 27(2), 165-176.
- Song, Y. (2018). Improving primary students' collaborative problem solving competency in project-based science learning with productive failure instructional design in a seamless learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 66(4), 979-1008.
- Vygotsky L (1978) *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge University Press, Cambridge
- Yang, J. M., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2020). Use of meta-analysis to uncover the critical issues of mobile inquiry-based learning. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 715-746.
- Ye, X. D., Chang, Y. H., & Lai, C. L. (2019). An interactive problem-posing guiding approach to bridging and facilitating pre-and in-class learning for flipped classrooms. *Interactive Learning Environments*, 27(8), 1075-1092.
- Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, 94, 1-17.

超文本閱讀歷程及影響因子之研究：來自眼動資料的文獻回顧

The factors influenced the process of reading hypertext: from eye tracking data review

官政宏¹，林珊如²

國立陽明交通大學教育研究所¹²

a0935220867@gmail.com¹, sunnylin@nycu.edu.tw²

【摘要】本研究回顧以眼動技術進行超文本閱讀歷程的研究。研究目的有二，第一，檢視過去眼動研究運用的指標以及反應的認知歷程，其次，閱讀的三個因子在超文本環境中扮演的角色。研究結果發現眼動指標以平均凝視時間、總凝視時間、次數為主，反映讀者的投入情形。此外，文本結構對於讀者有很大的影響。若文本結構有利於讀者閱讀時，讀者能形成連貫性的心智表徵，高先備知識的讀者更能專注在文本中的重要段落，讀者也會因為不同的任務調整閱讀型態以及策略。最後給予一些未來研究的方向與建議。

【關鍵字】超文本；閱讀理解；眼動指標；眼動

Abstract: This study provided a review of eye-tracking research in the process of reading hypertext. The purposes of this study are that (1) examining what the eye movement measurements are used and how the cognitive process is; (2) the role of the three factors of reading hypertext. The result indicated that the main measurements included average fixation duration, total fixation duration and counts which reflect readers' engagement. Besides, the text structure is a powerful factor that benefits readers to form coherent representation. Readers with higher prior knowledge would focus on the most important paragraph. Readers also adjust their reading patterns and strategies according to the different tasks. Some future directions and suggestions are given in the final section.

Keywords: hypertext, reading comprehension, eye-tracking measurement, eye-tracking

1. 前言

隨著科技的發展，讀者取得資訊的方式除了紙本的閱讀外，透過網路的環境進行線上閱讀的方式也成為讀者取得資訊的主流來源，其中包含了超文本（hypertext）的閱讀（林珊如，2010）。超文本是一種非線性的文本（nonlinear text），同時包含許多文本，透過節點（node）與連結（link）的方式形成，由讀者根據閱讀需求與目的，自行選擇閱讀的順序，因此透過網路連接各個不同的節點所形成的超文本環境可以支持個人化的學習（Amadiou, Lemarié, & Tricot, 2017; Lawless & Brown, 1997）。然而，比起傳統紙本文本的閱讀，閱讀超文本的複雜程度更高（Shapiro & Niederhauser, 2004），因讀者依據自己的需求選擇閱讀順序，其中涉及到許多因素，包含讀者閱讀能力不足、缺少先備知識或是文本呈現方式複雜等因素，會增加讀者的認知負荷（cognitive load），使得讀者在導航（navigation）超文本時，容易迷航（disorientation）（DeStefano & LeFevre, 2007），因此哪些因素會影響讀者線上閱讀的歷程、行為以及學習成效是值得研究的議題。

過去在研究超文本的閱讀歷程研究時，大部分是分析讀者閱讀時的記錄檔（logfile）檢視其閱讀歷程（Lawless & Kulikowich, 1996）。然而使用記錄檔的相關資料時，僅能知道表面的行為策略，例如滑鼠點擊或是頁面的點選，但無法得知內在認知策略，例如注意力的分布情形（Tsai & Wu, 2021）。眼動技術（eye-tracking technology）的發展，使得我們得以在不干擾讀者閱讀的情況下，檢視讀者的內在歷程（Rayner, 1998），因此近年來有些研究

是以眼動技術討論超文本的閱讀歷程，然而尚未有人針對此技術回顧超文本的閱讀歷程。因此本研究目的是討論使用眼動技術在超文本的閱讀歷程上的研究，採用描述性的方式整理相關文獻，並提供未來研究方向。

2. 文獻探討

2.1. 影響超文本閱讀理解的因子

在傳統單一文本閱讀當中，讀者的個體差異、文本的呈現方式與任務類型與指示是影響讀者閱讀歷程與理解成效的因素（Snow, 2010），同時亦是影響超文本的閱讀因素（Chen & Rada, 1996; Shapiro & Niederhauser, 2004）。根據 DeStefano 和 LeFevre（2007）的回顧指出讀者閱讀超文本時，若增加閱讀超文本時的認知負荷（cognitive load），則會損害讀者的閱讀理解，並與讀者的差異（例如先備知識、工作記憶）或是超文本的呈現方式（例如階層式與網絡式超文本）有關。在有關任務指示的研究中，Jáñez 和 Rosales（2016）的實驗是給予讀者三任務種指示，包含一般性、中等與明確目標，這三種指示的差異在於被要求完成的任務數量，實驗結果發現，當接受到明確目標時，讀者會在目標頁面與文本頁面之間來回閱讀。

綜上所述可以知道讀者、文本與任務會影響讀者最後建構的心智表徵，然而針對讀者閱讀時的歷程仍不清楚，因此有其必要提出檢視影響超文本閱讀的三個因子與眼動指標代表反應的認知歷程之間的關係為何。

2.2. 眼球追蹤技術及相關指標

眼球運動包含許多種，其中以凝視（fixation）與掃視（saccade）與學習相關（陳學志、賴惠德、邱發忠，2010）。研究者能透過眼球追蹤技術，測量與凝視、掃視兩種運動相關的指標，可以得知讀者在閱讀時處理資訊的認知歷程（Rayner, 1998）。在與認知學習相關的眼動研究回顧中，整理了相關的眼動指標，包含時間、空間與次數三種類型，與時間相關的指標反應的是在特定區域下，讀者花了多少時間處理該區域，通常可以回答與閱讀有關的議題，包含何時到該區域以及在該區域閱讀多久。其次與空間相關的指標反應的是讀者觀看的位置以及在掃視的路徑為何，通常可以回答讀者在視覺上如何選擇與搜尋文章中的資訊。第三個是次數指標，反應的是在該區域有多少個凝視點，反應頻率的議題，通常該指標與凝視時間相關（Alemdag & Cagiltay, 2018; Lai et al., 2013）。這些眼動指標與認知學習等歷程有關，因此有其必要提出用來檢視超文本的學習歷程與這些指標之間的關係為何。

2.3. 研究目的

在這篇研究當中，我們將回顧過去用眼球追蹤技術檢視超文本閱讀歷程的相關研究，透過分析其中的影響因子包含讀者、文本以及任務與眼動指標的回顧，檢視閱讀超文本時的歷程。主要研究問題有二：

第一：過去使用眼動儀檢視超文本閱讀時，運用了什麼指標，以及反應的認知歷程為何？

第二：透過眼動指標反應的歷程與影響閱讀的三個因子在超文本環境中扮演什麼角色？

3. 研究方法

3.1. 搜尋策略

本研究搜尋與超文本和眼動有關的期刊論文，不限定國家。搜尋的資料庫包含「Web of Science」與「華藝線上圖書館」，採用前者是因為該資料庫包含相對齊全的期刊論文，後者則是以包含以中文為主的期刊論文。筆者採用的關鍵詞為超文本（hypertext）以及眼動相關名詞（eye tracking, eye tracker, eye movement），兩者需同時出現。但此搜尋方式與結果可能有不完整的地方，因此可能有些許文章沒有收錄至本研究當中，包含網頁瀏覽、電子書等。

3.2. 期刊選擇過程

本研究的期刊篩選過程參考 Preisma (Page et al., 2021) 所提供的架構，包含期刊篩選辨識 (identification)、篩選方式 (Screening) 以及最後包含的篇章 (including)。最初搜尋到 20 篇研究，收納標準有二，第一為能夠得到電全文、其次為期刊是以中文或英文寫成。刪除標準有二，第一為非討論閱讀理解的論文，其次是該期刊的研究方法並非使用眼動儀，因此總共刪除了 10 篇文本，剩餘 10 篇文本皆納入分析。

3.3. 資料編碼與分類

本研究之資料與編碼包含實驗研究對象、眼動儀的廠商與取樣率、讀者、文本、任務以及眼動指標。在編碼讀者、文本以及任務變項時，若文本中有明確提到的測量該變項的情況下，才會進行編碼。編碼與分析結果詳見表一。

表一、論文編碼與分析結果摘要表

編號	作者	研究對象	眼動儀取樣率	讀者	文本	任務	眼動指標
1	Waniek 等人 (2003)	大學生	SMI 50hz	無	文本呈現 文本內容	無	總凝視時間
2	Amadieu 等人 (2009)	成人	SMI 50hz	先備知識	超文本介面 節點類型	無	平均凝視時間 總凝視時間百分比
3	Salmerón 等人 (2009)	大學生	EyeLink II 500hz	先備知識	圖解概順序 文本連貫性 文本難易度	無	平均凝視時間
4	陳兆嶸、劉漢欽 (2013)	大學生	Facelab 60hz	無	文本介面	無	總凝視時間 平均凝視時間 總凝視時間百分比 回視次數
5	Sung 等人 (2015)	國小	Tobii X120 120hz	閱讀能力	文本介面 文本內容	任務導向	平均凝視時間 總凝視時間百分比 回視次數
6	Walhout 等人 (2015)	高中生	Tobii 1750 eye 50hz	性別差異	超文本介面	任務難度	總凝視時間
7	Amadieu 等人 (2015)	大學生	SMI RED 250 60hz	先備知識	無	閱讀順序	總掃視次數 總凝視次數
8	Castilla 等人 (2016)	老人	Tobii TX300 300hz	無	超文本類型	無	總凝視時間
9	Salmerón 等人 (2017)	高中生	SMI RED250 250hz	閱讀能力	文本相關性	問題類型	總凝視次數 總凝視時間 第一遍凝視時間 重新凝視時間 跳讀率

10	Fitzsimmon 等人 (2020)	大學生	Eyelink 1000 1000hz	無	目標詞詞頻 字型	任務要 求	單一凝視時間
							回視時間
							第一個凝視時間
							第一遍凝視時間
							總凝視時間

4. 研究結果

4.1. 基本資訊

針對表一結果進行初步描述。本研究所收錄的 10 篇期刊論文當中，時間從 2003 年至 2020 年都有，以 2009 至 2015 年為最多，共七篇。研究對象涵蓋小學生到高齡者，以大學生為主，共五篇。眼動儀以 SMI 廠商的為主，共四篇，整體而言取樣率都偏低，低於 500 赫茲的有八篇。其他編碼結果，例如影響因子與眼動指標詳見後續針對研究問題一與二的討論進行描述。

4.2. 眼動指標的使用及反應歷程

眼動指標可以反應出認知歷程包含注意力分布情形以及讀者的認知負荷。根據這十篇研究總共使用了 3 類、12 種眼動指標，各眼動指標在各個研究中的使用次數如表二所示。從表二中可以看出在使用與時間相關的眼動指標時，以總凝視時間以及平均凝視時間為主，計算方式是在該興趣區下，將全部的能是時間加總，或是將凝視時間平均；使用與次數相關的眼動指標時，以總凝視次數為主要，計算方式是在該興趣區下，將所有凝視點次數加總而成，最後在使用與比率相關的眼動指標時，以總凝視時間百分比為主，計算方式是在該興趣區下，凝視時間占全部的凝視時間的比例。上述指標反應的是讀者的投入情形，花多少時間在這些段落上加工達到完整的理解，因此較難看出閱讀歷程中的詞彙接觸階段或是文章整合階段。

表二、各研究中眼動指標使用情形計算

眼動指標 (類)	眼動指標 (種)	次
時間	平均凝視時間	4
時間	回看時間 (go past time)	1
時間	重新閱讀時間	1
時間	第一個凝視時間	1
時間	第一遍閱讀時間	2
時間	單一凝視時間	1
時間	總凝視時間	5
次數	回視次數	2
次數	總掃視次數	1
次數	總凝視次數	3
比率	跳讀率	1
比率	總凝視時間百分比	3

4.3. 單因子分析結果

Amadiou 和 Salmerón (2014) 指出讀者在閱讀時，若依賴概觀輔助閱讀，則可以有比較好的成效，但概觀的出現是不是會影響到讀者的注意力分布？Wanick, Brunstein, Naumann, 和 Krems (2003) 的研究即是透過眼動儀的方式，檢視讀者在無概觀的線性文本、有概觀的線性文本以及有概觀的超文本這三種情況上的注意力分布情形。研究結果指出，當讀者缺乏概

觀時，則對讀者而言較難形成連貫的表徵；反之，若有概觀時，則讀者易形成連貫的表徵，反應在讀者在概觀的總凝視時間上。因此，他們指出概觀的出現不只是用來閱讀資訊，同時還有導航的功能。後續研究則從不同樣式的概觀進行，包含網絡式、階層式與清單式。如陳兆嶸和劉漢欽（2013）的研究是比較讀者在閱讀超文本時，概觀的不同是否會影響到讀者的注意力分布。研究結果發現，網絡式概觀的凝視時間百分比大於階層式與清單式；但在內容頁面則相反，在階層式的情況下，閱讀文本內容的凝視時間百分比大於另外兩種情況。可能是因為階層式概觀提供良好的結構，可以引導讀者閱讀，因此可以花更多時間在文本內容上。

從年齡來看，無論實驗的受試者年齡為何，網絡式超文本都相對困難，因為讀者需主動選擇閱讀的路徑，達到閱讀的連貫性，否則容易使讀者迷航，相對來講，在眼動指標上花的時間即會增加，例如 Castilla 等人（2016）的研究對象是高齡者，讓他們使用網絡式超文本與線性式超文本完成任務，結果發現在網絡式超文本會花要多時間，且任務容易失敗。

4.4. 二因子分析結果

4.4.1. 讀者個體差異與超文本內容與類型

Amadiou, van Gog, Paas, Tricot 和 Mariné（2009）的研究分析高低先備知識的讀者在階層或網絡式超文本中，鉅觀節點與微觀節點的平均凝視時間百分比，此一歷程同時反應在理解成效上。結果發現高先備知識讀者閱讀網絡式超文本時，微觀節點的平均凝視時間百分比比較高，但在事實性知識的得分沒有比較好；低先備知識則是在閱讀階層式超文本下，鉅觀節點的平均凝視時間百分比比較高，在概念型知識的得分高於閱讀網絡式超文本的低先備知識讀者。

Ladislao Salmerón, Baccino, Cañas, Madrid 和 Fajardo（2009）則是研究高低先備知識的讀者對於圖解概觀放置的位置的影響。實驗一的結果發現當讀者是低先備知識或是閱讀的文章是低連貫性時，讀者自陳圖解概觀放前面才有幫助，雖然沒有反應在圖解概觀的平均凝視時間上。然而，當概觀放在後面時，無論讀者先備知識為何，閱讀高連貫性的文本時，若花時間在概觀上（平均凝視時間），則會有較差的推論問題分數。實驗二則改用困難的文本，結果發現當概觀放在前面時，低先備知識讀者若在概觀上有較高的平均凝視時間時，則文本表徵的分數較高，而高先備知識者不受影響。

4.4.2. 任務類型與超文本內容與類型

Fitzsimmons, Jayes, Weal 和 Drieghe（2020）的研究比較特別，針對超連結本身的詞頻高低與有無底線進行分析，透過超連結本身的操弄，檢視讀者在接受到不同任務要求情況下，處理歷程會不會有差異。研究結果發現，超連結的詞頻會有詞頻效應，低詞頻字的凝視時間較長，讀者的任務要求是深讀的情況下，會花比較多時間處理超連結，尤其是在超連結有底線時。詳細來說，當目標詞沒有底線時，讀者不會完全處理，因此有比較短的第一遍閱讀時間。從任務類型來說，讀者在略讀情況下，處理時間都比較短暫。最後無論是哪一個任務，有底線的超連結的跳讀率都比低，顯示出無論是什麼任務，讀者都會注意到有底線的超連結，降低閱讀沒有底線的超連結的時間，採用相對有效率的閱讀策略，達到有效的閱讀。

4.4.3. 讀者個體差異與任務類型

Amadiou 等人（2015）的研究是透過完成任務與閱讀的順序操弄，檢視高低先備讀者在閱讀節點上面是否有差異。實驗指出先備知識的重要性，當讀者閱讀完文本後，能專注在繪圖任務上的核心節點，同時，當讀者具備先備知識時，在節點之間的掃視也會增加，顯示出讀者能夠連結節點之間的語意關係。然而，在讀者閱讀完之後，已具備先備知識的情況下，在這之後的繪圖任務都沒差異，反應出先備知識對於閱讀超文本的影響。

4.5. 三因子分析結果

Sung, Wu, Chen 和 Chang（2015）的研究包含了讀者能力高低、文本為超文本或是線性結構、文本內容以及有無任務要求，研究結果發現當讀者閱讀線性文本或是有較高能力時，

他們的閱讀理解表現都會比較好。詳細來說，能力越高的讀者，看主題句的時間越長，同時反應在閱讀理解上，有較好的理解成效，從任務要求來看，當讀者有接受到任務要求時，則無論讀者能力高低，在主題句、關鍵字跟段落上的平均凝視時間都比較低，針對這三個區域繼續分析總閱讀時間百分比，詳細來說，高能力讀者較能專注在主題句上面，以及線性文本更能夠讓讀者找到主題句與關鍵字。從回視次數來看，超文本的情況或是有任務的情況都會有比較多的來回視次數。因此，由此可推知，當讀者帶著任務意識閱讀時，會忽略文章某些重點，且增加回視次數，找尋能夠回答任務的答案，但也有可能因為閱讀超文本情況下，使得迷航的可能性增加，反應在回視次數上。

在任務類型上，Walhout 等人 (2015) 的研究所使用的文本不是網絡式超文本，而是帶有語義資訊的標籤雲 (cloud tag)，這些標籤雲如同超連結一樣，點擊出去會連接到一個新的視窗頁面，這些標籤雲上的文字會依照文本中重要的內容而呈現。他們的研究想比較讀者在閱讀這兩類型的超文本時，處理找尋事實任務與資訊收集任務上會不會有差異，同時考量性別的影響。研究結果發現標籤雲的呈現方式對於事實找尋的任務要求較有幫助，從總凝視時間來看，讀者在標籤雲的情況下花較多時間看導航支持，較少時間看概觀，而如果是在資訊收集任務，則會專注在內文上面，這些差異同時也反映出觀看頁面的次數。顯示出讀者會因為任務要求的不同，調整閱讀的形態，以滿足任務目的。而性別在這兩種超文本上的眼動指標沒有差異，而可能與工作記憶或是空間能力有關 (DeStefano & LeFevre, 2007)。

Salmerón, Naumann, García 和 Fajardo (2017) 的研究指出文章段落性質的凝視次數與讀者的閱讀能力有關。詳細來說，在他們的實驗中發現讀者閱讀能力與不相關的段落的總凝視次數、第一遍閱讀時間與重讀時間之間呈現負相關，換言之，讀者閱讀能力越弱，則在不相關段落上的凝視時間增加。從閱讀理解上來看，弱讀者在不相關段落的凝視次數以及重讀時間增加不會損害閱讀理解，卻會對優讀者造成損害。作者認為讀者的技能高低不會自動幫助讀者在問題解決上，可能有其他認知機制影響，例如讀者是否能有選擇高連貫性文本的策略 (Ladislao Salmerón & García, 2011)，或是讀者是否能夠選擇相關的頁面閱讀 (Naumann & Salmerón, 2016)。從任務類型來看，優讀者若在不相關段落的重讀時間增加，則閱讀理解分數越低，但對弱讀者來說沒有影響，在回答整合問題時，若讀者的閱讀能力越高，則在不相關段落上的閱讀時間減少。

5. 討論

本研究有兩個研究問題，第一個是過去使用眼動儀檢視超文本閱讀時，運用了什麼指標，以及反應的認知歷程為何？第二個是透過眼動指標反應的歷程與影響閱讀的三個因子在超文本環境中扮演什麼角色？

針對第一個研究問題，本研究發現在使用眼動儀時，研究者多使用總凝視時間、總凝視次數以及總凝視百分比當做分析的指標，這些指標反應的是讀者在該區域加工的總時間，由這些指標可以看出讀者在閱讀時的注意力分布情形，反應讀者認知處理情況 (Scheiter & van Gog, 2009)。針對第二個研究問題，本研究有幾個發現，第一，讀者閱讀超文本時，文本結構對於讀者有很大的影響，若文本結構給予好的幫助時，引領讀者形成好的連貫性，降低讀者的認知負荷，讀者可以花時間在內容上學習 (Shapiro & Niederhauser, 2004; DeStefano & LeFevre, 2007)。其次，本研究從眼動的閱讀歷程來看發現文本結構的幫助與先備知識或閱讀能力有關，先備知識高的讀者或是閱讀能力好的讀者，在閱讀網絡或是線性文本上沒有差異，且更能專注在文本中的重要部分，例如相關段落、關鍵字等。然而低先備知識讀者則需仰賴線性階層所提供的鉅觀結構，幫助這些讀者整合文本，讓讀者找到文章中重要的資訊。第三，讀者會因為的任務要求或任務的難易度調整閱讀型態以及策略，當有任務要求的時候，

有能力的讀者能更快找到文章中的主題句、關鍵字或是相關段落，反應出讀者可能利用先備知識導航文本。同時會因為任務類型的不同，而著重在不同的文本頁面，例如在尋找單一事實任務時，讀者會花時間在導航支持，尋找正確答案；在處理資訊收集整合任務時，讀者反而花比較多時間在內文，試圖整合文本。

針對未來研究建議，筆者提出以下三點作為研究參考，第一可以採用取樣率高的眼動儀進行分析，得知讀者詳細的閱讀歷程，以及從掃視的資料檢視閱讀順序；其次，可以從其他的超文本的形式進行討論，例如標籤雲、維基百科等；最後，過去研究讀者的先備知識或閱讀能力的研究為主，然而其他的讀者特性實際上也會影響讀者的閱讀歷程，包含讀者的內在動機、工作記憶或是後設認知、理解監控的能力。這些變項的討論可能有助於更加理解讀者在點選超連結時的原因，未來研究則可留意這部份的讀者特性。最後，因為本研究在搜尋期刊時，關鍵字未包含網頁瀏覽或電子書等，故在未來需討論相關議題時須留意這部份。

參考文獻

- 林珊如 (2010)。數位時代的閱讀青少年網路閱讀的爭議與未來。《圖書資訊學刊》，8(2)，29-53。
- 陳兆嶸、劉漢欽 (2013) 超文字導覽介面形式在認知負荷與閱讀歷程上之研究。《教育傳播與科技研究》(106)，23-43。
- 陳學志、賴惠德、邱發忠 (2010) 眼球追蹤技術在學習與教育上的應用。《教育科學研究期刊》，55(4)，39-68。
- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education, 125*, 413-428.
- Amadiou, F., Lemarié, J., & Tricot, A. (2017). How may multimedia and hypertext documents support deep processing for learning? *Psychologie Française, 62*(3), 209-221.
- Amadiou, F., & Salmerón, L. (2014). Concept Maps for Comprehension and Navigation of Hypertexts. In *Digital Knowledge Maps in Education* (pp. 41-59).
- Amadiou, F., Salmerón, L., Cegarra, J., Paubel, P. V., Lemarié, J., & Chevalier, A. (2015). Learning from Concept Mapping and Hypertext: An Eye Tracking Study. *Journal of Educational Technology & Society, 18*(4), 100-112.
- Amadiou, F., van Gog, T., Paas, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2009). Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning. *Learning and Instruction, 19*(5), 376-386.
- Castilla, D., Garcia-Palacios, A., Miralles, I., Breton-Lopez, J., Parra, E., Rodriguez-Berges, S., & Botella, C. (2016). Effect of Web navigation style in elderly users. *Computers in Human Behavior, 55*, 909-920.
- Chen, C., & Rada, R. (1996). Interacting With Hypertext: A Meta-Analysis of Experimental Studies. *Human-Computer Interaction, 11*(2), 125-156.
- DeStefano, D., & LeFevre, J.-A. (2007). Cognitive load in hypertext reading: A review. *Computers in Human Behavior, 23*(3), 1616-1641.
- Fitzsimmons, G., Jayes, L. T., Weal, M. J., & Drieghe, D. (2020). The impact of skim reading and navigation when reading hyperlinks on the web. *PLoS One, 15*(9), e0239134.
- Jáñez, Á., & Rosales, J. (2016). Novices' need for exploration: Effects of goal specificity on hypertext navigation and comprehension. *Computers in Human Behavior, 60*, 121-130.

- Lai, M.-L., Tsai, M.-J., Yang, F.-Y., Hsu, C.-Y., Liu, T.-C., Lee, S. W.-Y., . . . Tsai, C.-C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review, 10*, 90-115.
- Lawless, K. A., & Brown, S. W. (1997). Multimedia learning environments: Issues of learner control and navigation. *Instructional Science, 25*(2), 117-131.
- Lawless, K. A., & Kulikowich, J. M. (1996). Understanding Hypertext Navigation through Cluster Analysis. *Journal of Educational Computing Research, 14*(4), 385-399.
- Naumann, J., & Salmerón, L. (2016). Does Navigation Always Predict Performance? Effects of Navigation on Digital Reading are Moderated by Comprehension Skills. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 17*(1).
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71.
- Rayner, K. (1998). Eye Movements in Reading and Information Processing 20 Years of Research. *Psychological Bulletin, 124*(3), 372-422.
- Salmerón, L., Baccino, T., Cañas, J. J., Madrid, R. I., & Fajardo, I. (2009). Do graphical overviews facilitate or hinder comprehension in hypertext? *Computers & Education, 53*(4), 1308-1319.
- Salmerón, L., & García, V. (2011). Reading skills and children's navigation strategies in hypertext. *Computers in Human Behavior, 27*(3), 1143-1151.
- Salmerón, L., Naumann, J., García, V., & Fajardo, I. (2017). Scanning and deep processing of information in hypertext: an eye tracking and cued retrospective think-aloud study. *Journal of Computer Assisted Learning, 33*(3), 222-233.
- Scheiter, K., & van Gog, T. (2009). Using eye tracking in applied research to study and stimulate the processing of information from multi-representational sources. *Applied Cognitive Psychology, 23*(9), 1209-1214.
- Shapiro, A., & Niederhauser, D. (2004). Learning from Hypertext: Research Issues and Findings. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 605–620): Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Snow, C. E. (2010). Reading Comprehension: Reading for Learning. *International Encyclopedia of Education, 5*, 413-418.
- Sung, Y. T., Wu, M. D., Chen, C. K., & Chang, K. E. (2015). Examining the online reading behavior and performance of fifth-graders: evidence from eye-movement data. *Frontier in Psychology, 6*, 665.
- Tsai, M.-J., & Wu, A.-H. (2021). Visual search patterns, information selection strategies, and information anxiety for online information problem solving. *Computers & Education, 172*.
- Walhout, J., Brand-Gruwel, S., Jarodzka, H., van Dijk, M., de Groot, R., & Kirschner, P. A. (2015). Learning and navigating in hypertext: Navigational support by hierarchical menu or tag cloud? *Computers in Human Behavior, 46*, 218-227.
- Waniek, J., Brunstein, A., Naumann, A., & Krems, J. F. (2003). Interaction between text structure representation and situation model in hypertext reading. *Swiss Journal of Psychology, 62*(2), 103-111.

支持個人化學習的牛頓運動定律 VR 互動學習環境

A VR Interactive Learning Environment for Newton's Laws of Motion Supporting Personalized Learning

王新元，黃李齊，洪醇祐，陳政煥*
亞洲大學行動商務與多媒體應用學系
* chchen@asia.edu.tw

【摘要】 傳統的國中理化教學方式有為了考試趕課省略實驗，使教學成效降低的情形，因此本研究開發一個具互動功能的理化虛擬實境（VR）互動學習環境，希能補強當前常見的教學方式。本研究以 CoSpaces Edu 開發 VR 學習環境，主題定為牛頓三大運動定律，利用開發平台內建編碼進行開發與調整，場景活動主要分為三大類：導覽、實驗、實例的遊戲地圖，藉此打造一個富有互動性、支持個人化學習與沉浸式體驗的 VR 學習環境。本研究希望透過此 VR 環境的互動體驗提升學生學習成效，藉由實境演示與動手操作還原物理實驗室中的實驗場景，增進學生的理解並加深學生的學習印象。

【關鍵字】 虛擬實境；沉浸式體驗；動手做；互動學習環境；遊戲式行動學習

Abstract: With traditional teaching methods tending to accelerate teaching progress for comprehensive assessment, resulting in a decrease in teaching effectiveness, this study developed a virtual reality (VR) game with interactive functions to improve upon those established methods. The interactive VR environment was developed by CoSpaces Edu and supported with built-in coding, its content based on the concepts of Newton's Three Laws of Motion. Scenes were mainly divided into three categories—a guiding area, lab area, and area of example showcases. Through the immersive experience of the VR environment that supports personalized learning, this study hopes to improve students' learning effectiveness and their willingness to learn, while deepening their learning impression through experimental scenarios.

Keywords: VR, immersive experience, hands-on learning, interactive learning environment, game-based mobile learning

1. 前言

根據研究者以前國中理化課求學的經驗，學校會因會考的緣故所以加快進度，沒有時間讓學生做物理實驗加深印象與理解後再進行測驗複習，如此將沒有讓學生吸收到動手做實驗獲得的知識。在後疫情時代，數位教學的重要性愈發重要，且能透過課堂所學進行延伸，利用互動科技的特性提升學生的學習成效。就教育層面而言，可藉由虛擬實境（VR）強大的可模擬性與可創造性來開發學習環境。例如張訓譯（2018）從 VR 在教育環境的運用發現，VR 解決了傳統教育無法達到的限制，於 VR 身歷情境的體驗同時也增加學生的學習興趣，讓學習不在只侷限於教室與黑板。高浩軒（2017）探討 VR 對未來教育的影響後發現，VR 的多元學習方式能提高學生的學習意願與效率，能讓學生實際上看到並模擬現場的情境，更能加深學生學習上的印象及學習。VR 技術在教育中的應用不僅能提高學生的注意力，還能提高他們的學習成果（Hamilton et al., 2021）。綜上所述，本研究將開發一個適用於國中理化課程的 VR 互動學習環境，希望能改善當前的學習方式。具體而言，本研究將對應國中理化課的「力與運動」章節，透過 VR 環境模擬出牛頓運動定律的實驗與環境，讓學生可以自由選擇要瞭解的定律並且能實際操作與互動，給予學生相對彈性的個人化學習步調。此 VR 環境每個實驗與實例場景都將會有前往不同定律場景的路徑讓學生前往，同時也將提供實例小遊戲和測驗讓學生遊玩與檢視自己的學習成效，在學習的過程中引起學生的興趣，希望能

讓學生產生主動學習的動機，不同於傳統教學方式中遵從既定順序教導學生的方式，創造出個人化的學習環境。

2. 開發平台與場景設計

本研究以 CoSpaces Edu 為平台進行互動學習環境的開發，CoSpaces Edu 是一款可以讓多名使用者共同線上編輯的軟體，透過拉選式的程式方塊設計出動畫和互動。本研究利用 CoSpaces 內建素材及外部匯入圖片進行製作，在場景地圖上主要分為三類，分別為導覽類地圖、實驗場景地圖、及實例遊戲地圖，製作了介紹三大牛頓運動定律的博物館場景，並建構了能使學生加深學習三個牛頓運動定律的實驗場景，如圖 1。牛頓力學屬於經典力學範疇，是以質點作為研究對象，著眼於力的作用關係，強調分別考慮各個質點所受的力來推斷系統運作狀態，在解答簡單的力學問題時比分析力學要方便簡單。本研究創建的 VR 學習環境期能融入學生的日常生活並讓學生在不同的定律場景中動手操作，希望能透過動手做的個人化學習方式與沉浸式體驗的互動學習環境，增進學生相關課程內容知識的理解與應用。

此外，本作品另提供三個互動實例遊戲和一項測驗，遊戲內容使用開發平台的內建編碼進行調整，依照遊戲流程即可進入教學內容與遊戲內容及最後的測驗，學生可透過點擊產生互動效果，進行實境演示增加學生的記憶與理解。

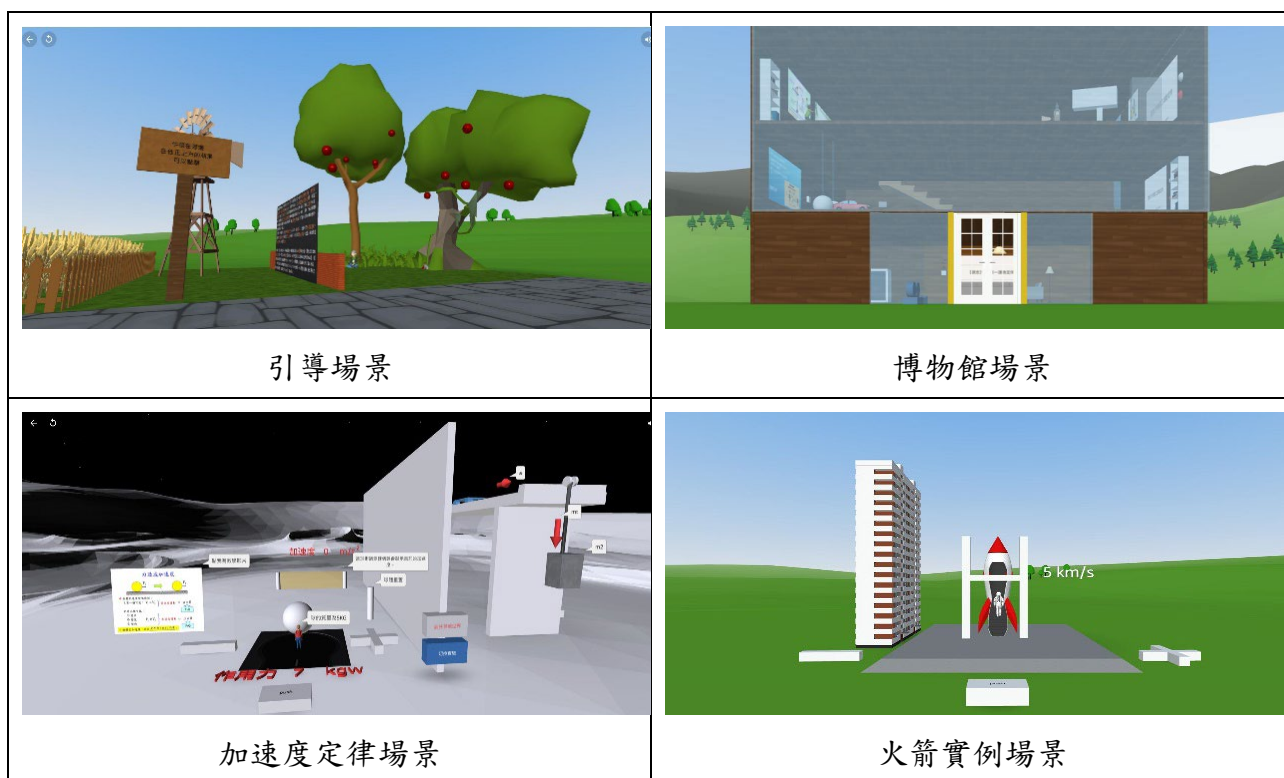


圖 1 各式場景預覽圖

Note. 引導場景：透過簡單的問答與指示讓學生適應遊戲環境並簡單介紹牛頓的生平。
博物館場景：作為遊戲環境中的大廳，內有三定律的教學介紹與前往其他場景的功能。
加速度定律場景：實驗場景教學目標是透過模擬實驗加深學生對於定律概念的印象與記憶。
火箭實例場景：透過舉出現實生活中可見的實際案例加深學生對定律的理解與應用。

3. 結論與建議

本研究以國中理化「力與運動」章節的牛頓三大運動定律為主題內容，打造一個互動性豐富的物理 VR 學習環境，學生能透過行動式 VR（智慧型手機搭配 VR 眼鏡）或獨立 VR 頭戴裝置於本研究開發的互動學習環境進行沉浸式的 VR 體驗，藉由環境中遊戲的互動場景加深學習印象並增進理解。為此，本研究共設計了三個物理實驗場景與三個互動實例遊戲，希望藉此還原實驗室內所進行的實驗場景與生活中的實際案例，提升學生的學習成效。

致謝

感謝科技部人文及社會科學研究發展司對本研究經費的補助，計畫編號為：110-2511-H-468-008-MY2。

參考文獻

- 高浩軒 (2017)。《**虛擬實境對未來教育的影響**》。未出版之碩士論文，臺北教育大學，臺北。
- 張訓譯 (2018)。《**虛擬實境運用於教育場域可能面臨的問題**》。《**臺灣教育評論月刊**》，7(11)，120–125。
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1–32.

附錄

本互動系統實作作品連結：<https://edu.cospaces.io/TYE-NDQ>

教師個人化教學資源推薦系統的實作與評估

Development and Evaluation of Teachers' Personalized Teaching Resources Recommendation System

簡彩如*，蔡智孝

國立臺北教育大學數學暨資訊教育學系

qq26810731@gmail.com

【摘要】 本研究為協助解決教師於準備課程及教學設計時，需經由搜尋、選擇、閱讀及觀看教學資源，再依自身教學經驗而選用教材，往往耗費過量時間的問題。為使教師能更有效率的取得教學資源，因此實作教師教學資源推薦系統，將教學資源資料集透過推薦系統模型訓練，使其符合教師個人化推薦，運用推薦技術包含內容推薦、協同過濾推薦、熱門推薦，並將實作後的推薦系統於教師場域，以問卷量表方式評估教師教學推薦系統於教師的接受度及反饋。

【關鍵字】 推薦系統；內容推薦；協同過濾；數位學習

Abstract: This research helps teachers be more effective at what they care most about – their teaching experience and the development of their teaching materials. They hope not to consume too much time for this process. Therefore, we design and develop a recommendation system that suits teachers' personalized teaching materials. The system is trained to provide personalized recommendations to teachers which includes content-based recommendations, collaborative filtering recommendations, and popular recommendations. Using questionnaires to evaluate the teacher's acceptance and feedback of the teacher's teaching recommendation system.

Keywords: Content-based Recommendation, Collaborative Filtering Recommendation, Popular Recommendation,

Personalized Teaching Materials

1. 緒論

現今數位學習平台眾多，而平台的操作過程中對教師的認知負擔頗重，在教師評估學生的學習狀態及個別需求的同時，則需面對數位學習平台中龐大的教學資源，且現行眾多數位學習平台的資源僅提供分類式指引，即協助將資源分類為國文、英文、數學、社會、自然、科技等科目，再透過資源的標題、內容關鍵字檢索下，提供教師取得教學資源，此過程教師需耗費大量時間閱讀及整理、理解資源的適用性，擷取合適的教材以應用於課堂及學習任務。

本研究取得均一教育平台教師操作平台之去識別化使用者訊息，為協助教師取得合適教學資源，根據使用者的訊息，進行個人化推薦(Moradi & Ahmadian, 2015)，期望能克服資訊量過於龐大的問題，及減少使用者花費時間進行決策(Lee & Lee, 2009)。因此，本研究實作教師個人化教學資源推薦系統，透過教師於平台的使用行為、資源與資源間的內容相關，訓練出教學資源推薦系統模型，協助教師更有效取得適切教學推薦資源。其中教師對教學資源推薦系統的有用性、易用性及使用意願為何；藉由推薦模式能否有效取得合適資源為本研究欲探討的議題。

2. 文獻探討

2.1. 數位學習平台輔助教學

2020 年開始受到 COVID-19 的影響，全國以「停課不停學」的網路學習模式因應疫情，採用遠距教學。遠距教學的學習模式分為同步課程、非同步課程、數位化教材（葉建宏、葉貞妮，2020）。且受疫情影響，更多教師運用數位學習平台於遠距教學時輔助課堂教學，由此可知數位學習平台在輔助教學上極其重要性。

在眾多數位學習平台皆以學生為中心設計思考，在其中教師則佔有重要的角色，需仰賴過去的教學經驗及已整理後的教學資源，才能將學生所需的資源，合適的提供學生，方能進行差異化教學。因此，下方為研究者自行整理兩大教育平台架構內容，探討教師於數位學習平台取得資源索引方式及為教師所設計的界面模式，均一教育平台教師運用學習資源模式如圖 1 所示。

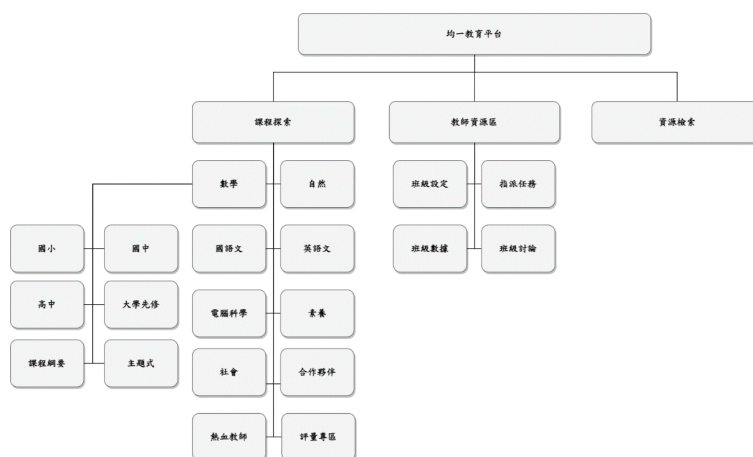


圖 1 均一教育平台的教師運用學習資源模式

2.2. 推薦系統技術

本研究使用推薦系統技術分別為，基於內容推薦(Content-Based Recommendation, CB)、協同過濾推薦(Collaborative Filtering Recommendation, CF)、混合推薦(Hybrid Recommendation)。基於內容推薦系統嘗試將用戶與過去喜歡的項目相匹配，主要關注目標用戶自己的評級和用戶喜歡的項目的屬性(Aggarwal, 2016)，本研究實作內容推薦模組，運用與教師有興趣的教學資源之描述性屬性計算出各資源間的相似性，而產生內容推薦模組。

協同過濾技術透過構建用戶對項目的偏好資料庫來規劃，它通過計算用戶個人資料之間的相似性來匹配具有相關興趣和偏好的用戶以提出建議，將這些用戶透過距離相乘及近鄰演算法取得附近的用戶，而用戶會收到那些他以前沒有評分但已經被他附近的用戶正面評價的項目的推薦(Isinkaye et al., 2015)，本研究實作協同過濾模組，運用教師資源及教師評分教學資源之行為紀錄以矩陣相乘法，計算出相似使用者產出協同過濾模組。

混合推薦則為內容推薦與協同過濾結合，由於內容推薦可將用戶習慣類型相似的產品進行推薦，卻也存在產品為非用戶習慣類型，但確實為用戶感興趣之類型的缺點，因此結合行為過濾技術，採用與用戶相似使用者所感興趣的產品進行推薦，混合推薦可以結合各類推薦系統的優勢來創建造更合適穩健地推薦(Aggarwal, 2016)。

2.3. 推薦系統教育應用

推薦系統在教育上的應用，多數運用於學習者上，藉由學習者在線上學習過程中所收藏的單字程度、字數，並透過模糊運算計算出學習者能力程度、與影片難易度間的感受差距，確實可以有效依學習者的能力程度、適性化地推薦出難易度略高於學習者程度的影片給學習者，採用「適性化推薦」，並進而達到提升學習者英文能力的效果(吳肇銘、李怡瑩，2020)。

基於個性化數位學習的推薦系統被認為是過去十年來教育和教學中最有趣的研究領域之一，因為每個學生的學習風格都是特定的。從學習者學習方式的知識，更容易推薦圍繞最合適的學習對象集合構建的學習場景，以在教育水平上提供更好的回報。使用學習者檔案，選擇最合適的學習對象來提出個性化的學習方案(Bourkhouk, El Bachari, & El Adnani, 2016)。

推薦系統在教育領域多數運用於學習者的適性化學習、個性化學習，而本研究則為提高教學者的工作效率、減少教學者花費過量時間於選擇教學資源時進行決策，將推薦系統應用對象縮小至教學者本身，並實作教師教學資源推薦系統與採用科技接受度進行評估。

3. 研究架構與設計

3.1. 研究系統架構

本研究系統架構共分為三層，分別為數據層、演算層、用戶層，系統架構如圖 2 所示。數據層為存放影片資源模型、教師資源模型及教師行為模型；演算層有熱門推薦模組及混合推薦模組，熱門推薦模組經由數據層之教師行為模型所紀錄的觀看行為而計算出較高的觀看次數，並依教師主要領域別進行熱門推薦列表推薦；混合推薦模組則為(1)內容推薦模組，透過計算每支影片的內容相關性，取得推薦清單；(2)協同過濾模組，透過取得使用者對每支影片的評分，計算出相似使用者，取得推薦清單，並將兩大推薦模組所取得推薦清單於用戶層之混合推薦列表中呈現；用戶層則為由演算層所推薦出的熱門推薦列表及混合推薦列表。

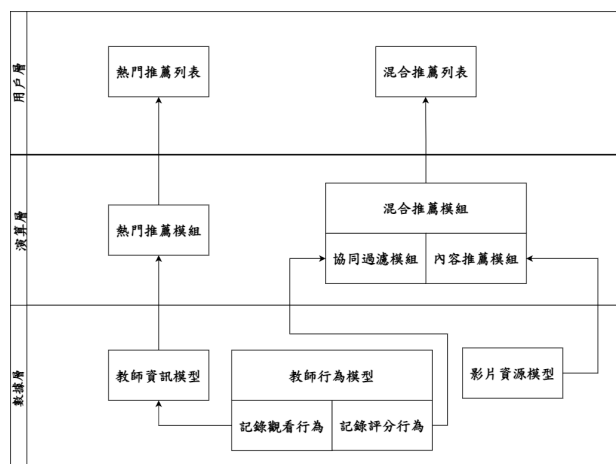


圖 2 系統架構圖

由於本系統架構演算層需運用三大模組，分別為內容推薦、協同過濾、熱門推薦，其演算資源來源為均一教育平台之影片資源檔(Videos)、影片資源內容檔(Contents)、評分資源檔(Ratings)、觀看行為檔(Activities)，並將資源清理及匯入本系統數據層中的影片資源檔(T_Videos)、評分資源檔(T_Ratings)、觀看行為檔(T_Activities)。

3.2. 推薦系統模組設計

內容推薦模組以取得的影片資源檔之領域別、關鍵詞 1 至關鍵詞 6 的屬性加權運算出每支影片的字詞權重比例組合，再以 TF-IDF 演算法包含了兩個部分：詞頻 (Term Frequency, TF) 跟逆向文件頻率 (Inverse Document frequency, IDF) 將字詞權重向量化，計算出每支影片的相似度，產出模組，最終依據使用者當前觀看影片推薦內容相似影片資源給使用者，其模組產生流程如圖 3 所示。

協同過濾模組以取得影片評分資源檔之評分、使用者識別碼，用評分計次進行加總，取出每部影片被評分的總次數，依每部影片被評分的總次數取平均數，刪除低於平均數的影片資源，並保留受歡迎的影片資源與使用者識別碼進行距陣相乘，取得各使用者對每部影片的評分，將其向量化，最後產出協同過濾之模組，其模組產生流程如圖 4 所示。

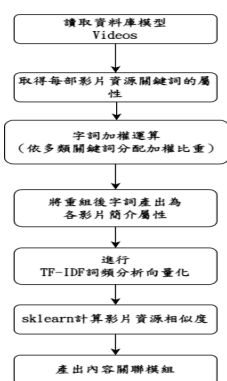


圖 3 內容推薦模組流程圖

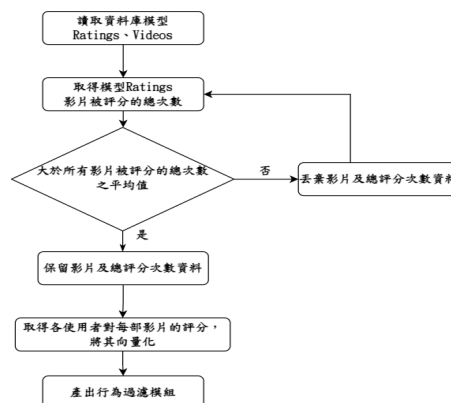


圖 4 行為過濾模組流程圖

3.3. 系統功能設計

本研究系統設計共分為三大專區，一為登入機制，功能為登入及註冊，二為教師專區具有三項功能，功能一為資源檢索、功能二為資源檢索列表、功能三為熱門推薦列表，依據熱門影片進行推薦；三為資源學習區具有二項功能，功能一為影片資源學習，功能二為對資源評分，功能三為混合推薦列表，使用內容推薦及協同過濾進行混合推薦，其系統功能設計如圖 5 所示。

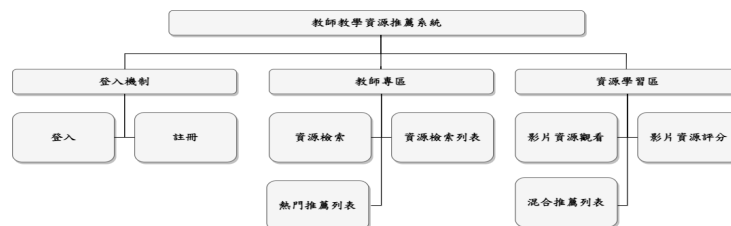


圖 5 系統功能設計圖

3.4. 問卷設計與評估

本研究問卷採用內部一致性信度對問卷量表進行驗證，以最常被採用的 Cronbach's α 係數進行量表信度檢驗，其設計認知有用性、認知易用性、使用意願問卷量表，用以評估藉由推薦模式取得合適資源是否為正向顯著影響，並進行統計結果與討論。

參考文獻

吳肇銘、李怡瑩 (2020)。基於學習者能力之適性化英語學習影片推薦系統研究。*先進工程學刊*, 15 (2), 頁 53-60。

葉建宏、葉貞妮 (2020)。Covid-19 疫情下的遠距教育教學策略探討。*臺灣教育評論月刊*, 9 (11), 頁 145-149。

Aggarwal, C. C. (2016). An introduction to recommender systems. In *Recommender systems* (pp. 1-28): Springer.

Bourkhouk, O., El Bachari, E., & El Adnani, M. (2016). A personalized e-learning based on recommender system. *International journal of learning and teaching*, 2(2), 99-103.

Isinkaye, F. O., Folajimi, Y., & Ojokoh, B. A. (2015). Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. *Egyptian informatics journal*, 16(3), 261-273.

Lee, G., & Lee, W. J. (2009). Psychological reactance to online recommendation services. *Information & Management*, 46(8), 448-452.

Moradi, P., & Ahmadian, S. (2015). A reliability-based recommendation method to improve trust-aware recommender systems. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7386-7398.

負面學業情緒與基本情緒臉部表達關聯性之性別差異

及個人化情緒回饋於學習之應用

The correlation between Negative Academic Emotions and Basic Emotions for Different Gender and the Application of Individualized Emotional Feedback in Learning

陳 瑋，蔡沂華，林珊如*

國立陽明交通大學

* sunnylin@nycu.edu.tw

【摘要】近年科技進步，自動化偵測系統已逐漸應用於學習方面，但少有收錄負面學業情緒的資料，尤其以華人臉孔更為少見，因此本研究針對華人學業情境中的負面情緒（無聊、焦慮、困惑）進行資料收集，更重要的是本研究比對不同性別在負面學業情緒與基本情緒的臉部肌肉有什麼關聯，並透過個人化的自動化情緒臉部辨識系統來探究學生在進行數學解題作業時的情緒歷程，並透過訪談了解自動化情緒臉部辨識系統提供的回饋是否符合解題歷程以及各辨識出的情緒實際涵蓋哪些原因。本研究為自動化情緒臉部辨識的前導實務研究，對於未來將此技術應用在課室來支援教師教學或是協助學生學習能有所助益。

【關鍵字】負向情緒、學業情緒、臉部辨識、臉部動作編碼系統、性別差異

Abstract: As technology improves in recent years, the automated system has gradually been used in lots of aspects of learning. However, the database of the emotional face in the academic industry is little, especially the faces of Asians. My research collects the data of the emotional face in the academic industry and explores the reasons for the academic industry emotions generated by the students. It is hoped that this research will lead automated emotional face recognition to the classroom to support teachers' teaching. In the classroom, the devices detect negative academic emotions automatically and messengers send feedback to teachers, which is believed that teachers will be able to adjust methods and content of teaching in time to increase students learning effectiveness.

Keywords: Negative emotions, academic emotions, facial recognition, facial action coding system, gender differences

1. 前言

科技日新月異，教育亦因此也受益良多。自動化辨識臉部情緒可以有效分析學生學習時的狀況即為一成功例子。而在疫情嚴重的當下，停課不停學，似乎也讓雲端線上課程成為學生重要的學習來源。配合線上學習，若致力於促使自動化辨識成功率大幅提升，以便教師教學時判斷學生學習情況更有可信度，有助於使學生學習更加良好。

自動化臉部情緒辨識一直是很困難的挑戰，原因是臉部情緒辨識技術要將不同人瞬時變化的表情，分類到有限的情緒類別，其中的技術要包括四種組合：人臉偵測、人臉辨識、人臉外觀模型定位、與情緒辨識。其中情緒辨識的困難包括：(1) 臉部情緒資料來源不足，目前自動化辨識系統的表情資料庫以歐美臉部情緒為大宗，華人臉部情緒研究不足；(2) 情緒的表達包含臉部表情、語言聲調，也需要社會情境脈絡訊息，單純從臉部表情偵測情緒，有其限制；(3) 人臉情緒變化是動態過程且變化非常快速，辨識動態影像的技術比辨識靜態影像更難，目前的技術還需要更臻成熟，因此本研究不僅做臉部辨識，也進一步請受試者回顧感受。

依據 Pekrun (2002) 的學業情緒問卷中包含九種情緒，分別為愉快、希望、自豪、放鬆、生氣、焦慮、羞恥、無望、無聊。其中，相較於其他正面情緒，負面的學業情緒在教學方面的回饋更被老師所重視，舉例來說，當學生在學習過程中展現出負面情緒時教師應特別注意情緒產生的原因，並適時調整教學方法與內容，但過去對於複合型情緒的 AU 研究尚無基本情緒多，目前的自動化臉部情緒資料庫皆以基本情緒為主，但引進教室迫切需要辨識負面學業情緒的情緒辨識資料庫，對教學上才能有所作用，因此本研究將要建構負面學習情緒臉部肌肉標記資料庫，並以**教學場域中最常面對到的無聊、焦慮、困惑三項情緒為主軸**。雖然困惑尚未包含在 Pekrun (2002) 的學業情緒中，但近年有研究發現困惑是真正情緒，屬於知識性情緒，為求知歷程的重要情緒之一(Rozin & Cohen, 2003；Silvia, 2010)。

接著進一步探究上述三項負面學業情緒與現存的基本情緒在臉部表達是否有相似之處，本研究比對臉部表達是依據 Ekman 和 Friesen(1978)發展的一套臉部動作編碼系統(Facial Action Coding System；FACS)，學者認為特定的表情是運用臉部肌肉產生的。且根據臉部肌肉的變化，將臉部肌肉動作劃分成各自獨立的臉部動作單元(Action Units；AUs)，彼此可互相搭配、並形成外界看的到的表情(詳細臉部及肉分布請見圖 1)。

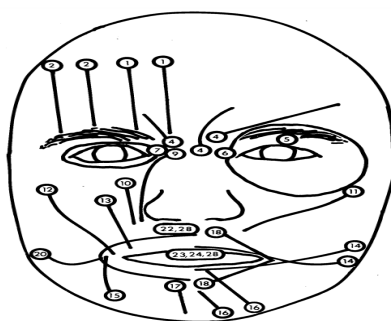


圖 1：FACS 臉部肌肉分布圖 (肌肉為對稱，圖為簡潔顯示僅顯示一半肌肉)

本研究將東西方關於臉部情緒表達研究的結果進行比對，相關研究統整如表 1 所示(梁庚辰, 2013; 林珊如, 2020; Ekman, Levenson, & Friesen, 1983; Matsumoto, Keltner, Shiota, O’Sullivan, & Frank, 2008; Matsumoto & Hwang, 2014; Cordaro et al., 2018; Keltner, Sauter, Tracy, & Cowen; 2019)，發現在負面基本情緒東西方表達有差異尤其在厭惡與害怕。

表 1 臉部情緒表情相關研究結果統整

相關研究	東方華人		西方歐美人			
	梁庚辰 (2013)	林珊如 (2020)	Ekman, Levenson, & Friesen (1983)	Matsumoto et al. (2008)	Matsumoto & Hwang(2014)	Cordaro et al. (2018)
生氣	4,9,25	4,7	4,5,7,23	4,5,7,22,23,24	4,7	4,5,17,23
厭惡	4,7,9	4,17,18	9,15,16	9,10,25,26	9,10	7,9,19,25,26
害怕	4,5,25	6,7,14	1,2,4,5,7,20,26	1,2,4,5,20,25,26	1,2,4,5	1,2,4,5,7,20,25
難過	4,7	4	1,4,5	1,4,15,17	15	1,4,6,15,17
快樂	6,12,25	6,12	6,12	6,12	6	6,7,12,25,26
驚訝	2,5,25	2,5,25	1,2,5,26	1,2,5,25,26	1,2	1,2,5,25,26

*表格中數字為研究結果中各情緒有使用到之 AU

* AU5 為睜大眼、AU25 為嘴唇微張露出牙齒，AU26 為下巴放鬆嘴巴微張，因是內部肌肉動作故無法在圖 1 中展現

*梁庚辰 (2013)研究為建立華人情緒資料庫，AU 標記為本研究團隊進行編碼

最後，對於東方人來說，文化與性別等因素可能壓抑了負面情緒的展現，由表 1 可知東方人在表達負面情緒時動用的肌肉數量低於西方人。Ekman & Friesen (1971)文章中提到相較

於西方文化的崇尚情感表達，在東方思想的薰陶下，亞洲人會更傾向以團體為重而隱藏負性情緒。除了文化差異，男女性在不同情境表達的情緒也有差異。眾多研究指出：女生的情緒表達比男生更加明晰，但不同的情緒所展現的性別差異也會不同（Chaplin, 2015）。就社會角色來說，焦慮等負向情緒與社會期待的女性柔弱角色相符合，因此女性出現這些負面情緒比較能被大眾所接受（Chaplin & Aldao, 2013; Fischer & LaFrance, 2015），因此性別對於臉部情緒的表達也極為重要能提供自動辨識系統更精準的辨識。

綜上所述，本研究有三個研究問題：

- 一、男女生在表達負面學業情緒(無聊、焦慮、困惑)時，所展現的臉部肌肉有哪些?
- 二、男女生在無聊、焦慮、困惑三項負面學業情緒與各項基本情緒相似程度為何?
- 三、透過個人化的回饋是否展現出學習時情緒歷程以及各情緒誘發原因為何?負面學業情緒是否能夠包含在特定的基本情緒中?

2. 研究方法

本研究旨在針對無聊、焦慮、困惑三種負面學業情緒來進行男女分析以及對於基本情緒的臉部展現進行比較，目的希望可以對於華人臉部情緒辨識能有所貢獻，並且實際運用個人化情緒辨識系統給予受試者個人化的學習回饋來探究其對於學習是否有幫助，針對本研究目的規劃的研究方法及步驟如下：

2.1 研究樣本與程序

本研究以立意取樣招募的受試者為台灣地區大專生，研究分為兩階段，第一階段受試人數 14 名，男生與女生各 7 名，年齡 18-25 歲，受試者須完成學習情境質性問卷，調查受試者們在哪些學習情境會產生負面學業情緒，接著受試者依照設定的學習情境中展演無聊、焦慮、困惑的情緒表情，最後受試者將於事後判斷自己的表情所屬情緒以及判斷其中一位不同性別受試者的表情所屬情緒，研究者將挑選典型的無聊、焦慮、困惑情緒表情給專家進行判斷以及編碼，**典型情緒表情**為受試者本人以及其他性別受試者判斷後共同一致正確判斷出的情緒表情，由受試者本人判斷自己情緒平均一致性達 0.83，判斷他人情緒平均一致性達 0.92。為了探究負面學業情緒與基本情緒是否確實蓄同，我們採用基本情緒辨識系統進行第二階段實驗，來了解是否機器偵測到的特定基本情緒其實是特定的負面學業情緒。

第二階段受試對象為 8 名，受試者共 8 名，男生 7 人女生 1 人，平均年齡約 25 歲，年齡介於 22-32 歲。於電機所數位訊號處理研究所課程中公開招募。受試者需於電腦情緒辨識系統(FEAT-Facial Emotion Analysis Tool)鏡頭下完成數學解題，過去研究發現數學較能誘發學生強烈的負面情緒尤其是焦慮情緒(Carey, Devine, Hill, & Szucs, 2017)。作業內容與數學計算相關，並於完成試題後觀看系統給予的個人化回饋並參考作答歷程以及作答時錄製的影片來回答研究問卷，以進一步了解情緒系統個人化回饋是否符合受試者心理歷程與各種情緒誘發的原因。

2.2 研究工具

本研究採用的臉部情緒分析系統 (FEAT-Facial Emotion Analysis Tool)，由國立陽明交通大學吳炳飛教授團隊設計並調整成為用於台灣人教室用的版本，其功能包括人臉辨識及表情情緒辨識。此系統能同步偵測人臉情緒，提供辨識的即時回饋，目前 FEAT 版本僅針對基本情緒進行情緒的偵測。

2.3 評分者一致性

本研究 AU 肌肉編碼採用觀察者一致性 SMC 的統計公式(Sokal and Michener coefficients; SMC; Sokal & Michener,1958)。SMC = (a + d)/(a + b + c + d)，其中 (a + b) 表示代碼為 0 或 1 的一致數量，而 (c + d) 是不一致的數量。平均 SMC 觀察者一致性達 0.77，顯示本研究編碼有良好的一致性，適合做進一步的比較。

3.研究結果與討論

3.1 男女生在表達負面學業情緒(無聊、焦慮、困惑)時，所展現的臉部肌肉有哪些?

本研究將典型情緒表情圖片隨機分派由四名取得 FACS 國際表情編碼證照的專家中的兩名進行臉部肌肉編碼，各種情緒編碼一致性程度如表 2 所示，整體 AU 編碼一致程度達 0.77 顯示編碼達到可接受程度，但男生在無聊情緒表現中展現的肌肉較不明顯因此在此情緒表情編碼一致度較低僅有 0.69。

表 2 不同性別負面學業情緒 AU 一致性統整表

情緒	男生	女生	整體
無聊	.69	.76	.73
焦慮	.78	.82	.80
困惑	.72	.82	.77
總計	.73	.80	.77

*一致性大於等於 0.9，代表內部一致性信度很高；0.8–0.9 算好；0.7–0.8 可接受；0.6–0.7 有疑慮；0.5–0.6 較差；0.5 以下不可接受 (Cronbach, 1951)

下表 3 呈現專家編碼後歸納出各負面學業情緒關鍵 AU 以及輔助 AU，**關鍵 AU** 為至少有 50%以上受試者的典型情緒都會出現此 AU；**輔助 AU** 為雖低於 50%但是男女生在表達時會有的些微 AU 差異。舉例來說：在無聊情緒中男生以及女生展現的關鍵 AU 皆為 AU15 以及 AU17 這時候男生可以透過 AU14 來進一步判斷是否為無聊情緒表情，女生則以 AU28 來輔助判斷是否為無聊表情；亦或是男生的困惑以及女生的焦慮都用到關鍵 AU4，此時輔助 AU 就能進一步判斷如果是女生又有 AU17 則為焦慮，男生有 AU7 則為困惑。

表 3 各情緒關鍵 AU 及輔助 AU 整理表 (AU 位置參見圖 1)

臉部情緒		男生	女生
無聊	關鍵 AU (%)	AU15(100%)、AU17(67%)	AU15(80%)、AU17(60%)
	輔助 AU (%)	AU14(33%)	<i>AU28(20%)</i>
焦慮	關鍵 AU (%)	AU4(67%)、 AU14(67%) 、 AU28(67%)	AU4(78%)
	輔助 AU (%)		<i>AU17(33%)</i>
困惑	關鍵 AU (%)	AU4(100%)	AU4(100%)、 <i>AU25(100%)</i> 、 <i>AU15(57%)</i>
	輔助 AU (%)	AU7(43%)	<i>AU9(33%)</i>

*正體(黑字)：男女生在該情緒共同展現的 AU。

*斜體(紅字)：女生在該情緒中特別展現的 AU。

*粗體(藍字)：男生在該情緒中特別展現的 AU。

更重要的一點為 AU4 為負面情緒中很重要的關鍵 AU 尤其是在焦慮以及困惑不論男女呈現表情的比例都很高 67%-100%，再來無聊的關鍵 AU 在不同性別時呈現的關鍵肌肉都為 AU15 以及 AU17。

3.2 男女生在無聊、焦慮、困惑三項負面學業情緒與各項基本情緒相似程度為何?

本研究將問題一的結果與過去學者研究中的基本情緒展現的 AU(見表 1)進行比對，探究不同性別在無聊、焦慮、困惑與各研究中基本情緒展現的相似程度，相似程度的計算為兩者情緒相同的 AU 數目/(相同的 AU 數目+不同的 AU 數目)，舉例來說：比較本研究女生在「困惑」時表情與 Ekman, Levenson, & Friesen (1983) 研究中「厭惡」的表情相似度時計算如下：

負面學業情緒(例：本研究女生困惑)：使用的 AU 4、9、15、25 (共 4 條)
 基本情緒(例：Ekman-厭惡)：使用的 AU 9、15、16 (共 3 條)
 相同使用的 AU： 9、15 (共 2 條)
 不相同使用的 AU： 4、16、25 (共 3 條)
 相似性： $2 / (2 + 3) = 0.4$ ，因此相似程度為 40%

過去研究發現臉部表達的情緒與自陳報告的情緒相關達 0.3 (Durán & Fernández-Dols, 2021)，因此本研究列出與負面學業情緒相似性達 30% 以上的基本情緒，統整表如表 4 所示。

表 4 本研究負面學業情緒臉部表情與其他研究基本情緒表情相似比例

東西方	東方華人研究						西方歐美人研究					
	男		女		男		男		女			
相關研究	R1	R2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R3	R4	R5	R6
無聊					難過 (40%)	難過 (33%)	難過 (33%)		難過 (40%)	難過 (33%)	難過 (33%)	
焦慮		難過 (33%)	難過 (33%)	厭惡 (67%) 生氣 (33%)					難過 (50%)	生氣 (33%)	生氣 (50%) 難過 (40%)	
困惑	難過 (100%) 厭惡 (67%)	生氣 (100%) 難過 (50%)	生氣 (75%) 厭惡 (40%) 害怕 (40%)		生氣 (50%)	生氣 (33%)	生氣 (100%)		厭惡 (40%)	難過 (33%) 厭惡 (33%)		

*相關研究中 R1 為梁庚辰(2013); R2 為林珊如(2020); R3 為 Ekman, Levenson, & Friesen (1983); R4 為 Matsumoto, Keltner, Shiota, O'Sullivan, & Frank (2008); R5 為 Matsumoto & Hwang (2014); R6 為 Cordaro et al. (2018)

*僅呈現相似度高於 30% 的情緒且由高排到低

綜上表發現不同性別展現無聊情緒與各研究中的基本情緒的展現僅與難過(40%)相似；在男性焦慮方面僅與華人臉孔中的難過(33%)相似，女性焦慮方面與華人厭惡(67%)、生氣(33%)、難過(33%)以及西方難過(40%-50%)、生氣(33%-50%)臉孔相似；男性困惑方面與華人研究中難過(100%)和生氣(100%)都有極高的相似度，在西方研究方面與 Matsumoto & Hwang (2014) 中的生氣(100%)也有極高相似程度，女性困惑表達與許多基本情緒都有不等程度的相似如華人的生氣(75%)、厭惡(40%)、害怕(40%)，西方人的生氣(33%-100%)、厭惡(33%-40%)、難過(33%)。整體來說負面學業情緒運用到極相似的肌肉組合運作，情緒表達不容易區分，但不會動用到表達快樂與驚訝(正面情緒)的肌肉組合，如 AU6、AU12。

3.3 透過個人化的回饋是否展現出學習時情緒歷程以及各情緒誘發原因為何? 負面學業情緒是否能夠包含在特定的基本情緒中?

本研究於數學解題結束後由系統產出的回饋，包含整份試題中每題情緒整體的百分比圖與回饋(如圖 3 所示)，以及每題依照時間軸的情緒折線圖(如圖 4 所示)。

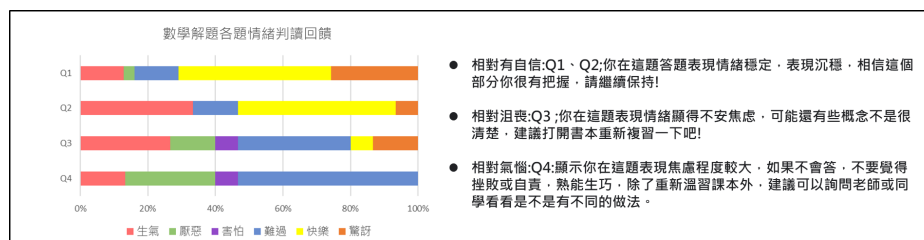


圖 3：對某受試者提供的每題整體情緒百分比圖與回饋（實際範例）

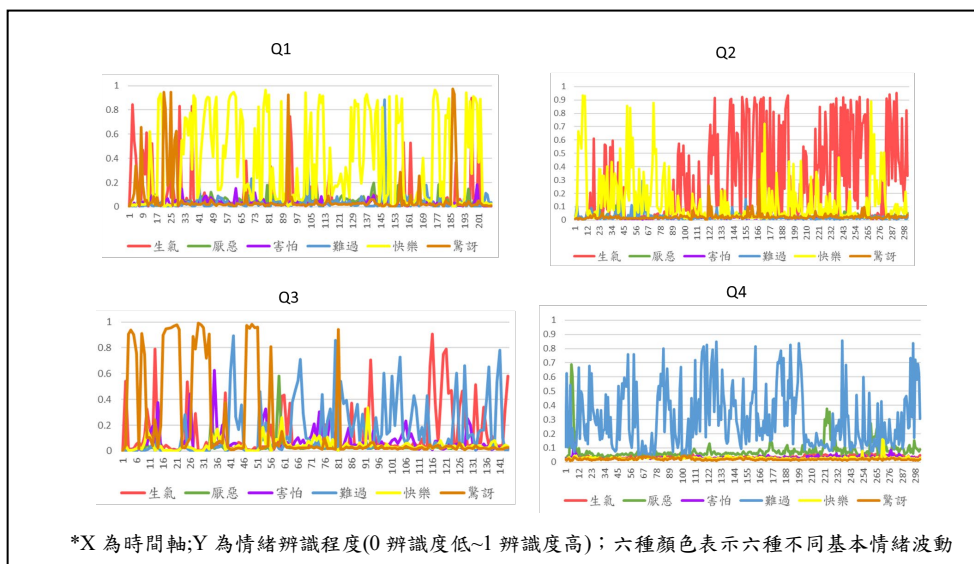


圖 4：對某受試者提供的每題依照時間軸之情緒折線圖（實際範例）

根據回饋結果受試者依照情緒折線圖(圖 4)並輔助題目作答卷與作答錄影回憶解題歷程。結果發現當系統偵測到「生氣」時受試者表示此時為在思考、困惑、不耐煩；「厭惡」情緒為步驟繁雜、不知如何解題；「難過」情緒為困惑、無頭緒或題目困難；「快樂」時為有頓悟、成就感、題目容易或有方向；「驚訝」情緒為頓悟或是題目出乎意料，統整如表 5 所示。

表 5 自動化情緒判斷與受試者情緒產生原因描述

自動化情緒辨識	原因	受試者的質性描述資料
生氣	思考	其實只是思考的時候臉部表情比較少比較不豐富並不是真的在生氣。 嚴肅思考時，容易被偵測到好像在生氣，但其實沒有寫作業寫到生氣過。 我發現在思考中有機率被判斷為生氣。
	困惑	生氣有可能是針對題目或是解答有所困惑，不是真正心情層面的生氣。
	不耐煩	解題到心浮氣躁的時候，臉上出現生氣的表情。
厭惡	繁雜步驟	解題後期出現了厭煩的情緒，是看到需要計算繁雜的內容。
	無法解題	題目都不會寫，才展現出厭煩這種情緒。
難過	困惑	整體情緒呈現難過在寫時發現觀念卡住完全找不到方法。 自己有點想不出怎麼解決 所以就呈現懊惱困惑。
	題目困難	對於我來說比較困難的題目，基本上都是呈現難過的情緒。
快樂	頓悟	第 180 秒左右突然有快樂表情因為突然想到解法。 中間短暫的快樂出現是想到某種解法。
	成就感	快樂情緒出現很多，應該是我寫得很順利，我好像完成時間特別快。 解答完畢就有成就及快樂等較正向的情緒。

自動化情緒辨識	原因	受試者的質性描述資料
驚訝	題目容易	快樂情緒較多，是前面題目比較簡單，我寫的比較順利。
	有方向	起初有快樂的情緒，我認為是一開始便知道題目的解題方向。
	頓悟	作答時，苦思許久，突然想到可以怎麼下手。 驚訝是想到題目的解法或是對題目有新的體悟。
	出乎意料	看到題目馬上就出現「題目好簡單」，伴隨就是驚嘆的情緒。 驚訝是沒想到題目竟然還有別種解法。

最後，受試者提供情緒辨識系統回饋對於自己學習歷程是否符合以及系統於教學與學習上應用的回饋。研究發現自動化情緒辨識結果輔助學習的準確度是優良的，但在剛開始進入學習活動或是快結束學習活動時部分同學會有與學習無關的「準備」表情動作可能會影響情緒的判斷(如：深呼吸、嘆氣、嘟嘴等)，但整體而言受試者對於自動化情緒辨識輔助個人化學習的回饋都呈現正面。接著受試者也提供許多系統應用的建議，包含幫助自我對學習程度的了解，此外受試者對於應用的建議更著重在教學者的應用，包含檢視學習者是否遇到困難、了解學生學習狀況、即時調整教學活動、提供優化或個人化教學，詳細統整表如表 6 所示。

表 6 受試者自動化情緒辨識輔助個人化學習研究回饋與應用建議

項目分類	受試者回饋描述	
辨識系統準確度	真的反應出了當時作答的情形，看著圖表回饋可以想像當時作答的情況。 辨識的過程大部分就都是思考並解出題目的情緒，回想解題過程的心情，吻合辨識結果。 我覺得辨識結果的準確度是蠻準的，扣除剛開始和結束時可能自己的表情會有些怪異外。 準確度是很好的，不過不太清楚知道自己當下的情緒對於學習有什麼幫助。	
幫助學習者自我了解	檢視每一題對自己的難易度與掌握程度。 研究自己學習時的專注度曲線，有效掌控自己專注度。	
教學者應用	檢視學生是否遇到困難	能夠及早發現學生的學習狀況出了問題，及時幫助學生疑難排解。 可以觀察同學們對於講解是不是夠清楚，如果大部分都呈現困惑時，就可以即時補充。 當有人有問題不敢提問時，可以判斷該學生在學習上的障礙。
	了解學生學習狀況	判斷學生是否了解老師傳達的知識，也可以觀察學生學習狀況，如專注與否等 學生課堂的表情能夠幫助授課老師們理解學生之學習狀況，是否需要額外補充。
	即時調整教學活動	可以在實體課堂上放攝影機，辨識班上每個人當時的情緒，檢視大多人情緒來進行教學活動調整。 根據學生反應，來判斷老師給予學生的東西效果如何，要再調整的方向為何(例如題目太難，大家反應都是負面情緒，就要調整難度)
	提供優化/個人化教學	了解學生學習的狀況，可以避免一直問學生有沒有問題。 幫助授課老師們理解學生之學習狀況，並給老師思考後續開課時如何改進教學方式。 針對需要信心的同學，可以多給予正面情緒的題目，負面情緒題目少一點。

4. 結論

本研究亮點為無聊、焦慮、困惑與負面基本情緒(難過、生氣、厭惡、害怕)的臉部肌肉組合是有相似之處，在自動化情緒辨識時能夠透過不同負面基本情緒的權重設定複合出焦慮與困惑的情緒，在本研究中我們以情緒辨識系統在實際的教學情境(數學解題)進行使用也有相同的發現，當系統判別出難過時學習者實際感受為困惑為主；如果是生氣時主要是在專注與思考並非實際負面的情緒；但當出現害怕時為不安、緊張與焦慮情緒，對於難過、生氣情緒後

續也建議調整成對應的感受情緒。由於本研究為實際作業時的情緒展現，因此學生於實驗結束後尚能持續完成作業，因此較少有焦慮與害怕情緒，無聊情緒也較不會於解題中發生。

最後，因為本研究在實際探究自動化情緒辨識在解題時的應用時，課程性質屬於數理相關，礙於修課同學女性較少，建議未來研究者能夠針對不同性別在不同種類科目的情緒辨識做更進一步研究。

參考文獻

- 林珊如 (2020)。探究華人學習情緒關鍵臉部肌肉優化情緒自動辨識系統研究。科技部資訊教育學門 109 年度專題研究計畫成果發表會，臺灣台南。
- 梁庚辰 (2013)。臺灣地區華人情緒與相關心理生理資料庫：緣起及設立。人文與社會科學簡訊，15 (1)，116-123。
- Carey, E., Devine, A., Hill, F., & Szucs, D. (2017). Differentiating anxiety forms and their role in academic performance from primary to secondary school. *PLoS ONE*, 12(3), 1-20.
- Cordaro, D. T., Sun, R., Keltner, D., Kamble, S., Huddar, N., & McNeil, G. (2018). Universals and cultural variations in 22 emotional expressions across five cultures. *Emotion*, 18(1), 75-93.
- Chaplin, T. M. (2015). Gender and emotion expression: A developmental contextual perspective. *Emotion Review*, 7, 14-21.
- Chaplin, T. M. & Aldao, A. (2013). Gender differences in emotion expression in children: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 139, 735-765.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Durán, J. I., & Fernández-Dols, J. (2021). Do emotions result in their predicted facial expressions? A meta-analysis of studies on the co-occurrence of expression and emotion. *Emotion*, 21(7), 1550-1569.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1971). Constants across Cultures in the Face and Emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17, 124-129.
- Ekman, P., & Friesen, W. V. (1978). *Facial action coding system: A technique for the measurement of facial movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Ekman, P., Levenson, R. W., & Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221(4616), 1208-1210.
- Fischer, A., & LaFrance, M. (2015). What drives the smile and the tear: Why women are more emotionally expressive than men. *Emotion Review*, 7, 22-29.
- Keltner, D., Sauter, D., Tracy, J., & Cowen, A. (2019). Emotional expression: Advances in basic emotion theory. *Journal of Nonverbal Behavior*, 43(2), 133-160.
- Matsumoto, D., Keltner, D., Shiota, M. N., O'Sullivan, M., & Frank, M. (2008). *Facial expressions of emotion*. In M. Lewis, J. M. Haviland-Jones, & L. F. Barrett (Eds.), *Handbook of emotions*. The Guilford Press.
- Matsumoto, D., & Hwang, H. C. (2014). Judgments of subtle facial expressions of emotion. *Emotion*, 14(2), 349-357.
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W., & Perry, R. P. (2002). Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research. *Educational psychologist*, 37(2), 91-105.
- Rozin, P., & Cohen, A. B. (2003). High frequency of facial expressions corresponding to confusion, concentration, and worry in an analysis of naturally occurring facial expressions of Americans. *Emotion*, 3(1), 68-75.
- Silvia, P. J. (2010). Confusion and interest: The role of knowledge emotions in aesthetic experience. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4(2), 75-80.
- Sokal, R.R. and Michener, C.D. (1958) A Statistical Methods for Evaluating Relationships. *University of Kansas Science Bulletin*, 38, 1409-1448.

從先備知識的角度探討遊戲式英語造句學習之影響

An Investigation of the Influences of Joyful English Sentence-making Learning: A Prior Knowledge Approach

謝以諾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】 為解決華人在英語寫作上發生中式英語的問題，本研究利用數位遊戲式學習幫助他們學習英語造句，以增加學習動機，並提供鷹架來減少學習中的挫敗感。實證研究的結果顯示，高先備者的任務分數高於低先備者。然而，兩者的後測分數並沒有差異。另一方面，高先備者在執行容易的任務時，若使用的提示次數越多，則後測的表現越好。而低先備者在執行困難的任務時，若使用的提示次數越多，則進步的幅度越高。也就是說，提示的使用頻率和學習成效有密切關係，但是高低先備者所呈現的密切關係在不同方面。

【關鍵字】 英語造句；數位遊戲式學習；鷹架

Abstract: To help Chinese overcome the problem of Chinese English in academic English, this study used digital game-based learning to help students learn English sentence-making. On the other hand, scaffolding can reduce students' frustration. To this end, this study developed a Joyful English sentence-making learning system by integrating digital games and scaffolding together. Our results showed that the task score of high prior knowledge learners (HPK) were higher than those of low prior knowledge learners (LPK) but no differences were found for the post-test scores. Furthermore, the more scaffolding hints HPK used, the higher post-test scores they obtained. Conversely, the more scaffolding hints LPK used, the higher gain scores they obtained. In other words, there were close relationships between learning performance and usage frequencies of scaffolding hints. However, such close relationships found in LPK were different from those found in HPK.

Keyword: English sentence-making, Digital game-based learning, Scaffolding

1. 前言

英語是重要的國際語言(Mohammed, 2018)，然而學習英語會受到文化差異的影響，這種影響也發生在華人地區，學生會用中文文法規則進行英文寫作(Yu & Wei, 2021)，導致他們的英語寫作不像是正確的英語文章。此種不正確性會阻礙發揮語言的真正作用(Zhu, 2020)。有鑑於此，本研究發展了一種機制，也就是英語造句學習系統。英語造句學習乃是屬於英語學習的其中一部份，在學習英語過程中，缺乏動機是最常見的問題(Elaish, Ghani, Shuib, & Al-Haiqi, 2019)。

過去實證研究的結果顯示，遊戲式學習可以提升學習者的學習動機。例如，Tapingkae, Panjaburee, Hwang 和 Srisawasdi (2020)發展了一個情境遊戲式學習系統，透過學習動機問卷回應得知，情境遊戲式學習組的內在動機評分顯著大於傳統教學學習組。除了學習動機之外，遊戲式學習也能增加學習者的學習成效。例如，Park, Kim, Kim 和 Yi (2019)利用射箭遊戲幫助大學生學習英語單字，實證研究的結果顯示，有遊戲獎勵組的學習成效優於沒有遊戲獎勵組的學習成效。上述的實證研究結果可以提升學習動機和學習成效，然而，遊戲式學習仍有可能讓學習者有挫敗感，因為知識的不足會影響人機互動(Lazar, Jones, Hackley, & Shneiderman, 2006)，進而也會阻礙學習者與遊戲式學習的互動，為減輕這種阻礙，有需要為學習者提供鷹架。鷹架乃是可以帮助學生完成超越他們能力的任務之機制，而學生在被幫助的過程中逐漸發展出可以獨力

完成任務的技能(Rogoff, 1990)，而在完成任務的過程中，適當的鷹架可以激勵他們繼續執行任務(Chen & Law, 2016)，進而減少他們的挫敗感(Sun, Chen, & Chu, 2018)。

上述研究顯示遊戲式學習和鷹架皆能減少學習中產生的挫敗感，因此本研究整合遊戲式學習與鷹架開發了一套遊戲式英語造句系統。由於這種整合，本系統包含了多個元素。在另一方面，學習者之間存在著個體差異，因此不同的學習者可能喜歡不同的學習方法(Hickendorff, Edelsbrunner, McMullen, Schneider, & Trezise, 2018)，而在眾多的個體差異中，先備知識是其中的一種，先備知識不僅包括所有塑造學習者身分和認知功能的全部經驗(Cummins, 2007)，甚至也會影響學習者從錯誤事件中的學習(Arguel & Lane, 2015)，進而影響學習成效。例如，Yang 和 Quadir(2018)發展了一個角色扮演的教育遊戲，此教育遊戲幫助小學生學習英語單字，他們實證研究的結果顯示，高先備組的學習表現較低先備組良好，而且後者比前者呈現較高的焦慮。

有鑑於此種影響，本研究之目的有二，其一是整合遊戲式學習與鷹架開發一個遊戲式英語造句系統，其二是以實證研究來探討先備知識對使用系統的影響，此兩個目的也呼應了本研究的貢獻，第一個目的之貢獻在數位學習領域，而第二個目的之貢獻在人機互動領域，換句話說，本研究是一個跨領域的研究，在數位學習領域和人機互動領域皆有所貢獻。

2. 遊戲式英語造句學習系統

本研究運用遊戲式學習開發了一套英語造句學習系統，以增加愉悅感。在與此系統互動過程中，學習者必須完成遊戲任務與學習任務(圖 1)。前者包括初級(60 個空格)、中級(100 個空格)和高級(140 個空格)等三個階段，以能由易到難的學習英語造句。在每一個階段，學習者須根據句意、每一個推薦字的屬性及文法概念來將推薦字嵌入句子。然而，推薦字中存在著混淆字，所以須利用交換的方式來排除混淆字，此外，在此階段也可以透過反覆檢查來修正句子。

後者的任務乃是藉著牌七遊戲來增進趣味性。最初，學習者及三位虛擬競爭者皆各有 13 張手牌，但各自都看不到對方的手牌。每回合學習者須根據檯面上的花色及數字打出一張適當的手牌，若沒有任何一張適當的手牌能出，則須蓋一張手牌。當學習者和所有對手皆沒有任何手牌時，表示遊戲結束。綜上所述，本遊戲式英語造句學習系統具有如下的特色：

- 給予多樣控制權：在作答題目時，學習者有自我控制權來決定學習任務進行的順序。更明確地說，學習者可以選擇自己想要先開始的句子，也可以決定從句子中的某一個單字開始，也就是他們可以自行決定要採用線性或非線性的方式來作答。
- 提供不同的鷹架：此系統具有五種提示輔助(表 1)及一個檢查答案的工具，前者用於幫助學習者明瞭推薦字的屬性，以減輕答題的困難；後者讓學習者在答題時，可以修改、反覆檢查答案。然而在使用提示時，須付上扣分的代價，以避免依賴與濫用。
- 多重管道的幫助：在進行學習任務時，學習者可以透過兩種感官上的方式學習：看及聽。更詳細地說，學習者可以透過查看句子翻譯進行重組句子，也可以透過聆聽句子的方式進行重組句子。換句話說，系統提供兩種不同感官的管道來幫助學習者學習。



圖 1 學習任務畫面

項目	功能	扣分
中文提示	提供測驗相關的單字中譯	10
詞性提示	提供測驗相關的單字詞性	10
位置提示	提供單字的正確位置	50
句意提示	提供句子的中譯	30
語音提示	提供句子的英文語音	100

表 1 提示輔助說明

3. 研究方法

3.1. 實驗流程

30 名台灣北部大學研究生參與本研究，參與者皆具有基礎的英文知識和電腦操作能力。在實驗開始前，根據他們課堂上測驗成績的平均值，將學習者分為高先備者與低先備者。因此，有高先備者 16 名與低先備者 14 名。隨後，30 名學習者會先進行四個英語造句的前測。之後，學習者透過電腦操作「遊戲式英語造句學習系統」，操作時間為 100 分鐘。其流程依序為先執行遊戲任務，再執行學習任務。在實驗結束後，受測者會再進行一次後測，其類型和題目數量皆與前測相同，但內容不同。藉以觀察受測者在與英語造句學習系統互動前後的差異。

3.2. 資料分析

本研究採用量化分析的方式，進一步來說，獨立變數為先備知識，而依賴變數為測驗分數與任務分數，前者滿分為 100 分，而後者則是按照答對格數來計分，而每一格答對的分數為四分。獨立 t 檢定將會被應用來檢驗高低先備者在測驗分數與任務分數上是否有顯著差異，另外，皮爾森相關將會被應用來檢驗前測、後測及進步分數與每一階段的任務分數和使用提示次數之關係。另外，成對 t 檢定將會被應用來檢驗每一階段任務之得分是否有顯著差異。

4. 結果與討論

4.1. 先備知識的獲益

高先備者在前測($t=3.863, p<.01$)或初級($t=5.950, p<.001$)、中級($t=3.666, p<.01$)和高級($t=2.666, p<.05$)學習任務所獲得的分數皆高於低先備者。然而兩者的後測分數並沒差異($t=1.561, p=.130$)，此顯示出先備知識有益於執行學習任務，但卻不影響他們後測的成效。另一個有趣的發現是低先備者在前測($SD=22.073$)、後測($SD=18.174$)、進步分數($SD=19.103$)的標準差皆高於高先備者。但是在初級($SD=45.913$)和中級($SD=91.832$)的任務分數上，高先備者的標準差卻高於低先備者。換言之，低先備者分數的歧異性出現在前測、後測、進步分數上，而高先備者分數的歧異性則顯示在初級和中級的任務分數上。可是在高級的任務分數上，兩者的標準差卻相似。另外高先備者的前測分數越高時，他們初級($r=0.660, p<.01$)和中級($r=0.645, p<.01$)的任務分數也就越高，而低先備者的前測分數越高時，他們在高級的任務分數也就越高($r=0.568, p<.05$)。前述的結果意味著先備知識對高先備者完成比較容易的任務有幫助，而先備知識對低先備者完成比較困難的任務有幫助。

4.2. 學習任務的成長

低先備者在前後測的進步分數大於高先備者($t=3.317, p<.01$)，也就是低先備者能夠有比較大的進步。另一方面，高先備者的初級($r=0.578, p<.05$)和中級($r=0.645, p<.01$)學習任務分數越高時，他們的後測分數也就越高。此顯示出低先備者和高先備者都可以從學習任務中獲得成長，但是他們的成長在不同的方面。此外，他們的成長也反映在每一個學習任務之間，當高先備者的初級的任務分數越高時，他們的中級任務分數也就越高($r=0.776, p<.001$)，而低先備者的中級任務分數越高時，他們在高級任務分數也就越高($r=0.622, p<.05$)。這些結果顯示高先備者和低先備者的正向關聯出現在不同的任務型態，前者出現在比較容易的任務，而後者出現在比較困難的任務。此結果和前述章節 4.1 的結果一致，也就是任務的困難度扮演一個關鍵性的角色。

4.3. 提示中得到的幫助

皮爾森的相關結果顯示，在執行初級學習任務時，當高先備者的前測分數越高，他們使用提示的頻率也就越多($r=0.655, p<.01$)，而前述章節 4.1 的結果顯示他們前測分數越高時，他們在初級任務所獲得的分數也就越高($r=0.660, p<.01$)此意味著高先備者的先備知識不僅和他們的任務成效有關，也與他們的學習行為息息相關。從皮爾森相關性獲得的另一個有趣發現是低先備者使用提示的頻率越多時，則進步的分數越多($r=0.636, p<.05$)。而高先備者使用提示的頻率越多

時，則後測分數越高($t=0.767, p<.01$)。此意味著頻繁地使用提示可以提升學習成效，只是高低先備者有不同方面的提升，高先備者出現在後測分數上，而低先備者則顯示在進步分數上。

5. 結論

本研究旨在探討先備知識對於使用遊戲式英語造句學習系統的影響，包括學習成效、任務成長及提示幫助。關於學習成效，英語先備知識有助於執行學習任務，但卻無助於後測的表現。另一方面，先備知識對高先備者完成容易的任務有幫助，卻對低先備者完成困難的任務有幫助。關於任務成長，高先備者在容易的任務之間出現了正向的關聯，而低先備者卻在困難的任務之間出現了正向的關聯。關於提示幫助，低先備者使用提示的頻率越多時，則進步的分數越多。而高先備者使用提示的頻率越多時，則後測分數越高。簡言之，本研究呈現豐碩的結果，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。

參考文獻

- Arguel, A. & Lane, R. (2015). Fostering deep understanding in geography by inducing and managing confusion: An online learning approach. *Globally connected, digitally enabled. Proceedings ascilite 2015* (pp. 22–26).
- 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.
- Cummins, J. (2007). Rethinking monolingual instructional strategies in multilingual classrooms. *Canadian journal of applied linguistics*, 10(2), 221-240.
- Elaish, M. M., Ghani, N. A., Shuib, L., & Al-Haiqi, A. (2019). Development of a Mobile Game Application to Boost Students' Motivation in Learning English Vocabulary. *Ieee Access*, 7, 13326-13337.
- Hickendorff, M., Edelsbrunner, P. A., McMullen, J., Schneider, M., & Trezise, K. (2018). Informative tools for characterizing individual differences in learning: Latent class, latent profile, and latent transition analysis. *Learning and Individual Differences*, 66, 4-15.
- Lazar, J., Jones, A., Hackley, M., & Shneiderman, B. (2006). Severity and impact of computer user frustration: A comparison of student and workplace users. *Interacting with Computers*, 18(2), 187-207.
- Mohammed, M. H. (2018). Challenges of learning English as a Foreign Language (EFL) by non-native learners. *International Journal of Social Science and Economic Research*, 3(4), 1381-1400.
- Park, J., Kim, S., Kim, A., & Yi, M. Y. (2019). Learning to be better at the game: Performance vs. completion contingent reward for game-based learning. *Computers & Education*, 139, 1-15.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Oxford University Press.
- Sun, C. T., Chen, L. X., & Chu, H. M. (2018). Associations among scaffold presentation, reward mechanisms and problem-solving behaviors in game play. *Computers & Education*, 119, 95-111.
- 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.
- Yang, J. C., & Quadir, B. (2018). Effects of Prior Knowledge on Learning Performance and Anxiety in an English Learning Online Role-Playing Game. *Educational Technology & Society*, 21(3), 174-185.
- Yu, Z., & Wei, H. (2021). On the Role of Chinese-English Translation Skills in College English Writing. *Research Journal of English Language and Literature*. 9(1)
- Zhu, D. (2020). Analysis of the Causes of College Students' Chinese English and Countermeasures. *Journal of Jilin Institute of Chemical Technology*, 37(2), 5-8.

從先備知識的角度探討邁向適性化三層式測驗之影響

Toward Adaptive Three-Tier Tests: An Investigation of the Effects of Prior Knowledge

游佳學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】 為評量學習者是否對英語文法規則正確的理解及活用這些規則，本研究提出了新型的三層式測驗，包括主要問題、原因題及進階題。原因題可以用來評量學習者是否有正確的理解，而進階題則是可以檢視他們是否能夠活用所學到的概念。另外，本研究的結果顯示出，高先備者的表現優於低先備者出現在兩個部分，第一個部分是出現在進階題，第二個部分則是出現較為複雜且沒有主要問題與原因題引導的測驗模式。簡言之，高低先備者的差異會與先備知識、測驗複雜度及測驗模式密切相關。因此，要建立一個適性化的三層式測驗，必須要考慮此三個項目。

【關鍵字】 先備知識；英語文法；三層式測驗

Abstract: To assess whether students had correct understandings of English grammar rules and make the best use of such rules, this study proposed a new three-tier test, which included main questions, reason questions and advanced questions. The reason questions and advanced questions were applied to assess students' understandings and the use of grammar rules, respectively. Furthermore, our results showed that high prior knowledge learners were superior to low prior knowledge learners in two aspects. One aspect was found the advanced questions. The other aspect was shown in the complex test mode without preliminary guidance from the main questions and reason questions. Briefly, prior knowledge, test complexity and test modes are three items, which need to be addressed in adaptive three-tier tests.

