2023 ICEET

數位學習與教育科技國際研討會

International Conference on E-learning and Educational Technology

行動學習 | 教學分享 | 創新教學 | 教育創新與應用 | STEM運算思維 | 數位教材設計及研發

論文集

PROCEEDINGS

論文名稱	作者	頁碼
從 FaceBook 科普社群網站貼文分析探討網路互動型態	羅文杰、崔夢萍	01
有感而發-結合感測器與自動控制之自駕車煞車系統評估	黃昱誠、游茹媄 黃昭銘	10
結合生活體驗課程創新教學設計學習效益之行動研究-以大一中文閱讀與表達為例	王惠萱	44
驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度之研究	李書邑、崔夢萍	62
線上教學系統的人機介面分析-以教學魔法師平台為例	羅姿涓、趙貞怡	70
跨教室網路協同教學個案研究	唐宇新、鄭姍姍 賴彥如	80
數位遊戲融入探究式學習對國小學生自然科學習動機、學習成效與筆記品質之影響	郭庭宇、崔夢萍	90
以科技接受模式進行 Gather Town 在遠距課程上學生學習感受與滿意度探究	林子涵、王曉璿	98
利用 AI 影像辨識技術輔助手語學習課程發展之研究	蕭顯勝、葉子瑜 錡軒誼、李招蓁 張淳涵、王莉淇	113
環景影像虛擬實境和多媒體互動數位平台結合 Podcast 創作對小學生的實作表現、自我效能與問題解決傾向之影響	張添智、王嘉瑜	122
國小高年級學童媒體素養能力調查研究	袁瑞伶	137
中小學無人機課程教材的開發與評估	桑洪堉、黃元彥 胡庭芸、劉旨峯	149

論文名稱	作者	頁碼
國民中學英語科教師應用 AI 輔助文句分析模組及其教學效能之研究	張奕華、謝宛芹 潘姿伶	157
使用 VEX123 機器人幫助低年級學習者銜接實體與虛擬程式設計	林榆涵、 David Weintrop、 Jason McKenna、羅木迪	170
Switch Mode 建立視覺化程式語言和文字式程式語言的中間過渡地帶	林榆涵、 David Weintrop、 Jason McKenna、羅木迪	180
不同情境下顏色感應器偵測誤差之探究	潘姿卉、吳珈穎 李翌、黃昭銘	187
臺灣成人流行音樂非同步線上教學設計	劉身威、趙貞怡	212
採用網路音樂串流平台建構音樂風格分類機制：以音樂素養教育應用為例	陳昱安、胡志堅	225
以自然語言處理技術改善教育現場雙語教學困境暨實施效益分析	林亨優、葉文照 張詠淳	235
探究式教學於國小學童的科學態度與學習成就之影響—以「奇妙的溶解」單元為例	鄭伊茜、王盈丰	250
光學智慧筆應用於音韻覺識及拼寫輔助學習系統開發與認知易用性評估	沈彤、黃國豪 黃昭義	255
基於後方汽機車車牌物件偵測類神經網路參數最佳化之研究	林羣浦、吳東光	264
校訂課程發展視角__以臺北某國小校訂科技課程為例	黃怡真	274
後疫情時代的線上學習對學習成效的影響：自我效能、線上學習策略	黃筱淯	286

論文名稱	作者	頁碼
運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效	江翊嘉	290
生成式人工智慧輔助帕森斯問題教學之探索與實例展示	徐碩亨、張智凱	300
思考視覺化融入課程對大學生探索個人核心價值觀之研究	洪健容	310
國語文教學的未來教室初探	鍾宗憲、施如齡 張妙綺	315
行動 App 輔助國小學童樂器練習－以「全民 Party」為例	羅豪章、劉雨柔	329
描述自閉症者的影視作品對觀影者的影響調查－以《非常律師禹英禑》為例	戴名卿	336
內部行銷策略與教師專業學習社群之研究---以新北市某所智慧領航學校為例	張碧珊	340
疫情下數位科技促進高齡學習者之健身學習成效初探: 以猿猴式原地超慢跑為例	楊叔卿、魏綺亭 施柏謙、江乙容	350
AI 人工智慧在學校行政的發展與應用	陳怡芳	353
解謎遊戲結合環保議題設計初探－以尋毬 cones 為例	陳瑞宏、王曉璿 林楷祐、蕭情、 吳宣緹	384
彈無虛發－機器人比賽 圓盤發射器性能之提升	李尚元	394
聊天機器人在 python 教學上的策略與分析以 2020 年至 2023 年為例	陳佑名	418

論文名稱	作者	頁碼
應用虛擬實境技術建置生態博物館—以國立臺灣大學博物館群為例	王昱珺、林維真	429
探討國小學生科學知識信念與關鍵能力表現之關聯：以問題導向機器人課程為例	胡哲瑋、王嘉瑜	437
使用 ChatGPT AI 聊天機器人應用於科學教學的發想與操作	吳佩蓁、古智雄	447
發展以 EMI 教學的自然科創新教學模式	吳佩蓁、古智雄	451
CLIL 教學模式運用於國小音樂教學	林逸婷	457
食農教育兒童繪本設計實務研究	許宏賓	473
遊戲化食農教育材料之學習成效實證研究	許宏賓	477
正念課程對學齡前 ADHD 幼兒情緒調節能力影響之探究	陳亮吟	481
智慧領導、智慧學校與智慧教育：指標建構及路徑模式之研究	張奕華、潘姿伶	489
透過衛教動畫創作解構護校大學生的數位策展能力	張君豪、李以恩 張瓊文	506
The Effect of Integrating Error-Based Instruction with Ill-Structured Problem-Solving Game on Learning Disaster Education	Muhamad Aris Burhanudin Chia-Yu Wang、Su-fen Chen	511

從 FaceBook 科普社群網站貼文分析探討網路互動型態

The Study of Internet Interaction Patterns Analysis on a Facebook Community Website of Popular Science

羅文杰[1] 崔夢萍[2]
LO, WIN CHIEH[1] TSUE, MENG PING[2]
[1]國立臺北教育大學 自然科學教育所 研究生
[1]National Taipei University of Education Graduate School of Department of Science Education Student
Email: lwj4334@ms14.hinet.net
[2]國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技所 教授
[2]National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology Professor
Email: mptsuei@mail.ntue.edu.tw

摘要

台灣科普教育在透過社群網站進行推廣時，受到科學知識與網站不易適切相容，造成科普教育的推廣難以在網站上進行有效的傳達與回饋。因此本研究將訪客對科普社群網站每則貼文的「按讚數」與「回應則數」，區分四個「關注度」與「回應度」的互動群，再根據每群的貼文內容進行關鍵詞分析，找出能引起訪客正向回饋的貼文內容外，並對四個互動群進行相關性考驗。研究發現能據此作為互動群區分的指標外，並能從標的互動群的貼文中進行適切的科普推廣。
關鍵詞：科普教育、科普社群網站、網站貼文、網路互動、臉書

Abstract

When popular science education in Taiwan is promoted through the website, it is difficult for scientific knowledge to be compatible with the website, which makes it difficult to effectively convey and feedback on the promotion of popular science education on the website. Therefore, this study divides the "likes" and "responses" of each post on the popular science community website into four interactive groups of "attention" and "response", and then analyzes the keywords based on the posts , find out the content of the post that can cause positive feedback from visitors, and conduct a correlation test on the four interactive groups.The research found that this can be used as an indicator for distinguishing interactive groups, and appropriate popular science promotion can be carried out from the posts of the target interactive groups.
Keywords: Science education, Popular science community website, Website post, Internet interaction, FaceBook

壹、緒論

一、研究背景

在資訊的時代，人們透過網際網路來進行許多交流，如：藉由電子郵件傳遞訊息、瀏覽器早已跳脫文字、圖片等影音傳遞功能，許多商業平台透過網際網路進行商品交易、金融服務與物聯網等應用技術，在不知不覺中已融入人們生活中，成為不可或缺的日常。因此，基於科學教育的觀點，自然也會透過網際網路的技術服務來推廣科普教育，這可從國立自然科學博物館在 2017 年 12 月成立「科普傳播中心」時便透過臉書粉絲頁，來傳播博物館的科學知識與相關的活動(江宜樺等人，2021)。也有學者調查博物館透過臉書粉絲頁強大的社交功能，進行科普推廣上的研究與具體建議：結合網站宣傳、作出差異化特色、多與粉絲互動、引發粉絲自發性討論、進行活動優惠、設計教育性遊戲、培養忠心粉絲(韓志翔等人，2012)。

由於網際網路特有的匿名性，除非訪客在臉書粉絲頁按讚、留言或分享，否則網站管理者無從得知訪客任何的瀏覽記錄，故訪客對網站貼文進行「按讚」甚至是「留言」等行為便至關重要，因為訪客在按讚時的心理歷程，是「對訊息的態度」及「社會交換」處於互為影響狀態，接著會依照與自我形象一致性的程度，來決定是否按讚(林博涵，2014)。由以上的研究發現，臉書平台對科普教育推廣的重要性，也因此有必要收集臉書與訪客互動的訊息，篩選出可資分析的資料，將有俾其他科普網站管理者掌握經營的策略。

二、研究目的

(一)分析科普臉書網站貼文內容。

(二)分析科普臉書網站互動類型。

(三)比較不同科普臉書網站互動類型之差異。

貳、文獻分析

一、社群媒體行銷與科普社群網站

臉書(Facebook)在目前已是全球最大的社群網站平台，由於貼近大眾社交心理的需求，因而擁有廣泛且長期使用的眾多人口，因此企業與個人也多以臉書來作為主要的溝通互動平台。如何透過臉書粉絲專頁來行銷或進行科普教育推廣，根據薛文淑(2011)歸納策略：1.了解粉絲專頁目標消費者、2.市場區隔及定位—打造粉絲專頁個性、3.4C 行銷組合—消費者導向、4.互動行銷策略原則：(1)激發正面口碑、(2)加強訊息力、(3)提供誘因、(4)多層次互動、5.建立長期關係。因此建立粉絲專業的特色與友善粉絲的互動，才能真正發揮社群網站的正面助益。

透過臉書平台強大的媒體傳播功能，對科普在推廣上的需求是不容忽視，但科普知識的有效且正確的傳達，與人際溝通、交流為主的社群平台，兩者在本質上的有極大的差異。秦琍琍等人(2015)認為，科學可透過媒體、科學社群、大眾、企業、及政府所建構多樣的互動網絡平台來進行傳播，針對科學社群內的傳播行

為進行研究並發現：1.科學社群透過「階層制」、「放射狀」、「師徒制」與「生產線」等四種專業分工模式進行內部領導、管理的溝通與對外的傳播；2.社群內科學家基於自身的科學背景社會責任與現實考量下藉由「轉譯」與「體驗」方式，輔以溝通技巧與媒介，對大眾進行科普知識的傳播；3.由於媒體人科學素養普遍不足加上科學界的認知理解和媒體界淺碟化約式的運作，使得兩者多所疑慮並缺乏互信下，造成科學社群傾向以被動方式參與媒體互動；4.台灣科學社群受到「科學理性」、「高等教育制度」、「媒體市場」等因素影響，呈現消極、封閉並發展出獨善其身般「原子式個人主義」的傳播模式。以上研究結果顯示，科學社群成員的溝通模式與一般社群網站互動的型態，在本質上有極大的差異，若直接套用運作，可能導致因應媒體市場需求而背離了科普推廣的初衷，因此有必要針對科普社群網站中貼文管理者與訪客之間的互動行為進行了解，從檢視訪客對網站貼文類型的反應中，理解大眾對科普知識的喜好程度與傳播互動的接受傾向。

二、社群網站的互動行為

以科學社群成員背景的特質，欲透過臉書平台進行科普教育的推廣，須對社群網站粉絲專頁運作模式進行研究，但由於網路本身的匿名性，讓管理者難以得知訪客真實的回饋。因此，有必要收集與訪客的互動行為(按讚、回應、分享)等心理因素進行了解，以利網站貼文進行精確的篩選、歸類與分析，根據林博涵(2014)對社群網站粉絲專頁中訪客按讚的行為，研究中發現：1.「對訊息的態度」可經由「認知途徑」及「情感途徑」而成，前者的觸發點又分可「知曉度」、「認同感」和「功利性」；2.臉書專頁中常以「社會交換」中的交換原則以互惠、利他為主，通常是呈現在以按讚的交換資源上，而訪客的按讚行為具有資訊的「明確性」和人際的「特殊性」，讓接受者會據以感知其意涵、3.「自我呈現」類型：(1)不推測他人自我呈現也不進行自我呈現者、(2)推測他人自我呈現但不進行自我呈現者、(3)推測他人自我呈現且進行自我呈現者、(4)不推測他人自我呈現但進行自我呈現者。而使用者會以自然方式呈現，以達到「誇大」和「削弱」的目的。對於按讚行為的心理歷程：1.訪客的按讚的取向外，同時還取決於「對訊息的態度」及「社會交換」的相互影響、2.訪客會依照自身形象的一致性進行「自我呈現」的過濾，若達到按讚的門檻，便產生最後的按讚行為。因此，若能從粉絲專頁中與社群互動時之「按讚」、「回應」與「分享」等回饋訊息，可瞭解社群網站互動方式以及經營方向。

參、研究方法

本研究採內容分析法，透過分析科普社群網站中，貼文與回應的互動關係，進行編碼與類別分析。

一、研究對象

本研究的 FB 科普社群網站以「LIS 情境科學教材」粉絲團中「網站貼文」與訪客「回應貼文」的文字內容為主。「網站貼文」的收集時間，從 2013/09/04 23:38:29 到 2022/11/10 17:55:00 為止，共 1439 則；「回應貼文」則是在每筆網站

貼文下，訪客與版主間互動的對話，為方便相互比對，收集時間為 2013/09/04 23:38:2920 到 2022/11/10 17:55:00 為止，共 6014 則。

二、研究過程

(一)建立編碼

1.社群互動分類編碼表：針對「LIS 情境科學教材網站」需編擬適合於該網站內容分析屬性的編碼表，修改萬金生、楊景雍(2002 年)的「討論區文章內容分類」表(表 1)。

表 1、社群互動分類編碼表

討論區文章內容分類		社群互動分類編碼表	
文章內容性質	說明	編碼	編碼說明 / 下層編碼與說明
詢問意見 Ask for advice	請他人提供資訊、意見或經驗	A-A	請他人提供資訊、意見或經驗
意見提供 Opinion provided	提供親身意見、看法或建議	O-P	提供親身經驗、意見、建議
經驗與資訊分享 Experience and Information Sharing	提供本身經驗或所知資訊	EI-S	分享他人經驗或轉發所知資訊
推廣教育理念及活動產品 Promote educational concepts and event products	推銷推薦某公司或產品	P-EO-EP	CU 課程(Curriculum)
			SA 科學活動(Scientific activity)
			AS 天文課程(Astronomy)
			PH 物理課程(Physics)
			CH 化學課程(Chemical)
			BI 生物課程(Biological)
			ES 地科課程(Earth science)
			AS 應科課程(Applied science)
			MA 數學課程(Mathematics)
			HS 科學史課程(History of science)
			GA 遊戲(Game)
建立關係 Build relationships	留下電話或 e-mail 希望與他人碰面或進一步聯絡	B-R	希望與他人熟悉或進一步了解某人
其他類 Cannot be classified	無法歸類於以上五類者	C-C	無法歸類於以上類者，如情感讚嘆

2.編碼樣本詞庫：收集 LIS 情境科學教材網站，從 2022/08/01 14:40:29 到 2022/11/10 17:55:00 為止，隨機選取 50 則貼文的文字資料進行初步編擬。

3.貼文內容分析關鍵詞編擬：將所收集的 50 則網站貼文資料中，對應表 1 的內容分析編碼，將上述貼文內容篩選出關鍵詞總共 721 個，剔除重複後，剩下 397 個關鍵詞，再將可用於分類的關鍵詞，依照「社群互動分類編碼表」分類，經剔除中性語意關鍵詞，據以歸類出 238 個關鍵詞，以此作為後續貼文歸類依據。

(二)定義網路互動類型：

根據「LIS 情境科學教材」科普社群網站中，所有網站貼文(1439 則)的「按讚數」與「回應總則數」，算出每則貼文的平均按讚數(79.4)與平均回應則數(7.3)，接著再將所有貼文，以這兩個數的平均值，作為X 軸(按讚數)與 Y 軸(回應則數)

的原點，交叉出「高關注、高回應」、「高關注、低回應」、「低關注、高回應」、「低關注、低回應」等**四種貼文互動類型**。

(三)網路互動類型分析

比較**四種貼文互動類型**的特徵，並找出其在網路互動上的差異。

肆、研究結果

一、四種貼文互動類型在關注度(按讚數)與回應度(回應則數)次數分布

(一)「高關注、高回應」與「低關注、低回應」比較

兩個互動類型在按讚數與回應則數中，可看出那些貼文型態的關注度，同時也會帶動訪客的回應，由兩類型分布的次數(高關高回 N=142、低關低回 N=1022)分析結果，大多數的貼文幾乎都是屬於低關注、低回應的情形(86%)(圖 1)，該網站大多偏向於版主單向的訊息傳達，較少有訪客與版主間的相互回應。因此可進一步從互動類型的貼文中找出互動類型中的關鍵詞，應有助於提供科普網站在貼文時提高訪客關注與回應的參考依據。

(二)「高關注、低回應」與「高關注、高回應」比較

兩群次數差異較小(高關低回 N=223、64%；高關高回 N=142、36%)，以此互動類型貼文顯示，高關注無法引發訪客回應。

(三)「低關注、高回應」與「高關注、高回應」比較

兩群次數的差異(低關高回 N=87、39%；高關高回 N=142、61%)，低關注、高回應次數明顯低於高關注高回應，有趣的是訪客何以會對低關注的貼文產生高回應的現象，可再進一步分析。

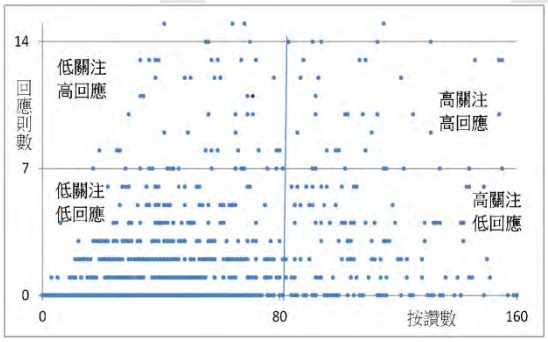


圖 1、貼文互動群關注與回應分布

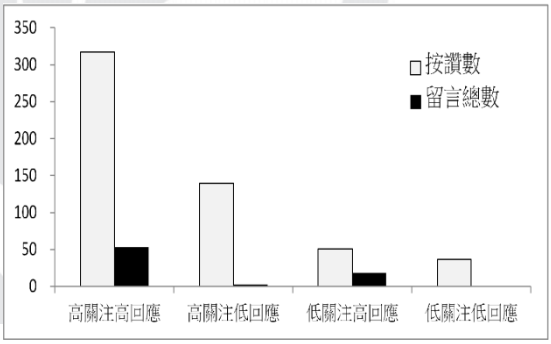


圖 2、貼文互動群的關注與回應長條圖

二、比較四種貼文互動群在「網站貼文」內容分析

(一)網站貼文次數分布

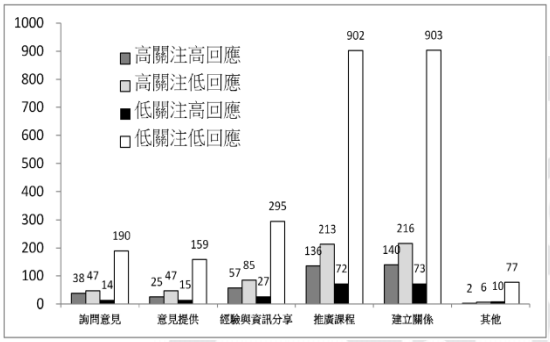
依據表 1 內容分析編碼表，以四個貼文互動群的貼文分析來看(圖 3)，分布次數其實都相當一致，在「推廣課程」(1423 次)的同時也尋求與訪客「建立關係」(1332)的次數分布最高，在「經驗與資訊分享」(464 次)的分布居次，而「詢問意見」(289 次)與「意見提供」(246 次)的分布次數則較少。

從以上貼文內容次數的分布次數來檢視「LIS 情境科學教材網站」的管理型態，偏向經營者想要推廣給訪客相關的科學課程及科普活動，以及積極尋求與參與的訪客建立關係，以利科普課程與活動的推廣。

(二)網站貼文內容分析

1、**各互動類型內容次數比例分析**

本研究計算「貼文計次」為每個貼文互動群在不同的貼文內容中的計次總數；「貼文比例」則是四個不同的貼文互動群中將每個貼文內容分析的計次總數，除以該貼文互動群的次數所得之數值，呈現圖 3 與圖 4。結果顯示四個互動群中，「高關注、高回應」的貼文內容分析，在「詢問意見」、「經驗與資訊分享」及「建立關係」的貼文性質比例最高；「高關注、低回應」貼文互動群，則在「意見提供」與「推廣課程」的貼文性質比例最高。結果看來，在網站上被動徵詢意見與分享轉貼訊息，較容易引起訪客的關注與回應(高關高回)，而主動提供意見也會引起較多的關注，但訪客的回應則較不踴躍(高關低回)。



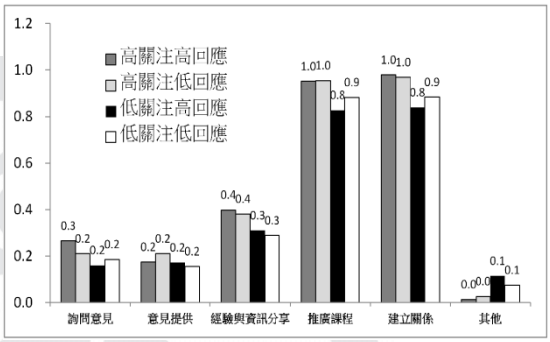


圖 3、貼文互動群的貼文內容分析次數　圖 4、貼文互動群的貼文內容分析比例

2、課程類別分析：從「推廣課程」貼文性質，再往下區分為(圖 5、6)的課程類別分析

(1)「LIS 情境科學教材網站」在推廣課程分布的次數分析：「課程理念」、「科學活動」較高，可看出在科普的推動上，以課程理念與科學活動的型態為主；而「科學史」、「應用科學」及「科學遊戲」居次，看出科學史採科學閱讀方式介紹科學家的故事，可引起學生共鳴，而應用科學則結合日常生活，能結合學生經驗，藉由科學遊戲也能引發學生高度興趣；至於「天文」、「物理」、「化學」、「生物」因學科屬性高，受到訪客關注與回應較少；而「地球科學」與「數學」則屬較為抽象的學科，不易結合學生興趣與經驗，因而網站的貼文較少，同時也較不受訪客的關注與回應。

(2)不同互動類型在推廣課程的反應(圖 5)：在所有的課程類別中「高關注、低回應」群的分布次數，竟然全都高於「高關注、高回應」類型的分布，也就是說，訪客對於網站在推廣課程上的反應，多屬於按讚數高，但回應則數偏低的狀況。從(圖 5)中可看出四種貼文互動群，在推廣課程類別的課程分布，但不可忽視「低關注、低回應」群在推廣課程的貼文上，依舊是占有**極大的比例**，亦即，大多數課程推廣的貼文還是無法引起訪客的關注與回應。

(3)四個貼文互動類型在各推廣課程間的差異：同樣將 11 個課程的分布次數分別除以該互動群的次數後，便能看出四個貼文互動群在 11 個課程分布次數的差異，由(圖 6)可看出與(圖 5)不同的分布情形：「課程理念」、「科學活動」較高，「科學史」、「應用科學」、「科學遊戲」居次，而學科方面則可看出「化學 >

生物 > 天文 > 物理 > 地科 > 數學」的次數順序。但「低關注、高回應」的貼文互動群在生物課程的次數(1 次)極低，顯示訪客對網站在生物課程推廣有較高的關注程度。

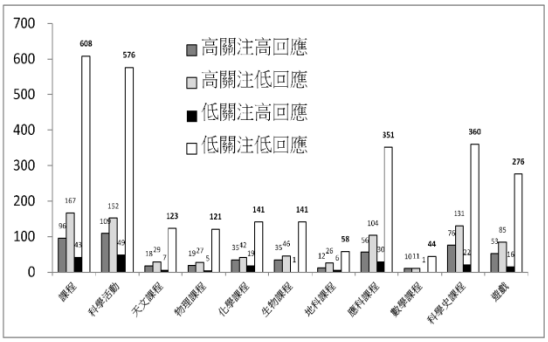


圖 5、課程類別計次分布

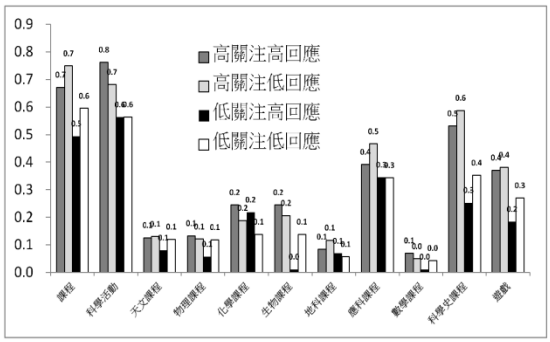


圖 6、課程類別比例分布

三、比較四種貼文互動群在「回應貼文」內容的性質分析

(一)回應貼文性質分布

從四個貼文互動群在「回應貼文」內容的性質來看(圖 7)與「網站貼文」(圖 3)最大的差別在「貼文性質」中無法歸類(其他)的分布次數差異極大，在「網站貼文」中無法透過關鍵詞歸類的次數僅有 95 次(可歸類達 3654 次)，但在「回應貼文」文中無法透過關鍵詞歸類的次數卻高達 21025 次，幾乎達可歸類次數(4493 次)的四倍多，此一完全相反的貼文性質可看出「LIS 情境科學教材網站」在管理者有目的貼文下，不一定能得到訪客相應的回應貼文，可能訪客大多是在和版主進行與科普推廣關聯性較低的語意溝通或禮貌性的回應而已。

(二)回應貼文性質比較

若排除「回應貼文」性質無法歸類的影響，依舊可看出貼文性質中，所有的次數幾乎都集中在「高關注、高回應」互動群上，主因是在訪客一定是對關注度高(按讚數高)的貼文產生回應，自然貼文的回應度也高。對於回應貼文上，主要還是以「課程推廣」與「建立關係」為主，而「經驗與資訊分享」其次，在「詢問意見」及「意見提供」則較少出現在回應貼文上。

(三)回應貼文比較發現

若進一步將「課程推廣」再細分出各個課程次數後(圖 8)，將發現與網站貼文的課程類別(圖 5)，有極大的分布差異：(1)回應貼文在「科學史」有明顯的次數分布，高於「課程理念」、「科學活動」；(2)「物理」與「生物」課程，甚至是「地球科學」課程也是高於(圖五)的分布趨勢；(3)「低關注、高回應」的貼文互動群，在「地球科學」也有明顯的回應貼文出現。

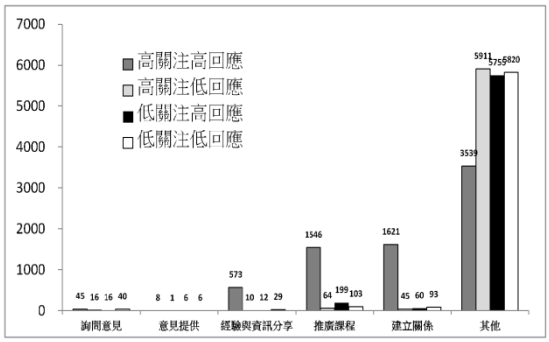


圖 7、互動類別在回應貼文中內容分析的計次分布

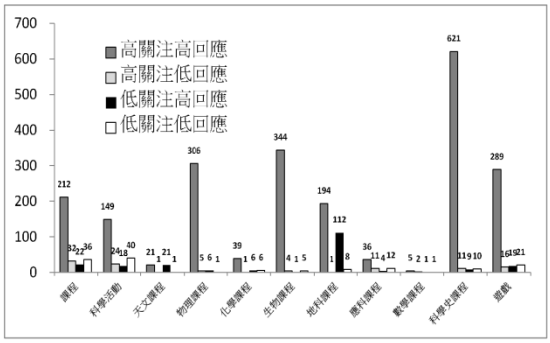


圖 8、貼文互動類別在回應貼文中課程類別的計次分布

伍、討論

一、科普網站貼文的按讚數與回應之相關性考驗

本研究以「LIS 情境科學教材網站」中，訪客對貼文按讚數(關注度)與回應則數(回應度)間存有相關，並可據以作為貼文分類參考的依據之一。該科普網站每則貼文的按讚數與回應則數之間有顯著的相關(r=.182, p<.001**)存在，故可依貼文的按讚數與回應則數作為貼文的分類依據。

二、四種貼文互動群的比較

為檢驗依貼文「按讚數」與「回應數」所區分出的四種對網站貼文所產生的互動群是否有顯著差異存在，故針對四種貼文互動群，再進行變異數分析，表2為四種互動群之描述統計。變異數分析結果為表3，四種互動群在按讚數(關注度)呈現顯著的差異(F=38.57, p<.001)，留言數(回應度)也呈現顯著差異(F=64.17, p<.001)。顯示透過「按讚數」與「回應數」的確能作為網站貼文關注度與回應度的分類指標，並能據以有效篩選出所要的標的貼文。

表 2、四種貼文互動群之敘述統計

	貼文互動群	N	平均值	標準差
按讚數	高關高回	143	317.46	966.94
	高關低回	223	139.55	86.30
	低關高回	87	50.90	16.45
	低關低回	1022	36.31	18.82
	總計	1475	80.04	314.38
留言數	高關高回	143	53.52	139.13
	高關低回	223	2.44	2.35
	低關高回	87	18.00	14.59
	低關低回	1022	.90	1.59
	總計	1475	7.24	46.11

表 3、四種貼文互動群之變異數分析

		平方和	自由度	均方	F	顯著性
按讚數	群組之間	10878721.132	3	3626240.377	39.57	.000
	群組內	134803289.817	1471	91640.578		
	總計	145682010.949	1474			
留言數	群組之間	362622.020	3	120874.007	64.17	.000
	群組內	2771009.603	1471	1883.759		
	總計	3133631.623	1474			

陸、結論與未來展望

一、透過 FB 科普社群網站「LIS 情境科學教材」中「網站貼文」的內容，所篩選出有意義的「關鍵詞」，可據以做為標記網站內所有貼文內容屬性的依據。本研究發現，該網站內貼文的按讚數與回應則數有顯著相關，因此將所有貼文按讚數(關注度)與回應則數(回應度)的平均值作為基準點，進行二維交叉的切割並據以分類，有效區分出「高關注、高回應」;「高關注、低回應」;「低關注、高回應」與「低關注、低回應」等四種對網站貼文所產生的互動類型。

二、網站貼文的內容分析結果，在「推廣課程」時也會尋求與訪客「建立關係」，在「經驗與資訊分享」居次，而「詢問意見」與「意見提供」則較少。整體而言，「LIS 情境科學教材網站」的管理型態，管理者想推廣科普的相關課程和活動，並與訪客建立關係，同時網站偏向版主單向的訊息傳達，少有訪客與版主間的相互回應。

三、回應貼文在「科學史」次數較高，其次為「課程理念」、「科學活動」;「物理」與「生物」課程也是較高的回應，顯示社群對與此議題的喜好。

四、為精確篩選出貼文關注度與回應度的需求，而區分出的貼文互動類型，未來研究若能以此從「高關注、高回應」互動群的貼文中，找出不同於「低關注、低回應」互動群，甚至是比對與其他互動群關鍵詞的異同，將能提供科普網站在貼文時，作為提高訪客關注度與回應度的參考。

參考資料

萬金生、楊景雍(2002)：網際網路虛擬社群的研究：以喜市(SeedCity)論壇中「旅遊」與「美食」討論區為研究對象。旅遊管理研究，第二卷，第二期，頁 67-78。

韓志翔、蔡瑞煌、林國平、石淑慧、張雯然(2012)：博物館 Facebook 粉絲專頁行銷成效探究。博物館與文化，第 4 期，頁 139-168。

秦琍琍、李長潔、張蓉君、徐靖詠(2015)：台灣科學社群傳播模式的建構：從組織溝通、公眾溝通、與媒體互動談起。科學傳播論文集 7，頁 235-259。

江宜樺、江佩芸、劉乙蓉、黃秀君、黃俊霖(2021)：博物館社群媒體之經營及科學傳播成效評估--以國立自然科學博物館為例。博物館學季刊，第 35 期，第二卷，頁 79-99。

薛文淑(2011)：社群網站行銷與消費者互動關係之研究：以 Facebook 粉絲專頁為例。國立臺灣師範大學大眾傳播研究所碩士論文。

林博涵(2014)：到底讚不讚：Facebook 使用者按「讚」心理歷程之探討。世新大學公共關係暨廣告學研究所碩士論文。

有感而發-結合感測器與自動控制之自駕車煞車系統評估

An Assessment of Self-driving Breaking System with Different Sensors and Autonomous Controls

黃昱誠[1] 游茹媖[1] 黃昭銘[2*]

HUANG, YU-CHENG[1] YU JU-MEI[1] HUANG, CHAO-MING[2*]

1宜蘭縣立復興國民中學

1 Yi-Lan Fu-Shing Junior High School

2宜蘭縣宜蘭市中山國民小學教師

2 Jhong-Shan Elementary School Teacher

E-mail：stanely503@gmail.com

* Corresponding Author

摘要

自駕車的相關研發日益受到重視，尤其在複雜的交通運輸中提供更安全、更有效的防護是自駕車的發展重點之一。本次研究主要探究不同距離感測器與不同 PID 自動控制組合，針對靜物與移動障礙物進行煞車成效分析。研究結果顯示不同的距離感測器的精準度與穩定性不同，在固定障礙物狀態下雷射距離感測器因為精準度和穩定度較高，而超音波較容易受到外界干擾，所以比較不精準。由於超音波距離感測器的偵測範圍廣，所以可以事先偵測到移動障礙物，反而提供自動控制較多的反應時間，在加速度的表現上較為穩定．自動控制表現上 P 控制的情況下機器人常常卡在最後一點點的距離，不過超音波感測器因為會有點誤差，所以反而會比雷射感測器快停下來；PI 控制因為可以消除穩態誤差，所以時間消耗都是最短的；PD 控制原本的功用應該是快速修正，由於 D 控制的增益常數（gain）過大，影響 D 控制作用，因此 PD 控制的效果沒有特別突出的部分。

關鍵字: 機器人、PID自動控制、外部感測器

Abstract

The research and development of self-driving cars has received increasing attention. Providing safer and more effective protection is one of the most important

concerns in the development of self-driving cars, especially in comp lex transportation. This study explored the performance of braking system with two different distance sensors and three autonomous control programs (PID control) in self-driving. Besides, this study It revealed that the performance of precision and stability varied with different kinds of distance sensors. Due to the different detecting range, the ultrasonic sensor provided more reacting time than laser sensor. Moreover, the ultrasonic sensor would be interference with other objects. The laser distance sensor has better performance than the ultrasonic distance sensor in the aspects of precision in fixed object experiment. The performance of PID control revealed that the Proportional control is less stable. Besides, P control will be influenced by ultrasonic distance sensor and it takes less breaking time than laser distance sensor. PI control (Proportional and Integral control) can stop the car fast than the other groups. PD control (Proportional and Derivative control) does not show great performance probably due to its lower gain setting on D.

Keywords：Robot, PID Autonomous Control, Sensor

壹、 前言

自駕車的相關研發日益受到重視，尤其在複雜的交通運輸中提供更安全、更有效的防護是自駕車的發展重點之一。近年來全世界各家汽車公司與 Google 公司投入大量經費進行自駕車的研發，自駕車的應用主要是利用感測器偵測外部環境，透過電腦運算與人工智能(Artificial Intelligence,簡稱 AI)協助達成自動駕駛的目的(王傑智、黃福銘，2021)。

國內已經有許多縣市都規劃自駕車的模擬場域，透過這些場域協助自駕車發展；不論是車輛結構、軟硬體系統整合，提供更多資料與樣本協助自駕車早日達成無人駕駛的目標。

一、研究動機

本次研究計畫的動機主要是來自我們先前參加的 VEX 機器人競賽，在競賽中有一項比賽稱作技能挑戰賽(Skill Challenge)，這項競賽主要包含利用遙控器(Driver)以及透過程式編程與結合感測器應用讓機器人自動完成任務(Autonomous)，為了在 Autonomous 比賽中獲得較佳的成績我在去年利用在業界常使用的自動控制方式 PID 進行實驗，透過實驗得到初步的認識與應用。

自駕車的發展核心主要聚焦在車上乘客、車輛與道路安全，如何降低突發狀況讓車輛迅速煞車或是避障減少事故發生(翁國樑、李玉忠、柯明寬、徐錦衍，2019)，因此本次計畫主要是透過結合機器人零件設計自駕車底盤結構，透過距離感測器模擬自駕車目前常用的感測器，並結合 PID 自動控制軟體編程，針對車輛前方障礙物進行煞車反應評估。

貳、文獻探討

本次計畫主要是透過機器人零件組裝自駕車底盤，並安裝距離感測器，透過 PID 自動控制程式編程，針對靜物與移動物體進行自駕車煞車反應評估，為詳細說明本次研究目的，以下將先針對本次計畫所涉及的領域:自駕車、PID 自動控制與 VEX 機器人三分面進行介紹。

(一)、自駕車簡介

1.自駕車原理

自駕車的基本原理就是藉由外部感測器來偵測前方的路況，將收集的訊息經由電腦運算分析，最後決定車輛的反應措施。早期因為這些資訊設備不足，因此到了 1980 年才出現第一台自駕車，之後隨著科技的發展和進步，才陸陸續續出現我們現在所見的自駕車。

2、自駕車分級

目前的自駕車共分成六級(SAE: Society of Automotive Engineers)等級越高，自動的部分就越多(任苙萍，2020 ;陳敬典，2020)，下面為不同級別的自動化水

平:SAE Level 0 無自動、SAE Level 1 擁有個別自動的部分(例如:車道偏離警告、前碰警告…)為目前市面上大部分車子的自動化水平、SAE Level 2 多項功能已自動化，可以在一些部份達到無人駕駛，但駕駛仍須密切注意，並做好接管駕駛的準備、SAE Level 3 無人駕駛的前身，已經可以獨自完成部分無人駕駛，駕駛可以在監控一定程度的路況時不用操作、SAE Level 4 駕駛可以在無人駕駛時不用監控，但僅限於快速車道或車輛較少的路上、SAE Level 5 已擁有和人類相等的駕駛能力，無論什麼情況都可以無人駕駛，車子也不需要方向盤或油門。

(二)、PID 控制

1.、PID 控制介紹

何謂 PID 控制？PID 控制也就是將三種不同的控制方式結合在一起，他們分別為最基礎的「比例控制」(P 控制)、「積分控制」(I 控制)、和「微分控制」(黃冠渝、黃英哲，2018a)，接著我們就以無人機為例，以「比例控制」(Proportional control)來說：假設有一台無人機要飛到離地 50m 的空中， 一開始因為原始高度和目標高度的誤差較大，無人機就會產生較大的控制量以便無人機快速達到目標高度，當無人機和目標高度接近時，誤差變小，無人機的控制量就會變小，最終，無人機會停在接近目標高度的地方，但並非目標高度，原因是因為無人機和目標高度的誤差小，控制量也會變小，但產生的控制量並不足以使無人機上升，只得停在原位，這就是所謂的「穩態誤差」。

為了解決這個問題就得用「積分控制」(Integral control)了，積分控制會根據前面所累計的誤差值來調整控制量。以上面無人機的例子來說，因為無人機遲遲沒有達到目標高度，誤差值就會一直累積，進而增加控制量，消除穩態誤差。不過光靠 P 和 I 控制還是有一些缺陷，若在無人機達到平衡時出現一陣風，將無人機向下吹，這時就是用「微分控制」(Derivative control)的時機，微分控制能夠因為最近的誤差改變量立即調整控制量，使無人機更快回到目標高度。

2、PID 應用範圍

介紹 PID 控制(Proportional, Integral, Derivative control)，PID 控制廣泛用在自

動控制設計上，「比例控制」(Proportional control)是比較簡單的設計，而「積分控制」(Integral control)與「微分控制」(Derivative control)是比較複雜困難的，所以我們之前主要是採用比例控制方式來進行程式編程。

以下將針對之前我們所研究的P控制進行簡單的介紹。為了進行「比例控制」，我們需要先在程式中建立「定義模塊」，在研究中我們建立三個「定義模塊」，分別為「轉彎」(圖 1 所示)、「前進」(圖 2 所示)與「後退」(圖 3 所示)。

圖 1. 轉彎定義模塊

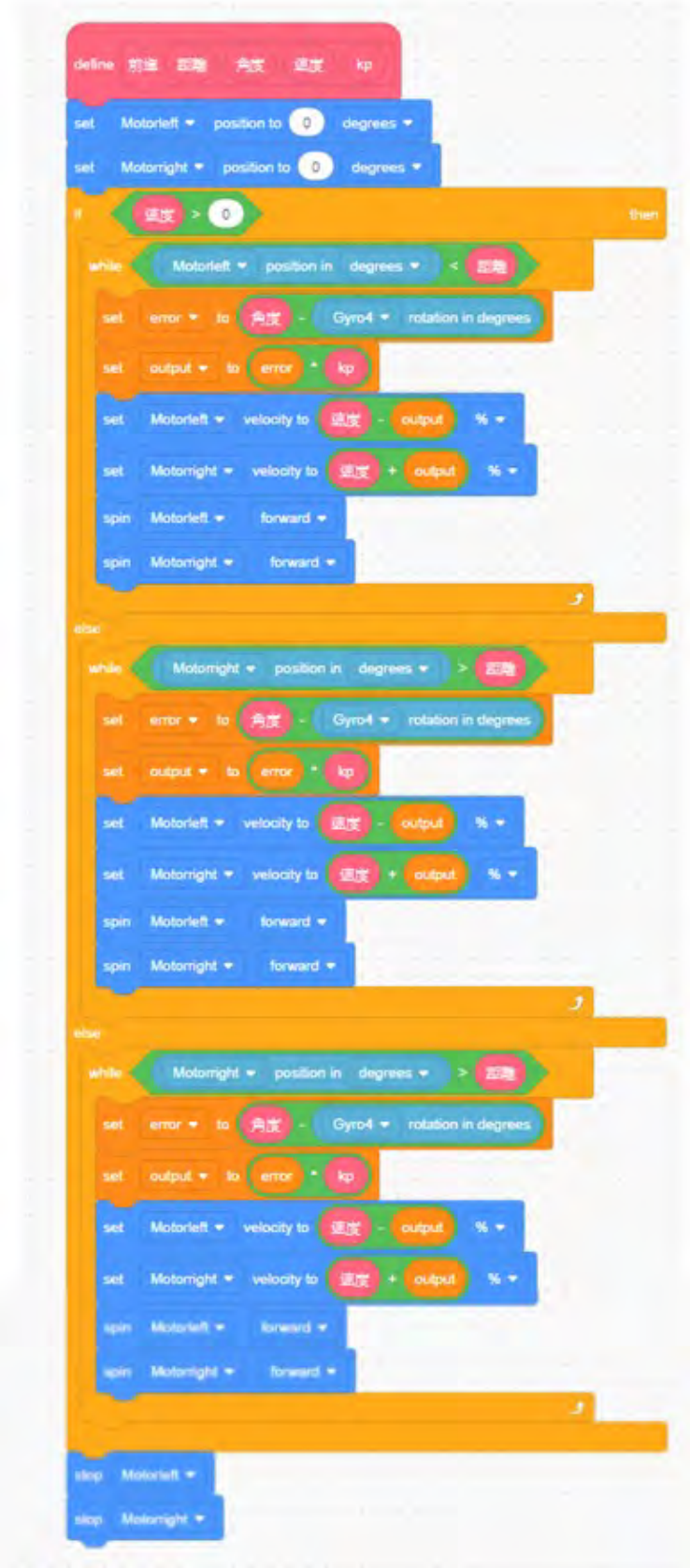

define 前進 距離 角度 速度 kp
set Motorleft position to 0 degrees
set Motorright position to 0 degrees
if 速度 > 0 then
while Motorleft position in degrees < 距離
set error to 角度 - Gyro4 rotation in degrees
set output to error * kp
set Motorleft velocity to 速度 - output %
set Motorright velocity to 速度 + output %
spin Motorleft forward
spin Motorright forward
else
while Motorright position in degrees > 距離
set error to 角度 - Gyro4 rotation in degrees
set output to error * kp
set Motorleft velocity to 速度 - output %
set Motorright velocity to 速度 + output %
spin Motorleft forward
spin Motorright forward
else
while Motorright position in degrees > 距離
set error to 角度 - Gyro4 rotation in degrees
set output to error * kp
set Motorleft velocity to 速度 - output %
set Motorright velocity to 速度 + output %
spin Motorleft forward
spin Motorright forward
stop Motorleft
stop Motorright

圖 2. 前進定義模塊

define 後退 距離 角度 速度 kp
set Motorleft position to 0 degrees
set Motorright position to 0 degrees
if 速度 > 0 then
while abs of Motorleft position in degrees > 距離
set error to 角度 - Gyro4 rotation in degrees
set output to error * kp
set Motorleft velocity to 速度 + output %
set Motorright velocity to 速度 - output %
spin Motorleft reverse
spin Motorright reverse
while abs of Motorleft position in degrees < 距離
set error to 角度 - Gyro4 rotation in degrees
set output to error * kp
set Motorleft velocity to 速度 + output %
set Motorright velocity to 速度 - output %
spin Motorleft reverse
spin Motorright reverse
stop Motorleft
stop Motorright

圖 3. 後退定義模塊

在完成上述三個「定義模塊」之後，透過「程式」結合「定義模塊」使用，我們完成第三組的程式編程，請參閱圖 4 所示。

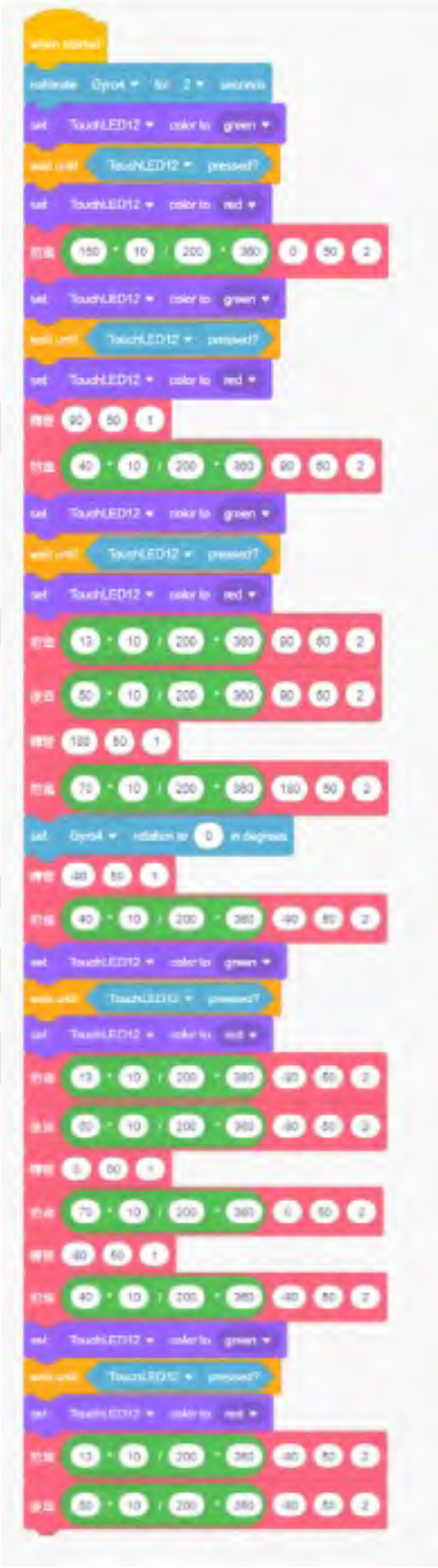


圖 4. 第三種程式設計程式塊組合

之前的研究主要是探究三種不同程式與感測器組合，透過四個測量點記錄機器人偏移角度是否成功將 riser 推入得分區，最後找出最佳的程式組合，並將研究結果應用在我們未來 VEX 機器人競賽(黃昱誠、陳宥潔、陳怡翔、黃昭銘，2021)。

現階段已經完成 P 控制的程式撰寫，對於微分控制與積分控制也開始著手學習，大多數的自動控制可能採用 PI、PD 等結合，在本研究計畫中未來也會進行相關 PID 控制的實驗設計。

(三)、機器人與外部感測器

1、VEX 機器人介紹

VEX 機器人是世界上最大的機器人比賽,原因是因為他對於學生的自主學習有很好的幫助，在過程中學生不但要針對賽季主題進行分析，還要寫程式和工程筆記，在比賽前還要跟另外一對來自不同地區的隊伍進行討論，避免在比賽過程中出現失誤，這不但可以增加學生不同方面的技能，也可以訓練和人之間的溝通能力。除此之外，在比賽間的空檔，還會有評審到不同隊伍進行口試，隊員必須對評審介紹自己的機器人的特色，這除了確認機器人都由隊員親手組裝的，也訓練了學生介紹和說明的能力

2、外部感測器運作原理

在先前的研究中我們有用到的外部感測器是陀螺儀感測器(Gyro)和觸控 LED 感測器(Touch LED)，以下將先針對這兩個感測器進行說明:陀螺儀感測器，根據 VEX IQ 機器人基礎篇(周偉謨, 2018)中的說明，它每秒可以支援 500 度的測量旋轉速率，而且測量速度每秒 3000 次，測量速度快，也很準確，這便是它可以減少我們編程難度的重要原因。觸控 LED 感測器，它是我們在啟動和觀測程式是否完成的利器之一，它不但具有 16 位色元，可以發出數以千計的顏色，還同時具有接受並給予反饋的觸控功能，這便使它在程式賽中也佔有一席之地。

本次研究將利用超音波感測器與雷射感測器，這兩種感測器為目前自駕車上面比較廣泛被使用的感測器，透過這兩種感測器來偵測前方障礙物，而這兩種感

測器正是目前在自駕車上面廣泛被應用的感測器之一。

(四)、總結

本次研究目的主要利用機器人結構與感測器並配合不同的 PID 控制方式來模擬自駕車的簡單運作原理，並探究哪種組合或方式對於自駕車遇到障礙物的緊急煞車效果最佳。

本次研究的問題可以區分兩大類，第一類為感測器的差異，本次採用超音波測距感測器與雷射感測器。兩個感測器的運作原理不同，因此探究的問題為兩個感測器分別遇到障礙物緊急煞車效果分析。

第二類則是針對 PID 控制進行比較分析。主要探討獨立應用 P、I、D 控制與任兩種自動控制方式結合在遇到障礙物緊急煞車效果。綜合上述說明將本次研究設計繪製成研究架構圖 5。

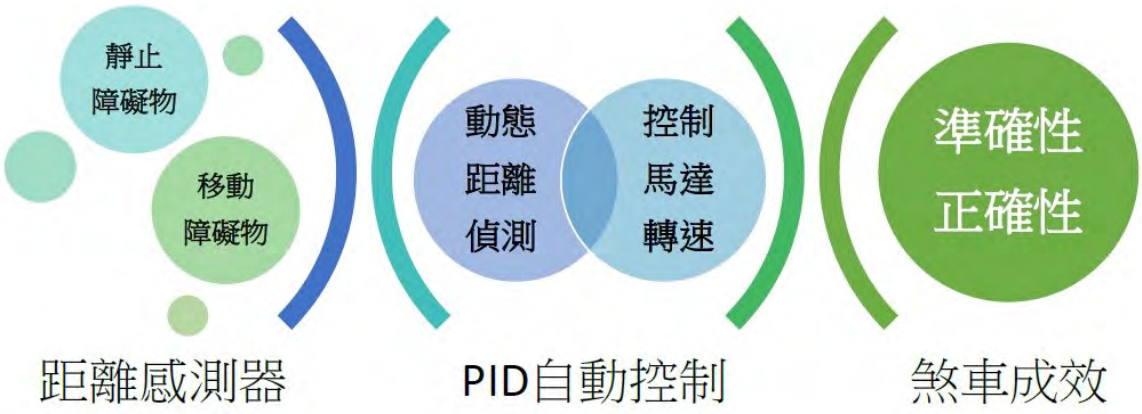


圖 5. 研究架構圖

依照圖 5 所示，主要計畫採用 VEX 機器人零件與兩款距離感測器組合成自駕車，透過程式編程方式撰寫 PID 自動控制程式，透過感測器與 PID 程式交互應用，針對靜止與移動兩種障礙物情境，動態監控車輛馬達輸出，完成煞車任務，針對煞車距離表現進行分析評估(黃冠渝、黃英哲，2018b)。

貳、 研究實施與設計

本次研究的設備和器材可以分成三大類，第一類為測試場地，第二類為機器人零件，第三類為編程工具，以下將進行這三大類器材的介紹:

一、研究設備與器材

(一)、實驗場地

VEX IQ 的比賽場地是有固定規格的，必須使用符合大會規格的場地，而我們本次研究所使用的是 2020-2021 年的賽場規格，大小為 8 英尺×6 英尺的長方形場地(圖 6 所示)。

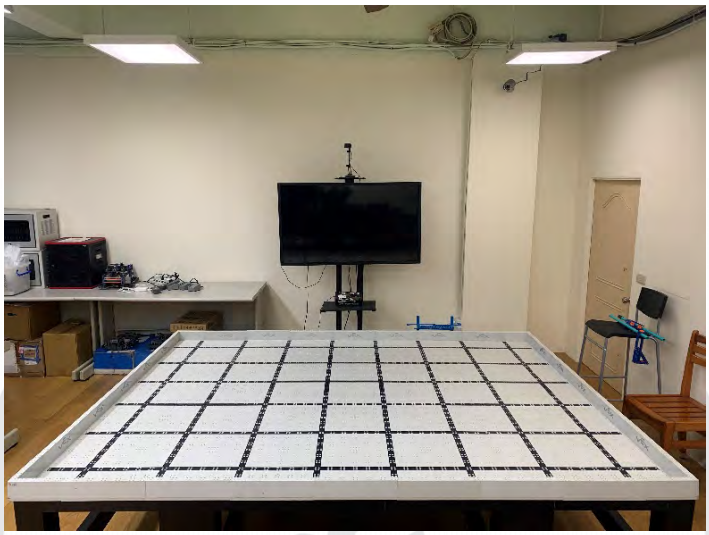


圖 6.研究場地

(二)、機器人零件

VEX IQ 規定只能使用固定規格的零件，且不可以進行裁切或焊接等動作。本次實驗的零件可以分成兩類，第一類是基本零件，第二類則為控制與感測器設備，以下將進行簡單的說明:

1、基本結構材料

基本結構包含積木、輪軸、連接器、插銷、馬達和車輪等零件如圖 7 所示

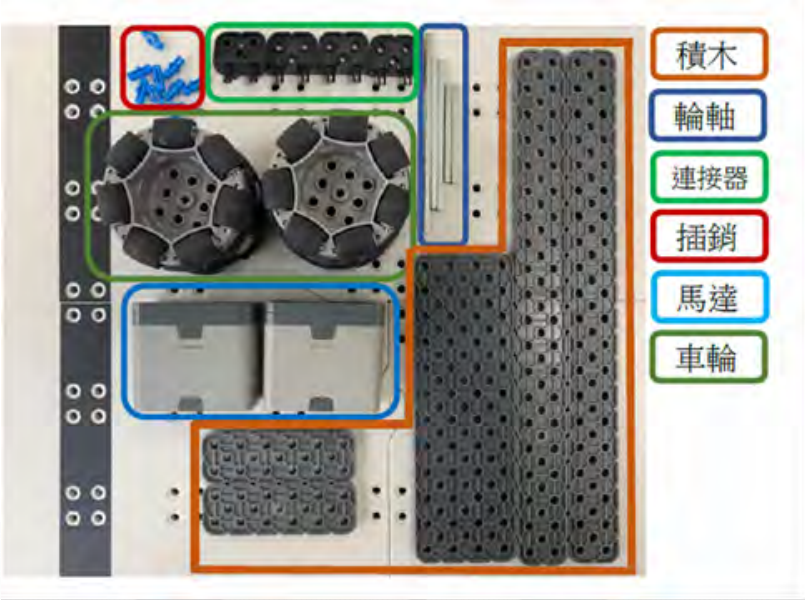


圖 7. 基本結構材料

2、控制與感測器設備

控制與感測器設備則是像觸控 LED 感測器、陀螺儀感測器或主機這類的零件(如圖 8 所示)，可以藉由感測器本身去察覺外部的變化，進而將訊號傳送給主機，再去進行調整。

圖 8. 控制與感測器設備

本次研究主要使用的距離感測器包含雷射距離感測器與超音波距離感測器(圖 9 所示)。兩種距離感測器的運作原理不同，例如超音波距離感測器主要是透過超音波發送與接收方式對前方物體的距離進行測量，雷射距離感

測器則是利用發射與接收雷射光束針對前方物體距離進行測量。

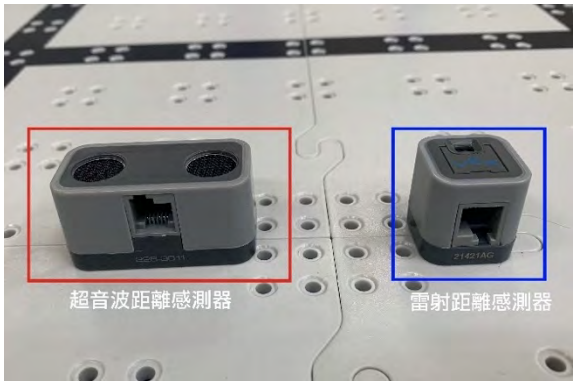


圖 9. 超音波與雷射距離感測器

實際組裝之後的車輛結構如圖 10 與圖 11 所示，圖 10 為安裝超音波距離感測器的車輛外觀，圖 11 則是安裝雷射距離感測器的車輛外觀。

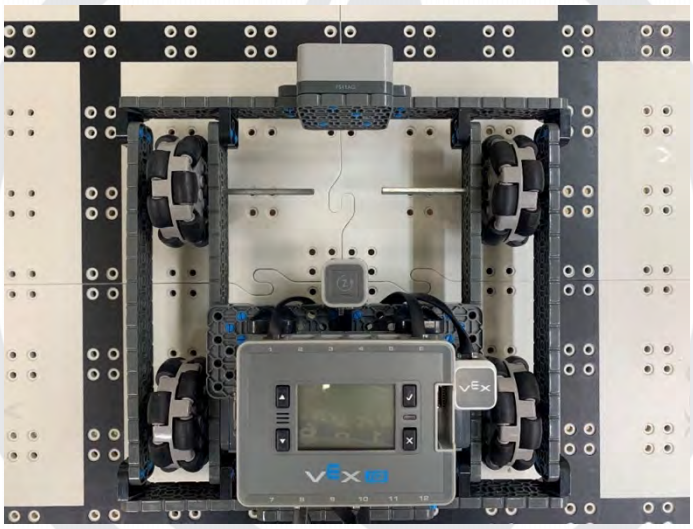


圖 10.超音波距離感測器研究車輛外觀

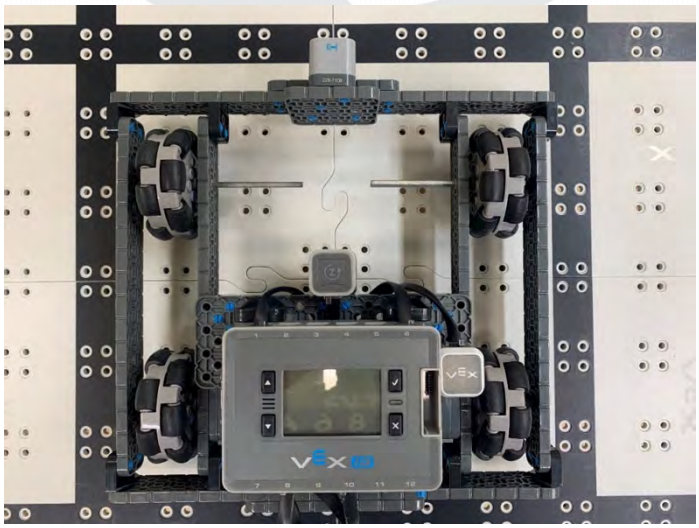


圖 11.雷射距離感測器研究車輛外觀

(三)、編程器具

本次研究主要探究「程式編程」與「使用外部感測器」對於「機器人表現」成效評估，所使用的編程軟體為 VEX 官方釋出的 VEXcode IQ V2.3.0 版本[1]，進行本次研究程式編程的軟體(如圖 11 所示)。

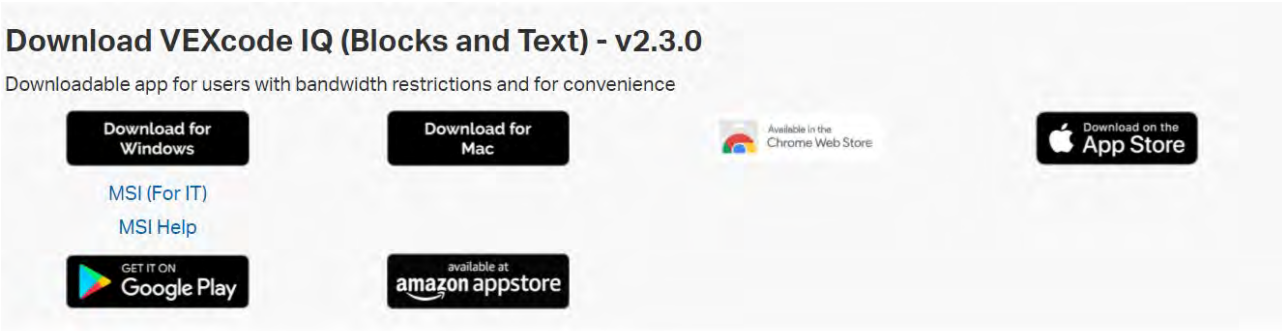


圖 11. 超音波與雷射距離感測器

本次所使用的資訊設備為 ASUS 公司生產型號 C214M 的 Chromebook 擔任程式編程資訊設備，所以下載的 VEXcode IQ 版本為與 Chrome 相容作業系統版本(如圖 12 所示)[2]。

圖 12. C214M 與 VEXcode IQ 操作示意圖

[1] 參考網址: https://www.vexrobotics.com/vexcode/install/iq
[2] 相關規格請參考:https://www.asus.com/tw/Commercial-Laptops/ASUS-Chromebook-Flip-C214MA/

二、 研究過程與步驟

本次研究主要透過不同距離感測器與不同 PID 自動控制組合模擬自駕車在遇到靜物與移動物體時的煞車表現，為詳細介紹本次研究針對研究變因、研究處理與資料收集繪製程研究架構圖(圖 13 所示)。

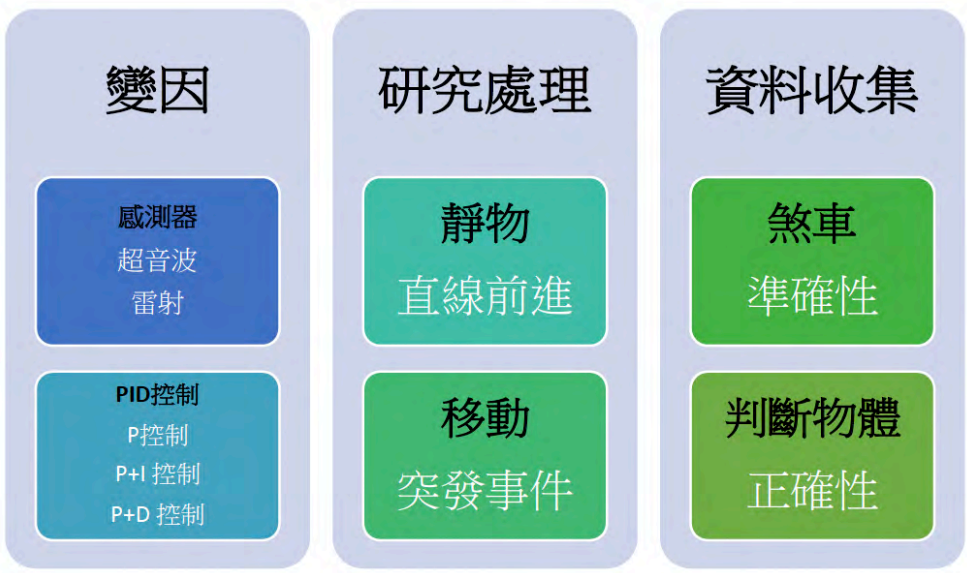


圖 13. 研究架構圖

從圖 11 來看本次研究的變因有兩大類:1.感測器、2.PID 控制，其中感測器包含超音波與雷射距離感測器，實驗中將針對距離感測器應用提出兩種組合方式:1.超聲波感距離感測器、2.雷射距離感測器。

另外一個變因為 PID(Proportional, Integral, Derivative control)控制，PID 控制包含 1.「比例控制」(Proportional control，簡稱 P 控制)是比較簡單的設計，2.「積分控制」(Integral control，簡稱 I 控制)與 3.「微分控制」(Derivative control，簡稱 D 控制)是比較複雜困難的，所以我們之前主要是採用比例控制方式來進行程式編程。本次研究將針對 P 控制、P+I 控制與 P+D 控制進行研究設計。

資料收集主要是利用場地規劃 46cm 的測試車道，在測試車到終點放置障礙物，研究設計希望自駕車能夠在偵測前方障礙物之後能夠進行煞車，最後煞車距離最好離障礙物 15cm。為清楚介紹研究場地設計，將上述介紹繪製成場地規劃圖(圖 14 所示)，。

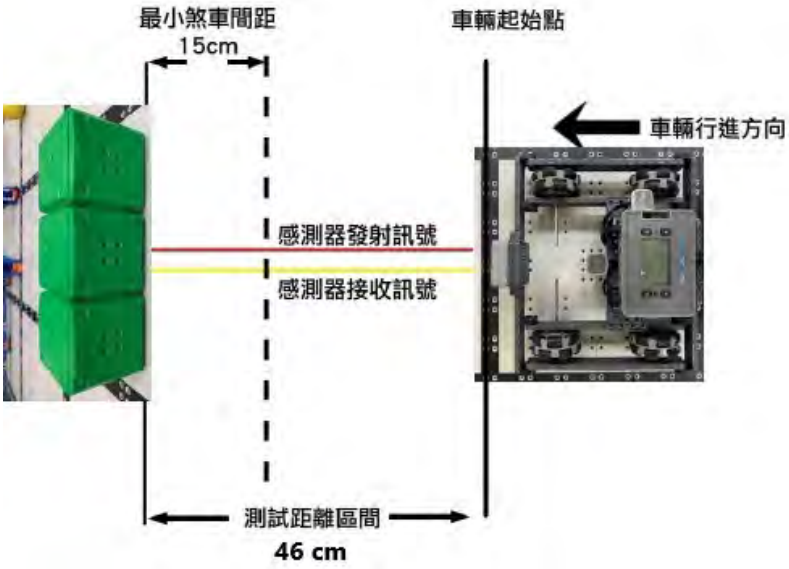


圖 14.場地規劃圖

在上面的實驗場地我們主要設定自駕車距離感測器在偵測到前方障礙物的時候進行減速，最後需要在距離障礙物 15 公分處將車輛完全停止下來，我們會收集完全煞車後車輛前方距離障礙物的最終距離數據，透過這些數據來判斷煞車的準確性。

移動障礙物的設計主要利用感應器來接收測試車經過的訊號，然後啟動馬達拉動一個綠色立方體，最後在測試車正前方停下來。針對移動障礙物實驗同樣要測量車輛完全煞車時與障礙物的距離，以及感測器能否順利偵測到突發的移動物體。不論是靜物或是移動障礙物我們都採用長、寬、高皆為 7.62cm(3 英吋)的綠色立方體(圖 15 所示)。

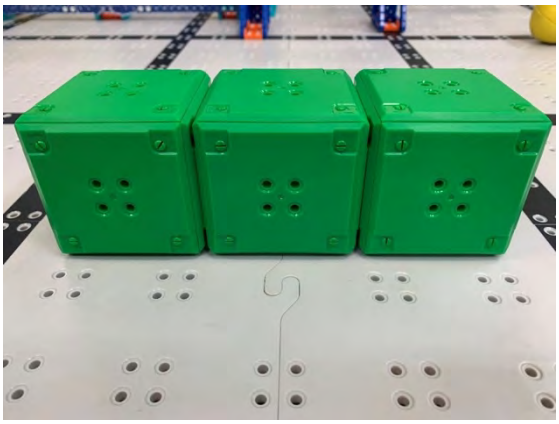


圖 15.障礙物立方體示意圖

為了精確測量不同距離感測器，針對移動障礙物場地的設置，採用另外一台機器人主機與雷測距離感測器的協助，透過拖曳的方式來拉動障礙物，詳細的場地與設備請參閱圖 16 所示。

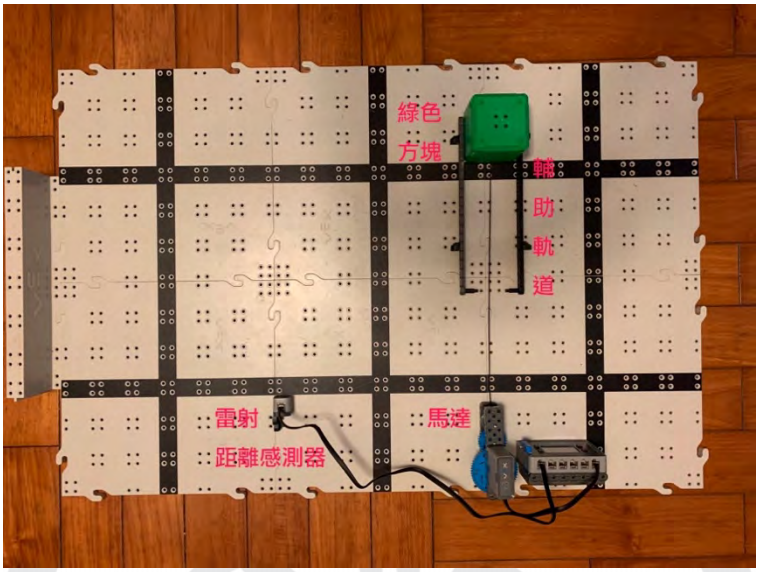


圖 16.移動障礙物實驗場地圖

圖 16 中透過雷測距離感測器偵測機器人通過的瞬間，然後在主機撰寫程式啟動旁邊的馬達，當馬達轉動時連結的絞鍊開始轉動，透過連接在綠色方塊障礙物的繩子拉動方塊，在方塊底下安置輔助軌道讓障礙物保持直線前進，並在軌道的終點放置固定器讓綠色方塊可以停下來。

肆、研究結果

本次研究主要探討裝在測試車上面兩種不同距離感測器分別使用三種不同自動控制程式在面對前方靜止障礙物與移動障礙物的煞車效果表現，經過實驗、資料收集與分析後，相關研究結果將在本章節進行說明。為了讓結果有系統呈現，以下說明第一部分將針對相關描述性資料進行介紹，第二部分則針對結果進行感測器分析比較，第三部分則針對不同的自動控制進行比較，第四部份深入探討測試車的準確性與正確性進行說明。

本次研究採用兩種不同的距離感測器進行分析，資料收集包含:

1. 測試車接收前方障礙物訊息後，煞車動作時所利用的加速度值。
2. 煞車後測試車與障礙物間的距離。

3. 紀錄測試車煞車過程所需要的時間。

本次研究採用的距離感測器為超音波距離感測器(Ultrasonic)與雷射距離感測器(Laser)，自動控制程式分為 P 控制、PI 控制與 PD 控制。為了資料能夠簡潔呈現，針對應用在研究結果中的圖片與表格中利用英文代碼表示不同的實驗處理方式，以下將每一種實驗處理利用英文代號表示，其英文代碼說明如下:

超音波距離感測器(Ultrasonic)+P 控制:**UP**

超音波距離感測器(Ultrasonic)+PI=**UPI**

超音波距離感測器(Ultrasonic)+PD=**UPD**

雷測距離感測器(Laser)+P=**LP**

雷測距離感測器(Laser)+PI=**LPI**

雷測距離感測器(Laser)+PD=**LPD**

一、描述性資料

以下將針對超音波距離感測器與雷射距離感測器配合三種自動控制程式(P 控制、PI 控制與 PD 控制)所收集的結果進行描述性資料說明，每一種自動控制程式皆完成 20 次的測試。

(一).固定障礙物加速度

首先將收集到的加速度資料進行繪製，圖 17 顯示本次研究中所收集到的加速度資料數值分布圖。

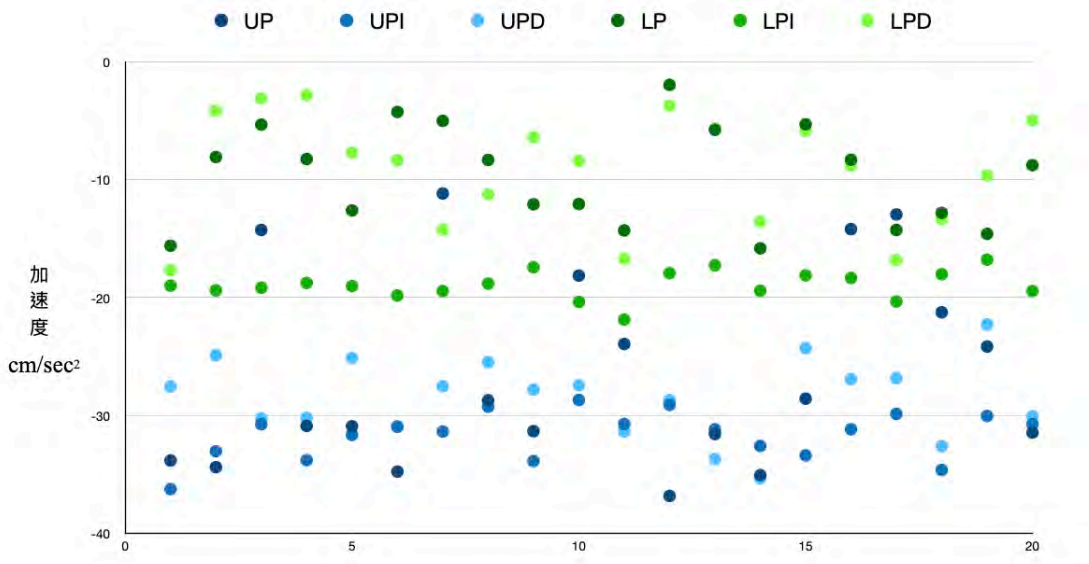


圖 17.固定障礙物加速度數值分布圖

在圖 17 中的圓點符號利用藍色系代表超音波距離感測器，綠色系代表雷射距離感測器進行不同距離感測器分類。從圖 16 來看超音波距離感測器所收集到的加速度大多分布在-11.15 cm/sec^2~ -36.85 cm/sec^{2}之間，而雷射距離感測器大多分布在-2.79 cm/sec^2~ 21. cm/sec^{2}之間。

進一步將所有資料經過計算所得到的加速度平均值與範圍經過整理如表 1 所示。

表 1.固定障礙物加速度分析表

	UP	UPI	UPD	LP	LPI	LPD
平均值(cm/sec^2)	-26.43	-31.67	-28.48	-9.65	-18.93	-9.14
最大值(cm/sec^2)	-11.15	-28.7	-22.28	-5.27	-16.77	-2.79
最小值(cm/sec^2)	-36.85	-36.27	-35.36	-15.81	-21.87	-17.67

從表 1 來看，在超音波距離感測器中 UP 加速度平均值為-26.43 cm/sec^2，數值介於-12.93cm/sec^2 ~-36.85cm/sec^{2}之間， UPI 加 速度平均值為-31.67 cm/sec^2，數值介於-28.7cm/sec^2 ~-36.27/sec^{2}之間，UPD 度平均值為-28.48sec^2，數值介於-22.28 cm/sec^2 ~-35.36 cm/sec^{2}之間。

在雷射距離感測器表現中 LP 的加速度平均值為-9.65 cm/sec^2，數值介於-5.27cm/sec^2 ~-15.81cm/sec^{2}之間，LPI 的加速度平均值為-18.93 cm/sec^2，數值介於-16.77cm/sec^2 ~-21.87cm/sec^{2}之間，LPD 的加速度平均值為-9.14 cm/sec^2，數值介於-2.79cm/sec^2 ~-17.67cm/sec^{2}之間。

(二).固定障礙物之間距離

針對煞車後機器人與固定障礙物之間的距離，在資料收集後整理成圖 18 來呈現固定障礙物之間距離數值分布圖。

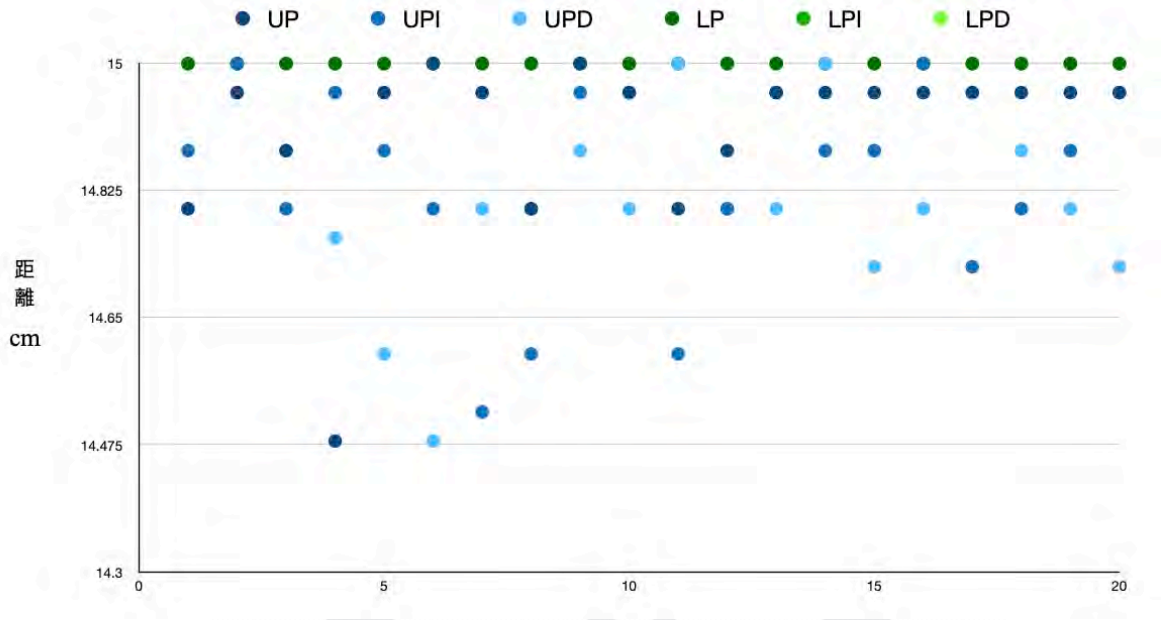


圖 18.固定障礙物之間距離數值分布圖

在圖 17 中的圓點符號利用藍色系代表超音波距離感測器，綠色系代表雷射距離感測器進行不同距離感測器分類。從圖 17 來看超音波距離感測器所收集到的距離大多分布在 14.475 cm ~ 15cm/sec^{2}之間，而雷射距離感測器則是與障礙物保持在 15cm 的距離。

實際每一種實驗處理方式在所收集到的 20 次資料中，經過計算所得到的距離平均值與範圍經過整理如表 2 所示。

表 2.固定障礙物之間距離分析表

	UP	UPI	UPD	LP	LPI	LPD
平均值(cm)	14.91	14.84	14.81	15	15	15
最大值(cm)	15	15	15	15	15	15
最小值(cm)	14.48	14.52	14.72	15	15	15

從表 2 來看，在超音波距離感測器中 UP 距離平均值為 14.91 cm，數值介於 14.48cm ~15cm 之間， UPI 距離平均值為 14.84cm，數值介於 14.52cm~15cm 之間，UPD 的距離平均值為 14.81cm，數值介於 14.72cm~15cm 之間。

在雷射距離感測器表現中 LP、LPI 與 LPD 的距離平均值皆為 15 cm，顯示 LP、LPI 與 LPD 在每次煞車後與障礙物的距離都可以保持在 15cm 的距離。

(三).障礙物煞車時間

針對煞車所需要花費的時間，將資料整理後製作成圖 19，在圖 19 中的圓點符號利用藍色系代表超音波距離感測器，綠色系代表雷射距離感測器進行不同距離感測器分類。圖 18 固定障礙物煞車時間數值分布圖來看，超音波距離感應器在煞車過程中所需要花費的時間介於 0.7sec~1.97sec 之間，雷射距離感測器則介於 1.17sec~13.23sec 之間。

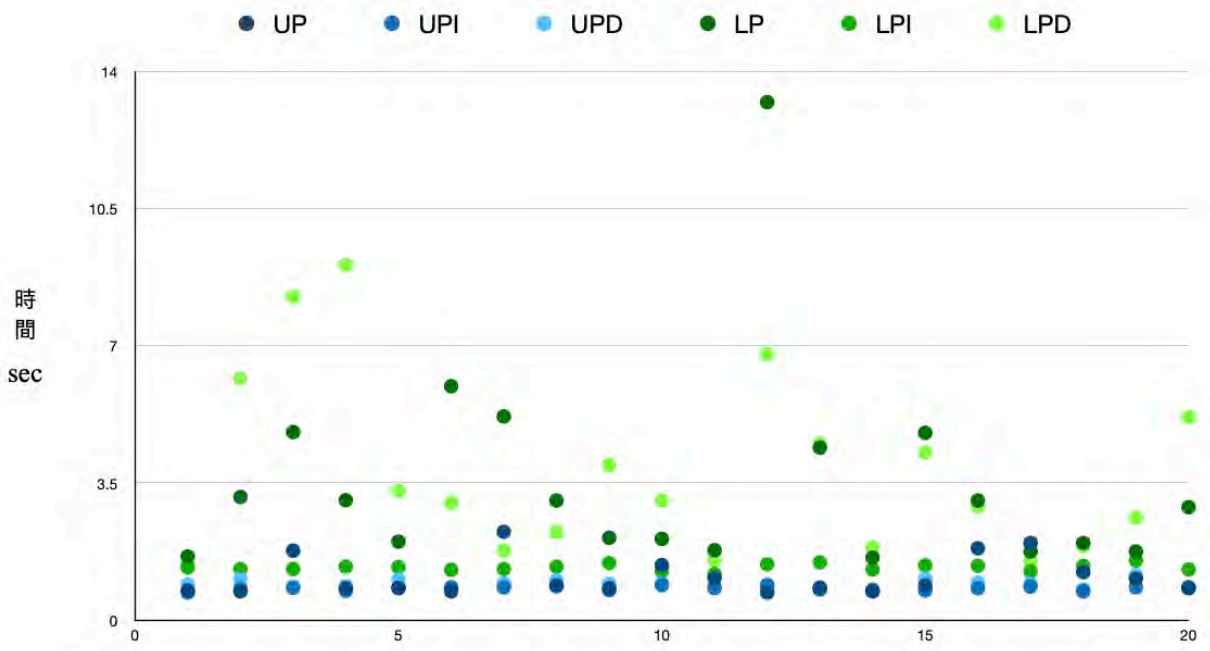


圖 19.固定障礙物煞車時間數值分布圖

進一步分析每種實驗處理全部 20 次資料，經過計算所得到的固定障礙物煞車時間平均值與範圍經過整理如表 3 所示。

表 3.固定障礙物煞車時間分析表

	UP	UPI	UPD	LP	LPI	LPD
平均值(sec)	1.1	0.81	0.91	3.51	1.34	3.76
最大值(sec)	1.97	0.86	1.05	13.23	1.52	9.07
最小值(sec)	0.7	0.7	0.73	1.59	1.17	1.43

從表 3 來看，在超音波距離感測器中煞車過程所需要花費的時間中 UP 平均值為 1.1sec，數值介於 0.7sec ~1.97sec 之間， UPI 花費時間平均值為 0.81sec，數值介於 0.7sec ~0.86sec 之間，UPD 的平均值為 0.91sec，數值介於 0.73sec ~1.05sec 之間。

在雷射距離感測器表現中 LP 的煞車時間平均值為 3.51sec，數值介於 1.59sec ~13.2sec 之間，LPI 煞車時間平均值為 1.34sec，數值介於 1.17sec ~1.52sec 之間，LPD 的平均值為 3.76sec，數值介於 1.43sec ~9.07sec 之間。

(四).移動障礙物加速度

為了區分實驗處理固定障礙物與移動障礙物的英文代碼，將原有的英文代碼前加入 M 來區分移動障礙物的實驗處理代碼，例如原來固定障礙物 UP 加上 M 則為 MUP，例如 MUP 顯示在移動障礙物中超音波距離感測器+P 控制的實驗處理組合。

完成代碼編號後，首先將收集到的加速度資料進行繪製，圖 20 顯示本次研究中所收集到的針對移動障礙物機器人加速度資料數值分布圖。

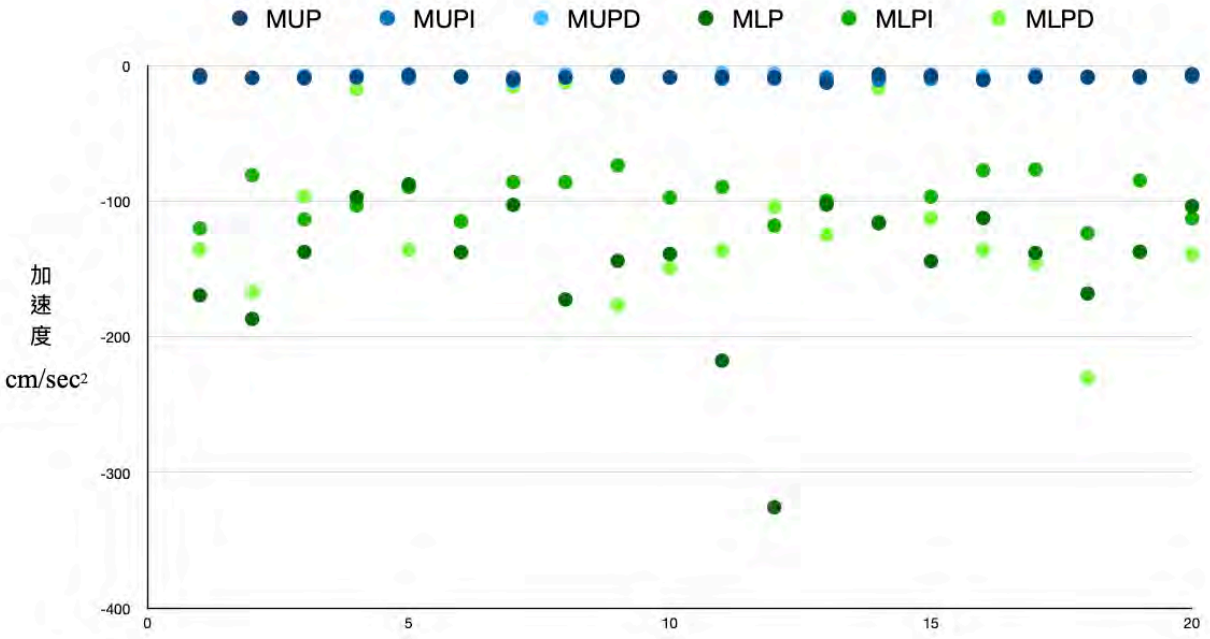


圖 20.移動障礙物加速度數值分布圖

在圖 20 中的圓點符號利用藍色系代表超音波距離感測器，綠色系代表雷射距離感測器進行不同距離感測器分類。從圖 19 來看超音波距離感測器所收集到的加速度大多分布在-5.99 cm/sec^2 ~ -12.23 cm/sec^{2}之間，而雷射距離感測器大多分布在-11.86 cm/sec^2 ~ -325.71 cm/sec^{2}之間。

接著將所收集到的 20 次資料中，經過計算所得到的加速度平均值與範圍經過整理如表 4 所示。

表 4.移動障礙物加速度分析表

	MUP	MUPI	MUPD	MLP	MLPI	MLPD
平均值(cm/sec^2)	-8.02	-8.61	-7.12	-146.73	-97.6	-114.84
最大值(cm/sec^2)	-5.99	-7.8	-5.45	-87.24	-73.24	-11.86
最小值(cm/sec^2)	-12.23	-10.12	-11.61	-325.71	-123.27	-230.17

從表 4 來看，在超音波距離感測器中 MUP 加速度平均值為-8.02 cm/sec^2，數值介於-5.99cm/sec^2 ~-12.23cm/sec^{2}之間， MUPI 加速度平均值為-8.61 cm/sec^2，數值介於-7.8cm/sec^2 ~-10.12cm/sec^{2}之間，MUPD 度平均值為-7.12cm/sec^2，數值介於-5.45 cm/sec^2 ~-11.61 cm/sec^{2}之間。

在雷射距離感測器表現中 MLP 的加速度平均值為-146.73 cm/sec^2，數值介於-87.24cm/sec^2 ~-325.71cm/sec^{2}之間，MLPI 的加速度平均值為-97.6cm/sec^2，數值介於-73.24cm/sec^2 ~-123.27m/sec^{2}之間，MLPD 的加速度平均值為-114.84cm/sec^2，數值介於-11.86cm/sec^2 ~-230.17cm/sec^{2}之間。

(五).移動障礙物之間距離

針對煞車後機器人與移動障礙物之間的距離，在資料收集後整理成圖 21 來呈現當機器人完全煞車後與移動障礙物之間距離數值分布圖。在圖 21 中的圓點符號利用藍色系代表超音波距離感測器，綠色系代表雷射距離感測器進行不同距離感測器分類。

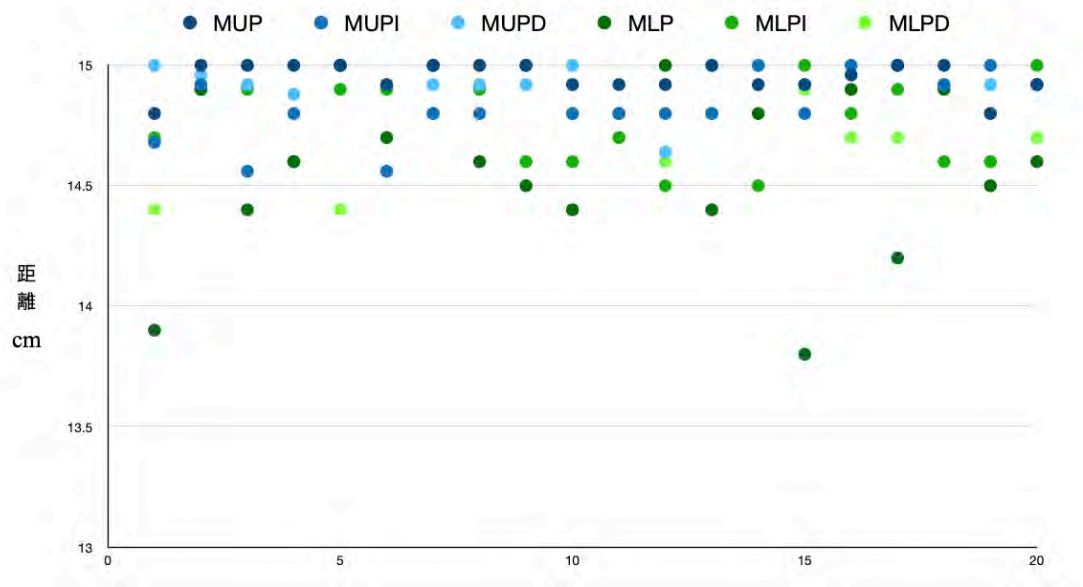


圖 21.移動障礙物之間距離數值分布圖

從圖 21 來看超音波距離感測器所收集到的距離大多分布在 14.56 cm ~ 15cm/sec^{2}之間，而雷射距離感測器則是與障礙物保持在 13.8cm~15cm 的距離。進一步分析所收集到的 20 次資料中，經過計算所得到的距離平均值與範圍經過整理如表 5 所示。

表 5.移動障礙物之間距離分析表

	MUP	MUPI	MUPD	MLP	MLPI	MLPD
平均值(cm)	14.95	14.85	14.93	14.6	14.76	14.82
最大值(cm)	15	15	15	15	15	15
最小值(cm)	14.8	14.56	14.88	13.8	14.5	14.4

從表 5 來看，在超音波距離感測器中 MUP 距離平均值為 14.95 cm，數值介於 14.8cm ~15cm 之間， MUPI 距離平均值為 14.85cm，數值介於 14.56cm~15cm 之間，MUPD 的距離平均值為 14.93cm，數值介於 14.88cm~15cm 之間。

在雷射距離感測器表現中 MLP 距離平均值為 14.6 cm，數值介於 13.8cm ~15cm 之間，MLPI 距離平均值為 14.76cm，數值介於 14.5cm~15cm 之間，MLPD 的距離平均值皆為 14.82cm，數值介於 14.4cm~15cm 之間。

(六).障礙物煞車時間

針對煞車所需要花費的時間，將資料整理後製作成圖 22，在圖 22 中的圓點符號利用藍色系代表超音波距離感測器，綠色系代表雷射距離感測器進行不同距離感測器分類。圖 21 移動障礙物煞車時間數值分布圖來看，超音波距離感應器

在煞車過程中所需要花費的時間介於 1.2 sec~2.77sec 之間，雷射距離感測器則介於 0.09sec~1.45sec 之間。

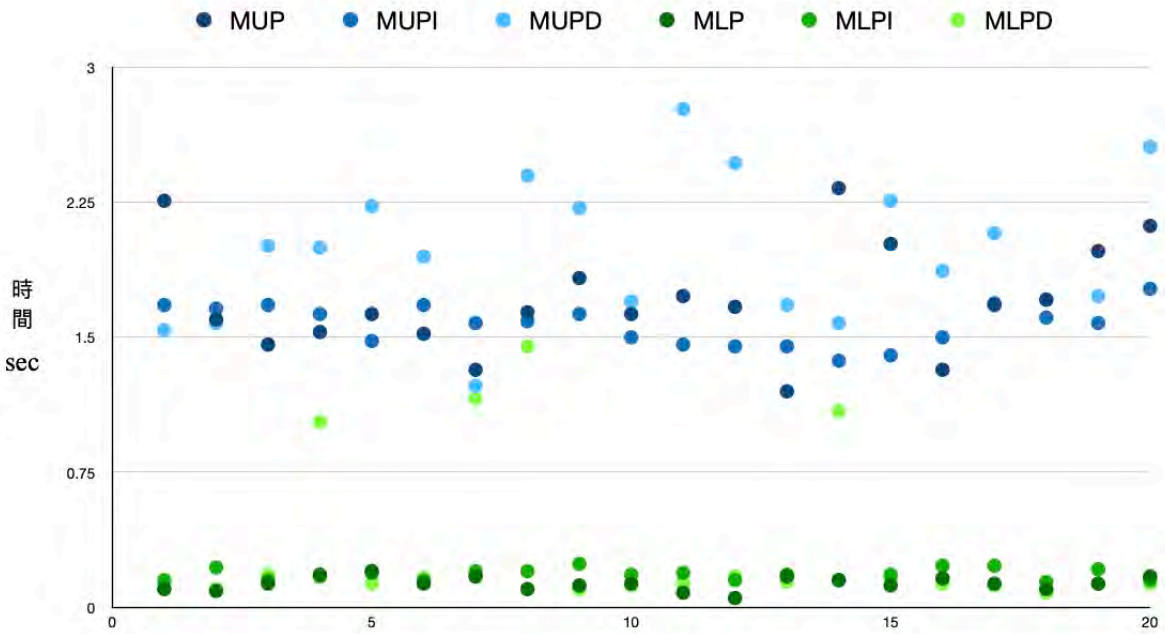


圖 22.移動障礙物煞車時間數值分布圖

進一步將煞車需要時間經過計算，將所得到的移動障礙物煞車時間平均值與範圍經過整理如表 6 所示。

表 6.移動障礙物煞車時間分析表

	MUP	MUPI	MUPD	MLP	MLPI	MLPD
平均值(sec)	1.71	1.57	1.98	0.13	0.18	0.34
最大值(sec)	2.33	1.77	2.77	0.18	0.24	1.45
最小值(sec)	1.2	1.37	1.54	0.09	0.14	0.1

從表 6 來看，在超音波距離感測器中煞車過程所需要花費的時間中 MUP 平均值為 1.71sec，數值介於 1.2sec ~2.33sec 之間， MUPI 花費時間平均值為 1.57sec，數值介於 1.77sec ~1.37sec 之間，MUPD 的平均值為 1.98sec，數值介於 2.77sec ~1.54sec 之間。

在雷射距離感測器表現中 MLP 的煞車時間平均值為 0.13sec，數值介於 0.18sec ~0.09sec 之間，MLPI 煞車時間平均值為 0.18sec，數值介於 0.24sec ~0.14sec 之間，MLPD 的平均值為 0.34sec，數值介於 1.45sec ~0.1sec 之間。

二、感測器分析比較

本次研究主要探討兩種不同距離感測器(超音波距離感測器與雷射距離感測

器)搭配不同三種自動控制程式(P 控制、PI 控制與 PD 控制)煞車系統，分別面對固定障礙物與移動障礙物的煞車表現。所收集的數據包含機器人在煞車時的加速度、紀錄完全煞車後與障礙物的距離以及煞車過程所需要花費的時間。

為了有系統進行比較在分析比較部分將針對障礙物加速度、障礙物距離與煞車時間進行討論。

(一).障礙物加速度

針對機器人面對固定障礙物與移動障礙物在加速度的表現，將本次研究分別收集的加速度平均數資料整理製作成表 7。

從表 7 中可以發現在固定障礙物狀態中超音波距離感測器在三種自動控制的加速度表現高於雷測距離感測器的表現，顯示超音波距離感測器在偵測到障礙物之後在執行煞車過程需要採用高的加速度來完成自動控制程式，而雷測距離感測器的加速度表現採用較低的加速度來完成煞車任務。

針對移動障礙物狀態的煞車表現透過表 7 可以發現結果剛好與固定障礙物狀態加速度表現相反，在面對移動障礙物時雷射距離感測器的加速度表現高於超音波障礙物表現。

表 7.障礙物加速度表現分析表

障礙物狀態	距離感應器種類	自動控制種類	實驗處理代碼	加速度(cm/sec^2)
固定	超音波	P	UP	-26.43
		PI	UPI	-31.67
		PD	UPD	-28.48
	雷測	P	LP	-9.65
		PI	LPI	-18.93
		PD	LPD	-9.14
移動	超音波	P	MUP	-8.02
		PI	MUPI	-8.61
		PD	MUPD	-7.12
	雷測	P	MLP	-146.73
		PI	MLPI	-97.6
		PD	MLPD	-114.84

針對上述現象推測可能與距離感測器的工作原理有關，由於雷測採用雷射光的方式進行訊號偵測，超音波是利用超音波進行偵測，雷射光因為是單一直線所以較為精準，而超音波屬於球型波，較容易受到外界干擾，所以比較不精準。

為了清楚說明移動障礙物狀態下距離感測器的加速度差異的可能原因，針對感測器訊號範圍繪製示意圖(圖 22)，在圖 22 中可以看到在移動障礙物狀態中由於超音波偵測的前方範圍較廣(綠線所示)，雷射光只能透過直線方式進行正前方的物體(紅線所示)，所以在移動障礙物開始移動時可能超音波距離感測器已經偵測到物體，而雷測距離感測器則需要物體移動到正前方時方能偵測到，這個狀況反而造成超音波距離感測器有充裕的時間執行煞車任務，反觀雷測距離感測器因為可以執行程式的時間少所以需要更大的加速度來完成煞車任務。

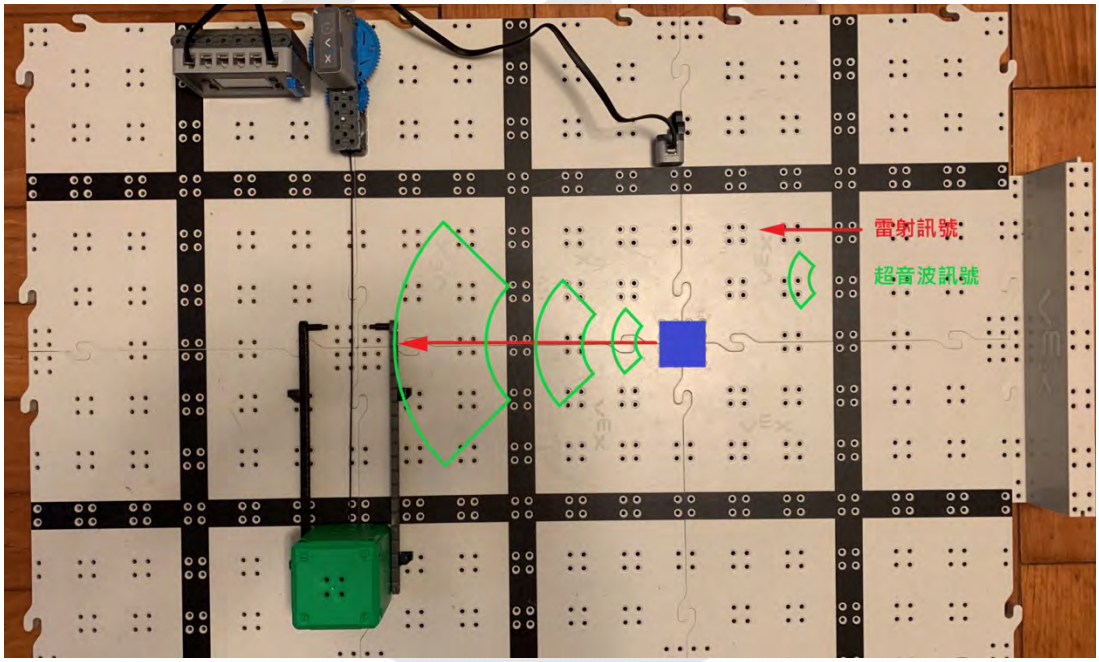


圖 22.不同距離感測器訊號偵測範圍示意圖

(二).障礙物之間距離

針對機器人面對固定障礙物與移動障礙物在完全煞車停止後與障礙物之間的距離表現，將所有實驗處理的平均數資料整理製作成表 8。

在測量機器人與障礙物間的距離是透過另外一顆雷射距離感測器進行測量，藉此提高數據的準確性。從表 8 可以看到在固定障礙物狀態下雷射距離感測器搭配三種自動控制程式都可以準確保持與障礙物 15cm 的距離。

在超音波距離感測器使用上，不論是固定障礙物或是移動障礙物狀態下，當

完全煞車後機器人與障礙物的距離大多保持在 14.81cm~14.95 範圍之間。

當雷射距離感測器在面對移動障礙物狀態下，最後的距離反而是離障礙物相對比較近，距離範圍介於 14.6cm~14.82cm 之間。這與固定障礙物狀態有所不同。

表 8.障礙物距離表現分析表

障礙物狀態	距離感應器種類	自動控制種類	實驗處理代碼	距離(cm)
固定	超音波	P	UP	14.91
		PI	UPI	14.84
		PD	UPD	14.81
	雷測	P	LP	15
		PI	LPI	15
		PD	LPD	15
移動	超音波	P	MUP	14.95
		PI	MUPI	14.85
		PD	MUPD	14.93
	雷測	P	MLP	14.6
		PI	MLPI	14.76
		PD	MLPD	14.82

與障礙物距離的差異可能是在執行自動控制時，距離的精準度與穩定度不同，因此在固定障礙物狀態下雷射距離感測器因為精準度和穩定度較高，因此可以準確停留在 15cm 的地點。

超音波距離感測器則是比較不穩定，因次在完成自動控制程式執行時容易造成距離的差異。

不過雷射距離感測器在移動障礙物狀態下會面臨到另一個問題，就是執行自動控制的時間變短，而調整速度的時間也會跟著縮短，因此造成煞車距離產生明顯的差異。

(三).障礙物煞車時間

針對機器人面對固定障礙物與移動障礙物在整個煞車過程所需的時間，將所有實驗處理的平均數資料整理製作成表 9。從表 9 可以看到在固定障礙物狀態下雷射距離感測器在煞車過程中所需要的時間較長，需要的時間介於

1.34sec~3.76sec，超音波距離感測器所需時間介於 0.81sec~1.1sec 之間。

表 9.煞車時間表現分析表

障礙物狀態	距離感應器種類	自動控制種類	實驗處理代碼	時間(sec)
固定	超音波	P	UP	1.1
		PI	UPI	0.81
		PD	UPD	0.91
	雷測	P	LP	3.51
		PI	LPI	1.34
		PD	LPD	3.76
移動	超音波	P	MUP	1.71
		PI	MUPI	1.57
		PD	MUPD	1.98
	雷測	P	MLP	0.13
		PI	MLPI	0.18
		PD	MLPD	0.34

當面對移動障礙物狀態時，雷射距離感測器在煞車過程中所需要的時間較短，需要的時間介於 0.13sec~0.34sec，超音波距離感測器所需時間介於 1.57sec~1.98sec 之間。

對於這個現象主要是在移動障礙物狀態時，雷射距離感測器在偵測到障礙物的時間就比超音波距離感測器短，所以可以執行煞車程式的時間也就相對縮短，超音波距離感測器在移動障礙物移動的時候已經偵測到，所以爭取到較多的時間來執行煞車程式。

三、自動控制分析比較

本次研究除了探討不同距離感測器表現之外，還採用三種不同的自動控制程式來進行輔助煞車過程。接下來將針對固定障礙物狀態與移動障礙物狀態進行分析討論。

(一).固定障礙物

首先將固定障礙物的實驗數據整理成表 10，透過表 10 針對不同自動控制方式在不同距離感測器表現進行討論。

表 10.固定障礙物與自動控制表現一覽表

	UP	UPI	UPD	LP	LPI	LPD
加速度(cm/sec^2)	-26.43	-31.67	-28.48	-9.65	-18.93	-9.14
距離(cm)	14.91	14.84	14.81	15	15	15
時間(sec)	1.1	0.81	0.91	3.51	1.34	3.76

從表 10 來看，在使用超音波距離感測器時候，UPI 的加速度最大，其次是 UPD 然後是 UP。在煞車停止後與障礙物的距離 UP 最大，其次為 UPI 然後是 UPD。在煞車時間方面，UP 需要花費的時間較多，然後是 UPD，花費時間最少為 UPI。

針對雷測距離感測器的表現上，LPI 的加速度值最大，其次為 LP 然後是 LPD。針對機器人與障礙物的距離則是三種方式皆為 15cm。在煞車花費的時間表現，LPD 需要的時間較多，然後是 LP，花費時間最少的是 LPI。

綜合上述固定障礙物的表現，兩種距離感應器搭配 PI 自動控制所需要的加速度高於其他兩種自動控制方式。在與障礙物的距離表現上，雷射距離感測器搭配三種自動控制組合都可以準確將機器人距離保持在 15cm 處，超音波距離感測器則是 P 控制最遠，然後是 PI 控制，最近則是 PD 控制。

針對煞車所需要的時間表現，兩種感測器搭配 PI 控制所花費的時間較少，超音波距離感測器搭配 P 控制所花費的時間較多，而雷射距離感測器搭配 PD 控制所花費的時間較多。

(二).移動障礙物

針對移動障礙物與不同自動控制表現，將資料整理後製作成表 11，透過表 11 針對煞車的表現數據進行說明。

表 11.移動障礙物與自動控制表現一覽表

	MUP	MUPI	MUPD	MLP	MLPI	MLPD
加速度(cm/sec^2)	-8.02	-8.61	-7.12	-146.73	-97.6	-114.84
距離(cm)	14.95	14.85	14.93	14.6	14.76	14.82
時間(sec)	1.71	1.57	1.98	0.13	0.18	0.34

從表 11 來看，在使用超音波距離感測器時候，MUPI 的加速度最大，其次是 MUP 然後是 MUPD。在煞車停止後與障礙物的距離 MUP 最大，其次為 MUPD 然

後是 MUPI。在煞車時間方面，MUPD 需要花費的時間較多，然後是 MUP，花費時間最少為 MUPI。

針對雷測距離感測器的表現上，MLP 的加速度值最大，其次為 MLPD 然後是 MLPD。針對機器人與障礙物的距離則是 MLPD 距離最遠，其次為 MLPI 然後 MLP。在煞車花費的時間表現，MLPD 需要的時間較多，然後是 MLPI，花費時間最少的是 LP。

四、準確性與正確性分析

本次研究主要探討兩種不同距離感測器(超音波距離感測器與雷射距離感測器)搭配不同三種自動控制程式(P 控制、PI 控制與 PD 控制)煞車系統，分別面對固定障礙物與移動障礙物的煞車表現。透過數據的收集來討論準確性與正確性。

(一).準確性

在準確性表現上，透過表 8 可以發現在固定障礙物狀態下，雷射距離感測器配合三種的自動控制程式都可以在障礙物 15cm 前完全靜置，顯示雷射距離感測器在準確性表現上優於超音波距離感測器。

超音波距離感測器不論在固定障礙物狀態或是移動障礙物狀態在完成煞車後與障礙物的距離都保持在 14.81cm~14.95cm 之間，顯示超音波距離感應器在配合自動控制程式在準確性表現上比較有一致性。

至於在移動障礙物狀態下雷射距離感測器在準確性表現上與面對固定障礙物狀態時有所差異，由於自動控制程式的執行需要不斷修正先前的誤差來進行調整，可能當雷射距離感測器面對移動障礙物時由於偵測到的時間短(參閱表 9)，相較超音波距離感測器煞車時間大約減少 1.5sec，所以能夠執行自動程式修正的次數減少，因此造成的距離誤差比較大。

(二).正確性

在探討正確性方面，透過研究發現兩種距離感測器都可以偵測到前方障礙物的存在，然後可以執行自動控制的煞車程式。

值得一提的是在資料收集過程中發現超音波距離感測器可以偵測的有效範圍距離大約為前方 46cm 左右，一旦障礙物與機器人距離超過這個範圍，超音波距離感測器就無法正確偵測到前方障礙物。

基於上述的結果和實驗過程，推論出以下結果：只有 P 控制的情況下機器

人常常卡在最後一點點的距離，不過超音波感測器因為會有點誤差，所以反而會比雷射感測器快停下來；PI 控制因為可以消除穩態誤差，所以時間消耗都是最短的；PD 控制原本的功用應該是快速修正，由於 PID 控制的增益常數（gain）過大，影響 PD 控制作用小，因此 PD 控制的效果沒有特別突出的部分。

伍、討論

本次研究的創見性主要是嘗試結合 PID 與距離感測器針對前方的障礙物進行車輛動態煞車自動控制，透過距離感測器與 PID 自動控制程式相互作用，然後針對自駕車的馬達進行調整與修正，提高車輛安全與降低交通事故發生。

經過研究資料收集、分析以及研究結果分析與報告撰寫，以下將針對本次研究進行結論說明與提出未來後續研究建議，詳細說明如下:

一、結論

針對上述討論可以初步歸納出以下 4 點結論:

1. 針對固定障礙物煞車表現雷射距離感測器的準確性與正確性表現都優於超音波距離感測器。
2. 針對移動障礙度的表現上由於超音波距離感測器偵測的範圍廣，當移動障礙物尚未移動到機器人正前方時已經偵測到障礙物，因此有較多的執行程式時間，因此加速度比雷射距離感測器少。而且在煞車後與障礙物的距離表現也優於雷射距離感測器。
3. 不同的自動控制程式在執行時因為有不同的參考與誤差值，所以在不同距離感測器與障礙物狀態都有不同。
4. 不同的距離感測器的運作原理與偵測區域不同，在未來應用時候可以針對這些特性進行調整，例如現在汽車的自動跟車系統大多採用雷射系統方式，可以偵測正前方較遠的車輛。在車身四周的碰撞偵測系統，因為偵測距離短但是範圍較大所以大多則採用超音波系統。

二、建議與應用

針對上述所歸納的結論，未來後續的研究方向可以從 5 方面著手:

1. 本次研究只有採用 20 次的實驗數據進行分析，未來可以收集資料的次數，提高研究的準確性。研究者目前由於尚未具備統計分析專業能力，建議後續研

究可以針對本次研究控制進行進一步統計分析，進行不同距離感應器的差異、不同 PID 程式差異等比較平均數統計分析，獲得進一步的研究分析結果。

2. 由於本次研究的機器人的起始位置為 46cm，無法提供誤差產生的機會，造成 PD 自動控制的效果不顯著，未來可以增加場地的面積，模擬實際道路狀態進行資料收集。
3. 由於本次研究所使用的雷射感測器與超音波距離感測器容易受到外界光線與障礙物影響，如何模擬全天候環境亮度是未來的改進方向之一。
4. 在煞車過程中地面與輪胎的摩擦係數也是影響因素，外來後續實驗中可以將摩擦力、車速、煞車加速度與車體重量列入考量．

由於自動駕駛系統也採用視覺辨識系統與人工辨識系統提高偵測的準確性與正確性，未來後續研究也可以採用視覺感測器(Vision sensor)進行比較(周偉謨、沈育如，2021)。

參考文獻

王傑智、黃福銘 (2021 年 9 月 30 日)。交通自駕車系列 1:演化(革命)中的自駕車核心技術。科技大觀園。取自:https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=11873363-004e-4cb6-abc4-c96ac23a6af3

任苙萍(2020)。自駕長路漫漫但產業行程有加速之勢。電子與電腦雜誌，5，20-23。

林俊佑(2020)。國內自駕車道路測試概況。車安通訊季刊，109(3)。取自: https://www.vscc.org.tw/File/Download/8999b6d1-f58b-4756-a8ca-0751dbca5f94?FileName=353859b3-876e-4e2b-aa01-54947bb0976d.pdf&cid=3791

周偉謨(2018)。VEX IQ 機器人機器人基礎篇:進入 VEX Robotics 世界的敲門磚。新北市:中華資訊與科技教育學會。

周偉謨、沈育如(2021)。VEX IQ 機器人機器人基礎篇:進入 VEX Robotics 的世界。新北市:中華資訊與科技教育學會。

施吉昇、黃福銘(2021 年 9 月 30 日)。交通自駕車系列 2:你還需要考駕照嗎?自動駕車的發展與挑戰。科技大觀園。取自:https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=6021cb5a-bee6-4391-b435-2394edfac715

翁國樑、李玉忠、柯明寬、徐錦衍(2019)。自駕車發展趨勢與關鍵技術。工程，92(4)，23-41。

張俊毅、沈彥志(2020)。台灣自駕車場域現況與未來發展。車輛研測專刊，2020，87-92。

陳柏全。(2018 年 11 月 8 日)。自動駕駛的演進。科技大觀園。取自: https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000009/detail?ID=a6e47872-f4ad-4ae9-945c-4dac6c207d5a

陳敬典(2018)。自動駕駛車發展現況與未來趨勢。車輛研測專刊，2018，15-26。

陳敬典(2020)。全球自駕車產業發展現況與未來趨勢。車輛研測專刊，2020，19-28。

黃冠渝、黃英哲(2018a 年 10 月 18 日)。自駕車置中行駛的科技: PID 控制-讓自駕車各行其道(二)。科技大觀園。取自: https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=53326f3b-f174-4eb9-bd75-89adc1c585d2

黃冠渝、黃英哲(2018b 年 10 月 18 日)。自駕車置中行駛的科技: PID 控制-讓自駕車各行其道(一)。科技大觀園。取自: https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=47abfefa-6d4d-4fdd-8220-7156cd5790a1

黃昱誠、陳宥潔、陳怡翔、黃昭銘(2021)。有「感」而發-探討外部感應器對機器人競賽表現效能評估。ICEET 2021 數位學習與教育科技國際研討會。台北:國立政治大學。

結合生活體驗課程創新教學設計學習效益之行動研究-以大一中文閱讀與表達為例

Action research on the learning benefits of innovative teaching design combined with life experience courses-Taking freshman Chinese reading and expression as an example

王惠萱
國立高雄科技大學基礎教育中心 講師
Hwei-hsuan Wang, lecturer, Basic Education Center, National Kaohsiung University of Science and Technology
E-mail：renee0713@nkust.edu.tw

摘要

學生對於國文課程學習的既有印象多為艱澀的文意了解、乏味的課文講授、與注釋的背誦說明等等，而對於國文課程的學習活動，則主要是教學者單項課程教授與內容的問答。而中文課程的文本內容則有多元的體裁類型，如詩、文、與小說，內容形式有文言和白話之分。白話文本的用字遣詞與當代文字的使用方式和意涵相差不遠，但文言文本的字義、用字方式等都與當代的文字習慣相差甚遠。因此如何使學生能具有動機的學習，而能體會其中的情境與意義，更進而能將所學整合應用，則是教學者在課程規畫與教學設計上一個艱難的挑戰。

是故本研究主要針對大一「中文閱讀與表達」課程目標，進行課程分析與教學設計規劃，然後執行兩階段的教學行動研究，第一階段主要以「有所思」課程單元，為期三週結合生活體驗課程與小組合作學習，繼而針對學生學習過程中、抽象課程文意了解、文本內容與生活情境關聯、文本課程與整合應用能力進行評估與教學修正。然後進行第二階段「討海人」課程單元三週教學實驗，以了解結合生活體驗課程創新教學對於大一「中文閱讀與表達」課程的學習效益狀況。經本研究資料整理與分析，發現以下相關結果

一、結合生活體驗的課程設計教學，有助於學生對於抽象文本課程概念的了解。
二、結合生活體驗的課程設計教學，有助於學生對於文本課程的意境體會。
三、結合生活體驗的課程設計教學，有助於學生將文本內涵融入一般生活情境的應用。

同時針對未來研究，進一步提供相關的研究建議，以為後續研究參考。

關鍵字： 中文創新教學 文本情意設計 國文課程設計

Abstract

Students' existing impressions of the Chinese course are mostly difficult understanding of the meaning of the text, boring text lectures, and recitation of annotations, etc., while the learning activities of the Chinese course are mainly questions and answers about the teaching and content of individual courses. The purpose of this study is to combing life experience into Chinese curriculum design to enhance students' learning motivation and effects. After collation and analysis of data in this study, the following relevant results were found.

1. The teaching of curriculum design combined with life experience is helpful for students to understand the concepts of abstract text courses.

2. Curriculum design teaching combined with life experience is helpful for students to understand the artistic conception of text courses.

3. Curriculum design and teaching combined with life experience will help students integrate the connotation of the text into the application of general life situations.

At the same time, for future research, further relevant research suggestions are provided for reference in follow-up research.