Keywords: Prior Knowledge, English Grammar, Three-Tier Test

1. 前言

過去測驗英語的方式多為選擇題，例如，選擇題就被用在 Hong, Hwang, Liu 和 Tai (2020) 的研究中，學習者需和組員一起提出英語文法的選擇題，而再由老師來鑑定這些題目文法的正確性，之後其他組別再透過遊戲來回答學生所出的英語文法選擇題。然而，選擇題是可以讓學習者猜測答案的，也就無法真正評量他們的學習成效。因此就有雙層式測驗的誕生，我們過去的研究(Yang, Chen, & Hwang, 2015)開發了雙層式測驗，來檢視大專生的程式技巧，在此雙層式測驗中，在第一層，學習者需從三個或四個選項中，選出一個正確答案，而在第二層則是需選出此答案的原因。另外，以實證研究比較雙層式測驗和傳統式測驗的差異，結果指出雙層式測驗可以讓學習者展現較好的學習成效，並且從學習者的行為模式，也發現雙層式測驗確實可以幫助他們複習所學到的知識。

在之後，又有研究提出三層式測驗，例如，Cheung 和 Yang (2018)為香港與台灣的五、六年級學習者開發了一個三層式數學測驗，此測驗的第一層和第二層與前述(Yang et al., 2015)之雙層式測驗相同，也就是分別為選出答案和選出答案的原因。而第三層則是用來調查學習者對所給予的答案和原因之信心程度。此類型的三層式測驗，也用在 Yang 和 Sianturi (2021) 的研究，他們的研究結果顯示學習者展現出高度的信心，但卻又有相當大的錯誤理解。該研

究的結果透露了信心與知識的理解程度並沒有對等的關係，因為信心只是一種心理狀態 (Sumarsono & Amin, 2019)，這種心理狀態並不能偵測學習者是否對該題目的概念有錯誤的理解 (Cheung & Yang, 2018)，所以也不確定他們是否能活用概念。

然而，現今三層式測驗的第三層卻多著重在信心層次，而沒有考慮到學習者是否能活用概念，針對此問題，本研究提出另一個新類型的三層式測驗，在此新類型的三層式測驗，加上了進階題，以便觀察他們是否可以活用英語知識。換句話說，本研究的三層式測驗包含主要問題、原因題及進階題。這些不同類型的題目乃是用來診斷學習成效的不同面向，另一方面，學習者也具有不同的特質，所以需要考慮適性化，在邁向適性化的三層式測驗之前，先需要探討個體差異性 (Cheng, Chen, & Chen, 2021)。在各種不同的個體差異性中，先備知識是其中一個重要的個體差異性，先備知識乃是指一個人在開始學習過程之前，對某一個任務所擁有的全部相關知識 (Wirth, 2004)。

因此，先備知識對學習有很大的影響，尤其在學習成效方面。例如，在 Li (2019) 的研究中，程式課程的影片被上傳至教學平台，學生在觀看影片後，需根據影片來回答問題，此外也調查高先備者與低先備者在使用此影片的學習表現。調查的結果指出，不論在期中考試或回答問題的狀況，高先備者的學習表現均顯著優於低先備者。此外，Zambrano, Kirschner, Sweller 和 Kirschner (2019) 藉著數學課程探討先備知識如何影響學習者在個人型的學習任務及合作型的學習任務之表現，結果指出，不論是哪一種學習任務，具有先備知識的學習者的表現均優於未具有先備知識的學習者。除了程式和數學課程之外，先備知識也可以用來探討學習者在科學與英語的表現。例如，Shangguan, Gong, Guo, Wang, & Lu (2020) 設計了「閃電如何形成」的學習動畫短片，參與者均會在觀看短片後，進行與短片有關的測驗，並分析高先備者和低先備者的學習成效，包含保留測驗與遷移測驗，結果指出高先備者的遷移分數略高於低先備者，而保留測驗分數則是沒有差異。次年，Huang, Yang 和 Chen (2021) 用數位遊戲式學習幫助小學生學習英語字彙，包括緊密式與耦合式。結果指出，在緊密式學習的情境下，高先備者在後測的表現顯著高於前測，但低先備者並沒有這種顯著差異。然而，在耦合式學習的情境下，兩種學習者的後測表現皆顯著高於前測，可是高先備者的進步分數卻顯著高於低先備者。

以上研究均指出，即使在不同的領域下，先備知識對於學習者的學習表現是有相當影響的，因此，我們將進行實證研究，而此實證研究所要探討的研究問題：「不同先備知識的學習者在我們所提出的三層式測驗表現有何差異？」，而與過去大部分的實證研究不同之處在於本研究也考慮題目複雜度，由於學習者的學習能力會受內容複雜度的影響 (Kaur, Kalid, & Sugathan, 2021)。所以在此實證研究，我們將進行兩次測驗，此兩次測驗的題目有不同複雜度。換句話說，此實證研究考慮到多項變數，所以我們不僅使用一般的統計分析，也使用了序列分析，序列分析乃是透過檢查互動的紀錄，來確認某一個行為順序是否有顯著發生的情況 (Bakeman & Quera, 2011)。

根據此定義可知，序列分析能夠瞭解行為的順序關係，所以針對上述的研究問題，本研究將藉著序列分析來發掘：(1) 三層式測驗中，各類題型之答題狀況，(2) 兩次不同複雜度測驗中，答題狀況的差異，(3) 答題狀況和測驗分數的因果影響。所以本研究的貢獻乃是多面向的，共有應用、理論和方法三個面向。在應用方面，本研究提出了包含進階題的三層式測驗。在理論方面，本研究不僅可以幫助研究者理解先備知識對三層式測驗的影響，也能夠幫助教學者如何面對不同複雜度的學習內容來引導學生。在方法方面，本研究使用序列分析來發掘題型、複雜度、答題狀況和測驗分數間所隱藏的關係。

2. 三層式測驗

英語文法是指將單字和幾組單字連結在一起而產生有意義句子的規則(Refnita, 2013)。準確的英語文法對學術英語寫作而言是非常重要的(Jones, Myhill, & Bailey, 2013)，有鑑於此，我們需要有效的機制來評量學生是否對英語文法有正確的理解，針對這個需要，本研究提出了一個新類型的三層式測驗，此測驗由三種題型組成，包括主要問題、原因題(圖 1)及進階題(圖 2)，詳述如下：

- 主要問題：會呈現一個有文法錯誤的英語句子，學習者需判斷這個句子中包含多少文法錯誤。
- 原因題：為了確認學習者是否真正地理解呈現在主要問題的文法錯誤，他們需指出每一個錯誤的原因。
- 進階題：為了瞭解學習者是否能活用文法概念，此題型會以克漏字的方式來呈現，也就是一個有空格的英語句子，然後他們須根據文法規則選出適當的選項。此外，進階題又分為進階題(一)和進階題(二)，前者與每一個主要問題和原因題相關，而後者則與主要問題和原因題無關。



圖 1 主要問題及原因題

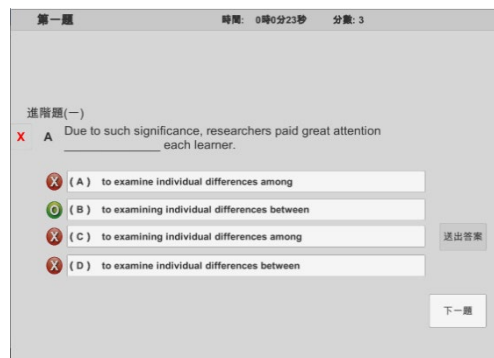


圖 2 進階題

上述的三個題型出現在 15 組文法題目及兩個進階題(二)，而每一個題目均為單選題，且有四個選項。在每題作答完後，學習者能立即獲得回饋，此回饋可以幫助學習者明瞭所給予的答案是否正確，進而可以檢視自己的文法觀念。值得一提的是，進階題是屬於較為有變化的困難題目，所以學習者被給予控制權來決定何時要做這些較為困難的題目。也就是說，他們被提供以下兩種模式：

- 模式(一)：學習者作答完一個主要問題與原因題之後，便作答進階題(一)，然後所有的主要問題、原因題及進階題(一)完成之後，才開始進階題(二)。
- 模式(二)：學習者在作答完全部的主要問題與原因題後，再進行進階題(一)，然後開始作答進階題(二)。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究以 30 名台灣北部大學之研究生為研究對象，參與者皆具有基礎英語能力，並具有基本的平板電腦操作能力，故所有參與者皆可以順利操作我們所提出的三層式測驗。

3.2. 實驗程序

本研究採準實驗的方法，也就是在真實的教學現場進行(即北部某大學研究所學術英語的課程)，在實驗開始之前，學習者被給予三週的英語文法講授，每週的英語文法講授之後，則會讓學生做一個英語文法練習，根據學習者的練習成績之平均值，將他們區分為 14 位高先備者與 16 位低先備者。然後在第四週和第五週透過平板分別進行第一次和第二次的三層式測驗，其流程依序為主要問題、原因題、進階題。第一次與第二次所進行的流程、題型及題目數量皆一樣，但此兩次題目所包含的文法概念並不一樣，也就是第二次題目所評量的文法概念較第一次複雜，更明確的說，前者的每一題涵蓋多個文法概念，而後者的每一題只針對單一個文法概念，藉此複雜難度的差異，以觀察在此兩次的測驗中，高先備者與低先備者在測驗分數及答題狀況的差異。

3.3. 資料分析

本研究之資料分析將會透過量化分析的方式進行，進一步來說，獨立變數為先備知識，而依賴變數為測驗分數與答題狀況，前者的滿分為 100 分，而後者則是每一題有答對和答錯兩種狀況。關於前者，獨立 t 檢定將會被應用來檢驗高先備者和低先備者之得分是否有顯著差異，另外，成對 t 檢定將會被應用來檢驗第一次測驗與第二次測驗之得分是否有顯著差異。關於後者，則是序列分析將會被用來檢視在每一次測驗中，三種題型答對和答錯的順序關係。

4. 結果與討論

4.1. 測驗分數

獨立 t 統計用來檢定高先備者和低先備者在各類題型是否有顯著差異，包括第一次測驗(表 1)和第二次測驗(表 2)。在第一次測驗中，高先備者和低先備者的顯著差異只有出現在進階題(一)，更明確的說，在進階題(一)，高先備者所獲得的分數顯著高於低先備者。然而，在其他題型方面，高先備者和低先備者並沒有顯著差異。在第二次測驗中，除了進階題(二)之外，其餘題型均有顯著差異，也就是在主要問題，原因題和進階題(一)，高先備者所獲得的分數皆顯著高於低先備者。可是在進階題(二)，兩者的分數雖然沒有顯著差異，但卻出現一個有趣的發現。也就是有較大標準差出現在進階題(二)的表現(表 1、表 2)，包括高先備者和低先備者，此意味著所有學習者在進階題(二)的表現有較大之歧異性。如前所述，進階題(二)與主要問題和原因題無關，換句話說，在沒有主要問題和原因題的引導之下，學習者所得到的分數就有較大的差距。

表 1 高先備者與低先備者在第一次測驗分數的差異

題型	學習者	樣本數	平均數	標準差	t	p
主要問題	高先備	14	58.10	13.94	2.004	.055
	低先備	16	48.75	11.60		
原因題	高先備	14	72.38	19.20	1.648	.110
	低先備	16	61.67	16.42		
進階題(一)	高先備	14	71.43	15.57	3.193	.003**
	低先備	16	55.42	11.85		
進階題(二)	高先備	14	50.00	33.97	0.769	.448
	低先備	16	40.63	32.76		

** $p < 01$

表 2 高先備者與低先備者在第二次測驗分數的差異

題型	學習者	樣本數	平均數	標準差	<i>t</i>	<i>p</i>
主要問題	高先備	14	69.05	18.23	3.019	.005**
	低先備	16	50.42	15.58		
原因題	高先備	14	78.10	15.57	4.938	.000***
	低先備	16	47.50	18.03		
進階題(一)	高先備	14	72.86	10.28	7.100	.000***
	低先備	16	42.08	13.05		
進階題(二)	高先備	14	85.71	30.56	1.950	.061
	低先備	16	62.50	34.16		

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

上述的結果顯示出第二次測驗的結果和第一次測驗的結果非常相異，由於這種相異性，我們另外用成對 *t* 統計來檢定高先備者(表 3)和低先備者(表 4)在兩次測驗的分數上是否有顯著差異，包括主要問題、原因題、進階題(一)和進階題(二)。在比較高先備者的兩次測驗分數之後，發現唯一的差異是第二次測驗進階題(二)所獲得的分數顯著高於第一次測驗進階題(二)，而低先備者也有出現類似的結果。另一個高低先備者相似的結果是在兩次測驗中，從主要問題所獲得的分數並沒有顯著差異，可是低先備者的其他結果則和高先備者大為不同。此不同的結果很令人意外，因為低先備者在第二次原因題及進階題(一)所獲得的分數皆顯著低於第一次原因題及進階題(一)。

此令人意外的結果可能可以用來解釋為什麼在第一次測驗中，高低先備者的差異只有出現在進階題(一)，可是在第二次測驗中，除了進階題(二)之外，高低先備者在其他題型皆有顯著差異，此乃是因為低先備者在第二次測驗有退步，尤其是原因題及進階題(一)。而第二次測驗較第一次測驗複雜，這意味著低先備者在作答複雜的英語文法題目時，有可能知其然而不知其所以然，也就是他們無法確切知道答案背後的原因，這顯示出他們對英語文法欠缺深入的了解，因此在有變化的進階題(一)就無法給予正確的答案。

表 3 高先備者在兩次測驗中測驗分數的差異

題型	測驗	平均數	標準差	<i>t</i>	<i>p</i>
主要問題	第一次	58.10	13.943	-2.161	.050
	第二次	69.05	18.230		
原因題	第一次	72.38	19.191	-1.279	.223
	第二次	78.10	15.565		
進階題(一)	第一次	71.43	15.565	-.355	.729
	第二次	72.86	10.283		
進階題(二)	第一次	50.00	33.968	-3.680	.003**
	第二次	85.71	30.562		

*** $p < .001$

表 4 低先備者在兩次測驗中測驗分數的差異

題型	測驗	平均數	標準差	<i>t</i>	<i>p</i>
主要問題	第一次	48.75	11.602	-0.393	.700
	第二次	50.42	15.581		
原因題	第一次	61.67	16.421	2.847	.012*
	第二次	47.50	18.033		
進階題(一)	第一次	55.42	11.854	3.464	.003**
	第二次	42.08	13.046		
進階題(二)	第一次	40.63	32.755	-2.150	.048*
	第二次	62.50	34.157		

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

4.2. 答題狀況

表 5 和表 6 呈現序列分析的結果，從表 5 可知，學習者在作答進階題(二)有兩種情況，第一種情況是他們可以連續答對，在另一種情況，他們會在第一題作答錯誤，之後在第二題作答正確或錯誤，也就是說，他們可能會連續作答錯誤。第一次測驗和第二次測驗皆有上述的兩種情況，換句話說，兩次測驗作答進階題(二)的情況乃是類似的。如前所述，第二次測驗較第一次測驗複雜，可是此結果透露出題型複雜度並不會影響到此部分的答題狀況。另外，值得一提的是，進階題(二)屬於獨立的最後兩題，而且他們的題型較具變化性，也並沒有回答主要問題與原因題經驗的幫助，此意味著在回答沒有經驗的變化性題目時，複雜度的影響就變得微乎其微。

學習者在選擇測驗模式後，在第一題主要問題的作答情況有兩種。第一種是在第一次測驗或第二次測驗中，選擇了模式(一)時，高先備者和低先備者皆可以在第一題主要問題答對(表 5)。第二種是在第二次測驗中選擇模式(二)時，僅有高先備者可以在第一題主要問題答對(表 6)，換句話說，低先備者卻沒有顯示這種跡象，此意味著低先備者在選擇模式(二)開始作答時，沒有模式(一)的優勢，此結果可以解釋為什麼低先備者在第二次測驗時退步。

表 5 全體學習者答題狀況

	第一次	第二次
相同 狀況	<ul style="list-style-type: none"> ● 開始→測驗說明→測驗模式(一)→主要問題答對 ● 開始→測驗模式(一)→主要問題答對 ● (主要問題答對/答錯)→(原因題答對/答錯)→(進階題(一)答對/答錯)→(主要問題答對/答錯) 	
相異 狀況	<ul style="list-style-type: none"> ● 進階題(二)答對→進階題(二)答對→離開系統 ● 進階題(一)答錯→進階題(二)答錯→(進階題(二)答對/答錯)→離開系統 ● 開始→測驗說明→測驗模式(二)→主要問題答對 ● 開始→測驗模式(二)→主要問題答對 	<ul style="list-style-type: none"> ● 進階題(二)答錯→進階題(二)答對→進階題(二)答對→離開系統 ● 進階題(二)答錯→(進階題(二)答對/答錯)→離開系統 ● 開始→測驗模式(二) ● 無

表 6 高先備者與低先備者獨有答題狀況

第一次		第二次	
高先備者	低先備者	高先備者	低先備者
● 測驗模式(一)→主要問題答錯	無	● 進階題(一)答錯→進階題(二)答錯	● 進階題(二)答對→進階題(二)答錯
● 進階題(二)答對→進階題(二)答錯		● 測驗模式(二)→主要問題答對	● 測驗模式(二)→主要問題答錯
● 測驗說明→測驗說明			

5. 結論

本研究的貢獻之一為提出一個新類型的三層式測驗，包括主要問題、原因題及進階題。而本研究所探討的問題：「不同先備知識的學習者在我們所提出的三層式測驗表現有何差異？」，故本研究的貢獻之二為進行實證研究，並以傳統統計及序列分析來為此研究問題找出全面性的答案。如圖 3 實證研究結果的概念圖顯示，先備知識、測驗複雜度及測驗模式皆是有影響性的因素。關於先備知識，高先備者在兩次進階題(一)的表現皆優於低先備者。關於測驗複雜度，高低先備者在第一次測驗的顯著差異只有出現在進階題(一)，而在第二次測驗顯著差異則出現在多處，包括主要問題、原因題及進階題(一)，此乃是由於第二次測驗的內容較第一次測驗的內容複雜。關於測驗模式，不論高低先備者，他們在第一次測驗與第二次測驗中，選擇測驗模式(一)時，均能夠答對第一題主要問題，然而，在第二次測驗時，選擇測驗模式(二)時，高先備者仍然可以答對第一題主要問題，可是此狀況並沒有發生在低先備者。

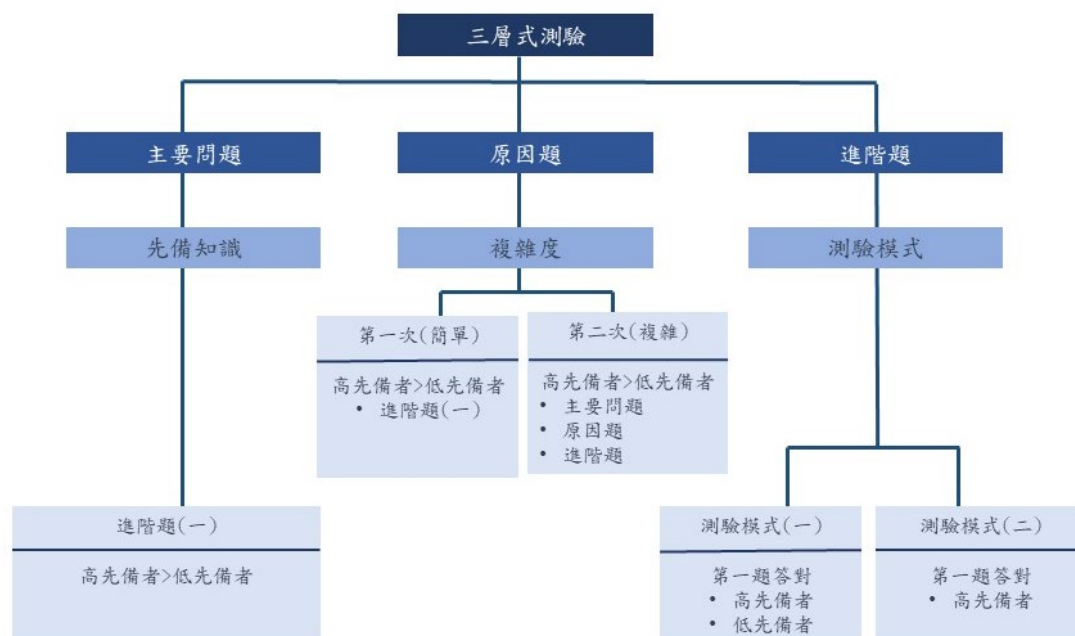


圖 3 實證研究結果概念圖

綜言之，本研究不僅有多重的貢獻，並且也從實證研究當中獲得了豐碩的結果，此結果可以幫助設計者開發能兼顧個別差異性的適性化三層式測驗或其他數位學習工具。然而，本研究也存在著限制，就是僅考慮一個人因，即是先備知識，另外樣本數亦較少，期望在未來研究中能夠考慮到更多人因，例如，性別差異與認知風格等因素，並增加更多的樣本數。

參考文獻

- Bakeman, R., & Quera, V. (2011). *Sequential analysis and observational methods for the behavioral sciences*: Cambridge University Press.
- Cheng, C. Y., Chen, J. M., & Chen, S. Y. (2021). The influences of academic emotion and prior knowledge in the context of online tests. *Interactive Learning Environments*. doi:10.1080/10494820.2021.1924793
- Cheung, K. L., & Yang, D.-C. (2018). Examining the differences of Hong Kong and Taiwan students' performance on the number sense three-tier test. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 3329-3345.
- Hong, J. C., Hwang, M. Y., Liu, Y. H., & Tai, K. H. (2020). Effects of gamifying questions on English grammar learning mediated by epistemic curiosity and language anxiety. *Computer Assisted Language Learning*. doi:10.1080/09588221.2020.1803361
- Huang, B. G., Yang, J. C., & Chen, S. Y. (2021). An investigation of the approaches for integrating learning materials and digital games: a prior ability perspective. *Universal Access in the Information Society*, 20(1), 57-68. doi:10.1007/s10209-020-00710-1
- Jones, S., Myhill, D., & Bailey, T. (2013). Grammar for writing? An investigation of the effects of contextualised grammar teaching on students' writing. *Reading and Writing*, 26(8), 1241-1263.
- Kaur, K., Kalid, K. S., & Sugathan, S. (2021). *Exploring children user experience in designing educational mobile application*. Paper presented at the 2021 International Conference on Computer & Information Sciences (ICCOINS).
- Li, L. Y. (2019). Effect of Prior Knowledge on Attitudes, Behavior, and Learning Performance in Video Lecture Viewing. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(4-5), 415-426. doi:10.1080/10447318.2018.1543086
- Refnita, L. (2013). A model of integrated assessment for structure I subject at university level. *Proceedings of ISELT FBS Universitas Negeri Padang*, 1, 155-164.
- Shangguan, C. Y., Gong, S. Y., Guo, Y. W., Wang, X., & Lu, J. M. (2020). The effects of emotional design on middle school students' multimedia learning: the role of learners' prior knowledge. *Educational Psychology*, 40(9), 1076-1093. doi:10.1080/01443410.2020.1714548
- Sumarsono, D., & Amin, S. (2019). Contextual Teaching Learning (CTL) Approach towards Students' Self Confidence in Learning English; does it have any Effect? *Cordova Journal: languages and culture studies*, 9(2), 207-218.
- Wirth, J. (2004). *Selbstregulation von Lernprozessen*: Waxmann Verlag.
- Yang, T., Chen, S. Y., & Hwang, G. J. (2015). The influences of a two-tier test strategy on student learning: A lag sequential analysis approach. *Computers & Education*, 82, 366-377. doi:10.1016/j.compedu.2014.11.021
- Yang, D. C., & Sianturi, I. A. J. (2021). Sixth Grade Students' Performance, Misconception, and Confidence on a Three-Tier Number Sense Test. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(2), 355-375. doi:10.1007/s10763-020-10051-3
- Zambrano, R. J., Kirschner, F., Sweller, J., & Kirschner, P. A. (2019). Effects of prior knowledge on collaborative and individual learning. *Learning and Instruction*, 63. doi:10.1016/j.learninstruc.2019.05.011

利用機器學習繪製可移動式感興趣區域以協助探究個人化眼動歷程

Drawing dynamic regions of interest for eye movement using machine learning

王岱伊^{1*}，苗薪偉¹

¹ 靜宜大學資訊傳播工程學系

* ophelia.wang@gmail.com

【摘要】 傳統眼動研究中，常以人工方式設定研究者感興趣區域(AOI)，因此實驗場景常限制為靜態畫面或事先預載的網頁。但個人化學習活動常發生在動態情境中，因此 AOI 可能會不停地移動，此時使用人工畫 AOI 就會相當耗時。因此本研究藉由機器學習技術訓練系統認識 AOI，進而可自動化描繪出可移動式的 AOI，後續再結合眼動資料去計算眼睛落於 AOI 的時間和次數，以便計算出眼動指標，使眼動研究者可以節省資料分析的時間。

【關鍵字】 機器學習；眼動儀；感興趣區域；眼動

Abstract: The traditional eye movement analysis often takes a lot of time and manpower to complete. The reason is that it is necessary to set the AOI (area of interest) in order to obtain the eye movement indices on AOIs. In the past, the AOI was drawn manually, but many research scenarios are mostly dynamic systems, and the AOI will move, even disappear and show again. Therefore, in this study, the machine learning technology is used to train the system to recognize AOI, and then the movable AOI can be automatically depicted. Combining with eye movement data, the time and number of the eye falling on the AOI could be calculated. It would help researchers calculate the eye movement index efficiently.

Keywords: Yolo v4, eye tracker, area of interest, eye movement

1. 前言

孟子有云：「聽其言也其眸子，人焉哉」，代表眼睛不能掩蓋人的內心，眼動行為可以客觀的體現出受試者的真實歷程，因此眼動或眼蹤(eye movement or eye tracking) 資料可用以推論受試者當下的思考歷程(Baker & Loch, 1973)，且其實驗可信度較問卷調查或訪談法客觀，因此有許多研究者投入到眼動分析中，例如：唐大崙與張文瑜(2007)兩位教授分析於探索傳播研究，許峻誠與陳韋呈(2017)兩位教授分析於版式設計與美感情緒的關聯性，鄭海蓮與吳慧詩(2016)分析於眼睛看的不同學習表現是否有差異。

目前眼動分析方法大致分為三類：眼動現象分析法、時間與空間分析法、掃視路徑分析法，並且他們有上下層關係。眼動現象分析是直接以眼動現象進行分析，如掃視的震幅、速度、方向，以及凝視數量和時間，回視次數和時間，眨眼率跟瞳孔大小。時間與空間分析法是將空間與時間劃分，其劃分依據研究議題與需求，空間上的劃分，為將研究者感興趣區域切割出來，定義為「興趣區域」(Area Of Interest, AOI)；時間上的劃分，為將研究者感興趣的時間劃分多個時期或關鍵時段，定義為「興趣時段」(Period Of Interest, POI)，結合眼動現象分析的資料，就能得到各個 AOI 的平均凝視時間、凝視次數，或是不同時段的眼動歷程、關鍵時段的 AOI 的凝視時間、凝視次數。掃視路徑分析法是使用序列結構的分析的方式，掃視路徑是指眼動歷程中，「掃視」(Saccade)與「凝視」(Fixation)的組合序列，而結合時間與空間分析的資料，可以得到各個 AOI 的掃視路徑，從而去比較兩個或多個掃視路徑的相似性、差異性。

以此可以看出 AOI 對於眼動分析雖然只在三大類的其中一項，但是對於研究者在對特定議題想要分析時，各個 AOI 可以給出你所需要的資料，並且在藉由時間的劃分也能分析各時段的資料。

隨著眼動儀的改良目前市面上已經出現許多能夠直接帶出門的頭戴式眼動儀(Head mount eye tracker)，這樣讓研究眼動資料的學者可以得到更多不局限於實驗場景的資料。但也產生了許多困難，在過去研究者基本都以人工的方式去畫 AOI，所以在收集資料時大多以閱讀書本或觀看平板中的影片，這樣在繪製 AOI 才不會太過複雜，而如果要繪製一個動態的 AOI 所要耗費的時間可能會是實驗時間的兩到三倍，所以大多眼動數據的分析都需要耗費大量時間，所以眼動分析的資料才會這麼少。

由於近幾年物品識別技術的進步，透過大量的物體數據訓練神經網絡，使其具備識別功能，例如由台灣中研究資訊科學研究所廖弘源特聘研究員、王建堯博士後研究員，與俄羅斯開發者博科夫斯基(Alexey Bochkovskiy)共同研發出目前世界上最快最準的物件偵測演算法(YOLOv4)，平均正確率(Average Precision, AP)達 43.5%。YOLO 演算法應用在許多場域，例如 Cuixiao Lian(2020)等人，使用 YOLOv3 模型為了在夜間檢測荔枝能夠取得較好的檢測結果。

本研究將 YOLOv4 物品辨識的技術引入眼動資料分析中，希望藉由他檢測速度與檢測精度良好的特性去預測研究者本要繪製的 AOI 物件。系統中，先讓使用者放入想要觀察的物件類別加入辨識模組中，訓練電腦能夠自動繪製出感興趣區域。此次系統以組裝縮放機為例，藉由訓練組裝所使用的積木零件，以及組裝過程所需的教材，讓系統預測零組件後，再結合組裝規則，進而將物件結並繪製成 AOI，如此不僅能夠節省大量時間與人力，如果需要再加入新的觀察物件，只需要加入物件至辨識模組中即可。

2. 系統設計

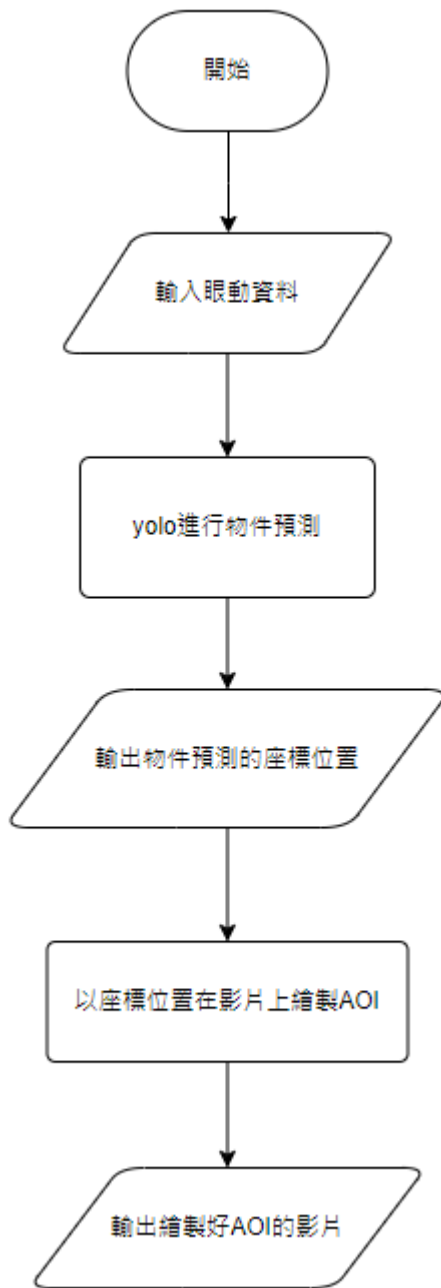
此系統主要目的為減少人力畫感興趣區域的時間和分析是否落於特定物件上，主要流程圖如圖 1 所示。因此在經過 YOLO 模型訓練後，將分為三個階段進行：(1)物件辨識、(2) 物件組裝以形成 AOI、(3)產出眼動指標。此系統第一階段將最初步的眼動影片資料放入 YOLO 中進行物件預測，如圖二、圖三，系統可識別出藍色矩形積木(model1)。第二階段透過研究者事先設定的組裝規則，將物件結合為研究者的感興趣區域 AOI，如圖四、圖五，系統將灰色長條及黃色長條積木組裝定義為 model2。最後結合眼動資料與 AOI 位置，將每幀各個預測物件的區域跟眼動資料作比較觀測眼睛是否有進入預測物件的區域，最後把停留時間作整合，分出各段時間所停留的物件為何?為了方便資料作日後分析，我們系統主要輸出掃視時間以及凝視時間和是否凝視是在特定物件上。

2.1. 系統架構

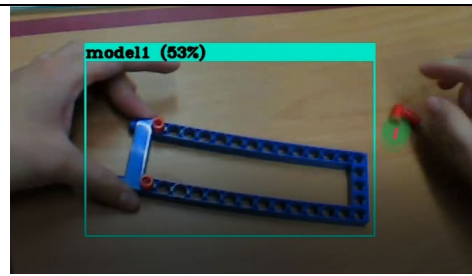
此系統開發的兩大開發工具為 OpenCV 跟 YOLOv4，OpenCV 為電腦視覺相關演算處理的 Open Source Library，幫助我們結合 YOLOv4 所訓練出的模組去畫出我們所訓練的物件位置，開發平台為 Microsoft visual studio 2017，開發語言為 python。

2.2. 訓練資料

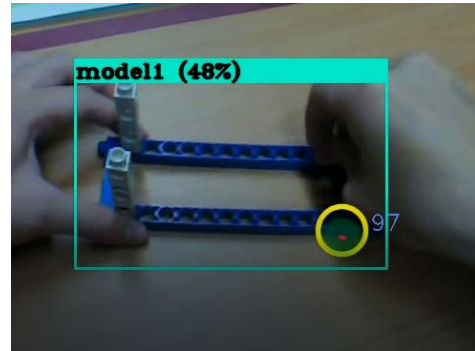
為了提升預測的準確性每個預測的零件的訓練資料都為 1500~2000 份，並且盡量與預測場景無異。並且以 Labing 工具去標註物件。這次使用的訓練素材是科學實驗組裝模型，如圖二圖三為實驗中的小零件，藍色矩形積木。



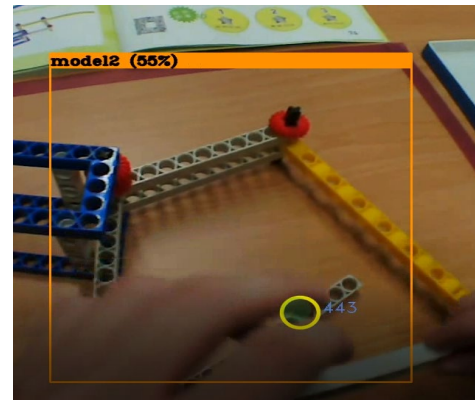
圖一 系統流程圖



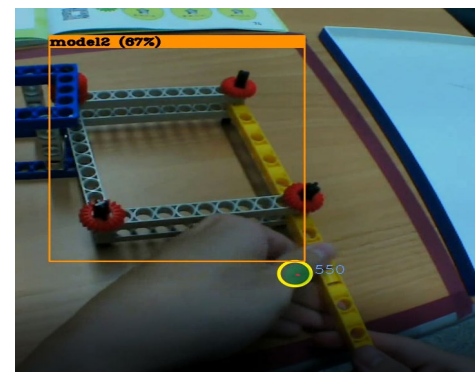
圖二 小零件預測



圖三 小零件預測



圖四 集合預測



圖五 集合預測

3. 結論

最初在製作此系統時，原先認為 yolo 可以直接辨識出零件結合而成的物件，所以往此方向去做訓練，而訓練出來時發覺即便給予的樣本數有所提升對於這種模型類的物件基本上很難去預測目前階段，而目前決定放棄讓 yolo 直接預測多個零件的集合，直接先訓練單一零件，讓他能夠準確預測後，再藉由後處理幫他合併成物件階段(即感興趣區域)。分階段的物件辨識有提高 AOI 繪製的準確度，但目前的單一物件的辨識度準確度還不構理想，推估可能是目前

的訓練資料過少，因此未來將增加訓練資料量，希望能提升系統的預測準確度。

參考文獻

- 鄭海蓮、吳慧詩 (2016)。「看得不同」等於「表現得不同」嗎？線上空間能力遊戲的眼蹤與測驗表現。 *數位學習科技期刊*，8(3)，1-28。
- 許峻誠、陳韋呈 (2017)。利用眼動追蹤技術探討版式設計與美感情緒之關聯性。 *藝術教育研究*，33，33 - 67。
- 唐大崙、張文瑜 (2007)。利用眼動追蹤法探索傳播研究。 *中華傳播學刊*，12，165 - 211。
- 黃國駿(2018)。*眼動資料之時間加權分析法*(未出版碩士論文)。國立台灣師範大學教育心理與輔導學系。
- Andersen, N. E., Dahmani, L., Konishi, K., & Bohbot, V. D. (2012). Eye tracking, strategies, and sex differences in virtual navigation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 97(1), 81-89.
- Baker, M. A., & Loeb, M. (1973). Implications of measurement of eye fixations for a psychophysics of form perception. *Perception & Psychophysics*, 13(2), 185-192.
- C. Liang, J. Xiong, Z. Zheng, Z. Zhong, Z. Li, S. Chen and Z. Yang(2020). A visual detection method for nighttime litchi fruits and fruiting stems. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105192>.

台灣地理地形教育中的擴增實境-沙盒

Augmented Reality in Geographical Terrain Education in Taiwan-AR Sandbox

楊宏明*，施如齡

國立中央大學網路學習科技研究所

ccool5151@gmail.com

【摘要】近年來教學科技不斷創新，透過各種科技輔助教育的方法提升教師教學以及學生學習的品質。本研究使用 AR 擴增實境(Augmented Reality)相關科技，在現實中搭建了實體沙盒(AR-Sandbox)，能即時在沙盒中投影出沙盒中的分層設色圖與等高線，結合國小地理相關知識並以臺灣歷史故事為背景，設計了一套學習地理地形的遊戲系統。本研究期望學習者在遊戲式學習的過程做中學，讓學習地理地形的方式從紙本的 2D 變成 3D，同時體驗沙盒帶給學習者的感官回饋，對於新知識充滿好奇心，讓學習變得有趣卻又不失去教育的目的。

【關鍵字】遊戲式學習；擴增實境；AR 沙盒；地理知識

Abstract: In recent years, teaching technology has been innovated to enhance the quality of teachers' teaching and students' learning through various technology-assisted education methods. The research uses Augmented Reality related technology to build an AR-Sandbox in reality, which can instantly project the hypsometric map and contour lines in the sandbox, and combine the knowledge of elementary school geography with the historical story of Taiwan as the background to design a game system for learning geographic and topography. This study expects learners to learn by doing through game-based learning, so that the way of learning geographical terrain can be changed from 2D to 3D in paper, while experiencing the sensory feedback brought by the AR-Sandbox, and being curious about new knowledge makes learning interesting without losing the purpose of education.

Keywords: GBL, Augmented Reality, AR-Sandbox, Geographical Knowledge

1. 研究背景與動機

在時代進步與科技的日新月異之下，學習者的學習方法變得更加多元，科技輔助教育的方式越來越廣泛，其中也包含AR擴增實境（Augmented Reality），近幾年軟硬體技術大幅提升，成本相對以往降低許多，在相關研究中，蕭顯勝等（2013）指出AR擴增實境能提升注意力與學習互動，教育上近年也積極運用AR科技。藉由科技與悅趣化學習引發學習者的好奇心，讓學習者擁有主動學習的態度。Schwartz and Heiser (2006)指出空間表示如果使用得當，可以支持閱讀、數學和科學方面的學習，本研究讓學習者進行AR-Sandbox互動體驗，沙盒中能清楚看出三維的空間概念，利用沙盒結合國小地理相關知識，並結合遊戲學習（Game-Based Learning），設計活動課程讓學習者更投入於學習當中，Vaughan et al.(2017)說過：沙盒允許用戶在 3D 環境中獲得樂趣，同時學習傳統上在講座、教科書和現場學習的主題。學生們對這項活動充滿熱情，享受學習體驗，並會推薦在未來的實驗室中使用它。AR相關產業市場蓬勃發展，手機、穿戴式裝置唾手可得，未來需求將會大增，普及率提高，本研究看中AR產業的發展潛力，不單純只是觀看虛擬環境，而是能與虛擬世界溝通、互動。AR-Sandbox直接觸摸沙子並產生改變，回饋更勝於在裝置中觀看影片，在許多國外沙盒的研究中，我們期望做出屬於自己的沙盒，充分運用它的特性，設計出一套臺灣獨特的沙盒學習遊戲課程，突顯出

臺灣的城市地形、曾經走過的歷史、以及未來的永續經營，呈現與傳統教育不同的形式學習課程，並關注學生的學習動機與態度。

2. 文獻回顧與探討

2.1. AR相關應用

近年來的新冠狀病毒 (COVID-19) 使人類被迫加速推進了元宇宙發展，元宇宙融合區塊鏈、5G、VR、AR、人工智能、物聯網、大數據等技術，主要探討虛擬世界，人類能進入元宇宙的媒介有電腦、AR/VR 眼鏡、手機等.....，其中一項的趨勢：延展實境 (Extended Reality)，簡稱 XR，結合了現實及虛擬的環境以及人機互動設備，包括了 AR 擴增實境 (Augmented Reality)、MR 混合實境 (Mixed Reality) 及 VR 虛擬實境 (Virtual Reality)，皆能讓虛擬世界強化，產生沉浸感與現實融合，亦能讓人身處在虛擬的世界當中。Mann et al.(2018)表示 VR (虛擬現實) 用模擬體驗 (虛擬世界) 代替現實世界；AR (增強現實) 允許在體驗虛擬世界的同時也體驗現實世界。

Savova (2016, June) 的研究了通過 AR Sandbox 解釋災難，結果顯示增強現實沙盒是一個向兒童展示特定信息的絕佳工具。Giorgis et al. (2017) 研究沙盒是否能提高學生的地形圖閱讀能力，雖然地形圖對一些學生來說可能是一個抽象的概念，但在沙盒中玩遊戲的體驗要普遍得多，在沙盒中，學生可以直觀地創造山丘、山谷、隕石坑等，然後改變那些地貌。Woods et al. (2016) 研究顯示學生認為在沙盒上花費的動手時間顯著增強了對河流和海岸特徵和過程的學習以及從 2D 地圖可視化 3D 景觀的能力，學生們一致認為，沙盒活動比僅僅學習地形圖更能幫助他們理解地形圖和地表特徵和過程。大部分研究表示 AR 能引起學習者的好奇心，使學習動機提高，同時也呈現許多 3D 圖幫助學生對於空間上的理解，尤其是應用在地理學科，本研究中，基於美國加州大學戴維斯分校 (UC Davis) 設計的擴增實境砂盒

(AR-Sandbox)，利用擴增實境技術將影像投影在沙子上，本研究期望在學習地理地形的過程中，能藉由沙盒的空間概念更快速理解地形樣貌。

2.2. 遊戲式學習 (Game-Based Learning)

Prensky (2001)曾說：我們的學生發生了急劇的變化。今天的學生不再是我們的教育系統旨在教授的人。遊戲式學習帶給學習者全新的體驗，增加學習動機，藉由遊戲達到教學的目的，遊戲活動中讓學生沉浸在學習場景，從而提高學習效率，Pho and Dinscore (2015)認為基於遊戲的學習不僅僅是為學生創造遊戲來玩，它正在設計可以逐步引入概念並引導用戶實現最終目標的學習活動。

數位遊戲式學習 (Digital Game-Based Learning)，各種 3C 產品普及於社現今社會，讓現代人們更方便得到數位學習途徑，Prensky (2007)曾提出多種數位遊戲式的特性，數位遊戲式學習能夠提升學習者的對於學習的興趣，明確的目標給予學習者指引，並激發學習動力。Domínguez et al. (2013) 說明遊戲化可以對學生產生巨大的情感和社會影響，因為獎勵制度和競爭性社會機制似乎在激勵他們。適度的在遊戲中加入一些機制幫助學習者有獲勝的動力，進而達成主動學習的效果。Chaney and Doukopoulos (2018)認為遊戲化的價值在於，它通過挖掘人類對競爭、遊戲和地位的需求，讓學生參與到學習過程中，通過將學習過程重新塑造成理想的體驗來激勵學生學習，而不是通過成績來激勵學生。教學方式會因為時代不斷地改革創新，要在娛樂與教育中間取得平衡，設計合適學習者的規則與內容，才能在遊戲式學習中達到最佳的效果。

3. 研究方法

3.1. 沙盒建置

要搭建一座沙盒系統，主要分為硬體跟軟體兩個部分，首先從硬體方面，沙盒設計(圖1)的基本組成是電腦、感測器、短焦投影機、還有能放置這些硬體設備和沙子的層架組，經由量測後的高度以及距離來固定硬體設備，才能組成一個完整的沙盒。而我們製作的實際沙盒(圖2)約長120公分寬70公分，沙子深度約10公分，使用的是短焦投影機ASUS S1 可攜式LED投影機(圖3)；感測器則使用Kinect V1(圖4)。

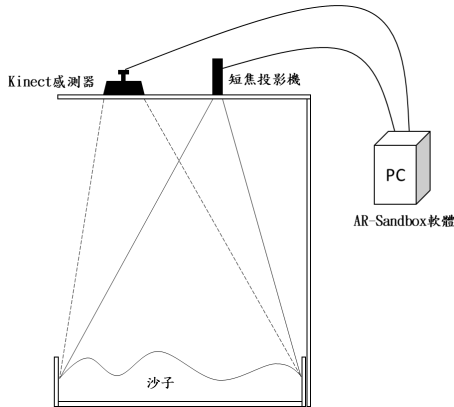


圖1、沙盒設計圖



圖2、實際沙盒俯瞰圖



圖3、ASUS S1



圖4、Kinect V1

軟體的部分使用Windows作業系統，C++開源框架：openFrameworks，本研究基於Thomas Wolf提供的沙盒軟體，使用openFrameworks 0.9.3版本，其具備基本沙盒功能，有兩個視窗分別是投影視窗以及控制視窗(圖5)，首先需要投影校準(圖6)，依照步驟將沙盒中的沙子壓平，確保從Kinect中看到深度圖像，通過在Kinect深度或顏色視圖上用鼠標繪製一個矩形來定義沙盒區域，按下Automatically Calibrate Kinect & Projector，一系列定位的棋盤圖案投影在沙盒上，當出現提示時，用一塊輕質紙板或類似的東西蓋住沙盒，一系列定位的棋盤圖案投影在紙板/盤子上，成功後將出現沙盒運行(圖7)的畫面，可以調整海平面高度、傾斜角度及其他功能等，以上是本研究使用到的原有功能，在控制視窗中可以點擊操作，我們還在控制視窗增設了以下功能：

1. 挖掘化石－(FOSSIL BUTTON)：學習者能挖掘沙子，依照設置的高度出現化石，接近目標時會有閃爍提示。
2. 蓋建築－(HOUSE BUTTON & SUSTAINABLE)：利用點擊滑鼠或是鍵盤在滑鼠的座標能建造房子，以及其他建築物。
3. 房屋毀壞：房屋被摧毀時能手動使房屋出現燃燒特效，颱風經過則會自動出現。
4. 颱風－(TYPHOON BUTTON)：出現颱風行進特效，而路徑上的房屋會呈現毀壞特效。
5. 土石流(降雨)－(MUD-ROCK FLOW)：在隨機的兩個地點出現降雨的特效。

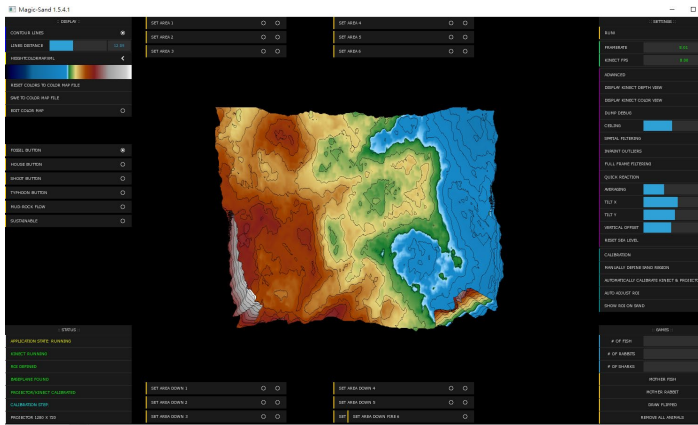


圖5、控制視窗

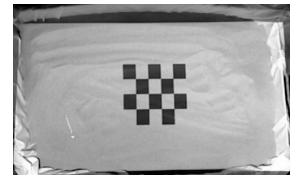


圖6、校準

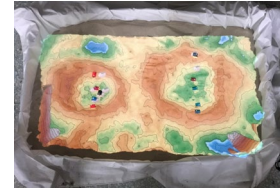


圖7、沙盒運行

3.2. 活動設計

本研究的實驗共 31 人，對象為中央大學在職專班以及一群趣創者國際實驗教育小學教師，一次實驗約六~七人，時間約莫一個小時，流程分為以下四個部分說明：

- (一) 前測：測驗的內容為與本遊戲相關的地理知識，題目包括天災、地形、以及等高線繪製，收集實驗對象的先備知識，約 10 分鐘。
- (二) 沙盒遊戲課程實驗：實驗過程分為兩組在沙盒中進行遊戲，課程中有學習單紀錄，根據老師的指示依序完成五個關卡，遊戲時間預估為 50 分鐘左右。
- (三) 後測及回饋問卷：後測的主要目的為與前測比較實驗對象是否在沙盒遊戲課程中學習到地理相關知識；問卷主要是了解實驗對象的學習成效以及遊戲課程滿意度。
- (四) 分析與結論：收集完資料後，分析沙盒遊戲學習的結果，以及實驗對象對於沙盒的體驗感想，是否對於學習動機有幫助。

4. 遊戲設計

4.1. 遊戲內容

遊戲內容主題為地理與歷史背景，由於台灣的地形有五種，我們設計了學習單，當中有五個關卡，其學習重點在於地形、等高線繪製以及天災的影響。每一關的設計概念都是以一種地形加上一段臺灣歷史，以下五關為地形（歷史背景）-主題：

1. 臺南台地（史前文化）—考古遺跡，挖掘化石，勘查資料
2. 臺北盆地—（荷、西時期）—西班牙深入內陸，東北季風以及颱風影響。
3. 蘭陽平原—（清領時期）—吳沙入蘭開墾，率眾人乘機入侵宜蘭。
4. 南投山區—（日治時期）—霧社事件，原住民抵抗日本；山區遭受土石流破壞。
5. 淺山丘陵坡地區—（現代）—環境保育，永續經營。

4.2. 遊戲歷程

遊戲目的為教學地理地形以及等高線繪畫，過程中分為兩組競爭，一組有一份學習單、一台行動裝置，兩組同時在沙盒中進行遊戲，遊戲共五關，依照順序完成相對應的任務目標，最終贏得最多關者獲勝，在每一關一開始要求學習者畫出想像中該地形的剖面圖，然後才開始在沙盒中動手塑造出當前關卡地形，地形塑造完後學習者將看到的實際剖面圖畫在想像圖旁，讓學習者觀察實際上地形與想像中有何不同，然後在學習單中記錄兩者差異以及該地形特徵，接下來進行該關卡的歷史事件活動，以下分為五關說明：

第一關為塑造台地地形，請學習者向下挖掘考古文物，化石（圖8）會因為高度下降而顯現出來，共有四種化石，先挖掘到的是年代較新的兩種蔦松文化化石，之後挖掘到的兩種屬於牛稠子文化，接著學習者能使用行動裝置中的Halo-AR鏡頭（圖9）探索沙盒中的化石，行

動裝置上會出現化石介紹與沙盒疊加的畫面，然後學習者要在學習單中的填空表格紀錄，完成遺跡的探索，先完成組別獲勝。

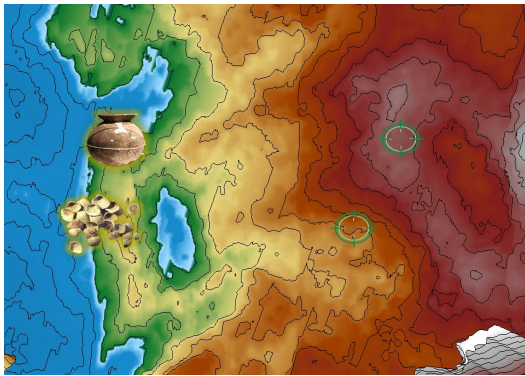


圖8、化石

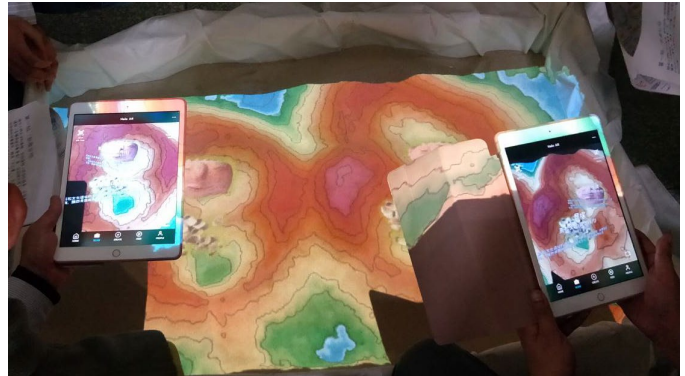


圖9、Halo-AR

第二關為塑造盆地地形，學習者先在學習單剖面圖上繪製旗子代表想探索的地點，然後將實體房子模型放在沙盒當中，老師會檢查繪製的旗子與房子模型擺放位置是否正確，接著突發事件發生，颱風（圖10）侵襲台北盆地，帶來大量降雨使低地窪地淹水，沙盒中會顯示哪些房屋受到破壞，房屋剩下多的組別獲勝，接著學習者利用Halo-AR鏡頭找到學習單上颱風的資訊，並記錄下來在沙盒中自己的房子因為颱風遭成什麼樣的損害，以及颱風會造成那些影響。

第三關為塑造平原地形，學習者扮演平埔族先在學習單剖面圖上繪製旗子代表居住的地點，然後將實體房子模型放在沙盒當中，老師會檢查繪製的旗子與房子模型擺放位置是否正確，確認之後扮演吳沙攻擊（圖11）對面房子，一人一次使用武器（木塊）投擲對面的房子模型，房屋剩下多的組別獲勝。

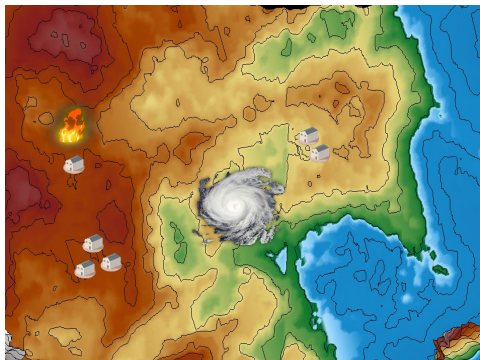


圖10、颱風

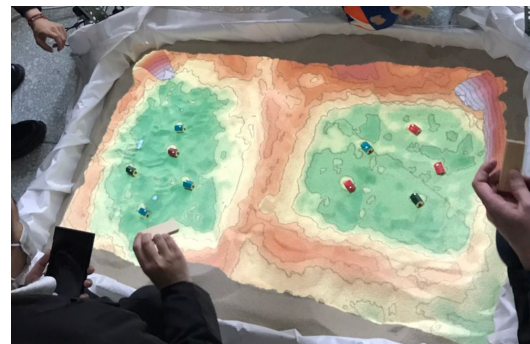


圖11、攻擊

第四關為塑造山地地形，學習單中的剖面圖要加上高度標示，學習者扮演當地原住民先在剖面圖上繪製旗子代表居住的地點，然後將實體房子模型放在沙盒當中，老師會檢查繪製的旗子與房子模型擺放位置是否正確，告知學習者可以自由選擇要不要種植台灣山區常見到檳榔樹，最多五棵，可用來抵禦攻擊，之後學習者扮演日本攻擊對方，一人一次使用武器（木塊）投擲對面的房子模型，結束後出現突發狀況，大雨侵襲（圖12）造成山區土石流，老師將用球代替土石流，從高處落到降雨的地方，若降雨位於檳榔樹位置，則再用球落下一次，房屋剩下多的組別獲勝，接著學習者利用Halo-AR鏡頭找到學習單上土石流的資訊，並記錄下來在沙盒中自己的房子和檳榔樹因為土石流遭成什麼樣的損害，以及土石流會造成那些影響。

第五關為塑造盆地地形，學習單中的剖面圖要加上高度標示，此關學習者要塑造前幾關學習到的地形來建造自己的家園（圖13），可以選擇多種地形，然後從熱帶水果、風力發電廠、水力發電廠、梯田茶園、水庫、高爾夫球場、工廠、礦產興建、自然保護區與國家公園十種地形中來選擇五種建造，最後要在學習單寫下興建該項目蓋在該地形的理由，最終由老師從建造的位置、選擇的建築以及地形豐富度作為評分標準，並解釋建築理當建造在何處。

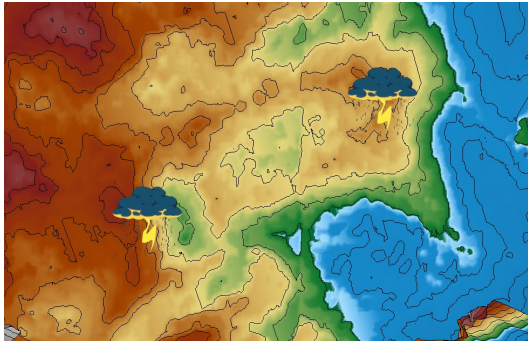


圖12、大雨侵襲



圖13、建造家園

5. 研究結果

本研究的實驗共 31 人，前、後測試題收到的有效結果為 31 位，問卷得到有效結果為 22 位，以下為本研究實驗結果：

前、後測試題為同張試卷，每題 4 分，表 1 為前、後測平均分數，可看出後測分數平均高於前測平均 9.6 分，表明沙盒課程能幫助學習到地理相關知識，讓學習者對於地形的掌握、天災的影響以及等高線的繪製皆有進步的情況。

表 1、社會科學習評量統計表 (N=31)

前測平均	後測平均
66.3 分	75.9 分

根據表 2，學習者藉由這個遊戲課程有學習到地理相關知識，其中最低分數 4.45 有兩個，都是關於遊戲歷史背景與事件，研究者認為歷史故事皆以文字做描述，比較難想像真實的場景，導致學習者較無法投入在事件當中，但學習者的確了解沙盒主要目的為何，以及學習到課程中所要傳遞的知識。

表 2、AR-Sandbox 遊戲課程 - 課程設計 (N=22)

	Mean
我會認真去了解每個關卡的時間及故事背景	4.45
在遊戲中我會透過情境去想像可能會遭遇那些任務或問題，而預先做準備	4.45
我能從等高線圖了解地形、景觀位置和海拔	4.64
我能了解地形圖和使用等高線以三維顯示地形	4.41
遊戲中我會關心場景的營造是否與世界觀一致	4.50
我能在遊戲中了解天災對人類的影響	4.64
遊戲後，我能更清楚說出各種地形的特徵	4.64
我能利用等高線直接畫出地形剖面圖	4.55
整體	4.54

表 3 顯示出沙盒對於使用者來說容易上手，研究者設計的功能也與遊戲結合的不錯，其中最低 4.32 分的部分研究者認為沙盒會稍微延遲且不是特別精準，導致些微流暢度下滑，且硬體零件容易晃動造成偵測不穩定，但學習者對於沙盒的投入還是偏高的，沒有因為流暢度而受到影響。

表 3、AR-Sandbox 遊戲課程 - 沙盒設計 (N=22)

	Mean
我覺得AR-Sandbox是容易使用的	4.64
我覺得AR-Sandbox具備遊戲投入與沉浸度	4.73
我覺得AR-Sandbox中所提供的功能，能輔助遊戲進程	4.73
我覺得AR-Sandbox是流暢穩定的	4.32
整體	4.61

表 4 呈現遊戲滿意度，對於遊戲課程的平均是比較高的，其中最高分是關於沙子的體驗，實際觸碰沙子塑造地形給予學習者將想法實際發揮的空間，甚至帶有舒壓放鬆的觸覺感受，充滿樂趣的沙盒加上設計專門的遊戲課程，即達到了遊戲化學習的效果。

表 4、AR-Sandbox 遊戲課程 - 遊戲滿意度 (N=22)

	Mean
AR-Sandbox遊戲課程可以增強我學習的動機	4.64
AR-Sandbox遊戲課程具備內容豐富度	4.68
AR-Sandbox遊戲課程具備遊戲投入與沉浸度	4.77
AR-Sandbox遊戲具備趣味性	4.86
我覺得AR-Sandbox實際觸摸沙子很有趣	4.95
我覺得AR-Sandbox遊戲課程是有用的	4.80
整體	4.79

6. 結論

本研究中將沙盒與地理做結合，基於遊戲化學習設計了一套地理地形相關課程，沙盒給予了學習者沉浸度、學習動機以及趣味性，學習單中的事件將台灣歷史與地形歸納出來，最後遊戲設計串聯了整個沙盒與地理教育。研究結果表明沙盒課程能增加學習動機，最大的原因研究者認為是沙盒的視覺效果與觸覺反饋，容易令人留下深刻的印象，進而學習的內容會有記憶點，而在遊戲進行時學習者非常主動接觸沙盒，並會期待下一關的指示，部分學習者表現出積極主動的學習態度，研究結果前、後測以及問卷顯示沙盒適合用來教育地理地形，本實驗讓沙盒發揮了它的優點，也獲得了不錯的教學結果。

參考文獻

- 蕭顯勝，陳俊臣，李鴻毅。(2013)。應用擴增實境技術建構互動學習環境-以國立臺灣科學教育館為例。*教育科技與學習*，1(2)，153-184。
- Chaney, P. L., & Doukopoulos, L. (2018). An active learning exercise on sustainability and the water footprint of food: The dinner party menu challenge. *The Geography Teacher*, 15(4), 173-184.
- Chen, S. Y., Hung, C. Y., Chang, Y. C., Lin, Y. S., & Lai, Y. H. (2018, August). *A study on*

integrating augmented reality technology and game-based learning model to improve motivation and effectiveness of learning English vocabulary. In 2018 1st international cognitive cities conference (IC3) (pp. 24-27). IEEE.

- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & education*, *63*, 380-392.
- Giorgis, S., Mahlen, N., & Anne, K. (2017). Instructor-led approach to integrating an augmented reality sandbox into a large-enrollment introductory geoscience course for nonmajors produces no gains. *Journal of Geoscience Education*, *65*(3), 283-291.
- Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Iorio, J., & Wang, Z. (2018). All reality: Virtual, augmented, mixed (x), mediated (x, y), and multimediated reality. *arXiv preprint arXiv:1804.08386*.
- Pho, A., & Dinscore, A. (2015). *Game-based learning*. Tips and trends.
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, *9*(5), 1-6.
- Prensky, M., & Thiagarajan, S. (2007). *Digital game-based learning (Paragon House ed.)*. St. Paul, MN: Paragon House.
- Savova, D. (2016, June). *AR sandbox in educational programs for disaster*. In 6th International Conference on Cartography and GIS (Vol. 847, pp. 13-17).
- Schwartz, D. L., & Heiser, J. (2006). *Spatial representations and imagery in learning* (pp. 283-298). na.
- Vaughan, K. L., Vaughan, R. E., & Seeley, J. M. (2017). Experiential learning in soil science: Use of an augmented reality sandbox. *Natural Sciences Education*, *46*(1), 1-5.
- Woods, T. L., Reed, S., Hsi, S., Woods, J. A., & Woods, M. R. (2016). Pilot study using the augmented reality sandbox to teach topographic maps and surficial processes in introductory geology labs. *Journal of Geoscience Education*, *64*(3), 199-214.

科學探究社會議題之系統開發建置

Scientific Inquiry Into Social Issues - System Development and Design

盧昱豪，施如齡，洪耕德
國立中央大學網路學習科技研究所
yuhao.lu@g.ncu.edu.tw

【摘要】 利用網絡進行科學探究學習的特點，是為學生解決科學問題提供一個自主學習的環境。以科學素養促進主動學習策略的探究性學習模式，及開發良好的學習資源已成為教育的趨勢。本研究設計開發一套〈基於社會議題的石虎遊戲系統〉，可以讓學生自由的在系統中提出問題，蒐集資料，解釋分析資料，並做討論跟歸納結果在系統的學習單內。研究設計者依據學習者給予系統以及探究內容的回饋，進而將現有的內容進行擴充並優化系統的介面。

【關鍵字】 科學探究；永續發展目標；社會議題；遊戲式學習

Abstract : The feature of using the Web for science inquiry learning is to provide a self-directed learning environment for students to solve science problems. Inquiry-based learning models that promote active learning strategies through science literacy and the development of good learning resources have become a trend in education. This study designed and developed a "social issue-based Shihu game system" that allows students to freely ask questions, collect data, explain and analyze the data, and discuss and summarize the results in a researcher-designed learning sheet. Based on the learners' feedback to the system and the inquiry content, the research designer will expand the existing content and optimize the system interface.

Keywords : Scientific Inquiry, SDGs, Social Issues, Game-Based Learning

1. 研究背景與動機

過往國民基本教育的目的為著重於培養學生讀、寫、算基本素養為主，然而由於科技的發展過於快速，科技教育方式已漸漸地融入於學習中，科技素養儼然成為現代數位原住民需具備的另一種基本素養。然而學習科普知識，除了能夠加深對生活現象的瞭解外，更重要的是要激發孩子對這個世界人、事、物的好奇心，培養孩子學會自我探索研究、解決問題的能力。以科技如此發達的環境來說，學習者透過網路搜尋引擎，查詢所需學習的知識，不外乎是現在最便利且最快獲取知識的方式，但是在網路上的知識都是他人透過學習後的內容，將內容整理後而得出的結果，學習者並不會去體驗到他人學習的過程，僅有少部分的學習者會去思考這些知識是怎麼組成的，我們從網路上所看到的內容及知識，不外乎都是得到他人的結論與結果，過程似乎對現在的學生來講並不是太講究，因此，本研究期望學生利用探究式學習的方式，循序漸進以假設問題開始、透過原始的數據觀察、數據解析、並對於數據給出自我對於知識建構後的結果，並期望學習者以開放式的角度看待本研究的議題，逐步從議題的問題開始，對於此議題的內容逐漸地建立起知識，學習者可以在活動中享受從自己研究、探索及歸納而來的過程，不再是那麼的單調，並且分析學生探究的過程與結果，對於哪些技能是相對比較難去發揮的，進而去對學生的學習狀態做一個調整，幫助學生在探究式的學習過程中更加地順利。

2. 文獻回顧與探討

2.1. 科學探究 (science inquiry)

探究式學習可以被定義為通過在真實環境中的直接經驗來構建知識、提出和改進問題、透過蒐集自己的數據闡明自己的想法和發現並解釋自己發現的過程 (Song & Kong, 2014)。此方式被視為解決問題的一種方法，涉及應用多種解決問題的技能 (Pedaste & Sarapuu, 2006 年)。在探究式學習的過程中教師應發揮指引作用，幫助學習者集思廣益，提出探索性問題，制訂計劃和展開調查，蒐集數據，蒐集信息並將信息應用於分析和解釋數據 (Hakkarainen, 2003)。

探究教學的三種方法分別為，結構化探究、引導式探究和開放式探究 (Colburn, 2000)。在結構化探究中，教師給予問題供學生調查，並提供調查過程和資源，但不告知結果。在引導式探究中，教師給予學生問題進行調查並提供資源，但教師並不限制與規定調查過程，期望學生設計出一個屬於自己解決問題的過程。在開放式探究中，學生自己提出問題、尋找資源、規劃，並在調查過程自行製定解決方案。不論是哪種探究方法，對於學生學習動機及影響都是正相關的，其中又以引導式探究為佳 (Furtak, Erin Marie, et al., 2012)。

科學探究採用調查性教學方法，使學生調查問題、找尋可能的解決方法或方案、進行觀察、再提出問題、並驗證想法、創造性的思考和運用他們的直覺。以探究為基礎，學生有機會去探索更多可能的解決方案，對於蒐集而來的資料或調查到的現象進行解釋，進而詳細說明概念和過程，並且根據現有的線索解釋他們的理解。這種教學方法依賴於教師認識到向學生提出問題的重要性，這些問題將挑戰他們當前的概念理解且依循問題的出現，從而開始科學探究的過程，有了問題的出現，就奠定了該位學習者探究內容的方向。

科學探究涉及學生通過學習如何進行調查來逐步發展關鍵的科學思想。透過這種方式，學生通過探究的過程建立他們對於周圍世界的認識和理解。儘管在過去的二十年中對科學探究進行了廣泛的研究，但科學探究的普遍定義仍然難以捉摸 (Anderson, 2013; Cuevas, Lee, Hart, & Deaktor, 2005)。

本研究所使用之探究方法為引導式的探究，透過給予並引導學生要探究的問題，藉由這些問題去蒐集資料，將收集來的資料進行自我的分析跟理解，將這些分析跟理解歸納總結，回饋於學習單內。

2.2. 議題融入教學

議題教育是未來的國際教育趨勢，就學校課程發展策略而言，議題融入很適合搭配學校本位課程、探究與實作、適性化學習、彈性課程...等教育革新的策略；以國際趨勢而言，議題融入的教學目標可以促進 PISA 所重視的批判思考及問題解決的學習，也充分回應聯合國 17 項永續發展目標 (SDGs) 的內涵 (張子超, 2017)。議題融入領域教學時，需要教師對能力指標的解讀，再依領域的方向與議題的指標概念，發現共同的知識內容並設計成教學內容，教師與其相關的因素在議題融入時極為關鍵，並可能影響議題融入課程的成效 (Yang & Kao, 2019)。

永續發展目標 (SDGs) 與我們社會生活緊密扣連，在 SDGs 的 17 項目標中，可大致分為三大類：「人」、「經濟」、「環境與生態」，本研究所探討的 SDGs 目標主要是利用包含在環境與生態主題中的 SDG15 陸地生態為主：保護、恢復和促進永續利用陸地生態系統、永續管理森林、防治荒漠化、制止和扭轉土地退化現象、遏制生物多樣性的喪失。在於石虎為主題的內容中，除了 SDG15 之外，其中還有包含了其他目標的內容 SDG4 教育品質、SDG6 淨水與衛生及 SDG11 永續城市為輔助的內容，結合多樣性的數據資料，讓學習者在數據的獲取跟內容不會過於單一，並且可以多方面的考量議題的關鍵點，讓學習者們可以結合多方面不同內容的數據，來探究更多不同的層面的議題。

3. 系統流程

本研究之研究目的是希望透過石虎遊戲系統，讓學生不再是只知道石虎議題的結果，而是讓學習者自由的去蒐集資料，遊戲開始時先將系統進行帳號登入，在石虎介紹中讓學生理解此議題的內容，再利用職業的區分讓學習者扮演著不同的角色，由科學探究的按鈕開始進行探究，從不同的方向去對資料進行多方面的調查與蒐集，可從研究者設計的內容著手，也可以利用網路學習的優點自行補充資訊，調查各項數據的過程中會與調查書之間來回反覆交叉使用，最終將調查書完成填寫，並在探究結束後進行課堂的總結。系統從石虎的介紹結束之後，都是學習者自由探究資料的時間，學習者會經過科學探究的歷程，最終將學習單完整的填寫內容，遊戲直到政府完成通過或不通過三次的調查或開發案後結束，如圖 1 所示。

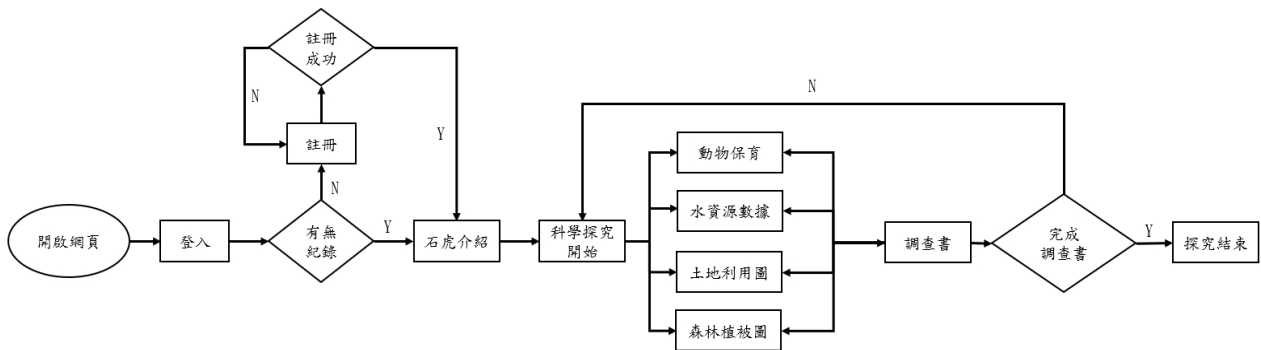


圖 1 系統流程圖

4. 遊戲設計

4.1. 探究內容

本系統是以探究學習為主所設計的架構，以台灣社會議題-石虎的生存危機為主題，學生將透過各面向的數據來進行石虎議題探究，數據資料大致上區分為四個面向，1.「水資源」、2.「土地資訊」、3.「動物保育」、4.「植被」，利用線上網頁的方式給予資訊並記錄結果，其目的在於方便觀察每個學習者在科學探究過程中的能力，藉由線上系統的操作，可以更快地去讓學習者了解該議題的深入內容，並回饋於學習單內。

一、水資源數據：

數據來源為政府的開放性資料，學生可透過此開放性資料進行數據調查（圖 2），或是行政院環境保護署全國環境水質監測資訊網（圖 3），數據來源區分為（一）與石虎較為相關的河域（1）中港溪，（2）大安溪，（3）後龍溪，（4）西湖溪。（二）其他當地各區域的河流數據。學生可以自由的選擇要調查與石虎較為相關的流域資訊，或者是其他石虎活動範圍較低的區域，透過這些水資源數據計算所選擇區域的河流資料，利用 RPI 公式計算出該河流是否受汙染。

2021中港溪各測站之數據:

#	流域	測站名稱	水體分類	測站編號	採樣日期	Example	風速	水溫	pH	導電度	溶解氧(%)	生化需氧量	化學需氧量	懸浮固體	大腸桿菌	氨氮	亞硝酸	總磷	硝酸氮	磷	
																					溫度
1	中港溪流域	苗栗縣大港	乙	1092	2021/07/02	Yes	33.7	32.5	8.39	441	9.8	136.0	1.5	6.0	3.2	300	0.01	--	0.056	0.49	<0.001
2	中港溪流域	苗栗縣大港	乙	1093	2021/07/02	Yes	30.7	32.0	8.65	384	9.2	127.4	4.3	9.6	8.1	850	0.01	--	0.067	0.28	<0.001
3	中港溪流域	苗栗縣大港	丙	1094	2021/07/02	Yes	28.8	31.4	8.50	409	10.8	146.4	2.9	11.1	8.8	450	0.04	--	0.070	0.18	<0.001
4	中港溪流域	苗栗縣大港	丁	1095	2021/07/02	Yes	31.9	30.8	8.04	1080	5.1	68.8	2.2	9.6	19.0	10000	3.43	105	1.53	0.89	<0.001



圖 2 中港溪數據

圖 3 其他河流數據

二、土地資訊：

數據來源為中央大學遙測中心資料庫，學生可透過衛星影像圖（圖 4）來觀察到從 1996 年起至 2021 年的土地開發歷年變化，利用圖像的方式學習者可以進而去解釋所選擇區域的理由為何？除了衛星雲圖外，還有土地利用的分布圖（圖 5），此分布圖十年為一個單位，將土地利用的內容分類為建地、農地、水體及裸地，學習者可以利用這些圖來更深入地去瞭解土地分布的歷年狀況，也可以更豐富對於學習單的問題回答。

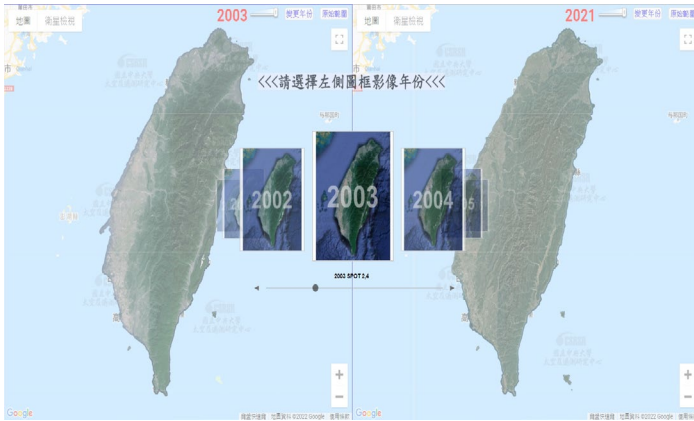


圖 4 衛星影像

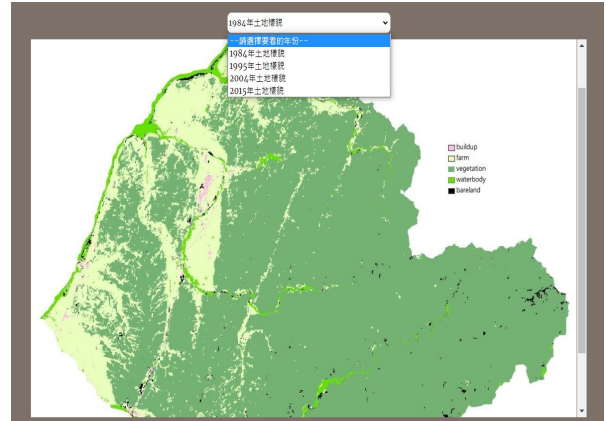


圖 5 土地利用圖

三、動物保育：

數據來源為真實的觀測出來的紀錄，此紀錄可以看出石虎出現的位置（圖 6）、活動範圍、石虎的密集程度、路殺的區域、還有政府所提供的石虎遷移廊道（圖 7），並在這個分類中詳細的去介紹了台灣石虎的現況，學生可以藉由這些內容為出發點來去選擇要探究的區塊，進而去依照石虎的習性及相關內容來去深入討論更多訊息。

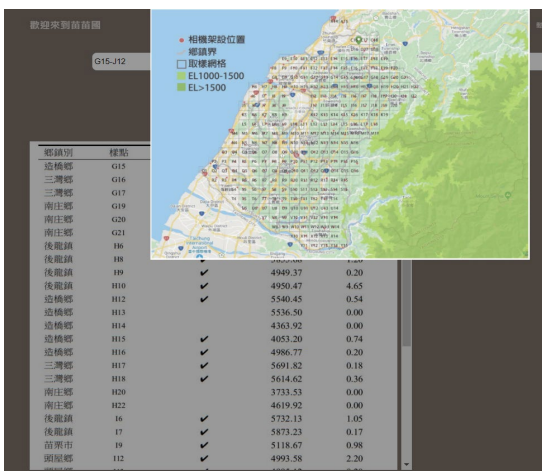


圖 6 石虎點位圖

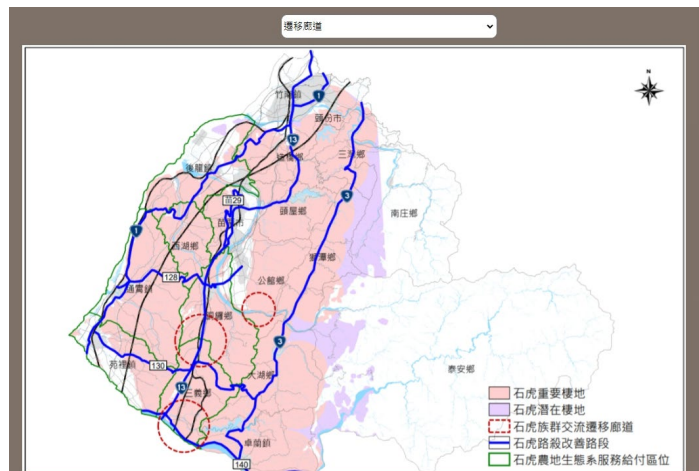


圖 7 石虎遷移廊道

四、植被：

數據來源是從林務局資源調查結果而來的，這些數據可以看出學習者所選區域的林型占比為何，並藉由不同林型的圖層分析（圖 8）出此區域目前的分佈以甚麼樣的林型為主，進而去比對石虎生存的環境。

五、學習單：

內容主要是希望學生藉由上述的內容，由各面向的資訊先融入到議題中，再來是數據的探究部分，從哪個面向的數據著手，利用學習單給予學習者一些方向，然後學習者將蒐集到的數據進行交叉比對，最終將自己對於數據的解釋填寫在學習單中（圖 9）。

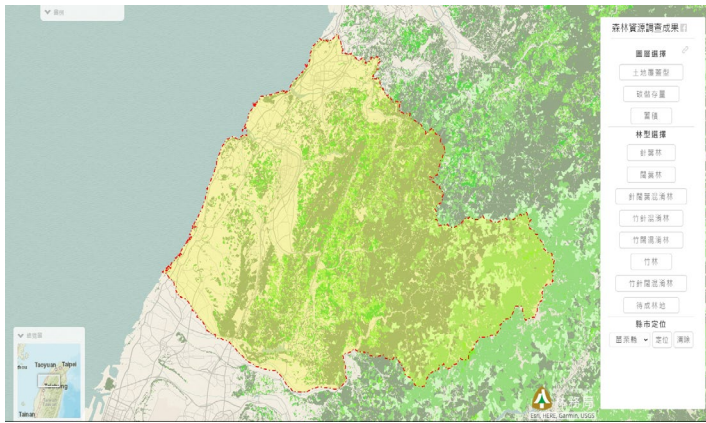


圖 8 林型分布圖



圖 9 學習單內容

4.2. 遊戲歷程

本研究參考自 SDGs 之議題內容，以台灣目前陸地生態保育現況作為背景，設計並開發出一款〈社會議題石虎遊戲系統〉，將石虎保育議題拆分為多個面向去給予資訊，希望學習者透過此系統更加地去理解社會議題的多面向，並將這些面向綜合起來，將這些結論填寫在學習單內。

學生將在系統中藉由已設定的石虎生存議題，於一開始進行科學探究過程中的觀察與假設問題階段，在這個階段基本上擬定了學習者探究內容的方向，接下來就是因為假設問題的定型，從而去推斷要調查或蒐集哪些資訊的過程，在系統中調查的資訊確定之後，對於該方面的資訊開始做蒐集的動作，大量的資訊收集起來後將數據分類，分類後的數據會經由學習者的分析與解釋得出一個結果，該結果會被填入學習單內，學習者填寫的學習單內容會藉由第三者也就是政府的角色去評估與判斷，反覆去驗證學習者回答的內容，同時理解該學習者是透過調查哪些數據得出的結論，對於數據的解釋是否具有說服力的及探究到的內容是否符合學習者的理解，此結果就是來驗證學習者一開始的推斷是否是正確並且有用的。

遊戲前：

遊戲主持人會對於議題進行一些介紹，讓學習者能更快速的融入進所設計的議題，遊戲方式分為一組三人的國家，國家角色分別為：政府、財團及保育團體，角色的分配方式為隨機分配，介紹各個角色相對應的任務需要去完成，並在最終會由保育及發展指數來做各個國家間的發展及保育狀況做解釋。

整個遊戲內容大致上介紹議題完畢後，學習者會進入到系統的首頁（圖 10），選擇科學就開始就可以進入到登入畫面（圖 11），因為已分配好角色，學習者只需要登入設定好的帳號密碼即可開始進行遊戲體驗。



圖 10 系統首頁



圖 11 系統登入

遊戲開始：

登入後會有各式各樣不同面向的資訊（圖 12），學習者會透過所扮演職業的不同，進行該職業所需要的數據收集，在數據的方面區分為水資訊、土地資訊，動物保育及植被，這些資料可以透過學習者因應角色職業的區別，對於收集資料的面向與看法也不同，在蒐集資料的行為結束後，分析並歸納結論，將看到的內容寫入學習單中，另外對於扮演政府這個職業的學習者，必須在小組討論中制定國家方針，鎖定國家的發展方向，是注重在發展呢？還是以保育為主，或者是兩者並行，這是三位組員討論所決定的，方針決定後，其餘兩名成員分別為保育團體及財團可針對此國家方針進行不同的行為，開始進行所需要的資訊蒐集，藉由學習單所制訂的引導性問題，讓學習者在活動的進行可以更順利，並對於所給予的資料進行蒐集跟分析並將結果寫入學習單內（圖 13）。



圖 12 數據資料面向



圖 13 保育團體學習單

對於學習單的內容調查並填寫完畢後，會將調查結果送出到政府的角色手上，政府會依據對方在進行科學探究後的內容進行核對與評估，核對的過程中政府這個角色也會進行一次該學習者剛才經歷過的科學探究歷程，並在評估與核對結束後決定這個調查內容是否符合國家預期的發展目標，給予此案件通過或者是不通過（圖 14），此外，調查案件的通過與否都會影響到國家的發展指數以及保育指數（圖 15），是影響國家最終的走向關鍵。

也就是說政府這個角色雖不用自己去進行探究，但是會體驗到保育團體與財團的探究歷程，為此有設計了政府的探究學習單，雖然不強制扮演政府的學習者填寫，但還是期望扮演政府的學習者在體驗其他兩位學習者的探究歷程後，引起興趣自主地去填寫學習單，

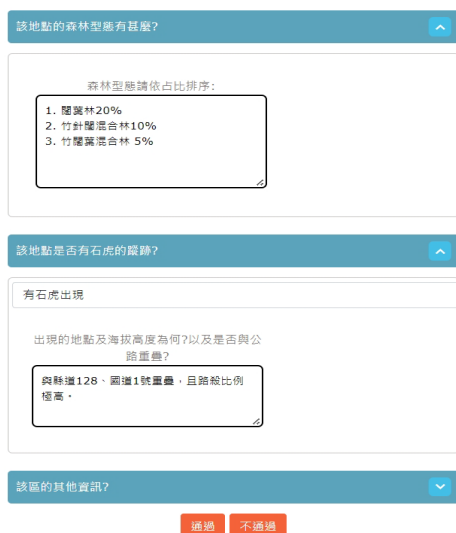


圖 14 通過與否介面



圖 15 發展指數顯示

遊戲後：

對於整個調查/開發申請的步驟會進行三個回合，三個回合結束後會對於各個國家的發展狀況進行解析，並告知各個小組之間做了甚麼樣的決策，導致發展及保育指數最終結果為此，並為此進行一個討論，最終回到討論原本的議題，對於石虎的生態，學習者們發現了甚麼，對於石虎快滅絕的這個議題更加了解了多少？

5. 研究方法

學習活動設計

本研究的實驗對象為 25 位年齡介於 25 至 50 歲，這些實驗像皆具備資訊或者教育背景，一國家分別由三位學員所組成，每個小組同時進行實驗，實驗過程中分為以下三個步驟進行：

- (一) 遊戲實驗：遊戲開始前花 15 分鐘的時間進行遊戲解說，各個小組之間都有各自的任務需要完成，小組分別以競爭及協作的模式進行遊戲，遊戲時間為 90 分鐘。
- (二) 問卷：問卷的主要目的是希望學習者以自己的角度來審視，是否在遊戲中對議題的瞭解更加深入，並對自己在遊戲中的狀況提出一些說明。
- (三) 分析與結論：資料收集完後，分析玩家在遊戲中的行為。

6. 研究結果

本研究內容呈現主要是以學習者探究的過程進行分析（圖 16），在結果中可以看到學生對於假設問題的能力使用有 13 筆數據是認為有使用到此項技能的，蒐集資料這項能力有 22 筆數據是認為有使用到此項技能，觀察、操作、紀錄這項技能有 21 筆數據是認為有使用到此項技能，分類分析資料這項技能有 17 筆數據顯示是有使用到此項技能，歸納並解釋探究結果這項能力顯示有 12 筆數據認為有使用到這項能力。

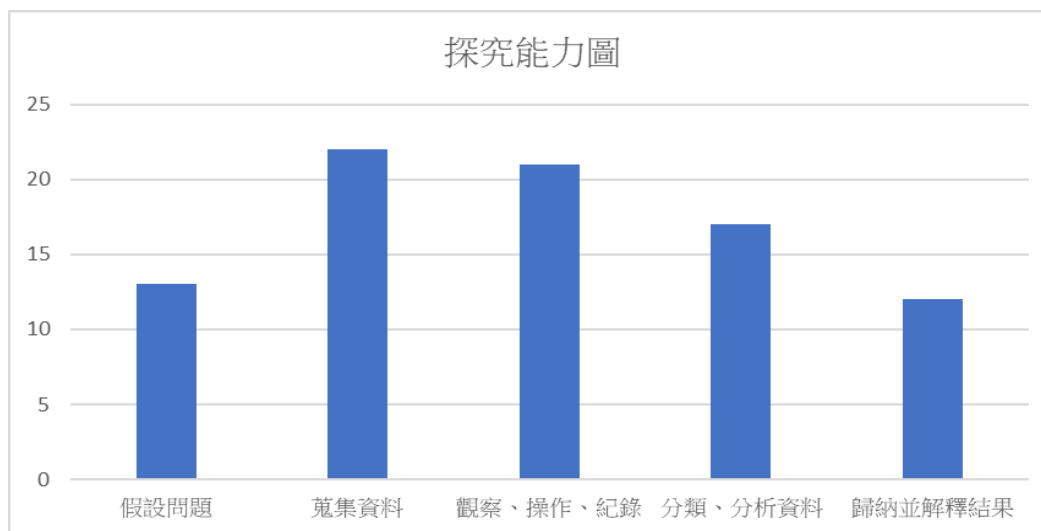


圖 16 探究能力使用狀況

研究結果指出看得出來有兩項能力是相對於其他能力來講較弱的部分，研究者認為可能的學習者對於假設問題這項能力使用度較低，可能是因為大部分的學習者都是跟著學習單的內容作回答，探究到的內容不外乎就是學習單所要學習者填寫的內容，並且因為此研究所使用的探究方法為引導式探究，所以相對來講提出問題這部分就較弱一些，至於有 13 筆資料顯示用使用到此技能的學習者，經由學習單填寫的內容觀察出，在學習單內容的部分中，除了研究者設計的內容之外，還利用了網路學習的優勢，透過搜尋引擎查詢其他相關資訊，將其他學習者認為有相關的資訊也寫入學習單中。歸納並解釋結果這個技能的部分，研究者認為學習者認為使用到這項能力也較低的原因可能為，學習者並不認為填寫學習單是在歸納並解

釋他們的探究結果的階段，由於最終活動結束前，會有對於石虎議題總結與討論的時間，但是在這之前已填寫問卷調查，填寫完畢之後才有了後續的討論，在最後的討論過程中學習者們的反應也是相當熱絡的，也許是因為上述的兩個原因導致了學生認為科學探究的最後階段歸納並解釋結果的步驟稍嫌不足，之後會在這個活動中，安排更多的時間更加地讓學生去表達他們的探究內容及結果，並在最後再進行問卷的填寫。

7. 結論

本研究中提出了一款線上議題探究的系統，基於網路學習的方法來讓學習者可以探究到多樣性的數據，制定一整套的議題內容，促進學習者以科學探究的模型來參與探究的過程，採用線上系統進行的學習方式，可以讓學習者在學習的過程中，除了研究者設計的內容之外，還可以透過其他方式來補足學習者所希望知道的內容，這個部份其實顯示出了學習者對於議題的投入表現，學習單問題的設計目的是希望能夠有效地引導學習者有一個方向進行探究，不再是只知道結果，而是透過整個科學探究的過程，從最原始的數據表現，數據的交叉比對，分析出的現象，得到最終的結果，透過一系列的探究過程，逐步地建立對此議題的認識與了解，並在活動結束後可以進一步地去分享實驗過程的體驗。

參考文獻

- 張子超。(2017)。議題教育的意義與課程融入——以環境教育為例。*教育脈動*, (11), 23-30。
- 張英琦，林建隆，鄭孟斐，& 張誌原。(2017)。多面向概念改變架構融入 5E 探究式教學策略對概念改變成效的探討-以轉動與力矩單元為例。*師資培育與教師專業發展期刊* 第十卷第三期，87。
- Anderson, R. D. (2013). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In *Handbook of research on science education* (pp. 821-844). Routledge.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science scope*, 23(6), 42-44.
- Cuevas, P., Lee, O., Hart, J., & Deaktor, R. (2005). Improving science inquiry with elementary students of diverse backgrounds. *Journal of Research in Science Teaching: the Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(3), 337-357.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of educational research*, 82(3), 300-329.
- Hakkarainen, K. (2003). Progressive inquiry in a computer-supported biology class. *Journal of research in science teaching*, 40(10), 1072-1088.
- Hakkarainen, K. A. I. (2003). Emergence of progressive-inquiry culture in computer-supported collaborative learning. *Learning Environments Research*, 6(2), 199-220.
- Pedaste, M., & Sarapuu, T. (2006). Developing an effective support system for inquiry learning in a web-based environment. *Journal of computer assisted learning*, 22(1), 47-62.
- Song, Y., & Kong, S. C. (2014). Going beyond textbooks: A study on seamless science inquiry in an upper primary class. *Educational Media International*, 51(3), 226-236.
- Yang, L. C., & Kao, T. S. (2019). Review and foresight for the curriculum integration of environmental education. *Journal of Educational Research and Development*, 15(2), 1-25.

應用遊戲式學習設計輔助概念與實作學習之自然科教材

Adopting game-based learning to assist concept and hands-on learning for science

王怡萱 淡江大學教育科技學系
annywang12345@hotmail.com

【摘要】 本研究透過運用遊戲式學習特性及各類媒體元素，設計電學概念與實作課程之輔助學習教材，研究者希望藉由多階段的開發、設計、教學現場反饋、再設計等步驟，逐步優化遊戲式數位教材，並期望能以達到提升學習者從基本概念到手動實作之自然科學實踐能力之學習目標。

【關鍵字】 遊戲式學習；數位教材開發與設計；自然科教材

Abstract: This study aims to adopt game-based learning strategy to assist projected-based science course for elementary school students and to investigate whether it could promote learners' science concept learning and hand-on project ability and motivation. The game-based learning materials were developed and evaluated. The results were analyzed and further research work is discussed in the end of the paper.

Keywords: game-based learning, development and design of e-learning materials, science learning materials

1. 前言

本研究運用資訊科技輔助教學特性，設計輔助自然科課程的學習媒材，研究者將運用遊戲式學習的特性及各類多媒媒體元素，經由多階段的開發、設計、教學現場反饋、與再設計等步驟，逐步優化遊戲式數位教材，並期望提升學習者將基本概念性知識運用到手動實作自然科實踐能力之學習目標。本研究將透過多階段方式逐步進行，此階段之研究目的為(1) 運用遊戲元素設計自然科遊戲式學習教材，以及(2)透過形成性教材評鑑優化遊戲式教材之設計。

2. 研究背景

研究指出自然科課程適合以專題方式進行教學引導與活動設計(陳毓凱、洪振方，2007)，若能透過資訊科技融入教學之特性與優勢，也許可以協助教師進行更多教學策略以完善課堂引導，亦可有機會作為教師施行專題導向課程設計之教學輔助。此外，運用數位科技輔助教學能有助提升學習成效(Shapley et al., 2011)，其中，遊戲式學習可以讓學習者在透過遊戲過程(GamePlay)，引發內在動機、提高學習興趣與自主探尋知識(Coyne, 2003)，另一方面，運用多媒體教學能強化學習動機(Baturay et al., 2010)。若能透過合適的遊戲元素應用設計，如：互動性、勝利感、競爭挑找以及問題解決等(Prenksy, 2007)並結合多媒體教材之優勢，也許能提供學習者更佳的認知學習過程(Rice, 2007)，因此，本研究嘗試運用數位遊戲學習之特性以及學習媒體的特性，設計輔助國小自然科專題課程之整合學習媒材。

3. 研究方法

本研究第一階段運用透過文獻分析了解數位內容設計理論並與合作自然科教師進行反覆教學需求溝通，藉此了解自然科教師於目標學習單元之教學困難與挑戰，同時，透過來回討

論與修正提出可融入國小階段自然科電學單元專題本位課程內容規劃，以及相對應的數位遊戲式數位教材設計。第二階段透過形成性評鑑方式，邀請學習者針對所研發之數位教材進行使用測試，並針對學習者回饋進行資料分析。第三階段根據上階段分析結果再次修改與調整所研發之數位教材，希望以此針對遊戲式教材之介面、機制、學習內容等面向進行優化，已讓所設計之教材更符合教學現場之使用情境。

4. 階段性研究成果

4.1. 第一階段: 數位教材架構與遊戲式數位教材

研究者透過觀課了解自然科專題課程之進行方式，並分析學習者於課堂中所面臨之學習困難以及教師所面臨的教學挑戰，接著，再根據與自然科教師之需求訪談，彙整與形塑數位教材之架構。研究者針對Bloom知識層次中之記憶、理解、應用、與分析等知識向度，進行自然科專題式課程序列性課程設計，課程內容則為電磁作用、電機與機械應用等與電磁、電流相關主題。研究者希望運用專題式課程協助學習者學到自然科電學概念性知識以及程序性知識，並希望藉由序街性的實作課程讓學習者獲得分析與應用之能力，整個序列性課程內容包含:記憶與理解知識向度的基礎電學概念課程，以及應用與分析知識向度的電學教具製作等兩大主題內容 (圖1)。

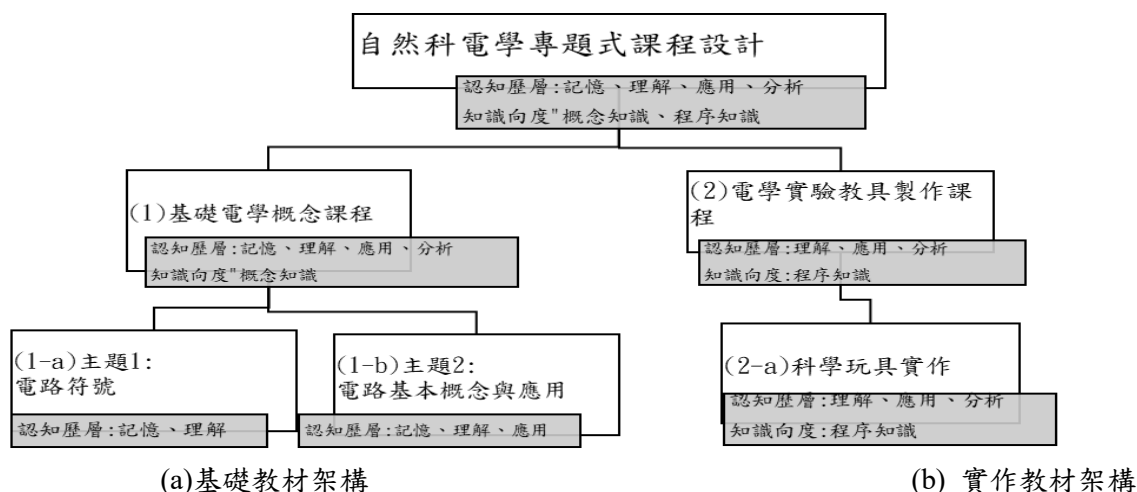


圖 1 自然科電學專題課程架構

本論文之重點為開發與設計基礎電學概念課程之教材，並希望以此教材做為學生實作課程前的概念與實作銜接性教材。學習內容針對電路元件，如:電池、電阻、燈泡等電路符號進行認識，接著，針對如何運用電路符號組合與設計對應通路、斷路迴路進行設學習，最後，透過前面所述之學習元件，讓學習者了解如何進行電路串連、並聯等組合之設計。基礎電學概念課程將透過遊戲式學習進行教材設計包裝，遊戲設計背景以故事性方式帶入，讓學習者透過角色代理人扮演遊戲探索者，逐步探險遊戲中的關卡，讓學習者在不同遊戲關卡中進行學習活動，其中，概念的練習將會透過點選與拖曳，讓學習者經由排列電路元件，以進行串聯、並聯的組合操作。

4.2. 第二階段: 數位教材形成性評鑑

第二階為教材形成性評鑑，研究者透過邀請國小學習者進行焦點團體訪談，以了解學習者使用數位教材進行教與學之反饋。經由資料分析可得知，學習者對於透過數位遊戲方式來進行電學

基本概念的學習感到喜歡，學習者表示這樣的學習過程因為無壓力因而可以反覆嘗試有錯誤的概念或練習題，並說明過遊戲中所學習的概念也有助於完成實作電學教具，但學習者也建議在遊戲機制的豐富性、遊戲介面的清楚度以及遊戲操作方式之設計與教材說明引導等部分則可再進一步加強。

4.3. 第三階段：教材再設計與優化

在蒐集到學習者的形成性教材操作回饋後，研究者再次針對所研發之數位教材之教學內容設計、介面呈現規劃、及操作引導互動方式進行優化。在教材內容部分，由於考量在學習者電學概念與電學實作過程中，仍需要可閱讀性的引導教材，因此，在優化版本中研究者加入了以遊戲為基礎的電學實作教材的組裝引導遊戲，希望讓學習者能透過遊戲過程先了解組裝過程，再進行實作組裝的學習。在介面設計部分，考量操作流暢性，因此研究者針對介面選單與操作指引進行內容優化，希望讓學習者透過更清楚的步驟引導，強化使用數位教材的操作易用性，相關的優化過程與介面內容如圖 2。最後，研究者也再次邀請自然科教師對於所優化的教材進行測試使用，自然科教師除認同本次優化教材之介面與整合性外，也提出後續將此版本融入教學現場之相關建議，如：在實施時需考量大班人數操作多數未教材的課前操作訓練，以及在使用教材的整體班級經營規劃也需納入規劃與考量。



(a) 第一階段數位教材畫面截圖



(b) 第二階段優化過之數位教材畫面截圖

圖 2 數位教材修改歷程：教學內容、遊戲機制介面、教材結構強化

5. 研究結論與後續研究

本研究運用數位遊戲教材，針對自然科學概念與實作課程進行數位教材設計，除希望能培養學習者自然科知識之概念與應用能力外，亦希望提升學習者的自主學習能力。研究者針對自然科電學課程之基礎電學概念課程及電學教具製作等主題進行數位遊戲教材研發，主要設計理念為讓學習者透過遊戲式學習習得基礎自然科電學知識，藉此培養自科知識中的記憶、理解概念，接著，再運用實作課程引導學習者進行科學教具實作，藉此延伸

知識學習層次，以協助學習者達到自然科程序性知識中的應用與分析等能力，期待透過整合科技媒體輔助教學特性，能帶給教學場域中更多元的教與習可能。

研究者透過多階段的教材開發與設計過程，經由需求分析、教材評鑑及教材優化等階段進行數位遊戲式教材的研發設計，最後，本研究針對數位遊戲開發過程中的教材進行優化，優化內容包含：遊戲機制強化、美工與介面互動設計優化、同時，考量學生於教學現場之需求，新增加一單元主題，希望以單元作為概念學習與實作學習間的銜接教材。

在未來，研究者將根據本研究階段所研發出的數位遊戲教材，結合教學現場進行實驗研究規劃，希望透過更具量化之資料，驗證本研究所研發之數位教材對於自然科專題課程輔助教學之學習效益，以利後續能針對自然科專題課程結合遊戲式學習整合多媒體教材提出相關之課堂教學模式之建議。

參考文獻

- 陳毓凱、洪振方(2007)。兩種探究取向教學模式之分析與比較。科學教育月刊，305，4-19
- Baturay, M., Daloglu, A., Yildirim, S. (2010). Language practice with multimedia supported web-based grammar revision material. *ReCALL*, 22(3), 313-331.
- Coyne, R. (2003). Mindless repetition: Learning from computer games. *Design Studies*, 24, 199-212.
- Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning*. Paragon House.
- Rice, J.W. (2007). Assessing higher order thinking in video game. *Journal of Technology and Teacher Education*, 15(1), 87-100..
- Shapley, K., Sheehan, D., Maloney, C., & Caranikas-Walker, F. (2011). Effects of technology Immersion on Middle School Students' Learning Opportunities and Achievement. *The Journal Educational Research*, 104:299-315, 2011.

互動遊戲式七巧板學習系統

Interactive Game-based Tangram Learning System

孔崇旭¹，丁昱鳴^{1*}，王政洳²，吳冠霖¹

¹ 國立臺中教育大學資訊工程學系

² 國立臺中教育大學教師專業碩士學位學程

csko@mail.ntcu.edu.tw; * bcs108117@gm.ntcu.edu.tw

【摘要】 幾何概念的發展是國小數學中非常重要的一環，若兒童能自低年級開始就能熟悉基本的幾何知識，對日後的數學學習勢必有所幫助，但是低年級的兒童的專注力較不佳，因此單靠教科書的教學成效有限。有鑑於此，若能讓兒童動手操作應能比書本來得更有吸引力。因此，本系統發展具有互動式整合功能的智慧型七巧板教學系統，作答過程中，系統會隨時偵測作答者的動作並給予即時的互動回饋，對於放對位置的實體七巧板積木，手機的螢幕會及時呈現該積木，本系統包括發展智慧型無線影像鏡頭七巧板辨識模組、七巧板教學模組、七巧板測驗模組，七巧板互動式整合等模組。

【關鍵字】 七巧板、遊戲式學習、互動式整合積木、幾何學習、影像辨識

Abstract: The development of the geometry concept is very important to the mathematics of elementary school. If children can be familiar with basic geometric knowledge from primary grades, and develop a basis on mathematics, it will definitely helpful on mathematics learning in the future. However, the primary grades children pay so little attention to their textbooks, and are not very effective to learn. The result of this research is to develop an interactive tangram learning system with the functionalities of game-based. Children can operate the physical wooden tangram, and the behavior data of operating the physical object is wirelessly transmitted to the software by through the real-time recognition functions of the wireless smart camera. System can check the correctness of the operation and provide intelligent teaching prompts instantly. This system can cultivate children's basic geometric knowledge, observation, memory, concentration and logical reasoning abilities.

Keywords: tangram, game-based learning, virtual-tangible integrated building blocks, geometric learning, image

recognition

1. 前言

七巧板是一種古老的中國拼圖，有許多研究指出七巧板十分具有教育價值，例如應用幾何學教學中(Bohning & Althouse, 1997; Kriegler, 1991)，可以學習幾何基本形狀相關的能力，對學生在空間能力測驗中的表現有重大影響(Renavitasari & Supianto, 2018)。根據 108 課綱，基本幾何能力包含平面圖形的分割與重組、認識簡單幾何形體及概念(如平面圖形、長、短、大、小等)、辨認與描述平面圖形的幾何特徵、水平平移能力、對角平移能力、水平旋轉能力及對角旋轉能力。范·希勒(van Hiele)的幾何思維模型，幼童傾向於感知幾何形狀，並開始關注形狀的詳細屬性(Van Hiele, 1986)。對於幼兒教師來說，教導幾何最有效方法是提供實體的動手經驗(J. Lee, Lee, & Collins, 2009)，透過動手觸摸實體的幾何積木，孩子們可以更有效地學習數學、幾何形狀和空間感(Clements, Copple, & Hyson, 2002; J. Lee, Autry, Fox, & Williams, 2008)，使孩子們對幾何學習更加積極主動，進一步提高他們的形狀識別和分類技巧，並促進對基本幾何概念和關係的理解(Trimurtini, 2017)。拼圖常被廣泛用作發展邏輯推理

和大腦重要連結，特別是兒童大腦中重要連接的一種有趣方式，它可以提高空間能力、訓練兒童解決問題(Silva et al., 2015)。故藉由以幾何積木和拼圖結合而成的七巧板來介紹基本幾何概念，可以使孩子們探索較小的形狀如何與其他形狀組合以創建更複雜的形狀，且在教學和測量空間能力方面非常有效(J.-H. Lee, 2017)。

有多項研究指出，玩七巧板可提升兒童的空間感以及對形狀之間關係的理解，激發孩子的觀察力，想像力，形狀分析，創造力和邏輯思維(J. Lee et al., 2008; Lin, Shao, Wong, Li, & Niramitranon, 2011; Olkun, Altun, & Smith, 2005; Russell & Bologna, 1982; Siew & Abdullah, 2012; Siew, Chong, & Abdullah, 2013; Yang & Chen, 2010)。

七巧板的遊戲經驗可以幫助孩子們對幾何學發展出積極學習的態度，進一步提高他們的形狀識別和分類技巧，並促進對基本幾何概念和關係的理解(Bohning & Althouse, 1997)。Singh (2005)發現七巧板可以刺激兒童進行操縱，從而理解幾何思維和推理過程。亦可提升幾何旋轉及空間概念(J. Lee et al., 2009; Lin et al., 2011)。Lin et al. (2011)指出，參與協作式虛擬七巧板活動可提高年輕學生解決數學問題的效率，並促進他們的同伴協作(Schroth, Tang, Carr-chellman, & AlQahtani, 2019)。使用七巧板製作各種形狀、複製形狀以及講述自己的故事，是一種增強幼兒的空間感並增加其幾何知識的有意義的方法。(J. Lee et al., 2009)

2. 相關文獻

Schroth et al. (2019)探討使用「互動式整合數位七巧板」與「傳統實體七巧板」的學習成效差異。此研究採用的「互動式整合數位七巧板」是使用 Osmo 系統，結合具有觸控螢幕的電腦或平板上使用實體和虛擬操作整合互動的方式，學生可獲得電腦互動交談的優點及實物具體操作方法刺激的優點。老師將學生分配到不同的小組，並輪流使用「互動式整合數位七巧板」和「傳統實體七巧板」大約 20 分鐘。我們確定每個小組都有機會使用「互動式整合數位七巧板」完成大約 3 個圖形，並使用七巧板操作完成大約 3 個圖形。觀察者的證實了與傳統的七巧板塊相比，所有孩子對「互動式整合數位七巧板」的任務都更加感興趣並參與其中。

Lin et al. (2011)開發一種具備合作學習操作性的虛擬七巧板拼圖，以幫助兒童在平板電腦的協作學習環境中學習幾何形狀，為了促進同儕互動與激發學生更高層次的思維和創造力來解決幾何問題。要求學生通過玩虛擬七巧板拼圖，重新構圖和呈現視覺效果，發現幾何圖形中的規則和關係。結果顯示兒童提高了在旋轉和形狀空間方面的能力，且成績較低和成績較高的孩子之間的得分差距縮小了。1 對 1 電腦輔助合作數位學習環境為學生提供能夠方便學習幾何的概念，每位學生都有平等操作系統的機會，以發展幾何空間感測和推理技能，虛擬七巧板的協作學習活動可以減少高能力和低能力學生之間的差距，實際操作可以幫助理解區域的組成，激起想像力和創造力，協作式虛擬學習工具實現了資源共享，並形成了互相學習的環境，小組中的合作夥伴可以通過共同思考，討論和互相反饋來互相幫助，學會如何與夥伴合作進行協商，以更大的動力和興趣增強了對解決問題的信心。

Trimurtini (2017)開發了一套為增強對平面幾何概念理解以學習幾何的互動式多媒體七巧板遊戲，簡稱 TIG。研究重點在開發教學媒體來學習平面幾何、形狀與測量，以傳播 TIG 遊戲為目的。通過 TIG 教學範例套件，學生可以獲得幾何與測量方面的經驗，尤其是平面形狀材料方面的經驗。通過對講課過程和學生任務結果組合的觀察，發現平均分為 2.8 (好類別)，從學生的新穎性、有用性與創造力的元素看，可能會啟發學生學習幾何。根據媒體發展、研究成果、數據分析與各階段討論的，可以得出以下結論：教育系學生在 TIG 遊戲媒體的平面幾何與測量是透過 4D 階段進行開發，並且具備 Van Hiele 理論的特徵，可用於幾何、測量教學。

3. 系統設計

本系統之模組架構如圖 1 所示，由使用者操作七巧板和平板電腦，智慧鏡頭模組會捕捉七巧板的形狀，傳送給七巧板教學系統模組，智慧鏡頭透過伺服器中的影像辨識深度學習模組來強化其辨識效果，七巧板教學系統模組會透過伺服器中的行為預測深度學習模組來為使用者提供教學反饋。各模組的詳細功能分述如：1. **七巧板教學系統模組**：本模組為平板電腦上的應用程式，透過和實體七巧板的結合，讓使用者進行互動式整合的教學活動。2. **智慧鏡頭模組**：本模組用以接收實體七巧板的影像資料，並進一步分析影像、傳送給七巧板教學系統模組。3. **教學伺服器**：本模組主要負責教學系統功能、題目編輯的管理，主要包含「試題編輯模組」、「影像辨識學習模組」及「遊戲展示模組」。「試題編輯模組」可提供教師自行建立、編輯七巧板練習題目，並應用到「七巧板教學系統模組」中。

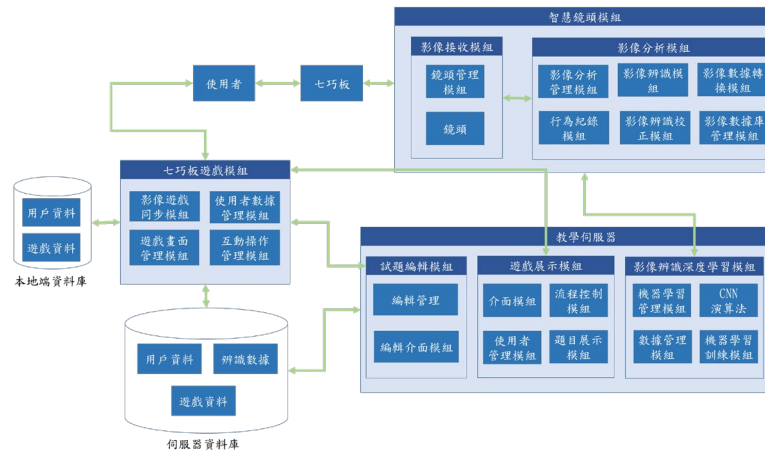


圖 1 系統架構圖

4. 系統展示

互動式整合功能的智慧型七巧板教學系統操作步驟如表 1 下所示，從 Step1~ Step10，其中在 Step6: 作答過程中，系統會隨時偵測作答者的動作並給予即時的互動回饋，對於放對位置的實體七巧板積木，手機的螢幕會及時呈現該積木。Step7: 作答過程中，若所有實體七巧板積木皆放在正確位置時，手機的螢幕會及時呈現所有積木，會結束作答，出現相對應的動畫及該題得分的情形。

表 1 七巧板系統操作步驟

Step1: 系統開始動畫。	Step2: 輸入帳號、密碼登入系統。	Step3: 選擇教學練習或是測驗。	Step4: 選擇題目
Step5: 開始作答，由於選擇入門題目，作答開始時，會列出所有七巧板的圖框。	Step6: 作答過程中，系統偵測作答者的動作，位置正確的七巧板，手機螢幕會即時呈現該積木。	Step7: 作答過程，所有七巧板位置皆正確時，手機的螢幕會及時呈現所有積木，並結束作答。	Step8: 作答結束時且答對時，會出現相對應的動畫。

5. 結論與未來展望

本研究的最後整合的成果為一套具有互動式整合功能的智慧型七巧板教學系統，小朋友可操作實體的木頭七巧板，透過智慧型無線影像鏡頭七巧板辨識系統的辨識，將操作的實體資訊無線傳輸到軟體的七巧板教學系統及軟體七巧板測驗系統，並及時辨識操作的正確性，並將辨識結果及時的回應到手機的螢幕上，也提供智慧性的教學提示；可培養小朋友的基本幾何知識、觀察力、記憶力、專注力及邏輯推理等能力。

本研究未來也將到國小做學習成效的實驗及系統操作應用性調查，未來將針對實驗所收集的數據做分析，分析的結果可作為系統改進的參考。

參考文獻

- Bohning, G., & Althouse, J. K. (1997). Using tangrams to teach geometry to young children. *Early childhood education journal*, 24(4), 239-242.
- Clements, D., Copple, C., & Hyson, M. (2002). Early childhood mathematics: Promoting good beginnings. *A joint position statement of the National Association for the Education of Young Children (NAEYC) and the National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)*.
- Kriegler, S. (1991). The Tangram—It's More Than an Ancient puzzle. *The Arithmetic Teacher*, 38(9), 38-43.
- Lee, J.-H. (2017). *Detection and pose estimation of colored tangram pieces: An initial result based on mathematica implementation*. Paper presented at the 2017 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII).
- Lee, J., Autry, M. M., Fox, J., & Williams, C. (2008). Investigating children's mathematics readiness. *Journal of Research in Childhood Education*, 22(3), 316-328.
- Lee, J., Lee, J. O., & Collins, D. (2009). Enhancing children's spatial sense using tangrams. *Childhood Education*, 86(2), 92-94.
- Lin, C.-P., Shao, Y.-j., Wong, L.-H., Li, Y.-J., & Niramitranon, J. (2011). The Impact of Using Synchronous Collaborative Virtual Tangram in Children's Geometric. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(2), 250-258.
- Olkun, S., Altun, A., & Smith, G. (2005). Computers and 2D geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 317-326.
- Renavitasari, I. R. D., & Supianto, A. A. (2018). *Educational Game For Training Spatial Ability Using Tangram Puzzle*. Paper presented at the 2018 International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology (SIET).
- Russell, D. S., & Bologna, E. M. (1982). Teaching geometry with tangrams. *The Arithmetic Teacher*, 30(2), 34-38.
- Schroth, S., Tang, H., Carr-chellman, A., & AlQahtani, M. (2019). An Exploratory Study of Osmo Tangram and Tangram Manipulative in an Elementary Mathematics Classroom. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 11(1), 1.
- Siew, N. M., & Abdullah, S. (2012). Learning Geometry in a Large-Enrollment Class: Do Tangrams Help in Developing Students' Geometric Thinking? *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 239-259.
- Siew, N. M., Chong, C. L., & Abdullah, M. R. (2013). FACILITATING STUDENTS' GEOMETRIC THINKING THROUGH VAN HIELE'S PHASE-BASED LEARNING USING TANGRAM. *Journal of Social Sciences*, 9(3), 101.
- Silva, V. E., Lins, C., Silva, A., Roberto, R., Araújo, C., Teichrieb, V., & Teixeira, J. M. (2015). *Voxar puzzle: An innovative hardware/software computer vision game for children development*. Paper presented at the 2015 XVII Symposium on Virtual and Augmented Reality.
- Trimurtini, F. A. (2017). *TANGRAM INTERACTIVE GAME (TIG): INSTRUCTIONAL MEDIA IN LEARNING GEOMETRY*. Paper presented at the 3rd International Conference on Theory and Practice (ICTP-2017), Adelaide, South Australia.
- Van Hiele, P. M. (1986). Structure and insight: A theory of mathematics education.
- Yang, J. C., & Chen, S. Y. (2010). Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game. *Computers & Education*, 55(3), 1220-1233.

透過創造教育遊戲來學習遊戲式學習設計

Learning Game-based Learning Design by Creating Educational Games

廖長彥

國立中央大學 客家語文暨社會科學學系

CalvinCYLiao@gmail.com

【摘要】 本研究嘗試讓學生自己創造教育遊戲來學習遊戲式學習設計，讓學習者能夠在學習過程中既能投入在遊戲裡也能學習到知識。為此，本研究邀請 21 位大學生參與並進行為期一學期的活動，過程中安排二個教育遊戲設計，分別為 gather town 遊戲式學習活動與教育桌遊改編。過程需選定主題、決定內容範圍、設計活動內容、進行方式、實際測試等面向。研究結果顯示。在參與情況方面，創造教育遊戲活動對於學生分別在問題解決、思考模式、角色合作與評估反思等的參與情況產生正面影響。在自我效能方面，隨著創造教育遊戲活動的進行，對於學生自我效能產生正面影響。

【關鍵字】 混合學習模式；線上直播教學；跨領域專題學習；遊戲式學習設計

Abstract: This study attempts to let students create educational games by themselves to learn game-based learning design so that learners can engage in games and acquire knowledge in the learning process. To this end, this study invited 21 college students to participate in a semester-long activity. Two educational game designs were arranged during the process: the gather town game-based learning activity and the educational board game adaptation. The process needs to select the theme, decide the content scope, design the content of the activity, and carry out the method and practical tests. Research shows. In terms of participation, creating educational game activities positively impacts students' involvement in problem-solving, thinking mode, role cooperation, and evaluation and reflection. In terms of self-efficacy, creating educational game activities positively impacts students' self-efficacy.

Keywords: Blended learning model, online live teaching, cross-disciplinary learning, game-based learning design

1. 前言

由於 COVID-19 大規模爆發影響，在過去二年來，為了避免發生學生群聚感染，以確保遵守實體安全社交距離的規則，各國政府關閉各級學校校園，並暫停校園內的學習活動，學習環境快速的轉為家中環境進行教學。然而幾乎先前所有的大學課程都是在實體課堂上進行的，以教師為中心教學仍然是大學教學的標準樣貌，在課堂上師生間鮮少互動(Stains, Harshman, Barker, Chasteen, Cole, DeChenne-Peters, ... & Young, 2018)。隨著疫情加劇，教育現場發生了前所未有的轉變，帶來了許多新的挑戰，也必須採用大膽創新的方法，即所有課程都需要重新設計並調整，引發各種混合學習概念的舉措和計畫，以適應後疫情時代的線上課程模式。簡言之，疫情下的教學與學習環境，線上遠距的學與教已大幅改變原有的教育生態。

再者，學生需要的也不僅是知識或課程上的學習，更需要的要與同學們及老師間的互動。為了延續這些互動形式，線上遠距多數採用「同步」、「非同步」或是混合上述兩種學習形式，以滿足師生間教與學活動。然而，由於是採線上遠距形式，相較於過去實體面對面課程，

也面臨了許多新挑戰，如過去研究(Petrović, & Pale, 2015)指出線上教學(live lecture)的困境，教學互動性(interactivity)，如老師與學生、學生間合作討論；學生的參與投入情況，如出席、專注力等，都不如預期。因此，原先在實體教室空間進行教學任務，並不是只是單純的線上化，直接搬到線上就能順利的推展開來，大至可將困境歸納為**遠距學習的互動性不足困境與遠距學習的持續參與不足困境**。

2. 遊戲化學習研究

隨著數位科技進步，許多研究人員嘗試發展各式各樣的多媒體學習內容，以提高學生的學習表現。在各種科技增強學習方式中，遊戲化(Gamification)學習被認為是激勵學生的極具潛力的方法之一(Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011; Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014; Seaborn, & Fels, 2015; Dicheva, Dichev, Agre, & Angelova, 2015; Chou, 2015)，例如健康、永續發展、交通和教育(Robson, Plangger, Kietzmann, McCarthy, & Pitt, 2015)。這幾年遊戲化(Gamification)成到大肆宣傳的熱門話題，被認為可作為支持參與者參與，與促進參與者積極使用服務的模式，例如，增加參與者活動頻率、社交互動數量與品質和生產力。簡言之，遊戲化是一種激勵參與者投入和享受非遊戲環境的方法(Seaborn, & Fels, 2015)。而其方式被認為能為參與者的動機賦能(motivational affordances)(Zhang, 2008)，能透過遊戲化體驗而產生正向的、積極的使用意願(Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014)。然而，先前許多研究表明，如果沒有將學習內容正確地結合遊戲元素，與過去科技增強型學習方法相比，遊戲化學習對於學生表現的影響不見得能如預期相同。

因此，遊戲化概念正逐漸得到學術界、實踐者和專業人士的關注，其概念涉及教育、資訊、設計和健康等領域，開始應用在多個領域進行相關實證研究，以證實遊戲化具高度潛力。例如教育，增加學生動機與參與(DomíNquez, Saenz-De-Navarrete, De-Marcos, Fernández-Sanz, Pagés, & MartíNez-HerráIz, 2013)；線上社群與社交網絡，鼓勵社群參與(De-Marcos, Domínguez, Saenz-de-Navarrete, & Pagés, 2014)；健康應用：鼓勵糖尿病患者每日血壓測量(Cafazzo, Casselman, Hamming, Katzman, & Palmert, 2012)；眾包模式，提高大眾參與度(Witt, Scheiner, & Robra-Bissantz, 2011)；持續模式(sustainability)，鼓勵行為改變(Kiesler, Kraut, Koedinger, Aleven, & McLaren, 2011)；電腦支持合作工作，促進參與者持續溝通(Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011)。

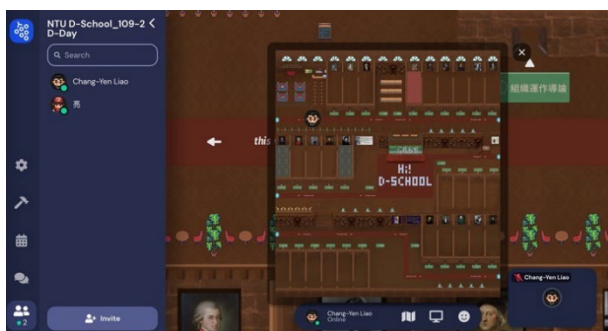
然而，遊戲化對於提高參與者的內在動機、參與度與學習表現等仍存在分歧，例如，提高學生在課堂上參與度研究，相關研究者採用遊戲化機制結合非遊戲環境的策略。在 Hanus & Fox (2015)比較 80 名大學生參與有無遊戲化的二門課程，結果發現與非遊戲化課程相比，遊戲化課程較的學生表現出較少的動機、滿足感和賦權能力等。Wang (2015)曾調查使用遊戲式系統為期 5 個月，其研究發現能提高學生的參與度、動機性和學習性，然而需注意長期使用的是否能持續有作用。反之，另一個研究 Tsay, Kofinas, & Luo (2018) 邀請 136 名大學生參與遊戲化線上課程或傳統線上課程，結果指出參與遊戲化線上課程學生表現明顯高於參與傳統課程學生。上述結果表明利用遊戲化機制於教育環境時，仍有許多應注意的事項，只有持續進行實際探索以及對參與者進行嚴格評估，才能揭示遊戲化是否有效。此外，如何安排遊戲化機制於學習環境，增強學生的學習能力，或是希望吸引潛在用戶群體，又或是對更廣泛的

專業人士群體產生重大影響，皆需對相關機制安排進行驗證，以提供激勵和吸引參與者參與的有效證據。簡言之，利用活動遊戲化於學習中，並不能促使該學習活動成為一個參與者積極投入的活動，好的遊戲化活動是合適的安排這些元素，以滿足以學生為本的學習活動。

3. 研究設計

本研究採用「同步」及「非同步」的兩種學習形式，混合「線上直播教學」「預錄影片」和「小組體驗式學習活動」等的內容形式，稱為「混合式學習」，即可兼具兩者的優點，有利教學實施。在線下活動部分，為了達成以學習者為中心的有效學習體驗，並提供自主學習的氛圍，激發學習者的參與和創造力，將會運用校內客家學院的「idea Hakka 新客棧」的多媒體空間，將規畫自主學習的活動與時間，讓小組學生進行合作討論如何運用遊戲式數位學習課程的專題設計，來協助客家語言教學，同時也會安排諮詢來協助小組學生完成專題討論，以培養學生跨域合作與自主學習等關鍵能力。

而線上部分，目前已有許多成熟的同步上課的視訊平台，如 Zoom、Teams、Google Meet、Webex 等，這些同步視訊軟體工具，提供多元選擇，也具備一定的互動性，隨著網路基礎建設，已能滿足教師傳統教學多數需求，然而卻無法滿足學生新型態的學習活動，長久下來，遠距學習的互動性不足與對學習者持續參與的吸引力不足的困境也將突顯出來，因此需要適合為期 18 週課程的線上學習機制。其中之一的 Gather Town 具備遊戲化視訊互動環境，此一主動學習教室能支持線上跨領域小組學習。這個教室就像是個實踐社群空間，學生能藉空間化視訊會議來進行小組內與跨小組的互動。此外，根據 Gather Town 官網的介紹，目前有部分公司如 Coinbase、Amplitude、Embark Trucks 都曾採用這項服務，一些學校機構如 UPenn、Berkeley 也都有使用過。台大創新設計學院因疫情因素，也於 2021 年利用 Gather Town 舉辦線上的 D-Day 期末成果展(<http://ntudschool.pse.is/D-Bookstore>)，集結了 D-School 當學期開設課程共同展出，依據主辦單位的資訊同時參與人數超過 300 人數，見圖一。



圖一：D-Day 期末成果展



圖二：Board Game Arena

因此，本研究將運用 Gather Town (<https://gather.town/>) 此線上平台，並搭配 Google Meet，進一步結合遊戲化與線上視訊，打造虛擬教室並搭配實體討論空間，以滿足師生的互動性與維持持續參與的吸引力，如現實人物角色化，互動極度貼近現實，可以設計並模擬教室，透過人物的操作進行不同程度的互動，可以進行一對多、多對多或是小組形式的交流互動。能進行不同的情境，如分組報告、小組討論區：學生能在此長期進行討論與互動，配搭實體討論活動、虛擬策展 (curation)：展演活動可將作品放在地圖上，讓參與者線上閱讀或是個人作

品展示：也許這也能作為線上作品集的展示方式，設計師可以將作品佈置為畫板讓其他人參考，有興趣透過線上視訊會議直接交談，因此，可以快速的建構出依需求的線上學習空間的地圖空間。

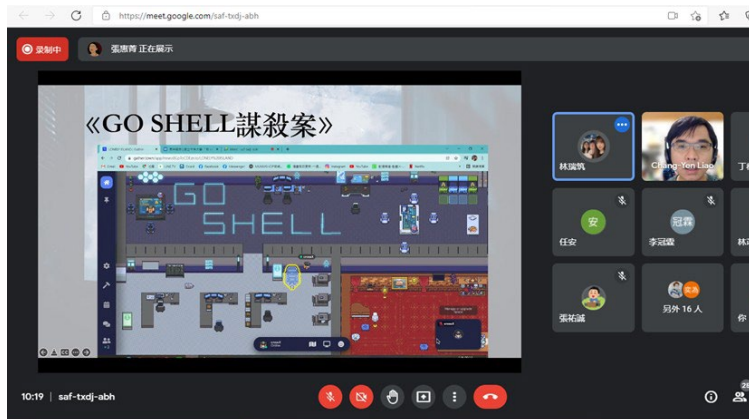
4. 研究方法

4.1. 參與對象與教育遊戲設計活動

參與對象為臺灣北部地區某國立大學 21 位大學生。年齡平均約為 20 歲。參與對象對於資訊科技接觸不多，普遍缺少對於資訊科技應用的基本認識，缺乏學習信心與學習動機，連帶影響他們後續接觸課程活動的學習情況。先前無設計遊戲經驗，採異質性分組，四人為一組。鼓勵學生動手做遊戲，能讓學習者在溝通、問題解決、批判思考等能力有較佳的表現。這是因為，在制作遊戲化數位學習作品的製作過程中，學習者勢必需要動手操作，而動手做 (hands-on) 的方式不只可能會影響學習者的學習態度，也可能更容易將情境與認知進行連結，達到更加的學習與記憶效果，更能提高學生的擁有感與成就感。為了讓學生能學習並實際運用遊戲式數位學習理論，Prensky (2001) 曾運用投入(engagement)與學習兩個向度來說明數位遊戲式學習的可行性，他認為理想的數位遊戲式學習是學習者能夠在學習過程中既能投入在遊戲裡也能學習到知識，如同在玩電玩一樣。



圖三：線下實體課



圖四：使用 google meet 進行線上課程

4.2. 研究流程

研究流程分為活動前、活動中與活動後，活動共進行 18 次，每次進行 3 個小時。為期一學期。在活動前，調查學生背景與相關資訊與填寫自我效能量表前測。在活動中，本研究安排期中與期末各需完成二個遊戲式數位學習課程設計，分別為 gather town 遊戲式學習活動與教育桌遊改編。每步驟進行前，教師會先進行 30 分鐘的介紹，並安排該次上課的小組討論活動，包括尋找相關資料，並透過筆記記錄其所尋找的資料，從中教導學生包括選定主題、決定內容範圍、設計活動內容、進行方式、實際測試等，並在該次課程結束前，每個小組需要分享該次的討論結果。教師會依小組分享情況進行補充教學。在活動過程中，研究人員進行

觀察，並進行模式與活動的修改與調整。活動後，學生填寫自我效能量表後測與參與情況自我評分與 4 題開放題問題，並進行訪談。

4.3. 資料收集

參與情況：為了了解學生的參與情況，本研究參考 Chen 和 Yang (2019) 經統合分析 30 篇專題式學習 (Project-based learning) 所採用的學習表現構面與 Nestel 與 Tierney (2007) 所提出角色扮演於小組合作概念，參與情況的評估分為問題解決、思考模式、角色合作 (Vizeshfar et al., 2019) 與評估反思等能力的變化。參與情況的資料收集包括開放題與自我評分二部分，每個維度皆包括一題開放題與一題自我評分，共四個維度。

自我效能量表：為了了解學生是否認為自身具有自我效能，本研究採用先前研究者 Tierney 和 Farmer (2011) 與 Bandura (2006) 來訂立自我效能量表，以李克特氏五點量表檢視學生的自我效能，量表分為四個向度：成就表現、替代經驗、口語說服、個人身心狀態，每個面向各自包括六題，其中四題為正向題、二題為反向題。總共二十四題。各分量表的內部一致性信度介於 Cronbach $\alpha = .72 \sim .82$ ，顯示該量表的內部一致性佳。

5. 初步發現

5.1. 學生參與情況

為了了解學生在進行數位教育遊戲專題後，對於不同面向的自我表現的評分，分別在問題解決、思考模式、角色合作與評估反思等能力的變化，分析結果分別顯示為 8.05、7.50、7.80、8.25 與 7.85 等相當高的平均分數，見表一。這意味著隨著活動的進行，數位教育遊戲專題活動對於學生分別在問題解決、思考模式、角色合作與評估反思等的參與情況產生正面影響。

表一：在小組進行數位教育遊戲專題中，對參與情況的自我評分 (n = 21)

面向	問題	自我評分 (1~10) 平均數 (標準差)
問題解決	你曾經遇到的困難與解決方式？並且自我評分	7.60 (1.11)
思考模式	你覺得自己學會了什麼？並且自我評分	8.40 (0.92)
角色合作	你作出何種重要貢獻？並且自我評分	7.80 (1.33)
評估反思	你會想要重新規畫那些部分？並且自我評分	8.30 (0.78)

5.2. 學生自我效能

為了解學生們進行數位教育遊戲專題活動後，對於數位教育遊戲專題設計的自我效能變化，本研究分別收集了學生們在進行活動前後的資料，見表二。為了比較參與活動學生的自我效能變化情況，進一步使用成對樣本 *t* 檢定分析，分別為成就表現面向 ($t_{(137)} = 5.04, p = .000 < 0.001$)、替代經驗面向 ($t_{(137)} = 5.93, p = .000 < 0.001$)、口語說服面向 ($t_{(137)} = 4.90, p = .000$)

<0.001)、個人身心狀態面向 ($t_{(137)}=5.52, p=.000<0.001$)，活動前後的自我效能的四個分面向皆達顯差異，這意味著隨著活動的進行，透過「混合式學習模式」於數位教育遊戲專題活動對於學生的自我效能產生正面影響。

表二 活動前後，學生自我效能的變化 (n=21)

	前測		後測		△ (後-前)	t 值
	正面同意 人次 (百分比)	平均數 (標準差)	正面同意 人次 (百分比)	平均數 (標準差)		
成就表現	61 (48.41%)	3.46 (0.77)	83 (65.87%)	3.78 (0.81)	0.29	5.04***
替代經驗	80 (63.49%)	3.81 (0.91)	111 (88.10%)	4.22 (0.85)	0.41	5.93***
口語說服	63 (50.00%)	3.35 (0.76)	84 (66.67%)	3.63 (0.83)	0.28	4.90***
個人身心 狀態	50 (39.68%)	3.34 (0.77)	76 (60.32%)	3.72 (0.90)	0.38	5.52***

*** $p < .001$

6. 討論與結論

本研究試圖改進小組學生在「遊戲式數位學習」課程中，線上實作數位教育遊戲專題的品質。先前，因應疫情變化與尋找適合後疫情時代的學習方式，已於先前學期課程中，嘗試採用「混合式學習模式」，包括同步及非同步的兩種學習形式。然而，運用「混合式學習模式」與過往以實體課程為主的模式大不相關，經由觀察並與學生聊天與互動發現，部分小組內成員間的存在著互動不足，大多仰賴以線上課程時間內的互動為主，課程後較無後續討論的情況，小組學生間的「團隊營造不足」問題。此外，也發現小組學生彼此間對於「專題討論深度不足」問題，以至後續設計的數位教育遊戲專題品質不足，若依新版的教育認知目標分類 (Anderson & Bloom, 2001)，可以發現小組學生嘗試設計的線上教育遊戲作品，即改編教育桌遊與 gather town 遊戲式學習活動，大多數屬於「記憶與理解」層次，即進行內容以記憶與配對為主，玩法也以原先參考桌遊的機制玩法為主，較少嘗試更高階的「應用與分析」或是「評估與創造」層次。雖然上述問題並不是只存在混合式學習模式中，同時也在發生在實體課程，然而可能會因「混合式學習模式」進而加劇上述問題。

再者，為了解新開課程的學生學習情況，於本學期期中考後，發送問卷詢問學生對於課程的學習感受，其中有部分同學提到在進行課程時所遇到的學習困擾，經分析後，可以分為以下二個面向。在「小組成員參與度不同」面向，部分學生提及如「組員貢獻度不一」、「有一些組員參與度較低」、需要「多做額外的作業內容」，希望能「要求工作分配表」等，以上反應出小組成員仍未能有效進行團隊合作，這顯示課程需要針對小組學生內的團隊營造進行協助，以營造出更具合作氛圍與明確分工合作的方式。

在「**遊戲遊玩與設計經驗不足**」面向，部分學生提到「較少玩桌遊，但還是能聽懂老師的講解」、需要「多玩其他種類的桌遊」、可以「多引導我們進行遊戲」、「改編遊戲改編得好蠻需要運氣跟創造力的」與「發想、查資料、多玩遊戲」等，另一部分學生提到「改編製作遊戲時間不夠充裕」、「與組員討論，回家繼續做」、「時間希望能充裕一點」與「Game board 內容較多，可能可以分兩次教」等，以上反應出小組成員在進行教育遊戲設計時仍有不少困難，這顯示課程需要針對小組學生在進行專題過程中，需要有更好的認知鷹架方式，以協助小組進行專題討論，幫助學生自己思考。

因此，部分小組學生間因存在著「**團隊營造不足**」與「**專題討論深度不足**」等問題，若能加以改善，將能對於小組學生們實作的數位教育遊戲專題品質大幅改進。後續將於會下次開課時加以調整。

誌謝

本研究在教育部高教深耕計畫「國立中央大學教學創新補助計畫」的資助下完成，僅此致謝。

參考文獻

- Cafazzo, J. A., Casselman, M., Hamming, N., Katzman, D. K., & Palmert, M. R. (2012). Design of an mHealth app for the self-management of adolescent type 1 diabetes: a pilot study. *Journal of Medical Internet Research, 14*(3), e70.
- Chou, Y. K. (2015). *Actionable gamification: Beyond points, badges, and leaderboards*. Fremont, CA: Octalysis Group.
- De-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education, 75*, 82-91.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15). ACM.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, pp. 9-15. doi: 10.1145/2181037.2181040
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society, 18*(3), 75-88.
- Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herrálz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education, 63*, 380-392.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, January). Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *HICSS* (Vol. 14, No. 2014, pp. 3025-3034).
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education, 80*, 152-161.
- Kiesler, S., Kraut, R. E., Koedinger, K. R., Alevan, V., & McLaren, B. M. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly, 15*(2), 1-5.
- Petrović, J., & Pale, P. (2015). Students' perception of live lectures' inherent disadvantages. *Teaching in Higher Education, 20*(2), 143-157.

- Robson, K., Plangger, K., Kietzmann, J. H., McCarthy, I., & Pitt, L. (2015). Is it all a game? Understanding the principles of gamification. *Business Horizons*, 58(4), 411-420.
- Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31.
- Stains, M., Harshman, J., Barker, M. K., Chasteen, S. V., Cole, R., DeChenne-Peters, S. E., ... & Young, A. M. (2018). Anatomy of STEM teaching in North American universities. *Science*, 359(6383), 1468-1470.
- Tsay, C. H. H., Kofinas, A., & Luo, J. (2018). Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education*, 121, 1-17.
- Witt, M., Scheiner, C. W., & Robra-Bissantz, S. (2011, October). Gamification of online idea competitions: insights from an explorative case. In: Proceedings of INFORMA- TIK 2011 – Informatik Schafft Communities, Lecture Notes in Informatics. Presented at INFORMATIK 2011. Berlin, Germany, p. 192.
- Zhang, P. (2008). Motivational affordances: Reasons for ICT design and use. *Communications of the ACM*, 51(11), 145-147.

基於遊戲式課堂即時反饋系統之競爭模式設計

The Design of Game Competition Mode based on Classroom Interactive Response System

簡子超^{1*}

¹ 慈濟科技大學資訊科技與管理系

*brianchien.academic@gmail.com

【摘要】 隨著資訊科技的發展，課堂中以學生為中心的學習已是目前主要的趨勢，教師導入遊戲化即時反饋科技至班級教學中，除了可以有效提升學生的學習動機，也可以即時掌握學生的學習狀況。即時反饋的學習遊戲除了可以提升學生的注意力，也能夠增添學生學習上的樂趣。然而，由於遊戲元素的加入通常僅是作為學習中的點綴，在機制設計上通常較單調，所能維持學生新鮮感的時間較為短暫，學生很快便喪失了新鮮感。有鑑於此，本研究嘗試在學習遊戲中加入「需要刻意練習」的對戰策略要素，遊戲中學生除了要精通學習內容之外，還需要透過不斷練習，逐漸提升自己的「對戰能力」，才能在遊戲中獲得勝利。本研究希望透過此設計，為學習系統帶來較為長久的外在驅動力，激發學生不斷進行練習。

【關鍵字】 課堂即時反饋系統；競爭遊戲；刻意練習

Abstract: With the development of information technology, student-centered learning in the classroom is now a major trend. Teachers can enhance students' learning motivation and keep track of their learning status instantly by introducing game-based instant feedback system into classroom. The learning games in instant feedback system can not only enhance students' attention, but also add fun to their learning. However, since the game elements are usually added as a sugar-coating to learning, the game mechanics are monotonous and cannot maintain sufficient motivation for continuous learning. Students quickly lose their sense of freshness. This study attempts to add the element of "deliberate practice" into the learning game, in which students not only need to be proficient in the learning content, but also need to gradually improve their "battle ability" through continuous practice to win the game. Based on the above-mentioned design idea, this study hoped to bring a longer-term external driving force to the learning system and motivate students to practice continuously.

Keywords: classroom instant feedback system, competitive game, deliberate practice

1. 前言

隨著時代的演進，教育的目標與方式也不斷改變，隨著學習典範的轉移，學生主動學習扮演非常重要的角色，學生不再只是在講桌下面安靜地聽老師宣講，而是要積極地參與課堂討論與互動，透過主動的參與，獲得學習的目標與樂趣。隨著資訊科技的蓬勃發展，教師可以運用課堂即時回饋系統鼓勵學生積極參與課堂活動，學生可以回應教師所提出的各項問題，同時也能夠及時得知問題的解答，此外，學生也可以立即知道其他學生的作答狀況，大幅提升學生於課堂的參與感，教師也可以即時掌握學生的學習狀況。

課堂即時反饋系統作為一個傳達學生意見與看法或是學習評估的工具是相當足夠的，但卻不足以有效地維持學生的學習動機，隨著新奇感逐漸消失，學習的活動逐漸回到原本的樣貌，學生被迫進行課堂的回應，不再對於課堂的學習活動感到熱情。

過去一些相關即時回饋系統嘗試將遊戲機制導入課堂即時反饋系統，例如：Kahoot、Quizlet、Gimkit、Quizizz 等，透過遊戲的包裝，將回饋機制放入遊戲式的學習回饋系統中，

遊戲會引發學生進行思考並解決問題 (Hsieh, Lin, & Hou, 2015)，這樣的方式除了可以提高學生的動機，運用遊戲中隨機的特性，學習成就較差的學生，仍有機會在遊戲中獲勝，對於提升低學習成就的學生有相當不錯的幫助。除此之外，過去相關研究也指出，透過以競爭為驅動力的遊戲形式，確實能夠增進學生的學習動機與表現 (Chen, 2014)。

由於資訊科技與行動裝置的進步，學生從小早已接觸各種類型的遊戲，對於相對簡單的學習小遊戲機制，新鮮感很難維持足夠長久的吸引力，學生通常很快就會對遊戲喪失新鮮感。另一方面，學生在遊戲過程中會不斷探索遊戲勝利的要素，這通常也是遊戲過程中最有樂趣的時刻，以答題為主體的設計機制，很容易被學生察覺，一旦學生發現勝負的關鍵其實僅在於答題的部分，大部分的學生便會立即失去興趣。

本研究嘗試在即時反饋學習遊戲中加入需要刻意練習的對戰策略要素，即在答題遊戲中加入具一定難度的對戰策略要素，以延長並增強學生對於遊戲機制的新鮮感與興趣，學生在遊戲的過程中，除了提升答題表現，還需要不斷摸索、提升遊戲對戰的技巧，對戰技巧的研究與進步不僅提供學生樂趣，同時也成為驅動學生不斷持續進行練習的動力。

本篇文章主要提出基於遊戲化課堂即時反饋系統下之競爭模式設計，依據上述想法，初步設計了一款即時學習反饋遊戲——「知識保衛戰」。相較於傳統答題為主的學習遊戲，學生的「對戰策略」表現與「答題」表現，皆會對遊戲的成敗造成相當的影響，答題表現與對戰策略的比重大約為 1:1，即一半一半。本研究希望透過加入對戰策略探索要素，作為激發學生不斷探索與練習的誘因。透過即時互動對戰的模式，讓課堂反饋系統能夠更滿足於現今的課室教學的需求。

2. 系統設計

本研究基於遊戲化課堂即時反饋系統之概念，設計一課堂對戰答題模式——「智慧保衛戰」。有別於一般專注在答題的學習遊戲，本研究之設計更專注在學生在「學習上」與「遊戲策略探索」之間的相輔相成與效益疊加性。換言之，學生除了需要快速且正確地答題之外，還必須即時依據實際對戰狀況善用對戰技巧。由於同時重視「遊戲策略」與「學習表現」，在遊戲中學生會在「答題」過程中逐漸發覺有利的對戰策略與技巧，同時也會為了驗證與提升提「對戰策略與技巧」，因而不斷進行「答題」練習。這樣雙向的加強過程，將成為激勵學生不斷進行練習的動力，學生為了要想要表現得更好，會不斷探索遊戲技巧，並一直不斷投入對戰（學習）中。

本研究設計一同時具備答題與對戰策略要素的遊戲，簡單來說，其遊戲模式接近著名的即時對戰遊戲「皇室戰爭」，並加入了答題元素。如圖 1 所示，學生必須挑選五個（蔬菜/水果）角色來進行答題攻防戰，如圖 2 所示，學生可以透過答題來累積能量條，遊戲主要以四選一之選擇題進行，學生若答錯，系統則會告知正確答案，並且進行下一階段。學生可以透過消耗能量條將想要的角色拖放至場上，被拖放的角色將會自動向前，並且主動攻擊其前方與旁邊的敵方角色。換言之，學生若可以快速地答對題目，便可以將更多遊戲角色放至場上進行戰鬥，當玩家的角色成功抵達敵方陣營的最後底線，便會開始對敵方玩家造成傷害，減少其生命值，當雙方任一方的生命值歸零，則遊戲結束。

在這個遊戲中，學生若想贏得勝利除了需要正確答題之外，還必須妥善運用策略。表 1 整理出遊戲中主要幾種遊戲策略與對應答題表現之需求。為了幫助學生在對戰前熟悉題型、遊戲規則與遊戲中的策略運用技巧，本遊戲提供兩種模式：單人練習與雙人對戰，學生在一開始可以利用單人模式進行題目與對戰技巧的練習，待準備充足之後，再與同學進行對戰。



圖 1 遊戲登入畫面



圖 2 學生選擇五種卡片進行策略對戰與答題

表 1 遊戲中主要幾種遊戲策略與對應答題表現之需求

策略名稱	策略說明	對答題之需求	備註
截長補短	將血量防禦高的角色放在前，血量低/攻擊力高的角色放在後面，以求各自發揮最佳效益。	高	學生必須在時間內連續答對多題，連續召喚出多隻角色，以組成陣型。
合作無間	盡可能讓多隻自己的角色攻擊對方落單的角色。	中	學生在關鍵時刻必須正確答題，以便即時放置角色在對自己有利的位置上。
攻其不備	出其不意地將自己的角色放在對方防線的空檔位置。	低	需要仔細觀察對方放置角色的習慣與策略。

3. 預計研究方法

本研究接下來希望透過準實驗法進行驗證，探討答題與對戰策略相互結合之設計，相較於傳統以答題為首要目標之遊戲設計，是否能夠引發學生更高或更持續的學習動機，並因此有更好的練習效益或學習成效。本研究預計之研究對象為若干名資訊相關科系之大學生，男女比例接近 1:1，學生將依據男女比例隨機分成兩組，透過對戰遊戲進行「英文詞彙」之練習，活動中將導入兩種版本的對戰遊戲，實驗組學生使用上述之遊戲進行英文單字詞彙的練習，而對照組則使用「簡化」的對戰模式遊戲版本，在簡化版本中，學生無法運用如表 1 中的那些對戰策略，學生主要透過答題正確來獲得相對應的攻擊機會，並依據抽到的卡牌攻擊力，給予對方傷害。換言之，學生無須刻意練習遊戲中的對戰策略，只要答對較多題目即可確保在遊戲中獲得勝利。

本研究希望藉此活動，探究導入「需要刻意練習」的遊戲對戰策略要素，是否會對學生的學習動機以及學習成效產生影響。由於本研究之遊戲定位主要為學習後之加強練習，因此於遊戲進行之前，便提供學生相關單字學習內容，並明確告知學生此活動之目的，初步規劃學生將有 100 分鐘的時間，依據自身進度，逐步體驗這款對戰遊戲。活動結束後，學生們將被要求針對使用的感受，填寫回饋問卷，主要將依據 Prensky(2007)所提出之 14 項數位遊戲式學習特性，以 Likert 五點量表之形式評分，並留下遊戲意見。

4. 結論與未來展望

隨著時代與資訊科技的發展，學生的學習由被動吸收轉為主動參與，在課堂中以學生為中心的學習已是目前主要的趨勢，教師導入遊戲化即時反饋科技至班級教學中，除了可以有效提升學生的學習動機，也可以即時掌握學生的學習狀況。即時反饋的學習遊戲除了可以提升學生的注意力，也能夠增添學生學習上的樂趣。然而，由於遊戲元素的加入通常僅作為是學習中的點綴，在機制設計上通常較單調，也因此所能維持學生新鮮感的時間則較為短暫，學生很快就喪失了新鮮感。

本研究嘗試在學習遊戲中加入「需要刻意練習」的對戰策略要素，遊戲中學生除了要精通學習內容之外，還可以透過不斷練習遊戲，逐漸提升自己的「對戰能力」，以便在遊戲中獲得勝利。本研究希望透過這樣的設計，提升遊戲的挑戰性，並引發學生想要不斷探究其中奧秘的動機，延長學生的新鮮感，為遊戲式課堂即時反饋系統帶來較為長久的外在驅動力，提高學生練習的注意力與參與度。

本研究除了規劃透過準實驗法進行測試之外，未來也希望能夠進一步發展完整的遊戲式課堂反饋系統分析工具，透過收集學生的反饋數據，讓教師於課堂教學時能夠即時掌握學生的學習表現，以便調整學習活動與內容，透過這樣的分析工具，也更有利於釐清本研究的設計對於學生學習動機與學習表現之間的影響。

參考文獻

- Chen, Z. H. (2014). Exploring students' behaviors in a competition-driven educational game. *Computers in Human Behaviors*, 35, 68–74.
- Hsieh, Y. H., Lin, Y. C., & Hou, H. T. (2015). Exploring elementary-school students' engagement patterns in a game-based learning environment. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 336-348.
- Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill.

線上議題遊戲系統之開發與評鑑

Development and Evaluation of Online Issue Game System

洪耕德*，施如齡，盧昱豪
國立中央大學網路學習科技研究所
gengde.hong@g.ncu.edu.tw

【摘要】本研究是一款以十七世紀大航海時代為時空背景，讓學習者在跨域數位遊戲中體驗歷史角色，在參與的同時了解相關歷史內容，以及能夠處理各國面臨的外交衝突，所設計開發的一套〈大航海線上高峰會遊戲系統〉。透過課堂三節課的遊戲學習過程後，使用量化數據以設計遊戲式學習策略下，進行問卷調查，探討遊戲整體功能、流程、趣味性等系統問題以及學生對遊戲系統整體與遊戲使用態度以及滿意度。研究設計者依據調查結果從中分析學習者給予的回饋，重新修正遊戲流程以及遊戲介面，以此讓學習者有更佳的遊戲體驗。

【關鍵字】 遊戲式學習；系統開發；遊戲設計

Abstract: This study is a set of "Great Voyage Online Summit Game System" designed and developed with the 17th century Grand Voyage Era as the spatial and temporal background to allow learners to experience historical roles in an interdisciplinary digital game, learn about relevant historical contents while participating, and be able to deal with diplomatic conflicts faced by various countries. After three sessions of game learning in the classroom, a questionnaire survey was conducted using quantitative data and game learning strategies to explore the overall functions, flow, and fun of the game, as well as students' attitudes and satisfaction with the overall game system and game use. Based on the survey results, the research designer analyzed the feedback from the learners and reworked the game process and game interface to make the game experience better for the learners.

Keywords: Game-Based Learning, System Development, Game Design

1. 前言

人類的社會隨著科技與文化的進步，生活開始變得比以往任何時候都要複雜，這時候就需要具備批判性思考和創新思維來解決這些複雜的問題，例如：環境問題、社會歷史問題、國際議題，要如何能夠理解這些跨域課程的概念並掌握其應用的能力都變得非常重要，讓學生從跨域課程中學到的知識和技能來解決問題並培養學生的價值探索能力、經驗整合能力和實踐創新能力。

2019 年末至今隨著新冠肺炎疫情的肆虐與蔓延造成全世界各地疫情死傷不斷，這次疫情的大流行擾亂了教育、經濟、工作、交通以及生活型態，這波疫情來的快又急，令世界各國醫學專家學者都反應不及，紛紛開始做出因應的對策。據聯合國教科文組織（2020 年）證實，大學和學校的關閉會對學生產生一些不利影響，例如學習中斷，導致學生和青年被剝奪成長和發展的機會。因為疫情的關係衝擊了我們習以為常到校上課的模式，線上學習成了克服不能到校上課的解決辦法，線上課程開始備受重視活絡了起來。在教育領域中，COVID-19 的傳播導致全球教育相關機構停課，因此必須使用數位學習方法，為學習過程提供更好的機會 (Almaiah et al., 2020)。

數位遊戲在教育環境中很普遍也在學術界中也受到廣泛的關注 (Chang and Hwang, 2019; Sun, Chen and Chu, 2018)，在各種類型的遊戲行為中，遊戲成就和社交互動非常重要。在遊戲

成就方面，玩家不僅可以從中獲得成就感，還可以增加他們的遊戲動機 (Lin et al., 2015)。本研究將遊戲學習和議題遊戲的學習相結合，開發一套〈大航海線上高峰會遊戲系統〉遊戲學習系統，此系統包含歷史危機事件，而且使用遊戲機制讓學習者透過交易以及協商解決面臨的遊戲問題。因此本系統透過遊戲式學習融入跨域課程的學習，讓學習者在活動中除了習得課程知識外，培養學習者解決問題的能力，幫助學生掌握其應用能力來解決生活上的問題。

2. 文獻回顧與探討

2.1. 遊戲式學習 (Game-Based Learning)

Kiili (2005)認為教育遊戲是透過對遊戲世界的直接體驗來吸引玩家，並提出了一種促進心流體驗的體驗式遊戲模型，強調設計和平衡挑戰的重要性，以提供給玩家最好的學習體驗。Prensky (2008)建議設計教育遊戲的最佳方式是首先觀察和提取成功遊戲中的定義特徵，然後將它們應用到學科學習設計中。在學習環境中具有潛力的遊戲式學習有幾個核心方面：為學生提供需要克服的挑戰或困難，使學生能夠結合不同方面的先驗知識做出有意義的決定，並鼓勵學生預測結果從他們的決定和行動 (Bouras et al., 2004 ; Cicchino, 2015; Kim et al., 2009; McCall, 2012)。

Prensky (2001)曾說過: Today's students are no longer the people our educational system was designed to teach. 意味著學生已經不再是現有教育系統所適用的對象了，現今教育面臨了很嚴重的問題是，一群數位移民的教師正在教導一群數位原民的學生，在學生成長的過程中，已經脫離不了電腦、手機、平板……等各式各樣高互動的 3C 產品，若教師還是採取傳統的教學方法，儘管講課再精采，學生也未必能夠達到真正的有效學習，對於現在的教學法不再是一陳不變，數位遊戲式學習 (Digital Game-Base Learning)儼然已經成為未來的一種學習趨勢。隨著技術在教育中的廣泛應用，具有目標、互動、反饋和娛樂等固有特徵的數位遊戲被賦予了獨特的教育目的，並以促進學生的認知和智能能力為開發 (Abdul Jabbar and Felicia, 2015; Alaswad and Nadolny, 2015; Kim et al., 2009; Su and Cheng, 2013; Webb et al., 2015)。

2.1. 議題式遊戲 (Issue -Based Game)

本研究所設計的線上遊戲受到 The Great Voyage (Lin & Shih, 2017)數位桌遊課程影響。The Great Voyage 以夏令營的方式進行 STEAM 跨學科課程，學生透過動手做的 mBot 機器人在 600*400 公分的大版圖中，透過學生所學的歷史、地理、物理、機械知識來完成遊戲目標。在學習過程以批判性思維、運算思維以及解決問題的能力來完成合作與競爭的策略遊戲，並探討不同特徵的玩家是否會採取不一樣的遊戲策略，分析玩家的個性特徵來觀察他們在遊戲中的行為，將有助於我們對人類心理和行為的理解 (Shih, 2017)。

研究者從中發現，學生在整體遊戲活動中，在進行遊戲時，學生在遊戲內容中所有的對話以及學生互動的關聯，都沒有被完整地紀錄，都是藉由影片紀錄的方式來觀察學生之間所有的遊戲互動行為，因此，除了在夏令營中以大版圖遊戲進行外，是否也能透過線上遊戲的方式，將議題遊戲透過遊戲機制的設定，是否一樣也能提升學習者的學習也透過文字的對話藉此解決文字無法被完整記錄的問題。正如 John Hunter (2014)所看到的基於遊戲的學習動機被建立，因此本研究要從學習的角度來看看學習動機如何發揮作用。

3. 系統設計

3.1. 開發流程

基於研究目的為了解學生之遊戲行為與策略所開發設計一套線上高峰會遊戲系統，使分析者能夠更清楚知道學生在參與活動時當下真實的想法。本研究採用之系統開發流程設計採取六個步驟，如圖 1 所示。

1. 發想:新系統初想概念,提出系統構想意向、功能需求期望,一起腦力激盪。
2. 定義:進行功能需求訪談,釐清系統目標,訂定系統策略及架構,蒐集詳細的使用需求,同時確認目標、功能範圍,研究系統限制性,並依據架構與需求進行系統分析。
3. 設計:提出系統規格,包含系統所使用的技術架構、資料庫結構定義,詳細功能需求確認,包含整體 UI/UX、框架、操作流程以及功能的規劃,完成畫面雛形規劃。
4. 開發:依前一設計階段結果,繪製系統流程圖與整體系統架構圖後,進行程式開發。
5. 測試:內部驗證測試(包含功能測試、整合測試、系統測試以及壓力測試)。
6. 上線:系統安裝與佈署,進行系統上線與曝光。

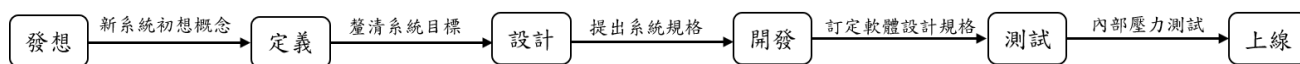


圖 1 系統開發流程圖

3.2. 系統流程

〈大航海線上高峰會遊戲系統〉使用 Sublime Text 作為程式編輯器, WampServe 作為 Windows 下的 Apache、PHP 和 MySQL 的伺服器軟體, 前端由 HTML、CSS、JavaScript, 進行遊戲界面的樣式以及功能的設計的程式與語言, 後端則由 PHP 與 MySQL 所組成, 進行遊戲資料紀錄檔的存放以及讀取。

系統設計規劃分為五大部分, 分別為「會員登錄」、「遊戲大廳」、「內政聊天版」、「外交聊天版」以及「宣言版」。登入遊戲系統後, 若是教師則進會進到教師介面, 決定開啟遊戲事件與否, 開啟事件後, 公告物資這回合的香料物價, 最後再判定學生在此回合中事件問題是否解決, 若解決則進行下一回合, 若無解決則處罰水手人數, 直到遊戲結束。若登入後為學生, 則需等待教師開啟事件。事件開啟後, 學生就可以看到每一事件的詳細描述, 並開始到內政版進行內政的討論, 內政討論完再到外交版進行外交, 在外交的同時學生可以到內政版與組內同學及時討論當前的外交狀況直到外交結束, 外交結束船長要到宣言版說明此一回合各事件完成的危機狀況、與他國協商的內容以及獲得的金錢收入, 最後再由教師判定在此回合每一事件的完成度, 直至全部事件都被有效的解決之後遊戲結束, 如圖 2 所示。

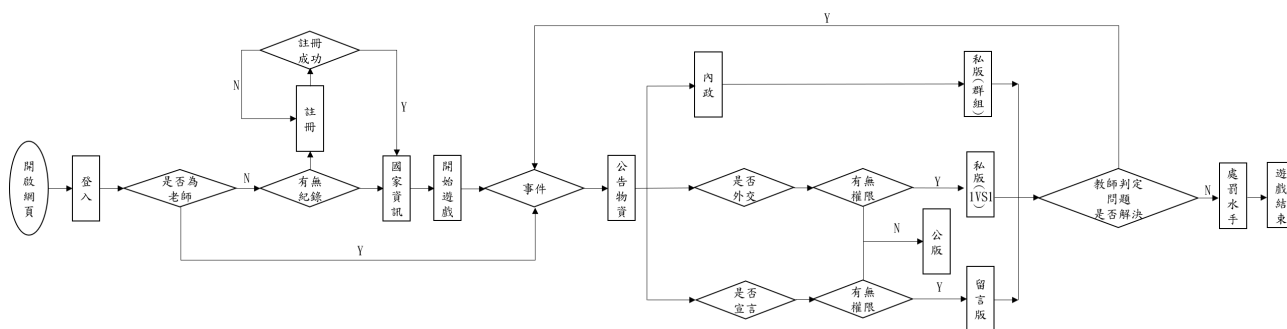


圖 2 系統流程圖

4. 遊戲歷程

本研究參考自 Shih, Huang, Lin, Tseng (2017)開發之 Maker Game for the Great Voyage, 採用 17 世紀大航海時代香料貿易為遊戲背景, 開發設計一款〈大航海線上高峰會遊戲系統〉, 將三項危機歷史事件設計為遊戲議題, 讓學習者針對國際局勢之議題進行小組間的協商與分工達成遊戲目標。遊戲的目標有二個: 一、國家總資產上升。二、所有危機合理解決。國家資產上升需透過香料的賣出賺取被動收入。遊戲系統設計者已經為各位學習者創建好各國家角色之帳號密碼, 五個國家分別為: 英國、法國、葡萄牙、西班牙以及荷蘭, 各角色分別為:

船長、貿易士、外交官、內政官，當國家人數不足四人時，該國則無內政官之角色，同時最高話語權則由船長替之。

遊戲開始前已預先準備好各國家角色帳號密碼紙條供學習者隨機抽取，因為是隨機以及匿名的方式，所以玩家均不知與自己國家相同的其他角色是誰。一開始先進行遊戲背景的說明以及情境的引導與帶入。學習者進入遊戲系統平台後（圖3），會先看到遊戲首頁與遊戲介紹。玩家輸入預先抽取的國家角色，以預定好的帳號、密碼登入系統（圖4）。



圖3 遊戲系統平台首頁



圖4 登入介面

登入後，教師端介面（圖5）與學生端介面（圖6）在遊戲大廳以簡單明瞭的方式呈現三大區塊：1.功能列：包括角色資訊、內政版、外交版、宣言版以及資訊版，透過這些固定選單，從此處跳轉遊戲頁面。2.國家資訊：在教師端介面則會呈現五大國的國家資訊總表，在學生端介面只會呈現自己國家的相關資訊包括初始資金、殖民地、港口數、香料數量、軍事力量、水手數。透過這些資訊可以一目了然的看出國家的初始值。3.航海危機，航海危機區塊中點擊圖片會出現各事件的遊戲內容，包含：搶得先機、危機事件。在教師端的介面中（圖7）教師有權限可以決定是否開啟遊戲事件，在學生端介面中（圖8），要等到教師開啟事件後學生才能看到各遊戲事件的描述。

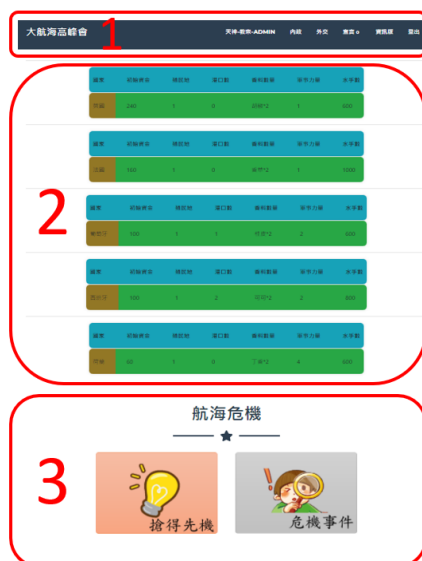


圖5 教師端大廳介面



圖6 學生端大廳介面



圖 7 教師端遊戲事件



圖 8 學生端遊戲事件

遊戲流程（圖 9）分為四個危機事件，第一大部分〈搶得先機〉，此部分主要是讓各國家規劃港口的競拍，由於各國家初始擁有的財富與人力不均等，需透過競拍港口的方式種植香料進而為各國家賺取被動收入。第二大部份分成三個回合，每個回合均跑三次同樣的危機歷史事件，三個危機歷史事件分別為：一、神秘的水手病：透過外交進行協商找出解藥解決此次危機。二、教宗子午線：世界地圖上劃分一條分界線切出以東屬於葡萄牙，以西屬於西班牙，其它國家則會被收取香料稅，藉此各國須解決此次衝突。三、百年仇恨：英國在此回合金錢與水手減半，荷蘭獲得英國減半的金錢與水手，但因英國與法國長期不合，故認為此次事件為法國所為，但實則為荷蘭為之，各國需從天神給出的秘密資訊中找出蛛絲馬跡找出此事件中的確切兇手。

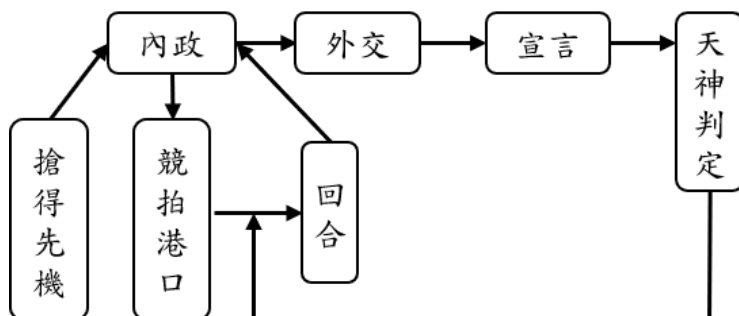


圖 9 遊戲流程圖

每回合的遊戲流程分為四個部分：第一部分為內政時間，每次討論時間為五分鐘，主要進行國家內部執行方式、策略目標與宣言內容、貿易士需確認前一遊戲日的香料與收入結算。在內政版中會看到有五個國家的聊天室（圖 10），此遊戲介面設計只有預設的五國各自的聊天室，在內政版玩家無新增新聊天室的功能，只能選擇與自己國家名稱的相同的聊天室才能不需要輸入密碼即可進入，進入後開始進行組內的對話與討論（圖 11）。



圖 10 內政版聊天室



圖 11 內政討論內容

第二部分為外交時間，每次討論時間為十五分鐘，主要進行國際間的協商，制定新規則，且外交官需確認最終版本的協議內容。在外交版的畫面中與內政版最大的差異在於，外交官可以透過新增聊天室的方式新增一個新的聊天房間（圖 12），透過自訂聊天室名稱與密碼，這樣設計的目的在於，可以讓學習者自己決定要與哪個國家進行外交協商，在建立外交聊天

室的同時可以決定是否加設密碼，防止他國隨意進入參與聊天，建立房間的角色亦可以主動邀請他國外交官加入，進行遊戲事件的溝通協商（圖 13），以此來互相討論解決各事件危機。

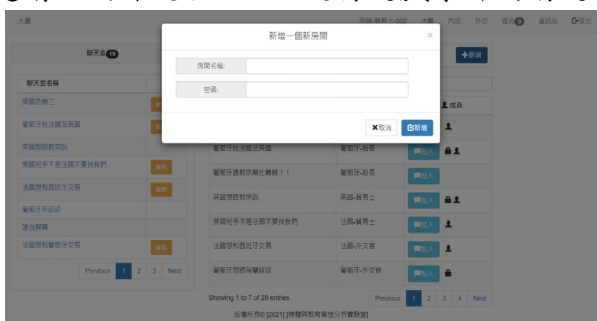


圖 12 外交版新增聊天室

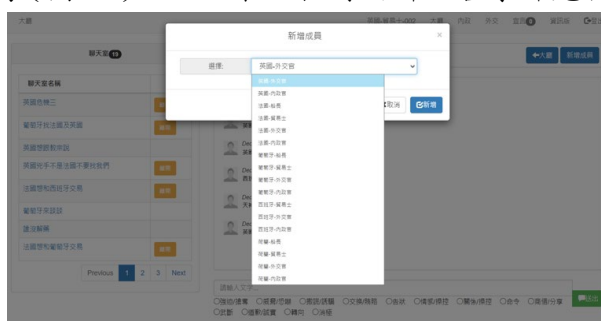


圖 13 聊天室邀請他國成員

第三部分為宣言時間，每次宣言時間為三分鐘，主要由船長代表發言各國船長需到外交版發表在這一回合中（圖 15），完成的危機狀況、與他國協商的內容（圖 14）、以及獲得的金錢收入。留言版設計界面，會依照回合留言的時間進行排列，最新留言的訊息會排在最上面，而最舊的消息將會被排在最下面，設計目的在於可以讓學習者閱讀起來會比較了解狀況以及訊息內容。第四部份為天神時間，每次發布時間為五分鐘，主要由教宗代表天神發布訊息或是判斷危機是否解決。



圖 14 宣言版新增留言



圖 15 宣言版介面

整個遊戲事件都被有效的解決之後遊戲即結束，研究者在後端資料庫會完整地蒐集到學生的文字訊息、聊天內容、互動歷程以及協商時的遊戲反應，藉此從中分析比較各國家遊戲時地遊戲策略、任務完成狀況是否有達成預期目的、努力的程度與各事件之間完成比例間的關係。

5. 研究方法

5.1. 研究對象

本研究之實驗對象從台灣某間大學的某一堂在職專班的課程中以隨機打散分組的形式三~四人為一組共五組來進行跨域數位遊戲課程。受測者平均年齡分布為 24 至 50 歲間。均為在職專班碩士生，共計 15 名，當中 7 名為男性、8 名女性，大多為教育及資訊背景。

5.2. 研究架構

本研究的目的是為解決實體課程中無法記錄學習者整個遊戲歷程的互動內容進而開發一套線上遊戲，能夠透過留下的對話紀錄分析學習者在遊戲過程中之互動行為及遊戲策略，遊戲背景融合了 17 世紀航海時代地理、歷史、健康知識內容，整體課程遊戲時間為三節課，每節 50 分鐘，以一天時間完整實施。

本研究蒐集採取質性研究以及量化問卷的方式進行，量化數據部分以設計遊戲式學習策略下，遊戲整體功能、流程、趣味性等系統問題以及學生對遊戲系統整體與遊戲使用態度以

及滿意度，質性資料則透過遊戲進行時在系統介面外交以及內政時留下的遊戲對話來探討人際互動策略歷程變化及學生遊戲策略，質性部分在此暫不深入探討，本研究將針對量化數據進行分析。

〈大航海線上高峰會遊戲系統〉課程隨機分組一組三~四人共五組進行，遊戲開始前說明遊戲規則以及系統操作方式，遊戲開始後先進行搶得先機，開始競拍港口直到十個港口競拍結束。接著進行三個回合，每回合有三個一樣的歷史危機事件。遊戲結束後進行課程反思、以及填寫系統回饋之問卷，本研究之遊戲流程如圖 16 所示。

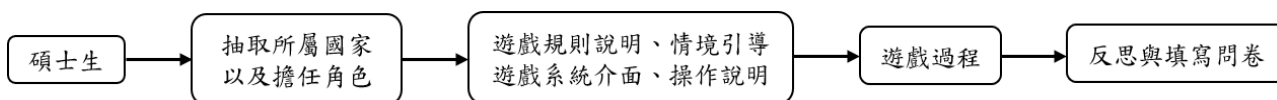


圖 16 研究流程圖

6. 研究結果

本研究之跨域課程內容呈現主要是以遊戲式學習策略下，數位遊戲其遊戲系統之設計優劣將會直接影響到學習者在課程遊戲中的課程遊戲互動歷程中所帶來的學習成效，因此針對遊戲整體介面、節奏、豐富度、操作性等系統問題部分進行分析。滿意度調查共有 7 個問題，問題包含整個遊戲流程是否流暢、操作介面是有否容易使用以及整題遊戲的內容豐富度等，分析結果如表 1。

表 1 大航海線上高峰會遊戲系統 (N=15)

	Mean
對我而言，我覺得高峰會遊戲系統是有用的	4.18
對我而言，高峰會遊戲系統是容易使用的	3.68
對我而言，高峰會遊戲系統是簡單明瞭的	3.75
高峰會遊戲系統中所提供的功能，能輔助遊戲進程	4.00
高峰會遊戲課程具備內容豐富度	4.37
高峰會遊戲課程具備遊戲投入與沉浸度	4.18
高峰會遊戲具備趣味性	4.31
整體	4.06

分數較高的部分為課程內容豐富度以及遊戲趣味性，研究者認為學習者在遊戲中透過外交對話以及談判過程中從中獲得成就感。分數較低的部分則為，遊戲系統操作使用上的難易度，研究者認為低分的原因可能是 1.因結合議題遊戲導致內容較為複雜，2.教師在系統操作的說明上沒有說明清楚，導致學生覺得使用起來覺得困難。

7. 結論

在本研究中提出了一款線上遊戲的方法，來進行基於網路的方法來進行國際局勢之議題遊戲，透過遊戲中設定的遊戲機制讓學習者在學習過程以批判性思維、運算思維以及解決問題的能力來完成合作與競爭的策略遊戲的方式解決問題。採用線上遊戲進行的學習活動方式，讓學習者應用課堂所學知識，學習問題判斷能力、與同學的溝通合作、運用不同課程學到的知識與科技的方法解決問題。另外，本研究中進行的學習活動沒有提供外在獎勵機制，但學生們在基於線上遊戲的問題解決行為表現出很高的參與度以及沉浸度。因此，可以推斷，在基於網絡遊戲的學習環境中，學生的內在動機得到了提升，因為學習者高度參與了任務

(Choi and Baek, 2011)。線上遊戲的難度符合大多數學習者的知識和技能水平，因此學習者不會感到焦慮，而是能夠以一種享受的感覺從事任務 (Massimini and Carli, 1988)。

參考文獻

- Almaiah, M. A., Al-Khasawneh, A., & Althunibat, A. (2020). Exploring the critical challenges and factors influencing the E-learning system usage during COVID-19 pandemic. *Education and information technologies, 25*(6), 5261-5280.
- Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2019). Trends in digital game-based learning in the mobile era: a systematic review of journal publications from 2007 to 2016. *International Journal of Mobile Learning and Organisation, 13*(1), 68-90.
- Choi, B., & Baek, Y. (2011). Exploring factors of media characteristic influencing flow in learning through virtual worlds. *Computers & Education, 57*(4), 2382-2394.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in human behavior, 54*, 170-179.
- Hsu, C. C., & Wang, T. I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers & Education, 121*, 73-88.
- Hung, C. Y., Kuo, F. O., Sun, J. C. Y., & Yu, P. T. (2013). An interactive game approach for improving students' learning performance in multi-touch game-based learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 7*(1), 31-37.
- Hunter, J. (2014). *World Peace and Other 4th-Grade Achievements*. Grand Haven, MI: Brilliance Audio; Unabridged.
- Krouska, A., Troussas, C., & Sgouropoulou, C. (2022). Mobile game-based learning as a solution in COVID-19 era: Modeling the pedagogical affordance and student interactions. *Education and Information Technologies, 27*(1), 229-241.
- Li, F. Y., Hwang, G. J., Chen, P. Y., & Lin, Y. J. (2021). Effects of a concept mapping-based two-tier test strategy on students' digital game-based learning performances and behavioral patterns. *Computers & Education, 173*, 104293.
- Lin, C. H., & Shih, J. L. (2018). Analysing group dynamics of a digital game-based adventure education course. *Journal of Educational Technology & Society, 21*(4), 51-63.
- Massimini, F., & Carli, M. (1992). *Optimal experience: Psychological studies of flow in consciousness*. Published online by Cambridge University.
- Shi, Y. R., & Shih, J. L. (2015). Game factors and game-based learning design model. *International Journal of Computer Games Technology*.
- Shih, J. L., Huang, S. H., Lin, C. H., & Tseng, C. C. (2017). STEAMing the Ships for the Great Voyage: Design and Evaluation of a Technology integrated Maker Game. *IxD&A, 34*, 61-87.
- Sun, C. T., Chen, L. X., & Chu, H. M. (2018). Associations among scaffold presentation, reward mechanisms and problem-solving behaviors in game play. *Computers & Education, 119*, 95-111.

以擴增實境桌遊促進歷史文本之學習

Using Augmented-Reality Board Games to Facilitate History Learning

黃琪芳^{1,2*} 陳志洪^{1,2} 陸詠涵³

¹國立臺灣師範大學資訊教育研究所

²國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心

³國立臺北科技大學 資訊工程系

*81008001e@ntnu.edu.tw

【摘要】 遊戲式學習時常應用在教學場域，以提升學習者的學習動機與興趣等，尤其針對社會科等文本導向的內容，容易顯得繁雜枯燥，因此遊戲配合教學就變得更為重要。教育桌遊互動性高、提供知識應用機會等特色，也展現學習的另一種可能性，特別是整合擴增實境的技術，更可以強化文本導向的內容學習。故本研究研發一款擴增實境桌遊(AR-BG)，其目標是學習臺灣日治時期的高校特色與人文歷史，並針對 55 名大專生，分組比較 AR-BG 與一般常見的即時回饋系統(IRS)答題活動，探討兩者在學習成效、動機、認知負荷之差異。

【關鍵字】 桌遊；及時回饋系統；擴增實境；歷史文本

Abstract: Game-based learning and gamified activity design have been used to enhance learners' motivation and effectiveness in different subjects, including social science contents that involve multiple facets of knowledge and are often complicated for learners. As educational board games are more interactive while applying what they learned to win. Combining with Augmented reality(AR) provides possibilities on content-based learning. Therefore, this study aims to develop an AR board game (AR-BG) in learning historical content of Taiwan's higher education. A total of 55 college students participated, a between group design compare with instant response system (IRS) was conducted to compare the learning effectiveness, motivation and cognitive load.

Keywords: Board game, IRS, AR, historical content

1. 前言

遊戲式學習近年來為一股趨勢，相關教學研究中遊戲設計與教學目標的配合，提供學習者應用知識與操作的機會，且參與活動的意願通常較高(陳介宇，2010)，多能提升學習者的動機、學習態度，進而影響學習成效(Liu & Chu, 2010；趙貞怡、張堙森、葉怡芯與林彥宏，2020)。其中，以學習者為中心的桌遊，近年來開始常使用於教學中，且相關研究亦逐年增長，而桌遊應用於教育的優勢包含：玩家互動、知識彙整、硬體限制與科技擴充。桌遊以小組合作或競爭的形式進行，使學習者間互動更為頻繁，能從交流的過程中增加目標知識使用機會外，也會因為獲勝的目標提升活動參與動機；而桌遊卡牌的設計，能夠將繁雜的資訊整理出重點，引導學習者閱讀文本內容並加以應用，從桌遊機制連結起知識脈絡；而桌遊實體操作的設計通常也較無硬體、網路或空間的限制，操作通常也相對容易上手，對不適合或不熟悉使用資訊媒體的族群相當適合；另一方面，桌遊亦可以搭配科技媒體輔助其擴增學習體驗，將知識內容以更多元的方式呈現。Wang, Lin, Wang & Hou(2019)表示桌遊可以配合擴增實境，使其在人手一機的時代相對不受硬體器材限制，並擴充遊戲設計變化性、適性化調整，甚至能從遊戲設計內容中提供多層次的認知鷹架，輔助學習與理解。

綜上所述，AR 桌遊能以有效的方式提升學習成效以及情意態度，且可應用的教學目標也相當廣泛。其中，歷史文本閱讀理解是相對繁雜、困難的，不只需要背誦，還要能夠融會貫通。過去歷史知識多以講述式教學為主，因知識內容繁複，長年累積下的史料文本內容，須將人物關係、事件前因後果、時序概念、地理位置、相關發明發現等，交錯串聯起複雜的關係，瑣碎的資訊難以完整記憶，並建立清晰的知識脈絡。因此，歷史知識不只不易於記憶，要建立全局概念，並中立而完整的詮釋史實，對傳統單一講述式教學來說是相當難以達到的效果(汪栢年，2009)。

為了解擴增實境桌遊應用於複雜之歷史文本學習，在認知與情意面上效益，本研究發展一款文本導向內容學習的AR-BG，並挑選以教師為中心的即時反饋遊戲(IRS)進行比較。以廣泛使用在教學現場的 Kahoot! 為例，從過去研究發現因為其遊戲化的設計、即時回饋、聲音輔助等特點，使其在教學現場的使用與相關研究有明顯增長的趨勢，且確實能對學習表現、班級團體動力、學習態度與焦慮感都有正向的幫助(Wang, & Tahir, 2020)。故本研究針對歷史文本，比較搭配即時反饋系統之活動以及桌遊搭配擴增實境的設計，瞭解兩者在學習成效、動機與認知負荷的差異。研究問題：(1)在歷史文本小組教學中，使用 AR 桌遊與即時反饋活動學習成效差異為何?(2)在歷史文本小組教學中，使用 AR 桌遊與即時反饋活動學習動機差異為何?(3)在歷史文本小組教學中，使用 AR 桌遊與即時反饋活動認知負荷差異為何?

2. 系統設計

本研究以臺北高校歷史為例，設計一款針對日治時期臺灣高等教育以及菁英培育之桌遊，並延伸到自由與自治概念的發展。以下將針對設計理念、文本選擇、桌遊配件、遊戲規則、擴增實境分別進行介紹說明。

2.1. 設計理念

本遊戲設計旨在讓學習者了解 20 世紀臺灣的高等教育與菁英培育，並延伸至自由與自製的概念，與現今進行比較反思。故遊戲背景情境設定為玩家穿越到過去，穿梭在當時的臺北，根據各自的任務目標找尋相應的文物並送至特定地點。而此設計包含以下特點：知識建構、情境體驗、配對機制、玩家互動。

知識建構部分，從桌遊部件中納入知識點，並提供學習者在遊戲的過程中接觸、應用知識的機會。如地圖上標記出與歷史相關之重要地點，使學習者對當時的建築、地景建立初步認識；任務卡的部分包含歷史事件描述以及重點校友、教職人員的介紹，從簡短的陳述中可以了解，挑選二十個臺北高校歷史百年間的重點事件，將其時代背景與影響力加以描述，使學習者能夠從閱讀的過程中了解事件緣由與特色；而遊戲中機制，需要學習者了解歷史背景，吸收知識內容並內化後才有機會得分，提供知識應用的機會，並協助學習者建立脈絡。

在情境體驗的部分，主要由地圖營造穿越時空的情境，利用標記物感受在當時的台北穿梭的感受，且由玩家扮演臺高學生，從角色卡上的形象與描述，能夠更身歷其境，再加上符合當時風俗背景的人物(如博物學者、市長等)編寫的夥伴卡，輔助營造情境。

遊戲中配對機制則是主軸。學習者需將任務卡、線索卡與地點正確配對，整合點狀資訊，幫助理解知識內容。桌遊作為情意導向的輔助，讓學習者可以從動手操作的過程中組織知識概念。此階段的學習活動以遊戲化卡牌貫穿，學習者須在小組桌遊進行過程中，運用前一階段建立之知識概念，將任務、文物、地點進行配對，串聯起知識概念的關聯性。

而桌遊應用於教育強調的學習者互動性，亦於本遊戲中以競爭的方式呈現。本桌遊中，夥伴卡為增加遊戲體驗獲得之額外能力，擴增遊戲機制，透過交換卡牌等方式，讓玩家間的互動提升；另一方面，學習者若能把握自身任務以外的知識內容，即可躲避他人的阻撓或者影響他人的行動，在最少的回合數完成任務目標，提升學習者間交流互動的可能性。

2.2. 文本選擇

由於歷史知識涉及層面廣，包含人物、事件因果、時間、地點、文物等，在知識理解與脈絡串聯上是相對困難的，AR-BG 設計的介入建立知識脈絡，並引起學習動機、降低認知負荷即為首要目標。因臺北高等學校在日治時期的臺灣有很重要的地位，其為七年制舊制高等學校，畢業後多可直升帝國大學，故不受考試束縛，且學校推行通才教育，引導學生多方發展自身興趣與長才，加上強調自由自治的校園風氣，使其長年的歷史中不只有特殊值得探討的事件，該校出身之菁英更是遍及各大領域(徐聖凱, 2012)。故本研究挑選臺北高等學校

歷史與菁英培育作為主要學習之文本內容，除歷史知識目標外，更以自由與自治發展作為深入學習反思的目標，了解時代背景之差異，並對應到現今校園生活中的自由與自治。

本研究設計之內容針對「校史演進、學校教育、課外活動、自由校風」四個主軸進行知識傳達，希望學習者除了能夠掌握歷史演進的脈絡，了解此時代背景下的影響外，還能進一步了解該特色對現今的影響以及古今的比較，建立基礎知識後訓練高層次思考。在校史演進的部分，從近百年的歷史貫穿，建立時間脈絡的概念；學校教育部分實施通才教育，讓臺北高校的學生除了文科理科兼具外，還能發展自身興趣，成為各領域的佼佼者；課外活動更展現出其多元的發展性，除了文武兼有的社團活動，還有宿舍、校慶等展現臺北高校獨特風格與才氣；自由校風則是臺北高校最大的特色，自由自治的治理方式讓學生能夠自主發展，並進一步影響到現今。

2.3. 桌遊配件

本桌遊配件包含：一張地圖、六張角色卡、十二張夥伴卡、二十張任務卡與四十張線索卡，由左而右如圖 1. 所示。首先，地圖標記出與歷史相關之重要地點，除對應地點與相關歷史外，更希望能創造遊戲進行過程中之情境感；角色卡為以臺北高校學生特色塑造之角色，並依其特性搭配不同技能，讓學習者在操作過程中能更有帶入感；夥伴卡則為增加遊戲體驗獲得之額外能力，擴增遊戲機制，透過交換卡牌等方式，讓玩家間的互動提升；任務卡根據臺北高校成立至今約百年的歷史，挑選二十個重點事件，將其時代背景與影響力加以描述，針對史實轉化成任務型式之陳述；線索卡為針對文物之描述，閱讀線索內容能獲得完成事件主要的關鍵，卡牌背面則對應任務卡的人物與地點，作為即時檢核之機制。



圖 1. 桌遊配件範例

2.4. 桌遊規則

遊戲背景情境設定為玩家穿越到二十世紀的臺北高校，穿梭在當時的臺北，根據各自的任務目標找尋相應的文物並送至特定地點。首先，遊戲進行前置作業時，玩家須選擇角色，代表各自穿越後擔任的學員，並利用其行動點數以及角色技能，盡快完成所有任務目標；再來，發放夥伴卡、任務卡與線索卡，閱讀任務卡與線索卡獲得必要資訊後，才能找到對應的卡牌以進行配對，而夥伴卡則提供技能輔助，以獲得所需之卡牌或移動到特定位置；接著，遊戲主要進行的過程中，玩家將輪流使用行動點數執行動作(包含：抽取卡牌、使用卡牌技能、移動)，以完成線索、任務與地點的配對為目標，蒐集與任務內容相對應之線索卡，並前往指定地點；而遊戲在任一人完成手上所有任務者結束，並由其獲得勝利。



圖 2. 桌遊配對實例

本桌遊設計以卡牌配對為主軸，玩家需閱讀卡牌內容後摘選出任務對應之線索與地點，在每回合有限的行動點數下，玩家應善用自身角色以及夥伴的能力，蒐集與任務卡相對應之線索卡，並移動到地圖上任務卡所描述的地點，並從線索卡背面確認配對是否正確(如圖 2.)，是則獲得一分，否則收回卡牌結束該回合。在所有人輪流推進任務的情況下，最快完成所有任務者獲勝。

2.5. 擴增實境

本研究使用之擴增實境係以 Unity 系統配合 vuforia 套件開發，與桌遊緊密結合，透過手機掃描卡牌即可獲得更清晰的文物影像、詳細介紹等資訊，如圖 3. 所示。不只能夠以多元的方式呈現，透過虛擬與真實的結合，彌補桌遊卡牌資料乘載量的限制，使資訊不限於更能夠透過科技輔助提升學習成效。

此外，延續過去相關研究，在文史科目皆使用多元呈現的方式應用擴增實境，故本研究亦以此方式結合教學知識目標，將擴增實境內容以複習的形式，配合學習單，讓學習者從引導式回顧的過程中接觸知識內容。在桌遊活動後讓學習者自由翻看、閱讀卡牌內容，且提示其可透過手機掃描卡牌，以獲得更多資訊，使學習者能夠在有部分引導的情況下進行自由探究知識。藉此，學習者不只能從探究的過程中吸收知識，且可以與桌遊進行過程中的經驗進行連結，將知識內容精緻化，加深記憶。



圖 3. 擴增實境使用實例

參考文獻

- 徐聖凱(2012)。日治時期臺北高等學校與菁英養成。Airiti Press。
- 趙貞怡、張堔森、葉怡芯、林彥宏(2020)。擴增實境桌遊在國小高年級社會領域教學之設計本位研究：以清領時期為例。《教育傳播與科技研究》，(124)，1-16。
- 陳介宇(2010)。從現代桌上遊戲的特點探討其運用於兒童學習的可行性。《國教新知》，57(4)，40-45。
- 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.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development*, 10(3), 2-10.
- Liu, T. Y., & Chu, Y. L. (2010). Using ubiquitous games in an English listening and speaking course: Impact on learning outcomes and motivation. *Computers & Education*, 55(2), 630-643.
- Wang, P. Y., Lin, H. T., Wang, S. M., & Hou, H. T. (2019, May). The Development and Evaluation of an Educational Board Game with Augmented Reality Integrating Contextual Clues as Multi-

Liao, C. Y., Xiong, X. B., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. & Gu, X. (Eds.) (2022). *Workshop Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University

Level Scaffolding for Learning Ecosystem Concepts. In 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-TW) (pp. 1-2). IEEE International.