Keywords： Innovative teaching of Chinese, text emotive design, Chinese curriculum design

壹、 前言

大一「中文閱讀與表達」課程，主要選錄古典詩、現代詩、散文、小說等多元體裁的文本內容作為教學教材，對於學生而言是較艱澀。學生過往在語文課程的學習經驗中，多是以被動式的學習為主，直接於課堂中吸收教學者所給予文本中作者、內容、書寫架構等知識。教學者發現學生在長期被動聆聽的教學方式下學習，易使學生對課程內容提不起興趣，甚至對語文課程產生學習無趣的刻板印象，是故如何讓學生能夠願意主動去探究課程文本內容，改進教學策略，是在整體課程教學中能夠達到廣度與深度學習的關鍵。這樣的改進教學則須思考如何設計相關的學習活動，能夠讓學生由被動的聽講，轉化成為完成特定主題學習而主動來回進行文本課程的學習與深究。同時經由小組合作學習方式，讓同學能夠互相激勵，為完成小組合作學習目標，而願意反覆探究課程文本內容，提升對課程的內涵深度。

因此本研究主要透過創新教學策略，在不同的課程單元主題中，設計與文本相關的提問、討論、活動，希冀能因創新的教學活動設計提升學生對語文課程的學習興趣。進而讓學生在國文課程文本的抽象意義了解之後，輔以結合課程內容主題的實務操作，以結合自我體驗於課程情境，提升學生的整體學習動機與成效。同時透過小組合作進行多元體驗與探索學習，整體課程的創新教學策略如：小組討論與表述法、換位思考融入文本的教學設計法、以及結合文本主題之延伸活動等教學方式，欲透過這些創新活動設計，能使學生將文本與課程活動連結，進而主動探索、發覺、分析文本內容中的意義、角色性格，讓學生因主動閱讀和翻閱文本，能提升對於課程內容的印象，並透過體驗與小組合作學習方式，讓學生經由對文本課程的體驗了解，然後在小組合作過程中，為了達成學習任務跟主題課程作業，不斷反覆主動去探察文本內容，了解文本意義並進行主題探究，以提升對國文課程學習興趣與學習成效。

貳、 文獻探討

一、 國文科課程與教學探討

由於國文課程的升學考試壓力關係，過往課程學習多半是進度式的被動學習。學生對於國文課的既有印象多為：枯燥的課文講授、背誦注釋、抄寫課文等等，課程的學習活動，則主要是教學者的單向教授為主。而大一「中文閱讀與表達」課程，著重在提升學生的閱讀力與表述力，是故如何將高中時期的國文課程學習模式，進行創意教學設計，以提升學生在本課程的學習動機與成效，是本研究主要關鍵探索目標。

由過去國文課程的教學案例發現，透過多元的經典教材，經由閱讀富含豐富情感的新詩、散文、小說等文本教材，能夠引起學生情感的共鳴以深入國文課程的學習(蘇品如,2016)。而這樣的學習，若能以特定議題如關懷生命為核心，讓學生透過文本的引領，重新看待自我成長的歷程、探索生命存在的意義、尊重他人生命，可以讓學生重新省思自我的生命歷程，啟發學習在生命歷程中的意義(黃瓊慧,2016)。如若能將經典文本經過改編成電視劇或電影後，有了自己的生命力，更有別於原著的原貌，然後以劇本改編與戲劇表演的方式融入國文教學，可以讓學生更能深究文本意涵，體會課程教材內容(王妙純與羅文苑,2010)，因此如何能將抽象的國文文本內容，結合學生的生活體驗，進一步設計對應的教材學習內容與學習方式，將對學生的抽象概念具體化學習，具有潛在的學習輔助。

二、結合生活體驗的國文科課程教材設計探討

中文的文本內容具有多元的體裁類型，例如：詩、文、小說，尤其古代經典教材的抽象文本，如能設計相關教材和學生的生活經驗連結，將對其深入文

本課程有具體的助益。劉君琣(2020)提出透過體驗式學習可以將古代的經典連結現代青年的生命經驗，拉近古代經典與青年學生的距離，因此以體驗式學習的方式，帶領學生進入經典文學作品的背景與情境中，連結學習者生活的經驗，讓學生主動透過實作、討論、分享，得到完整的學習成果。研究結果發現體驗式學習能提升學生閱讀經典的興趣，並且更能體會經典中的情意。

體驗是指具有經歷某些事物的歷程或是一種感受，體驗式學習則是指透過直接參與的經驗，給予學生做中學的機會，增進學生學習的最大效益。林宜亨(2017)認為體驗式教學強調以學生為主體，藉由課程設計來引起學生的學習動機，並依學生的先備知識和學習狀況，設計有助於學生學習的課程活動，過程中考量每個學生不同的特性和學習能力，將活動內容區分成不同的層次。在體驗式的教學過程中，主要讓學生可以親身參與其中，教學者設計與單元文本相關的活動內容，而活動內容的設計方向會以文本情境、角色特質延伸至學習者當前的生活環境，讓學習者依據步驟的任務，完成對於文本閱讀的探究。蔡凱鈞(2022)提及體驗式學習強調過程與結果並重的同等性，並且重視整體了解而非片面理解，亦具備彈性與參與性，而能增加更多學習的趣味性。林宜亨(2017)認為有別於傳統式的口說教學，體驗式學習課程具有活力、有趣、魅力和變化，更多令人期待的內容，也更能提升學生學習的興趣。李育嘉(2017)則指出體驗式學習是一種經由教學設計運用感官體悟的歷程，讓學生透過真實情境的活動，產生與舊經驗連結，進而從學習的過程中反思生活經驗所得到的意義，終而內化成學習者自身能力的過程，是一種讓學習者透過積極主動、親身行動來獲得新知識的學習方式。

三、結合生活體驗學習在國文科課程的實施探究

許如蘋(2017) 於大一國文課程融入「家鄉記憶」主題中，讓學生觀察自己家鄉為出發點，接著了解家鄉人事物，最後深入的思索，思考孕育我們成長的土地帶給我們甚麼樣的家鄉味。課程中主要以學生的學習為考量，課堂上的教學活動、課堂上或者課堂後的作業，皆以學生學習為出發點，包含學生的學習興趣、學習任務、與學習成果。劉君琣(2019)於大一國文課程中以體驗式學習之教學設計提升學生閱讀經典的興趣，課程進行中，學生透過單元的討論問題，思考文本內涵及應用閱讀獲得的知識，最後形成自身的創作。研究中發現學生於學習過程中，更能體會經典中的情意，對於提升閱讀興趣、理解文本情意，或是情意遷移至寫作乃至真實人生，均有正向幫助。

徐秀菁(2020)於大一國文課程中以引導式提問法融入教學，課程中培養學生的問題意識，經由問題體驗，進而發現與提出問題，最後思索解決的方法。唯有懂得提問才能達到深化閱讀，提升學生文本解讀的能力。透過這樣的教學方式，學生也將由知識被動接收的角色，轉換為主動學習者，能夠激發學生的學習興趣，也增進其自主學習能力、批判性思考。王國安(2022)於大一國文課

程中，以「職人敘事」的單元融入課程中，此課程由學生透過自己的閱讀經驗，輔以教師引導選擇文本，學生以合作學習的方式完成主題任務。其中學生的學習小組以異質性分組組成，學生於同組中共同學習、彼此共享學習成果，進而提高主動學習之動機與團體學習的成效。

因此本研究主要以大一中文閱讀與表達課程，針對單元課程中的抽象內容，設計與學生生活情境連結，並以合作學習的方式，經由了解、討論、感受與體驗活動過程，進行文本課程與個人的情感結合、文本角色的人物分析、相關人物詩創作與人物形象繪製等活動，期能讓大一學生更理解文本意涵與個人體驗感受，以提升國文課程的整體學習效益。

參、 研究方法

本研究主要以行動研究進行兩循環的教學實驗研究，教學研究對象為南部某科大機械工程系學生，選修中文閱讀與表達課程的大一學生，班級人數共有 32 人。第一循環主要進行初探性結合生活體驗國文課程教學設計，以探究單元課程與情感連結教材設計、抽象文本內容與中介信物連結設計、文本內容情愛變異與個人情緒處理教材設計、以及融入中文情境歌曲與文本內容整合能力教材設計，同時進行大一小組合作學習練習，以瞭解整體教材設計與大一實務教學的現場狀況。繼而反思第一循環的課程教學設計與實務教學過程，針對課程教學設計與小組活動互動過程修正，然後進行第二循環的教學實驗研究，實施單元課程內海洋印象連結教學設計、便條紙分享文本內容學習活動、小組文本人物性格的分析、以及人物性格分析連結至人物形象的繪製活動，完成兩循環的行動研究。行動研究中的每一循環教學實驗過程，分別透過問卷與訪談方式收集教學與研究關鍵要素，進行資料彙編與分析，以了解整體學習狀況，相關研究過程分述如下。

一、第一循環教學實驗研究

本循環教學實驗課程，共計三週，第一週的課程會讓學生先分學習小組，一組約 4 位同學，此學習小組將會共同合作進行本課程教學活動的分享及討論。本單元課程文本內容為古典詩〈有所思〉課程主題。由引起動機、文本閱讀、換位思考提問與討論、延伸活動發想等進行課程活動設計，課程活動設計結合個人與小組進行課程，藉由提問、閱讀、討論、換位思考、表述、聯想等教學方式，來組織這一個單元的內容教學課程。相關教學設計及活動內容如下：

(一)引起動機

1. 目的：進行與〈有所思〉單元課程的情感連結
2. 實施策略
   (1)實施心理測驗，進行動物意象譬喻說明

(2)分析自己的個性類型並檢視其意義

3. 活動實施成果

(1)個人進行心理測驗後，對於動物意象譬喻進行分析與彙編。

(2)分析結果：

表 1 所選擇好消息的動物

動物	意象譬喻	學生數量
狗	忠誠、信賴	9
鸚鵡	樂天，活潑	9
烏龜	勤奮，耐心	5
羊	溫暖、安全感	5
老虎	力量、權威	4

表 2 所選擇壞消息的動物

動物	意象譬喻	學生數量
老虎	力量、權威	15
烏龜	嚴肅不苟言笑步調緩慢、性格無趣	6
羊	溫暖、安全感	3
狗	戰戰兢兢、努力討好他人	3
鸚鵡	吵、煩	3

(3)學生的回饋統整

A. 答案結果很準確，但看到其他動物的解析，有許多對我來說也是相符的。

B. 這次測驗未完全測出我理想跟不理想的另一半，但是也有 7 成左右了。

C. 雖然測出來的答案和我自己喜歡的類型較相近，但這個測驗也僅供我參考而已。

D. 心理測驗整體來說還是能夠反應每個人的特質與內心想法，我個人覺得還蠻準確的。

E. 這個測驗很好玩！特別是看到解析時，是會震驚到的程度。

(4)活動後學生的學習情境檢視：

學生感受自己在情感中的狀況，也思考其人生伴侶的理想型類型，進而準備進入〈有所思〉單元文本內容。

(二)發展活動

1. 信物分享

(1)目的：將文本內容中抽象的信物與個人情感感受進行連結學習。

(2)實施策略：

A. 以文本內容「有所思，乃在大海南。何用問遺君，雙珠玳瑁簪。用玉紹繚之。」開啟換位思考的信物討論。

B. 以「若你是文中的女主角，有一個非常思念的對象，請問你會準備什麼樣的信物給對方？」為題，進行小組討論分享，再請小組將信物寫在白板上分享其象徵意義。

C. 小組分享結果：

類別一(飾品類)：手鍊、戒指、項鍊。

類別二(食物類)：巧克力、冰淇淋。

類別三(動物類)：貓咪。

類別四(生活用品類)：安全帽、風鈴、手機、拍立得、香水、端銑刀、牙刀、皮夾、球鞋、健身器材、圍巾、腰帶、包包、口紅、梳子、保溫杯、髮圈、外套。

類別五(手做物品類)：卡片、乾燥花、吊飾。

D. 活動實施後學生課程學習感受：

經此活動實施，學生所提供的信物類別，大多集中在生活用品類，也是學生在大一的這個年紀，較容易取得的物品，也就此與課程的文本內容進行連結。

2. 信物處理

(1)目的：文本內容情愛變異與個人如何處理探究學習。

(2)實施策略：

A. 以文本內容「聞君有他心，拉雜摧燒之。摧燒之，當風揚其灰！」開啟第二題換位思考的信物處置討論，主要討論內容為當女主角知道自己所思念的對象有他心時，將髮簪扯斷、砸碎，進而焚燒。我們會如何處理呢?

B. 以「若你是文中的女主角，得知自己所思念的對象有他心時，你會如何處置已準備好的信物呢？」為題，進行小組討論分享，針對第一題所提出的信物，說明後續會如何處理與對應態度。

C. 小組分享結果：

類別一(飾品類)：變賣。

類別二(食物類)：將食物吃掉或丟掉。

類別三(動物類)：送養。

類別四(生活用品類)：生活中可以使用到的會留下來，其餘物品則是送人或是變賣。

類別五(手做物品類)：丟掉或掩埋。

D. 活動實施後學生課程學習感受：

學生了解抽象的文本內容，同時以正確的態度對應生活中情變的議題處理。

(三)延伸活動

1. 活動主題：融入中文情境歌曲與〈有所思〉文本內容進行對應，以更強

化學生對課程文本內容的體驗與感受。

2. 實施策略：針對〈有所思〉文本課程內容與學生學習活動分享與感情連結之後，學生則依據對本文的認識，搭配一首中文歌曲，並說明與節錄歌曲其中的一段歌詞與〈有所思〉的情節連結意涵。
3. 活動實施成果：

學生所搭配的中文歌曲名稱、節錄歌詞、與連結文本意涵如下

	中文歌曲名稱	節錄歌詞	連結文本
1	你聽聽就好	你和她在一起 迷的神魂顛倒 那些鬼話連篇 不攻自破的話 我也 聽聽就好	愛情總會遇到波折，女主角聽聞愛人變心的思緒歷程，瞬間使女主角跌落深淵，痛楚油然而生。
2	憑什麼說	你懂什麼才叫做難過 我的這顆心你永遠帶不走	勿復相思，相思與君絕，有呼應代表放下了思念 堅決果斷的態度。
3	像天堂的懸崖	你留的感動，你留的感傷，但一起打包，都寄給遺忘	燒掉信物就像是要忘掉這段戀情，就想歌詞的意思一樣。
4	無人知曉	進不進 退不退 又怎樣 愛不愛 等不等 都不說 無人知曉多美	讓文中女子等那麼久、那麼靠近愛情的時候又告訴她那不是愛情，最終女子的心態轉為放開。
5	離開你以後	離開你以後我比想像難受，離開你以後祝你快樂自由，愛了你那麼久，可惜沒到最後，多想一生一世都是我們。	我覺得這段歌詞很適合形容女主角在「有所思」裡面的情緒轉變。

二、第二循環教學實驗研究

本循環課程主題為文本內容〈討海人〉單元，〈討海人〉為一篇散文作品，五位討海人—阿溪、明財、阿山、阿華、添旺，作者將其故事串聯，構成一篇經典文學作品。活動實施主要透過教學活動設計的引起動機(對於海洋的印象)、發展活動(便條紙書寫、人物性格分析、人物形象繪製)與延伸活動(人物詩創作)進行教學實施，各階段活動實施分述如下。

1. 引起動機—海洋的印象書寫

(1)目的：進行與〈討海人〉單元課程的海洋印象連結

(2)實施策略：

A. 連結題目「討海人」的意義，「討海人」指「在海上討生活的人」。經由與學生互動中發現，有些同學確實未看過海洋，因此對此題目並無具體的概念以進入此文本課程的學習，是故引入海洋影片以作為課程開始的引起動機內涵引導。

B. 學習小組透過海洋影片引導之後，針對印象中的海洋共同討論出五個形容海洋的詞彙。

C. 透過海洋形容詞的書寫，學習小組將其轉為具體的描述海洋的文句，並進行分享。

(3)活動實施成果

A. 參與組別：7 組

B. 學習小組書寫內容，以第 1 組為例(表 3)

表 3 學習者作品範例 1

組別	海洋印象書寫
1	海洋是深不可測的，連現今的科技都無法探測到海洋的最底端，所以海洋的深處還藏著許多我們不知道的秘密。 海洋有深不見底的海溝，繽紛繁雜的魚群，還有如快速道路的洋流，海裡的一切看起來既活潑生動又寧靜和平。 海洋是一望無際的，不管在哪裡，我們永遠無法看到海洋的終止線。海洋是川流不息，無論何時看到它，它永遠不會因為外在因素而影響它的活動。海洋是風平浪靜的，當自己感到心煩意亂時，欣賞海洋的風光，也許會讓自己的心平靜下來。 視覺感官覺得它既蔚藍又波光粼粼、一望無際，聽覺感官覺得它安靜、悠閒有特有個性，但又不曾想過它神秘、致命又深不可測。

2. 發展活動

(1)便條紙傳情書寫：

A. 目的：透過便條紙傳情書寫的活動，讓學生可以透過文本閱讀而了解文本中討海人的人物故事，進而擇其中一位討海人書寫鼓勵的文字。

B. 實施策略：

甲、透過引起動機，已具有對〈討海人〉背景的基礎知識連結之後，請每位同學進行〈討海人〉文本閱讀。

乙、本單元〈討海人〉主題，有包括五位討海人的故事，分別為阿溪、明財、阿山、阿華、添旺，請學生依其個人的興趣，挑選

一位討海人，書寫想對他說的話。

丙、每位同學書寫完便條紙後，將便條紙貼在黑板上，同時依不同的對象進行分類呈現。

丁、將原有的學習小組打散，以選擇書寫同一位討海人的同學，分為同一組學習小組，進行本單元的教學活動。

C. 活動實施成果：

甲、不同組別學生針對不同討海人物主要便條紙的內容，

阿溪：風趣直率的個性、明財：孤獨、阿山：做自己、阿華：堅持、添旺：勇氣。

乙、學生書寫便條紙參考內容(表 4)：

表 4 學習者作品範例 2

討海人人物	書寫便條紙內容
阿溪	很佩服你風趣直率的個性，不被岸上的各項限制而困住，反而自由自在地做自己，再次重返海上生活，又開始過著討海人的生活。如果可以，還蠻想聽阿溪用對講機訴說討海人的海上故事。
明財	你能孤身一人去海上捕魚，而且漁獲數量比別人多，真的讓我覺得你是天生的討海人。但也是要讓大家知道你的動向，畢竟是在一片汪洋大海。
阿山	做自己習慣且感到自在的事是一件很好的事，但有時放下自尊及面子也不是一件壞事，做起生意來也會更好。
阿華	你明明那麼熱愛海洋，談起海洋時那麼熱情與渴望，卻因為病痛只能讓曾經的夢想、愛好存放在記憶裡面。
添旺	我相信你心中曾想過要再下去做一個討海人，哪怕只有一次，但可能有牽掛、有陰影，這次你有了要回去的念頭，不是想贊成或反對，但求你問心無愧。

(2)人物性格分析

A. 目的：透過文本人物性格的分析，讓學習小組可以再次共同閱讀文本及從情節內容中分析學習小組所選擇的某位討海人人物的性格特質。

B. 實施策略：

甲、便條紙書寫活動結束後，全班分好新的學習小組，即開始以新的學習小組進行〈討海人〉的人物性格分析。

乙、學習小組以〈討海人〉的文本為內容，每位同學再次閱讀文本，進行討論討海人的人物性格。

丙、學習小組將統整出的討海人的人物性格及原因答案書寫在海報紙

上。

丁、學習小組向全班同學報告與呈現所討論的成果。

C. 活動實施成果：

甲、學習小組討論〈討海人〉文本中的某位人物，並書寫人物性格與其文本情節連結原因。

乙、〈討海人〉人物性格與原因統整內容(表 5)：

表 5 討海人性格彙整表

討海人	人物性格與情節原因說明
阿溪	1. 瀟灑：不被規則拘束 2. 直率：講話很道地 3. 健談：喜愛分享故事 4. 果斷：不想做就不做 5. 理性：知道自己想做什麼
明財	1. 孤立：獨自一人完成任務 2. 即興：漫無目的 3. 積極：把握時機 4. 出色：大豐收 5. 堅持：穿青衣
阿山	1. 正義：面對他人請求都會爽快答應 2. 勇敢：行動力高，說做就做 3. 固執：不會低聲下氣，容易與人發生爭吵 4. 愛面子：拉不下臉 5. 吃苦耐勞：凡事親力親為
阿華	1. 熱情：談到海上的捕魚過去，好像忘記自己是個將死之人 2. 堅強：醫生已放棄他，他也沒有放棄自己 3. 恆心：即使要死去，也可望回到海上 4. 倔強：強撐病體送朋友到門口 5. 豁達：醫生叫他回來等，他就乖乖回來等，並沒有表現出悲觀的樣子
添旺	1. 勤奮：做任何事都很拼命 2. 勇敢：曾經被颱風打翻船隻，但還是想討海 3. 冒險：曾經被颱風打翻船隻，但還是想討海 4. 不忘初心：就算有穩定的生活，還是想做回討海人 5. 樂天知命：適應在海上的艱苦與喜悅

(3)人物形象繪製：

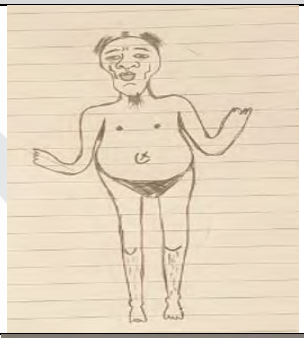
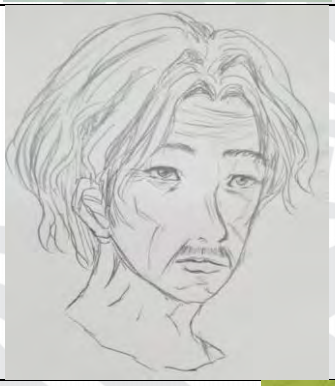
A. 目的：由人物性格分析連結至人物形象的繪製活動，學習小組以共讀文本的方式分析出所選擇的某位討海人人物性格，再以共同繪製人物形象的方式，讓學生可以將抽象的文本人物具體化，以此方式讓學生能更熟悉文本內容的情節。

B. 實施策略：學習小組共同討論出某位討海人的人物性格後，以此內容為基礎，共同在海報中繪製出這位討海人的形象樣貌。

C. 活動實施成果：

甲、討海人人物形象繪製呈現（表 6）：

表 6 學生繪製作品

討海人	人物形象	討海人	人物形象
阿溪		阿華	
明財		添旺	
阿山			

3. 延伸活動—人物詩創作

(1) 目的：藉由關鍵字與文本情節的統整，以學習小組共創人物詩的方式，讓學生能針對某位討海人共同發想一首人物詩。

(2) 實施策略：

A. 學習小組共同討論、呈現與分享某位討海人的人物性格。

B. 教師介紹詠物詩、詠人詩的作品，並點出關鍵字或介紹與詩作有關的典故作為學習小組創作前的學習。

C. 教師統整出創作人物詩的重點與提醒。

D. 學習小組共同討論出某位討海人的人物詩創作。

(3) 活動實施成果：

A. 學習小組人物詩創作作品（表 7）：

表 7 學生創作作品

討海人	人物詩創作
阿溪	檳榔不離身/滿嘴鮮紅/咀嚼的是人生態度/髒話不離口/豁達語氣/喊出討海人的不羈/辭了吧!討海比較自由
明財	他，青衣傍身/水中穿梭/無人與之匹敵/總是沉著冷靜/是出色的討海人
阿山	霸氣的海上雄獅/是爽快不辭勞怨的男兒/黑褲不離身/擁有肆意揮霍的力量/他 無愧於這片海洋
阿華	躺在病床上拼命/氣力卻早已退去/談起過去宛若重生/唯有船隻孤伶伶/夢海再也回不去
添旺	十八歲在海上奮鬥/無情的颱風卻將你擊落/上了平地依舊拼盡全力/平穩的生活卻起了漣漪/因為海在呼喚你

肆、 結果與討論

本研究在第一循環教學實驗之後，經由學生的學習成果與現場觀察發現

一、抽象課程概念與心理測驗情感連結設計，有助後續課程的學習。

經由參與本單元課程大一學生的引起動機情感連結活動，發現學生透過心理測驗的感受體會，皆有投射情感連結於不同的五種動物，同時也反思自己情感狀況與初步了解其人生伴侶的理想類型，進而準備進入〈有所思〉單元文本內容，有助於後續課程的學習。

二、文本內容與生活體驗的信物分享與處理活動，有助於學生對於課程的意涵了解。

過去大一學生在國文課中，針對抽象文本內容，主要進行語意翻譯與了解，並未與其產生共鳴，然而透過本課程的換位思考小組信物討論實施，全班同學將此文抽象文本內容轉化為五類生活信物，就此與課程產生連結。同時後續抽象文本情愛變異內容中，又透過小組討論，將原來五類生活信物，進行後續信物處理，讓學生不僅了解抽象文本內容，同時以正確的態度對應生活中情變的議題處理，對其課程意涵的了解與生活態度的連結具有潛在的效益。

三、文本內容與情境歌曲的意境延伸學習，有助於整體課程的內涵與意境提升。

經由本課程的主活動學習，學生將抽象的文本內容，進行學習前的感情連結，引起其課程的學習動機，並透過信物的分享與處理過程，將抽象文本內容，與個人感受連結，為強化其整體課程內涵學習，在延伸活動中，融入中文情境歌曲與〈有所思〉文本內容進行對應，以整合學生對課程文本內容的體驗與感受，並具體將歌詞內容與文本進行連結，經由學生的作業呈現，可以發現此活動深化學生對於此課程的了解，提升其整體課程的學習效益。

本研究在第二循環教學實驗之後，經由學生的學習成果及問卷分析發現

一、便條紙教學活動可以輔助學生提升此單元課程學習興趣

本活動引導學生了解討海人的文本內容，繼而由學生經由體驗書寫便條紙傳達對不同討海人的心中話語，由此教學活動中，經由學生的量化(如圖 1)可以發現，約有 59.2%的學生覺得這樣的活動能夠提高他的學習興趣，相對的約有 40.8%的學生覺得這個教學方式對他提升學習興趣並沒有影響。

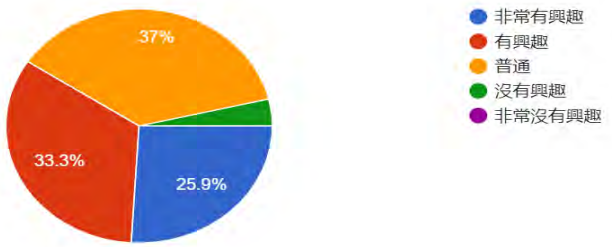
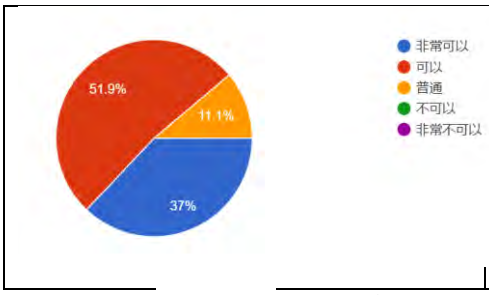


圖 1 便條紙書寫活動調查結果

針對此結果，經由質性問卷了解學生主要學習興趣提升的原因為透過這樣的體驗活動，將其自身的感受轉為討海人感情的投射，引發其對文本深究的興趣，因而進一步深入文本閱讀，了解文本中討海人的故事。同樣地，由學生的問卷也發現儘管有這樣的體驗課程活動，但學生對於由文本連結到討海人物選擇、具體便條紙書寫，似乎學生未能完整書寫表達心中的想法，以致造成學習興趣不高。因此未來將更著重於如何注意學生的基本書寫能力，一直到文本內容探究的深度，以協助學生能夠適當表達其心中對於討海人感情投射的表達。

二、人物性格分析及人物詩創作可以輔助學生提升對文本內容熟悉度探究

本教學活動由文本閱讀與提問讓學習小組共同討論〈討海人〉人物性格分析，再由人物性格的關鍵字，共同創作〈討海人〉人物詩作品。由此教學活動中，經由學生的量化(如圖 2、如圖 3)可以發現，約有 51.9%及 74.1%的學生覺得這樣的活動能夠提升對文本內容的熟悉度，相對的約有 11.1%及 25.9%的學生覺得這個教學方式對他提升對文本內容的熟悉度並沒有影響。



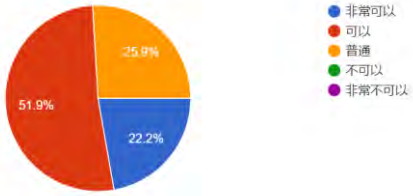


圖 2 人物性格活動調查結果　　圖 3 人物詩書寫活動調查結果

針對此結果，經由質性問卷了解學生主要提升對文本內容的熟悉度原因為透過這樣的體驗活動，可以由文本字裡行間的內容，去觀察與挖掘出人物性格的內涵，亦透過文本的翻閱與組員間的討論，彼此激盪出不同的想法。然而，由質性問卷也發現儘管有這樣的體驗課程活動，但學生對於和新組成的學習小組成員討論，感覺有需要磨合之處，因此未來將更著重於學習小組合作氛圍的掌握，以協助學生能夠適當在學習小組中闡述自己的見解；此外，學生對於創作人物詩也有所畏懼，因此未來將加強學生對於現代詩的認識和書寫練習。

三、人物形象繪製活動輔助學生將抽象概念具體化成效探究。

本活動於人物性格統整後實施，主要讓學生能將抽象的文字敘述透過討論出的人物性格結果，轉換為具體的人物形象繪製。由此教學活動中，經由學生的量化(如圖 4)可以發現，約有 74.1%的學生覺得這樣的活動能輔助將抽象概念具體化，相對的約有 25.9%的學生覺得這個教學方式對他將抽象概念具體化並沒有影響。

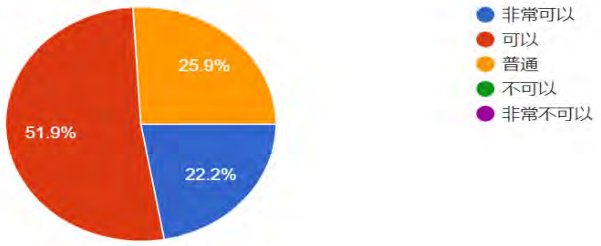


圖 4 人物形象繪製活動調查結果

針對此結果，經由質性問卷了解學生以抽象概念具體化的人物形象繪製體驗活動，可以由抽象的形容詞轉換為具體的人物形象，透過學習小組的合作，完成討海人人物形象的繪製，不僅能將文本內容的討海人人物具體化，亦能對角色加深印象。然而，由質性問卷也發現儘管有這樣的體驗課程活動，但學生對於繪畫不擅長，以繪畫方式呈現討海人人物形象的活動覺得很困難，因此未來除了人物形象繪畫外，亦能思考其他替代方案，讓活動的進行可以順利。

四、重新組成學習小組輔助學生提升對同儕間熟悉度探究。

本活動以隨機方式重新組成學習小組，經由學生的量化(如圖 5)可以發現，約有 70.4%的學生覺得這樣的活動能提升對同儕間的熟悉度，相對的約有 29.6%的學生覺得這樣重新分學習小組的方式對他提升同儕間的熟悉度並無影響。

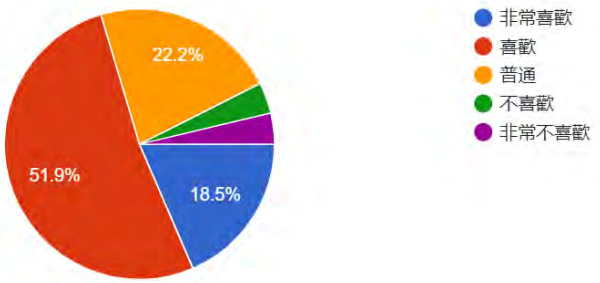


圖 5 重新組成學習小組方式調查結果

針對此結果，經由質性問卷了解學生在本活動實施前重新組成學習小組的方式，學生認為可以拓展交友圈，認識班上更多的同學，因此能輔助學生提升對同儕間的熟悉度。然而，由質性問卷也發現學生對於要與班上不熟悉的同學共同討論及完成學習任務，會感覺尷尬與陌生，因此未來在新的學習小組組成後，可以有組員間破冰的環節，以增加學生的默契。

伍、 結論與建議

一、結論

(一)結合生活體驗課程設計具有潛在提升學生文本閱讀的學習興趣

透過文本教材中的「有所思」與「討海人」課程內容與學生的文本閱讀經歷進行體驗連結，然後引入對應的學習活動，讓學生的感情由自身的經驗投入到不同文本的抽象內容，對於學生閱讀較生澀文本內容的深入了解與探索，具有潛在提升學生閱讀文本內容的學習興趣。

(二)文本角色情感連結與人物分析創作活動具有潛在提升學生進行文本內容深入探究的主動性

透過文本教材中的「有所思」情感轉換與「討海人」角色分析創作活動，讓學生更能主動投入文本角色中思考與討論角色的人物性格，進而統整出不同情感投射與角色特質，融入個人生活情境與人物詩創作的活動。經由學生回饋

資料發現學生於文本閱讀和與同儕討論的過程中，可以更加熟悉文本情節的發展，亦能針對所討論的個人情感投射與文本角色有更多深入的分析與表達。

(三) 文本課程的歌曲與角色形象繪製活動具有輔助學生將抽象概念具體化呈現的效益

透過文本教材中將課程抽象內容與情感概念具體化的呈現連結體驗學習之後，於延伸活動進行整合式課程歌曲分析與角色形象繪製活動，讓學生更具有課程學習後的整合應用能力。經由學生回饋資料發現學生在歌曲分析與創作人物詩的過程中，可以逐步將抽象的文本內涵，與現代歌詞對應同時將文本角色轉為具體的人物形象繪製，有助於學生在文本閱讀後，獲得抽象概念具體化的理解。

二、建議

由研究發現大一的學生對於「中文閱讀與表達」的課程學習，過去由於課程內容較為艱深乏味，教學方法單一，學生被動性接受課程訊息，以致學習動機與成效皆未臻理想，本研究透過結合生活體驗課程創新設計，由學生的學習成果發現，此形式的課程設計與教學策略的融入，對於大一國文的教學具有潛在的輔助效益，然而，整體的大一國文課程學習活動中，不同的學生對於文本課程的深入了解，文本抽象意義與人物的分析能力，圖文呈現的整合技巧，以及學生小組運作的熟悉了解，都造成學生在學習過程當中未如預期達到相關的學習興趣與成效，因此，針對此研究未來將於課程設計中，提供更多的文本抽象概念具體化的案例，圖文呈現的基本模組，並於課程活動中增加合作小組的進一步認識與了解，期能提升未來應用結合生活體驗式國文教學策略於「中文閱讀與表達」課程的學習效益。

參考文獻

王妙純、羅文苑：〈親愛的，我把大一國文 Live 秀了!—以戲劇表演融入國文課程之教學活動設計〉,《新竹教育大學教育學報》第二十七卷第一期，2010 年，頁 162。

王國安(2022)。「職人敘事」—大學專業領域融入大一國文之教學實踐。佛光大學跨域自學力學報，2，1-22。

李育嘉(2017)。運用體驗式學習於國小四年級視覺藝術課程之行動研究〔未出版之碩士論文〕。臺北市立大學 學習與媒材設計學系課程與教學所。

林宜亨(2017)。海洋體驗式學習及水域安全認知對海洋運動參與意願之研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣海洋大學 教育研究所。

徐秀菁(2019)。引導式提問法融入大一國文教學之成效—以黃春明〈溺死一隻老貓〉為例。通識教育與多元文化學報，9，23-44。

許如蘋(2017)。懷念的家鄉味—大一國文「斯土斯民—家鄉記憶」單元教學設計。實踐博雅學報，25，39-51。DOI：10.7041/SCJLA.201701_(25).0003

黃瓊慧：〈生命教育融入國文課程之教學策略—以遠東科大國文課程為例〉,《遠東通識學報》第十卷第一期，2016 年，頁 100。

楊欣蓓（2010)。高雄市國小教師教學創新與專業成長關係之研究（未出版之碩士論文)。 國立高雄師範大學，高雄市。

劉君琣(2019)。以經典閱讀展開體驗式學習的教學設計：大一國文課程實踐之行動研究。語教新視野，9，28-53。DOI： 10.6751/NVLA.201903_(9).02

劉君琣(2020)。〈體驗式學習融入古代經典閱讀情意教學之學習成效研究〉,《教育部教學實踐研究成果報告》，9 月，頁 1。

潘玲玲(2011)。合作學習之可能性—「大一本國語文」課外閱讀設計。國立臺中技術學院通識教育學報，4，43-54。DOI： 10.7051/JGE.201101.0045

蔡凱鈞(2022)。體驗式學習對問題解決之影響—以科學探索課程為例。國立屏東大學〔未出版之碩士論文〕。，體育學系探索教育所。

蔡凱鈞(2022)：《體驗式學習對問題解決之影響—以科學探索課程為例》，國立屏東大學，9 月，頁 9。

簡紅珠（2007)。教學創新的省思。教育研究月刊，157，5-11。

魏惠娟（2007)。方案規劃的創意教學設計與實施之行動研究。課程與教學季刊，10（4)， 63~84。

魏惠娟（2007)。學校組織全員學習：規劃架構與成效指標。教育研究月刊，153，52-61

蘇品如：《多元情感文學教育融入大一基礎國文教學之混和研究》，國立成功大學，2016 年 7 月，頁 1-5。

驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度之研究

The Study of Optometrists' Acceptance of Digital Game-Based Learning

李書邑 [1] 崔夢萍 [2]
LI, SHU YI[1] TSUEI, MENG PING[2]
[1] 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生
[1] National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Student
E-mail：g111044007@grad.ntue.edu.tw
[2] 國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授
[2] National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Professor
E-mail：mptsuei@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究旨發展一套驗光人員之數位遊戲式學習教材，透過遊戲目標和引導式指導來增強學習興趣；本研究並探討驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度。本研究採問卷調查研究法，以便利抽樣方式進行，研究參與對象為任職於雙北地區共 40 位驗光人員。研究結果顯示驗光人員數位遊戲式學習教材接受度持正向態度；不同背景驗光人員之分析結果發現，性別以及年齡無顯著差異；不同使用數位遊戲頻率驗光人員在「促成條件」面向有顯著差異；在年資方面，不同年資驗光人員在「努力期望」面向有顯著差異，而驗光人員會受到使用數位遊戲頻率、年資背景變項進而影響對數位遊戲式學習教材接受度。

關鍵字：驗光人員、數位遊戲式學習教材、整合性科技接受度模式

Abstract

The purpose of this study is to design a digital game-based learning system for optometrists and to explore the acceptance of digital game-based learning materials among optometrists. This study adopted a questionnaire survey research method, using convenient sampling with a total of 40 optometrists employed in the Taipei and New Taipei areas. The results showed that the average scores of optometrists' acceptance of digital game-based learning materials in various aspects were all above 4 points which indicated the positive attitude towards digital game-based learning materials. The study also found that there were no significant differences in genders and ages among optometrists. The optometrists' usage frequency of digital games significantly affected their perception of the "facilitating conditions" dimension, while their years of experience significantly affected their perception of the "effort expectation" dimension. Therefore, optometrists' acceptance of digital game-based learning materials is influenced by their usage frequency and years of experience background.

Keywords：Optometrists, Digital Game-Based Learning Materials, UTAUT

壹、 前言

隨著高科技產品不斷更新，國人使用3C產品的頻率也因此增加，低頭族也越來越普遍，且眼鏡配戴族群龐大。這些因素導致眼科門診病人數量近年來呈現上升趨勢。為要求國內驗光人員專業水準，立法院於2015年三讀通過驗光人員法(衛生福利部，2015)，規定驗光人員須取得證照才能執業，並且須接受繼續教育以更新執照。

數位學習風潮興起，且醫療技術不斷進步，驗光人員必須不斷地更新自身的專業知識和技能，以提供更優質的眼部健康檢查和視力矯正服務。因此，中華民國驗光人員學會也相應推出網路平台，提供繼續教育課程。透過線上繼續教育課程，驗光人員得以輕鬆學習取得繼續教育積分和更新自己的專業知識，同時也能夠跟上現代醫療技術快速發展的步伐。

近年，數位遊戲式學習在醫護教育領域逐漸盛行，王秋蓉 (2020) 的研究指出，遊戲式學習的過程具有趣味性，能夠吸引成人學習者的興趣和挑戰性，並提供自我探索的機會，進而增加成就感。謝金杏等 (2018) 運用賓果遊戲於醫學術語課程，研究顯示學習者知識明顯提升，且學習者對課程給予正面的回饋。綜合上述研究。數位遊戲式學習打破傳統學習方式的限制，透過遊戲目標和引導式指導來增強學習誘因，以提升學習者興趣及挑戰性。

先前對醫護科技的接受行為之相關研究，常以整合性科技接受模式（Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT）為理論架構，UTAUT模式中以績效期望、努力期望、社群影響、促成條件四個自變項作為影響使用者對科技接受度之因素。王本正、許富榕（2016）應用UTAUT探討行動醫療App協助於照護任務接受度，研究結果指出App使用介面上容易操作，有助於任務績效與工作效率之提升。黃瑞珍等（2014）應用UTAUT探討醫療機構員工對異常事件通報系統使用行為，研究結果得知調節變項在UTAUT模式為影響科技使用行為的潛在因素。

然而，國內目前尚未有運用數位遊戲式學習於驗光人員繼續教育相關研究。因此，本研究將運用UTAUT模型探討驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度。研究目的如下:

一、探討不同背景驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度。

二、探討不同背景驗光人員對績效期望、努力期望、社群影響、促成條件、行為意圖之差異。

貳、 文獻探討

一、 數位遊戲式學習

數位遊戲式學習是一種利用電腦、手機、平板等數位設備來進行學習的方式。它以遊戲的形式呈現教學內容，通常會包含多樣化的互動元素，例如關卡、任務、挑戰等，並且結合了遊戲的競爭、獎勵、回饋等要素，讓學習者能夠在遊戲中進行主動學習、實踐與反思，還能夠激發學習者的創造力和主動學習能力。郭倩琳、莊宇慧（2018）運用Kahoot於醫院在職教育訓練，研究結果指出互動性設計讓測驗更有趣和引人投入，激勵學習者專心聽講，以提升更高層次的認知思考。程思偉等（2022）運用虛擬實境遊戲模組，結合教學醫院藥學實習及新進藥師的調劑模擬訓練，研究結果指出透過VR系統的模擬訓練，確實可以增加學員參與的動機及實作經驗，提高學習成效。

Prensky（2007）指出數位遊戲式學習是結合數位遊戲元素和學習目標的

教育方法，其特點包含娛樂性、遊戲性、規則性、目標性、產出與回饋、適性化、勝利感、挑戰性、競爭性、問題解決、人機互動、社會互動、圖像和情節性。

透過遊戲化的方式，將學習情境包裝成遊戲，以增加學生的參與度和學習興趣，並且讓學習更有趣、更具有互動性、更能吸收。可用於各種學習場景，包括課堂教學、在家自學、在職培訓等。它可以提高學生對學習的興趣和參與度，增加學習動機，並且可以讓學習更有趣、更有挑戰性。

二、 整合性科技接受度模式

Venkatesh 等人（2003）指出整合性科技接受模式（Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT）是一個廣泛應用的科技接受模型，旨在解釋使用者如何接受和使用新技術，應用不僅限於商業領域，還廣泛應用於醫療、教育、政府和社交等領域。UTAUT模型由四個主要構成部分組成：績效期望、努力期望、社群影響和促成條件。

績效期望是指使用者對新技術性能的期望和評估，例如易用性、有用性和效能等。努力期望是指使用者認為需要多少努力才能使用新技術的程度。社群影響是指使用者對他人對他們使用新技術的看法和期望的感受，例如社交影響和社會支持等。促成條件是指使用者對於能否使用新技術的信心和能力，例如技術支持、培訓等。

UTAUT模型以上述四個構成部分對於新技術的接受和使用都是非常重要的，它們之間是相互影響的。此外，UTAUT模型還強調了人的個人背景和情境對於科技接受的影響，例如年齡、性別、經驗、文化等。

參、 研究實施與設計

一、 研究方法

本研究所採用的研究方法為問卷調查研究法。透過便利取樣方式，抽取任職於雙北地區共 40 位驗光人員作為研究對象。研究參與者使用本研究所設計之數位遊戲式學習教材後，發放網路問卷，目的欲瞭解不同背景驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度。問卷發放至回收為期兩週，正式施測共發放出40份問卷，經回收整理後，得有效問卷40份，有效回收率達100%。

二、 研究工具

本研究使用的研究工具有：一、數位遊戲式學習教材；二、驗光人員數位遊戲式學習教材接受度量表。茲將分述如下：

(一) 數位遊戲式學習教材

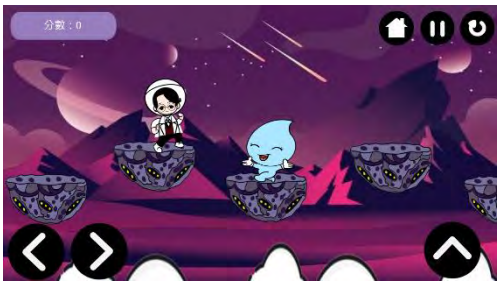
本研究使用Construct 2設計數位遊戲式學習教材，以設計互動性為主要目的，此軟體是一款2D遊戲編輯器，設計完成後，產出為HTML5網頁，放上雲端直接以手機或平板瀏覽器使用。

本研究所設計驗光人員數位遊戲式學習教材為「視誰搞的鬼」，於需求分析階段，邀請兩位專家均為業界驗光人員，經由訪談方式記錄，彙整專家意見及整合分析文獻進行教材設計，本研究教材共設計二個單元，內容以臨床常見眼睛疾病為主，單元名稱為「飛蚊症」與「青光眼」。教材課程架構包含遊戲首頁、遊戲大廳、遊戲說明、遊戲內容、遊戲結束等架構。數位遊戲式學習教材設計完成後，再次經由訪談方式，彙整專家意見進行教材的修正及優化。數位遊戲式學習教材介面如表1。

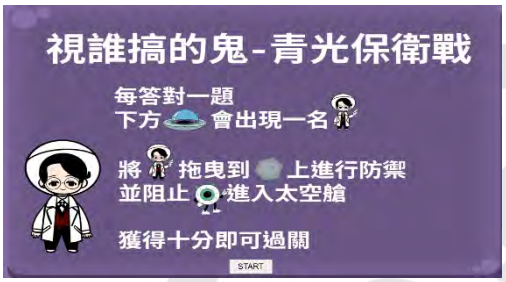
表1

教材介面說明

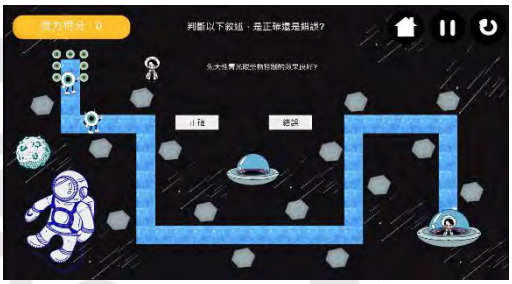
單元一遊戲說明



單元一乾眼跑跳碰



單元二遊戲說明



單元二青光保衛戰

(二) 驗光人員數位遊戲式學習教材接受度量表

本研究問卷參考陳億瑜等（2021）相關研究問卷進行問卷編制，並自編「驗光人員數位遊戲式學習教材接受度」量表作為調查之工具。問卷編擬期間針對選項不具代表性及不適宜的題項予以修訂、整併或刪除後，完成問卷初稿，共26題。問卷量表於設計編擬完成後，邀請兩位專家均為業界驗光人員，檢視構面及問項內容，並提供文字修正意見，經彙整專家意見作部分修正後，將相似得題目予以刪除，共刪除3題，剩下23題後，始正式發送調查。

本量表共23題，採李克特五點量表設計，以「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」五個選項，依序以5、4、3、2、1計分。得分愈高者，表示個人對數位遊戲式學習教材接受度傾向正面積極。

肆、 結果與討論

一、「驗光人員數位遊戲式學習教材接受度量表」信度分析

信度指在衡量測量工具的內部一致性，信度越高其測驗結果也越可信。本研究問卷信度以 Cronbach’s α係數為評估依據， Cronbach’s α值在 0.7 或 0.9 之間為高信度。由表2可見各構面的 Cronbach’s α 值均大於 0.7 以上，本研究五個構面皆具有良好的內部一致性。

表2

驗光人員數位遊戲式學習教材接受度量表信度分析

構面	Cronbach’s α值
整體	.95
績效期望	.83
努力期望	.94
社群影響	.84

促成條件	.80
行為意圖	.85

二、驗光人員在「數位遊戲式學習教材接受度量表」分析

(一) 不同背景驗光人員在問卷各面向之分析結果

本研究「數位遊戲式學習教材接受度量表」統計結果如表3。研究結果顯示整體平均接受度(*M*=4.12，*SD*=.52)為4.12分，在五個面項方面，「績效期望」(*M*=4.29，*SD*=.49)為4.29分，表示驗光人員使用本教材覺得對工作是有所幫助的；「努力期望」(*M*=4.03，*SD*=.74)為4.03分，表示驗光人員表示使用本教材是簡單易上手的；「社群影響」(*M*=4.04，*SD*=.58)為4.04分，表示驗光人員使用本教材會受周圍群體所影響；「促成條件」(*M*=4.08，*SD*=.55)為4.08分，表示相關技術支援提高驗光人員使用本教材；「行為意圖」(*M*=4.20，*SD*=.58)為4.1分，表示驗光人員對於使用本教材的接受度為正面。

表3

各面向之描述性統計

面向	平均值	標準差
整體	4.12	.52
績效期望	4.29	.49
努力期望	4.03	.74
社群影響	4.04	.58
促成條件	4.08	.55
行為意圖	4.20	.58

(二) 不同性別驗光人員在問卷各面向之分析結果

為了解不同性別驗光人員在「績效期望」、「努力期望」、「社群影響」、「促成條件」、「行為意圖」是否差異，將問卷進行獨立樣本*t*檢定分析，分析結果如表4。在各面向中，研究結果顯示不同性別驗光人員在使用本數位遊戲式學習教材後，在「整體」、「績效期望」、「努力期望」、「促成條件」、「行為意圖」面項未皆達顯著差異。

表4

不同性別驗光人員在問卷各面向獨立樣本*t*檢定(N=40)

面向	男(n=16)		女(n=24)		t
	M	*SD*	*M*	*SD*	
整體	4.17	.45	4.08	.56	0.54
績效期望	4.38	.42	4.23	.54	0.94
努力期望	4.13	.70	3.96	.78	0.69
社群影響	4.08	.57	4.02	.60	0.31
促成條件	4.14	.49	4.03	.59	0.58
行為意圖	4.15	.53	4.25	.62	-0.55

(三) 不同年齡驗光人員在問卷各面向之分析結果

為了解不同年齡驗光人員在「績效期望」、「努力期望」、「社群影響」、「促成條件」、「行為意圖」是否差異，將問卷進行獨立樣本*t*檢定分析，分析結果如表5。在各面向中，研究結果顯示不同年齡驗光人員在使用本數位遊戲式學習教材後，在「整體」面項未達顯著差異(t=0.60，*p*>.05)；「績效期

望」面項未達顯著差異(t=-0.32，*p*>.05) ；「努力期望」面項未達顯著差異(t=-0.92，*p*>.05)；「社群影響」面項未達顯著差異(t=-0.72，*p*>.05)；「促成條件」面項未達顯著差異(t=0.05，*p*>.05)；「行為意圖」面項未達顯著差異(t=-0.36，*p*>.05)。

表5

不同年齡驗光人員在問卷各面向獨立樣本*t*檢定(*N*=40)

面向	30歲以下(n=22)		30歲(含)以上(n=18)		t
	M	*SD*	*M*	*SD*	
整體	4.09	.42	4.15	.62	0.60
績效期望	4.32	.42	4.23	.57	-0.32
努力期望	3.99	.60	4.07	.90	-0.92
社群影響	3.96	.54	4.13	.62	-0.72
促成條件	4.02	.51	4.14	.61	0.05
行為意圖	4.21	.59	4.20	.58	-0.36

(四) 不同使用數位遊戲頻率驗光人員在問卷各面向之分析結果

為了解不同使用數位遊戲頻率驗光人員在「績效期望」、「努力期望」、「社群影響」、「促成條件」、「行為意圖」是否差異，將問卷進行獨立樣本*t*檢定分析，分析結果如表6。在各面向中，研究結果顯示不同使用數位遊戲頻率驗光人員在使用本數位遊戲式學習教材後，在「整體」面項未達顯著差異(t=1.04，*p*>.05)；「績效期望」面項未達顯著差異(t=0.12，*p*>.05) ；「努力期望」面項未達顯著差異(t=1.08，*p*>.05)；「社群影響」面項未達顯著差異(t=0.46，*p*>.05)；「行為意圖」面項未達顯著差異(t=-0.57，*p*>.05)。但在「促成條件」面項，每天使用的驗光人員(*M*=4.26，*SD*=.40)高於沒有固定的驗光人員(*M*=3.90，*SD*=.62)有顯著差異(t=2.15，*p*<.05)。

表6

不同使用數位遊戲頻率驗光人員在問卷各面向獨立樣本*t*檢定(*N*=40)

面向	每天使用(n=19)		沒有固定(n=21)		t
	M	*SD*	*M*	*SD*	
整體	4.20	.40	4.04	.60	1.04
績效期望	4.29	.41	4.28	.57	0.12
努力期望	4.16	.50	3.90	.90	1.08
社群影響	4.08	.50	4.00	.65	0.46
促成條件	4.26	.40	3.90	.62	2.15*
行為意圖	4.26	.47	4.16	.67	0.57

***p*<.05**

(五) 不同年資驗光人員在問卷各面向之分析結果

為了解不同年資驗光人員在「績效期望」、「努力期望」、「社群影響」、「促成條件」、「行為意圖」是否差異，將問卷進行單因子變異數分析，分析結果如表7。在各面向中，研究結果顯示不同年資驗光人員在使用本數位遊戲式學習教材後，在「整體」面項未達顯著差異(t=1.81，*p*>.05)；「績效期望」面項未達顯著差異(t=0.66，*p*>.05) ；「社群影響」面項未達顯著差異(t=1.44，*p*>.05)；「促成條件」面項未達顯著差異(t=0.94，*p*>.05)；「行為意圖」面項未達顯著差異(t=1.69，*p*>.05)。但在「努力期望」面項，年資5年以上

~10年以下驗光人員(*M*=4.37，*SD*=.43)高於其餘年資的驗光人員有顯著差異(t=3.09，*p*<.05)。

表7

不同年資驗光人員在問卷各面向單因子變異數分析(*N*=40)

面向	3年(含)以下(n=18)		3年以上~5年(含)以下(n=5)		5年以上~10年以下(n=6)		10年(含)以上(n=11)		*F*
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
整體	4.12	.44	3.66	.42	4.21	.30	4.27	.67	1.81
績效期望	4.33	.46	4.00	.53	4.27	.39	4.35	.59	0.66
努力期望	4.04	.57	3.20	.37	4.37	.43	4.18	.99	3.09*
社群影響	3.97	.53	3.68	.67	4.13	.37	4.27	.66	1.44
促成條件	4.07	.54	3.72	.41	4.17	.32	4.20	.69	0.94
行為意圖	4.26	.57	3.73	.72	4.11	.17	4.39	.61	1.69

***p*<.05**

伍、 結論與建議

本研究旨在運用UTAUT模型探討不同背景驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度。依據研究目的與資料分析結果，本研究獲得的主要結論：

驗光人員在數位遊戲式學習教材接受度各面向平均數皆高於4分，介於同意與非常同意之間，可知驗光人員數位遊戲式學習教材接受度持正向態度。

不同性別驗光人員在問卷各面向，整體而言男性與女性驗光人員並未有顯著差異；不同年齡驗光人員在問卷各面向，整體而言30歲以下與30歲(含)以上驗光人員並未有顯著差異。

不同使用數位遊戲頻率驗光人員在問卷各面向，整體而言每天使用與沒有固定驗光人員並未有顯著差異，但在「促成條件」面項每天使用高於沒有固定，顯示相關技術支援能提高驗光人員對於使用數位遊戲式學習教材接受度。

不同年資驗光人員在問卷各面向，整體而言不同年資驗光人員並未有顯著差異，但在「努力期望」面向，年資5年以上~10年以下驗光人員高於其餘年資的驗光人員，顯示驗光人員努力期望越高，使用數位遊戲式學習教材的意願也會越高。

本研究結果顯示驗光人員數位遊戲式學習教材接受度持正向態度。在使用數位遊戲頻率方面，不同使用數位遊戲頻率驗光人員在「促成條件」面向有顯著差異；在年資方面，不同年資驗光人員在「努力期望」面向有顯著差異，而驗光人員會受到使用數位遊戲頻率、年資背景變項進而影響對數位遊戲式學習教材接受度。

後續研究建議針對使用數位遊戲式學習教材之歷程行為進行質性分析，以更深入瞭解探討不同背景驗光人員對數位遊戲式學習教材接受度。

參考文獻

王本正、許富榕（2016）。以延伸型整合性科技接受模式探討行動醫療 App 協助照護任務之接受度。**福祉科技與服務管理學刊**，4(4)， 483-494。

王秋蓉（2020）。談數位遊戲式學習對成人教育的啟示。**臺灣教育評論月刊**，

9(2)，88-96。
中華民國驗光人員學會（2020）。驗光人員繼續教育積分課程網。https://teaching.osot.org.tw/?m=Homepage&c=Index&a=index。
全國法規資料庫（2022）。醫事人員執業登記及繼續教育辦法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCODE=L0020181。
余陳瑋、趙正敏、葉柏材、林敬堂（2021）。從科技準備度觀點探討病患對於醫療應用程式採用行為意圖之研究。**管理資訊計算，10**(1)，133-147。
林文絹（2005）。教學原理-在護理實務上之應用。143-148。臺北市：華杏。
郭倩琳、莊宇慧（2018）。Kahoot 於教學的運用與成效。**護理雜誌，65**(6)，13-19。
陳瑩山（2015）。3C 產品對眼睛的傷害。**生物醫學期刊，8**(1)，25-30。
陳宜清、林士凱（2018）。以科技與接受整合模式驗證緊急救護使用行動 App 之行為意圖與使用行為。**臺灣災害管理研討會**，765-772。
陳億瑜、陳姿君、陳金淵（2021）。探討電子病歷查閱系統 APP 之使用行為意圖及滿意度。**病歷資訊管理，19**(2)，1-17。
梁朝雲、楊叔卿、楊接期、陳德懷（2008）。「悅趣化數位學習」研究宣言。
黃瑞珍、楊怡玲、李怡慶、黃雅君、謝良博、王美玲（2014）。以整合性科技接受模式觀點探討醫療機構員工對異常事件通報系統使用行為之研究-以某區域級教學醫院為例。**澄清醫護管理雜誌，10**(3)， 23-33。
程思偉、張愷哲、陳俊廷（2022）。虛擬實境應用在藥學教學之成效分析。**澄清醫護管理雜誌，**18(1)，22-27。
衛生福利部（2015）。衛福部第 15 類醫事人員法-「驗光人員法」業經立法院三讀通過。https://www.mohw.gov.tw/cp-2651-19686-1.html。
衛生福利部醫事司（2016）。驗光人員法第 56 條 2 項第 2 款所稱「中央主管機關指定相關團體辦理之繼續教育達 160 小時以上」之事項。https://dep.mohw.gov.tw/DOMA/cp-2711-7661-106.html。
謝金杏、張詠涵、吳淑美（2018）。小組遊戲教學策略於課程之運用-以醫學術語為例。**護理雜誌，65**（6），111-116。
Becker, K. (2007). Digital game-based learning once removed: Teaching teachers. *British Journal of Educational Technology, 38*(3), 478-488.
Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research. Reading, MA: Addison-Wesley.
Garrett, B. M., & Callear, D. (2001). The value of intelligent multimedia simulation for teaching clinical decision-making skills. *Nurse Education Today, 21*(5), 382-90.
Isikguner, B., & Umaefulam, V. (2019). Game-Based Approach to Teaching and Learning in Optometry Education. *Journal of Game, Game Art and Gamification*, *4*(2), 49-53.
Nguyen, K. P., Cheng, Y., John, A., & Cham, K. M. (2022). The Limited Level of Digital Skills and Competencies of Optometry Students. *Journal of Information Technology Education: Research*, *21*, 097-114.
Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning*. New York, NY: McGraw-Hill.
Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly,* 425-478.

線上教學系統的人機介面分析-以教學魔法師平台為例

Analysis of the Human-Machine Interface for Online Learning Systems – A Case Study of Imagic E-Learning Platform

羅姿涓[1]　趙貞怡[2]

LUO, ZI JUAN[1]　CHAO, JEN YI[2]

[1]國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

[1]National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology Student

E-mail：b0970956595@gmail.com

[2]國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授

[2]National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology Professor

E-mail：jychao@mail.ntue.edu.tw

摘要

本篇論文探討在疫情影響下，線上教學興起以及研究線上教學系統人機介面設計原則的重要性。研究目的為探討哪些介面設計原則對於線上教學系統來說是重要的。為瞭解現在使用者在線上教學系統黏著度不高的問題，本篇論文使用文獻探討與訪談法分析線上教學系統的人機介面設計原則。文獻探討的結果顯示，人機介面設計原則應包括設計的一致性、使用者掌控感、容錯原則、防錯原則、簡約設計原則、用戶回饋等六種原則。經由本研究的訪談結果顯示，受訪者認為這六種原則都很重要，但目前教學系統缺乏使用者掌控感和用戶回饋。為了提升學生對教學系統的使用意願，專家們建議應增加搜尋與回饋機器人等功能。本研究幫助線上教學系統的開發者更加瞭解有關於線上教學系統的人機介面設計原則，以利於提升線上教學系統的使用者學習體驗並增強使用者對系統的滿意度。

關鍵字： 遠距學習、線上教學系統、人機介面、網站設計

Abstract

This paper investigated the significance of interface design principles for online learning systems in response to the increased use of online teaching during the

pandemic. The purpose of the research was to explore which interface design principles were important for online learning systems. In order to understand the current problem of low user stickiness in online learning systems, this paper used a literature review and interviews to analyze the interface design principles of online learning systems. The results of the literature review showed that the interface design principles included design consistency, user control, helping users to recognize, diagnose, and recover from errors, error prevention, minimalism design principle, user feedback. The results of the interviews showed that the six design principles proposed by the scholars were important, but also pointed out the lack of user control and user feedback in the current learning system. In order to enhance students' willingness to use the learning system, experts suggested adding functions such as search and feedback robots. This study aimed to have assisted online learning system developers in understanding interface design principles, leading to improved user experience and increased satisfaction with the system.
Keywords：Distance Learning 、Online Learning Systems、Human-Machine Interface、Website Design

壹、前言

2019 年末，新冠肺炎病毒（COVID-19）迅速地擴散蔓延迫使政府宣布第三級防疫警戒，以保障學生的受教權，各級學校開始實施線上學習（online learning）來支持「停課不停學」的政策，確保學生的學習不會中斷。線上教學將面臨許多挑戰，比如學生在家學習型態的改變、注意力容易受到干擾、專注力不容易長時間集中、教師數位教學技巧轉換急迫等。

在進行線上教學時，人機介面設計最先能夠影響師生操作，李駱遜（2021）對於線上教學系統認為學生普遍覺得學校的網站單調乏味、缺乏趣味性，且缺少互動性的反饋來指導學習。因此陳桓毅（2021）認為介面設計應讓使用者省下時間成本、淺顯易懂、避免需要耗用精神或心思去學習的操作。必須考慮介面簡單明瞭、使用人性化設計，兼顧人機互動才能提升教學成效。賴弘基（2015）提到在設計教學系統時，應保持介面設計簡潔，減少使用者耗費精神或心思去學習的操作，以及適當的字體大小及訊息的呈現數量，來保持介面的友善性，以提升教學成效。柳永青（2012）提出人機介面設計原則無所不在，與我們生活、工作息息相關。盧傑瑞（2021）也曾說人機介面設計的發展將隨著設備技術以及對製造過程的視覺化需求持續成長。由此可知各個產業都應注重人介面設計原則，並設計出有人性化的人機介面設計，注重過去學者所提出的介面設計原則，以提升介面設計品質。

綜觀以上，我們可以得知完善的介面設計能吸引使用者，因此本研究想找尋

有助使用者學習的人機介面設計原則，將本校於 2020 年入圍「年度最佳教學與學習策略獎」的教學魔法師平台(https://imagic.ntue.edu.tw/magic/index.php)進行修改與建議，以人機介面設計原則探討輔助學習者提升學習成效及創造力等的可能性。本研究目的為：探討哪些介面設計原則對於線上教學系統來說是重要的。

貳、 文獻探討

一、 線上教學系統的定義

線上教學系統是在數位學習環境中，透過網路提供教師與學生互動溝通的媒介，讓他們可以打破時間與空間的限制，蘊含了「教」與「學」，進行各式各樣的教學活動與學習影片（吳莉欽，2002）。此外，Gagne 等人（1992）認為線上教學系統也涵蓋了學校整體課程規劃、教師單一科目或教學單元的作業或問題等，能夠完整地執行教學活動。近幾年，由於 COVID-19 的大流行， OECD（2020）世界各地的學校都開始使用線上教學系統，讓學習者可以隨時隨地進行學習。新北市政府教育局（2021）提供同步線上教學、非同步以及教師共課三種授課方式，以期提供良好的教學屬性，提高學習效果。

就遠距教學而言，設計一個基於使用者需求的數位學習環境，對於促進教學者和學習者之間的有效溝通和互動極為重要。吳莉欽（2002）指出，建立一個可滿足使用者需求的線上教學系統，可以有效拓展時間與空間的限制，並提供學習者與教學者間的互動性及資訊的共享與討論，進而提升學習的成效。隨著疫情爆發，數位學習網站湧現。本校的「教學魔法師平台」於 2019 與 2020 年入圍「年度最佳教學與學習策略獎」，是臺灣唯一連續兩年入圍該獎項之大學。提供了廣泛的線上學習課程、數位化工具、教學互動與學習者個人作業討論等應用，是近兩年疫情爆發後，學校師生使用最多的教學系統。因此本研究將以國立臺北教育大學的「教學魔法師平台」為研究對象，探討線上教學系統人機介面設計原則。

二、 線上教學系統網站之介面分析

隨著科技的持續進步，人與系統間的互動溝通設計日趨重要，使用數位科技需要人與系統之間的互動溝通，也就是人機介面（human-computer interface），這是網站中很重要的橋樑。張依靜與尹玫君（2009）研究發現，友善、簡易、好用的介面設計，可以提高學生認知易用性，增加使用網站的意願與情形。林淑芳與林麗娟（1995）優良的介面設計也能提高學生學習的效率及效果。Basilaia 與 Kvavadze（2020）指出於美國某私立中學，該校的線上教學系統界面設計保有一致性和標準化原則的設計，讓學生可以在第一次使用線上教學系統時，就得以順

利銜接疫情前在教室面對面的教學。林翠雲（2012）教師良好的教學設計與線上教學系統的輔助，使學習者能有效提升其學習成效，達到教學者的教學目標。

透過合理的介面設計，線上教學系統可以提供更多的優勢，Alelaiwi & Hossain（2015）有效率的學習環境、清晰的圖表表示、高度可操作性和更豐富的使用者介面。線上教學系統有良好的人機介面設計，不僅能減少操作失誤、降低學習成本，還能使工更作有效率（柳永青，2012）。因此本研究為了改善未來線上教學系統的介面設計，彙整國內外關於教學平台介面設計的研究，找出專家共同重要的內涵，Nielsen (1994)、Shneiderman (1992)與 Norman (2000)均強調設計的一致性、使用者掌控感、容錯原則、防錯原則、簡約設計原則及用戶回饋的重要性。本研究將以此為依據，提出一份內容為教學平台介面設計原則的訪談內容，以供專家們參考，並從中收集到建設性的資料。企圖找出共同重要的內涵，符合學者們所提出的人機介面設計原則，作為未來教學系統介面設計時之參考。

三、 線上教學與人機介面設計原則分析

網路教育越來越普及，要讓線上教學系統更加完善，設計原則是不可或缺的一部分。表格 1 為根據文獻所提的人機介面設計原則列出，找出最多學者所提出的觀點。並將 Nielsen (1994)、Shneiderman (1992)與 Norman (2000)三位學者共同提出的六大介面設計原則，（一）設計的一致性：類似功能的操作與按鍵應該盡量使用同樣的設計、名詞，避免使用者操作上的產生混淆；（二）使用者掌控感：讓使用者主導整個流程；（三）容錯原則：幫助用戶從錯誤中恢復，像是在電腦裡的從資源回收桶中找回自己誤刪的檔案；（四）防錯原則：用戶可能犯錯時進行提醒，像是是否刪除此檔案這類的提示語；（五）簡約設計原則：介面應清楚有重點，簡化的形式來運作，讓使用者瞭解此系統使用方式；（六）用戶回饋：使用者的應得到立即且明顯的回應。來探討線上教學系統(教學魔法師)裡線上課程、教學影片、作業繳交、補充教材、線上論壇等介面中是否有符合以上六項原則。由整理結果得知，除了使用者掌控感與用戶回饋在教學系統上沒有符合，其他原則皆有對應處。

表 1

教學魔法師線上教學系統功能與六大原則的對應

註：文獻出處以 Nielsen (1994)代表 a、Shneiderman (1992)代表 b 與 Norman (2000)代表 c。

	文獻出處	線上課程	教學影片	作業繳交	補充教材	線上論壇
設計的一致性	a,b,c	v	v	v	v	v
使用者掌控感	a,b,	x	x	x	x	x
容錯原則	a,b,c	x	x	v	x	v

防錯原則	a,b,c	x	x	v	x	v
簡約設計原則	a,b,c	v	v	v	v	v
用戶回饋	a,b,c	x	x	x	x	x

參、 研究實施與設計

一、 研究方法

本研究屬於一個質性研究，利用文獻分析和半結構訪談法，以瞭解教學系統人機介面的概況和趨勢。研究第一階段為教學系統人機介面文獻分析，針對每一篇文獻抓取其論點、理論基礎和方法，彙整出共同的趨勢和要點。第二階段為了更加深入瞭解教學系統人機介面，邀集 3 位專家進行訪談。訪談大綱共有 6 個問題，其中包含（一）請問您認為設計的一致性此原則在線上教學介面設計對您是重要的嗎？（二）請問您認為使用者掌控感此原則在線上教學介面設計對您是重要的嗎？（三）請問您認為容錯原則此原則在線上教學介面設計對您是重要的嗎？（四）請問您認為防錯原則此原則在線上教學介面設計對您是重要的嗎？（五）請問您認為簡約設計原則此原則在線上教學介面設計對您是重要的嗎？（六）請問您認為用戶回饋此原則在線上教學介面設計對您是重要的嗎？藉由以上問題來探討專家對於教學系統人機介面的看法、經驗和建議。最後將訪談結果整理成報告，並對文獻分析和訪談結果進行整合，以獲得完整的研究成果。

二、 訪談對象

本研究為個案研究，以文獻分析與訪談法分析相關資料，以供介面設計之參考。訪談兩位擁有多年教學系統操作經驗的教師、及一位專門為學校教學網站設計的資訊長，以人機介面設計分析的角度，提供教學系統設計時應注意到的原則與經驗之參考。訪談專家背景對象如表 2。

表 2

訪談之學者專家背景資料

編號	專家類別	服務單位	職稱
A	教學系統人機介面的學者專家	國立臺北教育大學	教授
B		國立臺北教育大學	教授
C		元太數位科技有限公司	資訊長

三、分類與編碼

研究者將訪談逐字稿編碼，以便將資料分類。每位參與者的資料皆有六碼，第一碼為研究參與者代號，第二至第五碼為訪談日期，第六碼為問題題號。訪談逐字稿內容以 S 代表研究者，三位研究參與者，其代號分為 A 至 C，例如：研究參與者 A 於三月二十二日受訪，回答第二題問題，則該記錄標示為 A0322-2；而若研究者提問第三題問題，則該記錄標示為 S0322-3。

肆、 結果與討論

本研究參考 Nielsen (1994)、Shneiderman (1992)與 Norman (2000)三位學者都注重的共同原則，訪談三位專家，研究者在收集和分析訪談資料時，以客觀、中立的態度來呈現參與者的想法，以及準確地引用他們的內容。透過反覆的反思與核對，將資料融入成研究結果，並就研究問題提出最終結論。本研究經受訪後將訪談內容就專家訪談所蒐集之資訊進行歸納如下：

(一) 設計的一致性對於線上教學系統介面非常重要

專家認為，設計的一致性原則對於線上教學系統介面的重要性不容忽視。在教學魔法師中，所有頁面都應遵循一致性的設計原則，以確保教學內容、教學影片的播放方式、作業繳交的規則、補充教材的內容和線上論壇的規則等都能保持一致，讓學習者更容易理解和使用。

「設計的一致性原則是線上教學介面設計的關鍵，它可以促進學習者的成功和滿意度，是非常重要的。」（A0322-1）

「一致性原則可以使學習者更容易使用線上教學介面提高學習效果。」（B0329-1）

「這很重要，與企業識別系統(CIS)有點像，應保持介面顏色、標記和字體的一致性。」（C0331-1）

(二) 線上教學系統介面設計缺乏使用者掌控感

專家認為，使用者掌控感在線上教學系統中很重要，即學習者在學習過程中，應該對自己的學習進度有清晰的掌控，而不是被系統強制規定。在教學魔法師中，學習者無法根據自己的學習目標，來自主安排學習課程與頁面搜尋，這表明了線上教學系統缺乏使用者掌控感，使學習者無法自主學習。

「使用者掌控感是現今線上教學設計的重要考量，必須提供明確的指導與提示，如文字描述、影片介紹以及友好的按鈕，來指引使用者。」（A0322-2）

「擁有使用者掌控感很重要可以讓使用者有更多的自由選擇，不過本校的教學魔法師系統目前使用者沒有掌控感這件事，因為使用者等於是被動的去使用。」（B0329-2）

「現在的教學系統很難做到讓學生自己掌控介面，若是學校經費足夠可以增加搜尋功能，讓使用者即使於被動的學習環境中，也能夠感受到自己掌握線上教學環境的能力，是未來可以加強的。」（C0331-2）

(三) 容錯原則對於線上教學系統介面很重要

專家認為容錯原則對於線上教學系統介面設計很重要，即在學習過程中，應該允許學習者在過程中犯錯並給予更多的容錯機會，幫助用戶從錯誤中恢復。然而專家認為，在教學魔法師中僅有作業繳交這部分有符合該原則，當學習者作業繳交錯誤時，可以及時更正。這表明了現在的線上教學系統介面設計，僅有部分符合容錯原則，建議未來可以多增加，使得學習者進行更有效的學習。

「教學系統的容錯原則介面設計非常重要，可以提高系統的可靠性，避免因錯誤而造成的損失，例如修改老師上傳的教材、修改 Youtuber 的連結等等。」（A0322-3）

「容錯原則的採取應該根據事情的嚴重性而定，為了讓教學魔法師更友善，建議可以多增加一些容錯的功能，比如給老師提供一個修改的機會，讓老師可以雙重確認自己的輸入內容，以確保沒有錯誤。」（B0329-3）

(四) 防錯原則對於線上教學系統介面很重要

專家認為防錯原則在線上教學系統中是重要的，即在系統中採取防錯措施，並提供系統提示和警訊，以便學習者能夠及時知道犯錯的原因。然而專家認為教學魔法師中只有作業繳交這部分有符合該原則，當學習者誤刪檔案時，系統會跳出類似是否刪除的提示語。這表明了現在的線上教學系統介面設計，僅有部分符合容錯原則，建議未來可以多增加，防止學習者在學習過程中出錯。

「這很重要建議系統應該提供一個警示，提醒學生在連結外部網站時可能會有一些風險，以確保連結安全。」（A0322-4）

「教學系統的防錯原則是非常重要的，它可以幫助學生避免不必要的錯誤和困擾。特別是在交作業時，學生應當遵守一定的命名規則，例如以自己的學號及姓名命名，以利教師改作業時的辨識。」（B0329-4）

「防錯原則對於提高學習品質及效率來說是至關重要的，系統也會去自動判定是否有做錯，讓承辦單位可以省下許多時間，也讓學生自己能夠更加注意，確定自己的行為不會造成不良的影響。」（C0331-4）

(五) 簡約設計原則對於線上教學系統介面非常重要

專家認為簡約設計原則在線上教學系統中非常重要，介面應該皆採取簡約的設計，包括清晰明瞭的設計、簡單的操作流程等，以便學習者更容易理解和使用。然而在教學魔法師中，所有頁面都符合簡約設計原則，介面操作上皆清楚有重點。

「教學魔法師的簡約設計原則讓使用者能夠快速上手，讓常用的功能及按鈕能夠直觀的呈現在頁面上，且功能也分類明確。」（A0322-5）

「現在教學魔法師這方面已經做得很完整，不過建議增加搜尋功能會極為有效，使用者可以搜尋想知道的資料，也可以讓使用者一目瞭然節省彼此時間，並且能夠有效的簡約設計。」（B0329-5）

(六) 線上教學系統介面設計缺乏用戶回饋

專家指出用戶回饋是線上教學系統介面設計的重要組成部分，讓學習者可以對其功能、使用體驗和內容進行反饋。不過目前教學魔法師系統中缺乏用戶回饋，學生無法從中獲取即時的雙向溝通。專家建議未來可以增加回饋機器人來輔助學習，增線上教學系統的用戶即時回饋。

「在使用教學系統用戶回饋原則的介面設計重要性是不可忽視，必須瞭解設計目標客戶，並提供他們想要的服務。」（A0322-6）

「目前教學魔法師提供了兩種形式的回饋：討論區或留言版以及單向式的回饋文字，但因為缺乏雙向互動的回饋。建議未來可以提供一個可以讓學生將問題發到老師 APP 上的客服回覆功能。這樣一來，學生可以隨時獲得老師的回覆，而老師也可以更快更有效地改善課堂教學，同時也能更清楚地了解學生們的問題，能夠快速歸納出學生們的問題，並提高課堂效率，讓學生能夠輕鬆獲得回饋，也可以提供老師更多的時間去準備課程。」（B0329-6）

「這是很重要的設計但如果學生不認真不去使用，這樣的設計就沒有用。」（C0331-6）

根據本研究的訪談結果，專家們廣泛肯定並重視學者提出的六項人機介面設計共同原則，並指出將此設計共同原則加入現有的線上教學系統將能夠提升使用者的體驗，然而目前仍存在使用者掌控感與用戶回饋方面的不足，因此，專家提供了寶貴的建議，例如增加搜尋與回饋機器人等功能，以提升使用者體驗。

伍、 未來展望

隨著教育技術的日益發展，線上教學系統的重要性也日益凸顯，良好的人機介面設計可以提高學習者的學習效果。研究結果顯示，在設計線上教學系統時，應當考慮以下六項人機介面設計原則：設計的一致性、使用者掌控感、容錯原則、防錯原則、簡約設計原則、用戶回饋。其中使用者掌控感和用戶回饋是目前缺乏的，因此如果能夠在設計時將這兩項設計原則考慮進去，將會提高線上教學系統的教學效果。專家建議教學魔法師平台若要改善使用者掌控感和用戶中的即時回饋，可以增加搜尋功能以及回饋機器人的介面設計等，提供更完善的學習資源以及更高效的學習方式。良好的介面設計可以改善學生對線上教學系統的接受度，期許未來將有更多優秀的系統設計者繼續推動線上教學系統的發展，以滿足使用者的需求。

參考文獻

一、 中文部分

吳莉欽(2002)。電腦網路學習環境的理念與問題。**教育資料與圖書館學**，**39**(4)，441-455。

李駱遜（2021）。線上教學面臨的挑戰與展望。**國家教育研究院電子報**，213。

林淑芳、林麗娟（1995）。使用者介面—電腦輔助學習之認知要徑。**視聽教育雙月刊，37**（3），18。

林翠雲（2012）。從 Web2.0 數位工具的創新應用看華語教學設計之重要：以僑務委員會華文網路種子師資班之應用為例。**數位學習科技期刊，4**（4），1-24。

柳永青（2012）。友善的人機介面。**科學發展，472**，6 -13。

柳永青（2012 年 4 月 5 日）。人性化的生活品質：友善的人機介面。雲林科技大學工業管理系。**科技大觀園**。https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=7c5251a4-ef9c-4cca-a672-44b1dab9b702

張依靜、尹玫君（2009）。嘉義市國小學童使用班級網站的現況及其相關影響因素之探討。**教育研究學報，43**（2），169-194。

陳桓毅(2021)。遠距線上教學人機介面指標建構之研究。**危機管理學刊，18**(2)，89-94。https://doi.org/10.6459/JCM.202109_18(2).0009

新北市政府教育局（2021 年 8 月 17 日）。新北部署線上教學各項準備因應疫情變化隨時上場暑假分流授課教育訓練各校開學後完成演練。**機關新聞**。https://www.ntpc.edu.tw/home.jsp?id=d127e0ce0f4f407b&act=be4f48068b2b0031&dataserno=24c6a95782f23389b193287fda012403&mserno=cdfca8f4e3eeb6df81e43a5af771c42f

盧傑瑞（2021 年 06 月 30 日）。人機介面 4.0 的未來主流。**CTIMES**。https://www.ctimes.com.tw/DispArt/tw/%E4%BA%BA%E6%A9%9F%E4%BB%8B%E9%9D%A2/HMI/%E6%A9%9F%E5%99%A8%E5%AD%B8%E7%BF%92/2106301141WR.shtml

賴弘基（2015）。高齡數位學習網站介面與教學設計之探討：以澳洲 U3A online 為例。**福祉科技與服務管理學刊，3**（4），2015。https://doi.org/10.6283/JOCSG.2015.3.4.401

二、 英文部分

Alelaiwi, A., & Hossain, M. S. (2015). Evaluating and testing user interfaces for e-learning system: Blackboard usability testing. *Journal of Information Engineering and Applications, 5*(1), 23-30.

Basilaia, G., & Kvavadze, D. (2020). *Transition to online education in schools during a SARS-CoV-2 coronavirus (COVID-19) pandemic in Georgia. Pedagogical Research, 5*(4), 1-9. em0060. https://doi.org/10.29333/pr/7937

Gagne, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principles of instructional design (4th ed.)*. Harcourt Brace Jovanovich.

Nielsen,J.(1993).*Usability engineering*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Nielsen, J. (1994, April 24). *10 usability heuristics for user interface design*. Nielsen Norman Group. https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/

Norman, D. A. (2000). *The psychology of everyday things*. Basic Books.

Organisation for Economic Cooperation and Development (2020). *A framework to guide an education response to the COVID-19 Pandemic of 2020*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/6ae21003-en

Shneiderman, B. (1992). Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction. *Addison-Wesley Publishing Company.*

跨教室網路協同教學個案研究

The Case Study of Cross-Classrooms Online Collaborative Teaching

唐宇新[1]、鄭姍姍[2]、賴彥如[3]
TANG, YU-HSIN、CHENG, SHAN-SHAN, LAI, YEN-RU
花蓮縣源城國小[1]
Yuan-Cheng Elementary School[1]
E-mail：sillycat1125@gmail.com[1]
明新科技大學資管系[2&3]
Ming-Hsin University of Science and Technology Department of Information Management[2&3]
E-mail：yes5433@must.edu.tw[2]
E-mail：yenru@must.edu.tw[3]

摘要

近年來國內由於少子化為學校帶來了極大的經營及教學危機，尤其是偏鄉學校所面臨的困難更為艱鉅。為解決少子化帶來的教學困境，本研究以跨教室網路協同教學方式，讓不同區域、不同學校、甚至是不同年級的學生與在家自學的家庭可同時接受到專業教師的教導。為了解跨教室網路協同教學的過程及對學生的影響，本研究採用個案研究方法進行探究；透過觀察授課過程、訪談輔課老師、學習者及自學生家長，來了此跟教學模式對於教師與學生的影響。研究發現跨教室協同教學中，輔課老師與自學生家長能適時展現學習鷹架作用；另外透過這樣新穎的上課方式，學生變得更主動學習，且他們的學習熱度也延伸至課後。

關鍵字：協同教學、遠距教學、桌遊融入學習、鷹架學習

Abstract

For solving the teaching-problems caused by low birth rate in Taiwan, an online collaborative teaching approach was adopted for four schools located in different cities synchronously. Case Study method was adopted to reveal the actual situation happened in these classrooms. From the data collected via observing and interview, the results indicated that online collaborative teaching motivated the students to become active learners and discuss their learning after class. Moreover, the teachers in the classroom who no need to in charge of main teaching job in the instructional model could more concentrate their attention on playing the scaffolding roles in the classroom.

Keywords：Collaborative teaching, Online learning, Integrating board game into learning, Scaffolding learning

壹、 前言

根據中華民國內政部戶政司全球資訊網中的人口統計資料顯示台灣出生人口數從2017年開始已下降至20萬以下，新生兒人數為193,844，且之後逐年下降。至2022年新生兒人口數甚至低至138,986人(中華民國內政部戶政司全球資訊網，2023)。少子化將帶來許多的問題，但首當其衝的便是學校面臨的招生與教學問題。許淑玫(2012)在其研究中指出少子化衍生的學校經營困境有：減班導致教師超額、教師業務負擔加重、磁吸效應促使大校增班，小校弱化、招生壓力導致校際關係緊張。另又因少子化減半出現產能閒置、人力過剩現象，例如，校舍與師資閒置(蕭佳純、董旭英、黃宗顯，2009)。

少子化的衝擊不僅對國家長期發展不利、更對偏遠地區學校產生莫大的影響。本研究團隊中一員於2008年調往東部的玉里服務，初到任時，校內仍維持最少一班9~12人左右，但至2018年，校內班級人數已經降到一班約2~3人。部份鄰近的城鎮邊陲學校更有些已經面臨一年級招不到學生的窘境。其中關鍵問題莫過少子化及人口外流因素，而這二項因素也是大部分學校學生人數減少的主因，另外像是家長至外地工作、學區鄰近學校競爭等，也是造成學生員額流失的因素(林淑照、張淑娟、馮筱芬、李鳳嬌、翁筱諠、巫俊延，2007)。學生員額的減少也導致學校不敢聘用正式教師、，取而代之的是不斷更替的代理與鐘點教師的增加、甚至裁班併校危機，而這些也都影響著教學品質與學生學習效益。為因應少子化對於城鄉影響，各縣市政府所採行的策略各異其趣，其中新北市在2017年推出的混齡教室即是解決的策略之一(TVBS新聞網，2017)。資策會(2017)則集結數位學習產業、公益服務機構及錄播產業資源，首創台灣跨校共學小校聯合服務，於高雄、屏東及台東地區10間以上學校成立小校聯盟，運用網路及通訊科技，如雲端社群互聯、語音視訊分流，以及遠距同步分享，形成共同學習課表。以上模式均是以改變教學模式來試圖減少少子化對小班級的學習者所帶來的影響。

對於少子化所帶來的教學與學習衝擊，研究團隊嘗試與不同地區的偏遠學校也一樣面臨相同困境的教師們合作，試圖透過網路協同教學方式，來幫助解決偏遠學校的教學與學習困境。基於上述研究背景，本研究也將針對此一跨教室網路協同教學進行探討。並設定研究問題為：

1. 如何進行跨教室協同教學？
2. 跨教室協同教學前中後應具備哪些條件？
3. 運用網路進行跨教室協同教學對於學生的幫助為何？

貳、 文獻探討

一、 協同教學

「協同教學法」最早於1950年代於美國被提出。不同於「合作學習」強調的是學習者間的合作，「協同教學」強調的是教師間的合作，以解決教師不足所引

發的教學問題(張德銳、邱惜玄、高紅瑛、陳淑茗、管淑華、蕭福生，2006)。因此所謂的協同教學原則上是由兩個或兩個以上的教師在一個或多個學科或學習領域中整合、發揮專長，在教學中引導學生學習(黃光雄，1988)。協同教學的機制為突破平日教師孤立無援、單打獨鬥提供了一個契機，確實達成教與學中所要傳達的意義(李坤崇，2001；高紅瑛，2001；黃政傑，1997)。我國在民國五、六十年代即曾引進並實驗協同教學，但旋告無疾而終，九年一貫課程實施後，協同教學才重新受到關注(王素芸，2009)。

吳碧霞(2004)的研究指出協同教學除增進學生的學習動機、發展學生的潛能外，由於是多個老師授課，因此教學方式較多樣化，學習者覺得得到較豐富、有趣、創意的學習，因此學生的學習態度、興趣和主動性，也明顯提昇。此外學生學習到更多課程知識，學生同時覺得教師更認真教學。協同教學雖有一定的優點，相對的也有其限制；研究指出協同教學模式最難之處莫過於陌生感讓教師與學生都有使不上力的感覺(呂芬英，2008；吳碧霞，2004)。也就是師生必須思考以三至四個班群的方式進行，避免學生與教師們彼此適應困難(吳碧霞，2004)。教學前要探究協同教學模式時團隊成員間容易意見相左，另外在班級經營上，也可能因為非同儕教師熟悉而有所困難，導致學生上課秩序不佳甚至學生認為獎勵不公平等問題叢生(呂芬英，2008)。另外，協同教學過程中最難克服的瓶頸與教師專業發展社群所遭遇的問題一樣，像是教師共備時間不足無法弦續前後課程準備、討論及修正的需求(呂玉英，2004)。以教師面相來說，除了備課與陌生感引發的問題外，協同教學對於教學者而言其實是相對有益的，雙師協同教學可增加教師們互動的機會，既可分工合作互為教學支援，相互觀摩學習與激勵，增進專業知能(陳寶珍，2003)。

二、 運用網路進行教學

近年台灣在解決偏鄉弱勢問題上著墨不少，2013年「線上學伴公益計畫」，即以網際網路拉近城市地區高中生與偏鄉學生的教學模式，為屏東等偏遠縣市中的鄉村學校提供課後的即時視訊教學(林秀姿、郭錦萍、王彩鸝、潘欣中、薛荷玉、張心慈、許瑋琳，2015)。另外，研究者團隊曾參與執行教育部的「數位學伴計畫」，也是運用網路媒介跨越城鄉空間障礙，以陪伴與學習為基礎，培訓大專校院學生運用資訊科技融入學習，透過線上即時陪伴與學習，協助提升偏遠地區學童學習動機與興趣，促進城鄉學習機會均等。資策會小校聯盟則是透過培育教育YouTuber，再整合超過70家雲端服務平台、學習機構、教具商、內容提供商、學習硬體業者、師資培育組織及認證單位等，為偏遠弱勢學校學生提供即時視訊教學，也透過現場參與教學協助現場教師將新科技、技術等引入課堂中，讓孩子受惠(資策會，2017)。

運用網路進行教學雖能降低距離對偏鄉小學的影響、並提供偏鄉學生學習的機會；但長期以來使用網路教學在技術上亦有相對困境，以賴柏仲(2004)研究指出，運用網路進行教學一方面受限於學校的硬體設備，另一方面是技術層面與網

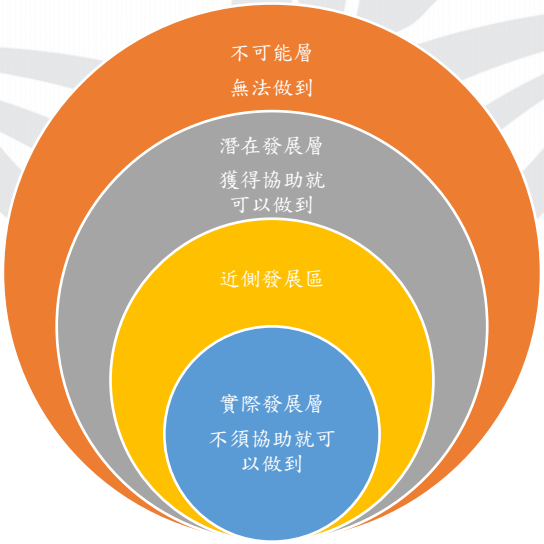
路平台的整合，最後現場人手不足也是關鍵問題之一；另外則是學生素養夠不夠本身也會影響到教學的執行成效。施富川(2005)表示這類的教學在進行時，除了教材編制的困難外，同時也挑戰到老師的意願，因為多數老師已經習慣了自己的教學模式，因此不願意採用網路科技來進行教學。鄧宗聖和李律鋒(2012)在探究「遊戲融入教學」時亦運用到了網路進行遠距教學，該研究結果指出由於獲得足夠人事經費約聘1名助教支援教學，才有機會讓教室內外能穩定發展教學。

2020年起，由於COVID-19疫情的擴大，各級學校也將實體教學轉往線上；因此使用網路進行的遠距教學不再是一個選項，而是每一位教師與學習者、甚至是學生家長都需要熟悉與了解的模式。因此不論是Youtube直播教學、Google classroom、Google meet、或Zoom甚至是line的使用，都變成教學者與學習者每日教學或學習必須使用的線上工具之一。

使用網路教學的其他優點是學習者能感受到的是教材的高互動性，平台使用上的操作方便性與隨時學習的彈性；但在網路教學現場也隱藏了一些問題，例如：如何進行師生互動、如何營造出優良的班級學習氛圍、提升學生學習意願(孫怡君，2016)。因此要有效進行網路教學，在運用網路進行教學之課程設計者須時時調整自己的教學策略，才有辦法確實吸引學生在透過直播的教學實境中確實學習。

三、 鷹架理論

鷹架(scaffolding)一詞是由Bruner、Ross與Wood於1976年所提出，它的基本概念是源自於俄國心理學家Vygotsky的近側發展區理論(Zone of Proximal Development簡稱為ZPD)。



近側發展區理論認為學習者在學習時，會有呈現幾個層次，一個是實際發展層(actual development)，就是指不需要協助，學習者可以獨立完稱的區域；另一個是就算提供協助，在目前狀況下學習者也無法獨立完成的區域；而界於這兩者之間的就是潛在可發展層(potential development)，意指只要提供適當的協助，學習者就可以完成任務的區域。而存在實際發展層和潛在可發展層之間的區域，就是近側發展區。

而Bruner、Ross與Wood(1976)的鷹架理論即認為：孩童的成長需要成人或能力較強的同儕的協助；應用於課堂中，教師須扮演學生的學習支持者的角色，就像是人們蓋房子需要鷹架一般。再一剛開始學習者需要在成人或同儕的支持引導下下學習，但是，當學習者本身的能力增加後，教師就可以慢慢減少支持，慢慢將學習責任轉移到學習者身上，直到學習者內化其學習；這就如同，如工人在房子蓋好後，會把鷹架逐漸拆除一般。

從鷹架理論看來，在網路協同教學中，由於有多位教師組成教學群，因此除了遠端授課的教師外，其餘在現場的教師皆可扮演學習者的學習鷹架者，應可有效提升學生的學習狀況。

彙整以上各教學方法與學習理論來看，網路協同教學以高速穩定的網路為架構，藉由網路平台進行同步或是不同步的教學，應可拉近城鄉教育差距、並協助偏鄉小校獲得教學與學習上的實質幫助。

參、 研究方法

一、 研究工具

質化研究乃是指非統計、量化而產生研究結果的辦法，它可以是對人們的生活周遭、故事、個人行為、或組織運作、社會運動甚至是人際關係的研究(Strauss & Corbin, 1997)。本研究中採用質性研究中的個案研究法。學者指出為了達成觀察社會的實際運作狀況，以一個機構、家庭、或個人為單位進行直接的觀察或訪談的研究法即是個案研究法所適用範圍；在個案研究裡，強調研究者於自然環境中，檢核無法予以操縱的事件，並揭露出事件當中局外人(外觀)和局內人(內觀)的觀點(王文科、王智弘，2020)。因此為回答三個研究問題，本研究將採個案研究方法，讓研究者參與於跨教室網路協同教學的自然情境中，並透過授課後的訪談，來探討跨教室協同教學的運用過程以及其運用網路進行跨教室協同教學對於師、生的協助。

二、 研究對象

本研究除了於授課時觀察課程進行中的所有過程外，並訪談實際參與運用跨教室協同教學之學校之行政人員2名、參與老師2名、觀課老師2名以及2校參與學生4名、自學家長2名、自學學生2名等共13人進行訪談。期藉由實地觀察與訪談挖掘出運用跨教室協同教學的實際狀況與對學生學習的影響，並提供有意願參與之學校、老師佐供執行參考。

肆、 研究結果

一、 受訪者基本資料分析

參與本次跨教室網路協同教學的人員包含學校行政(編號A)、參與課程老師

(編號B)、觀課教師(編號C)、自學生(編號D)、自學生家長(編號E)、學生(編號F)，基本資料僅如下表所述：

編號	身份別	職別	年齡	性別	居住地	學歷
A01	行政	校長	41~50	女	彰化縣	大學
A02	行政	教導主任	31~40	女	台東縣	研究所
B01	輔課老師	代理教師	41~50	男	彰化縣	大學
B02	輔課老師	導師	31~40	男	台中市	研究所
C01	觀課老師	導師	41~50	女	高雄市	研究所
D01	自學生	自學生	11~20	女	台中市	小學五年級
D02	自學生	自學生	0~10	男	高雄市	小學五年級
E01	自學生家長	自由業	41~50	女	台中市	大學
E02	自學生家長	自由業	31~40	女	高雄市	大學
F01	學生	學生	11~20	女	彰化縣	小學六年級
F02	學生	學生	11~20	男	彰化縣	小學六年級
F03	學生	學生	11~20	男	彰化縣	小學六年級
F04	學生	學生	11~20	男	彰化縣	小學六年級

二、 跨教室網路協同教學過程

(一)、參與者的角色工作分配

從訪談資料中可歸納出除了學生之外的幾個重要角色;在跨教室網路協同教學前置作業中，教師及家長身分大概可劃分為三類：

1. 課程主持教師：具有共備發起人、主持人性質；

   甲、2名受訪執行課程老師提到的包含了課程主持教師本身的工作並含主持與備課

   乙、1名對課程主持教師的定位則另提出課後都會主持檢討找出課程問題與學生問題。

2. 自學生家長：為學生學習鷹架者，具有孩子的小幫手性質。

   “會參與他的紀錄，但不參與他的決策，過程中就是擔任孩子的小助理。”

   “像在螞蟻王國魔法陣那次，我就喜歡媽媽在旁邊的感覺，這樣卡住的時候，她可以幫我解決一些問題。”

3. 輔課老師：自我定位為教學助教(學習鷹架者)外，訪談彙整出輔課教師具有班級經營者、輔導者性質。參與者教師則除了參與共備外，仍必須設計課程計畫、準備課間教具，同時進行所有事物與設備的前測。

   “課程主持教師主要是主持與設計整個活動，修正所有的課程內容，最後完成產出再議課。主持老師也會提供額外的協助，像是活動進行中會觀察到學生提出的問題。”

   “我所知道的是一個人要負責主持與備課工作，就是兩位運用網路的老師要先共同討論課程進行的方式和內容，然後依據修正配合學生能力。修正完之後必須提前準備課程計畫、教具及設備的事前測試。這些其實滿辛苦的，因為事前都必須準備好。”

在訪談中，參與的教師們提及課程主持老師的工作主要為主持及設計整個課程活動，而輔課老師對自身的工作定位為助教，同時以班級經營為主要工作。另外參與的家長，並不認為自己為助教，反而認為自己是負責號召有相同學習需要的人參與到這樣的課程中。所有的家長都認為自己是孩子學習的助攻者。

(二)、 教學現場佈置

受訪者均表示：教師方(無論課程主持老師、輔課老師或自學家長)需要筆電、桌機，然後必須要有webcam 與麥克風。輔課方與自學家庭端的webcam 可以不必面對學生，但必須連結到投影機或是大螢幕上，讓學生看見課程主持教師操作課程教材與簡報的現狀。

(三)、 教學前的班級課程預備

本分析以所有受訪者為主，主要針對課程前輔課老師是否會針對學生進行預習、課前會不會將習作或作業完成、課前會發學習單或其他紙面資料、課前會說明規則等進行訪談彙整。

編號	身份別	先預習	先完成作業	先發學習資料	先說明
A01	行政	○	○	○	○
A02	行政	○	○	○	○
B01	輔課老師	○	○	○	○
B02	輔課老師	△	△	○	○
C01	觀課老師	○	○	○	○
D01	自學生	○	△	○	○
D02	自學生	○	╳	○	○
E01	自學生家長	○	○	○	○
E02	自學生家長	△	△	○	○
F01	學生	○	○	○	○
F02	學生	○	△	○	○
F03	學生	○	○	○	○
F04	學生	○	△	○	○

資料來源：研究者自行整理(受訪資料○表示有、×表示沒有、△表示其他答案)

(四)、 跨教室網路協同教學課程進行、師生互動與學生回饋

本課程運用youtube與臉書當作直播平台進行教學。上課流程就是：輔課教師發講義、輔課教師進行課程說明、連線後兩班相互介紹、課程主持教師開始進行課程、課程主持教師藉由網路進行實體桌遊學習。本次教學以桌遊融入學習，主要學習主題為數學課程中的因數與倍數，透過教師團隊開發的螞蟻王國魔法陣桌遊遊戲，幫助學生習得因數與倍數概念。

課程開始後學生就會開始依據課程主持教師的引導開始進行闖關與解題，因為題目設計時都有權衡到學生的能力差距，所以難易度都有經過調整。題目通常都是由簡單開始進行，然後逐步到最難。課程主持教師與輔課教師設計的題庫量通常是以一節課為準，設計時以國小課程一節四十分鐘來估算，通常會準備十個左右的題目。

從訪談中歸納出輔課老師與學習者的看法：教師觀察到學生在此課程中學習態度比一般教室學生較為積極主動、學生會主動提出問題，輔課教師協助課程主持教師解釋、課程主持教師會注意學生上課情形、輔課教師會主動安慰學生表現。而學生則反映在這一門課中，自己喜歡這樣的學習並有發揮主動學習的態度，而且當遇到問題時，會現場上網想辦法解決問題，而當不清楚題目意義時，也願意跟現場輔課老師反映，由現場輔課老師協助解釋，讓學習活動進行順利。

“不是只有我喜歡，同學都很喜歡，大家會開心的繼續挑戰。”

“課程結束後同學的反應都很熱烈，私底下還會繼續討論題目怎麼解。當時一題找到最多的方法大概三四種，然後我們為了想要繼續挑戰，會自己想一個延伸題目繼續解答。”

“放學後還跟爸媽討論這樣的課程，講課程裡面學什麼什麼的，還有遊戲的過程中發生了什麼，也會討論到輸贏的狀況。”

根據觀察及訪談資料分析得知，本課程模式在教學設備上，教學前不需要過度添購，僅需要教學現場的電腦主機或是筆記型電腦搭配上webcam、麥克風、投影機或大屏幕即可。而在課程部分，課程主持老師須負責課程規劃、設計及授課、輔課老師與家長則擔任學習鷹架者、負責釋疑及促進課堂中的互動。而課後學習反應，不僅是教師，學習者本身也發現自己變得更為主動、喜歡學習，甚至在課後仍會回味課程中的學習過程。

但從訪談中，有些問題也被提及：

“希望學校的網路可以再快一點，因為孩子最常抱怨的就是這個”

“…帶孩子到牙科診所看診，結果當下就用手機直接參與網路共備課程。”

多位教師也指出共同備課太花時間，經常需要佔去自己私人的時間是最大的問題。另外不管是教師或學生皆提到網路不穩定，導致他們有時上課會中斷，這時輔課老師就得要趕緊接手，進行實體授課，其實是會打亂學習的節奏的。

伍、 結論與建議

台灣面臨少子化的困境，導致許多偏鄉學校面臨經營上的困難。因此研究團隊透過跨教室網路協同教學期望能夠以有限的師資幫助更多的學生來進行學習。

本研究以個案研究方進行探討跨教室協同教學過程中的各種狀況，並以訪談方式了解所有參與者與參加此課程後的想法。經由收集的資訊加以分析後，發現以現階段的國小教室中的設備來說，跨教室網路協同教學只需以教室內所擁有的硬體設備為基礎(webcam、麥克風、投影螢幕與擴音機)即可參與這樣的課程。

對於偏遠型態以及學生人數較少的班級，本教學型態能以簡單的模式進行遠距連結共同上課，並發現教學流程中雙方班級學生都能順利發表各自想法，佐見本教學模式在強化網路校際交流上之助益。對於參與在此課程中的老師，研究結果發現輔課老師與自學生家長發揮了學習鷹架作用，且在共同備課過程中極其容易在自我專業上相互學習而成長，間接形成運用網路型態的教師專業社群。

而學生在這樣的學習過程中，新穎的授課與連線模式讓他們感到好奇，另外也因為桌遊融入教學中，學習者變得更主動學習，並且願意多方嘗試去找出共多解決方法。除了在校學生外，本次研究也允許自學家庭參與其中，透過自學家長與學生反饋中得知，跨教室網路協同教學模式可以解決自學家庭「無法挑選教師以及專業科目」與想要有「多元的主題學習」等問題，同時可以讓孩子在家中輕易的以跨網際網路的模式參與學校的班級課程，間接讓孩子從中看見自己的優勢與缺陷，並獲得自學所缺乏的互動關係。

跨教室網路教學雖然對偏鄉及自學生有益，但仍有其缺陷。例如共同備課過於耗時：所有參與過共同備課的教師皆反映共同備課這件事是一件耗時的事，有時甚至會佔用到個人的休息時間以及休假。另外在硬軟體的熟悉度方面：雖然硬軟體上對於參與課程的輔課老師皆有隨取即用的可能性，不過每個輔課老師對於硬軟體的資訊素養不一，有時面對不同教室就必須思考不同的問題，像是網路連線、甚至是沒有網路的環境下要如何讓這樣的模式順利進行；有時甚至要花不少時間再去摸索與詢問。最後在網路的穩定度：這幾乎是所有受訪者共同表示的問題。由於校園網路頻寬有限，部份的教室又不見得會有穩定的網路，有時會嚴重到影響影音傳輸，甚至是更嚴重的導致斷線。

因此研究者建議為了達到更好的跨教室協同教學效果，建議有關單位需先確保網路的穩定性與頻寬是否足夠。另外透過教師自主社群的成立，讓有興趣參與跨教室協同教學的老師能及早開始準備並共享教材，才能減少學期期間共同備課的壓力。

陸、 參考文獻

[1] Strauss, A., & Corbin, J., (1997). Grounded Theory in Practice. Thousand Oaks, CA: Sage.

[2] Wood, D., Bruner, J., & Ross, G.,（1976). The role of tutoring in problem solving. Journal ofChild Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines, 17(2), 89–100.

[3] TVBS新聞網(2017.10)。少子化！新北推「混齡教學」不再1人1班。https://news.tvbs.com.tw/life/783582

[4] 王素芸(2009)。協同教學的意義、特質與類型。教育研究與發展，5，55-80。
[5] 王文科、王智弘(2020)。教育研究法(19版)，台北市：五南圖書。
[6] 吳碧霞(2004)。以「協同教學」模式進行綜合活動學習領域之個案研究(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，台北市。
[7] 呂玉英(2004)。國小教師實踐討論式數學教學之協同行動研究(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學數理教育研究所，台北市。
[8] 呂芬英(2008)。協同教學對國小六年級學生數學學習成效之行動研究(未出版之碩士論文)。中原大學，桃園市。
[9] 李坤崇(2001)。綜合活動學習領域教材教法。台北市：心理。
[10] 林秀姿、郭錦萍、王彩鸝、潘欣中、薛荷玉、張心慈、許瑋琳(2015.06)。花了這麼多錢 補救教學有救嗎？。聯合報。取自 https://udn.com/upf/newmedia/2015_vist/06/20150610_ed_web/index.html。
[11] 林淑照、張淑娟、馮筱芬、李鳳嬌、翁筱諠、巫俊延(2007)。花蓮縣小型國民小學面臨學生數減少的困境及因應策略。第105期國小主任儲訓班專題研究集，台北縣。
[12] 施富川(2005)。網路教學同步教室的教學模式探討(未出版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。
[13] 孫怡君(2016)。採用網路翻轉教學優缺點之探究(未出版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。
[14] 高紅瑛(2001)。國民小學實施協同教學問題解決之質性研究—以台北市一所小學為例(未出版之碩士論文)。台北市立教育大學，台北市。
[15] 國家發展委員會(2023)。人口推估查詢系統。https://pop-proj.ndc.gov.tw/dataSearch2.aspx?r=1&uid=2104&pid=59
[16] 張德銳、邱惜玄、高紅瑛、陳淑茗、管淑華、蕭福生(2006)。協同教學－理論與實務，台北市：五南圖書。
[17] 許淑玫(2012)。少子女化現象下的學校經營困境及因應建議。台灣教育論月刊，1，56-60。
[18]黃光雄(1988)。教學原理：台北市：師大書苑。
[19] 黃政傑(1997)。教學原理。台北市：師大書苑。
[20] 資策會(2017)。推動智慧校園南向邁向創新教育新模式。https://www.iii.org.tw/Focus/FocusDtl.aspx?f_type=2&f_sqno=wBjSeaTFSK8ox8V3DukiMA__&fm_sqno=13
[21]鄧宗聖、李律鋒(2012)。遊戲入課：通識教育中以學生為主體的媒體素養教學法。課程與教學季刊，**153**，109-134。
[22] 蕭佳純、董旭英、黃宗顯(2009)。少子化現象對國小教育發展之影響及其因應對策。臺中教育大學學報，231，25~47。
[23] 賴柏仲(2004)。在網路學習社群中促進小組合作學習之行動研究(未出版之碩士論文)。國立台中師範學院，台中市。

數位遊戲融入探究式學習對國小學生自然科學習動機、學習成效與筆記品質之影響

The Effects of Integrating Digital Games-based Learning with Inquiry-based Learning on Elementary Student's Motivation, Achievement and Quality of Notes in Natural Science

郭庭宇[1] 崔夢萍[2]
KUO,TING-YU[1] TSUEI,MENGPING[2]
[1]國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生
[1]National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Student
E-mail：tingyuled@gmail.com
[2]國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 教授
[2]National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Professor
E-mail： mptsuei@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究旨在以數位遊戲式融入 5E 探究學習，應用於國小五年級自然科美麗的星空單元之教學，探討其對學習動機、學習成效與筆記品質之影響。本研究採用準實驗研究法，研究對象為臺北市某國小五年級學生共 72 人。實驗組學生以數位遊戲融入 5E 探究進行學習，控制組採 5E 探究學習進行學習。研究資料以成對樣本 t 檢定與獨立樣本 t 檢定與單因子相依變異數分析等統計方法進行研究考驗。統計考驗後發現：數位遊戲融入 5E 探究之實驗組學生學習動機上有顯著進步;學習成效上實驗組和對照組皆有顯著進步，而實驗組與對照組無顯著差異；在筆記品質方面，實驗組學生進步情形顯著高於控制組學生。
關鍵字：數位遊戲、5E 探究教學、筆記品質

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of incorporating digital game-based learning into the 5E inquiry-based learning approach in teaching the topic of "Starry Sky" in the natural science curriculum for fifth-grade students in elementary schools. A quasi-experimental research design was employed, with a total of 72 fifth-grade students from a primary school in Taipei City, Taiwan. The experimental group

used digital games integrated with the 5E inquiry-based learning approach, while the control group used the traditional 5E inquiry-based learning approach. Statistical methods, such as paired-sample t-tests, independent-sample t-tests, and one-way repeated measures ANOVA, were used to analyze the research data. The results of the statistical analysis revealed that the experimental group showed significant improvement in learning motivation; both the experimental group and the control group showed significant improvement in learning performance, with no significant differences between the two groups. In terms of note-taking quality, the experimental group showed significantly higher improvement compared to the control group.
Keywords: digital games, 5E inquiry-based learning, note-taking quality.

壹、前言

遊戲式學習是指學習者在沉浸有趣的環境中，遵守規則，完成具有挑戰性目標的學習活動(Schell, 2019)。教師若能善用遊戲的特性，將遊戲與教學做結合，將可以達寓教於樂的作用。

108 課綱的自然領域著重科學探究、建構科學素養與解決問題的習慣(教育部，2014)，OECD(2016)將科學素養定義為:(一)運用科學概念，對現象進行科學解釋的能力、(二)評估與設計科學探究以解決問題的能力、(三)解讀數據並運用證據以科學方式產結論的能力，說明自然科核心素養就是以探究式的學習和問題解決兩者為主。探究式學習中，5E 學習環（5E learning cycle）能激發學習者自動自發地學習，並能提升學習成效以及學習動機(陳志鴻、許庭嘉、鄭立娜，2017）。

「做筆記」(note-taking）能幫助學生組織學習內容，把學習內容與先備知識連結後內化，是一項有效提升學習成效的學習策略(Austin, Lee, & Carr, 2004；林筱芬，2020)。好的自然學習領域的筆記不但是學生優勢能力的彰顯，更可以提升學習成效與科學解釋能力等(王琬珺，2007；廖科照，2013)。

基於上述問題背景與研究動機，本研究目的如下:

一、探討數位遊戲融入探究學習對國小高年級學生自然領域學習動機之影響。
二、檢視數位遊戲融入探究學習對國小高年級學生自然領域學習成效之影響。
三、分析數位遊戲融入探究學習對國小高年級學生自然領域筆記品質之影響。

貳、文獻探討

一、數位遊戲式學習

數位遊戲式學習是學習內容與數位遊戲結合的教育遊戲(educational games)，學習目標與遊戲目標結合，允許玩家運用各項心智歷程與技巧解決問題，並在解題後獲得滿足，在結合教學策略或理論後，能成為一種有效的學習方法(Akcaoglu,

2014；洪駿命，2017；陳志鴻，2017；楊凱翔、羅文妤，2017）。Prensky(2007)認為數位遊戲式學習能讓學生在面臨學習任務挑戰時不斷地嘗試，因而增強了對於課程內容的學習印象，學習解決問題的能力以及整合知識的特性(Hogle, 1996）。

Keller 提出 ARCS 動機設計模式，區分為 Attention（注意）、Relevance（相關）、Confidence（信心）、Satisfaction（滿足）四個要素，目的在於幫助課程設計或改進教學。達到激勵學習者學習的作用(Keller, 1999)。教師若藉由遊戲式學習帶來感官吸引、問題探索及不斷變化的教學方法來引起學生的注意，能讓學習產生好的循環，促進學習者學習動機，藉此提升學習效果，（黃國禎、蘇俊銘、陳年興，2015；郝光中，2016）。

實徵研究方面多顯示數位遊戲式能提升學習動機，連帶影響學習成效，且能進一步增進學習者高層次思考的問題解決能力(吳叔鎮，2011；郭逸涵，2018)。

二、科學素養與探究

科學素養係參與科學議題和概念時所需具備的能力與知識(OECD, 2016)，自然領域強調「探究與實作」使學習者有較多機會參與，有利於提升學生之問題解決能力。學習環(Learning Cycle)是探究式學習常採用的模式，5E 學習環（5E learning cycle）由 Trowbridge 與 Bybee 在 1990 年提出，教學活動分為五個階段：投入（Engagement）、探索（Exploration）、解釋（Explanation）、精緻化（Elaboration）、評鑑（Evaluation）(林曉雯 ；2000；蔡純郁，2017)。數位遊戲融入探究學習，是以切合學習者生活情境學習的主題為導向，讓學習者經由實際參與解決生活中的問題（王思涵，2013）。

三、自然筆記品質

好的筆記應該內容除了「摘要、詮釋」內容外，還包含「畫出概念圖」(郭昇柔，2019)。好的筆記策略則為 1.引導式的特色，可使用概念構圖、心智圖和學習單等形式、2.逐步的教學實施要點、3.以知識邏輯與結構為核心，將知識結構化、圖像化與編碼(李庭熒，2013；郭昇柔，2019;林篠芬，2020 ;趙莎，2021)。

參、研究實施與設計

一、研究方法

本研究採準實驗研究法之「不等的前測－後測控制組設計」進行研究，實驗組以數位遊戲式融入 5E 探究教學，實施為期四週的自然科教學活動，每週 3 節（共 480 分鐘），控制組則進行 5E 探究式教學。以臺北市某國小五年級 3 個班級，共 75 位學生為實驗對象，採立意抽樣，分成實驗組 2 個班共 49 人、控制組 1 個班共 23 人。兩組之教學內涵皆一致，僅在學習模式有所差異。

二、研究工具

(一)數位遊戲學習教材

本研究將學習單元分為四次教學，學習者須掌握遊戲目標及學習目標，吸收遊戲內容欲傳達的知識，解開謎團(問題)完成通關。遊戲使用網頁學習設計工具 Genially 進行研發。

本研究所設計之數位遊戲設計具有解謎的特色，綜合其他研究(宋依倫，2021；郭逸涵，2018)，在遊戲中以解謎元素設計遊戲活動，使用的技法如 1.重要訊息法、2.實驗經驗法、3.邏輯推理法、4.量感法、5.排列法、6.轉盤法、7.文字組合法、8.符號拆解/對應法、9.拼圖法等。

遊戲單元設計畫面如表 1，遊戲首頁依學習單元劃分 4 次遊戲。進入說明會看到故事劇情的開頭及簡易的提示。告知遊戲如何進行;謎題頁面呈則現謎題，玩家開始解謎或查找答案，如表 2。玩家解開謎題後輸入答案以前進下一關。

表 1

遊戲首頁

活動一遊戲首頁(EP1、EP2)

活動二遊戲首頁(EP3、EP4)

活動三遊戲首頁(EP5、EP6)

活動三遊戲首頁(EP7、EP8)

表 2

說明頁與謎題頁

說明:提示與故事情節呈現	謎題:解鎖與尋找重要訊息

(二)、美麗的星空單元學習成就測驗前後測

本測驗根據國小五年級自然第六冊內容「美麗的星空」單元之學習目標、關鍵概念進行撰題並發展為紙筆測驗卷，測驗預試共 28 題是非題 6 題，每題 1 分、選擇題 12 題，每題 2 分，活用題 10 題，每題 3 分，總分 60 分。經專家教師進行內容效度審閱後，隨機抽取六年級兩班共 48 位學生進行預試及難度、鑑別度分析，在保留重要學習概念的情況下刪除、修正難度在.20 以下及.80 以上及鑑別度小於.20 之試題，產生正式測驗卷，測驗卷之難度平均為.68，鑑別度平均為.41。

(三)、自然學習領域數位遊戲式學習動機量表

本研究使用之「自然學習領域數位遊戲式學習動機量表」參酌陳玉琦(2020)的學習動機量表作修改，本動機量表包含四個構面：注意（attention）、相關（relevance）、信心（confidence）、 滿足（satisfaction）。每個構面約有四到五題，共 19 題，計分方式採用李克特氏五點量表，以得分 1、2、3、4、5，分別代表「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」，該量表 Cronbach'sα 總量表之 α 值為 0.94，並經指導教授及專家教師進行內容效度審閱。

四、自然筆記品質

本研究參考林篠芬(2020)所提出之筆記品質評分方式，編修自然筆記品質評分表。評分標準包含筆記內容的數量與質量兩部分，第一部分為筆記概念擷取數(記錄到的概念數量與內容的完整度)，計 30 分;第二部分為筆記策略與延伸補充(內容與架構是否呈完整)，計 5 分，共 35 分。共撰寫 4 次。研究並邀請兩位校內專任自然領域教師與研究者共同擔任評分者。

肆、結果與討論

一、數位遊戲融入探究之學習動機分析

(一)實驗組「自然學習領域數位遊戲式學習動機量表」前後測分數相依樣本 t 檢定

實驗組前、後測的平均數各為 3.40 與 4.07，如表 4，此成對樣本檢定分析結果 t 值為-4.22，$p<.01$，達顯著差異，從平均數大小可以看出，學生的後測成績較前測成績進步，顯示學生的學習動機有顯著進步。

表 4

自然學習領域數位遊戲式學習動機量表前後測分數相依樣本 t 檢定

層面	前測(n=49)		後測		t值
	M	SD	M	SD	
實驗組	3.40	0.75	4.07	0.74	-4.82**

**p＜.01

二、數位遊戲融入探究之學習成效分析

(一)單元學習成就測驗前後測相依樣本 t 檢定

實驗組前、後測的平均數 t 值為-16.15，p＜.01 達顯著差異;對照組前、後測的平均數 t 值為-10.07，p＜.01 達顯著差異，如表 5，顯示實驗組與對照組後測總體平均影明顯進步，以實驗組進步幅度最大，顯示數位遊戲融入探究學習，對於實驗組學生學習成效有所提升，有正向的影響。

表 5

單元學習成就測驗前後測相依樣本 t 檢定

層面	前測		後測		t值
	M	SD	M	SD	
實驗組	26.69	6.95	48.51	7.90	-16.15**
對照組	29.74	7.80	44.40	12.06	-10.07**

**p＜.01

三、數位遊戲融入探究之筆記品質分析

(一)筆記品質進步圖

實驗組與對照組經過四次筆記撰寫，兩組學生分數都有提升，如圖 1 發現，實驗組進步情形較對照組明顯，可以知道數位遊戲融入探究學習，在筆記品質方面，實驗組和對照組皆有提升，對實驗組有正向的影響。

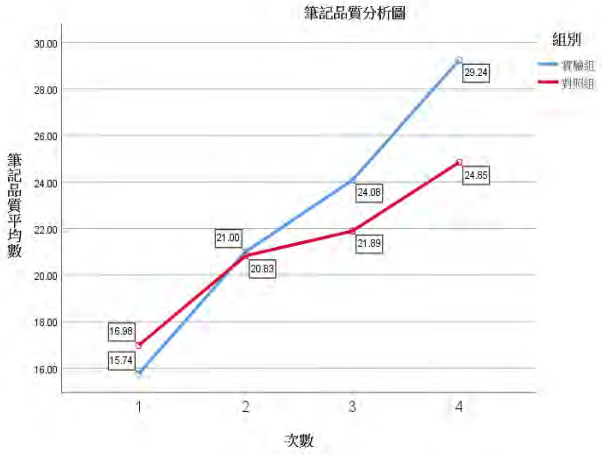


圖 1 筆記品質分析圖

伍、結論與建議

本研究旨在瞭解數位遊戲融入國小高年級自然科之研究，研究者運用 Genially 設計一次解謎式數位遊戲教材，應用於國小五年級自然美麗的星空單元教學， 並探討其對於學生學習動機、學習成效及筆記品質之影響。經過四週十二節課的教學實驗，研究結果發現:1.在學習動機方面，實驗組學生使用數位遊戲融入探究學習有顯著差異。2.在學習成效方面，實驗組與對照組學生在學習成效上皆有顯著進步，而兩組間未達到顯著差異。3.在筆記品質方面，實驗組進步情形較對照組明顯，對實驗組有正向的影響。

研究限制方面，由於本研究是以臺北市某國小五年級學生為對象，樣本數不足以代表母群體，另外實驗時間約 4 週，未能討論之後實施的結果，未來計畫增加使用數位遊戲融入探究學習，並應用於其他單元，或透過延宕測驗，瞭解實驗組與控制組學生在學習遷移或記憶保留情況如何，。

後續研究建議針對使用數位遊戲式學習教材之歷程行為進行質性分析，以更深入瞭解探討不同學習者對數位遊戲融入探究學習的感受。

參考文獻

王思涵(2013)。**數位遊戲式學習對中小學學生學習成效影響之後設分析**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺灣師範大學。

王琬珺(2007)。**科學筆記在教學評量應用上之研究－以過程技能為例**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺南大學。

吳叔鎮（2011）。**悅趣化數位學習對國小高年級學童自然與生活科技領域學習成效之影響**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北教育大學。

宋依倫（2021）。**設計實境遊戲與教學以評量國小學童問題解決態度、學習成就、合作技巧與同儕互動**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北教育大學。

李庭熒(2013)。**運用引導式筆記進行閱讀理解補救教學之研究**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北教育大學。

林曉雯（2000）。建構主義教學策略－學習環的基本理念及國小自然 科學教學設計舉隅。**屏師科學教育**，11，43-51。

林篠芬(2020)。**應用網路同儕互評於國小社會領域對筆記品質及學習成效之影響**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北教育大學。

洪駿命(2017)。結合同儕互評及心智圖於遊戲設計之學習模式對學習成就、動機與問題解決能力之影響。**教育研究月刊，282，93-113**。

郝光中（2016）。**數位教學遊戲設計與學習動機之研究—以國小數位教材為例**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北科技大學。

教育部（2014）。**十二年國教課程綱要—總綱**。教育部。

郭昇柔(2019)。**引導式筆記教學對國小三年級學生自然領域學習成就與學習態度之影響**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺南大學。

郭逸涵(2018)。**密室逃脫遊戲學習融入國小自然科對學生學習表現之影響。**〔未出版之碩士論文〕，國立臺灣師範大學。

陳玉琦(2021)。**實境遊戲融入童軍校園觀察課程對七年級學生之學習動機、觀察力及學校認同感之研究**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北教育大學。

陳志鴻(2017)。角色扮演行動遊戲在國小校園學習環境的應用經驗。**教育研究月刊**，**282**，59-73。

陳志鴻、許庭嘉、鄭立娜(2017)。四年級自然與生活科技之擴增實境探究式學習教案設計－以昆蟲單元為例.**科技與人力教育季刊**，**4**(1)，15-28。

黃國禎、蘇俊銘、陳年興(2012)。**數位學習導論與實務**。博碩出版。

楊凱翔、羅文妤(2017)。結合經驗學習圈理論之遊戲式學習模式對國小數學科學習成效之影響。**教育研究月刊**，**282**，74-92。

廖科照（2014）。**應用探究式教學及網路自然筆記系統對國小學生學習成效之研究**。〔未出版之碩士論文〕，國立臺北教育大學。

趙莎(2021)。高效學習法-用思維導圖和知識卡片快速構建個人知識體系。**人民郵電出版社**。

蔡純郁(2017)。**以 5E 學習環教學提昇國小學童學習成就之研究-以「美麗的星空」單元為例**。〔未出版之碩士論文〕，國立屏東大學。

Akcaoglu, M. (2014).Learning problem-solving through making games at the game design and learning and learning summer program. *Education technology research and development,62*(5),583-600.

Ali, A.(2009). A conceptual model for learning to program in introductory programming courses.*Informing Science and Information Technology,6*,517-529.

Austin, J. L., Lee, M., & Carr, J. P.(2004). The effects of guided notes on undergraduate students' recording of lecture content. *Journal of Instructional Psychology, 31*(4), 314-320.

Hogle,J.G.(1996).Considering games as cognitive tools:In search of effective"edutainment."Retrieved from http://www.twinpinefarm.com/pdfs/games.pdf

Keller, J. M. (1999). Motivation in cyber learning environments. *International Journal of Educational Technology, 1*(1), 7-30.

OECD (2016). PISA 2018 Draft Analytical Frameworks. Retrieved from https://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2018-draft-frameworks.pdf

Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. Paragon House.

Schell,J(2019). *The Art of Game Design:A Book of Lenses,Third Edition.*Taylor&Francis Group,LLC.

以科技接受模式進行 Gather Town 在遠距課程上學生學習感受與滿意度探究

Exploring Student Learning Experience and Satisfaction in Distance Learning Courses Using Gather Town Through the Technology Acceptance Model.

林子涵　王曉瑨
LIN,ZIH-HAN　WANG,HSIAO-SHEN
國立臺中教育大學 數位內容科技研究所 研究生
National Taichung University of Education Graduate School of Digital Content and Technology Student
E-mail：bit110108@gm.ntcu.edu.tw
國立臺中教育大學 數位內容科技研究所 教授
National Taichung University of Education Graduate School of Digital Content and Technology Professor
E-mail：hswang@mail.ntcu.edu.tw

摘要

疫情使遠距需求增加、工具快速發展，Gather Town 能夠創造出貼近真實的線上空間，使遠距會議具「臨場感」，為了瞭解臨場感對遠距學習的影響與 Gather Town 作為新型遠距工具的感受和滿意度，本研究以科技接受模式為理論基礎，針對某大學 39 位學生，以 Gather Town 進行遠距課程，蒐集問卷回饋，瞭解 Gather Town 在遠距課程上學生學習感受與滿意度。

本研究之研究結果如下：

1. Gather Town 的系統品質會影響學生的認知易用性與有用性。
2. Gather Town 的社會臨場感會影響學生的認知有用性。
3. 學生對 Gather Town 的認知易用性會影響認知有用性與使用態度。
4. 學生對 Gather Town 的認知有用性會影響使用態度。
5. 學生對 Gather Town 的使用態度會影響行為意向。
6. 學生對 Gather Town 的行為意向會影響學習滿意度。

關鍵字：Gather Town、遠距課程、科技接受模式、學習滿意度

Abstract

Due to the impact of the pandemic, the demand for distance learning has significantly increased and related tools are developing rapidly. Gather Town creates a realistic online space, adding a concept of "presence" to virtual meetings. To understand the impact of presence on distance learning and the experience and the satisfaction of Gather Town as a new distance learning tool, this study deploys the TAM as its theoretical basis to conduct a distance learning course with Gather Town for 39 students in a university. Data was collected from Forms to understand Gather Town's student learning experience and satisfaction in the distance learning program.

The results of this study are as follows:

1. The system quality of Gather Town affects Students' perceived ease of use and perceived usefulness.
2. The social presence of Gather Town affects Students' perceived usefulness of Gather Town.
3. Students' perceived ease of use of Gather Town affects perceived usefulness their attitude toward using it.
4. Students' perceived usefulness of Gather Town affects their attitude toward using it.
5. Students' attitude towards using Gather Town affects behavioral intention.
6. Students' behavioral intention towards Gather Town affects learning satisfaction.

Keywords：Gather Town, Distance Education, Technology Acceptance Model, Learning Satisfaction.