臺灣數位人文研究的現況與展望

Retrospect and Prospect of Digital Humanities Research in Taiwan: A Preliminary View

施如齡*、曾家俊

國立中央大學 網路學習科技研究所

juling@cl.ncu.edu.tw

【摘要】數位人文學是資訊科技與人文學的跨域結合，在科技導向的時代中，注入人文的內涵，讓人文滋養科技，用科技深化人文。數位人文學將數位工具與方法帶進人文中，藉由產出並使用新的科技應用，使得新型態的教學與研究成為可能。數位人文學的顯著特徵之一，是其對人文學與資訊科技雙方關係的交融，透過科技進行人文學研究，並以人文學方法來研究科技對人文的影響。因此，數位人文的發展，以及科技與人文融合的創新教育顯得更加重要。本文透過國內外數位人文研究的初步調查，說明數位人文在臺灣的現況與展望。

【關鍵字】數位人文、數位科技、人才培育、跨領域、創新教育

Abstract: *Digital humanities is the interdisciplinary intersection of information technology and humanities. In the technology advanced era, it is important to infuse humanities to nurture the hard cold science. Digital humanities include ways of using digital technology to present, document, analyze, circulate, and innovate resources of humanities. In order to advance the field, interdisciplinary education is in need. This article presents a preliminary survey of studies on digital humanities globally as well as locally in Taiwan, and deliver thoughts from retrospect into prospect.*

Keywords: Digital Humanities, Digital Technology, Interdisciplinary, Innovative Education

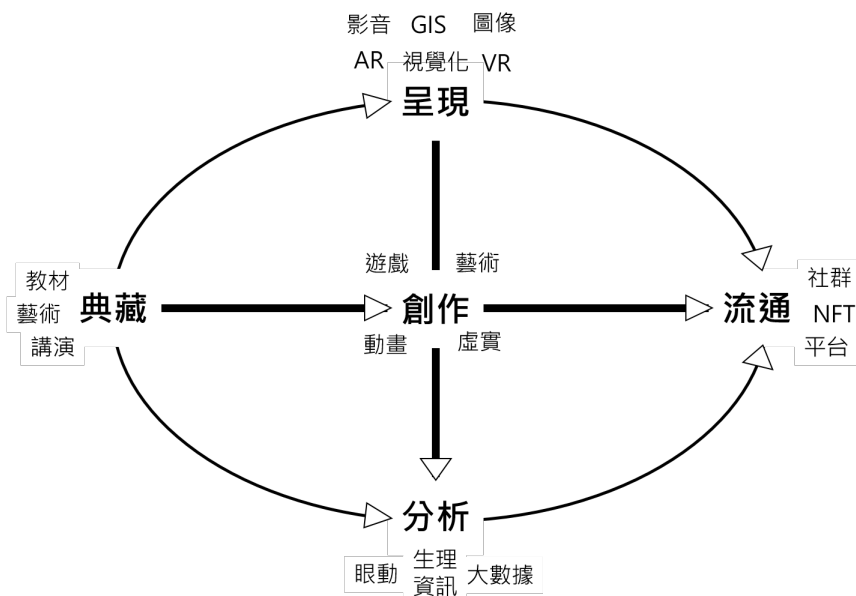
1. 數位人文學

人類因科技而強大，因人文而偉大。在科技導向的時代中，再注入人文的內涵，讓人文滋養科技，用科技深化人文。為邁向既強大又偉大的理想，數位人文的發展，以及科技與人文融合的創新教育顯得更加重要。

「數位人文學」是資訊科技與人文學的跨域結合。在 *Debates in the Digital Humanities* 一書提出定義數位人文的多樣性，包含數位典藏、量化分析、以及工具使用等傳統數位人文學應用。而如今有了更廣泛的方法：資料視覺化、文物的 3D 模型、數位原生文本、標籤及其分析、擴增/虛擬實境遊戲、活動自造者空間等等。在這個廣義的數位人文學中，將很難清楚地定義數位人文工作必須包括什麼(Gold & Klein, 2016)。數位人文學可被定義為以合作、跨學科與電腦運算等方法來進行人文學的研究、教學、出版等學術工作。數位人文學將數位工具與方法帶進人文學中，藉由產出並使用新的科技應用，使得新型態的教學與研究成為可能。數位人文學的顯

著特徵之一，是其對人文學與資訊科技雙方關係的深化，透過科技進行人文學研究，並以人文學方法來研究科技對人的影響。

數位人文涵蓋了科技與人文兩個領域的概念，其範疇模糊而型態多元。透過數位人文學範式的探究與定義，重新探索數位人文學的無限可能性。數位與人文的相結合，帶給兩個領域一個新生命。數位人文可以簡單的視為將數位科技運用進行人文研究，可將人文藝術以數位的方式呈現、典藏、創造，或是藉由科技技術對巨量資料或多元資料的人文研究挖掘出之前無從發現的多重脈絡與意義關聯，進而開展出新的研究議題和研究取徑。科技與人文交叉融匯有幾種可能的形式(圖一)：



圖一、數位人文的創新應用範疇

- (1) 用科技典藏人文。這部分也是過去做過比較多的形式；尤其是數位典藏，對於人類歷史、宗教、哲學或藝術文本與作品進行圖文音像的2D或3D的紀錄與儲存，予以保存、珍藏、傳承。未來教學教材、各種講演影音資料或能如藝術般的被典藏。
- (2) 用科技呈現人文。傳統藝術品、文學、祖譜、歷史傳說內容、地理人文資料，甚至是音樂、舞蹈、音像，都需實體接觸才能觸發。有了數位科技，透過光雕投射、全像投影、互動地圖查詢、AR/VR/MR、遊戲與播客等呈現，提供人們遠距、隨處可得的與實物實境互動，擴增了對於人文的經驗與感受。
- (3) 用科技分析人文。例如使用大數據或既有的資料庫分析經典或文學，透過內容資料的分析，使人類對於歷史與文本的認識能夠更為厚實與深入，理解更多層面的意義，突破人為局部或片段探討未能析理的部分。此部分運用雲端資料庫、大數據資料探勘、視覺化資料分析，強化人類對於人文本質的認識。甚至可以使用生理資訊的取得，包括眼動、腦

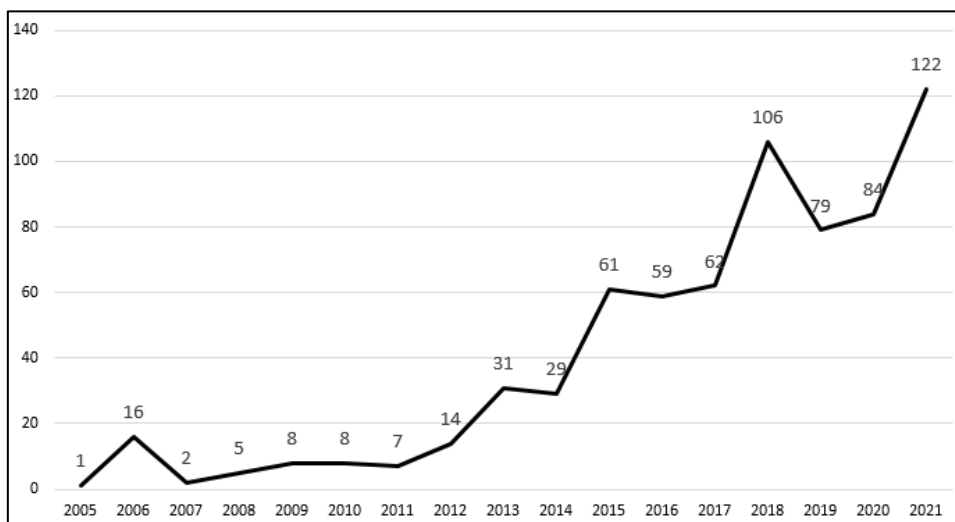
波等等，開展數位人文的詮釋角度，創新數位人文的研究方法，透徹人類與人文接觸時的狀態，理解人文對於人類現在或未來的影響。

- (4) 用科技促進人文流通。藝術領域以飛快的進度以區塊鏈、NFT、虛擬貨幣的方式進行流通與收藏，更多數位人文創作應能借鏡並發展。
- (5) 科技與人文融匯後的創新。數位科技與人文社會的有機結合，能夠產生技術性與生態性的變革；舉凡數位科技於歷史、哲學、文學、藝術、語言學、考古學、音樂學、心理學、社會學、文化研究等領域之結合、融入、應用的創新想法與作法，例如數位遊戲、數位展演、數位出版、物聯網與資通訊技術或媒體結合等等；這樣的變化有無限的可能性，結果也未能預期。

2. 數位人文研究的現況

為瞭解國內外數位人文的研究趨勢，研究者於 2021 年 12 月 21 日從 Sciencedirect 資料庫中，以“Digital Humanities”為關鍵詞搜尋相關研究發表，共有 705 篇相關論文。雖然有無以計數的研究均觸及數位科技於人文領域的應用、人文社會領域的量化分析、或使用資料庫進行人文研究調查，但本研究僅以「數位人文」(Digital Humanities)為關鍵詞進行調查，目的在於瞭解研究學者對於「數位人文」一詞的認識與使用，進而瞭解「數位人文學」於學術研究領域中的開展進程與脈絡。

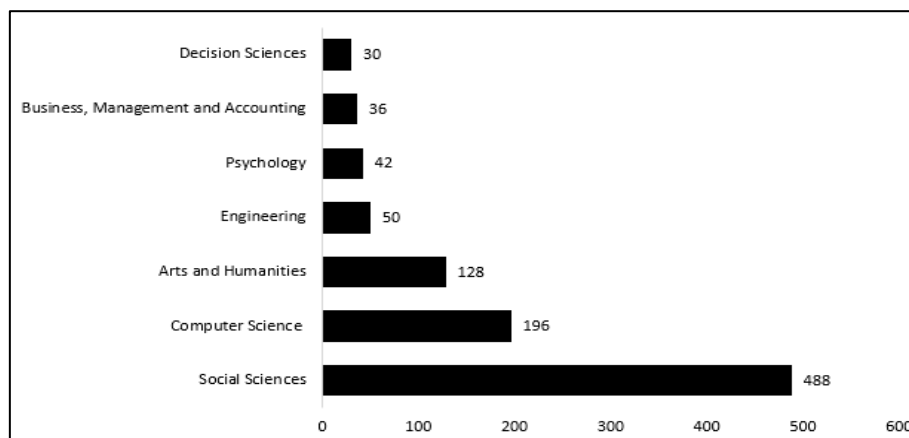
由圖二可以看出使用“Digital Humanities”一詞開始進行的研究，2005 年為最早，至今 2021 年，共約 16 年。前幾年多為個位數量，而從 2013 年開始有較為明顯的增加，從數十至上百篇均有；換句話說，「數位人文」一詞大約是近 8 年開始受到矚目，有更多的研究學者以「數位人文」為主題進行研究。



圖二、數位人文的文獻發表年份

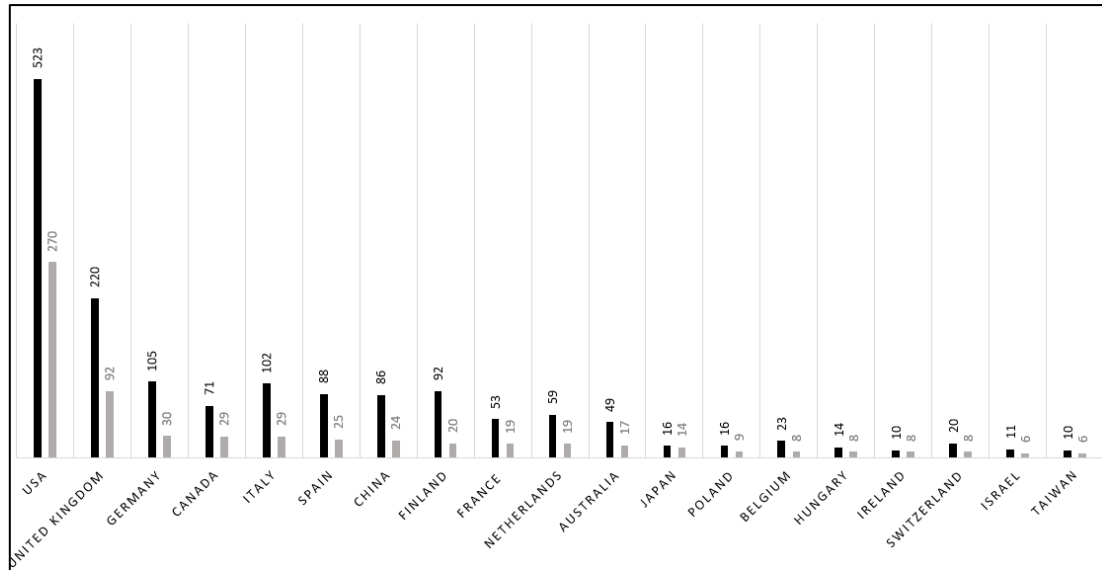
這些文章之主要出處大多為著名 SSCI 等級期刊，其包含的篇數標註於括號中，包括：The Journal of Academic Librarianship (66)、Computers and Composition (37)、Procedia Computer Science (28)、Digital Humanities, Libraries, and Partnerships 2018 (20)、Digital Curation in the Digital Humanities 2015 (17)、Russian Literature (14)、Digital Libraries and the Challenges of Digital Humanities 2006 (13)、Development of Creative Spaces in Academic Libraries 2018 (12)、Conversations with Leading Academic and Research Library Directors 2019 (12)、Poetics (10)、Journal of Informetrics (10) 等等，以及許多低於 10 篇的期刊。此數據亦可以看出，「數位人文」最多使用的是圖書館相關，再來是文學與計量學。因為最早期是圖書館資訊化開始，從編目、類目、到典藏，都是在圖書資訊的領域中。接著即是文學的內容探勘與量化分析，運用資訊科技幫助研究者原本是人工編碼巨量文獻的困境。

依照學科領域來看，由圖三可以看到關於數位人文研究中主要的範疇有社會科學(489)、電腦科學(196)、藝術與人文(128)、工程學(50)、心理學(42)、商業管理和會計(36)、決策科學(30) 等等；可見數位科技的演進，資料庫與 GIS 已大量幫助社會科學領域學者進行更進一步的研究，而電腦科學與數位資訊領域的學者，亦已關注到人文領域的需求，也願意投入其中。



圖三、數位人文的研究領域統計

為了瞭解各國對於數位人文的推廣與研究程度，本研究針對上述學術論文之作者進行研究人才之國別統計，以作者服務單位的國別為認定標準(圖四)。圖中分為橘色線與藍色線兩項統計。橘色線，以每篇著作之第一作者做統計，共包含 51 個國家(僅列出前 19 個國家)。藍色線，統計各著作中的每位作者之國別，總共 1802 位作者次，共包含 57 個國家。以上國家包含了美洲、歐洲、非洲、亞洲、東南亞等各地地方，而其中以美國(270 篇/523 位)與英國(92 篇/220 位)為最多，而亞洲以中國(24 篇/86 位)為最多，而台灣對於數位人文的研究相對較少(6 篇/10 位)；但若以篇數的排名來看，臺灣為第 19 名，與大多國家相當，可見臺灣之「數位人文」研究尚能與歐美各國俱進。

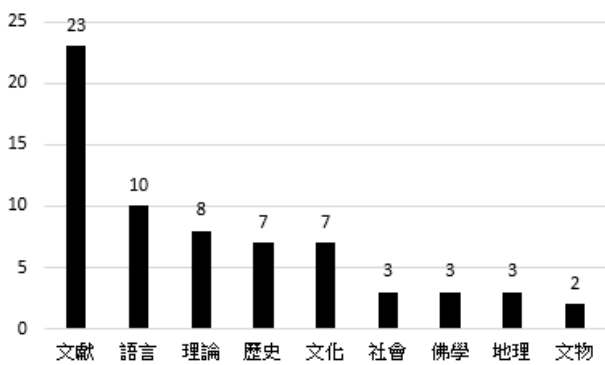


圖四、各國數位人文研究發表之人數統計

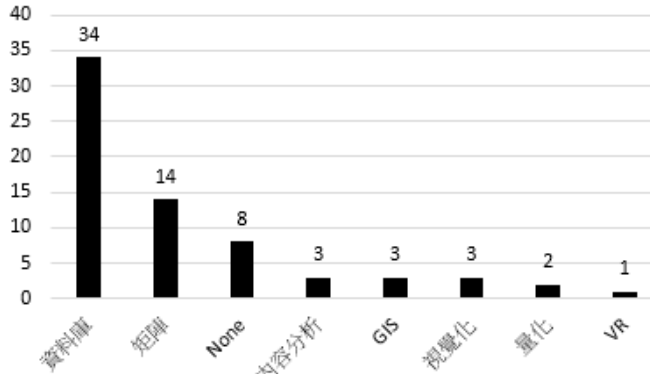
反觀臺灣，最早提出、使用並倡導「數位人文」研究者，為 2007 年由臺灣大學所成立之「數位人文研究中心」，該中心每年舉辦「數位典藏與數位人文國際研討會」至今 2021 年已舉辦的 12 屆，並從中擇優刊登文章於「數位人文研究叢書」中，目前已出版至第六冊，共 66 篇。雖叢書刊登之文章為研討會文章之少數，亦另有數位人文相關期刊、學術會議文章數百篇，還有並未使用「數位人文」之詞但從事「數位人文」之研究不勝枚舉。但從此套最能代表臺灣的「數位人文」研究歷史的叢書一窺一二，亦能約略可瞭解臺灣之數位人文研究發展。這些文章當中，從文章類型、科技技術以及研究領域的應用進行初探，可見目前研究之進程與未來研究之前景。

由於數位人文是個多元的跨域主題，所以相關的學科領域常有交叉，例如：城市景觀，是地理也是文化，若目的在於呈現位置與社會關係，本文則歸類於社會；歷史文物，是歷史也是文化，偶有使用 GIS 進行標記者，若呈現之內容以脈絡為重，則歸於歷史，若呈現之內容以項目為重，則歸於文化。另外，文獻分析亦同文本的內容分析，與語言使用、詞彙分析亦相關，若偏重語言學之文字與結構分析，則歸入語言；若著重於文本之內容，則一律歸入文獻。加上科技的發展迅速而多元，功能眾多而複合，因此分類項目亦有許多交叉之處未能於圖表中忠實呈現，例如：GIS 也是從資料庫出發，內容可能是地圖、文物資料、媒體、公文等等，因此若以地理型態之視覺化呈現為主，則歸入 GIS；若是大量內容擷取、探勘內涵者，則歸入資料庫。而量化分析雖多為矩陣分析，但也是從資料庫運用演算法進行之，因此若研究側重於演算法之應用而推論出模型，則歸入矩陣。但因領域與應用界線模糊，恐有未能真實呈現之慮；此處乃以呈現概況為主，以提供「數位人文」研究者參考為主要目的。

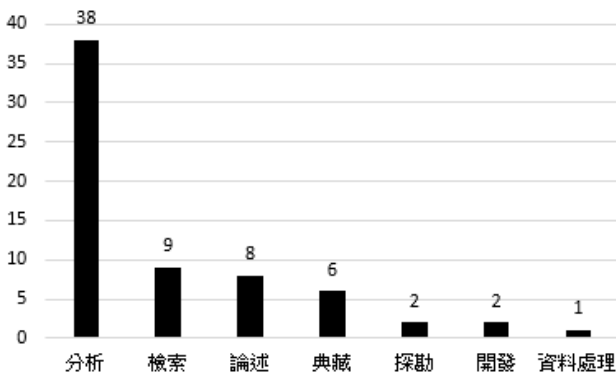
從圖四可看出文、史、哲是數位人文發展的主要領域，即使涵蓋佛學、文物等，亦與文史相關，以文獻、文本等的內容分析為主要研究面向。另外社會科學領域的社會、語言、地理等則為次要領域。圖五則呈現科技使用狀態，資料庫為主，應用演算法等矩陣方式進行文本分析為次；再者是純論述。近年來有較多的 GIS 與視覺化的應用，極少數進行量化研究，亦僅只有一件 VR 的創作應用。交叉圖六可見，資料分析、檢索、探勘為大宗，主要還是因為大多使用資料庫應用為主。許多數位科技的應用於呈現、創作、資料流通等面向，乃至於使用其他分析方法包括生理資訊、辨識技術等均尚未有研究者涉略。圖七則是呈現在臺灣的叢書發表中的作者群像，亦有不少日本與亞洲其他地域的學者參與臺灣的研究與會議發表。



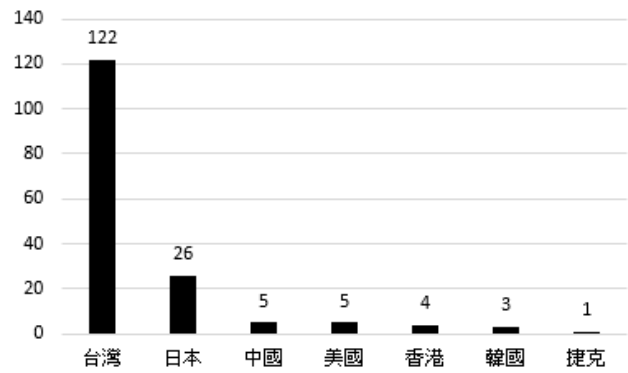
圖四、臺灣數位人文研究叢書文章之涵蓋領域統計



圖五、臺灣數位人文研究叢書文章之科技涵蓋類別統計



圖六、臺灣數位人文研究叢書文章之目的功能統計



圖七、臺灣數位人文研究叢書文章之作者國別人次統計

3. 數位人文教育的展望

110 年「人文社會科學領域教育國際變革與趨勢比較計畫成果報告書」指出，以台大 109 學年度學生最想轉出的系所統計，人社領域佔了多數，其中社會領域的政治系公行組、政治系政論組、社會系、人類系，以及人文領域的哲學系、歷史系均是；其主要考量為日後就業難易度。改革方案除人文社科院須從自身精進課程，增加跨域專長課程模組，讓更多學生產生求學興趣，亦須提升學生對未來就業市場的了解和想像。根據美國藝術與科學學院(American

Academy of Arts and Sciences)分析由美國人口普查局進行的美國社區調查(American Community Survey)，受訪者五年中最近期所從事的工作而得出的人社指標(Humanities Indicators)顯示，2018年的人社學科畢業生主要從事管理工作(14.9%)、辦公室及行政工作(13.5%)及零售(12.9%)，亦有少量從事STEM相關工作，包括電腦相關行業(4%)、衛生保健(3%)及科學與工程(1.6%)，而失業率則為3.6%。人社學科的研究生在2015年的資料顯示有高達37.3%的畢業生從事教育，其次是管理工作(11.1%)及藝術及傳媒業(10.6%)。對於人社領域學生就業的技能需求與相關性，值得思考。英國納菲爾德基金會(the Nuffield Foundation)、經濟和社會研究委員會(ESRC)和英格蘭高等教育資助委員會(HEFCE)，牛津大學等17個大學的做法，乃以Q-Step計畫，配合社會需求逐步培訓科會科學領域大學生量化技能，強調產學合作，將學校與雇主建立聯繫。日本東北大學校長於2015年說明，人文社會學科有責任與自然科學攜手合作以解決現今的社會問題；國際化的人才亦需要具備本國與國外的社會、文化、歷史的理解及知識，以及判斷力和批判思考能力。德國亦於同年發生弗萊堡大學廢止哲學系事件，引起人們反思國家人文精神、人民情感等議題，認為雖人文社會學科不像自然學科或職業科目一般能夠直接銜接職場，但卻是能夠幫助人們瞭解過去並為未來做準備的媒介。史丹佛大學人文與科學院院長沙勒受訪時表示：「我們的挑戰，是教育學生如何從歷史縱深和哲學價值中找問題，同時運用數位科技回答問題。沒有人文價值，恐怕創造科學怪人。」面對未知的世界不應只是在科學、技術找答案，不只人文學科的學生必須要相信自己的所學是有價值的，就連學習科學的人都應該具備人文素養。該報告結論人社領域之教育改革方向應：a.) 透過解決實際問題來發展跨領域能力；b.) 強化人社領域學生數理、量化、數位的能力；c.) 建構人文社會學科的價值、培養人文關懷的能力；d.) 人社領域的知識交換。

因此，從人社學科的現狀與困境來看，數位人文課程之發展與推動，乃至於數位人文創新人才的培育有其必要性。此教育工作首要著重於強化人文學科的內涵價值，運用科技技術與量化分析技能，提升人文學科之意義與價值，用更豐富多樣的形式、媒材、風格與視角來理解世界。透過對「數位人文學」的認識與架構建立，強化人們對人文學科的理解與重視。再者，課程需符應人社學生的就業需求，使其具備跨域專長，開展與現實生活連結之專題，培養整合資訊的問題解決能力，與講究科學、量化、可應用性的市場接軌，培訓就業所需之能力。

培養數位人文人才，使其能夠運用數位科技與量化分析技能，深入人文本質、創新科技應用、強化數位人文的創新思維。引導學生向下紮根人文基礎，培養其具備數位資訊科技技術能力與人文社會敏銳感悟力，以及創造思維、批判思考與問題解決等知能。未來產出優秀學研作品，在國際舞台展示，與國際學術界、產業界、設計界的同好交流想法，擴展視野、提升認同感與成就感，展現其學習成果，則能讓國際更認識我們的人文，進而走向國際。

為培養學生具備人文敏銳感悟力，同時強化其人社分析力、國際展望力與科技知能競爭力，

課程與教學思維需連結就業方向，含文化創意設計、科技綜合應用、新媒體產業體系，朝向科研機構、相關企業、政府部門，進行探索與引導。引導學生向下紮根基礎，連結教師學術研究與教學實踐，持續強化學生就業市場競爭力，連結關於人文典藏、流通或展演之產業，以期未來學生憑藉數位人文專長進行創新創業。

針對教育現場需求，數位人文課程之發展策略應重視幾個重點：a.) 課程彈性：可學期、學年或集中授課，可合作、討論、探究、分析，強化課程規劃與教學設計之活用性。b.) 跨域授課：人社學科、數位科技、實務實踐等教師協同授課，或是不同屬性課程有互動討論與合作專題關係，促進學習之多元與實用性。c.) 專題產出：不同屬性課程均需有以數位人文為主題之作業或專題，教師引導學生進行創意與深度發展，重視學生產出以展示學習成果。

未來，以「數位人文學」之概念架構，融匯數位科技特性與人文社會本質，探索數位人文整合之素養、方法與內涵，建構數位人文範式；透過優質數位人文跨域教育、凝聚青年學者社群，配合研習活動與學習資源，則能引導學生以數位科技及量化分析技術強化人文社科本質。希冀培育具有人文敏銳感悟力、人社分析力、國際展望力、與科技知能競爭力之數位人文創新人才。向下紮根人文基礎，創造人社領域新的詮釋角度與創新研究方法，鏈結教師學術研究與教學實踐，強化學生學研能力與就業市場競爭力，連結關於人文典藏、流通、展演之產業，造就文化資產與創新人才的價值與產值之雙重輸出。因著科技的急速變化與發展，各種數位科技與資訊技術的應用變得多元。運用於人文領域的專題與研究範例不勝枚舉，尚望進行更深入的探討，啟動更多對於數位人文的想像。

參考文獻

- Gold, M. K. & Klein, L. F. (2016). (eds.). *Debates in the Digital Humanities*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- 陳幼慧，(2021)。110年「人文社會科學領域教育國際變革與趨勢比較計畫成果報告書」，教育部。
- 臺灣大學數位人文研究中心。http://www.digital.ntu.edu.tw/

情境教学活动对高中生英语词汇学习的实验研究

An Experimental Study on the Application of Situational Teaching Activities in English Vocabulary Learning in Senior Middle School

张婷婷¹, 李杨昕¹

¹ 北京市建华实验学校

* marvellous84614@163.com

【摘要】 随着全球化进程的需要,英语作为通用语言在国际交流中越来越重要。在新课标中,词汇量的增加也是此趋势的一种体现。但是,目前在高中的词汇教学中,教师往往忽略了语言环境的创设,只专注词汇含义的教学,导致学生在学习词汇时孤立地进行词汇记忆,不会迁移和应用。本研究选取了高二两个平行班的学生进行了情境词汇教学模式干预的实验研究,并在干预之前和之后进行测试,统计数据,通过社会科学软件 SPSS20.0 对对照组进行独立样本检验分析。实验结果表明,情景教学活动对高中生英语词汇的学习有积极影响。

【关键词】 情景教学活动;英语词汇学习;学习效果

Abstract: *With the development of globalization, English has played an increasingly important role in international communication. The new curriculum criterion features vocabulary expansion, which showcases this trend. However, in the current vocabulary teaching in the senior middle school, teachers tend to ignore the language situation, and only focus on the meaning of vocabulary, which results in students' inability to transfer and apply what they've learnt. This study selects two classes in Senior 2, one of which is taught based on situational teaching mode. Pre-test and post-test are applied to offer data which is analyzed via SPSS20.0, a software of social science. The result shows that situational teaching activities exert positive effects on students' English vocabulary learning in senior middle school.*

Keywords: *situational teaching activities, English vocabulary learning, learning effect*

1. 前言

英语词汇教学是英语教学中的重要一部分,是英语语言知识和英语技能的基础。教育部颁布的《高中英语课程标准》明确指出:高中学生毕业时要达到语言知识目标中九级的词汇要求:能根据交际话题、场合和人际关系等相关因素选择较为适当的词语进行交流或表达。在英语词汇教学的课堂中,情境教学活动是指学生在教师创设的某种场景中用英语完成既定学习任务的教学模式。学生在教师创设的语言情境和生活情境中主动使用所学词汇来解决问题,提高学生课堂学习的专注力,以及学习词汇的积极性和主动性,从而提升学生词汇学习的效率和效果,并体验到更多的学习方法和途径。

2. 文献综述

建构主义学习理论中的学习观认为学习是学生自己建构知识的过程。学生不是简单地接受信息,而是主动地建构知识的意义。学习是学习者根据自己的经验背景,对外部信息进行主动的选择、加工和处理。对所接受到的信息进行解释,生成个人的意义或者说是自己的理解。对应在教学观上,教师应引导学习者从原有地知识经验中,主动建构新的知

识经验。教师和学生之间需要共同针对某些问题进行探索，并在探索中相互交流。建构主义学习理论的一个应用便是情境教学，即建立在有感染力的真实事件或真实问题基础上的教学。知识、学习是与情景化的活动联系在一起。学生应该在真实任务情境中，尝试着发现问题、分析问题、解决问题。

到了二十世纪六十年代末，二语习得理论开始兴起，引起了许多语言学家的兴趣和进一步研究。美国著名语言学家 S.D.Krashen 区分了语言学习中的两种不同方式，即语言学得 (language learning) 和语言习得 (language acquisition)。与“语言学得”不同，“习得”是潜意识的学习过程，要求学习者用目的语言进行自然的、有意义的交流，在交流过程中学习者所关注的是交流活动本身，而不是语言形式，类似于母语的学习过程。因此，自然的语言环境更加有利于语言学习者的学习。将这一理论应用到英语课堂教学上，教师在英语的教学过程中应尽量创设促进“习得”的语言情景，提高学生的学习效率和优化学习效果。

再把范围缩小到词汇教学中，根据二语习得理论，词汇的课堂教学应是教师为学生创设特定的语言情境，在情境中学习词汇，不仅使学生掌握词汇知识，也能学会应用和迁移，并进而生成掌握词汇的学习方法。

3. 实验研究

3.1. 研究问题

本研究通过对比传统词汇教学模式和情境词汇教学模式，探讨情境词汇教学模式是否能提高学生词汇学习的效果。

3.2. 研究对象

本研究选取了 2021 届高二的两个平行班高二 (1) 班和高二 (2) 班的学生，高二 (1) 班 22 人，高二 (2) 班 24 人，教学进度一致，周课时相同，均使用新版北师大英语教材。在实验过程中，教师在高二 (1) 班采用情境教学的活动，在高二 (2) 班采用传统词汇教学活动。

3.3. 实验实施方案

本实验在高二 (1) 班采用的情境教学活动是“慧词妙语 Story Circle”，即在课本学习环节结束之后让学生用本课所学的新词创编一个小短文，教师通过课前备课环节的精心设计，为学生提供至少 5 个本课所学的新词，且包含动词、名词、形容词等重点词汇，要求学生从中选择至少 3 个新词创编一个内容积极向上、逻辑合理的小短文（文体不限，故事、诗歌等均可），不限词数。范例如下：

示例 1：请用下列词语中的至少 3 个创编一个短文。

sink desperation strike weapon solid

示例 2：请用下列词语中的至少 3 个创作一首诗歌。

wave save freeze breeze bay gay

本实验的实施方案如下：

第一、前测。在实施情境教学活动之前，学生在不知情的情况下，教师在两个班同时进行新单元（本次研究选择的新版北师大教材选择性必修第三册 Unit 7 的词汇）的词汇测试，共 60 个，并统计结果，目的在于测试两个班学生对目标词汇的熟悉程度。

第二、实施情境词汇教学活动（如上）。教师在教授新北师大版教材选择性必修第三册 Unit 7 时，在高二（1）班采用情境词汇教学的活动，在高二（2）班采用传统词汇教学活动。教师在高二（1）班的词汇教学过程中，会增加“慧词妙语 Story Circle”的教学环节，而且学生完成之后教师还会针对优秀短文进行展示和评价。在高二（2）班的词汇教学过程中，教师仅仅注重词义、词形、词性上的讲解，不创设特定情境给学生迁移应用。

第三、后测。实施情境词汇教学活动 1 个月之后，即完成了选择性必修第三册 Unit 7 的教学任务之后，教师在两个班再次用同一份目标词汇试卷进行测试，并统计结果。

第四、两次测试的数据回收之后，利用 SPSS20.0 软件进行数据录入，并对两个班级的数据进行独立样本检验分析。

3.4. 实验结果分析

3.4.1. 前测。两个班级数据的独立样本检验分析结果如下：

表 1 前测数据组统计量

分组	N	均值	标准差	均值的标准误
前测成绩 1	18	21.22	13.068	3.080
2	22	15.09	9.365	1.997

表 2 前测数据独立样本 T 检验

	方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验						
	F	Sig.	t	df	Sig. (双侧)	均值差值	标准误差值	差分的 95% 置信区间	
								下限	上限
假设方差相等	2.625	.113	1.726	38	.092	6.131	3.551	-1.058	13.321
假设方差不相等			1.670	30.000	.105	6.131	3.671	-1.365	13.628

从表 1 和表 2 可看出，两个班级在前测 Sig（双侧）值大于 0.05，显示没有明显差异，因此满足统计学的基本要求，可以为实验所用。

3.4.2. 后测。两个班级数据的独立样本检验分析结果如下：

表 3 后测数据组统计量

分组	N	均值	标准差	均值的标准误
后测成绩 1	18	46.28	10.081	2.376
2	22	37.23	14.909	3.179

表 4 后测数据独立样本 T 检验

	方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验						
	F	Sig.	t	df	Sig. (双侧)	均值差值	标准误差值	差分的 95% 置信区间	
								下限	上限
假设方差相等	3.196	.082	2.195	38	.034	9.051	4.123	.704	17.397
假设方差不相等			2.281	36.823	.028	9.051	3.969	1.008	17.093

从表 3 和表 4 可看出，两个班级在后测 Sig（双侧）值小于 0.05，显示通过干预后呈现明显差异。此结果表明通过情境词汇教学活动的干预，高二（1）班在词汇学习的效果上得到了显著提升。并且，经过教师本人的课堂观察和与学生的访谈，进行干预的高二（1）班学生在词汇学习的积极性、课堂专注力、学习方法的科学性等方面均有较为显著的改善。

4. 研究结论

在高二（1）班实施“慧词妙语 Story Circle”的情境词汇教学活动进行干预，而高二（2）班则不进行此环节，依然采用传统词汇教学模式，所有学生在学习完 60 个目标词汇之后，实施干预的高二（1）班体现出对目标词汇掌握的明显提升，说明情境词汇教学能提升学生对词汇的掌握程度，而且学生在此过程中能积极改善课堂注意力，并有意识地修正自身的词汇学习方法。

参考文献

- 王真真，情景教学模式在大学英语词汇教学中的应用研究，硕士学位论文
 成丽媛，情境教学法在高中英语词汇教学中有效运用的研究，硕士学位论文
 刘春莉，情境教学模式在初中英语词汇教学中的应用研究，基础教育研究，2020 年 02 期，124
 周俭芳，创设交流情境，让高中英语课文教学“活”起来，英语教学，2014.04，56
 Krashen, S. D. 1981. *Second Language Acquisition and Second Language Learning*. New York: Pergamin Press.

附录

目标词汇 60 个（来自新版北师大教材选择性必修第三册 Unit 7）

1 physician		31 fable	
2 butcher		32 dramatic	
3 clerk		33 contradictory	
4 fascinated		34 literature	
5 institution		35 vine	
6 administration		36 disbelief	
7 client		37 queer	
8 bachelor's degree		38 registration	
9 impressive		39 wander	
10 intelligence		40 vale	
11 quotient		41 stretch	
12 internal		42 vacant	
13 solely		43 pensive	

14 bio-technology		44 recollection	
15 guarantee		45 bounce	
16 prospect		46 unconscious	
17 relevant		47 ease	
18 lottery		48 polished	
19 decent		49 continuation	
20 recipe		50 poison	
21 innovator		51 submit	
22 specialist		52 solitude	
23 outsource		53 breeze	
24 likelihood		54 bay	
25 essential		55 strike	
26 telescope		56 solid	
27 column		57 sink	
28 enclose		58 stimulating	
29 multiple		59 tone	
30 qualify		60 riddle	

基於情境感知遊戲式學習行動導覽模式對學習者學習動機與成效之影響

Impacts of a Context-Awareness Game-based Mobile Guiding Learning approach on Learners' Learning Motivation and Performance

陳君銘^{1*}，葉鎮源¹，徐典裕²

¹ 國立自然科學博物館營運典藏與資訊組

² 國立自然科學博物館科學教育組

* jackychen.academic@gmail.com

【摘要】 隨著行動通訊與資訊技術的發展，有效的博物館學習導覽對於促進在博物館中學習過程中知識整合上，扮演著重要的角色。然而，在博物館有限的導覽時間情況下，缺乏合適的學習引導與輔助也造成影響學習者整體的學習表現。為此，本研究提出了基於情境感知遊戲式學習行動導覽模式，透過有效的學習引導幫助學習者組織與促進學習過程中的知識整合。實驗結果顯示，本研究提出的基於情境感知遊戲式學習行動導覽模式不僅改善了學習者學習動機，同時也提升了學習者的學習成效。

【關鍵字】 情境感知；遊戲式學習；自主學習；博物館學習

Abstract: *With the prosperous development of information communication and technology, effective museum learning guidance play an important role in facilitating learners' knowledge integration in the guided learning process. However, learners are normally not provided with proper guidance or assistance due to the limitations of time, such that learners might show low learning performance. To cope with the problem, this study proposes a context-awareness game-based mobile guiding learning approach for supporting museum learning activities, which help learners to organize and facilitate knowledge integration in the learning process through effective learning guidance. From the experimental results, it was found that the proposed learning approach not only significantly promoted learners' learning motivation, but also improved their learning performance.*

Keywords: context-awareness, game-based learning, self-directed learning, museum learning

1. 前言

隨著博物館的教育功能受到重視，在公民教育與核心素養的養成與教學推動上，博物館也扮演了重要角色。研究也發現博物館學習對於發展學習者各方面的能力也有正面的影響(Chen & Chen, 2018)。然而，在傳統博物館導覽學習環境中，大多以語音導覽或專人導覽進行，使得在參觀時間與學習資源有限的情況下，通常無法有效引導學習者探索、形成概念或應用概念解決問題。過去研究也指出在缺乏足夠的學習引導與輔助的情況下，學習者可能因在學習過程中沒有良好的學習引導，導致學習成效不如預期(Lin, Hsia, & Hwang, 2022)。因此，對於博物館導覽學習環境中，導入有效的引導策略或工具，以協助學習者在博物館真實環境中學習是必要的。

因此，本研究以行動導覽學習為基礎結合室內外展場情境感知與遊戲式學習策略，建構出一套「基於情境感知遊戲式學習行動導覽模式」之行動導覽學習環境。藉由遊戲過程中引導學習者對展覽/展物的觀察、探索與體驗，進而幫助學習者組織、掌握學習概念與促進學習

過程中的知識整合，讓學習者在博物館導覽學習過程不只增進學習興趣，更能提升學習者的學習動機與表現。

2. 基於情境感知遊戲式學習行動導覽模式之系統建置

本研究以行動導覽學習為基礎結合室內外展場情境感知與遊戲式學習策略，建置行動導覽學習系統。針對環境生態保育教育中，學生會感到記憶或理解困難的單元，透過情境感知引導至博物館場域中進行觀察，並設計漸進式闖關遊戲，將概念知識導入遊戲闖關的學習活動中，引導學習者學習環境生態保育的概念知識，並引入生活中的應用與反思。本系統架構如圖 1 所示，包含：

- (1) 情境感知行動導覽學習模組：結合 WiFi、環境感測器 (Beacon) 建構出具備定位和感知能力的主動式行動導覽服務系統，進而瞭解學習者目前位置及周遭展覽/展物等學習點環境資訊，導引學習者至各學習點觀察學習目標及進行學習活動，進而主動提供適合的探索議題、關卡線索、學習提示及補充教材。
- (2) 測驗評量模組：結合雙層次測驗引導策略(Li, Hwang, Chen, & Lin, 2021)，透過學習者進行觀察後回答遊戲中的問題，瞭解學習者對學習目標的觀察及內容知識的掌握，並針對第一層測驗的概念，於第二層測驗更深入發掘學習者理解的真實情形，進而有效診斷出學習者問題點，引導相關的提示及補充教材。
- (3) 教師後台管理模組：提供 (i)設計闖關活動任務及建立學習知識；(ii)設計關卡評量題目、提示及對應的補充教材；(iii)記錄學習者學習過程中的學習狀態。

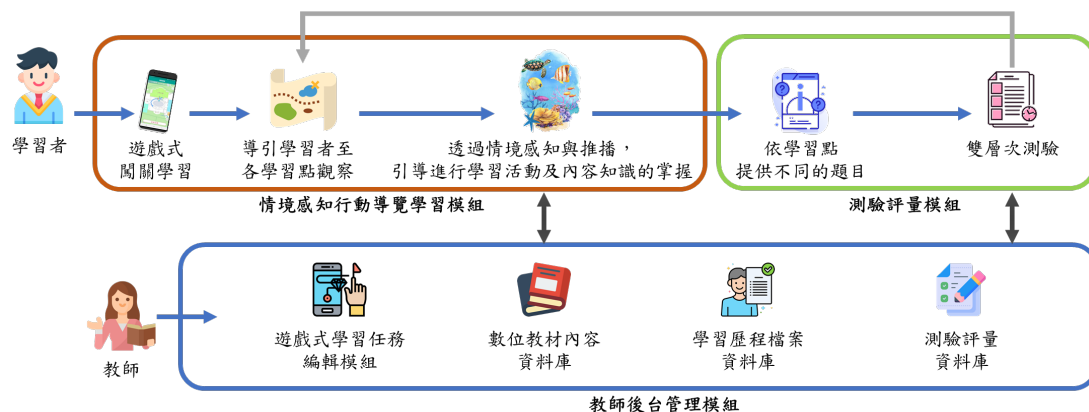


圖 1 系統架構圖

在遊戲過程中，系統即時掌握學習者目前位置並結合故事內容，透過 AR 實景與地圖導覽，引導學習者在真實環境下進行環境議題的觀察、組織、掌握學習知識及於各個學習點間進行闖關，並結合雙層次測驗，透過遊戲中的不同問題釐清相關概念，讓學習者漸進式進行系統化學習及評量，引導學生進行更深入的思考，更讓學習者加強較弱的概念，提升學習表現。本系統介面及流程如圖 2 所示。



圖 2 系統介面及流程

3. 實驗設計

本研究對象為某大學二年級通識課程的學生。實驗組採用情境感知遊戲式學習行動導覽模式，控制組採用傳統行動導覽學習模式。控制組所採用的傳統行動導覽學習模式中，具備相同的行動導覽、學習教材及評量內容，但控制組沒有導入情境感知遊戲式學習引導機制，引導學生至各學習點觀察學習目標及進行學習活動與回饋。本實驗流程如圖 3 所示，活動前，先進行環境生態與永續發展通識課程教學與學習系統的操作教學後，再進行前測及前問卷，接著導入不同學習策略。其中實驗組進行情境感知遊戲式學習行動導覽模式，控制組進行傳統行動導覽學習模式。最後，進行後測及後問卷，其中後問卷包括測量「學習成就測驗」與「學習動機」，最後歸納結論與建議。

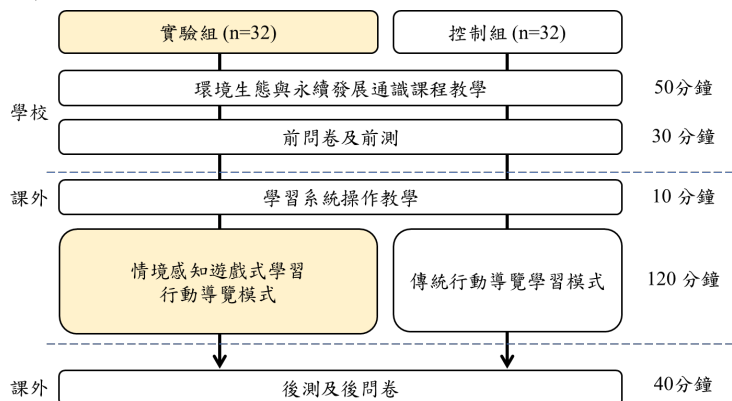


圖 3 實驗流程圖

4. 實驗結果

4.1. 學習成就分析

為了評估學習者使用「結合情境感知與雙層次測驗引導機制之行動導覽學習模式」對於學習成就是否有顯著影響，本研究針對兩組前測成績進行 t 檢定分析。實驗結果如表 1 所示，控制組在前測平均數及標準差分別為 58.44 和 5.15；實驗組則為 60.16 和 6.65。t 檢定結果($t = -1.155, p > 0.05$)也說明活動前實驗組與控制組之間沒有明顯的差異。

表 1 學習前測驗—獨立樣本 t 檢定分析

組別	人數	平均數	標準差	t	p
實驗組	32	60.16	6.65	-1.155	0.474
控制組	32	58.44	5.15		

* $p < 0.05$

經過此實驗後，本研究採用單因子共變數分析(ANCOVA)方法進行驗證兩組學習者對於學習成就上的差異，並以前測成績為共變量、後測成績為因變數進行分析。為符合共變數分析之基本假設，以兩組成績進行變異數同質性檢定與組內迴歸係數同質性檢定。變異數同質性檢定得到顯著性為.07 ($F=2.281$) $>.05$ ，未達顯著水準，表示兩組成績之變異數具有同質性，符合共變數分析之基本假設。迴歸係數同質性檢定分析得到顯著性為.068 $>.05$ 亦未達顯著水準，表示兩組迴歸線之斜率相同。本研究實驗組與控制組具有同質性，符合共變數分析之基本假設，可進行共變數分析。實驗結果如表 2 所示，後測調整平均數及標準誤在控制組分別為 65.81 和 1.26，實驗組則為 69.51 和 1.26。其結果($F = 4.25, p < 0.05$)發現兩組在學習成就上有顯著差異，這也隱含使用「情境感知遊戲式學習行動導覽模式」的實驗組，比使用「傳統行動導覽學習模式」的控制組更有助於提升學習成就。

表 2 學習成就問卷—單因子共變數分析

組別	人數	平均數	標準差	調整平均數	標準誤	<i>F</i>	<i>d</i>
實驗組	32	69.53	6.11	69.51	1.26	4.25*	0.53
控制組	32	65.78	7.87	65.81	1.26		

* $p < 0.05$

4.2. 學習動機分析

為了評估學習者使用「情境感知遊戲式學習行動導覽模式」前、後的學習動機是否有所差異，本研究學習動機問卷採用 Wang 及 Chen (2010) 所開發的動機量表，採李克特 7 點量表，Cronbach's alpha 為 0.79。本研究針對兩組學習前、後學習動機問卷結果進行成對樣本 t 檢定分析，實驗結果如表 3 所示，實驗組在學習前、後學習動機達顯著差異 ($t = -5.36, p < 0.001$)，顯示實驗組使用「情境感知遊戲式學習行動導覽模式」在學習後的學習動機顯著優於學習前的表現。相反地，控制組學習前後的學習動機未達顯著差異 ($t = -0.44, p > 0.05$)，這結果顯示控制組使用「傳統行動導覽學習模式」學習後，並沒有因為在真實情境中導入行動導覽學習模式而產生更好的學習動機。

表 3 學習動機問卷—成對樣本 t 檢定分析

組別		人數	平均數	標準差	<i>t</i> 值
實驗組	前測問卷	28	5.66	0.48	-5.36***
	後測問卷	28	6.28	0.46	
控制組	前測問卷	28	5.65	0.48	-0.44
	後測問卷	28	5.68	0.47	

*** $p < 0.001$

5. 結論

本研究發展一款基於情境感知遊戲式學習行動導覽系統，並探討對於學習者之學習表現與動機之影響。藉此讓學習者能夠在真實博物館學習環境下，隨時隨地的進行學習，研究結果也發現，透過情境感知遊戲式學習行動導覽模式的引導機制，有助於引導學習者於學習過程中掌握學習概念及與促進知識整合，提升學習者的學習動機與成效。然而，本研究因時間的考量，建議未來可就更多的樣本進行研究，也希望將此模式應用在博物館不同場域與學科之規劃、設計與整合，並深入探討學習者過程中歷程變化及相關的統計分析，進而提供更適性的學習回饋，及期望成果可作為未來相關研究之參考。

參考文獻

- Chen, C. C., & Chen, C. Y. (2018). Exploring the effect of learning styles on learning achievement in a u-Museum. *Interactive Learning Environments*, 26(5), 664-681.
- Li, F. Y., Hwang, G. J., Chen, P. Y., & Lin, Y. J. (2021). Effects of a concept mapping-based two-tier test strategy on students' digital game-based learning performances and behavioral patterns. *Computers & Education*, 173, 104293.
- Lin, Y. N., Hsia, L. H., & Hwang, G. J. (2022). Fostering motor skills in physical education: A mobile technology-supported ICRA flipped learning model. *Computers & Education*, 177, 104380.
- 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.

正“身”修“心”——达尔克罗兹音乐教学法的具身性阐释

‘Body’ and ‘Mind’ -- Embodiment of Dalcroze's Music Teaching Method

郑学铭¹

北京市朝阳区芳草地国际学校富力分校

1103645592@qq.com

【摘要】20 世纪上半叶瑞士音乐教育家爱弥尔·雅克·达尔克罗兹 (Emile Jaques-Dalcroze, 1865-1950 年) 经实践印证与摸索实践形成的一套具有科学性、系统性的“达尔克罗兹音乐教学法”被誉为世界三大音乐教学法 (奥尔夫教学法 柯达伊教学法) 之一, 其教学理念强调“身体”参与学习方式的背后哲逻辑从“第二代认知科学——“具身认知”理念及内涵特点解构角度反窥涉及身体参与的音乐教育。本文提出在音乐教学过程中, 实践者应关注人的整体、关注系统教学、关注乐境创设。

【关键字】达尔克罗兹; 具身认知; 体态律动; 音乐教学; 音乐教学法

Abstract: *Emile Jaques-Dalcroze, a Swiss music educator in the first half of the 20th century, 1865-1950) a set of scientific and systematic "Dalcroze music Teaching method" formed by practice and exploration is known as one of the world's three major music teaching methods (Orff teaching method and Kodaly teaching method), Its teaching philosophy emphasizes the philosophical logic behind the way of "body" participation in learning. From the perspective of "the second generation of cognitive science --" embodied cognition "and the deconstruction of connotation and characteristics, music education involving body participation is reflected. In the course of music teaching, practitioners should pay attention to the whole of people, the systematic teaching and the creation of music environment.*

Keywords: Dalcroze embodied cognition body rhythm music teaching music teaching method

1. 问题的提出

20 世纪上半叶瑞士音乐教育家爱弥尔·雅克·达尔克罗兹 (Emile Jaques-Dalcroze, 1865-1950 年) 经实践印证与摸索实践形成的一套具有科学性、系统性的“达尔克罗兹音乐教学法”被誉为世界三大音乐教学法 (奥尔夫教学法 柯达伊教学法) 之一, 其教学理念广泛且深刻的影响了美国、英国等国家的音乐教育理念, 与此同时也渐被我国学者以及音乐工作者关注。1986 年, 中国音乐家协会音乐教育委员会以及北京师范大学教育系编辑的《音乐教育参考资料》中, 介绍了达尔克罗兹的体态律动相关成果与教育思想^[1], 此后相关书籍以

项目来源: 北京市教育科学“十四五”规划 2021 年度一般课题《具身认知理念下小学生审美感知素养培养研究》(项目号: CEDB21291)

及赴外学者的本土化实践与培训不断推进我国音乐教育基于体态律动进而开展系列音乐教学活动。达尔克罗兹教学法将音乐学习着眼于“身体”参与，强调身体与音乐、大脑之间的交互与碰撞继而激发内心对于音乐的感知力、认知力与创造力。这种涉及身体的认知行为探究，从20世纪80年代认知科学领域掀起的“后认知主义”思潮——具身认知的相关学术路径与研究维度来看，音乐教学具身化的必要性与实操性可从其学理层面窥之一二。

2. 具身认知理论概述

2.1. 具身认知理论的历史溯源

20世纪60年代以来，西方标准认知科学领域中“认知主义”(cognitivism)是属“第一代认知科学”，其要义是以计算机模式为基础的符号加工且占据了认知科学的主流思潮。伴随认知科学专家的研究深入，以神经的网状结构和并行加工原理为基础的联结主义模式从某种程度上挑战了标准认知科学的传统，从而将认知转向具身化，即身心关系的逻辑层次转向，这被称为“第二代认知科学”。

有关身心关系的论述与探讨一直是西方哲学关注的焦点，早在古希腊时期，苏格拉底就论证说：“真正的知识是一些抽象的、天赋的规则。”^[2]他的学生柏拉图继承了这一核心观点，有关身体的思考他认为：“身体是一种虚幻而无意义的存在，它是心灵的藩篱和牧场，它阻碍了心灵对智慧的追求。”^[3]“当灵魂进入身体以后，因受肉体玷污而忘却了在天国的知识，所以学习是一种对天国知识的回忆。”^[4]由此可见，身体对于知识的获得没有起到任何帮助，反而形成一种外力的干扰与破坏。启蒙运动以后，笛卡尔从认识论的角度对于身心二元论加以论证，他认为：“我赖以成为我的那个心灵，是和身体迥然相异的……心灵和身体是相互独立、毫无关联的两个实体。”^[5]这一理论更加突出阐明身体与心灵，物质与精神是相互分离的个体。自此，西方百年发展的传统认知观念陷入“离身”的境地不可自拔。同时，这种观念深刻影响着认知理论的教学领域，他认为：“教学是一种既定心智的抽象表征活动，类似于计算机的输入、加工和输出过程。”^[6]它的观点为符号加工认知心理学的“离身化”的发展铺开路径。

但“二元论”的观点并未长期占据研究主流思潮，西方各界对于笛卡尔身心二元论的抨击数见不鲜，英国著名经验主义哲学家、教育家洛克对与笛卡尔身心二元论提出质疑，“一切知识来源于经验”的命题阐明了知识的获取需要个体与实践的深度参与方可获得。此外，在实用主义哲学家、机能主义倾向的心理学家詹姆斯在其情绪理论中认为，情绪是由身体反应引起的，身体的运动反应造就了音乐情绪。杜威也以自然主义的观点解释其心智特征，他认为人类的认知、思维、语言、知识都产生于身体的知觉和行动^[7]。在哲学领域，德国哲学家海德格尔的嵌入式思考提出：“人的存在是‘在世界中的存在’(being-in-the-world)”，人存在与社会、历史与现实生活中，从而进一步摆脱主客体二元论。著名现象学研究者胡塞尔的“意向性”、“生活世界”等观念，是逐渐摆脱“离身”从而关注“躯体”的初步显现。

真正把身体作为主体，强调身体对空间、感知作用的是法国哲学家梅洛·庞蒂，他在《知觉现象学》一书中指出：身体最为直接地“在世界中存在”，“身体本身在世界中，就像心脏在肌体中”，“不经过身体的经验，就不能理解物体的统一性”。^[8]

认知模式的具身化转向，是一种哲学思想的探索之路。人们在不断实践中反思我与它、个体与群体、个体与世界之间的关系，在这种关系体认的探讨中，具身化所呈现的综合思维、哲学立场其内涵丰富。

2.2 具身认知理论的内涵特征

具身认知的内涵表现为：认知是大脑、身体和环境互相作用的产物。心智、大脑、身体和环境（世界）交互作用，构成一个一体的自组织的动力系统。^[9]为了深刻把握具身认知的理论内涵与特点，我国相关学者将其理论总结出如下几点特征^[10]：

2.2.1. 具身性 (embodiment)

认知的具身性是具身认知的核心特征。认知的具身性强调客观物质世界的真实性，指引人们通过涉及身体参与的客观活动与行为方式加以认知世界。这将从根本上剥离主客二元的观点，从神经学和心理学层面加以说明身体参与对于大脑的实质作用，进而阐明人的认知源于自身的参与而不仅是一种简单的机械配置行为。

2.2.2. 情境性 (situation)

认知的情境性是具身认知的必备条件。认识的情境性强调认知的过程不仅发生在自体内部，而是认知与外部环境相互作用而产生的认知结果。具身认知的发生一方面要求内部自体参与性的实践活动，另一方面外部环境因素——地理位置、文化背景、布景布局等亦都是认知行为参与需考量的涉猎维度。

2.2.3. 生成性 (enactment)

认知的生成性是具身认知的理论实质。生成性理论强调主体与环境的合力效用，那么认知的生成性进而批判了身心二元论与主客二元论的传统认知观念，即将身体参与的主体性与客观世界的物质性综合来看认知的生成原则，继而阐明具身认知的实质——与人类认识的表征观点相对立——认知主体与客观世界具体地、历史地生成。

2.2.4 动力性 (dynamic)

认知的动力性是具身认知的发生机制。认知的动力性是认知过程发生在人与物质世界之间认知发展的动力机制，这种机制是伴随认知过程的偶发性、即时性与非线性特征，其认知发生过程强调在时间的一维原则基础之上的大脑—身体—环境的多维认知机制。

3. 达尔克罗兹教学法(体态律动)的具身性理论

3.1 达尔克罗兹教学法的理论基础

时代的更迭、政权的变化以及迅猛事态下社会思想以及人文理念的交锋，迫使社会科学在某种程度上需要为时代与社会服务，然而这种改变一方面看似是拨乱下的挣扎如“雾里看花”，实则是站在社会与科学的亘古上永恒的深度思考，达尔克罗兹教学法就是其中一个足以说明问题的实例。达尔克罗兹教学理论的产生与发展正值欧洲第一次世界大战、第二次世界大战的战乱之际，动荡与变革的时代背景是促使达尔克罗兹转向思考音乐教育与社会关系的重要原因。达尔克罗兹 1916 年伦敦讲学中谈到：“有些人认为，我现在应该将我自己献身于为和平而努力的战争中，而不是在这里谈音乐教育。可相反的，我认为为和平而努力的方式就是投身于艺术和教育，把和平的理念通过艺术和传承下去。”^[11]将艺术视角与社会发展并行来看是其教学法的初衷，音乐教育培养的不仅仅是音乐家，

更重要的是培养具有艺术眼光和追求美的“社会人”。

时代与社会的敦促是思想转变的外部因素，然而更重要的对于音乐艺术的规律把握的同时又具有敏锐的判断力与感受力，达尔克罗兹扎实的音乐基础和卓越的音乐素养使他在音乐教育的思考更加深刻。达尔克罗兹生长在一个具有艺术氛围的家庭中，他的母亲是一位音乐教师，从小培养他学习钢琴，在他 25 岁那年考进巴黎音乐学院，跟随著名作曲加德里布 (Leo Delibes) 学习作曲，3 年后他完成学业回到日内瓦音乐学院，教授和声、音乐史等课程。他在教学过程中对于教学理念的实践并不是顺利的，1902 年日内瓦音乐学院反对他的教学实验，停止了他的一切教学活动。他坚信自己对于艺术规律、教学模式的探索，在 1906 年他出版了《达尔克罗兹体态律动教学法》一书，受到国外音乐教育的关注并获得一致好评。自此，他相继出版了《节奏、音乐和教育》《体态律动、艺术和教育》等著作和相关论文成果并在巴黎、纽约等诸多国家开办了达尔克罗兹体态律动学校。

达尔克罗兹教学法 20 世纪初期就成为世界三大音乐教学法 (奥尔夫教学法柯达伊教学法) 之中卓有成效的教学法之一，该教学法以“体态律动”为核心辐射到学生的音乐感知、音乐表现以及音乐创作等学习思维模式中。达尔克罗兹的体态律动是受到法国歌唱家和音乐理论家朗索瓦·德尔萨特 (Francois Delsarte, 1811—1871) 设计的一套完整的动作原理和表情体系，之后他创造了一套名为“韵律体操”节奏练习，并通过国不断深入研究与实践形成了“体态律动教学法” [12]。以此同时，当时的哲学思想和教育理念深深影响着他的教育观念。正如上述所提及到的海德格尔的嵌入式思维模式以及胡塞尔的现象学等等哲学家的思考，又如教学家杜威的“在做中学”的学习方式，孟禄所倡导的儿童无意识模仿的学习原理，皮亚杰的建构主义学习模式等都是从学习者的学习心理自在角度出发，将教育学原理从新整合再思考所形成的教育哲学观念，都是达尔克罗兹汲取音乐教育理念的养分。从某种程度上说哲学思想的碰撞势必影响社会观念的转变，教育作为社会发展的中坚力量必然也跟随其发展角度逐步迸发出新样貌，那么音乐教育的方法论更新一方面受到心理学、教育学的影响，更重要也一定是从音乐本体和音乐实质出发而形成的具有普适性的方法。

究其“体态律动”，我们先来理解与音乐最为接近的“律”，《说文解字》中“律”有二种解释，首先是“规则、制度”，即用规律来约束自身的行为；其次是“音律”，也就是中国古代审定乐音高低标准的“十二律”。通过这两者释义，我们可以破解传统意义上理解体态律动为“跟随音乐做动作”，而是按照音乐规律进行的动作呈现，一方面突出音乐的主体显现，另一方面摆脱了将“体态律动”视为舞蹈视觉艺术化的复杂模式，更为强调的是人体自然的、本能的、自发的肢体感知与表达，即由音乐而动、在音乐中动、为音乐而动。

达尔克罗兹教学法正是以“体态律动”为核心理念，将节奏练习、视唱练耳和即兴创作作为学生学习的三方面内容。首先是利用身体感知节奏，“身体是体验节奏的最好的媒介，通过身体运动，我们可以感受和再现节奏” [13]，发展学生的运动觉外化体验。其次是将运动知觉作用于神经系统，发展学生的内心听觉能力，这是音乐学习者的必备要素也是建立完整感官觉的重要一步。最后，在音乐感受和音乐想象的基础上利用听觉分析、视觉接受、思维转化等内在判断力形成一种快速且准确的音乐表达能力，即即兴创作能力。

3.2 达尔克罗兹教学法的实施理念

3.2.1 整体性

达尔克罗兹利用身体作为借接受音乐信号的第一个“接力棒”，身体受到意识的传导与音乐的表达形成一个冠以连接的闭环，进而将音乐与听觉、身体、情感、情感建立一种整体性的密切关联。达尔克罗兹认为，这是一种大脑思维与肌肉反映之间的关系机制，即运动觉（Kinesthesia）。通过所谓运动着的运动觉训练通过反复激发与抑制训练，形成一种无意识或下意识的判断和反应，这种意识控制与调节形成潜意识反应与判断是需要调动学生运动觉而发生的。达尔克罗兹与瑞士心理学家爱德华·克拉莱帕德（Edouard Claparede）合作，研究了大脑与运动之间的过程——耳朵与身体产生对音乐的感觉、感受，并激发情绪和想象；大脑需要不断记忆、判断，并及时发出矫正和动作起止的指令；身体不断即兴自发的运动和有控制的运动。

3.2.2 联觉性

音乐的意象化构想是音乐形象显化需建构的音乐能力之一，在拓展想象力思维中各种音响刺激所激发的感觉与感觉之间的相互作用——联觉，是音响与身体、身体与大脑和音响与大脑之间建立训练联系的桥梁。达尔克罗兹教学关注关注内心听觉的培养，内心听觉是指不依赖乐器和人声想象出音乐音响的能力 [14]，例如音乐中具有“固定音高”音乐能力，即不依靠乐器和任何形式的音响刺激从而自身能够唱准固定的音高。达尔克罗兹认为：“通过作用于神经系统的运动体系，打开大脑、耳朵、喉头之间所必需的通道，形成一个完整的组织结构，即所谓内心听觉。发展内心听觉首先需集中注意和记忆。”自体声音的产生传导到耳朵中形成听觉，在经由神经系统进入大脑继而做出对声音的判断与甄别是音乐与大脑之间关系的构建模式之一，在这个模式中声音的高低、长短、强弱、音色都是基于大脑所需要的鉴别的音乐元素，然而即所谓的鉴赏力、聆听能力与重复能力是可以通过刺激——反映训练而逐渐在大脑、内心中建立的。这种“内化”的音频概念和感觉的保持，是需要长期不断地进行想象力、注意力和记忆力的组合训练而形成的。例如图 1

达尔克罗兹教学法关于“内心听觉”训练方法	
学习模式	具体手段
加强抑制	打击 4/4 拍，用“哒”说出每一拍
完全抑制	停止打击，进行想象
呈现	保持原速，再次打击 4/4 拍，用“哒”说出每一拍

图 1

3.2.3 创造性

音乐的创造性是个人情感与意志表达与音乐语汇结合而形成的音乐行为，它没有独创性用来强调高度个性化和差异化，也没有创新性强调音乐素材与音乐语言，而是一种自我音乐性表达、诠释能力，绝非模仿式的简单呈现。达尔克罗兹

教学法旨在培养一种音乐能力的可持续性，即即兴创造能力，即兴活动是需要即时做出音乐判断（听觉分析、想象和表现）的创造性音乐行为。^[15]即兴活动对于一位音乐学习者提出更高的要求，他需要具有熟练的掌握谱面并能够具有快速反应乐谱能力，一定的乐感配以对于音乐处理原则熟悉的把握，同时具有敏锐的音乐判断力、较强的音乐感受力和流畅的逻辑能力。达尔克罗兹认为，音乐学习应遵循一个螺旋上升的过程：听→动作→感受（情感体验）→感觉→分析→读谱→写谱→即兴创造→表演。^[16]即兴创作是音乐学习闭环实现的最终路径也是学习音乐技能前的本能反映，然而在节奏训练、视唱练耳中都需要进行音乐创作原则和感受能力的训练和表达，可以说节奏训练与视唱练耳以及即兴创作三者之间互相渗透、互为支撑。

4. 具身化音乐律动学习的思考

4.1. 万物归一——关注人的整体

人是自身发展的集合体，在其发展过程中合“一”是使人不断成为自身的过程。音乐教学与人的发展之间的“合”，究其出发点仍要以人为使动的“火车头”。那么，什么是完全意义上的“人”？抛开科学领域与精神层面的“硬”定义，人是具有外化肉身与内核灵魂的统一体。在其音乐传播过程中，音乐的精神力量与人的内核“灵”之间的碰撞激发出音乐外显旋律与人的主观情感，使人听到音乐后表现出具有与音乐之间相互沟通的通感。音乐教育的过程具有音乐传播的特点。音乐教育一方面要关注人的身体感受，使学生觉察音乐的始终具有身体的参与，方可达到促进人的全面发展其目的；另一方面要激发人的主观意念，这其中包括音乐的感受力、想象力与创造力。音乐教育进而才可说“促进人的全面”发展，它是以人的自身回归为起点，回归人本身的价值亦是音乐教育返璞之路。

4.2. 条修叶贯——关注系统教学

具身关注系统与要素之间的关系，音乐发展具有系统性吗？这不是一个绝对性的发问，而是不同层次理解具有差异化的理论显现。我们可以回答，音乐发展具有系统性。反观欧洲音乐发展之路早期奥尔加农到复调的阶段式发展，和声的逐步丰富，奏鸣曲结构的不断完善，歌剧结构日趋饱满……哪一个不是呈现出层次发展的路径；回首中国传统音乐的脉络，其传承性的历时特点异常清晰——一首作品的异地、异曲传承，《八板》的变体就有近百种，一件琵琶乐器从唐代到明清技法之丰富，演奏之变幻，都印证着“传统是一条河流”的思考路径。

我们还可以说，音乐发展不具有系统性。一方面音乐创造呈现出迸发式的形式，另一方面音乐要素组成之间是平等关系，而不是前后发展——节奏和节拍那个第一位？音准在什么学习阶段把握？——一首音乐作品是由诸要素组成的。反观当下，音乐教材的整体性与音乐细碎知识的系统性之间的矛盾逐渐深化。就连音乐教学的连贯性都难以保证，面对作品之间的差异，将差异之间重新突破路径，在每堂课中进行连接是音乐教学需要关注的问题。同时，梳理音乐要素之间的系统与学生身心发展相结合，亦是一种综合性的尝试。

4.3 境由心生——关注乐境创设

认知过程的情景创设是具身化的重要过程。音乐教育的“境”的建立更是一种“入世”的深刻体验。音乐教学中的“境”主要包括：音乐作品的“情境”、学生学习的“心境”以及音乐教学的“环境”。

音乐作品的“情境”是由音乐作品本身的音乐意象所建构出来的，其内涵与作

品本身紧密相连，如著名印象派音乐家德彪西的钢琴作品《亚麻色头发的少女》勾勒的生动的少女形象。“情境”的构建是对于作品本身深度剖析的再读思考，其呈现形式可以是视觉、触觉等形式。

学生学习的“心境”是对于学习主体至关重要的因素。是许多教师较少关注的问题之一，也是容易被忽略的课堂影响因素。“心境”的问题本身是关注学生的必然结果。从学生在每堂课思维切换可以看出，这种过渡性的活动在课程伊始是具有引导性的，而非是仅仅拿“心境”的建立当做“课堂导入”来看。在课堂初，呼吸的调整、内心平静的准备、听觉的引领以及感受力与观察力的强调等等，都是上音乐课前教师需关注的。

音乐教学的“环境”使课堂准备的前提。教师在一堂课前的备课中，引关注到多种教学形式与音乐作品之间的关系，这就需要教师根据实际情况调整课堂环境，使课堂具有真实的代入感。

参考文献

- [1] 杨立梅、觉察民.《达尔克罗兹音乐教育理论与实践》【M】.上海：上海教育出版社,2011：8-9.
- [2] 叶浩生.西方心理学中的具身认知研究思潮【J】.华中师范大学学报（人文社会科学版），2011（04）：153-160.
- [3] 王瑞鸿.身体社会学——当代社会学的理论转向【J】.华东理工大学学报（社会科学版），2005，（4）：1-7.
- [4] 叶浩生.西方心理学中的具身认知研究思潮【J】.华中师范大学学报（人文社会科学版），2011,50（04）：153-160.
- [5] 冒从虎，等.欧洲哲学通史【M】.天津：南开大学出版社，1985:401.
- [6] 邱关军.从离身到具身：当代教学思维方式的转型【J】.教育理论与实践,2013,（1）：61-64.
- [7] 叶浩生.西方心理学中的具身认知研究思潮【J】.华中师范大学学报（人文社会科学版），2011,50（04）：153-160.
- [8] 梅洛·庞蒂.知觉现象学【M】.商务印书馆.2001：538-540.
- [9] 胡万年、叶浩生：中国心理学界具身认知的研究进展【J】.自然辩证法通讯,2013,（6）117—128.
- [10] 李其维.“认知革命”与“第二代认知科学”刍议【J】.心理学报，2008（12）：1306-1327.
- [11] Jaques-Dalcroze. Rhythmus. Feb. 25. 1916
- [12] 郑晓、尤怡红.《幼儿律动》【M】，上海：复旦大学出版社，2014（1）.
- [13] 杨立梅、觉察民.《达尔克罗兹音乐教育理论与实践》【M】.上海：上海教育出版社,2011
- [14] 同上,26—27
- [15] 同上,28—29
- [16] 同上,34-35

A Systematic Review of Empirical Studies Based on the Sociocultural Theory in Technology-Enhanced Language Learning

Jingyi WANG¹, Xu CHEN², Chunping ZHENG^{3*}
Beijing University of Posts and Telecommunications
* zhengchunping@bupt.edu.cn

Abstract: *Sociocultural theory has been introduced in the field of second language acquisition since the last fifteen years of the 20th century. There are abundant previous studies focusing on second language acquisition from the perspective of sociocultural theory. The purpose of this study was to review earlier empirical research regarding technology-enhanced language learning based on the sociocultural theory from 2016 to 2021. 39 papers from 12 influential journals indexed by SSCI and CSSCI were identified in this review. The general research trend, research methodologies, and major research findings were systematically examined through content analysis. This research provided overviews for understanding the current research in both China and abroad on technology-enhanced language learning drawing upon the sociocultural theory.*

Keywords: sociocultural theory, technology-enhanced language learning, systematic literature review

1. Introduction

In the past few decades, sociocultural theory (SCT) has gradually attracted more and more attention in language learning and teaching. Proposed by Vygotsky in 1970s, SCT emphasized that development of human higher psychological functions first appeared at the social level, between individuals, and later at the psychological level, within the individuals (Lantolf & Thorne, 2006; Vygotsky, 1978). In 1985, the article “Second Language Discourse: A Vygotskian perspective” (Frawley & Lantolf, 1985) revealed that the sociocultural theory, which was only regarded as a theory of psychology before, could also be applied to Second Language Learning (SLA). From a sociocultural perspective, language is a combination of social and cultural contexts and language acquisition required cooperation and interaction within social environments. As a result, SCT provided a strong support for researchers to explore language learning and teaching.

The subsequent development of SCT including medication, internalization, zone of proximal development (ZPD), and activity theory has also been gradually applied to explaining language learning and teaching (Wen, 2010). Lei (2008) introduced SCT framework into her study and analyzed how English-major students in a Chinese university operated their English writing processes with diverse resources. Sasaki (2011) studied the impact of overseas learning experiences on Japanese students’ English writing ability based on SCT. Lu (2016) investigated the correlation between students’ reading and the “exploration domain” of their course paper writing drawing upon the input and output hypothesis. Although many studies analyzed language learning through the lens of SCT (e.g, Poehner & Infante, 2017; Sagre, Herazo, & Davin, 2022; Xu, Teng, & Wu, 2019), prior studies applying SCT to technology-enhanced language learning were still limited. In this review, three main questions are proposed to guide the analysis of the selected literature:

- (1) What is the general research trend indicated by the reviewed studies?
- (2) What are the research methodologies employed in the reviewed studies?
- (3) What are the major research findings of the reviewed studies?

2. Methodology

2.1 The Process of Data Collection

In this study, systematic content analysis was adopted to review the empirical studies concerning sociocultural theory in technology-enhanced language learning. The selected articles were classified from different perspectives and then presented with frequencies along with detailed descriptions.

We retrieved relevant papers from two databases, that is, Web of Science (WOF), and China National Knowledge Infrastructure (CNKI). We selected six high-impact journals from each database. Journals from the WOS were indexed by Social Science Citation Index (SSCI) while those from the CNKI were indexed by Chinese Social Science Citation Index (CSSCI). Six journals for international publications were identified as *System*, *Computer Assisted Language Learning (CALL)*, *ReCALL*, *Language Learning & Technology (LLT)*, *Computers & Education (C&E)* and *TESOL Quarterly*; and the other six journals published in China were *Foreign Language World*, *Foreign Languages and Their Teaching*, *Journal of PLA University of Foreign Languages*, *Technology Enhanced Foreign Language Education*, *Foreign Language Education*, and *Modern Foreign Languages (Bimonthly)*. The present study then systematically reviewed 39 publications from overseas and China in 12 influential journals mentioned above, with the research focus on technology-enhanced language learning based on SCT.

2.2 The Process of Data Analysis

First of all, 49 studies were selected after reading through titles, keywords, and abstracts in the 12 journals related to technology-enhanced language learning from 2016 to 2021. The terms “sociocultural theory” and “language learning” were used as keywords to rule out the irrelevant literature. Then reviews and commentaries were excluded and only empirical studies were left for further analysis. Furthermore, after the contents were read through, 10 papers were ruled out for their lack of modern technology tools used in classroom settings. Finally, 39 articles were identified with 37 exploring English language learning, two concerning learning Chinese and one related to learning Korean.

Both quantitative and qualitative data were included in this review. For describing quantitative data, descriptive statistics and graphs were adopted, while content analysis was used to summarize the qualitative data and conclude the major findings in the field of technology-enhanced language learning from 2016 to 2021.

3. Results

3.1 General Publication Trends

3.1.1 Number of reviewed studies published from 2016 to 2021

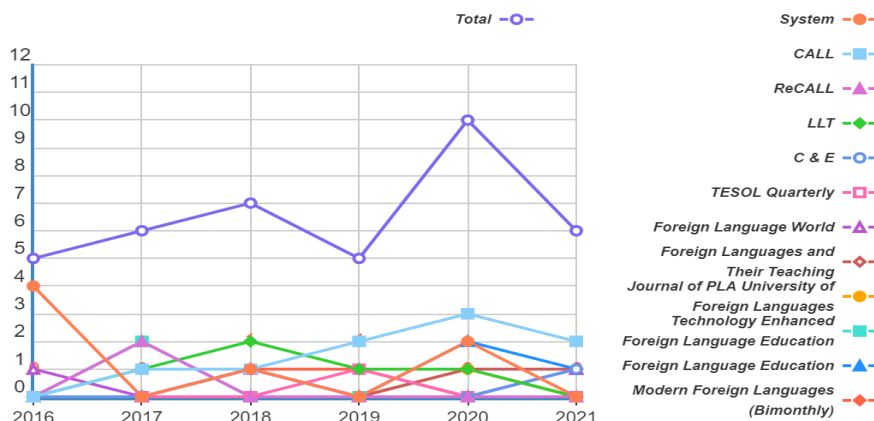


Figure 1. Numbers of studies published by 12 journals from 2016 to 2021.

As indicated in Figure 1, 39 papers in total concerning the sociocultural theory in technology-enhanced language learning published in 12 journals from 2016 to 2021 were reviewed. Generally speaking, the total number of articles published by English journals from 2016 to 2021 was higher than that of Chinese journals. Of all 39 published articles on technology-enhanced language learning, 26 were from English journals and 13 were from Chinese journals.

From a horizontal perspective, about the same number of relevant articles were published in these 12 journals each year from 2016 to 2021. Articles published in Chinese journals were more concentrated in 2019-2021. Among all 12 journals, *Computer Assisted Language Learning* had the most publications (9 papers).

3.1.2 Analysis of Research Topics in the Studies Published from 2016 to 2021

Table 1. Research topics of reviewed studies

Research Topics	Items	Number
Linguistic Knowledge and Skills (20)	Reading comprehension	2
	Listening skills	1
	Writing skills	10
	Oral language learning	3
	Collaborative learning	3
	Grammar	1
Language Learners' Characteristics (16)	Performances and dynamic development	4
	Language learning effectiveness	2
	Interaction and communication	4
	Engagement	4
	Automated evaluation	1
	Learners' autonomy and identity	1
Language Learning Strategies (7)	Mediation strategies	3
	L2 communication strategies	1
	Language learning strategies	3
EFL Teacher's Development (10)	Language teaching skills	4
	Praxis of using modern technologies	2
	Teaching practice	1
	The construction of online learning community	1
	Language awareness	1
	TPACK development	1

The research topics of language learning based on SCT could be categorized from the perspective of students and language teachers. As indicated in Table 1, research topics of reviewed studies can be identified as the following four categories: linguistic knowledge and skills, language learners' characteristics, language learning strategies and teacher's development. Table 2 also showed the tendency of interdisciplinary research topics and diversity in research directions, for multiple research topics might exit in one study.

Results indicated that studies were usually conducted based on the learning tasks of a certain linguist knowledge and skill. Among all tasks, writing was mostly adopted with the frequency of 10 studies. However, the number of research based on listening or grammar learning is still limited, indicating that researchers could narrow the gap by finding new questions from the above two perspectives. While concerning the perspective of learners' characteristics (16 papers), researchers focused mainly on learners' dynamic development, interaction and communication, as well as engagement, which confirmed the importance of the above factors in recent studies. Researchers also investigated how language

learners managed to facilitate their learning in social context under the mediation of SCT. For instance, Niu (2018) and her colleagues studied how sociocultural resources mediated oral English learning by providing learning affordances, serving as learning goals, and generating motivation for learning.

Besides, teacher development appeared to be another heatedly-discussed topic. Wang and Duan (2017) explored the construction and operation of an online learning community of EFL teachers based on an iResearch platform. Drawing upon the concept of mediation, Chen and Li (2020) examined the development of college English teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) and revealed three interactive activity system mediating their TPACK development.

3.1.3 Related concepts of SCT explored in reviewed studies

The sociocultural theory includes core concepts like mediation and internalization, as well as other relevant concepts such as self-regulation, private speech, ZPD, scaffolding, and the activity theory (Wen, 2010). As indicated in Figure 2, although most of the articles explored technology-enhanced language learning from different perspectives of SCT, three studies (Yang, 2018; Selvi & Martin-Beltran, 2016; White, Zheng & Skyrme, 2021) did not explicitly elaborate on specific aspects in the field of SCT. Instead, drawing upon the framework of SCT, these studies analyzed the activity of learning combining the three dimensions, namely, learners' and teachers' actions, the learning context, and their awareness of learning.

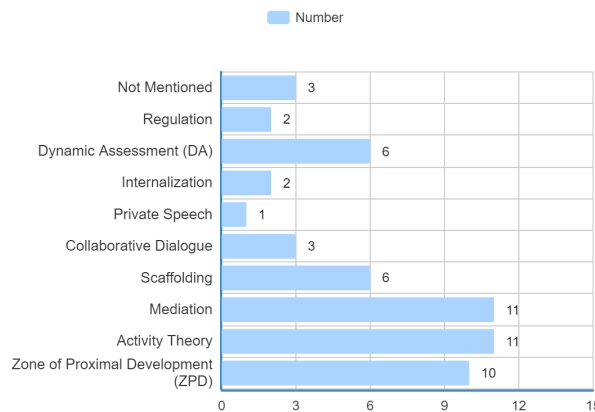


Figure 2. Frequency of related concepts of SCT explored in reviewed studies.

Concerning all perspectives in SCT, mediation and the activity system (both 11 papers) were mostly adopted to investigate language learning during 2016 to 2021. ZPD was the second most commonly explored topic (10 papers) while dynamic assessment (DA) which is also one manifestation of ZPD, and scaffolding were also discovered as heated research directions (6 papers).

Meanwhile, some studies examined technology-enhanced language learning from multiple perspectives of SCT. For instance, Xu and Li (2019) discussed how language teachers promoted their learning effectively from the perspective of mediation, ZPD, scaffolding, internalization, and self-regulation, thus providing insights for better understanding the dynamic interaction between teachers' learning and various mediating factors.

3.1.4 Types of technological tools or platforms used in reviewed studies

Among studies focusing on EFL learners, various technology-assisted learning platforms were employed in L2 classes to investigate learners' language study. As shown in Table 2, of the 39 studies, most of them specifically identified particular types of online platforms utilized in learning specific language skills. Since most studies have concentrated on L2 writing, the application of writing-related technology tools was also the richest.

Table 2. Tools or platforms used to enhance language learning

Language Skills	Number of Studies	Tools
Reading (4)	2	Smartphones
	1	Self-designed computerized dynamic assessment (CDA) programs
	1	Drill-based e-learning program
Writing (14)	1	Social media
	3	Google Docs
	2	Pigai (www.pigai.org)
	1	E-reader app
	1	WhatsApp
	1	Editing software or Web 2.0-based digital storytelling applications
	1	Wechat and Tencent QQ
	1	Drill-based e-learning program
	2	Wiki
	1	Online chats and comments
Grammar (1)	1	Self-designed ICALL system
Speaking (3)	2	Tencent QQ
	1	ChronoOps (an AR-based game)
Listening (3)	1	Web-based self-designed CDA software
	1	Online songs
	1	Online games
Interaction (3)	1	Google Hangouts
	1	Video conferencing
	1	Electronic tandem (eTandem)
Translation (1)	1	Google Translate

Additionally, some platforms developed by researchers themselves were also emerging (Ai, 2017; Kamrood, Davoudi, Ghaniabadi, & Amirian, 2021; Yang & Qian, 2020). Undoubtedly, these self-designed systems in current conditions needed further improvement. For example, the intelligent computer assisted language learning (ICALL) system aimed to provide corrective feedbacks for students' grammar learning may offer unhelpful feedback and lack potential to identify all correct answers, especially for those open-ended questions (Ai, 2017). Feedback provided by the self-designed computerized dynamic assessment (C-DA) software was either too general or pre-planned, and the multiple-choice questions might lead learners to answer questions through guessing (Kamrood, Davoudi, Ghaniabadi, & Amirian, 2021). Therefore, future studies concerning the design and implementation of ICALL system need to focus on providing standardized feedbacks in view of individual differences.

3.2 Research Methodology

3.2.1 Research Designs of the reviewed studies

Among all 39 articles, three kinds of research methods were identified. As indicated in table 3, the designs of these studies are mainly qualitative studies. In addition, all 39 articles had clear research participants. As indicated in table 4, students who learned English as a second language were chosen as the major research participants in foreign publications, while English teachers had more tendency being invited to join the investigation in publications in China. The possible reason for the former result could be the large number of college English language learners, which makes the research on their English language learning abilities and strategies naturally becoming the focus of relevant studies (Zheng, 2015).

Table 3. Research paradigm of reviewed studies

Research Design	Mixed	Qualitative	Quantitative
Publications Overseas	2	22	5
Publications in China	0	7	3
In Total	2	29	8

Table 4. Research participants of reviewed studies

Research Participants	Language Learners	Language Teachers
Publications Overseas	22	4
Publications in China	8	5
In Total	30	9

Additionally, studies were also carried out among teachers to improve their ability of better designing language courses via the assistance of modern technology. For instance, Selvi and Martin-Beltran (2016) discussed how teachers formulated their stance and developed their abilities as practitioners in English language teaching contexts. Then in 2020, Nazari and Xodabande (2020) studied on L2 teachers' perception in mobile-assisted language learning and observed their undergoing changes in utilizing smartphones during the research process.

3.2.2 Data collection and data analysis in reviewed studies

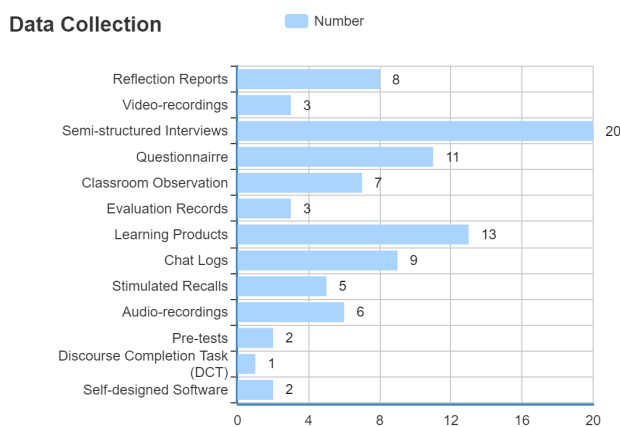


Figure 3. Frequency of data collection.

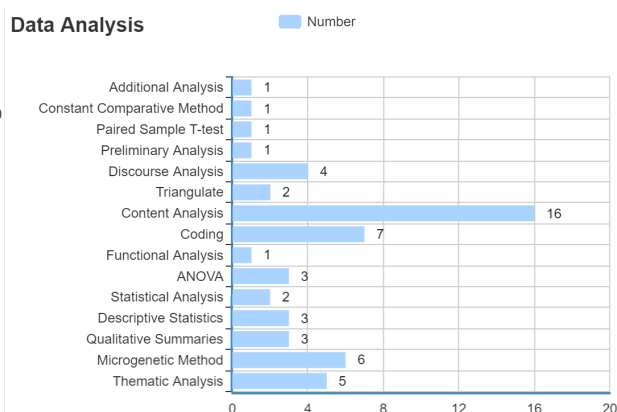


Figure 4. Frequency of data analysis.

Figure 3 and Figure 4 showed the methods of data collection and data analysis used in reviewed papers. From the perspective of data collection, the application of semi-structured interviews was far more frequent than any other instruments. At the same time, students' in-class work (referring to their learning products, for example, essays and chat logs in learning tasks) is also the focus for researchers and teachers. As for data analysis, the scrubbed data were mostly processed using content analysis. As most of the selected literature are qualitative studies, the quantitative statistical methods were seldom revealed.

3.3 Major Research Findings of Reviewed Studies

The major research findings of reviewed studies can be divided into two parts, that is, the improvement of students' L2 learning and the development of EFL teachers. First, all studies acknowledged the advantages of modern technology in language learning. Second, sociocultural resources such as artifacts, rules, community, and roles were introduced in learning and teaching practices. For language learners, different learning strategies were found, and online resources were

encouraged to enhance their learning (e.g, Hu & Wu., 2020; Lei., 2016; Niu, Lu, & You., 2018). For language teachers, their behavior in both teaching and learning were mediated by these resources (e.g, Xu & Li, 2019; Yan et al., 2020). Third, many studies have found that DA was significantly effective to promote language learning and could facilitate learners' interest and engagement in collaborative learning (e.g, Ebadi & Rahimi, 2019; Kamrood et al., 2021; Yang & Qian, 2020). Interaction such as teachers' feedbacks and peer evaluation towards students' work was proven to raise students' in-class engagement (e.g, Jiang, Yu, & Wang., 2020; Wrigglesworth, 2020).

Besides, EFL teachers' development in the context of digital era was increasingly emphasized. The online environment has provided teachers with a teacher-oriented and highly interactive community to practice and learn (e.g, Wang & Duan, 2017). In addition, teachers' language proficiency was also examined. Cooperation between English teachers and English-medium instruction (EMI) teachers was emphasized to improve their language awareness (Xu & Zhang, 2021).

4. Conclusion

This paper systematically reviewed 12 influential journals concerning technology-enhanced language learning based on SCT from 2016 to 2021. Four major research topics were identified, namely, linguistics knowledge and skills, learners' characteristics, learning strategies, and teachers' development. Among them, teachers' development was mostly discussed by Chinese literature. Qualitative research method was mostly adopted in both publications from home and abroad. As for data collection, most of the research data were collected by interviews, while learning products and questionnaires also contributed to further analysis. Content analysis was generally used for data analysis. The major research results confirmed that SCT applied in the field of CALL had guided language activities such as peer cooperation, task-based group learning, dynamic assessment and community building, echoing with previous viewpoints (Ji, 2019). Researchers argued that under the sociocultural framework, language learning is a process of participating in social activities, and the social use of language could be promoted in language teaching by understanding its structure and function (Lu, 2012), which makes SCT more suitable to guide technology-enhanced language learning.

Limitations still exist in this study. This study only reviewed empirical studies with the majority of qualitative investigations on college learners and teachers. It was expected that more diverse types of research could be conducted to further explore the future applications of SCT in primary and secondary education. Meanwhile, more publications in China from high-impact journals in the field of CALL should be included in the review, which may broaden the overview of the application of SCT in technology-enhanced language learning in China.

Acknowledgements

This research is supported by Beijing University of Posts and Telecommunications Undergraduate and Postgraduate Educational Research Funding (2021JXYJ18).

References

- Ai, H. Y. (2017). Providing graduated corrective feedback in an intelligent computer-assisted language learning environment. *Recall*, 29(3), 313-334.
- Chen, Q., & Li, D. L. (2020). Examining college English teachers' TPACK development through the lens of mediation. *Foreign Language Teaching and Research*, (05),22-32+148.
- Ebadi, S., & Rahimi, M. (2019). Mediating EFL learners' academic writing skills in online dynamic assessment using Google Docs. *Computer Assisted Language Learning*, 32(5-6), 527-555.
- Frawley, W & Lantolf, J. (1985). Second language discourse: A Vygotskian perspective. *Applied Linguistics*. 6.

- Hu, J. J., & Wu, P. (2020). Understanding English language learning in tertiary English-medium instruction contexts in China. *System*, 93. doi:10.1016/j.system.2020.102305
- Ji H. (2019). Language learning paradigms from the perspective of emerging technologies. *Jiangnan Academic* (06),111-119.
- Jiang, L. J., Yu, S. L., & Wang, C. (2020). Second language writing instructors' feedback practice in response to automated writing evaluation: A sociocultural perspective. *System*, 93. doi:10.1016/j.system.2020.102302
- Kamrood, A. M., Davoudi, M., Ghaniabadi, S., & Amirian, S. M. R. (2021). Diagnosing L2 learners' development through online computerized dynamic assessment. *Computer Assisted Language Learning*, 34(7), 868-897.
- Lantolf, J. P., & Thorne, S. L. (2006). *Sociocultural theory and the genesis of second language development*. Oxford: Oxford University Press.
- Lei, X. (2008). Exploring a sociocultural approach to writing strategy research: Mediated actions in writing activities. *Journal of Second Language Writing*, 17(4), 217-236.
- Lei, X. (2016). Understanding writing strategy use from a sociocultural perspective: The case of skilled and less skilled writers. *System*, 60, 105-116.
- Lu, J. S. (2016). The correlation analysis on students' exploration domain of English essays and their extensive English passage reading. *Journal of the Chinese Society of Education*, (1),47-49.
- Lu, M. (2012). Research on language acquisition based on the sociocultural theory. *Academic Forum*(08),205-209.
- Nazari, M., & Xodabande, I. (2020). L2 teachers' mobile-related beliefs and practices: contributions of a professional development initiative. *Computer Assisted Language Learning*. doi:10.1080/09588221.2020.1799825
- Niu, R. Y., Lu, K. L., & You, X. Y. (2018). Oral language learning in a foreign language context: Constrained or constructed? A sociocultural perspective. *System*, 74, 38-49.
- Poehner, M. E., & Infante, P. (2017). Mediated development: A Vygotskian approach to transforming second language learner abilities. *Tesol Quarterly*, 51(2), 332-357.
- Sagre, A., Herazo, J.D. & Davin, K.J. (2022). Contradictions in teachers' classroom dynamic assessment implementation: An activity system analysis. *Tesol Quarterly*, 56, 154-177.
- Sasaki, M. (2011). Effects of varying lengths of study-abroad experiences on Japanese EFL students' L2 writing ability and motivation: A longitudinal study. *Tesol Quarterly*, 45(1), 81-105.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wang, J. H., & Duan, C. C. (2017). The construction and operation of an online academic community of teachers. *Technology Enhanced Foreign Language Education*, (03),85-91.
- Wen, Q. F. (2010). *Major issues in second language acquisition*. Foreign language teaching and research press.
- White, C., Zheng, Y. Q., & Skyrme, G. (2021). PPTCELL issue: Developing a model for investigating one-to-one synchronous Chinese online language teaching via videoconferencing. *Computer Assisted Language Learning*, 34(1-2), 92-113.
- Wrigglesworth, J. (2020). Using smartphones to extend interaction beyond the EFL classroom. *Computer Assisted Language Learning*, 33(4), 413-434.
- Xu, J. F., & Li, X. (2019). An investigation into college English teacher learning: A sociocultural perspective. *Modern Foreign Languages*, (06),842-854.
- Xu, J. F., & Zhang, Z. W. (2021). An investigation of college EMI teachers' language awareness: A sociocultural perspective. *Foreign Language Education*, (06),67-72.
- Xu, L. L., Teng, L., & Wu, L. (2019). The efficacy of supervisors' written feedback in doctoral-level academic writing: A case study from a sociocultural perspective. *Foreign Language Research*, (05),63-68.

Liao, C. Y., Xiong, X. B., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. & Gu, X. (Eds.) (2022). *Workshop Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University

- Yang, S. J. (2018). Language learners' perceptions of having two interactional contexts in eTandem. *Language Learning & Technology*, 22(1), 42-51.
- Yang, Y. F., & Qian, D. D. (2020). Promoting L2 English learners' reading proficiency through computerized dynamic assessment. *Computer Assisted Language Learning*, 33(5-6), 628-652.
- Zheng, C. P. (2015). The design and application of an experimental teaching model for an EFL course in China. *Research and Exploration in Laboratory*, (07),175-180.

基于语料库的翻译实践与研究：近五年研究主题分析

A Systematic Review of Corpus-Based Translation Practice and Research in the Past Five Years

张涵，战同欣，郑春萍*

北京邮电大学 人文学院

* zhengchunping@bupt.edu.cn

【摘要】 近年来，随着信息化与大数据技术的进步，语料库翻译学发展迅速。语料库技术为译学研究带来了全新的研究方法和研究思路。本文梳理了近五年17种国际国内学术期刊刊载的50项实证研究成果，总结了语料库翻译学的发展趋势，并对该领域重点的研究主题进行了内容分析。最后，文章归纳了语料库翻译学自身的优势与面临的挑战，为基于语料库的翻译研究与实践提供了意见与建议。

【关键词】 语料库；语料库翻译学；实证研究；综述

Abstract: In recent years, with the advancement of information technology and big data, corpus-based translation has achieved rapid development. Corpus-related technology has introduced new research methodologies to translation studies. Based on 50 empirical research published by 17 academic journals at home and abroad, this paper systematically reviewed the trend of corpus-based translation. Then, it analyzed the research themes based on the content analysis. Finally, it summarized the advantages and challenges of corpus-based translation and provided suggestions for corpus-based translation practices and studies.

Keywords: corpus, corpus-based translation, systematic review, empirical research

1. 引言

20世纪80年代以来，语料库技术发展迅速，产生一系列相关的研究成果。语料库被应用于多个学科，其中，平行语料库、类比语料库和翻译语料库的开发为语料库翻译学提供了有力的技术支持。语料库翻译学诞生以来，国内外学者纷纷基于双语语料库开展翻译研究。国内语料库翻译学的相关实践与研究主要开始于本世纪初，但信息化与大数据技术的进步，近年来我国语料库翻译学发展进程加快，研究范围不断扩大，呈现不断发展演进的态势。本文基于近五年国内外相关实证研究展开综述，旨在系统梳理语料库翻译学的核心研究主题，总结目前该领域所具有的优势与面临的挑战，为相关研究与实践提供启示。

2. 文献收集与分析

基于近五年（2017-2021年）中英文文献的整理，本文对基于语料库的翻译实践与研究开展了综述分析。研究在中国知网学术平台上，分别以“语料库”“语料库翻译学”，“corpus”“corpus-based translation”为关键词进行检索。随后，采用逐刊检索的方式，结合标题、摘要和关键词，进行人工筛查。最终确定了近五年国内外语料库翻译实践与研究相关论文50篇（英文9篇，中文41篇）。文献来源于入选 SSCI 和 CSSCI 数据库的17种国内外期刊（含扩展版）：国内包括《中国翻译》、《外语电化教学》、《外语教学与研究》等11种期

刊；国外包括 Perspectives, Translation and Interpreting Studies, Across Languages and Cultures 等6种期刊。上述学术期刊的论文均经过严格审定，涉及内容广泛，具有一定代表性，有利于研究者总结相关结论和学科发展趋势。

3. 研究主题分析

本文根据研究内容对所搜集文献进行研究主题的分类，展现了近五年语料库翻译实践与研究的基本趋势（参见图 1）。近五年核心的研究主题包括批评译学研究、翻译文体研究、翻译实践研究、翻译语言特征研究和翻译语料库建设5个类别。



图 1 近五年基于语料库的翻译学实证研究数量分布

由图可见，2017-2021年，语料库翻译学研究总体处于快速发展阶段。其中，翻译实践与批评译学研究为近五年主要的研究内容，呈逐年增长的趋势。翻译语言特征研究数量较为稳定，而翻译认知研究的关注度相对较低。

3.1. 翻译语料库建设

翻译语料库专门收录译自一种或多种语言的翻译文本，旨在研究翻译语言特征，翻译规范和翻译风格等。其结构和设计通常参照已建成的收录该语言原创文本的语料库，其建设主要包括语料库设计、语料选择、语料采集等（胡开宝，2011）。在语料库的构建方面，王朝晖和余军（2019）讨论了韩素音国际翻译大赛语料库的构建，李晓倩和胡开宝（2021）主要根据《习近平谈治国理政》构建了多语平行语料库，论述了翻译语料库的设计与构建问题。此外，研究者还对特定领域和特定语言的语料库建设进行了补充和完善。王伟（2017）研制了新闻英语长句平行语料库，以弥补当前语料库在支持对语言某一侧面研究方面的不足。王杭（2017）提出，藏医术语语料库的建设亟待完善，并总结了获取相关语料资源的渠道。可见，结合翻译实践与研究，特定领域的翻译术语库、单语双语及多语语料库的建设仍是一项系统工程，需要宏观的政策规划、相应的实践和研究投入。

3.2. 基于语料库的翻译语言特征研究

翻译过程受多重因素的影响，译文文本会呈现出与源文本不同的语言特征，因此，以语料库为基础，研究翻译语言特征是语料库翻译研究的重要方面。研究者通常结合双语平行语料库，从词汇、句法、语篇等层面切入，进行更深入的分析（Granger，2003）。郭鸿杰和

周芹芹 (2019) 基于平行语料库, 从语义的视角对汉语译文中“被”字句的语义特征进行了探讨。丁国旗 (2020) 重点讨论了共有词类范畴对文本语类的区分度。舒静和李伟 (2021) 则结合词汇、语义和语篇三个层面, 综合考察了《摆手歌》英译本的翻译语言特征。

3.3. 基于语料库的翻译实践研究

基于语料库的翻译实践研究是指借助语料库对具体翻译实践开展的研究, 主要包含词汇和语句层面对应关系, 具体的翻译策略和方法以及翻译质量评估等 (胡开宝, 2011)。从近五年的研究看, 语句层面对应关系研究所受关注相对较少, 仍需进一步探索。而词汇层面对应关系是翻译实践研究的热点和重点。学者大多基于平行语料库, 对源语词汇和目的语词汇进行比较, 明辨异同, 找出其内涵深意。如, 王杭 (2017) 对藏医术语英译研究展开综述, 指出翻译过程和研究中存在的问题, 进而提出若利用语料库方法进行研究, 定性和定量分析相结合, 可使研究更具科学性。田耀收和王克非 (2021) 借助语料库对清末民初时期白话翻译小说中的人称代词进行剖析, 探讨了该时期白话翻译小说中人称代词的使用特点; 许明武和聂炜 (2021) 基于语料库考察了《资治通鉴》中情态动词的翻译路径。具体翻译策略的研究主要集中于归化和异化策略的对比分析上, 如 Bajčić 和 Basaneže 借助平行语料库对欧盟法律文本翻译所使用的归化和异化策略进行了考察分析。戴光荣和左尚君 (2021) 认为, 借助语料库开展翻译质量评估具有其独特的优势, 但相关研究的广度和深度仍有待拓展。

3.4. 基于语料库的翻译文体研究

翻译文体, 又称译者风格或译者文体。基于语料库的译者风格研究包括语言特征层面的译者风格研究和非语言特征层面的译者风格研究 (胡开宝和谢丽欣, 2017)。通过语料库技术可以更客观清晰地对译者风格研究进行分析。胡开宝、谢丽欣 (2017) 认为译者风格研究成功与否取决于语料库的质量, 并提出了在语料库建设阶段、翻译现象描写阶段以及翻译现象解释阶段可以开展的研究方向和内容。综合多篇文献可以得出, 语料库翻译文体学研究依赖于翻译研究、文体学和语料库语言学多元学科交叉。鉴于学科交叉对翻译文体研究的重要价值, 可以尝试从不同理论或研究视角进行描写和分析, 推动基于语料库的翻译文体研究。

3.5. 基于语料库的批评译学研究

基于语料库的批评译学研究是指借助语料库技术, 基于大量翻译文本特征的观察与分析, 对相关数据进行收集、统计和分析, 以系统梳理影响翻译的意识形态因素以及翻译对意识形态的影响, 揭示翻译与殖民、性别、政治和权力之间的关系。整体来看, 现有成果大多集中在基于语料库的政治类文本的翻译研究。学者多以国家形象建构为切入点进行讨论, 如胡开宝和盛丹丹 (2020) 通过研究华为公司《可持续发展报告》(2008—2017) 英译文本的词汇搭配等特征, 分析了华为公司形象背后的意识形态因素及其对国家形象塑造的影响。通过分析译本的语言风格和翻译策略, 分析其话语传播效果和话语建构体系, 丰富了学界对政治类文本翻译和意识形态关系的认识。基于语料库的译者个人意识形态与翻译研究受到的关注日益增长, 如 Jones (2020) 探讨了本杰明·乔维特在翻译《伯罗奔尼撒战争史》过程中其自身的意识形态对译文所造成的影响。值得注意的是, 现有研究对翻译与性别、翻译与民族的关注较少。

4. 优势与挑战

与传统的翻译实践与研究相比，基于语料库的翻译实践与研究具有一定优势。主要体现在三个方面。第一，语料库为翻译实践与研究提供大量真实语料，由单一的定性研究方法转向定性与定量研究相结合的方法。方法层面的转向有助于更大程度的降低译学研究的片面性和主观性，使结论更加科学和客观；第二，语料库能结合译者的翻译作品进行数据分析与统计，总结归纳影响某个译者翻译风格的重要因素，还可以比较不同译者的翻译作品，有利地促进和拓展了译者风格研究；第三，借助语料库，译者可以迅速检索到准确的术语表达，减少术语的不规范使用情况，有助于提高翻译实践的效率和译文质量。

尽管基于语料库开展的翻译实践与研究有其独特优势，在发展中也面临着诸多挑战。在实践层面，语料库尤其是平行语料库建设难度大，技术要求高，往往会耗费大量资源（胡开宝，2011:194）。在研究层面，当前翻译语料库所收集语料种类较为单一，多与文学有关，而对财经、政治、科技、医药等应用文体语料的收集整理比较有限，相关翻译语料库的建设不成体系。其次，基于语料库的翻译研究广度比较有限，主要集中在翻译语料库的建设、翻译实践研究等方面，对批评译学研究等有待进一步关注。

5. 小结

本研究系统梳理了近五年基于语料库的翻译实践与研究的50项国内外实证研究成果，从发展趋势、核心主题、优势与挑战三个方面进行了分析。基于语料库的翻译实践与研究具有独特的优势，也面临着诸多挑战。我们需要正确认识语料库翻译学的优势与挑战，努力解决本领域目前存在的一系列问题，如，丰富翻译与语料库的语种，提升专业领域翻译语料库的建设，扩大翻译语料库的使用范围和研究广度等，以促进该领域实践与研究的持续发展。

项目基金

本文受第六批国家高层次人才特殊支持计划资助，系北京邮电大学研究生教育教学改革重大项目（项目编号：2021Y011）及北京邮电大学提升科技创新能力行动计划（2019XD-A04）阶段性研究成果。

参考文献

- 丁国旗（2020）。基于语料库的英汉翻译词类关系研究。外语教学与研究，52（5），773-785。
- 王伟（2017）。基于语料库的新闻英语长句翻译研究。解放军外国语学院学报，40（2），18-23。
- 王杭（2017）。基于语料库视角的藏医术语翻译研究。西藏大学学报（社会科学版），（1），120-127。
- 王峰和刘雪芹（2017）。融合 共生 互动——语料库翻译文体学理论参照体系。西安外国语大学学报，25（1），105-109。
- 王朝晖和余军（2019）。韩素音国际翻译大赛语料库构建及翻译教学应用。中国翻译，（5），72-79。
- 田耀收和王克非（2021）。基于语料库的清末民初白话翻译小说人称代词研究。西安外国语大学学报，29（2），88-91。
- 李晓倩和胡开宝（2021）。《习近平谈治国理政》多语平行语料库的建设与应用。外语电化教学，（3），83-88。
- 许明武和聂炜（2021）。基于语料库的《资治通鉴》英译本语境重构探究之情态动词路径考察——以方志彤、张磊夫译本为例。外语电化教学，（5），34-40。

- 胡开宝 (2011)。语料库翻译学概论。上海：上海交通大学出版社。
- 胡开宝和谢丽欣 (2017)。基于语料库的译者风格研究：内涵与路径。中国翻译，(2)，13-18。
- 胡开宝和盛丹丹 (2020)。《可持续发展报告》英译本中的华为公司形象研究——一项基于语料库的研究。外国语，43 (6)，94-106。
- 郭鸿杰和周芹芹 (2019)。基于英汉科普平行语料库的翻译汉语“被”字句语义韵特征研究。外语教学理论与实践，(2)，83-90。
- 舒静和李伟 (2021)。基于语料库的《摆手歌》英译语言特征。中南民族大学学报(人文社会科学版)，41 (4)，155-160。
- 戴光荣和左尚君 (2021)。翻译质量评估中语料库的运用与研究。外语教学，42 (2)，92-96。
- Bajčić, M., & Basaneže, D. (2020). Considering foreignization and domestication in EU legal translation: a corpus-based study. *Perspectives*, 1-16.
- Baker, M. (1993). *Corpus Linguistics and Translation Studies Implications and Applications*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company. *Approaches to Contrastive Linguistics*. Amsterdam: Rodopi.
- Jones, H. (2020). Jowett's Thucydides: A corpus-based analysis of translation as political intervention. *Translation Studies*, 1-19.

机器翻译与译后编辑技术应用于学术著作翻译的个案研究

The Application of Machine Translation and Post-editing in the Translation of an Academic Monograph

郑春萍，高越，陆宇桐，战同欣，于光明

北京邮电大学 人文学院

* zhengchunping@bupt.edu.cn

【摘要】 深度神经网络等机器学习技术的进步有力推动了机器翻译的发展。机器翻译与译后编辑结合的翻译实践模式能有效提升翻译效率与翻译质量。本文以学术专著 *Doing Triangulation and Mixed Methods* (《三角互证与混合方法》) 的英译汉翻译实践为例，对机器翻译的译文质量进行了评估，归纳了机器翻译学术著作的错误类型，总结了机器翻译和译后编辑高效融合的翻译策略，以保障学术著作的翻译质量。

【关键字】 机器翻译；译后编辑；翻译策略；译文质量评估；个案研究

Abstract: The advancement of deep neural network has greatly promoted the development of machine translation. The integration of machine translation and post-editing can effectively improve the efficiency and quality of translation. Taking the English-Chinese translation practice of an academic monograph (Doing Triangulation and Mixed Methods) as an example, this paper evaluates the translation quality of machine translation, and summarizes the typical errors in the application of machine translation to the translation of academic monographs. This paper summarizes translation strategies of the efficient integration of machine translation and post-editing, so as to ensure the translation quality of academic works.

Keywords: machine translation, post-editing, translation strategies, case study, translation quality assessment

1. 引言

人工智能的发展使得机器翻译技术日益成熟。但是，机器翻译生成的译文质量尚无法与专业的人工翻译译文质量相比。译后编辑已成为提升机器翻译译文质量的必要环节，在很大程度上决定了翻译文本的最终质量、翻译速度及翻译成本 (Koponen, 2016)。因此，探索机器翻译译文的常见错误类型和相应的译后编辑策略具有重要意义。本文基于教育类学术专著《三角互证与混合方法》的英译汉翻译实践，分析了机器翻译译文的翻译错误类型和相应的译后编辑策略，旨在为相关翻译实践与研究提供启示，提高教育类学术专著的翻译效率和质量。

2. 研究回顾与进展

机器翻译的译后编辑策略是通过手动和部分自动化的方式来修改机器翻译译文，以满足特定质量目标的过程 (Vieira & Alonso, 2020)。译后编辑策略包括添加与删除信息，修改标点与格式，修订译文内容等。针对译后编辑，国内外出台了相关标准与指南。如，翻译自动化用户协会 (TAUS) 组织制定了译后编辑指南 (Sharon & Fred, 2010)，国际标准化组织制定了《翻译服务 机器翻译结果的译后编辑 要求》(ISO 18587:2017)。此类标准或指南为翻译实践提供了总体的指导原则。

译后编辑策略与机器翻译错误类型紧密相关。对机器翻译的错误分类越详细，译后编辑策略越具体。崔启亮和李闻（2015）探讨了机器翻译科技类文章的11个错误类型，并提出了相应的译后编辑策略。本文借鉴前期研究中关于机器翻译错误的分类框架，结合TAUS和ISO的译后编辑指南，将翻译项目中的机器翻译错误类型分为三大类和十小类，如表1所示。

表1 机器翻译译文典型错误的分类

机器翻译错误类型		参考文献
词法	(1) 词意错译	崔启亮·2014; Daems, Vandepitte, & Hartsuiker et al., 2017; 李梅和朱锡明·2013
	(2) 词性错误	崔启亮·2015; 李梅和朱锡明·2013
	(3) 漏译	崔启亮·2015; 李梅和朱锡明·2013
	(4) 搭配不当	Daems, Vandepitte, & Hartsuiker et al., 2017; 李梅和朱锡明·2013
句法	(1) 冗余信息	崔启亮·2015; Temnikova, 2010
	(2) 意群切分错误	崔启亮·2015; 李梅和朱锡明·2013
	(3) 逻辑结构翻译错误	崔启亮·2015; 李梅和朱锡明·2013
	(4) 短语翻译错误	李梅和朱锡明·2013
其它	(1) 格式层面	崔启亮·2014; Daems, Vandepitte, & Hartsuiker et al., 2017; Temnikova, 2010
	(2) 文化差异层面	TAUS, 2016

3. 研究方法

本研究以欧洲教育领域权威学者伍威·弗里克的中译本学术专著 *Doing Triangulation and Mixed Methods*（《三角互证与混合方法》）的翻译实践为研究个案。该专著共分为九章，原文英文共59950词，中文译文共95453字。学术类文本一般具有以下特点：条理清晰、逻辑紧密、专业性强。该类文本句法结构复杂，从句较多，多无灵主语句和有灵谓语（常德峰，2020）。该文本特征表现为术语多且专业性强，较少使用修辞手法，整体用词规范严谨。

本研究采用机器翻译与译后编辑技术相结合的方式。首先，使用谷歌翻译将英文源文本自动翻译为中文，获得机器翻译译文。然后，结合中国翻译协会2016年发布的《本地化翻译和文档排版质量评估规范》（以下简称《规范》）对机器翻译译文进行质量评估和译后编辑。最后，通过内容分析和文本比较的方法，探究机器翻译译文的翻译错误类型及相应的译后编辑策略。

4. 机器翻译译文质量评估与错误类型分析

样本选自Uwe Flick所著 *Triangulation and Mixed Methods* 一书中第四章。该样本中源语言的字数为8138。本文中选取的翻译文本样本容量相对较小，使本研究具有一定的局限性，但选取的文本仍然涵盖了学术类文本的上述特点，具有一定的代表性。

4.1. 机器翻译译文质量评估

译文质量的评估方法来源于《本地化翻译和文档排版质量评估规范》，该规范对本地化翻译和排版的错误类别和级别做出了定义并赋予了权重。其质量得分公式为：质量得分 = $100 - (\text{错误总扣} \times 1000) / \text{有效译文字}$ （评估者所检查的译文对应的源文字数）。其中，错误总扣分 = $\text{重大错误} \times 2 + \text{严重错误数量} \times 1.5 + \text{一般错误数量} \times 1 + \text{次要错误数量}$ 。

根据《规范》，笔者对该部分机器翻译的译文和译后编辑的最终译文进行了比对分析，确定了机器翻译译文的错误。如表 2 所示，合计翻译错误 178 处，其中严重错误占比接近 1/3，有 21 处术语翻译有误，措辞与表达方面也存在较多问题。

表 2 基于《规范》的第四章机器翻译译文错误级别、类别和数量

质量扣分		错误类别	错误数量
重大错误	2	无	0
严重错误	1.5	(1) 错译	50
		(2) 冗译	8
		(3) 漏译	9
一般错误	1	(1) 过译	1
		(2) 不一致	1
		(3) 术语表	21
次要错误	0.5	(1) 语法错误	1
		(2) 措辞问题	36
		(3) 文化差异	4
		(4) 标点	3
		(5) 数字格式	4
		(6) 表达问题	40

由此可得，该章节机器翻译译文的总扣分为：

$$(50+8+9) \times 1.5 + (1+1+21) \times 1 + (1+36+4+3+4+40) \times 0.5 = 167.5$$

该章节原文字数，即有效译文所对应的源文字数为 8138。因此，本书第四章机器翻译译文的质量得分为： $100 - (167.5 \times 1000) / 8138 = 79.42$

根据《规范》中给出的质量得分和质量等级对应关系可知，本章机器翻译的译文质量为 E 级，即“满足了解大意的翻译要求。”可见，针对本学术专著，机器翻译的质量并不高，译后编辑仍十分必要。

4.2. 机器翻译错误类型分析

如表 3 所示，以《三角互证与混合方法》第四章的机器翻译结果为例，词法层面的错误占比最高，达到 51.12%；其次是句法层面的错误，占 39.33%；其他错误占比仅为 8.42%。在不同的机器翻译译文的典型错误类型中，因词意错译而导致的错误占比最大，为 31.46%，其次是短语翻译错误，占 23.03%。

表 3 机器翻译译文典型错误的分类

机器翻译错误类型		频次	占总错误量百分比	
词法	(1) 词意错译	56	31.46%	51.12%
	(2) 词性错误	1	0.56%	
	(3) 漏译	13	7.30%	
	(4) 搭配不当	21	11.80%	
句法	(1) 冗余信息	11	6.18%	39.33%
	(2) 意群切分错误	5	2.81%	
	(3) 逻辑翻译错误	13	7.30%	
	(4) 短语翻译错误	41	23.03%	
其它	(1) 格式层面	7	3.93%	8.42%
	(2) 文化差异层面	8	4.49%	

由此可见，针对学术类专著的翻译实践，机器翻译仍存在较高比例的严重错误，其中词法和句法层面的错误较为突出。学术专著注重阐释学术内容，句子结构和格式较为规范，因此，在学术专著文本的机器翻译结果中，意群切分和逻辑结构出现严重错误的比例较低。但是，学术专著的专业性强、术语繁多，如果机器翻译过程中可参考的平行语料有限，可能会出现词意及短语含义错误的情况。译者在译后编辑过程中应予以重点关注。

5. 案例分析

5.1. 词法层面的典型错误

1. 词意错译：分为专业术语错译和通用词汇词意错译。专业术语的翻译存在唯一性，译者在翻译时需要采用规范的术语表达。通用词汇通常没有严格的源语译语对应关系，但译者仍需根据语境选择合适的译文。现有机器翻译很难结合语境选择正确译文，故易造成词意错译。

2. 词性错误：机器翻译未能完成词性转换，忽略了汉英语言差异。例如，原文为“My father gave me some push and let me off.”(Uwe Flick, 2017, p.35, chapter 3)，机器翻译为“父亲给了我一些推动，让我下车”。该译文不符合中文的表达习惯。译后编辑中译者将名词形式转换为动词，改为“推了我一会儿”，使译文更加流畅自然。

3. 冗余信息：机器翻译将源文本全部信息保留，可能出现重复表达或逻辑重复等冗余现象。

源文本：For example, all interviews are compared and a typology has been developed that is compared to the trends resulting from comparing all the participants in the questionnaire study. (Uwe Flick, 2017, p.116, chapter 8)

机器翻译：例如，将所有访谈进行比较，并开发出一种类型，将其与通过比较调查表研究中的所有参与者而得出的趋势进行比较。

分析：源文本中的“resulting from”体现了“trends”和“comparing all the participants”的逻辑关系，即“对研究对象进行比较后得出的趋势”。机器翻译在处理这一逻辑关系时加入了“通过”，使得译文逻辑略显混乱。译者译后编辑时删除了该冗余信息。

5.2. 句法层面的不恰当翻译

1. 搭配不当：主要指翻译时出现了不符合目的语表达习惯的搭配。例如，机器将“overcoming limitations”译为“克服了……的主张”，属于动宾搭配不当，不符合中文的表达习惯。译后编辑时，译者将“克服了……的主张”改为“克服……的局限”，使得译文更加通顺流畅。

2. 意群切分错误：机器翻译较难正确识别源文本中句段的意群结构，容易将本属于意群内的元素分开翻译，或是将不同意群的元素翻译在一起，形成错误译文。

源文本：More so than in narratives, which are centred upon the particular (Bruner, 1990, 2002), semantic knowledge represents normal, rule-based and generalized knowledge across a multitude of situations and experiences. (Uwe Flick, 2017, p.28, chapter 3)

机器翻译：语义知识比以特定内容为中心的叙述更重要（Bruner，1990，2002），它代表了在多种情况和经验中的正常，基于规则的广义知识。

分析：源文本中“normal”，“rule-based”和“generalized”是平行结构，都是“knowledge”的修饰词，属于同一个意群。机器翻译误将“normal”划分到前一个意群，造成翻译错误。

3. 逻辑翻译错误：分为逻辑词翻译错误和逻辑连接断裂两种。比如，短语“it is not...but...”表达的是“是与非”的逻辑关系，应该译为“不是……而是……”，但是机器翻译将其译为“不是……但……”，逻辑关系表述有误。译后编辑时，译者对其进行了更正。

6. 结论

研究发现，机器翻译译文的主要翻译错误体现在词法与句法层面，同时涉及格式问题及对文化现象的误译等。适当运用译后编辑策略能有效提高机器翻译的译文质量。译后编辑的具体策略包括调整机器翻译译文的语序、增删译文内容、结合文化现象进行译文调整等。本研究为学术类机器翻译译后编辑工作提供以下建议：一是建设专业领域的英汉双语术语库、翻译记忆库，以更有效地提升机器翻译质量；二是在译后编辑完成后，由相关领域的专家进行最终审校。

本研究仅使用谷歌翻译作为机器翻译工具，缺少与同类产品的比较研究，未来可以加入其它机器翻译引擎进行对照实验。建设专业领域双语翻译记忆库和术语库有利于进一步提升领域内机器翻译的译文质量。机器翻译错误分类和相应的译后编辑策略研究仍有待深入，未来可以扩大翻译语料，尝试构建面向专业领域译后编辑的相关标准。

项目基金

本文受第六批国家高层次人才特殊支持计划资助，系北京邮电大学研究生教育教学改革重大项目（项目编号：2021Y011）及北京邮电大学提升科技创新能力行动计划（2019XD-A04）阶段性研究成果。

参考文献

- 中国翻译协会本地化服务委员会（2016）。本地化翻译和文档排版质量评估规范。北京：中国翻译协会。
- 李梅和朱锡明（2013）。译后编辑自动化的英汉机器翻译新探索。中国翻译，34（4），85-89。
- 崔启亮和李闻（2015）。译后编辑错误类型研究。中国科技翻译，28（4），19-22。
- 常德峰（2020）。A primer on the T-professional 英汉翻译实践报告。哈尔滨：黑龙江大学。
- Daems, J., & Vandepitte, S., & Hartsuiker, R. J., etc. (2017). Identifying the machine translation error types with the greatest impact on post-editing effort. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-15.
- Francois, Y. (2019). Quality estimation for machine translation. *Computational Linguistics*, 45(2), 391-394.

- Irina, T. (2010). Cognitive Evaluation Approach for a Controlled Language Post-Editing Experiment. Proceedings of the International Conference on Language Resources and Evaluation, LREC 2010, 3487-3488.
- ISO 18587: 2017, IDT (2017)。翻译服务 机器翻译结果的译后编辑 要求。北京：中国标准出版社。
- Koponen, M. (2016). Is machine translation post-editing worth the effort? A survey of research into post-editing and effort. *The Journal of Specialised Translation*, (25), 1-17.
- Liu, Y. (2019). The human factor in machine translation. *Terminology*, 25(1), 121-127.
- Massard, I., Van Der Meer, J., & O'Brien, S. (2016). *MT Post-editing Guidelines*, Amsterdam, the Netherlands: TAUS Signature Editions, Keizersgracht 74, 1015 CT.
- Sharon O'Brien & Fred H. (2010). *Machine Translation post-editing guidelines*. De Rijp: TAUS (Translation Automation User Society).
- Vieira, L., N., & Alonso, E. (2020). Translating perceptions and managing expectations: an analysis of management and production perspectives on machine translation. *Perspectives-Studies in Translation Theory and Practice*, 28(2), 163-184.

雨课堂应用于大学英语教学之可为与不可为——基于 SWOT 的分析视角

A SWOT Study of Rain Classroom Applied in College English Teaching

付慧琳 1*, 陶晶 2, 王海波 3, 李俊 4

北京邮电大学

* fuhuilin@bupt.edu.cn

【摘要】在移动互联网和科技发展之下，众多教学平台如雨后春笋般涌现出来，雨课堂作为一个智慧教学平台也体现出其独特的特点。基于 SWOT 分析的分析视角，应用“雨课堂”于大学英语教学，剖析了“雨课堂”在大学英语课程教学中优势、劣势和其面临的机会及挑战。对比传统教学，雨课堂教学平台结合课堂教学和在线教学形成了混合式教学模式，借助信息化平台辅助课堂教学，加强教师信息化教学素养，完善教学和评测手段，从而促进学生适应混合式教学模式，有效提高学生学习的积极性和自主性，以提高大学英语教学水平。

【关键词】雨课堂；大学英语；混合式教学模式；SWOT 分析

Abstract: Under the development of mobile Internet and technology, many teaching platforms have sprung up, and Rain Classroom as a smart teaching platform also reflects its unique characteristics. Based on the analytical perspective of SWOT analysis, "Rain Classroom" is applied to college English teaching. Compared with traditional teaching, Rain Classroom Platform combines classroom teaching and online teaching to form a blended teaching model, but at the same time, there are factors limited by the network and some functions to be improved. With the help of the information platform, it may assist classroom teaching, improve the teaching and evaluation methods, promote students to adapt to the mixed teaching mode, effectively improve students' learning enthusiasm and autonomy, and improve college English teaching.

Keywords: Rain Classroom, College English, Blended Teaching Mode, SWOT Analysis

1. 前言

在科技迅猛发展的时代背景下，信息化和大数据正在转变着传统大学英语课堂教学，同时“新文科”课程建设则对大学英语教学提出了新的要求和标准，这不仅为大学英语课堂教学提供了发展机遇，也带来了前所未有的挑战。2018 年，教育部颁发了《教育信息化 2.0 行动计划》，我国传统教学模式必将受到影响，尤其要建立智慧型和混合型的教学模式，在这样的信息化背景下明确指出智慧教育模式的方向（卢婵，2021）。而智慧教育则是以信息技术为基础，特别强调要应用计算机、互联网等信息技术，“通过信息技术应用让教育教学活动更有针对性、更高效，并且呈现出高度智能化的特点，从而推动教育事业的发展。”（李兰和刘何，2021）

推动和促进教育事业的发展，不仅要有国家层的政策制定，而更要至上而下落实到各级教委、有关教育部门、各个高等院校和各种课程建设中，以全面提高人才培养能力为核心点，尽快形成培养适应时代要求的高水平人才体系，教育部于 2018 年发布《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》，其中强调课堂教学革命势在必行，不仅要大力建设智慧教室，还要形成线上线下相结合的混合式教学。针对具体学科和大学外语教学课程，《大学英语教学指南（2020 版）》也明确在信息化与智能化时代下，外语教育的重要实现方式包含多媒体、大数据、人工智能技术等现代信息技术手段，以此来“培养学生外语语言能

力、人文素养和跨文化交际能力，教学方法与教学手段是否得当，直接影响教师的教学效果和学生的学习效果。”从国家政策、时代特征、大学英语教学模式的变化，现代信息化技术是实现教育变革和人才培养的必然手段和方式，是时代发展的前进方向，也是实现高水平本科教育的必要途径，更是大学英语教学模式转变的必然趋势，“信息技术与外语教学的融合不断呈现新的面貌”（徐锦芬和刘文波，2019）。

这种新的面貌是在信息技术和科技发展之下，达到信息技术与外语的有机融合，实现线上线下混合教学模式，实现高水平本科教育和外语教学，随之而来就涌现出许多教学平台，其中之一的智慧教学平台雨课堂体现出其独特的特点。本研究基于 20 世纪 80 年代初海因茨·韦里克教授在其著作《SWOT 矩阵》中提出的 SWOT 作为分析视角，结合雨课堂应用于大学英语教学，剖析雨课堂在大学英语课程教学中所呈现的“S”优势、“W”劣势、“O”机会和“T”挑战，并对雨课堂应用于大学英语教学过程中存在的问题并提出相对的解决策略，为完善大学英语线上线下混合式教学模式提供一定的实践借鉴。

2. 基于雨课堂平台的大学英语教学优势

为了辅助课堂教学，清华大学联合学堂在线推出了一个以“雨课堂”命名的智慧教学工具，以“化云为雨，润物无声”之式提供快捷化、智能化和数据化信息支持。作为轻量级智慧教学平台，在大学英语教学使用过程中具有以下优点：

2.1. 辅助课堂，永远在线

为了弥补传统大学英语课堂教学的延展不足和时空受限，雨课堂是采用手机、计算机和远程服务器相结合的教学平台。教师和学生可以直接使用手机和计算机实施课前、课中、课后各个教学环节；远程服务器支持系统运行，建立生生互动和师生互动的沟通桥梁，让互动交流永远在线，教学无处不在，并同时采集、存储和分析雨课堂教学过程中各种数据。为了便于师生快速便捷使用雨课堂，将信息技术手段融入到教学必备的 PPT 课件和微信中则是最好的选择。曾在 2015 年秋，调研北京地区 126 名高校教师后，结果显示计算机 PPT 课件和微信是高校教师“最为熟悉的两个软件（PPT 占电脑软件的 61%，微信占手机软件的 93%）”（王帅国，2017）。

2.2. 身份清晰，板块齐全

在赋予雨课堂使用权限上，雨课堂做到了全方面、全角度、全层次覆盖，对于大学英语教学过程中涉及的教师、助教和学生都有明确的身份认证，无论哪个身份认证的角色都拥有教的课程和听的课程两个功能板块，并可以使用相应的教学日志功能，做到教学过程全记录、教学数据全分析、教学环节全涉及（如图 1）。

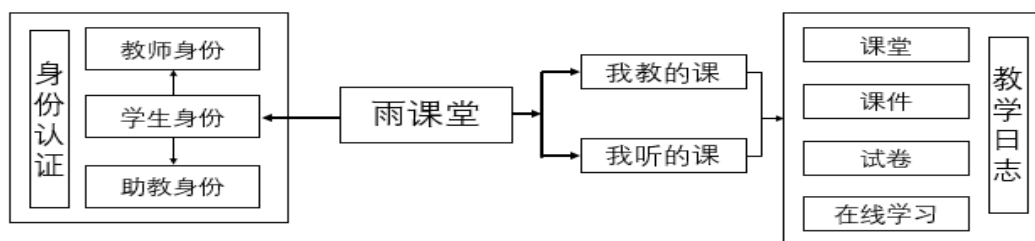


图 1 雨课堂基本功能板块

2.3. 软件免费，功能强大

雨课堂还具有零成本投入的特点，更是让学校、教师和学生感受到科技发展的迅速和信息技术的强大（如图2）。使用雨课堂的学校不用为大学英语课堂教学购买或安装任何新的硬件设备或设施，只需要在教室的授课计算机中安装雨课堂插件，“就可以把现有的传统多媒体教室平滑升级为智慧教室——这种纯软件的部署方案便于用户快捷地实施实地部署”（张焯，2019），让传统的大学英语课堂教学进入了智慧教学时代。教师可以通过雨课堂官网免费下载最新版本的雨课堂软件，只要使用PPT课件和微信，雨课堂就带着教师进入到了教学各个环节中，从课前布置预习任务，到课中通过弹幕、投稿的互动教学，课后作业批改和教学反馈都有着完整、详细的记录。学生只要通过教师发布的班级码或课堂暗号，利用手机微信扫码功能就可以零时间进入到相应大学英语课程的班级，进行课堂签到完成出勤记录；教师发布的教学资源、教学任务、教学课件、课程试卷都会即时传递到学生端，可谓师生间无缝对接，达到多元化、智能化、即时化的教学效果。

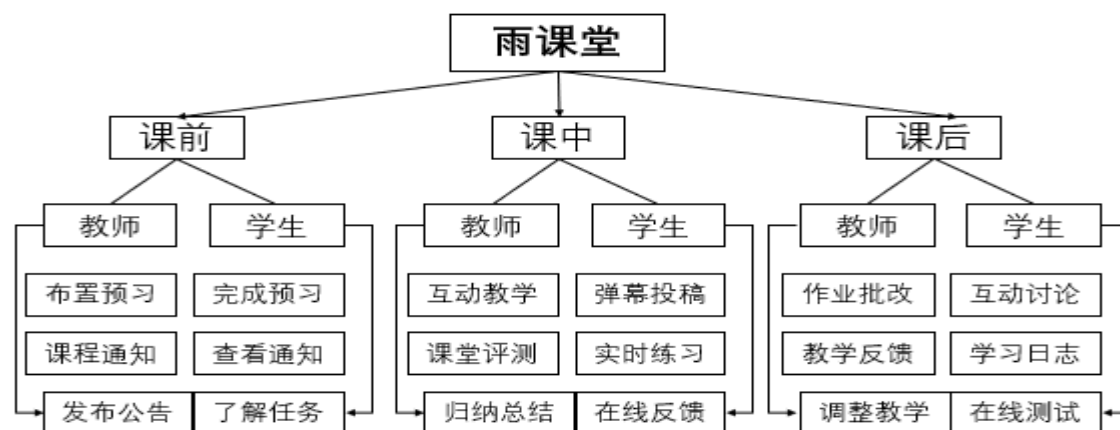


图2 雨课堂平台教学实验环节设置

3. 基于雨课堂平台的大学英语教学劣势

雨课堂拥有着辅助课堂教学的独特优势，逐渐改变着传统的大学英语教学模式，影响着学生的学习方式，但是雨课堂在大学英语教学应用和实施过程中也受限一些外在和内在因素，存在一定的劣势：

3.1. 依托网络，受限网速

雨课堂首先必须要求在网络环境下下载软件，无论何种身份进入到雨课堂，在整个使用过程中都必须连接网络并要保证网络畅通、网速稳定。学校要确保授课教师所使用的计算机连接网络，雨课堂软件已经安装在授课计算机内，缺一不可否则就会导致雨课堂线上功能无法使用，如课堂签到、课内互动、课件推送成为一纸空谈；线下教学时，教师依照雨课堂互动答题或投票功能设计的PPT课件，在没有安装雨课堂软件的计算机上授课就会出现无法发送或者答案直接显示在页面上，辛苦制作的互动式单选题、多选题、填空题等问题最后甚至都不如普通课件的互动效果。教师在下载雨课堂前，要确保自己的计算机操作系统版本满足以下要求：Windows7SP1及以上的版本，如需在教学过程中播放PPT或在Office中使用，则要保证网络连接的情况下计算机内同时安装PowerPoint 2007及以上版本或WPS个人版（6929）及以上版本。学生则需要准备一部安装有微信的手机，在微信连接网络的状态下手机接收教师发出的所有课程资源推送、公告、课前预习、课中直播、课堂互动、弹幕投稿、课件查看、试卷答题、上传作业等所有功能。“如果学校未实现WiFi网络全覆盖或者无线网络缺乏稳定性，都可能导致无法在‘雨课堂’环境下正常授课，甚至会使学生增加额外的手机流量。”（赵盈盈，2020）

3.2. 部分功能，仍需改进

雨课堂可以进行线上线下两种教学形式，并想将线上和线下功能同时兼顾，但有时造成线上和线下功能界定不清，顾此失彼（如图3）。线下课堂强调出勤记录，是学生身处课堂的空间位置实际扫码签到，记录实时出勤，而线上教学时没有物理空间的位置要求，只要凭借截图或者暗号就可以进入雨课堂，这样就造成无法监控到线下课堂的实际考勤。对于互动，线下教学时即传统的课堂教学模式，身处课堂的大学英语教师就可以与学生面对面的交流，师生互动或生生互动可以用随机点名、弹幕或者投稿形式等文字互动即可；线上教学时，大学英语教师采用语音直播或者视频直播通过口语或图像进行教学，由于无连麦功能，雨课堂只有线下教学中的文字互动形式，而线上课堂最需要的师生或生间英语口语互动则无法实现。在雨课堂的形成性评价功能中，对应课件、试卷都有完成情况的统计，但是对于课件作业则只要翻完所有课件页面完成度就是100%，对于大学英语课件作业中如果有听力或者视频则存在数据统计漏洞；雨课堂基于所有的课前、课中和课后所涉及的课件推送、课堂情况、试卷进行选择，批量导出数据形成雨课堂终结性评价，但是只有 Excel 表格形式总体学生的各个部分的记录，没有形成可视化成绩表和量化分析表，也没有针对每个学生的学情情况统计可视化图表，后期有待改善。

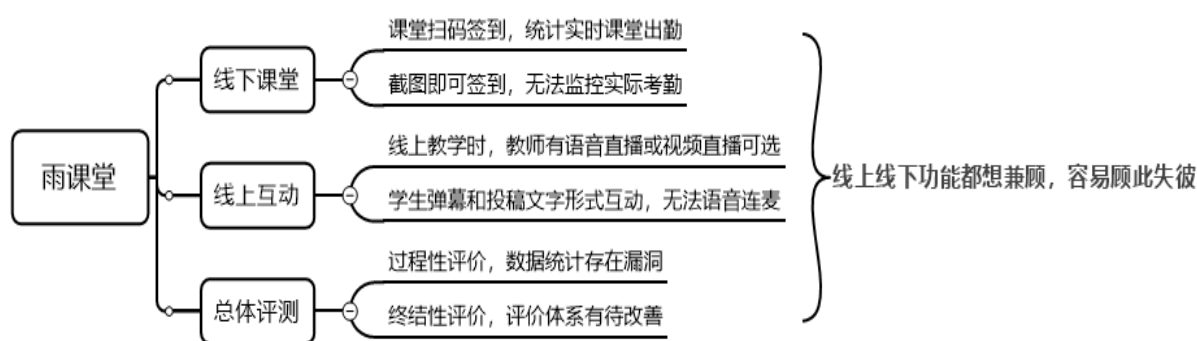


图3 雨课堂平台部分功能缺失

3.3 外语测试，还需完善

课前、课中、课后，雨课堂都基于PPT课件页面展示，利用微信连接师生，将课堂随时都放到学生的手机中，无处不在、无时不在都有课堂相伴。雨课堂突出的测试功能在课前可以“来考察学生的预习情况，对学生的课程基本知识识记行为进行督促和检查。”（于洪涛，2018）课中和课后测试功能实时呈现学生的回答情况，教师可以预设回答时间限制、可视化图表展示回答的正确率等情况，实时展示学生具体学习情况和掌握程度。但是每一测试题目都是一个单独的页面，在大学英语课堂教学中是可以接受的，而对于课前或课后，学生需要独立完成预习或者复习测试阅读时，小小的手机屏幕要展示大量文字，若长时间盯着手机屏幕眼睛会酸痛，甚至会影响视力，不可避免的造成阅读困难，没有“事半功倍”反倒“事倍功半”。雨课堂测试中依据单选题、多选题、填空题和主观题只能采用百分或者十分制等具体评分，而对应大学英语中主观题常采用的ABC等级评分制却没有设置。测试后的成绩显示也只能是分数由高到低或者由低到高，没有学生学号顺序方式排列，造成教师统计分数时费时费力。

4. 基于雨课堂平台的大学英语教学机会

教育信息化是目前我国现代化建设的重要组成部分，具有基础性、战略性和全局性地位，不仅要入校、入课，还要入教、入学，更为雨课堂进入到大学英语教学中提供了机遇和条件。

4.1. 政策提倡，大力支持

随着时代的发展,教育政策随之调整,目前的政策导向为智能教育平台提供了巨大的支持。如2019年初,国务院印发《中国教育现代化2035》,这是第一次以“教育现代化”为主题颁布的中长期战略规划文件,不仅提出了推进教育现代化的八大基本理念,更加明确了推进教育现代化的基本原则,设定了教育现代化的总体目标,这给智能教学平台发展指明了方向。2020年3月,教育部发布《关于加强“三个课堂”应用的指导意见》,提出信息技术与教育教学实践要深度融合,不仅推动课堂革命,还将课堂延伸到“三个课堂”即“专递课堂”、“名师课堂”和“名校网络课堂”,是对教育教学模式的创新和教学育人方式的转变。在“互联网+教育”新模式下,类似雨课堂这样的智能或信息化教学平台借政策之“东风”,以其特有的优势连接线上线下,突破时空的局限,展现出视觉和听觉多样化资源,也成为提高教育教学的有效手段;智能教学平台是信息技术与课堂教学的融合方式,也是实现教育现代化的有力支撑。

4.2. 科技发展,技术保障

传统的大学英语课堂基本只要借助教室所配备的投影、黑板和课件就可以完成线下教学,但是对于课堂笔记、重点、难点、易考点等内容完全要靠“人灌”,教师反复强调,有的学生什么都记,笔记太多;有的学生不区分重点乱记,笔记混乱。“如今每个学生基本都拥有一部智能手机,网络技术和社交软件让获取和分享信息资源更加便捷,这为开展基于雨课堂的混合式教学提供了物质基础。”(李琳和杨芬,2020)依托强大的软件和信息技术,教师可以在雨课堂课件页面上选用白板书写重要知识点或者直接截图两种方式发送到学生的手机里,就形成了每节课对应的电子笔记,学生不用再奋笔疾书,省心省力而一目了然。如果教师在上课的过程中开启了直播形式,也可以根据实际上课需求选择语音直播或者视频直播两种形式,课后针对课堂不懂的部分,学生可以反复观看;如果对于课件某个页面存在疑虑也可以在页面下点击“不懂”按钮以提醒授课教师注意,以便实时掌握学生的学习状况,弥补课堂教学不足,增进师生互动,将大学英语教学更加精细化。

4.3. 音视资源,师生共享

在大学英语教学过程中,无论从行为主义的刺激-反应理论还是到认知理论强调学生将新概念和新信息融入已有的认知结构(谢新观,1999),都是利用多种教学资源或媒体资源形成学生与资源之间的交互,达到师生、生生之间的交互,最后达到加强或改变学生的行为习惯,提高教学效率,达到良好的学习效果。因此,雨课堂利用音视频媒体资源的整体性、交互性和多元性来辅助课堂教学,弥补传统课堂教学时间不足、资源有限、师生不能实时共享教学资源等缺点。依据2004年陈丽提出的教学层次塔(图4)，“媒体是所有教学交互的平台和载体,媒体的交互特性是所有教学交互的基础”(陈丽,2004)。在这样的基础之上,大学英语教学需要大量音视频资源辅助完成。在雨课堂内,教师可以插入慕课视频和网络视频,这些音视频资源都可以通过雨课堂的课件推送功能实时或教师选择推送时间发送给学生,学生无需下载,打开雨课堂的同时就能听到音频和看到视频,真正做到了媒体资源的师生共享。除了教师自己上传音视频建立资源库外,一方面,教师可以输入优酷、腾讯、哔哩哔哩或YouTube视频播放页网址就可以在不下载媒体资源的情况下,将网络资源与学生共享;此外,雨课堂拥有内置慕课视频,教师可以根据教学需求选择已经录制好的慕课资源,无需下载只要一个插入操作即可与学生共享,而且教师也可以使用内置慕课资源进行自我提升式学习。

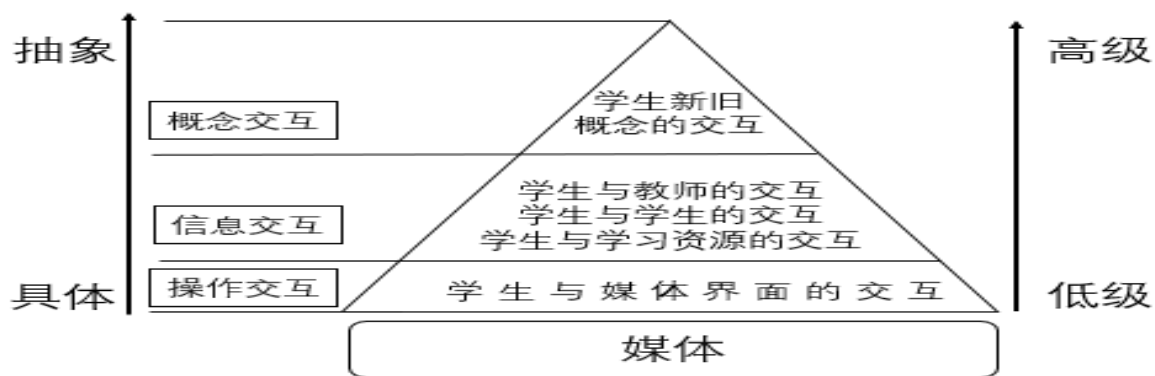


图4 教学交互层次塔

5. 基于雨课堂平台的大学英语教学挑战

以信息化或智慧教学平台为支撑，开启信息化教育，基于信息技术需要不断探索的教学新模式和适应教育技术变化发展，这就对传统大学英语课堂的讲台、黑板、课件教学模式产生了巨大的冲击，也对大学英语教学的参与者、实践者提出了不断的挑战。

5.1. 素养提升，任重道远

根据教育部统计数据，截至2020年我国普通高等学校2738所，教职工人数2668708人，专任教师1832982人，教育信息化进入了2.0时代的高校则成为教育信息化的主要战场，高校教师成为教育信息化的实施者、推动者和创造者。然而，各地高校由于当地经济发展不均、技术力量良莠不齐、网络覆盖不均，信息化教育大环境与新时代要求之间仍存在很大差距，尤其大学英语教学不能保证教师具备相应的信息技术应用能力和信息化教学创新能力。同时，《大学英语教学指南（2020版）》对高校大学英语教师提出了“五个方面的素养提升要求，即育人素养、学科素养、教学素养、科研素养和信息素养”，而大学英语教师也存在着传统课堂的面授教学模式根深蒂，完成教学任务实属不易，还要具备信息化教学创新能力；不仅要有扎实的英语理论知识进行线下教学，还要快速使用新媒体、新技术、新平台开展线上线下混合教学，无形中添加了教学任务、压力和负担。在智能化教学情境下，大学英语教师们面临多种智慧教育平台的选择，不断更新教育信息化教学环境，既要实现教学过程中人机协同，还要根据平台变更教学计划和调整教学任务，以达到个性化、多元化和智能化的大学英语教学，确实不是短期内能实现的，提升教师素养，任重道远。

5.2. 多种平台，各有侧重

随着“互联网+教育”模式的深入人心，将信息技术融入到智慧教学平台则成为一种趋势，尤其数字化教学资源即音频和视频资源成为大学英语教学主流，大量智能化、个性化的多功能教学平台出现，如腾讯课堂、腾讯会议、智慧树、钉钉、微助教、课堂派等移动教学平台。大多数平台都有满足线下或线上教学的功能，考勤签到、屏幕共享、师生互动、随堂练习、作业分发等功能。此外，有的出版社根据所出版的系列教材研发自己的移动教学平台，学生需要在手机上安装相对应的APP软件，如上海外语教育出版社的WeLearn平台，其中依托于教材相关资源设计不同板块，以班级形式管理课堂签到、收发课程作业、进行测试并提供课程学习中的形成性评价。有的平台依托于微信公众号，有的依托于APP软件；有的平台侧重互动功能，有的侧重展示功能；有的平台专注教材，有的专注课件。“新一代信息技术的日益成熟，使得数字化教学资源成为主流，但由于平台的缺失，这些智能技术相对零散，难以整合成为整体。”（陈婷，2017）

5.3. 线上评测，挑战重重

雨课堂智慧教学平台辅助大学英语课堂教学，可以采集课前-课中-课后数据，教师针对课堂表现、答题正确率、作业完成情况等统计数据，掌握学生的个人学习情况、对于学生没有掌握的难点查漏补缺、以便调整教学方法和教学重点。其中，除了后台系统记录学生几时几分通过扫码或课堂暗号进入课堂、参与课堂的时长或翻看课件时长的时间数据外，学生学习过程的形成性评价统计数据一般都是基于雨课堂的线上测试功能而形成的，雨课堂提供了单选题、多选题、填空题和主观题的测试题型选择，提供了“教考评”三位一体的教学模式。但是，基于雨课堂信息化技术的教学新模式，则要注重培养学生一定的自主学习能力和手机使用的自控能力。由于手机作为学生接收雨课堂课件、完成作业、进行测试的终端，学生所有操作都基本借助雨课堂的微信平台完成，虽没有下载平台软件的负担，却无形中造成一部分自主学习能力差、自控能力弱的学生翻看微信或打开其他页面浏览。如果无有效的监控，线上考测时有的学生抄袭其他同学的答案甚至让其他同学代其答题的极端情况出现，极易形成强者更强，弱者更弱的“马太效应”。

6. 结束语

在我国《教育信息化“十四五”规划》和《关于推进“互联网+教育”发展的指导意见》诸多政策支持下，高校校园专网正在稳步建设之中，信息化校园正在慢慢普及。借助这样时代背景和政策导向，大学英语教学必将与信息技术深度融合，形成“互联网+教育”的线上线下混合教学模式，所有参与到其中的校、师、生都要积极关注现代信息技术在大学英语教学应用中的发展和变化，教育信息化时代下的大学英语教学模式的变化。学校要尽量完善信息化教学环境，保证网络稳定、网速畅通、满足信息化教学平台的软硬件要求，为师生搭建好信息化教学的基础。教师则要转变教学理念，探究学生学习方式的变化，在结合传统教学手段和教学资源的情况下，挖掘现代教育技术对教学的支持服务功能，真正做到“以教师为主导，以学生为中心”的教学方式。同时，教师要不断学习、培训等途径来提升自身信息化素养，具备这样的素养才能选择适合自身课程的信息化教学平台，驾驭信息化教学平台的各项功能，创建丰富的教学资源库，拓展学生学习英语的渠道。通过完善雨课堂教学和评测手段的功能，学生在教师的引导和提醒下，提高其自主学习能力和自控力，适应大学英语混合式教学模式，从而促进学习的积极性、主动性和自主性，有利于大学英语教学的发展、改善大学英语教学的效果、促进信息化教学的实施。

作者简介：

付慧琳（1977年10月），籍贯内蒙古，北京邮电大学国家级语言实验教学示范中心研究员、北京邮电大学人文学院教师。

基金项目：

北京邮电大学国家级实验教学示范中心2021年度课题（课题编号BUPT-SH-CET2021-4）；
本项目获外教社全国高校外语教学科研项目资助（项目编号2021BJ0332）

参考文献

于洪涛（2018）。基于雨课堂的高校智慧教学五步法探究——以“网络教育应用”课程为例。现代教育技术，28（09），54-58。

- 王帅国(2017)。雨课堂:移动互联网与大数据背景下的智慧教学工具。现代教育技术,27(05), 26-32。
- 卢婵(2021)。教育信息化2.0背景下智慧教育的创新发展。吉林省教育学院学报,37(11), 120-123。
- 李兰和刘何(2021)。智慧教育背景下教师信息化教学能力培养与发展——《教育信息化2.0时代的智慧教学新探索》。中国教育学刊,(04),134。
- 李琳和杨芬(2020)。SWOT视角下基于雨课堂的混合式教学模式在中医药院校的运用。时珍国医国药,31(5),1220-1222。
- 张焯(2019)。教育大数据时代高校教师面临的机遇与挑战。教育观察,8(7),64-66。
- 陈丽(2004)。远程学习的教学交互模型和教学交互层次塔。中国远程教育,(05),24-28+78。
- 陈婷(2017)。“互联网+教育”背景下智慧课堂教学模式设计与应用研究。江苏师范大学。
- 赵盈盈(2020)。“雨课堂”智慧教学模式SWOT分析。陕西教育(高教),(04),67-68。
- 徐锦芬和刘文波(2019)。信息技术背景下的外语创新教学与研究。外语与外语教学,(05), 1-9+147。
- 教育部高等学校大学外语教学指导委员会(2020)。大学英语教学指南。北京:高等教育出版社。
- 谢新观(1999)。远距离开放教育词典。北京:中央广播电视大学出版社。
- 中共中央、国务院印发《中国教育现代化2035》
http://www.gov.cn/zhengce/2019-02/23/content_5367987.htm
- 各级各类学校校数、教职工、专任教师情况 - 中华人民共和国教育部政府门户网站
http://www.moe.gov.cn/jyb_sjzl/moe_560/2020/quanguo/202108/t20210831_556365.html
- 教育部印发《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》。教高[2018]2号,
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html
- 教育部印发《关于加强“三个课堂”应用的指导意见》。教科技[2020]3号,
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202003/t20200316_431659.html

Assessing Language Students' Online Learning Engagement: A Review of Selected Journal Publications from 2017-2021

Xiaohui Song¹, Jing Ren¹, You Su^{1*}

¹ Beijing University of Posts and Telecommunications

* suyou@bupt.edu.cn

Abstract: *With the popularity of online language education, there has been a rising interest in examining how to assess language students' online learning engagement. However, researchers have achieved inconsistency on the conceptualization and measurement of language students' online learning engagement. This study reviewed the journal articles published on top-tier technology-enhanced language learning journals to analyze online learning engagement assessments from three perspectives: contexts, research methods and tools, and measurement constructs of engagement. Our review results indicate that: (a) Assessments of online language learning engagement were developed and applied unequally in educational contexts; (b) Few studies have adopted content analysis to make more fine-grained assessment of language students' online learning engagement; (c) More than half of previous studies focused on behavioral engagement, but cognitive engagement and emotional engagement are under-researched. Overall, the findings present a holistic view of assessing language students' online learning engagement and provide implications for future research.*

Keywords: engagement, online learning, language learning

1. Introduction

Promoting student engagement to ensure the effectiveness of online learning has attracted a wide attention. Student engagement refers to the commitment or involvement of student in studying (Silvola, Näykki, Kaveri & Muukkonen, 2021). Previous studies have indicated that learning engagement has significant effects on learning outcomes (e.g., Lee, Shih, Liang & Tseng, 2021). Understanding the concept of student engagement construct and the multidimensional structure of student engagement is of prime importance. However, researchers have achieved inconsistency on the conceptualization of student engagement construct and measurement of student engagement as a multidimensional structure, which brings about challenges for avoiding ambiguity of assessing student engagement in a language learning environment. (Hoi & Hang, 2021). This study aims to review language students' online learning engagement research from 2017 to 2021 in top-tier language education journals. Specifically, this study focuses on how to assess online student engagement and what constructs of student engagement are measured. This literature review consists of 3 research questions as follows:

- (1) What are the educational contexts to which language students' learning engagement have been assessed?
- (2) What learning engagement constructs are measured by the student engagement assessments?
- (3) What assessment method and tool have been used to assess language students' learning engagement construct?

2. Methods

This literature search of this study focuses on *Computer Assisted Language Learning, Language Learning & Technology, ReCALL* and *System*. We searched articles from 2017 to 2021 with keywords "engagement" and "participation". After the collection of the articles, the first author reviewed abstracts, and method sections, and the

articles that accord with the following criteria were reviewed in this study: (a) focusing on online learning; (b) empirical research; (c) journal articles. Eventually 13 articles were selected. Table 1 shows the distribution of empirical studies.

Table 1. Distribution of empirical studies

Journal title	Number	Article
<i>Computer Assisted Language Learning</i>	5	Rienties, Lewis, McFarlane, Nguyen, & Toetenel (2018)
		Rubio, Thomas, & Li (2018)
		Friðriksdóttir (2018)
		Haghighi, Jafarigohar, Khoshsiman & Vahdany (2019)
		Lee (2020)
<i>Language Learning & Technology</i>	2	Bikowski & Casal (2018)
		Satar & Akcan (2018)
<i>ReCALL</i>	2	McNeil (2020)
		Mac Lochlainn, Nic Giolla Mhichíl, & Beirne (2021)
<i>System</i>	4	Cho & Castañeda (2019)
		Durbidge (2019)
		Tian & Zhou (2020)
		Smidt, Chau, Rinehimer, & Leever (2021)

3. Results

3.1. Context of language students' engagement assessments

As shown in Table 2, we can find two prominent characteristics. Firstly, higher education (70%) was the most researched educational context. However, only about 15% of previous studies were set in K12 settings. Secondly, as for the foreign language that student learned online, about half of the reviewed research focused on the learning of English, which implies the lack of research on learners of language other than English.

Table 2. Overview of research articles.

Article	Context and Participants	Technology	Target Language
Rienties et al. (2018)	2111 university students	A Moodle -based Virtual Learning Environment	French; Spanish
Rubio et al. (2018)	78 students in USA	Learning Management System	Spanish
Bikowski & Casal (2018)	13 university students in USA	Digital textbook	English
Friðriksdóttir (2018)	43468 learners	MOOC	Icelandic
Haghighi et al. (2019)	60 freshmen English students in Iran	Telegram	English
Satar & Akcan (2018)	42 pre-service teachers of the fall semester course (36 students participated in online discussions); 25 students of spring course (19 students participated in online discussions) in Turkey	Learning Management System	English
Cho & Castañeda (2019)	82 university students in USA	Conjugation Nation	Spanish
Durbidge (2019)	105 high school students in Japan	L2 technology	Languages other than Japanese
McNeil (2020)	16 undergraduate students in South Korea	Digital games	English
Lee (2020)	6 secondary students in Hong Kong	Essay Critiquing System 2.0	English
Tian & Zhou (2020)	5 sophomores in China	Pigai	English
Mac Lochlainn et al. (2021)	125 learners	MOOC	Irish
Smidt et al. (2021)	26 postgraduate students in Malaysia	Asynchronous discussion boards	English

3.2. Methods and tools for assessing language students' online engagement

Figure 1 details the methods and tools used in the reviewed articles. Questionnaire survey was the most widely used method for assessing language students' online learning engagement. Learning analytics and mixed methods were also

the main approaches that researchers adopted to assess online language learning engagement. However, among the research articles reviewed in this study, only one study employed content analysis method.

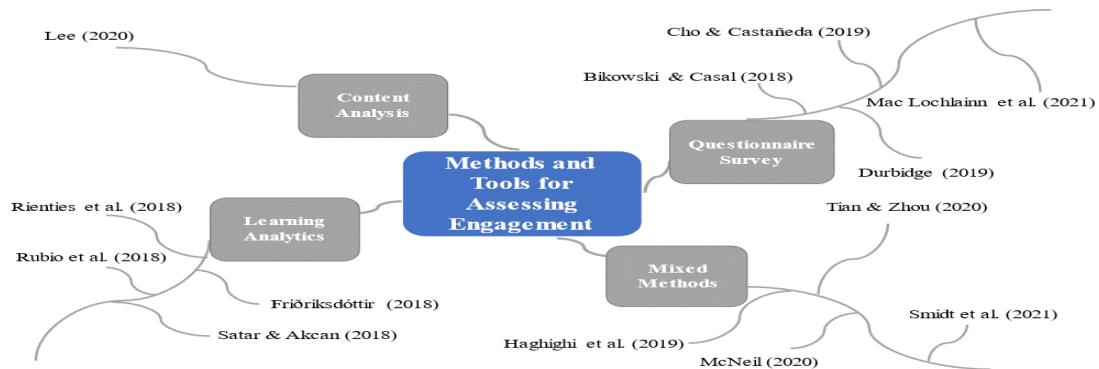


Figure 1. Methods and tools for measuring engagement

3.3. Measurement constructs in assessing language students' online learning engagement

Figure 2 displays the measurement constructs of engagement. We can see that around 60% of the assessments focused on behavioral engagement and around 20% of the reviewed articles have measured engagement from multi dimensions. Nonetheless, cognitive engagement and emotional engagement, as two of the three basic dimensions of student engagement, only occupies about 20% in total and remains to be further explored in future studies.

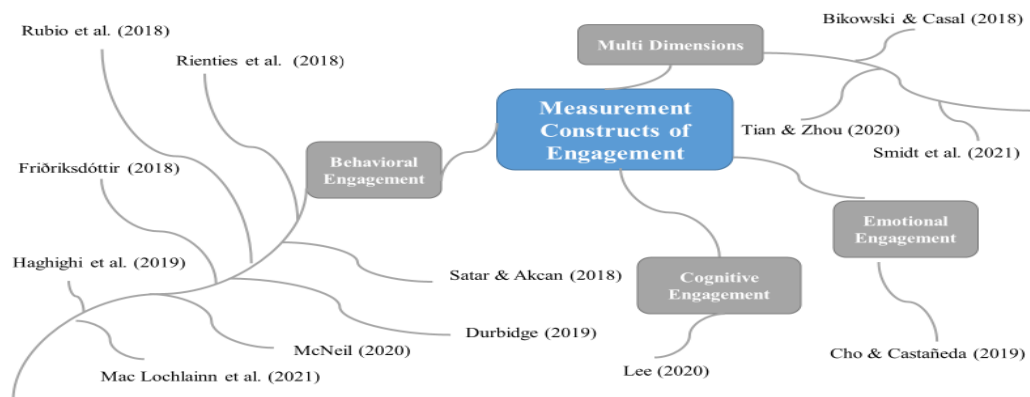


Figure 2. Measurement constructs of engagement

4. Conclusion and discussion

This review analyzes language students' online engagement assessments in order to help avoid ambiguity in understanding the constructs of student engagement and its underlying structure. The results show that the majority of assessments of language students' online engagement is developed and applied in higher education and a relatively large proportion of studies have focused on the learning of English. In addition, most of the articles have studied behavioral engagement while the assessment of cognitive engagement and emotional engagement is relatively under-researched and few studies have adopted content analysis to assess student engagement.

Language students' online engagement now attracts more and more researchers to analyze and assess it. Our review attempts to map language students' online engagement clearly. We also recommend researchers to take the following points into account: (a) develop assessments tools for measuring online engagement in K12 and for learners of language other than English; (b) focus on cognitive engagement and emotional engagement of online language students; (c) consider using content analysis to make more fine-grained assessment of language students' online learning engagement and use it as triangulation to the findings for other data collection methods.

Acknowledgements

This paper was supported by the Humanities and Social Sciences Fund of Chinese Ministry of Education (18YJC740084) and the Teaching Reform Project of Beijing University of Posts and Telecommunications (2021JXYJ19).

References

- Bikowski, D., & Casal, E. (2018). Interactive digital textbooks and engagement: A learning strategies framework. *Language Learning & Technology*, 22(1), 119-136.
- Cho, M. H., & Castañeda, D. A. (2019). Motivational and emotional engagement in learning Spanish with a mobile application. *System*, 81, 90-99.
- Durbidge, L. (2019). Technology and L2 engagement in study abroad: Enabler or immersion breaker?. *System*, 80, 224-234.
- Friðriksdóttir, K. (2018). The impact of different modalities on student retention and overall engagement patterns in open online courses. *Computer Assisted Language Learning*, 31(1-2), 53-71.
- Haghighi, H., Jafarigohar, M., Khoshsima, H., & Vahdany, F. (2019). Impact of flipped classroom on EFL learners' appropriate use of refusal: achievement, participation, perception. *Computer Assisted Language Learning*, 32(3), 261-293.
- Hoi, V. N., & Hang, L. H. (2021). The structure of student engagement in online learning: A bi-factor exploratory structural equation modelling approach. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1141-1153.
- Lee, C. (2020). A study of adolescent English learners' cognitive engagement in writing while using an automated content feedback system. *Computer Assisted Language Learning*, 33(1-2), 26-57.
- Lee, S. W. Y., Shih, M., Liang, J. C., & Tseng, Y. C. (2021). Investigating learners' engagement and science learning outcomes in different designs of participatory simulated games. *British Journal of Educational Technology*, 52(3), 1197-1214.
- Mac Lochlainn, C., Mhichíl, M. N. G., & Beirne, E. (2021). Clicking, but connecting? L2 learning engagement on an ab initio Irish language LMOOC. *ReCALL*, 33(2), 111-127.
- McNeil, L. (2020). Implementing digital game-enhanced pedagogy: Supportive and impeding language awareness and discourse participation phenomena. *ReCALL*, 32(1), 106-124.
- Rienties, B., Lewis, T., McFarlane, R., Nguyen, Q., & Toetenel, L. (2018). Analytics in online and offline language learning environments: the role of learning design to understand student online engagement. *Computer Assisted Language Learning*, 31(3), 273-293.
- Rubio, F., Thomas, J. M., & Li, Q. (2018). The role of teaching presence and student participation in Spanish blended courses. *Computer Assisted Language Learning*, 31(3), 226-250.
- Satar, H. M., & Akcan, S. (2018). Pre-service EFL teachers' online participation, interaction, and social presence. *Language Learning & Technology*, 22(1), 157-183.
- Silvola, A., Näykki, P., Kaveri, A., & Muukkonen, H. (2021). Expectations for supporting student engagement with learning analytics: An academic path perspective. *Computers & Education*, 168, 104192.
- Smidt, E., Chau, M. H., Rinehimer, E., & Leever, P. (2021). Exploring engagement of users of Global Englishes in a community of inquiry. *System*, 98, 102477.
- Tian, L., & Zhou, Y. (2020). Learner engagement with automated feedback, peer feedback and teacher feedback in an online EFL writing context. *System*, 91, 102247.

信息技术与课程融合的研究热点与趋势——基于 Citespace 的可视化分析

Research Hotspots and Trends of Information Technology and Curriculum Integration——Visual Analysis Based on Citespace

熊西蓓，刘宁*

广西师范大学教育学部

ningxian5260@163.com

【摘要】 为探索信息技术与课程融合的热点与趋势，笔者统计 2002 至 2021 年的相关文献，运用 CiteSpace 绘制关键词共现图谱和关键词时区图谱来研究热点和发展趋势。图谱显示：近 20 年，该领域的热点有“信息技术”、“融合”等。信息技术与课程融合从关注信息技术与学科教学到关注两者的融合深度上，再到借助信息技术平台进行大单元教学。疫情下，线上教学成为研究热点。

【关键词】 信息技术；课程融合；CiteSpace；知识图谱

Abstract: In order to explore the hotspots and trends of the integration of information technology and courses, the author counts the relevant literature from 2002 to 2021, and uses CiteSpace to draw a keyword co-occurrence map and a keyword time zone map to study hotspots and development trends. The map shows that in the past 20 years, the hotspots in this field include "information technology", "integration" and so on. The integration of information technology and curriculum has changed from focusing on information technology and subject teaching to focusing on the depth of the integration of the two, and then using the information technology platform to carry out large-unit teaching. Under the epidemic, online teaching has become a research hotspot.

Keywords: Information Technology, Curriculum Integration, CiteSpace, Knowledge Graph

1. 研究背景与问题提出

2021 年 7 月 8 日，教育部等六部门发布《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》，提出要依托“互联网+教育”的平台，普及新技术条件下探索新型教学方式。“课程”是教育的核心要素之一，教育的内容就包含在课程之中，课程在信息时代的背景下不断地被重新审视。尽管在我国信息技术与课程整合已开展多年，但部分教师对信息技术与课程融合的认知仍然片面认为只要在课堂上应用了多媒体或是课件，就是在进行信息技术与课程的整合(何克抗, 2005)。基于此现状下，本文将通过文献的可视化分析，探求信息技术与课程融合的热点与趋势，为信息技术与课程融合的研究与实践提供参考。

2. 文献来源与分析工具

本研究的数据来源于“中国知网”，先键入“信息技术与课程融合”为关键词，进行检索，得到 822 个检索结果。再剔除会议论文、图书等无关的 71 条数据，得到研究样本为 751 篇文献为研究对象。为了揭示我国近年来信息技术与课程融合的问题研究热点及发展趋势，本研究应用美国德雷塞尔大学陈美超教授发明的 CiteSpace (5.8.R3c) 软件进行详细的图谱研究((陈悦, 陈超美, 胡志刚, & 王贤文, 2014)。本研究对信息技术与课程融合研究数据的处理包括三方面：一是通过图谱分析捕捉信息技术与课程融合的发展研究热点；二是通过

聚类分析梳理信息技术与课程融合研究的主要内容;三是通过突变分析时区图预测信息技术与课程融合的研究趋势。

3. 研究热点分析

利用 CiteSpace 的突现词检测技术分析“信息技术与课程融合”近 20 年的发展状况,可以得出近 20 年突变率较高关键词有且仅有一个——整合,关键词突现知识图谱如图 1 所示。以“整合”为关键词的文献于 2006 年大量涌出并持续到 2015 年,即在 2006 年至 2015 年中,有关信息技术与课程的“整合”是当时的研究热点。目前而言,主流的观点更倾向于认为,信息技术正在并将越来越多地被整合到学校教育教学过程之中,而绝非能够替代传统教育教学(阎光才,2021)。因此,很多学者致力于探究信息技术如何在教学前、教学中、教学后发挥作用,以此达到利用信息技术提高教学质量的目标。

Top 1 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图 1 关键词突现知识图谱

共词分析技术是一种文本内容分析技术,通过分析共同出现词汇的特征关系来探索学科的发展情况((潘黎 & 姜海男,2016)。关键词必定会出现在论文的核心内容中,所以论文的关键词是一个值得信赖的指标。在 CiteSpace 中,将时间跨度设为 2002 年到 2021 年,时间片设置为 1 年,选择节点类型为“关键词”类型,并可视化的结果进行聚类分析。

信息技术与课程融合的关键词共现聚类图谱如图 2 所示。图中节点代表关键词,节点与节点之间的连线表示关键词的共现,连线的粗线表示共现的频率。共现频率高对应的连线就越粗。聚类结果显示,信息技术与课程融合有多个聚类,其中前 4 个聚类分别为: #0 信息技术、#1 融合、#2 深度融合、#3 有效融合。从图中可以看出,关于信息技术与课程融合的话题,研究热点主要围绕着信息技术手段、信息技术与课程融合的深度和有效性,这分别对应两个热点的研究领域。



图 2 关键词共现知识图谱

3.1. 课程融合的深度与有效性

从关键词共现图谱中可以看到，关键词“融合”“深度融合”“有效融合”出现共现，即课程与信息技术的融合以及他融合的深度及有效性是研究的重要议题。2012年3月，教育部发布了《国家教育信息化十年发展规划（2011-2020）》，并在规划中明确指出“探索现代信息技术与教育的全面深度融合，以信息化引领教育理念和教育模式的创新。这就意味着信息技术要渗透到教学的每一个环节中，是学校教育系统出现系统性的结构性的变革，特别是课堂教学结构的根本性变革。

信息技术与课程教学融合是能够在教学中进行实践的。信息技术通过改变教学三要素中的“中介系统”来影响另外两个要素，以此影响教学模式。由于教师教学观念和教学模式具有内在的连贯性和保守性，一旦教师教的模式和学生学的模式出现问题，就会影响一批学生的发展。（何克抗, 2014）

“融合”包含着互不分离、互相渗透、互相作用、一体化的过程，强调有机的结合、无缝的连接（祁靖一 & 阮滢, 2012），而不是简单的拼凑。使用信息技术与课堂进行简单的拼凑在一定程度上也能提高教学效果，但只是把信息技术作为一种工具，为其他学科教学服务。融合应当是渗透其中的，相互影响相互作用的。事实上，学生动手参与信息的获取、筛选，自主探索知识也是将信息技术与学科学习整合的过程，利用信息技术获取信息来整体的认识世界。教师把信息技术和课程深度融合起来，学生学习的知识不仅是简单的分科知识，而是大单元的综合知识。

4. 研究趋势分析

为了形象地呈现20年来我国信息技术与课程融合的发展趋势，再次利用CiteSpace绘制信息技术与课程融合的关键词时区图谱（见图3）。从图中可以看出，2002年时，学者的注意力仍停留在单个学科的教学，从2006-2009这4年中，“信息技术”“融合”等关键字成为研究的热点，“技术课程”和“信息素养”也提到纸上。这时候，学者已开始关注信息技术并尝试把信息技术融到学科教学中。2010-2015年这6年中，研究热点更加深入，从把信息技术融入学科教学转移到融合的深度以及有效性上，“有效融合”“深度融合”“课程”“学科融合”成为这6年的研究热点。2015年以后，“困境”出现后，随后又出现转机，基于信息技术的新型教学方式出现了。“创客教育”“STEM”“人工智能”“产教融合”“互联网+”2020年后，随着疫情的爆发，信息技术凭借其可以超越空间上的阻碍，学校应用信息技术对学生进行线上教学，实现“停课不停学”，“线上教学”一词成为2021年的基于信息技术与课程融合的关键词。

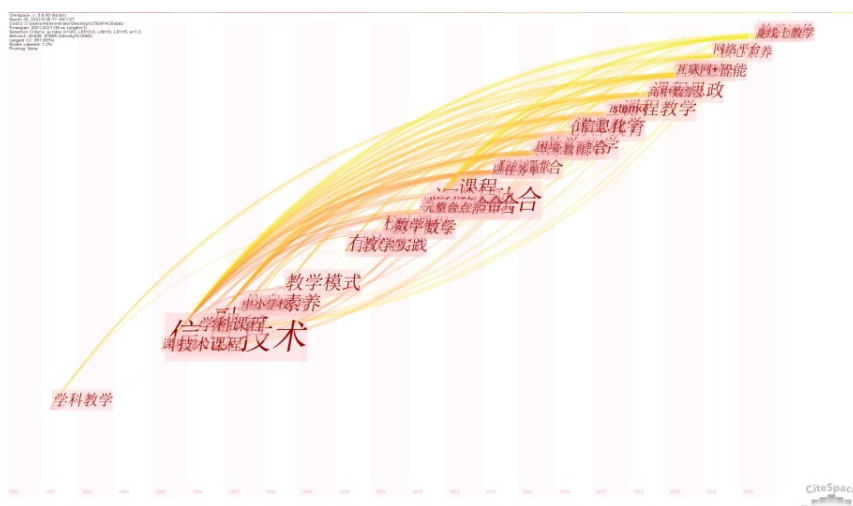


图 3 关键词时区图

我们从分析中还发现关于课程的探索一直都是热点话题，“学科教学”从2002年开始出现至今都是研究的热点。一方面与我国的新一轮课程改革有关。2001年6月8日，教育部引发关于《基础教育课程改革纲要（试行）》，提出“课程要实行国家、地方、学校三级管理”，校本课程在新课程改革的背景下蓬勃发展。另一方面说明了课程的探索将新兴的技术和手段整合其中，是一个复杂而开放的工程，可以。“课程教学”、“校本课程”等有关课程类的教学改革也一直是教育工作者关注的热点。

我国信息技术与课程融合领域研究的发展趋势为：一、利用信息技术平台进行教学。创客教育背景下的小学信息技术的教学，教师要发挥主导作用，对教学内容进行科学解读，适时引入创客任务，组织创造性操作活动，让学生在实践体验中成长，提高学生的学科认知能力(钱小艳, 2022)。STEAM教育由于其跨学科和重实践的理念，对复合型人才有积极的推动作用而被越来越多的地区所接受(徐娟娟, 2021)。二、探索基于信息技术新的教学模式与活动模式：随着基于信息技术的发展，更多“微视频”，“翻转课堂”“互联网+模块化”进入教育领域，革新教学活动。三、线上教学将持续成为研究的热点。线上教学能够打破时间和空间的局限性，在疫情的反复中与社会倡导终身学习的环境下，线上教学是线下教学的替代与补充。

5. 总结

在2002年到2021年这20年中，信息技术与课程融合热点主要围绕着信息技术手段、信息技术与课程融合的深度和有效性、课程与课程改革、教学改革这四大方面。从关键词时区图中可以看出这20年间每个时区所呈现的研究热点。整体上看这些热点，信息技术与课程融合从关注信息技术与学科教学到关注两者的融合深度上，再到借助信息技术平台进行大单元教学——创客教育、STEM教育，直到2020年疫情的背景下，热点又聚焦于线上教学。基于此热点推测信息技术与课程融合的研究趋势可能为：创客类的利用信息技术平台进行大单元教学依旧火热；基于信息技术探索新的教学模式与活动模式依旧是信息技术背景下对教育探索的主题；疫情反复与终身学习的社会环境与理念下，线上教学也是信息技术与课程融合的发展趋势。

项目基金

本文系2019年度广西高等教育本科教学改革工程项目的阶段性成果。项目名称为《TPACK框架下〈教育信息技术与课程整合〉的混合式教学研究与实践》，项目编号为2019JGA127。

参考文献

- 陈悦, 陈超美, 胡志刚, & 王贤文. (2014). 引文空间分析原理与应用: 科学出版社.
- 何克抗. (2005). 信息技术与课程深层次整合的理论与方法. 电化教育研究(01), 7-15. doi: 10.13811/j.cnki.eer.2005.01.002
- 何克抗. (2014). 如何实现信息技术与教育的“深度融合”. 课程.教材.教法, 34(02), 58-62. doi: 10.19877/j.cnki.kcjcjf.2014.02.012
- 潘黎, & 姜海男. (2016). 近十年来我国高等教育研究的热点领域与前沿主题——基于三种高等教育学期刊的关键词共词分析. 中国高等教育(22), 60-62
- 祁靖一, & 阮滢. (2012). 从“起步、应用”到“融合、创新”——中央电教馆王珠珠馆长谈我国未来十年基础教育信息化工作. 中小学信息技术教育(01), 8-11
- 钱小艳. (2022). 信息技术教学中融入创客教育策略谈. 小学教学参考(03), 89-91
- 徐娟娟. (2021). 浅析STEAM教学模式对学生创新素养的影响(3). doi: 10.3969/j.issn.1008-0546.2021.03.011
- 阎光才. (2021). 信息技术革命与教育教学变革: 反思与展望. 华东师范大学学报(教育科学版), 39(07), 1-15. doi: 10.16382/j.cnki.1000-5560.2021.07.001

The Role of Internet-specific Epistemology and New Media Literacy in Critical Thinking Skill Acquisition Among College Students

Fang, Jia-Hong¹; Hu, Chang-Hsuan¹; Chang, Yao-Chu¹; Ho, Yi-Fan¹; Lo, Kuo-Ping¹; Yang, Jing-Syuan¹; Chen, Wei Shou¹; Yeh, Chin Shu¹; Liang, Jyh-Chon^{1*}

¹ National Taiwan Normal University

*aljc@ntnu.edu.tw

【摘要】 本研究旨在探究台灣大學生網路知識觀點與新媒體素養對於其辨識網路訊息、資訊決策行為、以及其批判性思維能力的影響。本研究之問卷工具，分為「網路新聞觀點量表」、「新媒體素養量表」、「網路偏見內容覺察量表」與「資訊決策行為量表」四個分量表。針對回收的有效問卷 419 份，本研究採用探索性因素分析和驗證性因素分析的方法對數據進行了資料驗證並進行路徑分析。結構方程式模型的結果顯示：網路新聞觀點對網路新聞內容偏見的覺察能力及資訊決策行為具有顯著預測力。學生評估網路新聞來源與其辨別網路資訊正確性的能力對於其在網路新聞的參與度分別有負向和正向的預測力。同時，大學生評估新聞合理性的能力、其新媒體素養水準、其對網路新聞內容偏見的覺察能力、以及其在接收網路新聞後導致的行為改變，依序正向相關。此外，網路新聞的合理性觀點對產製技能具有顯著預測力。

【關鍵字】 網路知識觀點；新媒體素養；批判性思維；偏見察覺能力；結構方程模型

Abstract: This study seeks to examine the role of Internet-specific epistemology and new media literacy in critical thinking skill acquisition among college students. A total of 419 university students in Taiwan were surveyed in this study. Four questionnaires were implemented: Internet-specific epistemic beliefs questionnaire (ISEQ), new media literacy questionnaire, bias awareness questionnaire, and decision-making skills questionnaire. The results of the confirmatory factor analysis (CFA) indicated that these questionnaires possessed adequate validity and reliability to perform path analysis. Structural equation modeling (SEM) was conducted for investigating the possible linkages. The findings suggested that Internet-specific epistemic beliefs positively correlated with decision-making skills. Furthermore, Internet-specific epistemic beliefs relating to justification play a role in new media literacy regarding production skills.

Keywords: internet-specific epistemology, new media literacy, critical thinking, bias awareness, structural equation modeling

1. 前言

近年隨著科技的快速發展，人們獲取資訊的方式比起以往僅能從傳統媒體上獲取要來得更多，而其中最盛行的形式莫過於網際網路上的網路新聞和社交平台等，又因為智慧型手機及行動網路的逐漸普及化，新媒體的發展日漸興盛。出生在 Z 世代的大學生容易形成媒體依賴，習慣依靠網路搜尋而非實際去研究答案，同時也缺乏有效應對這些網路資訊的媒體素養 (Liu, 2020)。大量參雜了真實及虛假內容的網路資訊湧入使得大學生必須擁有辨別訊息的能力，否則含有偏見、爭議性或虛假訊息的網路資訊可能會干涉其網路知識觀點的構建以及後續做出的決策，最後影響學生的思維能力。

為瞭解網路上的特定資訊或新聞是否會影響學生的批判性思維能力，本研究希望透過研究臺灣大學生的新媒體素養和網路知識觀點了解其對於大學生辨識問題資訊時的能力、資訊決策行為以及批判性思維的影響。

基於上述研究目的，本研究的問題如下：

- 一、新媒體素養對大學生辨別偏見訊息內容的能力是否會產生影響？
- 二、網路知識觀點對大學生資訊決策的能力是否會產生影響？
- 三、新媒體素養以及網路知識觀點對大學生批判性思維能力的影響為何？

2. 文獻探討

2.1. 新媒體與媒體素養

新媒體 (NewMedia) 具有數位化 (digital)，互動性 (interactive)，超文本 (hypertextual) 與社群化 (networked) 等特徵 (Lister et al., 2009) 其包含了多種數位媒體形式，如網路新聞，社交媒體等 (鍾布、黃煜、周一凝，2014)。

隨著資訊越來越發達，新媒體也成了大學生生活中不可或缺的一部分。作為新媒體的原住民，他們享受著新媒體所具有的便利性，同時也承受著其所帶來的負面影響 (Liu, 2020)，因此媒體素養也成了各國教育政策的重要元素之一 (江宜芷、林子斌、孫宇安，2018)。林玉鵬、王維菁與陳炳 (2020) 指出，在當代民主社會中，科技已經改變了人們溝通、接收與解讀訊息的模式；假訊息、同溫層效應及網路輿論操控等等對於網路的介入，使公民有了解資訊傳播與數位能力的責任。

過去研究針對臺灣大學生進行訪談與分析後，認為大學生普遍對媒體素養有一定程度的理解，但仍較為侷限，且大部分學生傾向認為「不輕易相信媒體」乃媒體素養的展現，並將其歸因於中學階段的媒體素養教育對於閱聽人的教育 (江宜芷等人，2018)。在 Liu (2020) 的研究中也發現目前大學生的新媒體素養教育存在三個問題，分別是缺少在社會上的教育環境、大學中的相關通識課程設計落後以及大學生對於新媒體素養教育的學習意識不足，僅停留在基本的概念中。而這也跟江宜芷等人 (2018) 的研究結論大致相符，都顯示了大學生媒體素養能力的不足。

綜上所述，新媒體以及基於其發展的媒體素養是值得進一步深入研究的課題。Lin 等人 (2013) 表示，在 21 世紀的新媒體浪潮下，傳統的媒體素養已不足以使現代人得以在新媒體的生態下生存，因此他們開發了一份新媒體素養量表以應對新媒體傳播時代的來臨。在過去也有使用該問卷進行的研究，但該研究主要是探討大學生對於媒體素養的認知及能力，僅提到大學生多是以不夠深化的批判性素養認知進行媒體素養的理解 (江宜芷等人，2018)，並未太多去觸及媒體素養在生活中對於大學生批判性思維能力的影響。因此本研究將以此量表來探討臺灣大學生在新媒體素養各構念上的表現以及各構念對於其批判性思維能力的影響。

2.2 網路知識觀點

知識觀點 (Epistemological beliefs) 被認為是個體對知識和認知的信念，也影響學生的學習情況。知識觀點對學生的動機、成就、學習策略等皆有影響。有學者將其分為三類：一般 (general-)、學術 (academi-) 和特定領域 (domain-specific beliefs) 觀點 (Muis et al., 2006)。

知識信念範圍廣泛，包含：取得知識、判斷知識、使用知識等。學者對其的見解也不同，以 Hofer 和 Pintrich (1997) 的個人信念為例，他們強調個人對知識的統整與本質。Schommer (1990) 則認為知識信念是多元且相互獨立，能以問卷施測的量化方法研究，對個體性較不重視。

隨著網路的發展，人們日益頻繁地使用網路來研究複雜和具有爭議性的議題（Kammerer 等人，2013）。面對這些複雜或具有爭議性的訊息，網路用戶需要對存在錯誤和潛在偏見的訊息做出批判性的判斷（Britt & Rouet, 2012）。而對於評估網路信息來源以及使用網路訊息，網路知識觀點具有重要的作用（Kammerer 等人，2013）。Chiu 等人（2013）透過對於大學生特定網路知識觀點的研究，發現大學生自我調節學習的準備階段與其對網路知識觀點合理性（Justification）的認知呈正相關，而與網路知識的簡單性（Simplicity）與其來源（Source）呈負相關。Kammerer 等人（2013）則探究了網路知識觀點在醫學相關問題的網路搜尋中的作用，發現若學生相信網路是可靠的資訊來源，即網路上的訊息並不需要通過理性判斷和多方查證，其對於爭議性議題的看法會更加片面，從而做出缺乏根據的判斷。

Celik 等人（2021）的研究則表明，特定的網路知識觀點和社交媒體的使用有助於提高新媒體素養，且具有更高新媒體素養的人更擅於識別錯誤的網路訊息。綜上所述，網路知識觀點和新媒體素養之間存在潛在的相關性，然而兩者之間的關係仍須進一步的調查研究。因此本研究旨在探究臺灣大學生網路知識觀點與新媒體素養對於其識別隱含偏見的網路訊息以及其批判性思維能力的影響。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究以臺灣大專院校學生作為研究對象，研究者採用便利抽樣之方式，以線上問卷將自陳問卷公佈於各交流平台，讓自願填答之受試者得線上回覆。期間共收得 420 份問卷，剔除 1 份無效問卷後，共有 419 份有效資料。

3.2 研究工具

本研究之問卷內容，分為「網路新聞觀點量表」、「新媒體素養量表」、「網路偏見內容覺察量表」與「資訊決策行為量表」。量表計分方式採用李克特式量表五點計分，其中「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」依序對照為 5、4、3、2、1 分。

• 網路新聞觀點量表

此部分採用 Chiu 等人（2013）針對學生在網路上尋求課業相關知識的觀點量表（ISEQ）進行改編，本研究將尋求課業相關知識主題改編為學生對於網路上之爭議性新聞之觀點。其可細分為四項構念，分別為新聞來源（Source）、可信度（Certainty）、新聞合理性（Justification）、網路新聞的結構性（Structure）。

• 新媒體素養量表

此部分採用 Lin 等人（2013）所發展之「新媒體素養量表」，本研究擷取其中的六個向度作為新媒體素養的量表，分別為參與（Prosuming Participation）、批判性產出（Critical Prosuming）、產製技能（Production Skills）、資訊分析（Analysis）、資訊合成（Synthesis）與資訊評估（Evaluation）。

• 網路偏見內容覺察量表

此部分採用 Reem（2021）改編自 Attia（2015）對網路內容適切度之量表，評量學生對於在網路上所發表的內容是否有不當資訊和偏見資訊的覺察能力。適宜與帶有偏見的覺察能力。本研究從原問卷中擷取 7 題針對網路偏見新聞（如對公家機關、公眾人物等等）的內容，評量學生對於網路內容的偏見覺察能力。

• 資訊決策行為量表

此部分採用 Chen 等人 (2018) 針對人們在網路上尋求醫療資訊後所做的決策行為量表，本研究將「尋求醫療資訊」的內容，改變為網路爭議性新聞的搜尋。量表分為決策 (Decision Making)、諮詢 (Consultant) 與自我效能 (Self-efficacy)。

4. 研究結果

4.1. 模型驗證

我們對模型進行了驗證性因素分析 (如下表 1)，最後總共篩選出 44 題 (網路新聞觀點量表 16 題、新媒體素養量表 18 題、網路偏見內容覺察量表 7 題、資訊行為決策量表 3 題)，每個子構念包含 3 到 7 題，並將分析、整合與評估三項目整合成一個二階構念—批判性產出。各題目的因素負荷量 (factor loading) 皆大於 0.5 (0.511 - 0.877)；Cronbach's alpha 值皆大於 0.68 (0.682 - 0.918)；組成信度 (CR) 除了產製技能為 0.68，其餘皆大於 0.7 (0.759 - 0.919)。在模型配適度方面，Chi-square 值為 1653.55、 $p < .001$ 、自由度為 866、GFI 為.85、AGFI 為.83、CFI 為.90、RMSEA 為.047 與 SRMR 為.058，這些標準都符合過去文獻的要求。

表一、模型驗證性因素分析結果

Factors and measurement items	Mean	S.D.	Factor loading	CR	Alpha value
Source (SO)	3.55	0.71	-----	0.824	0.817
SO1	3.07	0.94	0.556		
SO2	3.87	0.86	0.789		
SO3	3.67	0.87	0.783		
SO4	3.60	0.87	0.792		
Certainty (CE)	3.70	0.74	-----	0.759	0.758
CE1	3.67	0.89	0.667		
CE2	3.51	0.98	0.642		
CE3	3.91	0.83	0.830		
Justification (JU)	4.08	0.51	-----	0.823	0.818
JU1	4.10	0.580	0.720		
JU2	4.13	0.66	0.750		
JU3	4.13	0.59	0.749		
JU4	3.95	0.70	0.705		
Structure (SK)	2.20	0.51	-----	0.778	0.773
SK1	2.18	0.77	0.682		
SK2	2.08	0.70	0.769		
SK3	2.39	0.72	0.511		
SK4	2.15	0.66	0.635		
SK5	2.21	0.70	0.599		
Participation Feedback (FB)	2.88	0.76	-----	0.761	0.760
FB1	3.30	1.01	0.608		
FB2	2.61	1.07	0.587		
FB3	2.32	1.11	0.644		
FB4	3.22	1.00	0.608		
FB5	2.89	1.13	0.667		
Critical Consuming Analysis (A)	3.45	0.60	-----	0.866	0.884
A1	3.46	0.67	-----		
A2	3.32	0.91	0.656		
A3	3.58	0.77	0.779		
A4	3.50	0.77	0.755		
Synthesis (S)	3.45	0.76	-----		
S1	3.50	0.83	0.780		
S2	3.50	0.87	0.832		
S3	3.38	0.90	0.876		
S4	3.44	0.84	0.850		
Evaluation (E)	3.45	0.70	-----		
E1	3.31	0.88	0.635		
E2	3.52	0.91	0.645		
E3	3.53	0.81	0.736		
Production skills (PS)	3.33	0.87	-----	0.684	0.682
PS1	3.71	1.08	0.675		
PS2	2.88	1.18	0.663		
PS3	3.39	1.14	0.602		

Bias (B)	3.34	0.81	-----	0.919	0.918
B1	3.20	1.00	0.747		
B2	3.42	0.99	0.753		
B3	3.35	1.02	0.869		
B4	3.37	0.97	0.861		
B5	3.39	0.96	0.771		
B6	3.49	1.00	0.788		
B7	3.13	0.97	0.712		
Decision making (DM)	3.55	0.62	-----	0.869	0.868
DM1	3.55	0.73	0.838		
DM2	3.56	0.67	0.861		
DM3	3.54	0.71	0.786		

註：CR: Composite reliability

4.2. 模型結果

路徑分析結果如下圖 1，結果顯示新聞來源會負向預測使用者的參與 ($\beta = -0.30$, $p = .01$)。新聞合理性可以正向預測使用者的參與 ($\beta = 0.21$, $p = .006$)、批判性產出 ($\beta = 0.69$, $p < .001$) 跟產製技能 ($\beta = 0.16$, $p = .05$)。使用者的批判性產出可以正向預測偏見 ($\beta = 0.65$, $p < .001$)。另外，網路新聞的結構性會負向預測使用者的決策 ($\beta = -0.33$, $p < .001$)，使用者的參與 ($\beta = 0.13$, $p = .027$) 和偏見 ($\beta = 0.27$, $p < .001$) 則會正向預測使用者的決策。

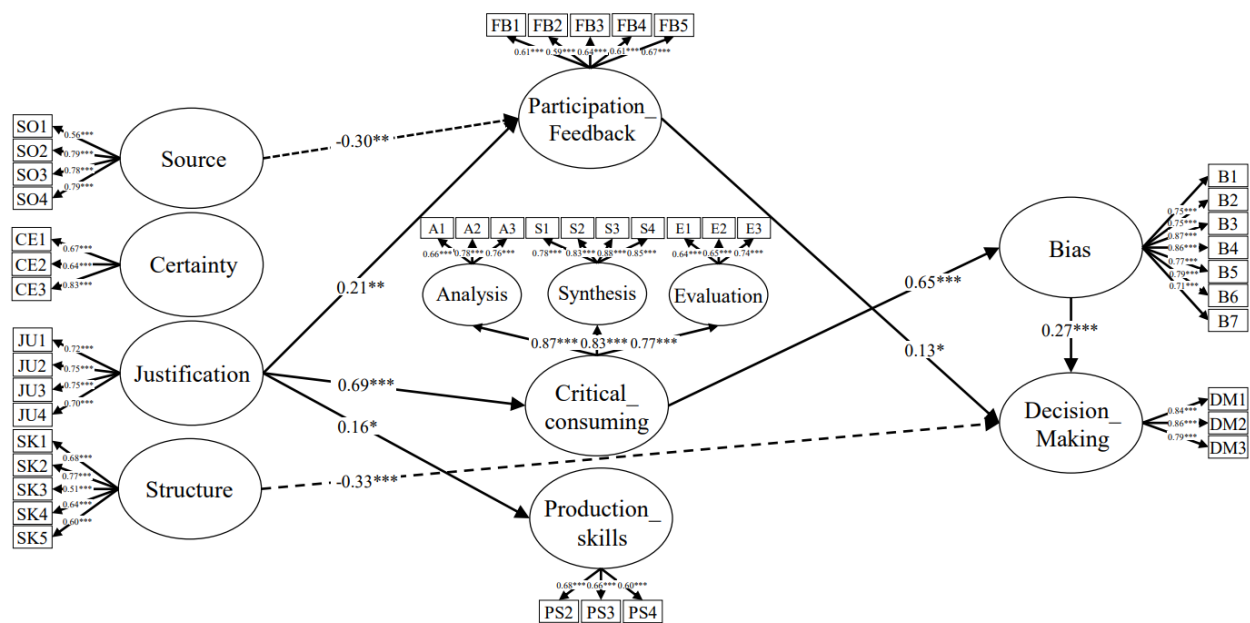


圖 1 網路新聞與新媒體素養問卷模型結果 (* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$)

4.3. 結果討論

• 網路新聞的參與及回饋

大學生對於網路新聞來源的觀點會負向地預測其在網路新聞的參與及回饋的頻率，表示大學生若對於網路新聞來源的認知越清楚，其在網路新聞的參與及回饋就越差，研究者認為是大學生較不傾向在其認知中認為來源有問題的網路新聞上做出回應。但相對的，大學生對於網路新聞合理性的評估能力能顯著預測其在網路新聞的參與及回饋的頻率，表示善於辨別網路資訊正確性的大學生，其網路參與度和發表回饋的頻率也較高。

• 批判性媒體素養

從結果也可注意到，大學生評估新聞合理性的能力越強，其在新媒體素養的表現也越高，而新媒體素養也會高度地正向預測大學生對網路新聞偏見內容的覺察能力。研究者推測，大學生越具有對於網路新聞內容分析、評估與合成比較的新媒體素養，越能夠透過這些能力察覺網路新聞中帶有的偏見。最後，偏見也正向地預測大學生在接收網路新聞後導致的行為改變，可能包含改變看法、觀點與判斷。

- 網路結構與行為改變

大學生對於網路的功能架構的觀點，會負向地預測其在接受新聞的行為改變。換言之，大學生對網路的結構越是不信任，越不容易因為新聞而改變自己的想法或觀點。

- 網路新聞的合理性觀點

大學生評估網路新聞的合理性的能力越強，則較有可能會利用網路新聞製作媒體素材，並將其上傳到社交軟體。研究者認為這也許是因為新媒體時代的資訊能夠快速流通，大學生會在接觸到自己認為合理或正確的新聞資訊後進行轉貼、評論和二次創作等，以便能夠將自身的想法傳遞給社交軟體上的其他使用者。

5. 結論

針對當前網路的發展和大學生新媒體素養教育的挑戰，本研究通過四種量表，建立一個新的模型探究影響大學生的媒體識讀能力與批判性思維能力的因素，以進一步了解提升大學生網路偏見內容覺察能力和批判性思維能力的方法。研究結果顯示，臺灣大學生對於網路新聞合理性的評估能力可以正向影響他們的新媒體素養，而新媒體素養也能進一步使大學生辨別網路新聞中的偏見內容，偏見內容也會導致大學生後續行為發生改變。網路新聞來源的觀點會負向預測大學生參與及回饋的頻率，而新聞的合理性評估則能正向預測參與的頻率，這表示臺灣大學生會對於新聞來源的透明程度以及內容是否具有合理性作為是否要進行回應的依據，同時新聞的合理性也可以正向預測大學生進行媒體產製技能的能力。

參考文獻

- 江宜芷、林子斌、孫宇安（2018）。理解媒體素養：以大學生的批判性消費素養認知為例。教育實踐與研究，31(1)，1-37。
- 林玉鵬、王維菁、陳炳（2020）。媒體素養教育政策再思考。教育科學研究期刊，65(1)，115-136。
- 鍾布、黃煜、周一凝（2014）。新媒體時代的網路新聞研究前沿。傳播與社會學刊，(29)，235-265。
- Celik, I., Muukkonen, H., & Dogan, S. (2021). A model for understanding new media literacy: Epistemological beliefs and social media use. *Library & Information Science Research*, 43(4), 101-125.
- Chen, Y. Y., Li, C.M., Liang J.C., & Tsai. C.C. (2018). Health Information Obtained From the Internet and Changes in Medical Decision Making: Questionnaire Development and Cross-Sectional Survey. *Journal of Medical Internet Research*, 20(2):e47.
- Chiu, Y. L., Liang, J. C., & Tsai, C. C. (2013). Internet-specific epistemic beliefs and self-regulated learning in online academic information searching. *Metacognition and learning*, 8(3), 235-260.
- explorative theoretical framework. *Educational Technology & Society*, 16(4), 160-170.