壹、 緒論

一、 研究背景與動機

由於疫情的影響，社會機能全面地數位化與線上化，人們開始線上遠距來完成生活需求，相關工具也快速發展，每個工具各具優勢，Gather Town 的優勢在於無限制的會議時間與自由的分組討論室以及更加視覺化與具臨場感的空間環境，而劣勢則在於 10 人的人數上限，但 Gather Town 多元的功能與具臨場感的情境仍然是不可忽視的新概念，在元宇宙正在發展的時期，若瞭解臨場感為遠距會議所帶來的效益，勢必能夠使虛擬教室的成型與遠距課程的發展更進一步。然而目前在國內 Gather Town 並未廣為人知，使用人數與相關研究都相當少，根據相關文獻，若欲了解人們對新科技工具的感受或接受度，通常會使用科技接受模式來進行探究，因此本研究也採用科技接受模式作為理論基礎，了解 Gather Town 作為新型態的遠距工具，學生在使用上各方面的感受與滿意度。

二、 研究問題

根據研究背景與動機提出以下五項研究問題：

1. Gather Town 的系統品質與社會臨場感是否會影響操作難易度與學習效率？
2. Gather Town 的操作容易度是否會影響學習效率與使用上的感受？
3. Gather Town 對學習的幫助是否會影響使用上的感受與使用的意願？
4. 使用 Gather Town 的感受是否影響使用的意願？
5. 使用 Gather Town 學習時的操作、學習效率、感受與意願是否會影響滿意度？

貳、 文獻探討

一、 遠距課程

(一) 虛擬教室

虛擬教室就是在一個線上空間模擬真實的教室。教學者與學習者在一個線上空間中即時互動與交流(ViewSonic Library，2021)，一個完整的虛擬教室通常包括時訊息與語音視訊、共享白板、螢幕分享功能、文字對話視窗、舉手功能、表情符號功能與分組討論功能，以達成真實教室中所能完成的事。

(二) 遠距課程(distance education)

遠距課程指的是教學者利用線上工具來進行遠距離線上課程的教學方式，遠距課程透過線上工具建立虛擬教室來進行課程，並結合分組討論室進行小組活動，而在遠距的情況下，人們無法面對面接觸，不免產生疏離或孤獨感（王淳瑩&洪承宇，2022；王華樹&劉世界，2022；傅瓊雯，2022；黃映雅，2022），因此虛擬教室所帶來的社會臨場感也會是提升學習效益的考量。針對線上工具、分組討論室與社會臨場感詳細敘述如下：

1. 線上工具

指使用者可透過網際網路來連接與使用雲端式的應用程式，無須再經過下載及安裝的流程，如共編文件、雲端硬碟、Youtube 等，若具同步功能，則又稱為線上同步工具，如 Google Meet 會議軟體或是 Gather Town 線上交流平台。

2. 分組討論室

意指在一個虛擬空間中，再分隔出來的獨立空間，其數量可以自由設定，而在空間中所進行的活動，如討論、文字記錄、畫面分享或是文件共編等，彼此獨立不會互相干擾。

3. 社會臨場感(social presence)

相較於視訊會議軟體，Gather Town 是個更具互動性與臨場感的線上同步工具，臨場感(presence)通常被認為由遠距臨場感(telepresence)和社會臨場感(social presence)兩個相互關聯的現象組成，遠距臨場感指的是對於「身臨其境」的強烈感知，包括對於空間提示的自動反應和在虛擬空間中形成的心理模型，使人產生身處其中的錯覺；而社會臨場感則是指與他人共同存在的感覺，並能夠理

解他人的意圖和思維(Biocca, F.，2003)。

透過空間建置與遊戲化界面，使會議畫面以二維的教室或是辦公室空間來呈現，再透過操縱虛擬角色與他人進行交流互動，能讓在 Gather Town 中的會議更加「真實」，由於本研究主要著重在「課程互動」上，因此以感受他人存在的社會臨場感作為研究變項。

(三) 遠距課程的種類

根據使用的工具及方法的不同，遠距課程還能夠分為同步、非同步與混成三種模式（王李中羿&莊哲偉，2023；Yuzer, 2007）。同步指的是教學者使用線上直播的方式進行教學的教學模式；非同步則是指教學者利用製作教學影片、教材等來進行教學的教學模式，學生可以自主選擇合適的時間來上課（王李中羿、莊哲偉，2023；傅瓊雯，2022）；混成則是融合了同步與非同步，教師根據授課需求，在課程中運用不同教學策略及方法，選擇使用同步或非同步的方式進行授課（王李中羿&莊哲偉，2023）。

(四) Gather Town 線上平台

Gather Town 是一個線上社交平台或是稱它為具遊戲性的虛擬會議環境，它結合了遊戲化使用者界面、會議軟體、網頁空間建置三個屬性，主要用於遠距工作、線上會議、虛擬學習或是開發遊戲等活動 (Tu, 2022)。Gather Town 的活動空間具有高度自由且會永久存在，只要具有訪問權隨時都能進入空間，因此 Gather Town 相當適合需定期舉行會議的組織。

在國外 Gather Town 正被廣泛使用，不僅拿到了 5000 萬美元的 B 輪融資，還有超過 10,000 個團隊使用 Gather Town 做為他們的虛擬辦公室，還舉辦了 20,000 多場專業活動，有學術會議、招募會和專業協會等（強勢新生代媒體集團，2021），是 Zoom Meeting 和 Google Meet 的有力競爭者 (Fitria, 2021)。

圖 1 用 Gather Town 打造的教室

二、 科技接受模式(Technology Acceptance Model，TAM)

(一) 科技接受模式

科技接受模式是 Davis 在 1986 年所提出的一套用來解釋和預測使用者對於資訊系統接受程度的模式，藉由探討外部變項、內部變項（認知易用性與認知有用性）及行為變項（使用態度、行為意向及實際使用）間的關係，來解釋和預測使用者對資訊科技之接受度(林信志、湯凱雯、賴信志，2010)。科技接受模式之架構圖如圖 2 所示：

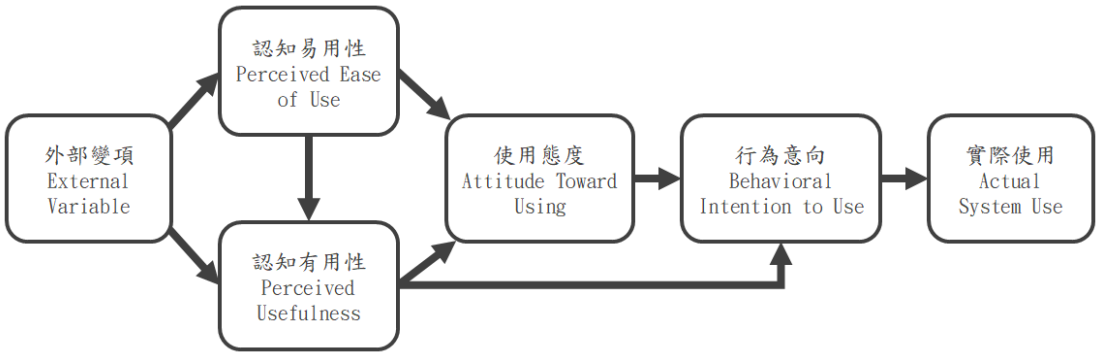


圖 2 科技接受模式(TAM)架構圖

(二) 科技接受模式的構面

根據姚佩婷（2015）、樓永堅等（2016）、孫鈺喬（2021）、張宇青（2022）、曾俞昀（2022）等人的文獻，結合 Gather Town 定義各構面敘述如下：

1. 外部變項(external variable)：可能影響學生使用 Gather Town 的認知易用性及認知有用性的外在因素，本研究之外部變項為系統品質及社會臨場感。
2. 認知易用性(perceived ease of use，PEOU)：指學習者在使用 Gather Town 時能快速學會操作並熟練地使用。
3. 認知有用性(perceived usefulness，PU)：指學習者在使用 Gather Town 時心理是否會產生學習更有效率及協作學習方便順利等認知。
4. 使用態度(attitude toward using)：對於 Gather Town 的介面環境或是系統品質等所產生的看法。
5. 行為意向(behavioral intention to use)：使用 Gather Town 做為遠距線上工具的意願強度或頻率。
6. 實際使用(actual system use)：指學習者在受到前面五個構面的影響後，在操作 Gather Town 上的實際情形。

三、 學習滿意度

學習滿意度指的是學生在學習過程中的感受或態度，當學生對學習感到愉快等正向態度或是需求被滿足時，便會有較高的滿意度（蕭順壕，2004；姚佩婷，2015；傅瓊雯，2022；張鐙尹，2022）。

參、 研究實施與設計

一、 研究方法

本研究以 Davis(1986)所提出的科技接受模式為理論基礎，透過實驗研究法與問卷調查法，探討系統品質及社會臨場感兩個外部變項、認知易用性、認知有用性與使用態度、行為意向及學習滿意度的影響與關聯。依據研究目的及研究假設提出本研究之架構如圖 3 所示。

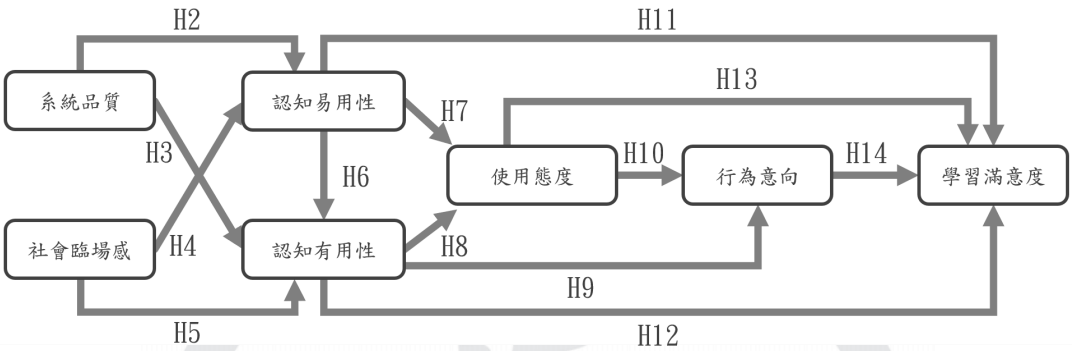


圖 3 研究架構圖

二、 研究工具

(一) Gather Town

Gather Town 是一個結合了遊戲化使用者界面、會議軟體、網頁空間建置三個屬性的免費線上社交平台，多用於遠距工作、線上會議、虛擬學習或是遊戲開發等活動 (Tu, 2022)。本研究主要使用 Gather Town 來進行遠距課程的授課。

若欲使用 Gather Town 來進行遠距會議（如圖 4），需先建立空間，再根據需求設定物件的互動設定、圖塊的效果後，即可邀請他人進入空間。Gather Town 具有多種通訊方式，如對話框、音頻、視訊、角色頭貼、私人對話(bubble)、螢幕分享等，每個用戶還擁有屬於自己的客製化虛擬角色，用來探索空間及與他人互動。

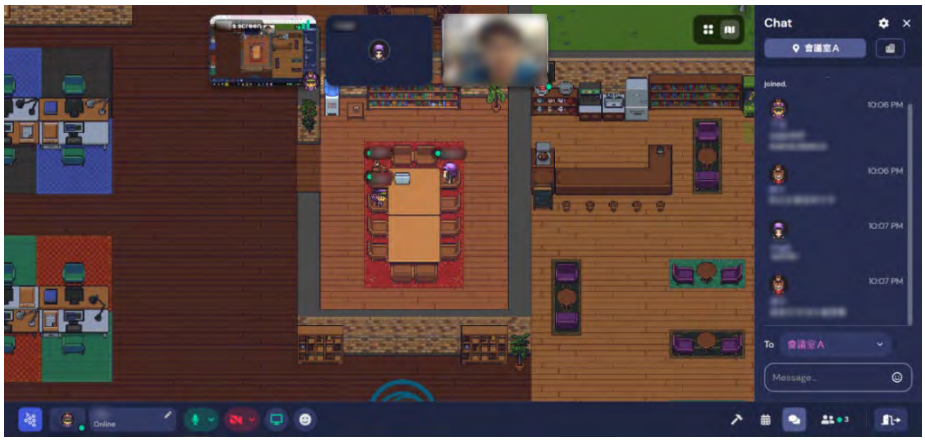


圖 4 使用 Gather Town 進行會議畫面

(二) Genially

Genially 是一個製作互動網頁的線上工具。Genially 能夠製作傳統、動畫或互動式的簡報、海報、資訊化圖表或測驗，其成品能夠像網站一樣瀏覽，此外還提供外連內嵌到其他網站中，本研究使用此工具完成製作互動故事網頁之課程成果，使用 Genially 展示簡報的畫面如圖 5 所示。

圖 5 Genially 互動故事網頁簡報展示

(三) ChatGPT

ChatGPT 為一人工智慧聊天機器人程式，當向 ChatGPT 提出問題，它就會進行回應，其回應既自然又頗具專業性，因此有不少人將 ChatGPT 應用於各種領域，是現在炙手可熱的人工智慧工具，本研究主要使用於故事文本的生成。

(四) Boardmix

Boardmix 是一個免費的線上協作白板，具備心智圖、流程圖、專案管理等多種整理腦內想法的工具，功能簡單易用，內建許多輔助工具方便整理資料與思考，也能夠和他人共同編輯，還能嵌入 Gather Town，是個十分實用的工具。本研究使用此工具進行故事架構的建立與資料整理。

(五) 大學生使用 Gather Town 進行遠距課程之滿意度研究問卷

本研究採用問卷調查法進行相關資料的蒐集，問卷之內容設計參酌國內外相關文獻與問卷（林信志等，2010；孫鈺喬，2021；Davis, 1989；Gunawardena, C. N.，1997），並與相關專家和指導教授進行討論後編制而成，包括「學生基本資料」4 個題項與「使用 Gather Town 進行遠距課程的滿意度調查」41 個題項兩個部分，題項皆以李克特(Likert-type Scale)五點量表作為衡量標準，問卷最後還有開放式問答以蒐集學生的質性資料。

三、 研究對象與抽樣方法

本研究之抽樣方法為判斷抽樣，由研究者選定合適之研究對象進行實驗，研究對象為「某大學理學院二年級某選修課程」的大學生。

四、 課程流程設計

本研究主要使用 Gather Town 來進行遠距課程的授課，並使用目前推出的免費升級方案，將空間的人數在一個月內擴增至 50 人，設計為期兩週的課程。整體課程流程如圖 6 所示。

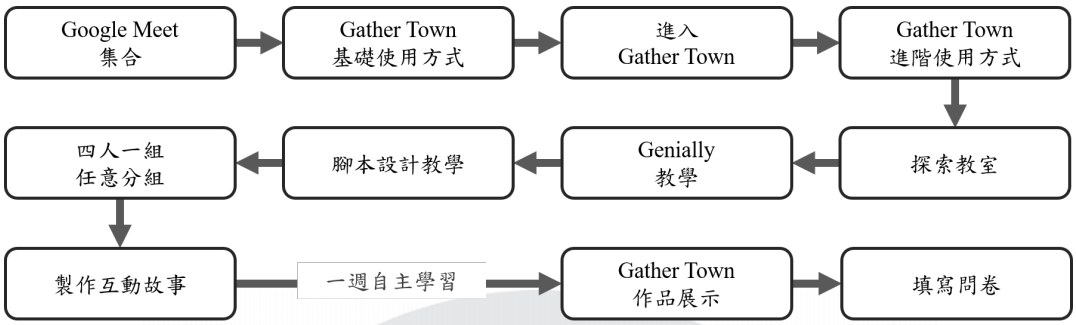


圖 6 課程流程圖

肆、 結果與討論

一、 互動故事網頁學生成果

本研究之學生成果為四人一組使用 Genially 製作一個互動故事網頁，共有十組，針對成果也制定一評分標準以衡量作品分數，評分項目如表 1 所示：

表 1 互動故事網頁評分標準表

項目	得分	項目	得分
具有故事封面	5	有使用元素的動畫	10
有使用背景音樂	10	有使用頁面密碼鎖功能	10
有使用 Microsite 導航模式	5	有開啟與使用畫筆功能	10
有使用了轉場動畫	5	有建立分歧點	20
有使用 GO TO PAGE 互動功能	10	發布簡報	5
有使用 TOOLTIP 互動功能	5	故事有完整表達	25
有使用 WINDOW 互動功能	5	故事能夠讓人理解	15
有使用 FULL SCREEN 互動功能	5	語句通順流暢	10
有使用了 AUDIO 互動功能	15	具有解謎要素	10
有使用了 REVEAL 互動功能	5	使用 Insert 內嵌程式碼	15
		總分	200

各組成果與分數如下圖所示：

圖 7 第一組－鎖住的保險箱(95 分)

圖 8 第二組－summer vacation（118 分）

圖 9 第三組－小豪看家記（155 分）

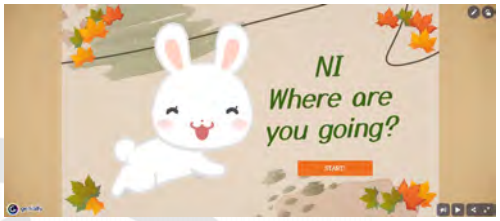


圖 10 第四組－NI Where are you going?（83 分）

圖 11 第五組－迷霧島 THE TRUTH BEHIND THE GAME（105 分）

圖 12 第六組－逃出糖果屋（137 分）

圖 13 第七組－TO ESCAPE（145 分）

圖 14 第八組－冒險者看到一個帶著面具的青年（110 分）

圖 15 第九組－無心想要的小宇（126 分）

圖 16 第十組－小美人魚（93 分）

二、 信效度分析

本研究以 Cronbach's α 值來檢測各構面題項的內部一致性。分析結果顯示系統品質的 Cronbach's α 值為.851，社會臨場感的 Cronbach's α 值為 .832，認知易用性的 Cronbach's α 值為 .885，認知有用性的 Cronbach's α 值為.952，使用態度的 Cronbach's α 值為.897，行為意向的 Cronbach's α 值為.906，學習滿意度的 Cronbach's α 值為.837，各構面題項之 Cronbach's α 值皆大於 .80，表示本研究問卷具有良好信度。效度部分則採專家效度進行效度分析，共請四位專家為問卷進行評估與修訂。

三、 迴歸分析

(一) 系統品質與社會臨場感預測認知易用性之多元迴歸分析。

如表 2 所示，調整後的 R^2 為.297，表示系統品質與社會臨場感可以解釋認知易用性 29.7%的變異量。Beta(β)值分別為.451 與.227，顯著性考驗僅系統品質對認知易用性有顯著的解釋力，表示系統品質對認知易用性有正向影響，假設 H2 成立。

表 2 系統品質與社會臨場感預測認知易用性之多元迴歸分析摘要表

自變項	B	標準誤	Beta(β)	t 值
截距	5.168	4.383		1.179
系統品質	.381	.150	.451	2.539*
社會臨場感	.158	.124	.227	1.276 n.s.
R=.589 R^2=.347 調整後 R^2=.297 F=6.915**				

註：n.s.表 p>.05 *表 p<.05 **表 p<.01

(二) 系統品質、社會臨場感與認知易用性預測認知有用性之多元迴歸分析。

如表 3 所示，調整後的 R^2 為.484，表示系統品質、社會臨場感與認知易用性可以解釋認知有用性 48.4%的變異量。Beta(β)值分別為-.430、.446 與.621，顯著性考驗顯示三個自變項皆對認知有用性有顯著的解釋力，其中系統品質對認知有用性為負向影響，社會臨場感與認知易用性則是正向影響，假設 H3、H5、H6 成立。

表 3 系統品質、社會臨場感與認知易用性預測認知有用性之多元迴歸分析摘要表

自變項	B	標準誤	Beta(β)	t 值
截距	2.560	4.101		.624
系統品質	-.387	.153	-.430	-2.532*
社會臨場感	.331	.116	.446	2.846**
認知易用性	.661	.179	.621	3.699**
R=.735 R^2=.540 調整後 R^2=.484 F=9.765***				

註：n.s.表 p>.05 *表 p<.05 **表 p<.01

(三) 認知易用性與認知有用性預測使用態度之多元迴歸分析

如表 4 所示，調整後的 R^2 為.755，表示認知易用性與認知有用性可以解釋使用態度 75.5%的變異量。Beta(β)值分別為.237 與.721，顯著性考驗顯示兩個自變項皆對使用態度有顯著的解釋力，也就是說是認知易用性與認知有用性對使用態度有正向影響，且認知有用性的影響力較大，假設 H7、H8 成立。

表 4 認知易用性與認知有用性預測使用態度之多元迴歸分析摘要表

自變項	B	標準誤	Beta(β)	t 值
截距	.360	2.169		.166
認知易用性	.252	.122	.237	2.068*
認知有用性	.722	.115	.721	6.300***
R=.879 R^2=.772 調整後 R^2=.755 F=44.048***				

註：*表 p<.05 **表 p<.01

(四) 認知有用性與使用態度預測行為意向之多元迴歸分析。

如表 5 所示，調整後的 R^2 為.842，表示認知有用性與使用態度可以解釋行為意向 84.2%的變異量。Beta(β)值分別為-.022 與.943，顯著性考驗僅使用態度自變項對行為意向有顯著的解釋力，表示使用態度對行為意向有正向影響，假設 H10 成立。

表 5 認知有用性與使用態度預測行為意向之多元迴歸分析摘要表

自變項	B	標準誤	Beta(β)	t 值
截距	2.403	1.758		1.367
認知有用性	-.026	.127	-.022	-.149 n.s.
使用態度	1.111	.172	.943	6.471***
R=.924 R^2=.854 調整後 R^2=.842 F=75.825***				

註：n.s.表 p>.05 ***表 p<.001

(五) 認知易用性、認知有用性、使用態度與行為意向預測學習滿意度之多元迴歸分析。

根據相關分析可知使用態度與行為意向具高度相關，迴歸分析的共線性指標值如表 6 所示，其中使用態度的 VIF 值大於 10，表示有嚴重的共線性問題，因此排除使用態度後再進行認知易用性、認知有用性與行為意向預測學習滿意度之迴歸分析。

表 6 共線性診斷

自變項	共線性指標			
	容忍值	VIF	特徵值	條件指標
認知易用性	.574	1.744	.026	13.850
認知有用性	.265	3.779	.013	19.686
使用態度	.097	10.300	.008	24.887
行為意向	.146	6.846	.002	42.923

如表 7 所示，調整後的 R^2 為.550，表示認知易用性、認知有用性與行為意向可以解釋學習滿意度 55.0%的變異量。Beta(β)值分別為.180、-.011 與.659，顯著性考驗僅行為意向自變項對學習滿意度有顯著的解釋力，表示行為意向對學習滿意度有正向影響，假設 H14 成立。

表 7 認知易用性、認知有用性與行為意向預測學習滿意度之多元迴歸分析摘要表

自變項	B	標準誤	Beta(β)	t 值
截距	7.125	2.388		2.983**
認知易用性	.154	.140	.180	1.101 n.s.
認知有用性	-.009	.168	-.011	-.054 n.s.
行為意向	.449	.147	.659	3.045**
R=.774　R^2=.599　調整後 R^2=.550　F=12.504***				

註：n.s.表 p>.05　*表 p<.05　**表 p<.01　***表 p<.001

迴歸分析後之結果架構圖如圖 17 所示：

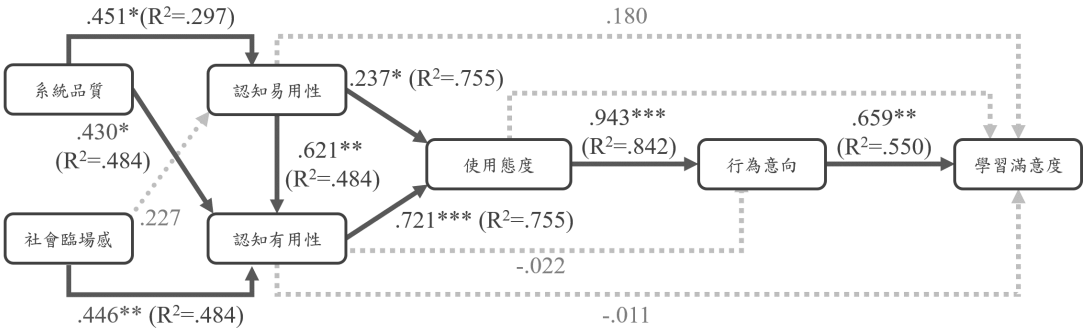


圖 17 迴歸分析結果架構圖

註 1：實線為達顯著路徑；虛線則為未達顯著路徑。

註 2：*表 p<.05　**表 p<.01　***表 p<.001

伍、　未來展望

一、 研究結論

根據上述之資料分析結果，提出以下結論：

(一) 系統品質對認知易用性有正向影響

說明學生認為 Gather Town 的系統運作、介面設計與功能等使 Gather Town 是容易使用的。

(二) 系統品質對認知有用性有負向影響

說明學習者認為 Gather Town 的系統運作、介面設計與功能等反而使學習效率變差，原因可能出在 Gather Town 內建的娛樂性互動功能會使學生分心

(三) 社會臨場感對認知易用性沒有影響

說明在 Gather Town 中的與他人的互動並沒有讓 Gather Town 變得較容易使用，可能是因為 Gather Town 的互動功能繁多導致學生不容易使用。

(四) 社會臨場感與認知易用性對認知有用性有正向影響

說明學習者認為學習效率的提升，主要源於 Gather Town 越容易操作，次之則是在 Gather Town 中與他人的互動交流所帶來的感受。

(五) 認知易用性與認知有用性對使用態度有正向影響

說明學生的學習感受主要是因為認同學習效率的提升，而簡單的操作方式則同時影響學習效率與學習感受，讓學生的學習感受更好，更喜歡使用 Gather Town。

(六) 使用態度對行為意向有正向影響

說明若學生對使用 Gather Town 進行學習的感受越好，則會越願意使用 Gather Town。

(七) 認知有用性對行為意向沒有影響

說明是否願意使用 Gather Town 可能較不受 Gather Town 是否能提升學習效率所影響，但根據第五點，使用態度會對行為意向造成正向影響，而認知有用性又會對使用態度造成正向影響，意即認知易用性對行為意向是間接影響。

(八) 行為意向對學習滿意度有正向影響

說明若學生使用 Gather Town 的意願越高，則其學習滿意度就會越高。

(九) 認知易用性與認知有用性對學習滿意度沒有影響

說明學習滿意度不受 Gather Town 的操作是否容易與 Gather Town 對學習效率的提升與否所影響，但第八點說明行為意向會對學習滿意度造成正向影響，而認知易用性與認知有用性又會透過使用態度對行為意向造成正向影響，意即認知易用性與認知有用性對學習滿意度應是有間接影響。

二、 研究建議

(一) Gather Town 相關研究

由於人數限制，建議往小公司辦公、讀書會等規模較小又需要定期開會的模式，或是展覽、遊戲等可長時間開放且不需要多人在線的活動來進行研究，並須多注重互動元素的設計。另考量疫情趨緩，可考慮與實體課程結合，利用 Gather Town 空間的永久性，在課程期間重複使用空間，讓 Gather Town 教室成為凝聚學生的場所。

(二) 課程設計

建議未來若欲透過授課進行實驗研究，研究者須具備足夠的教學經驗，才能應付課堂上所帶來的各種狀況，並將課程時間拉長，使學生有足夠的時間能夠體驗研究工具。

(三) 臨場感與遠距平台相關研究

本研究之研究結果可知社會臨場感會影響認知有用性，若有學者對臨場感與遠距平台間的關聯有興趣，可以考慮加入遠距臨場感的概念，深入探討臨場感與遠距平台間的關聯。

參考文獻

一、中文文獻

ViewSonic（2021）*虛擬教室：遠距學習的未來*。ViewSonic Library。https://reurl.cc/7jDGQk。

王李中羿、莊哲偉（2023）。大專桌球課程遠距教學滿意度調查。**興大體育學刊**（22），頁 163-176。

王淳瑩、洪承宇（2022）。遠距教學與遠距中輟：臺灣國高中英語實體課程轉線上教學挑戰與因應策略。**中等教育， 73**（1），頁 11-28。 doi: 10.6249/se.202203_73(1).0002

王華樹、劉世界（2022）。元宇宙視域下翻譯教育的發展前景與實踐路徑。**北京第二外國語學院學報， 44**（4），頁 96。

林信志、湯凱雯、賴信志（2010）。以科技接受模式探討大學生學習以網路教學系統製作數位教材之意圖和成效。**數位學習科技期刊， 2**（1），頁 60-78。

姚佩婷（2015）。**以科技接受模式探討使用 LearnMode 數位學習平台對國中生學習動機與滿意度之研究**。未出版之碩士論文，中華大學科技管理學系碩士班，新竹市。

孫鈺喬（2021）。**運用科技接受模式探討使用 Teams 進行遠距教學之學生學習滿意度**。未出版之碩士論文，中華大學工業管理學系，新竹市。

張宇青（2022）。**以科技接受模式探討教師使用“懿文德教學平台”輔助教學之滿意度**。未出版之碩士論文，朝陽科技大學資訊管理系，台中市。

張鐙尹（2022）。**COVID-19 疫情下線上遠距課程之學生學習成效與學習滿意度之研究**。未出版之碩士論文，嶺東科技大學國際企業系碩士班，台中市。

傅瓊雯（2022）。**新冠疫情停課不停學期間，國小高年級學童對線上教學課程的學習適應、學習動機及學習滿意度之研究-以台中市某國小為例**。未出版之碩士論文，中華大學企業管理學系，新竹市。

曾俞昀（2022）。**以科技接受模式及知覺風險探討消費者行動支付使用意圖之研究**。未出版之碩士論文，國立屏東科技大學資訊管理系所，屏東縣。

黃映雅（2022）。**疫情下「線上教學」的自我效能與即時通訊軟體 LINE 對學習成效的影響**。未出版之碩士論文，元培醫事科技大學企業管理系碩士班，新竹市。

樓永堅、曾威智（2016）。以後設分析法探討科技接受模式之研究。**科技管理學刊， 21**（2），頁 1-28。

蕭順壕（2004）。**高中職社區化網路開課對選課學生學習滿意度之研究--以高雄市為例**。未出版之碩士論文，國立彰化師範大學工業教育學系在職進修專班，彰化縣。

二、英文文獻

Biocca, F., Harms, C., & Burgoon, J. (2003). Towards A More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. Presence, 12, 456-480. doi: 10.1162/10547460332276127

Davis, F. D. (1985). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results.* Massachusetts Institute of Technology.

Gunawardena, C. N., & Zittle, F. J. (1997). Social presence as a predictor of satisfaction within a computer-mediated conferencing environment. *American Journal of Distance Education, 11*(3), 8-26. doi: 10.1080/08923649709526970

Tu, J. (2022). *Meetings in the Metaverse: Exploring Online Meeting Spaces through Meaningful Interactions in Gather.Town.* . UWSpace. Retrieved from http://hdl.handle.net/10012/17984

Yuzer, T. V. (2007). Generating virtual eye contacts through online synchronous communications in virtual classroom applications. *Turkish Online Journal of Distance Education, 8*(1), 43-54.

利用 AI 影像辨識技術輔助手語學習課程發展之研究

Using AI Image Recognition Technology to Assist in the Development of Sign Language Learning Course

蕭顯勝 [1] 葉子瑜 [2] 錡軒誼 [2] 李招蓁 [2] 張淳涵 [2] 王莉淇 [2]
HSIAO, HSIEN SHENG[1] YEH, TZU YU[2] CHI, HSUAN YI[2]
LEE, JAU JEN[2] CHANG, CHUN HAN[2] WANG, LI CHI[2]
[1] 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系、學習科學跨國頂尖研究中心教授
National Taiwan Normal University Department of Technology Application and Human Resource Development, Institute for Research Excellence in Learning Sciences Professor
Email：[1] hssiu@ntnu.edu.tw
[2] 國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系 學生
National Taiwan Normal University Department of Technology Application and Human Resource Development Student
Email： [2]{i38554928, hsuanyi0401, jenny.lee.91518, changchalice, lichi0715}@gmail.com

摘要

臺灣是一個多元文化的社會，除了中文以外，我們也擁有豐富多樣的方言。其中，手語更是我國欲振興的國家語言之一，教育部也因此積極推行臺灣手語課程。在過去，手語課堂的教學安排緊湊，老師無法同時兼顧教學品質和進度，學生亦缺少練習的機會，導致學生學習成效不佳。隨著科技日新月異和影像辨識技術的蓬勃發展，手語教學的問題皆可以透過提供學生學習輔助與即時的學習回饋得到改善。因此，本研究將開發一個「AI 手語辨識輔助學習網站」，網站內含多媒體數位教材和即時回饋機制，以輔助手語學習。實驗預計邀請 60 位高中一年級學生參與，在手語老師的授課後，將學生分為實驗組及對照組，採取不同模式的授課後練習，預期本研究提出的即時回饋使學生在學習成效及動機方面將顯著優於對照組。

關鍵字：手語學習；人工智慧；學習回饋；學習動機

Abstract

Taiwan, a multicultural society, has a variety of local dialects except for Mandarin. Among the languages that our government intends to advocate, sign language is one of them. The Ministry of Education is dedicated to carrying out the development of Taiwan sign language. Nonetheless, due to the tense schedule of sign language courses, teachers are usually unable to maintain a good quality and smooth progression of the lessons in the past. Besides, lacking opportunities to practice for students after classes leading to a poor performance. With the innovation of technology as well as the

booming of image recognition technology, the difficulties in learning sign language have a chance to be solved by providing the learning assistance and immediate feedback mechanism. Therefore, the purpose of this study is to develop an “AI Sign Language Recognition Assisted Learning Website”, including multimedia digital teaching materials and real-time feedback, to give aid to sign language learning, and to test its effectiveness through Quasi-experimental Research. 60 freshmen of senior high school students will be invited to this experiment. They will be grouped by experiment and control group and adapt different practice methods respectively after receiving sign language lessons. It is anticipated that the learning effectiveness and motivation strength of the students in the experiment group who receive real-time feedback provided by this research while practicing will be better than those who receive nothing in the control group.

Keywords: Sign Language Learning, Artificial Intelligence, Learning Feedback, Learning Motivation

壹、 前言

在 108 課綱中，教育部正式將「臺灣手語」納入高中部定必修課程，養成學生學習臺灣手語的興趣、訓練學生理解、溝通之能力，增進對聾人文化的尊重、欣賞及傳承（教育部，2021）。手語屬於視覺性語言，利用移動、比劃手勢，配合臉部表情和嘴型，以傳遞欲溝通之訊息（楊雅惠，2015）。手語打法須配合多項視覺上的變化，其獨特結構對於初次接觸的一般學習者有其困難性（Schornstein, 2005）。

Rosen（2010）依據學習原理將手語的學習方式分成三種論點，其中手語學習行為論（Behaviorism）認為最佳學習手語的方式，其是藉由模仿、演練和反覆背誦，並立即給予回饋和提供正面增強，讓學生產生記憶。此外，傳統手語課堂因時長短、節奏快，而導致學生、老師無法充分理解與表達課堂教授內容（楊雅惠，2015）；故實體手語課堂可有效地納入多媒體數位教材於課堂活動中，學生得以自行依照手語教學影片排定進度、重複觀看手語打法，擁有更多的手語打法練習機會，進而提升學生的手語學習成效，形成良好的手語學習模式。

但是，此種結合多媒體教材於實體課堂活動的學習模式，老師仍然無法即時評估學生手語打法的正確性、給予回饋，對於老師精確掌握每位學生的學習表現是有難度的。根據研究，即時給予學生回饋能夠促進學生討論、思考與加強對學習內容的了解程度，更可以提升學生與教材間的互動性和參與感，提高學生的學習動機、成效（Erhel & Jamet, 2013; Liu et al.,2021; Pan & Shao, 2020; Tricomi & DePasque, 2016）。

綜合各方因素，本研究將利用 AI 影像辨識輔助手語學習課程，開發一套「AI手語辨識輔助學習網站」，利用AI深度學習技術進行手語辨識模型訓練，將收集的座標加以分類、處理、預測，以捕捉手語中手部動作的順序，由電腦學習如何判斷手語動態姿勢之準確性。教材內容將參考國立中央大學及財團法人商業發展研究院共同辦理之《臺灣手語遠距直播教學計畫》，以此計畫之手語教材第五冊為依據，建立同時具備學習、練習、與測驗功能的網站，遵循手語學習行為論，應用於練習、測驗功能之即時回饋，提供學生演練機會與學習回饋之機制，以提供互動式學習工具、輔助手語課程之發展。

為了檢驗「AI 手語辨識輔助學習網站」是否實際具備成效，根據上述研究動機，本研究將於手語學習環境發展結合不同功能之輔助學習工具（AI 手語辨識輔助學習網站、多媒體手語教學教材），並對後續實驗進行設計與規劃。研究目的與探討內容如下：

1. 建置配合臺灣手語高中課程的 AI 手語辨識輔助學習網站。

2. 規劃後續實驗研究設計與執行。

貳、 文獻探討

一、手語學習理論（Sign Language Learning Theory）

Rosen（2010）提出的手語學習理論，此理論認為在教師應先從容易的字彙教起，並多次示範手語動作，初學者再進行反覆練習、模仿、與背誦手語動作，這樣可以在學習手語時獲得極大的成效，Rosen認為此方法是最佳的學習方法。在實際教學活動中，使用此理論可以提高手語學習者的學習成效（楊雅惠，2015）。

本研究開發「AI 手語辨識輔助學習網站」為一套利用此理論和人工智慧技術的學習網站，協助學生學習手語，並提供練習機會且具即時回饋的功能。目標學生能透過系統的輔助，提高學習成效與動機。

二、AI 影像辨識（AI Image Recognition）

深度學習（Deep Learning）由神經網路所組成，為人工智慧（Artificial Intelligence, AI）領域中，機器學習的一種方法。透過大量的訓練資料，電腦能夠根據過往的經驗學習並逐漸提高判斷的精確度。因為科技的進步，GPU 效能大幅提升，深度學習可以處理大量的運算，並可很好的對影像進行辨識與處理（Alpaydin, 2016）。本研究使用 Mediapipe 機器學習模型應用框架，透過攝影機即時拍攝學習者學習影像，偵測其手部與全身姿態的節點座標（Hochreiter & Schmidhuber, 1997），透過深度學習將收集的座標資料進行訓練，來開發 AI 手語辨識輔助學習網站。

本研究使用長短期記憶模型（Long short-term memory, LSTM）模型來進行手語動作的辨識。LSTM 為循環神經網路模型之一，常被用於自然語言處理、語音識別、時間序列預測等領域中。因為 LSTM 模型適合進行分類、處理和預測時間序列數據，因此可用於捕捉手語中手部動作的順序。

三、學習回饋（Learning Feedback）

學習系統經常使用學習回饋策略（Learning Feedback），以提供學習結果資訊的方式來增進學生的學習成效和學習動機。研究顯示，學習回饋可以分為三種類型，包括結果回饋、前饋回饋和認知回饋（Cohen et al., 2016; Liu, Wang, & Lee, 2021）。結果回饋指再學習告一段落時，提供學習者學習的結果評估與驗證，當給予正面的結果回饋時，可以作為一種獎勵，鼓勵學習者，增強他們的學習動機（Tricomi & DePasque, 2016）。前饋回饋是一種在學習前提供資訊的回饋策略，能幫助學習者更好地準備和完成任務。進而提高學習品質；認知回饋則是在學習過程中解釋學習者如何做出決策，以幫助他們更好地理解學習內容（Liu, Wang, & Lee, 2021）。

本研究的系統設計包含前饋回饋與結果回饋兩種回饋類型。前饋機制提供引導影片，協助學生在凱使練習手語前先了解正確的手語動作；結果回饋則協助學生判斷自己動作是否正確，以協助其調整，進一步提升學習成效。

四、學習動機（Learning Motivation）

在教學設計中，引起學生學習動機是非常重要的因素（Keller, 1979），學習動機為能引起學生開始及維持學習的內在心理歷程，促使學生積極參與學習活動，並且持續進行學習以達成目標，擁有高學習動機的學生通常更多地參與投入學習活動，並而獲得更好的表現，若無法引起學生學習意願，儘管教學內容設計的很好，也非常可能使學生學習成效降低。（張春興，2000）。

本研究將採用 Pintrick、Smith、Garcia 與 Mckeachie（1991）提出的學習動機量表（Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ），比較使用 AI 手語辨識輔助學習網站和多媒體手語教學教材兩種方式進行手語學習的學生之間在學習動機方面的差異。

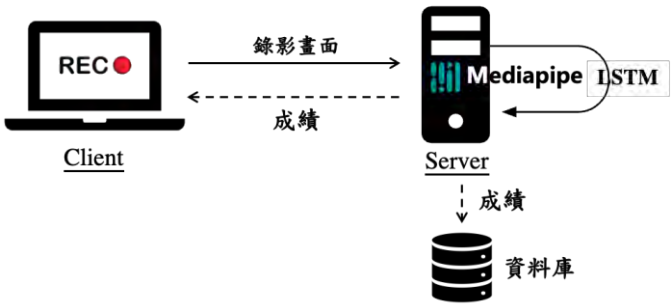
參、研究實施與設計

本章節以教學工具、實驗設計與實施進行說明。

一、教學工具

（一）AI 手語辨識輔助學習網站

本研究開發一個「AI 手語辨識輔助學習網站」系統，以臺灣手語教材資源網第五冊教材作為教材參考。圖 1 顯示該系統的運作方式，前端以 HTML、CSS 與 JavaScript 語言來製作網站介面，JavaScript 並與後端伺服器（Server）進行串接，將學生的手語錄影傳送至後端進行辨識，再將成績回傳至前端。後端影像辨識工具採用 Python 程式語言和 OpenCV 影像處理庫，以 Mediapipe 機器學習框架來擷取手部關節與骨架的座標點數據，使用預先訓練之模型進行姿態比對並回傳結果，如圖 2 所示。在測驗過程中，學生的手語動作經錄影後傳至後端進行辨識，再回傳成績，成績將被記錄在 MySQL 資料庫中。此外，為了驗證網站測驗區的正確性，我們邀請 3 位手語領域專家評估網站的測試結果，以確保網站具有專家效度。

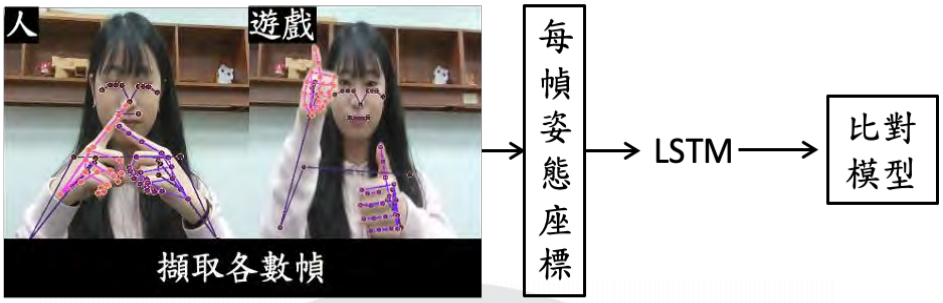


（圖 1 系統架構圖）

手語：20 辨識率：100%

（圖 2 手語辨識結果）

本研究將使用預先錄製的手語動作影片進行手語模型的訓練，透過 Mediapipe 抓取各種手語姿態的連續動作，將其座標記錄下來，再使用 TensorFlow 深度學習框架建立 LSTM 模型。接著，我們會以記錄好的座標作為訓練模型，產出手語比對模型。手語模型訓練流程如圖 3 所示。



（圖 3 手語模型訓練流程）

網站內容分為以下三部分：

1.手語學習區

此介面提供控制組與對照組兩組學生使用，按單元分頁進行單詞練習，透過專業手語教學影片進行非同步線上教學。在左側滑動式選單選擇單元詞彙，並點擊即可跳轉至欲學習的詞彙，畫面右側則為手語教學影片。若需進行切換，可按上/下一個按鈕，如圖 4 所呈現。

（圖 4 手語學習區）

2. 手語練習區

本研究將透過 AI 影像辨識技術，針對教材內容進行電腦化形成性評量，以判斷實驗組學生的手語動作是否達標。此方法是遵循手語學習理論認為之最佳的學習方法，透過反覆練習和即時回饋提高學習效果。當學生按下開始錄製鍵時，網站會檢測學生的手語動作，在畫面上方呈現考題，若學生需要複習，可以點擊右上方提示按鈕，網站會播放此題目手語動作教學影片，以幫助學生進一步學習，如圖 5 所示。

（圖 5 手語練習區）

3.手語測驗區

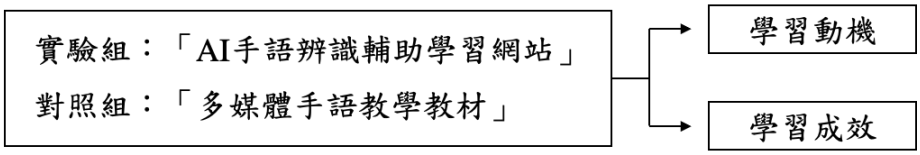
測驗區的手語動作準確度採用 Mediapipe 框架進行辨識，並根據辨識結果給予兩組學生手語動作的回饋分數，評分將以百分制做計算。測驗過程中僅顯示題目與鏡頭畫面，錄製學生的手語動作並進行辨識。測驗結束後，將手語動作的考試分數呈現在畫面右側，該成績也會將存到資料庫，如圖 6 所示。

（圖 6 手語測驗區）

二、 實驗設計與實施

（一）研究架構

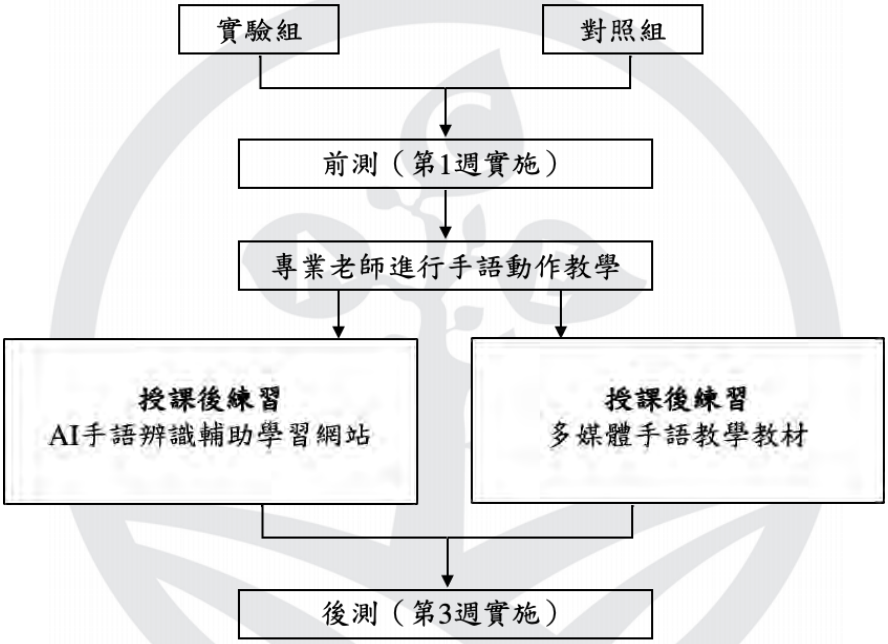
本研究採準實驗研究法，研究對象為高中一年級學生約 60 位，本研究課程將學生分為實驗組和對照組，共同由專業老師授課學習手語動作，課程後使用不同的學習輔助工具，進而探討兩組之間學習成效、動機之差異，研究架構如圖 7 所示。



（圖 7 研究架構）

（二）實驗流程

本研究實驗將實施三週，第一週課程開始前將進行前測，檢測學生課前能力。上課階段統一由專業手語老師授課。練習階段實驗組和對照組學生分別使用「AI 手語辨識輔助學習網站」和「多媒體手語教學教材」作為學習輔助工具進行授課後練習。完成三週課程後進行後測，檢測兩組學習成效並與前測結果進行統計分析。實驗流程如圖 8 所示。



(圖 8 實驗流程)

（三）教學課程設計與規劃

教學課程將進行三週，為期三週的手語教學課程，授課後練習時間實驗組使用「AI 手語辨識輔助學習網站」；對照組使用「多媒體手語教學教材」做為學習輔助工具，三週課程後，兩組同步採用本研究網站之手語測驗區進行後測；教學課程前後兩組學生皆會填寫學習動機量表，探討輔助學習工具不同對於學生學習手語之動機及成效差異。

（四）研究工具

1. 學習動機

採用 Pintrick、Smith、Garcia 與 Mckeachie（1991）所發展的學習動機量表（Motivated Strategies for Learning Questionnaire, MSLQ），以此評估學生的學習動機。該表中包含價值、期望和情感成分。本研究主要探討價值成分對學習動機的影響，其中包含「內在目標導向」、「外在目標導向」、和「工作價值」

三個向度。手語學習動機量表使用李克特式五點量表呈現分數，分數與學習動機為正比，越高則學習動機越高。

2. AI 手語辨識輔助學習網站

本研究開發的「AI 手語辨識輔助學習網站」包含學習、練習、測驗三大功能。期待在手語輔助學習網站的幫助下，提升學生之動機、成效。此外，本研究學習成效將以此系統之測驗區進行評量。

（五）資料處理與分析

以 SPSS 23 統計軟體進行分析，以單因子共變數分析（*ANCOVA*），使用不同的學習輔助工具作為自變項，學習成效與學習動機後測作為依變項，探討兩組實驗前同質的情況下，實驗後對於學習成效、動機之差異。

肆、 結論

本研究開發一個遵從手語學習理論的 AI 手語辨識輔助學習網站，包含學習、練習、測驗三大功能。透過即時的學習回饋，協助實體手語課堂因節奏快速，而無法精準學習、缺乏練習管道的手語學習者。在手語輔助學習網站的幫助下，學生能以自學的方式跟上課程進度，並提升學生的學習成效與學習動機。此外，並對後續實驗設計進行規劃，預計邀請 60 位高中一年級學生參與，在手語老師的授課後，將學生分為實驗組及對照組，採取不同模式的授課後練習，預期實驗組學生在使用 AI 手語辨識輔助學習網站後，其手語學習成效與學習動機顯著優於對照組。

參考文獻

一、 中文部分

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。教育部（2021）。**十二年國民基本教育課程綱要語文領域–臺灣手語**。臺北市：教育部。

張春興（1996）。**教育心理學-三化取向的理論與實踐**。臺北市：東華。

二、 英文部分

Alpaydin, E. (2016). *Machine Learning: The New AI*. Cambridge, MA: MIT Press.

Cohen, I., Brinkman, W. P., & Neerincx, M. A. (2016). Effects of different real-time feedback types on human performance in high-demanding work conditions. *International Journal of Human-Computer Studies, 91*, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.03.007

Erhel, S., & Jamet, E. (2013). Digital game-based learning: Impact of instructions and feedback on motivation and learning effectiveness. *Computers & education, 67*, 156-167. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.019

Halder, A., & Tayade, A. (2021). Real-Time Vernacular Sign Language Recognition Using MediaPipe and Machine Learning. *International Journal of Research Publication and Reviews, 2*(5), 9-17.

Keller, J. M. (1979). Motivation and instructional design: A theoretical perspective. *Journal of Instructional Development*, *2*(4), 26.

Liu, Y. C., Wang, W. T., & Lee, T. L. (2021). An integrated view of information feedback, game quality, and autonomous motivation for evaluating game-based learning effectiveness. *Journal of Educational Computing Research, 59*(1), 3-40. https://doi.org/10.1177/073563312095204

Pan, X., & Shao, H. (2020). Teacher online feedback and learning motivation: Learningengagement as a mediator. *Social Behavior and Personality: an international journal, 48*(6), 1-10. https://doi.org/10.2224/sbp.9118

Pintrick, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ).* Ann Arbor: The University of Michigan.

Rosen, R. S. (2010). American sign language curricula: A review. *Sign Language Studies*, *10*(3), 348-381.

Schornstein, R. A. (2005). Teaching ASL in the university: One teacher's journey. *Sign Language Studies, 5*(4), 398-414.

S. Hochreiter and J. Schmidhuber(1997). Long short-term memory. *Neural Computation, 9*(8),1735–1780. https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735

Tricomi, E., & DePasque, S. (2016). The role of feedback in learning and motivation. *Recent Developments in Neuroscience Research on Human Motivation, 19*, 175-202. https://doi.org/10.1108/S0749-742320160000019015.

Zhang, F., Bazarevsky, V., Vakunov, A., Tkachenka, A., Sung, G., Chang, C., Grundmann, M., & Research, G. (2020). *MediaPipe Hands: On-Device Real-Time Hand Tracking*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.10214

附錄

環景影像虛擬實境和多媒體互動數位平台結合 Podcast 創作對小學生的實作表現、自我效能與問題解決傾向之影響

Effects of spherical video-based virtual reality and multimedia interactive digital platform with podcast production on elementary students' learning achievement, self-efficacy, and problem-solving tendencies

張添智 [1] 王嘉瑜 [2]
CHANG, TIEN CHIH[1] WANG, CHIA-YU[2]
[1] 國立臺灣科技大學 數位學習與教育研究所 研究生
[1]Graduate Institute of digital Learning and Education Student
[1]E-Mail：couraging@gmail.com
[2] 國立臺灣科技大學 數位學習與教育研究所 教授
[2]Graduate Institute of digital Learning and Education Professor
[2]E-Mail：chiayuwang@gapps.ntust.edu.tw

摘要

提升小學生的解決問題能力與自我效能是教育中重要的目標。資訊科技課程因其具體實踐性與驗證結果的容易性，被視為培養學生解決問題能力和自我效能的重要途徑。然而在小學發展資訊課程有時基於成本考量和時間等多種因素，很難讓學習者置身於真實情境並安排足夠的練習。為了解決這個問題，本研究中基於環景影像虛擬實境學習環境(Spherical video-based virtual reality, SVVR)和多媒體互動數位平台(Edpuzzle)，分別結合 Podcast 節目創作課程進行了研究，並驗證這些活動對小學生的影響。研究採準實驗設計，共有 86 位來自北台灣的高年級學生被隨機分配到 SVVR 組以及 Edpuzzle 組。結果顯示，SVVR 和 Edpuzzle 的應用對學生的學習成就、解決問題能力和自我效能皆有顯著影響。在 Podcast 資訊概念學習上，使用 SVVR 學習的小學生在 Podcast 資訊概念的進步程度較 Edpuzzle 高。在 Podcast 實作表現上，將 SVVR 融入 Podcast 創作教學更能顯著提高學生在 Podcast 節目創作的實作表現。

關鍵字：虛擬實境、環景影像虛擬實境、Edpuzzle、播客、實作課程

ABSTRACT

Enhancing problem solving skills and self-efficacy of elementary school students is an important goal in education. The IT curriculum is considered an important way to develop students' problem-solving skills and self-efficacy because of its practicality and the ease of verifying results. However, it is sometimes difficult to put learners in real-life situations and arrange sufficient practice in elementary schools due to various factors such as cost considerations and time. To address this issue, in this study, we

conducted research based on the SVVR (spherical video-based virtual reality) learning environment and multimedia interactive digital platform (Edpuzzle) combined with Podcast program creation courses, to study the effects of these activities on elementary school students. The experiment adopted a quasi-experimental design, with a total of 86 fifth and sixth grade students from northern Taiwan randomly assigned to either the SVVR group or the Edpuzzle group. The results showed that the use of SVVR and Edpuzzle had significant impact on students' academic achievement, problem solving ability, and self-efficacy. For podcast concept learning, primary school students who used SVVR showed a higher improvement in podcast concept learning compared to those who used Edpuzzle. In terms of podcast production performance, incorporating SVVR into podcast creation instruction significantly improved students' practical skills in creating podcast programs.

Keyword：virtual reality, svvr, Edpuzzle, podcast, practical course

壹、前言

臺灣自 108 年開始實施「十二年國民基本教育課程綱要」，國小在科技領域的目標是具備科技與資訊應用的基本素養，也提到國小學生需要具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處理日常生活問題 (教育部，2021)。研究顯示，將計算機科學結合解決問題策略，並應用於教學中，可以提高學生解決問題的能力(Chiou, Hwang, & Tseng, 2009；Kalelioglu, 2015；Kim & Hannafin, 2011；Merrill & Gilbert, 2008)，而如何將計算機科學應用在教學中，引導學生建構知識並習得實作技能，是教育工作者面對的挑戰(Skrimponis et al., 2020)。

Podcast(播客)是一種新興的數位媒體形式，該詞源自蘋果公司的 iPod 便攜式音樂播放器，自 2004 年 Ben Hammersley 首次提出後，已被廣泛應用於教育領域。近年來，Podcast 在教育中的應用越來越流行。學生可以創建和分享他們想法的錄音，從而獲得更具吸引力和互動性的學習體驗。學生認為創作 Podcast 對於獲得多媒體操作的能力和技能非常有用，這樣的實作歷程促進了學生反思性學習技能的發展(Lazzari, 2009；Forbes, Khoo, & Johnson, 2012)。然而，許多教學設計者和教育工作者在發展計算機科學的實作教學卻面臨許多困難，像是設備太昂貴或是來往交通太耗時 (Pellas, Dengel, & Christopoulos, 2020)。由於學習者缺乏練習的機會，在進行傳統的實作教學以及多媒體創作時，在傳授技能方面可能效果不如預期。因此，重要的是為學習者提供一個真實的學習情境，提供實驗(動手)的練習和任務，讓他們可以反覆練習 (Pellas, Kazanidis, & Palaigeorgiou, 2020；Skrimponis et al., 2020)。

近年來，虛擬現實(Virtual Reality, VR)受到許多關注，它可以透過計算機科學技術和設備提供三維「沉浸式」體驗。沉浸感是透過感官系統模擬現實世界的物體，讓使用者將虛擬物體感知為真實的，並提供接近真實的情境體驗(Chittaro, Corbett, McLean, & Zangrando, 2018)。環景影像虛擬實境(Spherical

video-based virtual reality, SVVR)的發展，讓教師也能在容易設計及較低成本的情況下讓學生使用沉浸式 VR 來做學習，並應用在教學環境中。另一方面，多媒體互動學習環境 Edpuzzle，提供了互動式的練習機會，有效增進學習成效(Shelby & Fralish, 2021)。綜合所述，在教育環境中應用 SVVR 與 Edpuzzle 的研究中，對於將計算機技術的實作課程整合其中，仍有很大的研究發展空間(Pellas et al., 2020)。

因此，本研究將 SVVR 學習環境及多媒體互動數位平台(Edpuzzle)分別應用於 Podcast 節目創作教學課程，以評估這些方法對學生學習成就、實作能力、自我效能及問題解決傾向的影響。

以下是研究問題：

1. 與在多媒體互動數位平台(Edpuzzle)學習相比，在 SVVR 學習環境下，Podcast 錄音節目實作教學課程的學生是否在 Podcast 節目創作有較高的**學習成就**？
2. 與在多媒體互動數位平台(Edpuzzle)學習相比，在 SVVR 學習環境下，Podcast 錄音節目實作教學課程的學生在 Podcast 節目實作時，是否表現出較佳的**實作能力**？
3. 與在多媒體互動數位平台(Edpuzzle)學習相比，在 SVVR 學習環境下，Podcast 錄音節目實作教學課程的學生是否在 Podcast 節目創作有較高的**自我效能**？
4. 與在多媒體互動數位平台(Edpuzzle)學習相比，在 SVVR 學習環境下，Podcast 錄音節目實作教學課程的學生是否在 Podcast 節目創作有較高的**問題解決傾向**？

貳、文獻探討

一、 Podcast 節目創作的資訊概念學習與實作能力養成

(一) Podcast 資訊概念學習

Podcast 的節目創作包括了設備連接、聲音錄製、編輯、混音等多種技能，這些技能與計算機技術有著密不可分的關係。例如，在錄製 Podcast 節目前，也需要了解電腦的輸入輸出設備、聲音編碼格式以及收音等概念，掌握科學概念、資訊科技應用等學術知識，以便在節目中呈現高品質的聲音。(Kemp et al., 2011)也支持了這項論點，學習錄製 Podcast 節目可以提供學生提高創造力、電子技術能力與傳播技能的機會。

(二) Podcast 實作能力養成

Podcast 創作涉及到錄音設備的連接和測試，這是 Podcast 創作過程中不可或缺的一個環節。在創作 Podcast 節目時，了解錄音設備的功能以及如何使用非常重要，因為這直接影響到節目的音質和學生的聽覺體驗。研究表示(Lazzari，

2009)，錄音設備連接和測試的實作也可讓學生瞭解錄音技術的基礎知識和技能，以及培養他們的實踐能力，這樣的實作歷程促進了學生反思性學習技能的發展。

二、Podcast 節目創作與問題解決能力

解決問題的技能可以定義為在解決問題中運用經驗獲得的原則(Patterson, DeBaryshe, & Ramsey, 2017)。計算機科學在解決個人現實生活問題以及培養與解決問題相關的技能和能力方面具有重要地位(Choi J, Lee, Y. & Lee, E., 2017；Chowdhry, 2013) 。因此將計算機科學適當地融入教學活動有助於學生在真實的學習環境中提高解決問題的能力 (Aslam, Adefila, & Bagiya, 2018) 。此外，Podcast 也被證明可以提高學習者的問題解決能力， (Dale, 2007) 強調學生創作的 Podcast 在培養創造性和批判性思維以及解決問題的能力方面的優點。 (Kemp, Mellor, Kotter, & Oosthoek, 2011) 研究中也提到 Podcast 作業為學生提供了在編寫節目腳本、設計吸引觀眾的技巧以及使用非科學語言描述科學方法或概念時發揮創造力的機會。

三、Podcast 節目創作與自我效能

根據 Bandura 的自我效能理論(1997)，個人的自我效能在如何感知情境以及個人如何應對不同情境方面扮演重要的作用。進行 Podcast 節目創作時，學生需要學習有效使用必要的軟硬體工具的能力，專注於學習、承擔責任、學習動機和自我表達，強化他們的口說能力。在進行多媒體創作時，學生不僅實現了學習目標，還培養了批判性思維、技術素養和研究等技能，這也是一個很好的方式去增進自我效能(Kotluk & Kocakaya, 2017)。

四、應用多媒體學習環境進行 Podcast 節目創作學習

為指導學習者解決複雜問題前，應提供適當的教學支持並將其融入學習環境，讓學習者具備足夠的先備知識(Kirschner, Sweller & Clark, 2006；Van Merrienboer, Kirschner, & Kester, 2003)。多媒體學習環境提供沉浸感以及互動功能，可以支持學生知識學習以及實作表現(Butt, Kardong-Edgren, & Ellertson , 2018；Cesare, Kaczorowsk, & Hashey, 2021)，因此如何在小學階段應用多媒體學習環境進行 Podcast 節目創作教學，是本研究的主要關注點。

(一) SVVR 學習環境

SVVR 具有易於實現的形式和低成本，它主要使用 360 度圖像或影片來呈現虛擬環境 (Chang, S. C., Hsu, T. C., Kuo, W. C., & Jong, 2020; Lin, Barrett, Liu, Chen, N. S., & John, 2021；Wu, W. L., Hsu Y., Yang, Q. F., Chen, & Jong, 2021)，與傳統 VR 類似，SVVR 環境不僅可以提供生動的多感官刺激，還可以為用戶提供高水準的互動(Chang, C. Y., Sung, Guo, J. L., Chang, B. Y., & Kuo, F. R., 2019)。研究發現，VR 教育不僅能激發學生的學習動機，還能提高他們解決問題的能力

與表達觀點的能力，同時增強他們的批判性思維和自我效能感(Meyer, Omdahl, & Makransky, 2019)。在使用 SVVR 教學的研究中(Chen, Y. T. et al., 2022； Chien, & Hwang, 2021；Hwang, Chang, C. C., & Chien, 2022；Li, Yu, Sun, & Jong, 2021；Wu et al., 2021；Wu, J., Guo, R., Wang, & Zeng, 2019；Ye, Liu, Lee, Z., Zhang, & Chiu, 2019)，較少研究以小學生為研究對象，以及較少研究同時實施學習概念評量與實作評量。

(二) Edpuzzle 學習環境

Edpuzzle 是一種多媒體互動式線上教育技術工具，可以將現有的影片轉化為互動式學習資源，添加單選題、多選題、簡答題及錄音題。Edpuzzle 的一個特點是可以防止學生跳過，學生需要在截止時間內，觀看完所有指定影片。研究發現學生在該平台學習，在學習成就、動機和批判性思維傾向方面優於傳統翻轉學習 (Shelby & Fralish, 2021；Zou & Xie, 2018)。

綜合以上所述，將 SVVR 及 Edpuzzle 應用於課程中，可提供真實情境及增加練習的機會，以提高學生的學習成效。由於過去較少在小學計算機課程進行研究，故本研究提出將 SVVR 及 Edpuzzle 分別結合 Podcast 節目創作教學，並研究對於小學生學習成就、實作能力、自我效能以及解決能力傾向的影響。

參、研究設計

一、參與者

本研究為準實驗研究，參與者包括兩間北部小學 3 個五年級班、1 個六年級班，共 4 個班，隨機分配至 SVVR 組以及 Edpuzzle 組。SVVR 組共由 46 名學生組成。Edpuzzle 組由 42 名學生組成，課程內容為 Podcast 節目創作。

二、實驗步驟

圖 1 展示了實驗過程，實驗分三天進行，共歷時 240 分鐘；在學習活動前，進行了資訊概念前測評量、Podcast 創作自我效能以及問題解決傾向問卷。隨後，教師向學生介紹 Podcast 播客、說明節目創作教學的學習目標和評量，並隨機分 2 名學生一組，作為實作評量分組，小組各自選一本繪本進行閱讀，與同組學生準備約 5 分鐘的節目，包括自我介紹、節目介紹以及繪本故事大綱。第二天學生開始了學習活動，SVVR 組在 SVVR 學習環境進行學習，Edpuzzle 組使用多媒體互動數位平台(Edpuzzle)進行學習，兩組都有 120 分鐘來完成學習任務，並進行了資訊概念後測評量。第三天進行 Podcast 實作評量，並有兩名資訊教師進行實作評量，等實作評量全部完成後，最後進行 Podcast 節目創作自我效能以及解決問題傾向後測。

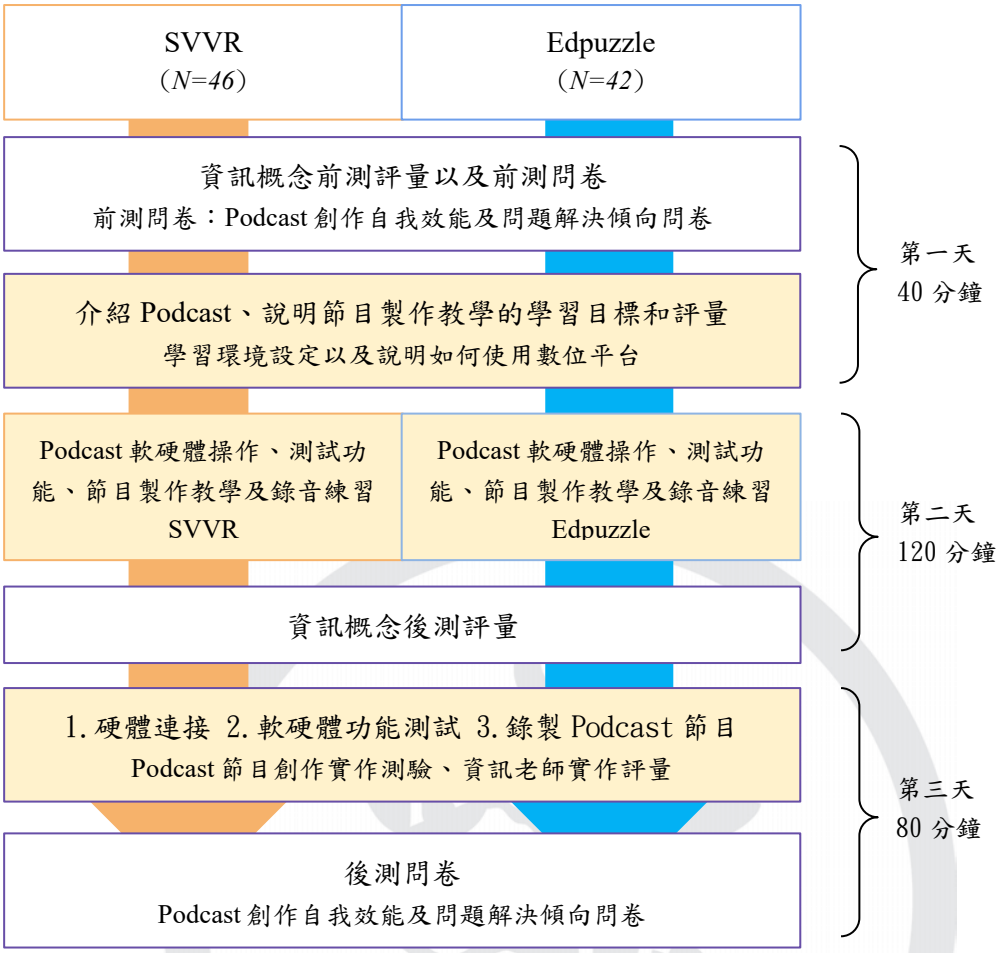


圖 1：實驗設計過程

SVVR 組使用平板電腦登入 Uptale VR 學習平台進行互動學習，Edpuzzle 組使用平板電腦登入 Edpuzzle 學習平台觀看互動影片，教學課程共有五個單元：1. 錄音設備功能介紹、2. 設備連接教學、3. 錄音功能測試教學、4. 節目創作教學、5. 錄音練習。兩組教學策略相同，由同一個 5 年以上經歷的資訊教師授課，使用相同的教學影片與練習題。學生觀看提供的教學影片時，需回答互動式問題，檢視自己是否了解教學內容，影片以及問題皆可重複觀看。圖 2 展示了錄音練習，SVVR 組學生使用 Meta Quest 2 VR 眼鏡進入虛擬場景進行 Podcast 節目錄音練習，Edpuzzle 則使用影片搭配互動式錄音任務進行錄音練習。

圖 2：SVVR/Edpuzzle 的錄音練習畫面

在進行 Podcast 實作評量時，我們使用的錄音軟體是免費軟體 Audacity 3.3.0，錄音硬體包含：兩支 ATR2100x 麥克風、兩副 ATH-M50x 監聽耳機、Scarlett 2i2 混音器以及 Windows 平板電腦。學生會先完成硬體接線，接著進行軟硬體錄音測試，並錄製約 4 分鐘的 Podcast 節目，節目內容包括完整的自我介紹、節目介紹以及各自挑選的繪本故事內容大綱。

三、測量工具

本研究中使用 4 個測量工具，包括 Podcast 資訊概念評量、Podcast 實作評量、Podcast 自我效能及解決問題傾向問卷。

關於 Podcast 資訊概念評量，由 5 年以上教學經驗的資訊教師命題，前測評量有 11 題選擇題與 5 題連連看，共 16 題，滿分為 100 分。後測評量有 5 題選擇題、5 題連連看、5 題順序填空題以及 5 題簡答題，共 20 題，滿分為 100 分。

Podcast 實作評量，包括 6 個項目，每項 1 分到 4 分，Cronbach's alpha 值為 0.81，說明該問卷具有極高的可信度，分別有 2 位資訊老師進行評量，例如：錄音環境準備、設備操作、軟體操作、時間掌握、節目內容及錄音品質。

Podcast 節目創作自我效能問卷改編自(Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie, 1991)，包括 8 個項目，採用 5 點李克特量表， Cronbach’s Alpha 信度為 0.91，所有的項目都被描述為積極的陳述，例如：我確信我能理解 Podcast 錄製設備的各項功能以及我相信我製作的 Podcast 節目將有優異的表現。

問題解決傾向問卷改編自(Lai & Hwang, 2014)，包括 6 個項目，採用 5 點李克特量表，Cronbach's alpha 值為 0.91。 所有的項目都被描述為積極的陳述，例如：我相信我有能力解決我所遇到的問題以及我有實際在課程中解決遇到問題的經驗。

肆、結果

一、Podcast 資訊概念評量

為了評估學生的 Podcast 資訊概念前後測評量的差異，先進行了相依樣本 t 檢定，SVVR 組的 t 值與 Cohen's d 分別為 4.67 和 0.79，Edpuzzle 分別為 2.07 和 0.32，兩組皆有顯著差異，如表 1 所示。為了評估兩組間的差異，進行了 ANCOVA 分析，用於排除前測的影響來評估學習活動後學生在資訊概念學習的有效性。未違反 Levene 確定方差同質性的檢驗($F=0.02$，$p>.05$)。 組內迴歸係數同質性考驗的結果則顯示，自變項與共變項的交互作用項($F=0.89$，$p>.05$)未達顯著水準，表示各組內的共變項與依變項的線性關係具有一致性。從 ANCOVA 結果發現兩組後測概念評量成績沒有顯著差異 ($F=0.22$，$p>.05$)，效果量($\eta_p^2=0.003$)，表明效果大小為小 (Cohen, 1988, Richardson 2011)。從進步程度來看，SVVR 組的在前後測進步平均值為 11.70 與標準差 16.44，Edpuzzle 組為 5.02 與標準差 15.73 ($t=1.91$，$p=.06$)，故 SVVR 的進步程度較 Edpuzzle 組高，如圖 3。

表 1：

學習概念前後測評量的描述性統計與推論

		前測		後測		後減前		相依樣本 T 檢定		*ANCOVA*	
Group	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*t*	*d*	*F*	η_p^2
SVVR	43	60.16	14.13	71.86	15.50	11.70	16.44	4.67***	0.79	0.22	0.003
Edpuzzle	42	70.93	13.87	75.95	17.40	5.02	15.73	2.07*	0.32		

**p<.05, ***p<.001.*

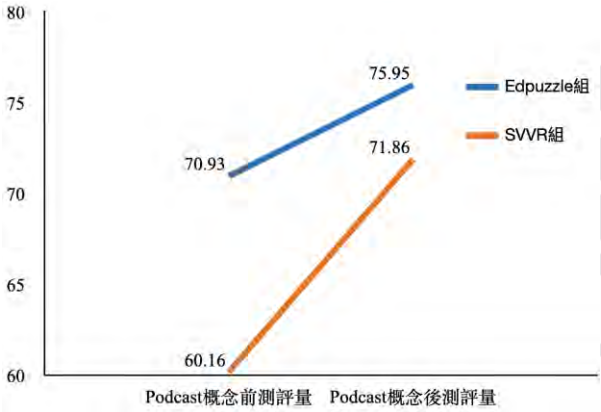


圖 3：SVVR 組與 Edpuzzle 組在資訊概念評量前後測表現

為了了解前測不同程度學生與學習後的 Podcast 資訊概念的差異，進行二因子變異數分析(Two Way ANOVA)，前測 1~59 為低分組，60~79 分為中分組，80~100 分為高分組，描述性統計資料如表 2 所示。分析後發現，在 SVVR 組中分組的同學顯著表現的比低分組佳(平均值差異 16.10，p<.05)，在 Edpuzzle 組高分組的同學顯著表現得比低分組以及中分組的同學佳(高分組與低分組的平均值差異為 24.00，p<.05，高分組與中分組的平均值差異為 15.65，p<.05)，如圖 4。

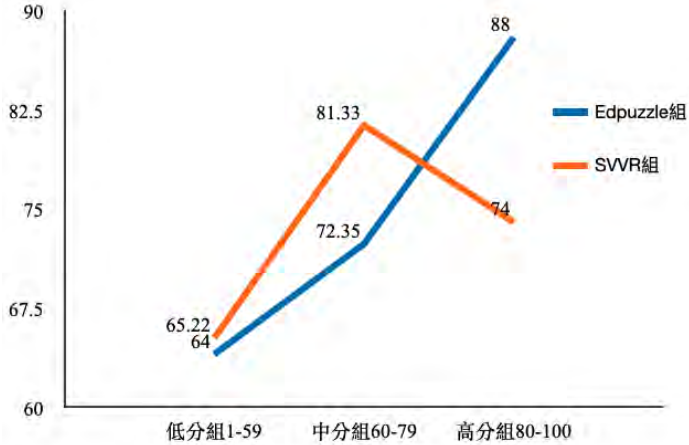


圖 4：資訊概念分組的資訊概念後測估計邊際平均值

表 2：

資訊概念前測分組的後測評量描述性統計與平均值差異

Group	*(I)*前測分組	*N*	*M*	*SD*	*(J)*比較組別	平均值差異*(I-J)*	*SE*
SVVR	低分組	23	65.22	15.85	中分組 60-79	-16.11*	4.61
					高分組 80-100	-8.73	6.85
	中分組	15	81.33	12.02	低分組 1-59	16.11*	4.61
					高分組 80-100	7.33	7.17
	高分組	5	74.00	6.52	低分組 1-59	8.78	6.85
					中分組 60-79	-7.33	7.17
Edpuzzle	低分組	10	64.00	15.95	中分組 60-79	-8.35	5.91
					高分組 80-100	-24.00*	6.06
	中分組	17	72.35	16.50	低分組 1-59	8.35	5.91
					高分組 80-100	-15.65*	5.26
	高分組	15	88.00	11.77	低分組 1-59	24.00*	6.06
					中分組 60-79	15.65*	5.26

*p<.05.

註：低分組 1-59、中分組 60-79、高分組 80-100

二、Podcast 資訊實作評量

為了評估學生的實作評量的學習成就，2 位資訊老師為 43 組學生(SVVR 組 44 名與 Edpuzzle 組 42 名)進行了評分。評分的一致性係數為 0.81。錄音環境準備維度和節目創作維度得分的一致性係數分別為 0.80 和 0.75，一致性良好。結果顯示，SVVR 組平均值 18.47 未能顯著高於 Edpuzzle 組平均值 18.31。為進一步探究兩組差異的原因，對錄音環境準備維度和節目創作維度分別進行了獨立樣本 t 檢驗。如表 3 所示，SVVR 組學生作品在該維度得分的平均值和標準差分別為 9.31 和 1.52，對照組分別為 9.78 和 1.47，兩組未能存在顯著差異 (t=-1.47，p>.05)，SVVR 組學生作品在節目製作維度得分的平均值和標準差分別為 9.16 和 1.36，對照組分別為 8.52 和 2.38，兩組未能存在顯著差異(t=1.55，p>.05)。這一結果表明，SVVR 組以及 Edpuzzle 中 Podcast 節目創作教學的應用皆能有效促進學生在錄音環境準備以及節目創作的實作表現。

為了了解前測不同程度學生與學習後的 Podcast 實作成績的差異，進行二因子變異數分析(Two Way ANOVA)，前測 1~59 為低分組，60~79 分為中分組，80~100 分為高分組，描述性統計資料如表 4 所示，整體而言，SVVR 組在實作表現平均分比 Edpuzzle 為佳，如圖 5。

表 3：

實作評量的獨立 t 樣本檢定結果(SVVR：46 位，Edpuzzle：42 位)

Dimension	Group	*M*	*SD*	*F*	*p*	*t*
錄音環境實作評量	SVVR	9.31	1.52	1.56	.14	-1.47
(Max：12)	Edpuzzle	9.78	1.47			
節目製作實作評量	SVVR	9.16	1.36	11.49	.13	1.55
(Max：12)	Edpuzzle	8.52	2.38			
總計	SVVR	18.47	2.30	0.78	.38	0.27
(Max：24)	Edpuzzle	18.31	3.22			

表 4：

資訊概念前測分組的實作評量描述性統計

Group	資訊概念前測分組	*N*	*M*	*SD*
SVVR	低分組	23	17.87	0.57
	中分組	15	19.41	0.71
	高分組	5	19.50	1.23
Edpuzzle	低分組	10	16.80	0.87
	中分組	17	18.65	0.67
	高分組	15	18.93	0.71

*p<.05.

註：低分組 1-59、中分組 60-79、高分組 80-100

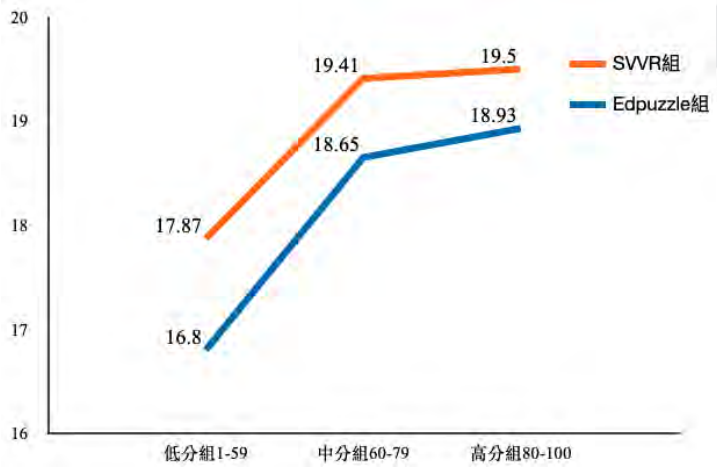


圖 5：資訊概念前測分組後的實作評量估計邊際平均值

表 5：

節目創作實作評量的描述性統計和推論性統計

Group	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SE*	*F*	η_p^2
SVVR	43	9.18	1.41	9.34	0.30	5.11*	.059
Edpuzzle	42	8.52	2.38	8.34	0.31		

**p<.05.*

為了比較兩組學生在 Podcast 節目創作實作評量的差異，我們使用 Podcast 概念前測評量當作共變項，組內迴歸係數同質性考驗的結果則顯示，自變項與共變項的交互作用項(F=1.46，p>.05)未達顯著水準，表示各組內的共變項與依變項的線性關係具有一致性。從 ANCOVA 結果來看，SVVR 組的調整均值和標準誤分別為 9.34 和 0.30，對照組分別為 8.34 和 0.30，如表 5 所示，兩組的實作評量成績顯著不同(F=5.11，p<.05)，效果量為(η_p^2=.059)，表明效果大小為中(Richardson, 2011)。換句話說，使用 SVVR 的學習方法比使用 Edpuzzle 的多媒體互動系統學習的學生更能顯著提高學生在節目創作的表現。

三、Podcast 節目創作自我效能感

為了瞭解兩組學生在 Podcast 節目創作自我效能感，使用相依樣本 t 檢定，SVVR 組經過學習後，自我效能感有顯著的提升(t=3.18，p<.01)，Edpuzzle 組經過教學後，自我效能感亦有顯著的提升(t=5.05，p<.001)。為了比較兩組學生的自我效能感的差異，在未違反 Levene 同質性的檢驗(F=1.46，p>.05)，此外，組內迴歸係數同質性考驗的結果則顯示，自變項與共變項的交互作用項(F=0.04，p>.05)未達顯著水準，表示各組內的共變項與依變項的線性關係具有一致性。因此，進行了共變項效果檢驗 ANCOVA。從 ANCOVA 結果來看，SVVR 組的調整平均值和標準誤分別為 31.92 和 0.68，Edpuzzle 組分別為 33.61 和 0.70，如表 6 所示，兩組的 Podcast 節目創作自我效能感沒有顯著差異 (F=2.98，p>.05)，效果量(η_p^2=.035)，表明效果大小為小(Richardson, 2011)。

表 6：

Podcast 節目創作自我效能的描述性統計與推論

		前測		後測		後減前		相依樣本 T 檢定		*ANCOVA*	
Group	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*t*	*d*	*F*	η_p^2
SVVR	44	28.84	6.39	31.70	5.72	2.86	5.97	3.18**	0.47	2.98	.035
Edpuzzle	42	29.81	5.61	33.83	4.73	4.02	5.17	5.05***	0.77		

***p<.01, ***p<.001.*

四、解決問題傾向

為了瞭解兩組學生的解決問題傾向，使用相依樣本 t 檢定，SVVR 組經過學習後，解決問題傾向有顯著的提升(t=2.88，p<.01)，Edpuzzle 組經過教學後，解決問題傾向亦有顯著的提升(t=3.25，p<.01)。為了比較兩組學生的解決問題傾向的差異，在未違反 Levene 同質性的檢驗(F=2.58，p>.05)，此外，組內迴歸係數同質性考驗的結果則顯示，自變項與共變項的交互作用項(F=0.46，p>.05)未達顯著水準，表示各組內的共變項與依變項的線性關係具有一致性。 因此，進行了共變項效果檢驗 ANCOVA。從 ANCOVA 結果來看，SVVR 組的調整平均值和標準誤分別為 26.40 和 0.46，對照組分別為 26.43 和 0.46，如表 7 所示。發現兩組的解決問題能力沒有顯著差異 (F=0.002，p>.05)，效果量(η_p^2= 0.00)，表明效果大小為小(Richardson, 2011)。

表 7：

解決問題傾向的描述性統計與推論

		前測		後測		後減前		相依樣本 T 檢定		*ANCOVA*	
Group	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*t*	*d*	*F*	η_p^2
SVVR	42	24.43	4.37	26.29	3.68	1.86	4.18	2.88**	0.46	0.002	0.00
Edpuzzle	42	24.95	3.77	26.55	3.22	1.60	3.18	3.25**	0.46		

***p<.01.*

伍、討論與結論

研究結果顯示，使用 SVVR 以及 Edpuzzle 皆可顯著提升學生的 Podcast 資訊概念學習成就，與先前研究相符 (Wu et al., 2019, Zou & Xie, 2018)。由於 Edpuzzle 的教學可以防止學生跳過影片，需依影片內容循序學習，因此這可能是使用 Edpuzzle 的資訊概念前測評量高分組同學顯著表現得比其他同學佳的原因。SVVR 提供的真實情境，學生可以自由選擇影片內容，因此這可能是使用 SVVR 學習環境的資訊概念前測評量中分組同學表現得比低分組以及高分組的同學佳的原因。

其次，Podcast 資訊實作評量結果顯示，在 SVVR 學習環境學習的學生比使用 Edpuzzle 的學生更能顯著提高學生在節目創作的表現，由於本研究使用的 SVVR 與普通教學影片相比，SVVR 將錄音情境以更清晰、更直觀地展現給學生 (Wong, Kong, & Hui, 2017)，更有利於學生對節目創作的表現，因此這或許是 SVVR 組在實作表現上較 Edpuzzle 組佳的原因，並且在節目創作的表現更為突出。最後，使用 SVVR 以及 Edpuzzle 皆能顯著提升 Podcast 節目創作自我效能感以及提高解決問題傾向，可能是 SVVR 與 Edpuzzle 的教學活動能提高學生的學習自信心，同時提高學生的解決問題能力，也與先前的研究相符。

本研究的結論是，將資訊課程內容透過 SVVR 或 Edpuzzle 學習平台融入課程中，例如在學校只有一套 Podcast 錄音設備的情況，可以增加學生的練習機會與學習成效，以習得資訊相關概念以及具備基礎實作能力，而 SVVR 學習環境更能顯著提高學生在節目創作的表現。另外，教育工作者進行資訊融入教學時，對於資訊先備知識不足的學生，建議在教學影片、簡報以及概念評量上的文字旁，適時增加圖示輔助，同時增加學生看影片與練習的次數，幫助學生取得更大的進步。

本研究存在一些限制，首先結果是根據從兩所學校收集而得出的，這意味著研究結果可能無法推廣到具有不同社會背景或不同年齡的其他樣本。其次是未來的研究需要進一步研究將不同的資訊先備知識能力的學生的差異，可採用高到高、高到低和低到低的分組方式，進一步了解資訊先備知識能力的差異對學生的學習體驗產生的影響。

未來應持續探討將 SVVR 應用於小學教學資訊實作課程的有效性，對於資訊程度不同的學生應用不同的教學策略，進而降低對教學的影響。在接下來的研究，我們將進一步探討如何應用新的數位技術進行資訊融入教學，提升小學生資訊概念以及實作能力，以幫助第一線教師進行教學準備，讓學生具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容的意義與影響，未來具備善用科技、資訊與媒體的能力。

參考文獻

一、中文部分：

教育部(2021)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。2023 年 4 月 4 日取自 https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL002057

二、英文部分：

Aslam, F., Adefila, A., & Bagiya, Y. (2018). STEM outreach activities: An approach to teachers' professional development. *Journal of Education for Teaching, 44(1), 58–70*. https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422618

Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Butt, A. L., Kardong-Edgren, S., & Ellertson, A. (2018). Using game-based virtual reality with haptics for skill acquisition. *Clinical Simulation in Nursing*, *16*, 25–32. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2017.09.010

Cesare, D.M.D., Kaczorowski, T., & Hashey, A. (2021). A Piece of the (Ed)Puzzle: Using the Edpuzzle Interactive Video Platform to Facilitate Explicit Instruction. Journal of Special Education Technology, 36(2), 77-83.

Chang, C. Y., Sung, H. Y., Guo, J. L., Chang, B. Y., & Kuo, F. R. (2019). Effects of spherical video-based virtual reality on nursing students' learning performance in childbirth education training. *Interactive Learning Environments*, 1–17. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1661854

Chang, S. C., Hsu, T. C., Kuo, W. C., & Jong, M. S. Y. (2020b). Effects of applying a VR-based two-tier test strat- egy to promote elementary students' learning performance in a geology class. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 148–165. https://doi.org/10.1111/bjet.12790

Chen, Y. T., Li, M., Huang, C., Han, Z., Hwang, G. J., & Yang, G. (2022). Promoting deep writing with immersive technologies: An SVVR-supported Chinese composition writing approach for primary schools. *British Journal of Educational Technology*. 53. 10.1111/bjet.13247.

Chien, S.Y. & Hwang, G.J. (2021). A question, observation, and organisation-based SVVR approach to enhancing students' presentation performance, classroom engagement, and technology acceptance in a cultural course. *British Journal of Educational Technology*. 53. 10.1111/bjet.13159.

Chiou, C. K., Hwang, G. J., & Tseng, J. C. R. (2009). An auto-scoring mechanism for evaluating problem-solving ability in a web-based learning environment. *Computers & Education*, 53(2), 261–272.

Chittaro, L., Corbett, C. L., McLean, G. A., & Zangrando, N. (2018). Safety knowledge transfer through mobile virtual reality: A study of aviation life preserver donning. *Safety Science*, 102, 159–168. https://doi. org/10.1016/j.ssci.2017.10.012

Choi, J., Lee, Y., & Lee, E. (2017). Puzzle based algorithm learning for cultivating computational thinking. *Wireless Personal Communications*, *93*(1), 131–145.

Chowdhry, B. S. (2013). Successful transformation of ICT graduate program: A role model for developing countries. *Wireless Personal Communications*, *69*(3), 1013–1023.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for behavioural sciences* (2nd ed.). Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Dale, C. (2007) Strategies for using podcasting to support the learning of tourism students, *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, *6*(1), pp. 49–57.

Forbes, D., Khoo, E., & Johnson, E. M. (2012). "It gave me a much more personal connection": Student-generated podcasting and assessment in teacher education. In M. Brown, M. Hartnett & T. Stewart (Eds.), *Future challenges, sustainable future (*326– 330). Proceedings ascilite Wellington 2012.

Hwang, G. J., Chang, C. C. & Chien, S. Y. (2022). A motivational model-based virtual reality approach to prompting learners' sense of presence, learning achievements, and higher-order thinking in professional safety training. *British Journal of Educational Technology*. 53. 10.1111/bjet.13196.

Kalelioglu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K–12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, *52*,200–210.

Kemp, J., Mellor, A., Kotter, R., & Oosthoek, J. (2011). Student-Produced Podcasts as an Assessment Tool: An Example from Geomorphology. *Journal of Geography in Higher Education. 36*(1). 1–14. https://doi.org/10.1080/03098265.2011.576754

Kim, M. C., & Hannafin, M. J. (2011). Scaffolding problem solving in technology-enhanced learning environments (TELEs): bridging research and theory with practice. *Computers & Education.*, *56*(2), 403–417.

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75–86.

Kotluk, N., and Kocakaya, S. (2017). The effect of creating digital storytelling on secondary school students' academic achievement, self-efficacy perceptions and attitudes toward physics. *Int. J. Res. Educ. Sci*. 3, 218–227.

Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *8*(3), 276-291.

Lazzari, M. (2009). "Creative use of Podcasting in Higher Education and Its Effect on Competitive Agency." *Computers & Education 52* (1): 27–34. doi:10.1016/j.compedu.2008.06.002

Lin, H. C.-S., Yu, S.-J., Sun, J. C.-Y., & Jong, M. S. Y. (2019). Engaging university students in a library guide through wear- able spherical video-based virtual reality: Effects on situational interest

and cognitive load. *Interactive Learning Environments, 1–16*. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1624579

Lin, V., Barrett, N. E., Liu, G. Z., Chen, N. S., & Jong, M. S. Y. (2021). Supporting dyadic learning of English for tourism purposes with scenery-based virtual reality. *Computer Assisted Language Learning*. https://doi.org/10.1080/09588221.2021.1954663

Merrill, M. D., & Gibert, C. G. (2008). Effective peer interaction in problem-centered instructional strategy. *Distance Education*, *29*(2), 199–207.

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 & Education*, *140*, 103603. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603

Patterson, G. R., DeBaryshe, B. D., & Ramsey, E. (2017). A developmental perspective on antisocial behavior. In *Develop- mental and life-course criminological theories* (pp. 29–35). New York: Routledge.

Pellas, N., Dengel, A., & Christopoulos, A. *A scoping review of immersive virtual reality in STEM education.* IEEE Transactions on Learning Technologies. 2020, 13 (4), 748−761.

Pellas N., Kazanidis I., & Palaigeorgiou G., "A systematic literature review of mixed reality environments in K-12 education," *Educ. Inf. Technol., vol. 25*, no. 4, pp. 2481–2520, 2020.

Pintrich, P.R., Smith, D.A.F., Garcia, T., & McKeachie, W.J. (1991). *A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire* (MSLQ). MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 338122)

Richardson JTE (2011) Eta squared and partial eta squared as measured of effect size in educational research. Educ Res Rev 6(2):135–147

Shelby, S. & Fralish, Z. (2021). Using Edpuzzle to improve student experience and performance in the biochemistry laboratory. *Biochemistry and Molecular Biology Education*. 49. 10.1002/bmb.21494.

Skrimponis P., Makris N., Rajguru S. B., Cheng K., Ostrometzky J., Ford E., Kostic Z., Zussman G., and Korakis T. (2020). COSMOS educational toolkit: using experimental wireless networking to enhance middle/high school STEM education. SIGCOMM Comput. Commun. Rev. 50, 4 (October 2020), 58–65. https://doi-org.ezproxy.lib.ntust.edu.tw/10.1145/3431832.3431839

Van Merrienboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*, *38*(1), 5–13.

Wong, Y. C., Kong, K. H., & Hui, T. Y. (2017). *The influence of learners' openness to IT experience on the attitude and perceived learning effectiveness with virtual reality technologies*. In Teaching, assessment, and learning for engineering (TALE), 2017 IEEE 6th international conference on (pp. 118–123). IEEE.

Wu, J., Guo, R., Wang, Z. & Zeng, R. (2019). Integrating spherical video-based virtual reality into elementary school students' scientific inquiry instruction: effects on their problem-solving performance. *Interactive Learning Environments*. 29. 1-14. 10.1080/10494820.2019.1587469.

Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., Chen, J. J., & Jong, M. S. Y. (2021). Effects of the self-regulated strategy within the context of spherical video-based virtual reality on students' learning performances in an art history class. *Interactive Learning Environments*. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1878231

Ye, X., Liu, P. F., Lee, Z., Zhang, Y. Q. & Chiu, C. K. (2019). Classroom misbehaviour management: an SVVR-based training system for preservice teachers. *Interactive Learning Environments*. 29. 1-18. 10.1080/10494820.2019.1579235.

Zou, D & Xie, H. (2018). Flipping an English writing class with technology-enhanced just-in-time teaching and peer instruction. *Interactive Learning Environments.* 27. 1-16. 10.1080/10494820.2018.1495654.

國小高年級學童媒體素養能力調查研究

A Study of the Efficacy of Media Literacy Skills Among 5th and 6th Grade Elementary School Students

袁瑞伶

Yuan, Jui Ling

Department of Education, University of Taipei Student

E-mail：D11001009@go.utaipei.edu.tw

摘要

本研究旨在探討台灣國小高年級學童的媒體素養能力，應對聯合國教科文組織強調公民應具備的批判思考、多元資訊接收與參與知識社會的能力。儘管台灣有相關政策，但缺乏配套措施和持續實踐，且尚無全面調查報告。本研究目的包括：(1)發展國小高年級媒體素養評量工具；(2)描述國小高年級學童媒體素養能力現況及其與背景變項的關係。待解答問題包括：(1)國小高年級學童媒體素養能力現況為何？(2)學童媒體素養能力與背景變項之關係為何？本研究將有助於瞭解台灣國小高年級學童的媒體素養現況，為未來政策與教育實踐提供參考。

關鍵字：媒體素養、內容農場

Abstract

This study aims to investigate the media literacy skills of senior elementary school students in Taiwan in response to UNESCO's emphasis on critical thinking, diverse information reception, and participation in knowledge societies as essential skills for citizens. Although Taiwan has relevant policies, it lacks supporting measures and continuous implementation, and there is no comprehensive survey report available. The objectives of this study include: (1) developing a media literacy assessment tool for senior elementary school students; (2) describing the current status of media literacy skills of senior elementary school students and their relationship with background variables. The research questions to be addressed are: (1) What is the current status of

media literacy skills among senior elementary school students? (2) What is the relationship between students' media literacy skills and background variables? This study will help to understand the current status of media literacy among senior elementary school students in Taiwan and provide a reference for future policy and educational practice.

Keyword：Media Literacy、Content Farming

壹、前言

一、研究背景與動機

(一)國際趨勢

聯合國教育科學文化組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organiztion, UNESCO，簡稱聯合國教科文組織）可謂是媒體素養（Medina Literacy）推動的先驅。1982 年，該組織在《格倫瓦爾德宣言》中提到：需要透過政策和教育系統，來提升公民批判性思考的能力，以期了解媒體訊息。2005 年，該組織又提出「素養」(Literacy）定義為：「識別、理解、解釋、創造、運算及使用不同環境下印刷與書面資料的能力。為涉及個人能夠實現目標、發展知識和潛能，並充分參與社區及廣大社的連續學習」。

而後，隨著科技發展，公眾無論討論屬於科學、政治、金融或文化等領域的內容，都得以透過多元且豐富的管道來接受資訊。而公眾本身所具備的媒體和資訊素養，都會是這些討論的基礎。因此更加彰顯培養素養能力之迫切，故而該組織於 2013 年，進一步提出「媒體與資訊素養（Media and Information Literacy, MIL）」的概念，將其定位為確保公民參與知識型社會的必備能力。亦即無論使用何種科技媒介，素養都是資訊接收和溝通要素，並且意味著能夠通過創造、使用或傳播處理資訊（UNESCO, 2013）。因此現在所謂的素養包括與對媒體和其他資訊提供者互動所需之認知過程、技能、知識與態度（財團法人台灣經濟研究院，2019）。

(二)臺灣現況

根據 2014 年教育部頒佈之《十二年國民基本教育課程綱要》中之三面九項圖中可知，科技資訊與媒體素養係為成為終身學習者的重要一環（教育部，2014）。此外，進一步細究各教育階段的核心素養內涵，如下表 1：

表 1

國民小學教育階段核心素養內涵

面向	項 目	國民小學教育階段核心素養具體內涵
自主行	身心素質與自我精進	具備良好的生活習慣，促進身心健全發展，並認識個人特質，發展生命潛能
	系統思考與問題解決	具備探索問題的思考能力，並透過體驗與實踐處

面向	項 目	國民小學教育階段核心素養具體內涵
動		理日常生活問題
	規劃執行與創新應變	具備擬定計畫與實作的能力，並以創新思考方式，因應日常生活情境
溝通互動	語文表達與符號運用	具備「聽、說、讀、寫、作」的基本語文素養，並具有生活所需的基礎數理、肢體及藝術等符號知能，能以同理心應用在生活與人際溝通
	資訊科技與媒體素養	具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容的意義與影響
	藝術涵養與生活美學	具備藝術創作與欣賞的基本素養，促進多元感官的發展，培養生活環境中的美感體驗
社會參與	道德實踐與公民意識	具備個人生活道德的知識與是非判斷的能力，理解並遵守社會道德規範，培養公民意識，關懷生態環境
	人際關係與團隊合作	具備理解他人感受，樂於與人互動，並與團隊成員合作之素養
	多元文化與國際理解	具備理解與關心本土與國際事務的素養，並認識與包容文化的多元性

引自教育部（2014）。

由表 1 可知，科技資訊與媒體素養能力最基本的能力係為在國小階段，學童亟需具備科技與資訊應用的基本素養，並理解各類媒體內容的意義與影響。

然回顧媒體素養相關政策，雖教育部於 2002 年，即以師資培訓、媒體素養課程研發等相關活動，開始推動媒體素養。而後亦提出《媒體素養教育政策白皮書》，但相關推動在 2006 年因故停擺。故而我國媒體素養推動目前仍有著舊白皮書無法回應潮流、教學資源與師資缺乏等問題（財團法人台灣經濟研究院，2019）。

又自 2021 年 5 月 19 日，臺灣因 COVID-19 疫情爆發得又快又急，緊急宣布全台學童停止到校，改採線上學習（教育部，2021）。而後同年 11 月 25 日，教育部公告「班班有網路 生生用平板——推動中小學數位學習精進方案」（教育部，2021）。至此，臺灣資訊教育看似向前邁進一大步。然而，臺灣媒體素養教育雖有政策，但卻缺乏相關配套與持續性的實踐（林雍智，2015）。

雖教育部於 2023 再次提出《數位時代媒體素養教育白皮書》，再次強調媒體素養之重要性，但有關於臺灣中小學童的資訊與媒體素養能力，迄今尚未有全面調查報告。又根據史丹福研究顯示，7,804 名初中生中，82%難以區分贊助廣告與新聞報導（趙維新，2016）。而臺灣，根據 2016 年臺灣四年級學生參加國際教育成就評鑑協會（IEA）於 2016 年舉辦 ePIRLS 線上評量結果可知有 18%的學生會在線上閱讀的情境中去點選廣告，這個比例是參與排名國家或地區中最高的（柯華葳、張郁雯、詹益綾、丘嘉慧，2017）。

故此，筆者希望透過評量調查之方式，了解國小高年級學童對於理解各類媒體內容的能力為何？以期了解全台國小學童的媒體素養認知情形後，為日後規劃教師們數位學習教學時，提供學童起點行為的依據。

二、研究目的與問題

(一)研究目的

基於上述研究動機與背景，本研究主要目的如下：

1. 發展國小高年級媒體素養評量工具。
2. 描述國小高年級學童媒體素養能力現況，與其背景變項與學童媒體素養能力差異之關係。

(二)研究問題

依據上述研究目的，本研究之待答問題如下：

1. 國小高年級學童媒體素養能力現況為何？
2. 描述國小高年級學童媒體素養能力現況，與其背景變項與學童媒體素養能力差異之關係為何？

三、研究範圍與限制

(一)研究範圍

1. 本研究國小高年級媒體素養評量工具之評量題數，將以國小高年級學生於國小一節課 40 分鐘中可負荷量為設計前提。
2. 本研究之國小高年級媒體素養評量工具之評量架構，主要以具內容農場特徵的網頁為調查文本，教育部（2023）公告之《數位時代媒體素養教育白皮書》中的分析能力為媒體素養能力之構面。

(二)研究限制

1. 基於國小高年級學生於國小一節課 40 分鐘中可負荷之測驗題數與篇章數等考量，研究結果不宜過度推論。
2. 本研究係探究國小高年級學童媒體素養能力，然媒體素養涵蓋面向過廣。本研究結果僅針對評量文本主題、形式進行保守推論。

貳、文獻探討

一、媒體素養

(一)媒體

根據教育部國語辭典簡編本中，媒體一詞的定義為「傳播資料訊息的工具。如電視、廣播、報章雜誌等。」然時至今日，媒體不再只停留在過往的印象，許多過往只能在電視上看到的影音訊息，都已經轉往各網路上的社群平臺。因此，本研究基於林雍智（2015）的分類基礎，將媒體種類歸納為三類：

1. 平面媒體，藉由印刷出版訊息，如報紙、雜誌等印刷品。

2. 傳統影音傳播類，如電臺廣播、電視。

3. 網路媒體，如 Youtube、各社群平臺與 APP 等。

(二)素養

素養（Literacy）原意為具備讀寫能力者，聯合國教科文組織將素養定義為能理解並產製個人每天日常生活所需的簡單論述（吳翠珍、陳世敏，2007）。聯合國教育科學文化組織於 2005 年，提出「素養」（Literacy）定義為：「識別、理解、解釋、創造、運算及使用不同環境下印刷與書面資料的能力。為涉及個人能夠實現目標、發展知識和潛能，並充分參與社區及廣大社的連續學習」。而十二年國民基本教育課程綱則進一步指出：「核心素養」係指一個人為了適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。核心素養強調學習不局限於學科知識及技能，而應關注學習與生活的結合（教育部，2014）。

(三)媒體素養

在全球的脈絡下媒體素養（media literacy）、媒體教育（media education）與媒體素養教育（media literacy education），這三個詞都常被使用（林子斌，2021）。本研究將採聯合國教科文組織使用名稱「媒體與資訊素養（Media and Information Literacy, MIL）」與內涵，並且根據聯合國教科文組織的定義，對媒體素養與資訊素養做出區分，區分概念如下圖 1。

圖 1

聯合國教科文組織的媒體素養與資訊素養

媒體素養

了解媒體在民主社會中的作用與功能	了解媒體可以充分發揮其功能的條件	根據媒體功能審慎評估媒體內容	利用媒體進行自我表達，跨文化對話與民主參與	獲取並利用使用者自製內容所需的技能（包括 ICT）

資訊素養

明確清楚的表達資訊需求	找到並使用資訊	審慎評估資訊	組織資訊	以符合道德規範的方式使用資訊	傳播資訊	利用 ICT 技術進行資訊處理

引自 UNESCO，2013。

而在教育部媒體素養教育資源網中也強調希望讓學生、教師或國人藉此了解、學習辨識媒體傳遞內容，並以「尋求及獲取資訊能力」、「評估及解讀資訊能力」及「創造及分享能力」為目標，推動媒體素養教育，提升學生及國人媒體素養。

在綜合前述各概念後，本研究以《108 年度推動媒體素養之政策研析委託研究採購案期末報告》中歸納國內外資料後，將媒體素養定義為：公民在面對

所有形式的媒體和資訊時，所應具備理解、應對、判別資訊提供者之功能、性質、專業與道德標準等基本知識。並得以藉此使公民在使用媒體或資訊時，批判分析並有道德地使用資訊。

二、內容農場

內容農場是一種網站，這種網站中以大量圖文形式為文本，內容農場的網頁形式通常具有以下元素：

1. 文章為一般內容，可能整篇文章在網路上能搜尋到很多筆資料，但無法辨識原作者，且文章中很少說明「引用」相關訊息。
2. 網頁中有許多廣告，且文章主題可能與廣告商品具有一定程度的關連。例如文章在說明喝鮮乳是不好的習慣時，可能會出現販售植物奶的商品連結。（Carr，2016）

內容農場的頁面設計參考公視【記者真心話】Vol.4｜懶人包｜媒體識讀的影片中劣質媒體黑名單，如：每日頭條、壹讀這類以文字為主、圖片為輔的網站版面形式為調查研究的文本形式，如圖 3。

圖 2

內容農場文本形式

研究者自行整理繪製

三、媒體素養能力構面

依據教育部（2023）公告之《數位時代媒體素養教育白皮書》媒體素養教

育學習重點分為基礎知識、近用能力、分析能力、創造能力、反思能力、行動能力六大項目，各項目學習面項與主題，詳如下表 2。

表 2

媒體素養教育學習重點列表

項目	學習面項	學習主題
基礎知識	瞭解媒體與各類型內容提供者之運作方式	● 數位傳播生態系統與創用者 ● 大眾媒體與個人媒體 ● 公民媒體與公民新聞 ● 公共媒體與商業媒體 ● 廣告、公關與媒體 ● 數位平臺類型與運作方式
	瞭解媒體與各類型內容提供者之民主功能	● 媒體與民主、公共領域之關係 ● 傳播公民權之內涵與意義 ● 媒體第四權之意涵與演變 ● 言論自由與社會秩序、國家安全
	瞭解媒體與各類型內容提供者之社會影響	● 媒體再現與刻板印象 ● 內容農場與原生廣告 ● 數位世界之違法與有害內容 ● 數位傳播之個資與隱私問題
	瞭解數位平臺對個人與公共生活之影響	● 數位平臺與大眾之資訊消費 ● 數位平臺與內容創作者關係 ● YouTuber、Podcaster、KOL 之角色與影響
	瞭解人工智慧與演算法對資訊生態之影響	● 數位足跡與使用者資料商品化 ● 數位平臺與 AI、演算法 ● 過濾泡泡、同溫層現象
近用能力	能夠運用適當工具或方法找到並管理資訊與媒體內容	● 運用媒體找到所需資訊及各類內容之能力 ● 運用數位工具找到所需資訊及各類內容之能力
	夠掌握自我數位足跡以保護個人資料及隱私	● 瞭解媒體與數位工具如何取得個人資料之能力 ● 使用媒體與數位工具時懂得避免洩漏個人隱私之能力
分析能力	能夠批判性評估資訊與媒體內容之品質及其目的	● 分辨事實與意見之能力 ● 評估論據合理性之能力 ● 評估資訊或媒體內容影響性之能力
	能夠多方查證或運用數	● 分辨可信媒體或資訊來源之能力

項目	學習面項	學習主題
	位工具辨識不實訊息	● 對可疑訊息進行適當查核之能力
創造能力	能夠運用資通訊科技製作資訊與媒體內容	● 運用資通訊科技製作各類內容之能力 ● 理解著作權並運用於內容製作之能力
反思能力	能夠以符合倫理及負責任之態度傳播資訊與媒體內容	● 在分享各類型內容時能夠思考其是否符合倫理原則之能力 ● 在分享各類型內容時能夠思考其是否有助民主運作之能力
行動能力	能夠透過傳播運作實現自我表達及社會參與	● 運用媒體近用權表達意見之能力 ● 運用申訴機制維護傳播權之能力 ● 運用傳播工具實現公民參與之能力

綜合前述，本研究所指之媒體素養能力，係以具內容農場特徵的網頁為調查文本，就讀者可否「批判性評估資訊與媒體內容之品質及其目的」、「能夠多方查證或運用數位工具辨識不實訊息」了解其是否具備理解、應對、判別資訊提供者之功能、性質、專業與道德標準等基本知識。

參、研究實施與設計

一、研究方法

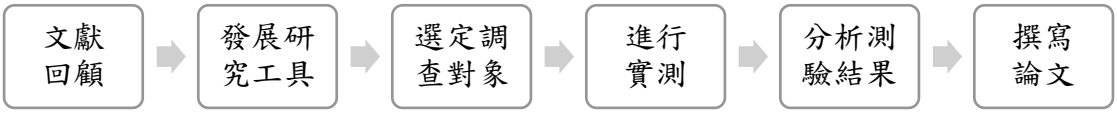
(一)研究對象

本研究旨在探討國小高年級學童於上網閱覽網頁時，能否辨識、分析具內容農場特徵的網頁，並評估該媒體內容之品質及其目的等媒體素養能力。故研究對象為國小高年級學童。

(二)研究工具

本研究依據文獻分析，設計內容農場網頁與評估讀者媒體素養——分析能力之提問，並委請專家進行效度評鑑，最後依據專家之建議進行修正後，產生正式題本。題本初稿如附錄。

二、研究流程



肆、結果與討論

預期調查結果，在國小高年級學童中，大部分學童對於內容農場相關的資訊與媒體內容的品質與目的缺乏批判性評估能力。他們容易受到內容農場所提

供的低品質、偏見和不實的資訊與內容影響，而無法進行正確的辨識和分析。此外，學童對於虛假廣告和潛在的商業利益認知不足，可能受到廣告吸引，而離開原本閱讀情境。此調查也與柯華葳、張郁雯、詹益綾、丘嘉慧（2017）。PIRLS 2016 臺灣四年級學生閱讀素養國家報告結果相符。

但仍有一定比例的學童具備較強的批判性評估能力，能夠辨識出內容農場所提供的低品質、偏見和不實的資訊與內容，並能夠主動尋找更可靠的資訊來進行比較和分析。他們也能夠意識到媒體和廣告的商業性質，並能夠更加理性地對待廣告和商業行為。

伍、未來展望

因此，建議學校和家庭應該加強對學童媒體素養教育的重視，特別是對於內容農場相關的資訊與媒體內容的批判性評估能力的培養，以幫助學童在媒體資訊豐富的時代中，更好地辨識真偽、保護自身權益、提升自我素養。

參考文獻

一、 中文部分

公視 P#新聞實驗室（2020 年 1 月 6 日）。**假新聞出沒！ 破解 #媒體與牠們的產地 ft.劣質媒體黑名單【記者真心話】Vol.4｜懶人包｜媒體識讀**〔影片〕。Youtube。https://www.youtube.com/watch?v=m3gLNa-fx_w

吳昂臻（2017）。**多媒體廣告刊登在內容農場網頁與一般網站的成效比較**（未出版之碩士論文）。元智大學，桃園市。

吳翠珍、陳世敏（2007）。**媒體素養教育**。臺北市：巨流。

林子斌（2021 年 11 月 24 日）。**從媒體素養到新媒體素養：臺灣媒體素養教育的下一步**。媒體素養教育資源網。file:///C:/Users/reads/Desktop/%E6%A1%8C%E9%9D%A2/%E5%B8%82%E7%AB%8B%E5%A4%A7%E5%AD%B8/03%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92%E5%B0%8F%E8%AB%96/%E6%9E%97%E5%AD%90%E6%96%8C%20%E5%BE%9E%E5%AA%92%E9%AB%94%E7%B4%A0%E9%A4%8A%E5%88%B0%E6%96%B0%E5%AA%92%E9%AB%94%E7%B4%A0%E9%A4%8A%EF%BC%9A%E8%87%BA%E7%81%A3%E5%AA%92%E9%AB%94%E7%B4%A0%E9%A4%8A%E6%95%99%E8%82%B2%E7%9A%84%E4%B8%8B%E4%B8%80%E6%AD%A5%20_%20%E5%AA%92%E9%AB%94%E7%B4%A0%E9%A4%8A%E6%95%99%E8%82%B2%E8%B3%87%E6%BA%90%E7%B6%B2.html

林子斌（譯）（2006）。**媒體教育 素養、學習與現代文化**（原作者：David Buckingham）。臺北市：巨流圖書有限公司。（原著出版年：2003）

林雍智（2015）。**台灣媒體素養教育政策 2008~2014 分析研究**（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。

柯華葳、張郁雯、詹益綾、丘嘉慧（2017）。**PIRLS 2016 臺灣四年級學生閱讀素養國家報告**。桃園市：國立中央大學。

財團法人台灣經濟研究院（2019）。**108 年度推動媒體素養之政策研析委託研究採購案期末報告**。臺北市：作者。

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（2021 年 11 月 25 日）。**班班有網路 生生用平板-全面推動中小學數位學習精進方案**。教育部全球資訊網。file:///C:/Users/reads/Desktop/%E6%A1%8C%E9%9D%A2/%E5%B8%82%E7%AB%8B%E5%A4%A7%E5%AD%B8/03%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92%E5%B0%8F%E8%AB%96/%E7%8F%AD%E7%8F%AD%E6%9C%89%E7%B6%B2%E8%B7%AF%20%E7%94%9F%E7%94%9F%E7%94%A8%E5%B9%B3%E6%9D%BF-%E5%85%A8%E9%9D%A2%E6%8E%A8%E5%8B%95%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%B2%BE%E9%80%B2%E6%96%B9%E6%A1%88.html

教育部（2021 年 5 月 18 日）。**全國各級學校因應疫情停課居家線上學習**。教育部全球資訊網。file:///C:/Users/reads/Desktop/%E6%A1%8C%E9%9D%A2/%E5%B8%82%E7%AB%8B%E5%A4%A7%E5%AD%B8/03%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%AD%B8%E7%BF%92%E5%B0%8F%E8%AB%96/%E5%85%A8%E5%9C%8B%E5%90%84%E7%B4%9A%E5%AD%B8%E6%A0%A1%E5%9B%A0%E6%87%89%E7%96%AB%E6%83%85%E5%81%9C%E8%AA%B2%E5%B1%85%E5%AE%B6%E7%B7%9A%E4%B8%8A%E5%AD%B8%E7%BF%92.html

教育部（2023）。**數位時代媒體素養教育白皮書**。臺北市：作者。

維新趙（2016, November 21）。**史丹福大學研究發現，年輕學子不辨資訊真假**。臺灣教育研究資訊網。https://teric.naer.edu.tw/wSite/ct?ctNode=647&mp=teric_b&xItem=1900458

二、 英文部分

Carr, Ashley (2023, Jan 23). *Low Quality Websites: Content Farms: What is a Content Farm?*, ACC Library Services, Retrieved Jan 31, 2023, from http://researchguides.austincc.edu/contentfarms

D. Buckingham（2003）, Media education: Literacy, learning and contemporary culture. *Cambridge: Polity*

UNESCO.（2013）. Media and Information Literacy Policy and Strategy Guidelines.

附錄

水果頭條

不放冰箱還烈日曝曬，美國牛奶竟然沒有壞？

生活中心／綜合報導

炎炎夏日，打開冰箱，拿出冰冰涼涼的鮮奶暢飲，是多麼舒爽的一件事。

但陳姓男子向媒體投訴，今年 5 月到知名連鎖量販店購買一款來自 A 國的鮮奶，結果 1 個月後把鮮奶開封居然沒壞掉，更誇張的是，這 1 個月內剛好碰上家裡的冰箱沒電，原本以為牛奶壞掉還把它放在陽台曝曬好幾天，但是鮮奶開封後，居然沒結塊也沒有酸臭味，讓他懷疑，這罐鮮奶到底添加了什麼東西？

【廣告】太陽有機豆漿

陳姓男子表示，8 月 8 日從大賣場買回一款橘色包裝的進口鮮奶，常溫下放了 35 天，不過打開倒出一看，竟然完全沒有結塊也沒有臭酸味，就跟正常的鮮奶一樣，他覺得應該是添加了大量防腐劑才可以保存這麼久。

除了有防腐劑疑慮，牛奶也經常被人詬病的是，畜牧業者為了讓乳牛不要常生病，會對牛隻施打打抗生素，牛奶裡因此驗出抗生素。

建議家長為了孩子的健康，為孩子親手準備豆漿代替牛奶。鮮豆漿被中國營養學家推薦為防治高血脂、高血壓、動脈硬化等疾病的健康飲品。飲用鮮豆漿可防治缺鐵性貧血。豆漿對於貧血病人的調養，比牛奶作用要強。以喝熟豆漿的方式補充植物蛋白，可以使人的抗病能力增強，從而達到抗癌和保健作用。中醫理論認為，豆漿性平味甘，滋陰潤燥。常喝豆漿，對身體大有裨益。

【廣告】

全自動

豆漿機

OMOM 購物網

【廣告】

繕磨豆

豆漿機

CP 值高購物網

請閱讀網頁，並回答以下問題：

問題一：

（）請根據本網站網址，判斷這篇文章的可信度為何？

1. 非常不可信　　3. 可信
2. 不可信　　4. 非常可信

請說明您評估的理由：_____

問題二：

（）請根據本文標題評估這篇文章的可信度為何？

1. 非常不可信　　3. 可信
2. 不可信　　4. 非常可信

請說明您評估的理由：_____

問題三：

（）請根據本文作者，判斷這篇文章的可信度為何？

1. 非常不可信　　3. 可信
2. 不可信　　4. 非常可信

請說明您評估的理由：_____

問題四：

（）請根據本文內容，判斷這篇文章的可信度為何？

1. 非常不可信　　3. 可信
2. 不可信　　4. 非常可信

請說明您評估的理由：_____

問題五：

（）請根據本網頁中，除文章內容外的其他訊息，判斷這篇文章的可信度為何？

1. 非常不可信　　3. 可信
2. 不可信　　4. 非常可信

請說明您評估的理由：_____

問題六：

除問題一至五的評估要點外，您還知道哪些方式可協助評估「數位資訊」的可信度：_____

中小學無人機課程教材的開發與評估
Development and Evaluation of Teaching Materials for Drone Courses in Primary and Secondary Schools

桑洪堉 [1] 黃元彥 [2] 胡庭芸 [3] 劉旨峯 [4]
SANG, HUNG YU[1] HUANG, YUAN YAN[2] HU, TING YUN[3] LIU, ZHI FENG[4]
[1] 國立中央大學 學習與教學研究所 博士候選人
[1] National Central University Graduate Institute of Learning and Instruction PhD. Candidates
E-mail：r103187004@gmail.com
[2] 國立中央大學 永續發展暨社會責任辦公室 博士後研究員
[2] National Central University Office of Sustainable Development and University Social Responsibility Postdoctoral Research Fellow
E-mail：sokahan0715@gmail.com
[3] 國立中央大學 學習與教學研究所 研究生
[3] National Central University Graduate Institute of Learning and Instruction Graduate Student
E-mail：hexameter@g.ncu.edu.tw
[4] 國立中央大學 學習與教學研究所 副教授
[4] National Central University Graduate Institute of Learning and Instruction Associate Professor
E-mail：totem@cc.ncu.edu.tw

摘要

本研究專攻於教育型無人機之教育課程設計與教材開發，冀望其能協助提升學習者之問題解決能力，並設計相關的課程評估架構，本研究設計之教材亦會參考專家意見與學習者反饋後再進行編修與擴充，依此為基礎促進無人機相關領域之課程設計之研究參考。依據專家的建議，未來將發展進階的無人機教材以結合在地文化與跨科目學習，並設計單元與專題的衡量評估檢核表，確認小學五年級到國中八年級的學生們對於程式與無人機的學習狀況，進而培養科技能力與問題解決能力。

關鍵字：無人機、課程設計、教材開發、問題解決、課程評估

Abstract

The focus of this study is on the design of educational curriculum and development of teaching materials for educational drones. It is hoped that these efforts will help enhance learners' problem-solving abilities. The study also aims to design a relevant curriculum evaluation framework. The teaching materials designed in this study will be revised and expanded based on expert opinions and learner feedback. This research serves as a reference for curriculum design in the field of drones. Based on expert suggestions, future developments will include advanced drone teaching materials that incorporate local culture and interdisciplinary learning. The study will also design assessment checklists for units and projects to assess the learning progress of students from fifth grade to eighth grade, fostering technological skills and problem-solving abilities.

Keywords：Drones, curriculum design, instructional materials creation, problem-solving, curriculum assessment

壹、前言

無人機(drone)是指無需人員在機艙內駕駛，可以執行各種任務的飛行載具（洪健君，2011），配合需求有各種不同大小，近年來無人機在防災和救援、環境監控、商業、農業、物流配送、表演與娛樂、軍事各方面的運用越來越普遍，例如 2022 年 8 月「無人機 AI 創新應用研發中心」在嘉義正式掛牌，政府宣示將協助打造無人機國家隊，完備無人機的國防產業供應鏈，也將結合周邊的工業園區，形成新的產業聚落，帶動地方經濟的成長（王善嬿，2022）。

無人機的運用範圍非常的廣泛與實用，包括取代會造成空氣汙染的煙火表演、節省人力且精準的噴灑肥料和農藥與稻草分解液的農業應用、人道驅離動物的生物問題防治、地質探勘與災害防治、偏遠地區的飛行物流等等，這些應用對生活非常的有幫助。台灣要發展無人機的應用與產業，需要培養更多對於研究與運用無人機有興趣的人才，所以本研究希望探究如何設計有效的無人機教學課程。無人機的操作可分為人員遙控或編輯程式控制飛行（洪健君，2011），108 課綱納入程式設計課程，希望學生在學習電腦程式的過程中能夠培養運算思維與解決問題的能力，所以本研究欲針對科技領域的學科本質結合無人機學習工具，進而發展、規劃素養導向程式課程設計與教材，並藉由專家評估的方法，同步確立小學高年級到國中生階段的彈性學習活動架構，以培養學習者善用無人機學習工具解決在地議題。

貳、文獻探討

一、 無人機在教育的應用

近期無人機已經開始應用在教育領域，作為教學的輔助工具，如應用在技術型高中土木科的攝影測量特色課程，讓學生學習利用無人機進行三維立體測量，這種訓練有利於土木科學生未來的工作與進修（朱源民，2020）；也有國小老師利用無人機來進行社區生態教育，以空拍的方式拍下高雄愛河等戶外影像，輔助推動小學生的環境教育，發展以學習者為中心的多元創新教學模式，引起學生對於環境關懷的動機（鄭菁雯，2016），目前國內以無人機為教學輔助工具的研究還不多，以無人機教學為主體的教學更少，本研究將以適合小學五年級到國中八年級的無人機課程教材開發與評估為研究目標，希望能提供教師可以參考使用的無人機教材資源，引導學生善用科技解決問題。

二、科技領域的問題解決策略

學習者在設計過的問題情境以及適切的鷹架引導下，運用已知的概念、態度與技能，提出對應問題情境的策略與方案；若對策與方案無法順利解決問題或解決問題的成本太高，造成解決方案在實際上無法進行，則會再去尋找其他的知識、技能或資源來形成新的解決問題的方法（Scherer, & Tiemann, 2012）。如在機器人學習活動中，一些參與機器人競賽的學習者在面對機器人專題任務情境時，亦傾向展現其自我調整策略，並同時擴展同儕學習、尋求外界資訊（Huang, Liu, Lin, & Liou, 2017），在解決問題前，機器人學習者先概述問題重點、掌握任務目標、辨識實作與教材間的差異，若問題情境過於複雜時，亦向同儕進行諮詢、交流，或上網搜尋相關的學習資源與背景知識。

參、研究實施與設計

一、研究方法

(一) 專家評估

邀請三位教育科技領域的專家，其中兩位專家曾開授無人機相關課程，而三位專家均曾參與相關課程的設計。使用本研究開發的李特克氏六點評鑑量表進行調查、回收量化的評鑑分數與質性的建議，然後使用 Excel 軟體進行描述性統計分析，為提升專家評估回饋的信度，本研究把收集到的專家意見進行三角檢證。

二、研究工具

（一）無人機課程

無人機作為成為程式教學的教具，學生可以透過編寫程式控制無人機的飛行，而一份好的教材可以幫助學生學好無人機程式，本研究規劃教材是根據 ASSURE 課程教學設計模式(Heinich, Molenda, Russell, & Smaldino, 2001)來開發。分析學習者(A)：本研究開發的教材預設的學習者是對於無人機與程式設計有興趣的小學高年級與國中學生；描述學習目標(S)：本教材的學習目標是培養學生的程式知識與問題解決能力；選擇方法、媒體與教材(S)：本課程選用的教材包括了紙本與影音兩種媒體；使用媒體與教材(U)：在簡單的講述課程主題後，讓學生們閱讀書面教材與看教學影片，根據書面教材與影片的內容實際挑戰關卡；激發學習者參與(R)：教材中的關卡與任務專題具有挑戰性與競賽性，有機會能激發學生的參與熱情；評量與修正(E)：透過三位教育科技領域的專家提供評量與修正本教材的意見，未來教材實際應用在教學現場時，依據授課的教師與學生的課後回饋來進行評量與修正。

根據課程的單元，學生可以學會無人機的概念與程式的語法和應用，接著進一步透過真實情境的專題培養學生的問題解決能力，本研究選擇使用 robolink 公司的 codrone lite 無人機為教具並編寫相關的教材，以下是無人機課程的內容：

1. 第一單元課程說明：說明本課程的目標與主旨，引起學生的學習興趣。
2. 第二單元安全介紹：幫助學生建立使用無人機的安全觀念，包括收拾周遭環境、正確拿取無人機的方法、整理服裝儀容、注意無人機的飛行區域的光線與空間。
3. 第三單元認識無人機：介紹無人機的基本知識、控制無人機的程式與無人機在各領域的應用、說明本研究所使用的 codrone lite 無人機的零件與配件。
4. 第四單元開發環境安裝：解說 codrone lite 的程式網路編輯環境與條件、無人機的校正方法、程式輸入無人機的步驟。
5. 第五單元到第十六單元飛行程式：學生根據教材編寫程式來控制無人機，可以從簡單的起飛、降落、左右前後移動等基本動作開始，進而學習如何控制無人機的高度、速度、方向等屬性，迴圈與邏輯判斷，變數與燈光。
6. 第十七單元任務專題：透過實際的無人機操作，學生可以驗證自己所學的程式是否能夠控制無人機完成專題任務，學生也可以透過觀察無人機的行為和反應來進行評估和調整程式。

使用無人機作為程式教學教具，可以讓學生在有趣的實作環境中，學習程式設計和控制技能，培養他們的創造力和解決問題的能力。

（二）課程設計的評估規準

本研究之無人機程式學習課程活動，乃參考 108 課綱領域核心素養進行課程的設計與規劃，期符合國小階段的領域核心素養、學習重點。本研究參照國民中學與國民小學實施課程評鑑參考原則（國教署，2018），針對該參考原則下的課程設計層面中，所對應的課程總體架構、領域／科目課程、彈性學習課程等評鑑重點，進行無人機程式學習的課程評鑑。然而，考量 108 課綱在國小階段並無科技領域之學習科目規畫，而採用議題融入各領域學習、彈性課程中加以實施（國家教育研究院，2020），故本研究在課程設計層面的評鑑重點上，僅就課程總體架構、彈性學習課程等重點展開評鑑行動（表 1），並以問卷工具進行專家效度的質性、量化等資料蒐集。

表 1：無人機教學之課程評鑑架構

層面	內容	評鑑重點	舉證敘述
課程設計	課程總體架構	1.教育效益	無人機學習與學校課程發展、在地文化脈絡等理念之一致性
		2.內容架構	符合課綱規定項目（背景分析、課程願景、彈性節數分配表、課程實施與評鑑說明等）
		3.邏輯關連	課程學習主軸對接學校主軸、在地社區文化等內外重要因素
		4.發展過程	利基課程發展所需的資料
	彈性學習課程	1.學習效益	無人機學習對於學生持續性學習與發展之重要性
		2.內容結構	符合學校課程設計之規定（年級課程目標、教學／主題名稱、主題摘要、教學進度、教材或學習資源與評量方式）
		3.邏輯關連	單元主題、課程目標、進度與評量方式間的邏輯合理性
		4.發展過程	規劃與設計過程具專業參與性

（三）專家評估問卷

依據課程評鑑架構發展專家評估問卷，問題分為課程總體架構與彈性學習課程兩大類，兩大類中各有四個問項，依據表 1 無人機教學之課程評鑑架構的舉證敘述作為題目的解說，讓填寫評估問卷的教育科技專家理解每個問項的細部概念。問項的答案以李特克氏六點評鑑量表為評量的區分，獲得專家對於本研究所設計的無人機程式教材的量化數據，每一題後面也有文字描述的建議來蒐集專家對於本教材的質性回饋與意見，根據這些資料我們分析本教材的優缺點與未來開發的展望。

肆、結果與討論

一、專家評鑑結果

專家在填寫無人機教學之專家評估問卷後，三位專家進行線上討論，輪流發表對於題項的意見，每次發表意見的次序均不同，檢證專家們彼此的觀點。課程總體架構的四個題項中，課程總體架構的教育效益中無人機學習與學校課程發展、在地文化脈絡等理念之一致性，三位專家均給了 5 分，參考質性的文字建議得知專家們較同意本教材的課程發展效益不錯，不過與在地文化脈絡的一致性還不足。

課程總體架構的內容架構得到平均 5.67 分，兩位專家給予 6 分、一位專家給 5 分，表示專家基本上認同本課程符合課綱規定項目的背景分析、課程願景、彈性節數分配表、課程實施與評鑑說明。課程總體架構的邏輯關連只得到 5 分，三位專家都給 5 分是因為本課程的課程學習主軸有對接學校主軸，但是與在地社區文化的連結度比較弱。三位專家均給課程總體架構的發展過程 6 分，代表三位專家均認同本研究發展的教材是可信的利基課程發展所需的材料。

彈性學習課程的學習效益得到三位專家一致給 6 分，三位專家一致認可無人機學習對於學生持續性學習與發展的重要性。彈性學習課程的內容結構，只有一位專家給 5 分，其餘兩位專家給 6 分，表示本教材大致符合學校課程設計之規定的年級課程目標、教學和主題名稱、主題摘要、教學進度、教材或學習資源與評量方式，不過評量方式還有待加強，所以專家沒有給滿分。彈性學習課程的邏輯關連是連貫的單元主題、課程目標、進度與評量方式間的邏輯合理性，這一個題項也是得到平均 5.67 分，專家表示評量方式需要再加強。彈性學習課程的發展過程的規劃與設計過程具專業參與性得到三位專家給予滿分 6 分，本教材的編輯者曾有小學無人機程式的教學經驗，教材的專業性獲得三位專家的一致肯定。

表 2：課程總體架構基本描述性統計資料

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
教育效益	5	0	5	5
內容架構	5.67	0.58	6	5
邏輯關聯	5	0	5	5
發展過程	6	0	6	6

表 3：彈性學習課程基本描述性統計資料

項目	平均數	標準差	最大值	最小值
學習效益	6	0	6	6
內容結構	5.67	0.58	6	5
邏輯關聯	5.67	0.58	6	5
發展過程	6	0	6	6

二、專家建議

根據專家填寫無人機教學之專家評估問卷中每一個題項下的建議，以及專家們在線上會議時一起討論分析的意見，整合出質性的評估與修改建議。關於課程總體架構方面，專家讚許本教材的教育效益明確，從基礎入門且內容解說的很清楚，但與在地文化脈絡的關聯性不足，可以思考如何改善。教材的內容架構搭配教學單元，適合教師安排課程，教材內容可以有效的說明問題解決與實作，然背景分析不夠明確，還需要再加強，且無人機教材跟社區的連結不足，有點可惜。關於無人機教材的發展過程，本教材課程的內容與無人機飛行技巧都有經過實際驗證與修正，其內容皆由研究者自行設計與拍攝，故發展過程是可信的。

而彈性學習課程的部份，專家覺得本研究的無人機教材貼合彈性課程的設計，不過可以再進一步提供較為豐富的課程模式與內容，增加課後專題的豐富性，以便於更符合素養導向的學習。專家肯定本無人機教材的單元邏輯關聯性不錯，內容難度由淺到深，如果課後專題更加豐富會更好，另外，專家建議教材應該提供每一個單元的學習目標，並且在每一個單元後提供評量，讓老師與學生能夠清楚檢核程式有達到什麼程度，是否達到該單元的目標，問題解決能力的評估，無人機教材能夠成功應用在實際課程中，也經過實際課程之反饋來修正。

伍、未來展望

本研究發展出一套教導學生無人機與程式設計的教材，期望學生們透過本教材能學會程式設計的邏輯並控制無人機飛行，本教材包含了紙本與影音教學內容的開發，特色是每個單元有許多關卡讓學生去完成，在學習完全部的單元後，還有幾個較為複雜的專題任務，訓練學生運用所學解決專題任務會遇到的問題，本教材以問題解決導向的方式編製，讓學生不但學會程式邏輯與無人機的操控技術，更訓練了問題解決的方法與能力。

教育科技領域的專家在評估本教材時，也肯定本教材教育效益明確，內容架構可以搭配教學單元，適合教師安排課程，符合課綱規定項目的背景分析、課程願景，是可信的課程發展所需的教材，課程中使用的無人機飛行技術都有經過實際驗證與修正。而無人機學習作為彈性學習課程對於學生持續性學習與發展的重要性，教材設計也有符合課程目標與單元邏輯的一貫性，專家也肯定本教材規劃與設計過程的專業性。

專家們認為本教材與在地文化與社區脈絡的連結性不足，對於教學環境與學習者的背景不足，關於這一方面可以在未來的進階課程教材中改進加強，我們可以設計出更貼近在地生活文化的無人機課程與專題，無人機程式課程有

符合課綱的目標，可以嘗試與其他課程做連結，進行跨科目的整合，未來發展進階課程的關卡或專題時，運用無人機的空拍功能或是外接其他模組，讓無人機程式課程與數學、理化、地科、地理、歷史，甚至語文等科目做結合，豐富無人機的課程，也促進其他科目的活用與創意應用。

本研究的重心在教材的發展與設計，忽略了提供教師與學生對學習成效的檢核衡量標準，只設計了程式能力的前後測驗，後續會針對本教材發展單元與專題的衡量評估檢核表，確認學生們對於程式與無人機的學習狀況，之後將會針對教材增加單元目標，並設計單元任務與專案專題的評量，可以協助老師檢核學生的程式能力達到何種程度，是否達成單元設定的目標，並確認學生是否獲得解決問題的能力，期望本無人機課程教材的開發能夠有助於學生的無人機與程式的學習，進而培養科技能力與發展出問題解決的能力。

參考文獻

一、中文部分

王善嬿（2022，7 月 17 日）。研發無人機亞創中心 8 月揭牌。**自由時報**。檢自：https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1529126

朱源民（2020）。**以 6E 模式建構技術型高中無人機(UAS)攝影測量特色課程及成效評估之研究**。未出版之博士論文，國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。

洪健君（2011）。**第五章「無人飛行載具技術發展」, 全民國防教育 10：國防科技 (高中暨社會教育授課參考)**。臺北市：國防部總政治作戰局。

國家教育研究院（2020）。**國民小學科技教育及資訊教育課程發展參考說明**。新北市：作者。

國教署（2018）。**國民中學及國民小學實施課程評鑑參考原則**。臺北市：作者。

鄭菁雯（2016）。**以多媒體輔助國民小學推動環境教育之研究—以高雄市國小運用空拍機為例**。未出版之碩士論文，南華大學國際事務與企業學系公共政策研究所，嘉義縣。

二、英文部分

Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2001). *Instructional media and technologies for learning*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Huang, Y. T., Liu, E. Z. F., Lin, C. H., & Liou, P. Y. (2017). Developing and validating a high school version of the robotics motivated strategies for learning questionnaire. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design, 7*(2), 20-34.

Scherer, R., & Tiemann, R. (2012). Factors of problem-solving competency in a virtual chemistry environment: The role of metacognitive knowledge about strategies. *Computers & Education*, 59(4), 1199-1214.

The Study of Junior High School English Teachers' Application of AI-Assisted Text Analysis Module and Its Teaching Effectiveness

Introduction

Artificial intelligence (AI) refers to a type of algorithms or computerized systems that resemble human mental processes of decision-making (Wang, 2021). With the rapid development of AI, we have entered the Fourth Industrial Revolution, which has brought widespread digital transformation with advanced and broadened technologies including AI. To help students prosper in a world full of AI applications, it is important for us to offer students sufficient AI-integrated learning opportunities across different subjects (Kim, 2022; Sun, Ma, Zeng, Han, & Jin, 2023). Sumakul, Hamied and Sukyad (2022) suggest that AI could offer advantages in education, and AI-based applications have been developed for teaching and learning. Related studies (Celik, Dindar, Muukkonen, & Järvelä, 2022; Gupta & Bhaskar, 2020; Huang, Samek, & Shiri, 2022; Monteith, Noyce, & Zhang, 2022; Walia & Kumar, 2022; Xu & Margevica-Grinberga, 2021; Yau, Chai, Chiu, Meng, King, & Yam, 2023) indicate that AI has significant positive effects on teaching, but it still presents challenges for teachers. For example, research findings indicate a promising future for AI in English language teaching (ELT). The use of AI in ELT has produced positive outcomes, including optimization of English language skills, translation, assessment, recognition, attitude, and satisfaction (Sharadgah & Sa'di, 2022). The above text highlights the growing importance of AI in education, particularly in providing students with AI-integrated learning opportunities. Although AI has been shown to have positive effects on teaching, there are still challenges for teachers to overcome. The use of AI in English language teaching has produced promising results, including optimizing language skills and improving student attitudes and satisfaction. As AI continues to develop, it is important for educators to stay informed and adapt to the changing landscape of education.

The integration of AI into K-12 teaching is becoming a necessity due to the rapid advancement and deployment of AI technologies. When teachers apply AI in instructional design, it is essential to consider students' perspectives. However, there have been very few studies investigating students' perception of the integration of AI into teaching. In the context of Taiwan, taking the Taiwan Electronic Theses and Dissertations System as an example, research on teachers' application of artificial intelligence in English language teaching appears to be limited, and there is a lack of studies on junior high school teachers and students as research subjects. In light of this, this study investigates the current status of junior high school students' perceptions of English teachers effectively integrating AI text analysis modules, such as word clouds, keyword frequency, and intelligent classification, into their

instructional design. Since 2015, there have been continuous studies on “text mining” both domestically and internationally in the field of education. These studies have focused on the practical applications of text mining, such as collecting and analyzing large amounts of textual data from various sources, including online platforms and emails. These findings have been incorporated into the interactive teaching process, allowing students to gain a deeper understanding of the content through post-classroom analysis and experimental results (Zanini & Dhawan, 2015). Yan (2021) proposed using text mining to automatically analyze the vast amount of text messages on online discussion forums, in order to provide real-time information related to the nature of the text content to teachers who are teaching the course. This allows teachers to adjust their teaching methods based on the discussion and interaction among students. There is an increasing demand for text mining applications in education, and Yang, Kinshuk and An (2023) have shown that massive amounts of educational texts can provide rich information support for various educational aspects. However, the large and constantly increasing amount of text data makes it increasingly difficult for teachers to manually analyze this information.

Therefore, the development and application of AI technology tools has become a solution. If teachers can effectively integrate text mining into their teaching process and improve the learning experience for students, as well as reduce the discrepancy between the time spent waiting for teachers to review and organize teaching materials, it should positively affect learning effectiveness. The “AI Text Analysis Module” within the “HiTeach Smart Teaching System” allows learners to provide qualitative data about the text category through mobile devices such as smartphones or tablets. Through the built-in algorithmic technology of the system, it can immediately produce word clouds, the frequency of repeated keywords, and the classification of designated groups. The system also allows for manual correction and subsequent application and organization of the analyzed data, enabling teachers to utilize the content of learners' responses during the teaching process as a reference for their teaching decisions.

The Purpose of the Study

In foreign countries, AI has been making a revolutionary and profound impact on the teaching of English as a Foreign Language (EFL) for decades. However, despite these recognized advancements, teachers have many reservations and objections to the adoption of AI-based applications. The findings indicated that effectiveness and efficiency were the most influential factors motivating teachers to adopt AI-based applications in EFL (Du & Gao, 2022). Recently, researchers have tended to use such data mining techniques as text mining to develop learning systems for supporting teachers' instruction and students' learning. We also found that classification, text

mining, and clustering are major data mining techniques researchers have used (Shin & Shim, 2021). The AI-assisted sentence analysis module of HiTeach used by the English teachers in this study during the teaching process involves the application of text mining techniques. In a digital teaching environment, teachers often use various digital tools to collect students' text-based responses, tasks, or assignments. The large amount of textual data can then be classified, analyzed, and organized using HiTeach 5's AI-assisted sentence analysis module, which not only reduces teaching burden but also significantly enhances teaching decision-making effectiveness. Therefore, the purpose of this study is to empirically investigate junior high school students' perceptions of English teachers' use of AI-assisted text analysis module. The main research questions are: What is the current teaching effectiveness of English teachers' use of AI-assisted text analysis module functions (word cloud, keyword frequency, intelligent classification) in the perception of junior high school students? What is the benefit of English teachers using "word clouds, intelligent classification, and keywords" during class for students' learning of English?

Theoretical Framework

Meaning of AI-assisted Text Analysis Module

The development background and demand of the AI-assisted Text Analysis Module originate from the process of applying various information technologies in interactive classrooms, where the teaching end proposes open-ended questions and collects textual feedback from the learning end through questioning. This interactive process can record many valuable data and even enable further analysis and research. Compared with the Interactive Response System (IRS) that has been used for many years, the technology used by the AI-assisted Text Analysis Module to collect textual feedback is more advanced. This technology can be applied to more advanced classroom tasks, not only to further understand the individual learning process of learners but also to provide more comprehensive decision-making references for teachers in their teaching decisions.

Although text mining research has various applications in different fields, its primary goal is to improve efficiency in recognizing and classifying unstructured text data. However, its application in educational practices is relatively uncommon. Yao and Xu (2022) proposed a text analysis system that combines genetic algorithms to accurately extract useful information from English texts. This technology is widely used in fields such as artificial intelligence, machine learning, data search, and optimization problem-solving. Xu, Wang, Liu, and Xu (2021) also proposed a text analysis technique for the communication field, specifically for rapid news classification. These applications not only save time in traditional manual judgment but also make text application systems more flexible. If educators can effectively use

such technology in the field of education, it can significantly reduce the time teachers spend on post-classification of texts, allowing students to receive immediate feedback in the learning process and promoting the interaction between teaching and learning. Yang, Kinshuk and An (2023) have demonstrated that text mining technology is a powerful tool for automatically analyzing large-scale text and generating insights from it. However, many educational researchers are not fully aware of the usefulness of text mining technology and how to apply it to teaching and research. The application of such technology in educational research is becoming increasingly popular and essential.

The AI-assisted text analysis module used in this study enables teachers to ask questions and allows students to provide qualitative data on text categories through mobile devices such as phones and tablets. The system uses built-in algorithms to immediately produce three functions: "smart classification, keyword frequency, and word clouds," which provide repeated occurrences of keywords and categorize them into specified groups. The system also allows for manual correction and subsequent application and organization of the data. This enables teachers to effectively utilize student responses during the teaching process and use them as a reference for future teaching decisions.

Three Functions of the AI-Assisted Text Analysis Module

Word Cloud

A word cloud is a type of image that visualizes key words extracted from unstructured text data. Some people refer to it as a tag cloud, where each tag's text is generally an independent word that can be presented in varying font sizes or colors depending on its importance. The creation of a word cloud combines the applications of data visualization and natural language processing (NLP), requiring the ability to quickly compute and access text interfaces, as well as the ability to draw screens freely through programming interfaces (Yang, 2019).

Analysis of Keyword Frequency

By applying keyword analysis techniques in text mining, important keywords that are not functional or redundant are extracted from the collected unstructured text data, processed through word segmentation, and classified and presented. The most frequently occurring keywords will be sorted towards the front-end, and the lower the ranking, the less frequent the occurrence. If the text data is diverse, a visualization of the long-tail effect will appear. Liu (2018) pointed out that the long-tail effect is a concept that subverts the traditional 80/20 rule, meaning that all non-mainstream markets combined are actually greater than the mainstream market, and the tool that accelerates the long-tail effect is the internet and technological applications. Although not yet widely used in the field of education, in encouraging students' adaptive and

diversified development, if it is already part of the daily routine in the classroom, this is a more meaningful encouragement for diverse opinions to be voiced, and this part serves as an important conceptual and theoretical basis for this feature.

Intelligent Classification of Text Messages

This feature is an application of association rule analysis and co-occurrence analysis in text mining techniques. After the teacher asks the filling question, all unstructured text data returned by the students is intelligently and automatically classified, effectively and immediately presenting the types of overall feedback, which can be divided into three to four clear main directions. The instructor can also make manual adjustments to the number of classifications or classification revisions after viewing the classifications. The overall process is also a valuable part of the teaching process. Chang, Chang, and Yu (2021) pointed out that co-occurrence analysis and association rule analysis first set up text-assisted segmentation in the text processing, then convert the corpus into structured styles, i.e., quantitative forms, and then apply two-stage clustering analysis techniques to automatically classify the structured data and further demonstrate the consistency of that category in hook classification.

Research on the Effectiveness of Teaching

This study further organizes the literature related to teaching effectiveness, focusing on literature related to the past five years, such as teacher information literacy, knowledge management, professional learning communities, and teacher culture. In recent years, various educational reforms in Taiwan have mainly aimed to improve the teaching effectiveness of teachers, such as curriculum reforms in schools or regions and the professional development of teachers. Some studies have pointed out that the neglect of the original teacher culture during these reforms has become a key problem (Hsu, 2022). To effectively enhance teacher teaching effectiveness, teachers should be encouraged to pursue professional growth and development or strategically enhance their motivation to improve themselves. When teachers want to optimize their teaching and improve their motivation to continue their education, their professional growth and teaching effectiveness will have a linked effect. The better and more proactive teachers are in their professional growth, the higher their teaching effectiveness will be (Tsai, Chen, & Chen, 2020). Other studies have suggested that teachers should actively participate in various forms of learning and self-improvement courses throughout their teaching careers, especially those related to information literacy or the integration of information technology into teaching, in order to improve their personal information technology knowledge, skills, and attitudes, promote personal self-realization, and enhance teaching quality and effectiveness, in order to achieve the ideal goal of teaching. This is one of the connotations of teacher

professional growth (Yeh & Chou, 2020).

The addition of the technology field in the "108 Curriculum and Guidelines" not only formally includes topics such as programming into the required courses, opening up a new milestone in education, but also allows digital teaching to be widely adopted by teachers. Therefore, studying the benefits and help of digital teaching for students' knowledge acquisition has become one of the important research directions in teaching. Teachers' knowledge management and innovative teaching not only contribute to the increase of teaching effectiveness but also to the efficiency of administrative operations and school management. Moreover, teachers' knowledge management has good predictability for teaching effectiveness, especially in the area of knowledge application. Studies have shown that teachers' knowledge management ability and teaching effectiveness have a positive correlation (Hung & Chang, 2019; Hsing, 2020).

The Dimensions of Teaching Effectiveness

Based on a comprehensive review of instructional effectiveness studies (Kareem, Thomas, & Nandini, 2022; Yang, 2022; Liang, Sha, & Chen, Chiu, 2020; Yeh & Chou, 2020; Hung & Chang, 2019), this research divides instructional effectiveness into five dimensions: effectiveness of instructional materials and presentation, effectiveness of teaching methods and strategies, effectiveness of teacher-student interaction (including technology application and situational context), effectiveness of instructional assessment, and effectiveness of classroom management in utilizing instructional time. This research will explore the relationship between instructional effectiveness and English language teachers' integration of technology in instructional design through these five dimensions. The details of each dimension are as follows:

1. **Effectiveness of instructional materials and presentation**: Refers to the teacher's ability to systematically plan and design the curriculum and teaching materials and present them in an organized manner during the instructional process.
2. **Effectiveness of teaching methods and strategies**: Refers to the teacher's ability to use engaging and interactive teaching methods, stimulate students' learning motivation, employ effective and diverse teaching techniques or methods, and provide opportunities for bidirectional interaction and feedback to promote effective learning.
3. **Effectiveness of teacher-student interaction in incorporating technology and situational context**: Refers to the teacher's ability to integrate information technology during the instructional process, create a comfortable and relaxed learning environment for students, encourage active discussions and exchange of opinions with peers and teachers.

4. **Effectiveness of instructional assessment**: Refers to the teacher's ability to prepare assessments that align with instructional objectives, arrange appropriate timing for students to conduct immediate and effective evaluation of their learning, and provide teaching feedback based on the results, enabling multimedia and technology-assisted instructional decision-making.
5. **Effectiveness of classroom management in utilizing instructional time**: Refers to the teacher's ability to foster a harmonious classroom atmosphere, allocate appropriate time for course content, promptly and effectively respond to students' questions and eliminate distractions unrelated to teaching activities, and master the rhythm of teaching activities, promoting students' learning throughout the process.

Research Method of the Primary Study

Research Sample

The present study adopted a two-stage sampling method. In the first stage, purposive sampling was used to select two junior high schools in Taoyuan City. In the second stage, cluster sampling was employed to select two classes from each school, resulting in a total of 4 classes and 100 students. Out of the 100 questionnaires distributed, 92 were returned, and after excluding 12 invalid responses, 80 valid questionnaires were obtained, yielding a response rate of 80%.

Research Instrument

The "Survey of the AI-Assisted Sentence Analysis Module and Teaching Effectiveness for Junior High School English Teachers' Technology Application" used in this study was adapted from "The Teacher Efficacy Scale" revised by Nie, Lau, and Liau (2012) and "The Survey of Behavioral Patterns and Teaching Effectiveness of Technology Integration fo Elementary and Junior High School Teachers" compiled by Hsieh (2020). The "Teaching Effectiveness Scale" in the questionnaire includes five dimensions: "effectiveness of content and presentation of teaching materials," "effectiveness of teaching methods and strategies," "effectiveness of teacher-student interaction (technology application and situational creation)," "effectiveness of teaching evaluation," and "effectiveness of class management through the efficient use of teaching time." Considering that the questionnaire was designed to measure the perception and attitude of junior high school students, an even-numbered scale was used to achieve higher validity, as suggested by Wu (1996). Thus, a 4-point Likert scale was used in this study to measure students' perception of the "Teaching Effectiveness Scale." The questionnaire consists of 15 items with a Cronbach's Alpha value of .931, indicating good reliability. In addition, there were three open-ended questions in the questionnaire asking students to describe how using functions such as "word clouds, intelligent classification, and keywords" in class helped them in their

English learning when the teacher asked for "standard answers," and when the teacher asked "open-ended" questions.

Findings and Discussion

Descriptive Statistical Summary of "Teaching Effectiveness" for Teachers

The average perception of teaching effectiveness among junior high school students is 3.36, which falls between "very well" and "well". Among the different aspects, "Effectiveness of Content and Presentation of Teaching Materials" (M=3.59) received the highest score, followed by "Effectiveness of Teaching Evaluation" (M=3.34), "Effectiveness of Managing Classroom Time" (M=3.32), "Effectiveness of Teaching Methods and Strategies" (M=3.29), and "Effectiveness of Teacher-Student Interaction with Technology and Context" (M=3.23). The mean scores for all aspects, falling between "very well" and "well," indicate that students have a positive perception of the teaching effectiveness of teachers who integrate technology.

Analysis of Differences in Teacher Efficacy in Teaching

A comparative analysis was conducted on the differences in teacher's teaching effectiveness perceived by students based on their background variables in this study. Overall, the results reached a significant level (t=-2.98, p<.05), indicating that students' perception of teacher's teaching effectiveness varied significantly due to gender differences. In terms of each sub-dimension, in "effectiveness of teaching materials and presentation" (t=-2.731), "effectiveness of teaching methods and strategies" (t=-2.308), "effectiveness of integrating technology and situational interaction between teachers and students" (t=-2.139, p<.01), "effectiveness of teaching evaluation" (t=-2.953, p<.05), and "effectiveness of managing classroom time effectively" (t=-2.669), two sub-dimensions had t-values that reached a significant level, indicating that students of different genders have different views on teacher's teaching effectiveness in each sub-dimension. In summary, students of different genders perceive teacher's teaching effectiveness differently in overall and in the sub-dimensions of "effectiveness of integrating technology and situational interaction between teachers and students" and "effectiveness of teaching evaluation," as indicated by the t-values that reached a significant level. In terms of "English learning duration" of the students, both overall and in each aspect, there is no significant difference in the perceived "teaching effectiveness" of teachers among students with different English learning durations. As for the "duration of exposure to technological devices" of students, there were no significant differences in the "teacher's teaching effectiveness" for all aspects and each subcategory when looking at the differences in exposure duration to technological devices.

Analysis of the Relationship between the Integration of Information Technology and the Effectiveness of English Language Teaching

The degree of integration of instructional design will affect learning effectiveness (perceived by the learner)

The analysis shows that incorporating AI text analysis tools, such as word clouds, into teaching design and strategies can effectively motivate students' learning, as evidenced by their positive qualitative feedback and support for increased use by teachers. Students responded positively to the use of word clouds, with occasional mentions of keyword frequency, although they found the use of intelligent classification to be unclear. However, teachers were less familiar and used the "intelligent classification" feature less frequently, which was also reflected in students' feedback, indicating a lack of interest and some students explicitly stating that it did not help with their learning (which echoes the first point).

For different levels of learners, there are different perceptions of the learning effectiveness of immediate feedback

The provision of immediate feedback, such as through the use of word clouds, by the teaching side can make the learning side aware of the similarities and differences between themselves and their peers. Open-ended questioning types can make lower-scoring students more willing to participate in class, while higher-scoring students may become aware that they may not necessarily have better thinking and expression skills when facing questions without a standard answer. Students not only value the importance of their responses (cannot answer recklessly), but also discover the same helpfulness in their English learning. Many students found it impressive to discover different answers, and they found it interesting and helpful. This is because they realized that what they thought was different from what everyone else thought, or that what they thought was the same as everyone else's. Through the integration of AI text analysis modules by the teacher, peers also begin to appreciate each other's responses or reflect on their own responses, and even become more focused on classroom instruction. The provision of immediate feedback, such as through the use of text clouds, by the teaching side can make the learning side aware of the similarities and differences between themselves and their peers. Open-ended questioning types can make lower-scoring students more willing to participate in class, while higher-scoring students may become aware that they may not necessarily have better thinking and expression skills when facing questions without a standard answer. Students not only value the importance of their responses (cannot answer recklessly), but also discover the same helpfulness in their English learning. Many students found it impressive to discover different answers, and they found it interesting and helpful.

Different Question Types Elicit Different Levels of Learner Engagement

Asking questions with a standard answer can enhance learning and provide guidance. Open-ended questions can encourage creative responses and boost

confidence. When standard-answer questions are integrated with AI text analysis in teaching, students feel more confident in answering because they can learn from their peers' answers if they get it wrong, rather than relying solely on the teacher's explanation. In terms of responses to open-ended and standard-answer questions, students generally have a more positive reaction to open-ended questions and feel more pressured when there is a standard answer.

AI-Assisted Text Analysis Module Enhances Teaching and Learning Efficiency in Synchronization

As the teaching content is presented on the learning platform, the learners will "sync" with the teaching side to think of similar or similar questions, interpret and evaluate the classification of AI together, and acquire the skills of applying and utilizing technological functions. Some learners are even more proficient than the teachers in this regard. Therefore, the AI-assisted text analysis module not only helps teachers conduct efficient teaching but also enables learners to learn more effectively.

Conclusions and Implications

This study focuses on the use of educational technology tools to assist teaching in English classes at the junior high school level. Specifically, the effectiveness of the "AI-assisted sentence analysis module" of an artificial intelligence teaching system is examined. The study also explores the choices and teaching effectiveness of English teachers in junior high schools in the trend of integrating information technology into teaching. Based on the comprehensive study, the important finding is that the average perceived teaching effectiveness of the 80 junior high school students in this research is 3.36, ranging between "very suitable" and "suitable". In terms of various aspects, "the effectiveness of teaching content and presentation" is the highest, followed by "the effectiveness of teaching assessment", "the effectiveness of managing class time efficiently", "the effectiveness of teaching methods and strategies", and "the effectiveness of incorporating technology and situational interaction between teachers and students". From the descriptive statistics of junior high school students' perceived teacher instructional effectiveness, it can be inferred that the average values in each aspect range between "very suitable" and "suitable", indicating that students have a good perception of teachers' teaching effectiveness in integrating technology. There are significant differences in students' "gender" in the overall level of teacher's teaching effectiveness and in the three aspects of "incorporating technology and situational interaction between teachers and students", and "the effectiveness of teaching assessment". This indicates that different genders of students have significant differences in their perception of teachers' teaching effectiveness, especially in the process of interaction between teachers and students and in the aspect of teaching assessment. There are no significant differences in the "English learning time" and

"the duration of exposure to technological devices" among students in both the overall level of teacher's teaching effectiveness and the various sub-levels. The goal is to provide English teachers with insights into teaching design and the use of educational technology tools based on the results and findings of this study, and to provide relevant institutions such as teacher education programs with a reference.

References

Chang, Y.-C., Chang, Y.-J., & Yu, T.-Y. (2021). Investigating the automatic document classification technology of environmental education papers: A case study of the abstracts from the 2013-2018 Environmental Education Conference. *Environmental Education Research, 17*(1), 85-128.

Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends: Linking Research and Practice to Improve Learning, 66*(4), 616-630.

Du, Y., & Gao, H. (2022). Determinants affecting teachers' adoption of AI-based applications in EFL context: An analysis of analytic hierarchy process. *Education and Information Technologies, 27* (7), 9357-9384.

Gupta, K. P., & Bhaskar, P. (2020). Inhibiting and motivating factors influencing teachers' adoption of AI-based teaching and learning solutions: Prioritization using analytic hierarchy process. *Journal of Information Technology Education: Research, 19*, 693-723.

Hsing, C. (2020). *The impact of information literacy on secondary school teachers' willingness to participate in digital learning and information management*. Master's thesis, Department of Information Management, Shu-Te University, Kaohsiung, Taiwan.

Hsu, T.-C. (2020). An exploration of the influence of teacher culture on teaching effectiveness. *Curriculum and Instruction Quarterly, 23*(1), 35-60.

Hung, H.-C., & Chang, Y.-N. (2019). A study on the relationship between knowledge management and teaching efficacy among elementary school natural science and living technology teachers in Changhua County. *School Administration, 124*, 66-87.

Huang, C., & Samek, T., & Shiri, A. (2021). AI and ethics: Ethical and educational perspectives for LIS. *Journal of Education for Library and Information Science*, *62*(4), 351-365.

Kareem, J., Thomas, R. S., & Nandini, V. S. (2022). A conceptual model of teaching efficacy and beliefs, teaching outcome expectancy, student technology use, student engagement, and 21st-century learning attitudes: A STEM education study. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, *18*(4), 1-11.

Kim, W.-J. (2022). AI-integrated science teaching through facilitating epistemic discourse in the classroom. *Asia-Pacific Science Education, 8*(1), 9-42.

Liang, J.-W., Sha, L.-W., Chen, Y.-Y., & Chiu, W.-H. (2020). The teaching effectiveness assessment of integrating STEAM education theory into sports equipment technology curriculum design. *Journal of National Chiao Tung University Physical Education, 16*, 40-53.

Liu, M. (2018). Exploring the curriculum practice of maker education from C. Anderson's makers: The new industrial revolution. *Educational Research Monthly, 288*, 42-52.

Monteith, B., & Noyce, P., & Zhang, P. (2022). Teaching artificial Intelligence through the arts in Beijing. *Science Teacher, 89*(5), 42-49.
Nie, Y., Lau, S., & Liau, A. (2012). The teacher efficacy scale: A reliability and validity study. *The Asia-Pacific Education Researcher, 21*(2), 414-421.
Sharadgah, T. A., & Sa'di, R. A. (2022). A systematic review of research on the use of artificial intelligence in English language teaching and learning (2015-2021): What are the current effects? *Journal of Information Technology Education: Research*, *21*, 337-377.
Shin, D., & Shim, J. (2021). A systematic review on data mining for mathematics and science education. International *Journal of Science and Mathematics Education, 19*(4), 639-659.
Sumakul, D. T. Y. G., Hamied, F. A., & Sukyad, D. (2022). Artificial Intelligence in EFL Classrooms: Friend or foe? *LEARN Journal: Language Education and Acquisition Research Network, 15*(1), 232-256.
Sun, J., Ma, H., Zeng, Y., Han, D., & Jin, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and Information Technologies, 28*(2), 1509-1533.
Tsai, M.-Y., Chen, D.-L., & Chen, L.-W. (2020). The relationship between teachers' motivation for professional development, professional growth, and teaching effectiveness: An example of Dream N Power. *Cross-Strait Journal of Vocational Education, 4*(1), 45-57.
Walia, J. S., & Kumar, P. (2022). Tech transition: An exploratory study on educators' AI awareness. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments, 12*(1), 1-17.
Wang, Y. (2021). Artificial intelligence in educational leadership: A symbiotic role of human-artificial intelligence decision-making. *Journal of Educational Administration, 59*(3), 256-270.
Wu, Y. Y. (1996). Validity issues of odd-even point scales. *Survey Research: Methods and Applications, 2*, 5-34.
Xu, B., & Margevica-Grinberga, I. (2021). A discourse on innovation of English teaching in China from the perspective of artificial intelligence. *Cypriot Journal of Educational Sciences, 16*(5), 2313-2323.
Xu, X., Wang, L., Liu, R., & Xu, T. (2021, September). Deep learning-based news text classification software design. *Journal of Physics: Conference Series, 2031*(1), 012067. https://doi.org/10.1088/1742-6596/2031/1/012067
Yan, C.-H. (2021). Introducing text mining techniques to explore the status of asynchronous text interactions in online teaching. *Journal of Management & Information, 26*, 53-72.
Yang, C.-C. (2019). *Application of text mining in online customer review analysis*. Master's thesis, Department of Information Management, Minghsin University of Science and Technology, Hsinchu County.
Yang, J., Kinshuk, & An, Y. (2023). A survey of the literature: How scholars use text mining in educational studies? *Education and Information Technologies, 28*, 2071–2090.
Yang, W.-C. (2022). *A study on the use of technology by English teachers and its impact on teaching effectiveness*. Doctoral dissertation, Department of English, Tamkang University, New Taipei City, Taiwan.
Yao, J., & Xu, J. (2022). English text analysis system based on genetic algorithm. *Mobile Information Systems*, *2022*, 1-13.

Yau, K.-W., Chai, C.-S., Chiu, T. K. F., Meng, H., King, I., & Yam, Y. (2023). A phenomenographic approach on teacher conceptions of teaching artificial intelligence (AI) in K-12 schools. *Education and Information Technologies*, *28*(1), 1041-1064.

Yeh, C.-M., & Chou, J.-F. (2020). The impact of information literacy and the integration of information technology on professional growth and teaching effectiveness of elementary school teachers. *Global Journal of Technology Management and Education, 9*(1), 20-41. https://doi.org/10.6617/GTME.202003_9(1).0002

Zanini, N., & Dhawan, V. (2015). Text Mining: An introduction to theory and some applications. *Research Matters*, *19*, 38-45.

使用 VEX123 機器人幫助低年級學習者銜接實體與虛擬程式設計

Connecting Physical and Virtual Programming for K-3 Students with VEX 123

林榆涵 [1], David Weintrop [2], Jason McKenna [3] , 羅木迪 [4]
Yuhan Lin[1], David Weintrop [2], Jason McKenna [3], Mudi Luo [4]

[1] 馬裡蘭大學 教育與學習暨政策與領導力研究 博士生
[1] University of Maryland Department of Teaching and Learning, Policy and Leadership Doctoral Student
E-mail: jimmylin@umd.edu
[2] 馬裡蘭大學 教育與學習暨政策與領導力研究 教授
[2] University of Maryland Department of Teaching and Learning, Policy and Leadership Assistant Professor
E-mail: weintrop@umd.edu
[3] VEX 機器人公司 全球教育策略總監
[3] VEX Robotics Director of Global Educational Strategy
E-mail: jason@vex.com
[4] 淡江大學 教育科技系 碩士生
[4] Tamkang University Department of Educational Technology Master Student
E-mail: 607734018@gms.tku.edu.tw

摘要

本文介紹了專為低年級學習者（5-8 歲）設計的機器人 VEX123 和配套的程式設計工具。 VEX123 通過三種不同的方法支持程式設計，旨在支持年輕學生的程式設計之旅。 學生可以通過以下方式對 VEX123 進行程式設計：（1）按機器人的按鈕（2）使用通俗易懂的編碼板和編碼卡，按順序排列編碼卡（3）使用電腦或平板上的視覺化程式來編寫程式。在本文中，我們介紹了在國小課堂上使用 VEX123 進行的前導研究的結果。 前導研究的學生既使用了按機器人的按鈕又使用了編碼板和編碼卡。 這項研究為如何向低年級學習者介紹程式設計領域的文獻介紹了一種新的程式設計工具和一種新穎的程式設計範例。

關鍵字: 教育機器人；視覺化程式設計；人機互動

Abstract

This paper presents VEX123, a robot and accompanying programming tools, designed for young students (ages 5-8). VEX123 supports programming via three distinct methods

designed to support young students at their programming journey. Students can program VEX123 by: (1) directly pressing buttons on it; (2) using a physical Coder and Coder Cards to define a sequence of instructions; (3) authoring programs with a block-based programming language on a tablet or computer. In this paper, we present findings from a pilot study using VEX123 in an elementary classroom. Students from the pilot study have both used pressing buttons and using the Coder Cards. This work introduces a new programming tool and a novel programming paradigm to the literature on how to introduce youth to programming.

Keywords: Education Robotics, Block-based programming, Human Computer Interaction

壹、緒論

隨著科技快速發展，程式設計能力逐漸成為學生必須具備的技能之一。儘管目前大多數教授程式設計的環境側重於國高中的高年級學習者，但越來越多的工具和環境為國小的低年級學習者設計（Bers, 2018; Bers et al., 2014; Duncan et al., 2014; Yu & Roque, 2018）。這些環境採取一系列方法，包含讓兒童透過直接與機器人互動定義機器人行為(e.g., (Bers, 2018))，設計不需要電腦的實體程式設計工具(e.g., (Horn et al., 2009))，使用人體動作作為定義機器人行為的方式(e.g., (Fojtik, n.d.))，以及使用圖形或動畫的虛擬程式設計環境來讓不識字的使用者定義程式指令（Flannery et al., 2013; Resnick et al., 2009）。

隨著程式設計環境及其支援的程式形式不斷增加，產生如何將這些程式設計方法整合的問題。學習者如何及何時從一種工具/環境進階到另一個？當轉變到另一個環境時，學習者從先前程式設計環境培養的技能、知識或興趣是否會延續？此問題對於為低年級學習者設計的程式設計工具格外重要，因為現有針對低年級學習者的程式設計工具的學習門檻非常低（意味著他們很容易上手），但同時有相對偏低的上限（他們的程式能力及可以編寫的程式複雜程度有限）。因此，本研究旨在探討如何支持低年級學習者從低門檻程式設計環境過渡到更高階的程式設計環境。

(a) (b) (c)

圖一:(a) VEX123. (b) 編碼板和編碼卡和(c) 虛擬程式設計環境

VEX123（圖 1(a)）是一款針對低年級學習者設計的新型程式機器人，透過支援多種程式設計方法提供足夠的框架支撐學習者的程式知識與技能得到提升。為此，VEX123 可透過三種不同的方法編寫程式：（1）按機器人的按鈕（2）使用通俗易懂的編碼板和編碼卡（圖 1(b)），按順序排列編碼卡（3）使用電腦或平板上的視覺化程式來編寫程式 （圖 1(c)）。

本研究同時介紹一個 1-2 年級（6-8 歲）的小規模課堂實驗。此實驗促進研究者探討如何透過不同方法協助低年級學習者進行編寫程式以及如何建構一個支持低年級學習者從基礎的程式設計銜接到更複雜的程式設計框架。

貳、文獻探討

一、給低年級學生的程式設計工具

本研究建立在諸多關於如何幫助低年級學習者學習程式設計的研究上(Angeli & Valanides, 2020; Bers, 2018; Bers et al., 2014; Duncan et al., 2014; Hamilton et al., 2020; Yu & Roque, 2018)，以上研究都是延續 Papert 和其同事們的研究以及他們的 groundbreaking Lego 研究（Papert, 1980）。近十年來，已經有越來越多的研究人員對低年級學習者程式教育產生興趣（Duncan et al., 2014; Yu & Roque, 2018）。例如：學生們現在能夠編寫著重於移動實體或虛擬物體的程式(Hu et al., 2015),編寫故事或遊戲（ter Stal et al., 2020），以及創造程式設計相關的手工藝品（Kafai et al., 2014).。

二、針對低年級學習者設計的綜合實體與虛擬環境程式設計

現今發展出的一系列的新型程式設計環境支援混合實體與虛擬的，其通常透過改變實體物品的方式來編寫程式控制虛擬的任務如 Strawbies 程式設計環境(Hu et al., 2015）和桌面拼圖圖形系統(Tabletop Puzzle Block System)（Oh et al., 2013）。此方式的另一種型態是 Roberto book 以故事書形式讓使用者透過貼紙方式編寫較短的程式，這些程式可在平板上運行並幫助介紹故事。此設計是使低年級學習者藉由使用實體積木類的操作工具來引導練習程式設計。同時，也有混合環境允許學習者在虛擬環境中編寫程式來控制實體設備，此方式在較年長學習者的機器人工具中很常見（例如 Sphero、Finch），但也在為低年級學習者設計的環境中存在，例如 Dash & Dot 和 Blue-Bot。這種方式借鑑為青少年設計虛擬環境的研究，透過機器人在實體世界的參與度與趣味性以及虛擬環境的靈活性來呈現程式設計指令。

參、遇見 VEX123

VEX123（圖 1）外觀小巧，旨在吸引低年級學習者使用。它的大小和形狀大致與冰球相當，包含多個可互動的傳感器(包括陀螺儀和多個光學傳感器)。VEX123

的外殼共有三種顏色，搭配一個藝術環，讓學生可以自行設計機器人的外觀（圖2）。

(a)

(b)

圖二:(a)三個示例展示藝術環自定義的VEX123和(b)來自我們研究的自訂 VEX123.

VEX123 的主要設計目標是通過支持多種程式設計方法支援各階段的學習者：觸控按鈕程式設計、編碼板和編碼卡以及 VEXcode123。表一敘述 VEX123 支援的三種程式設計方法之特性。

表一、VEX123 支援的三種程式設計方法之特性

程式設計方式	敘述
觸控按鈕程式設計	觸控按鈕程式設計讓學習者通過按下其表面上的按鈕直接與 VEX123 機器人互動進行程式設計。
編碼板和編碼卡	受實體程式設計研究的啟發例如，(Horn et al., 2009)），編碼板與編碼卡讓使用者通過按順序排列非電子設備的實體物品，作為定義機器人行為的一種方式。 VEX123 採用一種新穎的實體程式設計方法，該方法使用塑膠的編碼板。編碼板的形狀類似智慧型手機，頂部有三個按鈕（運行、下一步、停止），並通過藍牙連接到機器人。編碼板有 11 個垂直排列的插槽，可以容納名為[編碼指令卡]的程式指令。編碼指令卡以文本和符號定義指令，旨在模仿視覺化程式設計的程式指令。
VEXcode 123	VEXcode123 是一個虛擬程式設計環境，讓學習者通過電腦或平板電腦對機器人進行程式設計。此方法使用視覺化程式設計介面，利用視覺化程式設計的特性，使其成為幫助學習者入門的有效程式設計環境，包含最小化語法錯誤使指令/功能易於發現(Bau et al., 2017; Maloney et al., 2010; Weintrop & Wilensky, 2015)。

肆、研究方法

本研究團隊於美國中西部城市中一所私立學校的兩個國小教室（一個一年級和一個二年級）進行前導實驗。本研究是為期一年的電腦科學課程的一部分。整間學校有超過 70%學生來自經濟困難的家庭，十五名學生參與本研究的前導實驗（表 2）。前導研究持續 10 週，學生每週進行一節 40 分鐘的 VEX123 課程，學生們兩到三人一組進行程式設計活動。兩位老師一同教授此課程，老師們都有教授低年級學習者程式設計的經驗。

表二、參與研究的學生年級與種族分布

	黑人		西班牙裔		多種族裔		白人		總計
	男	女	男	女	男	女	男	女	
一年級	3	1	0	0	1	1	0	0	6
二年級	3	5	0	0	0	1	0	0	9
總計	6	6	0	0	1	2	0	0	15

本研究團隊在課堂上收集各種實驗數據。首先，本研究於 10 節程式設計課程期間，針對整間教室及兩個焦點小組全程錄影。其次，10 節課結束後，對學生進行半結構式訪談。訪談中採訪學生對 VEX123 最喜歡及最不喜歡的部分分別為何，他們更喜歡觸控按鈕程式設計還是編碼板，並請他們向研究團隊展示並解釋他們編寫的最喜歡的活動之程式。

伍、結果

本研究展示三個簡要的研究成果。

一、學生通過觸控 VEX123 按鈕程式設計

(a) (b) (c) (d)

圖三. (a) 觸控按鈕的剪紙(b) 學生在場地上需要跟隨的路徑(c) 開始和 (d) 最終的學生規劃 (使用觸控按鈕的剪紙)

老師給學生們的第一個程式設計項目稱為[路徑查找器]，並要求學生們使用觸控按鈕方式將 VEX123 從 0 移動到 X（圖 3b）。為幫助他們規劃路徑並“記住”他們按下的按鈕，老師提供學生們觸控按鈕的剪紙（圖 3a）。

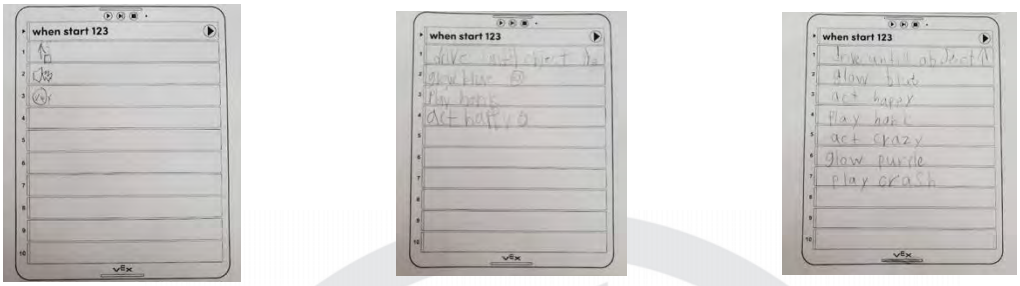
為展示更多觸控按鈕程式設計這款工具的特性，以下提供兩位一年級學生 Peter 和 Nick 在觸控按鈕程式設計時一同努力尋找路徑的課程畫面。Nick 拿起機器人，按下綠色箭頭讓它向前移動一次，然後讓它運行起來，隨後機器人按照預期，執行程式的第一步。接著，Peter 將機器人留在場地上同時按下左鍵。然後按下運行按鈕（沒有回到 0）,Nick 希望機器人向左轉（他剛剛按下的按鈕），而不是機器人向前移動然後向左轉（即重新運行兩個指令），從而將機器人移動到場地外。看到機器人移動到場地外，Nick 拿起機器人，透過搖晃機器人消除指令，放到 0 旁邊，按下前進按鈕，點擊運行，看著機器人向前一步。接下來，兩人重複了完全一樣的步驟：Peter 按下左按鈕（因為他想讓機器人向左轉），點擊運行，機器人再次向前移動然後向左轉。Peter 感到疑惑，他拿起機器人，清除指令，並將其放回起點。

此畫面重點介紹了觸控按鈕程式設計的一些功能及挑戰。首先且最重要的是，我們看到兩位一年級學生合作編寫機器人的程式，並遇到概念、互動挑戰和程式設計的基礎方面，例如序列和狀態。概念的部分，他們兩次在運行程式之前都沒有將機器人移回起點，這種初始化失敗在文獻中被記錄為新手工程師的挑戰(Franklin et al., 2016)。此外，我們還看到互動上的挑戰，即機器人不提供任何先前給定指令的提示。

二、通過編碼板和編碼卡對 VEX123 進行支架式編程

完成觸控按鈕程式設計後，學生們開始使用編碼板和編碼卡進行程式設計。本研究收集的數據顯示編碼板如何幫助學生們理解指令的含義，識別他們的行為與發展除錯（Debug）練習。特別的是，學生們發現的下一步按鈕成為他們開發高效除錯（Debug）練習的重要資源（下一步按鈕是編碼板頂部的黃色按鈕，一次次地推進程式設計）。老師創建的另一個框架突出該設備如何為除錯（Debug）開闢更多途徑。

老師製作編碼板學習單（圖 4），讓學生們透過書寫成為規劃過程的框架。在三個學習單中，編碼卡的設計支援具有不同讀寫能力和電腦知識的低年級學習者使用，從完全符號化（圖 4a）到完全文字化（圖 4c）的程式，也有學生將文字與符號混合使用（圖 4b）。



(a) (b) (c)

圖四. 三個 VEX 編碼板的學習單例子，包含（a）完全符號化（b）符號和文字混合和（c） 完全文本化.

（1） 對 VEX123 的看法

在整個程式設計過程中，課堂氣氛很活躍，學生們表示他們很喜歡程式設計。在回答他們是否喜歡 VEX123 時，一位學生一邊舉著她的編碼板項目一邊說：“*我最喜歡的部分是編寫程式！*”（“*My part that I LOVED is the coding!*”）另一位學生說：“*我喜歡這種思考方式。因為如果你不考慮清楚，它就行不通！*” （“*I liked the thinking. Because if you don’t think it through, it won’t work!*”）第三位學生分享：“我喜歡製作的部分，我們不得不嘗試很多次。”（“*I liked the making part. We had to try a lot of times.*”）VEX123 在程式設計時鼓勵合作被視為一大亮點：“*我喜歡與[我的合作夥伴]一起構建和編寫程式。*”（“*I loved getting to work with [my partners] to build it and code it together.*”）特別的是，VEX123 支援敘事和說故事的能力也是一大優勢，能夠引發低年級學習者的共鳴。當研究者向學生們詢問他們最喜歡的 VEX123 活動時，他們說：“殺死/擊敗龍”（"*kill/beat the dragon*"）和“*擊退大灰狼*”（"*knock off the big bad wolf*"），展示了 VEX123 的說故事能力如何將程式設計活動帶入引人入勝的環境中。

陸、討論

一、實體程式設計？ 虛擬程式設計？ 魚與熊掌不可兼得？

現在有很多方法可以將低年級學習者引導入電腦科學領域（Duncan et al., 2014; Yu & Roque, 2019），以及許多平台跟論文在研究教育機器人（Anwar et al., 2019）。此兩個設計空間的交匯是一個不斷發展的教育機器人生態系統，旨在向低年級學習者介紹程式設計。包含完全依賴實體程式設計的機器人（例如 Bee-Bot、KIBO），以及其他透過虛擬程式設計環境控制機器人（例如 Finch、Sphero）。VEX123 為這種設計空間提供一種新穎的方法，包括傳統的實體與虛擬程式設計方法，以及一種融合兩者的新方法。

二、限制和後續步驟

在進行此研究時，我們發現 VEX123 的局限性。例如，學習者很難記住已經按下了哪些按鈕以及通過觸控按鈕逐步編寫程式。從研究的角度來看，本研究是一個前導實驗，只初步探討 VEX123。未來研究中，本研究團隊計畫與學生一起開展更多活動。最後，本研究的重點為觸控按鈕程式設計以及編碼板與編碼卡，尚未邀請學生嘗試視覺化程式設計的介面。未來與較高年級學習者的研究中，本研究團隊計畫陪伴學生們進入完全虛擬的程式設計環境。

柒、結論

本研究介紹了 VEX123，並提供使用 VEX123 的低年級學習者的數據。數據顯示 VEX123 成功的成為適合低年級學習者的入門級實體機器人，並可能帶領學習者前往更複雜的程式設計。在三種程式方法中，VEX123 利用實體與虛擬程式設計互動來幫助學習者理解他們的動作（按下按鈕、插入編碼卡或螢幕上拖放），由此產生機器人的互動關係。在此過程中，VEX123 提供一個新穎的程式設計平臺，以利向新手介紹程式設計和更廣泛的電腦科學領域。

參考文獻

Angeli, C., & Valanides, N. (2020). Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*, *105*, 105954. https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.018

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *9*(2). https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223

Bau, D., Gray, J., Kelleher, C., Sheldon, J., & Turbak, F. (2017). Learnable programming: Blocks and beyond. *Communications of the ACM*, *60*(6), 72–80. https://doi.org/10.1145/3015455

Bers, M. U. (2018). Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2094–2102. https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363498

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, *72*, 145–157. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020

Duncan, C., Bell, T., & Tanimoto, S. (2014). Should your 8-year-old learn coding? *Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 60–69. https://doi.org/10.1145/2670757.2670774

Flannery, L. P., Silverman, B., Kazakoff, E. R., Bers, M. U., Bontá, P., & Resnick, M. (2013). Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 1–10. https://doi.org/10.1145/2485760.2485785

Fojtik, R. (n.d.). *The Ozobot and education of programming | New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*. Retrieved October 21, 2020, from https://un-pub.eu/ojs/index.php/pntsbs/article/view/2666

Franklin, D., Hill, C., Dwyer, H., Hansen, A., Iveland, A., & Harlow, D. (2016). Initialization in Scratch: Seeking Knowledge Transfer. *Proceedings of the 47th ACM Technical Symposium on Computing Science Education*, 217–222. http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2844569

Hamilton, M., Clarke-Midura, J., Shumway, J. F., & Lee, V. R. (2020). An Emerging Technology Report on Computational Toys in Early Childhood. *Technology, Knowledge and Learning*, *25*(1), 213–224. https://doi.org/10.1007/s10758-019-09423-8

Horn, M. S., Solovey, E. T., Crouser, R. J., & Jacob, R. J. K. (2009). Comparing the use of tangible and graphical programming languages for informal science education. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 975–984). Association for Computing Machinery. http://doi.org/10.1145/1518701.1518851

Hu, F., Zekelman, A., Horn, M., & Judd, F. (2015). Strawbies: Explorations in tangible programming. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '15*, 410–413. https://doi.org/10.1145/2771839.2771866

Kafai, Y. B., Lee, E., Searle, K., Fields, D., Kaplan, E., & Lui, D. (2014). A Crafts-Oriented Approach to Computing in High School: Introducing Computational

Concepts, Practices, and Perspectives with Electronic Textiles. *ACM Transactions on Computing Education*, *14*(1), 1–20. https://doi.org/10.1145/2576874

Maloney, J. H., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, *10*(4), 16.

Oh, H., Deshmane, A., Li, F., Han, J. Y., Stewart, M., Tsai, M., Xu, X., & Oakley, I. (2013). The digital dream lab: Tabletop puzzle blocks for exploring programmatic concepts. *Proceedings of the 7th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, 51–56. https://doi.org/10.1145/2460625.2460633

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, *52*(11), 60–67. https://doi.org/10.1145/1592761.1592779

ter Stal, S., Catala, A., Theune, M., & Reidsma, D. (2020). Designing a Smart Toy Interactive Setting for Creating Stories. In A. Brooks & E. I. Brooks (Eds.), *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation* (pp. 601–610). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53294-9_44

Weintrop, D., & Wilensky, U. (2015). To Block or Not to Block, That is the Question: Students' Perceptions of Blocks-based Programming. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children*, 199–208. https://doi.org/10.1145/2771839.2771860

Yu, J., & Roque, R. (2018). A survey of computational kits for young children. *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children*, 289–299. https://doi.org/10.1145/3202185.3202738

Yu, J., & Roque, R. (2019). A review of computational toys and kits for young children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, *21*, 17–36. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.04.001

Switch Mode 建立視覺化程式語言和文字式程式語言的中間過渡地帶
Switch Mode: Building a Middle Ground between Block-based and Text-based Programming

林榆涵 [1], David Weintrop [2], Jason McKenna [3], 羅木迪 [4]
Yuhan Lin[1], David Weintrop [2], Jason McKenna [3], Mudi Luo [4]

[1] 馬里蘭大學 教育與學習暨政策與領導力研究 博士生
[1] University of Maryland Department of Teaching and Learning, Policy and Leadership Doctoral Student
E-mail: jimmylin@umd.edu
[2] 馬里蘭大學 教育與學習暨政策與領導力研究 教授
[2] University of Maryland Department of Teaching and Learning, Policy and Leadership Assistant Professor
E-mail: weintrop@umd.edu
[3] VEX 機器人公司 全球教育策略總監
[3] VEX Robotics Director of Global Educational Strategy
E-mail: jason@vex.com
[4] 淡江大學 教育科技系 碩士生
[4] Tamkang University Department of Educational Technology Master Student
E-mail: 607734018@gms.tku.edu.tw

摘要

本研究介紹了一款設計策略 Switch Mode，它為學習者從視覺化程式語言轉向文字式程式語言提供了一個中間過渡地帶。Switch Mode 策略讓學習者在視覺化程式積木裡面編輯文字程式。Switch Mode 的添加方式是透過從程式積木區將 Switch Mode 積木拖放到程式編輯區中（圖 1(a)）或透過右鍵點擊傳統程式積木並選擇轉換選項（圖 1(b)）。Switch Mode 透過提供一種支援學習者在視覺化程式設計環境中引入文字式程式設計的方式，可以滿足使用者在保有當前視覺化程式設計能力水平情況下，同時幫助他們過渡到更複雜且強大的程式語言。Switch Mode 透過為學習者提供在具有視覺化程式設計工具支援的情況下嘗試文字式程式設計的方法，為了引導初學者進入文字式程式設計之不斷增長的工具生態系統做出了新的貢獻。

關鍵字： 程式語言的環境設計、教育機器人、視覺化程式設計、Switch Mode、文字式程式設計

Abstract

This paper introduces Switch mode, a design strategy to introduce a middle ground to support learners in transitioning from block-based to text-based programming. The

Switch mode strategy allows learners to author text-based commands inside a block-based programs. Switch mode blocks can be added by directly dragging and dropping Switch mode blocks from the block's pallet to the program canvas (Figure 1a) or by right clicking a conventional block and selecting the convert option (Figure 1b). In embedding a scaffolded way to introduce text-based programming in a blocks-based environment, Switch mode can meet the user at their current level of ability in blocks, while also help them move to more sophisticated and powerful programming languages. In providing a means for learns to tinker with text-based programming while still having the supports of block-based tools, Switch mode contributes a novel addition to the growing ecosystem of tools designed to transit novices to the practice of text-based programming.

Keywords: Design of Programming Environments, Educational Robotics, Block-based programming, Switch mode, Text-based programming

壹、緒論

(a) (b) (c)

圖 1：Switch Mode 介面和 Switch Mode 加入程式的兩種方法：(a)拖放 Switch Mode 積木，(b)將傳統程式積木轉為 Switch Mode 積木 和 (c) VEX VR

視覺化程式設計是一種向年輕學習者介紹程式設計以及更廣泛的電腦科學領域的方式 (Flannery et al., 2013; Maloney et al., 2010; Resnick et al., 2009)。隨著針對各年齡層設計的視覺化程式設計環境產生，最小可從幼稚園開始學習程式設計(Bers, 2018; Flannery et al., 2013)。視覺化程式設計是透過使用視覺化提示表示指令該如何配合使用以及禁止將不兼容的指令拼接在一起來減少語法錯誤(Maloney et al., 2010)。然而，對於有興趣進一步學習電腦科學領域或將來職業需要依賴程式設計的學習者而言，視覺化程式設計只是學習文字式程式設計的起點。隨著學習者進入高中或更高學歷，他們將需要從視覺化程式設計轉向傳統的文字式程式語言，例如 Python 或 Java。當學習者從視覺化程式設計離開轉向文字式程式設計的過程不是一帆風順，因為他們需要面臨額外的步驟及概念的轉變 (Kölling et al., 2015)。

雖然從視覺化程式設計過渡到文字式程式設計可能會有挑戰 (Weintrop & Wilensky, 2019)，但目前已經有小部分資源可用於幫助學習者面對此轉換的過程。幫助學習者從視覺化程式設計過渡到文字式程式設計，需要幫助學習者認識兩種程式設計模式之間的概念一致性，將在視覺化程式設計中編寫程式方式與文字式程式設計仍然有效的編寫程式方式建立連結，同時發展文字式程式設計上的新技能與程式編寫方式。除了在編寫程式模式上的轉變以外，兩種程式設計的程式除錯方式也存在差異，因為每種程式設計模式都有不同的特點和工具來幫助解決程式所產生的問題。我們專為幫助學習者從視覺化程式設計模式過渡到文字式程式設計模式設計了 Switch Mode，一種將視覺化程式設計與文字式程式設計特性融合在虛擬機器人平台上的程式設計方式。本研究主要介紹 Switch Mode，並討論它關鍵的設計特點以及背後的原理。

貳、SWITCH MODE 設計

一、VEX VR——Switch Mode 平台的根基

VEXcode VR 是一個教育機器人程式設計環境，包括視覺化程式設計以及虛擬機器人環境(圖 1c)。VEXcode VR 包括一個完整的視覺化程式設計語言，用於控制虛擬機器人在名為遊樂園的虛擬環境中進行探索。此虛擬機器與 VEX 開發的實體機器人系統相匹配，但完全虛擬的實現意味著學習者不必擁有實體機器人。

VEXcode VR 是基於 VEXcode 程式語言設計的，該程式語言設計借鑑了 Scratch Blocks 的介面。除了可以使用視覺化程式設計控制虛擬機器人的外，也可以讓學習者查看他們編寫的視覺化程式語言如何用 Python 實現。學習者還能夠將他們的視覺化程式導出成 Python，從而可以在文字式程式設計環境中繼續編寫。考慮到 VEXcode VR 存在從視覺化程式設計過渡到文字式程式設計的轉換路徑，因此認為 VEXcode VR 很適合引入 Switch Mode 功能，該功能提供文字式程式設計初體驗的機會，同時也可以繼續使用視覺化程式設計的工具。

二、Switch Mode 和 Switch Mode 積木設計

Switch Mode 是一種新型視覺化程式設計功能，讓學習者在視覺化程式積木中編寫一行或多行文字式程式。Switch Mode 的設計目的在於幫助初學者編寫文字式程式，同時保留視覺化程式設計的輔助工具。Switch Mode 積木可以像一般視覺化程式積木一樣使用，但它們並非用於指定特定的行為，而是在其中嵌入一個文字式程式編輯器，提供學習者輸入指令。此外，學習者可以透過右鍵點擊並選擇轉換選項來將一般的程式積木轉換為 Switch 積木。事先定義好的 Switch 積木支持單行指令、多行程式、變數、巢狀結構、函數積木。

(a) (b)

圖 2:(a)Switch Mode 在視覺化程式中的範例(b)Switch Mode 積木類型範例

三、除錯功能設計

Switch Mode 不僅支持在視覺化程式設計介面進行文字式程式設計，也包括了一系列支持學習者程式除錯的功能。

(一) 監控變數

學習者可以透過兩種方式來監控變數或是傳感器的數值。在一般視覺化程式設計環境中，學習者可以透過(1)拖放傳感器或變數積木到監控台圖標 (2)使用 Python 指令監控感應器或變數。對於第一種方式，學習者也可以從左側程式積木區拖放傳感器或變數積木到監控台圖標（見圖 3）.學習者也可以從中間的編輯區拖放積木到監控台圖標，積木會返回原本的積木區，不會干擾現有的程式。在 VEXcode 介面的右側，監控台螢幕將顯示被監控的變數及其數值。如果學習者拖動現有傳感器，該行將會突出顯示並閃爍 3 秒。另一種監控變數的方式是使用 Switch Mode 積木，並用 Python 輸入指令，此功能展現了 Switch Mode 積木可以擴充程式積木的能力以及其靈活性。使用 monitor_variable(“”) 或 monitor_sensor(“”)指令，在雙引號中加入要監控的變數，將變數加入監控列表中，以便在程式運行期間進行監控。

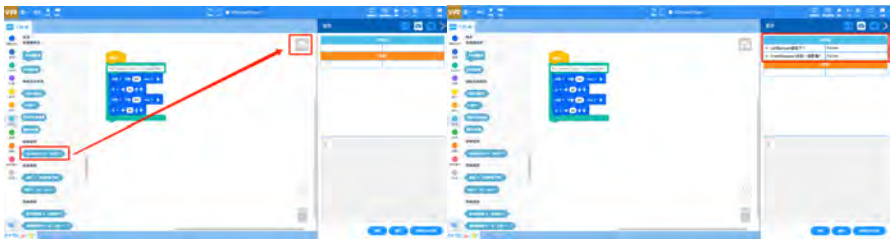


圖 3:拖放感應器程式積木至監控變數

(二) 錯誤信息

初學者在學習程式設計時面臨一個重大的挑戰——解釋錯誤信息(Nienaltowski et al., 2008)。其中包括識別錯誤定位和錯誤類型。為了更好幫助學習者解釋錯誤信息並除錯，我們設計了三種不同的錯誤信息顯示方式。第一種顯示方式是在 Switch Mode 積木的左側顯示一個帶有警告圖標的提示框幫助學習者識別該積木中存在錯誤。圖標會彈出一個對話框，顯示簡化和容易閱讀的錯誤提示。系統還可以針對一些錯誤提供建議的解決方案。圖 4 的範例中，學習者在指令中缺少一個逗號，錯誤提示顯示“Syntax Error: Please check for missing comma, parentheses, dot.”，這種顯示簡化錯誤提示的方法可以幫助學習者定位錯誤以及如何除錯。儘管該錯誤提示沒有提供明確的建議解決方案，但它為除錯過程提供支持與幫助，幫助學習者建立定位、識別和解決程式錯誤所需要的基礎技能。此方法也突出了 Switch Mode 方法的一個特色，因為程式只有少數幾個文字化程式的指令，這表示錯誤來自這組指令。例如圖 4b 中，只有一個語法錯誤可能的來源，幫助學習者清楚地定位錯誤的位置，而不需要解析整段程式的五行指令。

(a) (b) (c) (d)

圖 4:(a)標準 Switch 積木(b)含錯誤提示的 Switch 積木(c)螢幕底部的錯誤面板 (d)Python 指令查看器的錯誤提示

VEXcode 中顯示錯誤提示的第二個位置時在螢幕底部的錯誤面板（如圖 4c 所示），它顯示了出現錯誤的檔案。在此範例中，只有一個檔案，所以它顯示的是“viewer_main.py”檔案。然後它的第一行顯示了“Syntax Error (4,44)“，這是 Python 錯誤提示的標準顯示方式，告知學習者造成錯誤的指令所在的行和列號。然而大多數學習者不清楚(4,44)在指令查看器的上下文中意味著什麼。為提供更多訊息給學習者，我們提供了兩行提示“- Please check for missing commas, parentheses, and dots. - Please check code viewer line 4。”因

此它幫助學習者辨識出指令查看器中的第四行。未來我們規劃在指令查看器的左側提供帶有錯誤圖標的第四行第 44 字符的提示。提供原始未解析的錯誤提示的目的是為學習者邁向傳統 Python 編輯器中編寫程式做準備。

第三種錯誤提示顯示方式是在 Python 指令查看器中（圖 4d）。錯誤的一行被黃色方框框起，左側也有一個錯誤標誌。除了框起的錯誤以外，監控台下方的終端面板也會有完整的追蹤日誌，類似 Python 錯誤提示的標準顯示方式。因此學習者可以在完整的 Python 程式旁邊查看最原始的錯誤日誌。再次強調，此設計的目的是為了讓學習者預備脫離 VEXcode 邁向 Python。

總結以上三種針對各個階段的學習者提供的錯誤提示顯示方式，包括錯誤提示框、錯誤面板、終端視圖。

表 1:多種錯誤提示的範例

Error Bubble	Error Panel	Terminal View
Syntax Error: Please check for missing comma, parentheses, dot.	Syntax Error (4,44) - Please check for missing commas, parentheses, and dots. - Please check code viewer line 4.	Traceback (most recent call last): File "<exec>", line 8, in <module> File "<exec>", line 25 await drivetrain.drive_forward(FORWARD, 200 MM) ^ SyntaxError: invalid syntax
NameError: Found a variable/function that does not exist in the code -	NameError: Found a variable/function that does not exist in the code – specified variable/function/class name does not exist	Traceback (most recent call last): File "/lib/python3.8/asyncio/tasks.py", line 280, in __step result = coro.send(None) line 32, in when_started1 NameError: name 'mm' is not defined

參、SWITCH MODE 與領域的研究貢獻

本研究建立在大量研究的基礎上，探討設計出支持初學者程式設計到專業程式設計的程式設計環境。基於 Switch Mode 的設計目標是從視覺化程式設計過渡到文字式程式設計，其設計靈感來源於各種關注視覺化程式設計的研究 (Brown et al., 2021; Lin & Weintrop, 2021; Weintrop & Wilensky, 2015)。Switch Mode 探索出一種銜接兩種程式設計形式之間差距的潛在辦法，對程式設計教育以及數位學習領域做出新的貢獻。

參考文獻

Bers, M. U. (2018). Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2094–2102. https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363498

Brown, N., Kyfonidis, C., Weill-Tessier, P., Becker, B., Dillane, J., & Kölling, M. (2021). A Frame of Mind: Frame-based vs. Text-based Editing. *United Kingdom and Ireland Computing Education Research Conference.*, 1–7. https://doi.org/10.1145/3481282.3481286

Flannery, L. P., Silverman, B., Kazakoff, E. R., Bers, M. U., Bontá, P., & Resnick, M. (2013). Designing ScratchJr: Support for early childhood learning through computer programming. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 1–10. https://doi.org/10.1145/2485760.2485785

Kölling, M., Brown, N. C. C., & Altadmri, A. (2015). Frame-Based Editing: Easing the Transition from Blocks to Text-Based Programming. *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education on ZZZ - WiPSCE '15*, 29–38. https://doi.org/10.1145/2818314.2818331

Lin, Y., & Weintrop, D. (2021). The landscape of Block-based programming: Characteristics of block-based environments and how they support the transition to text-based programming. *Journal of Computer Languages*, 101075. https://doi.org/10.1016/j.cola.2021.101075

Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch Programming Language and Environment. *ACM Transactions on Computing Education*, *10*(4), 1–15. https://doi.org/10.1145/1868358.1868363

Nienaltowski, M.-H., Pedroni, M., & Meyer, B. (2008). Compiler error messages: What can help novices? *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 168–172. https://doi.org/10.1145/1352135.1352192

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, *52*(11), 60–67. https://doi.org/10.1145/1592761.1592779

Weintrop, D., & Wilensky, U. (2015). To block or not to block, that is the question: Students' perceptions of blocks-based programming. *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '15*, 199–208. https://doi.org/10.1145/2771839.2771860

Weintrop, D., & Wilensky, U. (2019). Transitioning from introductory block-based and text-based environments to professional programming languages in high school computer science classrooms. *Computers & Education*, *142*, 103646. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103646

不同情境下顏色感應器偵測誤差之探究

The Investigation of Color Sensor in Detecting outcomes under Different Circumstances

潘姿卉[1] 吳珈穎[1] 李翌[1] 黃昭銘[2*]

PAN, TZU-HUI[1] WU, JIA-YING[1] LI, YI[1] HUANG, CHAO-MING[2*]

1宜蘭縣立宜蘭國民中學

1 Yi-Lan Junior High School

2宜蘭縣宜蘭市中山國民小學教師

2 Jhong-Shan Elementary School Teacher

E-mail：isa324574@gmail.com

* Corresponding Author

摘要

由於先前參加機器人比賽任務中，規定機器人必須透過顏色傳感器先檢測到指定的色環，接著機器人還必須判斷並找到正確的色環並將色環推入得分區。顏色傳感器主要利用 LED 光通過反射的方式獲取 RGB 值，因此在同一場比賽中完成上述兩個任務並不是一件容易的事。顏色傳感器 RGB 值設置可能因不同因素而異，例如光線、距離和環顏色，因此本研究試圖探索干擾顏色傳感器檢測的可能因素。

研究結果顯示在不同頻率色光照射下，偵測到色卡的 RGB 值較接近。流明度越高會影響準度與精度表現，在偵測時與目標物的距離越遠準確度低但精確度高，光源的高度越高準度越低。

關鍵字: 顏色感測器、誤差率

Abstract

This study tried to explore the outcomes of color sensor under different circumstances. According to the rule of previous robot competition, robot had to detect assigned color ring first. Moreover, the robot had to find the right color ring and push the ring into score zone. The color sensor uses the LED light to obtain RGB value by means of reflection. It is not very easy to complete these two works at the same game.

Previous color sensor RGB value settings may vary with different factors, for example light, distance and ring color. This study tried to explore possible factors which will interrupt the detection of color sensor.

It revealed that the RGB value is related to difference color light. Additionally, the lumen of LED and the distance of detection as well as the high of light source will influence the accuracy and precision of detection.

Keywords：Color sensor, Error rate

壹、 前言

前一陣子我參加機器人觀摩賽，比賽的主題是以「第 52 界技能競賽機器人職類」的題目，比賽過程中要求機器人必須先感測色環顏色並把乒乓球投到對應的顏色框中。但因為光線亮暗和環境中的光源，比賽當天原本調整好的顏色感測數值，一旦到正式比賽的場地進行正式比賽時常常會發生判斷顏色數值錯誤，讓我們無法順利將乒乓球順利推到對應的顏色框之中。比賽結束後我們發現其他隊伍也有這方面的問題，這個現象往往都是機器人的顏色感應器偶爾會收錯預定顏色的盤子，這讓我非常困惑。尤其每年的比賽都會以顏色偵測為比賽重要的一環，為了解決這個疑問，所以我們想進一步探究與驗證我們這個猜測。由於我們認為不同的光源對於顏色感應器偵測顏色數值會有所影響，因此我們決定設置三種變因（亮度、光頻率區間與光源高度），來探討顏色感應器在不同情境下的偵測誤差率。

感應器不是感應顏色的嗎?深入了解後發現光學傳感器可用於根據顏色或透明度分析，該技術用於按顏色區分顏色色階(RGB 系統)。所以任何會影響色階訊號接收的因素，皆會造成偵測有誤差。我們希望透過著個研究找出不同變因對偵測誤差的影響。

針對我們的想法，我們想探究在不同光源下顏色感應器的偵測誤差，而市面上光的顏色電燈就有黃光與白光，燈泡的種類有傳統燈泡、LED 燈泡，所以我們也想探究在不同光頻率區段顏色感測器的表現，我以我們的研究所要探究

的主題有三項：

一、探討顏色感應器在不同光頻率區段的偵測誤差

二、探討顏色感應器在不同光強度的偵測誤差

三、探討不同高度下光源對於顏色感應器的偵測誤差

我們將研究問題與資料收集相關資訊收集並會製成研究架構圖(圖 1 所示)。

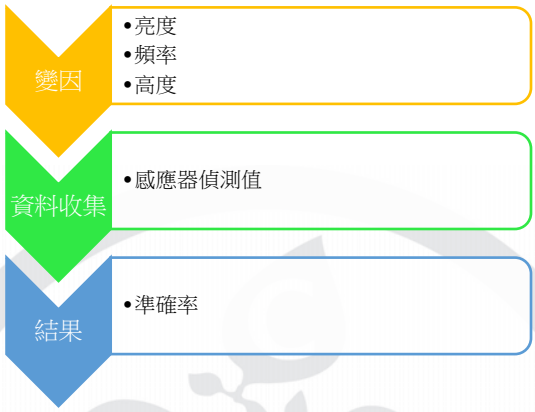


圖 1. 研究架構圖

圖 1 中所顯示的變因為本次研究所要探討的問題，包含亮度、頻率與高度，資料的收集主要是顏色感應器所偵測到的顏色數值，結果分析則是針對準確率來進行判斷。

貳、文獻探討

一、VEX IQ 顏色感應器

VEX IQ 光學傳感器是一種能夠檢測環境中反射光強度的傳感器。可以通過 VEX IQ 編程軟件進行編程，用於機器人控制、自動化等應用中。該傳感器基於光電效應，通過發射紅外線光線，檢測其反射光強度來進行測量。具體來說，傳感器發射一束紅外線光線，當它碰到物體表面時，會產生反射，反射光線再次被傳感器接收。傳感器通過測量接收到的反射光線的強度來判斷物體的位置、距離和表面特性等。VEX IQ 光學傳感器的測量精度取決於光線的發射和接收，以及環境中反射光的影響。因此，在使用傳感器時需要注意其定位和

校準，以確保測量結果的準確性和可靠性[1]。

二、可見光譜

可見光譜是指人眼能夠感知的波長範圍，通常被分為紅、橙、黃、綠、青、藍、紫七種基本顏色(王尊信、洪連輝，2009)。這些顏色是由不同波長的光線混合而成的。人眼可以感知波長範圍在約 380 到 780 納米之間的光線，這個範圍稱為可見光譜。在這個範圍內，不同波長的光線呈現不同的顏色，並可以通過顏色分辨來區分。

可在見光譜中，紅色的波長最長，為約 620-750 納米，綠色的波長居中，為約 495-570 納米，藍色的波長最短，為約 450-495 納米。紫色的波長比藍色還要短，約為 380-450 納米。橙、黃、青色則是由紅、綠、藍三種基本顏色混合而成。顏色分辨是指人眼能夠區分不同的顏色。人眼對顏色的分辨度取決於兩個因素：色差閾值和亮度。色差閾值是指兩種顏色之間的最小可感知差異，亮度則是指顏色的亮度強度。顏色分辨力因人而異，有些人比較敏銳，可以區分更細微的顏色差異，而有些人則相對較差。此外，顏色分辨力也受到光線強度、波長、背景等因素的影響。在特定條件下，例如光線強度過低或過高、背景過於複雜等，顏色分辨力也可能會下降。總體而言，可見光譜的顏色分辨力是由波長和光線強度共同決定的。在正常光線強度下，人眼能夠分辨出七種基本顏色，以及由這些顏色混合而成的各種中間顏色。

三、標準差

標準差是描述一組數據離散程度的統計量，用來度量數據點與其平均值之間的差異。

下面是標準差公式的原理[2]：

---

[1] 資料來源：Using the IQ Optical Sensor。https://kb.vex.com/hc/en-us/articles/4407229044500-Using-the-IQ-Optical-Sensor

[2] 資料來源：王尊信、洪連輝(2009)。可見光譜。科學 Online。https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2454

1. 首先計算每個數據點與平均值之間的差異，這可以通過將每個數據點減去平均值得到。
2. 接下來，將每個偏差的平方加起來，這樣就得到了所有偏差平方的總和。
3. 然後，將這個總和除以數據點的總數（減一）。
4. 最後，將其平方根，這樣就得到了標準差。

標準差公式的表示方法如下：$$s=\sqrt{\frac{\sum(x_i-\overline{x})^2}{n-1}}$$

參、研究實施與設計

針對研究實施與設計內容將針對本次研究所使用的設備與器材、研究流程兩個部分說明，在設備與器材方面總共分成五類，分別為實驗場地、機器人材料、撰寫程式的設備、色紙和變因（光的頻率和強度）。以下為五類器材的介紹。

一、研究器材與設備

1、比賽場地

實驗場地使用的是 VEX IQ 機器人比賽的場地，使用的場地規格為 2022-2023 賽制所 用的正式場地規格，場地長與寬尺寸為 8 英呎× 6 英呎的長方形場地，如圖 2。

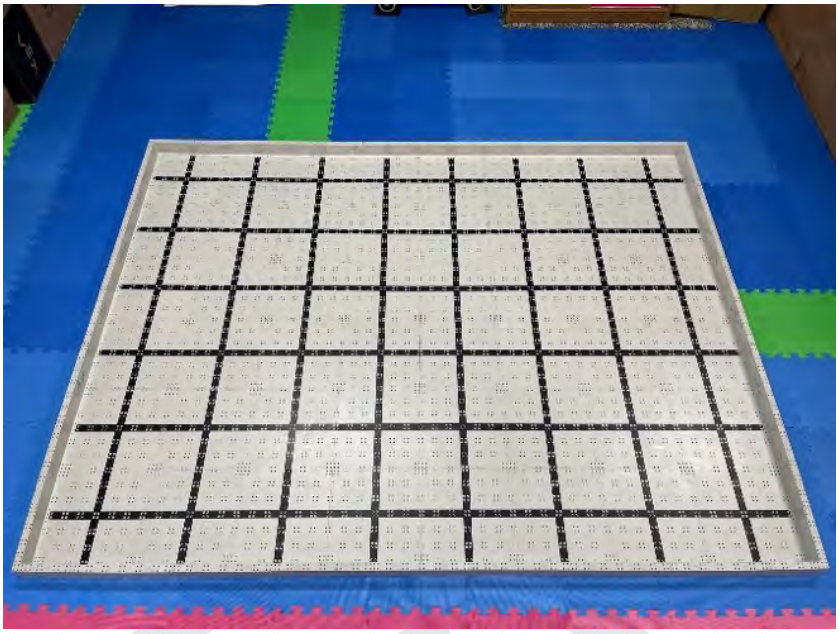


圖 2.實驗場地圖

2、機器人材料

此實驗所用的機器人材料為 VEX IQ 機器人比賽的零件。針對機器人材料部分將針對 1.機器人零件、2.遙控與感測材料兩部分介紹。

(1)機器的零件

本次實驗機器人所使用的零件包含機器的零件、控制與感應器設備。機器的零件包含積木(8*4 和 4*4)、連接器(3*2)和插銷(圖 3 所示)。。

圖 3.組裝積木示意圖

在圖 2 中藍色框中為插銷，主要連結積木，紅色框中為 8*4 積木，黃色框中則為 3*2 連接器，在綠色框中則為 4*4 積木，透過這些材料可以搭建機器人的骨架。

(2) 控制與感測器材料

控制與感測器材料包含遙控器、顏色感測器、主機、電池與傳輸線，圖 4 為機器人最重要的主機，主要的功能為輸入、輸出程式指令和顯示結果。

圖 4.機器人主機示意圖

機器人在場地中可以前進與移動主要是依賴遙控器操控，圖 5 顯示遙控機器人所使用的遙控器，遙控器總共有兩個搖桿，以及八個按鈕。

圖 5.遙控器示意圖

機器人在場地上需要利用馬達來產生動力，感測器需要將訊號與數據傳送到主機，所以需要透過連結線與傳輸線來完成上述任務，圖 6 顯示兩種傳輸線。

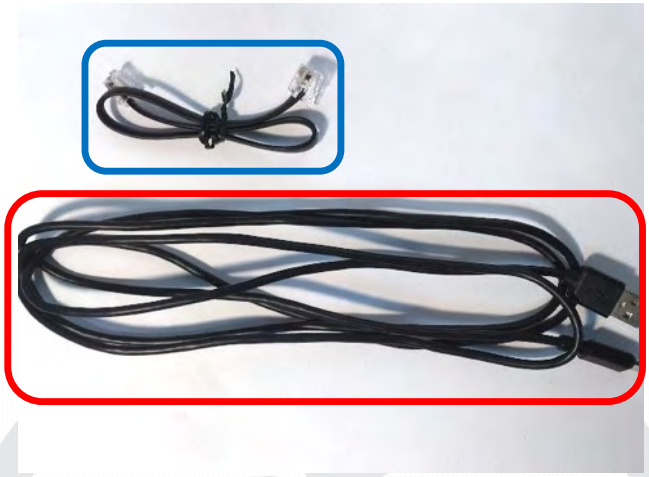


圖 6.傳輸線示意圖

在圖 6 中使用的傳輸線有兩種，分別為藍色框中的傳輸線主要功能為連接主機與感測器，在紅色框中的傳輸線主要功能為將撰寫好的程式傳送到主機，然後執行程式。

所有機器人的運作都需要電力來進行，例如馬達運轉、感測器偵測等工作，VEX 機器人的電力來源是透過鋰電池來完成(圖 7 所示)。

圖 7.電池示意圖

圖 8.VEX IQ 光學傳感器

本次研究所使用的光學傳感器(圖 8 所示)包含三種功能感測物體、環境光和顏色。光學感測器根據圖中的色輪報告相應的色調值（以度為單位，從 0 到 359）(圖 9 所示)。和用紅色、綠色或藍色名稱相比，更精確的測量顏色。

圖 9.色相度數對照圖[3]

3、寫程式設備

VEX 機器人可以透過程式撰寫來提高機器人的效能，例如透過外部感測器進行距離偵測、顏色偵測與碰撞偵測。

機器人撰寫主要是透過 VEXcode IQ 程式來進行，本次研究所採用的 VEXcode IQ V2.4.5 版本(圖 10 所示)。

[3] 圖片資料摘自 https://kb.vex.com/hc/en-us/articles/360035955111-Using-the-VEX-IQ-Color-Sensor

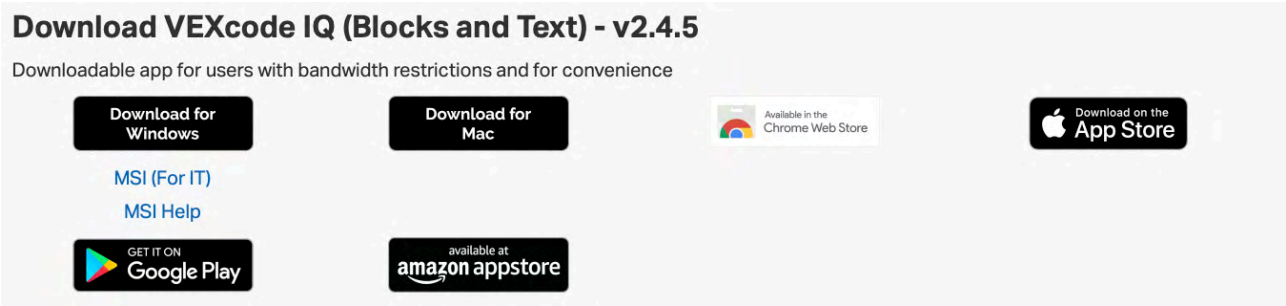


圖 10.VEXcode 程式下載程式網頁示意圖

圖 11 則是 VEXcode IQ 打開執行程式的畫面，程式畫面的右邊為編成區，左邊則是依照功能分類的程式塊區(block)。

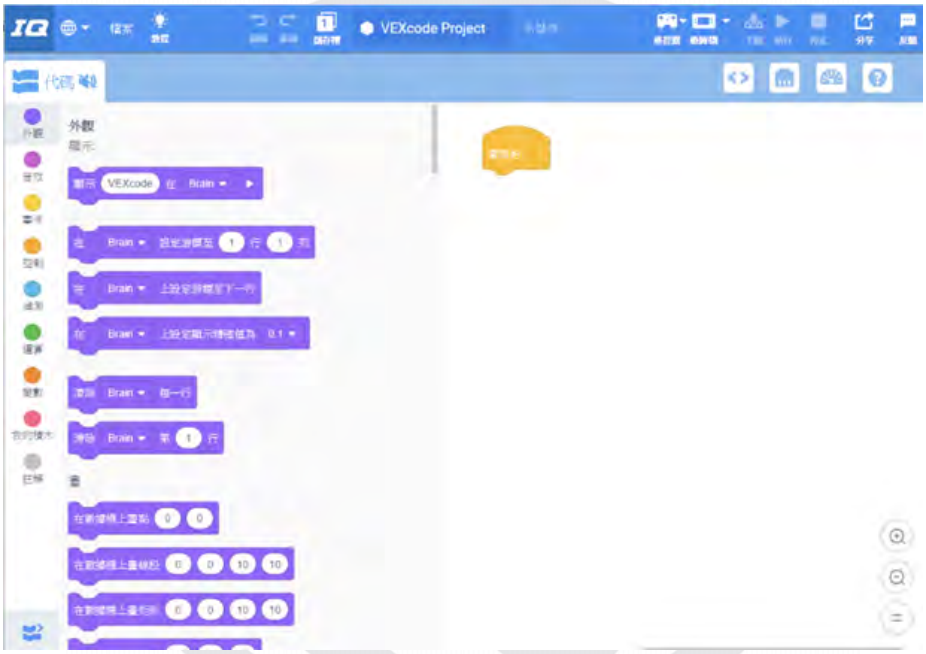


圖 11.VEXcode IQ 程式執行示意圖

4、色紙

色紙是實驗中的目標物。分為三種顏色紅(圖 12 所示)、綠(圖 13 所示)、藍(圖 14 所示)，三張色紙均為相同材質及大小(14.8cm*21cm)。

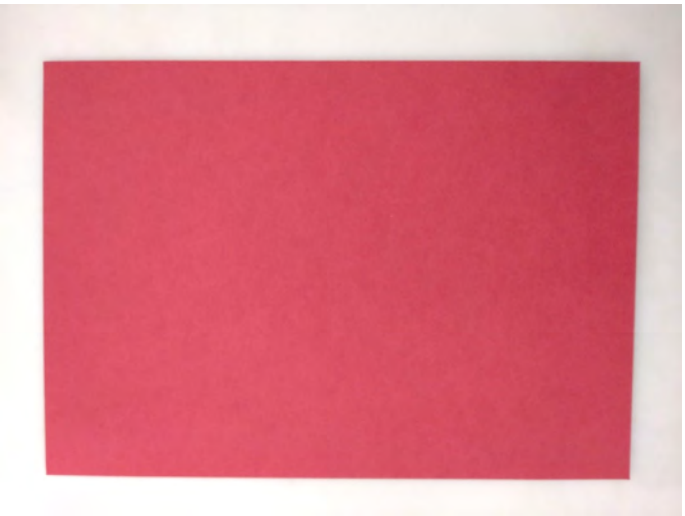


圖 12.紅色色紙

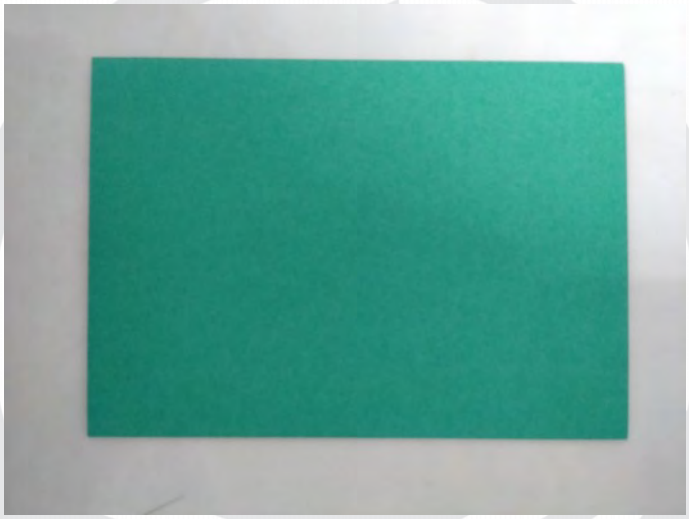


圖 13.綠色色紙

圖 14.藍色色紙

5、變因(光的頻率和強度)

此實驗中亮度、光的頻率為變因，為了光源的穩定我們決定採用市面上所販售燈泡來當作光源。所採購的燈泡包含兩種不同亮度燈泡與三種不同顏色光源的燈泡。以下將針對燈泡種類進行說明。

(1)亮度

此處所使用的燈泡亮度，是只使用相同頻率區間但亮度(單位:流明)不同之 LED 燈，本次研究總共採用四種不同亮度的燈泡(770LM、820LM、1050LM、1200LM)，所需要的電壓為交流電壓 100-240V 60Hz。圖 15 為 770LM 燈泡實際產品圖，瓦數為 7W。圖 16 則為 820LM 燈泡實際產品圖，瓦數為 6.5W。

圖 15.770LM 燈泡實際產品圖

圖 16.820LM 燈泡實際產品圖

圖 17 為 1050LM 燈泡實際產品圖，瓦數為 8.5W。圖 18 則為 1200LM 燈泡實際產品圖，瓦數為 9.5W。

圖 17.1050LM 燈泡實際產品圖

圖 18.1200LM 燈泡實際產品圖

(2)顏色

光的顏色主要受到光的頻率所產生，本次研究使用相同亮度但頻率區段不同的 LED 燈，所使用的燈泡可以呈現紅、藍、綠、白四種不同色光，四種燈泡的亮度皆為 370LM，瓦數皆為 3W。

圖 19 為白光燈泡實際產品圖，圖 20 則為紅光燈泡實際產品圖，圖 21 則為率光燈泡實際產品圖，圖 22 則為 藍光燈泡實際產品圖，

圖 19.白光燈泡實際產品圖

圖 20.紅光燈泡實際產品圖

圖 21.綠光燈泡實際產品圖

圖 22.綠光燈泡實際產品圖

二、研究流程

本次研究所要探討的四個主題為：

(一)、探討顏色感應器在不同光頻率區段的偵測誤差

(二)、探討顏色感應器在不同光強度的偵測誤差

(三)、探討不同高度下光源對於顏色感應器的偵測誤差

(四)、感測器和物體之間不同距離的實驗

以下將針對研究問題所設計的研究流程與實驗數據分析兩部分進行說明。

1、研究過程

(1)、不同光顏色的實驗

顏色:使用相同頻率區間且亮度(單位:流明)相同但顏色不同的 LED 燈

操作變因:光的顏色

不同顏色的 LED 燈:紅光、綠光、藍光、白光

控制變因:光的流明、高度及感測器和物體之間距離

光的流明：370LM

光的高度：55cm

感測器和物體之間距離：5cm

環境：沒有其他光源的密閉空間

在每種顏色的光源的情況下會測同一個色紙十次，且測三種色紙。

(2)、不同光強度的實驗

亮度:使用相同頻率區間但亮度(單位:流明)不同之 LED 燈

操作變因:光的強度(單位:流明)

不同流明的 LED 燈：370LM、820LM、1650LM

控制變因:光的顏色、高度及感測器和物體之間距離

光的顏色：白光

光的高度：55cm

感測器和物體之間距離：5cm

環境：沒有其他光源的密閉空間

在每種強度(單位:流明)的光源的情況下會測同一個色紙十次

(3)、光源高度不同的實驗

操作變因:光源的高度

不同的光源高度：55cm、70cm、85cm

控制變因:光的顏色、強度(單位:流明)及感測器和物體之間距離

光的顏色：白光

光的流明：370LM

感測器和物體之間距離：5cm

環境：沒有其他光源的密閉空間

在每種高度的光源的情況下會測同一個色紙十次

(4)、感測器和物體之間不同距離的實驗

操作變因: 感測器和物體之間的不同距離

感測器和物體之間的不同距離：5cm、10cm、15cm

控制變因:光的顏色、強度(單位:流明)及光源的高度

光的顏色：白光

光的流明：370LM

光的高度：55cm

環境：沒有其他光源的密閉空間

在每種感測器和物體之間的距離的情況下會測同一個色紙十次

本次研究的 VEX IQ 光學傳感器運作原理為當光學傳感器接收光能並將能量轉換為電信號。傳感器的內部電子設備（硬件狀態機）將這些信號轉換為輸出信號，作為 IQ 大腦的輸入接收然後顯示偵測波長數值(圖 23 所示)[4]。

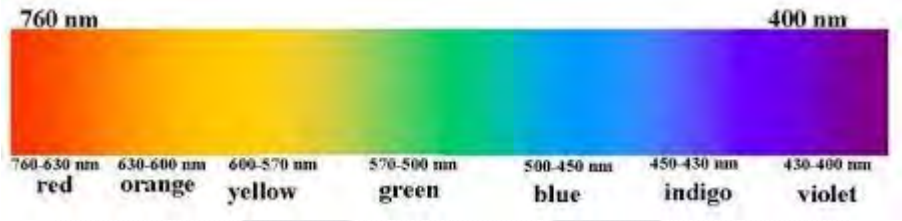


圖 23.不同顏色與波長示意圖

不同顏色的色紙目標主的功能如表 1 所示，以紅色色紙為例，如果要偵測紅光，當光照到紅色目標時可以反射光源中的紅光，其他顏色的光源則是被色紙吸收，透過這個方式提供所需要偵測的色光，降低實驗誤差。

表 1.不同顏色色紙作用一覽表

物體顏色	可反射的色光	被吸收的色光
紅色色紙	紅光、白光中的紅光	綠光、藍光
綠色色紙	綠光、白光中的綠光	紅光、藍光
藍色色紙	藍光、白光中的藍光	紅光、綠光

2、實驗數據分析

本次研究主要是透過 VEX IQ 光學傳感器來偵測光的數值，採用的是比較偵測值與實際數值的差異，首先要討論的是顏色感應器的測量誤差，誤差的計算方式如下：

誤差 ＝ 測量值 - 真值

[4] 光譜圖。(https://www.winglobal.com.tw/zh/terminologytw/%E5%85%89%E8%AD%9C%E5%9C%96/)

誤差就是所測得的數值與被測量物體真正數值之間的差別，而誤差越小代表儀器測量越精確。**準確度**指在每一次獨立的測量之間其平均值與已知的數據真值之間的差距。

實驗精確程度可以用標準差表示<表示多次測量離散程度

近一步資料分析我們採用統計方式進行，所使用的數值為平均數，平均數計算方式如下：

平均數: 集中趨勢常用測度值=測量總和/測量個數

n=樣本大小(數據個數)

式中， $\bar{x}$= 平均數 S =樣本標準差

xi = 數據個別值， i=1~n

$$\bar{x}=\frac{1}{n}(x_1+x_2+\cdots+x_n)=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}x_i$$

標準差: 顯示資料之離散程度= $s=\sqrt{\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$

綜合上述說明本次研究所要探討的部分如圖 24 所示，所欲探討的情境包含光的流明度、光的頻率(顏色)、光的高度與感應器接收的距離。

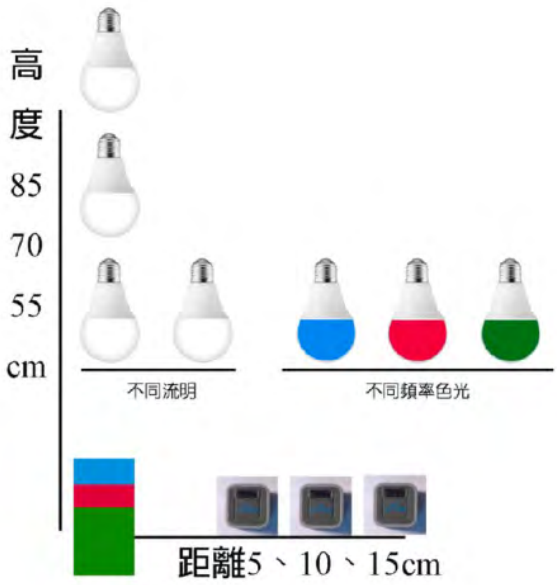


圖 24.研究設計圖

肆、 研究結果

本章節將針對不同顏色色光、亮度、距離與光線高度所收集到的資料進行說明。

一、顏色

我們將藍色色紙的資料經過整理並製作成圖 25，圖 25 中的紅線預期真值，其結果顯示：

準確度：白光; 藍光＞＞綠光＞紅光

精確度：藍光＞紅光＞綠光＞白光

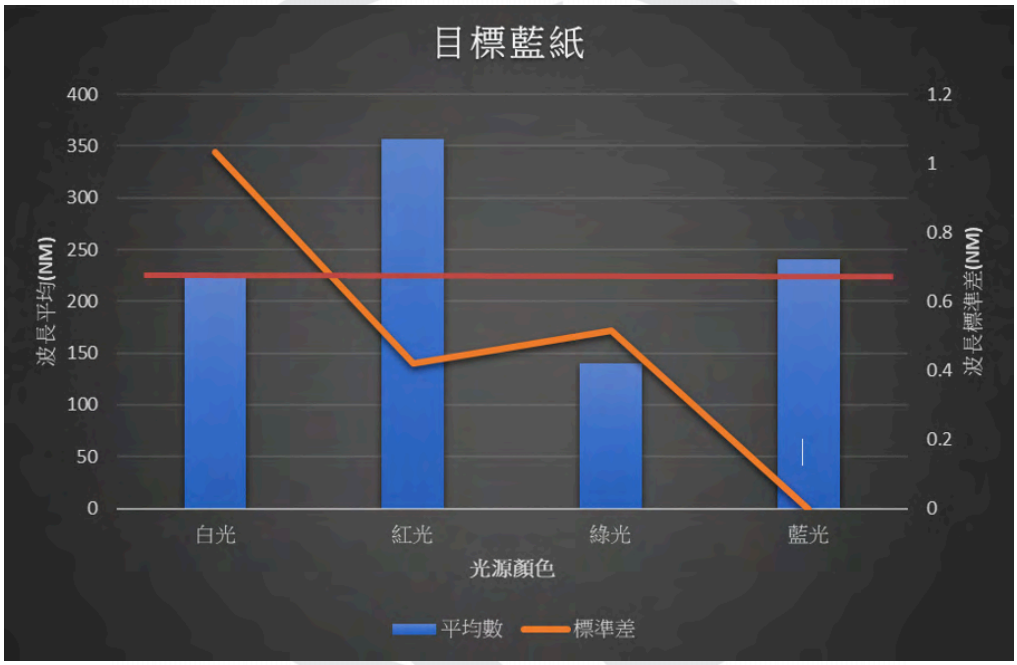


圖 25.藍色色紙結果分析圖

圖 26 為紅色色紙結果分析圖，圖中紅線為預期真值，其結果顯示：

準確度：白光; 紅光＞藍光＞綠光

精確度：紅光＞藍光＞綠光＞白光

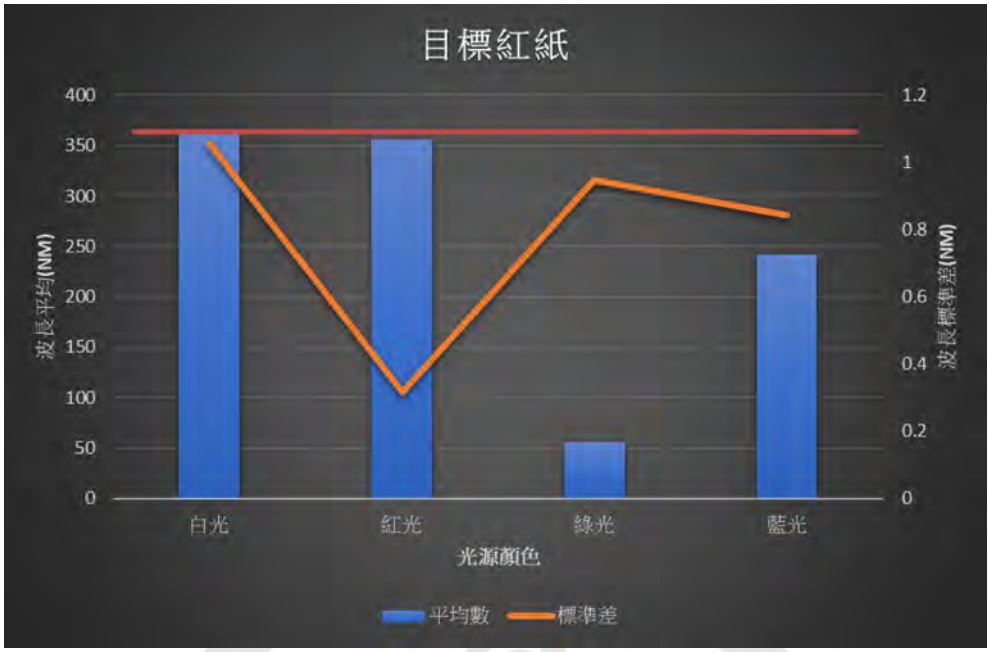


圖 26.紅色色紙結果分析圖

圖 27 為綠色色紙結果分析圖，圖中紅線為預期真值，其結果顯示：

準確度：白光; 綠光＞藍光＞紅光

精確度：藍光＞綠光＞白光＞紅光

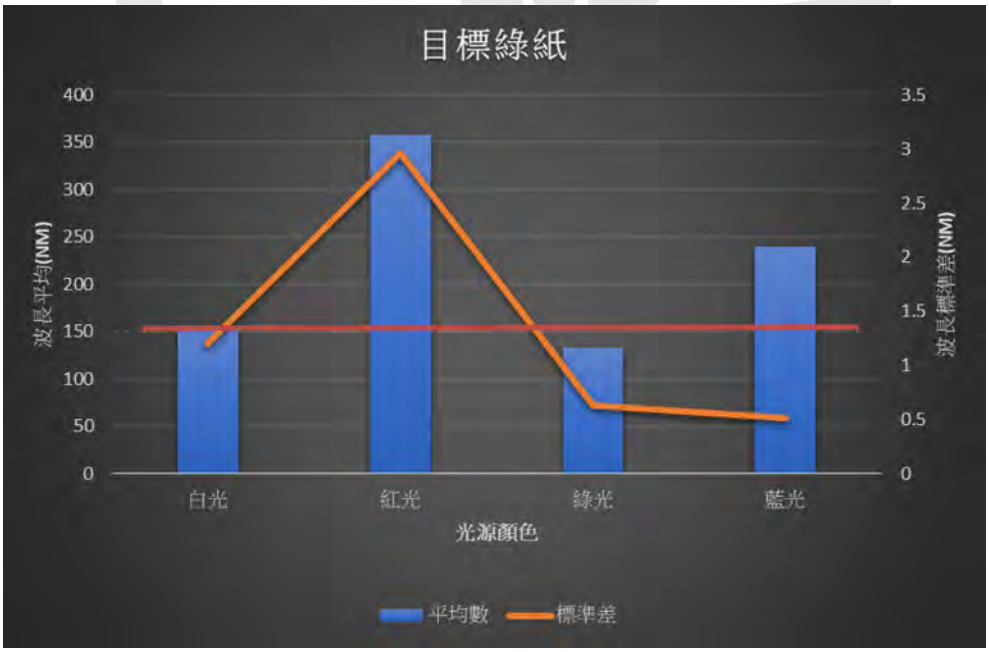


圖 27.綠色色紙結果分析圖

二、亮度

在亮度實驗中我們採用藍色色紙當作目標物，圖 28 為結果分析圖。

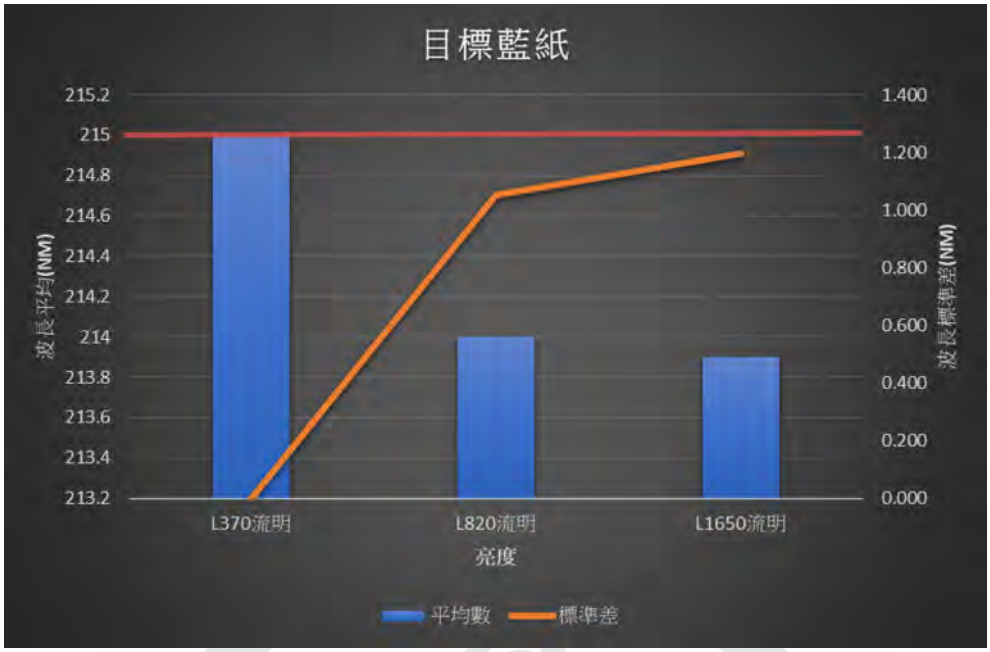


圖 28.不同亮度結果分析圖

在圖 27 中紅線為預期真值，其結果顯示：

準確度：370 流明＞820 流明＞1650 流明

精確度：370 流明＞820 流明＞1650 流明

三、距離

在不同偵測距離實驗中我們採用藍色色紙當作目標物，圖 29 為結果分析圖。

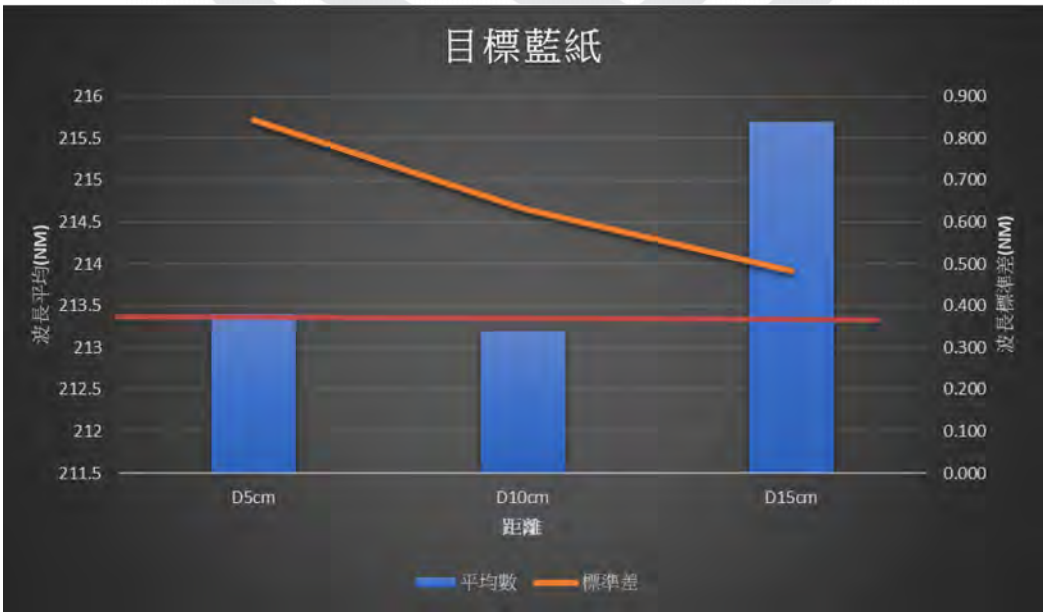


圖 29.不同亮度結果分析圖

在圖 29 中紅線為預期真值，其結果顯示：

準確度：5CM＞10CM＞15CM

精確度：15CM＞10CM＞5CM

四、光源高度

在不同光源高度實驗中我們採用藍色色紙當作目標物，圖 30 為結果分析圖，在圖 30 中紅線為預期真值，其結果顯示：

準確度：55CM＞70CM＞85CM

精確度：70CM＞85CM＞55CM

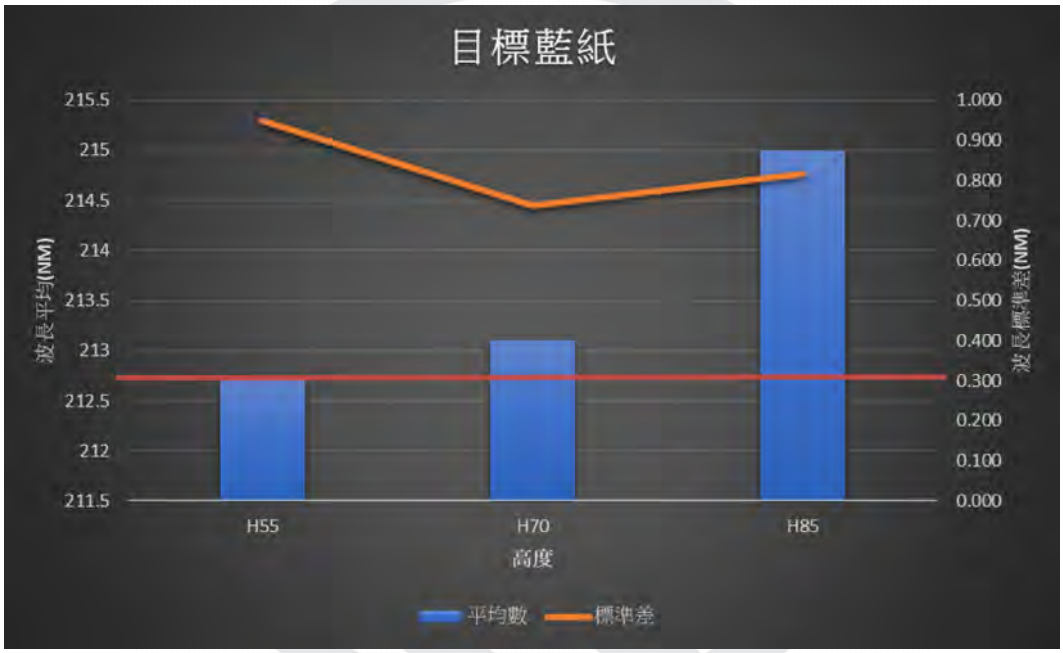


圖 30.不同光源高度結果分析圖

伍、討論

一、顏色

在此實驗的結果中我們發現準確度高的都是與目標物色紙顏色相同的光，其餘顏色的光測出的色相度數都和其顏色接近。

例子一：從圖 31 中發現當目標物為藍色色紙時照綠光色相度數平均為 140.4(綠色) 照紅光色相度數平均為 356.8(紅色)[5]

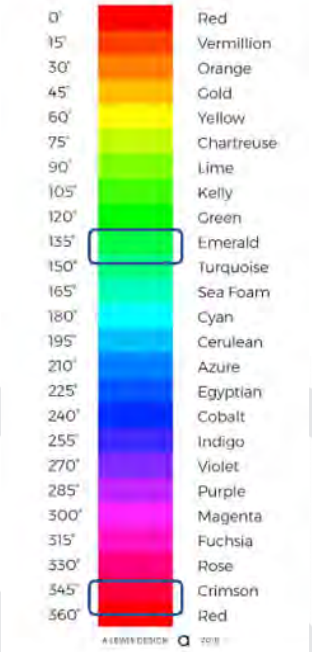


圖 31.色相度數對照圖

在實驗中所測量的數值經整理成表 2，從表 2 色相度一覽表我們推測的原因是當目標物為藍色色紙時照綠光因為藍色色紙只反射藍光，而在照綠光的情況下不會反射任何光，導致感測器只會測到環境中的綠光。

表 2.不同色紙在不同頻率色相度一覽表

	白色光	紅色光	綠色光	藍色光
紅紙	紅 362	紅 356.1	黃 56.3	藍 241.4
綠紙	綠 156.1	紅 358.1	綠 132.8	藍 239.4
藍紙	藍 224.2	紅 356.8	綠 140.4	藍 240

二、亮度

在此實驗的結果中我們發現越高流明準度與精度都越低。高流明的光源，由於其發散度大和波長分布不均勻，可能會導致光束的穩定性和一致性下降，

[5] 色相度數對照圖(https://www.pinterest.com/pin/624875135731312 31/)

從而影響其準度和精度。顏色感測器通常是使用光學感測元件（例如光電二極管或光敏電阻）來檢測目標物的顏色。當光源的流明越高，代表發出的光線強度越大，但同時也可能會使得目標物反射回來的光線過於強烈，導致感測器元件受到饋回，進而影響感測器的準度和精度。此外，光源的光譜分佈也會對顏色感測器的性能產生影響。一些光源可能在某些波長的光線較強，而在其他波長的光線較弱，這可能會導致顏色感測器對某些顏色的準確度較低。

三、距離

在此實驗的結果中我們發現感測器距離目標物越遠準確度越低但精確度越高。

當顏色感測器距離目標物越遠時，可能會有以下原因導致準確度降低，但精確度提高：

1. 光強度下降：當感測器距離目標物越遠，從目標物反射回來的光的強度就會降低。這可能會導致感測器測量的信號噪聲比例增加，進而影響感測器的準確度。
2. 色彩失真：當光線經過空氣中的塵埃、霧氣等物質時，會被散射並產生顏色偏差。當感測器距離目標物越遠，光線穿過的空氣距離也會增加，進而增加顏色失真的可能性，從而影響準確度。

四、光源高度

在此實驗的結果中我們發現光源高度越高準確度越低。當光源高度越高時，顏色感測器的準確度可能會下降，可能因為以下原因：

1. 光線的折射：當光源高度越高時，光線會以更直的角度進入感測器，這可能會導致光線在傳播過程中產生折射。折射會改變光線的方向和強度，從而影響顏色感測器的準確度。
2. 照明均勻性：當光源高度越高時，照明均勻性可能會受到影響。在某些情況下，光源高度越高，感測器所接收到的光照強度可能會不均勻，從而導致顏色感測器的準確度下降。

參考文獻

王尊信、洪連輝(2009)。可見光譜。科學 Online。

https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2454

周偉謨(2018)。VEX IQ 機器人基礎篇:進入 VEX Robotics 世界的敲門磚。新北市:碩亞數碼科技有限公司。

周偉謨、沈育如(2020)。VEX IQ 機器人基礎篇:進入 VEX Robotics 的世界。新北市:碩亞數碼科技有限公司。

Using the IQ Optical Sensor。https://kb.vex.com/hc/en-us/articles/4407229044500-Using-the-IQ-Optical-Sensor

臺灣成人流行音樂非同步線上教學設計

Asynchronous Online Instructional Design of Taiwan Popular Music for Adults

劉身威[1] 趙貞怡[2]

LIU, SHEN WEI[1] CHAO, JEN YI[2]

[1]國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

[1] National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Student

E-mail：a2110n3002@grad.ntue.edu.tw

[2]國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授

[2] National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Professor

E-mail：jychao@tea.ntue.edu.tw

摘要

本研究探討成人在教育機構學習流行音樂的現況，並以ADDIE模型中ADD三階段為基礎，設計以Vodcast為形式的臺灣成人流行音樂非同步線上教學，再利用Nearpod於教材中加入即時問答，以提升課程互動性及趣味性，期能以此促進學習。

關鍵字：非同步線上教學設計、成人學習、vodcast、流行音樂學習、ADDIE模型

Abstract

This research explores the current situation of adults who learn popular music in non-formal education institutions. Based on the ADDIE model, the ADD phases are utilized to develop an asynchronous online instructional design of Taiwan popular music for adults by using Vodcast as the main format. Nearpod is also used to add real-time quizzes in the materials to enhance course interactivity and interest, with the hope of promoting learning.

Keywords：asynchronous online instructional design, adult learning, vodcast, popular music learning, ADDIE model

壹、 前言

一、研究背景

音樂學習亦是文化脈絡的學習（Green, 2006），所以音樂鑑賞能力與表演技巧的訓練應是同等重要，而要了解其文化的堆疊，需透過歷史演進的分析及音樂知識的學習（Green, 2012），音樂史有助學習者建立音樂的基礎概念，並給予一個清晰的理解架構（謝素月，2005），所以在臺灣的音樂科系中，無論學習者是學習演唱或器樂演奏，音樂史都被列為必修科目，作為學習音樂鑑賞素養的基礎；而研究者在臺北市某成人歌唱學習機構任職十年，發現大部份成人流行音樂學習者，在學習上著重於流行歌曲的演唱訓練，只追求演唱技巧的提升，常忽略流行文化的意涵與音樂發展的脈絡，缺少音樂鑑賞能力的培養，甚是可惜，而學習音樂相關知識，可幫助正確掌握音樂作品所表達的意涵（錢仁康，2010），對演唱詮釋亦有助益，故研究者在任職單位的課程中排入一門「臺灣流行音樂概論」，課程內容初探自 1987 年臺灣解嚴後，至今臺灣流行音樂在社會文化變遷、編曲科技及未來展望等面向的發展脈絡，期能透過此課程讓學習者鑑賞流行音樂時，不會只探究演唱的技巧面，而能有不同思考面向。

二、研究動機

音樂史屬史哲類的課程，其中包含許多音樂事實性的知識，在臺灣的音樂教育中，以講述式的授課教學居多而導致學生興趣缺缺、容易分心，這亦是教學現場所遇到的困境（楊芯郁，2022）；再者其評量方式多為背誦類的考試，如沒有確實花上時間記憶，也很難取得高分，影響學習動機也降低學生的成就感（盧雨芯，2009），且潘書玲（2021）也發現，社會變遷的議題融入音樂教育中，有助學習者理解歌曲的意涵，能引起學習動機；若能透過教學設計使課程提升趣味性並符合成人需求，應能有效促進學習，故本研究擬以 ADDIE（分析、設計、發展、實施、評估）模型的 ADD 三個階段為架構，利用 vodcast 的形式建立一非同步的線上教學設計，並於影片中利用 Nearpod 建立即時問答，希望在這樣的教學設計下，帶給學生不同於以往的學習體驗。

三、研究目的與問題

基於上述研究背景與動機，本研究之研究目的如下：

（一）探討臺灣成人流行音樂學習現況

（二）以 ADDIE 模型中的 ADD 三階段分析、設計與發展臺灣成人流行音樂非同步線上教學設計

欲探討的問題如下：

（一）臺灣成人流行音樂學習現況為何？

（二）探討如何以 ADDIE 模型中的 ADD 三階段分析、設計與發展臺灣成人流行音樂非同步教學設計？

貳、 文獻探討

一、臺灣成人流行音樂學習的意涵與現況

（一）臺灣成人流行音樂學習的意涵

李明璁在 2015 年出版的《時代迴音》一書中，將流行音樂（popular music）定義為：「永遠帶著矛盾張力、卻也因此極為豐富有趣的文化表現，它兼容並蓄或說紛雜並陳了流行與反流行、傳統與現代、庶民與精英、商業與藝術等不同思維和感受的音樂」，故我們要解構流行音樂一詞，直觀上可將之看作「流行」與「音樂」兩種元素的結合，此定義說明了流行是一種文化表現，且若以時間與空間兩個向度對流行的意涵進行討論，可得到流行為「快速且善變的，其擴散總是廣度有餘而深度不足」（李明璁，2015）；為限縮研究的教學設計範圍，並在此脈絡下定義流行音樂，本研究中所指稱之流行音樂為：「在一定時間內廣為流傳於民間的歌曲」；而成人流行音樂學習者則為「年滿 18 歲，對流行音樂感興趣，進而參與學習活動的學習者」。

（二）臺灣成人流行音樂學習的現況

小蟲（1958-）本名陳煥昌，是臺灣知名的華語音樂創作及製作人，2015 年接受臺灣流行音樂資料庫的專訪時，回憶初學流行音樂作曲與編曲時，這樣說道：

我記得那時候張弘毅老師在家教鋼琴，我去找他上課…下他會讓我分析一首歌的旋律，你怎麼編進所有的和弦，然後下一次來上課的時候彈奏給他聽…他會跟你解釋和弦用進去的時候哪裡不恰當？為什麼不恰當？…我從他身上學到很多作音樂的態度…（臺灣流行音樂資料庫-音樂人口述歷史）

早期臺灣正規教育中的音樂教育是以古典音樂為主（Green, 2002），透過這一段訪談內容，我們可窺見當時流行音樂的學習模式，學習者如需流行音樂的相關課程，則會到有經驗、有名氣的老師家中，透過非正規教育的一對一學習，依不同老師的教學風格而有不同的學習方式；這情況直到文化部於 2014 年起推動

「流行音樂產業發展旗艦計畫」才有不同發展，此計畫鼓勵大專院校設立流行音樂學位學程，臺灣流行音樂的學習才正式走入正規教育中；根據教育部統計，目前臺灣可供 18 歲以上學習者參與，與流行音樂相關的學程，正規教育中大學部 12 間及研究所 4 間；而非正規教育機構共有 8 間。

根據各校及機構網頁上公開的課綱等相關資訊，高教機構的流行音樂課程偏向「數位音樂」或「音樂創作」，如：中山大學、輔仁大學、中國科技大學、中原大學及臺南藝術大學等；佛光大學則是以傳播理論為主軸，強調流行音樂的傳遞性；崇右影藝科技大學則是以演藝事業為主；另外，僅臺南藝術大學、遠東科技大學及中國科技大學開課的課程有涵蓋「流行音樂史」，可見臺灣流行音樂的學習仍偏重實務類課程。而非正規教育的 8 間流行音樂學習機構，包含：這球歌唱專門學院、阿右聲音表演工作室、海恩音樂、聲音平衡教學系統、SV 科學歌唱、仁聲學苑及華視訓練中心歌唱班，則全數開設「流行歌曲演唱」類的課程，針對流行歌曲的表演技巧及演繹的內容進行教學。

二、成人非同步線上教學設計的原則與應用

（一）非同步線上教學設計的意涵

數位學習（ELearning）是一種透過網際網路、組織內外部網絡或光碟，整合學習資源的學習模式（Arshavskiy, 2018），可分為同步（synchronous）及非同步（asynchronous）兩種授課形式；其中非同步數位學習是指講師透過數位媒材（例如：影像或聲音），以非現場且非即時性的方式講授課程，學習者則在自己選定的載具上學習，此種方式不受實體場域的限制，學習者也可依自己的學習進度分配時間，而線上學習（online learning）則為利用載具連上網路進行學習的一種體驗（Dhawan, 2020），所以我們可說非同步線上教學設計，是一種利用不同的教學設計模型、結合適切的教學策略，設計出符合學習者需求的課程，學習者可利用網路連線，在載具上進行數位學習；也因此，我們亦可說非同步線上教學設計是一學習者中心取向的教學設計。

（二）非同步線上教學設計於成人學習的原則

成人參與學習多數為帶職進修，大部分成人學習者認為同步的數位學習不實用（Arshavskiy, 2018），所以非同步線上學習近來廣為成人學習者所接受，為教育工作者提供了一種高效的授課方式，以最少的時間和資源及最快的速度來傳達知識和技能。Bloomberg（2021）認為學習者體驗是非同步線上教學設計的關鍵，並提出三項教學設計的原則：

1.學習者中心取向：教學設計者創建符合學習者需求的學習環境，可以提高學習者的參與度

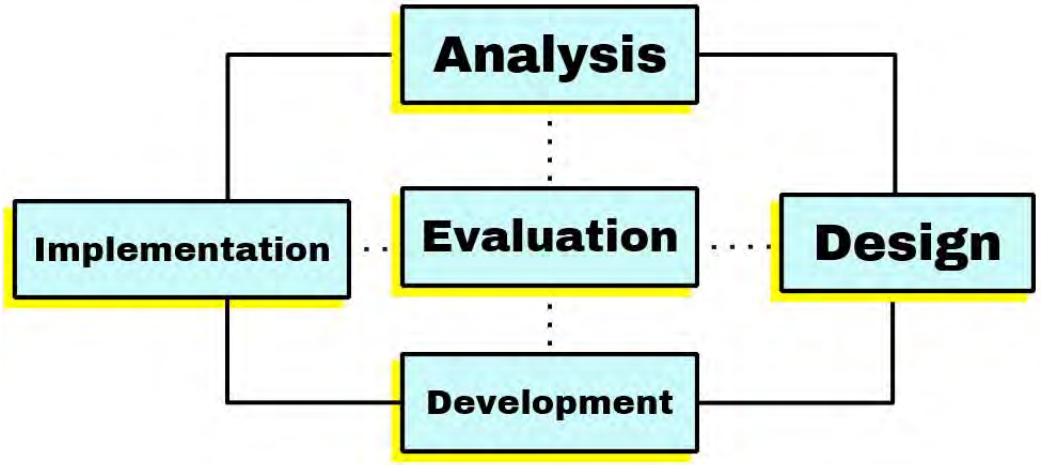
2.以多元化的學習形式進行設計：非同步線上教學的優點之一，是學習者可自行安排學習時間及地點，因此教學設計者需提供多種形式的學習媒材，以滿足學習者不同的學習需求；此外，可以使用互動元素以促進學習者的互動和參與
3.評量學習：非同步線上教學需要有明確的評量機制，這有助學習者了解他們的學習情況，及需要進一步學習之處；且教學者亦可根據評量結果調整教學策略。而以本研究為例，使用 Nearpod 建構的即時問答系統，可針對教學內容，在教學影片段落中設定不同題型（如：選擇題或問答題），設計者可直接在後台中查看學習者作答的情形，了解學習者學習情況。

參、 臺灣成人流行音樂非同步教學設計

本研究以 ADDIE 模型架構中的 ADD 三個階段，分析、設計及發展，設計臺灣成人流行音樂非同步教學；ADDIE 模型為一種系統化教學設計，常用於教學設計與教育訓練，最早可溯源至 1950 年代軟體開發的瀑布方法論（waterfall methodology），一個步驟完成後才接續下一步驟，循序漸進完成設計，也因此 ADDIE 設計太過線性、曠日廢時，因此改良後的 ADDIE 模型採循環式的設計（Arshavskiy, 2018），如下圖所示：

圖 3-1

循環式 ADDIE 模型圖



註：引自”Instructional Design Model,” by M. Arshavskiy, *Instructional Design for ELearning : Essential guide for designing successful eLearning courses*（2nd ed., p.26）, 2018, CreateSpace Independent Publishing Platform.

本研究所使用各階段分述如下：

一、分析階段（Analysis）

（一）學習者分析

研究者任職場域的學習者年齡分布在 18 到 45 歲，入班前皆須參加過機構舉辦的入學考試，內容分為兩階段，第一階段為「現場清唱一首流行歌」，由班內老師針對音準、節奏及音樂性進行評分；第二階段「面試」，用以了解學員對流行歌演唱基本的概念，及前來參加課程的動機，所以學習者，對大部分音樂學習語言如：音準、節拍等，都能大致上說出定義，所以音樂上的基本溝通應無虞；而根據學習者的樣態，此課程將以成人為對象進行教學設計。

（二）課程內容分析

學習者所參與的課程內容共四階段，其中第一、二階段為歌唱技巧基本功，包括呼吸及發聲訓練、咬字練習、節奏及基礎樂理、音感聽力訓練、各種共鳴腔的訓練及共鳴音色運用；第三階段開始進入歌唱情感表達類課程，包括個人聲音分析、聲音表情訓練、爆發力訓練、歌曲情感表達；第四階段為結業錄音製作；此數位課程為第二階段及第三階段的銜接課程，為能幫助學習者理解各種流行音樂風格及編曲的演進，故內容設定在初探自 1987 年臺灣解嚴後，至今臺灣流行音樂在文化、編曲科技及未來展望等面向的發展脈絡。

（三）媒體科技分析

本研究將講述式的課程內容改製成 vodcast 形式的線上數位教材，根據 Clark 及 Mayer（2003）提出之多媒體教材訊息設計的多媒體原則，本研究採用 vodcast 的形式；vodcast 為影像及聲音撥放的介面，故製作上要分為聲音及影像兩部份；使用 Nuendo 做為聲音錄製與編輯的軟體，動畫繪製使用 Powerpoint，而使用 Premiere Pro 將錄製好的聲音及動畫，進行對軌與編輯，最後再使用 Nearpod，於影片中加入選擇題及開放式問題。

成人學習者大多是在職進修，他們較偏好非同步線上課程（Arshavskiy, 2018），因非同步線上課程可讓在職學習者自行安排時間，故本研究選擇使用非同步線上方式呈現。

二、設計階段（Design）

（一）學習目標

本教學設計將互動式的問答元素加入影音平台中，並融入臺灣流行音樂概論課程中，期能增加課程趣味性，以達到促進學習的效果，並達到以下目標：

1.學習者能說出文本中流行音樂的定義，並歸納臺灣流行音樂發展的重大事件與代表性人物

2.學習者能辨別不同時期的，在曲風、編曲及音色上的差異，並能唱出部分不同年代的流行歌曲

3.學習者能就曲風及編曲上兩個面向分析不同年代流行歌曲的風格

（二）設計原則

Clark 與 Mayer（2003）提出多媒體教材訊息設計的九個原則，分別為：多媒體原則（multimedia principle） 、形式原則（modality principle）、時間接近原則（temporal contiguity principle）、空間接近原則（spatial contiguity principle）、多餘原則 （redundancy principle）、分割原則（segmentation principle）、連慣性原則（coherence principle）、個別差異原則（individual differences principle）、信號原則 （signaling principle），本研究援引其中相關的四項作為設計原則：

1.多媒體原則：訊息同時透過圖片及文字刺激學習者接收，能使學習者能建構圖像與語文的心智模式

2.形式原則：講解畫面中的影像時，使用聲音敘述會比僅用文字說明的效果佳，因此本設計所採用 vodcast 影音介面作為教材的呈現

3.時間接近原則：圖像與相對應的詞語同時呈現時，學習成效較佳

4.連貫性原則：教材訊息設計的影像、旁白、音效及音樂都需要與學習相關可提升學習成效

本研究採根據以上原則設計數位教材，教材中包含影像、旁白、襯底音樂及範例音樂，具備影像及音樂雙重刺激。

三、發展階段（Development）

（一）教材文本發展

本研究課程內容講述自 1987 年臺灣解嚴後，臺灣流行音樂的流變，以編曲科技為主軸，依不同時期的編曲科技形式分為不同階段，課程大綱標題：

1.前言

2.流行音樂及流行歌的定義

3.從 0715 談起

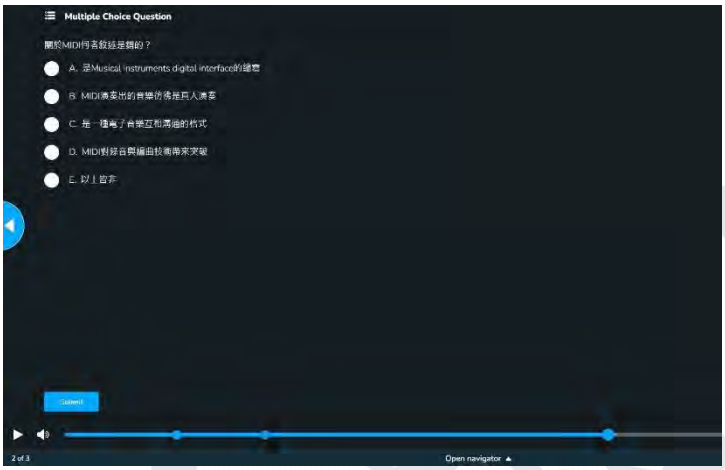
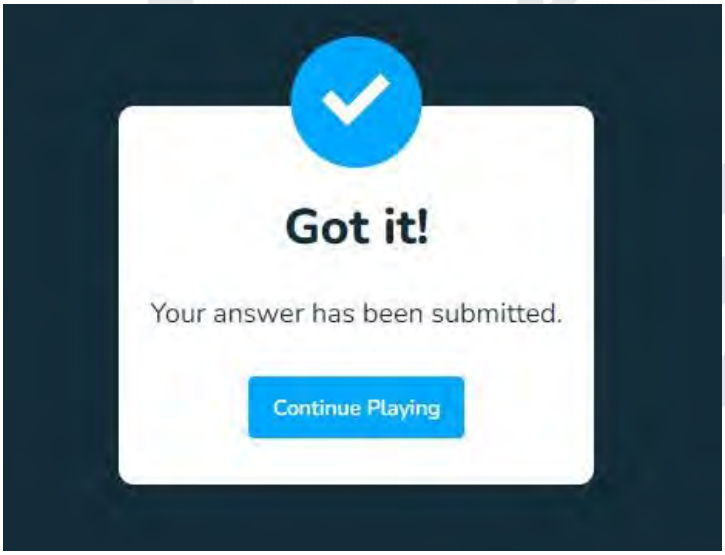
4.戀曲 1990，你出生了嗎？
5.1995 年，你開始聽流行歌了嗎？
6.千禧年的感官突破
7.2015 以後，多元元素結合，哲學音樂的降臨
8.2022 未來進行式

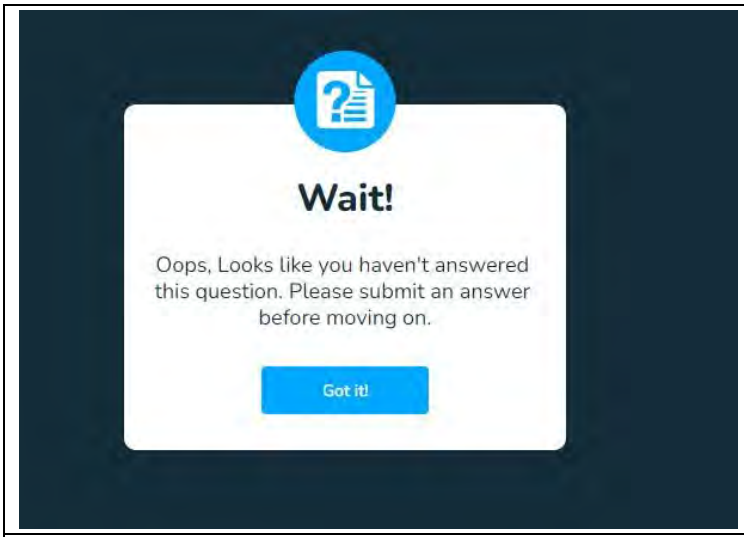
（二）數位教材發展

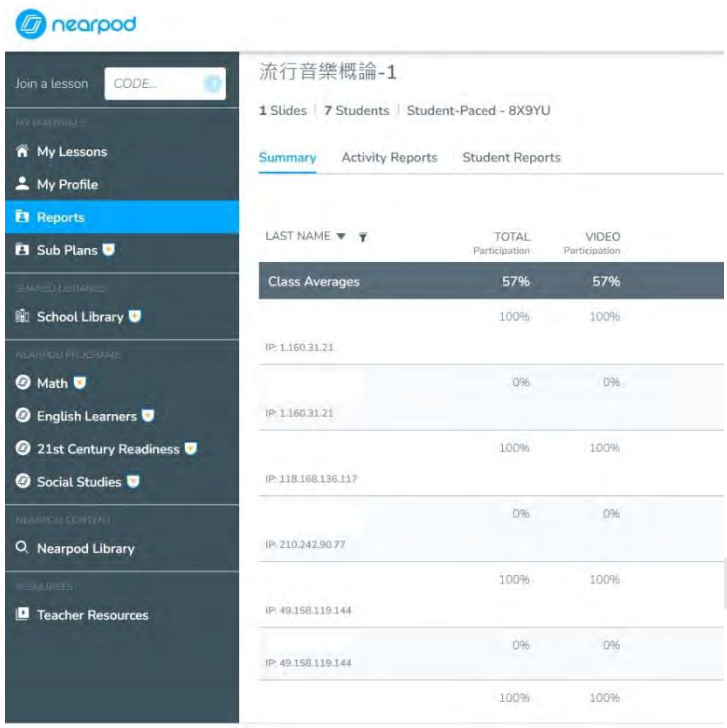
教材分為影像、旁白配音、襯底音樂及範例音樂四個元素；Arshavskiy（2018）認為聲音是數位學習課程中的關鍵元素，因為聲音是同時傳遞訊息和潛在涵義的有力工具，講者的聲音可以提供內容的提示，幫助學習者之後記住和檢索訊息，故聲音敘述應清晰並易於理解，且不能有任何干擾學習過程的環境噪音；所以特地租用任職機構的錄音室，進行旁白配音的錄製，以確保音質完整；教材呈現如下表：

表 1
教材畫面節錄

教材畫面	說明
	進入畫面
	課程內容畫面

	開放式題型作答畫面
	選擇題作答畫面
	作答成功畫面

	未作答成功畫面，每一題都為必答題，作答完成才可繼續課程
	移動式的引導圖（一）能讓學習者了解現在講述哪一個階段的內容
	移動式的引導圖（二），能讓學習者了解現在在講述哪一個階段的內容

	Nearpod 後台介面，可知道學習者的得分率及填答情形，掌握學習成效

伍、 結語及未來展望

本研究以 ADDIE 模型中 ADD 三階段，及 Clark 與 Mayer（2003）提出之多媒體教材訊息設計的原則，作為臺灣成人流行音樂教學及非同步線上教材設計之依據，透過 vodcast 並融入互動式問答元素，期能促進學習，並厚實教學設計的相關研究；Arshavskiy（2018）認為聲音是數位課程中的關鍵元素，但研究者在錄製旁白時，雖然錄音品質高但研究者講述課程的聲音過於平淡缺少起伏，較難帶動學習情緒；另外，研究者建置數位教材時，為使課程趣味化加入即時問答的互動元素，但經實際使用發現，互動介面不會因使用載具不同調整版面，故若使用智慧型手機打開課程網頁，會因篇幅大小而無法回答問題，所以在後續研究中，當分析學習者需求時，應善用學習者熟稔且習慣的訊息接收途徑，以建構貼近學習者需求的使用者介面，讓學習者可自主獨立、自在地使用數位學習媒材（陳奕璇，2022），除此之外，研究者認為亦可同時開發多種不同的介面，提供學習者多元選擇，以進行有意義且有效的學習；最後，因 Nearpod 後台會不定期更新課程代碼，影響學習者登入的狀況，影響學習者時間上的安排，而多半在現實生活中，同時扮演多種角色的成人學習者，在時間與精力上都略顯不足（鄭瑞昌等，2017），故當發展數位學習教材時，應避免前置作業過於繁複或是操作困難，如此易使學習者產生挫折感與無力感，而降低學習意願與學習成效。

參考文獻

一、 中文部分

李明璁（2015）。**時代廻音**。台北市：大塊文化。

陳芷茹（2017）。應用混成式學習於成人學習之實證經驗。**數位與開放學習期刊，7**，50-66。

陳奕璇（2022）。師資培育生數位媒材設計實作歷程之策略應用。**臺灣教育研究期刊，3（6）**，141-170。

楊芯郁（2022）。**學思達教學法應用於流行音樂社團音樂欣賞知識教學之行動研究（未出版之碩士論文）**。國立臺北教育大學，台北市。

潘書玲（2021）。**美麗島禁歌：台灣社會變遷議題融入國小音樂課程之個案研究（未出版之碩士論文）**。國立高雄師範大學，高雄市。

鄭瑞昌、賴煒曾及李家豪（2017）。淺談數位學習應用於成人教育的困境與因應之道。**數位與開放學習期刊，7**，50-66。

盧雨芯（2009）。引起學習動機—國中歷史課導言設計。**歷史教育，15**，153-222。

賴虹宇、趙貞怡（2021）。**國中資源班閱讀困難學生多媒體互動教材分析與設計—以《A Day For Andy》為例**〔海報發表〕。2021 數位學習與教育科技國研討會，台北市，臺灣。

錢仁康（2010）。**音樂欣賞**。台北市：五南。

謝素月（2005）。**學科取向音樂教育（DBME）課程發展模式建構之研究（博士論文）**。國立臺北師範學院，台北市。

文化部（2014）。臺灣流行音樂資料庫：音樂人口述歷史。取自 https://pmdb.taipei/musichismainlist?uid=2

二、 英文部分

Arshavskiy, M. (2018). *Instructional Design for ELearning: Essential guide for designing successful eLearning courses(2nd)*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

Bloomberg, L.D. (2021). *Designing and Delivering Effective Online Instruction : How to Engage Adult Learners.* Teachers College press.