- Hofer, B., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67(1), 88-140.
- Kammerer, Y., Bråten, I., Gerjets, P., & Strømsø, H. I. (2013). The role of Internet-specific epistemic beliefs in laypersons' source evaluations and decisions during Web search on a medical issue. *Computers in human behavior*, 29(3), 1193-1203.
- Lin, T. -B., Li, J. -Y., Deng, F., & Lee, L. (2013). Understanding new media literacy: An
- Lister, M., Dovey, J., Giddings, S., Grant, I., & Kelly, K. (2008). *New media: A critical introduction*. Routledge.
- Liu, D. (2020, June). Strategies for Improving the New Media Literacy Education for University Students. In 2020 International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE) (pp. 343-346). IEEE.
- Muis, K. R., Bendixen, L. D., & Haerle, F. C. (2006). Domain-general and domain-specificity in personal epistemology research: Philosophical and empirical reflections in the development of a theoretical framework. *Educational Psychology Review*, 18(1), 3–54.
- Reem Al- Zou'bi. (2021). The impact of media and information literacy on acquiring the critical thinking skill by the educational faculty's students. *Thinking Skills and Creativity*, 39,
- Schommer, M. (1990). The effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504.
- Strømsø, H. I., & Bråten, I. (2010). The role of personal epistemology in the self-regulation of internet-based learning. *Metacognition and Learning*, 5(1), 91-111.

Exploring the Relationships Between College Students' STEM Literacy and Epistemic Fluency

Ji, Sih Han¹; Cheng, Gillian¹; Chen, Wei-Hao¹; Tsai, Yu-Fang¹; Cheng, Yuan-Chen¹; Hsueh, Hsi-Yu¹; Chen, Wei Shou¹; Yeh, Chin Shu¹; Liang, Jyh-Chong^{1*}

¹ National Taiwan Normal University

*aljc@ntnu.edu.tw

【摘要】 STEM 素養代表學生所具備之相關知識、情意與技能，而認知流利度則代表著學生能夠抽象且跨領域運用知識的高層次思考能力，本研究旨在探討大學生 STEM 素養與其認知流利度之關係。研究對象為包括大學學生共 77 人，使用網路進行問卷施測，以相關分析了解構面間的關係，並進一步使用階層式迴歸模型分次納入分析。在相關分析中可以看到各構面間顯著相關，進一步進行階層迴歸發現對認知流利度具顯著預測力之構面有學習自我效能、科學科技學習知識、產品設計科技學習知識、設計意向、跨學科溝通能力與性別×學習自我效能之交互作用項。顯示出越高的學習上的自我效能，並有較高 STEM 素養、創造思考與跨領域溝通能力的大學生，將會顯著的對認知流利度表現上較佳。認知流利度在教育目標屬最高層次，代表能夠靈活運用知識做出決策的一種能力，本研究透過探討高等教育中 STEM 素養與認知流利度的關係，找出影響高層次思考之影響因素，進一步為教育現場提供建議與分析。

【關鍵字】 STEM 教育；素養；科技學科教學知識；認知流利度；設計

Abstract: The study aims to explore the association between students' STEM literacy and epistemic fluency, which represents the student's high-order thinking. This study includes 77 undergraduate students into analysis, online questionnaire was used for collecting data. The collected data were analyzed through Pearson's correlation analysis and hierarchical linear regression, significant positive associations between each construct are found in the correlation analysis. For the hierarchical regression, students' academic self-efficacy, science learning content knowledge, production design learning content knowledge, design disposition, interdisciplinary communication skill, and interaction effect of sex and academic self-efficacy can make significant prediction on epistemic fluency, which means student having communication skills and creative thinking, or high self-efficacy and STEM literacy, will have high epistemic fluency, or said high-order thinking performance. This study could provide suggestions and analysis of college education through finding determinants of epistemic fluency, which is the highest level of educational objective.

Keywords: STEM education, literacy, TPACK, epistemic fluency, design education

1. 前言

近年來，隨著科技融入教育、批判性思考以及跨領域學習的重要性提升，與 STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) 和「科技學科教學知識」(Technological Pedagogical And Content Knowledge, 後簡稱 TPACK) 的相關研究與日俱增，但卻鮮少看見將 STEM 教育與 TPACK 架構同時討論的相關研究。根據 Bloom(1964) 所提出之教育目標分類以及十二年國教所倡導之教育目標層次，可以了解到教育知識由低到高被區分成認知、情意、技能與行為，而根據 OECD(2005) 所提出的素養架構中指出，素養的體現，在於將不同層次的教育知識交織所

形成的高層次概念。本研究旨在從學生的角度檢視學生在 TPACK 理論下的 STEM 素養，並在此理論架構下檢視學生在高層次思考，也就是認知流利度上之表現。

2. 編文獻探討

2.1. STEM 與高層次思考

STEM 為跨領域課程包括科學(Science)、科技(Technology)、工程(Engineering)、數學(Mathematics)的簡稱。自美國首度提倡 STEM 教育後，許多國家也逐漸重視 STEM 對教育改革的影响，因此制定相關政策以提升國家競爭力。為了強調跨學科學習，SMET 被修改為 STEM，而正式開啟 STEM 教育的發展。STEM 的教育特點是引導學生，建構跨學科知識整合的能力，並著重強調結合「動手做」與「高層次思考」的教育思維，其中高層次思考是強調創造思考、決策與思考突破，是教育中認知的高級形式，也是 21 世紀資訊的爆炸發展下人們應具備的必要技能 (O'Tuel and Bullard 1993)。因此 STEM 教學的規畫，以「工程設計」為主軸，並輔以相關工具、技術的使用，從中可以建立學生的實際操作的能力。STEM 教育倡導的五大學習精神為跨領域、動手做、生活應用、解決問題、五感學習，正好與十二年國教所倡導的精神相符。另外，STEM 教育也希望能夠提供學生動手做的學習經驗，並讓學生應用所學的知識，從中可以解決現實世界問題。

2.2. STEM-TPACK 素養

近年來隨著科技融入教育的重要性提升，ICT 技能缺乏清晰理論架構的問題也漸漸被提出，而此時 Mishra 與 Kohler(2009)以 Shulman(1987)原有的 PCK 理論內涵為基礎予以擴充，提出了「科技學科教學知識」理論 (Technological Pedagogical and Content Knowledge, TPACK)，TPACK 理論將 PCK 理論基礎中的學科知識 (Content Knowledge, CK) 與教學法知識 (Pedagogical Knowledge, PK) 再加入科技知識 (Technological Knowledge, TK) 協助教學歷程與科技知識的結合。在過去研究中，可以看到許多支持科技融入 STEM 教育對提升學生學習的有效證據，例如在探究式的科學教育中以擴增實境技術(Augmented Reality, AR)輔助教學，能夠以環境為媒介提升學生對學科知識的可近性，同時更能夠有效利用現行數據，進行對科學主題的延伸與探究 (Aina, 2013; Nielsen et al., 2016)。儘管有許多相關的研究與證據，但卻仍然缺乏在 TPACK 理論架構下的 STEM 研究卻鮮少被討論，在 Chai 與 Jong(2020)中嘗試將兩者結合，使用新開發之 STEM-TPACK 問卷對教師進行前導研究，研究顯示科學科技教學知識、數學科技教學知識與工程科技教學知識，能夠預測教師對進行 STEM-TPACK 課程之自我效能感。

隨著教育現場將 STEM 與 ICT 整合的需求提高，對 STEM-TPACK 進行更深入的研究是絕對必要的，Chai(2019)在也指出此領域之潛力，而本研究為做為一前導研究，以 STEM-TPACK 理論為基礎，檢視大學生在科技融入教育的 STEM 課程中的素養表現，此外，更欲探索更高層次之教育維度與學生的關係，以認知流利度來了解學生之高層次思考。根據教育部最新版之教育程度標準分類，大學教育屬於高等教育，居於正規學制結構的頂端，以研究學術及培養專業人才為要務，因此本研究將了解大學生高層次思考的表現作為研究目的，從學生之自我效能，STEM 素養中的科學、數學與產品設計學習知識，與創造思考關之設計意向，與整合能力有關之跨學科溝通能力，透過各構面去探索教育中對高層次思考之影響因素，以了解高等教育現場中的現況，以更了解課程對學生所發揮的功能與影響。

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究之對象為問卷調查期間之在學大學生，問卷使用便利抽樣法，以網路問卷之方式進行施測，研究截止共回收 78 份有效問卷，其中包括 56.4 % 男性與 43.6 % 女性，平均年齡為 22 歲，來自不同的系所並橫跨四個年級，這些系所中 56.4% 之學生為 STEM 相關科系之背景。

3.2. 研究工具

本研究編自 Chai 與 Jong (2020) 所使用之 STEM-TPACK 問卷，其中包括科學科技學習知識、數學科技學習知識、工程科技學習知識與跨學科 STEM 整合能力四個構面，共 21 題，各題向的信度介於 0.85 至 0.93 之間，具有良好的信度。此外參考 Tsai 與 Ho (2011) 開發之學習自我效能問卷，包含學習自我效能 5 題。根據研究目的，我們也發展了三個維度，認知流利度、跨學科溝通能力與設計意象共 23 題，各題向的信度介於 0.89 至 0.92 之間，同樣具有良好的信度表現。因此本研究透過 2 個問卷與新發展的維度，欲探討學生在科技融入 STEM 課程中的高層次思考素養表現。

3.3. 資料分析

本研究使用皮爾森相關分析，來了解各構面間之相關情形，再使用階層式迴歸模型進行分析，自變項依據專家提出的假說逐次放入模型中，並根據 Baron 與 Kenny (1986) 的建議，模型首先加入自變項再加入調節變項，調節效果為自變項與依變項的關係受到調節變項的影響，以分析研究變項對大學生認知流利度，也就是高層次思考之影響，鑒於研究樣本數的數量較低，本研究在階層迴歸分析中將以 $p < 0.1$ 作為統計顯著水準。

4. 研究結果

4.1. 皮爾森相關分析

經皮爾森積差相關分析的結果如表 1，結果顯示認知流利度與其他構面間都具有顯著且正項的相關性，學習自我效能(.52)、科學科技學習知識(.75)、數學科技學習知識(.66)與產品設計科技學習知識(.61)、設計意象(.59)與跨學科溝通能力(.73)，其中有兩個構面達到高度相關，代表若學生高層次思考的能力越高，科學表現及跨學科溝通能力也會越高。

表 1、各構面間之皮爾森相關矩陣摘要表(N = 78)

	1	2	3	4	5	6	7
1. ASE	—	.471***	.432***	.596***	.366***	.416***	.521***
2. Science		—	.742***	.745***	.483***	.528***	.751***
3. Math			—	.691***	.569***	.518***	.661***
4. Production Design				—	.580***	.493***	.614***
5. Design Disposition					—	.635***	.59***
6. Communication						—	.725***
7. Epistemic Fluency							—

註：*** $p < 0.001$

4.2. 皮爾森相關分析

為了更了解個構面對高層次思考的解釋力，研究以專家的假說為依據，將構面依次納入階層式迴歸模型。以學生之「認知流利度」為依變項，模式一放入背景變項性別與年齡，模型二再放入與個人有關的與「學習自我效能感」，模式三放入與「設計意向」以及 TPACK-STEM 中的三個構面「科學科技學習知識」、「數學科技學習知識」與「產品設計科技學習知識」，模

式四再與「跨學科溝通能力」，模式五放入性別的交互作用項作為調節變項進入分析。由表二的摘要表顯示，在模型一控制背景變項後 $R^2 = .04$ ，而當模型二納入學習自我效能後 $R^2 = .30$ ， $\Delta R^2 = .26$ ，對認知流利度的標準化係數 $\beta = .51$ ($p < .01$) 達到統計顯著水準，可見學習自我效能對認知流利度具有非常高的解釋力。

模型三之 $R^2 = .69$ ，能夠顯著預測認知流利度的變項包括設計意向 $\beta = .34$ ($p < .01$)、科學科技學習知識 $\beta = .55$ ($p < .01$)、產品設計科技學習知識 $\beta = -.23$ ($p < .1$)，而數學科技學習知識 $\beta = .12$ 未達到統計顯著水準，代表數學科技學習知識對認知流利度不具預測力，且當學生的設計意象及科學科技學習知識越高，他的高層次思考能力也會越高，另外發現產品設計科技學習知識對認知流利度有顯著的負向預測，回到 Chai 與 Jong (2020) 所使用之 STEM-TPACK 問卷中對此構面之題向敘述，可以看見產品設計科技學習知識之內涵具有其獨特性，相較於其他構面更加技術導向，若非 STEM 相關科系之學生，容易在此構面得到較低之分數，而問卷施測對象橫跨各學院別，非 STEM 相關科系的學生高達 43.6%，高層次思考並不會僅在 STEM 相關科系中的學生身上展現，因此若要進一步分析，應考慮納入學院別做為控制變項，或是使用分層之方式進行分析。

模型四之 $R^2 = .77$ ，跨學科溝通能力 $\beta = .40$ ($p < .01$)，代表當跨學科溝通能力愈高，也會擁有較高的認知流利度表現。模型五之 $R^2 = .79$ ，除了性別 \times 學習自我效能 $\beta = .72$ ($p < .1$)，對認知流利度具顯著預測利以外，其他交互作用項皆沒有顯著，代表性別的調節效果並沒有改變科學、數學與產品設計科技學習知識對認知流利度的影響。

表 2、階層回歸模型摘要表

Steps and variables	Model 1			Model 2			Model 3			Model4			Model5		
	B	β^a	t	B	β	t	B	β	t	B	β	t	B	β	t
1 Constant	-4.95		-0.09	9.14		0.19	-33.02		-0.97	-27.15		-0.91	-36.02		-1.20
Sex	0.27	0.20	1.70*	0.21	0.16	1.57	0.23	0.17	2.29**	0.26	0.19	3.01***	-0.34	-0.25	-0.72
Age	0.00	0.02	0.15	0.00	-0.01	-0.15	0.02	0.07	0.97	0.01	0.05	0.91	0.02	0.07	1.21
2 ASE				0.45	0.51	5.24***	0.19	0.21	2.54**	0.14	0.15	2.07**	0.12	0.14	1.40
3 Science							0.51	0.55	4.77***	0.40	0.44	4.28***	0.47	0.51	3.18***
Math							0.09	0.12	1.06	0.07	0.09	0.97	-0.01	-0.01	-0.10
Production design							-0.23	-0.23	-1.87*	-0.19	-0.19	-1.79*	-0.21	-0.21	-1.27
Design disposition							0.32	0.34	3.73***	0.15	0.16	1.79*	0.11	0.11	1.25
4 Communication										0.39	0.40	4.87***	0.40	0.40	4.86***
5 Sex \times ASE													0.27	0.72	1.79*
Sex \times Math													-0.14	-0.38	-0.73
Sex \times science													0.03	0.09	0.16
Sex \times Production													.015	.040	.112

註* $p < 0.1$ ** $p < 0.05$ *** $p < 0.01$; Sex: 0 female, 1 male)

5. 結論

本研究旨在探討大學生 STEM 素養與其認知流利度之關係，從研究的結果可以發現，所有構面在未控制的情況下對認知流利度皆有顯著的正相關，但進入階層迴歸分析後，則顯示真

正能夠對認知流利度進行預測的變項，包括一個人的學習自我效能、STEM 素養中的科學與產品設計科技學習知識具有預測能力、設計意向、跨學科溝通能力與性別和學習自我效能之交互作用項。因此若從學科專業的角度討論，發現大學生在科學與產品設計之素養表現越高，認知流利度的表現越好；從個人能力或特質上的角度討論，若具備高自我效能、能夠將抽項想法具體化的設計意向與擁有良好溝通技能，其在認知流利度上的表現也越好。另外可以發現與同樣理論架構下的其他構面不同，數學科技學習知識在納入模型後並未達到顯著，可見此構面對認知流利度雖有顯著相關性卻不具備解釋能力。根據葉玉珠(2002)對高層次思考之定義與說明，認知流利度在教育目標屬最高層次，代表能夠靈活運用知識做出決策的一種能力，本研究透過探討高等教育中 STEM 素養與認知流利度的關係，探索與高層次思考相關之影響因素，為如何提升學生之認知流利度提供方法與線索。本研究具有樣本數過少之研究限制，從前導研究的角度來看，目前之分析結果具有進行大樣本分析之價值，建議未來可使用大樣本數進行重新分析。

參考文獻

- Aina, J. K. (2013). Effective teaching and learning in science education through information and communication technology [ICT]. *IOSR Journal of Research and Method in Education*, 2(5), 43-47.
- Baron, R. M. and D. A. Kenny (1986). "The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations." *Journal of personality and social psychology* 51(6): 1173.
- Bloom, B. S., College, C. o., & Examiners, U. (1964). *Taxonomy of educational objectives (Vol. 2)*. Longmans, Green New York.
- Chai, C. S. (2019). Teacher professional development for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A review from the perspectives of technological pedagogical content (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher*, 28(1), 5-13.
- Chai, C. S., Jong, M., & Yan, Z. (2020). Surveying Chinese teachers' technological pedagogical STEM knowledge: a pilot validation of STEM-TPACK survey. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 203-214. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106181>
- Co-operation, O. f. E., & Development. (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. OECD Paris.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70.
- Nielsen, B. L., Brandt, H., & Swensen, H. (2016). Augmented Reality in science education—affordances for student learning. *NorDiNa*, 12(2), 157-174.
- O'Tuel, F. S. and R. K. Bullard (1993). *Developing higher order thinking in the content areas K-12, Critical Thinking Books & Software*.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.
- Tsai, C.-C., et al. (2011). "Scientific epistemic beliefs, conceptions of learning science and self-efficacy of learning science among high school students." *Learning and Instruction* 21(6): 757-769.
- Udall, A. J. and J. E. Daniels (1991). *Creating the Thoughtful Classroom: Strategies To Promote Student Thinking. Grades 3-12*, ERIC.

Effectiveness of Mobile-assisted English Vocabulary Learning for L2 Learners: a meta-analysis

Hexin, Li¹, Yong, Liu^{1,2*},

¹ School of Network Education, Beijing University of Posts and Telecommunications

² Beijing Key Laboratory of Network System and Network Culture, Beijing University of Posts and Telecommunications

*liuyong001@bupt.edu.cn

Abstract: *The development of mobile technology pushes forward the research of the mobile-assisted language learning (MALL). As part of MALL, mobile-assisted vocabulary learning (MAVL) has also been a popular research target. However, review studies of mobile-assisted English vocabulary learning (MEVL) are rare, and the effectiveness of MEVL remains unclear. In this study, a meta-analysis and research synthesis of the research on the learning effectiveness of MEVL is performed. Based on the results of 49 effect sizes from 31 empirical studies published from January 2008 to March 2021, it is found that the overall effect size is 1.065, demonstrating a highly positive influence of mobile-assisted learning on English vocabulary learning. This study also analyzed the effects of nine moderator variables, and found that seven out of them are statistically significant moderators, while the other two are not. These findings will provide implications for future MEVL-related studies and applications.*

Keywords: mobile-assisted English vocabulary learning, English vocabulary memory, L2 learners, meta-analysis

1. Introduction

With the evolution of mobile technology and the widespread use of mobile devices, Mobile-assisted language learning (MALL) was proposed to help remote language learners learn to use mobile devices to provide feedback (Twarog & Pereszlenyi-Pinter, 2011). Vocabulary plays a key role in language learning (Tight, 2010). Therefore, taking advantages of mobile technology, mobile-assisted vocabulary learning (MAVL) is realized by introducing mobile devices to vocabulary learning. For L2 learners, MAVL allows them to learn small amounts of learning materials in short periods of their spare time without being constrained by location or time (Sung et al., 2016), so mobile learning may be most effective for students by using mobile phones no matter they are in the classroom or not (Hao et al., 2021).

Nevertheless, some researches argued that no significant impact on the effect of MEVL (Lai, 2016; Reeves et al., 2017). Thus, some systematic literature reviews using meta-analysis methods are conducted and the overall learning outcomes of MAVL for L2 learners, as well as various moderating effect, are explored (Lin & Lin, 2019; Mahdi, 2018). In these researches, L2 is involved into multiple languages including English, Spanish, French, and so on, in which the language of English is majority. Thereby, there are many researches involved into mobile-assisted English vocabulary learning which is called MEVL in our study for short.

However, two inconsistent conclusions are drawn from the learning outcomes of MEVL. One conclusion revealed that the impact of English vocabulary learning by mobile technology is significant (Al-Ahdal & Alharbi, 2021; Fang et al., 2021), while the other conclusion showed not (Lai, 2016; Reeves et al., 2017). Hereby, a meta-analysis on the learning outcomes of MEVL is performed in this study. Specifically, the primary purpose of this study is to measure the overall effect of MEVL, and respective effect in terms of various moderator variables.

2. Literature Review

2.1. Mobile-assisted Vocabulary Learning

MALL is considered as the combination of CALL and mobile learning (Stockwell & Hubbard, 2013). The portability, personalization, interactivity and collaboration advantages of MALL make students' learning enhanced (Ahmad et al., 2013; Kukulska-Hulme & Shield, 2008). About 80% of MALL cases have positive effects (Burston, 2012). Tight (2010) indicated that the foundation of language learning for L2 learners is to master vocabulary. However, it is one of the biggest challenges that L2 learners face because the process of vocabulary learning is long and boring (Chen et al., 2019). The advantages of mobile technology make it possible to solve this issue. In fact, it is the most frequently for the exploration research on L2 vocabulary learning in the current MALL studies (Darmi & Albion, 2014), which is called mobile-assisted vocabulary learning (MAVL). Among the researches on the effectiveness of MAVL, however, two inconsistent conclusions are proposed. Some researches conclude positive effect of MAVL could be achieved (Al-Ahdal & Alharbi, 2021; Fang et al., 2021), while the other researches show no impact (Lai, 2016; Reeves et al., 2017).

Therefore, some researchers have conducted MAVL experimental studies by a meta-analysis method in order to offer more explanations of overall results through a comprehensive approach of scientific research. Mahdi (2018) conducted a meta-analysis of the learning outcomes of vocabulary learning by mobile devices based on 16 studies from 2008 to 2015. They found that mobile-assisted learning had a medium effect on vocabulary learning. Lin and Lin (2019) examined the effects of MAVL from 33 experimental studies conducted between 2005 and 2018 by a meta-analysis, and found a significant positive effect of MAVL. From the above two meta-analysis conclusions we can see the inconsistent results about the effectiveness of MAVL. The reason may be the different publication time of their selected literature. With the popularity of mobile devices, people are more familiar with mobile learning, so the learning effect of MAVL will change.

2.2. Mobile-assisted English Vocabulary Learning

English is regarded as an essential communication tool to be selected as L2 language in many countries (Kuo et al., 2015). Most of the language involved in MAVL related research is also the language of English. From research results of MEVL we can see that inconsistent results are concluded. One conclusion indicates that mobile learning has a significant positive influence on the learning outcomes of English vocabulary (Al-Ahdal & Alharbi, 2021; Fang et al., 2021; Wu, 2018). The other is no significant impact on effectiveness of MEVL (Chen, 2010; Lai, 2016; Reeves et al., 2017).

Although the conclusions on the learning outcomes of MEVL are inconsistent, so far, no systemic analysis, such as meta-analysis, has been found to explore this issue and give a comprehensive result. The aforementioned MAVL meta-analysis reviews depicted the effectiveness of mobile-assisted vocabulary learning, but not specific for English vocabulary (Lin & Lin, 2019; Mahdi, 2018). And the conclusions of the two MAVL-related reviews are not exactly the same. Both of them believed mobile learning had a certain positive impact on vocabulary learning, but the degree of the impact remained inconsistent. Furthermore, with the rapid evolvement of mobile technology, the learning outcomes of MEVL, as well as the influences of moderator variables, will change accordingly. Thus, it is necessary to confirm the overall effect of MEVL, and the effects in terms of various moderator variables.

3. Research Purpose and Questions

In this meta-analysis, the primary purpose is to investigate the effectiveness of MEVL. Specifically, two research questions are proposed and discussed in detail: (1) What is the overall effect of MEVL? (2) How the moderator variables affect the effect sizes of MEVL?

4. Method

4.1. Literature Search

With the purpose of the high quality of the research, the literature search is implemented in the following two databases: Web of Science (WoS) for the literature in English and Chinese Social Sciences Citation Index (CSSCI) database for the literature in Chinese. Two sets of keywords related to mobile learning and vocabulary respectively are used to retrieve the relevant literature. For English literature, mobile learning related keywords include "MALL", "Mobile Learning", "Mobile Teaching", "Ubiquitous Learning" and "Seamless Learning", and vocabulary related keywords include "L2" and "vocabulary". For Chinese literature, the combination of "mobile" and "English" as search terms is used to search Chinese papers in the CSSCI database. With the determined keywords, the literature published between January 2008 and March 2021 is searched, and the retrieval time is April 2021. The year of 2008 is chosen as starting point due to the fact that the smart mobile terminal such as iPhone, emerged around 2008, subsequent studies can more reflect the effectiveness of mobile-assisted learning (Chen et al., 2020). After the initial database search, 950 English literatures and 37 Chinese literatures are finally retrieved.

4.2. Literature Screening Criteria

Preliminary screening of sample literatures is carried out firstly, leaving 84 literatures in the end. Then, the following screening criteria are set to filter the literatures further: (1) The mobile-assisted learning is the main variable, so the experimental group in each sample study is required to use mobile devices. Effects studies on English vocabulary learning that did not use mobile methods will be deleted. (2) This study takes English vocabulary learning outcomes as the main dependent variable. The studies on other L2 languages other than the language of English are excluded. At the same time, the studies which measured factors other than vocabulary (e.g., language, speaking, writing and reading skills) are excluded. (3) The studies that did not provide sufficient data information such as sample size, mean, variance or *t*-value or *p*-value, to calculate the effect size are excluded.

On account of the three criteria for literature screening, 31 literatures are left as literature samples for meta-analysis, including 30 English literatures and 1 Chinese literature, involving 49 effect sizes, all of which were independent studies.

4.3. Literature Coding Scheme

In this study, the coding scheme is developed referring to previous sample coding sheet (Chen et al., 2020). The resulting coding scheme for the 49 sample studies includes nine categories as follows:

- (1) Educational level, which is subcategorized as kindergarten, primary school, middle school, college and graduate.
- (2) Sample size, referring to the number of participants in each sample study, which is subcategorized as no more than 50 persons (<50 persons), between 50 and 100 persons (50-100 persons) and more than 100 persons (>100 persons).
- (3) Intervention duration, referring to the time span for the treatment, which is subcategorized as between one and three weeks (1-3 weeks), four weeks (4weeks), between five and eight weeks (5-8 weeks) and between nine and eighteen weeks (9-18 weeks).
- (4) Test phase, referring to how long the test is conducted after the intervention, which is subcategorized as timely and delayed.
- (5) Device type, referring to the types of mobile devices used, which is subcategorized as mobile phones, personal digital assistants (PDAs) and tablets (including Tablet PCs and ipads).
- (6) Software type, referring to different types of software running on mobile devices, which is subcategorized as Application (App), Learning System, Short Message Service (SMS) and Multimedia Message Service (MMS). Among them, the Learning System subcategory refers specifically to those learning systems running on PDAs.
- (7) Learning approach, which is subcategorized as autonomous learning, collaborative learning and other learning approach (including situated learning, game-based learning and task-based learning). Since most of the MEVL studies are on autonomous learning and collaborative learning, three other learning approaches, i.e., situated learning, game-based learning and task-based learning are combined into a "other learning approach" subcategory.

(8) Learning context, referring to the place where the mobile devices are used for learning, which is subcategorized as formal learning context (such as classroom, school, etc.), informal learning context (such as museum, zoo, etc.) and blended learning context (including formal and informal learning context).

(9) Learning form, which is subcategorized as formal learning and informal learning.

Based on the determined coding scheme, 10 out of 49 sample studies are randomly selected and coded by two researchers independently. After that, they discuss the differences of coding results, and reach agreement. Finally, the two researchers code the rest of sample studies, discuss and reach agreement on all codes.

4.4. Effect Size Calculation

In this study, the software for meta-analysis is Comprehensive Meta Analysis 2.0 (CMA2.0). Hedge’s g (Hedges, 1981) is calculated as effect size to represent the effectiveness of MEVL in each sample study. Hedge’s g is used to describe the magnitude of difference between two groups (Norris & Ortega, 2006).

5. Results and Discussion

5.1. Homogeneity Test and Overall Effect Size

A homogeneity test is conducted firstly in this study. The results show that $Q = 387.785$, $df = 48$ and $p < .001$ (Table 1), indicating that statistic Q is statistically significant, thus, the effect sizes are heterogeneous in distribution (Borenstein et al., 2009). In this study, the I^2 statistic is 87.622% (Table 1), more than 75%, indicating that the heterogeneous degree of our effect sizes is high. Thus, 49 effect sizes in this study are analyzed by random effects model due to significant and high degree of heterogeneity. The results also indicate that potential moderating effects on leaning outcomes of MEVL may exist in sample studies (Cooper, 1989). As summarized in Table 1, the overall effect size is 1.065. The overall effect size of this study is larger than 0.8, indicating a high effect of MEVL. With p -value ($p < 0.001$), it concludes that mobile-assisted learning has a significant positive influence on the learning of English vocabulary.

Table 1. Overall effect sizes of MEVL.

Model	Effect size and 95% confidence interval				Test of null [2-Tail]			Heterogeneity		
	k	ES	Lower	Upper	Z-value	p -value	Q -value	$df(Q)$	p -value	I -squared (%)
Random	49	1.065	0.846	1.285	9.502	0.000	387.785	48	0.000	87.622

5.2. Effect Sizes of Moderator Variables

5.2.1. Educational Level

As can be seen from Table 2, four educational levels have a high influence on the effectiveness of MEVL, which the ES is largest for primary school ($g = 1.677$, $p < .01$), the second is graduate ($g = 1.505$, $p < .01$), followed by graduate ($g = 1.044$, $p < .01$) and middle school ($g = 0.872$, $p < .01$). For kindergarten ($g = 0.835$, $p = .058$), no significant effect size is produced. This might occur because kindergarten children are too young to have the ability to use mobile devices independently, so the impact on their English vocabulary learning effect is not significant. Q_B statistic ($Q_B = 34.527$, $p < .001$) shows that a significant difference is found among the mean effect sizes of different educational levels. Therefore, we believe that MEVL can be widely used at the level of primary school and above.

5.2.2. Sample Size

According to Table 2, the subcategories of ‘< 50 persons’ ($g = 1.060$, $p < .001$) and ‘50-100 persons’ ($g = 1.060$, $p < .001$) have equal effect sizes, both slightly lower than the effect size of ‘>100 persons’ ($g = 1.072$, $p < .001$). Depending on Q_B statistic ($Q_B = 1.629$, $p = .443$), the difference among the three sample sizes is not statistically significant, that is, the effectiveness of MEVL is independent on sample sizes.

5.2.3. Intervention Duration

As listed in Table 2, the effect size of 4 weeks is 1.175 ($p < .001$), larger than that of 9-18 weeks ($g = 1.094, p < .001$), followed by 1-3 weeks ($g = 1.032, p < .001$) and 5-8 weeks ($g = 0.920, p < .001$). The value of Q_B statistic ($Q_B = 7.745, p = .052$) shows that the effect sizes are not statistically significant different among different intervention durations, that is, mobile learning can enhance the learning outcomes of English vocabulary regardless of intervention durations.

5.2.4. Test Phase

From Table 2, large effect size is reported for MEVL in delayed tests ($g = 1.318, p < .001$), larger than timely tests ($g = 0.975, p < .001$). The value of Q_B ($Q_B = 14.873, p < .001$) indicates statistically significant difference existed between timely tests and delayed tests. We find that delayed test has a higher positive effect than timely test on the effectiveness of MEVL. This confirms that the promotion of MEVL is not only immediately effective after the intervention, but also has a long-term effect. It can be seen that mobile-assisted learning is conducive to the maintenance of word memory.

5.2.5. Device Type

Table 2 shows that all three types of devices in MEVL led to large effect sizes. The effect size of PDAs is 1.221 ($p = .042$), larger than that of tablets ($g = 1.030, p = .013$) and mobile phones ($g = 0.952, p < .001$). From Q_B statistic ($Q_B = 10.341, p = .006$), the effect sizes of the three device types are found to be statistically significant different, in which the effect using PDAs is better than that using tablets or mobile phones. This may be that the entertainment function of PDAs is not rich enough, which makes it easier for students to concentrate on the learning.

5.2.6. Software Type

According to Table 2, large effect sizes are reported for MEVL using App ($g = 1.091, p < .001$), SMS ($g = 1.027, p < .001$) and Learning System ($g = 1.007, p = .002$), whereas MMS software type yields a medium effect ($g = 0.609, p < .001$). Following from Q_B statistic ($Q_B = 8.118, p = .044$), the mean effect sizes are significantly different among the four software types, among which App has the greatest impact. This is consistent with the current reality, that is, App has been widely used in mobile learning for the past few years, and learners are more familiar with App. Apps should be selected or developed as much as possible to promote English vocabulary learning through mobile devices.

5.2.7. Learning Approach

Table 2 lists the effect sizes results of the learning approaches on the effectiveness of MEVL. We can see that all the three learning approaches have a high influence on the effectiveness of MEVL, in which, the ES is largest for collaborative learning ($g = 1.486, p = .002$), slightly larger than other learning approaches ($g = 1.484, p = .002$), followed by autonomous learning ($g = 0.957, p < .001$). According to Q_B statistic, statistically significant difference exists in these three learning approaches ($Q_B = 33.884, p < .001$). The possible reason is that when learners use mobile devices for autonomous learning, their interest, consciousness and initiative are lower than those learners adopting collaborative learning and other learning approaches.

5.2.8. Learning Context

As shown in Table 2, large effect sizes are reported for MEVL in both blended ($g = 1.292, p = .001$) and formal learning context ($g = 1.164, p < .001$), while a medium-to-large effect size is found in informal learning context ($g = 0.712, p < .001$). From Q_B statistic ($Q_B = 23.391, p < .001$), the three learning contexts are found to be statistically significant different, in which the largest positive effect exists in blended learning context. Possibly because the blended learning context provide both formal context, and flexible informal context, to improve students' learning interest.

5.2.9. Learning Form

As listed in Table 2, more than half of the sample studies adopt a formal learning form, with a high effect size achieved ($g = 1.223, p < .001$). While for informal learning ($g = 0.757, p < .001$), a medium-to-large effect is reported. The value of Q_B ($Q_B = 16.444, p < .001$) reveals the effect sizes of the two learning forms have statistically significant difference, in which formal learning has a larger effect than informal learning, implying that teachers' organization, management and guidance can help students better learn English vocabulary using mobile devices.

Table 2. Moderator analysis of MEVL.

	<i>k</i>	ES	Standard error	95% confidence interval		Test of null [2-Tail]		Heterogeneity between groups	
				Lower	Upper	Z-value	<i>p</i> -value	Q_B	<i>p</i> -value
Educational level									
1.kindergarten	3	0.835	0.441	-0.030	1.699	1.893	0.058		
2.primary school	4	1.677	0.451	0.792	2.561	3.717	0.000		
3.middle school	6	0.872	0.319	0.247	1.498	2.732	0.006	34.527	0.000
4.college	27	1.044	0.133	0.784	1.304	7.8	0.000		
5.graduate	6	1.505	0.421	0.679	2.331	3.570	0.000		
Sample size									
1.<50 persons	9	1.060	0.271	0.529	1.592	3.910	0.000		
2.50-100 persons	18	1.060	0.207	0.654	1.465	5.118	0.000	1.629	0.443
3.>100 persons	22	1.072	0.156	0.766	1.378	6.863	0.000		
Intervention duration									
1. 1-3 weeks	9	1.032	0.270	0.502	1.561	3.821	0.000		
2. 4 weeks	17	1.175	0.212	0.759	1.592	5.533	0.000	7.745	0.052
3. 5-8 weeks	9	0.920	0.225	0.480	1.360	4.097	0.000		
4. 9-18 weeks	11	1.094	0.251	0.602	1.585	4.358	0.000		
Test phase									
1.timely test	36	0.975	0.129	0.723	1.227	7.587	0.000	14.873	0.000
2.delayed test	13	1.318	0.223	0.882	1.755	5.916	0.000		
Device type									
1.mobile phones	31	0.952	0.103	0.751	1.153	9.273	0.000		
2.PDAs	3	1.221	0.600	0.046	2.396	2.036	0.042	10.341	0.006
3.tablets	5	1.030	0.415	0.216	1.844	2.481	0.013		
Software type									
1.App	29	1.091	0.150	0.798	1.384	7.295	0.000		
2.LS	5	1.007	0.318	0.384	1.630	3.167	0.002	8.118	0.044
3.SMS	8	1.027	0.126	0.780	1.274	8.149	0.000		
4.MMS	6	0.609	0.114	0.386	0.832	5.351	0.000		
Learning approach									
1.autonomous	37	0.957	0.111	0.740	1.175	8.624	0.000		
2.collaborative	6	1.486	0.475	0.555	2.418	3.128	0.002	33.884	0.000
3.other	5	1.484	0.490	0.523	2.445	3.026	0.002		
Learning context									
1.formal	30	1.164	0.148	0.874	1.454	7.879	0.000		
2.informal	13	0.712	0.150	0.418	1.006	4.753	0.000	23.391	0.000
3.blended	6	1.292	0.407	0.495	2.089	3.178	0.001		
Learning form									
1.formal	32	1.223	0.151	0.926	1.519	8.080	0.000	16.444	0.000
2.informal	17	0.757	0.133	0.496	1.018	5.675	0.000		

5.3. Evaluation of Publication Bias

In this study, the publication bias of sample studies is evaluated by Classic Fail-safe N. According to Table 3, Classic Fail-safe N is 8206 which is far larger than $5 \times n + 10 = 255$ (where n refers to the number of sample studies and $n=49$ in this study), it reveals that unpublished studies is not likely to affect the results of published studies. In conclusion, it might be considered that no publication bias exists in the sample studies, and the results are reliable and robust.

Table 3. Results of classic fail-safe N test.

Item	Statistic
Z-value for observed studies	25.43876
p-value for observed studies	0.000
Number of observed studies	49
Number of missing studies that would bring p-value > 0.05	8206

6. Implications

Based on our research and findings, following guiding implications for future MEVL-related studies and applications are provided to carry out MEVL reasonably and maximize the positive effect of MEVL.

(1) Effectively promote the deep integration of mobile learning and smart classroom, and create a blended learning context conducive to MEVL

Considering that mobile learning has different positive effects on English vocabulary learning in terms of different learning approaches, learning forms and learning contexts, this study suggests to create a blended learning context with deep integration of mobile learning and smart classroom, to break the physical boundary of smart classroom by mobile learning, to realize the seamless connection between in-class and after-class.

(2) Develop appropriate mobile learning tools to facilitate the assessment of the effect of MEVL

How to use the collection and analysis technology of big data to develop a mobile learning tool with a more personalized and effective evaluation mechanism, so as to make it more conducive to the identification of students' learning status and the evaluation of learning effectiveness. It is urgent to conduct in-depth discussion and is bound to further promote the development of mobile learning.

(3) Recommend personalized MEVL resources for learners to avoid the negative effects on mobile learning

Mobile learning tools for MEVL are required to help learners choose appropriate vocabulary presentation and vocabulary memory methods, and use recommendation technology to recommend learning resources that meet learners' learning objectives and interest interests, so as to avoid problems such as "information overload", "knowledge loss" and "learning topic drift".

References

- Ahmad, K. S., Armarego, J., & Sudweeks, F. (2013, November 27). *Literature review on the feasibility of mobile-assisted language learning (MALL) in developing vocabulary skills among non-English speaking migrant and refugee women*. 2013 International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.1109/ICRIIS.2013.6716732>
- Al-Ahdal, A. A. M. H., & Alharbi, M. A. (2021). MALL in collaborative learning as a vocabulary-enhancing tool for EFL learners: A study across two Universities in Saudi Arabia. *SAGE Open*, 11(1), 2158244021999062.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Wiley.
- Burston, J. (2012). Mobile language learning: Getting IT to work. In J. Burston, F. Doa, & D. Tsagari, (Eds.), *Foreign language instructional technology* (pp. 81-99). University of Nicosia Press.
- Chen, C. M., Chen, L. C., & Yang, S. M. (2019). An English vocabulary learning app with self-regulated learning mechanism to improve learning performance and motivation. *Computer Assisted Language Learning*, 32(3),

237-260. <https://doi.org/10.1080/09588221.2018.1485708>

- Chen, Y. Z. (2010). Dictionary use and EFL learning. A contrastive study of pocket electronic dictionaries and paper dictionaries. *International Journal of Lexicography*, 23(3), 275-306. <https://doi.org/10.1093/ijl/ecq013>
- Chen, Z., Chen, W., Jia, J., & An, H. (2020). The effects of using mobile devices on language learning: a meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1769-1789.
- Cooper, H. M. (1989). *Integrating research: A guide for literature reviews* (2nd ed.). Sage Publications.
- Darmi, R., & Albion, P. (2014, February 28). *A review of integrating mobile phones for language learning*. 10th International Conference on Mobile Learning, Madrid, Spain. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED557201.pdf>
- Elaish, M. M., Shuib, L., Ghani, N. A., & Yadegaridehkordi, E. (2017). Mobile English language learning (MELL): A literature review. *Educational Review*, 71(2), 257-276. <https://doi.org/10.1080/00131911.2017.1382445>
- Fang, W. C., Yeh, H. C., Luo, B. R., & Chen, N. S. (2021). Effects of mobile-supported task-based language teaching on EFL students' linguistic achievement and conversational interaction. *ReCALL*, 33(1), 71-87.
- Hao, T., Wang, Z., & Ardasheva, Y. (2021). Technology-assisted vocabulary learning for EFL learners: a meta-analysis. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 14(3):645-667. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.1917028>
- Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6(2), 107-128. <https://doi.org/10.2307/1164588>
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 327(7414), 557-560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Kukulka-Hulme, A., & Shield, L. (2008). An overview of mobile assisted language learning: from content delivery to supported collaboration and interaction. *ReCALL*, 20(3), 271-289. <https://doi.org/10.1017/S0958344008000335>
- Kuo, Y. C., Chu, H. C., & Huang, C. H. (2015). A Learning Style-Based Grouping Collaborative Learning Approach to Improve EFL Students' Performance in English Courses. *Educational Technology & Society*, 18(2), 284-298.
- Lai, A. (2016). Mobile immersion: an experiment using mobile instant messenger to support second-language learning. *Interactive Learning Environments*, 24(2), 277-290. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1113706>
- Lin, J. J., & Lin, H. (2019). Mobile-assisted ESL/EFL vocabulary learning: a systematic review and meta-analysis. *Computer Assisted Language Learning*, 32(8), 878-919. <https://doi.org/10.1080/09588221.2018.1541359>
- Mahdi, H. S. (2018). Effectiveness of mobile devices on vocabulary learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 56(1), 134-154. <https://doi.org/10.1177/0735633117698826>
- Norris, J., & Ortega, L. (2006). The value and practice of research synthesis for language learning and teaching. In Norris, J. & Ortega, L. (Eds.), *Synthesizing research on language learning and teaching* (pp. 3-52). Benjamins.
- Reeves, J. L., Gunter, G. A., & Lacey, C. (2017). Mobile learning in pre-kindergarten: Using student feedback to inform practice. *Educational Technology & Society*, 20(1), 37-44. <https://www.codespaces.com/coursera.html>
- Stockwell, G., & Hubbard, P. (2013). Some emerging principles for mobile-assisted language learning. *The International Research Foundation for English Language Education*, (2013), 1-15.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education*, 94, 252-275.
- Tight, D. G. (2010). Perceptual learning style matching and L2 vocabulary acquisition. *Language Learning*, 60(4), 792-833. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9922.2010.00572.x>
- Twarog, L. I., & Pereszlenyi-Pinter, M. (2011). Telephone-assisted language study at Ohio state university: a report. *Modern Language Journal*, 72(4), 426-434. <https://doi.org/10.2307/327756>
- Wu, T. T. (2018). Improving the effectiveness of English vocabulary review by integrating ARCS with mobile game-based learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 315-323. <https://doi.org/10.1111/jcal.12244>

论证驱动的探究（ADI）教学模式在科学史教学中的设计与应用研究

Design and Application Research on Argument-Driven Inquiry Instructional Model in the Teaching of History of Science

郑治霞^{1*}，李昕蔓²，龙陶陶³

¹²³ 华中师范大学教育信息技术学院

* 1048885316@qq.com

【摘要】 科学教育越来越重视“科学论证”的地位。论证驱动的探究教学模式将探究活动与论证相结合，打破了传统探究活动流于形式的现状。本研究结合翻转课堂教学模式，将ADI运用于华中某高校的科学教育专业《自然科学总论》课程中，设计了两个科学史主题的ADI教学案例，验证该教学模式在科学史教学中对于师范生知识学习及论证能力提升的有效性。本研究采取单组前后测，在ADI教学干预前后对学生的论证能力进行测试，对前后测所得总分及各维度得分采取配对样本T检验，结果显示学生论证材料总分及论证能力的五个维度的得分在前后测均表现出显著差异。

【关键词】 论证驱动的探究（ADI）；科学史教学；科学教育；翻转课堂

Abstract: Scientific argumentation has been paid more attention in the practice of international science education. Argument-Driven Inquiry (ADI) instructional model combines inquiry activities with argumentation, avoiding that traditional inquiry activities are often a mere formality. In this study, ADI instructional model combining flipped classroom model was applied to the instruction of history of science in a compulsory course General Introduction to Natural Science for pre-service science teachers. Its effectiveness on promoting students' understanding of knowledge and written argument skills was proved in a single group pre-posttest design experiment. The results of paired sample T-test show that there were significant differences in the total score of argument materials and the scores of the five dimensions of written argument skills.

Keywords: argument-driven inquiry, teaching of history of science, science education, flipped classroom

1. 前言

近年来，大多数研究人员和国际科学教育组织已经意识到“科学论证”在科学教育中的重要作用和地位（Bati, 2019; NGSS Lead States, 2013），并强调学生应该具备科学论证的能力，即像科学家一样通过收集、处理和分析数据，构建论证（包含主张、论据和推理），利用证据来支持和维护自己的主张，参与论证会议，对他人的提问、质疑、批判或反驳进行回应，撰写和修改调研报告，解决探究问题（Sampson, Grooms & Walker, 2009）。

然而，科学课堂中开展科学探究活动最容易被忽视的一个方面即科学论证（Sampson, Grooms & Walker, 2011）。造成这种现象的主要原因之一即职前教师的论证能力不足（McNeill & Knight, 2013）。先前的研究也表明，许多科学教师不确定如何在科学课堂上设计教学活动来促进和支持学生探究，从而提高学生对重要科学概念的理解和论证技能（Sampson & Gleim, 2009）。而且在实际的科学课堂中，探究活动容易流于形式，学生在探究过程中缺少思维冲突，难以达到探究本质；学生在参加科学史的探究式教学活动中，存在被动学习、“填鸭式”学习等现象，只为应付考试，这不仅不利于学生理解科学发展过程，体悟科学精神，也不利于学生科学论证能力、批判能力等高阶能力的发展。

ADI教学模式可以养成学生良好的科学素养，并培养其科学思维习惯，如为解释提供证据、对可选择的提议进行批判性思考，因此它有潜力提高学生的论证能力（Sampson, Grooms

& Walker, 2009)。然而，目前 ADI 教学模式的应用研究主要集中在生物、化学、物理等学科 (Walker et al., 2012)，而且我国对 ADI 的研究仍处于起步阶段。国内外对于科学史教学的 ADI 设计与应用研究鲜少。因此，本研究将对我国高校科学教育专业科学史教学进行 ADI 设计与应用研究，这对 ADI 模式在我国的本土化发展具有重要的参考价值，对 ADI 理论的丰富和扩展具有重要意义。

2. 文献综述

2.1. 科学史教学

科学史被纳入科学课程，以促进更好的理解和发展学生的批判性思维技能和科学素养 (Malamitsa, Kasoutas & Kokkotas, 2009)。但学者指出，学生对这类课程投入的时间和精力十分有限，加之以传统的以讲授为主教学方式，学生只是关注和掌握基本史实，缺少对科学史的深入思考、理解和探究 (沈平和聂馥玲, 2019)。在高校中开展科学史教学，是帮助学生全面理解科学与人文的关系的重要手段，对培养当代大学生对科学知识的怀疑和批判精神，以及追求真理，实事求是的科学精神具有重要意义。虽然基于探究性的教学已经被应用于科学史的教学，但先前的研究也指出了探究性活动的设计很容易流于形式，很难引发思维冲突和实现探究的本质 (Grooms, Enderle & Sampson, 2015)。因此如何采取有效的教学方式进行科学史教学，实现科学史教学的重要意义也将是当代科学教育的重要课题。

2.2. ADI 教学模式支持科学论证

Sampson 研究团队在 2008 年首次提出了 ADI 教学模式，该模式经过修改，由明确任务和 问题，设计方案和收集数据，形成初步论证，论证会议，开放和反思性讨论，撰写调研报告， 双盲小组同行评议，修改并提交报告 8 个阶段组成 (Sampson, Grooms & Walker, 2009)。 Grooms 等人 (2015) 论述了 ADI 教学模式符合美国下一代科学教育标准 (NGSS) 教育目标、 理念和要求，科学教师能够运用 ADI 教学模式将科学论证等科学实践融入科学课堂中，同时 作者强调了 ADI 教学相较于传统教学在学生理解科学知识、提升科学书面论证能力等方面的 促进作用。

ADI 教学模式已经在科学课堂的各种背景下得到了应用和研究，大量的研究也证明了其 有效性。例如，Erenler 等人 (2019) 运用单组前后测实验验证了 ADI 教学模式在，能够提升 职前科学教师的元认知和科学写作能力，进而提升他们的科学素养和科学实践能力。Kumdang 等人 (2018) 研究了 ADI 教学应用于化学课堂中对于提升中学生创新性思维的作用，结果表 明 ADI 教学能够提高学生的创新性思维能力。Demircioglu 等人 (2015) 将 ADI 教学模式运用 于实验室教学中，探究了其对职前科学教师学业成绩、论证能力、科学过程技能的作用，结 果表明 ADI 教学模式下，职前科学教师的学业成绩和科学过程技能的提升比传统授课方式下 更多，作者同时指出，论证能力可能随着 ADI 教学次数的增加而逐渐提升。Walker 等人 (2013) 也将 ADI 教学应用于初高中生的包括生物、物理、化学在内多个不同的理科课程的实验课教 学中，结果表明 ADI 教学能够提升学生的科学书面论证能力，促进学生对科学核心概念的理 解。

3. 研究问题

根据本研究的目标，指导本研究的研究问题如下：(1) ADI 教学模式是否能有效地提高职 前科学教师对科学史知识的理解？(2) ADI 教学模式是否能提高职前科学教师的书面论证技 能？

4. 研究方法

4.1. 课程设计

本研究运用 ADI 教学模式设计了科学教育系专业必修课《自然科学总论》两个主题的教学设计案例，并将其实施于该教学班，对该班 26 名学生进行两次 ADI 教学，为时两周。该门课程主要内容是学习科学技术史、现当代高新技术等，学生的学习目标包括能够准确理解并善于表达当代科学。

本研究选取两次科学史内容的课堂进行 ADI 教学的设计与应用，两次课堂均采取翻转课堂的形式，如图 1 所示。该课程的教学团队先将各个主题的教学资料上传到我校“云课堂”平台；接着将探究任务发布在课程班级的 QQ 群中，各小组根据自己的兴趣选择探究任务，先到先得；其次，各小组在课下完成 ADI 教学中的“明确任务和问题”“设计方案和收集数据”“形成初步论证”“撰写调研报告”五个环节，同时引导各小组使用“石墨文档”这一在线同步编辑工具对探究过程进行记录，学生可使用该工具随时随地进行论证、分享和交流，各小组须在课前完成小组调研报告并提交至云平台“作业区”；在课上，各小组派代表对小组探究成果进行汇报展示，同时接受其他同学的批判、反驳和提问，并对其进行回复，通过论证捍卫自己小组的主张，即完成“论证会议”和“开放和反思性讨论”两个环节。因时间关系，两次 ADI 教学均省去了“双盲小组同行评议”“修改并提交报告”两个环节，“撰写调研报告”则移至“论证会议”和“开放和反思性讨论”两环节之前，在课前完成。

另外，本研究参考了 Chen (2016) 编写的 ADI 论证提示，在首次 ADI 教学明确探究任务阶段，教师只向同学们给出了有关小组汇报成果的提示与要求（见表 1），而没有向同学们明确指出“论证”形式。第二次公布探究任务时，教师明确引导同学们运用“论证”探究并解决问题，并在作业要求中明确给出了小组“论证”步骤（见表 2）。

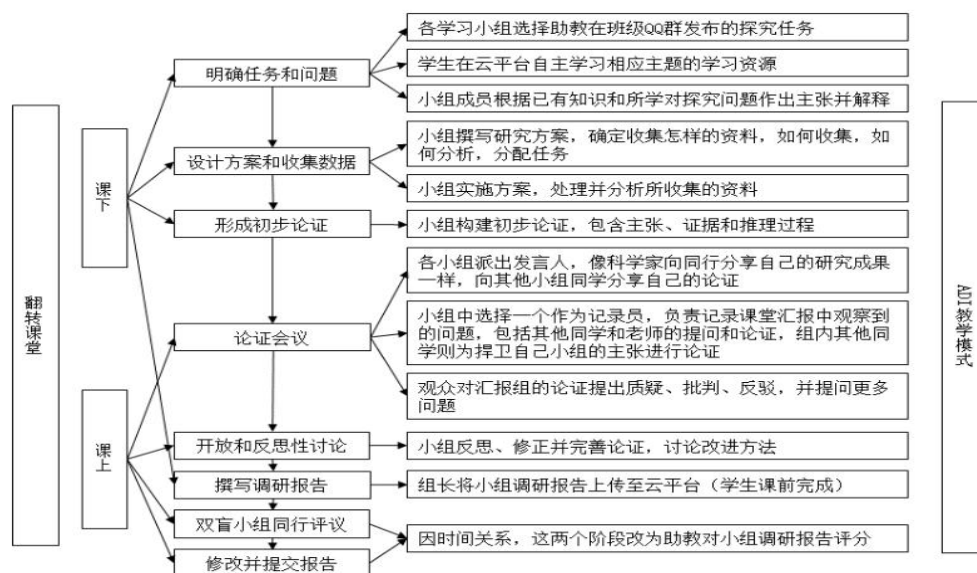


图 1 ADI 教学设计流程

表 1 ADI 教学的任务提示

ADI 教学的任务提示

- 1、探究问题：
- 2、主张：
 - (1) 与核心观点有关，并回答了问题。(2) 只用一句话引出你的证据。
- 3、证据：
 - (1) 联系核心观点、课堂所学和搜集的资料。(2) 专注于解释“为什么”和“怎么知道的”，不要只是说你查到、知道了什么。(3) 可以用图表来解释你的想法。

表 2 ADI 教学论证步骤

ADI 教学论证步骤

- 1、明确研究问题：
- 2、提出主张：
小组根据已有知识和所学提出主张并解释
- 3、撰写研究方案：
小组思考有关问题，确定需要收集怎样的资料；确定如何收集资料、如何分析资料、如何检验论证的正确性。分配任务，例如小组成员各自承担什么样的角色
- 4、实施方案：
根据分工，实施方案，处理并分析所收集的资料。
- 5、构建论证：
构建论证，应包括主张、证据和推理过程。

4.2. 研究对象

本研究的研究对象是 2020-2021 年第二学期《自然科学总论》教学班中的全体学生，学生总数 26 人（女生 21 人，男生 5 人），学生在研究实施之前均未进行过有关 ADI 的学习。全班随机分为 5 个小组，4 个 5 人组，1 个 6 人组。

4.3. 数据收集

研究结合本教学团队专家教师的建议，设计了用于测试学生论证能力的前测试题和后测试题，前后测试题如表 3、表 4 所示。在两次 ADI 教学之前给学生实施一次前测，并在两次 ADI 教学后实施一次后测，两次测试均发布在云平台，每位学生在课下独立完成。前测试题引导学生分析现代科学热点事件，问题较少，设置两问，只引导学生对可能的反驳或质疑进行论证，减小前测的练习效应；后测试题则引导学生探究科学与文化的联系，学生不仅需要通过援引论据和解释推理对自己的观点进行维护，还要思考自身证据的充分性及推理的适切性，同时完善初步论证。

表 3 前测试题

前测试题

- 1、中国学生在国际数学、物理、化学、生物竞赛中每年斩获大量金牌，却只有屠呦呦在自然科学领域上获得诺贝尔生理学或医学奖。这是为什么？请简要阐述你的观点，力求有理有据。
- 2、设想别人会对你的观点提出哪些反驳或质疑？请列举出一个或几个可能的观点。你将如何维护自己的观点？

表 4 后测试题

后测试题

- 1、请从中国文化和现代科学的角度谈谈，中国人从提出“师夷长技以制夷”到“科学技术是第一生产力”这一过程中，中国是不情愿被卷入现代科学发展的历史浪潮中的吗？
- 2、请搜集证据以支持你的观点。可以从中外科学界、历史学界的研究中寻找证据。
- 3、你认为这些证据足以支持你的观点吗？它们如何支持你的观点呢？
- 4、你的同学会对你的观点提出哪些反驳或质疑？请选出一个或几个反论点写下来。
- 5、你如何向你的同学维护你的观点？
- 6、请在这里对你的初步观点、证据和理由进行完善。

4.4. 数据分析

本研究参考 Chen (2016) 等人研究成果, 结合本课程有关自然科学技术史的教学内容和活动, 设计了一套书面论证材料评分标准 (如表 5), 用于评价学生对知识的理解与论证质量。该标准含有 5 个维度, 分别为主张的准确性、关注证据充分性的证据质量、关注推理的证据质量、主张与问题的联系、主张与证据的联系, 每个维度用五分制的评分表进行打分 (从 0 = “缺乏” 至 4 = “模范”), 总分为 20 分。两位研究人员依据该标准对学生前后测答案进行评分, Cohen Kappa 值为 0.82。本研究对全体学生前后测的总分及各维度得分进行配对样本 T 检验。

表 5 书面论证材料评分标准

	缺乏 (0)	有限 (1)	基本 (2)	熟练 (3)	模范 (4)
主张的准确性	没有主张	做出科学性错误的主张	做出科学性正确的主张, 但没有抓住问题的本质	做出科学性正确的主张, 且部分抓住问题的本质	做出科学性正确的主张, 且完全抓住问题的本质
关注证据充分性的证据质量	没有提供证据	提供一条证据	提供两条证据	提供三条证据 (包含反证)	提供超过三条证据, 且有反证
关注推理的证据质量	没有提供解释, 仅是改述主张	提供不合适或不充分的解释, 或仅仅将汇报资料作为证据	提供合适但不充分的解释	提供合适且充分的解释, 部分基于对调查资料的解释	提供合适且充分的解释, 完全基于对调查资料的解释
主张与问题的联系	主张与问题没有联系	主张与问题联系较弱	主张与问题联系适中	主张与问题联系较紧密	主张与问题联系紧密且复杂
主张与证据的联系	主张与证据没有联系	主张与证据联系较弱	主张与证据联系适中	主张与证据联系较紧密	主张与证据联系紧密且复杂

5. 研究结果

学生前后测论证材料总分和各维度得分及配对样本 *t* 检验如表 6 所示。

表 6 学生论证材料得分和配对样本 *t* 检验

	测验	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>
总分	前测	8.3077	3.46144	-7.226	.000
	后测	13.9615	4.02473		
主张的准确性	前测	1.7692	.90808	-6.040	.000
	后测	3.1538	.83390		
关注证据充分性的证据质量	前测	1.6923	.88405	-6.040	.000
	后测	3.0769	1.01678		
关注推理的证据质量	前测	1.4615	.81146	-5.427	.000
	后测	2.6154	.94136		
主张与问题的联系	前测	1.7692	.86291	-2.961	.007
	后测	2.4615	.94787		
主张与证据的联系	前测	1.6154	.85215	-4.920	.000
	后测	2.6538	1.01754		

由上表可知, 从总分来看, 学生的论证材料后测得分 13.9615 分高于前测得分 8.3077 分, 两者差异极为显著 ($t=-7.226, p<0.001$)。这说明在经历 ADI 教学干预后, 学生的书面论证能力显著提升。

在“主张的准确性”维度上，后测分数比前测高 1.3846 分，两者差异极为显著 ($t=-6.040$, $p<0.001$)。可见经历 ADI 教学后，学生在书面论证中主张的准确性显著提升，整体来说，学生从“做出科学性错误的主张”或“做出科学性正确的主张，但没有抓住问题的本质”到能够“做出科学性正确的主张，且部分抓住问题的本质”。

在“关注证据充分性的证据质量”维度上，后测分数比前测高 1.3846 分，两者差异极为显著 ($t=-6.040$, $p<0.001$)。可见经历 ADI 教学后，学生在书面论证中关注证据充分性的证据质量显著提升，整体上，学生的书面论证从“提供一条证据”或“两条证据”到能够“提供三条证据（包含反证）”甚至更多。

在“关注推理的证据质量”维度上，后测分数比前测高 1.1539 分，两者差异极为显著 ($t=-5.427$, $p<0.001$)。可见经历 ADI 教学后，学生在书面论证中关注推理的证据质量显著提升，整体上，学生的书面论证从“提供不合适或不充分的解释，或仅仅将汇报资料作为证据”或者“提供合适但不充分的解释”到“提供合适但不充分的解释”或“提供合适且充分的解释，部分基于对调查资料的解释”。

在“主张与问题的联系”维度上，后测分数比前测高 0.6923 分，两者之间差异显著 ($t=-2.961$, $p=.007<0.05$)。由此可见 ADI 教学对学生书面论证中主张与问题的联系具有积极作用，整体上，学生的书面论证从“主张与问题联系较弱”或“联系适中”到“主张与问题联系适中”或“较紧密”。

在“主张与证据的联系”维度上，后测分数比前测高 1.0384 分，两者差异极为显著 ($t=-4.920$, $p<0.001$)。可见经历 ADI 教学后，学生在书面论证中主张与证据的联系显著提升，整体上，学生的书面论证从“主张与证据联系较弱”或“适中”到“适中”或“较紧密”。

6. 讨论

本研究探讨了将 ADI 教学模式整合到科学史教学中对提高学生的书面论证技能和对知识的理解的影响。

总体来说，全班学生论证材料总分及维度得分在前后测均表现出显著差异，可见 ADI 教学模式在学生科学史知识的理解及论证能力的提升上均具有促进作用。Chen 等人 (2016) 指出在对职前科学教师进行两个主题的 ADI 教学后，学生经过多轮的小组汇报和书面论证，善于运用更多证据来支持、辩驳自己的观点，更加关注论证的连贯性和证据的质量，口头和书面论证能力均显著提升，书面论证能力持续提升。这与本研究的研究结果一致。一些研究还指出，ADI 可以通过强调科学论证在知识的生成和验证中的作用，来帮助学生发展科学思维习惯和批判性思维技能 (Driver, Newton, & Osborne, 2000; Duschl & Osborne, 2002)。此外，ADI 教学模式可以有效地培养学生对知识的概念理解。Sampson 和 Blanchard (2012) 指出，学生参与科学论证可以提高他们对科学的概念、认识论和方法论的理解。

其次，学生的论证材料在“主张的准确性”与“关注证据充分性的证据质量”两个维度上前后测差异的显著性是最高的，可见 ADI 教学在提升学生的书面论证能力的“主张的准确性”与“关注证据充分性的证据质量”两个维度效果最好。在 ADI 教学“明确任务和问题”阶段，小组成员需要根据已有知识和所学知识对探究问题做出主张并解释，而后小组合作调查探究问题并形成初步论证，这一过程中，小组成员间观点主张可以进行互补和修正，这可能有助于提升学生后测时在“主张的准确性”上的表现。在“论证会议”阶段，学生会经历多次的质疑、批判、反驳、提问，这时回答者通常援引更多证据来维护自己的主张；另一方面，大学生或较成熟的学习者能够有意识地或无意识地发展学习策略，反思之前学过的学习方法并将其运用于之后的学习中 (Erenler, 2019)，可能因此学生在后测中更加“关注证据充分性”，在“关注证据充分性的证据质量”上提升显著。此外，在缺少论证文化及应试教

育为主的国内教育环境下，学生也更容易关注科学知识、科学事实，从而做出科学性正确的主张，援引更多论据论证，在“主张的准确性”与“关注证据充分性的证据质量”维度上得分显著提升。

最后，“主张与问题的联系”维度与其他维度相比，前后测差异的显著性最低，可能是因为学生在前测时整体上就在该维度中得分较其他维度高；另一方面，当学生提出主张后，可能更多地关注运用论证、论据来解释自己的主张，会通过较多的论据和解释推理，用更多文字来论证自己主张的准确性，而忽视了主张与探究问题之间的联系。

7. 局限性及未来研究

首先，考虑到样本的方便性和接近性，本研究仅在一个教学班中实施，被研究的学生人数较少。第二，研究实施时间有限，采取单组前后测，不能排除前测的练习效应，不能排除前后测试题难度的影响。未来将在该教学班中继续实施 ADI 教学，对学生知识学习及论证能力再次进行观察和测量，获取更多数据以提高研究的信效度。第三，本研究只对学生的书面论证情况进行了测试与分析，而未对学生的口头论证进行评析。本研究若加入对学生口头论证的模块，研究将更完整，还可以探究 ADI 教学对于学生书面论证能力与口头论证能力的作用有哪些差异，为什么有这样的差异。第四，由于时间关系，本研究在实施 ADI 教学时，省去了“双盲小组同行评议”“修改并提交报告”两个环节，并将“撰写调研报告”移至“论证会议”和“开放和反思性讨论”两环节之前，同时采取了翻转课堂这一灵活的教学形式，有利于将 ADI 教学模式嵌入其中。因而，未来可以探究在实际的 ADI 教学中，ADI 教学模式的各个环节哪些是不能修改的，哪些是可以修改和改编的，以此为教学者提供有益的 ADI 教学指导，促进更多教学者将 ADI 教学运用于实际课堂中。

8. 结论

本研究将 ADI 教学模式应用于我校科学教育系《自然科学总论》的科学史教学中，设计了两次 ADI 教学，研究结果显示，该教学班全体学生的论证材料总分及各维度得分前后测均存在显著性差异。结果表明，ADI 教学在科学史教学中对学生知识理解及书面论证能力的提升具有促进作用；学生的书面论证能力在“主张的准确性”与“关注证据充分性的证据质量”上提升最明显。本研究建议在科学史教学中运用 ADI 教学模式，使论证与探究活动相结合，引导学生通过科学论证达到科学探究的本质，理解科学知识的产生与发展过程，培养学生对于科学知识的怀疑和批判精神，追求真理、实事求是的科学精神。

参考文献

沈平，聂馥玲. 当代高校科学史教育的教学模式探析[J]. 齐鲁师范学院学报, 2019, 34(4): 17-22.

Bati, K.(2019). Are We Ready for Argumentation in Science Classrooms? An Investigation into the Scientific Discussion Climate in a Turkish Elementary School. *Critical Questions in Education*, 10(1), 29-43.

Chen, Y. C., Hand, B., & Park, S.(2016). Examining elementary students' development of oral and written argumentation practices through argument-based inquiry. *Science Education*, 25(3-4), 277-320.

Demircioglu, T., & Ucar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(1), 267-283.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

Duschl R. A., & Osborne J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Science Education*, 38, 39–72.

Erenler, S., & Cetin, P. S. (2019). Utilizing Argument-Driven-Inquiry to Develop Pre-Service Teachers' Metacognitive Awareness and Writing Skills. *International Journal of Research in Education and Science*, 5(2), 628-638.

Grooms, J., Enderle, P., & Sampson, V. (2015). Coordinating scientific argumentation and the Next Generation Science Standards through argument driven inquiry. *Science Educator*, 24(1), 45-50.

Kumdang, P., Kijkuakul, S., & Chaiyasith, W. C. (2018). An Action Research on Enhancing Grade 10 Student Creative Thinking Skills Using Argument-Driven Inquiry Model in the Topic of Chemical Environment. *Journal of Science Learning*, 2(1), 9-13.

Malamitsa, K., Kasoutas, M., & Kokkotas, P. (2009). Developing Greek primary school students' critical thinking through an approach of teaching science which incorporates aspects of history of science. *Science & Education*, 18(3), 457-468.

McNeill, K. L., & Knight, A. M. (2013). Teachers' pedagogical content knowledge of scientific argumentation: The impact of professional development on K-12 teachers. *Science Education*, 97, 936–972.

NGSS Lead States. (2013). Next Generation Science Standards. For States, By States. Washington, DC: The National Academies Press.

Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012) Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1122–1148.

Sampson, V., & Gleim, L. (2009). Argument-driven inquiry to promote the understanding of important concepts & practices in biology. *The American biology teacher*, 71(8), 465-472.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (2009). Argument-driven inquiry: A way to promote learning during laboratory activities. *The Science Teacher*, 76(8), 42.

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217-257.

Walker, J., & Sampson, V. (2013). Learning to argue and arguing to learn in science: Argument-Driven Inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(50), 561-596.

Walker, J. P., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. O. (2012). Argument-driven inquiry in undergraduate chemistry labs: The impact on students' conceptual understanding, argument skills, and attitudes toward science. *Journal of college science teaching*, 41(4), 74-81.

Python 编程语言知识图谱构建研究

Research on Knowledge Graph Construction of Python Programming Language

陈晴¹, 夏静¹, 冯俊洁¹, 童名文^{1*}

¹ 华中师范大学 人工智能教育学部

* tmw@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 知识图谱作为人工智能的核心和基础，为智能教育提供了新的力量。随着编程语言学习的大众化和低龄化，为其构建知识图谱对学习该编程语言尤为关键。因此，文章以 Python 编程语言为例，设计了该知识图谱的模式层和数据层，经过本体构建、数据分析、实体抽取、关系抽取、知识存储这五个步骤，构建了 Python 编程语言知识图谱。最后，阐述了该知识图谱的应用，有助于学习者了解全局知识、检测知识水平及学习路径推荐，有效搭建认知框架和推进个性化学习。

【关键字】 知识图谱；Python 编程语言；图谱构建

***Abstract:** As the core and foundation of artificial intelligence, knowledge graph provides new power for intelligent education. With the popularization and young age of programming language learning, constructing knowledge map for programming language learning is particularly critical. Therefore, taking Python programming language as an example, the paper designs the pattern layer and data layer of the knowledge graph, and constructs the Python programming language knowledge graph through five steps: ontology construction, data analysis, entity extraction, relationship extraction and knowledge storage. Finally, the application of the knowledge map is illustrated, which can help learners to understand global knowledge, detect knowledge level and recommend learning path, effectively build cognitive framework and promote personalized learning.*

Keywords: knowledge graph, Python programming language, graph construction

1. 前言

随着大数据、机器学习和人工智能等技术在教育领域的深入应用，构建知识图谱已成为智能教育发展的重要研究课题。国务院《新一代人工智能发展规划》中明确指出，“要研究知识图谱构建与学习、知识演化与推理等关键技术，要构建覆盖数亿级知识实体的多元、多学科、多数据源的知识图谱”（国务院，2019）。同时，随着编程语言的不断普及，其知识图谱对学习编程语言尤为重要。鉴于此，文章构建了 Python 编程语言知识图谱，并阐述了该知识图谱的应用，对推动教育个性化、智能化和信息化具有一些启发意义。

2. 文献综述

在知识图谱构建技术方面，国外学者 Villalon 等提出一种通过语法分析器和潜在语义分析方法，来自动化构建知识图谱（Villalon, Calvo, 2009）。在国内，刘红晶等从教师视角出发，通过需求分析、课程知识点划分、知识获取、知识处理、关联分析、课程整合、可视化处理、维护等八个环节构建了 SPOC 课程知识地图（刘红晶，谭良，2017）；王亮（2018）通过组合多个 MOOC 课程资源，构建了包含知识实体及其层级关系的多模态知识图谱。

3. Python 编程语言知识图谱设计

3.1. 模式层设计

文章以 Python 编程语言作为特定的知识内容，包括基础理论知识和实践知识。基于此，进行 Python 编程语言本体设计。首先，确定本体知识和类别、列出重要概念并建立知识结构，再建立概念层次结构和定义类的属性和关系，最后进行本体实例化（李振 et al., 2019）。

3.2. 数据层设计

在数据层中，文章使用 Neo4j 图数据库，把知识图谱保存到图数据库中进行结构化展示。图数据库的设计主要包括：（1）把本体中的类转化为图数据库中的标签 Label；（2）把类的关系属性转化为图的边；（3）把实体转化为图的节点 Node，每个节点都有自己的属性 Property，通过继承类的属性，与其他节点相连；（4）把实体属性转化为节点属性。如图 1 所示：

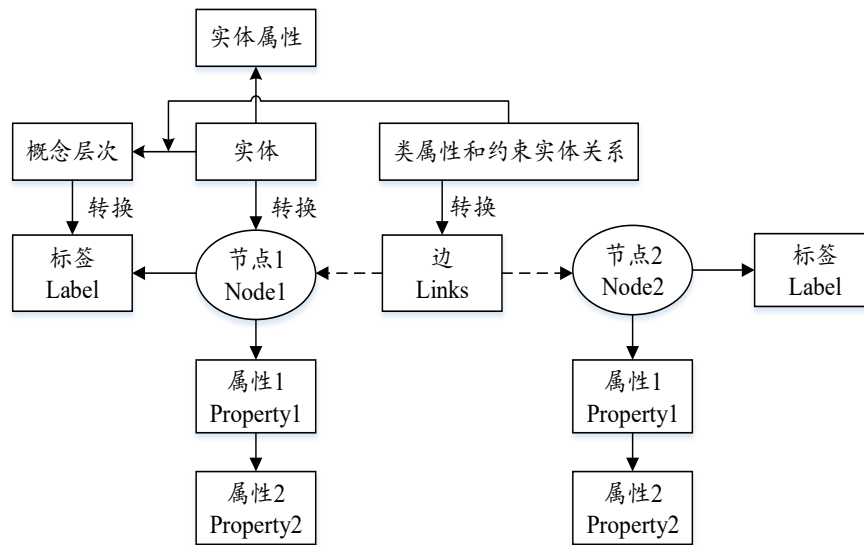


图 1 本体与图数据库转换

4. Python 编程语言知识图谱构建

4.1. Python 编程语言本体构建

文章基于 Python 编程语言，自顶向下确定本体内容，主要包括环境搭建、基础程序设计及应用开发。环境搭建部分是使学习者学会配置环境；在基础程序设计中，掌握语言的基础语法、语句、运算符与表达式等；基础应用指的是数据库、网站建设、人工智能等。在建立好 Python 编程语言概念层次结构后，使用本体构建工具 Protégé 进行设置。结果如图 2 所示：



图 2 Python 本体类层次结构

通过对 Python 编程语言知识点的分析，创建了三个类关系：“isPartof”，“isParallelof”和“relates_to”。其中，“isPartof”表示类之间的包含关系，“isParallelof”表示类与类之

间的兄弟关系（平行关系），"relates_to"表示类之间是相关的。图3展示了在Protégé中定义的语义关系：

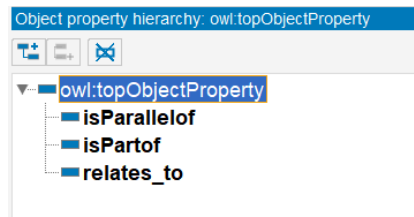


图3 类的语义关系

创建好类的语义关系后，设置关系属性和类的数据属性。对" isPartof"设置 Domain 属性，即表示该属性属于哪些类，并设置 Ranges 属性，用来约束该对象属性的范围；再定义 title（描述知识点的标题）和 content（表示具体的知识内容）两个数据属性，对其也定义 Ranges 约束，主要有 "int"、"short"、"long"、"string" 等类型。因为 Python 编程语言知识的标题和内容都是文本，所以 Ranges 约束设置为 "string" 型。因此，构建的本体模型如图4所示（蓝色实线表示 "isPartof" 关系、橙色虚线表示 "isParallelof" 关系、黄色虚线表示 "relates_to" 关系）：

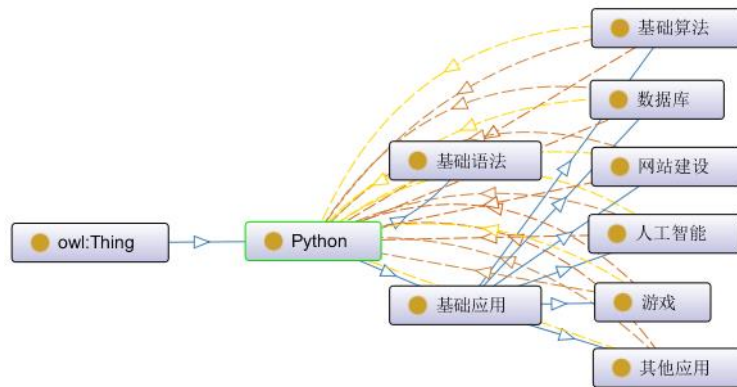


图4 Python 编程语言本体模型

4.2. 获取数据和数据处理

文章主要从电子教材、维基百科、知网等网页上获取数据，这些主要分为百科网页和一般网页。百科类网页包含大量结构化数据，可以用页面模板提取出来。而一般的网页如电子教材网站、教程网站等包含了许多冗余、错误和不完整的信息，需要对挖掘出的信息进行手动评估。在得到 Python 编程语言数据后，进行清洗、填充、删除等处理。使用 SPSS、EXCEL 等工具，对于残缺的数据，根据上下文采用平均值、最小值、最大值或概率估计等方法人工补全；对于错误的信息，通过偏差分析来识别；对于重复数据，通过判断数据的属性值是否相等，将相等的数据组合。经过处理，提取的数据满足 Python 编程语言知识图谱的数据要求。

4.3. Python 编程语言术语提取

首先，确定 Python 编程语言术语的数量，通过查阅教材、教学大纲、教案等教学内容，人工判断关键词是否需要学习的知识内容，若是则提取出来。其次，确定 Python 编程语言术语的质量，分为两部分，第一部分是确定单个关键词的质量，第二部分是关键词之间的质量。第一部分主要通过对比编程语言教材、教学大纲、教案等教学内容，判断关键词的有效程度，即检查该关键词是否符合该编程语言知识；在第二部分中，同样基于上述教学内容，通过判断关键词是否为核心重点知识（与其他知识点有很多关联）、前驱知识（要先学习该知识点才能学习下一个知识）、关联知识（可以共同学习的知识）等，确定关键词之间的关系和影响程度。在这一过程中，需要多人共同协商提取规范和评估方法，再综合经验丰富的授课教师和专家的指导意见和建议，最终确定 Python 编程语言术语。最后，把提取出来

的术语分类放在 Excel 中，以便后续构建知识图谱。

4.4. Python 编程语言语义关系确定

通过对 Python 编程语言本体的构建，以及经验丰富的教师和专家学者的辅助，确定了四种 Python 编程语言的语义关系，即"contain(包含关系)"、"isFirst(前驱关系)"、"isNext(后继关系)"以及"isParallelof(兄弟关系/并行关系)"。

4.5. 基于 Neo4j 的知识存储

文章使用 py2neo 来实现知识存储，其在图数据库 Neo4j 中部分可视化展示如图 5 所示：

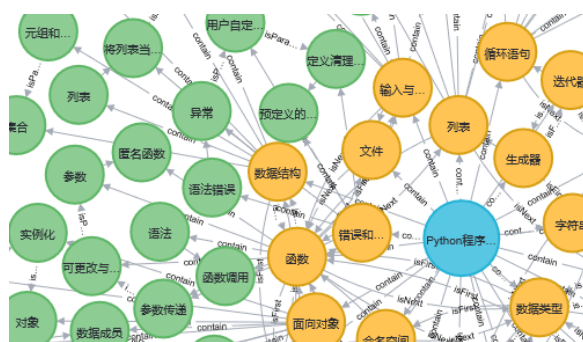


图 5 Python 语言知识图谱部分展示

5. Python 编程语言知识图谱的应用

5.1. 了解 Python 编程语言知识全貌

通过 Python 编程语言知识图谱的运用，可以让学习者有效了解 Python 编程语言的整体知识点，对学习者的整个学习过程有较大的帮助。在学习初期，学习者对 Python 编程语言有一个总体的认识，包括需要了解和掌握哪些方面的知识以及知识学习的先后顺序等；在学习中期，有利于帮助学习者了解自己的学习情况，针对性地进行主次知识的学习，提高自己的学习效率；在学习后期，该知识图谱可以让学习者对该知识内容进行总结回顾和举一反三。

5.2 测试学习者知识水平情况

因为该 Python 编程语言知识图谱是采用自顶向下方式构建的，所以可以逐层查询每一个知识点。学习者和教师可以从章知识开始，到节知识，再到小节知识，逐个对每个知识点进行检测，从而知晓每位学习者的已有知识水平和学习进度，并将测试过程记录下来，形成学习情况报告数据，为后续的学习提供可靠的依据，查漏补缺，制定合理的学习策略。

5.3 为学习者推荐学习路径

根据学习者的个性特征（包括知识水平、认知能力、学习风格及兴趣），基于 Python 编程语言知识图谱，为每位学习者推荐最优化的知识点学习路径，也可以为学习者推荐该知识点对应的学习资源，进而推荐学习资源路径。在此基础上，还可以对学习者的学习活动排列组合，从而形成学习活动序列，向学习者推荐学习步骤和策略，实现个性化学习。

参考文献

王亮(2018)。深度学习视角下基于多模态知识图谱的 MOOC 课程重构。《现代教育技术》，28(10)，100-106。

刘红晶和谭良(2017)。基于教师视角的 SPOC 课程知识地图构建方法研究。《电化教育研究》，38(09)，64-70。

李振，董晓晓，周东岱和童婷婷(2019)。自适应学习系统中知识图谱的人机协同构建方法与应用研究。《现代教育技术》，29(10)，80-86。

国务院(2019)。新一代人工智能发展规划。http:// www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/

content_5211996.htm.

Villalon J, Calvo R A . (2009). Concept Extraction from Student Essays, Towards Concept Map Mining. *Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. *IEEE Computer Society*, 221-225.

基于教育智能体的学习者情感投入分析方法研究

Research on the Analysis Method of Learners' Affective Engagement Based on Pedagogical Agents

石磬 1*, 张超 1, 张丹玲 1, 童名文 11

华中师范大学人工智能教育学部

*1067395283@qq.com

【摘要】教育智能体作为人工智能技术在教育领域的重大研究成果，有助于教育教学方式的变革，促进学习者个性化学习，加快教育的数字化转型。但教育领域有许多隐性特征无法直接用工具进行测量评估，比如学习者情感投入，大多数对于情感投入的测量均依据教师经验评估或学习者自主填写量表等方式，受主观因素影响较大。本研究基于现有文献进行分析与总结，从教育智能体数据收集、特征提取、情感融合和反馈干预四个方面进行综述研究，系统阐述教育智能体实现对学习者情感投入分析的方式并构建设计框架，以借助此框架开发教育智能体，科学评估学习者情感投入。

【关键词】教育智能体；情感投入；人工智能

Abstract: As a major research achievement of artificial intelligence technology in the field of education, pedagogical agents contribute to the reform of pedagogical methods, promote the personalized learning, and accelerate the digital transformation of education. However, there are many hidden features in the field of education that cannot be directly assessed by tools, such as learners' affective engagement. Most of the measurement of affective engagement is based on teacher experience assessment or learners' self-filling of scales, which are influenced by subjective factors. Based on the existing literature, this research analyzes and summarizes the four aspects of pedagogical agent data collection, feature extraction, emotion fusion and feedback intervention. A framework to develop pedagogical agents with the help of which scientifically assess learners' affective engagement.

Keywords: Pedagogical agent, Affective engagement, Artificial intelligence

1. 引言

近十年来，伴随互联网的普及和信息技术的不断发展，人类对智能化需求越来越多样化，智能教育的概念也应运而生。2017年，《新一代人工智能发展规划的通知》提出发展智能教育需要开发智能教育助理，并以此建立智能、快速、全面的教育分析系统。如今，教育智能体领域已有丰富的研究成果，但是大部分研究中，有关教育智能体促进学生情感投入的研究还比较少。已有研究中，教师针对学生的情感投入大多通过教学经验判断，因此对于学习者的情感投入只能主观地实施干预，倘若教师不能正确地提供情感支持，学习者可能会产生学习倦怠，从而导致缺乏学习动机，学习效率大幅度降低的问题。因此，如何利用人工智能技术，精准地获取学习者的情感投入信息，并通过教育智能体的陪伴和指导功能给予学习者对应的学习推荐和支持是一个值得商榷的问题。

2. 相关研究

2.1 教育智能体

智能体(Agent)源于计算机科学领域，现在人工智能领域也有广泛应用。Shoham(1993)认为智能体是由信念、能力、选择和承诺等心理因素组成的实体。Wooldridge和Jennings(1995)提出智能体应具有自主性、社会性、反应性、能动性、移动性、通信能力、理性等特性。FIPA(The Foundation for Intelligent Physical Agents)将智能体定义为驻留于环境中的实体，能够感知和解释反应环境变化的数据，并自主执行动作以影响环境(徐振国等，2021)。

教育智能体(Pedagogical Agent, PA)继承于 20 世纪 80 年代初出现的智能导师系统(Intelligent Tutoring Systems, ITS),并在此基础上衍生出非导师的教学活动参与人员辅助教学活动的进行,促进学习者个性化学习。Amy 等(2005)认为教育智能体是为达到教学目的而在教学过程中使用的由计算机生成包括专家、同伴、评价者等教学人员的角色。Johnson 等(2000)提出教育智能体可以通过模拟社会交互行为提升学习者的学习表现及学习动机。刘清堂等(2019)认为教育智能体是呈现于教学场景中的虚拟形象其目的在于促进学习者的认知学习。

教育智能体多出现于在线学习平台,是存在于教学环境之中或作为教学环境重要组成部分的虚拟形象,其形象按表现形式分可分为类人形象和卡通形象,按空间维度分可分为二维形象和三维形象,按表征方式分可分为静态形象和动态形象,按社会角色分可分为教师、学伴、专家等形象。通过文字、语音、表情、姿态等与学习者发生交互,向学习者提供教学支持,并可以利用外联设备收集学习者在学习过程中产生的多模态数据,对其进行融合、分析以及反馈干预。以精准掌握学习者学习状态,预测学习进度,提供教学辅导,具有教育性、自主性、反应性和社会性等性质。

2.2 学习者情感投入

学习投入(Learning engagement)可外化学习者在学习活动中投入的时间及精力,是影响学习的重要因素,也是评估教学绩效的指标之一。对于学习投入模型, Martin(2008)将学习投入定义为包括行为投入和认知投入的二维框架; Fredricks 等(2004)提出学习投入的三维框架,即包含行为投入、认知投入、情感投入;之后, Fredricks 等(2016)在之前提出的三维框架的基础上增加了社会交互投入,形成学习投入四维框架。教育智能体也可对学习者学习投入进行测量表征,其中,行为投入指学习者在学习过程中参与课堂的行为,即与教育智能体的交互、登录退出系统时间、完成作业情况等;认知投入指学习者自我调节认知策略,构建知识图式,即改变学习进程、选择学习路径等;情感投入指学习者在学习活动中的愉悦度、唤醒度和兴趣度,即学习情绪和教学认同等;社会交互投入指学习者与他人进行互动的社会行为,即参与讨论的次数、与同学交流分享内容等。

情感投入(Affective engagement)指学习者对学校和学习活动的情感体验(Skinner & Belmont, 1993),它是学习投入的重要组成部分。随着情感计算领域相关研究的发展,对学习者情感投入的测评,逐渐成为各个学者关注的热点话题。Sarrafiadeh 等(2008)利用摄像机采集面部表情数据,采用支持向量机(SVM)的分类算法,可识别微笑、大笑、害怕、伤心、生气、惊讶、恶心以及中立等情绪状态,从而判断学习者的情感投入。Ninaus 等(2019)使用机器学习的方法,检测学习者的面部表情,通过实证研究发现学习者在基于游戏的学习任务中的情感投入高于非游戏任务。Krihika(2016)通过检测学习者的注意力水平,提出了一种基于头部和眼睛运动的在线学习情绪识别系统,能将学习者对学习话题的兴趣爱好和参与情况进行分类,提高了学习者的学习兴趣。Schrader 等(2020)通过平板电脑的电子笔压力参数,测量学生的愉悦感和沮丧感,并探究了学习者情绪投入情况,并发现它与学业表现也有关系。

2.3 情感交互

教育智能体与学习者在教学活动中会发生双向的情感交互(刘婷婷等, 2021)。(1)教育智能体情绪表达影响用户情感投入。智能体初始情绪的表达可能会对学习者学习伊始产生情绪影响,如智能体真实性的设定、表情的选择、行为的表现等。Volonte 等(2016)研究发现智能体外观真实性越高用户对负面情绪的影响越低,但有助于激发社会情感,随后 Volonte 等(2019)利用同一组智能体探究智能体外表和行为对用户的情绪及注意力的影响,验证真实的外观依旧没有其他外观的影响大;(2)用户情感反应影响教育智能体情绪调节。智能体可自主地感知学习者的情绪状态,通过内部算法进行学习和调整,生成情绪或动作给予学习者适性反馈,达到双方良性交互的目的,进而影响学习者的情感转向积极向上的情绪。可借助 Gratch

和 Marsella(2004)提出的 EMA 情绪框架或 Becker-Asano 和 Wachsmuth(2010)提出的 WASABI 情绪架构等其他情绪理论使教育智能体生成情绪；(3)教育智能体情绪表征的转变会影响用户情感体验。Roxas 等(2018)研究证实，智能体所做出的动作会对用户的情绪产生影响。

3. 教育智能体识别情感投入框架

基于赵小明等(2022)提出的多模态情感识别框架设计的教育智能体应用于教学活动中对学习者的情感投入框架如图 1 所示。

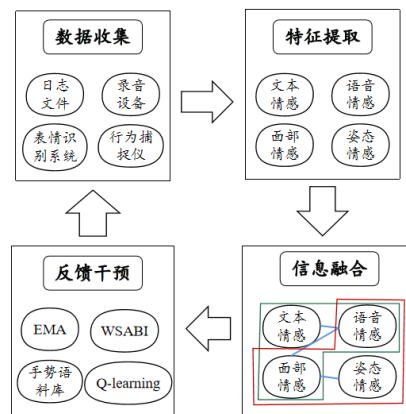


图 1 教育智能体识别情感投入框架

3.1 数据收集

基于教育智能体进行学习的过程中，学习者会产生多种或外显或内隐的情感变化，此变化可依托于外联设备对学习者的情感投入数据进行采集。情感投入数据按数据表征方式主要分为文本数据、语音数据、表情数据、姿态数据、眼动数据及生理数据等，不同的数据所借助的数据采集设备不同。其中，文本数据可借助在线文档、讨论区留言板等对在学习过程中产生的文字进行收集和整理；语音数据可利用计算机设备、录音设备等收集音频资源；表情数据与姿态数据则使用表情识别系统和行为捕捉仪，做到实时监测；而眼动数据及生理数据需要借助眼动仪、脑电仪等可穿戴设备进行收集。

3.2 特征提取

所收集到的多模态数据具有多种含义，教育智能体需要通过算法将多模态数据中的情感投入数据及相关特征参数提取出来，不同模态的特征提取方式不尽相同，但基本上均会选择用特征向量去表征及量化，采用 SVM 分类并判断情绪状态，现对文本情感、语音情感、面部情感、姿态情感的特征提取方式进行简要阐述。

3.2.1 文本情感特征提取

文本情感主要通过文字语言进行表征，教育智能体需要将文字语言转换成机器语言再进行特征提取，减少信息冗余，实现情感识别。简单且常用的方法是词袋模型(Bag-of-Words, BoW)，BoW 模型是一种用于自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)和信息检索(Information Retrieval, IR)的简化表示方法，将出现频率最高的单词映射成向量进行计算，但忽略了语法甚至词序，存在词间关系缺失的问题。Soumya 和 Joseph(2014)提出将共现特征加入 BoW 模型中，并验证其有效性，通过标记单词与单词之间的关系，丰富单词语义信息，提高情感识别准确性；Zhao(2017)等人提出模糊词袋模型(Fuzzy Bag-of-Word, FBoW)采用模糊映射，降低稀疏性，提高鲁棒性，编码更多的语义信息，从数量上实现精准情感识别的概率。另外，还可以利用词嵌入(Word Embedding)模型提取文本情感，根据嵌入单词的特点分有典型词嵌入和情感词嵌入。典型词嵌入通过一般语义进行建模，像 BERT 模型(Devlin et

al. 2018), BERT 是一种双向编码表示模型, 通过无监督学习预测上下文中隐藏的单词, 在未标记的文本中进行预先训练, 从预训练模型中提取固定特征完成自然语言处理; 情感词嵌入借助情感词编码实现特征提取, Xu 等(2018)提出将情感语义编码为向量的 Emo2Vec 模型, 通过六种不同的情感任务训练模型, 分别是情绪分析、讽刺分类、压力检测、侮辱性语言分类、侮辱检测和人格识别, 结果显示其效果优于现有方法。

3.2.2 语音情感特征提取

语音情感通过教育智能体提取学习者声音的低层次描述(Low Level Descriptors, LLDs)特征或利用深度学习技术提取特征。Schmitt 等(2016)使用 Mel 频率倒谱系数和能量低级描述符创建的音频词袋(Bag-of-Audio-Words, BoAW)描述特征向量, 使用支持向量回归来连续预测情绪的时间和价值, 借助拥有自发且自然情绪的 RECOLA 数据库进行评估验证, 其结果显示优于深度学习方法。孙韩玉等(2021)基于语谱图特征和 LLDs 特征相结合, 引入注意力机制, 结合致性相关损失, 改善样本特征间相关性, 提高模型特征判别能力。Mao 等(2014)通过卷积神经网络(Convolutional Neural Networks, CNN)先利用未标记样本学习局部不变特征, 再进行显著判别特征分析, 以此实现语音情感特征提取。俞佳佳等(2021)针对语音信号提出 Sinc-Transformer 模型改进手动提取 LLD 特征的繁琐性, 从浅层和深层提取全局上下文信息, 有效提高语音情感特征提取。

3.2.3 面部情感特征提取

面部情感主要通过教育智能体提取学习者的面部表情数据, 根据数据表征方式可分为静态面部图像和动态视频序列, 不同形态数据采用不同方式进行特征提取。对于静态图像需根据用户外貌特征和五官分布来获得情感特征, 可以采用局部二值模式(Local Binary Pattern, LBP)、方向梯度直方图(Histograms of Oriented Gradients, HOG)、Gabor 小波法等方法。Bah 等(2020)借助 LBP 算法结合图像处理技术(对比度调整、双边滤波器、直方图均衡和图像融合)对输入的面部图像预处理, 再划分区域进行编码, 得到二进制模型从而构造特征向量, 改进 LBP 编码, 提高人脸识别精度。Deeba 等(2019)基于局部二值模式直方图(LBPH)算法开发人脸识别系统 LBPH 算法结合了 LBP 和 HOG 算法除正常状态下图像可进行精准特征提取, 在存在遮挡、姿态变化和照明不均等情况也可以有效提取。对于动态视频序列捕获面部动态信息常用光流法和模型法。刘涛等(2018)采用高斯线性判别分析方法(Linear Discriminant Analysis, LDA)对面表情与中性表情之间的光流特征进行映射, 设计 SVM 分类器实现表情的分类与识别。Yi 等(2019)采用主动外观模型(Active Appearance Model, AAM)对特征点进行标记, 确定关键帧截取动态表情序列, 计算特定点斜率与特征块纹理差结合, 形成表情特征。另外, 无论是静态面部图像还是动态视频序列教育智能体都可以利用 CNN、RNN、LSTM 及其衍生算法进行面部情感特征提取。

3.2.4 姿态情感特征提取

姿态情感通过教育智能体对学习者的身体姿势及动作进行采集, 基于学习者整体和身体上半部分的肢体情感研究进行特征提取。Bernhardt 等(2007)提出一个新的框架针对学习者整体非特征运动的情感表达, 利用一种分割技术将复杂的运动划分为自动导出的运动元, 再根据动态特征对解析后的运动元编码情感信息。Ajili 等(2019)基于拉邦动作分析(Laban movement analysis, LMA)提出一种描述符向量来表征动作的方式, 将提出的描述符输入到包括随机决策森林(Random Decision Forest, RDF)、多层感知机(Multi-Layer Perceptron, MLP)和 SVM 的机器学习框架中, 利用多个数据集评估描述符的准确性, 还引入 3D 虚拟化身再现人体运动探究人类情感与动作姿态间的关系。Glowinski 等(2011)提出一种缩减特征行为分析情感特征的框架, 只通过头部和手部的的位置以及速度来推断情感信息, 并利用 GEMEP 语料库验证此框架。Patwardhan 等(2016)建立基于规则的情绪识别决策模型, 对腰部以上部分的非

语言行为进行情感特征提取，该规则可用于多模态情绪识别系统，有助于提高基于学习系统的准确性，特别是对体间数据的准确性。

3.3 信息融合

教育智能体虽然可以借助单一模态数据分别表征情感数据，但是融合多模态数据可以实现异质互补以提高情感识别的效率以及保证表征的准确性。常见的融合方法有特征层融合、决策层融合和模型层融合，其中，特征层融合直接将提取到的单模态特征融合特征向量，所融合的模态之间相关性较高，可以较好的捕捉到特征间的关系，但提取难度较大，容易过度拟合，通常采用降维技术减少冗余；决策层融合先将多种单模态特征单独训练再按照一定融合规则进行组合，适用于模态维数不同、采样率差异较大等情况，有效解决差异太大造成的数据冗余，但该融合方式不允许多模态数据同时训练；模型层融合则利用深度学习模型对单模态特征进行单独建模再依据相关性进行融合，具有较好的可扩展性，增强模型的可解释性。

3.3.1 双模态情感融合

语音情感和面部情感融合。教育智能体采用虚拟形象与学习者进行沟通交流，若主要收集学习者的头部图像或动画和语音数据，在进行学习者情感投入分析时则需要将两种情感数据进行融合。刘菁菁等(2020)采用双通道长短时记忆(LSTM)分别模拟听觉和视觉通道处理语音和面部表情的情感信息，并对其进行决策层加权特征融合和模型层融合映射，实现特征融合，准确率分别达到 84.1%和 86.6%。王传显等(2021)将语音情感用深度受限波尔兹曼机(DBM)和 LSTM 提取，面部情感用 LBPH、CNN 和稀疏自动编码器(SAE)提取，最后基于两种情感特征权值使用决策层融合，识别率达到了 74.9%。

语音情感和文本情感融合。学习者利用会话智能体利用语音和文本方式进行学习，对于两种情感数据的融合也是十分重要的。Priyasad 等(2020)基于深度学习对语音和文本信息进行情感分类，对于语音数据利用 SincNet 层基于 sinc 函数的滤波器和深度卷积神经网络(DCNN)进行提取，对于文本数据并行使用两个方法(一个是 DCNN，另一个是 Bi-RNN 和 DCNN)，引入交叉注意来推断相关性。实验结果表明优于现有方法，加权精度提高 3.5%。王兰馨等(2022)提出的 Bi-LSTM-CNN 模型算法采用带有词嵌入的 Bi-LSTM 和 CNN 构成，基于该算法提取文本特征，再利用 CNN 进行语音情感识别，在特征层和决策层对双模态数据融合，最后利用 IEMOCEP 多模态数据集检验得出准确率达到 69.51%。

面部情感和姿态情感融合。学习者身体整体数据的融合比其他类型的融合更有利于教育智能体从整体分析学习者情感数据。Gunes 和 Piccardi(2006)建立了基于表情和姿态的 FABO 双模态数据库，用人的面部运动和身体活动来表示情感变化与关系，分别采用特征层融合和决策层融合，虽然都比单模态情感准确性高，但特征层融合比决策层融合更有效。闫静杰等(2013)提出一种基于双边稀疏偏最小二乘(BSPLS)的表情和姿态的双模态情感识别方法，提取学习者动态时空序列表情及姿态作为特征向量再利用 BSPLS 降维重新组合，最后利用 FABO 数据集进行对比实验验证模态融合比单模态有效。

3.3.2 三模态情感融合

语音情感、面部情感及文本情感融合。Siriwardhana 等(2020)预训练自我监督学习(Self Supervised Learning, SSL)模型，再利用 SSL 模型对三种情感特征分别提取，引入具有任意嵌入、大小和序列长度 SSL 特性的 Transformers 融合，最后利用 IEMOCAP、CMU-MOSEI、CMU-MOSI 和 MELD 四个数据集进行测试和评估，结果表明此方法优先于当时存在的其他模型。Dai 等(2021)引入稀疏跨模态注意力提出一个完全端到端的模型，对于文本情感数据直接通过 Transformers 编码，而对于语音和面部情感采用 CNN 方式提取再编码融合，并对现有的多模态情绪识别数据集进行重组，实现基于原始数据的端到训练和跨模态注意，优化模型提高性能。

语音情感、面部情感及姿态情感融合。Kessous 等(2010)构建了一个情感数据库,对三种数据分别提取情感特征进行特征层融合,再利用基于贝叶斯网络(Bayesian Networks, BN)的系统对单峰数据、双峰数据和多峰数据进行自动分类,发现与最佳单模态相比识别率增加了10%,与双模态融合相比识别率提高了3.3%。陈彩华(2020)也是分别提取语音、面部和姿态情感特征,再采用改进的遗传算法 IAGA 进行特征层融合,利用 SVM 分类器构建预测模型,最后通过 CHEAVD 数据集验证情感特征识别方法的有效性。

3.4 反馈干预

教育智能体不仅要采集、识别学习者的情感状态,还需要根据学习者情感投入生成交互情感并表征。Queiroz 等(2008)提出一种用于具身会话智能体的自动生成眼动行为模型,在不同情感状态下生成不同的眼动行为,基于学习者一定的交互反馈。Lee 等(2010)利用机器学习方法,借鉴隐马尔可夫模型学习的特征选择过程和训练过程,通过手势语料库实现智能体头部运动。Moussa 等(2013)通过在情绪框架中使用 Q 学习(Q-learning)确定教育智能体将要执行的动作,赋予智能体情感表达能力使学习者产生移情,增加情感投入,提高社会交互能力。

4. 总结

教育智能体利用人工智能及深度学习等技术可实现强大功能,除在学习者学习过程中给予一定的陪伴之外,还可以分析学习者学习状态提供专业指导和推荐,实现学习者个性化学习。对于学习者学习投入中的情感投入这种会发生隐性变化的特征可以借助设备收集数据并进行一系列分析融合操作,依据学习者情感投入给予相应的反馈干预,学习结果可视化使情感投入发生转变,促进学习者学习。但教育智能体在学习者情感投入方面还存在一些问题需要解决,比如:情感投入归因,现在学习者情感投入归因还需要教师依据可视化结果完成,教育智能体依据学习者情感投入变化进行教学改进只是治标不治本,只有找到学习者情感投入减少的真正原因才能更好地对学习者进行资源推荐或路径转变。

参考文献

- 陈彩华.(2020). 基于语音、表情与姿态的三模态普通话情感识别. *控制工程*(11), 2023-2029.
- 刘菁菁 & 吴晓峰.(2020). 基于长短时记忆网络的多模态情感识别和空间标注. *复旦学报(自然科学版)*(05), 565-574.
- 刘清堂, 巴深, 罗磊, 张翼恒 & 吴林静.(2019). 教育智能体对认知学习的作用机制研究述评. *远程教育杂志*(05), 35-44.
- 刘涛, 周先春 & 严锡君.(2018). 基于光流特征与高斯 LDA 的面部表情识别算法. *计算机科学*(10), 286-290+319.
- 刘婷婷, 刘箴, 柴艳杰, 王瑾 & 王媛怡.(2021). 人机交互中的智能体情感计算研究. *中国图象图形学报*(12), 2767-2777.
- 孙韩玉, 黄丽霞, 张雪英 & 李娟.(2021). 基于双通道卷积门控循环网络的语音情感识别. *计算机工程与应用*(20), 1-10.
- 王传昱, 李为相 & 陈震环.(2021). 基于语音和视频图像的多模态情感识别研究. *计算机工程与应用*(23), 163-170.
- 王兰馨, 王卫亚 & 程鑫.(2022). 结合 Bi-LSTM-CNN 的语音文本双模态情感识别模型. *计算机工程与应用*(04), 192-197.
- 徐振国, 刘志, 党同桐 & 孔玺.(2021). 教育智能体的发展历程、应用现状与未来展望. *电化教育研究*(11), 20-26+33.
- 闫静杰, 郑文明, 辛明海 & 邱伟.(2013). 表情和姿态的双模态情感识别. *中国图象图形学报*(09), 1101-1106.