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2003). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning.* San Francisco: Jossey-Bass.

Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of Educational Technology Systems, 49(1)*, 5-22.

Gordon, E.E. (2012). *Learning Sequences in Music: A contemporary music learning theory.* Gia publications, Inc.

Green, L. (2002). How Popular Musicians Learn. A Way Head for Music education. Aldershot: Ashgate.

Green, L. (2006). Popular Music Education in and for Itself, and for Other Music: Current Research in the Classroom. *International Journal of Music Education, 24(2*) , 103-120.

採用網路音樂串流平台建構音樂風格分類機制：以音樂素養教育應用為例

A Music Genre Classification Mechanism for Enhancing Music Literacy Through Online Music Streaming Platform

陳昱安[1] 胡志堅[2]
CHEN, YU AN[1] HU, CHIH CHIEN[2]
[1] 大同大學 資訊經營學系研究所 研究生
[1] Tatung University Department of Information Management Student
E-mail：g11012005@o365.ttu.edu.tw
[2] 大同大學 資訊經營學系研究所 助理教授
[2] Tatung University Department of Information Management Assistant Professor
E-mail：holdenhu@gm.ttu.edu.tw

摘要

音樂美感儼然成為教育核心素養，透過音樂教學實踐引導學生認識各種音樂風格，習得音樂知識是音樂教學的重要途徑。為了協助學生運用音樂串流平台的資源，體驗並融入音樂教學活動。本研究採用卷積神經網路(CNN)模型架構進行音樂風格分類，藉此讓學生於聆聽音樂的過程中能夠習得音樂流派的特徵與知識。實驗結果顯示，所提出的模型在網路音樂串流平台的分類實證上，具有 87%的準確率。因此，若結合此方法於音樂串流平台，將可應用於音樂素養教學的輔助使用。未來研究，建議改善並增進音樂資訊檢索的準確率與效率。

關鍵詞：音樂風格分類、卷積神經網路、音樂資訊檢索、音樂教育

Abstract

Music aesthetics has become the core competence in education. Through music teaching practice, guiding students to understand various music genres and acquiring music knowledge is an important way of music education. This study uses a convolutional neural network (CNN) model to classify music genres, then students can acquire the characteristics and knowledge of music genres. Experimental results show that the proposed model has an accuracy rate of 87% in the classification of online music streaming platforms. Therefore, the proposed method can be integrated to a music streaming platform for music literacy education. For future research, it is suggested to improve the accuracy and efficiency of music information retrieval.

Keywords: music genre classification, convolutional neural network (CNN), music information retrieval (MIR), music literacy education

壹、 前言

資通訊技術的發展，促使音樂串流平台成為現今音樂通路的主要管道。截至 2022 年止，Apple Music 已逾 1 億首歌曲、Amazon Music 超過 9000 萬首、第三順位的 Spotify 亦有 8200 萬首作品(易起宇, 民 111 年)。音樂素養課程常藉由音樂欣賞(music appreciation)的學習活動來激發學生的學習動機(Asmus, 2021)，建立學生認知音樂與生活之間的關係。所以，音樂教育工作者常鼓勵學生藉由學校的音樂教育，或日常的音樂體驗來培養音樂素養(Green, 2006)。網路音樂串流平台大量風格多元的音樂作品，切乎音樂素養教育之需求。現今音樂素養導向教學中，以「表現」、「鑑賞」、「實踐」為課程架構，鼓勵學生參與體驗音樂活動、聆聽多種音樂風格作品，以理解音樂要素與型態(陳育恬 & 鄭勝耀, 2022; 鄭英傑, 2022)。企盼培養學生的音樂「審美感知」與「審美理解」(陳育恬 & 鄭勝耀, 2022)。

然而，特定音樂作品會流行、或受到人們的喜愛，往往與其音樂特徵有關，每首音樂作品皆有獨特的音樂特徵。每一種音樂類型的音樂特徵具有一定程度的相似性，聆聽者對於相似的音樂特徵之評價通常會趨於一致。因此，若能精準的評估音樂作品的音樂特徵，將學習者所喜愛的音樂作品以相似的特徵進行分類，則能協助教師有效地選擇合適的音樂作品融入音樂教學活動。同樣地，學習者自學的過程中，可以快速取得偏好的音樂風格進行聆聽體驗與學習。由於音樂串流平台擁有大量音樂資源，具有多樣風格與文化特色的音樂資源(陳育恬 & 鄭勝耀, 2022)，為了將其融入音樂教學活動，需要具備一音樂風格分類篩選機制。因此，本研究採用卷積神經網路（Convolutional neural network, CNN）模型架構(Ashraf et al., 2023)設計一音樂風格分類機制，藉此讓學習者可透過既有的網路音樂串流平台選擇不同類別的音樂作品，藉由聆聽串流音樂的過程夠體驗學習不同音樂流派的特徵與知識。研究過程為了尋求有效的分類模型，將音樂風格類別分為九類（即 blues、classical、country、disco、hip-hop、metal、pop、reggae、rock）。利用調節多種組合的模型訓練參數來改善音樂風格分類模型的準確率（accuracy），試圖強化音樂風格分類模型之泛化能力（generalization ability），擴展模型在測試用音樂庫（test set）的準確率。

實驗採用機械視覺技術，將音頻信號轉換成較相似於人耳聽覺感受的梅爾頻譜（Mel spectrogram）(Stevens, Volkmann, & Newman, 1937)，然後運用捲積神經網路將轉換後的梅爾頻譜圖資料進行處理，調整超參數（hyperparameter），並使用音頻資料增強模式（data augmentation）以提昇模型效能(Aguiar, Costa, & Silla, 2018)，以避免模型過度擬合（overfitting）問題，同時強化模型泛化能力。實驗過程發現，所採用的訓練用音樂庫（training set）透過超參數調整後，可以有效改善模型效能，具有 89%的準確率。

為了進一步評估所提出分類模型的效益，於是採用網路音樂串流平台「Apple Music」(易起宇, 民 111 年)資料庫的分類機制，並透過該資料庫取得測試資料（test set），共有九種類別，每一類別各隨機選擇 10 首作品，共 90 首，進行音樂風格分類模型的驗證分析。實驗結果得知，音樂風格分類具有 87%的準確率。因此，若將所建構的方法整合於網路音樂串流平台，方能輔助教師、與學習者，應用於音樂素養教學實踐中，並對日益遽增的大量音樂資料進行準確的自動化風格分類，省去以人工方式替資料進行標記作業，並可減少大量人力成本。

貳、 文獻探討

(一) 梅爾頻譜之轉換

研究指出(Wegel & Lane, 1924)，由於人耳的聽覺掩蔽效應（auditory masking）會導致人耳對於低頻頻率感受強度會高於相同能量的高頻頻率，因此(Stevens et al., 1937)提出了梅爾刻度（Mel Scale）。該方法可以將頻率（Hz）透過三角帶通濾波器（triangular bandpass filters）轉換為與人耳聽覺相似的梅爾刻度，轉換概念如式 1：

$$m = 2595 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right) \qquad \text{式 1}$$

其中 m 代表梅爾單位，f 代表頻率單位，其逆向變換公式如式 2：

$$f = 700 \cdot \left(10^{\frac{m}{2595}} - 1\right) \qquad \text{式 2}$$

繪製梅爾刻度的頻譜圖之前，須先將音頻數位訊號透過短時傅立葉轉換（short-time Fourier transform, STFT），將經過傅立葉變換（Fourier transform）的訊號，分析出時間、與頻域資料。隨即，使用 STFT 的複數運算結果$X(m,\omega)$，將其取絕對值並平方得到二維的實數矩陣如式 3：

$$S = |X(m,\omega)|^2 \qquad \text{式 3}$$

進一步，使用代表人耳聽覺感受的梅爾刻度進行內積，內積相乘後的二維矩陣即可繪製梅爾頻譜（Mel spectrogram）。

(二) 分類方法與深度學習

音樂曲風分類具有多種方法(Bahuleyan, 2018)，早期研究常使用特徵提取（feature extraction）、及深度學習模型（deep learning model）的機器學習方法進行音樂曲風的分類。基於特徵提取的方法，首先需要以人工方式定義音頻特徵，然後使用機器學習演算法，如邏輯迴歸分析（logistic regression, LR）、隨機森林（random forest, RF）、以及支持向量機（support vector machine, SVM）等方法進行分類。然而，基於深度學習模型的方法，通常採用 CNN 網路為深度學習模型架構(Poonia, Verma, & Malik, 2022; Ashraf et al., 2023)，或以 CNN 網路為基礎的 VGG（visual geometry group）深度學習模型架構(Bahuleyan, 2018)；VGG 網路運用更多的隱藏層、捲積層（convolution layer）、池化層（pooling layer），扁平層（flatten layer）、以及全連接層（fully connected layer）等，並使用更多的參數訓練，以提高準確率。其透過捲積核(kernel)的資料於扁平層(flatten)轉換成一維向量，再透過全連接層的 SoftMax 激活函數（activation function）將擷取到的特徵，透過預先定義的類別進行分類。此種圖像辨識技術已廣泛運用於圖像分類(Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2017)，首先將音頻轉換為頻譜圖(Spectrogram)，再使用 CNN 網路對頻譜圖進行音頻風格的分析與分類。從許多分類方式的性能評估研究中(Bahuleyan, 2018)，發現使用深度學習進行音樂曲風辨識的模型效能其準確率大多優於使用基於特徵提取的分類演算法。然而，採用 VGG 網路雖提升模型準確率，但卻大量地耗費訓練時間成本、與資源。

有鑑於此，本研究試圖在 CNN 網路架構下使用較少的參數，降低時間成本，並維持相近的分類準確率水準。根據研究指出(Aguiar et al., 2018; Costa, Oliveira, Koerich, & Gouyon)，於音樂

資訊檢索(music information retrieval, MIR)領域中對音頻資料進行採樣時，通常不會一整段內容直接分析，而是對全樂曲進行較短長度，且不重疊的切片。如此，可以去除音樂片段中不具代表性的部分，這種切片採樣策略可使模型處理具較高紋理特徵的圖像。亦有研究發現採用 CNN 學習分類方法可得到較優異的效能(Bahuleyan, 2018)，因此，本研究提出基於 CNN 架構的音樂風格分類機制。

(三) 捲積神經網路分類模型

CNN 網路中的捲積核（kernel）具有平移、翻轉、縮放、光照情形的不變性，使得實驗影像圖形內容並不會因所處的環境或背景不同，而對 CNN 網路的辨識能力造成影響(Poonia, Verma, & Malik, 2022; Ashraf et al., 2023)。相對地，不具備捲積核的全連接神經網路（fully-connect neural network, FNN），當圖片內容受環境影響產生變動，其輸出內容將會完全不同，而必須對變動內容進行重新學習，且不易捕捉特徵，導致效率低下，甚至難以進行學習。因此 CNN 神經網路於機器視覺領域中，經常受到廣泛運用及改良。式 4 用於表達捲積層的平移不變性，其中，x 表示輸入圖像，F 為捲積層的運算（Output = Input · Kernel），T 為平移的轉換。

$$F\big(T(x)\big) = T\big(F(x)\big) \qquad \text{式 4}$$

本研究將網路音樂串流平台的音樂作品分為 9 個類別，屬於多類別分類問題（Multi-Class Classification Problems）。因此，模型經過扁平層轉換多維度張量（tensor）輸出（output）成為一維度張量後，使用 SoftMax 激活函數，針對某一類別，加總所有可能的類別表徵特性，確保較小的值也有較小的概率，不會被捨棄掉；並產生對應於每一個分類結果的機率，其機率總和為 1。以機率方式來計算神經網路的輸出結果，最大值即代表預測結果。式 5 表示 SoftMax 函數之計算方式。其中，y_i代表為預測機率，C 代表為類別總數，z 為神經網路的預測值，i 為神經網路第 i 個輸出。

$$y_i = \frac{e^z i}{\sum_{j=0}^{C} e^z j} \qquad \text{式 5}$$

多類別分類問題經常採用 Categorical Cross-Entropy（CEE）損失函數，其使用 SoftMax 函數，並結合 Cross-Entropy 損失函數。因此，可計算每個類別的預測機率、以及與真實值之間的誤差。式 6 表達 CCE 函數計算方式，其中，y 為預期輸出結果，$\hat{y}$為 SoftMax 函數輸出結果，f為 SoftMax 函數，C 代表為類別總數，N為批次數量。

$$CCE = -\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=0}^{C} y_{i,j} \log\left(f\left(\widehat{y_{i,j}}\right)\right)}{N} \qquad \text{式 6}$$

參、 研究方法

(一) 實驗資料處理

本研究採用(Tzanetakis & Cook, 2002)提出之 GTZAN 資料集，進行實驗。其研究中使用音色紋理、節奏內容、音高內容等特徵來定義音樂特徵，將音樂分為 10 個流派類別（包括：Blues、Classical、Country、Disco、Hip-Hop、Jazz、Rock、Reggae、Pop、Metal），並驗證提出特徵對歌曲性能的重要性。每個流派類別中包含 100 個片段，長度均為 30 秒的節選，資料源於廣播、CD、

或 mp3 等音頻文件(取樣率 22050Hz、16 位元深度、單聲道儲存)。雖此資料集已廣為研究運用，(Sturm, 2012)指出 GTZAN 資料集中存在著標籤誤植情形，且於 Jazz 類別中第 54 個樣本有檔案壞軌狀況。因此，本研究捨去 Jazz 類別，以 9 種類別進行分類及訓練。本文將 GTZAN 資料集樣本分割為 3 秒一個片段(Aguiar et al., 2018; Costa et al.)，每首歌長度均等長為 30 秒，因此一首歌會被分割成 10 個片段，每一個類別 100 首歌，經過分割後每一個類別為 1000 個片段分割，共 9 個類別，且每類別共 1000 個切片樣本，總共 9000 個資料樣本作為訓練集。

(二) 音頻資料增強模式

為防範 CNN 學習效果過度擬合（overfitting），而造成模型不具備良好泛化（generalize）能力，應避免訓練資料不足、參數過多、資料樣式過於單一、抑或是模型設計過為複雜等。樣本數量過少的資料集，可透過資料增強來使樣本更加多樣化(Litjens et al., 2017)。同樣的，資料增強處理亦常運用於機器視覺辨識上(Shorten & Khoshgoftaar, 2019)，例如影像縮放、添加雜訊、旋轉影像、顏色調整、光源調整等。然而，資料增強方式須注意應用限制。例如，資料形式為時間序列的資料，應避免時間序列順序遭破壞，必須根據資料特性調節使用。

本研究使用的音樂資料屬於時間序列，時間的先後順序尤其重要，若發生改變則會使資料本身遭到破壞，適得其反。本文參考(Aguiar et al., 2018)所提出的音訊資料增強模式：

a. 加入白噪音：隨機加入不同強度的白噪音，以 0～0.5 之間的亂數(1 為最大值)為參數值。
b. 時間拉伸：將音頻資料播放速度調慢一倍到加速一倍之間隨機選擇(以 0.5～1.5 之間的亂數為參數值。
c. 改變音高：目前國際音樂慣用音律為十二平均律，即將一個八度音間平均切分為 12 個半音階。因此，可採用 0～11 之間的整數型態亂數為參數值，使樂曲調性於 12 個不同的調之間隨機選擇(當第 12 個半音時為高八度，聽覺上會與原曲調一樣，但頻率上會變為原本的 1/2)。
d. 反轉相位極性：以 0 或是-1 隨機選擇整數亂數，若為-1 則將聲波的相位進行反轉，促使聽覺上感受到聲波失去立體感。
e. 隨機增益：以 0～5 之間的浮點型態亂數為參數值，將音樂隨機進行增益調整，創造出聽覺上音量變大之感受。
f. 保留原始狀態：不加以處理，保留原始狀態。

以上方式以隨機選擇方式，每次擇一種方法，對原始音頻資料進行處理。根據上述對音頻進行處理後，再轉換成梅爾頻譜圖模型訓練資料，藉此產生多樣化資料，改善過度擬合問題。

(三) 梅爾頻譜圖轉換機制

將音頻資料進行切分後，將其轉為梅爾頻譜（使用 librosa 套件的 feature.melspectrogram 函數），將 MP3 格式的音頻轉換為 PNG 格式的頻譜圖。

轉換梅爾頻譜前，須先經過 STFT 變換，STFT 的計算需要使用到以下參數：n_fft＝2048 為 FFT 採樣的樣本數， win_length= 2048 為代表一個音框（frame），通常一個音框的長度會等於採樣的樣本數，hop_length 為跳躍步長，表示當音框在進行移動時有多少部分與上一個音框是重疊的，計算方式為將 win_length÷4 取整數=512，因此 hop_length＝512，並且使用的窗函數（window）

類型為 Hann windows，計算方式如式 7：

$$w(n) = 0.5 \cdot \left(1 - cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right)\right) \qquad \text{式 7}$$

$$n = 1 \cdots N$$

其中 N 為 n_fft，接下來要將音框化（frame blocking）後的資料與窗函數$w(n)$進行相乘來得到 STFT 計算結果，計算方式如式 8：

$$S(m,k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n+mH) \cdot w(n) \cdot e^{-i2\pi n\frac{k}{N}} \qquad \text{式 8}$$

$S(m,k)$為 STFT 計算結果。m為目前音框的起點，H為目前音框的終點，$w(n)$為窗函數，$e^{-i2\pi n\frac{k}{N}}$為離散傅立葉轉換。計算出結果為複數二維矩陣，並透過式 3 方法將結果取絕對值，進行平方運算，形成二維實數陣列，並與梅爾刻度進行內積。內積相乘後的二維矩陣，即可繪製梅爾頻譜，且最後再將梅爾頻譜值取對數，轉換為分貝單位(dB)，對梅爾頻譜圖進行可視化處理，如圖 1。

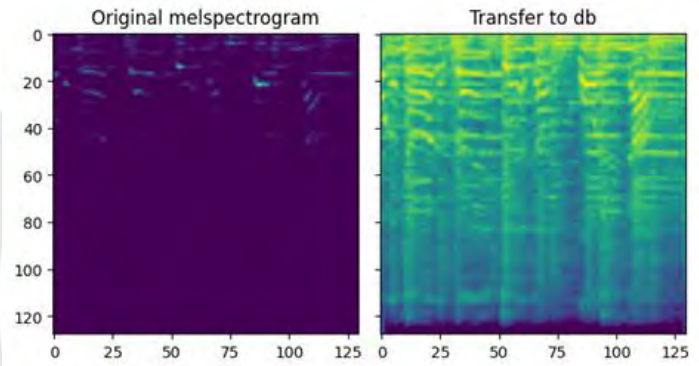


圖 1：經過可視化處理梅爾頻譜圖

(四) 模型訓練與測試

實驗過程將音樂資料訓練集、測試集、驗證集切割方式為 9:1:1，共有 8100 張頻譜圖作為訓練集，450 張作為測試集，450 張作為驗證集，圖片尺寸寬高為 288 × 432，色彩模式為 RGBA，因此通道數為 4。所以，訓練集、測試集、驗證集的圖形 shape 為（288,432,4），並設定每一個批次（batch）為 128，並不將測試集進行洗牌（shuffle），以利採用測試集繪製混淆矩陣，評估每類別辨識效能。為了比較不同參數設定下模型的效能，本研究使用以下超參數組合：(1) 影像增強資料的採用或不採用; (2) 網路輸出層標準化演算法（Batch Normalization） 的採用或不採用; (3) 不同的學習率（learning rate）之比較(0.00005、0.001、0.01、0.03）; (4)三種權重初始化之比較（RandomNormal = 0.01、glorot uniform、he normal）等。總共創造 48 種模型訓練組合（2 × 2 × 4 × 3 = 48），模型架構為 4 個捲積層，4 個捲積層皆使用 ReLU 激活函數，且分別都接上輸出大小為 2×2 的池化層，最後通過扁平層將資料壓縮為一維特徵張量，並傳入全連接層進行分類，全連接層輸出使用 SoftMax 激活函數，將輸出結果轉為機率形式；損失函數使用 Categorical Cross-Entropy，總迭代次數為 40 代，並且當正確率 Accuracy 超過總迭代的 1/3，即超過 12 次未上升時隨即停止訓練。最後機率數值最大則代表資料所在分類項目，輸出結果為 9 個類別，其模型中的使用資料來源、權重初始化參數，標準化方法、學習率參數皆依照不同的超參數組合變動。

肆、 實驗結果與討論

(一) 模型績效分析

由於模型訓練高達 48 種訓練組合，因此本研究僅保留準確率達 85%以上的模型(使用 Tensor Board)。觀察後發現，準確度較高的模型均有經過資料增強模式的處理，較低的學習率的參數可訓練出準確率較高的模型，但會降低模型收斂速度。避免此問題，應先以較高學習率執行訓練，並於準確率開始降低時再行調降學習率。

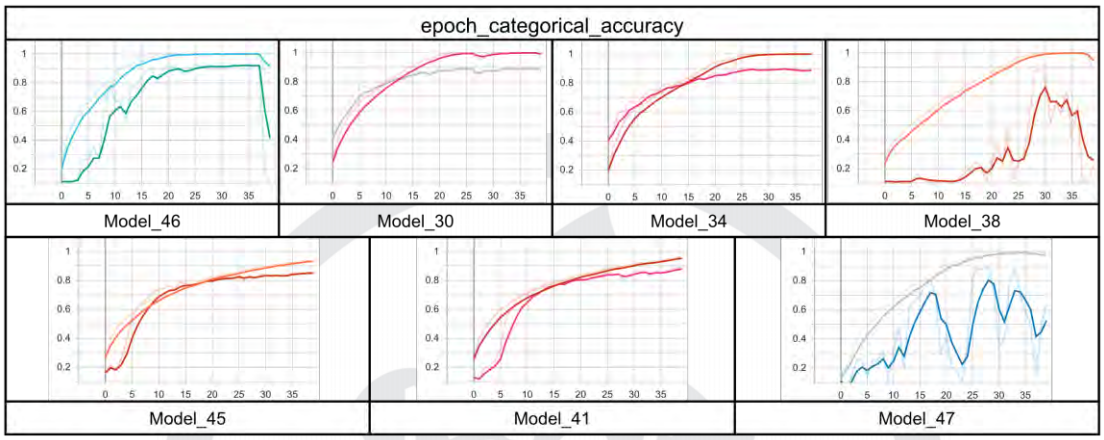


圖 2：模型分類效能圖表

此外，觀察超參數調整結果可發現，這些準確率 85%以上模型大多經過 Batch Normalization 處理，僅 30 及 34 號模型並未使用。觀察圖 2，發現大約於第 25~30 個迭代期間，模型準確率即停止上升；進一步與兩個準確率持續上升的模型（45 及 41 號）相比，訓練資料與驗證資料落差稍偏大。並繼續觀察超參數調整結果，資料增強模式、Batch Normalization、以及學習率等因素之調整，直接影響模型效能，然而權重初始化對模型的影響並不顯著。圖 2 中各模型之排列順序，由高準確率降冪至低準確率，然而準確率高的模型往往於學習階段後期的迭代產生了過度擬合現象，或因學習率較高而導致模型收斂速度加快使得學習波動率很大，起伏不定。另外，基於高準確率的模型效能總體指標，有可能驅使為達到高準確率而影響模型的訓練迭代，進而因為產生過度擬合現象，而導致準確率下降。因此，評估模型效能時，應該同時考量測試資料與實際場域驗證資料的差異性，選用較小損失率（loss rate）的模型，同時評估模型的泛化能力與準確率。綜合上述原因，最後挑選出 45 及 41 號模型作為候選模型。

(二) 混淆矩陣分析

針對所選模型 41 及 45 號，使用混淆矩陣（confusion matrix）進行分類成效的評估與分析，可藉此了解各個類別的分類品質。圖 3 呈現 41 號模型對測試集進行分類的表現，發現 41 號的 Country 風格音樂容易跟 Pop、以及 Rock 風格搞混，該類別之分類準確度為九個類別中最差。圖 4 則呈現 45 號模型對測試集進行分類的表現，從中發現混淆的項目分佈到了其它類別，且混淆的類別更多，與 41 號模型具有 Country、與 Rock 風格容易混淆的共通點。分析該原因，可追溯至 1960~1970 年代，發源於美國西部的鄉村搖滾音樂文化(维基百科编者, 2022)，大多由民間樂

手創作。因為，當時音樂經常會融合民族歷史、以及地方生活習慣等，於是當時的搖滾音樂亦經常結合鄉村音樂風格進行譜曲。綜合上述，得知模型 41 具有較佳的分類表現。

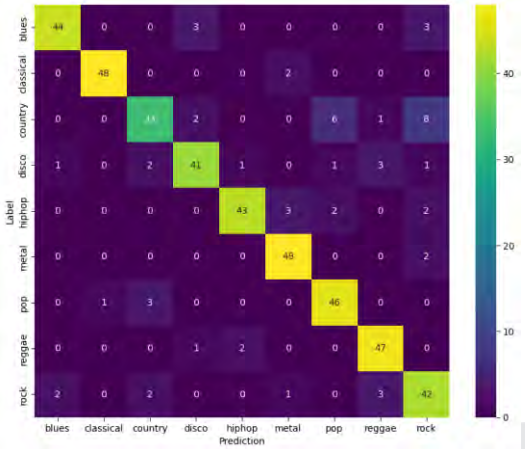


圖 3：模型 41 號混淆矩陣

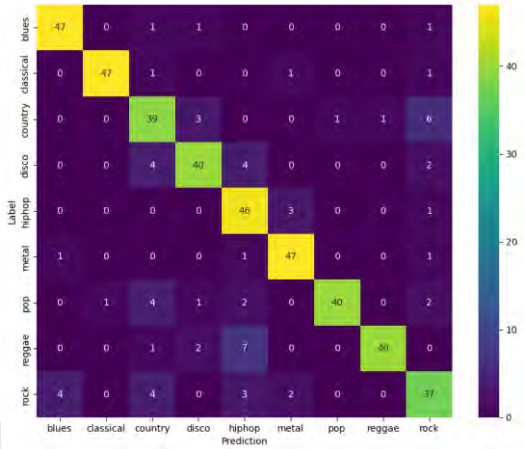


圖 4：模型 45 號混淆矩陣

(三) 網路音樂串流平台之音樂作品驗證分析

為了驗證模型泛化性、及強健性（robustness），本研究運用 Apple Music 音樂串流平台，將未於模型內訓練及定義標籤的新音樂，放入模型中進行分類；每類別共 10 首歌，共九類別，合計測試 90 首音樂，並分析其音樂風格以及分類錯誤的可能原因。資料前處理將歌曲截取 3 秒片段，並使用梅爾頻譜將頻譜圖片標準化，轉換成相同圖形尺寸的 PNG 檔，使用 41 號模型進行預測，並對預測結果進行統計分析。

如圖 5，可發現準確率最高的類別為 Classical，其次是 Metal，表現最差為 Rock 和 Disco 類別。其中，Rock 類別經常與 Country 以及 Blues 搞混，原因是 Rock 類別的音樂所使用的伴奏樂器通常為吉他，但音樂特性又並非如 Metal 重金屬般激動且吵雜；以音樂文化角度分析，Rock 音樂與 Country 音樂確實存在著互相影響的關係。另外，Disco 類別與 Hip-Hop 類別經常發生混淆；因為 Disco 音樂經常採用節奏鮮明的鼓點節奏作為前奏，Hip-Hop 同樣也屬於節奏鮮明的音樂，所以在前奏的預測上會經常與 Hip-Hop 類別發生混淆。

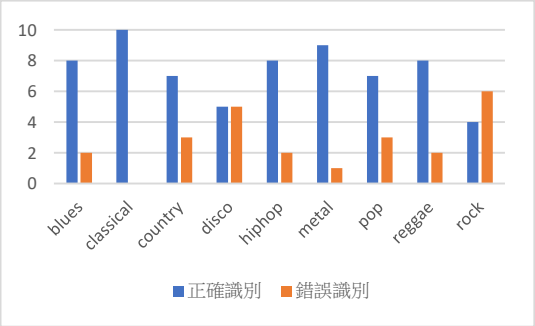


圖 5：模型預測結果統計分析

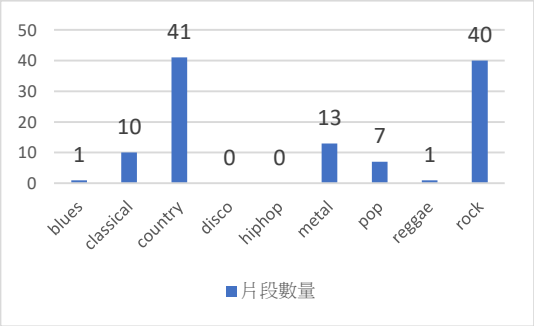


圖 6：全曲片段預測類別彙總

音樂創作靈感皆由心而發，音樂創作形式無須遵循公式，因此創作音樂亦經常融合了多種風格。作曲者個人的背景文化、偏好、與創意，將決定哪些風格的音樂會互相搭配(鄭英傑, 2022; 賴靈恩, 2015)，無固定的形式。由於音樂是一個注重整體感的藝術，當某個風格片段出現的次數明顯突出於其它風格時，便會帶給人就是此風格的感覺。因此，本研究進一步隨機取樣一音樂全曲，

進行 3 秒切片，並將每個切片轉換為頻譜圖，導入模型進行分析，試圖了解類別分布比率。於是，取樣 Country 類別中的第七首作品為例（原預測結果為 Rock 類別），使用此切片方法將原曲長 5 分 36 秒的作品切分為 113 個 3 秒片段，進行預測，結果如圖 6。觀察結果，Country 和 Rock 兩個類別的分布比率相當突出，充分解釋了為何 Country 類別的音樂會讓人們覺得有 Rock 類別的感覺。

總結上述分析，本研究所提出之方法與分類模型，其所驗證之分類結果與人類感受極為相似，顯示所提出之方法的強健性。因此教師或學習者對於實施數位媒體的教學使用，若導入本方法整合網路音樂串流平台，不僅可將大量音樂作品做為教學素材，還可以運用網路音樂串流平台進行創作展演與鑑賞之目的，實現學習者於日常生活中音樂參與的實踐效果。

伍、 結論

網路音樂串流平台的發展，成為現今音樂通路的主要管道，可運用於學校或日常的音樂體驗以培養學生音樂素養。網路音樂串流平台大量風格多元的音樂作品，切乎音樂素養教育之需求。因此，本研究採用卷積神經網路模型（CNN）架構一音樂風格分類機制。透過調節多種組合的模型訓練參數、音頻資料增強模式、以及梅爾頻譜轉換等策略，改善音樂風格分類模型的準確率，強化分類模型之泛化能力，擴展模型在教學實務應用上的音樂風格分類之準確率。實驗結果顯示，透過所提出之模型訓練策略，所建構的音樂風格分類模型，導入網路音樂串流平台之實證結果，具有 87%以上的分類準確率。因此，若將此功能結合於現有網路音樂串流平台，將能協助教師與學生有效地自動篩選合適的音樂作品，融入音樂教學活動。未來研究，將進一步提出增進音樂資訊檢索準確率與效率的改善機制。

參考文獻

Aguiar, R. L., Costa, Y. M. G., & Silla, C. N. (2018, 08-13 July). *Exploring Data Augmentation to Improve Music Genre Classification with ConvNets.* Paper presented at the 2018 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), Rio de Janeiro, Brazil.

Ashraf, M., Abid, F., Din, I. U., Rasheed, J., Yesiltepe, M., Yeo, S. F., & Ersoy, M. T. (2023). A Hybrid CNN and RNN Variant Model for Music Classification. Applied Sciences, 13(3), 1476.

Asmus, E. P. (2021). Motivation in music teaching and learning. *Visions of Research in Music Education, 16*(5), 31.

Bahuleyan, H. (2018). Music genre classification using machine learning techniques. *arXiv preprint arXiv:1804.01149*.

Costa, Y., Oliveira, L., Koerich, A., & Gouyon, F. (2013). *Music genre recognition based on visual features with dynamic ensemble of classifiers selection*.

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM, 60*(6), 84-90.

Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., . . . Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis, 42*, 60-88.

doi:10.1016/j.media.2017.07.005

poonia, s., verma, c., & Malik, N. (2022). Music Genre Classification using Machine Learning: A Comparative Study. *13*, 15-21.

Shorten, C., & Khoshgoftaar, T. M. (2019). A survey on image data augmentation for deep learning. *Journal of big data, 6*(1), 1-48.

Stevens, S. S., Volkmann, J., & Newman, E. B. (1937). A scale for the measurement of the psychological magnitude pitch. *The journal of the acoustical society of america, 8*(3), 185-190.

Sturm, B. L. (2012). *An analysis of the GTZAN music genre dataset.* Paper presented at the Proceedings of the second international ACM workshop on Music information retrieval with user-centered and multimodal strategies.

Tzanetakis, G., & Cook, P. (2002). Musical genre classification of audio signals. *IEEE Transactions on speech and audio processing, 10*(5), 293-302.

Wegel, R. L., & Lane, C. E. (1924). The Auditory Masking of One Pure Tone by Another and its Probable Relation to the Dynamics of the Inner Ear. *Physical Review, 23*(2), 266-285. doi:10.1103/PhysRev.23.266

易起宇. 上網日期：民 111 年, 10 月 9 日. Apple Music 歌曲量逾 1 億. *聯合新聞網.* 檢自 https://udn.com/news/story/6811/6672716

陳育恬, & 鄭勝耀. (2022). 運用 YouTube 進行音樂教學之展演實踐. **臺灣教育評論月刊, 11(9)**, 186-192.

维基百科编者. 上網日期：2022, December 13. 鄉村搖滾. *维基百科，自由的百科全書.* 檢自 https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E9%84%89%E6%9D%91%E6%90%96%E6%BB%BE&oldid=75036382

鄭英傑. (2022). 書評:[戰場] 轉移—評介《 流行樂, 媒體與青少年文化: 從 [節拍革命] 到 [位元世代]》. **教育研究集刊(68: 3)**, 113-124.

賴靈恩. (2015). 回歸部落之歌: 卑南族下賓朗部落的歌謠分類. **臺灣音樂研究(21)**, 97-135.

以自然語言處理技術改善教育現場雙語教學困境暨實施效益分析

Using Natural Language Processing Techniques to Address the Bilingual Teaching Challenges in Education and its Benefit Analysis

林亨優 [1] 葉文照 [2] 張詠淳[*]

LIN, HENG YOU[1] YEH, WEN CHAO[2] CHANG, YUNG CHUN[*]

[1] 臺北醫學大學大數據科技及管理研究所

[1]Graduate Institute of Data Science, Taipei Medical University
Email: m946111008@tmu.edu.tw

[2] 國立清華大學資訊系統與應用研究所

[2]Institute of Information Systems and Applications, National Tsing Hua University
Email: wyeh@m109.nthu.edu.tw

[*]臺北醫學大學大數據科技及管理研究所

[*]Graduate Institute of Data Science, Taipei Medical University
Email: changyc@tmu.edu.tw

摘要

隨著教育場域國際化的趨勢，課堂中修課人數轉為同時有本國學生與國際學生的混合狀態，授課老師面臨授課語言抉擇的困境。因此，本研究開發全新的「雙語字幕數位影片教材」，使本國、外國學生都能突破語言隔閡及時空間的限制。本研究以兩堂課程為為期 18 週之課程為實施範圍及總共 44 位修課學生為實施對象。採用量化問卷，透過描述性統計和獨立樣本 t 檢定方法進行效益檢驗。結果顯示外國學生透過雙語字幕數位影片教材得到良好的學習協助，而且學生們皆於學習成效及學習動機有顯著的提升。由此可見本教材之開發及應用確中要旨地解決了教學困境。

關鍵詞：數位學習、機器學習、學習成就

Abstract

With the trend of internationalization in the education field, the composition of students in the classroom has shifted to a mixture of local and international students, creating a dilemma for instructors in terms of language choice. Therefore, this study developed a new "bilingual subtitle digital video teaching material" to help both local and international students overcome language barriers and restrictions in time and space. The study was conducted over a semester, with a total of 18 weeks and 44 students participating in two courses. Quantitative questionnaires were used for data analysis, and descriptive statistics and independent sample t-tests were employed to examine the effectiveness of the teaching materials. The results showed that international students received good learning assistance through the bilingual subtitle digital video teaching material, and all students showed significant improvements in learning outcomes and motivation. Thus, the development and application of this teaching material effectively solved the teaching dilemma.

Keywords: Digital Learning, Machine Learning, Learning Achievement

壹、 緒論

一、 研究背景與動機

近年來人工智慧技術蓬勃發展，醫藥業應用也日漸普及化（高翊緯、謝邦昌，2018），校方積極應對潮流推動人工智慧技術相關課程不遺餘力（李友專，2020），諸如『機器學習』等的修課人數逐年攀升。另一方面，校務招生國際化越發普遍，上述熱門課程就成為本國學生及外國學生的共同選修，也產生授課語言的兩難選擇。主授語言應當選擇多數本國學生熟悉的華語或是應顧及少數外國學生改以英語授課？考量所有修課學生的受教權益，主授老師嘗試於課堂中以英文教材搭配中文口說授課，並在課後以英語對外國學生進行教學。此等分流教學對外國學生雖有學習成效，卻讓教授及學生都缺乏時間效益，不是一個長久解決之道。

（施登堯，2018、Rogers，1969）指出學習應以學習者為出發點，讓學習者能有自主性的學習意識與負責任的態度，並且可以選擇自身所需的學習內容，規劃學習目標，讓學習成為不再是以授課者為中心，而是更加為學習者著想的多元學習模式。兼顧創造此等學習環境的動機以及解決前述授課語文的選擇困境，本研究提出運用自然語言處理的生成機制來自動化製作線上雙語教材，藉此創立一個跨語言、跨空間的全新教學環境來滿足上述兩種要求。

二、 研究目的

(一) 解決授課語言選擇困境，提升本國及國際學生的學習品質

以往單採華語為講授語言的教育現場，外國學生常因對華語聽力及語意的理解有困難（**黃璉華、羅漢強**，1996），而產生不出席課堂改以自行閱讀英文教材之學習現象。雖然授課教師嘗試在課後時間重新錄製英文教學影片來消彌知識學習不全面和學習進度落後的狀況，但此等需要反覆錄製，費時又耗工的加工過程，徒增備課時。有鑑於此，將以人工智慧專業開發自動生成線上雙語教材，讓外國學生可以在觀看英文教材時也聽到英語聲道，如同本國學生透過老師的口語講解獲取更完整的知識，讓學習無距離、教學無國界。

(二) 創造更多自行規劃的學習機會來增進學習成效

學習和記憶的過程需要一定的時間和反復練習，如果只聽一次講課或閱讀一次教材的短期記憶，大腦可能無法完全吸收和記錄信息（Jonides 等人，2008）。線上平台的教學影片可以提供學生更靈活的學習方式和個人化的學習環境，自行利用時間做課前預習或是課後複習，使學習環境更符合個人需求(邱玉菁，2004)，取得更好的學習成效和腦中記憶，讓學習不再僅限於現場課堂面授和文字教材之中。

三、 研究問題

諸如『機器學習』等屬理論與實作兼顧的課程，當以華語教授理論，本國學生仍須花費諸多精神來學習、理解演算法，若改以較不熟悉的外國語言授課恐讓佔多數比例的本國學生增添聽不懂授課內容的語言阻礙，進而影響學習成效。設若僅以華語授課，卻又讓不熟悉華語的外國學生遭受學習障礙影響（洪志成，2019）。在實作層面，若學生因語言隔閡聽不懂老師解釋演算法的程式設計要點和運用緣由，而需花費其他時間來解決問題，將大幅降低學習效率。又或者使用不良的程式構思，對未來的學習產生負面影響。

為解決上述問題，我們相信經由設計、開發與投放良好的雙語數位教材，將可達成有效提升本國學生及外國學生的學習成效。因此，經由兩個研究假設(Research Hypothesis)來評估是否達成目的：

- H1：藉由觀看熟悉語言聲道的數位影音教材能提升學生的學習成效。
- H2：**經由人工智慧技術生成之多聲道數位影音教材能被學生高度接受。**

貳、 文獻探討

本研究要旨在於應用機器翻譯技術在教育場域的語言轉譯，並分析此等機器翻譯之生成影音教材對學習的影響。因此，我們將先探索下列三個方向的文獻：第一，機器翻譯和人工翻譯之間的精確度是否縮小差異，以及機器翻譯的成效是否已經能夠從僅供參考的輔助工具轉化為翻譯程序中的主要角色。第二，將機器翻譯技術應用於教育界是翻譯教育發展的一個重要方向，翻譯語料庫的詞語量是否充足及專業性的精確度能否展現原文文本的意涵。最後，將討論如何在翻譯語料庫充足的情況下，確保術語標準化，以確保翻譯結果的可理解性、一致性和準確性。

一、 應用電腦輔助翻譯軟體於教育場域

（Omar、Gomaa，2020）研究機器翻譯於翻譯教學法的應用可行性，選擇兩個線上翻譯 Google Translate[1] 和 Q Translate[2]進行文本翻譯，並且比較兩個機器翻譯系統生成的自動翻譯文本與人工翻譯文本之優劣。結果顯示，機器翻譯已經能夠達到人類一定程度以上水準，但在某些方面仍然無法取代人工翻譯。因為機器翻譯在詞彙、語法和語義等方面的表現缺乏連貫性，沒有考慮文化和語境因素。儘管存在這些缺點，仍不應低估或拒絕機器翻譯系統，因為此技術在節省時間及降低翻譯成本是有顯著幫助的。我們應該學習如何使用機器翻譯工具取得初步翻譯，再來進行文本初稿修改和校對。將機器翻譯技術與人工翻譯相結合，才能有效地提高翻譯質量和效率。

二、 人類對機器翻譯文本的接受度

（Miguell、Laserna，2016）探討基於英語到西班牙語的語料庫，以 0～10 分級級距來評估機器翻譯結果的接受度。其論文分析由 Google Translate 和 Systran[3]兩個線上翻譯引擎提供之翻譯結果的可接受性檢驗，以及評估與人工翻譯的差距有多大。收集創建英語轉西班牙語的人工翻譯語料庫，以此產生 3 份獨立問卷，每份 10 個問題。每個句子都根據 0-10 的李克特量表（Likert, R.，1932）進行評估，0 代表完全不可接受的翻譯，10 代表完美的翻譯。83 位受訪者，80%的受訪者有大學學歷。人工翻譯具有最高平均值 (7.69) 與較小的標準差 (0.91)，其次 Google Translate (6.25 / 1.63)，最低者為 Systran (3.66 / 1.39)。根據 ANOVA 分析結果，受訪者對人工翻譯、Google Translate 和 Systran 的翻譯評價存在顯著差異。最後，僅針對英語評量水準低於 B2[4] 的受訪者施行統計分析，人工翻譯的平均值 (7.43) 與標準差 (1.43)，其次 Google Translate (7.32 / 1.86)，最低為

[1] https://translate.google.com.tw/?hl=zh-TW

[2] 免費語言翻譯服務 https://qtranslate.en.softonic.com/?ex=DINS-635.0

[3] https://www.systran.net/en/translate/

[4] 歐洲語言能力指標 CEFR 量表 https://www.hellostudy.com.tw/why-hello-study/resources/6383/exam-score-index/

Systran (4.98 / 1.82)。人工翻譯與 Google Translate 差別不大，t 檢定結果顯示 p-value = 0.2345，人工翻譯和 Google Translate 之間沒有統計上顯著差異。基於上述分析及試用後評估，本研究選擇 Google Translate 為機器翻譯的主要工具。

三、 利用電腦輔助翻譯工具實現術語標準化

Serpil 等人 (Serpil, H., Durmuşoğlu-Köse, G., Erbek, M., & Öztürk, Y. ，2016) 討論透過 Computer-Assisted Translation Tool[5] (CAT) 工具，可以藉由標準化共通術語解決將土耳其語的官方文件翻譯成英文和德語所面臨的挑戰。採用 SDL Trados Studio（Trados） 2014[6] 翻譯領域最受歡迎的 CAT 工具，Trados 的運行邏輯包括三個部分：翻譯記憶庫、術語管理和專案管理。其中，術語管理功能有助於制度術語的標準化及術語庫的建立。

根據上述的文獻探討，我們發現 Google Translate 產生的翻譯文本與人工翻譯結果在使用者評分的統計檢定無顯著差異。而且，機器翻譯與人工翻譯的差異，可由少量人工編輯來修正翻譯系統產生的錯誤。SDL 公司開發的 groupshare[7] 數字平台，將參與翻譯項目的所有工作人員匯聚在同一個服務網站進行合作有助於不同學科領域術語的標準化及術語庫的建立。Yuanyuan（Xie, Yuanyuan，2019）探討透過網路建立一個結合了人工智慧技術和多媒體資源的系統，可以自動進行文本數據挖掘，積累語料庫，方便翻譯軟體提供輔助翻譯服務，建立遠距教學服務的互動式多媒體自主學習翻譯系統。語料庫的翻譯教學模式和方法，也逐漸成為翻譯教學領域研究者關注的焦點（廖柏森，2003）。

因此，我們有信心透過機器翻譯以半自動化團體合作模式，來完成特定領域學科的中文轉英文教學影片，其教學內容的品質是值得信賴的，且對外國學生的學習有正面的幫助。

參、 研究實施與設計

一、 研究工具

本研究使用問卷、量表做為衡量研究結果的分析工具。

- 學習動機、學習意圖與學習成效問卷
- 所有問卷量表的衡量標準皆是採用 Likert 十點尺度衡量表（Likert, R.，1932）

---

[5] CAT 為一種電腦輔助翻譯系統的概稱

[6] Trados 為 CAT 輔助翻譯系統 https://www.trados.com/products/trados-studio/free-trial.html

[7] groupshare 為 CAT 輔助翻譯系統 https://www.trados.com/products/groupshare/

二、 教材設計

圖 1 為本研究基於自然語言處理技術生成雙語聲道與字幕之數位教材的製作流程。將課程進行中所錄製的華語授課影片，透過語音辨識 (Speech-to-Text) 技術將每一句華語音源逐一轉換成中文字串。下一階段，就將轉換出來的每一句中文句子，透過機器逐句翻譯成英文。此外，由於中、英文內容是透過人工智慧模型轉換語音而來，全文本有出現語句不通順或語意不符合的部分，將由人工依據科目的專有名詞和領域知識，進一步修正並校對。完成校對的中、英文內容，依時間序建置中、英字幕。我們再將英文字幕內容輸入文字轉語音 (Text-to-Speech) 機制，轉換為自然擬人聲的英語聲道。最後，以自動化程式將原始華語課程影片去除原有音軌，比對字幕時間軸調整影片長度，合成新的影片檔。採用影片編輯軟體[8]，將華語影片合併中文字幕，並且把新的合成影片檔掛載英語聲軌且合併英文字幕，輸出為全新的中、英文課程教學影片。

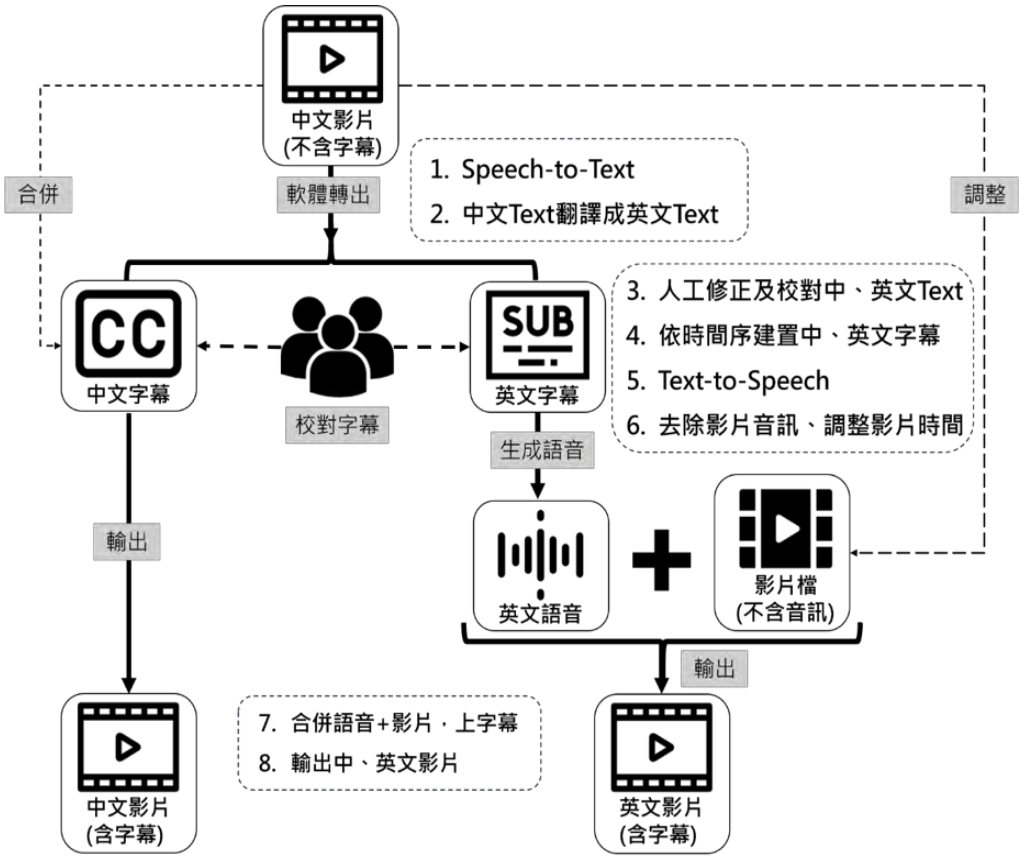


圖 1：影片製作流程

[8] 繪影字幕 https://zeemo.ai/

透過本計畫所提出的基於自然語言處理技術之雙語影片製作流程，不僅成功且有效地提供以英語講解之課程內容予外國學生透過熟悉語言而易於理解語意（孫鈺喬、陳俐文、陳棟樑，2021；Batey、Cowell，1986）。同時，也解決授課老師需額外花時間重新錄製英文影片之難題。此外，我們提出可以透過 Google Cloud Platform （GCP）來加速流程進行，讓原本僅是現場錄製不含字幕的華語授課影片，進而轉換成附帶中英字幕之中英雙聲道內容，達到更多元的教學方式，提供外國學生更友善且符合需求的教學目的。

三、 實驗場域之課程規劃

本課程教學內容包含機器學習之理論、實做與應用；學生將一步一步地學習如何運用資料探勘以及機器學習技術分析資料，透過實際處理數據的方式實做多項自然語言處理之技術。學生除了出席課堂講授課程，還需實作開發並參與課程自辦比賽，探索機器學習的各種不同模型適用於不同場域，以應用學習成果來進行實踐、評估模型優劣而改進。因此課程規劃為先課堂講授傳遞理論，再由每週個人作業來練習實作，最後則是集合多位同學的不同實力組隊參加自辦比賽。

- 每週的課堂講授：講授機器學習及深度學習原理，學習理論基礎。
- 每週的實作練習：事先設計的題目及程式範例，引導學生自行思考動手實作解題，預期增進程式開發實作能力。
- 大型資料集作業：預期學生可藉由此大型作業，練習整合資料探勘的程序及方法。
- 期末團體作業及競賽：學習團隊合作並實作開發程式來解決困難的問題，設計一個專屬本課程學生的競賽項目，並且邀請兩位於產學業皆有豐富經驗的學者作為競賽評審，讓學生收穫不僅限於學界知識，將目光拉遠，跨足業界展望未來。

四、 實驗之調查方法

如前述，課程使用授課教師自製英文簡報教材，以華語授課並同步錄影，課後抽取影片音軌訊號輸入音訊轉文字（Voice to Text）機制生成中文文本，以此導入機器翻譯機制處理中英文轉譯。人工編修英文文本後導入文字轉音訊（Text to Voice）機制生成英語音軌並匯入錄影檔案合成中英文雙聲道錄影教材，上傳課程平台供外國生做非同步學習。

接下來，施測於修習『機器學習』及大學部『機器學習與深度學習實戰與應用』課程的 44 位學生。持續一學期共計 18 週之課程，於第二周實施前測問卷，並在最後一週實施後測問卷，最後以 SPSS 統計軟體進行問卷分析。

肆、 結果與討論

一、 前測結果

表 1 前測結果顯示學生在上課前對於機器學習領域的了解程度平均是陌生且不擅長，也就是需要從基礎理論開始學習。學習理論是以建立和釐清概念最為重要（余民寧，1997），並根據學者布魯納的認知學習主義理論（Bruner，1960），強調學習變化的實質在於新舊知識在學習者頭腦中的相互作用，那些新的有內在

表 1：前測結果

前測	1. 我對於機器學習的實際應用有充分的了解	2. 我對於機器學習運作的流程有充分的了解	3. 我對於機器學習常見模型有充分的了解	4. 我對於資料與機器學習間的關聯性有充分的了解	5. 以 Python 進行機器學習模型實作對於我來說並不困難
個數	44	44	44	44	44

邏輯關係的學習材料與學生原有的認知結構發生關係，進行同化和改組，在學習者腦中產生新的意義。因此，我們認為透過非同步數位影片學習的方式，可以讓同學們在課前、課堂及課後反覆進行新舊知識的相互作用，為學習建立更穩固的基石，並且建立主動學習的能力。

二、 後測及前後測對比結果

根據後測結果顯示（表 2）就知識理解的學習成效而言，學生們對於課堂知

表 2：後測結果

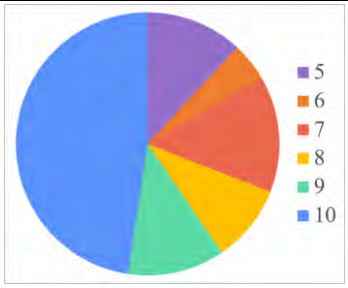
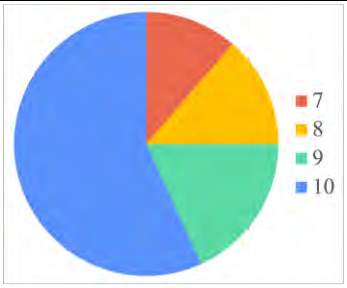
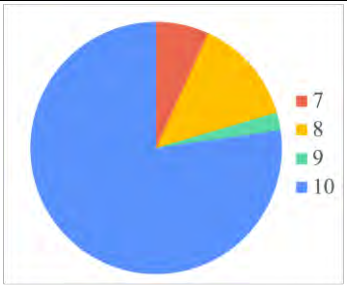
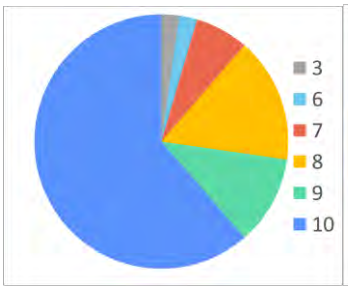
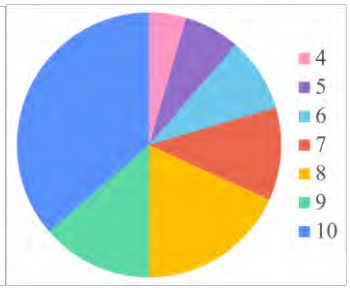
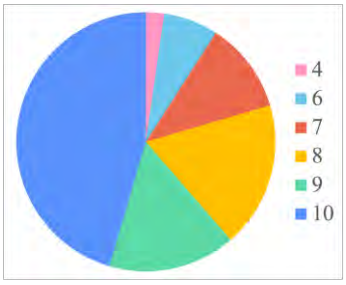
前測	1. 我對於機器學習的實際應用有充分的了解	2. 我對於機器學習運作的流程有充分的了解	3. 我對於機器學習常見模型有充分的了解	4. 我對於資料與機器學習間的關聯性有充分的了解	5. 以 Python 進行機器學習模型實作對於我來說並不困難
個數	44	44	44	44	44

識吸收的自我評估都提升三至四的等級。量表顯示對機器學習的領域都更為了解

表 3: 前後測 T 檢定結果

	平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95%信賴區間	
				下界	下界
1.我對於機器學習的實際應用有充分的了解	3.3636	2.5888	.3903	2.5766	4.1507
2.我對於機器學習運作的流程有充分的了解	3.5455	3.0151	.4545	2.6288	4.4621

表 4：影片滿意度調查

1.多了字幕輔助，更能清楚上課內容	2.學習不被僅限於課堂，可以透過影片釐清問題	3.對於上課內容不清楚的地方可以重複觀看，使學習更透徹
		
4. 因為可調整影片語速，可使講解更為清楚、明瞭	5. 如若遇到問題，可以透過觀看上課影片自行解決問題	6. 透過預先觀看上課內容，對學習內容有個概括的認識與印象，進而激發思考
		

再進一步對前後測結果做 T 檢定，五個題目的信賴區間都不包含零，因此可知，每題的前後測結果都有顯著差異，我們對於藉由數位教材影片能讓學生的學習成效更加提升的假設是成立的。

三、 影片滿意度

表 4 顯示在學習動機方面，學生能夠主動且積極地用數位教材影片來解決學習問題，並且也會善用課餘時間透過影片做自主學習。尤其外國學生對各項影片的滿意度回饋都介於 9～10 分，顯示雙語數位教材對於外國學生的學習有正向效益。英文簡報教材，加上字幕影片的輔助讓學習更加容易且方便，因此我們對於數位教材影片更能符合學生學習需求的假設是成立的。

伍、 未來展望

秉持著以學生為教學核心的概念，我們所注重的是學生的成長與改變。根據教學經驗觀察分析過往學生的學習狀況，嘗試解決本國及外國學生因不同語言及學習風格等差異造成的學習困擾。我們更新教學方式朝向提供更多元化的學習方式，透過新創的雙語數位影片教材，提升學生的學習自主性，以達成讓學生妥善吸收知識時也能成為自動自發學習者的最終目標。

本研究透過機器翻譯及文字轉語音的技術，成功生成雙語聲道暨字幕數位影片教材，創造國際化的授課環境。與此同時，將我們的研究成果分享出去，擴展至更多教學現場，期望教材研發流程及技術可以提供其他面臨相同授課困境的師長們一個解決可能性。未來我們計畫開發更先進技術以期能同步生成雙語聲頻字幕影片，創造讓外國學生可以同步修課的環境，也讓課程的內容更加適合多語言學習環境。

參考文獻

[1]. 高翊緯、謝邦昌（2018）。人工智慧應用之發展與回顧－以醫療業應用前景與概況為例。Journal of Data Analysis，13(6)，255-268。doi:10.6338/JDA.201812_13(6).0010

[2]. 洪志成（2019）。外籍生在臺學習涵化的挑戰：教師自我研究初探。臺灣教育評論月刊，8(11)，28-36。

[3]. 邱玉菁，(2004) 數位學習之學習成果的再思考, 教育資料與圖書館學, 41 卷 4 期，(2004/06/01)： 561 ～581 頁

[4]. 張蔣耀文、施登堯（2018）。學生中心教學之概念解析。臺灣教育評論月刊，7(7)，164-177。

[5]. 黃璉華、羅漢強（1996）。外籍生適應問題及相關因素之探討。中華公共衛生雜誌，15(5)，457-468。doi:10.6288/CJPH1996-15-05-06

[6]. 廖柏森（2003）。探討翻譯在外語教學上之應用。翻譯學研究集刊，225-244。doi:10.29786/STI.200312.0010

[7]. 孫鈺喬、陳俐文、陳棟樑（2021）。運用科技接受模式探討使用 Microsoft Teams 進行遠距教學之學生學習滿意度。兩岸職業教育論叢，5(1)，37-52。doi:10.6685/ASVEJ.202110_5(1).0004

[8]. Iqbal U, Celi LA, Li YJ. How Can Artificial Intelligence Make Medicine More Preemptive? J Med Internet Res. 2020 Aug 11;22(8):e17211. doi: 10.2196/17211. Erratum in: J Med Internet Res. 2020 Aug 26;22(8):e23645. PMID: 32780024; PMCID: PMC7448175.

[9]. Jonides J, Lewis RL, Nee DE, Lustig CA, Berman MG, Moore KS. The mind and brain of short-term memory. Annu Rev Psychol. 2008;59:193-224. doi: 10.1146/annurev.psych.59.103006.093615. PMID: 17854286; PMCID: PMC3971378.

[10]. Dziuban, Chuck & Moskal, Patsy & Thompson, Jessica & Kramer, Lauren & DeCantis, Genevieve & Hermsdorfer, Andrea. (2015). Student Satisfaction with Online Learning: Is it a Psychological Contract?. Journal of Asynchronous Learning Network. 19. 10.24059/olj.v19i2.496.

[11]. Batey, A. ,and R. N. Cowell. 1986. “Distance education: An overview,” Portland, OR: Northwest Regional Educational Laboratory. ERIC Document Reproduction Service No. ED 278 519

[12]. Bruner, J. (1960). The Process of education. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

[13]. Omar, A., & Gomaa, Y. A. (2020). The Machine Translation of Literature: Implications for Translation Pedagogy. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 15(11), pp. 228–235. https://doi.org/10.3991/ijet.v15i11.13275

[14]. Crespo, M. & Sánchez-Saus Laserna, Marta. (2016). Graded Acceptance in Corpus-Based English-to-Spanish Machine Translation Evaluation. 10.29007/r819.

[15]. Serpil, Harun & Durmuşoğlu-Köse, Gül & Erbek, Murat & Ozturk, Yusuf. (2016). Employing Computer-assisted Translation Tools to Achieve Terminology Standardization in Institutional Translation: Making a Case for Higher Education. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 231. 76-83. 10.1016/j.sbspro.2016.09.074.

[16]. Xie, Yuanyuan. (2019). A multimedia network independent learning aided translation system. Multimedia Tools and Applications. 10.1007/s11042-019-7499-2.

[17]. Jahns, I. R. (1971). Book Reviews : Carl R. Rogers. Freedom to Learn. Columbus, Ohio: Charles E. Merril Publishing Company, 1969. 358 pp. $7.50. Adult Education, 21(2), 59–61. https://doi.org/10.1177/074171367102100206

[18]. Rogers, C.R. (1983). Freedom to learn for the 80\'s / Carl R. Rogers.

[19]. Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. Archives of Psychology, 22 140, 55.

附錄一：前測問卷

機器學習課程之學習狀況問卷

姓名：_____系級：_____學號：_____

[1-10 分，1 是不認同，10 是非常認同]

問卷內容	認同程度
1. 我對於機器學習的實際應用有充分的了解	
2. 我對於機器學習運作的流程有充分的了解	
3. 我對於機器學習常見模型有充分的了解	
4. 我對於資料與機器學習間的關聯性有充分的了解	
5. Python 進行機器學習模型實作對於我來說並不困難	

附錄二：後測問卷

機器學習課程之學習狀況問卷

姓名：_____系級：_____學號：_____

[1-10 分，1 是不認同，10 是非常認同]

第一大題

問卷內容	認同程度
1. 和過往影片相比，多了字幕輔助，更能清楚上課內容	
2. 對於上課內容不清楚的地方可以重複觀看，使學習更透徹	
3. 學習不被僅限於課堂，可以透過影片釐清問題	
4. 因為可調整影片語速，可使講解更為清楚、明瞭	
5. 如若遇到問題，可以透過觀看上課影片自行解決問題	
6. 透過預先觀看上課內容，對學習內容有個概括的認識與印象，進而激發思考	

探究式教學於國小學童的科學態度與學習成就之影響—以「奇妙的溶解」單元為例

The Influence of Inquiry-Based Teaching on the Science Attitude and Learning Achievement of Primary School Children：Take "Wonderful Dissolution" As An Example

鄭伊茜 [1] 王盈丰 [2]
ZHENG, YI QIAN[1] WANG, YING FENG [2]
[1] 國立臺中教育大學 科學教育與應用學系研究所 研究生
[1]National Taichung University of Education Graduate School of Science Education and Application, Student
E-mail：bsc110102@gm.ntcu.edu.tw
[2] 國立臺中教育大學 科學教育與應用學系研究所 助理教授
[2]National Taichung University of Education Graduate School of Science Education and Application, Assistant Professor
E-mail：bonnie@mail.ntcu.edu.tw

摘要

本研究旨在了解引導式探究教學法是否能提升學習者對科學的態度與學習成就，採用單組前、後測實驗研究法，教學時間為四週，每週三節課，共設計十二節課之教學活動。研究工具以量化資料「溶解概念學習成效評量」與「對科學的態度量表」，質性資料「學習單」與「自然科學習作」進行蒐集與分析。研究結果發現，以引導式探究教學於自然科學課程「奇妙的溶解」單元中能顯著提升國小三年級學童的「對科學的態度」與「學習成就」。因此建議未來於自然課程中有意實施探究式教學的教師，可先以引導式探究教學逐步引導學習者進入探究的過程，培養學生的探究能力與提升對科學的態度。

關鍵字：引導式探究教學、對科學的態度、學習成就、溶解概念

Abstract

This study aimed to investigate whether the guided inquiry teaching method could improve learners' attitudes and learning achievement toward science. A single-group pre-test and post-test experimental research method were adopted. The teaching period lasts four weeks, including twelve designed classes in total. Three classes were

conducted each week. The instruments include "Evaluation of Learning Effects of Dissolving Concepts" and "Scale of Attitudes toward Science" as quantitative data, and "Learning List" and "Natural Science Work" as qualitative data. After analyzing the data, the researcher found that there was a significant improvement between "attitude toward science" and "learning achievement" among the third graders after they learned the unit "Wonderful Dissolution" with the guided inquiry teaching method. Therefore, it is suggested for teachers who intend to apply inquiry-based teaching in science courses to apply guided inquiry teaching to help learners get involved in the process of inquiry, build their inquiry skills, and, improve their attitude toward science.

Keywords：Guided Inquiry Teaching, Attitude Toward Science, Learning Achievement, Dissolve Concept

壹、前言

科學教育目標為實現培養學生科學思維興趣、從事科學探究的能力、如何在科學環境下進行推理等等的目標，而將探究能力融入於自然課程，探究過程中以學生為主，適時給予學生主動探究自然事物，引起討論與操作的機會，並與同儕之間互相溝通、分享(National Research Council, 2012)。而國內十二年國民基本教育課程綱要規範以「核心素養」為主軸，講求學生具備之知識、技能和態度能夠與學習做結合，也促使學生跨入其他領域能將其加以整合並活用(教育部，2018)。為了提升學生科學素養的能力，不再讓學生只記取片段性知識，應該培養學生對於科學的知識、興趣、態度、好奇心及人文價值觀，也應該讓學生透過自我探索與同儕間互相合作學習，培養學生對於問題的解決能力(區國良、曾郁庭、郭玥圻，2019)。

貳、文獻探討

一、 探究式教學的意涵

Bunterm 等人（2014）認為在探究活動中以學生為中心，使學生能夠以科學家的角度運用科學推論，給予他們充分思考、討論與操作的機會；而教師扮演引導者的身分安排適合的教學情境，由教學情境中從旁協助引導學生發現問題，弄清楚問題的地方，建構出可能的假設，再透過實驗驗證假設並推論出結果，讓學生能透過自然科學學習科學知識、科學態度與科學技能（Keys & Bryan, 2000；張清濱，2000；張靜儀，1995）。因此，探究教學對於培養學習自然科學是一種有效提升學習能力方法(Windschitl, 2003)，應著重培養學生的探究過程，藉此提升學生之科學素養以及問題解決的能力。

二、 對科學的態度

態度(attitude)為影響個人一種內在的情感及心理狀態，會受到周圍環境的各種情境影響，而對人、事、物產生應對的行為傾向，此行為並非先天擁有的特質，可經由學習得來的（張春興，2009）。Gardner（1975）認為「對科學的態度」屬於情意的層次，影響人對科學的見解與行為，為個人對科學的情感、興趣與喜好程度，例如：對科學的興趣、對科學議題的態度等。

參、研究實施與設計

一、 研究方法

本研究採用實驗研究法，以單組前、後測實驗設計之方式進行，研究對象為中部地區某國小之三年級學生，共有 27 位學生，資料收集與分析以量化資料為主而質性資料為輔的方式進行。研究者與國小三年級自然科教師合作設計教案，將引導式探究教學法融入在國小三年級自然科課本「奇妙的溶解」單元之教學活動，以量化資料「溶解單元學習成效評量」與「對科學的態度量表」及質性資料「自然科學習作」與「學習單」作為研究工具，分析學生於溶解單元之科學概念學習成就與對科學的態度之影響變化。

二、 研究設計

研究者選擇的教學單元配合受試者使用的自然科學翰林版教科書，故選擇「奇妙的溶解」做為探究教學之課程主題，並設計此單元十二節課，實施時間為民國 111 年 11 月至 111 年 12 月，為期四週的時間。本課程的設計參考 Harlen（2014）提出有助於學童透過探究學習之過程，分為六個步驟：(1).提出問題；(2).預測結果；(3).設計實驗；(4).紀錄實驗數據；(5).分析數據得出結論；(6).評估實驗結果。

三、 研究工具

（一） 量化資料

1. 溶解單元的學習成效評量

本研究所使用的「溶解概念學習成效評量」，由研究者參考國小三年級自然科學翰林版教科書自行編製而成，將題型以知識、理解及應用作為設計，共 21 題，每題皆為四個選項，不可複選，一題 5 分，共 105 分。並於正式測驗前另請預試班級收集該量表的難度指數為 0.55，題目的難易度屬於適中；鑑別指數為 0.51，鑑別力屬於適中；Cronbach's α 係數為 0.899。

2. 對科學的態度量表

本測驗量表參考蘇麗春（2016）重新編修而成的「對科學的態度量表」，依研究目的與研究場域，分為三個向度：「對自然科學的態度」、「對自然課程的態度」、「對科學探究的態度」，共有 20 題，量表填答方式採用李克特式五點量表進行作達。並於正式測驗前另請預試班級收集該量表的 Cronbach's α 值求內

部一致信度為 0.903。

（二） 質性資料

為了方便閱讀及整理資料，將質性資料類別與單元作編碼處理，以撰寫論文結果與分析的依據，如下表 3-1。

1. 學習單

透過學習單的內容分析學生以文字的方式描述物質的外觀、特徵之觀察結果，以及分享學習心得，幫助學生理解溶解的科學概念並了解學生對於本研究課程的回饋。

2. 自然科學習作

透過自然科學習作分析學生於實驗過程、觀察物質等實驗紀錄作為本研究質性資料的觀察項目。

表 3-1 質性資料的分類與代碼

資料類別	資料代碼	代碼意義說明
自然科學習作	W3-1-S01	W3-1 代表自然科學習作第三單元第一小節，S01 代表編號 1 號學生。
學習單	R-1-S01	R-1 代表學習單 1，S01 代表編號 1 號學生。

肆、研究結果

一、 學生對於溶解概念學習成就的表現

學生於溶解概念學習成效整體的表現中，前測平均分數為 55.56 分（SD＝15.09），後測平均分數為 94.44 分（SD＝6.70），後測平均數比前測平均數增加 38.88 分，表示學生對於溶解概念均有所提升。經過相依樣本 T 檢定發現，學生於整體溶解概念學習成效 t 值為-10.79（p＜.001），顯示學生對溶解概念學習成效前、後測之平均分數達顯著差異。

「細沙看起來有顆粒、黃褐色，搓聞起來沒有氣味，摸起來粗粗的。」(R-1-S16)

「我用加熱和加水的方式讓食鹽繼續溶解。」(R-4-S27)

「我用秤來秤重量判斷食鹽溶解在水中。」(R-3-S01)

由上述學習單的內容可以發現，學生能藉由引導式探究教學所觀察物質的特徵以及如何設計讓物質繼續溶解與判斷物質是否溶解的實驗方法。

由研究結果顯示，國小自然科學課程融入引導式探究教學能顯著提升學童對溶解概念之學習成就。

二、 學生對於對科學的態度的表現

學生「對科學的態度」於整體的表現，前測平均數為 77.74 分（SD＝15.21），後測平均數為 90.31 分（SD＝7.84），後測平均數比前測平均數增加

12.57 分，表示學生「對科學的態度」均有所提升。經過相依樣本 T 檢定發現，學生於整體對科學的態度 t 值為-4.08（p＜.001），顯示學生「對科學的態度」前、後測之平均分數達顯著差異。

「對自然課有興趣，因為我喜歡做實驗。」(R-4-S09)

「我喜歡科學，因為很有趣。」(R-3-S22)

「我覺得做科學實驗很有趣，可以發現新東西。」(R-4-S21)

由上述學生分享的內容，可以感受到學童對自然科學課程持有正向的看法，動手做實驗能提升學童對自然科學課程的興趣。

由研究結果顯示，國小自然科學課程融入引導式探究教學能顯著提升學童「對科學的態度」。

伍、未來展望

建議未來於自然科學課程中，可先規劃設計一個完整的探究教學活動，以引導式探究教學協助引導學童進入探究的過程，以提升學童對科學的態度與學習成就。建議未來研究可增加研究時間以及不同單元之教學，了解運用引導式探究教學對學童學習不同單元課程的內容是否有所影響，並邀請教師進行行動研究，從中深入探討引導式探究教學的學習歷程與成效。

參考文獻

Gardner, P. L.(1975). Attitude to science: A review.*Studies in Science Education, 2*, 1-41.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas.* Washington, DC: National Academies Press.

Schwartz, R., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2008). *An instrument to assess views of scientific inquiry: The VOSI questionnaire*. The annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Bartimore BA

Windschitl, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education, 87*(1), 112-143.

因篇幅有限，有興趣者歡迎與作者聯絡索取。

光學智慧筆應用於音韻覺識及拼寫輔助學習系統開發與認知易用性評估

Development and Evaluation of Cognitive Ease of Use of Optical ID Technology for Phonological Awareness and Spelling Learning Assistance System

沈彤 [1] 黃國豪 [2] 黃昭義 [3]
SHEN, TUNG[1] HWANG, GWO-HAUR[2] HUANG,CHAO-YI[3]
[1] 國立雲林科技大學智慧科學數據研究所 研究生
1National Yunlin University of Science and Technology graduate school of intelligent data science Student
E-mail: M11156002@ yuntech.edu.tw
[2] 國立雲林科技大學智慧科學數據研究所 副教授
National Yunlin University of Science and Technology graduate school of intelligent data science Associate Professor
E-mail: ghhwang0424@gmail.com
[3] 國立雲林科技大學智慧科學數據研究所 助理教授
National Yunlin University of Science and Technology graduate school of intelligent data science Assistant Professor
E-mail: joyh@yuntech.edu.tw

摘要

本研究結合光學智慧筆（Optical ID）技術、特殊編碼及印刷技術，定義出使用模式不同功能鍵，透過視覺、辨識及解碼讀取資料等特性，開發設計一套針對學童語言學習時的音韻覺識（phonological awareness）及拼寫教學輔助學習系統。此系統可結合線上課程供學童自學假設、自評及互動練習。此系統也可以模組化應用於不同學校置入不同課程，提供更有效的教學輔助。它能協助學校、老師及家長來幫學生規劃在課後時間，用科技來輔助英文學習，也可針對目前英語學習雙峰的狀況，提供更有效的補救教學輔助。為了解此學習系統之認知易用性，本研究針對 27 位國小三、四年級學童進行操作及測試。結果發現，學習系統認知易用性之平均分數為 4.204，標準差為 0.557，也就是同學覺得這套系統的介面是容易使用的。

關鍵字: *光學智慧筆；音韻覺識；自學假設；拼寫教學輔助*

Abstract

The Optical ID (OID) technology combines optical principles, special encoding, and printing technology. It defines various functional buttons according to different

usage modes. Based on the characteristics of visual perception, recognition, and decoding, this study designed a system to assist children in developing phonological awareness and spelling skills for language learning. This system combines online courses for students to do self-learning hypothesis, self-evaluation and interactive exercises. This system can be modularized and applied to different schools for different courses, providing more effective teaching assistance. It can assist schools, teachers and parents in helping students to plan their after-school hours by using technology to help English learning. It can also provide more effective remedial teaching to address the current bimodal distribution of English learning. In order to understand the cognitive usability of this learning system, this study conducted tests on 27 third and fourth-grade elementary school students. The average score of cognitive ease of use of the learning system was 4.204 with a standard deviation of 0.557, indicating that the students found the interface of this system easy to use.
Keywords: Optical ID; phonological awareness; self-learning hypothesis; spelling teaching aid.

壹、 前言

一.研究背景

行政院於 2018 年提出「2030 雙語國家政策發展藍圖」，希望逐步將台灣打造成雙語國家。根據胡翠君、許媖茹、宋曜廷(2020）針對了 1903 位國小畢業生英語詞彙量的研究調查，結果發現到有 25 %的受測者並未達到課綱規定的 300 個詞彙。根據研究發現亞洲國家對字彙量的規定統計：中國 600 個 、日本 600 個 、韓國 500 個詞彙。我們可以發現到，事實上臺灣國小階段單字量明顯少於其他亞洲國家。進入國中階段，單字量和授課時數更明顯少於其他 3 國，然而到高中時反而卻又躍升到 4500 個字詞（早期為 7000 個字詞）。因此陳浩然（2020）建議政府應該重新盤整規劃，讓國中小階段學生可以適度增加詞彙量，以助於銜接高中英文。由此可知，提升國內學童英語詞彙量是非常重要。

二. 研究動機

根據美國國家閱讀委員會（National Reading Panel, 2000）報告中，說明早期識字閱讀學習須依賴字母拼讀與音素覺識兩項要素，這兩項要素對兒童早期認字能力有著深遠的影響。字母拼讀（analogy phonics）搭配音素覺識（phonemic awareness）是音韻覺識（phonological awareness）教學最重要的基礎，因為有許多研究顯示音素覺識（phonemic awareness）與早期字詞解碼能力有因果關係(Byrne & Fielding-Barnsle, 1993）。

教育部（2016）所彙編的國民小學英語科補救教學基本學習內容中對於字母拼讀規則之選取，乃根據國內外字母拼讀規則發展順序編序而成，主要順序為音

韻覺識、單字字母之對應規則、常見字母組合之對應規則，以對應關係較穩定的子音為先，對應關係較不穩定的母音為後，由簡入繁。近年來在台灣針對音韻覺識（phonological awareness, PA）教學的研究有越來越多的趨勢，對音韻覺識及字母拼讀應用於教學成效，均提出正面成效的結果（張苾含、胡潔芳、陳俊光，2013）。另外， Share(1995) 所提出自學假設（self-teaching、hypothesis）提到，當學童初學英語時，一旦建立字母與聲音之間的拼讀對應關係，透過聽音拆字及合併音韻編碼方式，便能快速學習字詞及自行識得新詞彙，擴增字彙量。

因此，透過自學方式來增加國內學童英語詞彙量是值得推動。本研究想進一步探討及開發適合學生自學使用的光學智慧筆，應用於英語音韻覺識及拼寫輔助學習系統。由於光學智慧筆（Optical ID, OID）早就已經是台灣兒童在學習英語必備的輔助工具。有許多研究皆顯示點讀筆已成為學童英語自學中非常重要工具（郭亭均，2013；羅貝珍，2011）。

三.研究目的

本研究的目的是開發一套「光學智慧筆應用於音韻覺識及拼寫輔助學習系統」，並探討學童透過線上及科技輔具的介面操作感知易用度。同時也希望研究結果能提供給對數位課程及科技輔具英語教學有興趣的老師們參考。

貳、 文獻探討

一、 學校數位科技應用於英語詞彙學習

一場襲捲全球的 COVID-19 疫情，它加速了數位教育轉型，並引發快速的大變革。European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture (2020）發布了數位教育行動計劃《2021—2027 年》將在教育和培訓進入前所未有的數位時代。目前傳統的英語單字教學大都使用閃示卡，成本昂貴又不環保，也無法點選發音聆聽、更無法提供給學生自學自評。以音韻覺識及拼寫學習板為例，點選單字不僅能反覆發音、發音比對，還能運用載具進行內建的練習活動與測驗。遇到不懂或不會發音的單字能夠透過字典模式查詢單字字義及發音。當教育數位化已成為國際教育改革的重點和趨勢，數位科技應用於英語詞彙學習將是重要的任務。

二、音韻覺識與兒童閱讀關係

音韻覺識被認為有助於幫助兒童學習閱讀，因為英語書寫系統的結構是按字母順序排列的。而且，想要搞清楚這個系統也不是一件容易的事情。單詞有規定的拼寫，這些拼寫由以可預測的方式象徵音素的字素組成。能夠區分單詞發音中的單獨音素以便將它們鏈接到字素是很困難的。根據美國國家閱讀委員會（National Reading Panel, 2000）報告研究強調了這一點，研究表明沒有學會讀寫的人在執行音位意識任務時遇到很大困難。同樣，那些學會閱讀非字形文字（例

如中文）的人也很難將語音分割成音素（Mann,1987; Read, Zhang, Nie, & Ding, 1987）。由於這些原因，預計音韻覺識培訓對讀寫能力的影響在評估兒童閱讀和拼寫能力的任務中最為強烈。綜合上述原因，要幫助學童解決閱讀和拼寫問題，除了透過教學設計及教師努力之外，個人認為導入光學智慧筆將其應用於音韻覺識及拼寫輔助學習板上是可以幫助兒童學習閱讀及拼寫能力。

三、點讀技術應用

OID 點讀筆支援紙本繪本閱讀對於兒童閱讀動機、情緒、注意力與理解成效之影響研究(鄭靜宜，2019)。點讀筆的筆頭 OID 光學感應器在接收頁面上的碼點形式訊息之後透過光學的辨識和解碼之後去搜尋對應設定好的索引編號，找到該索引編號後，再連結對應的音檔，最後再透過筆中已燒錄好的聲音播放程式，通常是 mp3 播放程式及筆中內建的喇叭播放該音檔。簡單來說，點讀筆就是一個光學感應器再加上一個 mp3 播放器的產品。另外 Wi-Fi 智能點讀筆利用 Wi-Fi 將點讀書內容設置雲端檔案(廖寶茹，2021)，當點讀筆開機後，透過內建 Wi-Fi IC 會自動連上 Wi-Fi，只要輕輕一點實體書，就可以自動下載檔案。不過一般點讀筆只是將點讀書資料下載到電腦，然後再置入點讀筆內部的 SD 記憶卡中，但 Wi-Fi 智能點讀筆卻能少去資料下載到電腦這個步驟，而其他操作和一般點讀筆的差異性不大。科技輔具在教學的貢獻是無庸置疑，但當一個學習者面對新的科技學習輔助時，無形也加重其使用時的認知負荷；因此，科技輔具在開發時，除了能增加學習成效之外，還必須同時考慮最小化認知負荷，避免增加學習者負荷。

四、最小化認知負荷和增強學習記憶

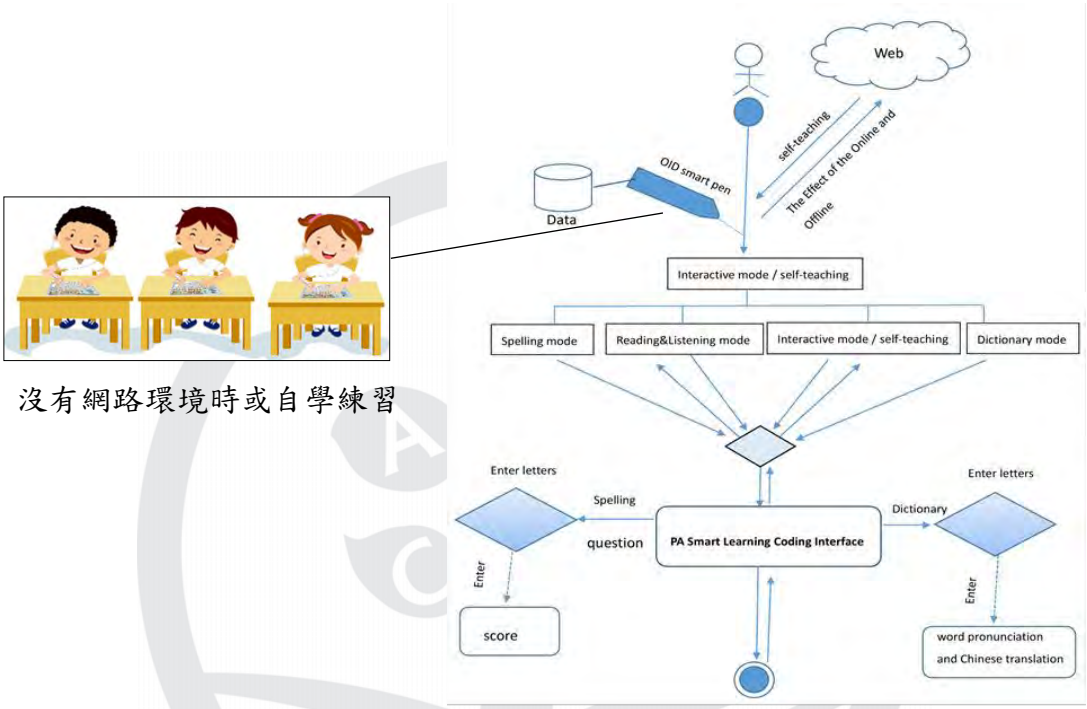
近年國家政策對數位資訊科技的推動下，多元學習與視覺媒體組合雖豐富了感官經驗，但也隱藏可能產生認知過量與干擾的情形，增加學童無謂的認知負荷（楊尚儒，2018）。因此，PA Smart Learning Pad 設計重點，將朝向下列 3 點: 1.降低或有效管理外在認知負荷（extrinsic cognitive load）2.減輕內在認知負荷（intrinsic cognitive load）3.增生認知負荷（germane cognitive load）「認知負荷」是指有限的工作記憶空間，在處理訊息時所感受到的負荷狀態。因此，當學童在處理單字記憶認知處理系統的容量有限，若不立即主動加工處理，很快就會遺忘。PA Smart Learning Pad 必須設計成最小化認知負荷和增強學習記憶。基於最小化認知負荷和增強學習記憶的需求，PA Smart Learning Pad 的設計必須朝向成最小化認知負荷和增強學習工作記憶的方向。

參、 音韻覺識及拼寫輔助學習系統

一、系統設計與開發

圖 1 為本研究之系統架構圖。學習者首先透過雲端下載 PA 拼寫輔助軟體於點讀筆中，進行學習時可選擇線上線下同步學習模式或是自學練習兩種，當線上

線下同步學習模式，只要透過連線或掃描 PA Smart Learning Pad 上的 QR Code 連上線上平台，搭配介面同步學習及練習。另外，當沒有網路環境時或自學練習時，學童可以利用此自學練習的輔助，透過 PA Smart Learning Pad 來完成英文學習及拼寫。優點是增加有效認知負荷，協助學生能同時注意到不同的訊息，避免分散注意去進行認知處理。如:影像（視覺）搭配聲音（聲覺）的解說，可免去注意力分散；此外，運用 PA Smart Learning Pad 創作數位認知工具可以通過減輕認知障礙來支撐和促進認知過程。



沒有網路環境時或自學練習

圖 1. 系統架構圖

教育部（2022）指出，政府將從 2022 到 2025 年這 4 年內，投入 200 億在「中小學數位學習精進方案」，提倡「班班有網路、生生用平板」。但事實上，小學一年級到三年級的學童使用平板或電腦的比率很少，主要原因是年紀較小學童對科技自主學習時，很難掌控。而點讀筆的操作和數位電視白板線上教學操作對學童及老師們的應用更具自主性及即時性。

二、 學習模組功能操作說明

針對本研究所設計的數位工具來輔助英語學習重點有四個模式，首先是:1. 閱讀及聽力模式(Reading & Listening Mode) 2.互動模式/自學(Interactive Mode / self-teaching) 3. 拼字模式(Spelling mode) 4.字典模式 Dictionary Mode。閱讀及聽力模式，主要建立字母與聲音之間的拼讀對應關係。接著第二模組是跟讀口說發音比對練習，提供學童透過反覆聽力的 input 後，再來 output 跟讀口說發音比對練習。第三模組，聽音拼字音韻覺識練習，從字母到字彙拼寫時；由於字母鍵盤在拼字時會發出聲音，當學童點大寫字母 A 時，會聽到男外師發出 A 的聲音，

而當他點小寫字母 a 時，會聽到女外師發出 a 的聲音，這種方式比起電腦鍵盤打字或手寫背單字的成效更為顯著，甚至就連對英文 26 字母尚未熟悉的學童也能很快地認識 26 個英文字母。最後是字典模式(Dictionary Mode)，步驟 1.學習者使用智慧學習筆點選 Dictionary 模式，步驟 2.將不會發音或不了解的中文意思的英語字彙，用點選的方式，完成查詢。例如想要會唸 about 這個單字，操作→Dictionary→點 a,b,o,u,t 然後→點選→Enter→ 就會聽到點讀筆發出 about 的英文發音及中文解釋。這個功能對學童查詢單字幫助很大，它並不會受到時間地點、網路環境影響，隨點隨查十分方便。如圖 2 所示。

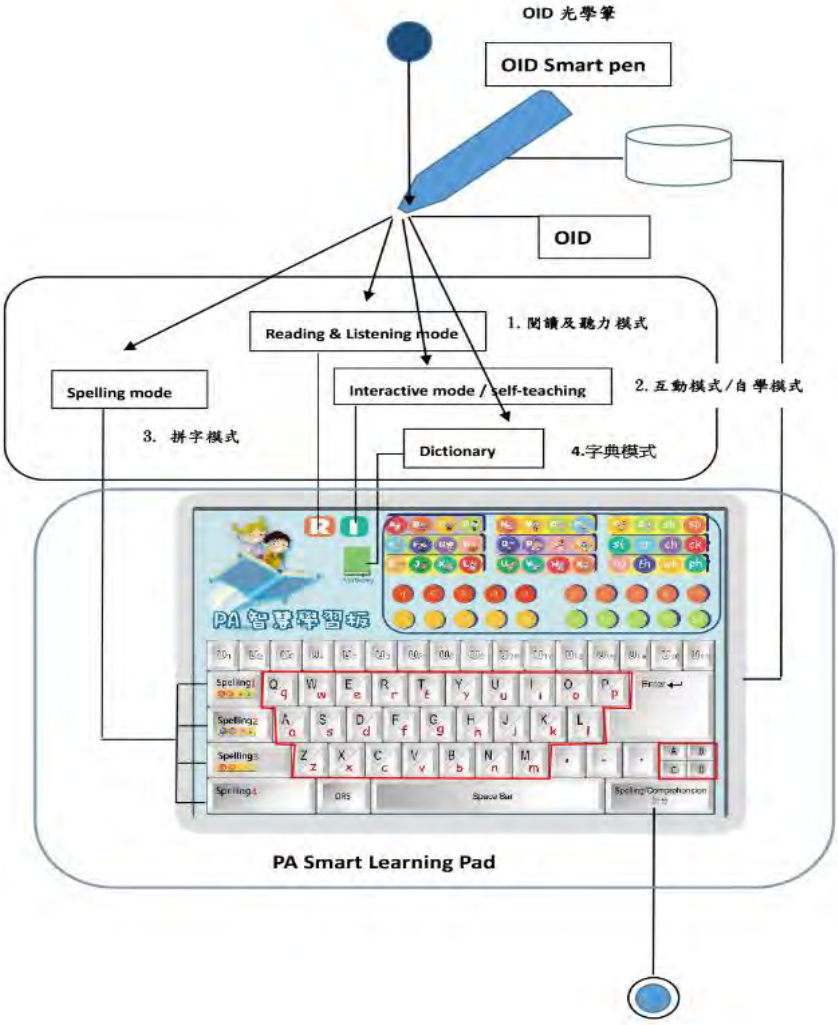


圖 2. 為 PA Smart Learning Pad 學習四個模組

肆、 認知易用性評估

一、 實驗對象

本研究之實驗對象為彰化縣線西國小 27 位學童，其中三年級學生有 19 位，四年級學生有 8 位，女生 15 位、男生 12 位。

二、研究工具

本研究所採用之「光學智慧筆應用於語言及拼寫教學輔助學習系統」操作滿意度統計問卷，係改編自 Hwang、Yang 與 Wang (2013)及 Chu、Hwang、Tsai 與 Tseng (2010) 所開發的學習系統認知易用性問卷。問卷編製完成後，個人另請兩位專家予以審稿及指正，以符合專家效度。此問卷之 Cronbach's alpha 為 0.831，此問卷具有良好的信度(Costa, P., Castaño-Muñoz, J. and Kampylis, 2021)。問卷共 8 題，採用 Likert 五點量表，選項包含「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」。

三、實驗流程

本次實驗係搭配學校所舉辦的 AI 英語冬令營活動，在五天活動中，利用其中一天來執行本次實驗。實驗流程設計為上午有 50 分鐘英語點讀自學課程、下午開始練習操作「光學智慧筆應用於語言及拼寫教學輔助學習系統」，如圖 3 所示。

圖 3. 英語點讀操作自學課程

在台灣英語學習是條漫長的路，因此當學童開始面對這些陌生符號時，如何激發其學習動機，是做為研究開發者要思考的。根據美國心理學家和行為科學家斯金納（Skinner, 1988）的強化理論（reinforcement theory）Skinner 中談到:1.一小步一小步前進 2.及時反饋；所謂及時反饋就是學習過程中，透過 PA Smart Learning Pad 工具，及時將學習結果告訴學習者，並且讓學習者在當下修正所犯的錯誤。3.正強化比負強化更有效，應以正強化為主；同時，必要時也要對壞的行為給以懲罰，做到獎懲分明。根據上述理論，在進行實驗操作及測試時，鼓勵建立學童智(字)彙儲蓄的觀念，提供「智(字)彙存錢筒」概念，以可累積單字的虛擬貨幣及錢包，我的幣(Word Coin)」來獎勵學童學習及測試，學童趣味拼字比賽以「Word Coin 我的幣」兌換獎品。

四、實驗結果

由表 1 可知，大部分被調查者對「光學智慧筆應用於語言及拼寫教學輔助學習系統」的操作滿意度總平均為 4.204，各題目平均得分也多在 4 分以上，具備有效介面操作流程。標準差為 0.557 整體表現相當穩定。但是在第一題、第二題和第五題的標準差較高，根據受測資料顯示是由一位極端值所造成，未來將進一步的研究和探討。

表.1 認知易用性評估平均數及標準差

介面操作感知易用度問卷項目	平均數	標準差
1.對我而言，學習這套系統的操作並不困難。	4.037	0.940
2.我只花費短短的時間就完全學會這套系統的使用。	4.037	1.018
3.使用這套系統所進行的學習活動是容易理解的。	4.259	0.712
4.我很快便學會這套系統的操作方式。	4.000	0.784
5.本次學習活動中，使用這套系統對我來說並不困難 。	4.259	0.903
6.我覺得這套系統的介面是容易使用的	4.481	0.700
7.我覺得這套系統可以很容易比對發音錯誤之處 。	4.370	0.688
8 使用這套系統所進行的學習遊戲很容易理解。	4.185	0.786
整體平均	4.204	0.557

伍、 結論與未來展望

PA 被認為有助於幫助兒童學習閱讀，因為英語書寫系統的結構是按字母順序排列的。它和中文的差別在於英語可以透過這些音素的字素組成拼寫可預測字彙。由於這些原因，預計 PA 培訓對讀寫能力的影響在評估兒童閱讀和拼寫能力的任務中最為強烈。我們從許多相關研究報告了解音素意識與學習閱讀之間的密切關係，從典型的研究結果表明，具有較高音位意識的學生比 PA 較低的學生更善於閱讀(National Reading Panel, 2000)。未來將研究採用「光學智慧筆應用於語言及拼寫教學輔助學習系統」是否將 PA 實驗組的表現與對照組或參與對照組的表現進行比較方面存在差異。研究還評估了 PA 訓練是否影響二種設計的結果：(1) 在真實實驗中，學生被隨機分配到實驗組組和對照組； (2) 實驗中，學生在前測中將已有在外補習英文組員特別標示(3) 在實驗組和對照組的學生進行字母認知能力分析。根據前測分數及是否在外補習的統計分析程序是為了盡量減少兩組比較組之間的任何學習前差異。

本研究所採用之「光學智慧筆應用於語言及拼寫教學輔助學習系統」將於 2023 年 2 月至 6 月進行 15 週每次 20 分鐘的場域實驗教學，對象是針對國小一年級的學童，這年齡的學童對科技工具使用的認知負荷及成效 ，也是整個實驗的主軸是否在科技輔助自主學習中，是否能透過這輔助系統，提升學童音韻覺識及字母拼讀能力，也為台灣打造成雙語國家的政策中，在兒童英語啟蒙自主學習開啟一扇窗。

參考文獻

胡翠君、許媖茹、宋曜廷（2020）。英語作為外語的國小畢業生詞彙量、詞彙閾值與閱讀理解。**教育科學研究期刊**，**65**(1)，137 -170。

張苾含、胡潔芳、陳俊光(2013)。英漢雙語學童聲韻覺識及構詞覺識與英漢認字能力之相關研究。**教育心理學報** ，**45**(2)。

教育部（2016）。國民小學英語科補救教學基本學習內容。

https://priori.moe.gov.tw/index.php?mod=resource
教育部（2022）。推動中小學數位學習精進方案。https://pads.moe.edu.tw/
郭亭均（2021）。**提升幼兒口語表達之行動研究-以點讀筆融入課程為例**（未出版碩士論文）。國立臺北教育大學，台北市。
陳浩然（2020）。東北亞四國英語教育政策之比較。**教育科學研究期刊**，**65**(1)，1-26 。
楊尚儒（2018）。**探討多媒體指令方式對於認知負荷和任務表現的影響** （未出版碩士論文）。國立清華大學，新竹市。
廖寶茹（2022）。**以科技準備接受度探討採用 Wi-Fi 智能點讀筆的使用意願之研究**（未出版碩士論文）。國立臺北教育大學，台北市。
鄭靜宜（2019）。點讀筆於特殊教育教學的應用。**特教園丁季刊**，**34**(1)，1-10。
羅貝珍（2011）。**應用點讀筆提升英語朗讀流暢度、學習動機及學習滿意度研究**（未出版碩士論文）。國立政治大學，台北市。
Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1993). Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children: A 1-year follow-up. *Journal of Educational Psychology* 104-111
Chu, H. C. Hwang, G. J. Tsai, C. C., and J. C. R. Tseng, (2010). A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning system for natural science course. *Computers & Education, 55*(4), 1618–1627.
Costa, P., Castaño-Muñoz, J.& Kampylis, P. (2021) Capturing schools' digital capacity: Psychometric analyses of the SELFIE self-reflection tool. *Computers & Education,* 162, 10-11.
European Commission, Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture (2020). Digital education action plan 2021-2027: Resetting education and training for the digital age. https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan
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.
Mann, V. (1987). Phonological awareness: The role of reading experience. In P. Bertelson (Ed.), *Cambridge, MA: The MIT Press.* (pp. 65-92).
National Reading Panel (2000). Part1: Phonemic awareness instructions. pp. 1-45.
Read, C., Zhang, Y., Nie, H., & Ding, B. (1987). The ability to manipulate speech sounds depends on knowing alphabetic writing. In P. Bertelson (Ed.). The Onset of Literacy: Cognitive Processes in Reading Acquisition. *Cambridge, MA: The MIT Press*, (pp. 31-44).
Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: sine qua non of reading acquisition. *Cognition.* Volume 55, Issue 2, May 1995, (PP. 151-218).
Skinner, B.F. (1988). *Biographical sketch and bibliography of works by Skinner*. Cambridge University Press. (pp. 489-495).

基於後方汽機車車牌物件偵測類神經網路參數最佳化之研究

Research on Parameter Optimization of Neural Network Parameters for Rear Vehicle License Plate Detection

林羣浦 [1] 吳東光 [2]
Lin, CHUN PU WU[1], TUNGKUANG[2]
[1] 國立彰化師範大學 資訊管理研究所 研究生
[1]National of ChangHua University of Educcation Student
E-mail: lincfgate@gmail.com
[2] 國立彰化師範大學 資訊管理研究所 教授
[2]National of ChangHua University of Educcation Professor
E-mail: tkwu@im.ncue.edu.tw

摘要

近年來，國內 250cc 以上重型機車開放，由於交通法規規定一般 250cc 以上重型機車必須停置於汽車位，但 250cc 以上重型機車前方車牌擺放位置並無相關明確法規規定，而汽車停車場採用前方車牌辨識系統，造成 250cc 以上重型機車無法進入汽車停車場停放。在路邊汽車位數目不足情況下，導致汽車與重型機車互相爭奪停車位情況偶有發生。本研究提出了一個以後方辨識汽機車車牌方式，解決重型機車無法能停入汽車停車場之窘況。而因後方車牌辨識場景相較於前方辨識車牌較為複雜，容易因後方車牌周遭文字、圖案等影響車牌之辨識；本研究亦相對提出後方車牌目標偵測方法，解決後方車牌不易辨識問題。

關鍵字：後方車牌偵測、汽機車車牌差異、類神經網路、轉移學習、參數微調

Abstract

In recent years, heavy motorcycles with engine displacement of 250cc or higher have been allowed on the roads in Taiwan. However, according to traffic regulations, these heavy motorcycles must be parked in designated car parking spaces. There is no clear regulation regarding the placement of the license plate for motorcycles with engine displacement of 250cc or higher. This has caused a problem for motorcycles to enter car parking facilities that use license plate recognition systems, resulting in competition for parking spaces between cars and motorcycles when there is a shortage of parking spaces on the roadside. This study proposes a solution to this problem by using rear license plate recognition for motorcycles and cars in parking facilities. However, recognizing license plates from the rear is more complicated than from the front, as the license plate may be affected by surrounding text and graphics. Therefore, this study proposes a rear license plate detection method to address this issue.

Keywords: Rear License Plate Detection, Differences Between Car and Motorcycle License Plates, Neural Networks, Transfer Learning, Fine-Tuning

壹、研究背景動機

一、研究背景

目前停車場辨識系統上常常由於台灣、機車數輛變多，使得停車場需求大增，以往以人力所處理計費方式已無法應付大量停車需求，導致車輛常常大排長龍影響交通秩序(林欣漢, 2014)

截至 2022 年 7 月為止，根據交通部統統計，汽車數輛為 8,395,091 輛，機車數量高達 14,328,497 輛 (中華民國交通部公路總局, 2022)，由於早期停車場管理方式採用磁卡或感應式硬幣進行時間上計算，最後收費採用人工收費方式，但人力所造成耗費成本龐大，因此在科技進步催促下，停車場自動化系統因應而生減少人力處理緩慢。使停車場管理全面改由電腦取代人工進、出場管理及收費。在這種情況催促下，車牌自動辨識成為現今電腦取代人力中不可缺少技術之一 (方洛彬，2020) 。

二、研究動機及目的

正如前章節所述，發展出一套節省人力及快速管理停車場方法已刻不容緩 (許博翔, 2010)，因此智慧型停車系統如雨後春筍般發展 (鄔德傳, 2020)。台灣目前現有停車管理有下列幾種方式，如表1-1。

表 1-1現行停車場管理方式

停車場管理方式	採用方式
人工管理	人工管理
代幣、磁卡、磁扣	電磁紀錄
RFID 感應	無線通電訊號識別目標讀寫數據
自動車牌自動辨識	攝影機拍攝車牌由軟體分析車牌號碼

資料來源：本研究彙整

在台灣土地價格日益上漲情況下，以台北市信義區永吉路 111 年 12/22 日停車位實價登錄資料顯示，一般事務所屋齡 5 年總面積大小 10.66 坪停車位，單純包含土地價格高達新台幣 340 萬元 (內政部內政部不動產實價登錄查詢網, 2023)，如果土地規劃成自動車牌辨識系統停車場還尚未包含建置費用，在寸土寸金土地成本下，如何妥善利用資源成為重要議題。

根據交通管理處罰條例第 92 條第 6 項及道路交通標誌標線號誌設置規則第 190 條規定，將 250CC 以上紅、黃牌大型重機車行駛、停放比照小型車辦理，然而現今汽車停車場目前多為前方辨識車牌，雖然交通部規定重機型車必須比照小型車辦理前方需懸掛車牌，但重型機車前方懸掛何處卻無明文規定，造成現行前方辨識車牌停車場系統無法辨識車牌。也因為目前無使用後方車牌偵測混合汽機車停車場場地，使得重型機車與一般汽車爭奪停車位情況或亂停於機車停車位。

為達到上述現行法規調整，本論文提出汽、機車混合式自動車牌偵測系統 (Mixed License Plate Recognition)。此系統以後方偵測方式偵測汽、機車車牌，並使用機器學習 (Machine Learning)、目標檢測網路模型、參數最佳化演算法及結合大數據 (Big Data) 訓練汽、機車車牌綜合模組，克服汽、機車車牌大小不一致導致無法有效辨識車牌情況，進一步最佳化機器學習參數，提高車牌辨識正確率達到以下目標：

1. 建設汽、機車混合停車場，可增加土地利用有效性。
2. 透過最佳化演算法提出改良車牌辨識模組增加辨識速度、提高辨識率，解決上文所述一般停車場大排長龍問題。
3. 透過統一進出入口配合動線規劃增進停車場空間可用性及便利性，設置多元車位達到一般汽、機車皆能駛入停車場便利性。

貳、文獻探討

一、自動車牌辨識系統的應用

自動車牌辨識系統應用很廣泛，目前應用大致分為下列幾種：

(一) 即時道路監控系統：近來由於治安事件頻傳、重大刑案發生以臺中市政為例 101 年使用車牌辨識系統破獲的刑案共 36 件 (林彥伶 et al., 2013)，使得路口監視器 (CCTV) 成為重要追查重點工具 (陳先進, 2006)。透過路口監視器 (CCTV) 配合 ALPR 系統，將疑似問題車輛車號輸入資料庫中，如偵測到此車輛系統立即會發出警告聲來通知員警查緝。

(二) 停車場管理系統：如同第一章所述，停車場自動化管理已成為現在不可避免趨勢，各地停車場紛紛拋棄以往人工及感應幣和磁卡等方式使用車牌辨識系統來管理停車場，台灣目前較大停車場連鎖業者如嘟嘟坊、CITY PARKING 城市車旅等

諸如上述業者車牌辨識方式為鏡頭在前面截取影像，分析出車牌號碼，將出入場時間寫入資料庫中，透過程式計算出入場時間配合金流方式處理停車場問題。過程中因為汽車與機車差別於汽、機車車牌懸掛位置不同，導致汽、機車必需分道辨識，本研究採用後方辨識方法，優點在汽、機車可同時從同一車道進出，對現行重型機車必須停在停車格法規加以修改停車場車牌辨識方法，解決重型機車車位不足及停放一般汽車格或機車格停放混亂情形。

二、Tensorflow

TensorFlow 由 Google Brain (Tensorflow官網, 2022) 開發，為 Google 大腦第二代學習系統，在 Apache 2.0 平台於 2015 年 11 月 9 日所發佈 (趙英俊 & 廖信彥, 2020) 是現今最重要深度學習框架之一 (Tensorflow官網, 2022)，目前在 Github 上所發佈最新版本為 2.11.0 (截至 2023/02/15)。

Tensorflow 同時支援 GPU 和 CPU 運算，同時可在 Windows 及 Linux 上運作，本研究以 Tensorflow 2.0 版本及 Windows 介面為基礎做為程式開發。Tensorflow 廣泛應用於電腦視覺、財務金融、語音辨識、自然語言處理、音訊辨識與生物資訊學等。早期用來訓練深度神經網路模型、實際較出名的 Google 深度學習模型應用產品上有：G-mail 自動回覆系統 (Raffel et al., 2019)、Alpha-Go (Silver et al., 2016)、智慧音箱 (Amodei et al., 2015)、手機自拍背景虛擬化 (Zamir et al., 2018) 等產品。

本論文探討使用後方鏡頭辨識汽、機車車牌，實驗採用圖形物件偵測方式，使用 Tensorflow 物件偵測 API 將一般前方鏡頭偵測車牌方法改由後方鏡頭來進行車牌辨識

三、類神經網路

類神經網路有許多演算法，例如卷積神經網路 CNN (Convolutional neural network)、循環神經網路 (Recurrent neural network)，其中 CNN 卷積神經網路善長於圖形處理上 (Zhuobao & Hanyun, 2022)，RNN 善長自然語言處理 (Natural Language Processing) (王柏

鈞, 2020)，例如聊天機器人。由於本論文重點在於使用圖形辨識處理中物件偵測。

四、SSD (Single Shot Multibox Detector) 目標檢測網路模型

近年來又有研究者以 VGG-16 網路模型為基礎發展相關論文，其中 SSD (Single Shot Multibox Detector) 網路模型與 YOLO (You Only Look Once) 網路模型為近年來被眾人加以討論技術 (Tan et al., 2021)。其中 SSD 精確度較高與檢漏率較低，適合用於停車場管理系統 (葉凌承, 2020)，故本研究採用 SSD 網路模型做為本實驗網路模型。

參、研究工具及環境

本研究以 Github 中 Nicknochnack 作者所開發 Real-time Automatic License Plate Recognition 系統為基礎使用轉移學習方式利用現有的網路模型對參數進行微調，改寫汽機車混合車牌辨識系統 (Mixed License Plate Recognition System, MLPR) 進行實驗，開發環境、工具如下：

開發語言：Python 3.6 (64-bit)

各版本： Tensorflow 2.6.2

開發硬體環境為：

CPU：Intel(R) Core(TM) i3-10100F @ 3.6G Hz

GPU：NVIDIA GeForce RTX 3070 Ti 8 GB

CUDA Version：11.0; Cudnn：8.1

RAM：32 GB

作業系統：Windows 10 教育專業版 (64-bit)，版本：21H2

一、資料集及實驗定義

本研究採用台灣科技大學 AOLP 資料集 (Hsu et al., 2013)、義守大學 ISU 機車車牌資料集 (蕭季峰 et al., 2021) 及自行搜集街頭拍攝汽車車牌(119 張)、機車車牌(228 張)共 2183 張，經過篩選。篩選條件為汽、機車停放位置符合停車場後方入口攝影機鏡頭情境照片汽車 632 張、機車 393 張總共 1,025 張，解析度為 640×480，96 dpi，採用目前汽、機車歷代車牌照片進行實驗。

其中最佳化實驗、切割框架實驗及實驗 A、B、C 中測試集為相同內容測試集資料，採用了自行搜集汽車 15 張，機車 27 張總共 52 張做為測試集進行實驗。

實訓練次數：為達到學習運算一致性，統一運算 5,000 次為數值基準點。

模型比較定義：以 AOLP 汽車照片(632 張)，加上 ISU 機車照片(393 張)為訓練集共 1,025 張，為了檢驗模型可檢驗性及大量數據正確性和進行大量運算時表現運算速度，採用了 152 張自行搜集汽車(75 張)、機車照片(77 張)為測試集。

最佳化實驗定義：以 AOLP (536 張)加上 ISU (220 張)共 756 張為訓練集，自行搜集汽、機車照片共 52 張為測試集進行實驗。

切割框架大小實驗定義：以 AOLP (536 張)和 ISU 及自行搜集汽、機車照片(220 張)共 756 張為訓練集，自行搜集汽、機車照片共 52 張為測試集實驗。

實驗 A 定義：以 AOLP 汽車照片 536 張為訓練集，自行搜集汽、機車照片共 52 張為測試集實驗。

實驗 B 定義：以 ISU 機車照片(109 張)及自行搜集機車照片(111 張)共 220 張為訓練集，自行搜集汽、機車照片共 52 張為測試集實驗。

實驗 C 定義：以 AOLP 汽車照片(536 張)加上 ISU 機車照片(109 張)、自行搜集照片(111

二、實驗環境

以下為本研究實驗環境如下圖3-1：

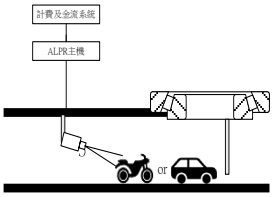


圖 3-1本研究虛擬實驗環境

資料來源：本研究繪製

三、實驗流程圖

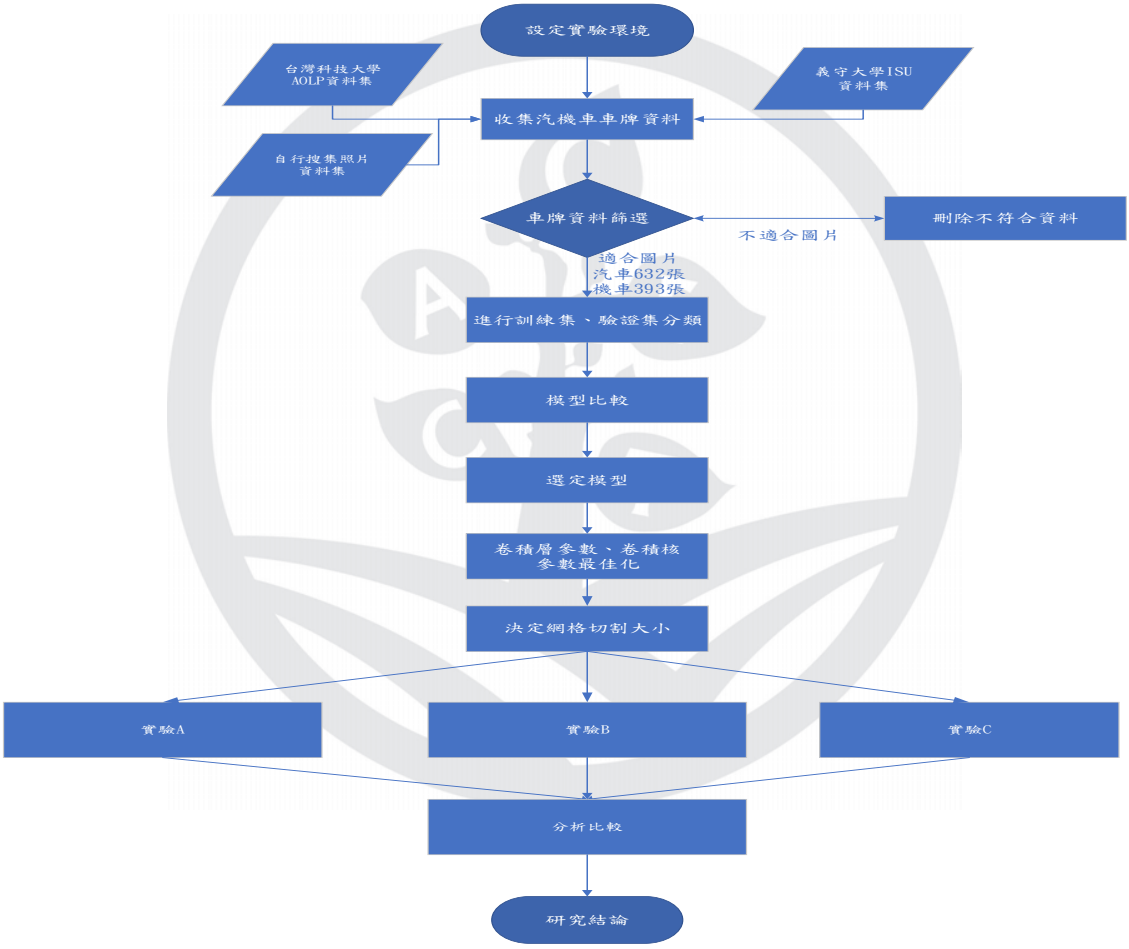


圖 3-2 本實驗流程

資料來源：本研究繪製

肆、實驗結果

一、SSD 各模型比較

首先進行實驗 A、B、C 之前模型選擇，依照先前章節定義參數進行實驗，得出下列數值，如表4-1：

表 4-1 SSD 各網路模型實驗數值

640x640	Speed(ms)	AP	AR	F1-Score
SSD MobileNet V1 FPN	40.46	**0.995**	0.694	0.817679
SSD MobileNet V2 FPNLite	**39.96**	0.987	0.653	0.785989
SSD ResNet101 V1 FPN (RetinaNet 101)	108.6	0.980	**0.715**	**0.826785**

資料來源：本研究實驗結果

二、實驗參數選定

根據 Zhang 等學者(Zhang & Jia, 2021) 研究及綜合上述實驗結果得知，採用 SSD Mobilenet V2 FPNLite 網路模型來進行停車場車牌辨識，可達到處理速度快速及準確度高的效果，本研究後續使用 SSD Mobilenet V2 FPNlite 640 × 640 網路模型進行最佳化微調參數實驗。

本實驗設計演算法，利用此演算法做為微調預測框卷積層參數影響及卷積核參數最佳化實驗，以下為本實驗所設計演算法流程，如圖 4-1

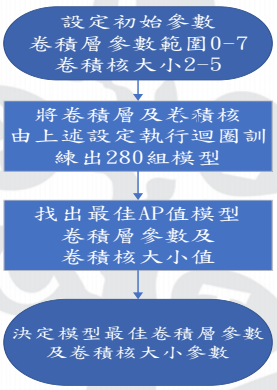


圖 4-1 算法流程圖

資料來源：本研究繪製

本演算法考慮卷積層數影響運算時間及卷積核大小產生特徵圖數量 (Simonyan & Zisserman, 2014; Springenberg et al., 2014)，由於本研究數據集較照片數量較少，所以設定卷積層參數範圍為 0 至 7，卷積核大小為範圍為 2 至 5。上述設定考量到捲積層層數影響訓練速度及卷積核大小影響訓練速度，演算法程式如圖 4-2

```
def train_model(num_layers, kernel_size):
    # Set the pipeline_config.cfg parameters based on the input arguments
    pipeline_config = tf.compat.v1.ConfigProto()
    pipeline_config.num_layers = num_layers
    pipeline_config.kernel_size = kernel_size
# 設定初始值和卷積層範圍和卷積層大小
best_average_precision = 0
best_layers = 0
best_kernel_size = 0
for num_layers in range(0, 7):
    for kernel_size in range(2, 5):
        train_model(num_layers, kernel_size)
        #得出最佳AP值
        average_precision = #得到最佳訓練模型中Average Preciscion(AP)值：
        #比較AP值
        if average_precision > best_average_precision:
            best_average_precision = average_precision
            best_layers = num_layers
            best_kernel_size = kernel_size
# 列印最好結果
print('最佳AP值:', best_average_precision)
print('增加卷積層:', best_layers)
print('最適合卷積核大小:', best_kernel_size)
```

圖 4-2 演算法程式碼

資料來源：本研究編譯

經過演算法運算，產生 280 組模組，分析比較每一組最佳 AP 值得到表4-2。

表 4-2七次運算結果表

	最佳值 AP 值	卷積層參數	卷積核大小
第一次運算	0.9620	6	4
第二次運算	**0.9880**	**1**	**4**
第三次運算	0.9690	4	4
第四次運算	0.9790	6	4
第五次運算	0.9820	4	4
第六次運算	0.9600	2	4
第七次運算	0.9780	3	4

資料來源：本研究實驗結果

故將預測框卷預層數設定為 1，卷積核大小為 4。

三、切割框架比較

接著實驗嚐試 640x640 切割框架 (Frame) 大小降低成 320x320 切割框架大小，實驗得出表4-3 (與 640x640 比較)。

表 4-3各切割網格效能比較表

	Speed*(ms)*	AP	AR	F1-Score
320x320	10.2	0.983	0.638	**0.773787**
640x640	22.4	**0.988**	0.631	0.77014

資料來源：本研究實驗結果

經過實驗比較在速度上，320x320 切割框架大小運算速度優於 640x640 處理速度而 AP 值僅差 0.005，但在 F1-Score 綜合表現上，320x320 數值優於 640x640 切割框架大小，網路模型符合處理大量車流使停車場車輛快速入場及正確偵測出車牌，最後實驗將決定採用 SSD MobileNet V2 FPNLite 320x320 做為實驗網路模型。

四、三種情境實驗

接下來進行 A、B、C 三種情境實驗，情境為上章節所定義，得出數值如表4-4所示。

表 4-4 A、B、C 情境比較表

	AP	AR	F1-Score
實驗 A	0.923	0.604	0.730179
實驗 B	0.829	0.581	0.68319
實驗 C	**0.988**	**0.631**	**0.77014**

資料來源：本研究實驗結果

實驗 C 車牌綜合辨識上，AP 值為 0.9880、F1-Score 值為 0.77014，整體上優於 A、B 二種情境，故實驗 C 符合本研究汽機車綜合車牌辨識模組，適用於模擬實驗環境中有效偵測汽、機車車牌，達到本研究目的。

4.5 情境畫面

圖 4-3 系統畫面

資料來源：本研究擷取

伍、結論

本研究順應現行法規改變，使用後方車牌辨識模組進行車牌偵測，提出 250cc 大型重型機車與汽車採用同一車道進出後方車牌辨識門禁式停車場。實驗中比較 SSD 網路模型各效能、精確度、召回率及 F1-Score。並設計一套微調類神經網路參數最佳化演算法訓練出後方汽、機車車牌偵測模組，在汽、機車混合出入口情境中研究最佳化方法提升車牌辨識精確度及綜合表現。

參考文獻

林彥伶、鄧少華、林曾祥 (2013)。車載式車牌辨識系統應用於刑案偵查之研究。 2013 企業架構與資訊科技國際研討會。

蕭季峰、劉維哲、謝東宏、王周珍 (2021)。智慧機車車牌辨識系統之研究。臺灣網際網路研討 (TANET2021) 會暨全國計算機會議 (NCS2021)。

施威銘研究室 (2020)。AI 大局：鳥瞰人工智慧技術全貌，重塑 AI 時代的領導力。旗標出版社。

黃士嘉、林邑 (2020)。輕鬆學會Google TensorFlow 2.0：人工智慧深度學習實作開發。博碩文化出版社。

趙英俊、廖信彥 (2020)。Tensorflow2.0 深度學習快速入門。博碩文化出版社。

鄔德傳 (2020)。臺北市推動智慧停車之挑戰與對策。T&D 飛訊第 266 期。

方洛彬 (2020)。人工智慧之車牌辨識系統設計。正修科技大學 資訊工程研究所 碩士學位論文。

許博翔 (2021)。輕量化車牌辨識模型。國立臺灣師範大學 電動工程學系 碩士學位論文。

葉凌承 (2020)。整合主動式攝影機與深度學習技術之橋梁瑕疵檢測系統的研究。朝陽科技大學 資訊工程系 碩士學位論文。

羅兆廷 (2000)。台北市路邊停車收費管理課題之探討。國立交通大學 交通運輸研究所碩士學位論文。

Tensorflow 官網 (2022)。 https://www.tensorflow.org/guide?hl=zh-tw。 擷取日期：2023/2/15。

中華民國交通部公路總局 (2022)。機動車輛登記處-交通部統計查詢網。https://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=a3301。 截取日期：2023/12/15。

內政部 (2023)。內政部不動產實價登錄查詢網。 https://lvr.land.moi.gov.tw/。擷取日期：2023/12/15。

Albuquerque, C., Vanneschi, L., Henriques, R., Castelli, M., Povoa, V., Fior, R., & Papanikolaou, N. (2021). Object detection for automatic cancer cell counting in zebrafish xenografts. *PLoS One*, *16*(11), e0260609. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260609.

Bhagat, T., & Thakur, R. (2021). Automatic Recognition of License Plates. *International Conference on Emerging Techniques in Computational Intelligence (ICETCI)*. https://doi.org/10.1109/ICETCI51973.2021.9574072 .

Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J. (2013). Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. arXiv:1311.2524. Retrieved November 01, 2013, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2013arXiv1311.2524G.

He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. arXiv:1512.03385. Retrieved December 01, 2015, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015arXiv151203385H.

Hossain, S., Hassan, M. Z., & Masba, M. (2021). *Automatic License Plate Recognition System for Bangladeshi Vehicles Using Deep Neural Network*. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6636-0_8.

Hsu, G. S., Chen, J. C., & Chung, Y. Z. (2013). Application-Oriented License Plate Recognition. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, *62*(2), 552-561. https://doi.org/10.1109/TVT.2012.2226218.

Lecun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, *86*(11), 2278-2324. https://doi.org/10.1109/5.726791.

Lin, T.-Y., Dollár, P., Girshick, R., He, K., Hariharan, B., & Belongie, S. (2016). Feature Pyramid Networks for Object Detection. arXiv:1612.03144. Retrieved December 01, 2016, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016arXiv161203144L.

Lin, T.-Y., Maire, M., Belongie, S., Bourdev, L., Girshick, R., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Zitnick, C. L., & Dollár, P. (2014). Microsoft COCO: Common Objects in Context. arXiv:1405.0312. Retrieved May 01, 2014, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014arXiv1405.0312L

Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C.-Y., & Berg, A. C. (2015). SSD: Single Shot MultiBox Detector. arXiv:1512.02325. Retrieved December 01, 2015, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/ 2015arXiv151202325L.

Pugalenthy, K. R., Ibrahim, M. Z. B., Mohd Faudzi, A. A. B., & Othman, M. R. B. (2022, 2022//). Malaysian Vehicle License Plate Recognition Using Deep Learning and Computer Vision. Proceedings of the 6th International Conference on Electrical, Control and Computer Engineering, Singapore.

Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., Zhou, Y., Li, W., & Liu,

P. J. (2019). Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer. arXiv:1910.10683. Retrieved October 01, 2019, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019arXiv191010683R.

Ribani, R., & Marengoni, M. (2019, 28-31 Oct. 2019). A Survey of Transfer Learning for Convolutional Neural Networks. 2019 32nd SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images Tutorials (SIBGRAPI-T),

Sandler, M., Howard, A., Zhu, M., Zhmoginov, A., & Chen, L.-C. (2018). MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks. arXiv:1801.04381. Retrieved January 01, 2018, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018arXiv180104381S.

Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. arXiv:1409.1556. Retrieved September 01, 2014, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2014arXiv1409.1556S.

Tan, L., Huangfu, T., Wu, L., & Chen, W. (2021). Comparison of RetinaNet, SSD, and YOLO v3 for real-time pill identification. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *21*(1), 324. https://doi.org/10.1186/s12911-021-01691-8.

Wang, T., Wu, D. J., Coates, A., & Ng, A. Y. (2012). End-to-end text recognition with convolutional neural networks. *Proceedings of the 21st International Conference on Pattern Recognition (ICPR2012)*, 3304-3308.

Zamir, A., Sax, A., Shen, W., Guibas, L., Malik, J., & Savarese, S. (2018). Taskonomy: Disentangling Task Transfer Learning. arXiv:1804.08328. Retrieved April 01, 2018, from https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018arXiv180408328Z.

Zhang, J., & Jia, W. (2021). A New Approach for License Plate Recognition in Smart Parking Based on SSD and Image Processing. *IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE)*, 312-323.

Zhuobao, T., & Hanyun, W. (2022). Image Classification Based on TensorFlow and Convolution Neural Networks. *International Journal of Social Science and Education Research*, *5*(3), 28-34. https://doi.org/10.6918/IJOSSER.202203_5(3).0007.