- 俞佳佳, 金赞, 马勇, 姜芳芳 & 戴妍妍. (2021). 基于 Sinc-Transformer 模型的原始语音情感识别. *信号处理*(10), 1880-1888.
- 赵小明, 杨轶娇 & 张石清. (2022). 面向深度学习的多模态情感识别研究进展. *计算机科学与探索*.
- Ajili, I., Malle, M., & Didier, J. Y. (2019). Human motions and emotions recognition inspired by LMA qualities. *The Visual Computer*, 35(10), 1411-1426.
- Amy L. Baylor and Yanghee Kim. (2005). Simulating Instructional Roles through Pedagogical Agents. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(2), pp. 95-115.
- Bah, S. M., & Ming, F. (2020). An improved face recognition algorithm and its application in attendance management system. *Array*, 5, 100014.
- Becker-Asano C and Wachsmuth I. (2010). Affective computing with primary and secondary emotions in a virtual human. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 20 (1): #32
- Bernhardt, D., & Robinson, P. (2007). Detecting affect from non-stylised body motions. In *International conference on affective computing and intelligent interaction* (pp. 59-70). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Dai, W., Cahyawijaya, S., Liu, Z., & Fung, P. (2021). Multimodal end-to-end sparse model for emotion recognition. *arXiv preprint arXiv:2103.09666*.
- Deeba, F., Ahmed, A., Memon, H., Dharejo, F. A., & Ghaffar, A. (2019). LBPH-based enhanced real-time face recognition. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl*, 10(5), 274-280.
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv preprint arXiv:1810.04805*.
- 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.
- Fredricks, J. A., Filsecker, M., & Lawson, M. A. (2016). Student engagement, context, and adjustment: Addressing definitional, measurement, and methodological issues. *Learning and Instruction*, 43, 1-4.
- Glowinski, D., Dael, N., Camurri, A., Volpe, G., Mortillaro, M., & Scherer, K. (2011). Toward a minimal representation of affective gestures. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 2(2), 106-118.
- Gratch J and Marsella S. (2004). A domain-independent framework for modeling emotion. *Cognitive Systems Research*, 5 (4): 269-306
- Gunes, H., & Piccardi, M. (2006). A bimodal face and body gesture database for automatic analysis of human nonverbal affective behavior. In *18th International conference on pattern recognition (ICPR'06)* (Vol. 1, pp. 1148-1153).
- Johnson, W. L., Rickel, J. W., & Lester, J. C. (2000). Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments. *International Journal of Artificial intelligence in Education*, 11(1), 47-78.
- Kessous, L., Castellano, G., & Caridakis, G. (2010). Multimodal emotion recognition in speech-based interaction using facial expression, body gesture and acoustic analysis. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 3(1), 33-48.
- Krithika, L. B., & GG, L. P. (2016). Student emotion recognition system (SERS) for e-learning improvement based on learner concentration metric. *Procedia Computer Science*, 85, 767-776.
- Lee, J., & Marsella, S. C. (2010). Predicting speaker head nods and the effects of affective information. *IEEE Transactions on Multimedia*, 12(6), 552-562.

- Mao, Q., Dong, M., Huang, Z., & Zhan, Y. (2014). Learning salient features for speech emotion recognition using convolutional neural networks. *IEEE transactions on multimedia*, 16(8), 2203-2213.
- Martin, A. J. (2008). Enhancing student motivation and engagement: The effects of a multidimensional intervention. *Contemporary educational psychology*, 33(2), 239-269.
- Michael Wooldridge and Nicholas R. Jennings. (1995). Intelligent agents: theory and practice. *The Knowledge Engineering Review*, 10(2), pp. 115-152.
- Moussa, M. B., & Magnenat-Thalmann, N. (2013). Toward socially responsible agents: integrating attachment and learning in emotional decision-making. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 24(3-4), 327-334.
- Ninaus, M., Greipl, S., Kiili, K., Lindstedt, A., Huber, S., Klein, E., ... & Moeller, K. (2019). Increased emotional engagement in game-based learning—A machine learning approach on facial emotion detection data. *Computers & Education*, 142, 103641.
- Patwardhan, A., & Knapp, G. (2016). Augmenting supervised emotion recognition with rule-based decision model. *arXiv preprint arXiv:1607.02660*.
- Priyasad, D., Fernando, T., Denman, S., Sridharan, S., & Fookes, C. (2020). Attention driven fusion for multi-modal emotion recognition. In *ICASSP 2020-2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 3227-3231).
- Queiroz, R. B., Barros, L. M., & Musse, S. R. (2008). Providing expressive gaze to virtual animated characters in interactive applications. *Computers in Entertainment (CIE)*, 6(3), 1-23.
- Roxas, J. C., Richards, D., Bilgin, A., & Hanna, N. (2018). Exploring the influence of a human-like dancing virtual character on the evocation of human emotion. *Behaviour & Information Technology*, 37(1), 1-15.
- Sarrafzadeh, A., Alexander, S., Dadgostar, F., Fan, C., & Bigdeli, A. (2008). “How do you know that I don’t understand?” A look at the future of intelligent tutoring systems. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1342-1363.
- Schmitt, M., Ringeval, F., & Schuller, B. W. (2016). At the Border of Acoustics and Linguistics: Bag-of-Audio-Words for the Recognition of Emotions in Speech. *Interspeech* (pp. 495-499).
- Schrader, C., & Kalyuga, S. (2020). Linking students’ emotions to engagement and writing performance when learning Japanese letters with a pen-based tablet: An investigation based on individual pen pressure parameters. *International Journal of Human-Computer Studies*, 135, 102374.
- Shoham, Y. (1993). Agent-oriented programming. *Artificial intelligence*, 60(1), 51-92.
- Siriwardhana, S., Kaluarachchi, T., Billinghurst, M., & Nanayakkara, S. (2020). Multimodal emotion recognition with transformer-based self supervised feature fusion. *IEEE Access*, 8, 176274-176285.
- Skinner, E. A., & Belmont, M. J. (1993). Motivation in the classroom: Reciprocal effects of teacher behavior and student engagement across the school year. *Journal of educational psychology*, 85(4), 571.
- Soumya, G. K. , & Joseph, S. (2014). Text classification by augmenting bag of words (bow) representation with co-occurrence feature. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 16(1), 34-38.
- Volonte M, Anaraky R G, Knijnenburg B, Duchowski A T and Babu S V. (2019). Empirical evaluation of the interplay of emotion and visual attention in human-virtual human interaction / *ACM Symposium on Applied Perception 2019*. Barcelona, Spain: ACM: 1-9

- Volonte M, Babu S V, Chaturvedi H, Newsome N, Ebrahimi E, Roy T, Daily S B and Fasolino T. (2016). Effects of virtual human appearance fidelity on emotion contagion in affective interpersonal simulations. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 22(4): 1326-1335
- Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. *The knowledge engineering review*, 10(2), 115-152.
- Xu, P., Madotto, A., Wu, C. S., Park, J. H., & Fung, P. (2018). Emo2vec: Learning generalized emotion representation by multi-task training. *arXiv preprint arXiv:1809.04505*.
- Yi, J., Chen, A., Cai, Z., Sima, Y., Zhou, M., & Wu, X. (2019). Facial expression recognition of intercepted video sequences based on feature point movement trend and feature block texture variation. *Applied Soft Computing*, 82, 105540.
- Zhao, R., & Mao, K. (2017). Fuzzy bag-of-words model for document representation. *IEEE transactions on fuzzy systems*, 26(2), 794-804.

多层次知识图谱在教育领域中的应用：设计、挑战与前景

Application of Multi-level Knowledge Graph in Education: Design, Challenges and Prospects

夏静¹，陈晴¹，童名文^{1*}

¹ 华中师范大学 人工智能教育学部

* tmw@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 随着教育的不断推进和信息技术的迅速发展，知识图谱在教育领域中的应用亟待开发。现有关于教育知识图谱的研究主要包括教育知识图谱的构成、创建技术、创新型应用三个方面。本文基于复杂性适应理论和布鲁姆教育目标分类理论构建了多层次教育知识图谱模型，提出了其所面临的挑战并分析未来知识图谱在教育领域中的应用前景。

【关键字】 知识图谱；教育；复杂性适应理论；应用前景

Abstract: *With the continuous advancement of educational reform and the rapid development of information technology, the application of knowledge graphs in the field of education needs to be developed urgently. The existing research on educational knowledge graph mainly includes three aspects: the composition of educational knowledge graph, creation technology, and innovative application. This paper builds a Multi-level educational knowledge graph model based on complexity adaptation theory and Bloom's educational goal classification theory, puts forward the challenges it faces, and analyzes the future application prospects of knowledge graphs in the field of education.*

Keywords: knowledge graph; education; complexity system theory; application prospect

1. 前言

知识图谱是一种大规模的语义网络，是对客观世界语义化的表示形式，旨在描述现实世界中存在的各种实体或概念（李振，周东岱，2019）。知识图谱在教育中的应用，得出教育知识图谱这一概念，教育知识图谱能够有效形成各学科的知识体系。现有关于教育知识图谱的研究主要包括教育知识图谱的构成，教育知识图谱的创建技术，教育知识图谱的创新型应用等三个方面。随着信息技术的进一步发展，知识图谱在教育中的研究与应用将会拓宽教学场景，促进知识图谱与教育深度融合。本文构建具有校本特色的多层次教育知识图谱，拟促进学生自主学习，从而推动教育教学改革。

2. 研究综述

在教育知识图谱的构成要素方面，教育知识图谱是由实体和关系构成。其中实体是指教学过程中的知识内容，包括知识、问题、能力；关系包括关联关系（知识关联、问题关联、能力关联）和映射关系（知识映射、问题映射、能力映射）（钟卓，唐焯伟，2021）。总之，这些知识、问题、能力的实体以及知识与知识，问题与问题，能力与能力之间的关系构成了教育知识图谱。

在教育知识图谱的创建技术方面，教育知识图谱的创建技术主要有构成技术和支撑技术。当前教育领域知识本体的构建方法有：人工法、自动法和半自动法。在人工法的使用中，陈雅茜（2021）依赖人工参与，参考七步法，给出基于本体建模的动态知识图谱构建技术流程；在自动法的使用中，高嘉骥（2021）提出了一种基于知识图谱的学习路径自动生成方法，并

通过对照实验证明其能够为学习者的在线学习提供指导；在半自动法的使用中，李振（2019）依赖半自动法，提出了自适应学习系统中知识图谱的构建方法并阐明了知识图谱在自适应学习系统中的应用。知识图谱的支撑技术有：知识抽取技术、语义链接技术、可视化技术等。在知识抽取技术的运用中，Guillaume Lample（2016）提出了一种基于LSTM和CRF的方法对命名实体进行抽取和识别，取得了良好的实验效果。在语义链接技术的运用中，王佳琪（2018）通过综合科技文献的元数据和文本内容信息分析，建立科研事件之间的语义链接以形成科研事件网络；在可视化技术的运用中，陈方华（2015）通过研究证明可视化技术的应用有效弥补了数据挖掘方法要求技术门槛高的不足，且验证其在e-learning系统中能有效促进促进学习分析并且优化教学过程。

在教育知识图谱的创新型应用方面，教育知识图谱可以应用到不同的教育场景中，例如知识库建设、自适应学习、虚拟学习助手等。从知识库建设的场景来看，王远情（2019）以基础教育生物教材教辅资料为基本数据源构建基于知识图谱的生物本体知识库，有效确保生物知识点的权威性和问答求解的准确率；从自适应学习的场景来看，宋丹（2022）在将知识图谱引入智慧教学过程中构建了知识图谱与教育大数据协同驱动的自适应学习模式，对于推进自适应学习路径规划的应用与实践具有重要意义；从虚拟学习助手的场景来看，余胜泉（2019）研发了“AI好老师”智能助理系统，该系统利用人机结合的模式助力攻克育人难题。

3. 多层次教育领域知识图谱的构建

传统研究中的学习路径，往往是旧知识向新知识的单向过渡。但由霍兰教授（1994）提出的复杂性系统理论可知，学习过程是一个复杂的过程，学习路径会随着学习者认知结构的变化而在新知识和旧知识之间产生双向变化。本研究基于复杂性适应理论和布鲁姆教育目标分类理论，提出了多层次教育领域知识图谱。为了帮助学习者有效的理解知识，我们将知识图谱分为三个层次：知识元层、复合知识元层、任务层。（1）知识元层：知识图谱框架的底层，由一系列不可再分割的知识元构成。主要指对知识元的知道与领会。（2）复合知识元层：该层位于知识元层和任务层之间，每一个复合知识元对应一个或多个知识元，主要指对知识融会贯通。（3）任务层：这个类包含学习领域的所有实际任务，是多层次知识图谱框架的顶层。主要指对知识的评价，解决问题的能力。文章构建的基本模型如图1所示：

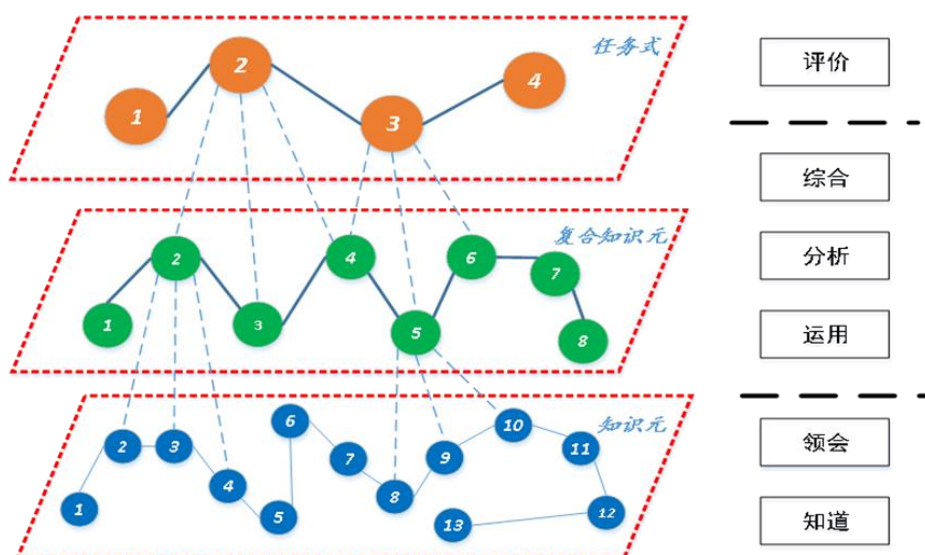


图1 多层次教育知识图谱

多层次教育知识图谱中的虚线表示类间关系，实线表示类内关系，不同颜色的节点表示不同类中的学习对象。多层次知识图谱可以表示的内容有：

(1) 某个知识点的前驱知识点，后继知识点，同一层次知识点间的关系，不同层次知识点间的关系。(2) 掌握某元知识点需要掌握它的前驱知识点；掌握某复合知识点需要掌握它的前驱知识点及元知识点；某元知识点未掌握，则会向前驱知识点回溯；某复合知识点未掌握，则会向前驱知识点或元知识点回溯。(3) 当某知识点学完后，可以选择继续学习同层后继知识点或上层复合知识点。

例如：现代教育技术专业的学生需要学习两门课程，知识图谱会给此学生展示这两门课程全部的、有关系的、非重复的知识点路线图。学习教育技术学课程的前置条件是学习教育学原理课程，实际上，学习教育技术学只需要教育学原理中“教学评价”和“教学过程”等部分知识点。在没有多层次知识图谱的情况下，学生会翻阅教育学原理整本书的知识，效率较低，也不利于问题解决能力的培养。图 1 只是一个基本的模型，知识图谱要有更好应用，还需要不断的采集结构化和非结构化数据，以及教学实证研究。

4. 多层次教育领域知识图谱应用面临的挑战

4.1. 国内外概念定义不够统一

自 2012 年谷歌提出了教育知识图谱这一概念至今，学术界对于知识图谱的定义相对统一，已经形成了自己的体系架构。关于教育知识图谱，由于教师在教学过程中需要快速掌握学生对知识点的理解，及时为学生推送个性化教学资源，因此对于教育知识图谱的研究具有重要意义。虽然国内外学者对教育知识图谱也有较多新的探索，但目前国内外学者对于教育知识图谱的定论不太统一，大多数教师对其了解和应用相对较少。

4.2. 教师的信息素养能力需要提升

教师应具备系统的专业知识和较高的信息素养。人工智能视角下大量的非结构化和半结构化数据给教师的知识存储、处理乃至检索带来全新的挑战，而教育知识图谱技术有效弥补学生大脑知识处理能力的不足，并辅以智能教学平台。教师也可根据知识图谱反馈的结果，根据学生的学习情况给每个学生布置作业，实时了解学生的知识掌握程度。在这一过程中，教师需要提高运用信息技术进行评价和判断的能力，因此知识图谱技术的推行也对教师的信息素养提出了新的要求。

4.3. 学生自主学习能力需要培养

由于不同学科知识点繁多且逻辑性强，教育知识图谱的运用会使得教师和学生在学习过程中处于分离状态。教育知识图谱可以使学生了解自身学习情况，及时查漏补缺，有效建立个性化学习路径，但学生也需要对自己的学习进行实时反思，面对多层次教育知识图谱提供的学习资源和路径主动作出正确的选择。因此，教师应培养学生运用自主学习能力，引导学生依靠多层次教育知识图谱反馈出的信息来选择正确的学习路径。

5. 多层次教育领域知识图谱应用的未来展望

5.1. 应用引领

教育知识图谱可以应用到不同的教育场景中，例如知识库建设、自适应学习、虚拟学习助手等。由于教育应用场景较多，因此我们需要整体规划才能使之逐步落地，不能盲目使用技术，造成资源浪费。教育知识图谱作为技术储备，只有产生了一定的教育价值，才能够有足够的可行性，有效促进教学。我们要根据当前的各类数据与各项技术，选择合适的教育应用场景，在具体的应用中提升知识图谱的教育应用价值，推动多层次教育知识图谱应用领域的稳步前进。

5.2. 迭代发展

在知识图谱在教育领域的应用中，相较于知识应用，知识的获取与知识资源的建设是更大的瓶颈。由于学科知识多且复杂，知识资源的开发任重而道远，只能扎扎实实推进知识资源开发，积累知识库，在每一轮发展迭代周期，优先选择预期效果较好的应用场景，建设以教育知识图谱为核心的教学资源，在合适场景开展相关的知识应用，再根据来学生学习的反馈，完善多层次知识图谱的模型构建。当该场景应用有所成效后，将该场景依次拓展到更多的应用场景，依赖更先进的构建技术，开发更多的知识资源，使整个过程持续迭代发展下去，直至成熟。

6. 结束语

我国的教育知识图谱在当下教学中的应用仍在探索阶段，更多的应用场景还需要进一步研究。在教育领域，知识的复杂性，技能的操作性能如何以直观的方式展现给学生，都增加了对知识点分层的切分难度，知识图谱需要在应用中才能进一步丰富起来，在接下来的研究中还需要不断采集数据，进行知识抽取，知识融合，知识推理等方法来完善该模型，以及进行教学实证研究。随着国家政策的支持以及信息技术的进一步发展，教育知识图谱在教学中的应用会有进一步的深入。

参考文献

宋丹,丰霞,何宏和王宁(2022)。知识图谱与教育大数据协同驱动的自适应学习模式研究。高等工程教育研究(01), 163-168。

高嘉骥,刘千慧和黄文彬.(2021)。基于知识图谱的学习路径自动生成研究。现代教育技术(07), 88-96。

钟卓,唐烨伟,钟绍春和赵一婷(2020)。人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究。电化教育研究(04),62-70。

李振,董晓晓,周东岱和童婷婷(2019)。自适应学习系统中知识图谱的人机协同构建方法与应用研究。现代教育技术(10), 80-86。

李振,周东岱和王勇(2019)。“人工智能+”视域下的教育知识图谱:内涵、技术框架与应用研究。远程教育杂志(04), 42-53。

王远情(2019)。基于知识图谱的基础教育生物知识库构建与问答系统(硕士学位论文,中南民族大学)。

余胜泉,彭燕和卢宇(2019)。基于人工智能的育人助理系统——“AI好老师”的体系结构与功能。开放教育研究(01), 25-36。

王佳琪,张均胜和乔晓东(2018)。基于文献的科研事件表示与语义链接研究。数据分析与知识发现(05), 32-39。

Guillaume Lample,Miguel Ballesteros,Sandeep Subramanian,Kazuya Kawakami & Chris Dyer.(2016).Neural Architectures for Named Entity Recognition.. CoRR().

陈方华,赵蔚和姜强(2015)。可视化技术在 e-learning 系统中应用的国外研究现状及启示。现代远距离教育(02), 67-73。

基金项目：华中师范大学国家教师发展协同创新实验基地建设研究项目《自适应教师资源设计与开发》（项目编号：CCNUTEIII 2021-04）

基金项目：华中师范大学信息化与基础教育均衡发展省部共建协同创新中心建设项目《面向乡村学生的自适应学习资源构建与应用研究》（xtzd2021-002）

课堂教学深度分级模型的演进与实证研究

The Evolution and Empirical Research of Classroom Instruction Depth Classification Model

胡航^{1*}, 康忠琳²

¹西南大学 教师教育学院

²西南大学 教育学部

[*ethuhang@swu.edu.cn](mailto:ethuhang@swu.edu.cn)

【摘要】 培育面向学生思维发展的深度学习课堂已经成为新时代教学改革的重要议题。研究梳理了课堂教学深度分级模型演进的三个过程：知识中心、能力中心和思维中心，学习者为中心的评价目标已基本形成。基于此，研究以S省C市12区县中小学教师作为研究对象，收集了3781条数据进行数据分析，研究发现：教师性别、教龄、学段、学科四个属性显著影响课堂教学深度，且性别、教龄、学段与课堂教学深度有线性相关关系；基于上述数据聚类出课堂教学深度分级模型，模型包含知识、应用、分析、综合和思维五个层面。

【关键词】 课堂教学深度；分级模型；教师属性；教学因子

Abstract: *The research has sorted out the three processes of the evolution of the classroom instruction depth classification model: knowledge center, ability center and thinking center. The learner-centered evaluation goal has basically been formed. Based on this, the study took the primary and secondary school teachers in 12 districts of S Province C City as the research object, and collected 3781 data for data analysis. The research found that the four attributes of teacher gender, instruction age, school stage, and subject significantly affect the depth of classroom instruction, and Gender, instruction age, grade level and classroom instruction depth are linearly correlated; based on the above data, a classification model of classroom instruction depth is clustered. The model includes five levels of knowledge, application, analysis, synthesis and thinking.*

Keywords: Classroom instruction depth, Grading model, Teacher attributes, Instruction factors

深度学习是学习科学领域的重要研究问题，其提倡学习者主动性、批判性的有意义学习，要求学习者主动建构个人知识体系，并将其有效迁移应用到真实情境中以解决复杂问题，最终促进学习者高阶思维能力的发展（胡航等，2017）。课堂作为教学主阵地，支撑着深度学习时空向度，是破解学生课堂学习浅层化、表面化和功利性的重要途径（杨清，2020）。在提倡创新人才培养的当下，教师的课堂教学深度能够促进学生的深度学习，进而促进学生核心素养的发展。基于此，研究拟通过大样本调研与大数据分析，确立课堂教学深度的理论维度，探索课堂教学深度与教师属性之间的关系，构建课堂教学深度分级模型，进而为教师专业能力的发展与创新人才的培养提供理论支撑和行动依据。

1. 课堂教学深度演进

课堂教学质量观是人们对课堂教学活动效果优劣的认识与看法，是对教学品质所作的一种价值判断（周俊良，2018）。课堂教学质量是指师生通过共同参与课堂教学活动，所实现的课堂教学目标的程度（王利，2014）。传统课堂在促进智力发展深层知识（deep knowledge）（索耶，2010）构建方面还不够，基于此，研究采用课堂教学深度来描述课堂层级。按照课堂教学质量观的更迭，可以将课堂教学深度的演进分为三个阶段：知识中心、能力中心和思

维中心，如表 1 所示。

表 1 课堂教学深度演进表

时间阶段	知识中心	能力中心	思维中心
特点	知识为重，单向评价	应用为本，综合评价	方法为根，创新为基
优势	知识传授的达成度 教师教学的有效度	直接经验为主的实践知识	高阶思维培养 评价促进有效教学
不足	忽视学生素质整体发展 忽视学习对学生的意义	注重学习结果，忽视学习过程的发生	操作中注意防范对知识的系统性的忽视

从表 1 可知，课堂教学深度评价经历了知识中心、能力中心和思维中心三个发展阶段。课堂教学评价逐渐偏向关注学习者高阶思维能力的成长与发展。完整的课堂评价涵盖学生评价与教师评价两个维度。研究从教师评价的视角为深度课堂评价提供模型与参考，为教师专业能力的发展提供理论依据。

2. 研究设计

2.1. 研究问题

研究关注不同性别、教龄、学段和学科四个教师属性的差异，围绕课堂教学深度的演进与实证聚焦于以下两个研究问题：一是研究课堂教学深度与教师属性的关系；二是基于教学因子构建课堂教学深度分级模型。

2.2. 研究过程与方法

基于上述研究问题，本研究选取 C 市 12 区县来自小学、初中、高中不同学段的教师为研究对象。研究问卷通过线上发放，历时一个月，共计回收问卷 3781 份，剔除无效问卷 373 份，剩余有效问卷 3408 份。其中小学教师 1123 份，占比 32.9%，初中教师 957 份，占比 28.1%，高中教师 1328 份，占比 39.0%。研究过程与方法如图 1 所示。

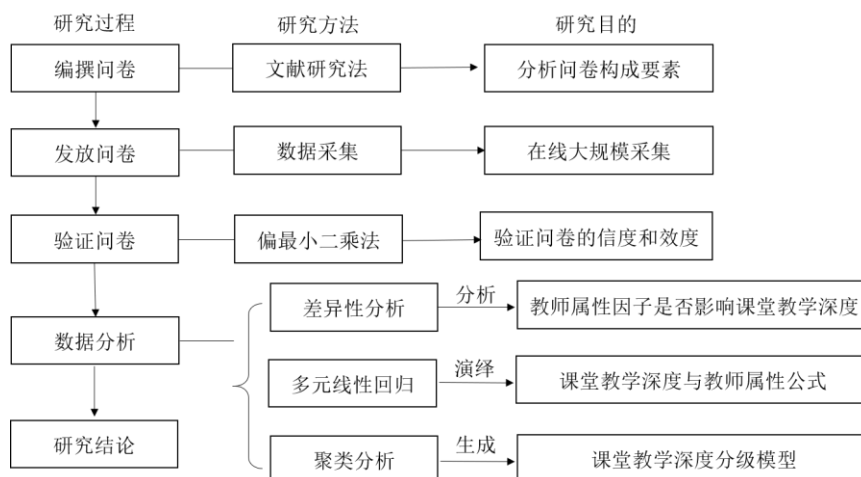


图 1 研究过程与方法图

2.3. 问卷设计与编制

研究参考了 FFT (the Framework For Teaching) 教师专业发展框架 (Danielson, 2017)、CLASS (Classroom Assessment Scoring System) 框架 (Pianta, 2009) 和 S-ICIG 深度学习过程模型 (胡航等, 2017), 分析了三者之间的对照关系, 具体情况如表 2 所示。研究显示, 每一种评估模型对课堂教学深度的解释力存在一定差异: FFT 框架着力刻画课堂教学深度评估的主线条, 但仍缺少对教学组织和情感因素的考量; 相较于 FFT 框架, CLASS 框架缺失教

学准备与计划因素。在此基础上，抽取并综合各框架中的特征变量，建构出本研究所主张的课堂教学深度结构，主要包括教学准备与计划、课堂教学实施和专业职责与情感支持等三个维度。问卷经验证性因子分析后三个维度共计 11 题：教学准备与计划维度 3 题，课堂教学实施维度 4 题，专业职责与情感支持维度 4 题，采用李克特 5 点计分法。

表 2 多种评估框架模型间的对照关系表

FFT 框架	CLASS 框架	深度学习评价框架		
计划和准备		教学准备与计划		
课堂环境营造 课堂教学技巧	教学组织	深度学习 认知 过程	内化	课堂教学实施
			调和	
			归纳	
			迁移	
专业职责	教学支持、情感支持	专业职责与情感支持		

3. 数据分析：评测工具验证与应用

3.1. 评测工具验证

3.1.1. 模型信度分析

模型内部一致性通过 Composite Reliability (CR) 值和 Cronbach' Alpha(α)系数来检验，探索性研究中 Composite Reliability (CR) 值在 0.7 以上，Cronbach Alpha(α)值在 0.6 以上则表示模型具有内部一致性。由表 3 可知，模型信度良好。

表 3 PLS 路径分析模型的指标体系表

潜变量	Cronbach' Alpha(α)	Composite Reliability (CR)	Factor loading	显变量指标
教学准备与计划	0.691	0.830	0.710	A1
			0.808	A2
			0.838	A3
			0.707	B1
课堂教学实施	0.677	0.805	0.692	B2
			0.774	B3
			0.678	B4
			0.669	C1
专业职责与情感支持	0.689	0.811	0.693	C2
			0.751	C3
			0.763	C4

3.1.2. 模型效度分析

一般而言，因子负荷大于 0.7 时，表示模型能够合理地解释潜变量。PLS 模型收敛效度判断依据是 AVE (Average Variance Extracted) 数值，当 AVE 大于 0.5 时，则说明模型的收敛效度较好。以 Fornell-Larcker 标准来判断模型的区分效度，要求 AVE 值的平方根大于该构面与其他构面的相关系数。由表 4 可知，数据满足以上条件，说明观测变量能够较好地解释潜变量，模型效度良好。

表 4 AVE 值与潜变量之间的相关系数表

维度	AVE	教学准备与计划	课堂教学实施	专业职责与情感支持
----	-----	---------	--------	-----------

教学准备与计划	0.620	0.787		
课堂教学实施	0.509	0.504	0.713	
专业职责与情感支持	0.518	0.566	0.593	0.720

注：加粗数据对应潜变量 AVE 值的平方根。

3.2. 数据分析

3.2.1. 调查对象基本属性

本次调查对象中女性教师多，占比 65.8%，符合教师行业整体性别分布情况。各学段教师占比均衡，小学教师 1123 人，初中教师 957 人，高中教师 1328 人。教师中 15-25 年教龄教师最多，共计 1055 人，其次是 25 年以上教龄的教师，共计 960 人。查涵盖学科全面，样本量较大。语文、数学、英语学科人数最多，这与当前各学科教师人数分布情况相吻合。调查对象中除语数外、理化生、政史地等科目外，还包含了音乐、体育、信息技术、品德、生命安全、自然等科目。由于品德、生命安全、自然等科目教师样本数量不足 30 人，所以归类为其他，共计 199 人。

3.2.2. 课堂教学深度与教师属性的关系

为检验教师属性（教师性别、教龄、学段、学科等）与课堂教学深度之间的关系，研究采用单因素方差分析和独立样本 t 检验进行分析。数据分析结果表明：

性别在教学准备与计划和课堂教学实施上，差异性不明显；在专业职责与情感支持上，女教师显著优于男教师 ($P < 0.001$)。

教龄在课堂教学深度三个维度上均存在显著差异。通过事后比较可知，0-3 年、3-7 年、7-15 年教师差异不显著但这三个年龄段教师课堂教学深度显著低于 15-25、25 年以上两个年龄段教师；15-25 年与 25 年以上教师差异不显著。仅从描述性统计来看，从 0-3 年至 15-25 年教师课堂教学深度得分平均分逐渐上升。

学段在课堂教学深度上存在显著差异。在教学准备与计划和课堂教学实施上来看，差异性不明显；在专业职责与情感支持上，学段存在显著差异，对课堂教学深度事后比较结果表现为小学教师 > 初中教师 > 高中教师。

学科在课堂教学深度上存在显著差异。在教学准备与计划和课堂教学实施上来看，差异性不明显；在专业职责与情感支持上，学科存在显著差异。语数外教师与学生接触较多，且现在中小学中多为语数外老师担任班主任，因而此类教师与学生、家长沟通交流较多。

综上所述，教师属性（教师性别、教龄、学段、学科）与课堂教学深度存在显著性差异。详细情况如表 5 所示。由此可见，不同学段、学科、教龄的教师在构建深度课堂过程中会遇到不同的问题，则在进行学科培训、教师培养的过程中要综合考虑不同方面的问题，有针对性的展开教学。教师也应从自身出发，完成自我成长。

表 5 教师属性因子与课堂教学深度的差异分析结果表

维度	教师性别	教龄	学段	学科
教学准备与计划		√		
课堂教学实施		√		
专业职责与情感支持	√	√	√	√
课堂教学深度总分	√	√	√	√

注：√代表具有显著差异。

4. 数据总结：课堂教学深度公式与分级模型构建

4.1. 课堂教学深度与教师属性公式

多元线性回归分析发现，性别、教龄和学段显著影响课堂教学深度，与差异性分析结果吻合。显著性检验结果表明，性别、教龄、学段对课堂教学深度影响具有统计学意义($P < 0.05$)。回归模型具有显著的统计学意义($F = 348.980, P < 0.001$)，自变量能解释课堂教学深度变化的23.5%，多元线性回归方程结果如表6所示。

表6 多元线性回归方程结果表

自变量	系数	标准误	标准化系数	P	VIF 值
(常量)	46.910	.589		.000	
性别	.597	.211	.045	.005	1.136
教龄	.771	.080	.151	.000	1.087
学段	-3.498	.115	-.472	.000	1.069

基于多元线性回归分析结果，我们可以得出课堂教学深度与教师属性公式：

$$\text{课堂教学深度} = 46.91 + 0.597 * \text{性别} + 0.771 * \text{教龄} - 3.498 * \text{学段}$$

由课堂教学深度与教师属性线性回归方程可知，性别、教龄与课堂教学深度呈正比例相关关系，女性教师优于男性教师，教龄越高教师课堂教学深度越好；学段与课堂教学深度呈负相关关系，学段越低课堂教学深度越好。

4.2. 课堂教学深度与教学因子分级模型构建

为了便于在实践课堂中对教师做出有据可依的评价，研究使用 SPSS 23.0 对数据进行聚类分析。该聚类模型使用二阶聚类算法，使用问卷三个维度作为变量将教师分为五类。该模型质量得分 0.5，处于良好的情况。聚类后的每一类别教师特征如表7所示：

表7 五类教师的聚类特征表

教师类型	教学深度层级	课堂教学深度的特征
I 类教师	思维层	课堂教学深度三个维度优
II 类教师	综合层	教学准备与计划优；课堂教学实施优；专业职责与情感支持不足
III 类教师	分析层	课堂教学深度三个维度中
IV 类教师	应用层	教学准备与计划中；课堂教学实施中；专业职责与情感支持不足
V 类教师	知识层	课堂教学深度三个维度均存有较大差距

比格斯 (BIGGS, 1982) 等提出 SOLO (Structure of Observed Learning Outcomes) 评价法，用前结构、单点结构、多点结构、连接结构和拓展思维结构等五种元素来判断学生思维发展层次。基于不同的知识、知识结构及思维形式和思维方法，生成的思维结构也不尽相同，此时学生对所感知到的事物的理解将出现差异，导致形成不同的认知结果 (殷常鸿等, 2019)。换言之，在课堂教学中教师呈现出不同的知识内容，意味着面向学生不同的思维发展层次需求。

胡航等提出深度学习 (数学) 发生机理的五个过程 (胡航等, 2020)，分别为表征、交互、调适、建构与生成。①表征：认知在媒介中转化。认知通过媒介间传递表征，实现数形转化。表征对应课堂教学知识层。②交互：认知在活动中转化。认知通过活动交互促进感知、理解、

分析和综合，实现数形转化。交互对应课堂教学应用层。③调适：认知在时间中转化。认知通过时间流淌不断调适个体与共同体对数形转化的感知。调适对应课堂教学分析层。④建构：认知在个体内转化。认知通过知识建构实现个体内的数形转化。建构对应课堂教学综合层，个体重构与反思也是知识建构的过程。⑤生成：认知在文化上转化。上述过程中多个个体构成共同体在数形转化中生成新的文化与学习文化。生成对应课堂教学思维层，知识由量变到质变实现思维与文化的生成。

基于深度学习评价方法和深度学习的发生机理，寻译知识与课堂教学深度的关联机制，本研究将五类教师分别概括为课堂教学深度的知识层、应用层、分析层、综合层和思维层。①知识层主要强调知识的认知与建构，通过跨学科组织方式的学习，达到单纯知识学习的学习结果。知识层教学重点在于理解和记忆。该层次的教师在课堂教学深度的三个维度都表现较差，对应 V 类教师；②应用层主要强调通过实现合作学习、探究学习等学习方式的转变，达到符合社会发展的知识应用。应用层教学重点在于对知识的重组和应用。对应 IV 类教师；③分析层主要强调知识的分析与联结，将零散的知识点在情境中实现融合与建构。分析层教学重点在于融合与贯通。对应 III 类教师；④综合层主要强调知识的梳理和反思，在原有知识结构上添加应用过程中的经验总结。综合层教学重点在于重构与反思。对应 II 类教师；⑤思维层主要面向对学生成长型思维、大数据思维、问题解决与创新性等高阶思维的发展，旨在培养更多的拔尖创新型人才。思维层面的教学注重对知识的变换与创新。思维层面的教师在课堂教学深度的三个维度均表现优异，对应 I 类教师。

4.3. 教师与课堂关系模型的构建

综上所述，教师属性、教学因子与课堂教学深度存在如图 2 所示关系：(1)三棱锥的三条底边分别代表性别、教龄和学段三个教师属性。由上文数据分析可知，教师性别、学段、教龄、学科属性与课堂教学深度呈现线性关系，且课堂教学深度在性别、学段、教龄上有显著差异性。教师属性是课堂教学深度的基础。(2)三棱锥的三条棱分别代表教学因子的三个维度：教学准备与计划、课堂教学实施、专业职责与情感支持。教学因子是课堂教学深度的构成。(3)教学因子聚类分析得到课堂教学深度的五个层级：知识层、应用层、分析层、综合层与思维层。教师属性为教师现阶段不易改变的变量，但教师教学因子可通过培训与学习提升，深度课堂的构建是帮助教师突破自身局限，提升教学因子。

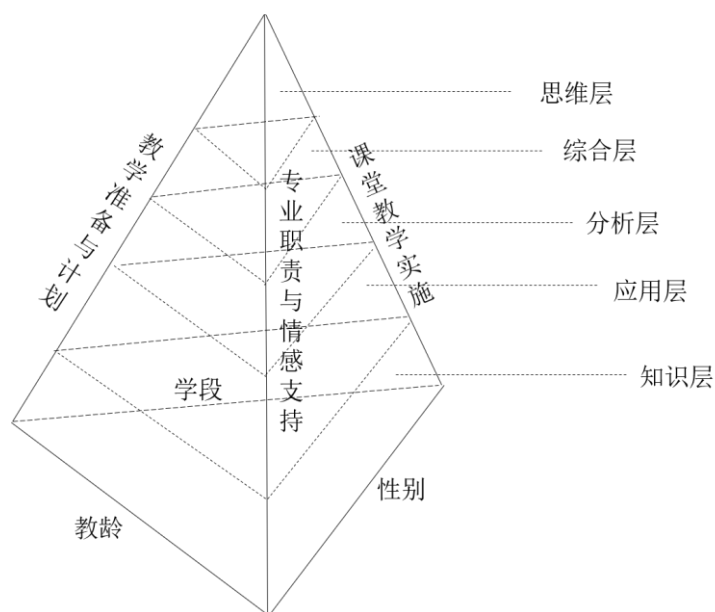


图 2 教师与课堂关系模型

5. 研究结论与建议

研究使用自编问卷进行教师课堂相关数据的收集和整理,根据数据处理结果得出课堂教学深度与教师属性、教学因子的关系研究。

5.1. 教师属性显著影响课堂教学深度

研究发现,课堂教学深度与教师属性存在显著差异。研究表明,随着教龄的不断增长,教师胜任力会有所提高,从某种程度上来说,教学也是一种经验的积累,随着教龄的增大,积累的教学经验越丰富,对教学研究与教学创新的见解也更加独到,在教学过程中的应变与监控能力也越强(孔敏,2019)。因而年轻教师需要主动加强与资深教师的沟通交流,在汲取经验的过程中实现自己的专业成长;学校也需要为新老教师的互动交流搭建有效平台,为新教师提供更多学习途径。

男女教师性格特征上存在差异,男教师外部表现强烈,因此课堂调动更活跃;女教师稳固性相对较好(胡洁等,2018),因此心思更加细腻,在教学上、家校沟通上、师生交流上能够更加感性,更能从对方角度考虑问题。因此,男女教师需要取长补短,在教学上合理搭配更能促进学生的全面发展。

不同学段的教师侧重点不同,在小学阶段:学科压力相对小、学生自理能力还不足但学生塑造性比较强,教师需要不断和家长进行沟通,因而此阶段的重点是学生的情感价值观培养。然而,初中更注重课堂纪律,此阶段的学生已有一定自觉性,但作业完成等仍需要家校沟通;高中由于升学压力教师则更关注知识本身,对学生的情感关注有所减弱。如今,初高中学生心理问题不断涌现,也间接说明初高中阶段家校、师生沟通有所欠缺。基于此,为了促进学生的身心健康发展,初高中教师需转变观念,关注对学生良好情绪情感的培养。

学科教师之间存在显著差异,需要学生、家长与学校等消除学科偏见、扭转刻板印象,给予边缘学科教师更多的价值认同,使其获得更强的职业归属感进而更加投入课堂教学之中。

5.2. 课堂教学深度与性别、教龄、学段有线性关系

根据线性回归方程分析,课堂教学深度与性别、教龄、学段间有线性关系,可在一定程度上依据教师属性对课堂教学深度做出预测,其中性别和教龄与课堂教学深度正相关;学段与课堂教学深度负相关。学段越高课堂教学深度越低。在以高考为大前提的教育环境下,高年级学习者的综合素质也应当受到关注。注重建构深度的课堂,培养学习者的批判性思维和问题解决能力才能进一步帮助学习者建立终身学习意识。

5.3. 课堂教学深度可依据教学因子构建五级模型

研究提出课堂教学深度五级模型,为课堂教学深度评价提供了一定的标准。课堂层级是由知识到思维不断深入的过程,要实现人的全面发展这一教学目标,必然要求教师将深度教学的理解视域从知识传递推进至思维发展(张莹,2021)。教师的教学深度引领学生的学习深度,学生的学习深度是其核心素养发展的关键。因此要培育学生的核心素养,教师就必须完成由浅层课堂教学向深层课堂教学的转型,通过创新育人方式培育创新人才,使课堂教学为创新人才培养做出特殊贡献。当前,课堂教学深度五级模型是较为抽象的框架式的概念,尚不能直接在实践中应用,接下来的研究会进一步将模型具体化为能够在课堂中使用的评价标准,促进深度课堂的生成。

5.4. 课堂教学深度之变在教师教学因子提升

教师属性影响教学因子,教学因子构成课堂教学深度,教学因子是课堂教学深度变革的核心。虽然教师属性不易改变,但教学因子可通过培训学习得到提升。连榕(2004)将教师分为新手型教师、熟手型教师、专家型教师三个阶段。研究“教学准备与计划”对应专家型教

师课前计划、课后评估反思的核心特征；新手型教师转化为熟手型教师最重要的心理因素是课堂中基本教学技能，即“课堂教学实施”；“专业职责与情感支持”对应专家型教师职业情感投入程度高，职业的义务感和责任感比较强，且具有良好的师生互动、强烈的职业成就感。因此教师要实现深层次课堂教学，就需要超越新手型教师的局限，上升到专家型教师层面，真正达到推动与实现学生的全面发展。

5.5. 课堂教学深度服务创新人才培养

本研究将课堂教学深度划分为了知识层、应用层、分析层、综合层与思维层五个层级，体现了新时代的教育述求已由知识传承过渡到了思维发展层面，表明了传统的以知识灌输为主的封闭式教学已经不再满足当下教育目标，不利于创新人才培养。创新人才的培养要从基础教育开始，中小学教育要积极应对和适应这样的挑战和需求。课堂教学作为学生学习知识、培养思维与能力的主渠道，需以思维能力的培养为核心，引领核心素养的协调发展。思维是衔接不同维度素养的核心，多维素养的发展需要以思维的发展为基础。因此，课堂教学深度应当以思维培养为最终目标，辐射其他素养的发展，以此来整合多维素养的协同发展，服务于创新人才培养（胡卫平等，2021）。

参考文献

- 王利(2004). 课堂教学质量的理论分析[D]. 内蒙古师范大学.
- 孔敏(2019). 中小学初任教师胜任力的分析与建构[J]. 教学与管理, (12):57-60.
- 杨清(2020). 走出“课堂深度学习”的认识误区[J]. 中国教育学刊, (09):71-76.
- 张莹(2021). 从知识传递到文化交往：深度教学的路径审思[J]. 当代教育科学, (02):47-52.
- 连榕(2004). 新手—熟手—专家型教师心理特征的比较[J]. 心理学报, (01):44-52.
- 周俊良(2018). 从知识至上到生命关怀:建国以来课堂教学质量观的演进轨迹[J]. 现代教育管理, (01):92-97.
- 胡卫平、郭习佩和季鑫等(2021). 思维型科学探究教学的理论建构[J]. 课程. 教材. 教法, 41(6):123-129.
- 胡洁和阳泽(2018). 小学教师育人的性别差异及其优化策略[J]. 教学与管理, (18):14-16.
- 胡航和董玉琦(2017). 技术促进深度学习：“个性化-合作”学习的理论构建与实证研究[J]. 远程教育杂志, 5: 48-61.
- 胡航和董玉琦(2017). 深度学习数字化资源表征方法与开发模式[J]. 中国远程教育, 12:5-11.
- 胡航、李雅馨、郎启娥、杨海茹、赵秋华和曹一凡(2020). 深度学习的发生过程、设计模型与机理阐释[J]. 中国远程教育, (01): 54-61.
- 索耶(2010). 剑桥学习科学手册(第一版)[M]. 徐晓东, 等译. 北京:教育科学出版社.
- 殷常鸿、张义兵、高伟和李艺(2019). “皮亚杰—比格斯”深度学习评价模型构建[J]. 电化教育研究, 40(07):13-20.
- BIGGS, J. & KEVIN, F(1982). COLLIS. Evaluating the quality of learning. The SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome) [M]. New York: Academic Press.
- Danielson, C. (2007). Enhancing professional practice: A framework for teaching. ProQuest Ebook Central <https://ebookcentral.proquest.com>.
- Pianta, R.C & Hamre, B.K(2009). Conceptualization, Measurement, and Improvement of Classroom Processes: Standardized Observation Can Leverage Capacity[J]. *Educational Researcher*, 38(2):109-119.

学习空间何以有效：在线学习力的环境影响因子与设计之道

How Learning Spaces Work: Environmental Impact Factors of Online Learning Ability and the Way of Design

胡航^{1*}，梁佳柔²

¹ 西南大学 教师教育学院

² 西南大学 教育学部

*ethuhang@swu.edu.cn

【摘要】 学习者的在线学习力在受内在个人因素影响的同时也受到外在环境因素的影响。学习空间是学习者进行学习的重要场所，本研究以家庭学习空间为主要研究对象，探讨了家庭学习空间中网络、空间、氛围和学习者在线学习力之间的关系。数据表明较开放、活跃、能够提供及时性学习的家庭学习空间更适合学习者的学习。本研究试从哲学与技术角度对当前家庭学习空间进行设计，同时基于元宇宙等相关理论，本研究还对未来学习空间的设计进行了展望。

【关键字】 学习空间；在线学习力；元宇宙

Abstract: *Learners' online learning ability is influenced by internal personal factors and external environmental factors. This study takes family learning space as the main research object, and discusses the relationship among network, space, atmosphere and learners' online learning ability in family learning space. The data show that home learning spaces that are more open, active and provide timely learning are more suitable for learners' learning. This study tries to design the current family learning space from the perspective of philosophy and technology, and prospects the design of the future learning space based on the meta-universe and other related theories.*

Keywords: *Learning space; Online learning ability; Metaverse*

1. 问题提出与文献综述

基于马克思对世界的存在前提的界定，人便可以看做为世界之本。世界乃人所触、所感、所存在的真实世界，人的生活世界基于特性可分化为三个层次：自然界、人类社会、精神世界（张奎良，2004）。随着人本主义研究的深化，当下的“人本主义”逐渐脱离原有认知。在当前教育中，“人”成为教育信仰，教育过多地关注人而忽略乃至抛弃掉对其它外部因素的考虑（刘建，2017）。因此，当前教育关注的视角应从仅关注人角度转变到关注人与自然界、人类社会的交互及人自身理性价值的提升。学习空间是学习者自我学习与社会交互的重要场所，在线学习力是智能时代下学习者发展所需的重要能力。基于此，人与空间如何平衡作用才能有效提升在线学习力？明晰在线学习力与学习空间的内涵为研究所需。

1.1 在线学习力

在线学习力(Online Learning Ability)的研究始于对学习力的讨论。学习力构成的模型中，最具有代表性的是由顺应力、策应力、反省力、互惠力组成的“四要素说”、由变化和学习、关键好奇心、意义形成、创造性、学习互惠、策略意识、顺应力组成的“七要素说”以及由学习动力、学习态度、学习方法、学习效率、创新思维和创造力组成的“综合体说”（丁亚元、刘盛峰和郭允建，2015），随着时代发展，网络学习成为人本学习的一种重要形式，随

之便衍生了在线学习力一词。在线学习力就是在网络环境中,通过对海量信息的学习,将网络资源转化为知识资本的能力(胡慕,2016),这种学习力是一种动态的能力系统,它能有效促进学习者学习动力、认知能力、学习策略与方法、学习结果相互作用(李宝敏、宫玲玲和祝智庭,2018)。文献梳理发现,尽管目前关于在线学习力的划分尚未统一,但多包含以下几个方面的内容:在线学习环境下对工具的适应能力、知识学习时的理解能力、知识学习后对知识的应用能力、知识学习过程中的反思能力,并由此衍生出更多的要素。因此在文献分析基础上,本研究认为在线学习力可分为学习顺应力、学习认知力、学习应用力、学习反思力四个部分。

1.2 学习空间

现如今,人类的生存空间已经扩展到了三维空间,具体包括物理空间、社会空间与信息空间(潘云鹤,2018),而学习空间也得到了相应的发展。学习空间是开展学习活动所需要的区域,是学习发生的基本场所,具有居所与转运的双属性(王腊梅和肖军,2021),家庭已成为智能与疫情时代下的重要学习场所。从学习空间自身的结构属性而言,智能技术赋权下学习空间结构可包含动态化的物质空间、社会空间和精神空间,且三维空间相辅相成、相互依存(张家军和闫君子,2021)。也有学者认为学习空间物理空间、社会空间、个人空间、信息空间的四类学习空间,并构建了学习空间融合模型(杨现民等,2016)。基于人本主义对世界的界定及人自身发展的需要,本研究认为学习空间的结构主要包括物质空间、社会空间、精神空间三部分。以“在场式”的存在为外在体现形式的物质学习空间,以“群体式”的交往为导向的社会学习空间,以追求“不在场式”的存在以及反观自身存在为价值指向的精神学习空间,三者共同建构了学习空间的整体架构,学习空间也经历了关注在场,关注主体,关注多元的三个阶段(瞿一丹,2017)。学习空间的创设关注点应由环境转向人的主体性及多元的精神所需。当前的研究多从现实空间去进行设计,然而随着元宇宙时代的到来,虚拟现实空间的设计同样值得被讨论。

当前研究多探究个体因素对在线学习力的影响,而较少探究环境因素对学习者的在线学习力的影响。而在线学习离不开网络、空间的支持及学习氛围的感染,网络情况、学习空间、学习氛围都是与在线学习相关联的重要环境因素,因此本研究基于此研究现状,主要探讨了以下问题:(1)家庭学习空间中,网络情况、学习空间、学习氛围是否与学习者的在线学习力相关?(2)家庭学习空间中,不同网络情况、学习空间、学习氛围是否会使学习者的在线学习力水平不同?(3)家庭学习空间中,处于何种网络情况、学习空间、学习氛围条件下的学习者其在线学习力水平更高?(4)基于数据分析结果,如何设计学习空间以更好地促进学习者的学习?

2. 研究设计与方法

2.1. 问卷编制与数据来源

通过对国外Claxton(2002)“四要素说”、ELLI Online(2007)“七要素说”、Kirby(2005)“综合体说”学习力,及国内丁亚元等(2017)、李宝敏等(2018)在线学习力理论模型及问卷的参考,本研究确定了调查问卷维度。在线学习力的一级维度包含学习顺应力、学习认知力、学习应用力、学习反思力四个方面。本研究问卷基于分析对题目进行了筛选与剔除,并对各维度中的指标进行调适,最终所得在线学习力描述框架如表1所示。

表1 在线学习力描述框架

一级维度	具体指标
学习顺应力	工具适应、情绪调适、自我效能感

学习认知力	动力、理解、专注度
学习应用力	迁移、完成度、策略形成
学习反思力	自主、毅力、资源管理

本次调查的主要对象涉及了北碚区的四千多名高中生。据统计整理，本次调查共发放并回收问卷 4233 份，经过数据处理，剔除无效问卷 601 份，剩余 3632 份，有效率为 85.80%。

2.2. 信效度分析

本研究使用 SPSS 分析软件对指定的量表进行 Alpha 系数信度检验（见表 2）。该研究中高中生在线学习力评测问卷量规各分维度 Crobach's Alpha 均大于 0.7，且总 Crobach's Alpha 为 0.865，信度良好。

表 2 高中生在线学习力评测信度

量表名称	类别	Crobach's Alpha	项数
高中生在线学习力评测	学习顺应力维度	0.702	3
	学习认知力维度	0.726	3
	学习应用力维度	0.765	3
	学习反思力维度	0.825	3
	在线学习力整体维度	0.865	12

对数据采用 KMO 和 Bartlett 球形检验，结果显示本研究效度 KMO 值为 0.914 大于 0.9，Bartlett 球形检验结果达到显著水平 ($P < 0.001$)，所得数据可用于因子分析。采用主成分分析法抽取因子，最大方差法进行旋转，最终共抽取出 4 个因子，累计解释方差为 69.041%，删除不合理题项后，共计 4 个因子，12 个题项，且因子载荷系数为 0.526-0.847，大于 0.5，效度良好。

2.3. 大数据工具分析与思路

该文使用 SPSS26.0 对数据进行描述性统计分析，以了解问卷得分总体情况；其次通过相关性分析探寻了各学习者在线学习环境因素（网络情况、学习空间、学习氛围）与在线学习力各维度（学习顺应力、学习认知力、学习应用力、学习反思力）之间的相关性；随后通过独立样本 T 检验和单因素方差分析，探寻各学生在线学习环境因素（网络情况、学习空间、学习氛围）与在线学习力各维度（学习顺应力、学习认知力、学习应用力、学习反思力）之间的差异性，分析不同影响因素对在线学习的影响；最后使用 K-means 聚类分析将学习空间、学习氛围、网络情况三个变量聚类为 6 类学生并探寻各类学生间的在线学习表现能力的差异。

3. 调查结果与分析

3.1. 描述性分析

表 3 是对影响高中生在线学习力的描述统计。学习顺应力、学习认知力、学习应用力、学习反思力及在线学习力整体得分均高于理论中值 3 分，高中生在线学习力整体水平良好。其中，学习者在学习认知力维度得分最高（3.64），在学习反思力维度得分最低（3.43），学习者在学习顺应力维度标准差最大（0.91），内部差异相对较大，而在学习应用力维度标准差最小（0.75），内部差异相对较小。

表 3 高中生在线学习力的描述统计 (N=3632)

项目	平均分 (M)	标准差 (SD)
----	-------------	--------------

学习顺应力	3.54	0.91
学习认知力	3.64	0.77
学习应用力	3.44	0.75
学习反思力	3.43	0.77
在线学习力	3.51	0.62

3.2. 相关性分析

高中生各因素与在线学习各维度的相关关系如表 4 所示，在线学习环境各因素之间、在线学习各维度之间及在线学习环境各因素与在线学习各维度之间均呈现显著的相关关系。其中，(1) 在学习顺应力方面的相关系数排序上，学习空间>学习氛围>网络情况。(2) 在学习认知力方面的相关系数排序上，网络情况>学习空间>学习氛围。(3) 在学习应用力的相关系数排序上，网络情况>学习空间>学习氛围。(4) 在学习反思力的相关系数排序上，网络情况>学习氛围>学习空间。

表 4 网络情况在线学习各环境因素与各维度的相关性

因素	网络情况	学习空间	学习氛围	学习顺应力	学习认知力	学习应用力	学习反思力
网络情况	1						
学习空间	.183**	1					
学习氛围	.159**	.327**	1				
学习顺应力	.075**	.103**	.088**	1			
学习认知力	.087**	.078**	.077**	.421**	1		
学习应用力	.064**	.047**	.040*	.306**	.623**	1	
学习反思力	.090**	.054**	.081**	.273**	.622**	.659**	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。

3.3. 差异性分析

差异性分析结果表明：(1) 从网络情况因素来看，移动数据和 WiFi 网络在五个维度上都存在显著差异。(2) 从学习空间因素来看，不同学习空间五个维度上均有显著差异。(3) 从学习氛围因素来看，不同学习氛围在学习应用礼尚没有显著差异，在学习顺应力、学习认知力、学习反思力和在线学习力上存在显著差异。

表 5 在线学习各因素与各维度的差异性

因素	学习顺应力 (F/p)	学习认知力 (F/p)	学习应用力 (F/p)	学习反思力 (F/p)	在线学习力 (F/p)
网络情况	15.764**	21.037**	13.271**	23.846**	30.031**
学习空间	18.960**	9.834**	5.220**	3.312*	12.497**
学习氛围	7.906**	4.346**	0.894	4.165**	4.819**

**=P<0.01, *=P<0.05。

3.4. 聚类分析

将学习空间、学习氛围、网络情况三个变量进行 K-means 快速聚类为 6 类学习者，6 类人群分别占比 16%、19.8%、14%、22.9%、15.9%、11.4%，如图 1 所示。

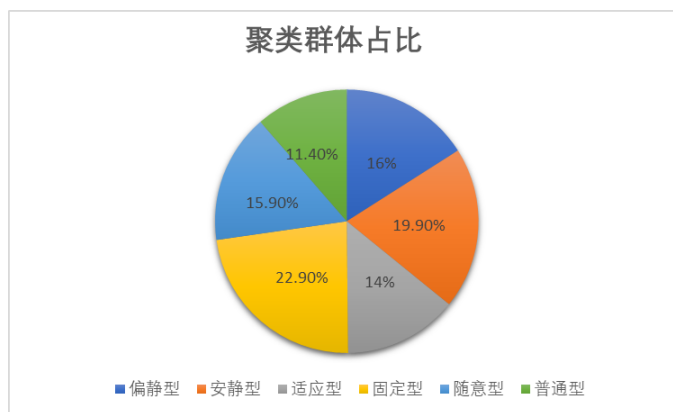


图 1 聚类群体占比图

第 I 类群体根据其特征命其为偏静型。该群体的学习空间均为独立的书房 (100%); 学习氛围均为比较安静 (100%); 网络情况均为 WiFi 型 (100%)。第 II 类群体根据其特征命名为安静型。该群体的学习空间多为独立的书房 (58.7%); 学习氛围多为非常安静 (84%); 网络均为 WiFi 型 (91.8%)。第 III 类群体根据其特征命名为适应型。该群体的学习空间多为无独立的书房但有固定的学习空间 (52.8%) 其次是无固定的学习空间; 学习氛围多为一般 (51%) 其次是比较安静, 没有比较喧哗和非常喧哗; 网络均为移动数据型 (100%)。第 IV 类群体根据其特征命名为固定型。该群体的学习空间均为无独立的书房但有固定的学习空间 (100%); 学习氛围均为比较安静 (100%); 网络均为 WiFi 型 (100%)。第 V 类群体根据其特征命名为随意型。该群体的学习空间多为无固定的学习空间 (70.9%); 学习氛围多为一般 (68.8%); 网络均为 WiFi 型 (100%)。第 VI 类群体根据其特征命名为普通型。该群体的学习空间均为无独立的书房但有固定的学习空间 (100%); 学习氛围均为一般 (100%); 网络均为 WiFi 型 (100%)。

从在线学习力整体来看, III 类学习者在在线学习力维度得分均明显高于另外五类学习者, 其次是 V 类、VI 类学习者; 得分最低的是 I 类学习者, 其中 I 类、II、IV 类学习者间差距较小。从具体维度来看, III 类学习者在五个维度得分均明显高于另外五类学习者, I 类学习者在在线学习力、学习内驱力、学习认知力、学习应用力四个维度均得分最低, 具体得分排序见表 6。

表 6 6 类高中生聚类均值得分排序表

	学习顺应力	学习认知力	学习应用力	学习反思力	在线学习力
1	适应型 (3.69)	适应型 (3.80)	适应型 (3.56)	适应型 (3.59)	适应型 (3.66)
2	随意型 (3.68)	随意型 (3.71)	随意型 (3.48)	随意型 (3.47)	随意型 (3.58)
3	普通型 (3.58)	普通型 (3.67)	普通型 (3.42)	普通型 (3.47)	普通型 (3.53)
4	安静型 (3.47)	固定型 (3.77)	固定型 (3.40)	固定型 (3.38)	固定型 (3.46)
5	固定型 (3.46)	安静型 (3.59)	偏静型 (3.40)	偏静型 (3.38)	安静型 (3.45)
6	偏静型 (3.43)	偏静型 (3.57)	安静型 (3.40)	安静型 (3.36)	偏静型 (3.45)

因此在线学习环境偏向于学习空间较固定、学习氛围一般、学习网络为移动数据的学生在线学习力表现更好, 整体而言, 当学生对外界的适应性越强, 学习空间保持一定活跃度时, 其在线学习力表现越优。

4.设计之道

4.1. 人本主义哲学下的学习空间：开放、活跃

本研究发现，在线学习力较强的学习者往往倾向于开放的学习空间及较活跃的学习氛围。人本主义教育哲学强调人是社会、机构与自然的部分与组成，其目的不仅在于形塑学习者的外在本质，更在于陶冶学习者内在的精神世界（刘建，2017）。“人”的学习离不开与外界的交互，学习者是深度学习中交互、调适及建构的行为主体（胡航等，2020），与其他主体元素的交互最终有利于学习者精神世界的陶冶。在家庭学习空间中，有效的交互有利于减轻负面情绪对学习者的影响，收获更多正向的情感。此外，学习者在与他人交流、自我反思的过程中能调和自身知识结构并形成正确的思维，最终在知识体系日益完善及情感收获日渐丰富的螺旋式上升过程中形塑自我外在特质并逐步建构、陶冶自我的精神世界。

4.2. 技术支持下的学习方式：泛在学习

本研究发现，偏好于使用移动数据的学习者其在线学习力往往优于偏好于使用 Wi-Fi 的学习者。家庭中的 Wi-Fi 往往具有稳定性高、速度快、实惠的优点，但 Wi-Fi 往往需要设备的基础支持，而移动数据拥有便捷的突出优点，其使用不用考虑时间与地点，无论何时何地都可及时进行简易的搜索与学习。即时性为泛在学习的一个重要特征，泛在学习是基于技术支持与学习者偏好下的重要学习方式，它融合了数字化学习和移动学习的优势，意在构建一个以学习者为中心的、智能的、无所不在的学习环境。有效泛在学习的发生，依赖于智能技术支持下的学习空间的创设（余胜泉等，2009）。泛在学习空间的设计需要让正式学习空间与非正式学习空间、物理学习空间与虚拟学习空间之间形成无缝融合（肖君等，2015），家庭中的多数空间均属于非正式学习空间与物质学习空间，而技术支持下的泛在学习则引导家庭中非正式学习空间与正式学习空间相融，现实学习空间与虚拟学习空间相融，为学习者的精神世界提供更丰富的情境体验。

4.3. 哲学与技术的融合——当下学习空间设计探索

学习空间的具体设计路径离不开对人本主义哲学的探讨及现代信息技术的支持。当下，学习者的学习空间主要为现实学习空间及虚拟学习空间（网络学习），因此当下学习空间的设计也应从实际出发，对空间布局做出合理设计。物质空间为学习者提供多样化的情境体验，社会空间使学习者收获丰富的情感，从“本我”向“自我”发展，情境体验和情感收获共同作用于精神空间，使学习者在理性自省下实现个人的发展，向“超我”迈进。

具体而言，首先在物质空间的整体布局方面，应尽量减少各空间之间的“壁垒”与“屏障”，便于学习者在多个学习空间走动，在丰富学习者情境体验的同时为其提供更佳的交互条件。其次，在物质空间的具体布局方面，不应局限于书房或某一个相对固定的地点，可在家庭内部多处设置读书角，在阳台设置便于思考及学习的桌椅，为学习者提供学习情境。就物质空间设计要素而言，良好的采光、照明、空气质量、温度、灵活性、拥有感、复杂性、颜色条件都有利于学习者的学习，其中，布局设计时应更多地关注采光和光线，其次是学习者的空间拥有感及空气质量，应避免过度装饰会给学习者带来过多的视觉信息，从而干扰他们的记忆力和注意力（Pedro Rodrigues&Josefa Pandeirada，2018）；在社会空间方面，其创设应考虑人的主体性，扩大交互的区域以促进学习者外部动机转化为内部动机（张思等，2022）。一方面，社会空间应提供良好的虚拟社会互动交往平台支持如网络、计算机等通信条件，为学习者与家庭外个体交互创设良好条件，另一方面应考虑学习者与家庭成员间的社会交互，在物质空间范围内融入社会空间交互元素，突出人的主体地位。物质空间与社会空间相融需要的是一种能连接人与人的介质，在日常生活中，餐桌、茶具等都可以充当这样的介质，它们将独立的人相连于一个物质空间，双方交互实则又在物质空间中融入了社会空间的属性；第三，在精神空间方面，舒适的物理元素，积极的社会交互共同作用于人的个体，为个人带来良好的情境体验与情感体验，有效促进人自我的完善与反思，最终促进其精神空间的自我

建设与满足，因此，精神空间的设计实则是需要基于物质空间与社会空间支持，为学习者带来对多方面的情境、情感的体验，同时为学习者营造自省与自纠的思考空间。

4.4. 元宇宙时代——未来学习空间设计展望

当前的学习空间主要是现实的学习空间及虚拟的（网络）学习空间。元宇宙时代的到来使学习空间内涵得到扩展，元宇宙（Metaverse）即超越于现实世界的、更高维度的新型世界（喻国明和耿晓梦，2022）。相较于虚拟学习空间，元宇宙理论支持下的虚拟现实学习空间在更大程度上突破了时空的限制，具身认知理论认为身体的感觉运用系统、形态结构和经历体验都将影响认知的形成与发展（刘革平等，2021），而虚拟现实空间则基于此在现实空间的基础上创设了一个平行空间（见图二）。基于现实物质空间创设的学习情境将为学习者提供基础的情境体验，现实社会空间内学习者可与他人进行交互，这将为学习者提供基础的情感收获。除现实空间外，学习者在虚拟现实空间中同样能够拥有真实的体验与收获，在虚拟现实空间中学习者可创设和感受更多样化的情境，实现更丰富的个体间交互，这使学习者即使身处虚拟现实空间也具有场所感、具身感、临场感与认同感。而虚拟现实空间中的情境体验和情感收获，最终会作用到现实空间中的个体，促进学习者的学习。

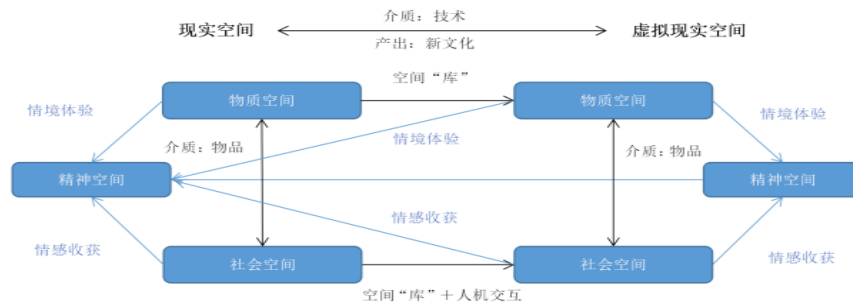


图2 “元宇宙”下的平行空间关系图

元宇宙时代下的学习空间在当前现实学习空间上有了更高的设备支持要求。在现实物质空间方面，其需要提供更丰富与先进的设备支持，如虚拟现实、增强现实设备、全息投影设备等，但这也一定程度上意味着可以简化现实物质空间的布局，基于5g、人工智能、区块链等一些列技术的发展，学习者能够在更广泛的时空范围内进行学习，在此前提下的空间便不再局限于家庭内部空间，而是任何一个可利用的空间，技术支持下，学习者将打破时空界限去进行开放性学习、社会性交互，元宇宙概念支持下的技术同样使社会空间的概念在较大程度上得以扩展，此时技术便成为现实物质空间与虚拟现实社会空间的中介物。而虚拟物质空间为现实空间的复刻与创新，其可为智慧实验室、智慧教室等具体的空间，虚拟现实物质空间实则可视为空间“库”，其为学习者提供了更多样化、个性化的虚拟物质空间选择，学习者在适合自己的虚拟现实物质空间中进行学习，并在虚拟现实社会空间中进行交互，此时的虚拟社会空间同样基于现实社会空间设计，除与虚拟现实社会空间中学习者可与现实中的人进行交互外，个体还可与虚拟现实中的机器人、系统等机器进行交互，教育技术哲学认为现代化信息技术可以造就崭新的教育文化，因此虚拟现实技术在发展过程中理应创造出崭新的教育文化，在新的教育文化熏陶下，虚拟现实空间中的物质空间、社会空间与精神空间最终都将作用于现实空间中的精神空间，促进个人更高层次的发展。

在虚拟现实空间设计时，除了对原有现实空间进行复刻外，学习者可灵活根据自己的偏好对学习空间进行创新，这将极大地促进学习者的个性化学习。

参考文献

- 丁亚元,刘盛峰,郭允建(2015).远程学习者在线学习力实证研究[J].开放教育研究,21(04):89-98.
- 王腊梅,肖君(2021).上海开放大学:创建沉浸式学习空间[J].中国教育网络,(05):69-71.
- 刘建(2017).人本主义教育哲学的反思与回归[J].教育发展研究,37(06):57-62.
- 刘革平,王星,高楠,胡翰林(2021).从虚拟现实到元宇宙:在线教育的新方向[J].现代远程教育研究,33(06):12-22.
- 李宝敏,宫玲玲,祝智庭(2018).在线学习力测评工具的开发与验证[J].开放教育研究,24(03):77-84+120.
- 杨现民,赵鑫硕,刘雅馨,潘青青,陈世超(2016).网络学习空间的发展:内涵、阶段与建议[J].中国电化教育,2016,(04):30-36.
- 肖君,姜冰倩,许贞,余晔(2015).泛在学习理念下无缝融合学习空间创设及应用[J].现代远程教育研究,(06):96-103+111.
- 余胜泉,杨现民,程罡(2009).泛在学习环境中的学习资源设计与共享——“学习元”的理念与结构[J].开放教育研究,15(01):47-53.
- 张家军,闫君子(2021).论智能技术赋权下学习空间的诠释与建构[J].远程教育杂志,39(04):62-71.
- 张奎良(2004).“以人为本”的哲学意义[J].哲学研究(05):11-16.
- 张思,陈娟,夏丹,王涛,王志锋,刘清堂(2022).在线论坛中学习者兴趣与行为主题联合建模研究[J].远程教育杂志,40(01):81-90.
- 胡航,李雅馨,郎启娥,杨海茹,赵秋华,曹一凡(2020).深度学习的发生过程、设计模型与机理阐释[J].中国远程教育,(01):54-61+77.
- 胡曩(2016).大学习者在线学习力现状及培养策略探析[J].淮北师范大学学报(哲学社会科学版),37(01):169-172.
- 喻国明,耿晓梦(2022).何以“元宇宙”:媒介化社会的未来生态图景[J/OL].新疆师范大学学报(哲学社会科学版):1-8[2022-01-20].
- 潘云鹤(2018).人工智能2.0与教育的发展[J].中国远程教育,(05):5-8+44+79.
- 瞿一丹(2017).学习空间的嬗变及其哲学路径[J].当代教育科学,(12):3-8.
- M.M. Somerville, L. Collins.(2008). Collaborative design: a learner-centered library planning approach[J]. *Electronic library*,2008, 26 (6) :803-820.
- Pedro F.S. Rodrigues, Josefa N.S. Pandeirada.(2018).When visual stimulation of the surrounding environment affects children's cognitive performance,*Journal of Experimental Child Psychology*[J],2018,(176):140-149.

基于深度学习的在线学习预测研究

Research on Online Learning Prediction Based on Deep Learning

颜欣^{1*}, 张敏², 杨敏³, 张琪⁴

淮北师范大学 教育学院

*2028362477@qq.com

【摘要】研究表明利用学习分析预测学生学习状态,可为教学实践提供有效支撑。本研究基于大五人格模型,利用多种网络建立早期预测模型进行成绩预测分析。实验结果表明卷积神经网络(CNN)和深度信念网络(DBN)方法的准确性优于其他算法,且发现时间变量可以有效地提高准确性。

【关键字】深度学习;人格特质;成绩预测

Abstract: *The research shows that using learning analytics to predict students' performance can provide effective support for teaching practice. Based on the Big-Five Model, this study uses a variety of networks to establish an early prediction model for performance prediction analysis. Experimental results show that the accuracy of convolutional neural network (CNN) and deep belief network (DBN) is better than other algorithms, and time variable can effectively improve the accuracy.*

Keywords: deep learning, Personality, performance predict

1. 引言

在线学习充分利用移动学习的灵活性,采用多种学习策略,与传统的以课堂为基础的课程相结合,极大地扩大了学生的学习机会。由于网络远程学习的特殊性,学生需要更多支持,渴望有更多机会与同伴和老师互动(童慧、杨彦军、郭绍青,2016),随着青少年身心发展,学生学习风格可能会不断变化,但特质是人格的“心理结构”与“神经特性”,反映了学习者相对稳定的行为、思想和情感模式(Hogan, Hogan, & Roberts, 1996)。与其他个体因素相比,个性是预测在线学习行为重要因素之一(Heinstrom, 2005),可以预测大量的人类行为(Costa & McCrae, 1988)。不同个性特征的学习者在学习策略、时间管理方式、与同伴互动的程度以及参与方式等方面表现出显著差异(Wolff & Kim, 2012)。在一次在线课程中,我们收集了四个不同时期的学习活动数据,根据大五人格模型进行分类,利用数据挖掘方法进行成绩分析,建立相应的预测模型,其中卷积神经网络(CNN)和深度信念网络(DBN)方法的准确性优于其他算法。

2. 文献综述

目前各类教育云平台正广泛应用于中小学,提供技术支持。在线互动数据可进行学生成绩预测,Hu, Lo 和 Shih (2014)采用了几种教育数据挖掘方法(即逻辑回归、分类和回归树)来预测在线学生在课程中的学习表现,发现数据挖掘技术有助于构建数字化学习环境中的预警系统。尽管这些预测模型能够提供帮助,但仍存在局限性,很少有研究探讨这些深度学习算法于在线学习背景下预测学生成绩方面的潜力。学生有不同的学习方式(Henze, Dolog, & Nejd1, 2004),而

人格反映了学习者相对稳定的行为、思想和情感模式，可为在线学习个性化预测提供理论依据。大五人格模型包括五种人格特征：开放性、尽责性、外倾性、宜人性和神经质(Costa & McCrae, 1992; Devaraj, Easley, & Crant, 2008)。该模型完美解决了识别个体差异的问题，评测结果具备高效度与信度(John, 2008)。鉴于人格特质在识别个体差异、跨文化普适性以及在线行为的关联性等方面具备优势，故本研究利用“大五人格”识别学习者特征。

3. 研究问题

本研究中，学习分析被应用到精准教学中，根据学生学习状况做出早期学习结果预测以便及时干预。首先，收集学生在学期内四个阶段的学习活动数据。构建四个数据集，总结学生在不同时间点的学习信息，训练了一个具有四个卷积层的CNN和一个简单的DBN，将100按9:1的比例随机分为训练集和测试集。同时采用多种不同算法进行预测，以评估预测性能。另外，有研究表明时间变量是重要预测因子，但易被忽视(Hu, Lo, & Shih, 2014)，通过分析LMS记录的学生档案，判断时间变量是否影响预测准确度。

4. 研究方法

4.1. 参与者和背景

该课程大约需要17周的教学时间和2周的期末复习时间，本研究使用了662名学生的在线活动数据。从模块中检索出12个变量，将其分为四类：出勤、资源、论坛和任务(见表1)。学生在本学期的第5周、第9周(期中考试前)、第15周和第19周进行评估。

表1 相关指标

平台 模块	对应指标	平台 模块	对应指标	平台 模块	对应指标
出勤	在线学习数量 (NLO)	论坛	文本题数 (NQT)	任务	课前测验平均 成绩(SQB)
	在线学习持续 时间(DLO)		文本答案数 (NAT)		课堂测验平均 成绩(SQD)
资源	课程资源浏览 次数(NVR)		超媒体中的 问题数量(NQH)		课堂测验持续 时间(DQC) ^T

	资源课程资源浏览时间(DVR)		超媒体中的答案数量(NAH)		课下测验平均成绩(SEC)
--	-----------------	--	----------------	--	---------------

4.2. 人格特质识别

从LMS平台采集行为数据,具有不同人格特征的学生表现出不同的学习方式,可通过行为数据识别。因“大五人格”中“外倾性”是衡量“社会关注”,“开放性”是衡量“创造与体验”,在本研究中基于这两个维度的高低水平划分不同人格类型(张琪、武法提,2018)。为了确定学生的人格特征,采用NEO-FFI大五人格简化问卷测量人格特质水平(Costa, & McCrae, 1992),其中“开放性”和“外倾性”维度各为12个题项,662名高中生参与回答,被记录为非结构化数据。Cronbach's信度系数分别为0.701和0.805,表明数据可用于分析。开放性(M=42.89, SD=6.53)和外倾性(M=40.56, SD=5.81)均符合正态分布。

5. 研究结论

5.1. 根据个性特征对学生进行分类

将NEO-FFI开放性和外倾性问题的得分转换成-3到3的标准化小数。将正值映射到[0, 3]区域,将负值映射到[-3, 0]区域,从而将每个维度分别划分为高效价和低效价得分。最后将两个维度分成四类(记为 $P=\{HH, LH, LL, HL\}$)。HH、LH、LL和HL分别代表“高开放、高外倾”、“低开放、高外倾”、“低开放、低外倾”和“高开放、低外倾”4类人格群体(张琪、王红梅、庄鲁、赖松,2019)。样本数量分布分别为31.12%(HH)、21.45%(LH)、25.23%(LL)、22.21%(HL),人数分布大致均匀,学生的学习成果和成绩分布见表2。

表2 学习成果和成绩分布

类别	学生人数	学习成果		M	SD
		通过人数 (分数≥60)	未通过人数 (分数<60)		
HH	206	131	75	65.270	12.222
LH	142	86	56	62.280	10.452
LL	167	102	65	64.370	12.153
HL	147	87	60	64.370	11.570
Total	662	406	256	64.200	11.724

5.2. 预测学习结果

我们采用分类分析的方法来确定学生的成绩水平。在本研究中,基于结构化和非结构化数据训练了一个具有四个卷积层的CNN和一个简单的DBN。准确度(见公式1)是一种评估预测性能的度量方法。

$$\text{准确率} = (\text{正确识别成绩类型的学生人数}) / (\text{总人数}) \quad (\text{公式1})$$

表 3 不同算法的准确率

算法	HH				LH				LL				HL				Total			
	5th	9th	15th	19th	5th	9th	15th	19th	5th	9th	15th	19th	5th	9th	15th	19th	5th	9th	15th	19th
KNN	.611	.641	.705	.758	.563	.576	.672	.762	.592	.629	.641	.651	.538	.573	.596	.597	.583	.614	.622	.666
NB	.686	.691	.701	.755	.548	.568	.605	.699	.615	.620	.645	.650	.566	.600	.628	.700	.578	.591	.608	.694
SVM	.676	.680	.710	.768	.606	.629	.770	.840	.628	.629	.641	.686	.531	.639	.681	.787	.607	.616	.633	.744
DT	.662	.711	.725	.792	.546	.629	.728	.921	.597	.606	.657	.716	.596	.638	.681	.889	.605	.608	.619	.782
CNN	.741	.760	.774	.819	.599	.717	.729	.894	.613	.633	.660	.792	.600	.646	.689	.891	.607	.619	.634	.809
DBN	.766	.792	.793	.849	.658	.732	.756	.964	.660	.673	.679	.846	.649	.665	.753	.900	.667	.668	.689	.855

如表 3，在第 5 周、第 9 周、第 15 周和第 19 周进行实验。比较 DBN 中第 5 周、第 9 周、第 15 周、第 19 周时 HH、LH、LL、HL、Total 组的精度。这四组的表现一般比 Total 组好，揭示了个性特征之间具有差异，不同类别的可以预测提供更准确的比较。CNN 的准确率也相对较高(如第 19 周)。每个阶段的 KNN 和 NB 均较差(<0.800)。在第 19 周时，DT 有效性优于 CNN，表明 CNN 并不总是优于传统的方法。总体而言，DBN 算法是研究中最精确的算法。这表明 DBN 模型可以有效地用于预测学生是否通过课程。实验表明，深度学习算法在第 5 周、第 9 周和第 15 周的表现优于其他算法(如 KNN、BN、SVM 和 DT)。此外，使用 DBN 测试有无时间变量时，预测有效性存在差异。将原始数据与去除其中时间变量的数据比较，结果显示，当考虑时间变量时，预测精度有所提高。总的来说，当加入时间变量时，准确度从 0.1% 提高到 4.8%，再次识别可能有不通过课程风险的学生来证明有效性。除了 LL 组，配对 T 检验和双尾 T 检验显示第 19 周其他组均有统计学意义。这也表明了时间变量和学习表现之间的相关性。然而，其他结果几乎不显著。这可能是由于时间变量有限，无法在早期阶段充分预测成绩。实验结果证实，时间变量可以有效提高准确性。

6. 小结

本研究基于大五人格模型，利用多种网络建立模型进行成绩预测分析，预测结果可应用于开发相应的学习分析仪表盘或教育云平台，辅助教师在每个阶段提供更准确的个性化教学干预优化教学效果，促进学习者有效学习。本研究局限性在于未在实验中提出有效策略以促进学生学习。未来的研究将增加不同模型之间的比较。

参考文献

- 童慧、杨彦军和郭绍青(2016)。电子书包应用效果评价研究进展述评及反思。
远程教育杂志, 1, 99-112。
- 张琪和武法提(2018)。学习仪表盘个性化设计研究。*电化教育研究*, 2, 39-44+52。
- 张琪、王红梅、庄鲁和赖松(2019)。学习分析视角下的个性化预测研究。*中国远程教育*, 4, 38-45+92-93。
- Hogan, R., Hogan, J., & Roberts, B. (1996). Personality measurement and employment decisions: Questions and answers. *American Psychologist*, 51, 469-477.
- Heinström, J. (2005). Fast surfing, broad scanning and deep diving: The influence of personality and study approach on students' information-seeking behavior.

Journal of documentation.

- Costa, P. T., & McCrae, R. R. (1988). Personality in adulthood: a six-year longitudinal study of self-reports and spouse ratings on the NEO Personality Inventory. *Journal of personality and social psychology*, 54(5), 853.
- Wolff, H. G., & Kim, S. (2012). The relationship between networking behaviors and the Big Five personality dimensions. *Career Development International*.
- Hu, Y. H., Lo, C. L., & Shih, S. P. (2014). Developing early warning systems to predict students' online learning performance. *Computers in Human Behavior*, 36, 469-478.
- Henze, N., Dolog, P., & Nejdil, W. (2004). Reasoning and ontologies for personalized e-learning in the semantic web. *Journal of Educational Technology & Society*, 7(4), 82-97.
- Costa Jr, P. T., & McCrae, R. R. (1992). Revised NEO personality inventory (NEO-PI-R) and NEO five-factor (NEO-FFI) inventory professional manual. *Odessa, Fl: PAR*.
- Devaraj, S., Easley, R. F., & Crant, J. M. (2008). Research note—how does personality matter? Relating the five-factor model to technology acceptance and use. *Information systems research*, 19(1), 93-105.
- John, O. P., Naumann, L. P., & Soto, C. J. (2008). Paradigm shift to the integrative Big Five trait taxonomy: History, measurement, and conceptual issues.