校訂課程發展視角__以臺北某國小校訂科技課程為例
In the perspective of school-based curriculum development: A action research of a Taipei elementary school's technology curriculum development

黃怡真

Huang, Yi-Chen

臺北市立大學 教育學系博士班 研究生

Taipei Municipal University of Education Doctoral of Department of Education Student

Email:D11001003@go.utaipei.edu.tw

摘要

108 年新課綱上路，在部定與校訂課程清楚依據下，教師成為轉化課綱發展以學習者為中心的重要課程編織者，因此，教師角色以及看待教學與評量的角度，將是一門重要的哲學，筆者透過課程領導者角色，從自身到教師實作與經驗轉化，從**宏觀(Macro)**大方向開始，接著**瞄準(Aim)**確立目標，然後**進行計畫(Plan)**，最後依據**逐步反饋(Steps by feedback)**精煉與完成課程，在行動來回間理出一條 **MAPS 課程雙環模式**。

本研究記錄課程領導者解析課程發展，並與組織學習中的雙循環理論對話，提出 **MAPS 課程雙環模式**，試圖邀集不同教師在科技教育與專業自主中發展課程，讓教師帶著孩子走往深化學習動人的每一刻成為意義，也在新課綱大地圖中找到自己的 **MAPS**，發展以學生學習為本的校訂課程。

關鍵字：MAPS 課程雙環模式、十二年國教新課綱、校訂課程、科技教育

壹、緣起

十二年國教新課綱上路，究竟該如何帶領學生走向素養導向的教學與評量，教師在課程發展定位中佔有關鍵角色，如何以一步一腳印的方式，如墾荒者帶著孩子走入學習？以學生為中心的教學課程又該如何發展與串連？這一切都是每一位教師心中的疑問與期望追求答案的方向。

本行動研究方案以校訂課程領導者進行校訂課程發展，課程內容從無到有、課程主軸以探究為本、課程以學習者為中心並紀錄校訂課程社群教師課程發展與專業對話的脈絡，帶領孩子探究學習，一起看見美好新風景，出發！

貳、 文獻探討

一、組織學習理論

面對知識使用不確定性涉及複雜與變化較大的脈絡，分析解決的問題不易系統化與結構化，難以歸納出一套共通的模式，因此，影響學生學習的課程綱要勢必與時俱進、教學的方法也日益受到挑戰 (Christensen, Horn & Johnson, 2009)。

傳統教學方式主要以課堂講授，學生被動的接收資訊，單方面的傳授，對於學生而言，學習成效極為有限，因此學者均呼籲運用互動式教學法取代傳統的課堂講授（司徒達賢, 2015； Sterman, 2014a; Sterman, 2014b），並強調選擇適當的教材編輯必須能透過理論的闡述，配合思考、操作與生活應用，才能吸引學習者學習的願意與動機，促進學生學習的效能 (Boser, 2017; Ritchhart, Church & Morrison, 2011)。

由生活與經驗出發之學習方法，能更貼近問題的本質，適合學習者於各種生活情境相關之學習議題，透過學習與理解思考問題並嘗試進行解決(Wosinski, Belcher, Dürrenberger, Allin, Stormacq, & Gerson, 2018)，在科技變化快速的世代中，更是如此。

教師面對新課綱以及學生學習接軌未來的議題，是互久不變的，在孕育學生擁有好的學習品質前，教師應如何被灌溉與如何在此大環境下為自己的教學進行學習與定位，是一個重要的議題。

Argyris and Schon (1978)將學習區分為兩大類，一類是單環式學習，或稱為「適應性學習」，強調在既定的組織目標、規範與政策下，尋求採取最適當的行動方式來達成既定的目標。此種學習方法類似以往的聯考制度，藉由考試與成績，規範教師與學生的教學與學習。

另一類「雙環式學習」則是強調藉由重新修正組織目標、政策、規範與組織意圖的關聯性，意即組織在面對預期與實際結果之間存在差距的事實時，除了檢討行動是否妥當之外，更能一併檢討原先設定的目標是否妥當，進而加以修正 (Argyris and Schon, 1996)。

二、 新課綱與教師

（一）課綱精神

在《十二年國民基本教育課程綱要》總綱（教育部，2014）中闡述達成適性揚才終生學習的願景，能在自發、互動、共好的基本理念下，支持課程達成學生成為自主終身學習的主體。各領域課程由注重學習與生活結合的「核心素養」，依此開始進行轉化與發展。

在新課綱中，國小並無單一獨立之科技領域，然校訂課程也僅以「提升學生學習興趣並鼓勵適性發展，落實學校本位」做為學生加深加況學習的規劃（吳俊憲、吳錦惠,2021；吳錦惠,2020），本文欲探究從課綱、校訂課程能夠如何深化紮根學生科技教育學習，試圖在課綱、彈性學習課程以及教師課程實踐中尋得統整與最佳化科技學習方案。

（二）學校願景與校訂課程

臺北市某國小為百年歷史老校，但在課程與教學上持續朝學校願景發展，在十二年國教上路前，即以科技前導學校開始進行相關課程發展，在 108 學年度各校逐步推行新課綱同時，某國小即各年級同步進行新課綱，召集相關領域教師與專家進行校訂課程研討與發展。

下圖為某國小校訂課程圖像，期許由學校願景開展出校訂課程三個重要課程鷹架：閱讀小雅仕（閱讀素養）、國際小公民（跨文化素養） 、 智造小達人（科技素養）成為鷹架，搭建學生 6C 關鍵素養，讓學習與生活結合，使適性揚才終身學習成為可能。

圖 1 某國小校訂課程願景

學校透過願景、資源、人力、特色的整體盤點，使科技教育學習在校訂課程與部定課程中找到定位，同時也共識聚焦教師長出符應校訂課程與學生學習的共識。

教師們從校訂課程願景與架構進行課程發展，期望校訂課程成為學生領域學習的延伸、綜合能力的匯流，唯有紮實課程才能發展出具生活應用與能力串接的校訂課程，達成學生素質展現樣貌，樹立學習品牌與形象（方德隆，2001；李子建，2003）。

（三）教師角色

教師其實是教學與課程的代言人（王郁雯，2016），所有教學在我們的掌握與安排下開展學生學習，而教師對學習掌握著的不該只是「課本」而是「地圖」，此所指「地圖」即是「新課綱」地圖、「校訂課程」地圖，我們帶著學生進行闖關與學習試煉，當走到下一個學習的起點，交棒給下個教師繼續開展下一趟學習旅程，藉此累積學生學習素養。

本研究試圖以課程領導者角色親身試行與夥伴共同備課歷程進行記錄，見微知著、因小見大，並以多次教案編寫與獲獎經驗分享，帶領社群教師們從瞭解、規劃到精進，以身力行逐步拼出我們的學習地圖，提供現場教師看見發展課程的面貌，相信自己相信每一位教師皆可成為課程推手（吳錦惠，2020；李子建，2003）。

參、 研究方法

行動研究是在實務現場用行動、計畫、觀察與反思循環方式進行問題解決與改善，在行動中找尋特殊行動點，以進行再一次實踐的社學科學研究法，教師能夠成為自己教學的反思者（蔡清田，2000；Carr & Kemmis, 2009）。強調透過行動促進反思，並循環回饋至下一次行動 (Elliott, 1997) 。在教學現場，學校本位課程理念更是適合透過行動研究進行課程研究與發展（蔡清田，2007；Elliott, 2005）。

本研究以台北市某國小發展校訂課程之歷程做為行動研究場域，該校於 108 年度執行新課綱發展校訂課程之際以校訂課程專任教師於社群進行課程架構發展並實際以專任教師執行課程方案，該方案為學校校訂課程之一名為『「風」動武林』之科技課程，教學方案同步進行於 108 學年度三年級五個班級（學生 148 人）以及 109 學年度三年級五個班級（學生 142 人），各為期 10 週，課程進行時同步記錄與課程反思並與第二年度由另一位教師執行，也針對課程進行記錄與反思，本行動研究以該方案為聚焦進行兩年，搜集教師課程發展、課程執行、課程觀察反思與紀錄以及課程調整的完整歷程。

校訂社群成員中，與科技教育相關有 4 人、課程執行 2 人。資料搜集以授課教師教案、授課教師訪談、授課課堂觀察、社群會議文件資性資料分析等方法，以為期兩年共 20 週課程質性資料進行搜集編碼分析。

肆、 研究結果與討論

一、MAPS 課程發展模式

執行校訂課程發展計畫的教師們，首先是經歷了從學校獲取、得知各類有關課綱、學校校訂課程發展計畫等宏觀(Macro)的資訊，使教師對於課綱、校訂課程有較為全觀性理解與掌握，並就教師本身專長領域課程的發展與課綱、校訂課程之間的關聯，選擇並瞄準(Aim)課程地圖中的特定教學重點，進一步將課綱、校訂課程，透過教師的選擇與詮釋，將宏觀的核心素養透過瞄準，轉化發展出課程。

接著，教師根據其所瞄準的教學重點，設計具備執行性與時程性的教學計劃(Plan)，涵蓋教學時程、教具、教材與教法等更細部、具體的規劃。此項教學計畫可指出前一個階段的學習成果，用以檢測學生目前的程度與表現，使得教師得以比較不同學生之間，是否符合不同學習階段與發展的合理性。透過學習評量與成果表現，教師也得以觀察不同學生的學習遷移過程以及學習發展途徑，使得教師可提供不同特性的學生，予以不同規格的學習建議與發展路徑，幫助不同學習程度的學童適性發揮個別特質，落實因材施教。

從學習旅程中，個別的學習成果查核點，教師可以與學生共同分享、一同記錄每一次的學習過程，藉由每一階段的逐步回饋過程(Steps by Feedback)，教師可以累計學生們的學習成就，也從中看出不同學生的各自亮點與特色！

依此，形成如下圖二所示，本研究提出 MAPS (Macro – Aim – Plan – Steps by feedback)課程發展的教學設計模式。

圖 2 MAPS 課程發展模式

以下分別記錄課程執行教室的核心問題、以身力行試作、合作與共識的對話與記錄，描繪出某國小校訂課程發展滾動的「**MAPS 課程發展**」進程。

（一）宏觀 Macro

「校訂課程沒有課本，怎麼教？」、「我教的科技課程內容跟其他領域課程有什麼關聯性？」、「我教的內容是對的嗎？」

教師們進行如此課程的疑問，然而在接下任務後，可能緊張與惶恐在心中醞釀。

其實，教師手上握有「重要地圖」，此「重要地圖」即是課程發展的依據：「新課綱」與「學校願景」，在「新課綱」與「學校願景」地圖中，其實有許多訊息與依據，可供教師辨識重要訊息擁有宏觀視野，帶領學生進行學習與探知的旅程。

此步驟需用宏觀角度開始聚焦至學習者學習角度，進行學習盤點，我們嘗試從三個構面進行理解：領域課程綱要、學校特色以及教師專長協同。

1.領域課程綱要

以三年級科技課程為例，先針對三年級學生課程進行盤點，確保學生基本學力，下方課程盤點圖可見教師運用學年教師選擇的教科書版本教材約略知道學生

在部定課程中的學習面向、學習起點，並試圖找出串聯學生學習路徑以理解學生在該年段的學習樣貌。

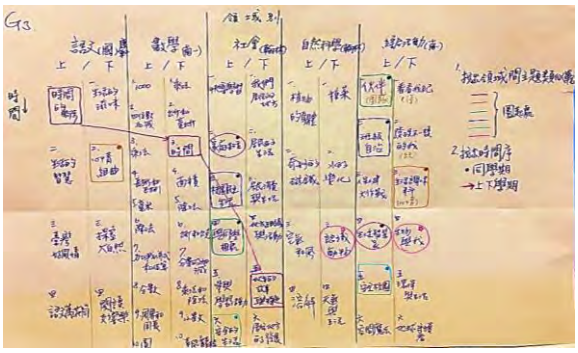


圖 3 課程盤點圖

上圖可見，教師盤點三年級各領域學習面向，可快速知道該年級學生即將進行不同領域的學習主題，透過盤點概覽全貌。接著，教師使用不同色框配對找出類似主題的單元，並以符號紀錄學生學習時間序的標記。

2.學校特色與資源

在宏觀高度盤點學生該年度學習面向後，我們開始進行課程發展的方向確立以協助聚焦配對，主要目的是要讓學生能夠深化領域學習、發展學校特色（吳俊憲、吳錦惠，2021）。在下圖四盤點路徑圖，透過不同盤點面向對照，教師將有機會在部定課程的基本學力以及校訂課程的深化能力提升上，來回檢視。

接著，透過下方圖五主題綜整的過程，加入課程重要元素或核心問題，浮現從學生基本學力深化至學校特色與學習能力的主題，以發展系列課程。

圖 4 盤點路徑圖　　圖 5 主題綜整與對應

下列以某國小三年級「風」動武林校訂課程為例，透過上圖五中綠框從部定課程「空氣與風」單元，延伸至校訂課程結合悅讀小雅仕「科普閱讀」以及智造小達人「跨域資訊」課程，浮現以「風」進行探究的學習，並出現下圖六課程脈絡。如下呈現：

圖 6 「風」動武林課程脈絡

3.教師與專長協同

最後，透過教師交流與專長領導，框選與邀集相關教師說明課程配合與協同討論。教學者即是課程守門人，發展課程最重要的是教師，教學協同、專長分享或專業分工，將可能在課程的不同需求下進行最適學習的安排。權衡教師備課量以及專長領導，使課程發展與教師專業間產生流動與成長效應。

反思小結

本研究所謂的「宏觀」指的是教師對於課程發展與教學設計「**大致上的方向**」，猶如開車從出發地前往某個目的地，「**心中大略知道要開往哪裡去？哪一個方向？路上大概會遇到什麼重點？**」換言之，Macro 相當於教師在課程發展與教學設計之初，教師們必須先知道「**我們現在在哪裡？**」教師根據已知的「課綱」與「學校願景」等各種吸收累積的訊息與依據，可供教師辨識重要訊息擁有宏觀視野，根據課程綱要與領域學習，對學生課程進行盤點，確認學生基本學力的水準與程度，帶領學生進行學習與探知的旅程。

（二）瞄準 Aim

「教什麼、學什麼？」「學生應該學甚麼？」「學生會嗎？懂了嗎？」

有了課程主題發展面向，教師們其實也需要知道「教師怎麼教」、「學生怎麼學」，此步驟讓我們練習確立學習重點的重要歷程，瞄準學生應形塑能力與素養。

瞄準，從確定教學重點開始、教學資源準備並掌握教學方法，以達成素養導向教學與評量的目標。

確認學習階段與領域後，參酌各領域綱要中**挑選領域學習內容與學習表現**，作為課程進行之依據。此流程可以確認領域別、學習表現與學習內容是否符合學生發展，分別列下適合參考與適用之項目，倘若在橫向領域間無法找到相關項目，或是著重項目出現在不同階段別，則需考量學生的學習與發展合適性。

接著，由學習表現與學習內容形成學習重點，如下表，以自然科學與語文領域核心素養（自-E-A2、國-E-A2），tr-II-1、po-II-2 與 INc-II-5 為自然科學學習表現與學習內容；5-II-7、5-II-11 與 Bc-II-1 為語文學習表現與學習內容，並融入科

技教育與閱讀素養教育，搭配科 E4、科 E9、閱 E13 等議題實質內涵，找出學生表現行為（藍底）以及學生學習內容（黃底）進行搭配，以形成學習目標。

如此學習重點將呼應與落實領域核心素養，此步驟的轉化，建議從素養導向四原則進行檢視，不僅呈現協助教師**掌握教學方法**，也清楚**呈現學習重點與評量**。最後，依據學習重點與方法**準備教學資源**。

反思小結

一旦前述的「**大致的方向**」有了可能的構想之後，即提供了 **Aim 瞄準某些「里程碑」或「重點路標」**，藉此確定教學重點、準備教學資源、掌握教學方法，達成素養導向教學與評量的目標。

一旦設定終點，則接下來的路程，將隨著課程的實踐，一邊前進、一邊展開。教師與學生則得以欣賞、觀察、體會課程實施上片片風景，決定駐足停留或加速前行。

（三）計畫 Plan

「寫計畫？」「這是教材研發者與教科書廠商的事，我怎麼會？」

在**宏觀(Macro)**、**瞄準(Aim)**兩個步驟紮實思考對話後，**計畫(Plan)**再也不困難了，我們發現前階段的準備與鋪陳其實我們執行課程的方向與準備已經讓我們可以清楚方向，接下來穩定課程的方式即是寫下教案計畫。

在之前準備與方向確立後，教學路上變成一趟美麗的風景，不同教師將有不同的教學記錄方式，但相同的是，我們都向前邁進開展課程。

反思小結

根據前述之**宏觀(Macro)**、**瞄準(Aim)**兩個步驟的構思與設計之後，具體而詳細的**計畫(Plan)**即可於焉展開。教學計劃詳實記錄教學想法與設計、教學實施過程、學生學習目標，當然，教學計劃中成為教師逐步進行課程的參考，也是因應學生為中心課程同步產生對話、調正、反思的依據。

（四）逐步反饋 Steps by feedback

「我做得好嗎？」、「學生學會了嗎？」、「我的努力夠嗎？要修正什麼？」、「學生成果代表著什麼？」

教學過程與教學後，教師透過學生、教師夥伴與自身、家長等不同面向回饋進行調整修正，透過逐步反饋教師的歷程，更能提高教師教學與課程發展完整性。

逐步反饋教師有幾個重點：**1.學習目標形成評量目標**，依據之前 Macro－Aim－Plan 流程，形成學習目標轉化成學習評量，讓學生學習成效成為具體項目反饋教師。**2.學習歷程性記錄**，學生歷程性記錄以及教師教學過程反思，可以作為反饋教師學習過程評核與觀察的依據，藉此理解學生學習或教師教學過程那些環節容易出現心流經驗，以增強再現機會。**3.量化檢視**，以量化方式快速擷取教師「想知道」的訊息，回饋於下次教學循環中。**4.質性學習素養觀察**，了解課程在總綱

核心素養與校訂關鍵能力的定位後，確認學生學習狀況。**5.教師對話與回饋**，夥伴對話為精神糧食，提供教師教學意義與價值。

反思小結

教學並不是期末考試時，才檢測出學生的學習成就。在教學過程中，因為各部盤整，更清晰建立每個學習節點的重要評核點，透過檢測學生表現，隨時持續修正，將各階段的回應(Steps by feedback)，用以檢視本次學習過程中的利弊得失與應調整修正之處、並根據問題與經驗，重新導入下一階段的 MAPS 流程，且同時回饋學校校訂課程，與最終學習目標進行調教做為下一階段校訂課程之起點。

二、MAPS 課程雙環模式

本研究依據原先提出之 MAPS 課程發展模式，重新檢視透過教學與反思，更凸顯「雙環式組織學習」的特性。由下圖七中可見，由左至右的第一環學習（綠色弧線），係指包括教師在內，將課綱綱要、學校校訂課程發展計畫，在瞄準的過程，將教育政策、學校校訂策略轉化至班級與課程計畫。

圖 7　MAPS 課程雙環模式

同時，也在教師教學反思過程發現教師在建立課程觀點後會需要蒐集更多在課程執行、學生學習、真實評量的反饋（藍色弧線），帶領教師真實形成課程評鑑與專業成長的能力（林文生，2001）。藍色弧線，更是推進課程發展更重要的潛在力量。

（一）教師帶動循環

換言之，從 Macro、Aim 到 Plan 的歷程，教師已經融滲於不同位階的組織之間，並透過資訊與資源的跨層次(multi-level)融入與滲透，以教師為主體，使得 Macro 得具象化、具體化，藉由教師的轉化過程，使得師生之間更能理解與溝通，了解並掌握一門課程之中，學生究竟能夠應該學什麼？教師也得知應該教什麼？怎麼教？接著，更易於從教學計畫中分析學生學得怎麼樣？跟預定的目標水準差距為何？因此，可進一步尋求並記錄學生在每一階段中的學習回應，作為課程發

展的終點，完成第一環的從 Macro、課程計畫、到學生個體學習成效的組織學習歷程。

第二環（藍色弧線）的組織學習則是將學生回饋與成果表現回應，重新檢視學習計畫與教學計畫中的既定目標是否達成？達成率與執行水準為何？因此，教師得以根據紀錄，參與校訂課程的發展計畫，重新檢視課程本身與校訂課程預期目標有哪些差距或值得繼續發展的亮點？

（二）循環帶動教師承諾與組織活化

第一環的學習促進了師生對於課程、學校特色、課程綱要的通盤理解，第二環的學習則是將班級與師生的回應，重新帶回學校本位課程之中。換言之，前一階段以教師為主體，將校訂課程帶入課堂與學生、家長之間，促進社區參與、有助於形成共享共榮之特色。後一階段則是以學校為圓心，將師生、家長、社區的觀點，帶回學校本身，使得學校成為教育的地方特色行動博物館。

（三）MAPS 帶動雙循環成長

由本研究所提出之 MAPS 課程發展的教學設計模式，除了可協助教師們在參與校訂課程、甚至是新課綱之下的教育政策變革計劃之中，得以藉此 MAPS 發展課程、設計教學。也在第一環的組織學習，教師本身即滿載著各類現場經驗，因此得以與其他教師相互討論切磋（方德隆，2001；李子建，2003），並因本身投入水準、瞄準的特色目標以及與教學自主性的掌握，更使得教師願意主動分享其經驗與教學成果，使得校訂課程成為一座門庭若市、百花爭鳴的平台，促使具有專業教學能力與高度心理承諾的教育工作者，能繼續願意投注在下一階段的課程研發工作而樂此不疲。

伍、 展望

MAPS 透過了雙環式組織學習的程序，將課程發展與教學設計落實為學校政策管理與提高執行效率的機制，強化了學校組織的協調、規劃、執行、控制的能量。

事實上，對學校而言，MAPS 課程雙環模式成為學校開發與執行校訂課程的作業流程，使得學校課程領導者得以引來遠方宏觀的泉水，灌溉學校周邊沃土，就很有可能使得校內的師生紛紛變成明星，而得以馳乘於學校這片良田之上，也讓教師成為學校裡真正的園丁，為一顆顆初試啼聲的小樹苗，長成為一株株未來參天巨木打造寬厚結實的基礎。

滾動的課程、流動的專業、活化的學習，由教師透過 MAPS 課程發展與組織學習雙循環重新看見自己在深化課程發展的重責與提升專業自主能力的使命，更帶動學習與組織新視野。

參考書目

中文部份

王郁雯（2016）。高中課程改革下的教師專業認同。*教育學報， 44*(2)， 165-182。

方德隆（2001）。學校本位課程發展的理論基礎。*課程與教學, 4*(2)，1-24+ 153。

司徒達賢（2015）。*司徒達賢談個案教學：聽說讀想的修鍊*。臺北市：天下文化。

吳俊憲, & 吳錦惠（2021）。國小 108 課綱校訂課程計畫系統發展與問題評析。*臺灣教育評論月刊，10*(8)，1-7。

吳錦惠（2020）。慎思校訂課程規劃與實施的問題及示例。*臺灣教育評論月刊，9*(9)， 137-142。

李子建（2003）。學校本位課程發展: 理論與取向。*課程與教學， 6*(3)，105-127+ 179。

林文生（2001）。學校本位課程發展機制-臺北縣瑞柑國小的經驗。*課程與教學，4*(2)，69-84+ 156。

蔡清田（2000）。*教育行動研究*。臺北市：五南圖書出版股份有限公司。

蔡清田（2007）。課程行動研究的實踐之道。*課程與教學，10*(3)，75-89。

教育部（2014 年 11 月 28 日）。十二年國民基本教育課程綱要。取自 https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw

Argyris, C, Schön, D. A. (1996). Organizational Learning II - Theory, Method and Practice. New York, NY:Addison-Wesley.

Boser, U. (2017)。學得更好 *(Learn Better: Mastering the skills for success in life, business, and school, or how to become an expert in just about anything)*，張海龍譯。臺北市：方智出版社。

Christensen, C. M., Horn, M. B. & Johnson, C. W. (2009) 。來上一堂破壞課 *(Disrupting Class: How disruptive innovation will change the way the world learns)*，袁世珮譯。臺北市：麥格羅·希爾。

Ritchhart, R., Church, M. & Morrison, K. (2011)。讓思考變得看得見 *(Making thinking visible: How to promote engagement, understanding, and independence for all learners)*，伍晴文譯。新北市：大家出版社。

Senge, P. M., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., & Dutton, J. (2012). *Schools that learn (updated and revised): A fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education*. 學習型學校：第五項修練教育篇。楊振富譯。臺北市：天下文化。

英文部份

Carr, W., & Kemmis, S. (2009). Educational action research: A critical approach. In *Sage handbook of educational action research* (pp. 74-84): SAGE Publications Ltd.

Elliott, J. (1997). School-based curriculum development and action research in the United Kingdom in: S. Hollingsworth (Ed.) International action research: a casebook for educational reform. *London The Falmer Press, 17*, 28.

Elliott, J. (2005). School-based curriculum development and action· research in the United Kingdom. In *International action research* (pp. 29-40): Routledge.

Sterman, J. (2014a). Interactive web-based simulations for strategy and sustainability: The MIT Sloan LearningEdge management flight simulators, Part I. System Dynamics Review, 30(1-2), 89-121.

Sterman, J. (2014b). Interactive web-based simulations for strategy and sustainability: The MIT Sloan LearningEdge management flight simulators, Part II. System Dynamics Review, 30(3), 206-231.

Wosinski, J., Belcher, A. E., Dürrenberger, Y., Allin, A. C., Stormacq, C., & Gerson, L. (2018). Facilitating problem-based learning among undergraduate nursing students: A qualitative systematic review. *Nurse Education Today*, 60, 67-74.

後疫情時代的線上學習對學習成效的影響：自我效能、線上學習策略

The Impact of Online Learning in the Post-epidemic Era on Learning Outcomes: Self-efficacy, Online Learning Strategies

黃筱淯
國立台灣科技大學
E-mail：tch3460@goo.tyai.tyc.edu.tw

摘 要

自 2019 年開始 COVID-19 疫情肆虐全球，臺灣的教育環境亦在疫情之中受到波及，迫使教師與學生別無選擇的進入遠端課室、利用線上課程與數位載具進行教學活動。隨著疫情擴散，線上教學的時間也不斷拉長，至撰寫本文的當下，筆者所任教的學校自疫情爆發起皆已數次實施為期逾一個月的線上教學，此般的頻率與歷時，是臺灣教育現場前所未有的經驗，不僅挑戰老師們教學設計與媒體應用的技巧，也考驗著學生在行動學習情境中的適應能力、以及面對非傳統學習模式的態度。

關鍵詞：自我效能、線上學習策略、學習成效、臺灣、後疫情時代

Abstract

As the COVID-19 epidemic began to ravage the world in 2019, Taiwan's educational environment was also affected by the epidemic, forcing teachers and students to have no choice but to enter remote classrooms and use online courses and digital carriers for teaching activities. As the epidemic spreads, the duration of online teaching has also been lengthened. As of this writing, the school where the author teaches has implemented online teaching for over a month several times since the outbreak. It not only challenged the teachers' teaching design and media application skills, but also tested the students' ability to adapt to mobile learning situations and their attitude towards non-traditional learning modes.

Keywords: Self-efficacy, online learning strategies, learning effectiveness, Taiwan, post-epidemic era.

壹、 緒論

自我效能及學習策略在以往都是學習成效的有效預測指標，將可提供給高中職的教師們在教學時的參考，然而進入後疫情時代的線上教學後，自我效能以及學習策略是否仍然能繼續預測，亦或是擁有更進一步的影響，是值得我們深入去探究的。在過往文獻中，關於線上教學時，自我效能以及學習策略仍可繼續預測，然而這是建立在參與線上教學時的學習者，其具有強烈的動機與目的性，由他們自己選擇各種課程，但進入後疫情時代，線上教學成為十二年國民義務教育的唯一管道，參與的學習者未必擁有任何目的性，積極度相對大打折扣，這時的自我效能是變得無法預測，還是有更深的影響，值得深思。因此本研究將參考楊展(2010) 所編之「線上學習策略量表」進行整合，製成針對線上教學的策略量表。並探討在後疫情時代的線上學習中，自我效能及線上學習策略，是否依舊能有效預測學習成效，以及它們之間的關連性。

貳、 文獻探討

一、 自我效能定義

學者 Bandura（1986）從社會學習理論的觀點提出自我效能（Self-efficacy）的概念，認為個人對某一特殊情境下動機的強弱端視個人對其自我效能的評估。學習者指在特定情境下，相信自己的能力與表現可以達成任務目標的自信心（Bandura，1997）、高自我效能感的學習者，比較願意去接受挑戰，並且有自信可以完成艱難的任務（Bandura，2001）。

自我效能的評估是個人根據以往表現經驗、替代性經驗、他人回饋、生理訊息等來源，對於自己在某一特定情境從事某項工作的能力以及所能達成表現進行的主觀認知評估。而評估的結果，將會影響個人活動的選擇、付出的努力與是否堅持（Schunk，1995）。

因此，在特定領域的學習活動中，學習者若根據自己經驗與理解，而評估自己有較高的自我效能，則從事該領域活動的動機將較高、所表現的行為也較為正向；若評估自己有較低的自我效能，則從事該領域活動的動機將較低，表現的行為也較為負向。此外，自我效能亦會影響學習者面對問題的努力程度。

二、 自我效能與學習成效之關係

Bandura 認為有效的學習是透過個人、行為、環境等三者交互作用而產生。自我效能屬於個人層面的重要影響因素之一，當學習者察覺自身具備控制與執行能力、擁有足夠的信念可以達成目標，並且能夠全力以赴地執行任務，則此時的學習者便具備自我效能感（Bandura，1986）。由於學習者的自我效能會影響任務選擇、努力及堅持等決定學習成效的行為（Schunk & Pajares，2002），故在面對不同學習情境時亦會產生不同的反應：自我效能較高的學習者，往往擁有較好的自我調製機制，能依據行為或環境的回饋調整學習策略，從而獲得較佳的學習成效。

三、 線上學習策略

Pintrich、 Smith、Garcia & Mckeachie（1991）將學習策略分成「認知策略」、「資源經營策略」及「後設認知策略」：「認知策略」包含複誦、精緻化及組織等策略；「資源經營策略」包含時間經營、學習環境營造、努力及尋求協助等策略；「後設認知策略」則包含計畫、監控、調整等策略。

本文所論述之學習策略，是指在線上學習過程中，學習者為使學習發揮成效，而運用的認知技巧與學習方法。而與過往不同的是策略的成分區分除了沿用 Pintrich、 Smith、Garcia & Mckeachie（1991）的策略外，亦結合了楊展(2010) 專門針對線上學習之線上學習策略量表。

四、 線上學習策略與學習成效之關係

李國禎（2001）進行國中學生對教師有效教學行為的知覺與其學習策略、學業成就之相關研究，發現學習者的學習策略甚至比對教師有效教學行為的知覺更能預測學習者的學習成效；劉宜靜（2003）針對高中生進行學習者的學習動機、學習策略、求助行為與學業成就的研究，其結果亦顯示學習者的學業成就與學習動機、學習策略及課業求助行為皆有顯著相關，且學習策略高分組與低分組的學習者，在學業成就上有著顯著的差異。

綜上所述，可見學習者在學習活動中使用的學習策略與其學習成效間有所關聯，特別是在行動學習的情境中，由於缺少老師面對面的提醒、以及實體教室同學之間能相互觀察的學習情境，若學習者能妥善地應用舊有的認知策略、後設認知策略、以及針對線上學習的社群學習技巧、線上搜尋技巧，應較能適應需要高度自主性的學習情境，進而獲得較好的學習成效。

五、 自我效能與線上學習策略之關係

羅文秀（2004）的研究則發現，國中生自我效能與學習策略有顯著的正相關，自我效能越高的學習者，在學習上也較常使用各種學習策略。黃佳琳（2007）針對大學生修習網路課程之自我效能、學習策略與學習成就的關聯性進行探討，指出在網路教學的情境中，學習者的自我效能對其學習策略具有顯著的影響。李姿青（2007）針對企業員工在數位學習的自我效能、學習策略與學習成效的研究則提到，在數位學習的情境中，自我效能和學習策略有關，即自我效能愈高的員工，愈會使用學習策略來幫助自己學習。

本研究將探究學習者的自我效能程度與結合 Pintrich(1991)等人以及楊展(2010)的新型線上學習策略之間的相關性，以及它們對於學習成效之影響。

參、 研究實施與設計

本研究之電子學線上學習方案以「電子學」為教學內容，自我效能以 Printrich 學習動機中期望成分的自我效能為主要的參考依據。學習成效則依據 Kirkpatrick 模型的四個階層作為量測。其中自我效能、線上學習策略以及學習成效之反應評估、行為評估以及成果評估皆以問卷調查方式進行量測，而學習成效之學習評估則以紙筆測驗方式進行量測。

本研究採相關性研究法，共為期一個半月的線上課程，以「後疫情時代線上學習之自我效能、學習策略與學習成效調查問卷」為研究工具， 各量表皆採 Likert 五點量表形式，選項從非常不同意至非常同意分別給予 1~5 分，學習者勾選答案分數越高，同意程度越高，反之分數越低，則為同意程度越低。

肆、 結果與討論

後疫情時代線上學習中不同程度的自我效能確實能預測學習者的學習成效，其中「高自我效能」的學習者比「低自我效能」的學習者，具有較好的學習成效。使用偏向後設認知策略的學習者比社群學習技巧有較好的學習成效，而與其餘學習策略對學習成效的影響是一致的(「後設認知策略 ≥ 認知策略、線上搜尋策略 ≥ 社群學習策略」)。此外，「高自我效能」的學習者較偏向使用「線上搜尋技巧」之學習策略；「低自我效能」則偏向「社群學習技巧」。

綜上所述，教學者進行線上學習時，需特別注意並協助學習者建立及架構其自身的自我效能，而若遇到高自我效能者，可先推薦後設認知策略及線上搜尋技巧，反之，若是低自我效能者，則可先推薦後設認知策略，最後再使其多多接觸其他各種線上學習策略，讓學習者選擇對自身最舒適的學習方式。

伍、 參考文獻

李國禎（2001）。國中學生對教師有效教學行為的知覺與其學習策略、學業成就之相關研究。國立高雄師範大學教育學系學術論文，高雄市。

李姿青（2007）。員工自我效能、學習策略與數位學習成效關係之研究。國立高雄應用科技大學人力資源發展系碩士班學術論文，高雄市。

黃佳琳（2007）。學習者在網路教學環境中自我效能、學習策略與學習成就之研究。國立嘉義大學教育科技研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。

楊　展（2010）。線上學習策略量表發展之研究。聖約翰科技大學，新北市。

趙珮晴、余民寧（2012）。自律學習策略與自我效能、學習興趣、 學業成就的相關研究。教育研究集刊，第五十八輯，第三期。

Bandura, A., & National Inst of Mental Health. (1986). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. Prentice-Hall, Inc.

Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 33–40.

Schunk, D. H. (1995). Self-efficacy and education and instruction. In J. E. Maddux (Ed.), *Self-efficacy, adaptation, and adjustment: Theory, research, and application* (pp. 281–303).

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control.* W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效

The Relationships among Course Satisfaction, Learning Motivation, and Learning effectiveness of Computing Thinking Course.

江翊嘉
CHIANG, YI-CHIA
新北市裕德高級中等學校 教師兼設備組組長
E-mail：oneplus@yuteh.ntpc.edu.tw

摘要

本文旨在建構並驗證運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效之關係模式。本文係以北部某私立中學學生做為研究對象，共計回收 254 份有效問卷，資料分析方法運用驗證性因素分析與結構方程模式等統計進行分析。研究結果顯示：運算思維課程滿意度正向且顯著影響學習動機；學習動機正向且顯著影響學習成效。本文亦提出若干建議，供學校教學單位參考。

關鍵字：運算思維、學習動機、學習成效、課程滿意度

Abstract

The purpose of this study was to construct and examine the nature of relationships among Course Satisfaction, Learning Motivation, and Learning effectiveness of Computing Thinking Course. A total of 254 usable structured questionnaires were collected from students in a private secondary school in northern Taiwan. The results of the study showed that the satisfaction level of the computational thinking curriculum positively and significantly influenced the motivation to learn, and the motivation to learn positively and significantly influenced the learning effectiveness. This paper also proposes some recommendations for schools to make reference to.

Keywords: Computing Thinking、Learning Motivation、Learning effectiveness、Course Satisfaction

壹、研究動機與目的

隨著數位科技時代的到來，學習與工作的方式正逐漸改變，且運算思維已成為未來國際人才所需的技能之一。運算思維不僅是資工或資管領域的專長，而是每個人的基本技能，透過運算思維可以幫助我們解決複雜問題。因此，許多國家紛紛將運算思維納入課綱中，期望培養符合未來人才需求的學生 (溫欣慈，曾秋蓉，2018)。在臺灣，教育政策導向要培養學生好的資訊素養，程式設計可培養學生的運算思維、邏輯思考力、解決問題能力、創新思考以及團隊合作（國家教育研究院，2016）。運算思維還涉及重要的思維技能，包括抽象和分解、遞迴思維、問題分解和轉換、錯誤預防和保護以及啟發式的推理，這些都是解決複雜問題所需的能力，不僅限於軟體問題（劉晨鐘，2019）。

根據教育部的規劃，國民中學的十二年國教課程綱要中，資訊教育課程著重於培養學生運用運算思維和資訊科技解決問題的能力。因此，在七到八年級的課程安排中，學生將學習程式語言的基本概念、功能和應用，以及模組化程式設計和問題解決實作。至於高中階段，則逐步探索電腦科學，以了解運算思維的原理，進而能夠進行跨學科整合應用（國家教育研究院，2016）。賴和隆（2016）認為，如何進行教學以符合課綱的理念，將是未來國、高中資訊課程實施的重大挑戰。最重要的是如何透過教材和教法，展現運算思維的精神，讓學生在高品質的課程激發資訊科技的學習動機，進而具備未來公民能力，這將是教學現場的嚴峻挑戰。

因此，本研究的目的是想了解學生對運算思維課程的滿意度，以及學習動機和學習成效之間的關係。教師精心設計運算思維教材，並透過生動有趣的教學方式，能否激發學生的學習動機，並在環境設備的交互影響下，是否能促進學生的學習成效。

貳、文獻探討

一、運算思維之探究

Wing (2006) 提出運算思維是必備的基本技能，包括解決問題、設計系統和探索人類行為。運算思維是一種分析式思維，運用電腦科學概念進行問題求解、系統設計和人類行為理解的思維活動。運算思維包含數學思維、工程思維和科學思維。Google 公司提供運算思維線上資源和 11 項準則，包括抽象化、演算法設計、自動化、資料分析、資料蒐集、資料表達、拆解、平行化、模式一般化、模式辨識和模擬。綜合多數研究提出之概念，運算思維應包含拆解、找出規律、歸納與抽象化及設計演算法。本研究將運算思維視為一種用電腦的邏輯來解決問題的思維。

綜合多數研究提出之概念，運算思維應包含拆解（Decomposition）、找出規律（Pattern Recognition）、歸納與抽象化（Pattern Generalization and Abstraction）及設計演算法（Algorithm Design）（Wing, 2006; Selby & Woollard, 2014; Google, 2015）。本研究將運算思維視為一種用電腦的邏輯來解決問題的思維。

二、學習滿意度

Knowles(1970)和 Tough(1982)認為學習滿意度是指學習者對學習的感覺或態度，高興或積極的感受是滿意，不高興或消極的態度是不滿意。學習滿意度來自個人在特定環境中，實際獲得的學習內涵與預期價值的差距，差距越小，

滿意度越高（黃瀠瑢，2005）。學生只有在喜歡或期望的學習課程時，才會積極參與以獲得滿足或達成需要的程度。

Lewin 的場地論認為個體行為及心理反應受整個情境所決定。學習是完整性的歷程，包含學習者自身過程或結果；學習是動機的改變，一旦動機滿足了，另一個動機又應運而生；學習者與整個環境交互作用之關係是認識型構的變化。在同一環境，不同學生滿意情況不同，學習環境對學生學習滿意度的影響需學生、學校和教師互相了解和尊重，以達成教育目標（楊國樞、張春興、王克先，1992；陳容芯，2000；王全得，2003）。

學習滿意度的測量可包含教學者、課程內容、進行方式、教材、氣氛和課程品質等層面。不同的研究將學習滿意度分為不同的層面，例如課程內容、教學方法、教材、師生互動、教學者特質、方案、內容、設備、服務人員、學習成效、人際關係等(Urdan, 1979；Hynes, 1990；馬芳婷，1989；鄭田，1995)。

綜上國內外學者對學習滿意度之相關研究構面，影響學生滿意度因素是綜合性的，教師教學、課程內容因素等都會對學生學習滿意度產生影響作用，本研究所採用「學習滿意度」之層面為：「課程教學」、「學習環境」二個層面作為本研究探討國際運算思維課程學生學習滿意度的問卷設計之基礎。

三、學習動機理論

Petri(1986)認為學習動機是引起學生學習活動維持該學習活動並促使該學習朝某一目標進行的內在心理歷程。Middleton(1995)認為學習動機是學生主動求知的動力，學生意識到學習的重要性並企圖主動學習的心理狀態。張春興（1996）認為學習動機是指教師引起學生學習活動，維持此學習活動並使該活動趨向教師所設定之內在心理歷程。

許多學者依據學習動機的來源，將動機分為「內在動機」及「外在動機」（Lumsden, 1994; McCown, Driscoll, & Roop, 1996; Ormond,2003；張文彥，2003）內在動機是指學習者對需求或目的所產生的自發性驅力；外在動機則是學習者受到環境中的壓迫或為了獲得實質酬賞而表現，非發自內心的學習。Pintrich、Smith 與 McKeachie(1989)的動機理論認為學習者的學習歷程中，應包含價值、期望和情感。學生因為精熟、挑戰、興趣、好奇等因素而進行學習活動是屬於內在目標導向；學生因為成績、報酬、讚美等外在價值觀或為了要達成此標準而進行學習活動則為外在目標導向；工作價值是指學習者對學習工作的價值評估（程炳林、林清山，2001）。

McCombs(2000)認為當學生具有高度的學習動機時，其強烈的學習動機與興趣可以提升學習速率，學習成效也會因此提升。綜合上述文獻，學習動機是影響學習成效的關鍵因素，當學習者有強烈學習動機時，將能夠提升其學習成效。本研究將學生之學習動機分成三個構面，分別為「價值動機」、「內在動機」、「外在動機」。

四、學習成效理論

Bloom（1956）將學習成效依據教學目標而劃分成為認知領域、情意領域及技能領域三大領域，認知領域教學目標依據層次的高低可分為六個層次，分別為：知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑；而在情意領域教學目標中，根據 Krathwohl（1964）分類，可依其學習的深淺程度分為五種層次，依序為：接受、反應、價值評定、價值組織、形成品格；技能領域教學目標中，Simpson（1966）將技能領域教育目標分類為七個階層，由低層次到高層次分別為：知覺、趨向、導引下的反應、機械化、複合明顯的反應、適應、創新。

巫俊采（2012）認為學習者經由一段特定時間的學習，在認知、情意、技能等能力的改變。學習成效是學習者的學習上所達到的成果（鄭明韋，1999）。學習成效為衡量學生學習結果的指標，也是評估是否有達到教學目標的項目之一（劉海鵬，2002）學生之學習成效是指學生在經過教師指導後，是否達到教師設定之教學目標程度的評量方式，與學業成就、學業成績及學業表現等概念相同（蔡治平，2011）。陳立真（2008）認為學習成效係指教學結束後，學習者在知識、技能及態度上的改變。林雪萍（2009）認為，學習成效是學習者在學習告一段落之後，利用各種測驗或評量工具，對其學習結果的總體檢驗，可藉此瞭解學習者的學習情形為何，進而作學習不足的補強或進一步學習的評估。范欣華（2012）認為學生學習成效又稱為學生學習成果或學生學習表現，係指學習者在經歷一段學習過程後，能符合教學者原先的預期成果，使否具備某一領域或階段之專業能力。簡茂發（1978）指出學習成效是經由學習歷程而得到較為持續性的行為結果。

綜合上述文獻以及眾多研究者的觀點，學習成效是指學生經過教學活動後，並經由一段時間的練習獲得經驗，在認知、情意及技能等能力的改變。本研究定義學習成效為：「學生經由教學者安排的學習行為後，對學習成果及其所獲得知識的經驗，亦即學生在學習結束後，對於運算思維掌握到的認知、情意與技能」。

參、研究方法

一、研究對象

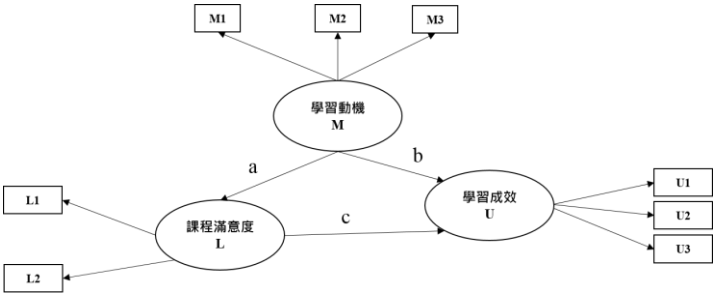
本研究對象以新北市某所私立中學 110 學年度七年級、八年級及十年級學生，調查時間正值新型冠狀病毒疫病期間，問卷發放方式全面以 google 表單進行發放，於 2021 年 10 月起至 2021 年 11 月截止，經剔除部分不完整填答，共計 254 份有效填答問卷。

二、測量工具

測量問卷之設計採用李克特五點量表 (Likert scale) 作為量表填答。本問卷參考 Betz, Klingensmith 與 Menne(1970)提出的學習滿意度量表包含課程教學、學校環境與設備等二個構面，題項共計 10 題；及學習動機調查表，包含價值動機、內在動機、外在動機等三個構面，共計 15 題，以及 Bloom,Engelahar, Frust, Hill 與 Krathwohl(1956)提出的學習成效量表包含認知、情意、技能等三個構面，題項共計 15 題。

三、研究架構

本研究以涂金堂（2016）之論點，採結構方程式進行中介效果模式考驗。另採用 bootstrap 法進行中介效果模式考驗，用以考驗運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效三者之中介效果模式，研究架構如圖 1 所示，圖 1 的 a、b、c 分別表示各迴歸方程式的迴歸係數。



圖一、本研究的中介效果模式架構

四、研究假設

1. 研究假設 1（H1）：課程滿意度與學習成效具顯著相關
2. 研究假設 2（H2）：學習動機與學習成效具顯著性相關
3. 研究假設 3（H3）：學習動機與課程滿意度具顯著性相關
4. 研究假設 4（H4）：控制課程滿意度之影響後，學習動機對學習成效具顯著性關係

肆、資料分析

一、敘述統計分析

在本研究樣本中，男生共有 132 人，佔 52%，女生共有 122 人，佔 48%；年級分布情形，七年級學生共計 143 人，佔 56.3%，八年級學生共計 87 人，佔 34.3%，十年級學生共計 24 人，佔 9.4%。授課時數，每學期 1 小時以內共有 107 人，佔 42.1%，每學期 2～3 小時共有 68 人，佔 26.8%，每學期 4～5 小時共有 23 人，佔 9.1%，每學期 6～7 小時共有 15 人，佔 5.9%，每學期 8 小時以上共有 41 人，佔 16.1%。

二、各構面敘述性統計分析

運算思維課程滿意度共有兩個構面(如表 4-1)，分別為課程教學與學習環境，在課程教學方面共有五題，以「我對老師運算思維課程的教學方式感到滿意」的平均同意程度最高(3.60)，顯示學生對此題的看法是傾向同意的；在學習環境方面共有五題，以「我對學校電腦教室的燈光設備感到滿意」的平均同意程度最高(3.91)。

表 4-1 運算思維課程滿意度各問項之平均值

運算思維課程滿意度	平均值	標準差
課程教學 LA		
我對老師運算思維課程的教學方式感到滿意	3.60	.943
我對教師運算思維課程的教學內容感到滿意	3.59	.905
我對授課老師的課程計劃安排感到滿意	3.57	.916
我覺得教科書內容符合我的需求	3.35	.894
經過老師的教學方式，讓我更容易了解運算思維。	3.54	.956
學習環境 LB		
我對學校電腦教室的設備感到滿意	3.77	1.043
我對學校電腦教室的環境整潔感到滿意。	3.82	.953
我對學校電腦教室的燈光設備感到滿意	3.91	.882
我對學校提供運算思維的學習資源感到滿意	3.64	.925
我對運算思維課程平台網站的穩定度感到滿意	3.43	.987

學習動機共有三個構面(如表 4-2)，分別為價值動機、內在動機與外在動機，在價值動機方面共有五題，以「我認為運算思維挑戰賽的內容是重要的」的平均同意程度最高(3.52)；在內在動機方面共有五題，以「發現出運算思維解題的方式會讓我產生滿意和喜悅感」的平均同意程度最高(3.47)；在外在動機方面共有五題，以「我會希望自己在運算思維課程取得好成績時被老師稱讚」的平均同意程度最高(3.67)。

表 4-2 學習動機各問項之平均值

學習動機	平均值	標準差
價值動機 MA		
我認為運算思維挑戰賽能引起我的探索慾望	3.27	.987

我認為運算思維挑戰賽的內容是對我有益的	3.51	.944
我認為運算思維挑戰賽的內容是重要的	3.52	.981
我認為運算思維挑戰賽能帶給我充實的感覺	3.40	1.012
我期待每一次運算思維課程帶給我的挑戰	3.43	1.018
內在動機 MB		
發現出運算思維解題的方式會讓我產生滿意和喜悅感	3.47	1.012
運算思維解題的過程能讓我感到心情愉快	3.32	1.016
我喜歡主動探索運算思維課程的邏輯問題	3.39	.967
我想要持續挑戰運算思維題目，將自己的邏輯思考轉換成具體的解題方式	3.40	.947
挑戰運算思維就是我的興趣	3.17	1.097
外在動機 MC		
我會希望自己在運算思維課程取得好成績時被老師稱讚	3.67	.966
我會在意老師對於自己運算思維學習成果的評價是正面的	3.66	.955
我希望自己能取得運算思維課程完賽證書	3.63	.922
我喜歡運算思維課程是因為取得證書很有成就感	3.47	.985
我喜歡同學問我邏輯問題的解題方式	3.34	1.042

學習成效共有三個構面(如表 4-3)，分別為認知學習、情意學習與技能學習，在認知學習方面共有五題，以「我能利用運算思維能力檢視小問題，觀察是否存在規律或趨勢」的平均同意程度最高(3.25)；在情意學習方面共有五題，以「進行運算思維挑戰賽能改善我學習程式的態度」的平均同意程度最高(3.24)；在技能學習方面共有五題，以「上運算思維課程能增進我程式設計的技巧」的平均同意程度最高(3.33)。

表 4-3 學習成效各問項之平均值

學習成效	**平均值**	**標準差**
認知學習 UA		
我能說出運算思維的四個核心能力是什麼	2.74	1.102
我能將運算思維課程中學到的知識與技能運用到日常生活中	3.15	1.056
我能利用運算思維能力檢視小問題，觀察是否存在規律或趨勢	3.25	.997
我能利用運算思維能力將重複性問題公式化	3.06	1.047
我能自己出運算思維的題目給同學練習	2.99	1.140
情意學習 UB		
成功完成運算思維挑戰賽能讓我免除焦慮	3.13	1.108
成功完成運算思維挑戰賽能讓我紓解壓力	3.06	1.133
進行運算思維挑戰賽能增進我面對問題的勇氣	3.17	1.076
進行運算思維挑戰賽能改善我學習程式的態度	3.24	1.049
進行運算思維挑戰賽能增進我勇於挑戰的能力	3.23	1.036
技能學習 UC		
上運算思維課程能增進我拆解問題的技巧	3.31	1.071
上運算思維課程能增進我預測問題的規律，並找出模式做測試	3.26	1.001
上運算思維課程能幫助我將許多事情找出產生規律的通則	3.19	1.013
上運算思維課程能增進我設計逐步執行的指令來解決問題	3.28	1.001
上運算思維課程能增進我程式設計的技巧	3.33	1.049

三、信度分析

本研究採用 Cronbach’s α 係數衡量同一構面下各題目，以驗證量表內容的一致性，Cronbach α 值若大於 0.7 表示可接受的信度值，如低於 0.6 以下，應重新修訂研究工具為宜。本研究經分析各構面子項之 Cronbach’s α 係數均大於 0.8，表示信度是可接受的，相關構面信度統計詳表 4-5。

表 4-5 信度統計

構面	衡量問項數目	Cronbach’s α 值
課程教學 LA	5	.936
學習環境 LB	5	.883
價值動機 MA	5	.930
內在動機 MB	5	.932
外在動機 MC	5	.861
認知學習 UA	5	.915
情意學習 UB	5	.940
技能學習 UC	5	.934

四、效度分析

本研究所採用的是「建構效度」。建構效度又分為兩種：一是收斂效度(convergent validity)，一是區別效度(discriminant validity)。測量建構效度常用的方法是「驗證性因素分析」(Confirmation Factor Analysis，簡稱 CFA)，是結構方程模式(Structural Equat ion Modeling，簡稱 SEM)中的測量模型檢驗方式，其主要目的是為了要檢測出模型的信度與構念效度，並且針對本研究中之各潛在變數間的關係有否和特定相關理論相符合進行探討及分析。CFA 的分析以表格呈現因素負荷量及測量模型因素變數的共同性，呈現的內容包括標準化及非標準化負荷量、標準誤、顯著性、組成信度、變異數萃取量、適當的配適度指標。

本研究有三個二階構面：(1)「運算思維課程滿意度」包含有二個次構面，分別為「課程教學」、「學習環境」；(2)「學習動機」包含有三個次構面，分別為「價值動機」、「內在動機」及「外在動機」；(3)「學習成效」包含有三個次構面，分別為「認知學習」、「情意學習」及「技能學習」。

1. 運算思維課程滿意度一階段驗證性分析

卡方檢定值為 237.547；自由度值為 34；P value 數值為.000；Normed chi square=6.987；GFI=.830；AGFI=.725；CFI=.910；RMSEA=.154；NNFI=.881；IFI=.910。

本研究運算思維課程滿意度 RMR 為 0.068，表示適配度理想。GFI 其值越接近 1 表示模型適配度越佳，通常採 GFI>0.9 為基本門檻值。本研究 GFI=.830，表示適配度不足。AGFI 其值越接近 1 表示模型適配度越佳，通常採 AGFI>0.9 為基本門檻值。本研究 AGFI=.725，表示適配度不足。

本研究 NFI 值為.897 表示模型與資料適配度越佳。本研究 IFI 值為.910，表示適配度尚可。CFI 值為.910，表示適配度尚可。RMSEA 為.154，大於 0.1，表示模型適配度較差。

2. 學習動機一階段驗證性分析

卡方檢定值為 287.623；自由度值為 87；P value 數值為.000；Normed chi square=3.306；GFI=.872；AGFI=.823；CFI=.938；RMSEA=.095；NNFI=.926；IFI=.939。

本研究學習動機 RMR 為 0.060，表示適配度理想。GFI=.872，表示適配度不足。AGFI=.0.823，表示適配度不足。NFI 值為.914。IFI 值為.939，表示適配度尚可。CFI 值為.938，表示適配度尚可。

RMSEA 小於 0.05 時，可以判斷模型的適配度極佳；RMSEA 大於 0.1 時，表示模型適配度差。本研究 RMSEA 為.095，小於 0.1，表示模型適配度尚可。

3. 學習成效一階段驗證性分析

卡方檢定值為 432.035；自由度值為 87；P value 數值為.000；Normed chi square=4.966；GFI=.819；AGFI=.750；CFI=.914；MSEA=.125；NNFI=.896；IFI=.914。

本研究學習動機 RMR 為 0.046，表示適配度理想。GFI=.819，表示適配度不足。AGFI=.0.750，表示適配度不足。

NFI 值會介於 0 與 1 之間，NFI 值越大，表示模型與資料適配度越佳，本研究 NFI 值為.895。IFI 的值介於 0 與 1 之間，當資料完全配適模型時，IFI 等於 1，IFI 也是根據預設模型的卡方值與獨立模型的卡方值來計算的，通常採 IFI>0.9 為基本門檻，本研究 IFI 值為.914，表示適配度尚可。CFI 的值介於 0 與 1 之間，當資料完全配適模型時，CFI 等於 1，通常採 CFI>0.9 為基本門檻，本研究 CFI 值為.914，表示適配度尚可。

RMSEA 小於 0.05 時，可以判斷模型的適配度極佳；RMSEA 大於 0.1 時，表示模型適配度差。本研究 RMSEA 為.125，大於 0.1，表示模型適配度不佳。

伍、結論與建議

一、研究結論

在本研究中，以結構方程式（SEM）考驗私立學校中學學生之運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效之間之關係。根據基本適配情形、模式整體適配情形、模式內在結構適配情形等三部分的評判，顯示運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效的驗證性因素分析模式獲得實證資料的支持。在確認運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效之驗證性因素分析模式獲得實證資料的支持後，第二步驟接續以結構方程模式，配合誤差校正百分位數 bootstrap 法，進行運算思維課程滿意度、學習動機與學習成效中介效果模式考驗。透過誤差校正百分位數 bootstrap 法，考驗運算思維課程滿意度是否透過學生學習動機對學習成效產生中介效果。最終研究結果顯示，運算思維課程滿意度具有中介效果，顯示運算思維課程滿意度是學習動機與學習成效的中介效果模式獲本研究實證資料支持。

二、研究建議

在本研究中，「運算思維課程滿意度」在學習動機與學習成效之間的確扮演著重要角色，此為本研究之重要發現，因此，透過本研究之實證結果，提出以下建議，以供學校教學單位參考：

一、生活知識融入運算思維課程設計

運算思維是一種獨特的解決問題的過程，反映出資訊科學的基本思考方法。關於運算思維的學習，若從原先提出的概念來看，並非侷限於資訊科技的課程學習，然而，資訊科技此一領域的發展一日千里，其所涉及的諸多嶄新概念或技術，本身就很適合以運算思維的概念來設計課程。教學者在教材設計的過程可以將運算思維課程教材結合日常生活知識，藉以吸引學生注意，透過生動有趣的課程設計引起學生學習動機。

二、程式設計課程鍛鍊運算思維能力

呂永鈞（2015）認為程式設計有助於學生學習運算思維，而中學階段學生剛從圖像型程式設計語言轉換為文字型程式語言，在這過渡轉換期間，教學在課程設計方面可試著引導學生運用抽象化、分解以及邏輯推演之概念進行程式設計，寫程式的訓練同時也能鍛鍊運算思維能力的技巧。教學者適時給予鼓勵，讓學生多一點自信，藉此提升學習動機。

參考文獻

一、中文部分

王全得（2003）。**成人教育的學習型態、動機和滿意度相關性研究**（未出版碩士論文）。義守大學，高雄市。

巫俊采（2012）。**學習動機與學習策略對動態學習成效之影響**（未出版碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。

呂永鈞（2015），**藉由國小五年級學生學習程式設計探究運算思維能力在 BEBRAS 測驗上的表現**（未出版碩士論文）。臺灣大學，臺北市。

涂金堂（2016）。**量表編製與 SPSS**。臺北市：五南。

馬芳婷（1989）。**社教機構短期研習班教師教學行為與學生學習滿意度之研究**（未出版碩士論文）。國立台灣師範大學社會教育研究所，臺北。

國家教育研究院（2016）。新課綱「程式設計」，學邏輯解問題。***國家教育研究院電子報，134***。取自 https://epaper.naer.edu.tw/edm.php?grp_no=2&edm_no=134&content_no=2672

張文彥（2003）。**受訓動機與社會網路在訓練活動中的角色探討—以壽險外勤人員為例**（未出版碩士論文）。淡江大學，新北市。

張春興（1996）。**教育心理學**，台北：東華出版。

陳容芯（2000）。**成人參與電腦第二專長教育學習滿意度之研究**（未出版碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。

程炳林、林清山（2001）。中學生自我調整學習量表之建構及其信效度研究，***測驗年刊，第 48 期***，頁 1-41。

黃濚瑢（2005）。**運用電子商務提升學生學習滿意度**（未出版碩士論文）。逢甲大學電子商務碩士在職專班。

楊國樞、張春興、王克先（1992）。**學習心理學**。台北：桂冠。

溫欣慈，曾秋蓉（2018），**以 Zenbo 機器人為運算思維學習載具之語音化程式語言**，臺灣網際網路研討會。

劉晨鐘（2019）。運算思維與程式設計教育浪潮。***人文與社會科學簡訊，20***(4)。

鄭田（1995）。**交通部電信訓練所學員覺察之學習滿意度調查研究**（未出版碩士論文）。國立交通大學管理科學研究所，新竹。

賴和隆（2016）。應用運算思維於高中資訊教學設計之分享。***國家教育研究院教育脈動電子期刊，6***。

二、英文部分

Bloom, Benjamin S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives, *Handbook 1: Cognitive Domain.* New York. Longmans Green.

Department for Education in England (2013). *National curriculum in England: Computing programmes of study.* retrieved from https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study

Francisco, J. P. & Antònio, J. (2017). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior, 80(1)*, 407-411. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005

Google (2015). *Exploring Computational Thinking.* Retrieved from

https://www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computationalthinking/
Hynes, G. E. (1990). *Effects of psychological type and educational orientation of faculty on adult learner satisfaction.* Doctoral dissertation, Saint Louis University.
Knowles, M. S. (1970). *The modern practice of adult education.* NY: Association Press.
Krathwohl, D. R., B. S. Bloom, and B. B. Masia.(1964). *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals.* Handbook II: affective domain. David McKay, New York, USA.
Lumsden, L. S. (1994). Student Motivation To Learn. *ERIC Digest, 92*, 1-6 。
McCombs, B. L.(2000).“Reducing the achievement gap,” *Society, vol. 37, no.5*, pp.29-39.
McCown, R., Driscoll, M., & Roop, P. (1996). Facilitating student motivation. *Educational psychology*, 278-309.
McVetta,R.(l981).*Factors Contributing to Student Affect , Satisfaction , and Behavioral Intention: Research Extension at the Community College.*(ERIC Document Reproduction Service No.ED203962)
Middleton, J. A.(1995).A Study of Intrinsic Motivation in the Mathematics Classroom: *A Personal Constructs Approach Journal for Research in Mathematics Education, 26(3)*, pp. 254-279.
Ormrod, J. (2003). Cognitive factors in motivation. Educational psychology: *Developing learners, 388-426.*
Petri, H. L. L.(1986). *Motivation: theory and research California*: Wad Sworth.
Pintrich, P. R., Smith, D. A., and Mckeachie, W. j.(1989). A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire(MSLQ). *Tech. Rep. No. 91-B-004*, University of Michigan, School of Education.
Selby, C., &Woollard, J. (2014) *Computational Thinking: The developing definitions. In Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, SIGCSE 2014. ACM.
Simpson, E.J.(1966).*The classification of education objectives, psychomotor domain.* Illinois University Press, Urbane.
Tough, A. (1982). *The Adult learning Projects (2nd ed.). Ontario*: The Ontario Institute for Studies in Education.
Urdan, T. C. (1979). Achievement goal theory: Past results, future directions. In Maehr & P. Pintrich(Eds.), *Advances in motivation and achievement, 10*, pp. 99-141.Greenwich, CT: JAI Press.
Wing, J. M. (2006).Computational thinking. *Communications of the Acm, 49(3)*, 33-35.
Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical Transactions on the Royal Society A: *Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 366(1881)*, 3717-3725.

生成式人工智慧輔助帕森斯問題教學之探索與實例展示

Exploring and Showcasing the Use of Generative Artificial Intelligence for Parsons Problem Instruction

徐碩亨[1]張智凱[2]
SHOU HENG, HSU[1] CHIH KAI, CHANG[2]
[1] 國立臺南大學 數位學習科技學系 學士生
[1] National University of Tainan Department of Information and Learning Technology Student
E-mail：[1] asd30891750@gmail.com
[2] 國立臺南大學 數位學習科技學系 教授
[2] National University of Tainan Department of Information and Learning Technology Professor
E-mail：chihkai@mail.nutn.edu.tw

摘要

在生成式人工智慧在近期快速的發展下，這項工具已儼然成為了未來的趨勢之一，也因此越來越多人開始使用這項工具在各種不同領域，包括資訊教育領域等，本研究探討運用生成式人工智慧來幫助教師生成帕森斯問題(Parsons problem)的可行性和效果，並採取設計本位研究法（Design-Based Research, DBR），透過與生成式人工智慧持續對話來達到預期中的效果，讓教師能夠根據學習內容製作優質的教學或學習素材，並使教師能夠專注於教學本身，提升教學效率和品質。

關鍵字：生成式人工智慧、帕森斯問題、資訊教育、設計本位研究法

Abstact

With the rapid development of generative artificial intelligence, this tool has become one of the trends for the future. As a result, more and more people are using this tool in various fields, including CS education. This study explores the feasibility and effectiveness of using generative AI to help teachers generate Parsons problems and adopts a Design-Based Research approach to achieve the expected results through continuous dialogue with the generative AI. The goal is to enable teachers to create high-quality teaching or learning materials based on the content they are teaching, and to focus on teaching itself, thereby improving teaching efficiency and quality.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Parsons Problem, CS Education, Design-Based Research

壹、前言

隨著 ChatGPT 的誕生，生成式人工智慧導致世界各地掀起一波使用這項人工智慧技術的浪潮，它能夠自動生成新的內容或資訊，例如圖片、文字，程式碼等，用途廣泛，帶來了應用價值和創新潛力，在各個領域和行業中都能發揮重要的作用，也因這項技術能生成程式碼，現今有許多人也開始運用這項技術來學習程式語言，若應用在教學層面更是可以視為精進教學的契機，AI 的作用不是要完全替代真人教師，而是要幫助他們完成一些重複性和輔助性的教學任務，從而減輕教師的負擔，解決師資短缺的問題，也協助教師更有效率的針對學習內容製作教學或學習素材，讓教學者專注於教學本身。

帕森斯問題是一種透過是一種用來輔助程式教學的一種方法，這個方法透過重新移動經過打亂的程式碼到原始的位置來訓練學生的程式語言的語法概念和邏輯思維，因此帕森斯問題的核心在於題目，在哪裡置換程式碼或是增加不同的變體都能影響學生的學習成效，這是一項複雜的作業流程，因此本研究想探討 ChatGPT 是否能輔助教師來生成帕森斯題，以及如何精確的使用提示(prompt)來使 ChatGPT 生成預期中的題目，再加以精進修改，提高教師工作效率。

貳、文獻探討

一、帕森斯問題

帕森斯問題(Parsons Problem)是一種程式設計教學方法，旨在培養學生對於程式碼邏輯思維與流程的理解能力。最初由 Dale Parsons 和 Patrica Harden 提出的概念，透過程式設計謎題(programming puzzle)來訓練學生的邏輯思維能力(Parsons & Haden, 2006)。而後經過後人多次改良，成為目前作為訓練入門計算機科學之程式學習學生的工具。而在典型的帕森斯問題中，會將一段完整的程式碼打亂順序，學生需要正確排列代碼塊並辨別符合語法與邏輯概念的程式模塊，才能使程式碼正確運行。此方法強調測試學生對於程式設計概念與邏輯思維的掌握程度，透過帕森斯問題能幫助教師發現學生在學習時所遭遇的困難，並針對學生的不理解的概念或邏輯加強練習，藉此提高學生的程式設計能力(Helminen et al., 2012)。

相較於傳統的程式教學方式，如指派撰寫程式碼(code writing)或跟蹤程式碼(code tracing)作為課後練習作業，雖然這種方式有助於學生學習撰寫程式的技巧，但它也可能會造成剛入門的新手因為不熟悉語法和邏輯而受到挫折和焦慮。這樣的情況會影響學生的學習動機和自我效能感(self-efficacy)，進而導致學生降低參與度或甚至放棄學習(Haynes & Ericson, 2021)。

相對的，帕森斯問題能避免這樣的狀況，它讓學生在一個有趣的謎題中學習程式設計，透過排列程式碼塊、辨別正確的程式順序，讓學生逐漸掌握正確的語法和邏輯觀念，並最大限度的提高學生的參與程度，降低學生在學習途中放棄的

可能(Parsons & Haden, 2006)。此外，帕森斯問題提供即時回饋，幫助學生及時發現和解決自己的問題，彌補教師人員無法即時提供回饋的不足。在程式教育課程中，學生參與程度對於程式教育的成敗有著顯著的影響(Du et al., 2020)，帕森斯問題提供的即時回饋能夠改善傳統程式設計時無法得到即時回饋的窘境。

二、生成式人工智慧

生成式人工智慧(Generative Artificial Intelligence, GAI)是指一種人工智慧技術，可以根據輸入的訓練數據生成新的、與訓練數據相似但不同於訓練數據的內容，GAI 的特點是能夠自主地生成全新的內容，而不是像其他人工智慧技術那樣僅能基於現有的數據進行推斷或分類。GAI 可以根據給定的條件或上下文生成全新的、符合邏輯和內容要求的內容，因此在自然語言處理、圖像生成、音樂生成等領域中得到了廣泛應用。然而，GAI 也存在一些問題和挑戰。例如，GAI 可能會生成不合適或不恰當的內容，或者重復現有的內容，因此需要一定的後續處理和篩選，這需要使用者具有相應的能力。此外，GAI 需要大量的訓練數據和計算資源，因此對於一些應用場景而言可能不太實際或不可行。

在程式教育方面，以教師端來說，GAI 能提供更多元化和有效的教學方式，進而提高學生學習的效果，例如可以使用 GAI 來開發教材，並透過它來進行自動化的回饋和評估，快速的掌握學生學習進度和情況，從而節省時間和資源(Baidoo-Anu & Owusu Ansah, 2023)。以學生端來說，GAI 的自動化回饋還可以幫助學生更好地理解抽象概念和過程，因為它能夠提供更具體的範例和說明，此外，它也可以提供不同的程式範例、解決方案或建議，讓學生參考和學習。GAI 也可以幫助學生發揮創意，嘗試不同的程式風格或功能，並彌補教師無法即時回復學生問題的狀況，使問題能快速解決，進而增加學生學習動機。

如今各大公司都推出自己的 GAI 模型，如 Open AI 的 ChatGPT、Microsoft 的 Bing Chat、Google 的 Bard 等，其中 ChatGPT 是目前最熱門的 GAI，不但能生成更自然的語言而且不限對話長度與數量，還能保留聊天紀錄。雖然 Bing Chat 與 ChatGPT 都是使用同一種語言模型訓練的，但與 ChatGPT 相比，Bing Chat 是著重在搜尋網路資料相關領域，而目前也有對話數量的限制，也不能保留與之的聊天紀錄，可用性還不像 ChatGPT 般廣泛，而 Bard 截止目前也尚未對台灣地區開放，基於上述理由，本研究內容主要會採取 ChatGPT 作為主要研究工具。

參、研究實施與設計

一、研究工具

- 生成式人工智慧-ChatGPT

ChatGPT 是由 OpenAI 所開發的聊天型機器人，它基於 GPT-3.5 架構訓練的大型語言模型，是一種生成式人工智慧技術。它可以透過學習大量的數據，自動

生成自然語言對話，使用者只要使用一般日常的對話模式就能與之對談。ChatGPT 擁有龐大的語言知識庫，能夠處理多種自然語言任務，例如對話生成、語言翻譯等，此外它也具有編寫和除錯電腦程式之能力。在實際學習場景應用中，ChatGPT 可以用於各種需要自然語言處理的課程等多個領域，如電腦科學和人工智慧等。在學生學習面向可以利用 ChatGPT 回答問題，以釐清不清楚的程式語法或邏輯概念概念，以教師教學端，則可以建構基本的學習內容框架，幫助教師更有效率的建立教材，或是依據學生程度製作考題和練習題(Hwang & Chen, 2023)。

二、研究過程

2.1 研究架構

本研究採取設計本位研究法（Design-Based Research, DBR），DBR 是一種強調結合理論與實務的研究方法，其主要目的是建立理論、設計產品和改善實務三種層面，這種方法透過對研究內容進行反覆迭代、修改和評估，從而逐步優化產品的效果和功能，並對實際應用產生重大的影響。設計研究的結果不僅僅是關於教育技術，還包括對實際應用產生的影響的洞察和理解(Hoadley & Campos, 2022)。而相較於其他種研究方法，設計研究法更加強調系統性的設計過程，此外，設計研究也更注重設計方案的實施和評估，以測試假設和研究結果是否能夠轉化為實際應用(翁穎哲 & 譚克平，2008)。

此研究將會進行以下循環，如下圖 1，分為四個階段：

1. 期望：此階段將會預期 ChatGPT 會產出的結果，本研究目的為輔助教師運用 GAI 初步規劃帕森斯問題，而不需要從頭開始編寫，進而節省資源和時間。
2. 設計：本研究透過選擇合適的提示(prompt)與持續與 ChatGPT 對話，藉此實施設計的方案，以達到研究目的。
3. 評估：根據與 ChatGPT 對話的結果，評估應用在實際的可行性，檢測研究結果轉為實際應用的可行性，並思考如何改進與修正提示。
4. 反思：本階段為 DBR 其中重要的一環，透過反思、檢討與 ChatGPT 的對話結果，並根據修正與改進的結果，重新設計方案，形成循環的設計研究過程。

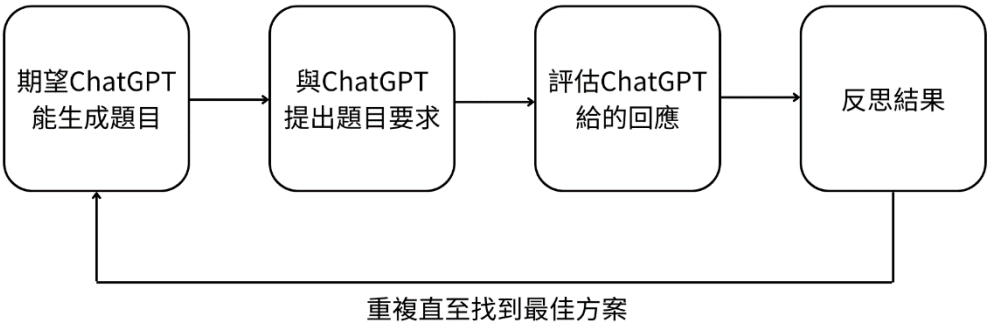


圖 1. 研究架構

2.2 無提供程式碼生成出帕森斯問題

本次研究透過與持續的與 GAI 對話來讓其生成之結果能達到預期的情況，也就是幫助教師生成帕森斯問題。首先本研究試問 ChatGPT 是否知道什麼是帕森斯問題，而能確實給出帕森斯問題的定義以及優缺點，這說明 ChatGPT 不會生成不相關的結果。

接著本研究試著問 ChatGPT 能否請他出一道帕森斯問題，而它雖然成功生成了一道帕森斯問題，但其結果並不如預期，其生成的程式碼雖然正確，但程式碼的長度太短，無發發揮帕森斯問題的功能，如圖 2。

圖 2.請 ChatGPT 出一道帕森斯問題

接著再要求 ChatGPT 出另外一題帕森斯問題，但這次再要求的時候給出了明確的指示，例如明確指定要使用的程式語言以及想要出的核心觀念等，能夠讓 ChatGPT 更精確地回答問題，提高問題的實用性和適用性，相較於沒有指示問題時，ChatGPT 就可能會出現亂槍打鳥，不符合預期的情況產生。而此題令人眼之一亮之處在於，ChatGPT 提供了詳盡的題目描述，並附帶五段程式碼，其中一段為誘答選項，使得題目更加多元化和有趣，也更貼近帕森斯的核心概念，詳細對話內容如下所示。

研究者：*請利用 Python 幫我出一個關於迴圈的 Parsons Problem。*

ChatGPT：*當然，以下是一個使用 Python 語言的 Parsons Problem，關於 for 迴圈的基礎概念和語法。*

題目敘述：

給定一個列表'numbers'，請依序完成以下操作：

1. 給定一個變數'total'，初始值為 0
2. 使用 for 迴圈將'numbers'中的元素逐一取出
3. 將每個元素加到'total'中
4. 在迴圈執行完畢後，輸出'total'的值
以下是五個可能的程式碼片段，請將它們排列成正確的順序，以完成題目要求。每個程式碼片段僅需使用一次，有一個片段不會被使用。

```
A. for n in numbers：
    total += n
B. total = 0
C. print(total)
D. numbers = [1, 2, 3, 4, 5]
E. total = sum(numbers)
```

順序：D.B.A.C

然而，在實驗中發現 ChatGPT 生成的這道帕森斯問題存在一定的缺陷。具體來說，本研究接續要求 ChatGPT 打亂其中的三行程式碼，但 ChatGPT 卻把錯誤的選項也一起加入了帕森斯問題之中。這導致了題目的精確度和可靠性都有所下降，若教師未將其產生的結果更進一步檢查就使用，可能會對學生的學習效果產生了一定的影響。

研究者：*請把解答中的程式碼只打亂其中 3 行*
ChatGPT： *題目敘述：*
1. 給定一個列表 numbers，請依序完成以下的操作：
2. 設定一個變數 total，初始值為 0
3. 使用 for 迴圈將 numbers 中的元素逐一取出
4. 將每個元素加到 total 中
5. 在迴圈執行完畢後，輸出 total 的值
以下是五個可能的程式碼片段，請將它們排列成正確的順序，以完成題目要求。其中三個片段的順序已被打亂。每個程式碼片段僅需使用一次，有一個片段不會被使用。

```
A.    for n in numbers：
    total += n
B.    total = 0
C.    print(total)
D.    numbers = [1, 2, 3, 4, 5]
E.    total = sum(numbers)
```

順序：B. D. A. E. C.

由以上研究結果可以得知在使用 ChatGPT 時生成時並未提供明確的指示，或請它從無生成時，雖然 ChatGPT 還是會生成一段程式碼，但這時將使得 ChatGPT 產生錯誤的機會大幅提升， 因此，再使用這項工具時進行生成程式碼或任何教學內容時，都應先事先規劃好架構，才能讓 ChatGPT 幫助工作。

2.2 提供完整程式碼生成帕森斯問題

上述是在無提供程式碼的情況下，要求 ChatGPT 生成帕森斯問題的狀況。然而，本研究也好奇當有一段完整的程式碼時，要求 ChatGPT 生成一道帕森斯問題的成效如何，本研究在此提供了一段使用 for 迴圈的程式碼用於計算成績的最高分數、最低分數、總分和平均分數，並詢問這段程式碼的意義並期望 ChatGPT 能夠理解整段程式碼的意義和功能，並解釋整個程式碼的運行過程。

ChatGPT： *這段代碼用於計算使用者輸入的 10 個成績的最高分、最低分、總分和平均分，並輸出結果。*

以下是代碼的執行過程：

1. *創建一個名為 'grade' 的空清單和一個名為 'total' 的整型變數，用於存儲成績和總分。*
2. *使用 'for' 迴圈來反覆運算 10 次，每次從使用者輸入中獲取一個整數類型的成績，並將其添加到 'grade' 清單中。*
3. *將新輸入的成績加到 'total' 中，用於計算總分。*
4. *使用 'max' 函數和 'min' 函數來計算 'grade' 清單中的最高分和最低分。*
5. *計算平均分並將結果存儲在 'average' 變數中。*
6. *使用 'print' 函數輸出最高分、最低分、總分和平均分。*

由上述回應得知 ChatGPT 確實知道這段程式碼的功能，接續本研究請求 ChatGPT 列出初學者在這段程式碼中最容易犯錯的觀念。根據 ChatGPT 的解釋，初學者在這段程式碼中最容易犯錯的觀念包括變數定義和使用的不一致、函數的錯誤使用以及控制流程的錯誤使用。

研究者： *這段程式碼中初學者最容易出錯的觀念為何？*

ChatGPT： *學者最容易出錯的觀念是關於 Python 清單的索引和循環範圍的理解。*

具體來說，以下是一些常見的錯誤：

1. *迴圈範圍錯誤：由於 Python 中的 range() 函數是從 0 開始的，因此對於這段代碼中的 range(0, 10)，實際上會反覆運算從 0 到 9，而不是從 1 到 10。因此，在列印出使用者輸入的每個成績時，應該使用 i+1 而不是 i 。*
2. *清單索引錯誤：當添加使用者輸入的成績時，應該使用 grade.append(num)*

將新成績添加到清單的末尾，而不是使用 grade[i] = num 進行替換。因為在迴圈的第一次反覆運算時，清單 grade 是空的，使用 grade[i] 來引用清單中的元素會導致 IndexError。

3. *類型轉換錯誤：從使用者輸入中獲取的值是一個字元串類型，必須將其轉換為整數類型，否則計算總分時會導致 TypeError*

因此，初學者需要注意在使用迴圈和清單時，正確理解迴圈範圍和清單索引的使用，以及注意將數據類型正確轉換。

為了幫助學習者更好地理解這些錯誤觀念，本研究接著利用 ChatGPT 生成帕森斯問題的形式來呈現這些錯誤。本研究要求 ChatGPT 將容易出錯的程式碼順序打亂，然而誘答選項是帕森斯問題的核心之一，誘答選項是一種與看似與其他程式碼相像，但實質上是不同的功用，也因此容易使學習者搞錯。然而本研究發現 ChatGPT 生成的帕森斯問題中並無誘答選項，因此期望使用 ChatGPT 產生另外一種具備誘答選項的帕森斯問題。

為了解決原本生成之程式碼並未具備誘答選項，我們要求 ChatGPT 新增幾行與原程式碼相似但錯誤的程式碼，並打亂程式碼順序，以形成含有誘答選項的帕森斯問題。

研究者：*在保留原有的程式碼下新增幾行相似但錯誤的程式碼，並且打亂程式碼順序*

ChatGPT：

```
1.  average = sum(grade) / len(grade)
2.  grade = []
3.  for i in range(0,11)：
            num = int(input("請輸入第"+str(i+1)+"個數字："))
            grade.append(num)
            total += grade[i]
4.  maxgrade = grade[-1]
5.  minindex = grade.index(grade.min())
6.  print("最低分的索引為：", minindex)
7.  total = 0
8.  print("請輸入 10 個數字，以空格分隔：")
9.  input_str = input().strip()
10. input_list = input_str.split()
11. for i in range(0,10)：
            grade.append(int(input_list[i]))
            total += grade[i]
12. print("總和成績為：",total)
```

```
13. average = total / len(grade)
14. print("平均成績為：",average)
```

需要注意的是，這些程式碼可能會導致各種錯誤，例如：

1. *'average'變數被重新賦值，而未重新計算，因此在代碼後面的計算中可能會出現錯誤。*
2. *'range(0,11)'將迴圈反覆運算 11 次，而不是 10 次，因此會添加一個額外的成績，並導致其他錯誤。*
3. *'maxgrade'的值被賦為了 grade[-1]，這意味著它是最後一個輸入的值，而不是最高分。*
4. *'minindex'的值是'grade.index(grade.min())'，這不會計算出正確的最低分的索引，因為方法返回的是最低分的值，而不是其索引。*
5. *在從使用者輸入的字串清單中提取成績時，代碼沒有檢查使用者是否已正確輸入 10 個值。這可能導致'IndexError'或'ValueError'。*
6. *'total'變數在輸出最低分索引後被重新賦值為 0，而不是用於計算平均分，因此會導致計算錯誤。*

為了修復這些錯誤，你需要重新排列代碼，將變數的值和類型恢復到正確的狀態，並修復任何語法錯誤。

ChatGPT 在解析中提供了更詳細的錯誤說明和解釋，以幫助學習者更好地理解錯誤觀念和如何修正它們。由與 ChatGPT 對話的結果得出，再經過多次修正提示詞(prompt)，可大幅的增加 ChatGPT 回應的準確性，而從結果也能發現相較請 ChatGPT 從無生成出一個帕森斯問題，在有給原使程式碼的情況下 ChatGPT 較不會出錯，還能依照使用者需求進行細部的更改，如在原有的程式碼多加幾行誘答的選項，此外，ChatGPT 有時會生成提示以外的東西，如在上方的一次對話中，ChatGPT 就自行生成題目的解析，並無其他提示，對於教學者來說可以再從對話中對教材進行修正，讓題目更臻完善，也能減少對於備課時間有限的壓力。

伍、 結論與未來展望

因應生成式人工智慧的迅速發展，使用這項工具進行人機協作可謂不可抵擋之勢，若教師能熟悉的使用這項工具，它將能給予教師更多元、更彈性的方式製作教學或程式學習素材，提升教學品質，使設計的課程更具獨特性也更能貼近教學目標。然而生成式人工智慧依然還處在發展中的階段，因此還是會有產出不正確資訊之處，這時就需要教師重新審視其生成的內容，此外，使用這項技術時也須以邏輯性的方式敘述需求，才能發揮這項技術的優勢。透過與 GAI 的協作下，不管是前期的課程設計、抑或是課堂中的作業，都能使用這項工具來增進工作效率，減輕備課壓力。研究未來擬再進行更多使用 GAI 進行程式教育方面的應用，以提升其對程式碼生成任務的準確性，以學生學習方面，使用 ChatGPT 作為學

生的學習輔助工具，如何應用 Chatgpt 給出提示而不是直接給答案，才不會失去學習的意義，此外，也可以針對使用 ChatGPT 進行學生評估，從而達到適性化教育，幫助學生在學習表現上能逐步提升。

參考文獻

翁穎哲 & 譚克平. (2008). 設計研究法簡介及其在教育研究的應用範例. 科學教育月刊, *307*. https://doi.org/10.6216/SEM.200804_(307).0003

Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). *Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning* (SSRN Scholarly Paper No. 4337484). https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484

Du, Y., Luxton-Reilly, A., & Denny, P. (2020). A Review of Research on Parsons Problems. *Proceedings of the Twenty-Second Australasian Computing Education Conference*, 195–202. https://doi.org/10.1145/3373165.3373187

Haynes, C. C., & Ericson, B. J. (2021). Problem-Solving Efficiency and Cognitive Load for Adaptive Parsons Problems vs. Writing the Equivalent Code. *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–15. https://doi.org/10.1145/3411764.3445292

Helminen, J., Ihantola, P., Karavirta, V., & Malmi, L. (2012). How do students solve parsons programming problems? An analysis of interaction traces. *Proceedings of the Ninth Annual International Conference on International Computing Education Research*, 119–126. https://doi.org/10.1145/2361276.2361300

Hoadley, C., & Campos, F. C. (2022). Design-based research: What it is and why it matters to studying online learning. *Educational Psychologist*, *57*(3), 207–220. https://doi.org/10.1080/00461520.2022.2079128

Hwang, G.-J., & Chen, N.-S. (2023). Editorial Position Paper: Exploring the Potential of Generative Artificial Intelligence in Education: Applications, Challenges, and Future Research Directions. *Educational Technology & Society*, *26*(2). https://www.jstor.org/stable/48720991

Parsons, D., & Haden, P. (2006). Parson's programming puzzles: A fun and effective learning tool for first programming courses. *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education-Volume 52*, 157–163.

思考視覺化融入課程對大學生探索個人核心價值觀之研究

A study on the integration of visual thinking into the curriculum to facilitate university students' exploration of personal core values

洪健容
HONG, CHIEN JUNG
國立政治大學教育學系　研究生
National Chengchi University Department of Education Graduate Student
E-mail：zxcv60558@gmail.com

摘要

本研究旨在透過思考視覺化融入課程，協助大學生探索個人核心價值觀。本研究採用質性研究法中的直接觀察法，樣本數為 24 人，透過心智圖以及統整想法的歷程兩項策略，引導學生思考，並將思考過程轉化為可視的結果。而本研究的結果發現(一)思考視覺化有助於大學生覺察個人核心價值觀(二)統整想法的思考歷程對大學生之具體幫助(三)建立思考視覺化之課程。整體而言，藉由思考視覺化融入課程，有助於大學生探索個人核心價值觀，亦期待未來能廣泛運用於教學當中。

關鍵字：思考視覺化、大學生、核心價值觀

Abstract

The purpose of this study is to explore the personal core values of university students by integrating visual thinking into the curriculum. The study used direct observation as a qualitative research method with a sample size of 24 students. Two strategies were employed to guide students' thinking: mind mapping and the process of synthesizing ideas, which were then transformed into visual results. The study found that (1) visual thinking was helpful for university students to become aware of their personal core values, (2) the thought process of synthesizing ideas provided concrete assistance for university students, and (3) a curriculum for visual thinking could be established. Overall, the integration of visual thinking into the curriculum can facilitate university students' exploration of personal core values, and it is hoped that this approach can be widely applied in teaching in the future.

Keywords：Visual Thinking, University Students, Core Values.

壹、 前言

隨著現代科技的進步和生活節奏的加快，越來越多的人容易感到迷失和焦慮，尤其對於大學生而言，個人價值觀的建構不僅與個人成長和發展密切相關，還會對其學習、生活和未來的職業規劃產生影響。

近年來，視覺化被廣泛應用於各種學科領域中，特別是在心理學和教育學中的應用愈加普遍。視覺化不僅可以幫助人們更好地理解和記憶信息，還可以啟發人們的創造力和想象力，提高人們對於複雜問題的理解和解決能力(伍晴文，2018)。因此，透過視覺化的方式研究大學生對於核心價值觀的認知和建構，不僅有助於深入了解大學生的內心世界，還可以為其提供有效的輔導和教育手段，以幫助他們更好地發展自己，實現自己的價值和目標。本研究目的如下:

1. 思考視覺化引導大學生覺察核心價值觀之效果
2. 分析「統整想法的歷程」對大學生之幫助
3. 設計資訊科技結合思考視覺化之課程

貳、 文獻探討

一、 思考視覺化之內涵

思考視覺化是指透過圖像、圖表、圖形等視覺元素，來幫助我們更清晰地理解和分析數據、概念或思想等複雜的信息(Ritchhart, Church & Morrison, , 2011)。本研究透過心智圖，引導學生思考，並將思考歷程轉化為可視的結果。

心智圖能夠充分發會大腦的潛能(Buzan & Buzan, 1996)。過去有不少研究亦透過思考視覺化中的心智圖進行研究，能讓中小學學生在想法、議題上有更清晰、深入的探討(錢秀梅，2002；Ritchhart, Church, & Morrison, 2011）透過心智圖，我們可以將複雜的問題分解成簡單的部分，有助於深入思考和發掘問題的本質。同時，心智圖也能夠激發創造力，將想法和概念以視覺化的形式呈現，有助於開拓思維和激發創意。因此，心智圖不僅是一種有效的學習工具，也是一種促進創造力和解決問題的方法。

綜合上述，心智圖能夠發揮大腦潛能，提高學習效率，同時也是促進創造力和解決問題的有效方法。

二、大學生之核心價值觀

李若衡、楊靜（2006）認為價值觀是個體對生命及其意義的總體觀點和個體體驗，是生活態度和生活理想的具體體現。近年來，隨著疫情、科技化和生活節奏的快速發展，大學生在求學過程中，不僅需要找到自己的方向和目標，還要同時為未來的發展奠定基礎，因此可能容易產生迷茫、混亂等狀況，因此，探究大學生個人價值觀覺察概況，有助於研究者更深入了解大學生的成長和發展。

參、 研究實施與設計

一、 研究方法

本研究透過質性研究，藉由課程介入，探討思考視覺化融入課程對於大學生探索個人核心價值觀之效果，並將大學生的心智圖、統整想法的歷程進行編碼，進一步進行分析與探討。

二、 研究工具

本研究採用 Ritchhart, Church, & Morrison (2011)思考視覺化融入教學，步驟分別為(1)透過心智圖拆解思考(2)探索想法的歷程(3)透過「以前我認為…現在我認為…」統整想法的歷程。引導受試者將思考歷程視覺化的同時，審視個人內心對於核心價值觀的真實想法與感受，同時透過課程 ppt 結合資訊媒材進行教學(影片呈現、雲端 ppt 共編進行回饋)。

三、研究對象

研究對象以 24 名大學生為主要受試者，受試者為大一、大二的學生，其中有效樣本為 20 位，因此本研究將 20 位學生的心智圖、課程回饋，透過質性分析，進一步探討思考視覺化對大學生覺察核心價值觀之效果。

肆、 結果與討論

一、有效協助大學生覺察個人核心價值觀

本研究透過分析學生的心智圖以及「以前我認為…現在我認為…」的歷程，發現約有一半的大學生過去並未仔細思考自身的核心價值觀。然而，透過課程活動的實踐，學生得以重新檢視自己的核心價值觀，並在心智圖中明確呈現其所認為最重要的價值觀。

二、「統整想法的歷程」對大學生之幫助

本研究透過「統整想法的歷程」，發現大學生如何覺察其核心價值觀、目標和相關行動，共有七大類別的核心價值觀，分別是快樂、自由、自我成長、幸福、健康、家人以及獨立，並從中分析出以下三大面向:

(一)自身的行動:過去就知道快樂(喜悅)是最重要的事情，慢慢摸索通往快樂的方法。

(二)目標的確立:過去隨心所欲地過日子，但思考後發現，健康對於自己相當重要，希望能以此去過日子。

(三)成長的動力:一直以來都在追求獨立的環境中成長，現在也想達到其他重視的價值觀。

由此可發現，透過「統整想法的歷程」，大學生更有系統地去進行思考，且有助於更進一步的進行自我覺察。

三、設計思考視覺化融入課程

本研究將思考視覺化融入課程，對於引導大學生覺察個人核心價值觀有顯著的協助，因此將詳細教學步驟列出，期待能有所助益，以下為教學步驟:

(一)觀看影片，透過影片破題，並引導思考個人生命中最重要的意義感(價值觀)是什麼?(5 分鐘)

(二)透過價值觀清單，選擇個人最為在意的十項價值觀，下一步刪除其中的五項，再來刪除其中的四項，僅保留最為重要的一項。(15 分鐘)

(三)留下來的價值觀為核心，以心智圖的方式呈現，如圖 1 所示。目前對於這項價值觀，你/妳做了哪些事情?並試著將其分類，同時引導深入瞭解

自己的想法、需求。(15 分鐘)

(四)最後，透過雲端 ppt 共編，回顧「以前我認為…現在我認為…」的歷程，將自身的過去的想法，以及今天課程結束後產生的新想法，以利後續了解學生對於個人核心價值觀的覺察。(10 分鐘)

伍、 未來展望

一、延伸課程之效果

本研究以探索核心價值觀為主要研究方向，期許未來可結合個人核心價值觀的實踐於日常生活當中，促進核心價值觀發展的落實。

二、結合更多科技媒材

本研究透過數位媒材(影片)、線上共編、線上回饋等方式結合科技運用於教學，期待未來可透過不同科技媒材，例如:AR、VR 的設計，透過身歷其境的方式，結合思考視覺化，相信有助於大學生更快速且深入覺察個人核心價值觀。

二、未來研究之建議

質性與量化並行，本研究以質性的方式探究，思考視覺化對於大學生覺察核心價值觀之情形，期待未來可進一步延伸，透過課程探索加上問卷調查的方式，進一步確認大學生個人核心價值觀之概況。

參考文獻

一、 中文部分

伍晴文（譯）(2018)。讓思考變得可見。新北市：大家。(Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K., 2011)

李若衡、楊靜（2006)。大學生生命價值觀的投射測驗與內容分析。**重慶： 重慶郵電大學學報社會科學版**，2，229-230、252。

錢秀梅（2002)。心智圖法教學方案對身心障礙資源班學生創造力影響之研究。國立臺北師範大學，臺北市。

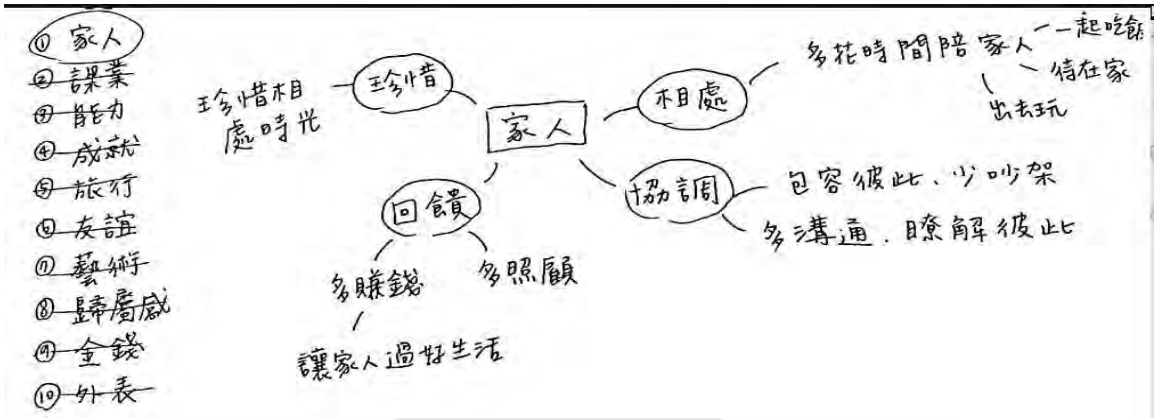
二、 英文部分

Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *The mind map book*. Pearson Education.

Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K., (2011). *Making thinking visible*. Jossey-Bass.

附錄

圖 1 核心價值觀心智圖範例



國語文教學的未來教室初探

The tentative exploration about future classroom for Chinese language instruction

鍾宗憲 [1]　施如齡 [2]　張妙綺 [3]

Chung-Hsien Chung[1]　Ju-Ling Shih[2]　Miao-Chi Chang[3]

[1] 國立台灣師範大學國文系教授

[1]National Taiwan Normal University, Department of Chinese Professor

[1]Email: fju5512@ntnu.edu.tw

[2] 國立中央大學網路學習科技研究所

[2]National Central University, Department of Network Learning Technology Professor

[2]Email: juling@cl.ncu.edu.tw

[3] 南投縣立宏仁國民中學教師

[3]Hong-Jeng Junior High School Teacher

[3]Email: etendy@gmail.com

摘要

本研究旨在探討「國語文教學的未來教室」的新學習型態下所產生的面貌。研究對象為 29 名南投某國中國三學生。運用 ADDIE 系統化教學設計的模式進行行動研究，研究時程為四個月，進行三階段的教學實施與修正。研究結果發現：一、運用平板學習能提升學生的學習動機及積極度；二、四學模式每階段的時間、選用的文本長度需要漸進式增加；三、運用前導組織能幫助學生聚焦在國語文的學習且提升學習效率；四、任務導向的合作學習能促使學生提升課堂表現；五、實現國語文教學的未來教室需要更精準的系統化教學設計。

關鍵字：國語文教學；未來教室；科技自主學習模式（四學模式）

Abstract

This study aims to explore the features of "Future Classroom for Chinese language instruction " under the new learning modes. The research involved 29 ninth-grade students from a junior high school in Nantou. The ADDIE systematic instructional design model was applied to conduct action research, with a study duration of four months and consisting of three stages of instructional implementation and revision. The research findings revealed that: 1) The use of tablet learning could enhance students' learning motivation and engagement, 2) Within the four-phase model, it is necessary to gradually increase the time frame and the length of the selected texts, 3) The use of advance organizers could help students focus on learning Chinese language and improve their learning efficiency, 4) Task-oriented cooperative learning could enhance students' classroom performance, and 5) To realize the future classroom of Chinese teaching requires more precise and systematic teaching design.

Keywords: Chinese language instruction；future classroom；Technology-Assisted Self-Regulated Learning(Four study mode)

壹、緒論

一、研究背景

近年來科技日新月異，手機通訊的普及，大數據、物聯網、AI 人工智慧、元宇宙的接連出現，隨境科技（pervasive technology）帶給 21 世紀教育系統兩項重大的轉變：首先，從傳統知識取向的教師中心轉變為合作學習及教室情境的覺察；其次，隨境科技驅使全球運用資訊通信（infocomm technology）互動（Infocomm Development Authority of Singapore, 2010）。

世界各國紛紛推動未來教育、未來教室相關專案，如：2010 年新加坡開始推動未來教育（Infocomm Development Authority of Singapore, 2010），2012 年歐盟成立未來教育實驗室，以下簡稱 FCL（Future Classroom Lab，2012），日本在未來教室的雛形中推出電子黑板（黃羿文，2012），南韓在未來教室推動合作學習模式的運用（Heejeon Suh，2011）。搜尋引擎龍頭 Google 亦提出課堂教育新興趨勢（Google for Education）。

國內自 2019 年開始推動新課綱教育改革，透過「核心素養」連貫各教育階段、統整領域科目，強調與生活情境的連結，讓學生具備適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，期盼培養學生成為自發、互動、共好的終生學習者，並且以學生為中心的素養導向教學為基礎（教育部，2014）。

教育部 2022 年在「推動中小學數位學習精進方案」，提出國內「班班有網路，生生有平板」的政策，希望達成教材更生動、書包更輕便、教學更多元、學習更有效、城鄉更均衡的目標。方案內提出的「科技輔助自主學習模式」（以下簡稱「四學模式」，透過「學生自學、組內共學、組間互學、教師導學」四個階段的學習任務，不僅運用數位平台運用數據進行個別差異化教學，也能靈活運用在課室當中促使學生逐步養成學生自主學習的能力，以達成終生學習者的目標（教育部，2021）。

國語文教學因應新課綱推出的領域課程綱要，學習重點包含：聆聽、口語表達、標音符號與運用、識字與寫字、閱讀、寫作六種「學習表現」，以及由文字篇章、文本表述、文化內涵三種主題範疇的「學習內容」組成（教育部，2018）。從教育會考來看，閱讀理解題占六成之多，考題生活化，應該培養閱讀素養，從讀懂課本開始（羅梅英，2022），而中小學的國語文教學是以教科書中的文本學習為基礎，教育部邀集四校成立閱讀教學研發中心，推出「課文本位的閱讀理解教學策略」，協助教師以現行的各版本教科書為文本，融入各年級相應學習策略的教學（教育部，2012）。

因此，本研究以南投縣宏仁國中某三年級班級為研究對象，在國外未來教室相關教學研究，結合國內課綱、數位學習精進計畫及國語文教學本質所建立的框架之下，初步探討該班學生採用「國語文教學的未來教室」的新學習型態下所產生的面貌，建立國語文教學的未來教室教學模式以作為未來相關教學與研究的參考依據。

二、文獻探討

（一） 未來教室

國內學者對未來教室的定義，包括：郭慧中（2009）指出未來教室是將科技運用在教學上，且教學方式著重團體間的互動，並以學習者為中心設計教材，藉此建立協同教學的學習環境（李靜儀、龔心怡、李文生，2014）。莊思筠、賴阿福、馮青皇（2011）認為未來教室是一個高度資訊化、互動性及整合性的教室，亦是教育的新趨勢，曾在台北市南湖國小進行國內第一所未來教室相關研究。湯志民（2012）則認為未來教室是指教室空間與設備質量超越一般標準，能反映當代主流發展趨勢、結合最先進科技，以有效提升教師教學和學生學習之現代化、科技化和數位化教學場所。楊心怡、吳淑蘭（2013）及李靜儀等人（2014）則將未來教室運用在中小學教學場域中，但國內相關研究近十年來僅有六篇。

國外近年來對於未來教育、未來教室的研究則是相當蓬勃，新加坡推動未來學校專案提出培養 21 世紀必要的關鍵能力有五項要素：首先，教師能採用且持續嘗試新的教學型態及科技；第二，領導者提供有益探究、創新的環境；第三，充足的軟體基礎設施以及硬體資源設備；第四，專案管理技能；第五，合作的重要概念：不能過度強調經常合作，科技及教學法同樣重要。並且在以五所核心學校推展運用 3D、4D 情境、平板融入進行說故事、合作學習、探究課程等（Infocomm Development Authority of Singapore, 2010））。

歐盟未來教室實驗室（FCL）是一個啟發的學習環境，提供教師、學校領導者、政策制定者及其他利益相關者能夠探究創新教學、教育設備及科技。裡面分為互動區、交流區、研究區、創作區、呈現區、發展區六個不同的學習區。每個空間包含教與學的特別區，幫助他們反思相關的重要觀點：物理的空間、設計的資與工具，改變學生與教學的角色，以及如何支持不同的學習型態。學習區反應許多方法在彈性的空間設計及教育科技，促使 21 世紀關鍵能力與有效教學法的發展（Future Classroom Lab，2012）。

南韓的未來教室著重在合作學習模式的建立及科技支援的運用，進行更多個人化、合作學習、探究課程的學習，以幫助學生運用科技，培養適應未來需求的能力（Heejeon Suh，2011）。Google 提出的課堂教育新興趨勢包括：學生主導學習、協作式教室、採用創新的教學法、運用新興科技，為生活技能與職場準備（Google for Education）。

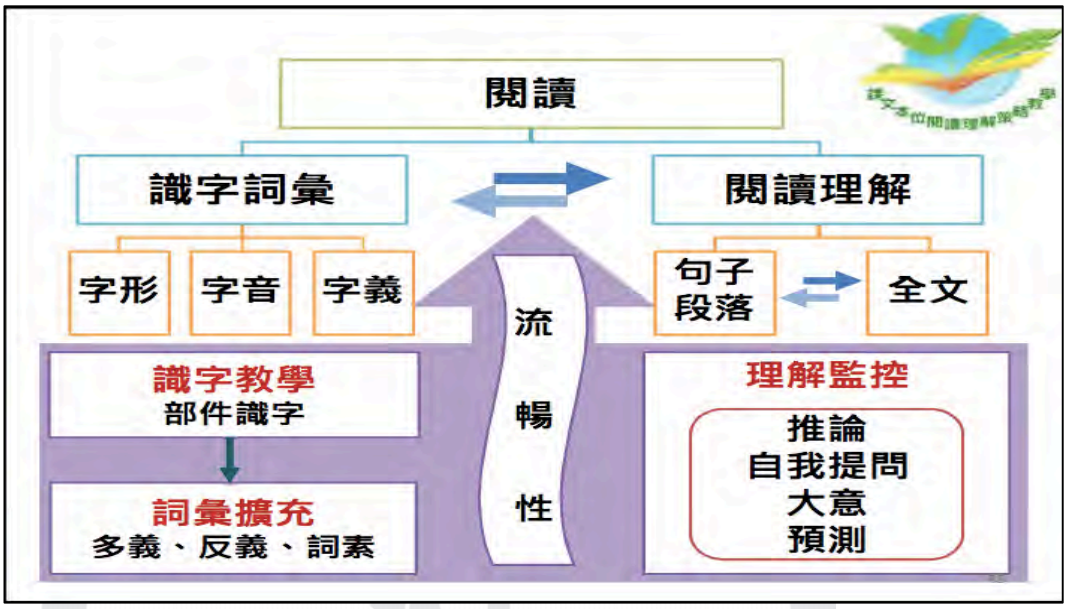
未來教室讓教育體系全面轉變，讓學生可以更自由定義他們的學習經驗，傳統學科教學轉變為數位空間，學生能夠和老師、其他學生在世界各地連結（ThoughtMatter，2022）。打破習以為常的學習模式，課程藉由大概念著重跨領域的學習，在這教室中運用科技促使無遠弗屆的範圍，創造啟發靈感、為未來準備的學習空間（Shaftesbury School）。ThoughtMatter（2022）提出未來教室要有靈活的課程，科技為附加的工具，提供多變的教學型態以滿足學生的個別需求。

21 世紀教育體系在隨境科技（pervasive technology）的影響下，世界各國的教育型態均有許多變革，綜觀國內外未來教室相關文獻，研究者將「未來教室」歸納為三大面向：一、運用科技來營造教室內的學習情境，幫助學生有不同型態的學習體驗；二、活用軟體數位工具設計教材，促進學生個別化、適性化的學習，提升學習成效；三、以學習者為中心，採用靈活多元的教學方法，如個別化的學習、合作學習、實作、專題探究等，協助學生最終達成主動學習的終生學習者。

（二） 國語文教學

依據十二年國民基本教育課程綱要的國語文領綱，國語文教學以培育語文能力、涵養文學及文化素質，並加強自主行動、溝通互動及社會參與的核心素養為目標，學習重點包含「學習表現」及「學習內容」兩部份（教育部，2018）。

閱讀教學研發中心研發「課文本位的閱讀理解教學策略」，包括識字、詞彙和理解，各年級都有其不同的學習成分、符應的策略運用，其中國中國語文領域閱讀教學策略與成分表概念如下圖：



依據課文本位閱讀理解策略中的「國中國語文領域閱讀教學策略與學習重點」，左半部屬為詞彙（解碼）、中間可透過朗讀培養流暢性，右半部的策略包含摘要、推論、自我提問、理解監控、筆記，每項各有提出教學重點給予教師文本教學具體說明（教育部，2012）。

因此，本研究的國語文教學採用國語文領鋼中聽說讀寫的學習表現作為學生的呈現方式，再以篇章閱讀的學習內容為核心，以上述策略的「摘要、推論」為主要的教學設計及學習成效檢核重心，摘要策略的教學重點包含：刪除/歸納/主題句、用文章結構寫摘要，推論策略則涵蓋：連結線索(連結詞)、連結文本內的關係、由文本找支持的理由、找不同的觀點、連結背景知識，其他諸如詞彙、流暢、自我提問、理解監控、筆記等學習重點則視為輔助學習的活動。

（三） 國語文教學的未來教室

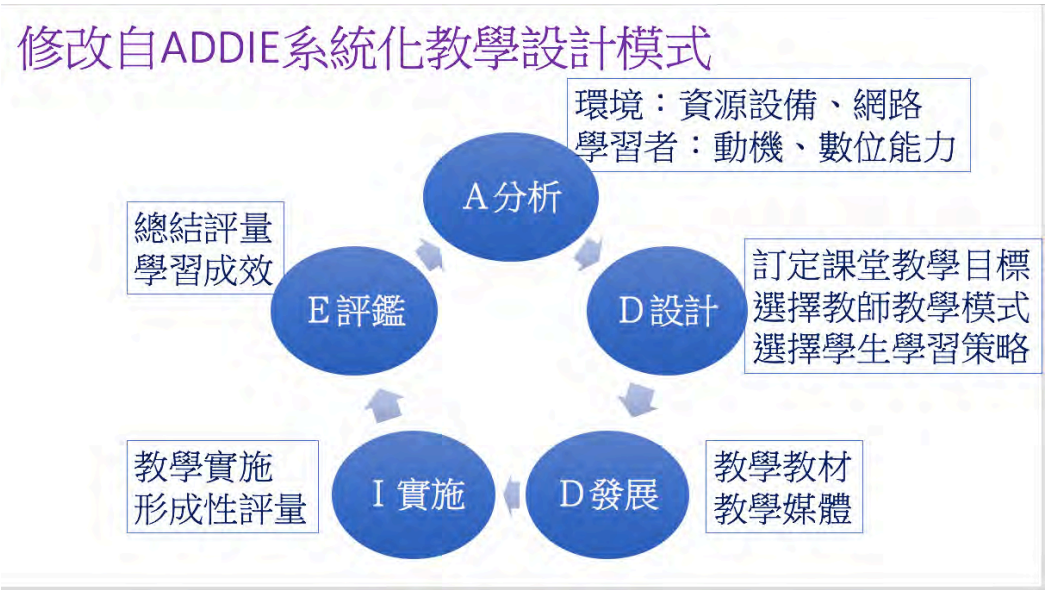
國內尚未有未來教室在國語文教學的相關研究，但筆者曾在 2006 年進行「學科教室型於台北市立國民中學的教學應用之行動研究」，運用情境學習的理論基礎，視學生與國語文教學文本的需要，規劃教室情境、設計教學活動，研究發現合作學習是學科教室情境學習的關鍵因素，以及協同教學、完善的教學設計都能達成更好的成效。

綜上所述，「國語文教學的未來教室」將以國語文教學的學科本質—「課文本位閱讀理解策略」作為教學內容，以學習者為中心，透過科技營造學習情境，運用數位工

具設計多元化、互動的課程與活動，促使學生達成閱讀理解的認知、情意、技能目標。

貳、研究方法

由於每一所學校存在環境及資源差異，每一間教室的學習者也各有不同，因此本研究將採用 ADDIE 系統化教學設計進行整個研究流程設計，如下圖：



一、研究對象（學習者分析）

本研究為深入探討國語文教學的未來教室在南投縣立宏仁國中的教學應用情形，才取「立意取樣」（purposive sampling）的方式，選擇採用教室運用資訊講桌、電子白板與數位教科書配置完善的宏仁國中，透過參與觀察以及深度訪談的方式，瞭解校內教師運用國語文教學的未來教室教學模式進行教學的實際應用情形。希望能藉此歸納可以採用的教學型態，以及遭遇的阻力與困難，作為往後推廣運用的參考依據。主要對象以研究者參與國文教學的九年級某班級為主，並且透過台北市麗山國中、新北市頭前國中各兩班的學生進行對照，找出國語文教學的未來教室中其他需要考量的因素，進而改善課程設計。

宏仁國中九年級共有 11 班，研究者任教班級為 9 年 2 班共有 29 位學生。學習者分析包含國文基本學力、學習動機及數位能力三部分：

（一） 在國文基本學力部分，九月初第一次模考 1A（精熟）6C（待加強），絕大多數學生屬於中等程度。

（二） 學習動機有 1/3 較強，除了完成作業亦會積極找尋資料、完成加分任務；有 1/3 較被動，常常未寫作業或是到校才寫作業，其中兩位在非動態活動時較為消極。

（三） 數位能力上，國二曾用過 classroom 完成錄音作業、拍照上傳、留言寫心得等基本功能，曾用線上表單測驗、造句、寫短文，亦用過 padlet 進行個別發表、小組任務，另用過 kahoot 線上詞語測驗。

二、研究工具

（一）文獻分析法

自國內外學者文獻中，探討有關「未來教室」之概念意涵與教學應用情形，融入「國語文教學」的學科本質，以課文本位的閱讀策略、ADDIE 系統化教學設計模式設計課程，並透過師生在教學過程中，所記錄下來的教學內容及學生所產出的學習表現，分析教師目前對於國語文教學的未來教室模式的應用情形，進而探討未來可行的教學策略或作為教室運用、教學活動改進的參考依據。

（二）觀察法

本研究採用參與觀察方式，透過上課教師（研究者）與學生實際的互動情形、教師的教學設計，以及學生課堂的參與互動情形、課後的回饋建議與學習成果的分析，了解國語文教學的未來教室模式的教學實施應用情形。

（三）訪談法

本研究同時採用開放訪談法的方式，依據國語文教學的未來教室教學模式設計課程，嘗試在新北市頭前國中與台北市麗山國中兩所學校實施，訪談兩位班級教師的觀察與發現。此外，訪談該班幾位學生，以瞭解他們對國語文教學的未來教室教學模式的學習感受差異。

三、研究流程

本研究分為兩階段：第一階段，在進入研究現場之前，先閱讀相關文獻資料，建立國語文教學的未來教室教學模式，擬定研究主題和研究對象，並確認教學目標及學習單元。第二階段，正式進入現場實施教學，並以建構國語文教學的未來教室教學模式為主要研究目的。

（一） 進入現場之前

1. 研究現場的選取（大環境分析—資源與設備）

研究現場以研究者本身任教的班級為主，並輔以另外兩所學校兩位老師的班級為輔，驗證該教學模式是否可行。該班級過去歷經兩年的教學互動、作業安排、默契培養，已經習慣分組合作學習及任務導向的教學模式，有助於之後的資料搜集、訪談能夠順利進行。

在大環境分析—資源與設備包含三部分：一、教室內硬體資源設備：該班教室具備電子講桌，內建電子書，VPH 與 HDMI 連結筆電切換方便，有電子白板投影清楚，另有實物投影機、電子筆輔助；二、網路訊號：訊號偶爾不穩定，具有無限投影功能；三、學生平板：教室內配有平板車，每人有一台專屬平板。

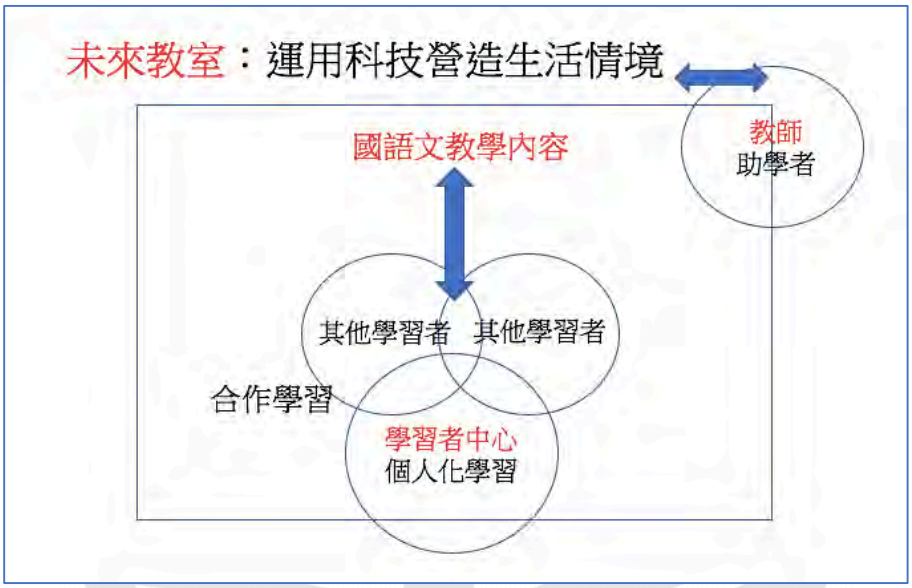
2. 研究者的角色

研究者本身為參與者，先前已有十八年的教學經驗，具備教育科技學系碩士以及中文系學士身份，目前在中央國教輔導團擔任語文領域國語文組的諮詢教師，負責國語文教學的未來教室專案研發，在該班級每週授課七堂課，本身具備教學設計及教育研究的基本能力。

（二） 進入研究現場

1. 國語文教學的未來教室教學模式建立

由於每間教室的學習者都相當獨特，且教室環境有不同的資源設備，因此本研究結合 ADDIE 的系統化教學設計模式，提出「國語文教學的未來教室教學模式」進行相關研究。在這教學模式中，透過學習者的分析掌握學科能力及數位能力的起點行為、學習動機，以設計出符合學習者的教學型態；此外，藉由環境分析，以了解教室內的資源設備，掌握教學媒體選擇運用於教學活動的限制，以此基礎下設計營造文本與生活連結的學習情境；再藉由內容分析，依據國語文教學內容特性選擇核心素養、確立學習內容以及學習表現，擬定教學目標，選取適切的教學媒體、設計合宜的教學活動。教師扮演一位助學者的角色，讓學習者透過自己與其他學習者的合作學習，學習活動中與國語文教學內容的互動，以及置身於科技營造的生活情境互動過程中，建構出自己的學習。如下圖：



2. 教學內容分析與設計

本研究主要分為三階段：第一階段目標讓學生能運用平板以 padlet 進行課文本文閱讀理解策略中的摘要策略—刪除／歸納／主題句，並學習 jamboard 問題討論，時間為 9 月在原班進行；第二階段讓學生運用平板加入簡報共編進行摘要策略—用文章結構寫摘要，時間為 10 月底在原班進行，並修正後於 11 月中在北市另兩班實施；第三階段：運用四學模式培養學生自主學習能力，並以簡易的探究教學讓學生練習推論，12 月初在原班進行，修正後於 12 月中在北市、新北另兩班實施。詳如下表：

對象／時間	單元名稱	教學目標	教學媒體	教學活動
原班 ／9 月	與 921 說再見	閱讀後能完成標題預測及分段摘要，並書寫自己的心得感悟	Padlet Jamboard	個人閱讀畫記 小組討論摘要 各組上傳分享
原班 ／10 月底	與宋元思書	家教組：摘要 半自學組：寫作手法分析	簡報共編 padlet	個人閱讀摘要 完成小組任務 代表小組分享

北市對照 ／11 月中	心囚	運用簡報共編樣板進行摘要	簡報共編 padlet	個人閱讀摘要 完成小組任務 代表小組分享
原班 ／12 月初	蘇東坡突圍	閱讀過程中能發現問題，並透過組內共學、組間互學的討論找尋答案	Padlet	個人閱讀找問題 小組討論與解惑 組間分享與解惑 教師導學
北市對照 ／12 月中	藍色串珠項鍊	同上	Padlet	同上
新北對照 ／12 月中	防風林	同上	Padlet	同上

3. 教學活動進行過程

第一階段：全班總共分為七組，其中二四組屬於弱學組，教師在 padlet 學習任務同樣包含標題預測、全文主旨、結構一至四的重點摘要，要標出頁數及小標題，最後每人須撰寫 50 字的閱讀感悟。結果弱學組只能進行到結構二、三之間，第一組完成所有任務，其他組分別為一至三人完成閱讀感悟，快慢速度差異大。

第二階段：全班總共分為七組，其中五六七組屬於質優組，一至四組平均分配，讓學生自學階段先以簡報共編進行摘要，並提取上位小標。完成個人簡報共編摘要上傳之後，一至四組將每一段的摘要、內容共識討論記錄在 padlet 上，並找全文情境圖上傳；五至七組則是討論全文結構、主旨段落、寫作手法分析、作者寫作目的及觀點病上傳全文情境圖。當天早上因網路不穩定、打字速度快慢不一，加上駢文的難度，只有 10 位同學完成個人摘要、一組完成所有任務。在北市白話文較為簡單，共有 19 人（2/3）完成任務，未完成的同學主要是打字速度較慢。

第三階段：運用四學模式、探究教學進行摘要及練習推論

(1) 自學階段：先讓學生自行閱讀，找出重點句及好奇、思考與疑惑。

(2) 組內共學階段：紀錄小組共同討論摘要重點，彙整這段的好奇、思考與疑惑。

(3) 組間互學階段：各組報告摘要重點及好奇思考疑惑，其他組協助回饋。

(4) 教師導學階段：組間互學階段一面歸納重點，引導討論與回饋。

自己的班級在兩節課內有完成四階段任務，紀錄上學生為了求快，有的組別紀錄很簡略，需要以口語發表補充。但台北、新北兩個班級均有遇到自學階段部分學生不專注、組內共學階段不知該討論什麼或是組內缺乏討論氛圍、組間互學階段輪到的組別只有少數人能發言、其他組別報告時無法專注聆聽紀錄的現象。

四、研究限制

（一） 研究範圍：本研究主要範圍侷限在研究者本身國文科教學的授課班級內，將設計

出來的國語文教學的未來教室課程模式應用在北市、新北市兩位教師的班級進行對照，從差異中找尋本研究其他應考慮的項目及變因。

（二） 研究時間：以研究者本身授課期間的教學活動，以及在 google classroom 非同步混成教學的國文學科任務為研究範圍，觀察學生在國語文學習過程中認知、情意、技能上的的學習變化。

（三） 研究者：由於研究者本身為授課教師，本研究從研究者的角度、知覺，參酌其他兩位教師的共同經驗，進行國語文教學的未來教室課程設計、教學實施情形的探討，故採取參與觀察的方式，對於背後其他未能評價知因素逕自忽略。

參、實施結果

第一階段學習任務包含標題預測、全文主旨、結構一至四的重點摘要，要標出頁數及小標題，最後每人須撰寫 50 字的閱讀感悟。兩組的弱學組只能因為閱讀速度慢、討論慢，只能進行一半的任務，另外四組均能完成閱讀感悟以外的任務，由於閱讀感悟屬於個人書寫作業，未完成的同學大多是懶惰、不想做的問題。從中可以看出小組任務較能引起重視、提高參與度，但讓學生自行分結構、摘要、列小標題，只有部分閱讀動機較強的學生可以做到，過程中要打太多字，也會讓學生從剛開始的亢奮到後來逐漸停滯不想做。這階段的設計流於打字，老師請各組發表時，其他組依舊在打字，除了組內共做互動外，全班共同互動較不足，成效不佳。由於班級學生程度落差大，且任務難度過高，因此修正第二階段的設計採用雙軌式的任務，且摘要提供明確的鷹架，讓學生減少打字及發散式的討論。

第二階段學習任務有採用雙軌式任務，先讓學生自學階段先以簡報共編進行摘要，並提取上位小標。完成個人摘要上傳後，一般的四組討論各段摘要、內容共識，並找一張全文情境圖上傳；質優三組則是要討論全文結構、主旨段落、寫作手法分析、作者寫作目的及觀點並上傳全文情境圖，結果質優三組還是比較早完成任務。且當天早上因網路不穩定，許多人無法順利在簡報共編裡打字，且打字速度快慢不一，加上駢文閱讀理解的難度，完成度不高；不過情意上，研究對象學生都有積極參與，只是平板、介面各式各樣的問題頗多的，都需要老師花時間處理。對照組的北市沒有差異化任務，白話文閱讀較為簡單且網速穩定，只有 1/3 學生因打字速度較慢，但過程中有些學生不專注做自己的任務，會跑去別人的版面亂改亂畫。因此修正第三階段採用三軌式差異化分組給予不同任務，且自學階段直接在課本操作拍照或在平板操作避免受到他人或網路穩定性的影響，最後再將每個人自學結果上傳到平台，並提供課本 pdf 檔以減少打字時間。並且先在 classroom 提供上課步驟的前導組織，放上所有引導、教材、連結，並將過程中可以能遇到的問題事先說明清楚。

第三階段學習任務運用四學模式、探究教學進行摘要及練習推論。研究對象班級採用三軌式差異化分組，在兩節課內有完成所有任務，紀錄簡略的組別都能口語發表補充。三軌分組討論的過程中都相當熱絡，弱學兩組討論的問題偏向詞語、文句含義，一般程度三組帶有一些問題與回應，質優組幾乎沒有閱讀問題，探討偏向人生哲學性問題，且已自行

閱讀完賞析、討論問題討論，在組間互學階段也相當積極回應其他組別提出的各類型問題。然而在北市、新北兩個班級會因文本過長，部分學生無法專注閱讀，甚至有少數人會趴在桌上需要老師不斷喚醒；此外，可能因平常沒有固定分組合作的習慣、分組方式隨機，會不知該討論什麼或是組內缺乏討論氛圍，需要教師更多引導語與協助，最後組間互學階段只有少數人較敢踴躍發言，但其他人無法專注聆聽紀錄，可能需要先建立更明確的規範，讓人人有事做。

肆、討論與成效分析

一、教師事前準備及教學過程

在硬體準備及操作上，混成教學需要架設網路攝影機、麥克風，同時有一台錄製課堂用的攝影機，加上麥克風、資訊講桌操作、用電子筆寫電子白板、發平板等等，至少需要兩位資訊股長或小老師協助，但不免會有手忙腳亂的情形。因此，下課必須提早去架設、準備，事前也要將所有會用到的媒體、網頁開好，教學媒體越簡單才越能將重心放置在課堂的教學活動中。

教師要提供明確的前導組織，事先將 ppt 教材指引、課文 pdf 檔，或簡報共編、padlet 連結等課程任務放置在 google classroom 上，不僅讓無法到校的學生可以看，也可以讓快慢不一的組別可以掌握自己的學習進度，或是無需老師引導，隨時可以進行教學的下一個步驟，也避免教師在上課中手忙腳亂、需要回應學生的各種問題。

該班級由於程度落差呈現常態分配，為了因材施教以達到更好的學習成效，本研究依據第一次模擬考成績採用雙軌式的差異化教學進行分組，有兩組質優學生(B++以上)屬於半自學組，另外五組學生屬於家教組，第二階段開始課堂給予不同的教學任務，以及不同的學習目標。再依據第二次模擬考成績進行三軌式的差異化教學分組，有兩組質優組學生(B++以上)屬於自學組、三組中等學生(B、B+)屬於半自學組、兩組弱學者(C)屬於家教組，並運用四學模式逐步養成學生自主學習的習慣。

每一堂課運用新的教學媒體，都需要一些學習與適應的時間，因此盡量用相近的媒體，相似模式操作到熟練再加入新的教學媒體或課程模式較佳。由於教學重心在於閱讀理解的摘要、推論與分析，要盡量設計不用打太多字的方式進行摘要，可以提供文字檔讓學生直接複製、擷取，或是以拍課本圖片的方式上傳，避免學生受到打字速度或是網路穩定性影響到課堂表現，將重心放在學生的討論與分享能清楚呈現即可。

二、學生認知、情意、技能上的變化

該班級在前兩年的國文學習，已經習慣有小組討論及小組任務，組長均能發揮責任心進行領導，其他成員亦能參與且合作，且該班級原本已有課本閱讀的 SOP 及畫記習慣，因此加入平板及混成教學只有適應新工具及網路連線的問題。從以下幾個面向敘述學生認知、情意、技能上的變化：

（一） 學生認知上的變化：

在模擬考的成績表現上，九月初一開始為 1A6C（起點表現），十二月模擬考

3A5C（期中形成性評量），二月模擬考 4A2C（總結評量），未達基礎程度的學生有明顯減少，且全班整體答對題數有明顯增加，甚至有兩位 C 程度的學生經過平板學習之後，模擬考達到 B++，連平時紙筆測驗成績都有 70 以上的成績。私下探問這些學生原因，有些表示閱讀讓他們覺得沒這麼害怕，有些則是覺得自己會用閱讀策略讀懂題目，從九月初弱學者會討厭、沒動機看模擬考冗長題目，到二月是連未達基礎的學生都在乎自己的模擬考表現，閱讀動機及耐心有顯著提升。

從課堂摘要的完成度與準確度，隨著課堂不斷的讓學生實作練習與討論分享，都有逐漸提升，尤其到了第三階段除了弱學組有少數段落摘要與其他組不同，其他組別摘要的重點句完全一樣。而弱學組雖然摘錄重點不同，卻也能提出自己的想法，可見融入探究教學可以讓學生更仔細思考，深度閱讀、與文本對話。

此外，每一組閱讀及完成任務的時間快慢落差很大，女生偏多的組別會深思熟慮，重心在最好的答案，而男生偏多的組別會想要快速完成任務，以口語表達來取代文字表現，因此在課程設計與呈現上要考慮不同的學習表現形態，讓每一位學生都有展現學習成果的機會。

（二） 學生情意上的變化：

研究者發現學生在整個研究歷程中最大的變化，在於參與度比往常用課本閱讀更加積極，原本懶得翻開紙本或閱讀緩慢的學生，為了趕緊有成果產出，會快速閱讀課本趕緊去進行平板的摘要任務。且因每個人的思考都會被其他同學看見，大家在摘要的謹慎度有逐步在提升，但網路的不穩定或部分同學的平板硬體問題、打字速度均會影響到簡報共編摘要的成效，從學生無法順利編輯或未完成就時間結束的激烈反應，可以看見大家對於平板任務的重視程度遠大於紙筆測驗。

其次，原本學習態度較被動消極的同學，會在小組討論中扮演較積極發言，主導討論，甚至代表小組分享報告，從中得到自信心與成就感。探問這些同學原因，都表達用平板上課比較有趣，或是不容易想睡覺，以及會發現自己較擅長的項目（如口說表達或統整歸納）能有所表現。

（三） 學生技能上的變化：

由於每次自學階段後都有小組任務，學生的閱讀速度、運用閱讀策略畫記的穩定性都有顯著的進步，甚至能在 15 分鐘內閱讀畫記完六頁以上的長文，配合課堂任務，早自習自行晨讀文章的完成度也提高許多。

在平板運用上，學生能夠自行上 classroom 依照課堂指示按圖索驥，且會靈活運用 google 搜尋引擎查詢資料、補充不足之處，使用過的軟體工具也都比較沒有操作問題了。

三、在其他教學場域的實施發現

第一次在臺北市採用同樣的閱讀摘要、簡報共編、小組討論及分享的教學模式，結果

時間不足、學生會到別人的共編簡報頁面亂畫、分組討論時會聊天或玩鬧……等研究班級未出現的現象。探究成因，可能在於該班為七年級且借用平板不易，平板的使用頻率較低，學生會視為玩具而不是學習工具，且該班級未有固定的小組，合作學習經驗較不足，討論與分享上的默契、效率與表現會有落差。此外，學生反應喜歡原本的老師直接講述教學的型態，導入新的、不習慣的學習型態對他們來說會有適應問題。因此分析階段應該納入學生平板使用及小組討論經驗，給予更多的鷹架或是更簡單、明確的平板學習任務。

第二次在臺北市、新北市兩班採用同樣的四學結合探究的教學模式，兩班都無法在兩節課內完成，閱讀時間每個人的專注與積極度落差很大，且在臺北市七年級該班會出現引導語不足、學生不知所措以及分組討論時玩鬧的情形。檢討原因，研究班級已經運用該模式兩次，且閱讀有養成一定標準化流程、習慣任務導向，如要推廣到其他班級，應該要有更多的教師導學提供更明確的步驟鷹架，或是從簡短的文本、切割意義段縮短閱讀時間，逐步養成四學、探究的習慣，分組的成員組成亦要考慮在內，才能聚焦在學習目標上。但兩班蠻多學生回饋都是覺得有趣、可以更深刻閱讀、思考文本。

綜合上述，研究對象與對照組兩班的主要差異包含以下三點：一、獨立閱讀文本的時間長度與耐性有落差；二、合作學習與任務導向的經驗值不同；三、是否有依據學生程度進行差異化分組。將在下面結論及未來研究建議詳述。

伍、結論及未來展望

一、運用平板學習及新媒體能提升學生的一開始的學習動機及積極度

不論是研究對象或是對照班級，每當課堂任務需要發平板的時候，原先學習低成就、低動機的男同學會顯得特別興奮，表現也特別積極，即使需要不斷閱讀課文進行摘要或討論的任務時，也會積極閱讀。而原先較被動、提問較不太回應的女同學，透過平板也會寫出自己的答案及思考。當要運用新媒體時，學生也會因新鮮感及好奇心特別專注。因此，運用平板學習對於學生的學習動機及積極度一開始有顯著的提升效果。

然而，且隨著平板運用次數過多，後半期研究對象會主動提出：用課本直接畫記、用 jamboard 直接貼便利貼較有效率，甚至在解題過程中希望直接在電子白板上用白板筆同步解析，對照組課業較認真的學生，亦會反應比較習慣老師原本上課的方式，不喜歡太多變化。足見學生會從使用平板一開始的的新鮮感逐步轉移到完成學習的成效上。

未來研究可以從減輕教師教學負擔、提升學生學習成效的方向思考平板運用時機。

二、四學模式每階段的時間、選用的文本長度需要漸進式增加以養成自學習慣

在四學模式的自學階段，研究對象從一年級即開始有自行閱讀的時間、閱讀的 SOP，因此文本長短並不會有影響。然而對照的兩班過去缺乏自行閱讀的時間與閱讀 SOP，造成部份學生會有專注力不足、不知所措、不想看的情形出現。因此應該從短的文本開始練習四學模式，漸進式培養閱讀的耐性及運用閱讀策略及畫記的習慣。

小組共學亦有相同的情形，研究對象過去已習慣小組共同討論，因此會專注在小組任務上，也能討論較長篇、較多段落的文章。然而對照組的兩班過去較少這樣的經驗，一口氣討

論許多段各組討論情形會有落差，需要老師們不斷叮嚀。小組共學、教師導學過程中，研究對象未報告的組別已習慣做筆記，對照組兩班則缺乏這方面規範及訓練。

未來研究四學模式，應該從短篇文本、短時間開始逐步適應、累積經驗，才能達成學生的自學習慣。並依據文本的長短、難易度訂出階層關係，以便老師在不同年段學生選用。

三、運用前導組織能幫助學生聚焦在國語文的學習且提升學習效率

研究初期未給予學生明確的前導組織，只有給予 padlet 上的任務指引，不僅教學過程中教師經常會被問題打斷，學生也容易渙散、迷失，或是被平板其他 app 吸引，模糊了自己當節課的學習任務。後來逐步加入教學流程指引，提供明確的學習目標跟課堂任務，並且將所有教材、連結放置在 classroom，學生能夠自行或透過小組合作一步一步完成。

前導組織應該包含整節課的明確學習流程，每個階段限時多久、要完成什麼任務，以及每個階段需要留意的細節、注意事項，比方自學階段只能獨立作業、小組共學階段只能跟自己組內成員交流，配合加減分維持課堂良好秩序。當前導組織越明確，學生課堂的問題越少，學習流程越順暢，學生也較能專注在國語文的學習任務上。

四、任務導向的合作學習能促使學生提升學習參與度及課堂表現

原先有部分學生不會完成回家作業，或是課堂個人作業都無法如期完成。但每當學習任務是以合作學習的方式，每節指定時間內必須完成小組任務的時候，這些學生也會變得比較積極，且每位成員都會在自己的小組內貢獻自己的能力，比方不擅長閱讀摘要的同學很願意上台進行分享，不擅長說話表達的同學惠負責紀錄或書寫的工作。且因採用同質分組，不論是雙軌或三軌的差異化教學都有不同的任務，各自在探究教學的過程中會發現不同層次的問題，討論過程中同樣相當積極，且不在意加減分及成績的情況下，都能完成該堂課指派的任務。

然而任務導向的合作學習成敗關鍵在於分組，這也是研究對較對照兩班執行成效佳的原因，對照組別有的因成員太熟會玩鬧、有的較不重視團隊表現、有的不合不想討論……。因此未來教師可以從異質分組給予相同任務，或是同質分組給予不同任務的差異化教學進行相關研究。

五、實現國語文教學的未來教室需要更精準的系統化教學設計

每一節課結束之後都會發現不足的問題，再回頭分析環境、學生、內容等面向因素，重新設計教學策略、選擇合適的教學媒體，有助於下一堂課的成效更佳。比方：因網路不穩定，將摘要任務從線上同步改為非同步的分享；因學生打字速度快慢不一，將摘要任務改為給原文複製進行摘要；因閱讀速度快慢不同，給予不同程度組別不同的學習任務，或是改成以拼圖法的方式完成課程……都能讓每一堂課聚焦在閱讀理解中摘要、推論、分析的學習重點上。因此，未來研究應該將重心擺在如何運用系統化教學設計，協助不同場域、不同類型學生，均能運用適切的教學策略與教學媒體設計學習任務，幫助學生提升更好的學習成效。

參考文獻

一、中文部分

李靜儀、龔心怡、李文生（2014，3 月）。未來教室，學習 E 起 Hi 起來。臺灣教育評論月刊，7，72-75。

教育部（2012）。課文本位閱讀理解與教學，檢自：https://cirn.moe.edu.tw/Module/index.aspx?sid=1198

教育部（2014）。十二年國民基本課程綱要總綱，檢自：https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf q

教育部（2018，1 月）。十二年國民基本教育課程綱要綜合型高級中等學校—語文領域國語文，檢自：https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/26442/57150.pdf

教育部（2021，12 月）。推動中小學數位學習精進方案，檢自：https://reurl.cc/7kkrE9

湯志民（2012）。雲端科技與未來教室。教育研究月刊，216，40-56。

莊思芍、賴阿福、馮清簧（2011）。數位化未來教室之探討。國教新知，58(1)，30-51。

湯心怡、吳淑蘭（2013）。**未來教室之 IGCS 應用於國中英語教學行動研究**。教育科技與學習，1:1，65-85，檢自：https://www.cacet.org/etl/downloas/01_01/03.pdf

黃羿文。日本未來教室雛形，電子黑板亮相。上網日期：2012 年 5 月 17 日，檢自：https://news.tvbs.com.tw/local/18131

羅梅英。111 會考國文》閱讀理解題占六成之多，廣告單也入考題；國文老師建議培養閱讀素養，從讀懂課本開始。未來 family。上網日期：2022 年 5 月 23 日，檢自：https://futureparenting.cwgv.com.tw/family/content/index/24528

二、英文部分

Future Classroom Lab(2012). Rethinking teaching and learning, from: https://fcl.eun.org/documents/10180/14689/FCL+brochure_A4_8pages_2022-V3.pdf/766332cd-7a0c-f8a0-7b9d-d8e1def21f74?t=1673264974457

Google for Education. 課堂的未來，檢自：https://edu.google.com/intl/ALL_tw/future-of-the-classroom/

Heejeon Suh(2011). Collaborative Learning Models and Support Technologies in the Future Classroom, from: https://ijemt.org/index.php/journal/article/view/133

Infocomm Development Authority of Singapore (2010). **Singapore: Future Schools**, from: https://en.unesco.org/icted/content/singapore-future-schools

Shaftesbury School. **The future classroom**, from: https://www.shaftesburyschool.co.uk/learning/the-future-classroom/

ThoughtMatter(2022). **What is the Classroom of the Future,** form: https://medium.com/thoughtmatter/what-is-the-classroom-of-the-future-229e559b50dd

行動 App 輔助國小學童樂器練習—以「全民 Party」為例

Mobile App assist the elementary school students to practice musical instruments：A case study of "Joy Party"

羅豪章[1] 劉雨柔[2]
LO,HAO-CHANG[1] LIU,YU-JOU[2]
[1] 國立臺中教育大學　數位內容科技學系　教授
[1] Department of Digital Content and Technology, National Taichung University of Education Professor
e-mail：simonlo@mail.ntcu.edu.tw
[2] 國立臺中教育大學　數位內容科技學系　碩專班研究生
[2] Department of Digital Content and Technology, National Taichung University of Education Master student
e-mail：NIT104112@gm.ntcu.edu.tw

摘要

本研究旨在探討行動載具應用程式（Applications, APP）「全民 Party 」，是否能輔助國小音樂班學童，在自主練習管弦樂團曲目時，提升音準與節奏的準確度。

本研究先以九項條件實測、比較市面上 9 種能將樂曲旋律圖像化的歌唱 App，選用最理想的「全民 Party」，並以 11 名國小音樂班中提琴（2 名）與大提琴（9 名）學童為對象，設計為期 12 週的練習。期間循環自省、修正練習內容與流程，最後測驗學生的音高辨識力、針對樂器演奏之音準與節奏評分，取得數據進行量化分析，並與教師和學生訪談、進行質性分析，以探究國小學童樂器練習的意願及成效之改善情形。

關鍵字：App 輔助練習、自主練習、樂器練習策略、刻意練習

Abstract

This study investigates whether mobile applications, or apps, can assist elementary school students specialized in music in improving their pitch and rhythm while practicing orchestral pieces on their own.

This study first tests and compares 9 singing apps on the market that can visualize melodies, and "Joy Party" is chosen as the most ideal one based on 9 criteria. The app is then used to design practice routines targeting 12 elementary students studying the

viola (three students) and the cello (nine students) over a course of 12 weeks. During the course, the routine and teaching content is constantly reflected on and adjusted. After the course ends, data are collected from students' scores at pitch recognition tests and semester exams for quantitative analyses, while qualitative analyses are conducted through interviews with both students and instructors. The results are then used to explore how elementary students improve their willingness and effectiveness in practicing instruments.

Keywords：adaptive practice app, self-directed learning, the strategy of instrumental practice, deliberate practice

壹、前言

對樂器的初學者而言，音高及節奏的準確度是最基本且重要的訓練；但初學者獨自練習的時候，卻往往無從得知自己所演奏的音準與節奏是否正確。而帶團的教師在有限的合奏指導時間，時常需要個別指導學生糾正已經透過錯誤練習難以改變的演奏，導致失去合奏課程的目標與意義。

數位科技正在以飛快的速度改變各國教育現場，臺灣教育現場亦是如此。教育部近年陸續執行許多行動學習、資訊素養等相關推動重點，目標以科技輔助學習，使孩子具備自主學習能力。

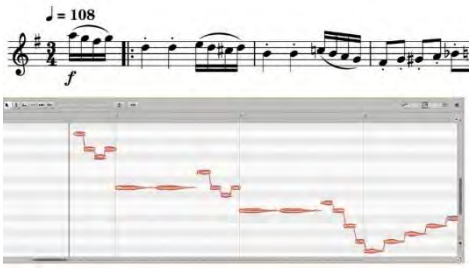
然而，即使在各科目已如火如荼地推陳出新各種有別於以往的課程及學習平台，在臺灣卻鮮少將數位學習運用在樂器練習方面。考量於此，研究者尋思運用行動應用軟體來協助解決學童在沒有教師陪同時盲目練習的問題。

貳、文獻探討

學習演奏樂器是一個複雜的過程，需要掌握許多相互關聯的技能。(Duke & Byo, 2012)，依據樂器初學者在練習時常見的困難以及相應的數位科技輔助進行探討。

一、讀譜能力（Sight Reading）

StGeorge（2006）曾在研究訪談中發現有三分之一人練習樂器時最大困難是樂譜閱讀。對照人類的語言發展，幼童先能聽懂，再學會講話，最後才學會識字，這樣的過程和音樂學習應是相同的，因此有的音樂教育家（e.g. Suzuki，1969）主張讀譜能力可延後發展。在此研究中，特別



▲圖 1 傳統樂譜（上）與 MIDI 圖像化音軌（下）

篩選出能夠將樂曲旋律圖像化的 App，如圖 1 ，運用時間軸與線條位置的高低與長短呈現音符應演奏的音高與節奏，讓小學生能更直觀地理解演奏旋律中音高與節奏的關聯。

二、音樂相關之敏銳度

對聲音的敏銳度是學習樂器的重要條件之一，包括音高、節奏、強弱、感受等基本要素（吳博明，1998；張統星，1994），對多數學生而言，這些能力會隨著學習過程中，在教師經常的提醒以及大量經驗的累積而有所提升（陳藝苑、伍鴻沂，2014）。然而，大部分的兒童初學樂器時，尚未具備這些聆聽能力，在沒有師長陪同練習的狀況下，無法自行判斷演奏是否正確。透過 App 的輔助，學童可依據即時回饋，發現錯誤並調整練習。

三、數位科技輔助學習

科技可以透過多種方式補充傳統的正規學習並給予支持。以最基本的層面來說，每個人都可以使用手機錄影、錄音再回放演奏，這是培養更具分析性的聆聽能力的有效方法。有別於傳統調音器僅能比對單個長音音準，使用數位多媒體可以顯著改善之前的舊技術，進而比對整段旋律或整首樂曲（Eremenko、Morsi、Narang & Serra，2020；Percival、Wang & Tzanetakis，2007 ）。市面上許多歌唱練習的應用程式，提供伴奏功能、演唱評分，以直觀的視覺動畫取代抽象的樂譜，並給予回饋供使用者調整自己的演奏。

四、有效練習

Vygotsky 的社會學習理論（1978）表明，最佳學習產生在「近側發展區」（Zone of Proximal Development，ZPD）；也就是說，在學習初期階段由他人搭建或給予支持協助時，學習效果最好。Ericsson（1993，2016）指出光有練習的「量」是不夠的，還要兼具練習的「質」，必須「刻意練習」。「刻意練習」的目標是提高效能，最重要的是有專業的教師可以指導個人正確學習技能，並協助他們進行最佳練習活動。

在此研究中，「全民 Party」App 的回饋資訊便有即時偵錯的功能，如圖 2，將應演奏的旋律對照即時演奏的音高，協助學生判斷演奏是否正確。使學生確實修正錯誤達到有效練習。

▲圖 2 全民 Party App 即時回饋效果

參、研究設計與實施

一、研究方法

本研究採行動研究為主要方法，除了探討相關文獻以形成本研究之理論基礎外，先自行設計練習策略，對 App 進行實測、比較，選定最理想的 App 再指導學生應用。透過訪談與觀察收集資料並調整練習內容之循環過程，對學童演奏音高及節奏能力前後測評分，依研究問題進行整理與分析。

二、研究對象與參與者

本研究由於實際教學工作的限制由研究者服務學校音樂班三到六年級中提琴學生 2 位、大提琴學生 9 位，共 11 位學生，研究者、合作教學之音樂教師 4 位、兩位專業弦樂教師及 1 位樂團指揮。

三、研究工具

本研究主要以質性資料蒐集為主，研究工具種類分述如下，形成性評量以「教學觀察記錄單」、「訪談記錄單」，以量化的「音高辨識力測驗」和「演奏評分」做為總結性評量。

四、研究架構與進程

研究者請大提琴老師演奏旋律並刻意將特定的音符演奏偏差半音的音高、漏音，確認歌唱 App 是否能正確評斷出演奏錯誤的片段，並依據 9 項指標如表 1，以此作為選擇 App 的依據。

▼表 1　歌唱 App 功能之比較

App／功能	歡歌	酷狗唱唱	全民 Party	WeSing 全民K歌	Kara DoReMI	歡樂唱唱	Smule	歡唱K歌王	Star Maker
音準辨識實測	✓	有音訊得分	✓	✓		△ 過度敏感	有音訊得分		✓
即時回饋	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
樂曲評分	✓	✓	✓	✓	✓	△ 大部分無評分	△ 大部分無評分		✓
片段分析		✓	✓		✓				
抖音加分			✓		✓				
支援系統	iOS 10.0／Android 4.3	iOS 12.0／Android 5.1	iOS 11.0／Android 5.0	iOS 9.0／Android 5.0	iOS	iOS 9.3／Android 4.1	iOS 12.0／Android 5.0	Android 4.1	iOS 9.0／Android 4.3
介面清晰	✓	✓	✓	△ 音軌不明確	✓	✓	△ 只有英文版		
自行上傳伴奏			✓						
自設音軌			✓						

選定「全民 Party」App 後，將研究者製作的管絃樂團曲目伴奏音檔、示範音檔、評分 MIDI 檔，匯入「全民 Party」App，並製作使用說明書及研究同意書給予學生及家長。

研究者觀察學生練習狀況，不斷自省並調整練習內容；對師生進行訪談、並於練習前、後實施音高辨識測驗及演奏能力評分，以分析學生練習成效。

五、資料收集與分析

研究者將蒐集的質性資料分為課堂行為與練習情形兩項，進而分析以 App 輔助學生樂器練習之影響，再以音感能力與演奏能力前後測評分了解學生的演奏練習成效。

肆、結果與討論

一、訪談結果

全部 11 位學童皆表示初學樂器時，聽不出老師說正確的音和不正確的音之間的差別，有 3 位加長練習時間、有 1 位尋求家長的協助，其餘的學童乾脆不練習。有 App 的輔助後，能透過 App 的即時回饋，知道自己哪裡拉得不對，再依教師指定的方式加強練習，合奏課時，因為被指揮誇獎而獲得前所未有的信心與成就感。

二、課堂觀察及會議紀錄

從課堂觀察記錄及合作教學教師訪談中，樂團指揮 S 及大提琴老師 E 皆曾表示中、大提琴學生不僅在演奏的正確度上有明顯的進步，受到個別指正的次數減少，上課表現及態度也有大幅的改善。其中以戊生的改變最為明顯，音樂老師 A 指出在使用 App 輔助練習以前，戊生總是會刻意延遲進入合奏教室，課堂中時常有搗亂行為；使用 App 輔助練習以後，則會提早進入合奏教室等待上課，課程進行中也變為十分專注。

三、學童演奏前測與後測

樂器演奏前後測以音準及節奏為評分內容，請兩位具專業背景之弦樂個別指導教師為有使用 App 練習的中大提琴學生，與未使用 App 練習的小提琴學生演奏的前後測評分。兩位專家評審的前測和後測成績，經由皮爾森積差相關分析（Pearson Correlation）結果 r 值分別為 0.84 和 0.962，皆大於 0.7，屬於高度正相關，顯示兩位專家的評分結果具有高度的一致性。

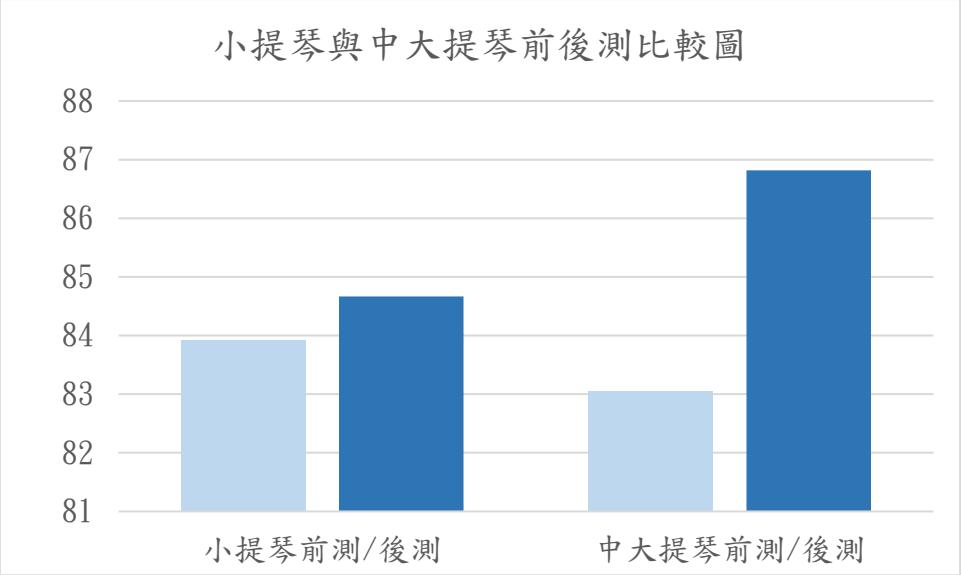
依描述性統計來看，未使用 App 練習的小提琴組 9 位學生前測 M=83.92、SD = 1.55，小提琴組後測 M = 84.67、SD = 1.66；而有使用 App 練習的中、大提琴組 11 位學生前測 M = 83.05、SD=1.87，中、大提琴組之後測 M = 86.82、SD = 1.64，如表 2 與圖 3。

▼表 2 小提琴組與中大提琴組前後測描述性統計表

敘述統計

	N	平均值	標準差	最小值	最大值
小提琴前測	9	83.9167	1.54616	81.50	86.00
中大提琴前測	11	83.0455	1.87356	80.00	85.50
小提琴後測	9	84.667	1.6583	82.00	87.25
中大提琴後測	11	86.818	1.6435	84.25	89.25

Wilcoxon 符號等級檢定



▲圖 3 小提琴組與中大提琴組前後測描述性統計長條圖

由統計檢定結果看：Wilcoxon 符號等級檢定是否達到統計上顯著如表 3，本次未使用 App 輔助練習的小提琴前後測結果為 Z 值為 -1.863，顯著性（p value）為 0.063 大於 0.05，未達顯著差異，表示小提琴組在沒有 App 輔助自主練習的進步幅度不顯著。使用 App 輔助練習的中、大提琴前後測結果為 Z 值為 -2.936，顯著性（p value）為 0.003 小於 0.05，達顯著差異，表示中、大提琴學生樂器演奏音準與節奏能力有顯著的提升。

▼表 3 小提琴組與中大提琴組前後測 Wilcoxon 符號等級檢定表

檢定統計量 [a]

	小提琴後測 － 小提琴前測	中大提琴後測 － 中大提琴前測
Z	-1.863[b]	-2.936[b]
漸近 顯著性（雙尾）	.063	.003

a. Wilcoxon 符號等級檢定

b. 根據負等級。

四、結論

以「全民 Party」App 輔助樂器練習策略，對於初學樂器之國小中、大提琴學童有其成果，學生可以在有限的練習時間內熟悉並演奏出正確的旋律音高及節奏，學生在 App 的輔助下也有更高的練習意願。「全民 Party」App 無法代替

音樂老師，但它可以作為學生學習過程的輔助，尤其是在支持日常獨自練習的部分。

伍、 未來展望

本研究受限於人力、時間及環境限制，研究個案樣本數較少，且由於練習內容為研究者觀察學生情形後不斷調整 App 音檔內容、速度以符合學生個別需求，並依據學生練習表現給予練習指示，恐無法直接套用在各樂團練習。未來期望能有一套專門為樂團訓練訂製之應用程式，依據學生演奏表現，透過演算判斷並生成個別練習方案，能夠對於團體音樂教學更有助益。

參考文獻

一、 中文部分

吳博明（1998）。幼兒節奏的遊戲化教學。**國民教育，38**(6)，頁43-53。

張統星（1993）。節奏感與曲調感的教學理論與實際。**國民教育，33**(9)，頁4-36。

陳藝苑、伍鴻沂（2014）。延續樂器學習興趣探討。**台南應用科大學報，33**，頁147 - 161。

二、 英文部分

Brophy, J. (1999). Toward a model of the value aspects of motivation in education: developing appreciation for particular learning domains and activities. *Educational Psychologist*, *34*(2), 75-85.

Duke, R. A., & Byo, J. L. (2012). Building musicianship in the instrumental classroom. In R. Colwell & P. Webster (Eds.) *The Oxford handbook of music education,* Volume 1 (pp.191-208) Oxford University Press.

Eremenko, V., Morsi, A., Narang, J., and Serra, X. (2020). Performance assessment technologies for the support of musical instrument learning. In *Proceedings of the International Conference on Computer Supported Education (CSEDU)*, Prague, Czech Republic (pp.279-286)

Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, *100*(3), 363–406.

Ericsson, K. A., & Pool, R. (2016). *Peak: Secrets from the New Science of Expertise.* New York, NY: Houghton Mifflin & Harcourt.

Percival, G., Wang, Y., and Tzanetakis, G.（2007）. Effective use of multimedia for computer-assisted musical instrument tutoring, In *Proceedings of the International Workshop on Educational Multimedia and Multimedia Education(Emme '07), 67–76*. New York, USA.

StGeorge, J. (2006). The relationship of practice to continued participation in musical instrument learning. In *Proceedings of the XXVIII ANZARME National Conference* (pp. 189–199). Sydney, Australia: Monash University.

Suzuki, S.（1969）. *Nurtured by love*. OH: Senzay.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes.* Cambridge: Harvard University Press.

描述自閉症者的影視作品對觀影者的影響調查

-以《非常律師禹英禑》為例

A Survey on the Effect of Film and Television Works Describing Autistic People on Movie Viewers

戴名卿
TAI, MING CHING
國立臺北教育大學 特殊教育研究所 研究生
National Taipei University of Education Graduate School of Special Education Student
E-mail：mailto:dmct0915@smps.tp.edu.tw

摘要

年輕世代生活在一個高度媒體飽和的世界裡，也花費了大量的時間在媒體上，許多文獻已證實，媒體當中的資訊對人們的認知存在著潛在的影響力。由於多數人都沒有與自閉症互動的真實經驗，許多是透過描繪自閉症的流行影視作品認識自閉症。因此，這類作品蘊含的教育信息內容及影響性值得關注審視。本篇將梳理過往文獻，並發展調查問卷，作為描述自閉症的影視作品如何影響觀影者態度之前導研究。

關鍵字：自閉症；影視作品；影響

Abstract

New generation are living in a highly media-saturated world and spending large amount of time in the media. Many literatures have confirmed that the information in the media has a potential influence on people's cognition. Since most people have no real-world experience interacting with autism, many learn about autism through popular films and TV shows. The content and influence of educational information contained in such works deserves attention and inspection. This article sorts out the previous literature and develops a questionnaire as a pilot study of how film and television works describing autism affect movie viewers' attitudes.

Keywords：Autism；Film and TV works；Effect

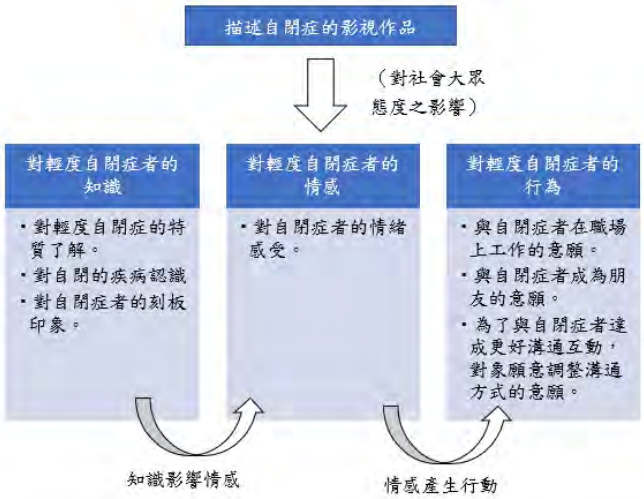
壹、 前言

描述自閉症影視作品的研究，在過往的文獻中，已經可以看見有許多跨領域的分析及探討，不過目前仍缺乏對閱聽者影響之研究。許多文獻均證實，媒體當中的資訊對人們的認知存在著潛在的影響力，因此也包含筆者在內，有許多現場的特教工作者經常透過多媒體進行宣導，藉以促進融合教育。本篇是在流行度高的影視作品廣泛被討論的帶動之下，令筆者產生好奇，其對社會大眾產生的影響究竟為何？正面或負面？有沒有機會幫助人們正確認識自閉症者？能否促進障礙者融入社會？本篇將說明本研究計畫，包含文獻梳理、研究設計說明及預期結果，期盼作為了解影視作品影響社會大眾之初探研究。

貳、 文獻探討

根據自閉症態度量表的演進，以 1974 年 Smith 建構態度的三方模式（認知、情感和行為）為主要模型，在 2008 年 Mahoney 開發「自閉症態度量表（Autism Attitudes Inventory, AAI）」、2013 年 Flood, L. 等人改良為「社會對自閉症的態度量表」（Societal Attudes towards Autism, SATA）。

筆者綜合參考文獻資料，將社會大眾對自閉症者態度分成「認知」、「情感」、「互動行為」三個組成要素。三者關係舉例說明，社會大眾因為不認識自閉症者的特質（認知），從而產生厭惡排斥等想法（情感），可能會導致不想與自閉症者交朋友（行為）。



參、 研究實施與設計

本研究旨在探討社會大眾觀看過描述自閉症的影集後，在態度上會產生何種影響。研究工具採《非常律師禹英禍》全劇 16 集當中的 5 集做為研究對象觀看之集數，讓受試者在觀影前後進行問卷填寫，以了解受試者對自閉症的知識、情感及互動行為產生何種變化；問卷則使用複選題及五點量表方式進行量測，共 16 題，問卷編制以專家審核方式做為內容效度支持，並透過結果進行信度分析。

有效問卷預計收回 50 份，以 SPSS 進行資料的統計與分析並完成製表及繪圖。資料處理採「描述統計」及「成對樣本 T 檢定」進行分析，除了解社會大眾面對輕度自閉症者的態度之正負向程度外，亦透過成對樣本 T 檢定分析觀影前後對輕度自閉症者的知識、情感及行為三方面影響為何。

肆、 結果與討論

結果將以本研究之影集，進一步分析其內容描述造成知識、情感及行為成分的影響為何，知識成分包含自閉症者的「溝通互動特質」、「侷限興趣重複行為」以及社會大眾的「刻板印象」和「錯誤認知」等；情感成分包含受試者與自閉症者互動的感受、對自閉症者的特質及適應環境上的觀感為何；行為成分則包含了受試者與自閉症者互動、深入交往或是協助他們克服困難挑戰的意願等。透過這些成分的分析，藉以了解該影視作品對受試者產生的影響。

伍、 預期結果

本研究期待未來能提供特教工作者在選用多媒體材料作為特教宣導的素材時，能對內容對觀影者所產生的影響帶來一些了解，並作為補充資訊及選用材料之輔助。同時也期望未來在國內能有更多的討論出現，包含如何善用多主流媒體的優勢發揮其正向影響力，及對不同族群可能產生的影響效果為何等都是值得被關注的。

陸、 參考文獻

Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. Journal of personality and social psychology, 47(6), 1191.

Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. Journal of personality and social psychology, 47(6), 1191.

Butler, J. R., & Hyler, S. E. (2005). Hollywood portrayals of child and adolescent mental health treatment: implications for clinical practice. Child and Adolescent Psychiatric Clinics, 14(3), 509-522.

Conn, R., & Bhugra, D. (2012). The portrayal of autism in Hollywood films. International Journal of Culture and Mental Health, 5(1), 54-62.

Danforth, S. (2017). Becoming a great inclusive educator (2nd Ed.). Peter Lang Publishing.

Dean, M., & Nordahl-Hansen, A. (2022). A review of research studying film and television representations of ASD. Review Journal of Autism and Developmental Disorders, 9(4), 470-479.

Flood, L. N., Bulgrin, A., & Morgan, B. L. (2013). Piecing together the puzzle: Development of the societal attitudes towards autism (SATA) scale. Journal of Research in Special Educational Needs, 13(2), 121-128.

Goldstein, A., & Ressa, T. (2021). Autism in contemporary TV shows: A qualitative study of the impact of educators' perceptions on neurodiverse learners. International Journal of Humanities and Social Science, 11(6), 1-10.

Maich, K. (2014). Autism Spectrum Disorders in Popular Media: Storied Reflections of Societal Views. Brock Education Journal, 23(2).

Prochnow, A. (2014). An analysis of autism through media representation. ETC: A Review of General Semantics, 71(2), 133-149.

Samsel, M., & Perepa, P. (2013). The impact of media representation of disabilities on

teachers' perceptions. Support for Learning, 28(4), 138-145.
Teresa C., Brenda B., Jane K., Yun-Ju H. and Sreeja A. (2022) Autism in the Media: Perceptions Regarding Portrayals of ASD on Television. International Forum of Special Education and Child Development, 3, 1-15.
洪榮照、黃翠琴（2010）。國小普通班學生對自閉症同儕接納態度之研究。臺中教育大學學報：教育類。24（1），177-194。

內部行銷策略與教師專業學習社群之研究---

以新北市某所智慧領航學校為例

Internal marketing strategies and teacher professional learning communities: A case study of a smart learning school in New Taipei City

張碧珊
PI-SHAN,CHANG
臺北市立大學 教育學系 博士生
University of Taipei of Department of Education Student
Email ： pastelpara@yahoo.com.tw

摘要

教師專業學習社群是由一群價值、態度及理念相近的教職工作者所組成的團體，教師們因為有共同的信念、相同目標及美好願景，因而能秉持著不斷的學習與任務執行，並藉此提升教學品質及改善教學成效。然而，營造一個成功的教師專業學習社群有其條件，其中內部行銷就凝聚內部共識，透過社群領導人將文化、願景與價值等行銷給內部成員。本研究即透過問卷調查，旨在探討新北市某智慧領航學校內部行銷策略與教師專業學習社群的情形，並依此提出教師專業學習社群內部行銷策略之建議。

關鍵字：教師專業學習社群、內部行銷

Abstract

Teachers' professional learning community is a group of teaching staff with similar values, attitudes and ideas. Because teachers share common beliefs, goals and visions, they can uphold continuous learning and task execution, and borrow This improves the quality of teaching and improves teaching effectiveness. However, there are conditions for building a successful professional learning community for teachers, among which internal marketing is to build internal consensus and market culture, vision, and values to internal members through community leaders. This research, through questionnaire survey, aims to explore the internal marketing strategy of a smart pilot school in New Taipei City and the situation of teachers' professional learning community, and accordingly put forward suggestions for the internal marketing strategy of teachers' professional learning community.

Keywords：Teacher Professional Learning Community、Internal Marketing

壹、 前言

近十年來，臺灣教育變革浪潮裡，教師專業學習社群逐漸成為教師專業發展與學校經營之重點。我國教師專業學習社群的概念，應始自 2001 年九年一貫課程開始試辦之際， 只是當時並非以教師專業學習社群的名詞來指陳（陳佳萍、王瑞壎，2011）；而自從 2010 年 1 月起，教育部配合教師專業發展評鑑之推動，開始補助中小學辦理教師專業學習社群（丁一顧，2013）。而後在 2019 年，十二年國教政策正式推動後，在教育部與各縣市教育局（處）全力推展下，專業學習社群蓬勃發展。

以新北市而言，教育局於 2009 年配合教育部精進教學計畫開始啟動教師專業學習社群，甚至於 2011 年確立全國首創的三級教師社群架構，依社群的專業性和任務性為規準，分為三級。第一級 為「教師學習社群」，第二級為「教師專業社群」，第三級為「教師專業貢獻平台」(張麗蓮，2017)。最終目的為期望卓越的教師專業社群能永續經營成為社群的領頭羊， 提供成功的經驗與新興的社群分享，作為跨校分享的平台。有了三級教師社群架構，進而也促進「校校有社群」的目標。

從新北市教育局對教師專業學習社群的運作，不難發現教師專業學習社群被視為學校文化革新與教學改善的重要機制之一。所謂教師專業學習社群乃是提升教師專業素質的重要機制，所謂專業學習社群主要包括三個重要層面：「專業」、「社群」、「學習」，具體言之，專業學習社群是一種合作社群的型式，提供教師參與自我學習與學生學習的一個平臺、建設性溝通網絡，且透過建設性話與分享實務改善自我教學實務，進而影響及改進學生學習(丁一顧、江姮姬，2020)。

然而，教師專業學習社群運作成功與否，牽涉到社群領導者的經營能力。以行銷學的角度來看，社群領導者在經營教師專業學習社群時，如何凝聚社群內部成員的共識及向心力，這是需要正視的問題，而這樣內部行銷的觀點也成為經營教師專業學習社群的要素。

本研究以新北市某智慧領航學校的資訊融入教學教師專業學習社群為例，進行社群領導人內部行銷策略對教師專業學習社群參與之影響的探討。綜而述之，本研究之目的有二：

一、了解新北市某智慧領航學校內部行銷策略與教師專業學習社群情形。

二、根據研究結果提出教師專業學習社群內部行銷策略之建議。

貳、文獻探討

一、教師專業學習社群內部行銷之相關意涵

(一)學校內部行銷

Gronroos(1984)提出服務業行銷活動，除了傳統的「外部行銷」（external marketing） 外，尚須兼俱「內部行銷」（internal marketing）與「互動行銷」（interactive marketing）， 才能達到「全面行銷」的效果。這樣的想法打破一般人對行銷的概念還停留在傳統的「產品推銷」上。其實在服務業中，已有所謂的「內部行銷」，先將員工視為顧客，以人力資源管理方式激發其顧客意識，將行銷工作先由內而外，最終期使員工能因此而提供顧客更好的服務品質。

內部行銷乃指組織對內部人員的行銷運作，企盼能提昇組織的整體績效與效能。內部行銷理念首先須肯定並重視內部人員的需求及價值，且需推出精心設計的「內部產品」傳遞給內部顧客，以期望提昇內部人員的滿意度與認同感，進而積極具備行銷意識，而促進外部顧客滿意（黃義良，2005）。以這個觀點來說組織成員就是「顧客」，工作及任務就是「產品」，在以往視「向顧客推銷產品」為的概念，轉變成「向組織成員推銷工作及任務」。

將內部行銷概念從服務業援引進學校，也是近年因應少子化議題，學校需要強化競爭優勢與推展教育行銷才能永續經營所提倡。黃俊傑（2006）認為學校內部行銷為學校將成員視為內部顧客，透過教育訓練、激勵及溝通等各種策略，將學校的「內部產品」，如 學校願景、經營理念、組織文化等，傳遞給內部成員，培養成員具備專業素養及服務意識，增進成員間的組織承諾，使其願意為學校使命共同努力。黃義良、王怡又(2015)提到學校的內部行銷可界定為： 學校經營者或管理者針對校內教職員工為行銷對象，利用行銷做為以溝通、激勵、訓練及留任教職員工，強化教學與行政服務之品質，以促進學校教育目標之達成。

綜合上述，教師專業社群領導者亦可以利用內部行銷，將參與社群的教師視為內部顧客，運用行銷哲學、方法，透過訓練、激勵及溝通，將教師專業學習社群目標推銷給教師，以提高教師對社群的認同與工作滿意，使教師都具有顧客導向，提升服務品質，以帶來滿意的顧客，達成學校組織的目標。

(二)內部行銷的向度

內部行銷自提出以來，許多學者紛紛致力於發展內部行銷實證構面、量表，使內部行銷的測量更具有信度與效度，在國內多數的研究亦由國外學者之構面進行修改或發展而成。

整理近十年關於內部行銷的國內研究 ： 黃義良（2005）根據學校的適用性，建構一套適用於當前國民中小學之學校行銷指標，在內部行銷的策略為凝聚溝通、關懷激勵、教育訓練、參與授權以及優質環境。郭乃禎(2013)針對國民小學內部行銷與教師的服務導向組織公民行為之研究採用支持、激勵、溝通、訓練衡量內部行銷。楊瑞霞、丁學勤(2014)將內部行銷分成管理支持、激勵獎酬、內部溝通與教育訓練等構面，對偏鄉小學教師的內部行銷知覺加以探討。班乃君(2016)針對新北市國小內部行銷與教師工作績效，以管理支持、凝

聚溝通、激勵成長及教育訓練等四個向度，做為國民小學教師的學校內部行銷策略。

綜合上述，各研究因內部行銷研究面向不同，所以對內部行銷向度會有不同見解。整理各學者專家所提出內部行銷的策略內容，發現這些被提議之內容多有重複之處，研究者認為教師專業學習社群內部行銷在於社群領導人支持，使參與教師工作更有信心；需要具備溝通能力，凝聚共識，使參與教師對組織產生向心力並達成社群目標；採取激勵措施激發參與教師榮譽感；以教育訓練能促進參與教師的成長，以維持社群高度競爭力。所以本研究採「管理支持」、「凝聚溝通」、「激勵成長」及「教育訓練」等四個向度，做為教師專業學習社群內部行銷策略之向度。茲說明如下:

1.管理支持

社群領導人主動提供符合參與社群教師需求的各項資源、軟硬體環境與情感的關懷與支持，以提高教師滿意度。

2.凝聚溝通

社群領導人能利用正式與非正式管道，將訊息傳達給參與社群教師，了解教師之需求， 使彼此能凝聚共識，建立共同社群目標。

3.激勵成長

社群領導人建立明確的獎懲制度，當參與社群教師有優良表現時，應給予鼓勵與表揚，提升教師士氣，激發教師成就感，讓教師願意發揮潛能，以達成社群目標。

4.教育訓練

社群領導人鼓勵參與社群教師進修及規劃符合教師需求之研習活動，促進教師專業成長，以提升其教學能力。

二、教師專業學習社群之相關意涵

(一)教師專業學習社群的意義

「專業學習社群」(Professional Learning Community, PLC)是強調以「專業發展」做為核心概念的學習社群，乃由一群專業工作者所組成的學習成長團體，基於專業上的共同信念、願景或目標，透過協同探究方式來精進自身專業素養，以 促進服務對象的最大福祉或專業效能的提升（教育部，2009）。其概念源自於美 國 1980~90 年代，檢討學校革新政策推動成效不彰而採取的改進措施，強調學校必須重視組織與團體的專業學習動力，學校成員積極參與決策與內省。故「教師專業學習社群」係一群志同道合的教師齊聚在一起，以追求教學專業的提升為目標，形塑教師共同學習的文化，並聚焦於提升學生學習成效而努力（吳俊憲， 2014；教育部，2009）

在學校場域，教師專業發展和教學品質是影響學生學習成效的重要關鍵因素，而教師專業學習社群則扮演一股由下而上的教育改革力量，當教師專業發展具有一定成效與品質，也能成為學校行銷的重要策略。

綜合相關研究(丁一顧，2013；丁一顧、江姮姬，2020；黃建翔、吳清山，2021)，可界定教師專業學習社群為： 具有共同目標和願景的教師專業社群團體，彼此能互相支持和共享領導，藉由團隊合作方式解決教學實務問題並分享經驗，能聚焦於學生學習成效並持續精進專業的發展，將專業知能運用於教學實務中，以提升教師專業發展和確保學生學習成效。

(二)教師專業學習社群的內涵

知識分享是學習社群的重要特色。行政、教師藉由學習社群中不斷 地吸取經驗與新知，改善自己的行政與教學效能，促進學生更多學習成長。而一個學校若有愈多的專業學習社群，則整個學校就擁有更多元、多樣性的文化(黃秋鑾，2009)。國內外學者對教師專業學習社群 (互動)的看法如下：

Louis, Marks 與 Kruse (1996) 提 出學校層級「教師專業社群」的五大核心要素：**1.共享規範與價值。2.專心於學生學習。3.建立合作關係。4.分享教學實務。5.重視反省性對話**。

教育部 (2009) 為使教師們了解 教師專業學習社群的相關議題，特編製《中小學教師專業學習社群》手冊， 於手冊中說明指出教師專業學習社群特徵：**1. 共同願景、價值觀與目標。 2. 協同合作，聚焦於學習。3. 共同探究學習。4. 分享教學實務。5. 實踐檢驗。6. 持續改進。7. 檢視結果**。

張德銳、王淑珍(2010)認為專業學習社群具有以下五種特徵 ：

1. **共享價值**：教師了解社群發展的方向，為其所努力的目標建立共同遵守的標準，以凝聚社群的向心力，維持社群的運作。
2. **協同合作**：教師專業學習社群內教師透過討論、分享、協作等多種方式，幫助每一位教師專業成長，並運用所學實踐於教學現場中。
3. **分享實務**：教師專業學習社群透過討論、分享教學實務得以成長，透過關懷、打氣與支持等方式建立教師間融洽的信任關係。
4. **省思對話**：專業學習社群內的教師透過意見交換，進行自我反省，針對教學工作中無法解決的難題，提出來一起討論，成員間彼此提供建議，藉此專業的對話以獲得解決的方法，使教師不斷改善缺點。
5. **關注學習**：教師專業學習社群的最終目的是為了學生的成長與發展，聚焦於學生的學習。專業的社群活動必須是以此觀點來進行活動，此社群的運作方有意義。

黃建翔，吳清山(2021)綜合國內外學者對教師專業學習社群的相關研究，歸納出其內涵如下：

共享的價值與標準：教師專業學習社群中能形塑共同的願景和價值，藉由共同的目標促使教師同儕能分享理念，凝聚社群的向心力，且社群內亦需擁有共同的標準，令參與社群的教師能有效遵守並維持社群的運作。

1. **合作學習與互動** ：教師專業學習社群能以團隊合作方式學習，分享教學的策略和技巧，相互學習及回饋，彼此在信任的關係上，有助給予學校社群成員學習的新理念和想法。

2. **支持與共同領導** ：校長能適當授權並給予支持，學校成員皆能參與學校事務並互相支持和領導，促進學校發展教師專業學習社群的力量，使教師專業能有效運用在教學實務現場中，共同承擔學校發展責任。
3. **關注學生學習** ：教師專業學習社群除了促進成員交流分享和持續精進學習外， 還要確保學生適性健全發展；教師能以學生中心導向的方式教學，並關注其學習成效，以作社群教師共同持續改善和調整課程及教學的依據。

綜合上述，整理各學者專家所提出教師專業學習社群內涵，研究者依據研究目的重整為三大面向，作為教師專業學習社群態度的研究層面，分別為「共同願景」、「協同合作」、與「學生學習」三個面向，茲說明如下 ：

1. **共同願景**：專業學習社群成立的目的在於提升教師專業能力，改善學生學習成效為核心，經由成員間討論與省思，取得共識,建立共同信念目標，凝聚社群價值與願景，成員透過社群發展努力實踐。
2. **協同合作**：在專業學習社群中，教師在平等信賴基礎上，同儕間透過協同合作學習方式，彼此分享教學策略與經驗，共同解決教學問題，藉由互助合作模式增進教師溝通、協調與分享，進而產生良好的合作學習文化，促進專業長。
3. **學生學習**：所有關乎學生學習的議題，都是社群教師關注的焦點。針對學生的需求，社群教師透過對話提供想法及意見來解決學習的問題、為學生創造高知能的學習任務。從多元評量的機制，獲取學生學習與教師教學的即時回饋，藉以檢視整體教學成效，並隨時調整教學的步調。

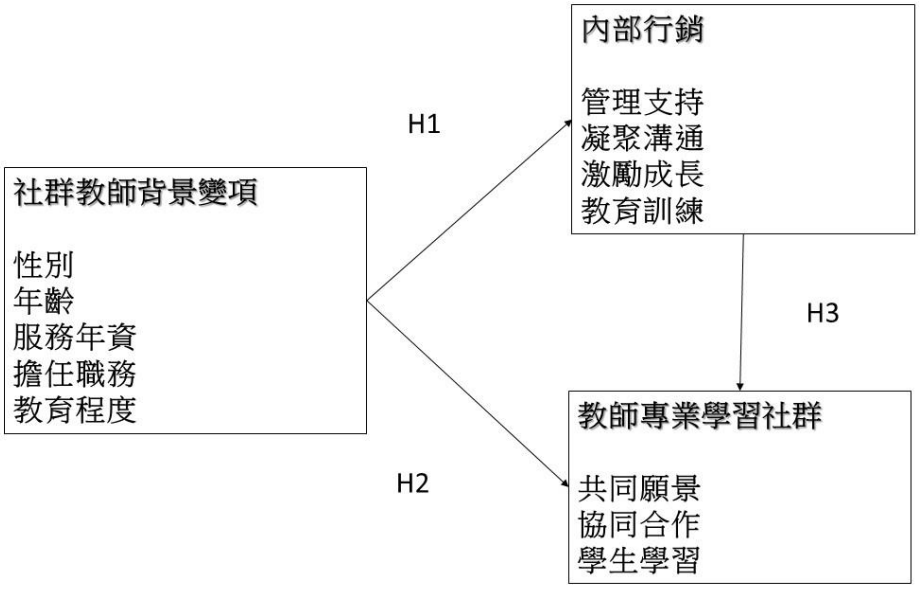
參、研究設計與實施

一、研究方法

本研究整理及綜合和相關文獻，並依研究目的，採用問卷調查法，並以李克特五點量表讓受試者根據知覺到的實際狀況和感受，選擇一個最符合的答案。蒐集相關資料後，統計分析並探討其彼此之關聯，以作為提出建議之依據。

二、研究架構

依據研究目的與文獻探討，本研究架構分為背景變項、內部行銷變項及教師專業學習社群變項。研究架構圖，如圖 1 所示，H1 線表示分析不同背景變項之社群教師在內部行銷的差異；H2 線表示分析不同背景變項之社群教師在教師專業學習社群態度的差異；H3 線內部行銷與教師專業學習社群態度的關聯性。



圖一 ： 研究架構

三、研究對象

本研究以 111 學年度服務於新北市某智慧領航學校之教師專業學習社群成員為研究之母群體，包行政教師、級任教師、科任教師。

該社群領導人從 2013 創立資訊融入教學教師專業學習社群，參與社群的教師成員人數從最初的 6 人，一路成長，到 2020 年全台灣因新冠肺炎疫情大停課，社群成員人數達到 51 人。該社群領導人一路協助學校發展資訊融入教學，申請相關計畫取得資源，並榮獲新北市教育局 2021 年首創辦理的「資訊有功學校及人員表揚」。

該社群成員內部行銷知覺分析，可提供社群領導人參考。

四、研究工具

本研究的測量工具，引用班乃君(2016)的「內部行銷量表」與劉恩慧(2015)的「教師專業學習社群態度量表」，其量表皆經過預試，在信度與效度皆表現良好。「內部行銷量表」以 Cronbach's α 進考驗，整體 Cronbach's α 為 0.932；「教師專業學習社群量表」以 Cronbach's α 進考驗，整體 Cronbach's α 為 0.963。將量表中的「學校」一詞修改「社群」一詞後，並與本研究欲研究的教師專業學習社群之領導人討論編修，作為專家內容效度評估。

本問卷格式採用 Likert 五點量表計分，依極為符合、大致符合、不確定、不太符合、極不符合分別以 1~5 分計。茲將內部行銷題目整理於表一、教師專業學習社群題目整理於表二。

表一　　內部行銷題目

題號	題目	符合	大致符合	不確定	不太符合	極不符合
一、	管理支持					
1.	社群能提供老師教學支援。	□	□	□	□	□
2.	社群能支持老師的教學法。	□	□	□	□	□
3.	社群重視老師所提出的建議。	□	□	□	□	□
4.	社群會主動協助解決老師工作障礙。	□	□	□	□	□
5.	社群會給予老師教學自主和尊重。	□	□	□	□	□
6.	社群能依老師需求提供合宜的設備。	□	□	□	□	□
二、	凝聚溝通					
7.	社群實施新措施前，會事先與老師溝通。	□	□	□	□	□
8.	社群會利用各種集會場合傳達、溝通社群目標與政策。	□	□	□	□	□
9.	社群與老師間溝通良好。	□	□	□	□	□
10.	社群會鼓勵老師表達意見。	□	□	□	□	□
11.	社群會辦理聯誼活動以凝聚社群成員的向心力。	□	□	□	□	□
12.	當老師與社群意見有不合時，社群能傾聽老師的想法。	□	□	□	□	□
三、	激勵成長					
13.	老師表現優異時，社群會在公開場合加以表揚。	□	□	□	□	□
14.	社群能依老師的教學成效給予不同程度的鼓勵。	□	□	□	□	□
15.	社群的獎勵制度，能激發老師的教學熱忱。	□	□	□	□	□
16.	社群會積極鼓勵老師教學創新。	□	□	□	□	□
17.	社群讓老師有機會成為亮點並分享教學，激發老師的成長動力。	□	□	□	□	□
四、	教育訓練					
18.	社群會鼓勵老師參加共備、進修和研習。	□	□	□	□	□
19.	社群會依照老師的需求，辦理研習進修。	□	□	□	□	□
20.	社群提供的進修，能提升老師的教學能力。	□	□	□	□	□
21.	社群對共備、進修和研習的品質很重視。	□	□	□	□	□

表二　　教師專業社群態度題目						
題號	題目	符合	大致符合	不確定	不太符合	極不符合
一、	共同願景					
1.	社群成員能透過對話建立社群共同願景與目標。	□	□	□	□	□
2.	社群目標能與學校願景結合。	□	□	□	□	□
3.	社群成員以學生學習成就為努力的目標。	□	□	□	□	□
4.	社群成員對社群有向心力。	□	□	□	□	□
二、	協同合作					
5.	社群成員經常共同討論與教學實務相關議題。	□	□	□	□	□
6.	社群成員能合作設計課程與教學活動。	□	□	□	□	□
7.	社群成員願意共同解決課程與班級經營問題。	□	□	□	□	□
8.	社群成員能建立分享專業知能的平台。	□	□	□	□	□
9.	我信任我的社群夥伴並願意和他們分享我的想法。	□	□	□	□	□
三、	學生學習					
10.	參加社群有助於我將所學的策略運用於教學活動中。	□	□	□	□	□
11.	參加社群有助於我更了解學生學習的歷程。	□	□	□	□	□
12.	參加社群有助於我解決學生學習上的問題。	□	□	□	□	□
13.	參加社群有助於我解決輔導學生的問題。	□	□	□	□	□
14.	參加社群能協助我為學生規劃高層次思考的學習任務。	□	□	□	□	□
15.	參加社群能強化我提昇學生學習成效的動力。	□	□	□	□	□

肆、預期成效

本研究預期成果如下 ：

一、教師的背景變項會造成內部行銷的差異。

二、教師的背景變項會造成教師專業社群態度的差異。

三、內部行銷與教師專業學習社群態度具有關聯性

參考文獻

丁一顧（2013）。校長轉型領導與教師專業學習社群關係之研究。**屏東教育大學學報**，*41*，71-100。

丁一顧、江姮姬(2020)。臺灣教師專業學習社群實徵研究之分析與展望。**教育研究與發展期刊**，*16*(2)， 135-162。

班乃君(2016)。**新北市國民小學內部行銷與教師工作績效之研究**（未出版之碩士論文）。國立台北教育大學。台北市。

張德銳、王淑珍(2010)。教師專業學習社群在教學輔導教師制度中的發展與實踐。**臺北市立教育大學學報**，*41*(1)，61-90。

陳佳萍、王瑞壎（2011）。教師專業學習社群之探究：以學校文化發展為例。**教育研究月刊**，*208*，53-68。

郭乃禎(2013)。**國民小學內部行銷與教師的服務導向組織公民行為之研究—以工作價值觀、領導者與部屬交換關係為中介變項**（未出版之博士論文）。國立臺南大學，臺南市。

楊瑞霞、丁學勤 (2014)。高雄市偏鄉小學教師內部行銷與組織承諾關係之研究。**教育經營與管理研究集刊**，*10*，93-127 。

教育部（2009）。**中小學教師專業學習社群手冊**。臺北市：教育部。

黃俊傑（2006）。談學校內部行銷。**國教之友**，*59*(1)，70-74。

黃秋鑾(2009)。**臺灣地區國民中學校長知識領導、學習社群與學校創新經營效能關係之研究**(未出版之博士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。

吳俊憲（2014）。**教師專業發展－評鑑、社群與議題**。臺北市：五南。

黃義良、王怡又(2015)。學校內部行銷、教師滿意度與學校效能關聯之探討：後設分析結合結構方程式模型之驗證。**彰化師大教育學報**，*28*，49-76。

黃建翔、吳清山（2021）。國民中學校長創新領導、教師專業學習社群與教師教學創新表現關係之研究。**香港中文大學教育研究學報**，*49*(1)， 51－72。

劉恩慧(2015)。**新北市國民小學教師專業學習社群與教學效能關係之研究**(未出版之碩士論文)。臺北市立大學，臺北市。

Gronroos, C. (1984). A service quality model and its marketing implications. ***European Journal of Marketing, 18*(4)**, 36-44.

Louis, K. S., Marks, H. M. &Kruse, S.(1996). Teachers' professional community in restructuring school. ***American Educational Research Journal, 33*(4)**, 757-798

疫情下數位科技促進高齡學習者之健身學習成效初探: 以猿猴式原地超慢跑為例

A Preliminary Study on the Effectiveness of Information Technology in Improving the Healthcare Learning of Aging Learners in COVID-19 pandemic: Ape-like Fixed-point Super Jogging As An Example

楊叔卿 [1] 魏綺亭 [2] 施柏謙 [3] 江乙容 [4]
Shelley, Shwu-Ching Young, Chi-Ting Wei, Po-Chien Shih, Zora, Yi-Jung Chiang
[1] 國立清華大學 學習科學與科技研究所 教授, [2 3] 研究助理, [4] 學生
1 National Tsing Hua University of Institute of Learning Sciences and Technologies, Professor
E-mail：scy@mx.nthu.edu.tw

摘要

2020 年全球爆發 COVID-19 疫情，讓原本在實體的一項新興健身運動「猿猴式原地超慢跑」轉為線上。本研究為了解超慢跑的成效，採混合式研究法，分析 YouTube 類磨課師與 Line 雙向同步科技輔助健身運動學習之成效等。研究對象為六個月內完成百日築基學習的 30 位學員，研究結果顯示，這群中高齡者在疫峻中透過科技中介教學，可獲得身心改善。期待未來免費線上學習方式，可減緩台灣社會面臨高齡化社會的長照負載，提升生活品質。

關鍵字: 磨課師/大量開放線上課程、新冠疫情、中高齡社會、健身運動、猿猴式原地超慢跑

Abstract

The global outbreak of the COVID-19 pandemic in 2020 has turned a new exercise " Ape-like Fixed-point Super Jogging " that was originally in the physical world into an online one. In order to understand the effectiveness of the Jogging, this study adopts a Mixed-method Methodology to analyze the effectiveness of MOOCs like courses on YouTube and the two-way Line based community to assist online practice learning. The research subjects are 30 participants who completed the 100-day foundation building program within six months. The results of the quantitative and qualitative cross-comparison analysis show that this group of participants could achieve physical and mental improvement through technology-mediated blended learning in the midst of the pandemic. We hope the emerging blended learning method will reduce the burden of long-term health care in an aging society in Taiwan and improve the quality of life as well in the future.

Keywords: MOOCs, COVID-19, Aging Society, Exercise, Ape-like Fixed-point Super Jogging

壹、 前言

自 2020 年全球爆發 COVID-19 疫情，台灣採取半封城迫使年長者晨間運動停止，隨之轉換成為網路數位化。一項新的健康「猿猴式原地超慢跑」活動，以下簡稱:「超慢跑」，在疫情下成為一項引領中老年族群每日固定的免費開放線上健身活動。本研究目的旨在探究該基於新的網路為主，實體為輔的超慢跑，了解其研發者其應用科技傳播的教學效能。

本研究待答問題如下：超慢跑如何在疫峻中應用網路數位科技施行線上課程? 猿猴式原地超慢跑對於學習者有何學習成效或影響?

貳、 文獻探討

在傳統運動教學中，學生無法事先預習動作，更無法事先得知運動動作技術要領，因此，學生僅能透過現場教學與回饋進行學習，事後獨自練習時，無法立即進行技能與動作的修正，只能等待下一次上課 (夏綠荷、林彥男，2018)。健身運動課程應用數位科技後，可讓學習者透過反覆觀察、模仿，增加學習回饋，累積經驗進而獲得運動技能的提昇 (林建豪、張嚴仁、姚承義，2013)。相關研究有，3D 動畫對大學生學習八式太極拳的成效 (藍孝勤、王炫智、陳五洲，2010)，以及探討運用 Facebook 輔助太極拳的學習歷程與教學策略（洪允和、陳五洲、洪祥偉，2015)。

參、 研究實施與設計

本研究透過混合式研究法 (Mixed-method Methodology) 在 Line 群觀察及轉譯線上影片，根據學員日誌資料及醫院檢驗報告與訪談授課老師的資料，進行量化與質性的資料蒐集與分析，練習時間進展分為半個月、一個月、二個月與三個月，以 A. B. C. D 為研究對象編碼，匿名處理去識別化。研究對象為 2021 年 8 月 11 日至 2022 年 1 月，完成 100 天百日築基的 30 位銀髮族學員及授課教師，年齡分佈在 50-85 歲左右，男女比例為：1: 9。授課教師為年齡五十多歲的男性中年教師。

肆、 研究資料分析與結果

研究者蒐集 Line 群組上 30 位完成 100 日鍛鍊之日誌紀錄，將學習成效數據分析分為：一學員日誌紀錄，此為經驗醫學範圍，另一類為實證醫學，18 位學員在練習前後到醫院檢查，並提供醫院檢驗報告作為成效分析，驗證超慢跑成效。學員共通性身體反應如下: 大約一週身體就會有反應，每天練習 5-10 分鐘，身體發熱大量流汗，也可能出現酸、痛、腫脹、麻、想睡覺等。練習一個月左右，身體進展可能開始出現停滯，此時需要繼續練習，約 3 個月到 100 天即為百日築基，身體會改變體質，睡眠改善、氣色精神變好、身體外觀上看得到進展，如：皮膚紋路變淡了、痔瘡消失、腰椎脫垂改善等情形。透過每天超慢跑，讓原本有慢性疾病長者每日維持運動習慣，有重病者達到減緩慢性疾病的惡化。

伍、 結論與未來展望

本研究探討疫峻後，網上新出現的超慢跑及其學習成效。初步研究結果顯示，這群中高齡者可在科技中介教學中，獲得身心的改善。然而，本初探研究樣本數量有限，未來希望擴及更多研究對象及延長研究時間，進行更長期深入的研究。期待未來能透過這免費線上學習方式，提供高齡者自主學習，可維護健康、人際互動，充實體力與精神，提高健康的品質，能減緩台灣漸步入高齡化社會健康照護的問題及花費。

陸、參考文獻

林建豪、張嚴仁、姚承義(2013)。混合式學習模式在太極拳教學的應用。**中原體育學報，2**，17-27。

洪允和、陳五洲、洪祥偉 (2015)。Facebook 社群網站在太極拳輔助教學運用上之研究。**教育傳播與科技研究，112** ，51-67 。

夏綠荷、林彥男(2018)。數位化的體育教學。**社會服務與休閒產業研究，7**，1-9。

藍孝勤、王炫智、陳五洲 (2010)。多媒體輔助教學對大專生八式太極拳學習效果之影響。**體育學報，43 (3)**，109-126。

AI 人工智慧在學校行政的發展與應用

The development and application of artificial intelligence in school administration

陳怡芳

（臺北市立大學教育系博士生）

摘　要

本研究旨在瞭解 AI 人工智慧在學校行政的發展與應用，並分析不同背景的教師及學校行政人員運用 AI 人工智慧之現況，最後探討在教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助之下其工作效率之相關情形。

本研究採問卷調查法，以分層比例隨機抽樣，抽取新竹縣 8 所國民小學。問卷資料以 t 考驗、單因子變異數分析及 Pearson 積差相關等統計方式，進行分析與處理。

本研究探討:

一、瞭解教師運用 AI 人工智慧輔助管理班級之現況。

二、瞭解學校行政人員運用 AI 人工智慧處理行政事務之現況。

三、探討 AI 人工智慧與學校行政效率之關係。

四、瞭解學校行政使用 AI 人工智慧之工具面向。

關鍵字: AI 人工智慧、行政工作效率、AI 工具面相

Abstract

This study aims to understand the development and application of AI artificial intelligence in school administration, and analyze the current situation of using AI artificial intelligence by teachers and school administrators with different backgrounds, and finally discuss the work efficiency related circumstances of teachers and administrators using AI artificial intelligence.

This study adopts the method of questionnaire survey, stratified random sampling, and selects 8 elementary schools in Hsinchu County. The questionnaire data were analyzed and processed by statistical methods such as t test, single factor analysis of variance and Pearson product-moment correlation.

This study explores:
1. Understand the current situation of teachers using AI artificial intelligence to assist in class management.
2. Understand the current situation of school administrators using AI artificial intelligence to handle administrative affairs.
3. Discuss the relationship between AI artificial intelligence and school administrative efficiency.
4. Understand the tool orientation of AI artificial intelligence used by school administration.

AI 人工智慧在學校行政的發展與應用

第一章緒論

本研究旨在探討 AI 人工智慧在學校行政的發展與運用。並根據研究結果提出具體建議與可行之策略，以作為今後學行政人員應用與研究發展之參考。本章共有四節，第一節為研究背景與動機；第二節為研究目的與問題；第三節為名詞解釋，以及第四節為研究範圍與限制，茲分述如次。

第一節 研究背景與動機

聯合國教育科學及文化組織（教科文組織）根據觀察已提出: 人工智能已經滲透到社會的各個部門。AI 在教育中實施的方式包括學習和管理。人工智慧（Artificial Intelligence，AI）技術近期蓬勃發展，日新月異，席捲各行各業，將為各領域帶來革命性的變革，同時，這科技風潮也吹進了教育領域，而近期教學軟硬體翻新與數位化，也為 AI 進入校園定下了穩固的發展基礎，支持學校往智慧化方向邁進。教育中的人工智能。已被納入管理、指導或教學和學習 AI 應用於教育場域主要可分為：以「學校行政」管理階層為核心的管理端情境，以及以「學生學習」為核心的學生端情境。本研究將聚焦於以「學校行政」管理階層為核心的管理端情境，說明 AI 於學校行政端的應用與推展情況，做為教育界未來之參考。

隨著大數據的快速發展，人工智慧教學系統逐漸得到廣泛發展，並且構建全新的學習環境，這是未來學習的主流趨勢。除了作為學生自主學習的載體，人工智慧教學系統一方面提供了豐富的學習資源和學習工具，另一方面，它逐漸積累了越來越多的學習行為、學習狀態等大量數據，是對在線學習的深入研究，提供了寶貴的、可生成的動態資源。 2019 年英國開放大學發布了 Innovative Pedagogy 2019（Ferguson et al., 2019），指出“與機器人一起學習”的重要性，能幫助教師騰出時間進行教學。2020 年創新教學法報告(Kukulska-Hulme 等人，2020 年）以人工智能在教育中的開篇為開篇，詳細描述了人工智能在教學中的可能應用，展望了人工智能在教育多場景發展的美好前景。此外，聯合國教科文組織在中國北京召開了題為“規劃人工智能時代的教育：引領跨越”的會議，討論了政策制定、學習管理、教學和教師發展等十個重要議題。人工智能是推動教育變革的重要力量。在臺灣，教育部也經多年努力，在各地設立學習基地，並展開 AI 人工智慧輔助教育的推動，趕上世界潮流。科技部在 2018 年提出 AI 小國大戰略(民國 106 到 110 年)，投入資源發展 AI 研發平臺、AI 創新研究中心，加速技術研發，還舉辦科技大擂臺，以競賽吸引好手，以及培育智慧機器人的機

器人創新基地等。成立數位發展部，政府可望更進一步擴大 AI 應用。教育部提出人工智慧及新興科技教育總體實施策略，讓國小、國中、高中到大學各教育階段得以投入 AI 學習；教育部也整合跨司處及科技部資源，布局人工智慧數位學習「因材網」，不只能快速且精細診斷學生學習弱點，提供個人化、適性化學習路徑與學習內容，節省學習時間，提升教學效率，真正落實「因材施教」的教育目標。隨著數位化的發展，傳統的被動式校務運作已逐漸被取代。推動數位化的智慧校園，無論是在教學、管理、行政、社群、保健等校園中各方面，都可以為師生及學校帶來更多有別於以往傳統的好處，並提高學習、教學與資源等各層面的品質。

傳統校園的學校行政及校務運作依賴紙本作業，且資訊皆以紙本的方式來傳遞，公文層層簽核，所以導致在作業上較耗時與費力，程序也比較僵化，在行政效率上也比較不佳。AI 人工智慧可將校園全面數位化。透過大數據、物聯網、AI 人工智慧及雲端等技術，活用在教學、管理、行政、社群、保健等校園的各個層面中，全面提升校務運作效率，透過系統來紀錄行政人員的負責事項，主動推播個人化的服務訊息，提高與行政人員的互動性。進入全方位 AI 智慧校園時代，並以數據來分類分群及做更有效率的推估預測。AI 人工智慧的應用能以數位化科技與設備來增加學校行政的效率。

研究者從事國小教學多年，從傳統版書教學至電子白板、電子書年代，再跨越到現今的 AI 人工智慧輔助教學的新世代，深感教學科技化的進步。AI 人工智慧的應用，為教育開啟了新的一章，此亦顛覆了教育現場，未來可能改變學生的學習方式及生活。所有的學習都可以將知識更結構化、透過 AI 智慧適性診斷、AI 互動式學習，並以大數據分析影片 瀏覽行為找出學習弱點，使學習一氣呵成，提升學習效率。研究者擔任國小教師多年，站在教學現場的第一線，除了使教學更有效，研究者也想進一步瞭解剖析教師運用 AI 人工智慧管理班級之現況， 此為本研究動機之一。研究者也希望深入探討學校行政人員運用 AI 人工智慧處理行政事務之現況，此為本研究動機之二。未來 AI 人工智慧如何使學校行政如虎添翼，更為有效率，此為研究動機之三。瞭解學校行政使用 AI 人工智慧之工具面向，此為研究動機之四。

第二節 研究目的與問題

壹、 研究目的

本研究之主要研究目的如下：

一、瞭解教師運用 AI 人工智慧輔助管理班級之現況。

二、瞭解學校行政人員運用 AI 人工智慧處理行政事務之現況。

三、探討 AI 人工智慧與學校行政效率之關係。

四、瞭解學校行政使用 AI 人工智慧之工具面向。

貳、 研究問題

根據研究目的，提出以下研究問題：

一、教師運用 AI 人工智慧輔助管理班級之現況為何?

二、學校行政人員運用 AI 人工智慧處理行政事務之現況為何?

三、AI 人工智慧與學校行政效率之關係為何?

四、學校行政使用 AI 人工智慧之工具面向為何?

第三節 名詞解釋

壹、 AI 人工智慧

AI 人工智慧（英語：artificial intelligence，縮寫為 AI）亦稱機器智慧，指由人製造出來的機器所表現出來的智慧。通常人工智慧是指透過普通電腦程式來呈現人類智慧的技術。安德烈亞斯·卡普蘭 （Andreas Kaplan）和麥可·海恩萊因（Michael Haenlein）將人工智慧 定義為「系統正確解釋外部資料，從這些資料中學習，並利用這些知識透過靈活適應達成特定目標和任務的能力」。人工智慧可以定義為模仿人類與人類思維相關的認知功能的機器或計算機，如學習和解決問題。人工智慧是計算機科學的一個分支，它感知其環境並採取行動，最大限度地提高其成功機會。此外，人工智慧能夠從過去的經驗中學習，做出合理的決策，並快速回應。因此，人工智慧研究人員的科學目標是透過構建具有象徵意義的推理或推理的計算機程式來理解智慧。

貳、 學校行政

「學校行政」是指對學校教育事務的行政措施而言。詳言之，學校行政乃是

學校教育人員為達成學校教育目標，依據教育和行政原理，應用科學的法則來處理學校內一切組織上和工作上的事務之歷程。此一定義包括四項要點：(1)學校行政的目的在達成學校教育目標；(2)學校行政是運用科學的工作法則；(3)學校行政的處理對象是學校內一切組織上和工作上的事務；(4)學校行政是一個持續不斷的歷程。這四項要點如下：

1. 學校行政的目的在於達成學校教育目標

學校行政本身只是一種手段，其主要目的在於支援、導引學校的教與學，以促進學生學習成果。

2. 學校行政是運用科學的工作法則

學校行政不只應追求效能(effectiveness)，而且應追求效率(efficiency)。所謂「效能」，即指能完成所欲達成的學校教育目標；所謂「效率」，係指能以最少的投入(input)，獲取最大的產出(output)。無論是追求學校行政效能或是效率，皆有賴於運用科學的工作法則。科學的工作法則，特別重視確實、客觀、系統，尤重實踐。例如：評鑑教師教學，需用客觀的教學評鑑表；處理學生違紀行為，需運用行為改變技術及輔導專業知識；登錄及管理學校財產，需運用電腦處理系統；這一切均是採用科學的工作方法，加以研究，使學校教務、訓導、輔導、總務等工作，獲得迅速有效的解決，這就是學校行政科學化之特質的表示。

3. 學校行政的處理對象是學校內一切組織上和工作上的事務

學校所處理的一切事務，舉凡人、事、財、物等各方面都包括在學校行政之內。就業務內容而言，國內學者謝文全認為學校行政可分下列行政事務：

(1)教務行政：指與教學有關的行政事務，主要包括課程設計、課表編排、學生編班、學籍管理、成績考查、教學進度之編訂與考查、圖書管理、教學研究會及教學觀摩等。

(2)訓導行政：指與學生有關的行政事務，主要包括新生訓練、導護工作、學生自治活動、聯課活動、輔導工作、學生獎懲等。

(3)總務行政：指與經費設備有關之行政事務，主要包括文書管理、檔案管理、出納管理、會計管理、營繕工程、財物購置、財物管理等。

(4)人事行政：指與學校教育人員有關的行政事務，主要包括教育人員甄選、任免、遷調、考核、待遇、保險、資遣、退休、撫卹、在職進修等。

(5)公共關係行政：指與社會環境有關的行政事務，又稱為學校與社區關係(school-community relation)，主要包括社區了解、社區關係建立、社區資源運用、社區服務等。

4. 學校行政是一個持續不斷的歷程

美國學校行政人員協會(American Association of School Administration)認為學校行政包括計畫、分配資源、激勵、協調及評鑑等歷程。堪布(Roald E. Campbell)認為學校行政是決定、規劃、激勵、協調及評鑑的歷程。黃昆輝則認為教育行政（含學校行政）的歷程包括計畫、組織、溝通、協調、及評鑑等五種

要素。上述學者雖然對學校行政歷程的看法略有不同，但是都一致地認為學校行政的過程是沒有兩端的，而是循環不已的，以便持續改進學校的校務。

第二章　文獻探討

一、人工智慧

AI 人工智慧的定義，是讓系統或電腦設備有模擬人類思考模式、邏輯與行為的能力，且能自行透過數據分析的過程，持續校正、進化。簡單來說，AI 人工智慧就是讓電腦盡量像人類一樣思考、執行策略的科技。事實上，人類進一步解讀、分析資料的能力，已不及現有的龐大資料量——這時，就能請人工智慧代勞。人工智慧經過感知、學習、推理與校正等階段，深入大量數據、執行複雜且繁瑣的工作，協助人類突破限制，跨出過去的研究與應用範圍。

1990 年代以來的網際網路科技革命，翻轉性的改變人類生活，也為公私部門帶 來數位轉型的壓力。就政府的數位轉型（digital transformation）而言，我國推動電 子化政府的歷程已逾二十載，自 1997 年至今已歷經五個發展階段。隨著人工智慧 （ Artificial Intelligence, AI ）、物聯網（ Internet of Things, IoT ）、區塊鏈 （Blockchain）、雲端運算（Cloud computing）、巨量資料（Big data）等新一代新 興科技的發展與應用的普及，2021 年啟動的第六階段電子化政府計畫，也順應此科技的發展應用趨勢，朝著人工智慧的方向邁進。在新興科技的浪潮下，先進國家無不積極籌劃並搶先布局，建構國家層級的數位發展戰略，以提升國家數位競爭力。由於運用機器學習演算法（machine learning algorisms）建構的人工智慧系統被視為當前政府數位轉型所需部署的重要技術，同時也是我國頒布的「服務型智慧政府 2.0 推動計畫」中的主軸項目，可預期在不久的未來，AI 將對行政的工作內容、管理方式、決策作為以及服務內涵等面向帶來決定性的變革。 行政管理部門應用 AI，涉及認知運算和機器學習演算法的設計、建立、使用和評估等議題（Desouza, 2018: 5）。美國哈佛大學在近期出版的一份報告中，優先確定 6 種類型的行政管理問題，被認為是非常適合人工智慧之應用，分別是：資源配置、大型資料庫、專家短缺、可預測的方案、程序性和重複性工作、多樣性資料。李開復在《人工智慧來了》這本書的自序中表示：「AI 正在改變我們的生活、工作、乃至思考方式，即將為人類全體的教育、社會、經濟、政治等層面帶來 深刻的變革，對於一般大眾而言，這是我們體驗科技魅力、擁抱未來生活的重要時刻，對於 IT 從業人員來說，這是進入下一個技術變革巔峰、開創人類未來的最好時代。AI 來了，機遇就在你我面前！」（李開復、王詠剛，2017）面對此一勢不可擋的 AI 科技狂潮，近年來國內已有多位學者專家陸續嘗試在教育等多重面向討論 AI 可能或是已經帶來的影響及其因應之道（陳 泳霈，2019；陳敦源等人，2020；張訓譯，2019；黃國寶，2020；黃勢璋，2018； 曾祥穎，2020；賴文智、賴佳宜，2020；蔡孟宗、陳右怡，2018)， 考量國內對於應用 AI 技術於政府數位轉型的研究仍在初期發展階段，且多數聚焦在科技應用面的探討，從行政管理理論視角切入的討論

尚不多見。因此，作者 將本文定位為一篇 AI 與教育行政相關的文章，希望透過研究，檢視國內外學者討論應用人工智慧於學校行政管理之中，期藉此引起學校教師及行政人員對相關議題的重視並及早因應準備，以利學習應用，進而迎接即將來臨的 AI 時代。

二、 AI 人工智慧在學校行政的應用

為讓教育現場隨著時代、科技演變而調整與升級，世界各國政府定期會撥預算用於校園科技環境改善，包括智慧網路環境鋪設、班級內互動式軟硬體建置、線上學習、行動學習資源採購、物聯網感測器搭建等，打造適合教育科技使用與發展的空間，創造無縫的教學與學習體驗。

AI 技術結合教育領域的型態相當多元而廣泛，不僅使用情境及功能多元，也可能同時採用各式不同的 AI 技術；從技術層面來看，教育領域熱門的 AI 技術包含語音識別、影像識別、自然語言處理、情緒識別、知識圖譜等，並將各式技術運用在教與學的環節當中。從教學情境角度切入，AI 用於教學領域的應用可分為學生端及管理端兩個方面，分別以學生為中心或以管理為中心發展相關應用與服務。

管理端情境方面，AI 技術主要為教學單位、機構之教師與管理階層提供行政流程優化、行為數據分析、班級參與管理以及危機預先洞察的功能，降低繁瑣的周期性任務，如批改作業、上課點名、監考等，或藉由大量學生行為數據的蒐集與分析，精準掌握每班、每位學生的學習狀態，並提供全校、全年級學生的學習行為、校園安全等洞察，或在危機發生前預測並事先介入，改善教學單位畢業率與留存率等。

影像辨識是目前 AI 發展較成熟的技術之一，應用的場景多元而廣泛，小至線上考試監考服務，大至校園安全管理，並藉由影像辨識技術的導入，做為傳統服務型態的輔助，有效優化管理層級或行政流程，讓教師能專心教學，達成資源配置的最佳化。例如 Coursera、Udemy 等線上學習平台，讓學生自由選擇時段在線上進行學習與考試，為確保線上考試沒有代考或作弊嫌疑，需要藉由即時影像識別技術來核對身分並協助監考。

另外，有些國家發生恐怖攻擊與校園槍擊事件，政府、學校單位校園安全保障議題受到重視，引進人臉辨識技術作為校園門禁系統一環，是各國普遍嘗試導入的方式。

人工智慧教育決策發展除根基於資料庫的建置外，另一個部分則在於機器學習技術。機器學習 （Machine Learning）是近 20 多年興起之一門跨領域學科，其涉及機率論、統計學、演算法複雜度等理論。該領域主要宗旨係以電腦運算思維學習數據的意義，主要是設計與分析一些讓計算機可以自動「學習」之演算法，能從數據中進行分類，進而建立規律，並利用規律對未知數據進行預測。Mitchell（1997）在 Machine Learning 一書中提出機器學習可透過對已知事實之分析、歸納、演繹、形成新知識，其對未知事實做出符合實際之判斷、引導及預測。而機器學習屬於跨領域學科，涉及統計學、圖像理論、影像處理等相關學

科，係屬於人工智慧之核心，透過電腦相關研究進行模擬或展現人類之學習行為，從大數據概念中自動分析所獲得規律，並進行判斷或決策（蔡明學、黃建翔，2019）。

一般來說，機器學習可以分成三大類應用，第一類為聚類分析（Clustering Analysis），如決策樹（Decision Tree）、K-Means 聚類等；第二大類為模式識別（Pattern Recognition），常見如類神經網路（Artificial Neural Networks）、支持向量機（Support Vector Machine, SVM）等；第三大類為迴歸分析與統計方法，常見如線性回歸（Linear Regression）、最近鄰居法（K-Nearest Neighbors, KNN）、主成分分析（Principal Component Analysis）等。在教育領域之中，筆者認為可採聚類分析（Clustering Analysis）對於不同學校或學生進行分類，探討資源充足性與適切性，再給予適當的政策回饋；或是以模式識別（Pattern Recognition）方法找出影響各教育階段品質的關鍵因素，其結果可做為提升學校教育發展、教師教學效能與學生學習成就之參考策略。當相關研究發展出教育決策模型後，透過定期的資料交換（更新），由 AI 進行資料判斷，協助教育政策制定者決策資訊。

二、面對人工智慧浪潮各國教育的發展現況

根據瑞士電子巨擘 ABB 集團的研究自動化準備指數（Automation Readiness Index）指出，，美國是很早使用人工智慧的國家，即便在創新環境表現尚佳，但在勞工政策以及學校教育政策上停滯不前，導致在分析的 25 個國家中（不包含臺灣），僅名列第 9。而前五名的國家分別為南韓、新加坡、德國、日本和加拿大。然上述國家特別在教育系統上做出準備，以因應未來可能有百萬勞工被科技所取代（吳迪珣譯，2018）。南韓、新加坡及日本在教育措施上，除將新興科技所需技能與 STEM 融入教學之中，更積極建置資料庫，透過人工智慧技術分析，協助教育制定者進行決策（林靜禧，2019；吳迪珣譯，2018）。

國外有關資料庫發展已有多年歷史，並致力於數據分析制定證據為本位的教育決策。例如南韓國立教育研究院、新加坡教育資訊情報中心、加拿大卑詩省教育廳，皆蒐集教育現場中相關訊息（如學習品質成效、學生出席率、學生輟學率、各縣市成績分布、教育資源分布、教育人才供求、家長互動回饋等），針對各種資訊進行整理、探勘及分析，從中獲取一些具有規律性或變動性之相關趨勢，使該國教育品質提升、PISA 表現亮眼。另外，美國教育部堅信有充足資源以及相關訊息，將能協助政策決策者制定更好的教育政策，於是在 2015 年選出美國教育委員會（Education Commission of the States）作為研究指導單位，該委員會積極與各州教育主管進行合作，透過資料庫分析，分享各州成功經驗（陳憶如譯，2018；駐溫哥華辦事處教育組，2013）。

美國學習創新協會（EDUCAUSE）與美國新媒體聯盟（New Media Consortium, NMC）針對科技創新的趨勢出版《水平線年度報告》（Horizon Report），即預測教學數據的分析技術將在未來二至三年內在教育領域廣泛應用（Johnson, Adams, Cummins, Estrada, Freeman, & Ludgate, 2013）。除了大規模的分析之外，針對個別學校可參考美國建立「教育決策資訊參考架構」的方法，先以自願性學校進行發展，讓有意願的學校將內部資料以及資料庫數據進行機器學習演算法分析，提供相關結果做為辦學績效參考（駐紐約辦事處教育組，2013）。若要進行人工智慧的決策模式，就必須依賴資料庫的建置，透過數據分析找出政策發展的規則，協助教育決策者進行快速與正確的政策決定。

第三章、研究設計與實施

本研究採問卷調查法，藉由問卷調查以收集實徵資料進行研究。本章主要內容分為五節，第一節研究架構；第二節研究對象；第三節研究工具；第四節研究步驟及第五節資料處理。

第一節　研究架構

壹、研究架構圖

本研究之主要目的在探討教師及學校行政人員運用「AI 人工智慧」輔助管理後之現況與效率。根據上述研究目的待答問題及相關文獻，建立本研究之研究架構圖，如圖 3-1 所示。

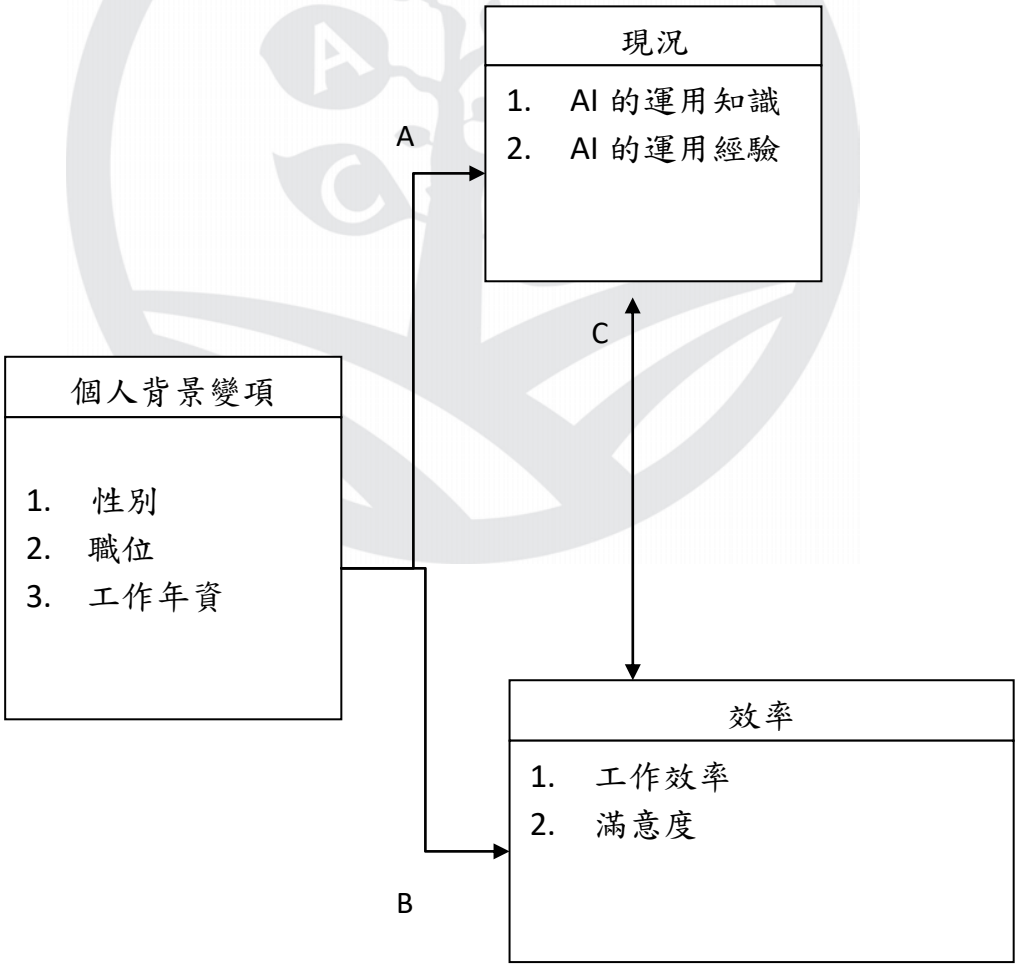


圖 3-1 研究架構圖

貳、架構圖說明

本研究之變項計有「性別」、「職位」及「工作年資」，三個變項。分別說明如下:

一、教師及行政人員個人背景變項

（一） 性別：分為男、女兩組。

（二） 職位：分為專任教師、導師、組長、主任、校長，五組。

（三） 工作年資：分為「1-10 年」、「11-20 年」、「20 年以上」三組。

二、運用 AI 的現況

依據文獻探討與分析結果，將運用 AI 現況分為「AI 的運用知識」及「AI 的運用經驗」，兩個部分。

三、工作效率

依據文獻探討與分析結果，將工作效率分為「工作效率」；以及「工作滿意度」，兩個部分。

本研究架構圖中的各項研究路徑，分別說明如下:

（一） 單向箭頭 A、B 代表以「教師及行政人員個人背景變項」為自變項，「運用 AI 的現況」、「工作效率」為依變項，分別探討各依變項，是否因教師及行政人員個人背景變項不同而有顯著差異。

（二） 雙向箭頭 C 係指探討「運用 AI 的現況」及「工作效率」依變項間的相關性是否達顯著性。

第二節　研究對象

本研究係以一百一十二學年度，新竹縣 93 所國民小學為研究範圍，問卷調查係以新竹縣國民小學教師及行政人員為對象。抽取具代表性的樣本進行問卷調查，有關本研究之預試問卷與正式問卷之抽樣方式，分述如下。

壹 預試問卷對象

本研究預試問卷以新竹縣 93 所國民小學為研究範圍，依「12 班(含)以下」、「13 至 24 班」、「25 班至 48 班」及「49 班(含)以上」四類不同規模學校進行分層隨機取樣方式，先抽取學校，再以抽出學校的「班級」為單位進行叢集抽樣，作為本研究的預試調查樣本。本研究預試樣本採用 Gorsuch(1983)之建議，進行因素分析，預試對象人數最好是問卷題數的五倍，且預試對象總數不得少於 100 人(引自紐文英，2006，P454)。由於本研究預試問卷為 24 題，因此預試樣本為 120 份。

一、預試問卷抽樣對象

本研究預試樣本數依據新竹縣國民小學各校班級數比例，依不同規模學校，抽取樣本人數分別為: (1)12 班以下抽取 6 所學校，45 位教師及行政人員；(2)13-24 班抽取 2 所學校，15 位教師及行政人員；(3)25-48 班抽取 6 所學校，45 位教師及行政人員；及(4)49 班以上抽取 2 所學校，15 位教師及行政人員。總計 120 位教師及行政人員。預試問卷抽樣學校分配，如表 3-2 所示。

表 3-2 預試問卷抽樣學校分配表

學校規模	學校名	抽樣校數	各校發放問卷數	發出問卷數
12 班以下	尖石 寶山、照門	3	15	45
13~24 班	芎林	1	15	15
25~48 班	光明 六家 中山	3	15	45
49 班以上	十興	1	15	15
合計	---	8	---	120

資料來源: 研究者自行整理

二、正式抽樣對象

本研究正式問卷調查之對象，以新竹縣立國民小學各校教師及行政人員為母群體，以分層隨機抽樣方式進行，即先抽取學校，再以抽出學校的「班級」為單位進行叢取抽樣。Gay 和 Airasian(2000)表示一般描述性研究之樣本數，至少應有母群體的 10%；如樣本較小時，則應有 20%；因此，本研究正式問卷依不同規模學校，抽取樣本數，預計發出 200 份以上之問卷。

第三節研究工具

本研究旨在探討教師及行政人員運用「AI 人工智慧」輔助工作之現況與效率之研究。研究者依文獻探討資料發展研究工具，以自編之「教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之現況與效率調查問卷」(附錄一)為研究工具。本研究問卷共分為三部分：第一部分「個人基本資料」、第二部分為「現況」、第三部分為「效率」，藉此問卷用以收集資料、進行統計分析。茲將問卷之編製內容、填答、計分方式及信效度分述如下:

壹、問卷內容及編製

一、　編製問卷初稿

本問卷量表根據研究者所蒐集的相關文獻為基礎，形成預試問卷初稿(附綠一)。

二、 擬定問卷基本架構

研究者根據相關文獻及研究問題，擬定問卷架構，共包括個人基本資料、現況及效率等三部分。茲將本研究「教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之現況與效率調查問卷」 **三**部份內容分別說明如下:

(一)　個人基本資料:

受試教師與行政人員之背景變項包括性別、職位、年資等三項。

(二)　「現況」:

本量表主要在測量教師及行政人員運用 AI 人工智慧之現況，編制量表，透過專家評定具有內容效度；本量表採 Likert 五點量表，由受試者依其題目作答，此五個反應程度分別為「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」及「非常不同意」，依序給予 5、4、3、2、1 分。總分數結果越高表示受試者運用現況越高；反之則越低。

(三)「工作效率」:

本量表主要在測量教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之效率及滿意度，編制量表，透過專家評定具有內容效度；本量表採 Likert 五點量表，由受試者依其題目作答，此五個反應程度分別為「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」及「非常不同意」，依序給予 5、4、3、2、1 分。總分數結果越高表示受試者工作效率及滿意度越高；反之則越低。

壹、　信度與效度分析

一 專家內容效度

本研究完成問卷初稿後，編製專家審查問卷(附錄二)，函請相關領域之學者專家 6 位，如表 3-3 所示，就問卷初稿內涵予以審查，並提供修正意見，以確定問卷內容的適當性並建立問卷的專家效度。

表 3-3 學者專家意見調查名單

編號	服務單位	職稱
專家學者 A	臺北市立大學教育研究所	教授
專家學者 B	臺北市立大學教育研究所	教授
專家學者 C	新竹縣〇〇輔導團	資深輔導教師
專家學者 D	新竹縣〇〇國小	校長
專家學者 E	新竹縣〇〇國小	主任
專家學者 F	新竹縣〇〇國小	資深教師

專家意見調查問卷回收後，就專家意見進行彙整，保留專家學者認為「適合」與「修正後適合」之題項，而「不適合」之題項則給予刪除。

二 預試問卷實施

問卷完成專加效度後，進行預試問卷施測，每份調查問卷均附有研究目的與填答方式之說明，請填答者依照題項之敘述與指示填答。本研究預試抽樣分別從新竹縣地區學校中，以立意抽樣方式抽取 8 所國小，預計發出預試問卷 120 份。

第四節研究步驟

本研究在探討教師及行政人員運用「AI 人工智慧」輔助工作之現況與效率之研究。為有效達到本研究的目的，研究者規畫了下列研究實施程序，希望透過這些步驟，完成本研究，茲將本研究的實施程序分別說明如下:

一 確定研究題目: 確定研究的方向，並擬定研究計畫。

二 蒐集相關文獻: 蒐集國內、國外專業著作、期刊、論文等，閱讀相關資料並且加以分析歸納，有效進行文獻探討。

三 擬定問卷: 擬定問卷的架構與內容，編制問卷初稿，並請指導教授及專家學者指正及增刪。

四 預試問卷調查: 以預試問卷進行初次調查，根據其結果修正問卷內容。

五 正式問卷調查: 對研究之對象，進行正式問卷調查。

六 資料整理與分析: 回收問卷，並將其問卷加以編碼、整理，進行統計分析。

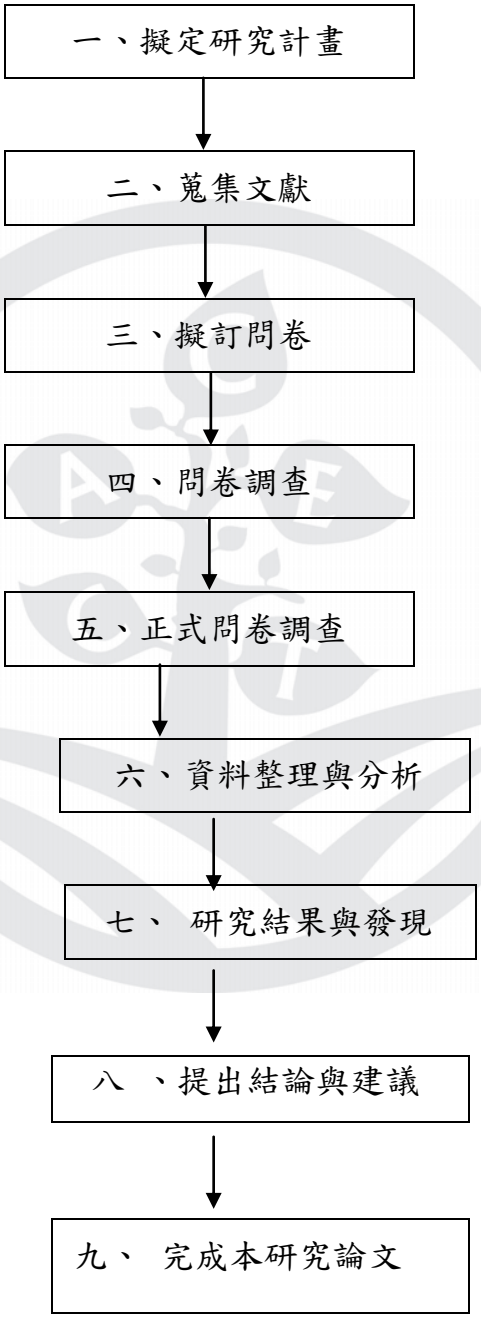
七 研究結果與發現: 針對資料分析後，提出研究結果與發現。

八 提出結論與建議

九 完成本研究論文

本研究實施步驟流程圖如下圖 3-4 所示:

圖 3-4 研究步驟



第五節資料處理

本研究使用統計套裝軟體 SPSS 進行資料處理與分析，所使用的統計方法為描述統計、獨立樣本 t 檢定、單因子變異數分析及皮爾森積差相關。分別說明如下：

一 因素分析與信度分析 ： 分析考驗預試量表，藉以選擇適當題目，編製正式量表。

二 描述統計 ： 以平均數、標準差等統計法來了解教師及行政人員對 AI 人工智慧輔助工作之接受程度的現況，以回答研究問題(一) 。

三 獨立樣樣本 t 檢定與單因子變異數分析 ： 分析教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作對現況及工作效率的差異情形，以回答研究問題(二) 、(三)。

四 皮爾森積差相關:分析教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作對現況及工作效率的差異情之間的關係。

研究問題	統計方法
1. 分析考驗預試量表，藉以選擇適當題目，編制正式量表。	因素分析與信度分析
2. 了解教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作的現況。	描述統計(平均數、標準差)
3. 不同背景變項的教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之現況與工作效率為何?	獨立樣樣本 t 檢定 單因子變異數分析
4. 分析現況與工作效率之間的關係。	皮爾森積差相關

第四章 現況與討論

第一節 AI 人工智慧在學校行政的應用現況

壹、教師

教師為第一線的教學人員，目前教師運用 AI 人工智慧於輔助教學。除了輔助教學之外，教師能夠執行不同的管理功能，例如更有效地審查和評分學生的作業，並在教學活動中實現更高的質量。另一方面，由於系統利用機器學習和適應性，課程和內容能夠根據學生的需求進行定制和個性化。賴阿福（2021）則指出「人工智慧體驗學習活動」、「人工智慧應用」是最適合小學生學習的內容與活動。

教師運用人工智慧的協助，以數位科技輔助學生自主學習，利用 AI 與數位科技支援學生的學習策略，了解每個學生的熟練程度，可以提供適合的學習內容。教師亦可以運用「AI 數據分析」適時掌握學生的學習需求，權宜的改變教學策略，有效擬定適當的教學方案，利用各種不同的教學方法，增益個別的學習效果，並持續追蹤且評估學生學習狀況，也讓學生可以自主進行學習，不受限於相同學習進度，達成個人化學習目標。人工智亦能還提供信息數據，幫助教師更應用人工智能人臉識別來獲取學生上課的專注度。此外，可以監控學生注意力，還可以為課堂教師提供良好的反饋（Panchal 和 Shaikh Mohammad，2020 年）。這些反饋數據可以為任課教師根據學生的學習狀態調整教學節奏、提高教學效率提供參考。教師也能運用 AI 人工智慧進行評分。評分系統在許多 AI 系統中的普及，可以觀察到的好處：避免主觀評分偏差。然而，由於人工智能評分系統需要訓練數據來建立評分標準的基線，教師在自己的課堂上實施評分系統之前應該找出潛在的缺陷，而不只是用數據定制評分。

貳、行政人員

AI 人工智慧主要為學校行政人員提供行政流程優化、行為數據分析、班級參與管理以及危機預先洞察的功能，降低繁瑣的周期性任務，如排課、上課點名、監考等，或藉由大量學生行為數據的蒐集與分析，精準掌握每班、每位學生的學習狀態，並提供全校、全年級學生的學習行為、校園安全等洞察，或在危機發生前預測並事先介入，改善教學單位畢業率與留存率等。

學校行政人員可運用 AI 人工智慧處理大量資料，建立資料庫，並且簡化行政

工作。

參、學校行政使用 AI 人工智慧之工具面向

本研究旨在探討 AI 人工智慧在學校行政的發展與運用。本節討論目前教師及行政人員使用 AI 人工智慧之工具面向，以作為今後學行政人員應用之參考。

一、 Gradescope

教師及行政人員們在 Gradescope 的幫助之下，簡化繁瑣和費力的批改評分工作，學生亦可以獲得更快、更詳細的作業回饋；系統的統計功能包含作業或答題結果詳細的分析。Gradescope 系統可讓教師及行政人員進一步針對學生學習狀況，給予適切的指導或重新調整教學內容。Gradescope 使教師可以自由設計形成性和總結性評估，而不受評分能力的限制。Gradescope 為所有課程提供更智能的工作流程，使評分快速且公平。數據的價值取決於它能夠提供的洞察力。Gradescope 也能為教師提供支持學生學習、了解趨勢和改進教學所需的見解。

UC Berkeley-Armando Fox 教授說:「Gradescope 徹底改變了教師對作業和考試進行評分的方式。但一旦你使用了這個工具，就沒有回頭路了。」巴塞隆納大學的教師-Ileana Bladé 說:「Gradescope 改變了我的生活。它使評分和復習的整個過程變得更加容易。」Sabanci University-Matteo Paganin 教授說:「多年來我一直在使用 Gradescope，我再也不會回去了……整個評分過程已經變得萬無一失。它可以評分者並提供了很大的靈活性。」以上均是對 Gradescope 很好的評價與見證。

◎Gradescope 的優勢

1. 減少批改時間	依題目順序同時批 改 全 班 試 卷。若 教師中途修改評分 結果，可減少復閱 時間。
2. 確保評分一致性	靈活的評分標準介 面讓您可隨時自由 新增及調整。
3. 發現個別差異	透過作業答案的統計資 料，進行詳細的分析。
4. 提升資料安全性	考試結果記錄可永 久儲存在雲端。
5. 與既有的系統整合	過與既有的學習管理系 統（LMS）整合，將學生資訊集中管理。

二、 Abi 與 Template

可用於設計各種行事曆、表單以及各式行政表格、公告..等。簡化作業

流程主要的是在於以往可能侷限於人工作業、批次作業，造成流程上的設計不符合快速、穩健、即時反應的原則。所以，審視作業流程有否改進的空間，這就能幫助簡化流程。而針對每一個步驟進行分析，使各部門的聯繫均能同步線上作業，提高工作效率。

三、IBM Watson elements for educators

IBM Watson elements for educators 是一款新 iPad 應用程序，旨在讓教師更全面地了解 K-12 年級學生的學業進步、成就、興趣和學習活動。透過將 IBM 數據、分析和認知計算與 Apple 的設計和用戶體驗相結合，重塑教師和學生的教育體驗。IBM 的認知技術 Watson 從三個數據類別中提取數據，供教師、行政人員、學生參考。教育工作者有更多的時間與學生面對面交流，並獲得即時反饋來指導教學決策。這也是一種基於瀏覽器的規劃工具。它為教師提供精心策劃的學習內容和對學生學業優勢和劣勢的關鍵洞察力。Watson Enlight for Educators 根據 Apple iPad 在教室和整個學區的記錄系統中收集的數據提供更深入的見解和課程規劃。這些見解可幫助教師個性化與課堂上每個學生的互動。IBM Watson Element for Educators 使用行為和興趣的紀錄來觀察學生的熟練程度，以確定最適合他們的個性化內容和學習環境的類型。Apple 和 IBM 與學校合作，將相關數據整合到該應用程序中，這樣教育工作者就可以密切關注學生的學習路徑，並記錄對他們偏愛的學習方式的觀察，最終制定出計劃。甚至在學生進行任何形式的評估之前，教育工作者實際上可以透過學習者的先前興趣和學習經驗，為這些孩子提供一些個性化的建議與設計。

IBM Watson 全球教育主管- Alex Kaplan 表示，教育工作者還可以整合課程或其他已發布的材料，包括課程計劃、教科書、視頻和開源數據，以進一步定制他們所在地區的 Watson Element 實例。

◎IBM Watson 的優勢:

1. 掌握學生	對每個學生的 360 度全面掌握。
2. 學習者分析	可提供有關學生學習進度的見解。
3. 認知學習資料庫	Watson 已對其進行分析，以便為教育工作者提供推薦服務。

四、Microsoft Teams

Microsoft Teams for Education 中的一項功能 Education Insights 就是一個很好的例子。它使用數據分析讓教育工作者了解學生的參與度、學習進度和幸福感。廣泛的內置數字應用程序和工具允許教師在平台上與學習者互動，並了解他們在班級和個人層面的進步情況。

例如:Reading Progress，這是一種識字解決方案，使學生能夠在大聲朗讀時記錄自己。該程序記錄了所有對讀者有挑戰性的單詞，並提供視覺輔助和額外的閱讀練習來幫助他們提高。最重要的是，Reading Progress 為教師節省了數

小時的時間來一次評估一個學生。它還允許教師通過單獨解決每個學生的需求來採取個性化的教學方法。現代生活與學習副總裁 Steve Liffick 表示:「鑑於識字能力在決定未來成果方面的力量和中心地位，我們為 Reading Progress 感到非常自豪，我們很高興繼續在此基礎上再接再厲，做得更多。」

第五章、未來展望

由本研究可以了解 AI 人工智慧運用在學校行政上，是非常有潛力的。也能提升教學及行政效能。教育中的數據和人工智能正在快速改變教育現場。各行業多年來，也一直在收集數據以提高自身的效率和效力。

人工智能（AI）使數據持有者能夠將被動資源轉變為加速增長的強大催化劑。例如，當內布拉斯加州意識到每年要花費大約 655,000 個教職工小時來收集該地區每所學校的數據報告時——這種努力收效甚微——內布拉斯加州教育部著手建立一個全州縱向數據系統，允許信息從數百個來源近乎實時地流動，並向州、地區和學校領導提供可操作的見解；管理員；和教育工作者。。然而，COVID-19 使教育系統迫切需要使用他們的數據來了解誰在參與遠程學習以及在哪裡進行教育。全世界的教育領導者都積極採取果斷行動，學校開始盡快過渡到在線學習。聯合國教科文組織教育助理總幹事斯特凡尼亞·賈尼尼（Stefania Giannini）表示:在應對 COVID-19 的整個過程中，我們清楚地了解擁有數據以衡量這種前所未有的教育中斷影響的重要性。

如今，許多教育機構已經採用混合或混合學習模式，並希望了解他們的數字框架還能提供哪些其他好處。使用雲技術使他們能夠獲得可見性並加速教學和學習系統的影響。

未來展望:

（一） 期許教育單位與政府及學術界合作

（二） 教師及行政人員深入了解數據和 AI 人工智能原理

（三） 開放教育分析-將數據和人工智能帶入每個教育系統

（四） 規劃和進行 AI 發展應用工程

（五） 詳細設計 AI 教學及行政系統

附錄一

「教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之現況與工作效率調查問卷」

預試問卷

親愛的教師及行政人員：

您好！這份問卷的主要目的是用來**瞭解教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之現況與工作效率**，本問卷的答案沒有對與錯，且採用匿名作答，資料絕對保密，你的意見不會對外公開，且不涉及成績。請依照你自己的看法填答。由於你的協助與支持，將使本研究更具有價值。謝謝您的合作！

敬祝

平安喜樂！

臺北市立大學教育系
指導教授：黃思華 教授
博士生 ：陳怡芳 敬啟
中華民國一百一十二年四月

【第一部份—個人基本資料】

★ 請你依實際狀況，在適合你的選項□打✓，請注意每題只可以打✓一次哦！

1. 性別 □男 □女
2. 我目前是□專任教師□導師□組長□主任□校長
3. 工作年資

   □1~10 年 □11~20 年 □20 年以上

◎ 填答說明

本量表的目的在於**瞭解教師及行政人員運用 AI 人工智慧輔助工作之現況與工作效率**，你對工作的情況，請依你自己實際的看法，圈選出適合你的答案。【5 代表非常同意；4 代表同意，3 代表普通，2 代表不同意，及 1 代表非常不同意。】

【第二部份—AI 人工智慧輔助工作現況】

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 我常使用 AI 人工智慧輔助工作。					
2. 我覺得自己運用 AI 人工智慧工作很流暢。	5	4	3	2	1
3. 我覺得自己對 AI 人工智慧的知識度掌握得很好。	5	4	3	2	1
4. 我對 AI 人工智慧的新知識都很有興趣瞭解。	5	4	3	2	1
5. 我覺得 AI 人工智慧的應用能幫我統整資料。	5	4	3	2	1
6. 我覺得 AI 人工智慧對我的工作很有幫助。	5	4	3	2	1
7. 我覺得 AI 人工智慧所提供的配套很好。	5	4	3	2	1
8. 我使用 AI 人工智慧工作時能得心應手。	5	4	3	2	1
9. 我很樂意參加 AI 人工智慧相關研習。	5	4	3	2	1
10. 我會自己學習 AI 人工智慧新的知識與應用。	5	4	3	2	1
11. 學習應用 AI 人工智慧，讓我很有成就感。	5	4	3	2	1
12. 我樂於與同事分享 AI 人工智慧的應用。	5	4	3	2	1

【第三部份—AI 人工智慧輔助工作之工作效率】

	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 我覺得運用 AI 人工智慧工作，提高我的效率	5	4	3	2	1
2. 我覺得 AI 人工智慧的應用是非常有用的。	5	4	3	2	1
3. 我覺得工作搭配 AI 人工智慧，有助於我匯整資料。	5	4	3	2	1
4. 我覺得 AI 人工智慧的發展對我的工作有幫助。	5	4	3	2	1
5. AI 人工智慧使我在工作上更節省時間。	5	4	3	2	1
6. AI 人工智慧提高我的溝通能力。	5	4	3	2	1
7. AI 工智慧輔助下更能掌握學生的個別狀況。	5	4	3	2	1
8. AI 人工智慧輔助下，能提高我的專注度。	5	4	3	2	1
9. AI 人工智慧輔助下，讓我的工作精確度提高。	5	4	3	2	1
10. 我很滿意目前的 AI 人工智慧應用於我的工作上。	5	4	3	2	1
11. 我對 AI 人工智慧的運用項目感到滿意。	5	4	3	2	1
12. 我喜歡 AI 人工智慧輔助我的工作。	5	4	3	2	1

問卷到底結束，請再確認一次有沒有未填答的題目呢？

再次謝謝各位!

參考文獻：

1. Innovating Pedagogy 2019: Open University Innovation Report 7，R. Ferguson, T. Coughlan, K. Egelandsdal, M. Gaved.
2. Mobile and Personal Learning for Newcomers to a City
   Kukulska-Hulme, A. (2020). Mobile and Personal Learning for Newcomers to a City. Electronic Journal of Foreign Language Teaching, 17(1) pp. 93–10 (2020)
3. Kaplan, Andreas; Haenlein, Michael (2019), "Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence", Business Horizons, doi:10.1016/j.bushor.2019.09.003
4. Desouza, K. C. (2018). Delivering artificial intelligence in government: Challenges and opportunities. Retrieved July 21, 2019, from: https://reurl.cc/Zn34oV.
5. J. Keating and I. Nourbakhsh, "Teaching artificial intelligence and humanity," *Communications of the ACM*, vol. 61, no. 2, pp. 29–32, 2018.View at: Publisher Site | Google Scholar
6. K. Masters, "Artificial intelligence in medical education," *Medical Teacher*, vol. 41, no. 9, pp. 976–980, 2019.View at: Publisher Site | Google Scholar
7. A. P. Ikedinachi, S. Misra, P. A. Assibong, E. F. Olu-Owolabi, R. Maskeliūnas, and R. Damasevicius, "Artificial intelligence, smart classrooms and online education in the 21st century: implications for human development," *Journal of Cases on Information Technology (JCIT)*, vol. 21, no. 3, pp. 66–79, 2019.View at: Google Scholar
8. R. Williams, H. W. Park, L. Oh, and C. Breazeal, "PopBots: designing an artificial intelligence curriculum for early childhood education," *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, vol. 33, no. 1, pp. 9729–9736, 2019.View at: Publisher Site | Google Scholar
9. Mitchell（1997）。Machine Learning。
10. Johnson, L., Adams B. S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H.(2013). NMC horizon report: 2013 higher education edition. Austin, TX: The New Media Consortium.
11. Panchal, Krupaben and Shaikh Mohammad, Bilal N, Artificial Intelligence used in School's of China (April 8, 2020).

12. E. Burton, J. Goldsmith, S. Koenig, B. Kuipers, N. Mattei, and T. Walsh, “Ethical considerations in artificial intelligence courses,” *AI Magazine*, vol. 38, no. 2, pp. 22–34, 2017.View at: Publisher Site | Google Scholar

13. Y. Lu, “Artificial intelligence: a survey on evolution, models, applications and future trends,” *Journal of Management Analytics*, vol. 6, no. 1, pp. 1–29, 2019.View at: Publisher Site | Google Scholar

14. D. Schiff, “Out of the laboratory and into the classroom: the future of artificial intelligence in education,” *Ai & Society*, vol. 36, no. 1, pp. 331–348, 2021.View at: Publisher Site | Google Scholar

15. A. K. Goel and D. A. Joyner, “Using AI to teach AI: lessons from an online AI class,” *AI Magazine*, vol. 38, no. 2, pp. 48–59, 2017.View at: Publisher Site | Google Scholar

16. N. N. Dyachenko, M. P. Bondarenko, and V. Pustovit, “Intelligent and cognitive technologies in education of International economic relations students and human resource development: methodology in language teaching and distance learning,” *European Journal of Sustainable Development*, vol. 6, no. 4, pp. 353–355, 2017.View at: Publisher Site | Google Scholar

17. Maccoby, & C. N. Jackliln, The psychology of sex defferences.Stanford University Press: Stanford, California,1974.

18. 聯合國教科文組織近日正式發布《北京共識——人工智能與教育》

19. 黃昆輝(2015)。教育行政與教育發展。

20. 李開復、王詠剛（2017)。人工智慧來了，臺北：遠見天下文化。

21. 陳泳霈(2019)。AI 來襲，保險業該如何借重產學合作加速培育人才？臺灣教育評論月刊，8（9)，62-65。

22. 陳昇瑋、溫怡玲（2019)。人工智慧在臺灣：產業轉型的契機與挑戰。臺北：天下 雜誌。

23. 陳敦源（2016)。從 E 化、M 化、U 化到？化：電子化政府科技變革樂觀論的反 思。文官制度季刊，8（4)，1-19。

24. 賴文智、賴佳宜(2020)。從歐盟的 AI 白皮書與資料策略看 AI 發展的管理框架。 會計研究月刊，416，108-113。

25. 張訓譯（2019)。人工智能與人類智慧：教育 4.0 下的教師角色再思考。育達科大 學報，47，189-214。

26. 蘇孟宗、陳右怡（2018)。人工智慧驅策臺灣產業跨域創新。

27. 吳迪珣譯（2018）。AI 時代自動化準備國家排行榜出爐。國家教育研究院臺灣教育研 究資訊網。

28. 林靜禧（2019）。韓國主要網路大學率先推動 AI、大數據、超連結培育融合人才。國 家教育研究院臺灣教育研究資訊網。

29. 陳憶如譯（2018）。美國藝術教育政策資料庫。國家教育研究院臺灣教育研究資訊網 。

解謎遊戲結合環保議題設計初探-以尋毬 cones 為例

An Initial Exploration of Combining Puzzle Games with Environmental Issues: A Case Study of 'Cones'

陳瑞宏[1] 王曉璿[2] 林楷祐[1] 蕭情[1] 吳宣緹[1]

CHEN,RUEI-HONG WANG,HSIAO-SHEN LIN,KAI-YOU HSIAO,CHING WU,HSUAN-TI

[1]國立台中教育大學 數位內容科技學系 學生

National Taichung University of Education, Department of Digital Content Technology, Undergraduate Student

E-mail：hiroshi10301@gmail.com

[2]國立臺中教育大學 數位內容科技研究所 教授

National Taichung University of Education Graduate School of Digital Content and Technology Professor

E-mail：hswang@mail.ntcu.edu.tw

摘要

由於手機硬體的進步，手機遊戲得以快速發展，現在很多人玩手機已為一般日常行為。其中有許多遊戲透過自身向玩家傳遞想法，而尋毬(cones)遊戲設計也是其中一個。本研究主要探討 2D 橫向手機解謎遊戲在環保教育議題的設計與傳達學習功效。研究對象是國立大學的 34 位大學生，經過十到十五分鐘本遊戲環保議題之關卡的遊玩之後，進行後續的問卷調查，調查出的有效的 34 份結果顯示：(一)該遊戲在傳達環保理念上具有潛在成效(二)遊戲在劇情上具有趣味性，能使學習者保持投入(三)部分玩家在解開謎題方面存在挑戰。

關鍵字:尋毬 cones，解謎遊戲，環保教育

Abstract

Due to the advancement of mobile hardware, mobile gaming has rapidly developed and has become a common daily activity for many people. Many games convey ideas to players, and puzzle games with a "find the cones" concept are one of them. This study mainly explores the design and learning effectiveness of 2D horizontal mobile puzzle

games on environmental education issues. The study subjects were 34 college students from a national university. After playing the game's environmental issue levels for ten to fifteen minutes, a subsequent questionnaire survey was conducted. The results of the 34 valid responses showed that: (1) the game has potential effectiveness in conveying environmental concepts, (2) the game has interesting storylines that can keep learners engaged, and (3) some players face challenges in solving puzzles.

Keywords: find the cones, puzzle game, environmental education.

壹、 前言

在現今快節奏的生活中，遊戲已經成為許多人們生活中的一種娛樂方式。吳岱芸(2015)曾經說過，隨著各式各樣、不同規模的遊戲隨著社群網路以及行動裝置的普及充斥於我們周遭，也因為遊戲具有引人投入、激發 人心的特性，我們漸漸開始借用遊戲來達成娛樂以外的其他目的，像是教育、傳遞價值觀等等(Zichermann & Cunningham, 2011）

與此同時，地球的環境也因為人類的活動發展而受到破壞，姜善鑫提到，最近一百餘年，也就是十八世紀中葉工業革命以後，因為工業的進步帶動了經濟的繁榮，改善了人類的生活水準，於是也加速了人口的成長。由於人口成長得太快，地球資源有限，人類為了追求經濟的發展，不得不過度開發地球天然資源。於是乃大規模砍伐森林，以取得耕地；大量開採煤，石油和天然氣等化石燃料，以取得能源。這些舉動對環境造成傷害後最直接的結果，便是許多物種就此滅絕。使的第六次大滅絕發生，約173 個物種在 2001 至 2014 年間滅絕，這比以往物種消亡的速度還要快 25 倍；近 100 年內有 543 種物種消失，其中在上個世紀，處於瀕臨滅絕的 94 種哺乳動物和鳥類中約有 77%已經消失（Gerardo Ceballos, Paul R. Ehrlich, and Peter H. Raven，2020）。據估計，如果不迅速採取行動，現在有一百萬種植物和動物物種面臨全球滅絕的威脅，許多物種將在幾十年內滅絕（Sir Bob Watson，2019）。

綜上所述，環境保護的議題已經是火燒眉毛。面對此現象，現在有許多人們透過各式各樣的方式宣傳環保理念，其中也包含了遊戲。而遊戲可以讓學習者從充滿樂取與挑戰的遊戲情境中，以沉浸式學習課程與教學的方式，增強學習者對學習的動機，並提高學習者的學習成效(施力瑋，2013)。因此本研究主要是要探討如何設計一款遊戲，融入環保理念使人學習，並藉由手機載體使其能夠迅速、方便的讓人遊玩，且在傳達理念的同時給人療育的感覺。

貳、 文獻探討

一. 解謎遊戲

解謎遊戲作為一種類型的遊戲，具有複雜的解謎機制和遊戲設計，能夠培養玩家的思考能力、邏輯推理能力、創造力和解決問題的能力，因此已經被廣泛地應用於教育和培訓領域(Tobias 和 Fletcher，2011)，其中，要成為好的解謎遊戲，都必須提供給玩家「挑戰、領悟、成就感」三個體驗。為了提供出這三個體驗，設計師需要精心刻畫以下幾個元素來製作一個好的謎題：「機制、目標、衝突矛盾、啟示、陷阱、呈現、重置」，但並不是所有解謎遊戲都需要將每一個元素發揮到淋漓盡致，有的遊戲會在某一個元素上比較弱(LUCI，2021)。

而在遊戲方面，Tobias 和 Fletcher(2011)特別強調了其對年輕一代的吸引力和影響力。他們指出，年輕人對遊戲的興趣不斷增加，而這些遊戲中往往包含有各種各樣的學習元素，例如策略、問題解決、創造力和社交能力等。Tobias 和 Fletcher 進一步探討了遊戲對教育的潛在貢獻。他們認為，遊戲可以激發學生的興趣和動機，增強他們的學習體驗，並提高他們的學習成效。此外，遊戲還可以幫助學生發展各種認知技能，例如問題解決、決策制定和反思能力等。最後，Tobias 和 Fletcher 提出了一些實際應用建議，例如開發遊戲教材、促進遊戲的使用和研究遊戲對學習的影響等。而手機遊戲則可以透過娛樂和消遣方式，提供年輕人緩解焦慮和負面情緒的一種正面策略，同時還可以促進社交交流(Fineberg, MRCPsych，2020)。因此，將遊戲與手機結合，使其能更方便的被人們遊玩，是一個很好的選擇。這點在解謎遊戲上也不例外，而在這些手機解謎遊戲中，環保議題由於其重要性的趨勢，便被特別注意，以下針對環保教育進行探究。

二. 環境保育

維基百科對於環保的定義，指的是維護、保護、改善和管理自然環境，以確保人類和其他生物能夠生活在一個清潔、健康和可持續的環境中。這包括保護空氣、水和土壤質量，保護生物多樣性和生態系統，減少和控制污染和廢棄物的排放，以及推廣可持續的生產和消費方式。環保的目的是維護生態平衡，保障人類和其他生物的生存和發展權利，並確保現代社會的可持續發展。它涉及到個人、組織和政府在不同層面上的責任和行動，需要通過科學技術、政策法律、經濟手段和社會教育等多種手段來實現。

在聯合國 2015 年發表的《可持續發展 2030 議程》文件中，提出了 17 個可持續發展目標，包括減少污染、保護生物多樣性和氣候行動等，旨在提高全球對可持續發展的認識，推動環境保育和經濟發展的平衡，為環境保育工作提供了重要指導。同時，針對不同的環境議題，往往有著不同的解法。如溫室氣體排放與農藥使用。

由上述可知環保議題具有目標、特定機制、需要平衡的矛盾衝突這些要素，和解謎遊戲所需的部分要素相合，使環保議題適合作為解謎遊戲的關卡題材。因此本研究主要對於如何將環保議題融入解謎遊戲中進行探討設計，在保持遊戲優點的情況下，使玩家在愉快的遊玩過後，擁有環保意識、了解部分環保議題。

參、 研究實施與設計

一、研究方法

本研究主要透過文獻分析以及遊戲設計實驗法，設計針對大學生的環保議題解謎遊戲，然後針對 34 位使用本遊戲之大學生，進行問卷調查，以了解本研究的實施效益。為了在遊戲中間接傳遞環保議題的理念，我們將世界上因為環境問題正遭受滅絕危機的三種動物元素添加到遊戲中，並加以轉化。例如：蜜蜂作為現實生活中植物授粉的一大主力，影響全球 75%的作物生產(Greenpeace International，2013)，但正因為農藥問題每年數量都在減少，有滅絕危機。我們將其轉化成遊戲劇情中古老文明使用的交通工具：蒲公英。作為古文明的命脈之一，這些蒲公英因為象徵農藥問題的工業污染而黑化、幾乎滅絕，成為古文明滅亡的原因之一。

而遊戲流程便是破解在遊戲中的相關謎題，首先玩家會需要自行在廢墟中和伙伴前進，透過夥伴的提示、自行觸發互動按鈕來了解世界的真相，並一步步往解決問題的道路前進，例如停止製造汙染的機器、修復故障的蒲公英培育系統，這些謎題也是以停止使用農藥與恢復蜜蜂周圍生態去轉化而成的。而其他的物種，如河狸轉換成藥草、珊瑚轉換成水元素，也是同理。

一. 遊戲文本設計

文本為這款遊戲用來帶出劇情的主要因素，主要透過主角的夥伴：小光球，在平時與關鍵劇情時的對話向玩家提供資訊。使用方式為在遊戲中按下右下角的對話鈕觸發，或是進行到關鍵劇情時自動觸發。雖然是對話，但也不至於在解謎方面直接劇透，而是透過暗示的方式，引導玩家透過邏輯思考來解開謎題。

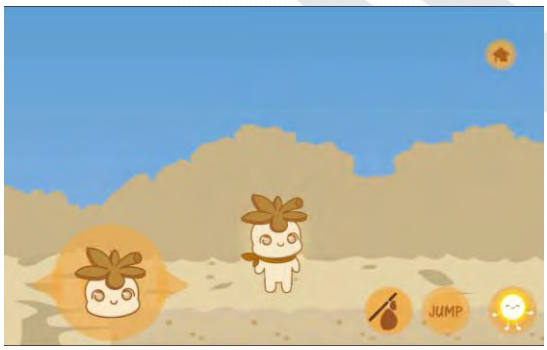


圖 1　遊戲畫面　右下角為對話按鈕

圖 2　遊戲對話日常

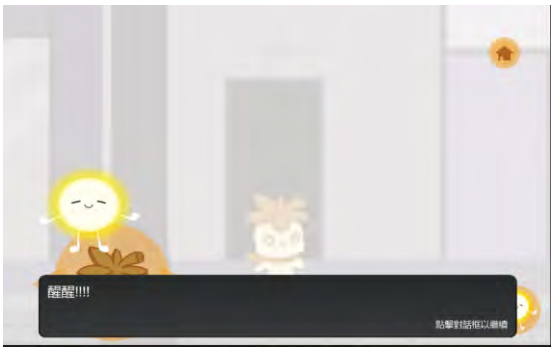


圖 3　遊戲對話　關鍵劇情

二.　遊戲場景設計

遊戲場景亦是帶出劇情世界觀的重要因素之一，因此我們盡可能依照當下章節的重點去配合設計，例如教學關卡除了要營造進入未知領域的感覺外，也需為之後的劇情埋下伏筆，因此設計為兩層樓的圖書館。而第一章為了帶出工業汙染與生態浩劫的故事背景，室外會以荒蕪的沙漠去做設計，室內會以工廠、機械元素去做設計。此外，為了保持遊戲的溫馨、輕鬆風格，也會在一些小地方添加彩蛋。

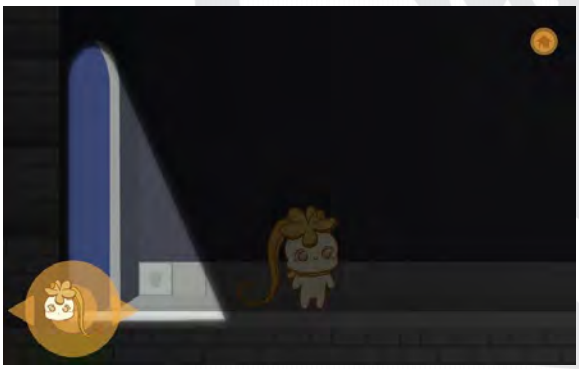


圖 4 教學關卡場景

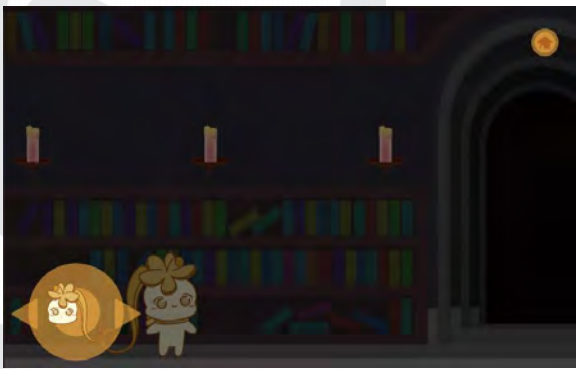


圖 5 教學關卡場景

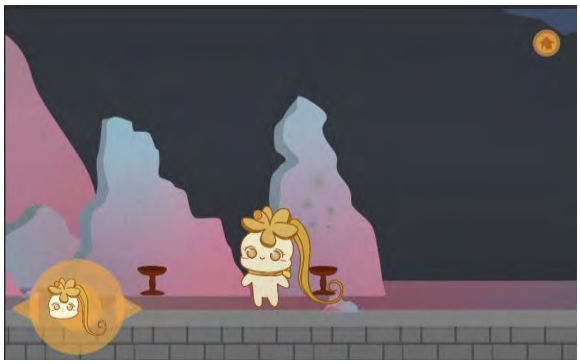
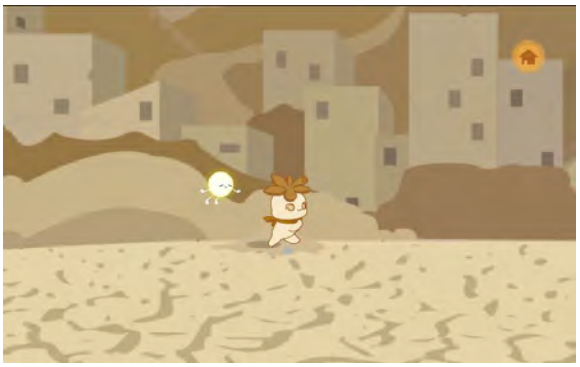
	

圖 6 教學關卡 伏筆場景	圖 7 第一章室外風景

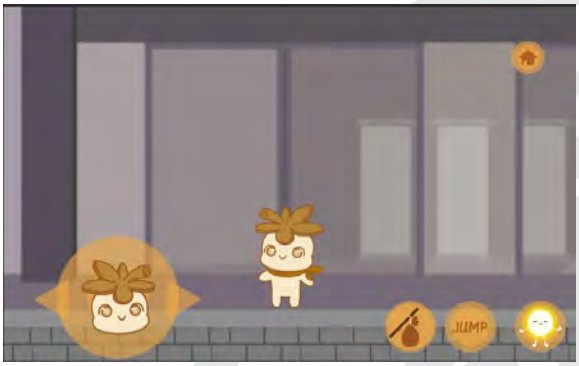
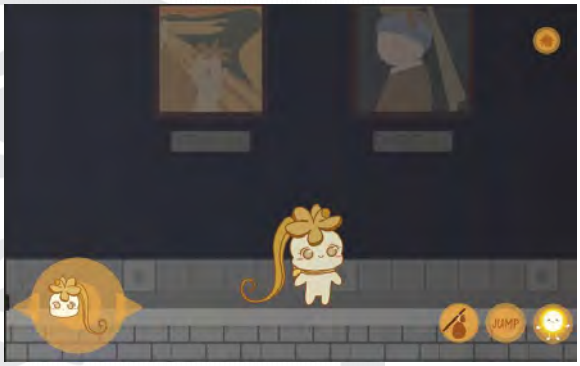

	

圖 8 第一章 室內工廠場景	圖 9 吶喊與其他彩蛋

三. 遊戲角色設計

在設計的一開始，這款遊戲就是以溫馨、可愛的路線去做設計，因此在腳色設計上也會走同樣的路線。而棕色、褐色給人的感覺有大地之母的穩定感、安定、平和、親切(葉文佩，2019)，因此我們在主角配色方面採用棕色為主。主角方面，我們決定參考現實中毬果的外型進行設計。在伙伴小光球方面，由於他在劇情中與信仰有關，因此將其塑造成一顆小太陽，並透過表情傳達出他俏皮又可愛的一面。

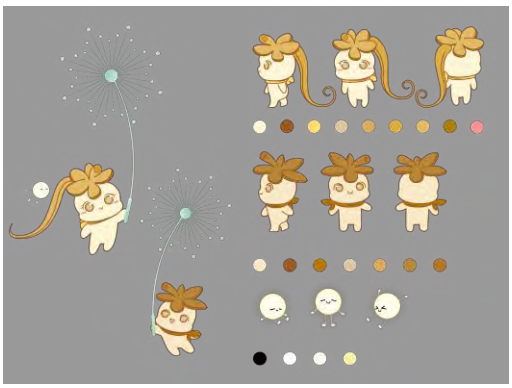


圖 10 遊戲角色設計

四. 遊戲關卡設計

遊戲關卡是這次研究最主要的重點，雖然有形形色色的系統，例如密碼鎖、拼圖、畫圖、開關等，但可以總結為一種：解謎關卡。遊玩方式以簡易的場景互動為主，玩家透過互動按鈕或道具與場景物件互動、解開謎題，獲得前往下一步的鑰匙與劇情。

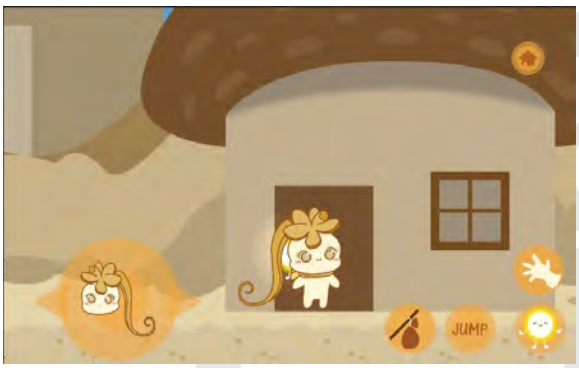


圖 11 互動按鈕展示 開門進入

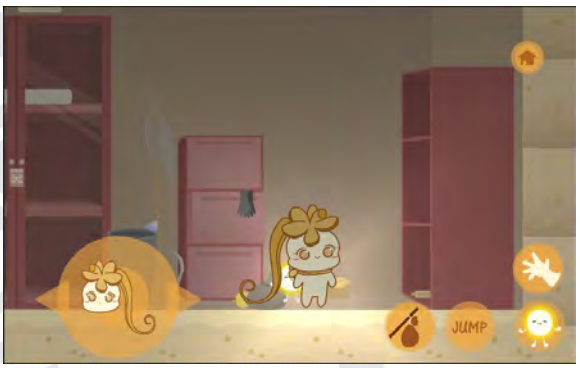


圖 12 互動按鈕展示 與箱子互動

圖 13 透過互動按鈕找尋隱藏物件

圖 14 透過互動按鈕開啟拼圖謎題

圖 15 道具介紹功能	圖 16 道具與目標物件互動結果展示

謎題雖然都是固定答案，但都盡可能從外表就能讓人直覺的想到解法。且如同前面所提到的，這些謎題最終都會和現實相對應的情況有所相連。如修復淨化機器，往環境淨化向前一步，是象徵現實中清除農藥影響，讓蜜蜂不再受到傷害，避免蜜蜂滅絕的其中一步驟。

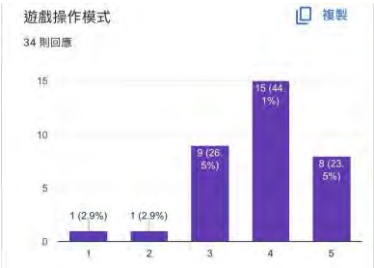
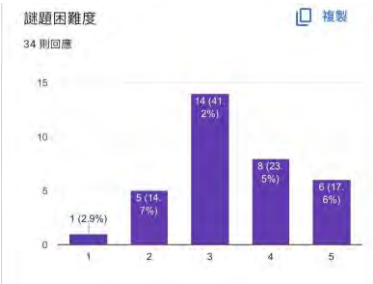
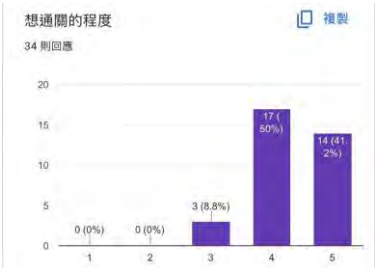
五、研究工具

本研究採用問卷調查法，藉由玩家填寫滿意度及針對遊戲設計問題，進行遊戲的設計成效資料蒐集與分析(林承賢,2006)，以進一步修正本研究遊戲設計與內容。

肆、 結果與討論

經由 34 位使用者，進行本研究遊戲的測試，其中包含了生活化細節的解謎關卡，如記憶力、數學和邏輯。調查結果顯示，41.2%的玩家（圖 1）認為謎題難度適中，透過邏輯推演即可通過，且一旦通過了前面的謎題，在接下來的關卡中便能順利前行，即使謎題類型完全不同。只有 2.9%的玩家覺得解謎過於困難，無法靠邏輯解決。基於這些結果，我們對遊戲進行了一些優化調整，其中包括增加謎題的延伸性和每個謎題間的關聯性，從而提高遊戲的整體挑戰性。

遊戲操作模式	謎題困難度	想通關的程度

新增確認按鈕	新增合成謎題	新增尋找謎題

除了生活化細節的解謎關卡，我們還將環境保育相關的議題融入到遊戲中，雖然並不是直接明示，但依舊能使大部分玩家能大致了解意思，從而讓玩家在遊玩的過程中除了能夠透過主動探索來發現遊戲劇情外，也能在現實生活中有所思考、想法，而不是被動式的獲取資訊。此外，雖然我們仍會讓玩家跟著主線進行解謎，但我們也在構思是否要增加遊戲故事的開放性，讓玩家能夠自由選擇不同的故事結局，而非受到我們（設計者）指定的結局的限制。未來我們的優化調整旨在提高遊戲的挑戰性和遊戲體驗，同時透過將環境保育相關議題融入到遊戲中，讓玩家在遊玩的過程中能夠有意義的學習和探索，並以不突兀的方式理解製作者想傳達的環保理念。

伍、 未來展望

透過針對大學生紓壓、遊戲設計、和環保議題的文獻分析，發現設計一款結合紓壓與環保議題的解謎遊戲具有娛樂與教育意義，經由初步測試發現本研究遊戲可以保持謎題的適中難度，同時進一步提升謎題之間的連貫性和關聯性，以提高遊戲體驗和玩家參與度。另外，我們也將繼續探索遊戲劇情的深度和多樣性，透過增加故事分支和開放式結局，為玩家提供更多的探索空間和不同的結局體驗。同時，後續關卡將持續結合環境議題，並將遊戲劇情與現實問題相結合，讓玩家能夠在遊戲中體驗到更多

的責任感和意識到環境破壞的問題，以期能讓本研究遊戲達到預期具舒壓與環保教育的功效。

參考文獻

一、 中文部分

林渝甯(2022)，實境解謎遊戲式學習教學實踐研究之探討。淡江大學教育科技學系碩士班，新北市。

白益豪(2021)，綠色能源教育導入實境解謎遊戲對學習成效之影響。國立東華大學光電工程學系，花蓮縣。

李蕙宇(2021)，淺談密室逃脫遊戲融入課程與建議。國立臺北科技大學技術及職業教育研究所，臺北市。

陳琬鎰，楊恩誠(2020)，田野間浸微浸消的嗡嗡聲-蜂群衰亡對人類之影響與反思。國立臺灣大學昆蟲學系，臺北市。

李後陞(無日期)，FILE_22 當蜜蜂停止嗡嗡嗡的時候 — — 蜂群崩壞症候群的研究。葳格高中，臺中市。

戴昌鳳(無日期)，氣候變遷、珊瑚白化與珊瑚礁的未來。國立臺灣大學海洋研究所，臺北市。

汪依穎(2010)，玩家遊戲動機與角色扮演遊戲化身設計： 情感設計觀點的初探性研究。國立交通大學傳播研究所，新竹市。

姜善鑫，全球環境變遷。國立台灣大學地理系，臺北市。

施力瑋(2013)，遊戲式學習研究的現況、成果與課題。國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展學系，臺北市。

葉文佩(2019)，色彩與膚色視覺感受關係之探討-以髮色為例。國立臺灣師範大學 設計學系，臺北市。

LUCI(2021)，好的解謎遊戲是怎麼煉成的？解析華麗又充滿遺憾的《微縮世界》。遊戲角落。

二、 英文部分

Tobias, S., & Fletcher, J. D. (2013). Computer games and instruction. American Psychological Association, USA.