学习分析视角下自我调节学习的机制研究

Study on the Mechanism of Self-regulated Learning from the Perspective of Learning Analytics

颜欣^{1*}, 郑凯翔², 朱杰³, 张琪⁴

淮北师范大学 教育学院

*2028362477@qq.com

【摘要】学习分析(LA)被提出作为一种解决方案,以增强及时的个性化反馈,支持学生的自我调节学习(SRL)。自我调节学习的个性化反馈中存在三个调控因素,且个性化反馈与学生的学习策略以及时间管理策略之间存在积极联系。文章基于 Zimmerman 模型,建构学习分析视角下自我调节学习的理论模型及机制。

【关键词】学习分析;自我调节学习;理论模型;机制

Abstract: *Learning analytics (LA) is proposed as a solution to enhance the timely personalized feedbacks and support students' self-regulated learning (SRL). There are three regulating factors in the personalized feedback loop of self-regulated learning, and there is a positive relationship between personalized feedback and students' learning strategies and time management strategies. Based on Zimmerman's model, this paper constructs the theoretical model and mechanism of self-regulating learning from the perspective of learning analysis.*

Keywords: learning analytics, self-regulated learning, theoretical model, mechanism

1. 问题提出

研究发现部分学生缺乏自我调节学习技能,这对学业成功不利。成功的自我调节需要(元)认知技能和动机结合(Pintrich & De Groot, 1990),通过提供反馈来促进(Hattie & Timperley, 2007)。Matcha 等发现教学情境是影响反馈的重要因素,教学设计及教学方法强烈影响学生的投入水平和采用的学习策略,最终影响学习绩效(Matcha 等,2020)。有效的反馈需要及时,由于学生需求的日益复杂,教育工作者提供这种大规模的个性化反馈的能力正日益减弱。学习分析有潜力提供解决方案,以应对挑战。因此,本研究基于 Zimmerman 模型,建构学习分析视角下自我调节学习的理论模型及机制,为学习者提供有效个性化反馈,促进自我调节学习。

2. 学习分析反馈与自我调节学习

2.1. 学习分析反馈的调控因素

自我调节学习指的是学生为了实现学习目标而对自己的思想、情感和行动的控制。国内外提出了多种模型,均认为学习者是学习主体,学习实践活动是一个分阶段的、迭代的过程。国内外学者建构自我调节学习模型时,自我调节学习的个性化反馈存在三个调控因素,即(元)认知、动机和情绪。

在相关模型中,Pintrich (2000)将认知调节与元认知理论(如 FOKs 和 FOLs)结合起来。Zimmerman 对自我调节学习的定义中强调了目标的重要性,并将自我调节学习描述为由目标驱动的活动。在他的模型中,自我激励是重要组成部分,自我评估会影响未来完成任务的动机(Zimmerman, 2000)。Boekaerts 认为动机是自我调节学习关

键要素 (Boekaerts & Niemivirta, 2000), 学生需要选择策略来调节情绪, 激活学习状态。Pintrich (2000) 和 Zimmerman (2000) 对情绪有着相似解释, 都最重视学生自我调节学习的最后一个阶段, 即自我评估时产生的归因和情感反应。Pintrich 讨论了监控以及选择和调整策略 (Pintrich, 2000), Zimmerman 指出, 学生可以自我诱导积极情绪产生 (Zimmerman & Moylan, 2009)。

2.2. 学习分析反馈对自我调节学习的影响

自我调节学习是一个循环过程, 反馈对学生学习有积极影响。Matcha 等在翻转课堂中研究发现反馈和学生策略间存在联系。学习分析能够发现有意义的策略, 并强调反馈的潜力, 以这种方式影响学生的自我调节学习。Lim 等人考查了基于学习分析反馈系统对学习者的自我调节学习的影响, 证明了学习分析反馈能够支持自我调节学习 (Lim, Gasevic, Matcha, Ahmad, & Dawson, 2021)。反馈的作用主要是促使学生进行自我监控, 以保持学习的一致性。

学习分析的反馈干预应该与教学设计紧密联系在一起, 从而为学生学习提供有意义和可操作的反馈。反馈与教学目标保持一致是非常重要的 (Lockyer, Heathcote, & Dawson, 2013), 当学习分析和教学设计有效结合时, 个性化反馈有助于学生吸收并帮助他们以更优的方式适应自我调节学习。在形成性学习评价中反馈与学生长期的表现有关, 可以促进他们反思学习任务完成情况。

学习策略反映了学习者在追求特定学习目标时的特定方式。学习策略能够适应学习环境的动态变化, 外部条件会影响学习者采用何种学习策略 (Zimmerman, 2000)。例如, 不同的学习模式要求学生采用不同的学习策略来获得学业成功, 但学生一般很难确定和使用最佳的学习策略 (Fincham, Gašević, Jovanović, & Pardo, 2018)。在这种背景下, 反馈为学生学习策略的选择提供支持。通过利用学生在线学习活动的轨迹, 让学生反思所采取的策略。其中, 时间管理策略与设定目标有关, 指的是学生计划和管理个人学习时间的能力, 时间管理是有效学习的关键。通过直接向学生提供学习策略和时间管理策略, 可以进一步增强个性化反馈。通过数据挖掘方法可从跟踪数据中检测学生的动态学习策略。如果将这种数据分析方法应用到学习分析的干预措施中, 那么学生将可以得到实时数据信息。这种增强还可以使反馈更具对话性, 促进学生对当前学习策略的有效性进行反思。

3. 学习分析视角下自我调节学习的理论模型构建

本研究选取 Zimmerman 模型 (2009) 作为模型构建依据, 其体现了自我调节学习的周期性, 该模型分为三个阶段: 预先计划阶段、实施阶段和自我反思阶段。在预先计划阶段, 学生分析任务、设定目标、计划如何实现目标, 动机推动过程发生并影响学习策略的激活。在实施阶段, 学生执行任务, 同时监控自己的进展, 并使用相关自我控制策略来保持自己在认知上的投入和完成任务的动力。最后, 在自我反思阶段, 学习者通过绩效阶段的自我观察和预先计划阶段的设定目标进行自我评估, 对他们的成功或失败做出归因。这些归因会对学生在以后的学习中产生积极或消极的影响。从自我反思阶段产生的内部反馈作为自我调节学习下一次迭代的输入。但是该模型未突出反馈的重要性, 以及反馈与学生的学习策略以及时间管理策略之间的积极联系。

学习分析面向利益相关者, 分析、优化、促进自我调节学习。徐晓青等 (2021) 发现当前主要的利益相关者依次是研究者、学习者、教师, 决定学习分析方法及其呈现方式 (徐晓青、赵蔚、刘红霞、姜强, 2021)。学习者是自我调节学习的主体, 是学习分析技术应用于自我调节学习时的数据来源。个性化反馈主要面向学习者和教师, 辅

助学习者及时优化学习策略和时间管理策略；支持教师了解整体学习情况，以适时调整教学设计和教学方式。

在预先计划阶段，学习分析主要应用于对（元）认知的分析，具体表现为任务分析和自我激励。实施阶段包括自我控制和自我监测，进行高级数据挖掘，检测学习和时间管理策略与反馈之间的关联；学习分析对行为、动机和情感进行分析，具体表现为寻求帮助，选择和适应学习策略和时间管理策略等。自我反思阶段，包括自我评估和自我反应，学习分析将数据进行聚合、预测，用这一轮获得的结果来优化学习过程，从而影响后续循环。

综上所述，整体模型构建如下：

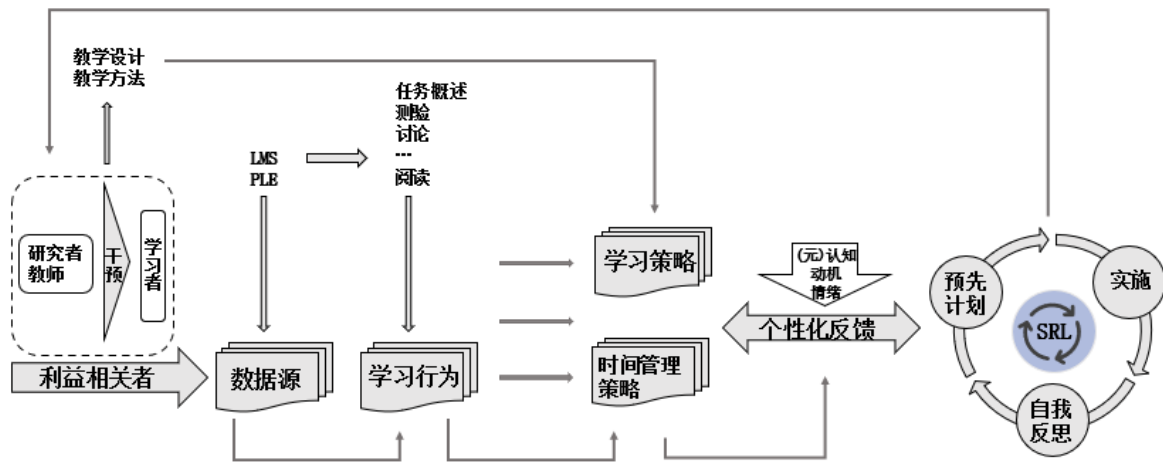


图1 学习分析视角下自我调节学习的理论模型

4. 学习分析导向下的自我调节学习机制

为保障在自我调节学习分析过程中提供个性化反馈，推荐有效的学习策略和时间管理策略，需要制定自我调节学习机制。

贯穿整个自我调节学习的多源动态数据采集机制。学习分析帮助学习者监控学习过程中的行为、情感、认知等方面，让学习者把握学习进度，了解所处学习环境自我调节能力使个体积极调整自身心理状态以适应环境。

多通道分析结果的模型自适应反馈机制。模型自适应反馈机制是学习分析环境下的理论模型进行自适应调整优化的基础，该模型为学习者提供了个性化学习反馈服务。（林秀瑜和李梦杰，2019）。面向利益相关者，以实现“教、学、管”等相关数据的采集。

5. 小结

本研究基于学习分析反馈对自我调节学习的影响，在 Zimmerman 模型基础上构建学习分析视角下自我调节学习的理论模型。自我调节学习中学习分析的应用方式以关注、分析、呈现为主，而本研究提出的模型突出了反馈的对话性，且体现了反馈与学生的学习策略以及时间管理策略之间的积极联系。要真正帮助学习者提高自我调节学习能力不仅要有合理的辅助策略，研究的持续性同样重要。未来研究将开发问卷以统计与分析数据，验证模型有效性。

参考文献

- 徐晓青、赵蔚、刘红霞和姜强 (2021)。自我调节学习中学习分析的应用框架和融合路径研究。《电化教育研究》，6，96-104。
- 林秀瑜和李梦杰 (2019)。智慧学习环境下学习分析的理论模型及其机制。《现代教育技术》，4，19-25。
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V.(1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33.
- Hattie, J., & Timperley, H.(2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Matcha, W., Gasevic, D., Uzir, N. A. A., Jovanovic, J., Pardo, A., Lim, L., ... & Tsai, Y. S. (2020). Analytics of Learning Strategies: Role of Course Design and Delivery Modality. *Journal of Learning Analytics*, 7(2), 45-71.
- Pintrich, P. R.(2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In *Handbook of self-regulation*(pp. 451-502). Academic Press.
- Zimmerman, B. J.(2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In *Handbook of self-regulation*(pp. 13-39). Academic press.
- Boekaerts, M., & Niemivirta, M.(2000). Self-regulated learning: Finding a balance between learning goals and ego-protective goals. In *Handbook of self-regulation*(pp. 417-450). Academic Press.
- Zimmerman, B. J., & Moylan, A. R.(2009). Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In *Handbook of metacognition in education*(pp. 311-328). Routledge.
- Matcha, W., Gašević, D., Uzir, N. A. A., Jovanović, J., & Pardo, A.(2019, March). Analytics of learning strategies: Associations with academic performance and feedback. In *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge*(pp. 461-470).
- Lim, L. A., Gasevic, D., Matcha, W., Ahmad Uzir, N. A., & Dawson, S.(2021, April). Impact of learning analytics feedback on self-regulated learning: Triangulating behavioural logs with students' recall. In *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*(pp. 364-374).
- Lockyer, L., Heathcote, E., & Dawson, S.(2013). Informing pedagogical action: Aligning learning analytics with learning design. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1439-1459.
- Zimmerman, B. J.(2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In *Handbook of self-regulation*(pp. 13-39). Academic press.
- Fincham, E., Gašević, D., Jovanović, J., & Pardo, A.(2018). From study tactics to learning strategies: An analytical method for extracting interpretable representations. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1), 59-72.

虚拟现实场域下的教师能力提升：设计与实践

Teacher Ability Improvement in the Field of Virtual Reality: Design and Practice

杨敏 1*, 冯泽然 2, 张琪 3

淮北师范大学 教育学院

*2490299916@qq.com

【摘要】 重构教师能力内核是教师教育发展的重要方向。虚拟现实（Virtual Reality, VR）技术以其高度拟真空间为教师能力提升提供了有力支撑。本文以《物种多样性》为教学内容，遵循 VR 场景设计原则，构建 VR 教学场景实施探究式教学以提升教师探究式教学能力。根据研究结果，本文分析其面临的挑战并就虚拟现实场域下的教师能力提升提出了展望。

【关键字】 虚拟现实；教师能力提升；探究式教学

Abstract: Reconstructing the core of teachers' ability is an important direction for the development of teacher education. Virtual reality technology could provide strong support for teachers' ability improvement with its highly simulated space. This paper took "Species Diversity" as the teaching content, following the principle of VR environment design, constructed an VR teaching environment and implemented inquiry-based instruction to enhance teachers' inquiry-based instruction ability. According to the research results, the paper analyzed the challenges encountered and proposed the suggestions for the improvement of teachers' ability in the field of virtual reality.

Keywords: virtual reality, teacher abilities improvement, inquiry-based instruction

1. 引言

中共中央国务院印发的《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》明确指出，要“全面提高中小学教师质量，建设一支高素质专业化的教师队伍”。努力提升教师专业水平，使其具备有效教育教学的能力就显得尤为重要。探究式教学作为一种科学的方法，其对教学的积极影响得到了有效验证。Hofstein 等（2004）指出课堂上实施探究式教学可以提高学生解决问题的能力、培养其科学的思维习惯。小学教育改革正努力在 K-12 教育中整合探究式教学法，以为发展职前教师探究式教学技能做准备。然而，由于在课堂上与真实学生一起进行教学培训的任务变得越来越艰难，当前教师缺少正式科学意义上的探究经验。

VR 技术以其沉浸性、交互性、想象性和智能化（4I）特征，能为教师创设各种高保真度的学习情境（Cai, Chiew, Nay, Indhumathi, & Huang, 2017）。基于真实情境的学习有利于激发教师的内在动机与深度参与。基于此，本文旨在构建一个 VR 教学场景，以提升教师探究式教学技能。

2. 文献综述

2.1. 教师探究式教学能力培养

探究式教学是一种以学生为中心的教学方法，指在教师或其他学生提供答案之前引导学生探索概念、想法或现象。探究式教学的应用有利于鼓励学生通过自己的探索经验来提出概

念，发展目标知识（Wang, 2020）。下一代科学标准（NGSS）提出在教师专业发展中使用探究式教学。然而，由于传统教师培训场景多缺乏情境性、及时反馈性，加之培训存在重理论轻实践的弊端（陈向明和王志明，2013），教师一方面缺乏深度参与和主动学习的情境，另一方面教师难以将对知识的理解转化为实践能力的提高（冯晓英、郭婉璐和黄洛颖，2021）。这导致 K-12 阶段教师实施探究式教学能力水平低下。

2.2. 虚拟现实及其教育应用

虚拟现实是以计算机技术为核心，结合相关科学技术，生成与一定范围真实环境在视听、触感等方面高度近似的数字化环境。国外早有学者针对 VR 在教师培训方面展开了研究。Christensen 等（2011）认为将 VR 应用到教师教育中，可以为教师提供真实的体验，帮助他们了解真实的课堂情境和教学过程。VR 技术可为教师提供一个安全且真实练习场景，在该场景中，教师可重复练习以纠正错误的经验。Yun 等（2019）提出 VR 可帮助教师创建迁移的场景，促使其将获得技能迁移到真实的教学情境中。虚拟现实沉浸性、交互性、想象性和智能化的特征可以弥补传统教师培训缺乏情境性的弊端，提供体验式学习场景，促进教师技能提升，从而弥合理论与实践之间的差距。

3. 理论基础

Quintana 和 Fernández（2015）提出 VR 学习场景的建立需要遵循教学、资源、技术和教师四个方面的原则。在本实验中，教学指虚拟现实培训环境中的教学要素。该实验以《物种多样性》为教学内容，根据探究式教学程序：创设问题情境-设计探究方案-实施探究活动-评价-总结反思，开展教学活动。教学资源是指在教学过程中提高教师教学效率的一切辅助性工具，本实验使用未来教师虚拟仿真系统，引入虚拟教室和虚拟树林两种场景。技术指虚拟现实培训环境中使用的技术组件。借助 3D 技术和计算机生成一个沉浸式虚拟空间。教师指在培训过程中帮助师范生进行训练的指导教师。指导教师遵循实验设计原则，在训前、训中和训后为受训师范生提供及时性的指导和反馈。

4. 研究设计

4.1. 研究对象

该实验共 24 人参与，包括 20 名师范生和 4 名指导教师。师范生分别为教育技术和小学教育展业的学生，他们均学习过探究式教学的理论知识，但缺少实践技能培训的经验。4 名指导教师均为教育技术和小学教育专业的资深教师，在教师技能培训方面经验丰富。

4.2. 研究场景

该实验遵循 VR 场景建构原则，以《物种多样性》为教学内容，为师范生创建虚拟教室（如图 1）和虚拟树林（如图 2）两种教学场景。虚拟现实教室提供教材等相关教学资源，师范生在此学生探究式教学理论知识、熟悉探究式教学流程。虚拟树林则提供动植物等资源，师范生在此进行实地观察和探究。在培训过程中，有关的教学建议将以弹窗的形式呈现，同时弹窗也会就教学实施情况向师范生呈现相关教学问题，他们可以自主回答问题，系统会自动记录他们的答案和训练的过程。此外，系统配备视觉提示和语音提示功能，帮助指导教师和师范生进行实时交流与互动。系统中嵌入的 3D 技术可创立一个精准的、可探究的场景，当师范生佩戴虚拟设备（如头盔和手柄）时，他们可在虚拟和现实之间进行转换获得虚实融合的教学体验，增强临场感。



图 1 虚拟教室



图 2 虚拟树林

4.3. 研究过程

4 名指导教师和 20 名师范生分为 4 组，每组由 1 名指导教师和 5 名师范生组成。培训开始前，指导教师帮助师范生熟悉虚拟系统操作流程，分发教学材料，并指导其预习教学内容。在指导教师的帮助下，师范生顺利登陆该系统，进入 VR 环境，根据探究式教学流程（如图 3），实施教学活动。指导教师则进行观察并通过视觉提示和语音提示功能对师范生的表现提供及时性和针对性的指导与反馈。课程结束，师范生就教学过程展开交流活动。同时为评估 VR 环境对培训师范生探究式教学能力的影响程度，研究人员对所有被试师范生开展面对面的访谈调查。

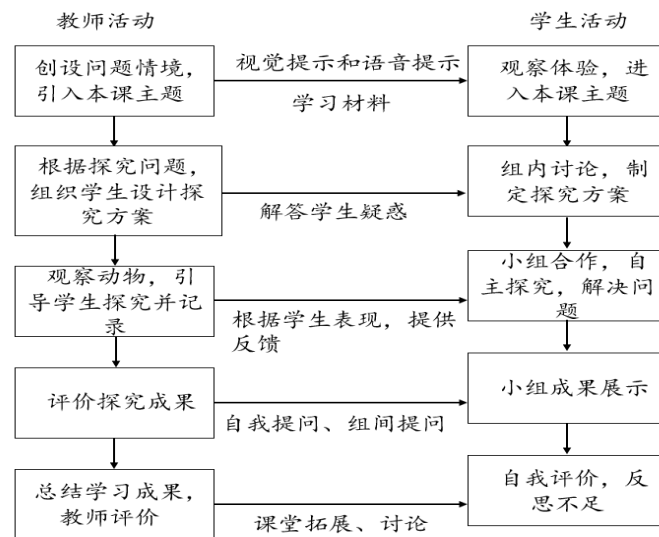


图 3 探究式教学流程

4.4. 数据收集与分析

采用结构化访谈，研究人员收集了虚拟现实环境对提升师范生探究式教学能力的程度以及其感知到的挑战等相关数据。结合诸位专业教师的建议，生成了以下访谈提纲（如表 1 所示）。

表 1 访谈提纲

访谈内容
你觉得 VR 培训的体验感如何？
你认为 VR 培训与传统的教师培训有什么不同？
经过为期一个月的培训，你认为自己的教学能力得到了哪些提升？
在 VR 培训过程中，你遇到了哪些技术方面的问题？
你认为 VR 培训环境还可以从哪些方面进行改进？

对收集到的数据进行质性分析发现，80%的师范生都倾向于利用 VR 进行培训，其丰富的学习场景可促进其产生具身性体验；90%的师范生认为与传统的教师培训相比，VR 提高

了知识呈现的情境性和直观性；85%的师范生认为自己对探究式教学的流程有更深地了解，能独立开展探究式教学活动。在技术问题方面，20%的师范生反映网络延迟、场景切换不流畅。

5. 研究结论

经过上述研究发现基于VR场景的培训可以有效提升教师的探究式教学能力。其丰富和逼真的教学场景提高教师的临场感和沉浸感，使其获得具身性学习体验。但同时，以虚拟现实支撑教师能力提升也面临相应的挑战。其一表现在健康问题。由于头带显示器分辨率等问题，易出现视觉滞留现象，产生眩晕感，导致师范生无法长时间佩戴。其二表现在VR体验感方面。场景中的学生形象是虚拟化身，无法与其进行面对面的交流，易产生陌生感。其三表现在VR教学方面。虚拟学习环境中，学习者都有虚拟化身，其学习行为也可能表现出新的特点。这就要求教师进行探究，掌握虚拟环境下的社会互动的行为特点。

6. 总结与展望

本文在遵循VR场景建构原则的基础上构建VR教学场景，基于探究式教学框架开展了探究式教学活动，对被试师范生展开访谈调查并收集分析数据。研究表明，VR教学场景帮助师范生获得具身性体验，有效深化其对探究式教学的理解，提升其运用探究教学方法的能力。本文也提出了VR教学过程中面临的挑战，因而未来还需对VR环境下适合的教学和学习方法、学习效果等进行深入研究，从而更好发挥VR技术提升教师能力的优势与价值。

参考文献

- 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 [EB/OL].(2018-01-31)[2018-11-12].http://www.gov.cn/zhengce/2018-01/31/content_5262659.htm.
- 冯晓英、郭婉璐和黄洛颖(2021)。智能时代的教师专业发展:挑战与路径。**中国远程教育** 11, 1-8+76。
- 陈向明和王志明 (2013)。义务教育阶段教师培训调查:现状、问题与建议。**开放教育研究**, 4, 11-19。
- Cai, Y., Chiew, R., Nay, Z. T., Indhumathi, C., & Huang, L. . (2017). Design and development of VR learning environments for children with asd. *Interactive Learning Environments*, 25(5-8), 1098-1109.
- Christensen, R., Knezek, G., Tyler-Wood, T., & Gibson, D. (2011). SimSchool: An online dynamic simulator for enhancing teacher preparation. *International Journal of Learning Technology*, 6(2), 201-220.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.
- Quintana, M. G. B., & Fernández, S. M. (2015). A pedagogical model to develop teaching skills. The collaborative learning experience in the Immersive Virtual World TYMMI. *Computers in Human Behavior*, 51, 594-603.
- Wang, J. (2020). Compare inquiry-based pedagogical instruction with direct instruction for pre-service science teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(6), 1063-1083.

Liao, C. Y., Xiong, X. B., Lin, C. P., Wang, Y. H., Jiang, B., Shih, J. L., Kong, S. & Gu, X. (Eds.) (2022). *Workshop Proceedings of the 26th Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE 2022)*. Taiwan: National Tsing Hua University

Yun, H., Park, S., & Ryu, J. (2019, March). Exploring the influences of immersive virtual reality pre-service teacher training simulations on teacher efficacy. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2112-2116). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

国外 VR 教师培训的应用研究——基于可视化共词分析

Applied research on VR teacher training abroad- based on visual co-word analysis

龚丹丹^{1*}，王蓉蓉²，张琪³

淮北师范大学 教育学院

*gongdan9583@163.com

【摘要】近年来，随着对教师专业技能的要求不断提高，虚拟现实技术在教师培训的应用也随之增高。为把握国外 VR 教师培训的研究热点，本文通过共词分析对国外 VR 教师培训的应用进行主题提炼和多维度分析，来揭示研究发展脉络与热点，以期为我国 VR 教师培训研究提供一些启示。

【关键词】VR 技术；教师培训；共词分析

Abstract : In recent years, with the continuous improvement of the requirements for teachers' professional skills, the application of virtual reality technology in teacher training has also increased. In order to grasp the research hotspots of foreign VR teacher training, this paper uses the common word analysis to refine the theme and multi-dimensional analysis of the application of foreign VR teacher training to reveal the research development context and hot spots, in order to provide some enlightenment for the research of VR teacher training in China.

Keywords: VR technology, Teacher training, Co-word analysis

1. 引言

随着信息技术的发展，虚拟现实技术成为人工智能等领域的集成结晶，并在教育培训领域应用逐渐兴起。2018 年国务院印发的《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》强调教师应主动适应信息化、人工智能等新技术变革，对于教师教育变革具有重要的推动意义。虚拟现实（VR）技术作为一种工具可以为教师培训创设高情境、具身化的学习场景，使其能够体验现实生活中无法直观呈现的真实课堂教学活动，从而锻炼教师专业素养。因此，本文梳理了国外 VR 技术在教师培训中的应用，揭示研究发展脉络与热点，为我国 VR 技术融入教师培训研究提供启示。

2. 研究设计

2.1. 数据来源

本研究以“Web of science”数据库核心合集作为数据来源，以“Virtual reality”、“Teacher training”、“Teacher’s ability”为主题词，时间范围设置在 2001 年 1 月 1 日-2021 年 12 月 31 日。共检索文献 152 篇，剔除无关文献，得到文献 152 篇作为有效数据源。

2.2. 研究方法

文章采用知识图谱分析和共词分析等方法，利用 CiteSpace、SPSS 等工具，对近 20 年国外 VR 教师培训领域的文献进行可视化分析，归纳出该领域的研究热点与趋势。

3. 研究发展与热点

3.1. 关键词分析

关键词是对文献研究主题和内容的直接反映与概括。将出现频率在 4 次以上的关键词设为高频关键词，共计 14 个。如表 1 所示，其中排在前 7 位的高频关键词分别是：“Education”、“Student”、“Children”、“system”、“Argumented Reality”、“Environment”、“virtual reality”。由此可见，国外 VR 在教师培训的应用研究热点主要聚焦于课堂环境、学习者表现和教师培训的框架。

表 1 国外“VR 教师培训”高频关键词列表

序号	关键词	频次	序号	关键词	频次
1	Education	15	8	reality	6
2	Student	12	9	performance	5
3	Children	8	10	science	5
4	system	7	11	simulation	4
5	augmented reality	7	12	framework	4
6	Environment	6	13	higher education	4
7	virtual reality	6	14	Impact	4

为了更好地把握研究热点，建立高频关键词的共现网络图，以揭示关键词之间的关系，如图 1 所示。教育、表现、学生、系统是国外 VR 教师培训研究的核心关键词，形成的节点较大，表示出现频次高。其余关键词则围绕这些中心词紧密形成了共现网络，节点之间的距离表示主题词之间的密切和相似程度，各节点之间连线的粗细代表各个关键词的联系程度。

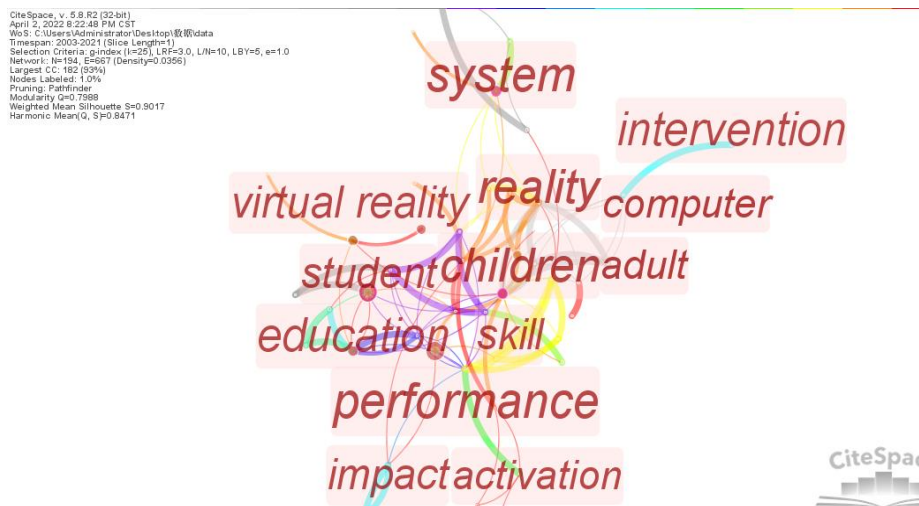


图 1 国外“VR 教师培训”关键词图谱

3.2. 时序演进分析

基于 14 年的文献数据构建关键词时序图谱，如图 2 所示。虽然国外 VR 教师培训研究起步较早，但研究热点从 2006 年才开始显现，由此可以将国外 VR 教师培训发展过程可分为三个阶段：第一阶段为初步发展（2006 年）主要涉及教师培训中虚拟人

物和基础设施,包括教师、学生和计算机设备等。第二阶段为快速发展期(2010-2017)出现有关教师培训的实证研究,主要有VR教师培训系统的模型构建和应用。其中对教师和学生有大量的研究,例如教师干预机制和个性化教学。第三阶段为交互融合期(2019年至今)此阶段集中在实施应用方面,对VR下教师培训自身的需求与技术结合更加规范,并逐渐走向融合。A. Delamarre (2021) 等人建立了三维交互式虚拟教师培训系统(IVT-T),并设计了一些课堂破坏行为,验证IVT-T能够提高教师相应的课堂管理能力。

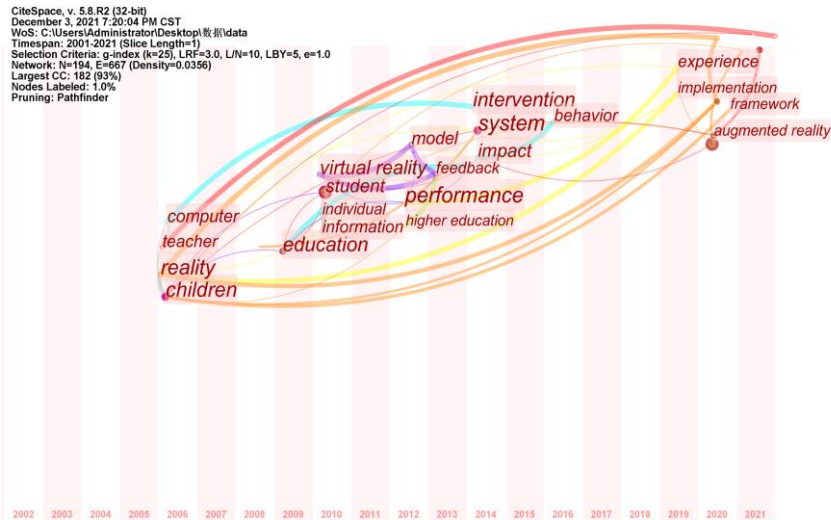


图 2 国外“VR 教师培训”时序演进图

3.3. 知识图谱分析

利用共现矩阵进行多维尺度分析并描绘出知识图谱,可以直观展现国外VR教师培训研究主题,如图3所示。

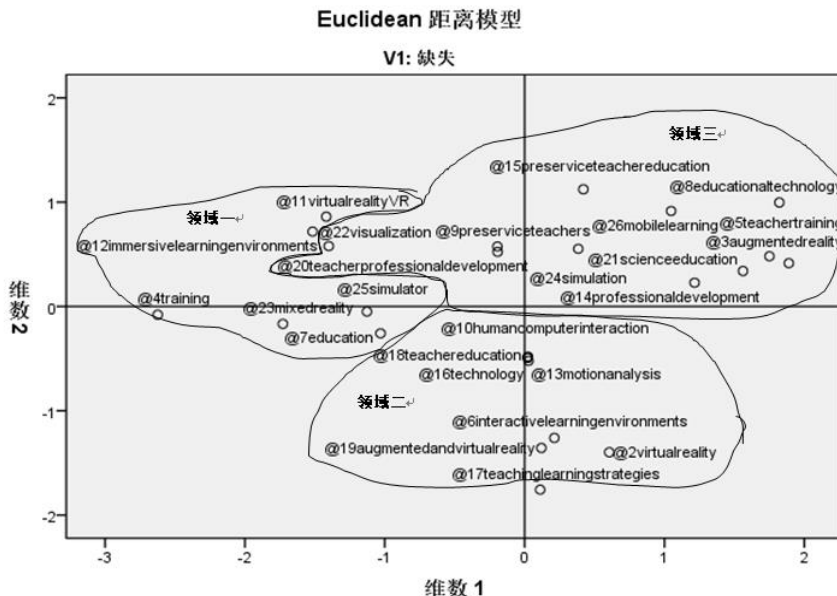


图 3 国外“VR 教师培训”知识图谱

领域一：研究围绕教师培训的环境展开,主要关键词有虚拟环境、沉浸式学习环境、混合现实、模拟器、培训等。基于视觉的模拟教学环境为教师培训提供了各种课堂突发情况,其目的是让教师通过虚拟学生来提高他们的技能,同时也消除了真实学生和新手教师的风险 (Judge, Bobzien, Katsioloudis, Gear, & Maydosz, 2013)。

领域二：研究集中在教师培训技术探讨，关键词包括人机交互、教师教育、虚拟现实、互动学习环境、学习策略教学等。VR平台具有沉浸式、互动性和交互性的特点。虚拟现实技术作为教师培训和教学实践之间的桥梁，有助于教师的专业发展

(Theelen, Van den Beemt, & den Brok, 2019)。教师在虚拟现实环境中进行有效的教学策略设计是提高学生学习的有效手段(赵一鸣、郝建江、王海燕和乔星峰,2016)。

领域三：研究内容为教师培训的实际应用研究，关键词包括教师培训、职前教师教育、增强现实、科学教育、教师职业发展等。教师培训的实际应用中主要是针对职前教师开展研究。虚拟现实促进职前教师能力发展，是通过构建教师未来从事岗位的“原生态”、“真实”环境与工具，实现真实环境的提炼与事物全貌的还原，为教师开展探究式学习、项目式教学、游戏化教学等提供条件(刘革平、高楠、胡翰林和秦渝超,2022)。

4. 结论与启示

本研究通过近20年国外文献的梳理，以“Virtual reality”、“Teacher training”关键词，利用CiteSpace软件对Web of Science中核心数据库中的152篇相关文献进行分析，阐述了国外VR教师培训的高频词、热点、主题三方面的演进过程，可以得出以下结论：高频关键词揭示了当前研究的主要集中在教育和环境，从研究热点看，2006年研究主要是探讨教师培训中虚拟现实技术的初步应用；2010-2017年，研究者开始探讨高等教育领域下基于VR的教师培训模型、系统、机制和环境等的实证研究的设计；2019年至今，主要集中在教师培训的框架与技术更加规范化；从研究主题看，国外VR技术集中在培训环境、技术探讨和实际应用研究。随着技术进步，相关技术变得更具可获得性、教师培训框架也更具有规范性。VR环境下的教师培训是旨在让职前教师体验到真实课堂的冲突情况，从而来提高应对各种突发事件的能力。这种培训能使教师反思他们行动的有效性，发展替代策略，并加深他们的教育教学能力(Cs, Jll, Soa, Mel, Ar, & Sg, 2021)。随着信息化时代对教师能力要求的提升，VR教师培训成为职前教师培训技能的重要技术支撑，借助国外VR研究热点与趋势，我国要加强VR教师培训系统的开发与应用，为教师培训提供持续支持。

参考文献

- 中共中央国务院. 国务院印发《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》的通知. http://www.gov.cn/zhengce/2018-01/31/content_5262659.htm
- Delamarre, A., Shernoff, E., Buche, C., Frazier, S., Gabbard, J., & Lisetti, C. (2021). The Interactive Virtual Training for Teachers (IVT-T) to Practice Classroom Behavior Management. *International Journal of Human-Computer Studies*, 152, 102646.
- Judge, S., Bobzien, J., Katsioloudis, P., Gear, S., & Maydosz, A. (2013). The use of visual-based simulated environments in teacher preparation. *Journal of Education and Training Studies*, 1(1), 88-97.
- Theelen, H., Van den Beemt, A., & den Brok, P. (2019). Classroom simulations in teacher education to support preservice teachers' interpersonal competence: A systematic literature review. *Computers & Education*, 129, 14-26.
- 赵一鸣, 郝建江, 王海燕 & 乔星峰. (2016). 虚拟现实技术教育应用研究演进的可视化分析. *电化教育研究*(12), 26-33.
- 刘革平, 高楠, 胡翰林 & 秦渝超. (2022). 教育元宇宙：特征、机理及应用场景. *开放教育*

研究(01),24-33.

Seufert, C., Oberdörfer, S., Roth, A., Grafe, S., Lugin, J. L., & Latoschik, M. E. (2022). Classroom management competency enhancement for student teachers using a fully immersive virtual classroom. *Computers & Education*, 179, 104410.

基于机器学习的学生成绩预测研究

Machine learning-based student performance prediction research

张敏^{1*}, 颜欣², 张琪³
淮北师范大学 教育学院
*2731589596@qq.com

【摘要】 近年来人工智能技术得到了突飞猛进的发展, 人工智能已成为促进教育变革的关键技术。在信息时代, 对教育大数据中成绩的分析与评价一直是教育研究者共同探讨的话题, 学生成绩仍是考察教学质量的重要因素之一。本文对美国某高中 1000 个学生数据样本进行数据分析, 基于八项特征值, 通过运用线性回归、随机森林、BP 神经网络等机器学习算法进行建模、预测、分析、解读, 从中获取隐含的潜在教育问题与信息。研究针对三个算法模型, 计算得出各算法的预测有效性, 以便对学生成绩进行全面客观的预测。预测结果减少了人为主观印象的影响, 增加了影响学习成绩的客观因素, 对教学科学决策有一定的参考价值。

【关键词】 机器学习; 人工智能; 学习成绩预测; 教育大数据; 深度学习

Abstract: *Artificial intelligence technology has been developed by leaps and bounds in recent years, and artificial intelligence has become a key technology to promote educational change. In the information age, the analysis and evaluation of achievement in educational big data has been a common topic of discussion among educational researchers, and student achievement is still one of the important factors in examining teaching quality. In this paper, we analyze data from a sample of 1000 student data from a high school in the U.S. Based on eight eigenvalues, we model, predict, analyze, and interpret them by using machine learning algorithms such as linear regression, random forest, and BP neural network to obtain potential educational problems and information implied. The study calculates the predictive validity of each algorithm for the three algorithmic models in order to provide a comprehensive and objective prediction of student performance. The prediction results reduce the influence of human subjective impressions and increase the objective factors affecting academic performance, which are useful for teaching science decisions.*

Keywords: Machine learning, artificial intelligence, learning achievement prediction, educational big data, deep learning

1. 引言

在教育大阔步发展进程中, 数据挖掘、学习分析、语音识别、自适应学习系统等多项人工智能技术为教育事业注入了新鲜的血液。2017 年, 国务院印发《新一代人工智能发展规划》指出, 现代社会已经进入了人工智能 2.0 时代, 要充分利用人工智能技术助力教育发展, 推动教学变革, 构建新型教育体系, 这标志着人工智能技术在教育领域的地位已上升到国家战略层面(国务院, 2017)。因此, 教育领域的研究者应密切关注人工智能关键技术的发展, 并以此为基础, 切实推进人工智能在教育领域的研究与发展。

在教育发展过程中, 评价对教育工作起着举足轻重的作用。评价能够帮助教师了解学生学习情况, 及时调整教学策略与方法, 让学生对个人学习情况有充分了解。虽然在素质教育时代, 成绩的高低并不能作为评判学生好坏的标准, 但其仍然是评价教育质量的重要维度之一。在传统的评价方式中, 教师多数凭借以往的经验、主观感受或学科成绩对学生学习成绩进行预测, 缺乏广泛的数据支撑, 教学模式的决策也是基于这种认识, 往往会因为决策失误导致教学效果不佳。因

此如何对学生学习成绩进行科学有效的预测与评估是提高教育决策科学性所亟待解决的重要问题。

本研究旨在纳入多个学习者维度特征,运用 Python 脚本化编程实现人工智能算法分析影响学习者学习成绩的因素及预测其未来表现,结合多个模型的综合评估方法,兼顾个体特征、父母条件、学术特征等因素,用更客观的评测权重来得到最后的综合成绩总分,能更好的帮助教师因材施教,提高教学效率,有利于素质教育的长远发展以及对学生的有效评价。

2. 人工智能相关概念

2.1 人工智能：从萌芽到蓬勃发展

1956 年,计算机科学家们在达特茅斯会议上提出了“人工智能”概念,旨在利用计算机来构造复杂的、拥有与人类同样智慧的机器。人工智能(Artificial Intelligence AI)的定义,学术界并无统一的术语,正如 Russell 在《Artificial Intelligence: A Modern Approach》开篇中提到,不同的人对 AI 的看法是不同的,问题在于关注的是理性思维还是拟人行为(Russell & Stuart. 2002.)。Schalkoff 认为人工智能是一个寻求用一系列计算过程力图解释和模仿智能行为的研究领域(Schalkoff & Robert. 1990)。作者认为人工智能是由信息论、计算机科学、数学、语言学等多种学科相互渗透而发展起来的模拟、延伸、扩展人的智能的理论、方法及智能应用的新技术,能为机器赋予人的思想,以使其具备智慧、能力,最终完成拟人任务。

2.2 机器学习：人工智能的实现路径

机器学习是人工智能的一个重要子领域。机器学习是通过客观世界收集的大量数据进行“训练”,运用算法从数据中“学习”如何完成特定任务。其可以分为监督学习、无监督学习、半监督学习、集成学习、深度学习和强化学习,能够处理的数据类型包括图像、视频、音频、文本等非结构化数据和结构化数据。

近年来,教育领域在人工智能研究浪潮的影响和渗透下,大量人工智能技术被应用于教学,并整合了教育理论、人工智能、数据挖掘(Educational Data Mining, EDM)技术来跟踪学生行为数据,预测其学习表现以支持其个性化学习(余明华、冯翔、祝智庭. 2017)。Baker 等基于 232 名中学生的数学课程数据采用贝叶斯知识跟踪和线性回归等方法构建学生模型,对学生在特定问题步骤中已获得技能的可能性进行检测(Baker, Goldstein & Heffernan. 2010)。

2.3 深度学习：机器学习的高阶技术

深度学习是用于建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络,并模仿人脑的机制来解释数据的一种机器学习技术,学习者通过探究新知、对信息进行深层次加工,建构、转换和迁移知识,解决实际问题(吴秀娟、张浩、倪厂清. 2014)。它的基本特点是,试图模仿人脑神经元之间的传递,处理信息的模式。深度学习在语音识别、图像识别、人脸识别等领域的卓越表现,使得个性化教育、特殊教育在人工智能技术的支持下得以深入发展(刘勇、李青、于翠波. 2017)。

2017 年的新媒体联盟《地平线报告》中,来自世界各国的专家一致认为深度学习算法会对教育改革产生重大影响(Becker, Cummins & Davis. 2017),将深度学习技术应用到教育数据挖掘领域,能更好地描述教育数据的内在价值,帮助

教育研究者发现教育问题的关键所在(陈德鑫、占袁圆、杨兵. 2019)。如 Wang 和 Liao 运用 BP 神经网络 (BPNN) 设计了一个基于学生不同特征如性格、性别、学习焦虑程度等推荐个性化教学内容的英语自适应学习系统(Wang & Liao. 2011)。王永固等通过卷积神经网络 (Convolutional Neural Networks, 简称 CNN) 对孤独症儿童面部特征进行提取, 能够感知孤独症儿童的情绪, 以便对孤独症儿童施加教育干预(王永固、张晨焘、许家奇等. 2021)。

3. 数据采集及其预处理

3.1 数据采集

本研究数据集为美国某高中 1000 名学生的样本数据, 主要包括性别、父母受教育水平、种族、考试准备、数学、写作、阅读学科成绩等八个特征变量, 具体如表 1 所示。数据获取来源于 Kaggle。Kaggle 是由联合创始人、首席执行官 Anthony Goldbloom 于 2010 年在墨尔本创立的, 主要为数据分析科学家提供举办机器学习竞赛、进行数据发掘和预测的在线开放平台。

表 1 学生相关特征属性名称和特征描述表

特征类型	特征名称	特征描述
可用特征	性别	男女
	种族	包括非西班牙裔白人, 非西班牙裔黑人, 西班牙裔, 非西班牙裔亚洲人, 其他
	父母受教育程度	学士学位、硕士学位、大专文凭或副学士学位、高中、大学辍学或在读以及其他
	午餐	午餐摄入与否、午餐摄入量少
	考试准备	学生对于考试前的准备包括无准备、考前复习
	数学成绩	所有学生样本的数学得分
	阅读成绩	所有学生样本的阅读得分
	写作成绩	所有学生样本的写作得分

3.2 数据预处理

在进行数据分析之前，需对学生样本的每一个特征所对应的值进行数据预处理，常用的数据预处理方法包括即对缺失值的处理、无量纲化、亚编码与独热编码。缺失值最常用的方法包括均值、就近补齐、K 最近距离填充等方法。本研究在处理每个特征值的缺失值时遵循：当缺失值过多时：舍弃该特征。当缺失值适中时：将填充值视为特征值；当缺失值较少时：进行均值填充。

数据清洗：将学习者的平均成绩映射为对应的六个分数段的区间，用整数代替浮点型数值。

3.3 数据分析与洞见

基于 Python 的开源发行版本 Anaconda——一个数据分析的标准集成环境，运用人工智能中机器学习算法：逻辑回归、随机森林、反向传播神经网络对数据集进行分析与建模。

首先，结合 Python 代码可视化输出结果，数学、阅读、写作成绩的偏斜率如图 1 所示，三个数据特征列无明显的偏斜，但阅读、写作成绩轻微向右偏斜倾向，偏度大于 0，即两门成绩整体有向右集中的趋势。三科成绩在 60~80 分之间的 Density 网络密度值最高为 0.025 (Bruce & Mayhew, 1976)。说明阅读、写作分数的高分学习者多于数学学科。

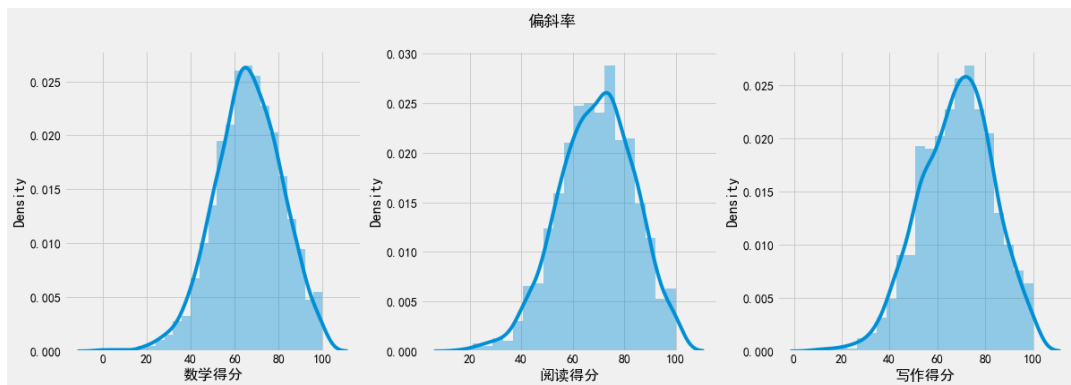


图 1 数学、阅读、写作成绩的偏斜率

其次，对性别维度进行分析，如表 2 所示，男生在数理逻辑性质的数学科目上中位数高于女生，对于阅读和写作两门学科而言，女生成绩的中位数大于男生；在三科成绩中，男生成绩的最小值均大于女生。

表 2 男女在数学、阅读、写作得分的最小值、最大值、中位数

性别	数学得分			阅读得分			写作得分		
	最低分	中位数	最高分	最低分	中位数	最高分	最低分	中位数	最高分
男	27	69	100	23	66	100	15	64	100
女	0	65	100	17	73	100	10	74	100

再次，父母受教育程度对高中学习者的影响如图 2 所示，父母受教育水平会影响学习者的备考态度。由分析可知，父母受教育水平为学士学位、硕士学

位的学习者在考试前进行复习和准备的概率较高,而父母受教育水平为高中或职高毕业、大学辍学或在读的学习者裸考的几率较大。

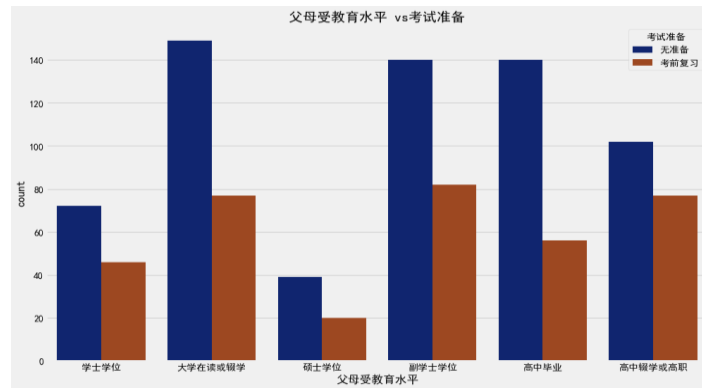


图 2 父母受教育水平与考试准备柱状图

为进一步探析高学历父母的学习者学习成绩的分布状况,使用 python 绘制三门学科成绩与父母受教育水平的箱线图,根据可视化运行结果图 3 显示,绿色箱线图(硕士学位)中位数、上四分位数较高于其他箱线图,紫色箱线图(高中毕业)中位数、上四分位数、下四分位数低于其他箱线图。且父母受教育水平为学士学位、硕士学位、副学士学位的学习者成绩在数学、阅读、写作三门学科上的整体分数,较高于父母受教育水平为高中毕业、高中辍学或高职、大学辍学或在读的学生分数。可以看出,父母文化程度的高低会直接或间接影响到孩子的学习成绩,因此,需重视家庭教育对高中生的学习成绩的影响。

同时通过数据分析发现午餐对三门成绩有影响,如图 4 所示,不吃午餐的学生,在三门学科成绩中的表现都相对较差,因此午餐在提高学生的注意力和考试成绩方面的具有重要作用。

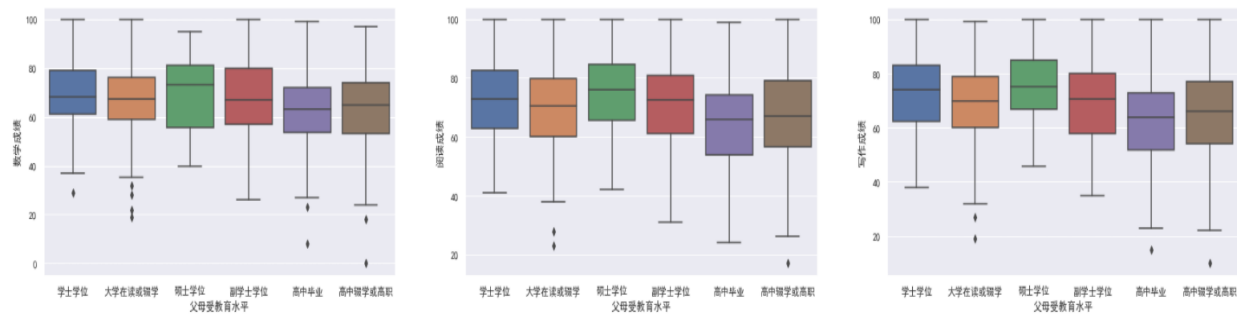


图 3 父母受教育水平与学生成绩的箱线图

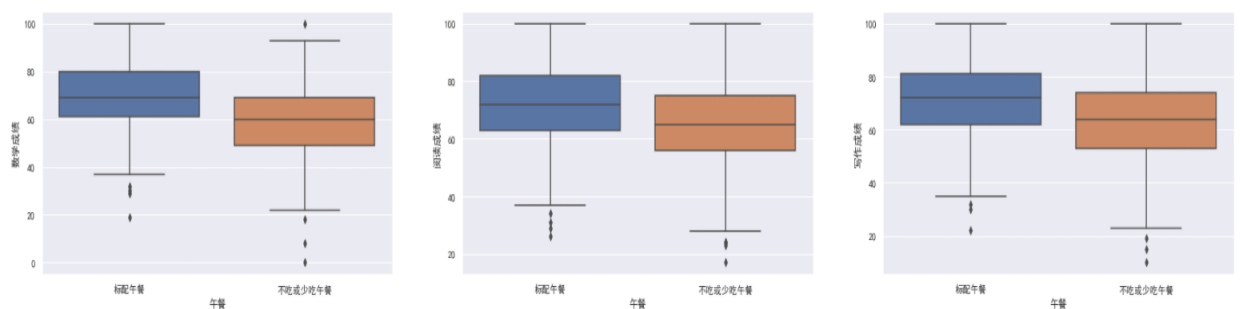


图 4 午餐与学生成绩的箱线图

为方便预测，本研究将学习者的三门课程平均成绩量化为六个分数段区间，如图 5 所示，展示了不同分数段学生所占比例与六个组别 (A, B, C, D, E, O) 之间的对应关系。划分完成后，对数据标签进行编码 (gradeA, gradeB, gradeC, gradeD, gradeE, gradeO)。

分别对应编码号为 1, 2, 3, 4, 5, 6)，并将编码后的数据集拆分为训练集和测试集，比值为 7.5 : 2.5。运用三种机器学习算法预测学生的成绩，并比较其三者的预测精度。

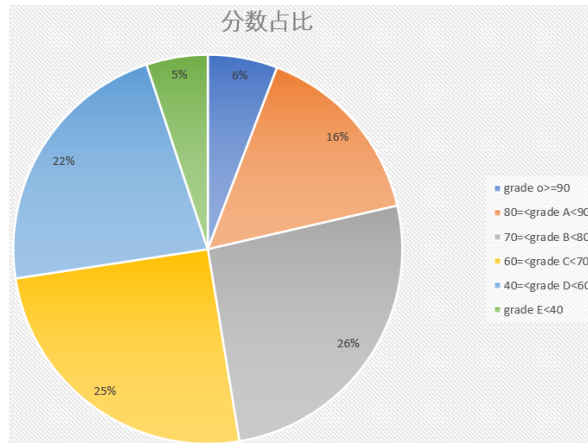


图 5 六个分数段学生所占比例

4. 机器学习算法模型

4.1 逻辑回归 (Logistic regression)

逻辑回归通过输出一个 0 到 1 之间的离散二值结果来完成二分类任务。简单来说，它的结果要么为 1，否则为 0。在线性回归问题中，设想目标值 y 与特征值 x 之间呈现线性变化，即满足多元一次方程。模型定义如式 (1)：

$$P(y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}} \quad (1)$$

式中 x_1, x_2, \dots, x_k 是已知数据点， $P(y=1)$ 是指当 $y=1$ 时的概率， β 是线性模型中参数。

对逻辑回归模型评估可以观察其混淆矩阵 (误差矩阵)，混淆矩阵即以矩阵形式将数据集中的记录按照真实的类别与分类模型预测的类别判断两个标准进行汇总。从图 6 逻辑回归混淆矩阵中可以看出逻辑回归在预测 0, 1, 2, 3, 4, 5 (gradeA, gradeB, gradeC, gradeD, gradeE, gradeO) 六类学生成绩时的预测正确率分别为 $17/(17+8)=0.68$, 0.8, 0.776, 0.92, 1, 0.6。逻辑回归模型最终的训练数据准确率与测试数据准确率分别为 85.2% 和 82%。

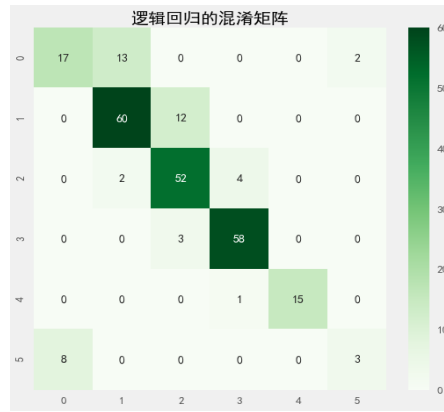


图 6 逻辑回归混淆矩阵图

4.2 随机森林(Random Forest)

随机森林算法是指一种 Bagging 集成学习算法,当一棵决策树无法很好的对待测试样本进行分类时,采用多棵决策树对待测试样本进行分类。该分类算法从给定训练集中有放回的均匀抽取多组样本,每组样本建立一颗决策树,进而形成一个森林(由多棵不同的决策树构成),森林中的每棵决策树都会生成一个分类结果,接着将多个分类结果进行投票统计,得票最多的类别即为最终的分类结果。

当每棵树权重一样,少数服从多数,模型定义如式(2):

$$G(x) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T g_t(x) \quad (2)$$

其中 $g_t(x)$ 为每棵森林的预测值。

当每棵树的权重不一样,模型定义如式(3):

$$G(x) = \text{sign} \sum_{t=1}^T (a_t \cdot g_t(x)) \text{ with } a_t \geq 0 \quad (3)$$

其中 a_t 为权重。

对于该算法模型的精度,从图 7 随机森林混淆矩阵中可以看出随机森林在预测 0, 1, 2, 3, 4, 5 (gradeA, gradeB, gradeC, gradeD, gradeE, grade0) 六类学生成绩时的预测正确率分别为 1, 1, 1, 1, 1, 1, 随机森林模型最终的训练数据准确率与测试数据准确率分别为 100%和 100%。

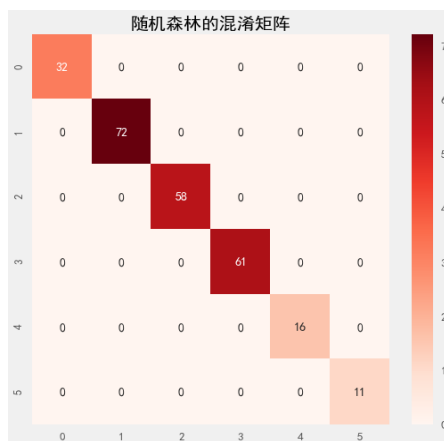


图 7 随机森林混淆矩阵图

4.3BP 神经网络(Back Propagation Network)

BP 神经网络是一种典型的非线性算法，它按照误差逆向传播算法训练的多层前馈神经网络。它由输入层、输出层和之间若干层(一层或多层)隐含层构成，每一层可以有若干个节点。层与层之间节点的连接状态通过权重来体现。

设输入层的输入为已有成绩 $x_1, x_2, \dots, x_i, x_{no}$ ，则隐含层第 j 个神经元的输出如公式 4 所示。其中， no 为输出层神经元数量， w_{ij} 表示输入层神经元 i 与隐含层神经元 j 之间的权值， θ_j 表示隐含层神经元 j 的阈值， $g(\cdot)$ 是隐含层神经元的激活函数。定义如式 (4)：

$$h_j = g(\sum_{i=0}^{no} w_{ij}x_i + \theta_j) \quad (4)$$

输出层唯一的神经元的输出，即预测的成绩如公(5)所示。其中， nh 隐含层神经元数量， w_{jo} 为隐含层神经元 j 到输出层神经元 o 的权值， θ_o 为输出层神经元 o 的阈值， $f(\cdot)$ 为输出层神经元的激活函数，定义如式 (5)：

$$y = f(\sum_{j=0}^{nh} w_{jo}h_j + \theta_o) \quad (5)$$

在建立该模型时，需要从 sklearn 库中引入多层感知器，设置其隐藏层数为 10 层，学习率为 0.1，以此建立 BP 神经网络的分类模型，随后画出 BP 神经网络的混淆矩阵如图 8 所示，可以看出该模型在预测 0, 1, 2, 3, 4, 5 (gradeA, gradeB, gradeC, gradeD, gradeE, gradeO) 六类学生成绩时的预测正确率分别为 1, 0.972, 0.918, 1, 1, 0.846，最终算法的训练数据准确率与测试数据预测准确率分别为 94.2%和 95.6%。

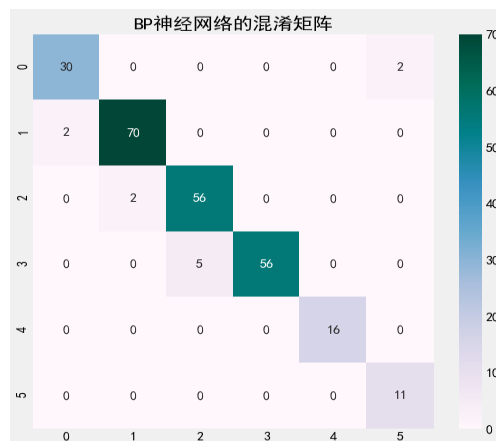


图 8 BP 神经网络的混淆矩阵

综上所述，对于该案例中学生成绩预测样本精确度最高的算法模型为随机森林算法，其训练集预测准确率和预测集预测准确率均为 100%，但该模型也有可能因为数据容量的大小和特征值维度数量而影响其预测正确率。

5. 总结与展望

本文对美国某高中共 1000 个学生数据样本进行数据分析，基于八项特征，通过运用线性回归、随机森林、BP 神经网络算法对学习者的各项特征值进行建模、预测、分析。研究表明，午餐的摄入和父母受教育水平高低会影响学习者的学习绩效和学习态度，应培养学生形成良好的饮食习惯，重视家庭教育。对比三个算法模型，随机森林算法预测准确率最高，但是由于本研究数据样本的特征值较少，在影响学生成绩的因素中，本文倾向于选择人口统计学特征、父母受教育程度等，没有考虑到学生学习兴趣与教师风格等主观因素的影响，不能保证其模型的鲁棒性，也无法全方位的去预测学生成绩。因此，在未来学生成绩预测模型中，纳入学生情感认知以及教师风格等主观因素并对其量化，可

作为未来研究方向之一，拓展探讨更多影响学生成绩的因素。

此外，在算法方面，部分研究者在特定的情境之下改进现有较为经典的分类算法如支持向量机，决策树，Adaboost 等，使学生成绩预测模型起到了更好的效果。本研究将尝试运用更先进、适切的机器学习算法，通过已有成绩，对学生未来学业成绩进行预测，辅助学生和教师对学习和教学效果进行分析、评估、预判，帮助改善学生的学习方式和教师的教学策略，从而提高教学质量。

参考文献

- 国务院.(2017). 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm.
- Russell, Stuart J.(2002). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*.人民邮电出版社.
- Schalkoff, Robert J.(1990).*Artificial intelligence : an engineering approach*. McGraw-Hill.
- 余明华, 冯翔, 祝智庭.(2017). 人工智能视域下机器学习的教育应用与创新探索. *远程教育杂志*(3):11-21.
- Baker R S, Goldstein A B, Heffernan N T.(2010).*Detecting the moment of learning*. Springer Berlin Heidelberg: 25-34.
- 吴秀娟, 张浩, 倪厂清.(2014). 基于反思的深度学习:内涵与过程. *电化教育研究*(12):23-28.
- 刘勇, 李青, 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*(5):113-120.
- Becker S A, Cummins M, Davis A, et al.(2017)*NMC horizon report : 2017 library edition*. Austin:The New Media Consortium.
- 陈德鑫, 占袁圆, 杨兵.(2019). 深度学习技术在教育大数据挖掘领域的应用分析. *电化教育研究*(2):68-76.
- Wang Y H, Liao H C.(2011).Data mining for adaptive learning in a TESL-based e-learning system. *Expert Systems with Applications*38(6): 6480-6485.
- 王永固, 张晨焘, 许家奇, 李晓娟.(2021). 基于深度学习的孤独症儿童学习情绪智能感知[J]. *现代教育技术* 31(07):105-111.
- Bruce, H, Mayhew, et al.(1976). *Size and the Density of Interaction in Human Aggregates*. *American Journal of Sociology* 82(1):86-110.

基于技术接受模型的大学生网络道德行为影响因素分析

Analysis of Influencing Factors of College Students' Network Moral Behavior Based on Technology Acceptance Model

杜思娜，尚云丽，贾茹，何雨佳

淮北师范大学教育学院

1439302676@qq.com

【摘要】 随着互联网技术的迅速发展，网络成为人们日常工作和生活中不可缺失的一部分。大学生作为网络生活的主要群体，其网络道德失范行为影响着网络环境的健康发展，逐渐成为社会各界普遍关注的问题。本文根据技术接受模型对影响大学生网络道德行为的影响因素从以下方面进行具体分析论述：大学生个人差异、网络特征、社会环境、网络道德教育。

【关键词】 技术接受模型；网络道德行为；影响因素

Abstract: With the rapid development of Internet technology, the network has become an indispensable part of people's daily work and life. College students' online life is particularly rich, but college students' online moral behavior has gradually become a common concern of all sectors of society. In order to find out what factors influence college students' network moral behavior, this paper analyzes and discusses the influencing factors of college students' network moral behavior in detail according to the technology acceptance model.

Keywords: technology acceptance model; network moral behavior; influencing factor

1. 引言

随着互联网技术的飞速发展，网络影响着人们生活的方方面面。网络的虚拟性、共享性在给人们带来极大便利的同时也对人们的网络道德规范提出了更高的要求。在网络环境中积极的网络行为，如利用网络传播正能量、利用网络学习资源等。然而，不道德的网络行为屡见不鲜，如网络言语暴力、浏览色情网站、学术不端、使用盗版软件等。大学生群体作为网络社会最活跃的主体之一，其网络道德行为水平不仅影响自身形象，也关系到大学生群体形象、网络氛围、社会发展。对网络道德行为的研究也是研究界的热点话题，本文主要在技术接受模型的基础上，对大学生的网络道德行为的影响因素进行分析、研究，分析影响因素如何对大学生的网络道德行为进行影响。

2. 研究的理论基础

2.1. 网络道德行为

道德是社会意识形态之一，是人们行为举止的准则和规范。网络道德并不是一种全新的道德，而是道德在网络世界的扩展和外延，调节的是网络中人与人之间的关系。从目前研究看，网络道德还没有统一的界定，不同学者有不同表达方式。综合各研究学者总结共性，网络道德属于道德规范的范畴，也是一种社会意识形态。与传统道德不同，网络道德行为就是人们在网络道德规范下产生的行为活动，尽管有网络道德的约束，但因个体素质良莠不齐，不符合网络道德的网络行为屡见不鲜。大学生作为网络生活的重要组成部分，其网络道德行为问题值得研究与探讨。

2.2. 技术接受模型

技术接受模型是 Davis 在理性行为理论和计划行为理论的基础上提出的，最初是用来解释用户在面对新技术时的行为和态度。其中，感知有用性、感知易用性是决定人们接受新技术的两个关键因素。感知有用性定义为个体用户预期感觉到在组织内部中使用具体的应用系统，可以提高他或她的工作业绩的程度。感知易用性定义为个体用户预期使用目标系统的容易程度(Davis, 1989)。如图 1 所示。

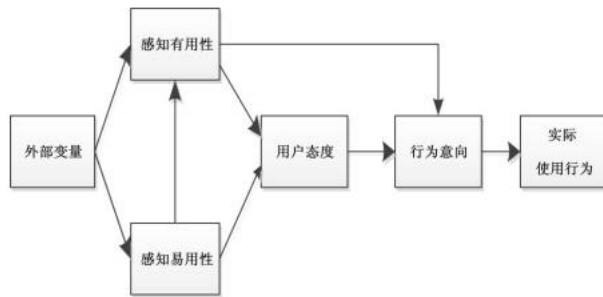


图1 技术接受模型(TAM)

Venkatesh 和 Bala 对最初的技术接受模型进行了丰富与发展，提出了技术接受模型的综合模型。其核心还是最初的技术接受模型，只不过将外部变量细分为个人差异、系统特征、社群影响、便利条件等四个因素(Venkatesh&Bala,2010)。如图 2 所示。

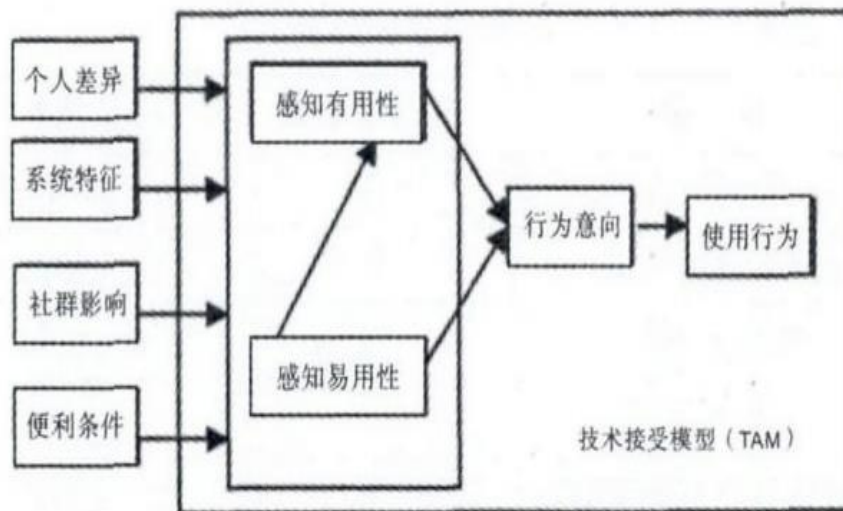


图 2 技术接受模型的综合模型

3. 模型的构建

美国学者 Leonard 等人在以往的研究基础上进行扩展，提出了一个基于网络道德行为的影响因素模型。用道德判断、对道德行为的态度、个人规范信念感知道德行为控制、自我意识的力量、控制位点、个人特征、感知重要性、组织道德氛围和场景等因素来解释网络道德行为意向，并用社会环境、信仰体系、个人价值观、个人环境、职业环境、法律环境、商业环境和后果等变量来解释主体的网络道德行为与态度，以此作为扩展，构建出了网络道德行为的影响因素模型(Leonard, Cronan, & Kreie, 2004)，如图 3 所示。笔者通过查阅国内关于网络道德行为的影响因素的相关文献，众多学者多从大学生个体差异、网络特征、社会环境、

高校网络道德教育、家庭网络道德教育等方面进行因素分析。因此，本文基于技术接受模型、技术接受模型的综合模型，参考 Leonard 提出的网络道德行为的技术接受模型中的影响因素，结合国内学者的相关研究得出如图 4 所示的网络道德行为影响因素模型。

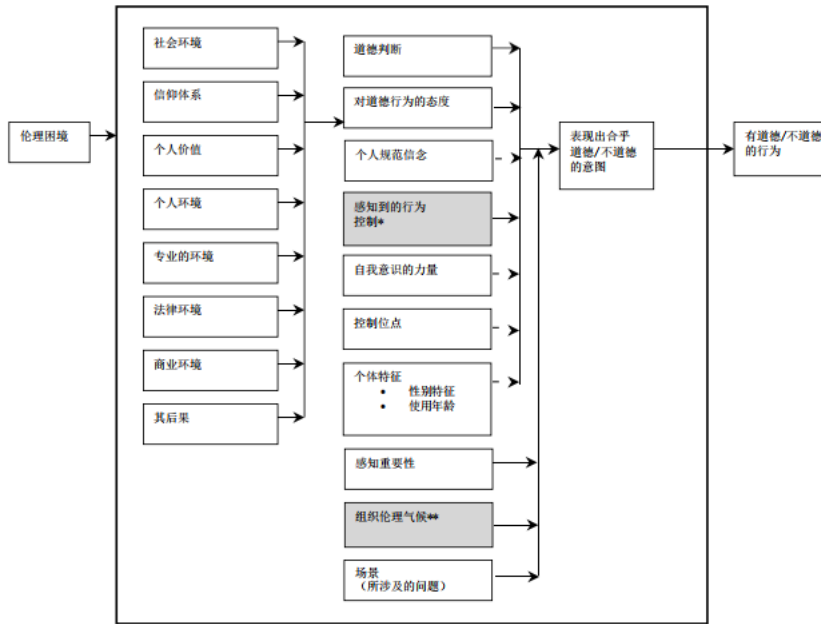


图 3 网络道德行为的技术接受模型

从图 4 中可以看出，大学生个体差异的影响因素分为：个体特征、网络道德认知、网络道德情感、网络道德意志，其中个体特征着重关注年级与性别，网络道德认知包括个人价值、个人规范信念、道德判断，网络道德情感包括对道德行为的态度、网络道德羞耻感，网络道德意志包括信仰体系、网络道德自律、自我意识的力量。将综合模型中的系统特征具体化为网络特征，将社群影响改为社会环境，其中包括法律环境、商业环境、组织伦理气候，同时在综合模型的基础上增加网络道德教育影响因素，其中包括教育内容与教育形式。

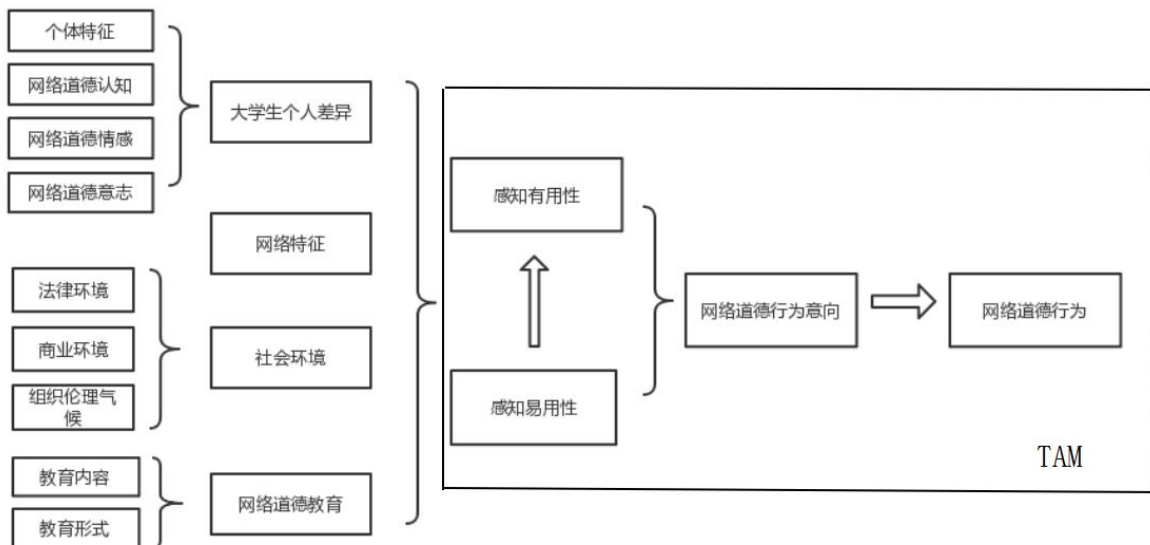


图 3 网络道德行为影响因素模型

4. 大学生网络道德行为的影响因素分析

4.1 大学生个人差异

4.1.1 个体特征

大学生的个体特征差异主要体现在年级与性别。张景生等人在研究者曾假设性别和年级对感知有用性和感知易用性有直接影响，并通过实证分析验证年级与性别对感知有用性与感知易用性有影响，只不过数据显示二者对感知有用性有显著影响，对感知易用性的影响则不甚明显(张景生 et al., 2013)。此外，Leonard 在研究中也把性别作为一个重要因素，她以美国中西部一所大学的大学生为样本，给出五个不同的场景来测试学生的网络道德行为意图，尽管每种情况下男生与女生的网络道德行为意图有所不同，但在所有情况下女生都具有更强烈的网络道德行为意图，这也为将性别纳入考虑因素提供了进一步支持(Leonard& Cronan, 2001)。

4.1.2 网络道德认知

本文将网络道德认知具体划分为个人价值、个人规范信念、道德判断三方面。

网络的快速发展带来了广泛而深刻的文化渗透与价值观渗透，中国传统文化与西方现代文化、中国传统价值观与西方多元价值观相互渗透、相互激荡。网络世界信息多元、繁杂难辨，大学生群体每天上网学习、娱乐，接触不同的文化与价值观的冲击，这些不同的网络信息对个体的价值观具有暗示性与渗透性，长此以往会逐渐改变大学生的价值观，降低大学生对网络道德感知的灵敏度，降低对网络道德规范的自律程度，增加不道德网络行为的发生。大学生群体只有产生积极、正向的价值观，才会对大学生网络道德行为产生积极的影响。

个人规范信念是指个人执行行为的道德义务。阿岑和菲什拜因指出，个人规范信仰在很大程度上促进了解释其意图在道德或不道德上行为的差异(Leonard et al., 2004)。不同人有不同的个人规范，其信念强弱也因人而异。一般来说，个人规范信念强的学生，其产生网络不道德行为的意图与行为发生次数较低，而个人规范信念较弱的学生，其产生网络不道德行为的意图与行为发生的次数较多。大学生群体要想保持其网络行为的道德性，就需要树立正确的个人规范，并且有遵守个人规范的强烈信念。

道德判断是指个人面对道德困境时的推理方式，推理取决于个人当前的道德发展阶段。科尔伯格将道德判断能力划分为三水平六阶段，分别是前习俗水平、习俗水平、后习俗水平。大学生群体年龄一般在 18-22 岁左右，处于按理来说处于习俗水平、后习俗水平，但现实是大学生虽已成年，属于成人，但并不是所有成人都可以达到后习俗水平，大多数成年人的道德水平处于习俗水平，只有少数成人才可以达到后习俗水平。大学生的网络道德行为意图与行为受到道德判断水平的影响，处于不同道德水平的学生会有不同的网络行为，所以要提高大学生的网络行为的道德程度，就需要大学生群体不断提高道德水平，加强自身道德信念，当有要做出不道德的网络行为的意图时，时刻想起内心的道德准则，降低不道德网络行为发生的概率。

4.1.3 网络道德情感

本文将网络道德情感具体划分为对道德行为的态度、网络道德羞耻感。

对道德行为的态度是个人对一种行为的有利或不利评价的程度。许多基于 TRA 和 TPB 的大量研究已经确定，态度是一个可靠的意图预测因素。不同人的道德观念是不同的，大学生群体对道德行为的态度也是不同的，受到多方面因素的影响。对道德行为有着正向积极的态度学生大多道德水平较高，发生不道德网络行为的概率也较低。对道德行为的态度是消极负面的学生，道德水平相对较低，发生不道德网络行为的意图与行为的概率略高。影响、促进大学生网络道德行为的发生，需要大学生群体端正对道德行为的态度，树立积极向上的道德观。

代大成在研究网络道德羞耻感时，调查发现大多数大学生会因抄袭他人论文、浏览色情网页等网络道德失范行为而感到羞耻，但也有小部分同学网络道德羞耻感较低，不会因为抄袭他人论文、浏览色情网页而不好意思（代大成，2016）。因此，大学生群体要关注网络道德羞耻感的培育，提高网络道德羞耻感水平，降低网络道德失范行为的发生概率。

4.1.4 网络道德意志

本文将网络道德意志具体划分为信仰体系、网络道德自律、自我意识的力量。

信仰体系是人们在精神或宗教环境中发展的宗教价值观和信仰。不同的信仰体系会形成不同的价值观与信仰，会影响个体对一件事是否符合道德规范的整体认知，从而影响现实行为、网络行为是否道德。大学生群体要有一个正确的信仰体系，尽管我国多数人信仰无神论，但人们应该信仰真、善、美等高尚品格来保持自身的道德修养，规范自己的网络行为，使其符合网络道德。

陈梦在研究网络道德自律时，在调查中，问及大学生对“网络是虚拟的，我不必为虚拟行为负责”这一问题时，虽然有 35.79% 的同学表示完全反对这一观点，46.26% 的同学表示比较反对这一观点，但是仍有 16.58% 的学生表示比较同意这一观点，有 1.37% 的学生表示完全同意（陈梦，2018）。表明大部分大学生的网络道德自律意识良好，但仍存在部分学生网络道德自律意识不强，学术不端、网络言语暴力、随便转发不实报道等现象时有发生，网络道德责任意识、诚信意识有待加强。因此，大学生群体要加强网络道德自律意识，规范网络行为。

自我意识的力量指的是一个信念或自我调节能力的力量。一般来说，自我力量高的人应该比自我力量低的人更能抵抗冲动和追随他们的信念。因此，自我力量高的大学生们发生网络道德行为的意图更高、发生网络不道德行为的意图更低，自我力量较低的大学生们发生网络道德行为的意图更低，发生网络不道德行为的意图较高。所以大学生群体要保持网络道德行为，降低网络不道德行为的发生，需要保持较高的自我力量。

4.2 网络特征

网络本身具有虚拟性、开放性、及时性、交互性、隐秘性等特点，在网络中每个人均以电子化的符号存在，主体的行为往往在虚拟的情境下进行。由于网络的隐秘性特点，使得人们的网络行为不易被人察觉，很多人抱着“反正没人知道我干了什么”的想法开始在网络上肆意妄为。部分大学生也深受影响，网络语言暴力、浏览黄色影片、黑客行为等现象时有发生。

4.3 社会环境

4.3.1 法律环境

法律与道德存在密切联系，二者相辅相成相互统一，法律是最低限度的道德。法律环境自然会人的道德行为，对一件不道德、不文明甚至触犯法律的事情有相应的法律条文进行规范，让人们知道做出此类道德的行为就会受到严厉的处罚，人们在做事之前就会因为严重的后果而降低不道德行为的发生。相比于现实世界的法律法规，针对网络世界的法律条款就会略显不成熟，有许多法律尚未涉及的方面，从而使不法分子有机可乘，扰乱网络世界的秩序，形成不良的网络风气。大学生群体受网络影响尤其深刻，这就需要国家不断完善针对网络世界的法律法规，让不道德、违法事件受到严厉处罚，让大学生群体因为严厉后果而降低发生不道德的网络行为的意图，从而减少不符合网络道德要求的网络行为。

4.3.2 商业环境

网络商业发展为了追求“眼球效益”和点击率，少数商业性网站以及网络内容商和电子商务服务商等使用非法软件冲击点击率，故意炒作恶意新闻；有的还不惜行走在法律和道德

的边沿，追求低级趣味，上传不良画面推销产品、发布大量虚假中奖信息等，窃取账户资料、侵害他人隐私、网络诈骗、诱使他人犯罪等时有发生（高仲姣, & 程秀霞. 2019）。

这些不良现象严重污染商业环境，对大学生群体来说，部分大学生群体经受不住诱惑，时常会遇到网络不法份子的网络陷阱，刷单、网络信贷等现象时常发生，甚至有些大学生也会利用网络来进行行骗，大学生想要通过网络赚钱的想法值得鼓励，但需要注意保持良好动机，要知道世界上没有掉馅饼的“好事”，通过正规途径合理挣钱，不做不道德甚至是违反法律的网络行为。

4.3.3 组织伦理气候

人与环境二者关系密切，相互影响、相辅相成。在社会环境下会形成一个总的社会价值观，社会价值观影响人们的行为是否符合道德要求。网络道德行为脱离不了社会环境的影响，好的社会环境影响下，会形成良好的社会精神与风气，人们更容易接受与履行道德规范，更有做出符合道德的行为的意向，包括现实生活中的道德行为与网络道德行为。大学生群体的行为非常容易受到社会大环境的干扰，有时虽非本意也会做出别人相同的行为来迎合他人。近年来，大众对网络社会普遍存在错误的认知，认为可以在网络世界为所欲为，网络暴力、网络抄袭、浏览色情淫秽网站等不良社会风气日渐增长。大学生群体也深受影响，出现了许多不符合网络道德的行为。要想逐渐改变这一风气，需要形成良好的社会环境，在良好的社会环境下促进大学生网络道德行为的良好发展。

4.4 网络道德教育

4.4.1 教育内容

大学生的网络道德教育的主要依靠高校的思想政治课，但这类课程内容偏重的是现实生活中的道德教育，网络道德的教育涉及较少。因此，高校缺乏专门针对网络道德的教育课程。此外，教育内容多数为枯燥的理论讲解，无法与大学生的当下生活紧密结合，因而不能引起学生群体的共鸣，有时甚至产生了厌恶情绪。因此高校不仅要开设专门课程，还要改进网络道德教育的内容，将大道理与时下热点时事相结合，与大学生生活想贴近，以此吸引大学生的学习兴趣，从而让大学生们觉得网络道德教育是有用的，提高学生群体的网络道德素质，减少网络道德失范行为的发生。

4.4.4 教育形式

大学生的网络道德教育的主要依靠高校德育课程，但也需要家庭和社会教育的影响。目前高校都在推行课程思政，不仅要涉及现实道德也要涉及网络道德教育。为此可以开设“网络伦理与道德”“网络文化素质培养与网络人格塑造”等课程，同时，高校应将网络道德课堂教育与课外实践结合，施行以辨识为主、辨识与灌输相统一的道德教育方法，并将高校教育与家庭和社会教育结合起来，提高道德教育的现实性和针对性。

大学生网络道德行为的家庭教育主要依靠家庭的整体氛围和家长的榜样示范。如果一个家庭拥有良好的家风，学生的道德素质会有所保障，在网络道德失范行为也不会轻易发生。父母是孩子的第一任老师，大学生的网络道德素质是在父母网络行为与态度的影响下形成的。因此，家长要充分发挥家庭教育对大学生网络道德行为的影响作用，保持良好家风与网络行为示范，从而使大学生的网络道德行为受到潜移默化的影响。

社会对大学生网络道德的教育体现在诸多方面，例如社会舆论。社会的舆论对约束人们的行为和调节社会关系具有重要的作用，在网络社会中，舆论发挥着更大的作用。正确的网络道德舆论有利于大学生对网络社会的正确认识，错误的网络舆论则恰恰相反。正确的社会舆论倡导的是真善美，能够使社会风气更加良好，社会更加和谐，符合社会主义核心价值观的内在要求。与此形成鲜明对比的是，错误的社会舆论则会给整个社会带来很大的负面影响（代大成，2016）。

5. 结语

随着网络技术的发展，大学生群体在网络道德行为方面的问题日渐突出，引起各界广泛关注。本研究根据技术接受模型，浅析影响大学生网络道德行为的各种因素。但本研究是在借鉴技术接受模型，参考美国学者 Leonard 等人以及国内关于网络道德行为的影响因素的分析，提出了一个更加新的网络道德行为影响因素模型。且本研究只是对大学生网络道德行为的影响因素进行了粗浅分析，分析的力度不够深入与透彻。在以后的研究中要加大分析的深度，并且以实证研究加以验证，还可以提出相应的建议与解决策略。

参考文献

- Davis, F. D. . (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *Mis Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Venkatesh, V. , & Bala, H. . (2010). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315.
- Leonard, L., Cronan, T. P., & Kreie, J. (2004). What influences IT ethical behavior intentions - Planned behavior, reasoned action, perceived importance, or individual characteristics? *Information & Management*, 42(1), 143-158.
- 张景生, 李娟, & 徐恩芹. (2013). 基于技术接受模型的网络道德行为研究. *电化教育研究*, 34(06), 40-45. doi:10.13811/j.cnki.eer.2013.06.001
- Leonard, L., & Cronan, T. P. Illegal, Inappropriate, and Unethical Behavior in an Information Technology Context: A Study to Explain Influences. Paper presented at the Americas conference on information systems;AMCIS 2001.
- 代大成. (2016). 当代大学生网络道德耻感培育研究. (硕士), 武汉纺织大学, Available from Cnki
- 陈梦. (2018). 大学生网络道德自律意识培育研究. (硕士), 河北农业大学, Available from Cnki
- 高仲姣, & 程秀霞. (2019). 当代大学生网络道德发展现状及影响因素分析——基于五所高校的问卷分析. *重庆邮电大学学报(社会科学版)*, 31(04), 74-82.

基于融合知识图谱的智能评测系统设计—以师范生通识教育课程为例

Design of Intelligent Evaluation System Based on Fusion Knowledge Graph --Taking the General Education Course of Normal Students as an Example

滕希，赵成杰，黄如民

江苏师范大学

1258460059@qq.com

【摘要】 随着智能技术的发展，智能评测已经逐渐成为特定领域评测的重要方式之一。在通识教育领域中，宽泛而又庞杂的问题使得智能评测存在智能不足、难以应用等现象。本研究以师范生通识教育为例，聚焦其领域下的子学科，设计能够融合多种知识的融合知识图谱。将融合知识图谱应用到智能评测系统中，力求评测结果能够接近专家评测水平，以此解放教师或专家的评测压力。

【关键词】 人工智能；智能评测；知识图谱；师范生通识教育

Abstract: *With the development of intelligent technology, intelligent evaluation has gradually become one of the important methods of evaluation in specific fields. In the field of general education, the wide and complex problems make the intelligent evaluation lack of intelligence and difficult to apply. This study takes the general education of normal students as an example, focuses on the sub disciplines in its field, and designs a knowledge map with integration characteristics. The fusion knowledge atlas is applied to the intelligent evaluation system to make the evaluation results close to the expert evaluation level, so as to liberate the evaluation pressure of teachers or experts.*

Keywords: artificial intelligence, intelligent evaluation, knowledge graph, General education for normal students

1. 前言

现如今，世界正处于“百年未有之大变局”之中。随着人工智能、大数据、区块链等技术不断的发展，技术的更新推动着时代的变革。在教育领域中，教育评价具有导向作用。变革教育评价，符合当今时代教学需要也符合国家政策号召。2020年10月，中共中央、国务院印发《深化新时代教育评价改革总体方案》中明确提出要体现出世界水平的教育评价体系，充分利用人工智能、大数据等现代信息技术进行横向、纵向评价。教育评价改革需充分利用人工智能、大数据等相关技术，实现教育评价与技术之间形成相互促进、相互发展。

在师范生通识教育评价中，评价手段多以人工为主机器为辅，难以应对智能时代的变化(钟绍春和唐焯伟，2018)。通识教育所涉教学内容相对宽泛、庞杂，其教学和学习效果的考察更为困难，通常采用问题情境下的开放性题目来综合考察考生，这类题目考察范围广，评测内容发散。一旦脱离教师或专家的参与，师范生通识教育中的考查和评测综合学习效果、基于问题情境的模拟训练将更富有挑战性。

2. 智能评测系统相关研究

2.1. 智能评测技术研究

智能评测 (Intelligent Evaluation System) 是将人类教师的评价标准作为基准, 通过使用人工智能技术对答题者的文本内容进行评测, 以期望实现更高效、更客观、更节约成本的效果 (郭炯、荣乾和郝建江, 2020)。人工智能技术不仅能够辅助教师完成复杂工作, 且在增强教学效果和改进教学效率中也起到了重要作用。在人工智能技术爆炸式发展之前, 各场景中使用的评测方式为自适应评测。但使用自适应评测, 需构建庞大的自适应题库, 评测所得出的结果还需评测人员多次审核校对。随着时代的发展, 知识的爆炸式增长, 使用人工的方式来构建自适应评测已成为下策。知识图谱的出现为评测提供了有效的评测方案, 知识图谱能够使用深度学习等多种技术获取知识库, 缓解人工构建的压力, 实现智能搜索、智能问答多种功能。因此, 知识图谱为实现智能评测提供了新的解决思路。

2.2. 融合知识图谱

知识图谱属于符号派 (王昊奋, 2019), 其特点在于拥有结构化的语义知识库。语义知识库能够使用符号形式表达真实世界中的信息, 并描述信息之间的关系和特点。信息的组成方式是“实体-关系-实体”三元组形式, 以及实体及其相关属性-值对, 实体间通过关系相互联结, 构成网状的知识结构 (刘峤、李杨、段宏、刘瑶和秦志光, 2016)。知识图谱受益于大数据, 可完成过去自适应评测和专家系统难以完成的知识构建。

但通识教育的范围较广, 关注的人数较多, 且在概念界定上较为模糊 (李曼丽和汪永铨, 1999)。单次构建难以实现较为完善的知识网络结构, 不断更新迭代知识则为常态。因此, 本研究尝试新的解决思路, 将通识教育学科划分为若干个子学科。在构建知识图谱时, 以子学科为单位, 逐渐完善知识网络, 以此实现多种知识融合。本研究将多种知识融合的知识图谱称作融合知识图谱。

3. 智能评测模型设计

3.1. 需求调研

本研究在借鉴已有需求调研问卷基础上, 结合研究目标, 形成智能评测系统需求问卷。研究团队采用调查抽样和滚雪球的方式, 向 J 省某高校师生发放电子问卷 130 份, 有效回收 100 份。研究使用克隆巴赫系数和 KMO 球形检验对样本数据进行信效度分析, 检验结果显示各维度 Cronbach α 系数在 0.75 以上, 总量表 Cronbach α 系数为 0.81, 因此问卷具有良好的信度; 量表 KMO 值为 0.813, P 值为非常显著水平, 表明问卷数据具有良好的效度。问卷分析结果显示, 高校对智能评测系统的需求主要集中在评测反馈支持、拟合度支持和评测场景支持三方面。

3.2. 智能评测服务框架

经需求调研, 智能评测系统的核心功能需从评测反馈支持、拟合度支持和评测场景支持三个方面考虑, 即设计的框架要符合系统具备可视化、系统评测结果与专家评测结果的高拟合度、手写或语音等答题方式的支持三个要求。为实现拟合度支持, 系统需以知识图谱为基础, 设计将知识图谱作为核心的服务框架。服务框架主要包含展现层、应用层、构建层、数据层四个部分。其中展现层提供了可视化功能。应用层是知识图谱构建完成后的应用, 包含文本相似度检测、知识检索、智能问答等。构建层与数据层的主要工作为构建知识图谱, 构建层包含了知识图谱的信息抽取、本体构建工作, 包括使用深度学习模型进行信息抽取、依据学科知识创建本体和分词处理。如图 1 所示:

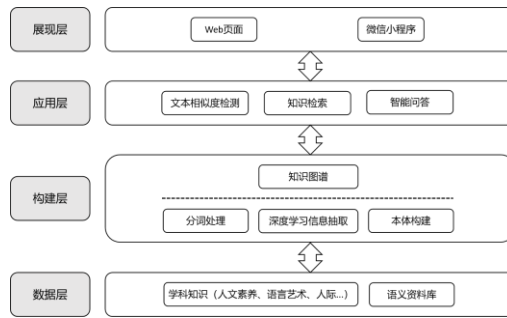


图 1 智能评测服务框架

可视化与多场景支持可从核心功能上体现，本研究参考已有案例设计智能评测系统，主要包含常规模块和测验模块，依据不同模块实现各特色功能，图如图 2 所示：

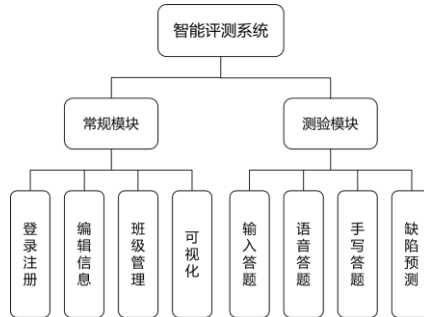


图 2 智能评测核心功能

3.3. 过程构建

智能评测系统构建包含知识图谱构建与智能技术应用两部分，其中，知识图谱构建是智能评测的基础组成。可大致分为数据处理、信息抽取和本体构建三部分。数据获取部分使用爬虫爬取书籍目录、网页等；信息抽取则使用 PCNN 等神经网络辅助完成；本体构建需将 Protégé、Neo4j 应用其中，如图 3 所示。

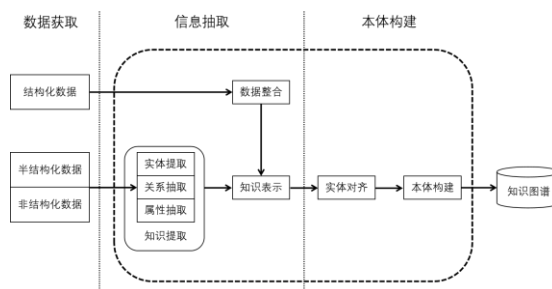


图 3 知识图谱架构

本研究在构建知识图谱时，以教师语言艺术和人际沟通这两门科目为案例。这两门科目属于通识教育的范畴，且相关书籍较多，易于构建本体。两门科目分别进行构建，构建完成时独立测试每个知识库的完整性以及准确性。测试无误后进行知识图谱的融合工作，使用深度学习对两个知识图谱进行消歧和标注，并将知识存放在同一数据库中，最终实现知识图谱融合，知识图谱如图 4 所示。

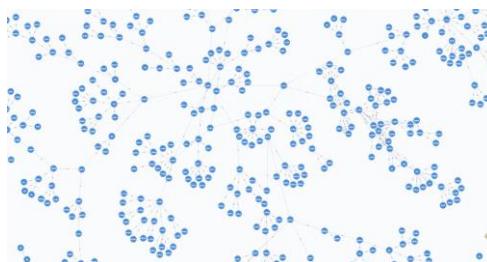


图 4 知识图谱

智能技术应用是将构建完成的知识图谱与其它智能技术结合使用，达到智能评测的目的。学习者通过输入法输入、智能语音转文本输入或手写图片转文本输入的方式进行答题，系统对答题文本的评测机制为使用文本相似度检测技术与知识图谱提供的搜索引擎功能相配合，文本相似度算法采用了Li et al法(Li Y H, Bandar Z A&McLean D, 2003)。若该题不包含标准答案，则使用搜索引擎功能检索知识图谱形成答案。同时，知识图谱提供近义词查询功能，以降低文本相似度计算所带来的误差。

4. 功能实现

本次设计选用前后端分离的开发方式，前端以小程序与网页的形式呈现，其中小程序为学习者提供练习与测验，网页则为教师提供编辑功能。此外，网页也为教师或专家提供了人工编辑知识图谱的功能。当前已有 1143 名同学参与其中，当前仍处于不断开发完善过程中，对系统进行拟合度测试，迭代效果如图 5 所示。

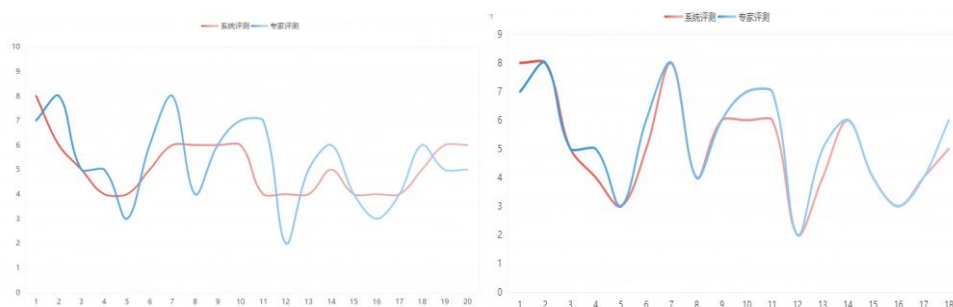


图 5 评测结果迭代

其中红线为系统评测结果，蓝线为专家评测结果。左为迭代之前，右为迭代之后。经过多次迭代更进，系统评测的结果与专家评测的结果有较高的拟合度。

5. 总结

本研究以知识图谱技术为基础，设计开发了面向师范生通识教育课程的智能评测系统。通过为学习者提供个性化的练习与评测服务，帮助教师和学习者了解受评者当前的知识基础、认知水平与能力结构等信息，从而促进基于人工智能技术增强学习在高校教学实践中的发展。同时，针对当前评测过程中难以准确评测的复杂性开放问题，系统力求达到专家评测水平，批量处理答题文本，缓解教师或专家的评测压力。由于主客观条件的制约，知识图谱内容仍需进一步完善，未来设计者将会对该系统不断地迭代改进，弥补在应用过程中的不足，为学习者提供更为优质的服务。

参考文献

- 李曼丽和汪永铨(1999). 关于“通识教育”概念内涵的讨论. 清华大学教育研究(01):99-104.
- 刘峤、李杨、段宏、刘瑶和秦志光(2016). 知识图谱建构技术综述. 计算机研究与发 53(03).
- 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 39(10):15-20+40.
- 王昊奋(2019). 知识图谱：方法、实践与应用. 北京：电子工业出版社.
- 郭炯、荣乾和郝建江(2020). 国外人工智能教学应用研究综述. 电化教育研究 41(02).
- Li Y H, Bandar Z A, McLean D(2003). An Approach for Measuring Semantic Similarity Between Words Using Multiple Information Sources. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2003, 15 (4) :871-882.



G0000E2