Király, O., Potenza, M. N., Stein, D. J., King, D. L., Hodgins, D. C., Saunders, J. B., Griffiths, M. D., Gjoneska, B., Billieux, J., Brand, M., Abbott, M. W., Chamberlain, S. R., Corazza, O., Burkauskas, J., Sales, C. M. D., Montag, C., Lochner, C., Grünblatt, E., Wegmann, E., Martinotti, G., Lee, H. K., Rumpf, H.-J., Castro-Calvo, J., Rahimi-Movaghar, A., Higuchi, S., Menchon, J. M., Zohar, J., Pellegrini, L., Walitza, S., Fineberg, N. A., & Demetrovics, Z. (2020). Preventing problematic internet use during the COVID-19 pandemic: Consensus guidance. ScienceDirect Volume 100.

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., & Raven, P. H. (2020). Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. PNAS Vol. 117.

United Nations. (2015). Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations.

Greenpeace International. (2013). Bees in Decline - Greenpeace International. Greenpeace.

Brazier, R. (2020). University of Exeter, River Otter Beaver Trial. U.K.

彈無虛發－機器人比賽 圓盤發射器性能之提升

A Study on the Innovation of Disc Dispenser in the VEX Competition

李尚元
LEE, SHUNG-YUAN
宜蘭縣立復興國中
Fu-Hsing Junior High School Student
E-mail：sean7777@smail.ilc.edu.tw

摘要

我們今年參加的機器人比賽，主題是要將類似冰上曲棍球的圓盤發射到規定的得分區，在賽季初練習時發現，我們的發射器得分「時高時低」，尚有相當的進步空間，於是我們針對最常見的兩種發射器、打擊發射器與飛輪發射器，分別進行硬體與軟體上的討論及改進，同時由準確性(平均)與穩定性(平均差)經標準化後的綜合評分(得分效率)作為比較之標準。經探究後，打擊發射器部分，得分效率由原先的 12.76，提升 62.1%至 20.68，飛輪發射器部分，得分效率由原先的 16.86，提升 27.1%至 21.2。

最後，雖然兩發射器性能上並無顯著差異，但在考量比賽時機構簡保養難易度後，我們選擇了飛輪發射器來進行比賽。

另外在研究中，打擊發射器分別經過調整橡皮筋強度、增加機組數和增加自動控制後性能有著不少的進步值得，深入探討。

關鍵字：得分效率、比例控制、機器人

Abstract

This study aims to reveal the key to consistent high scoring in launching scoring discs into the goal zones as required in the Vex IQ 2022-2023 competition. In the early stage, the fluctuation in scoring induces the authors' investigation for innovation, not only in hardware, but also in software, to improve the disc dispensers of the most prevalent

types, both the intermittent slapping launcher and the slapshot flywheel launcher, correspondingly. The summarized scoring after the standardization from accuracy (mean value) and stability (standard deviation) are the criterions for comparison.

The investigation reveals that the scoring efficiency for the intermittent slapping launcher is increased by 62.1% from 12.76 to 20.68, while that the scoring efficiency for slapshot flywheel launcher is increased by 27.1% from 16.86 to 21.2

Despite the option for the slapshot flywheel launcher in competition due to easier mechanical maintenance, the drastic enhancement in scoring efficiency for the intermittent slapping launcher, after the strength adjustment of rubber bands as well as the increase in the number of kits, also deserves attention for further investigation.

Keywords：scoring efficiency, proportional control, robot

壹、 前言

參加機器人比賽已經第二年了，今年的比賽主題為 Slapshot，得分的方式是要將類似冰上曲棍球的圓盤發射到規定的得分區，由於得分區依照距離遠近區分不同的得分標準，除了發射距離近分數低，如果太遠靠近場地圍牆分數會更低，發射圓盤的結構就非常重要。經過組裝不同的發射結構，發現此次得分裝置(圓盤發射器)，穩定度不高，準確性不高，所以希望能夠藉由探究實驗來系統性的研究解決此問題。

本次研究的主要目的為，藉由硬體與軟體的調整提升發射器性能，經過整理本次的研究目的可細分為八點：

一、 討論打擊發射器內橡皮筋強度對得分之影響

二、 討論打擊發射器內機組數目對得分之影響

三、 討論打擊發射器增加感測器和自動控制程式對得分之影響

四、 討論飛輪發射器內馬達轉速對得分之影響

五、 討論飛輪發射器內力矩大小對得分之影響

六、 討論飛輪發射器內底板材質對得分之影響

七、 討論飛輪發射器增加自動控制對得分之影響

八、 比較打擊發射器與飛輪發射器改進過程性能之提升、及比賽發射器選擇

貳、 研究實施與設計

本次研究的設備與器材眾多，以下將針對研究工具與研究方法兩部分進行介紹。

一、研究工具

在研究工具方面可以分成三類，分別為：比賽場地與設備、發射結構、程式編成設備進行介紹。

(一) 比賽場地與設備

機器人比賽需要在規定的場地來進行，本次使用的場地為長 8 英尺，寬 6 英尺的長方形材質為塑膠具有邊牆的場地來進行(圖 1 所示)。比賽所使用的得分工具為橘色圓盤(圖 1 所示)規格為:直徑 2.5 英吋 (63.5 毫米)高度 0.5 英吋 (12.7 毫米)，圖 1 中綠色框所顯示的即為一個圓盤，此次研究會使用 25 個。

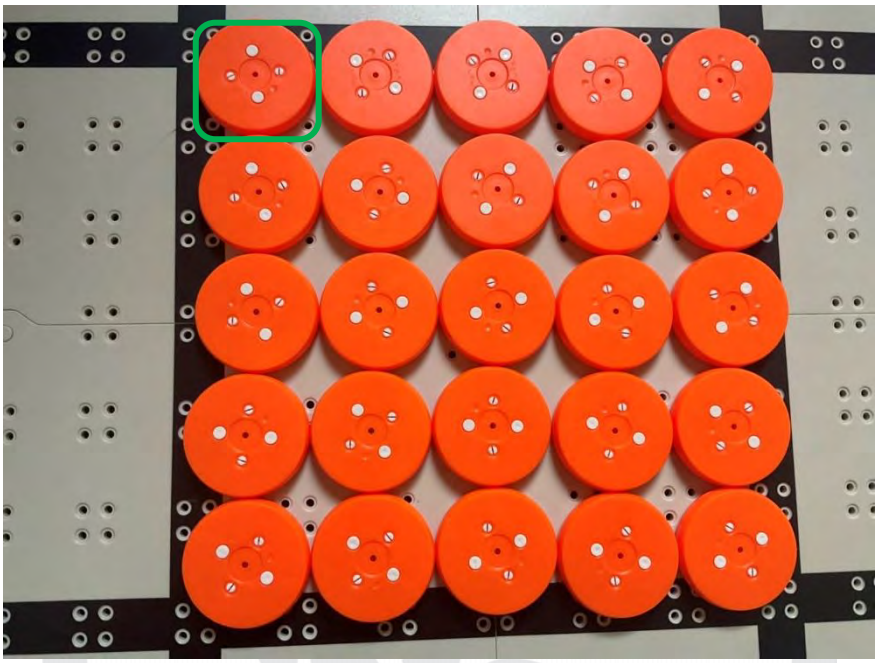


圖 1.比賽場地與得分圓盤

(二) 發射結構

本次研究主要探討不同發射結構的表現，經過初步的討論與組裝，我們歸納並設計出兩種常用的發設計結構，分別為 1.飛輪發射器與 2.打擊發射器。以下將針對這兩種發射器進行說明與比較。

1. 飛輪發射器

飛輪發射器主要是利用輪胎快速轉動的方式來進行圓盤發射，其動力傳輸方式為馬達—齒輪組(增加轉速)—車輪，我們將飛輪結構進行組裝，為了調高輪胎轉速我們裝上齒輪比為 15 的齒輪組,換句話說馬達輸出的轉速如果為 10rmp,最後在車輪的輸出可以達到 150rpm 的轉速。完成的飛輪發射器結構如圖 2 所示。從圖 2 來看，紅色框中顯示為馬達，綠色框顯示的為齒輪組，在黃色框中則是輪胎。

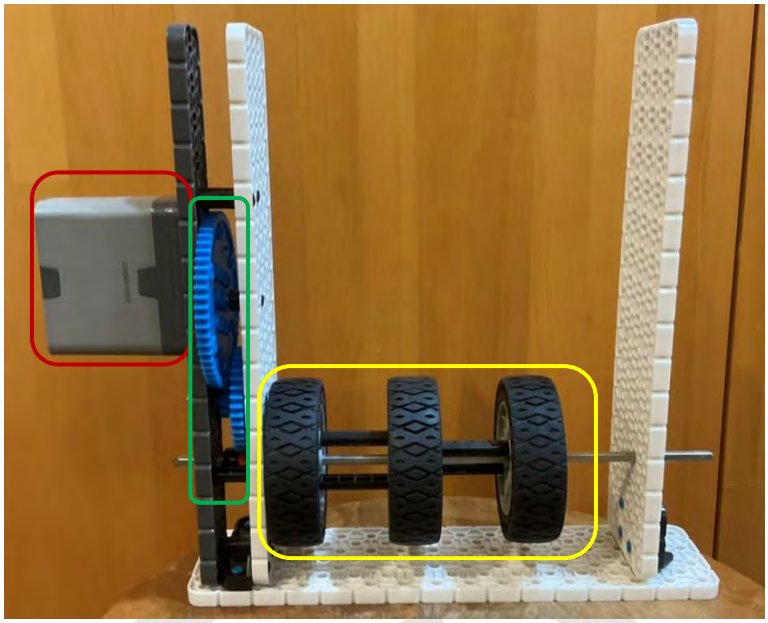


圖 2.飛輪發射器

2. 打擊發射器

另外一種發射器為打擊發射器，動力來源是利用馬達旋轉間歇齒輪帶動齒條，拉動橡皮筋，然後利用橡皮筋回彈的特性將圓盤撞擊出去，圖 3 為這次研究所設計並組裝的打擊發射器，從圖 3 可以看到紅框內為馬達。黃色框所顯示的為齒條。藍色框內的則為間歇齒輪。

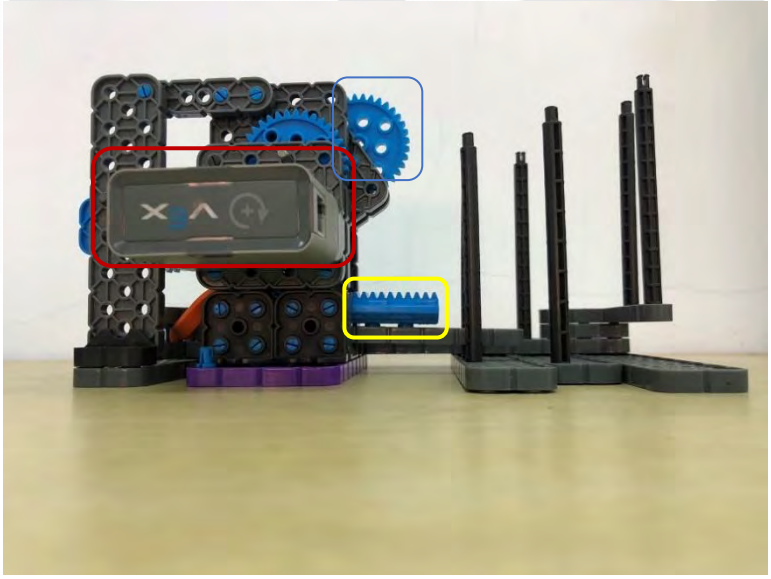


圖 3.打擊發射器側面圖

在打擊發射器結構中採用橡皮筋的彈力完成發射圓盤的任務，在圖 4 中橘色的結構便是所使用的橡皮筋(橘色框所示)。

圖 4.打擊發射器橡皮筋位置圖

在打擊發射器中我們利用一個滑輪結構(圖 5 綠色框所示)方便我們針對橡皮筋的鬆緊度進行調整，這個結構可以讓我們方便進行橡皮筋彈力調整。

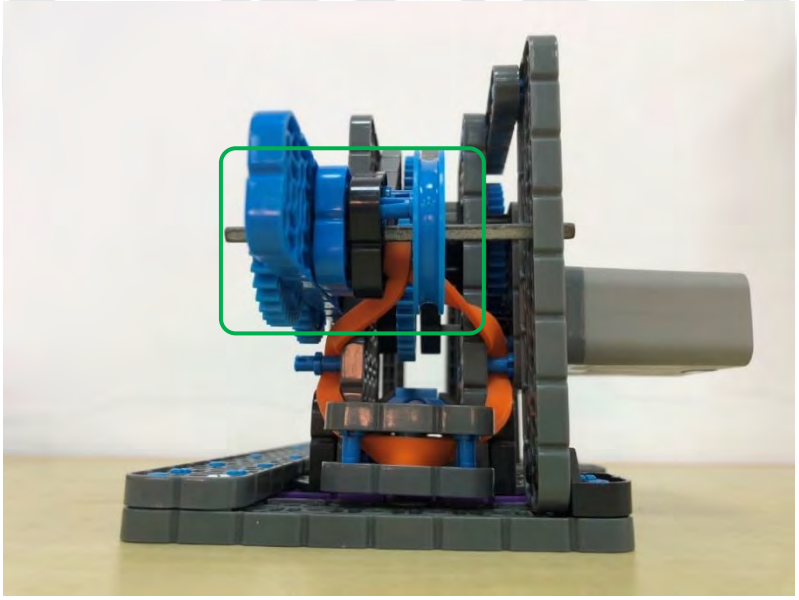
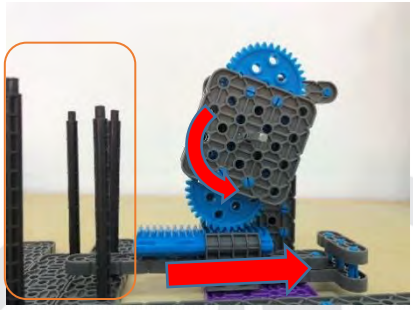
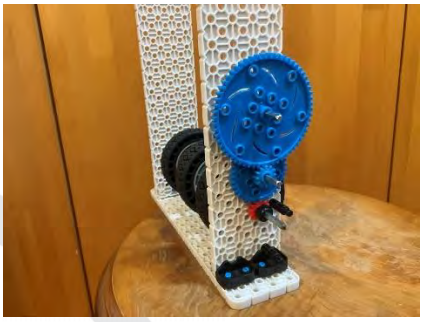
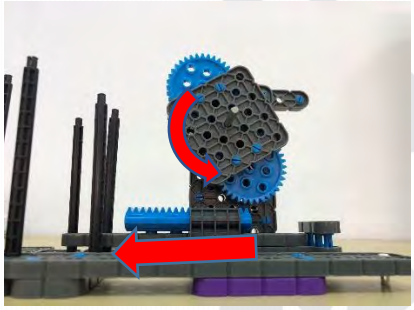
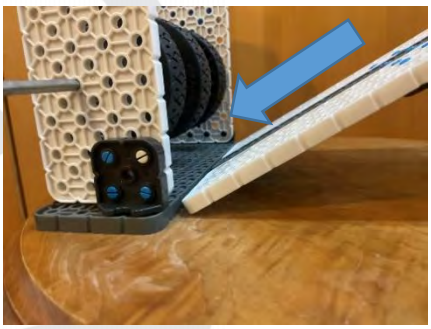


圖 5.打擊發射器彈力調整器

表 1.打擊發射器與飛輪發射器比較表

	橡皮筋打擊發射器	飛輪發射器
圓盤放置位置	匣子(橘框)	斜坡
所用機構	間歇齒輪、齒條、滑軌	齒輪組、輪軸
發射直接動力來源	橡皮筋之彈性位能	快速旋轉的輪胎
工作示意圖		
		

(三) 程式編成設備

本次研究我們會針對馬達的輸出進行調整，這些電子零件功能設定需要透過程式編程的方式來完成，這個部分將針對軟體與編程設備(硬體)部分說明。

1. 編程軟體

本次所使用的編成軟體為官方指定使用的 VEX codeIQ 程式編輯軟體。圖 6 為軟體操作畫面，右邊為編程區，左邊則是功能模塊區(Block)。

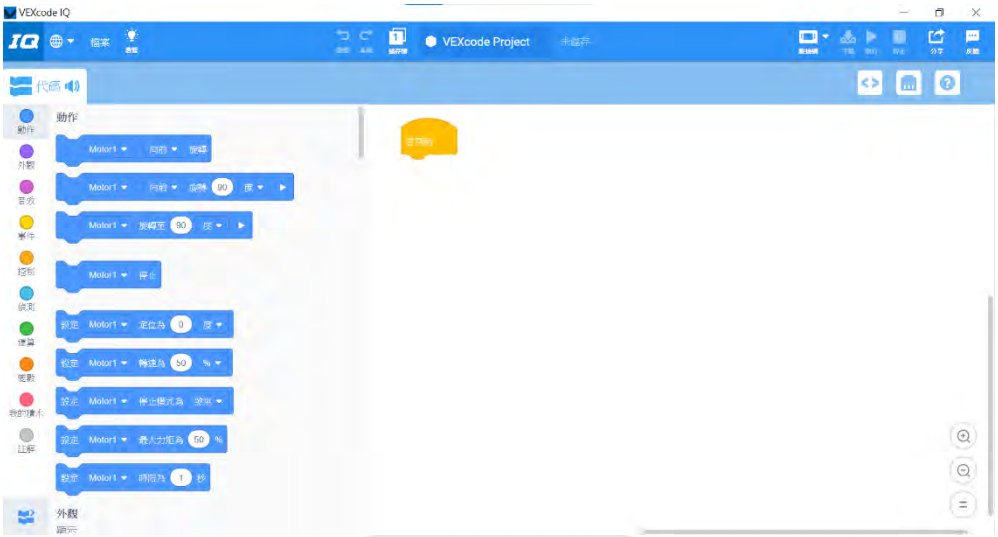


圖 6.VEXcode IQ 軟體操作畫面示意圖

2. 編程設備

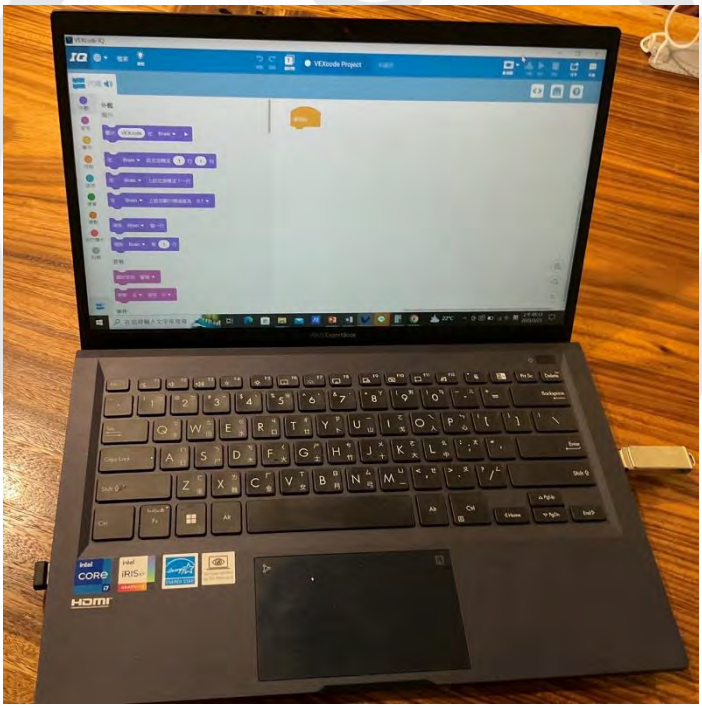


圖 7. LAPTOP-GPTH50GM 編程電腦

二、 研究方法

此次賽局的目標是透過，將圓盤放入得分區取得盡可能高的得分。計分方式如圖 7 說明，紫色區為 2 分區、藍色區為 3 分區、綠色區為 4 分區，黃色區為 1 分區，紅色框則是圓盤發射區。

圖 8.得分區示意圖

從圖 8 可以看到如圓盤發射後停止的位置如果離發射區越靠近,分數越低,如果發射力量過大碰到圍牆(圖 8 橘色框所示)停止在黃色區則只能獲得 1 分。換言之比賽的關鍵強調發射器的準確性及穩定性。

為了方便探究，我們將如何把盡可能多(準確性)、且穩定(穩定性)的發射圓盤進入四分區定為此次研究的方向。因一格 4 分區最多只能擺放 25 個圓盤，所以此次研究會使用 25 個，每次實驗均發射 25 個圓盤，共 5 次。如下圖 9 所示，圖中一格 4 分區(紫色)，最多只能擺放 25 個圓盤。

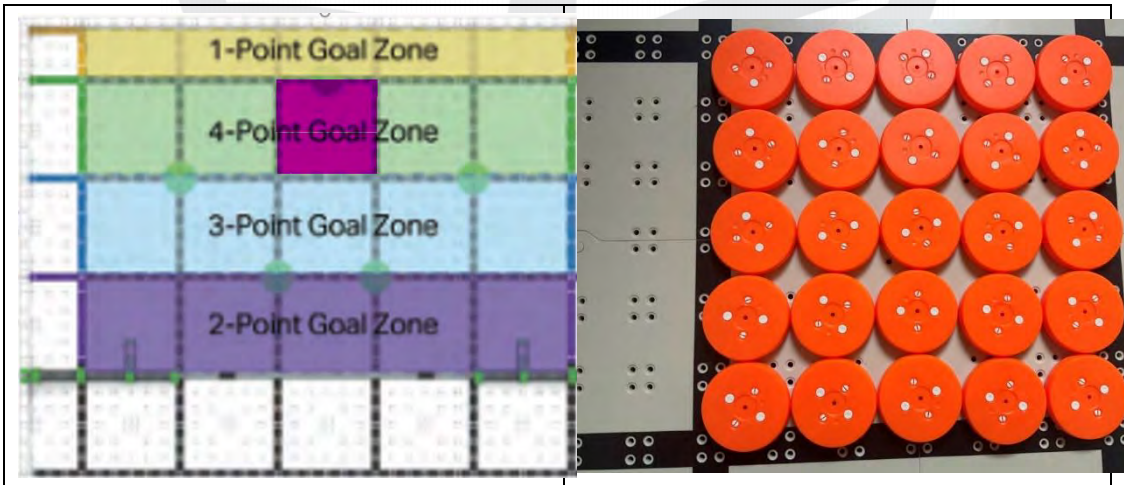


圖 9.得分區圓盤容量示意圖

得分計算方式以圖 10 為例，全部 4 分區(紫色)的圓盤(橘色)，其中，由 3 分區進入 4 分區算分(綠色)、由 4 分區進 1 分區不算分(藍色)、未進入 4 分區不

算分(紅色)

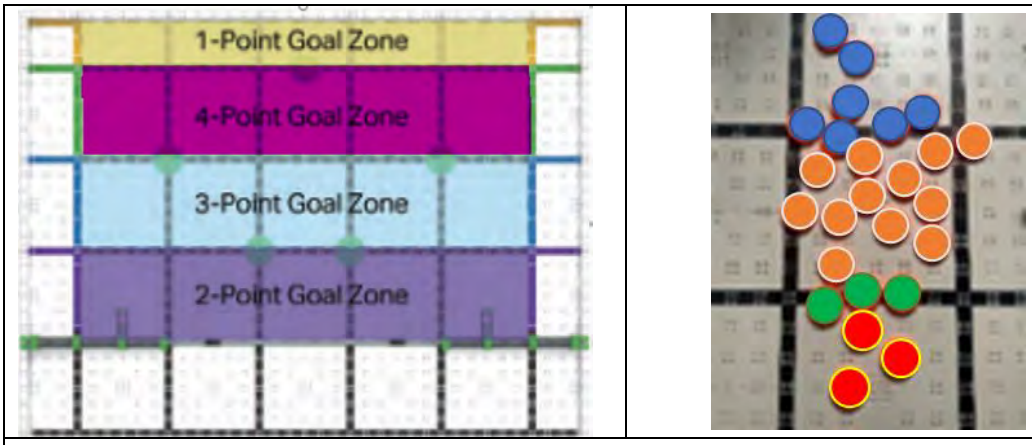


圖 10.得分區圓盤計分示意圖

為了同時兼顧準確性及穩定性，因此我們訂定得分效率定義為:

5 次實驗平均(準確性)- 5 次實驗平均差又稱:平均絕對離差(穩定性)[1]

平均差計算方式:$\frac{|第1次得分-平均|+|第2次得分-平均|+\cdots+|第5次得分-平均|}{5}$

（一）實驗一、討論打擊發射器內橡皮筋強度對得分之影響

步驟:

1. 裝置如圖 11 所示
2. 調整橡皮筋強度(將調節齒輪順時針旋轉至 0 度)
3. 啟動裝置觀察
4. 改變橡皮筋強度(將調節齒輪順時針旋轉 90 度)
5. 重複步驟 3. 4.(兩次)

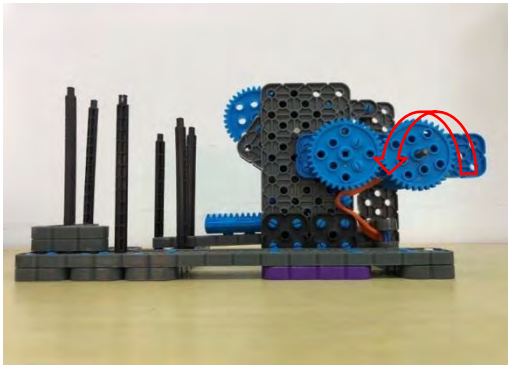


圖 11.橡皮筋調整示意圖

[1]本文將以平均差表分數的離散程度，同時相較於使用標準差，平均差較不易失真。

（二）實驗二、討論打擊發射器內機組數目對得分之影響

步驟:

1. 增加機具數，兩具並列排放(圓盤平分)

2. 啟動裝置觀察

（三）實驗三、討論打擊發射器增加感測器和自動控制程式對得分之影響

步驟:

1. 裝置如圖 12 所示

2. 增加自動控

3. 啟動裝置觀察

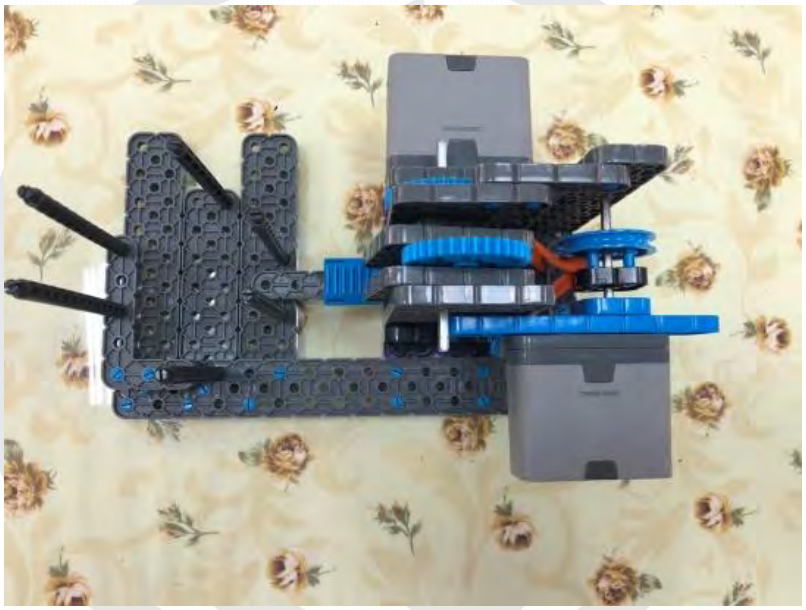


圖 12. 打擊發射器

（四）實驗四、討論飛輪發射器內馬達轉速對得分之影響

步驟:

1. 裝置如圖 13 所示

2. 設定馬達轉速為 120rpm

3. 啟動裝置觀察

4. 改變轉速(減 20rpm)

5. 重複步驟 3. 4.

圖 13. 飛輪發射器

（五）實驗五、討論飛輪發射器內力矩對得分之影響

步驟:

1. 裝置如圖 14 所示
2. 調整力矩
3. 啟動裝置觀察
4. 改變力矩(減 25%)
5. 重複步驟 3. 4.

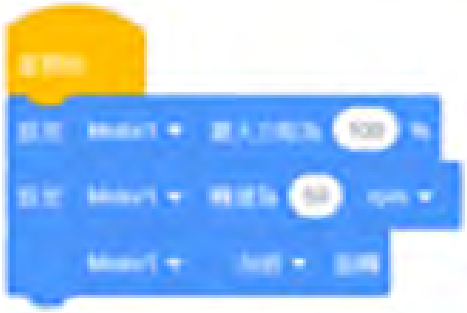


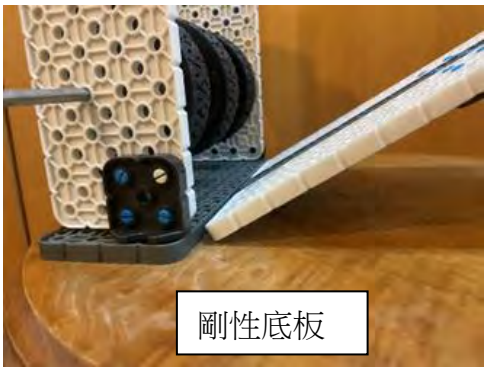
圖 14. 調整力矩示意圖

（六）實驗六、討論飛輪發射器內底板材質對得分之影響

步驟:

1. 裝置如圖所示
2. 將底板更換成柔性

3. 啟動裝置觀察



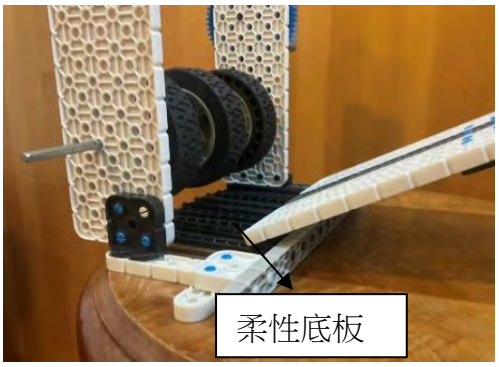


圖 15. 不同飛輪發射器內底板材質示意圖

（七）實驗七、討論飛輪發射器增加自動控制與得分之關係

步驟:

1. 裝置如圖所示
2. 增加自動控制程式
3. 啟動裝置觀察

（八）比較打擊發射器與飛輪發射器改進過程性能之提升、及比賽發射器選擇

參、結果與討論

本章節將針對研究結果分成 8 個部分加以說明，1.討論打擊發射器橡皮筋強度與得分之關係、2.討論打擊發射器機組數與得分之關係、3.討論打擊發射器增加自動控制與得分之關係、4.討論飛輪發射器轉數與得分之關係、5.討論飛輪發射器力矩與得分之關係、6. 討論飛輪發射器底板材質與得分效率之關係、7. 討論飛輪發射器增加自動控制與得分之關係、8. 兩發射器改進過程性能之提升、及比賽發射器選擇。

一、討論打擊發射器橡皮筋強度與得分之關係

經過實驗數據收集，將打擊發射器橡皮筋強度與得分的結果製作成表 2 與圖 16，透過表 2 可以得知不同橡皮筋的強度與得分的關係．

表 2.橡皮筋強度與得分關係一覽表

調節器轉至度數\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
0	10	12	6	7	8	8.6	1.92	6.68
90	16	14	14	12	13	13.8	1.04	12.76
180	9	12	10	9	9	9.8	0.96	8.84

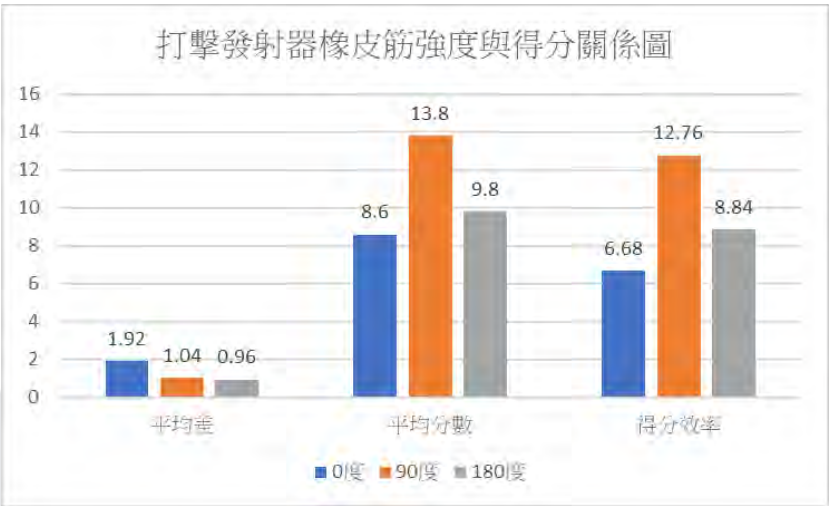


圖 16.打擊發射器橡皮筋強度與得分關係圖

從圖 16 中顯示藉由改變橡皮筋的強度可得知

得分效率:橡皮筋強度(橡皮筋調節齒輪度數)90＞180＞0

圓盤間距:橡皮筋強度橡皮筋調節齒輪度數)180＞90＞0

我們還發現:

(一) 打擊發射器，橡皮筋強度越強距離越遠，且相同強度下每次首發停止位置大致相同。

(二) 但因為此性質(上一點即使前一發在目標區內，後續發射的圓盤極有可能將前發推出，又或者前發擋住後發使其無法進入目標區，導致打擊發射器縱向分布高、水平分布低，而決定推出或阻擋因素則與橡皮筋強度有關。

(三) 橡皮筋強度較大時圓盤有足夠的動能將前發圓盤打散，因此在上述情況下密集度較低，橡皮筋強度較低時反之。

綜上所述打擊發射器橡皮筋強度會影響圓盤密集度，但受限於打擊發射器水平分布低的缺點，所以橡皮筋強度的改變，在得分效率的提升有限

二、 討論打擊發射器機組數與得分之關係

為了改善上個實驗，水平分布低的缺點，我們將機組數增至兩台，觀察是否可藉由兩不同機組所發射的圓盤在移動過程中相互碰撞，從而增加水平分布、大幅提升得分效率，針對打擊發射器機組數與得分之關係將結果製作成表 3 與圖 17，透過表 2 可以得知打擊發射器組數與得分的關係。

表 3. 打擊發射器機組數與得分關係一覽表

機組具數\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
一具	16	14	14	12	13	13.8	1.04	12.76
兩具	16	20	21	18	19	18.8	1.44	17.36

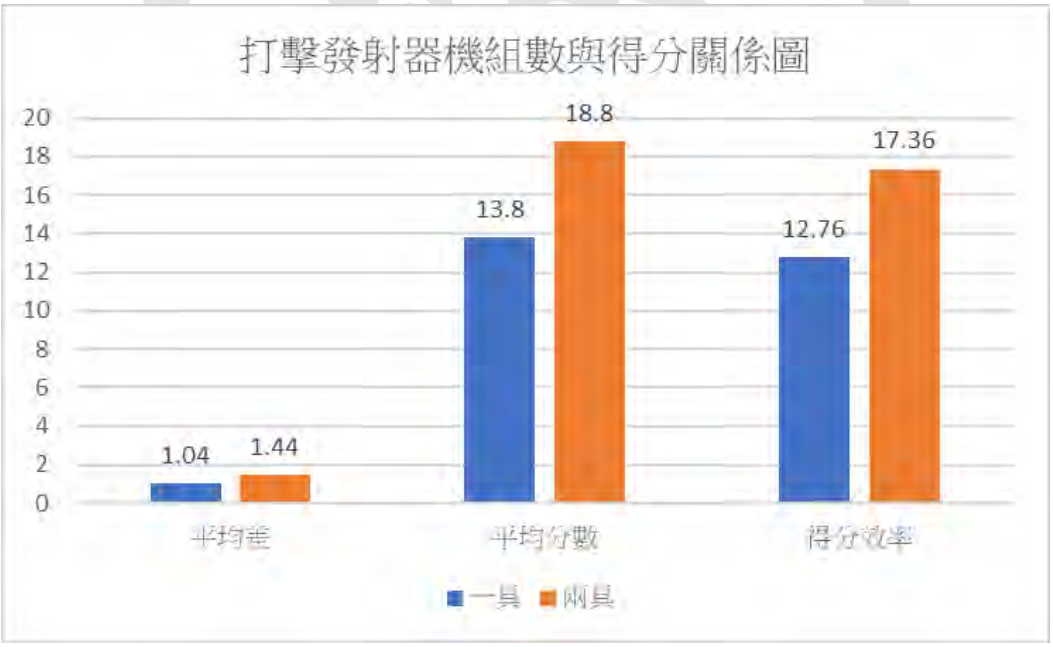


圖 17.打擊發射器機組與得分關係圖

由表 3 與圖 17 中可發現:

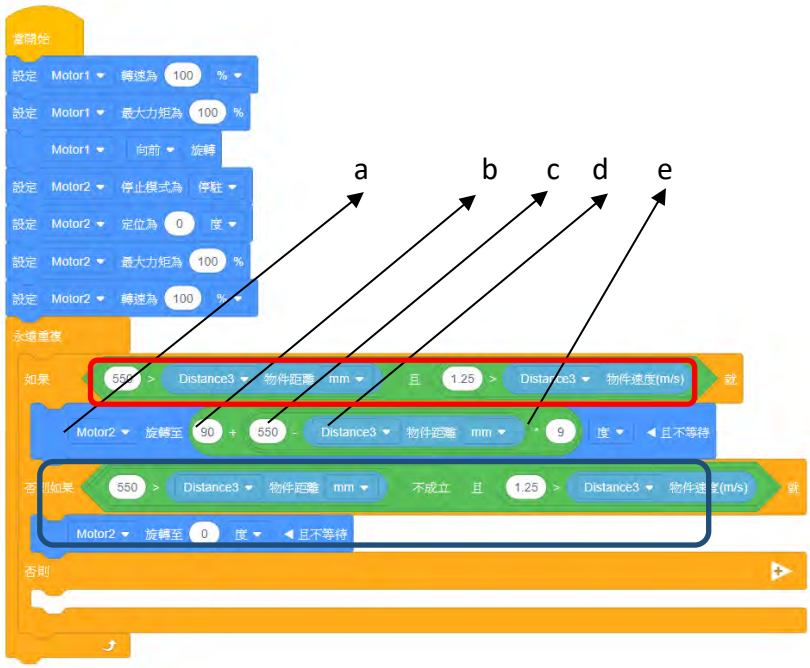
(一) 藉由增加機組數，得分效率有著顯著的提升

(二) 水平分布有明顯的提升

(三) 圓盤推出或擋住的問題仍然存在，導致圓盤之間排列不夠緊密。

三、 討論打擊發射器增加自動控制與得分之關係

為了改善上個實驗，圓盤之間排列不夠緊密的缺點，我們將機組增設一個馬達和雷射測距儀，藉由測距儀反饋出圓盤與發射器的距離，以類似比例控制控制馬達調整橡皮筋的強度進而控制距離(由實驗一可得知)，使圓盤密集的排列在目標區內、幅提升得分效率，程式如圖 18 所示。



$$P_{\text{out}} = K_p\, e(t) + p0$$

P_{out}: 比例控制器的輸出，在此為 a 方塊

$p0$: 沒有誤差時的控制器輸出，在此為 b 方塊，此數值由實驗一得出

K_p: 比例增益，在此為 c 方塊

e(t): 時間 t 時的瞬時誤差

(目標值-反饋值)

目標值，在此為 d 方塊

反饋值在，此為 e 方塊

紅框內為執行 a 方塊之判定條件，其中為了避免測距儀反饋正在移動中的圓盤距離，所以將條件定為圓盤移動速度小於 1.25m/s且距離小於 55cm。

藍框內方塊作用為，當感測器測得圓盤距離未小於 55cm，馬達將會將橡皮筋強度減弱(轉至 0 度)

圖 18 比例控制說明圖

透過比例控制的協助將結果製作成表 4 與圖 19，從表 3 與圖 19 中可以發現透過比例控制協助可以提高得分表現。

表 3. 打擊發射器機組數與得分關係一覽表

自動控制有無\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
無	16	20	21	18	19	18.8	1.44	17.36
有	22	22	24	22	19	21.8	1.12	20.68

圖 19.打擊發射器有無自動控制與得分關係圖

四、 討論飛輪發射器轉數與得分之關係

飛輪發射器，並不像打擊發射器每次獲得的動能皆是相當的，而是受到輪胎轉速的影響，所以我們調整馬達輸出轉速，觀察轉速與得分效率與性質。針對飛輪發射器的轉速與得分關係製作成表 4 與圖 20。

表 4. 飛輪發射器的轉速與得分關係一覽表

馬達 rpm\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
40	10	11	10	11	10	10.4	0.48	9.92
60	18	18	20	15	18	17.8	1.12	16.68
80	12	12	15	13	15	15.8	1.28	14.52
100	14	13	9	7	4	9.4	3.28	6.12
120	4	5	5	4	5	4.6	0.48	4.12

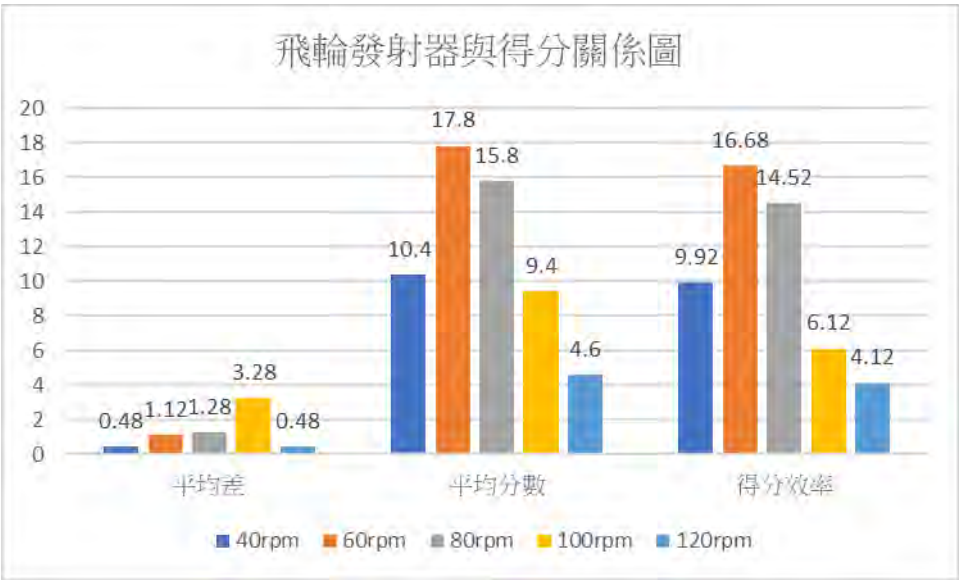


圖 20.飛輪發射器轉速與得分關係圖

透過表 4 與圖 20 結果顯示藉由改變馬達轉速可得知

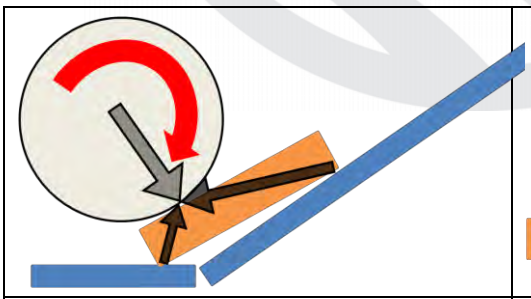
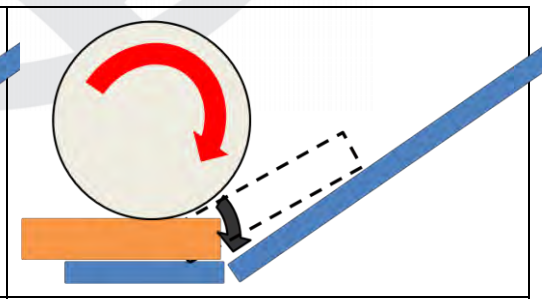
得分效率: 60＞80＞100＞40＞120(rpm)

圓盤間距:120＞100＞80＞40≒60(rpm)

距離:100＞120＞80＞60＞40(rpm)

同時我們還發現:

(一) 飛輪發射器轉速超過 60rpm 發射時，會有大概率發出類似打擊發射器的敲擊聲，透過觀察得出是因為當圓盤經過斜坡與輪胎交界處時，輪胎將圓盤快速下壓所發出的。

	
底板提供圓盤的支撐力	快速下壓

(二) 這個現象的出現會伴隨著，馬達轉速大幅的下降，導致圓盤發射距離忽遠忽近(不穩定)，是因為底板提供圓盤的支撐力，增加了圓盤與輪胎之間摩擦力，使圓盤獲得較大的動能，導致發射距離增

加，也同時使輪胎損失了相當的動能，導致轉下降。

(三) 其他時間發出的是滑行聲。

(四) 飛輪發射器有著較高的水平分布，

綜上所述飛輪發射器轉速會影響圓盤距離和間距，隨著轉速越快距離與間距將會越大。

五、 討論飛輪發射器力矩與得分之關係

針對飛輪發射器力矩與得分之關係將結果製作成表 5 與圖 21。

表 5. 飛輪發射器力矩與得分關係一覽表

力矩\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
50(%)	9	8	8	6	8	7.8	0.72	7.08
75	11	11	12	10	11	11	0.4	10.6
100	18	18	20	15	18	17.8	1.12	16.68

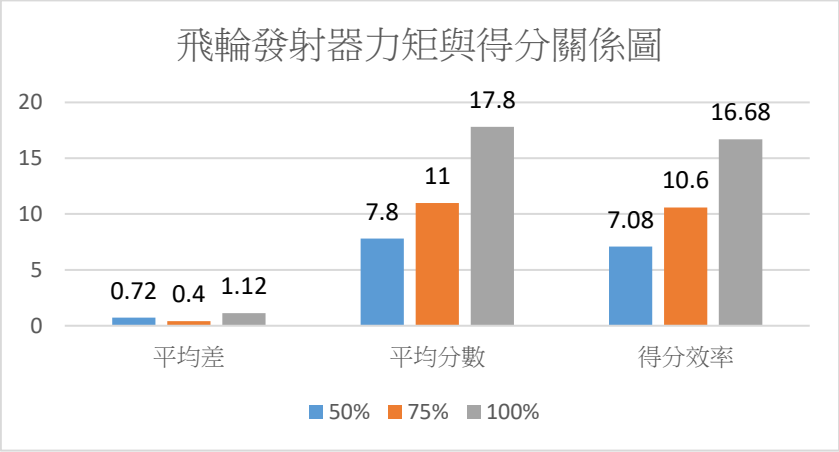


圖 21.飛輪發射器力矩與得分關係圖

從表 5 與圖 21 發現得分效率:力矩(%) 100＞75＞40

經實驗發現，力矩越大時轉速衰減越慢，所以分布較短，力矩越小時轉速衰減越快，所以分布較長。

六、 討論飛輪發射器底板材質與得分效率之關係

為了改善實驗六所提到的現象，於是我們把飛輪發射器板材質換成柔性的，希望可藉由此改動，減少底板對圓盤的支撐力，解決實驗六中遇到的問

題。結果如表 6 與圖 22 所示。

表 6. 飛輪發射器底板材質與得分關係一覽表

底板材質\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
剛性	18	18	20	15	18	17.8	1.12	16.68
柔性	22	21	22	20	23	21.6	0.88	20.72
底板材質\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率

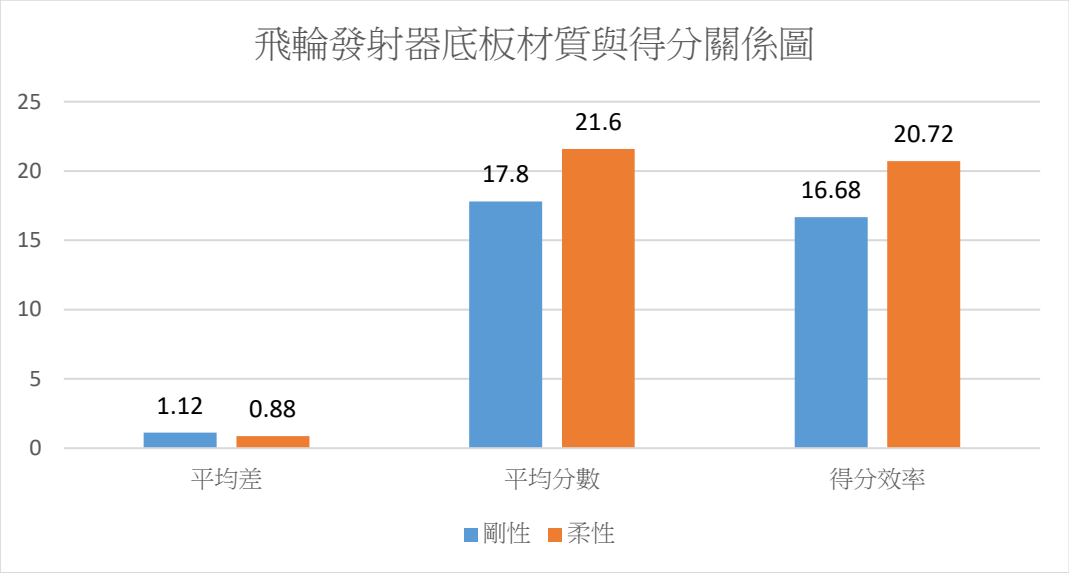


圖 22.飛輪發射器底板材質與得分關係圖

從表 6 與圖 22 發現針對飛輪發射器底板材質與得分效率: 柔性＞剛性。經實驗發現，柔性底板確實因其所提供的支撐力較小（圖 23 所示），所以相較於剛性底板有著較好的得分效率與較慢的轉速衰減，同時擊打聲也隨之消失了。

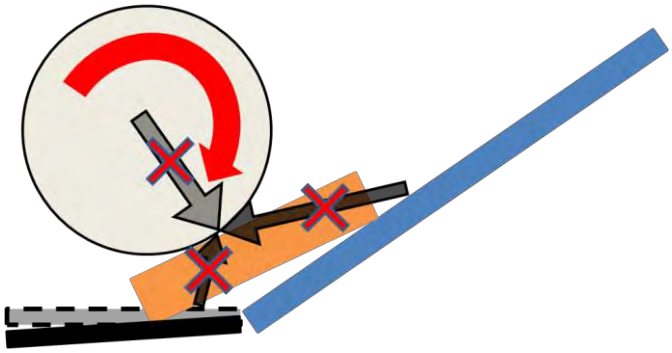
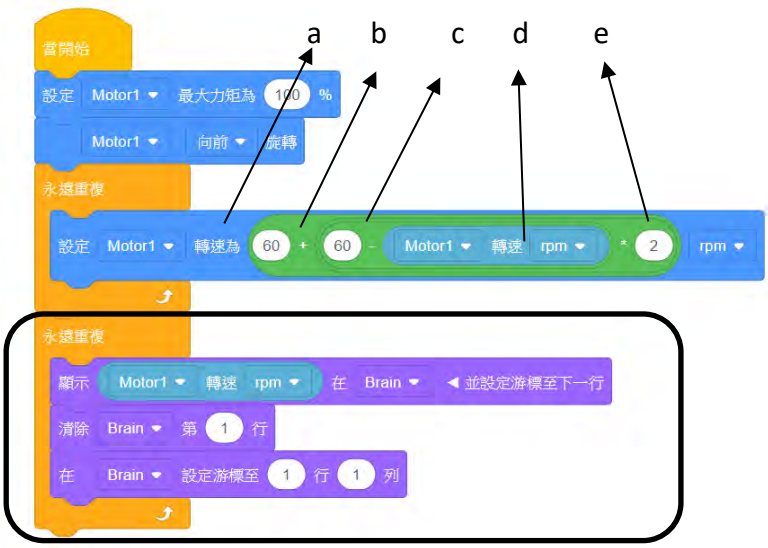


圖 23.底板支撐力示意圖

七、 討論飛輪發射器增加自動控制與得分之關係

雖然實驗六中，飛輪發射器各方面性能都有所提升，但仍有進步空間，於是以比例控制的概念，增加了控制轉速之程式，對發射器進行優化，程式圖 24 所示。



$$P_{\text{out}} = K_p\, e(t) + p0$$

P_{out}：比例控制器的輸出，在此為 a 方塊

$p0$: 沒有誤差時的控制器輸出，在此為 b 方塊，此數值由實驗四得出

K_p: 比例增益，在此為 c 方塊

e(t): 時間 t 時的瞬時誤差

(目標值-反饋值)

目標值，在此為 d 方塊

反饋值在，此為 e 方塊

黑框為轉速顯示部分

圖 24.飛輪比例控制程式示意圖

針對飛輪發射器在比例控制協助下結果如表 7 與圖 25 所示。

表 7. 飛輪發射器與自動控制得分關係一覽表

自動控制\次數	1	2	3	4	5	平均	平均差	得分效率
無	22	21	22	20	23	21.6	0.88	20.72
有	23	22	23	21	21	22	0.8	21.2

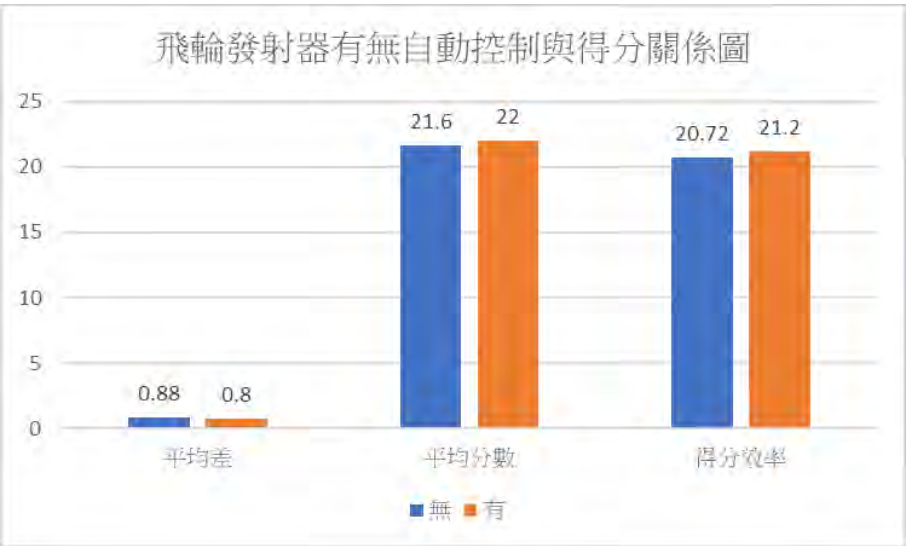


圖 24. 飛輪發射器與自動控制得分關係一覽表

八、 兩發射器改進過程性能之提升、及比賽發射器選擇

(一) 改進過程部分

本研究先後對兩發射器，進行硬體及軟體上的優化，使其相較於初始的成績有著相當大提升。(如圖 25 所示)

打擊發射器得分效率由初始(實驗一的最優組)12.76 分提升至 20.68 分，飛輪發射器得分效率由初始(實驗四的最優組)16.68 分提升至 21.2 分

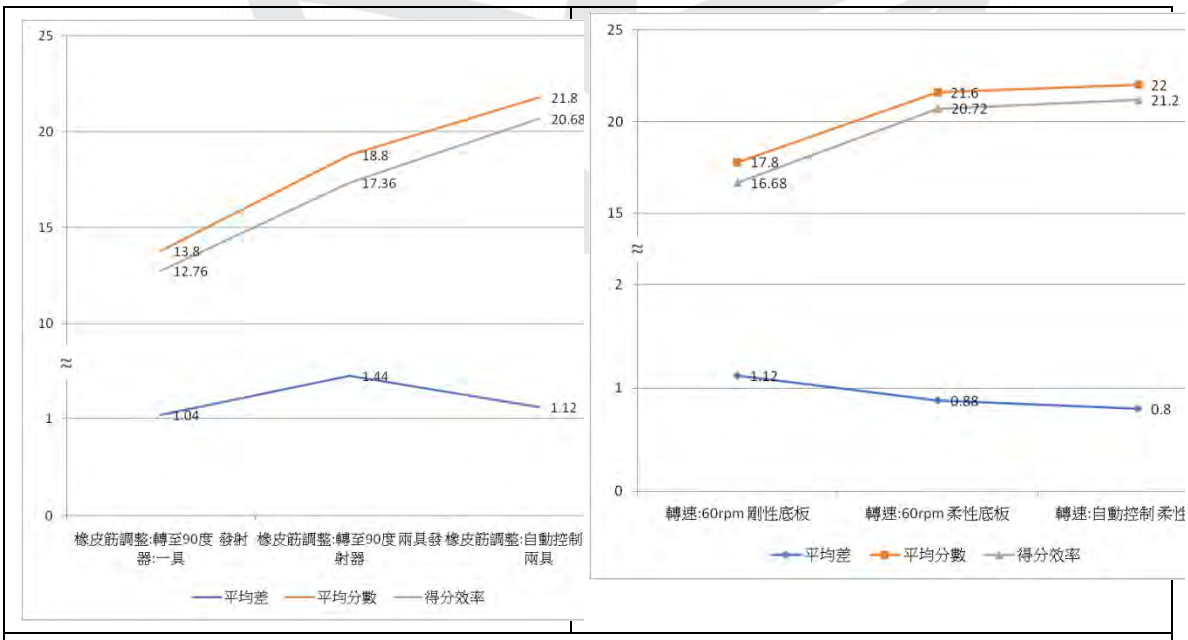


圖 25.各次改動與得分關係圖

針對圖 25 的資料會製成打擊發射器與飛輪發射器雷達分析圖，然後進行整體評估，最後製成表 8 綜合評估比較表。

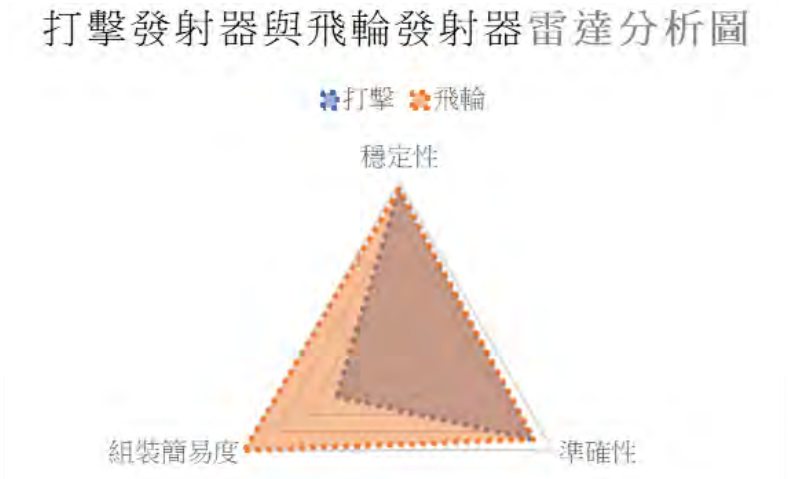


圖 26.打擊發射器與飛輪發射器雷達分析圖

表 8.不同發射器綜合評估比較表

	打擊發射器	飛輪發射器	勝者
穩定性(平均差)	1.12	0.96	無顯著差異
準確性(平均)	21.8	22	無顯著差異
得分效率	20.68	21.04	無顯著差異
	組裝簡易度		飛輪發射器
電機數量	3	電機數量	3
齒輪、齒條數量	5	齒輪、齒條數量	5

綜合上述資料，雖然飛輪發射器穩定性(平均差)、準確性(均差)、得分效率皆略高於打擊發射器，但並無顯著差異，於是考慮在比賽時機構需簡易以便於保養後，我們選擇了飛輪發射器來進行比賽。

肆、 結論與未來展望

針對本次研究歸納出三個結論：

一、 打擊發射器部分，將各項探究實驗所得的最佳數值導入打擊發射器機組，可讓整體得分提升約 62.1%(表 9 所示)

二、 飛輪射器部分，將各項探究實驗所得的最佳數值導入飛輪發射器機組，可讓整體得分提升約 27.1%

表 9.不同發射器優化後得分表現比較表

	原始分數	優化後分數	增加%
打擊發射器	12.76	20.68	62.1%
飛輪發射器	16.68	21.2	27.1%

三、 考量比賽時機構簡保養難易度後，由表格及雷達圖分析後，我們選擇了飛輪發射器來進行比賽。

本次探究實驗模組，可融入國中資訊與生活科技課程，並因其簡單易懂的設備，能提起學生高度興趣，建議推廣至國中。

本次為了提升兩發射器在比賽中的得分，所設計出來的探究實驗，其模組架構可應用於未來各種不同的比賽，並提升解決問題的效率，希望在未來的比賽能夠有更好的成績。

參考文獻

中文部分

中華資訊與科技教育學會. (2023 0). VIQC 競賽手冊. Retrieved April 26, 2023, from https://drive.google.com/file/d/12NiJ8N6oM68iiucbTitcakKyFgYX2613/view

英文部分

Nicholas, T. N. (2014, January 15). WHAT SCIENTIFIC IDEA IS READY FOR RETIREMENT? Retrieved April 26, 2023, from https://web.archive.org/web/20140116031136/http://www.edge.org/response-detail/25401

聊天機器人在 python 教學上的策略與分析
以 2020 年至 2023 年為例

Strategies and Analysis of Chatbots in Python Teaching: A Case Study from 2020 to 2023

陳佑名
CHEN,YU MING
臺北市立大學 教育系博士班 博士生
University of Taipei Department of Education Doctoral Student
E-mail: kevin@pdps.tp.edu.tw

摘要

聊天機器人不管在科學界還是文學界，這種人工智能(AI)技術都對研究人員的工作方式產生巨大影響，甚至可以說是產生一種前所未有的改變。以 ChatGPT 為例， 它是一種大型語言模型(LLM)，GPT 是一種機器學習系統，可以自主地從數據中學習，並且可以在對大量文本數據集進行訓練後生成複雜且看似智能的文字。使用聊天機器人這項技術是不可避免的，禁止它是一件不可能的事。研究界必須就這種潛在的顛覆性技術的影響展開辯論。如何善用聊天機器人才是我們應該思考的方向。

Python 是一種廣泛使用的程式設計語言，用於 Web 應用程式、軟體開發、資料科學與機器學習（ML）。我們使用 Python 的原因，在於 Python 效率高又容易學習，並且可以在許多不同的平台上執行。但即使 python 的效率高，但還是必須經過一段時間的學習與練習才能達到一定的熟練程度，因此我開始思考如何有效地去導入聊天機器人於 python 來加速使用與學習，甚至達到偵錯與設計上的建議。

本研究旨在探討聊天機器人在 Python 教學上的應用，以期提高學生對於 Python 程式語言的學習成效，及提高其學習動機和興趣。以聊天機器人在 python 教學上的面向上探討如何使用 Python 串接 OpenAI API 並串連上下文語句。

在使用聊天機器人的策略上需注意以下幾點:一、聊天機器人的產出物需要人工驗證；二、需要制定相關的使用規範；三、投資在對的地方；四、聊解擁有人工智能的好處；五、我們需要加大對人工智能的討論。

聊天機器人在 Python 教學中的應用具有前景，需要教育機構和開發團隊的共同努力，積極探索學生的學習需求和聊天機器人的發展趨勢，以建立更加完善和可靠的聊天機器人，有效提高學生的學習效果和實踐能力。

關鍵字：聊天機器人、大型語言模型、Python

Abstract

Chatbots, regardless of whether in the scientific or literary field, have had a huge impact on the way researchers work, and can even be said to bring about an unprecedented change in the field of artificial intelligence (AI) technology. Take

ChatGPT as an example. It is a large language model (LLM), and GPT is a type of machine learning system that can learn autonomously from data and generate complex and seemingly intelligent text after being trained on a large dataset of textual data. The use of chatbots is inevitable, and prohibiting it is impossible. The research community must debate the potential disruptive effects of this technology. The focus should be on how to make the best use of chatbots.
Python is a widely used programming language for web applications, software development, data science, and machine learning (ML). The reason we use Python is that it is efficient, easy to learn, and can run on many different platforms. However, even though Python is efficient, it still requires a period of learning and practice to achieve a certain level of proficiency. Therefore, I started thinking about how to effectively introduce chatbots in Python to speed up the learning process, even achieving debugging and design recommendations.

This study aims to explore the application of chatbots in Python education in order to improve students' learning outcomes and motivation towards the Python programming language. It discusses how to use Python to connect with OpenAI API and link contextual sentences using chatbots in Python education.

There are several points to consider when using chatbots: firstly, chatbot outputs need to be manually verified; secondly, relevant usage norms need to be established; thirdly, invest in the right place; fourthly, benefit from the use of artificial intelligence in chatbots; fifthly, we need to increase the discussion of artificial intelligence.

The application of chatbots in Python education has promising prospects and requires the joint efforts of educational institutions and development teams to actively explore students' learning needs and the development trends of chatbots in order to establish more complete and reliable chatbots, effectively improving students' learning outcomes and practical abilities.

Keywords:Chatbots, LLM, Python

第一章 緒論

一、研究背景與動機

聊天機器人可以說是科學遊戲規則的改變者（曾懷寬，2023）。自去年年底發布名為 ChatGPT 的聊天機器人以來，不管是在科學界還是文學界，這種人工智能(AI)技術都對研究人員的工作方式產生巨大影響，甚至可以說是產生一種前所未有的改變，就連一般社會大眾對於他的能力都被深深的吸引，臺北市政府正在積極評估使用 ChatGPT 來增進市民服務的方式，例如 1999 專線等。「早期的 Chatbot（客服機器人）跟人的差距比較大，現在 ChatGPT 最讓人驚豔的，就是對語文的理解能力很強。」（李鎮宇，2023）。

以 ChatGPT 為例， 它是一種大型語言模型(LLM)，GPT 是一種機器學習系統，可以自主地從數據中學習，並且可以在對大量文本數據集進行訓練後生成複雜且看似智能的文字。這是加利福尼亞州舊金山的人工智能公司 OpenAI 和其他公司發布的一系列此類模型中的最新一個（謝瓊竹，2023）。ChatGPT 引起了許多人的興趣和爭議，因為它是首批可以完整的使用英語和其他語言就廣

泛話題與用戶交談的模型之一。重點它是免費的，而且非常容易使用並且可以持續的學習。

這項技術對科學和社會產生了深遠的影響。研究人員和其他人已經使用 ChatGPT 和其他大型語言模型來撰寫論文和演講、總結文獻、起草和改進論文，以及確定研究差距和編寫程式語言代碼，包括統計分析，甚至也有法官直接引用 ChatGPT 寫判決書。很快，這項技術將發展到可以設計實驗、撰寫和完成手稿、進行互相評審以及支持編輯決定接受或拒絕手稿的程度（van Dis,2023）。

ChatGPT 進化的速度非常的可怕，而這個速度還是在開發者人為限制下進展出來的，以市面上將出版的 GPT 教學書籍為例，在即將出版的時候，它就已經過時不能使用，GPT 正以前所未有的進化速度在進展，甚至在我完成這篇文章的同時，聊天機器人可能都已經完成或突破上一段落所提到的所有成就。

聊天機器人可能會徹底改變研究實踐和出版，從而創造機會和擔憂。它可能會加速創新過程，縮短出版時間，並通過幫助人們流利地寫作，使科學更加公平，增加科學觀點的多樣性。然而，它也可能降低研究的質量和透明度，並從根本上改變我們作為人類研究人員的自主權。ChatGPT 和其他 LLM 生成的文本令人信服，但往往是錯誤百出的，因此直接使用這些文本會歪曲科學事實並傳播錯誤信息。

使用聊天機器人這項技術是不可避免的，禁止它是一件不可能的事。研究界必須就這種潛在的顛覆性技術的影響展開辯論。如何善用聊天機器人才是我們應該思考的方向。

聊天機器人創作出來的東西著作權歸屬是誰?「以人為本」傳統之著作權原創性判斷法則，在科技快速驚人發展下，已一再受到衝擊與挑釁，對於往後 AI 生成文化勢將引發重大變革！而 AIGC 可能只是新科技的起始基本款模式，此後將越來越難區分到底是由人類還是 AI 所創作出來，過去法律上，總是把焦點關注在後端之「內容由非人類之 AI 工具所 output」，將來勢必將轉移到「人類如何 input 引導 AI 工具產出內容」之前端作業的判斷。而且，就像目前引用他人的內容要註明出處，以後用 ChatGPT 產出，恐怕需加註係由 ChatGPT 所「創作」或「共同創作」（陳嘉駿，2023）。

Python 是一種廣泛使用的程式設計語言，用於 Web 應用程式、軟體開發、資料科學與機器學習（ML）。我們使用 Python 的原因，在於 Python 效率高又容易學習，並且可以在許多不同的平台上執行。但即使 python 的效率高，但還是必須經過一段時間的學習與練習才能達到一定的熟練程度，因此我開始思考如何有效地去導入聊天機器人於 python 來加速使用與學習，甚至達到偵錯與設計上的建議。

二、研究目的

本研究旨在探討聊天機器人在 Python 教學上的應用，以期提高學生對於 Python 程式語言的學習成效，及提高其學習動機和興趣。

許多教師擔憂，教育界並沒有夠強的武器與戰略面對這波世紀變革。而這正是史丹佛大學長期以來關注的議題。該校的「以人為本的 AI 研究所」（HAI）近期籌劃「AI 教育大會」，邀集來自教育、技術、心理學、商業、法律和政治的內外部專家，共同探討如何應對 ChatGPT 這類新技術。

本研究主要有下列研究目的：

1. 探討 Python 程式語言在現今產業上的需求程度。
2. 瞭解目前 Python 教學的現況，以及目前 Python 教學的主要挑戰。
3. 瞭解聊天機器人在 Python 教學上的應用現況。
4. 聊解學生對於聊天機器人在 Python 教學上的反應。
5. 瞭解聊天機器人在 Python 教學上的效益及成效，以及對學生學習成效的影響。
6. 提出一套聊天機器人在 Python 教學上的策略與分析，以提供教育機構及相關單位參考。

第二章 研究設計與方法

一、對象

本研究的參與對象為 20 名大學生，平均年齡為 20 歲。

二、研究設計

1. 實驗組：聊天機器人輔助 Python 教學
2. 對照組：傳統 Python 教學

實驗組及對照組參加同樣的 Python 程式語言課程，但實驗組參與課程時使用聊天機器人輔助學習，將對照組與實驗組的學生學習成效進行比較。

三、研究假設

1. 實驗組學生使用聊天機器人輔助學習的學習成效，將優於對照組。
2. 實驗組學生使用聊天機器人輔助學習的學習動機和興趣，將優於對照組。

四、研究方法

研究方法採用準實驗研究法，實驗組及對照組學生於同一時段、同一課堂內進行課程內容學習。在實驗組的情況下，學生將使用聊天機器人進行輔助學習，並進行學習成效的評估。

五、資料收集與分析方法

1. 資料收集：學習成效評估及問卷調查。
2. 資料分析：使用 SPSS 統計軟體進行資料處理、T 檢定及迴歸分析。

第三章 聊天機器人在 python 教學上的探討

一、使用 Python 串接 OpenAI API

輸入下列指令安裝 openai 函式庫 (本機環境根據個人狀況使用 pip 或 pip3)，如果安裝失敗，可以使用 pip install --upgrade pip 更新 pip 嘗試解決。

```
!pip install openai
```

安裝後，使用下列的程式碼，就能夠向 OpenAI 的 AI 機器人發送對話訊息，並接收 AI 機器人所回傳的訊息。

```
import openai
openai.api_key = '你的 API Key'

response = openai.Completion.create(
   model="text-davinci-003",
   prompt="講個繞口令來聽聽",
```

```
    max_tokens=128,
    temperature=0.5,
)

completed_text = response["choices"][0]["text"]
print(completed_text)
```

上述的程式碼中使用了 openai.Completion.create 方法，方法的參數說明如下 (詳細參數參考：Create completion)：

參數	說明
model	AI 所使用的引擎模組，如果是以自然語意為主，預設使用 text-davinci-003 (更多引擎參考：https://beta.openai.com/docs/models/gpt-3)。
max_tokens	希望 AI 回傳的最大字數，預設 128，在某些情況下回傳的字數會大於這個數字。
prompt	要傳送的句子會詞彙。
temperature	隨機文字組合，範圍 0～1，預設 0.5，0 表示不隨機，1 表示完全隨機。
language	機器人處理的「程式語言」，預設 python，可設定 javascript、java、csharp、golang、ruby、php、cpp。

也因為 OpenAI 的 AI 機器人是一個大型語言模型，能夠被訓練成理解和回覆多種語言，因此回覆訊息所使用的語言，是根據輸入的文字訊息內容決定，以下的程式碼為例，執行後輸入「中文笑話」，回覆的訊息就是中文笑話，而如果是輸入「english joke」，就會回應一個英文的笑話。

```
import openai
openai.api_key = '你的 API Key'

while True:
    msg = input()
    response = openai.Completion.create(
        model='text-davinci-003',
        prompt=msg,
        max_tokens=128,
        temperature=0.5
    )

    completed_text = response['choices'][0]['text']
    print(completed_text)
```

如果是使用 gpt-3.5-turbo 引擎模組，則要把 openai.ChatCompletion 改成 openai.ChatCompletion，並將 prompt 參數改成 messages 參數，參數內容使用串列和字典的格式，透過字典格式表現上下文語句，例如下面的例子，ChatGPT 就會知道使用者的名字是 oxxo。

```
import openai
openai.api_key = '你的 API KEY'

response = openai.ChatCompletion.create(
  model="gpt-3.5-turbo",
  max_tokens=128,
  temperature=0.5,
  messages=[
        {"role": "user", "content": "我叫做 kevin"},
        {"role": "assistant", "content": "原來你是 kevin 呀"},
        {"role": "user", "content": "請問我叫什麼名字？"}
    ]
)
print(response.choices[0].message.content)
```

二、串連上下文語句

如果使用 text-davinci-003 模型，在傳送語句時，將之前對話的內容，使用「\n\n」兩個換行符號分隔 (實測這樣子的準確度最高)，並連接目前要講的語句，傳送出去之後就可以讓 ChatGPT 了解過去的交談內容，實現串連上下語句的功能。

```
import openai
openai.api_key = '你的 API Key'

messages = ''
while True:
    msg = input('me > ')
    messages = f'{messages}{msg}\n'  # 將過去的語句連接目前的對話，後方加上 \n 可以避免標點符號結尾問題
    response = openai.Completion.create(
        model='text-davinci-003',
        prompt=messages,
        max_tokens=128,
        temperature=0.5
    )

    ai_msg = response['choices'][0]['text'].replace('\n','')
    print('ai > '+ai_msg)
    messages = f'{messages}\n{ai_msg}\n\n'  # 合併 AI 回應的話
```

如果使用 gpt-3.5-turbo 模型，直接將回應語句使用字典的格式，添加到回應的 messages 串列中，ChatGPT 就能自動識別上下語句。

```
import openai
openai.api_key = '你的 API Key'

messages = []
while True:
    msg = input('me > ')
    messages.append({"role":"user","content":msg})  # 添加 user 回應
    response = openai.ChatCompletion.create(
        model="gpt-3.5-turbo",
        max_tokens=128,
        temperature=0.5,
        messages=messages
    )
    ai_msg = response.choices[0].message.content.replace('\n','')
    messages.append({"role":"assistant","content":ai_msg})  # 添加 ChatGPT 回應
    print(f'ai > {ai_msg}')
```

第四章 使用聊天機器人的策略

一、聊天機器人的產出物需要人工驗證

聊天機器人的發展已經持續多年，且隨著數據收集質量和規模的不斷提高，以及利用人類回饋校準這些模型的複雜方法，使得它們比以前更為強大。隨著研究將帶來新一代搜索引擎，可以為複雜的用戶問題提供詳細且豐富的答案。

然而，將對話式人工智慧用於專門研究可能會導致不準確、偏見和剽竊等問題。在研究過程中我們向 ChatGPT 提出了一系列問題，這些問題需要深入了解文獻，並發現它經常生成虛假和誤導性的文本。ChatGPT 常生成一些過於籠統的答案，但重複相同的查詢可能可以產生更詳細和準確的答案。

錯誤的原因可能是由於 ChatGPT 的訓練集中缺少相關文章、未能提供相關信息或無法區分可信來源和不可信來源所導致。這也常導致使用者誤入歧途的相同偏見，在對話式人工智慧中被複製，甚至經常被放大，例如可用性、選擇和確認偏見。

使用 ChatGPT 的研究人員可能會被虛假或有偏見的信息誤導，並將其納入他們的思想和文章當中。也由於光環效應，粗心的使用者可能會被 AI 撰寫的優美、權威的文字所迷惑，從而從一些顯著的積極印像中過度概括。此外，由於這項技術通常在不可靠地引用原始來源或作者的情況下複製文本，因此直接引用他的人有可能會在無意中瓢竊別人的文本，甚至可能會洩漏他們自己的想法 (Seshia, 2022)。

二、制定相關的使用規範

現在已經有工具可以預測文本來自機器或人類的方法。這些工具可用於檢測造紙廠和期刊使用 LLM 等技術製作相關的內容，但這些檢測方法很可能會被進化的 AI 技術和巧妙的方式所規避掉。因此，我們認為研究界和出版商應該研究如何以誠信、透明和誠實的方式使用 LLM，而不是在 AI 聊天機器人和 AI 聊天機器人檢測器之間進行一場徒勞的軍備競賽，最終只會造成兩敗俱傷。

研究論文中的作者貢獻聲明和致謝應清楚具體地說明作者有沒有以及在何種程度上使用了 AI 技術，例如 ChatGPT 等 LLM，來準備他們的文本和分析。他們還應該指出使用了哪些 LLM。這將提醒編輯和審稿人更仔細地審查文本，以發現潛在的偏見、不準確和不正確的地方。同樣，科學期刊應該對 LLM 的使用保持透明，例如在選擇提交的文本時註明有沒有使用 LLM 等工具。

研究界、出版商和資助者應採取並制定明確的政策，提高人們對使用聊天機器人準備所有可能成為已發表作品的認識，並要求這些文本清楚說明哪些地方是出自聊天機器人。出版商也可以要求作者證明遵守了這些政策(Alter, 2022).。

研究者可能越來越難以確定 LLM 在他們研究中的實際作用。在某些情況下，LLM 等技術可能會根據作者的提示生成手稿的重要部分。在其他情況下，作者可能已經使用 AI 作為語法或拼寫檢查器進行了多次修訂和改進，但沒有使用它來編寫文本。未來，LLM 很可能被納入文本處理和編輯工具、搜索引擎和編程工具中。因此，科學工作的貢獻可能會在作者不一定了解其性質或規模的情況下產生。使用 AI 進行創作違背了當今作者身份的二元定義，包括剽竊和創作的來源，以及使用者是否是作者、來源是否被正確使用等。相關政策制定需要進行調整，但最重要的是創作過程完全透明才是真正關鍵所在。

AI 設計的發明已經引發了對專利法的根本性反思，並且針對用於訓練 AI 的代碼和影像以及由 AI 生成的代碼和影像的版權提起了訴訟。對於 AI 撰寫或輔助的文本，研究和法律界還需要確定誰擁有文本的權利，例如是編寫 AI 系統訓練文本的個人、生產 AI 的公司還是使用該系統指導他們寫作的科學家。同樣地，必須考慮和定義作者身份的定義。

三、投資在對的地方

批評者可能會說這種合作無法與大型科技公司相媲美，但至少一個主要是學術合作的 BigScience 已經建立了一種開源語言模型，稱為 BLOOM。科技公司可能會通過開源其模型和語料庫的相關部分來從這樣的計劃中受益，以期創造更大的社區參與度，促進創新和可靠性。學術出版商應確保 LLM 能夠檢視他們的完整檔案，以便模型產生更準確性和全面性的結果。

目前，幾乎所有最先進的對話式人工智能技術都是少數擁有人工智能開發資源的大型科技公司的專有產品。OpenAI 主要由微軟資助，其他主要科技公司也在競相發布類似的工具(Lui, 2022)。然而，由於少數科技公司在搜索、文字處理和訊息訪問方面近乎壟斷這些領域，所以也引發了相當大的道德問題。

研究界最緊迫的問題之一是缺乏透明度。ChatGPT 及其前身的基礎訓練集和 LLM 不公開，在封閉的環境下進行，科技公司可能會隱藏其對話式 AI 的內部工作原理。這與透明化和開放科學的發展背道而馳，而且很難發現聊天機器人提供知識的來源或差距到底有多少。

為了消除這種不透明性，應該優先開發和實施開源人工智能技術。然而，大學等非商業組織通常缺乏足夠的計算和財務資源來跟上 LLM 的快速發展步伐。所以需要建議以國家力量去資助研究單位、大學等組織，以及科技巨頭對獨立的非營利項目進行大量投資。這將有助於開發先進的開源、透明和民主控制的人工智能技術。

可能有批評者認為，這種合作無法與大型科技公司相提並論。然而，至少有一個主要由學術界合作的 BigScience 已經建立了一種名為 BLOOM 的開源語

言模型。科技公司可能會透過開放其模型和語料庫的相關部分來從這樣的計劃中獲益，以期創造更大的社群參與度，促進創新和可靠性。學術出版商應確保 LLM 能夠訪問他們的完整檔案，以便模型產生準確和全面的結果。

四、擁有人工智能的好處

隨著學術界工作量和競爭的增加，使用對話式 AI 的需求也越來越高。聊天機器人為完成任務提供了快速的解決方案，從博士生致力於論文寫作，到需要快速進行文獻審查的研究人員和受時間壓力影響的審查人員等等。

如果 AI 聊天機器人可以幫助完成這些任務，就能夠更快地發表結果，讓學者有更多時間專注於新的實驗設計，進而加速創新，有可能帶來許多學科的突破。我們認為這項技術具有巨大的潛力，但必須先解決當前初期問題，例如偏見、出處和不準確性(Baidoo-Anu, 2023)。

檢查和提高 LLM 的有效性和可靠性尤其重要，以便研究人員知道如何有智慧地運用該技術進行特定的研究實踐。由於聊天機器人只是學習訓練集中單詞之間的統計關聯，而不是理解它們的含義，LLM 將永遠只能回憶和綜合人們已經做過的事情，而不會展現科學過程中的人性化方面，例如創造性和概念思維。可是這也是一個人類不成熟的假設。未來的人工智能工具可能能夠掌握科學過程中今天看似遙不可及的地方。但人與智能技術之間的“智能夥伴關係”可以勝過人的智力能力。這些智能合作夥伴關係可能會超越人類的能力，並將創新加速到以前無法想像的水平。重點是，這種自動化能夠走多遠？應該走多遠？

AI 可能會重新平衡學術技能組合。一方面，AI 可以優化學術訓練，例如通過提供回饋來提高學生的寫作和推理能力。另一方面，它可能會減少對某些技能的需求，例如進行文獻檢索的能力。同時，它也可能引入新技能，例如提示工具(設計和製作用於提示會話 AI 模型的文本的過程)。某些技能的喪失不一定是問題(例如，大多數研究人員不需要再手動進行統計分析)，但我們需要仔細考慮哪些學術技能和特徵對研究人員仍然至關重要。

如果我們只關心性能，那麼隨著人工智能技術的進步，人們的貢獻可能會變得更加有限和模糊。現在，AI 聊天機器人可能會生成假設、開發方法、創建實驗、分析和解釋數據以及撰寫文本。除此之外，AI 聊天機器人也可以代替人類編輯和審稿，評估和審閱文章。這種情況已經越來越接近了，毫無疑問，AI 聊天機器人技術將逐漸影響研究出版過程的各個階段。

因此，學術界必須就人工智能的使用創造潛在的知識生成加速與研究過程中人類潛能和自主權的喪失之間的權衡進行分析，包括倫理學家在內的學者們必須共同參與這場辯論分析。人的創造力和獨創性、教育、培訓以及與他人的富有成效的互動可能仍然是開展相關和創新研究的關鍵。

五、加大對人工智能的討論

有鑒於 LLM 前所未有的潛力，研究界需要開始一場緊迫而廣泛的辯論。首先，建議每個參與研究小組在開會討論時應該親自嘗試 ChatGPT（如果他們還沒有的話）。教學上我們應該與學生討論它的用途和道德規範。在這個出期導入階段，在沒有任何外部規範的情況下，應該讓教師確定如何以誠實、正直和透明的方式使用它並就一些參與規則達成一致是很重要的事情。研究者，他們必須對自己的研究負責，無論其研究是否由 ChatGPT 生成。每個作者都應該

負責的仔細核查他們的文本、結果、數據、代碼和參考文獻(Grover, 2022)。

要解決的一個關鍵問題是對研究中多樣性和不平等的影響。大型語言模型（LLM）可能是一把雙面刃。它們可以幫助創造公平的競爭環境，例如消除語言障礙並使更多人能夠編寫高質量的文本。但可能的是，與大多數創新一樣，高收入國家和享有特權的研究人員將很快找到利用 LLM 的方法，以加速他們自己的研究並擴大不平等。因此，重要的是，討論要包括來自研究中代表性不足的群體和受研究影響的的人，以將人們的生活經驗作為重要資源。

與社會的許多其他領域類似，研究領域現在面臨著人工智能技術引發的清算，侵犯了其最珍視的價值觀、實踐和標準。重點應該放在把握機會和管理風險上。我們相信，研究上將找到一種方法，從對話式人工智能中獲益，同時不會失去許多重要面向，這些面向使研究成為最深刻和最令人滿意的一件事，因為它充滿了好奇心、想像力和發現。

第五章 結語

本研究分析了聊天機器人在 Python 教學中的應用情況，並對其使用策略和優化進行了探討。從問卷調查結果中發現，多數學生認為使用聊天機器人有助於提高學習 Python 的興趣度和增強學生的實踐能力；建議的使用策略包括提供完整的 Python 實作範例和及時的答案解答等。綜合分析和研究結果，本研究提出以下建議：

1. 推廣聊天機器人在 Python 教學上的應用：可以在 Python 課程的教學中加入聊天機器人的應用，讓學生更好地了解聊天機器人的優勢和應用價值，進一步提高學生學習 Python 的興趣。
2. 建立可靠的聊天機器人：要提供足夠的 Python 相關知識和完整的 Python 實作範例，且支持多種編程語言，以提供更好的學習體驗。此外，需要建立專業的運營和維護團隊，及時解決問題，提供及時和正確的答案和解答。
3. 積極推動學生參與聊天機器人教學：鼓勵學生積極參與聊天機器人教學，建立學習紀錄，加強實踐操作，定期檢測學習效果，並反饋意見。

聊天機器人在 Python 教學中的應用具有前景，需要教育機構和開發團隊的共同努力，積極探索學生的學習需求和聊天機器人的發展趨勢，以建立更加完善和可靠的聊天機器人，有效提高學生的學習效果和實踐能力。

參考文獻

一、中文部分

陳家駿（2023, March 9). *AI 自動生成內容非人類所寫 – 是否可享有著作權？——權利保護資格篇*. 科技產業資訊室. https://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=19616

Oxxo.studio (Ed.). (2022, December 8). *使用 OpenAI ChatGPT*. STEAM 教育學習網. https://steam.oxxostudio.tw/category/python/example/openai.html

二、英文部分

Alter, S. (2022). Understanding artificial intelligence in the context of usage: Contributions and smartness of algorithmic capabilities in work systems. *International Journal of Information Management*, *67*, 102392.

Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Available at SSRN 4337484*.

Grover, P., Kar, A. K., & Dwivedi, Y. K. (2022). Understanding artificial intelligence adoption in operations management: insights from the review of academic literature and social media discussions. *Annals of Operations Research*, *308*(1-2), 177-213.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, *521*(7553), 436-444.

Lui, A. K., Lee, M. C., & Ngai, E. W. (2022). Impact of artificial intelligence investment on firm value. *Annals of Operations Research*, 1-16.

Openai (Ed.). (2022, November 3). *Introducing ChatGPT*. OpenAI. https://openai.com/blog/chatgpt

Seshia, S. A., Sadigh, D., & Sastry, S. S. (2022). Toward verified artificial intelligence. *Communications of the ACM*, *65*(7), 46-55.

van Dis, E. A., Bollen, J., Zuidema, W., van Rooij, R., & Bockting, C. L. (2023). ChatGPT: five priorities for research. *Nature*, *614*(7947), 224-226.

應用虛擬實境技術建置生態博物館—以國立臺灣大學博物館群為例

Using Virtual Reality Technology to Construct an Eco-Museum – A Case Study of National Taiwan University Museums

王昱珺 [1] 林維真 [2]
WANG, YU-CHUN[1] LIN, WEIJANE[2]
[1] 國立臺灣大學 圖書資訊學研究所 研究生
[1] 臺北市立永春高級中學 資訊科技兼任教師
[1] Department and Graduate Institute of Library and Information Science, National Taiwan University, Graduate Student
[1]Taipei Municipal Yongchun Senior High School, Part Time Teacher
E-mail:tnkpkn1246@gmail.com
[2] 國立臺灣大學 圖書資訊學研究所 副教授
[2] Department and Graduate Institute of Library and Information Science, National Taiwan University, Associate Professor
E-mail: vjlin@ntu.edu.tw

摘要

虛擬實境技術由於能帶來多元的視角與體驗，讓觀眾不受時間空間限制進行遊歷，近年來受到博物館展示與導覽實務研究領域的高度重視，但多應用於獨立館舍或規模較小的展示空間，較少探索跨館舍或區域的生態博物館環境。因此本研究以國立臺灣大學博物館群這個以區域整體為經營的生態博物館，作為研究案例與場域，運用虛擬實境技術建置虛擬生態博物館，結合不同的導覽策略與訊息設計，探討實際觀眾之參觀行為與學習經驗。本研究共招募了 117 位 14 歲到 39 歲之受試者實際使用本研究所開發之虛擬實境應用程式，探索臺大博物館群。初步研究結果顯示，虛擬生態博物館顯著改善並提升觀眾對生態博物館的概念理解與學習動機，有助觀眾對區域文化的認識與感受。同時觀眾個人脈絡，特別是與區域文化之間的關聯性，會影響博物館學習經驗與表現。本研究最後基於結果與發現，對生態博物館展示與教育，提出整合虛擬實境展示設計之實務建議，並對觀眾研究提出評估方法與工具建議。

關鍵詞：生態博物館、虛擬實境、博物館經驗、博物館學習

Abstract

Virtual reality technologies have been applied to many museums and tours to accommodate and develop visitors' diversified viewing styles and perspectives. With

the strengths of VR to simulate and build up a rather immersive and comprehensive world, previous endeavors of museum VR focused on individual exhibits or artifacts, and few attentions were paid to the larger eco system of the museums and the surroundings. Eco-museum studies, on the other hand, were mostly based on higher-level philosophical discussions on the idea or conceptual framework, and more empirical studies would be required to investigate and testify the idea. Therefore, this study intends to use VR technology to build a virtual eco-museum to explore if VR affordance of simulation and immersion facilitate visitors' eco-museum experiences. Based on NTU Museums, this study designed and developed a virtual eco-museum for visitors to access via their mobile devices with their behaviors being recorded. A total of 117 participants, aged from 14 – 39, volunteered to take part in this study with informed consent.

Results from both the quantitative and qualitative analysis suggested that visiting the virtual eco-museum not only significantly enhance visitors' understanding of the eco-museum concept, but also improve visitors' recognition of NTU Museums' mission and functions for the regional culture, and increased their visiting willingness.

Keywords: eco-museum, virtual reality, museum experience, museum learning

壹、前言

生態博物館(Eco-Museum)是新博物館學典範(Harrison, 1994；郭義復，2001)所發展的博物館經營方式與展示觀點，最早誕生於 1970 年的法國，探討若能以地方發展作為博物館經營的主要目標，以博物館為核心強化社區中各個地方的聯繫與參與，將能達到並擴大博物館在研究、交流、學習、教育的影響力(Riviere, 1985)。此經營方式目的在於擴大博物館的經營與保存文化的範圍，串聯地方機構與居民進行合作，提升在地認同，並喚起地方參與的意識，透過社區中各個單位的交流，促進經濟成長與保存在地文化(Murtas, 2009)。張譽騰(1996)綜整生態博物館相關文獻，提出大學博物館也屬於生態博物館，在經營上能夠以生態博物館的特性作為博物館建置的內容標準，有效整合大學環境中地景、學術研究與文化，在未來根據不同的需求，成為促進永續發展教育的數位資源。

在經營方式之外，博物館展示手法亦受到社會變遷與媒體科技發展的影響，不斷推陳出新。除了教育方式的改變以及科技技術的進步外， 2020 年全球爆發的新冠肺炎疫情對博物館帶來重大的衝擊，在政府規定下，許多博物館限制實體參觀甚至長期閉館以減少疫情傳播。為了維持經營並滿足觀眾的參觀需求與經驗，包括大英博物館、羅浮宮等大型博物館，嘗試串連許多珍貴的圖像館藏與過去的歷史展示，重新製作與發布為線上版本(Puspasari, 2021)，並積極應用虛擬實境(virtual reality)技術(Ciaccheri, 2020)，透過 3D 建模(Zamora-Musa, Vélez & Paez-Logreira, 2018)或是錄製 360 度環景影片的方式(Napolitano, Scherer & Glisic, 2018)，

甚至透過俯看的視角，來了解一個地區中的景觀與文化(Harwood, Lovett, & Turner, 2015)。透過虛擬實境科技克服時間與空間的限制，讓民眾在家也能透過網路、電腦以及手機設備，滿足個人遊歷博物館與參觀的需求，作為替代實體博物館參觀的有效方案(Deakin, 2021)，同時也建立了更多完整的數位資源，提升蒐藏保存與教育的永續性。

由上述背景可見，強調共同參與意識的生態博物館概念，對於博物館來說可以是一種保存文化並喚起地方集體意識的經營方式，有機會提升並凝聚居民的在地認同與外地訪客的認識，增進民眾的博物館經驗。另一方面，透過虛擬實境對實際場景的模擬呈現，則能克服時空限制提供觀眾更全面與完整的參觀經驗。然而過去模擬科技在博物館的實證研究主要集中於單一館舍或是單一物件的模擬與重現，而生態博物館的相關研究則多以倡議、描述研究為主，缺乏實證基礎。因此，本研究嘗試以虛擬實境技術，實現一個完整的虛擬生態博物館，並透過實證研究方法蒐集、了解並分析觀眾的參觀經驗與學習成效，驗證虛擬實境科技對於生態博物館經驗的影響與效果。綜合上述研究背景與動機，本研究之目的為以生態博物館的概念作為設計規畫基礎，綜整包含博物館本身內容知識與地區文化特色，並應用虛擬實境的技術建置具有在地特色的虛擬博物館，邀請觀眾參觀並評估他們的博物館經驗。

貳、文獻探討

一、生態博物館的參觀經驗與行為

傳統博物館在展覽主題上通常根據典藏的館藏具有特定主題性，並以館方為主要的角度設計博物館展覽與編排藏品。容易受到典藏機關的文物或是博物館的學科所影響，較少跳脫既定的主題進行展覽的設計，但對於生態博物館來說，策展的主題與當地文化、習俗，甚至是社區議題息息相關(張譽騰，2004)，能藉此喚起當地居民意識或是在地認同，所以展覽主題也時常會以當地居民的個人興趣與社區共識進行規劃(張譽騰，2004)，以當地色彩為核心進行設計(Boylan, 1992)，故生態博物館又可以視為當地生活的一面鏡子(Riviere, 1985)。

傳統博物館中，觀眾多為有特定目的或對藏品有特別喜好者(殷寶寧，2014)，與博物館中的專家身分不同，觀眾屬於博物館展覽中的「客體」(Riviere, 1985)。但在生態博物館的概念中(Boylan, 1992;Querrien, 1985;Varine-bohan, 1973)，生態博物館中的觀眾既是主體也是客體，即同時是策展人與觀展人，所以觀眾對於自身的定位與自我認知與傳統博物館不同。具體的觀眾組成，根據殷寶寧(2014)的發現，除了外地訪客外，更有眾多的在地居民與學生，他們為了觀光而拜訪博物館，並會連結附近的景點，比起單一館舍更重視個別博物館與其他館舍、機構、環境元素之間的關聯。在生態博物館中，多半不會專以一個特定的目標或是建築進行參觀，通常會以地區為單位，在地區中不同站點中進行移動與遊歷。此外由於每次不會完整遊歷所有景點，因此多次拜訪也是生態博物館觀眾重要的參觀行

為特徵。透過上述相關研究可知，在了解生態博物館的參觀經驗與行為時不能專以單一建築物進行觀察或研究，必須以地區整體的觀點，了解觀眾的參觀經驗與行為。

二、虛擬博物館中的介面與互動回饋設計

本研究根據虛擬實境技術的特性，提供了多元觀展視角的設計、環繞音聽覺設計與地圖導覽的設計。並參考過去有關數位教材以及虛擬博物館設計(Harwood et al., 2015;Pagano et al., 2020;Napolitano et al., 2018;Obradović et al., 2020;Shehade & Stylianou-Lambert., 2020;Zamora-Musa et al., 2018)相關研究，發展虛擬實境環境中之回饋與測驗。採用多媒體學習原則(Mayer, 2001)中的提示原則(Signaling Principle)、人性化原則(Personalization Principle)與引導發現原則(Guided-discovery Principle)進行設計，希望透過訊息框提示，並以對話的方式來提醒觀眾注意重要資訊並與策展人互動，除了作為學習歷程的引導外，也希望可以引發觀眾注意與省思。而參考陳奕璇、陳昱宏與林吟霞（2015）的研究結果也可知，在實際環境中的教學應用上，這類型引起注意的設計能讓學習者在學習上更能集中注意力，甚至對於較低前級的學童能提升參與感與互動性，故這樣的設計同時也能呼應生態博物館強調觀展主必須要有「互動、交流」的概念，故對於虛擬生態博物館的設計上，互動程度的差異可能影響學習者在學習表現以及對於生態博物館認識造成影響。

參、研究方法

一、研究設計

本研究採用設計導向研究方法(Design-based Research)來導引研究設計與兩階段研究實施。首先根據生態博物館、觀眾研究、虛擬實境與多媒體學習理論等相關文獻，發展兩個虛擬生態博物館原型（Prototypes)，第一輪邀請包含學科主題、博物館實務與虛擬實境技術之領域專家進行初步評估，確認兩種不同回饋設計之系統原型，在內容訊息與流程操作上的正確性與妥適性，並根據專家意見進行系統功能與流程之修正。第二輪則招募符合條件之受試者，根據對區域文化的先備經驗分為在地與外地兩組，分別使用上述兩種不同回饋設計之系統原型，參觀探索臺大博物館群，並運用行為觀察表、生態博物館經驗評估問卷、以及展示內容理解測驗等量化工具，結合對受試者之訪談，蒐集並分析其參觀經驗、行為與態度表現。

本研究共蒐集 117 位 14 歲到 39 歲之觀眾，根據受試者對區域文化的先備經驗分為在地(N=63, 53.8%)與外地(N=54, 46.2%)兩組，分別使用不同回饋設計之系統原型，參觀生態博物館並完成評估。觀眾實驗分組如表 1 所示：

表 1 *觀眾實驗設計與分組* (*N* = 117)

組別	具有回饋	不具有回饋
在地	34	27
外地	29	27

二、虛擬生態博物館系統原型

本研究使用 MAKAR® 編輯製作虛擬生態博物館系統原型。實驗素材選擇臺大博物館群中的校史館、人類學博物館以及檔案館三個在主題館藏與地理位置上具有關聯性之成員館，發展敘事架構與展示內容。如圖 1 所示，受試者在校園中進行遊歷並透過平板電腦使用系統原型。系統歡迎畫面說明任務與操作方式，在受試者接近特定館舍時，系統會提供地圖、館舍資訊與問答測驗。

圖 1 系統原型畫面示意－校史館單元

肆、初步研究結果與討論

一、觀眾之虛擬生態博物館參觀行為與學習歷程

參與本研究之受試者，多為偶發性觀眾(83%)，每年參觀各種實體博物館大約 1-3 次。比較受試者參觀臺大博物館群與其他實體博物館的過去經驗可知，在參觀動機與同行人數上有所差異：參觀其他實體博物館的動機以社交動機為主(62%)，同行人數以 1-2 位最多(59%)，與過去偶發性觀眾參觀動機之相關文獻相符(Hood, 1983)，但對臺大博物館群的主要參觀動機則是學習(81%)，並且偏好獨自前往(36%)或是七人以上較大的團體(17%)。

有七成受試者曾有虛擬實境產品的使用經驗，多為遊戲娛樂相關產品(77%)。而根據行為觀察與訪談結果顯示，虛擬生態博物館之參觀行為與歷程除了會因為先前觀眾背景經驗與先備知識影響參觀的時間以及學習歷程，本身也受到了虛擬實境的影響。受試者會根據先前使用過虛擬實境產品的經驗與期待來使用本研究系統，所以多半會期望有更多遊戲或是互動體驗在虛擬實境的環境中。由於具回饋組與不具有回饋組最大的差別在於是否在受試者抵達站點進行問答時，給予具有回饋之導覽功能，所以在不具回饋組中，且本身有使用過虛擬實境產品經驗之受試者會表示希望有更多互動回饋的功能。

二、不同觀眾類型與回饋設計的虛擬生態博物館經驗

在虛擬生態博物館參觀經驗的部分，可發現虛擬生態博物館本身可以提升觀眾對於生態博物館的概念。在生態博物館概念上，所有受試者在實驗前與實驗後的分數具有顯著差異(t=-3.08, p=.003)，進一步檢視平均數可知，實驗後在生態博物館的概念上有顯著的提升。除此之外，具有與不具有回饋具回饋設計之間，虛擬生態博物館的評估、臺大博物館群之生態博物館屬性評估與學習表現上皆沒有顯著的差異，僅有校內與校外之受試者在學習表現上有顯著差異。在具有回饋組之學習表現上，滿分為 9 分，校內組的平均數為 7.18 (SD=1.4) ；校外組的平均數為 6.17 (SD=1.71)，校內組顯著高於校外組(t (61) =2.558, p=.013)；在不具有回饋組之中，校內組的平均數為 7.15 (SD=1.56) ；校外組的平均數為 5.59 (SD=1.89)，校內組顯著高於校外組(t =3.301, p=.002)。研究結果呼應過去研究 (Rae & Edwards, 2016)，說明虛擬實境作為高度學習導向的環境，能有效增加對與內容了解的深度與廣度。所以在前測與後測的比較上，受試者因此提升了對於生態博物館的概念認同程度。

雖然在具回饋組與不具有回饋組在博物館經驗各個構面中沒有顯著的差異，但不具有回饋組的受試者在後續訪談的過程中有反應希望可以多一點互動的選擇，甚至增加整個環境中可以觸碰的功能，不只能維持專注度，也可以增添系統的豐富度與再使用性。「覺得可以多一點互動或選擇的部分。」(56，外地，NOINT) ；「*遊戲設計上有點不知所措，每個關卡都會問一個問題，但是問題結束也沒有相對應的遊戲選項，感覺上沒有遊戲體驗。在後面的兩個博物館可能會因為沒有遊戲的橋段，所以降低專注度*」(59，在地 NOINT) ；「*能多給一些互動提示, 例如箭頭指標多一些, 或是在回答問題時能增加選項或提示*」(22，外地，NOINT) 。

而在在地與外地受試者之學習表現差異上，從參觀行為與訪談結果來看，校內受試者之參觀平均時間較低，且訪談的過程中也透露出由於對於校園熟悉，覺得系統簡單且內容偏少，而多數的受試者更是期望希望可以進到博物館內進行參觀，增添更多生活冷知識，且內容越多越豐富越好。「*周邊景物變化可更多樣，並提供使用者探索機會*」(78，在地，INT) ；「*希望有更多冷知識比較吸引人且能引起我的興趣*」(71，外地，NOINT) 。雖然本系統目前的資訊量對於校內受試者來說偏少且簡單，但對於校外受試者來，由於本身使用以臺大校園進行建置的虛擬生態博物館就是一場新的學習，已經認為資訊量足夠且系統簡單好上手，「*系統的運作方式十分親民 (親我這輩的民)*」(20，外地，NOINT) ，甚至有校外受試者表示再多便會開始沒有耐心探索完畢。「*目前的介紹文字量剛剛好，再多就太多了！我會不想看。*」(34，外地，INT) 。

綜觀各個面向之平均值可發現，所有組別在生態博物館概念的平均數最高，而在遠端臨場感的平均數最低。所以也呼應虛擬實境能為受試者帶來較好的生態博物館體驗。另外。比對訪談資料可知，對於遠端臨場感來說，受試者覺得使用平板進行探索會某種程度降低在虛擬環境中遊歷的臨場感，有時也會受到現實環

境的干擾而分心，並希望有更封閉的觀看設備，如：「*我覺得頭戴式的 VR 裝置應該可以給予更強的臨場感。*」（86，在地，INT）；「*可能還是穿戴式裝置會比較適合（比起拿平板）。*」（74，在地，INT）。

伍、 結論

本研究探索以虛擬實境技術發展生態博物館之可行性，並選擇大學博物館群作為生態博物館個案，進行完整之實證研究。蒐集 117 位觀眾的參觀經驗、行為與學習表現。研究結果顯示虛擬實境之博物館環境，有助觀眾認識並欣賞生態博物館中，不同館舍、區域文化之間的關聯，對博物館來說是可行且有效的媒體，並引發觀眾深入的探索與參與。本研究驗證並說明了科技與資源整合的具體實踐，讓地方能達到不同學科與當地特色的整合。所以對於博物館經營端或是地方教育機構來說，可以參考系統內容與設計的建議，作為博物館宣傳與推廣的手法，除此之外，也能透過本研究所整理出博物館的觀眾經驗與行為，以制定未來發展的方向與展覽的內容。研究結果也支持，在典藏與保存上，虛擬生態博物館不只能幫助博物館保存不同時期的資源，也能透過虛擬生態博物館觸及更多觀眾。虛擬生態博物館對於觀眾來說可以說是對於該地區的初步認識與導覽系統，在傳遞資訊上也是博物館與觀眾溝通的橋樑。

陸、參考文獻

一、 中文部分

殷寶寧(2014)。以博物館為方法之古蹟活化策略探討-淡水古蹟博物館觀眾經驗研究個案。博物館學季刊，*28*(4)，23-53。

陳奕璇、陳昱宏和林吟霞(2015)。從 R. Mayer 多媒體學習認知理論探討教師使用［兒童文化館］電子繪本之經驗。課程與教學，*18*(1)，31-58.

郭義復(2001)。新博物館學的展示觀。博物館學季刊，*15*(3)，3-11。

張譽騰(1996)。大學博物館的使命與功能。博物館學季刊，*10*(3)，17-22。

張譽騰(2004)。生態博物館。五觀藝術。

二、 英文部分

Boylan, P. (1992). Ecomuseums and The new museology–some definitions. *Museums Journal*, *92*(4), 29-30.

Ciaccheri, M. C. (2020). Do virtual tours in museums meet the real needs of the public? Observations and tips from a visitor studies perspective. *Museumnext*, *1*, 2020.

Deakin, T. (2021). Here's why The public will be rushing back to museums. *MuseumNext*. https://www.museumnext.com/article/heres-why-The-public-will-

be-rushing-back-to-museums/.

Harrison, J. D. (1994). Ideas of Museums in The 1990s. *Museum Management and Curatorship*, *13*(2), 160-176.

Harwood, A. R., Lovett, A. A., & Turner, J. A. (2015). Customising virtual globe tours to enhance community awareness of local landscape benefits. *Landscape and Urban Planning*, *142*, 106-119.

Hood, M. G. (1983). Staying away: Why people choose not to visit museums.*Museum news*, *61*(4), 50-57.

Mayer, R. (2001). Multimedia Learning. Cambridge: Cambridge University Press.

Murtas, D., & Davis, P. (2009). The role of The Ecomuseo dei terrazzamenti e della vite,(Cortemilia, Italy) in community development. *museum and society*, *7*(3), 150-163.

Napolitano, R. K., Scherer, G., & Glisic, B. (2018). Virtual tours and informational modeling for conservation of cultural heritage sites. *Journal of Cultural Heritage*, *29*, 123-129.

Obradović, M., Vasiljević, I., Đurić, I., Kićanović, J., Stojaković, V., & Obradović, R. (2020). Virtual reality models based on photogrammetric surveys—A case study of The iconostasis of The serbian orthodox caThedral church of saint nicholas in Sremski Karlovci (Serbia). *Applied Sciences*, *10*(8), 2743.

Pagano, A., Palombini, A., Bozzelli, G., De Nino, M., Cerato, I., & Ricciardi, S.(2020). Arkaevision vr game: User experience research between real and virtual paestum. *Applied Sciences*, *10*(9), 3182.

Querrien, M. (1985).Taking The measure of The phenomenon. *Museum*, *148*(37), 198-200.

Rae, J., & Edwards, L. (2016). Virtual reality at The British Museum: What is The value of virtual reality environments for learning by children and young people, schools, and families?. *MW2016: Museums and The Web* 2016. https://mw2016.museumsandTheweb.com/paper/virtual-reality-at-The-british-museum-what-is-The-value-of-virtual-reality-environments-for-learning-by-children-and-young-people-schools-and-families/.

Shehade, M., & Stylianou-Lambert, T. (2020). Virtual reality in museums: Exploring The experiences of museum professionals. *Applied Sciences*, *10*(11), 4031.

Varine-bohan, H. (1973). A 'fragmented'museum: The Museum of Man and Industry. *Museum International*, *25*(4), 242-249.

Zamora-Musa, R., Vélez, J., & Paez-Logreira, H. (2018). Evaluating learnability in a 3D heritage tour. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *26*(4), 366-377.

探討國小學生科學知識信念與關鍵能力表現之關聯：以問題導向機器人課程為例

Explore the relationships between scientific epistemic beliefs and performance of critical skills in an elementary problem-based robot project

胡哲瑋 [1] 王嘉瑜 [2]

Hu, Che-Wei[1] Wang, Chia-Yu[2]

[1] 國立臺灣科技大學 數位學習與教育研究所 研究生

[1]National Taiwan University of Science and Technology of Graduate Institute of Digital Learning and Education Student

Email：jason9676@gmail.com

[2] 國立台灣科技大學 數位學習與教育研究所 副教授

[2]National Taiwan University of Science and Technology of Graduate Institute of Digital Learning and Education Professor

Email：chiayuwang@mail.ntust.edu.tw

摘要

本研究以問題導向引導融入機器人課程為情境，探討小學生的科學知識信念與關鍵學習能力表現之影響。本研究以 19 位北台灣小學中、高年級為對象，進行為期一週、共五堂的機器人專題，並於專題前、後分別實施科學信念問卷、關鍵學習能力問卷，並針對學習單回答進行質性編碼和評分，做為機器人專題課程表現。研究發現，經過機器人課程後，雖量表分析結果顯示整體關鍵學習能力未有顯著提升，但「問題解決」有些微上升，顯示學習單的題目設計對學生在問題解決能力的提升有所助益；另外，科學知識信念中「知識來源」與關鍵學習能力中「創造性思考」及「創造知識效能感」後測呈低度顯著關聯，顯示在機器人專題課程中，學生對「科學知識來源」觀點越成熟，「創造性思考」之表現越佳，對「創造知識」的信心程度也越高。

關鍵字：問題導向、機器人課程、科學知識信念、關鍵學習能力

Abstract

This study investigated the impact of elementary school students' science knowledge beliefs and critical skills performance by integrating a problem-based approach into the robotics curriculum. In this study, 19 elementary school students from 3-6 grader in Northern Taiwan were enrolled in a one-week, five-lesson robotics project. The Science Epistemic Beliefs Questionnaire and the Critical Skills Questionnaire were administered before and after the course, and the learning unit responses were qualitatively coded and scored to determine the performance of the robotics project. It was found that after the robotics course, the results of the scale analysis showed that the overall critical learning skills did not improve significantly. However, there was a slight increase in "problem solving", indicating that the design of the learning sheet questions helped students to improve their problem-solving skills. In addition, there was a low significant correlation between "source" aspect in scientific epistemic beliefs and "creative thinking" and "knowledge creation efficacy" in the post-test of critical learning skills. This indicates that the more mature the students' views on "sources of scientific knowledge", the better their performance on "creative thinking",

and the higher their confidence in "knowledge creation" in the robotics course.

Keywords: *Problem-based, Robot course, Science epistemic belief, Critical skill*

壹、緒論

為了因應資訊社會及網路世代的潮流，科學素養的培育成為當今主要的課題之一，學生需要多方拓展在各種層面上的知識與能力。學生在進行科學相關的學習活動時，其對於科學知識的看法會對其學習表現產生影響(陳荻卿、張景媛，2007)。在研究者擔任國小社團或才藝課程動力機器人老師的數年來，觀察到國內的中小學生在課堂上的機器人組裝與程式設計表現形態可大致分為高、低兩個層次，低層次的學生無論是組裝機器人的結構，或是編寫供機器人動作的程式架構時，較容易全然依照課本或手冊上所給予的步驟，一個指示、一個動作；相反的，高層次的學生常常會在機器人結構上或者程式編寫內容出現出人意料的些微改動；在活動過程中，相較於高層次的學習者，低層次的學生較缺乏自身對於手中零件與機器人的認同感，難以對機器人作品進行創意改裝與功能發想。研究者根據 Kuo 等人(2021)針對機器人課程中學習者的學習動機與創造性思考相關研究成果來推論，認為造成此差異可能原因是：較低層次的學生在學習上欠缺「自我精進」以及「創新應變」能力之素養，對運用批判性思考、創造性思考或問題解決等關鍵能力感到困難，而可能需要額外的協助。而根據李隆盛與楊秀全(2019)的研究，透過「範例引導」及「問題導向」兩種不同的教學策略，分別得以提升學習者的問題解決等能力以及促進學生主動練習與反覆思考；本研究期望融合上述兩項教學策略，以達到協助低層次學生排除在學習上的困難之成效。

本研究欲以 STEM 程式動力機器人課程為情境，透過課程融入範例及問題導向引導，培養學生在設計和製作機器人的高層次關鍵學習能力，並在此情境中探討學生所持有的科學知識信念與學生的關鍵學習能力是否有關？整理三項研究問題如下：(1)接受範例引導及問題導向機器人專題課程後，學生的關鍵學習能力是否有所提升？(2)學生持有的科學知識信念以及課前的初始關鍵學習能力表現，與經歷機器人專題製作後的關鍵學習能力表現是否有關?有何關聯？(3)學生所持有的科學知識信念與經歷機器人專題製作後的工程設計表現是否有關？有何關聯？

貳、文獻探討

一、 STEM 教育與工程設計

Granovskiy (2018)提到，STEM 教育一詞泛指科學(science)、科技(technology)、工程(engineering)及數學(mathematics)領域的學習，通常涵蓋了全年齡的教育活動。而 STEM 教育整合多項主題的特性，使其在運算思維及工程設計等概念整合性的領域皆有其強烈的關聯性。

STEM 教育著重於多個領域的整合，而運算思維便是解決各領域複雜問題的關鍵技能之一(Kale et al., 2018)。近五年，美國制定了《制定成功路線：美國的 STEM 教育戰略》(2018)，計畫中制定了多個目標，其中「運算思維(Computational Thinking)」的培養更是主要的方向之一，此項技能的運用不僅止於更有效率的使用電腦設備，更需要透過取得各項數據來解決各種複雜的問題，期望使運算思維成為所有教育的必要元素。我國同樣期望能透過科技相關主題作為媒介，培養學生的科技素養，偕同發展其基本的關鍵學習能力(教育部，2014)，在國小階段經由程式設計相關課程奠定的基礎邏輯思考能力，將成為往後國、高中時期重要的先備知識來源。

由前述之國內的 108 課綱與美國制定之 STEM 教育計畫可知，工程設計是美國和台灣欲推行和強調的素養能力之一，Honey 等人(2014)表示，工程設計流程(Engineering design process,

EDP)係指工程師透過數學或科學知識來解決技術難題的方法，且其具有目的性及受規格及條件限制； English 與 King(2019)將其整併為六個循環階段，包含問題界定、產生想法、設計建造、對成品測試與反思、重新設計並重新建造及反思與交流等六項。進行工程設計的過程牽涉到多項能力的運用，如批判性思考(Caratozzolo, Alvarez-Delgado, &Hosseini, 2019)、創造性思考(Huang, Chang, &Chou, 2020)等，因此訓練工程設計的同時，能夠整合多種不同的能力一次性提升。訓練工程設計同時也是 STEM 的目標之一，透過硬體（如動力機器人）或軟體（如程式設計）等媒介，讓工程設計技能的訓練門檻降低，小學生也能使用樂高(LEGO)等機器人套件，實現工程設計的培養，並協助學生學習設計、建造、解決問題等技能(Bethke, &Rogers, 2013)。

綜合以上文獻，可發現融入 STEM 活動的工程設計課程得以使學生多方面的能力有所提升，另外，透過動力機器人課程，培養工程設計的適齡降低，學生得以在較早的學習階段為 STEM 的學習扎根；然而，研究者發現，當前的文獻中，鮮少在小學以下的機器人課程中融合工程設計概念與 STEM 教育的相關研究。因此，本研究設計一套融合 STEM 方法以及工程設計流程概念的程式機器人課程，期望透過課程教導學生基本的工程設計及程式概念以及培養學生的關鍵學習能力。

二、 問題導向機器人課程

Toh 等人(2016)分析應用教育機器人的研究，發現在課程中使用機器人可以幫助兒童發展各項學術技能，如理解科學過程、發展數學概念及實質上的提高成績；此外，也能提升學生對於 STEM 領域的興趣。Barak 與 Zadok(2007)的研究指出，學生使用組裝式機器人進行學習時，經常會想出具創造性的解決方案，並透過專題目標的設立，學生經由不斷的試錯循環累積經驗，進而能想出更多新穎的解決方法。而結合問題導向學習(problem-based learning, PBL)的機器人課程能提升學生在運算思維(李隆盛、楊秀全，2019)與問題解決 (Caliskan, 2020)方面的相關能力，且以問題為中心的教學引導能使學生從課堂開始就有效的參與到課堂討論中，並持續到所有的課程階段，同時促進師生及學生之間的互動(Deek et al., 1998)。根據李隆盛及楊秀全(2019)針對範例引導及問題導向兩種學習方式的研究發現，在運算思維能力上，問題導向組別顯著優於範例引導組別，而在範例引導組別則可透過解題範例的演練，減少因不熟悉解題方法而造成思路中斷，增進解題效率的同時也促進問題解決的成效；另外，在課程中的溝通互動可以相互檢視程式的正確性，進而提升學習者的溝通應用與協同合作等能力，顯示問題導向和範例引導的活動引導設計，各有其優點。

本研究欲採用範例引導以及問題引導來設計課程，範例引導的部分，將應用在課程前期利用互動式教學影片介紹科學(紅外線)與技術(齒輪)的知識點。而問題導向引導之設計，則透過機器人專題學習單的引導，分階段先激發學生對生活周遭所遇到的問題有所感知與發想，接著思考並形成問題的解決方案，再執行機器人專題、組裝相關元件、實踐問題解決之計畫、發表作品並評估成果，期望學生在接受問題導向機器人專題課程後，其關鍵學習能力會有所提升。

三、 關鍵學習能力

美國的二十一世紀關鍵能力聯盟(Partnership of 21st Century skill)提出的「二十一世紀學習框架」，用以說明學生在生活、工作中取得成功所需具備的知識及技能(Partnership for 21st Century Skills, 2019)。Chai 等人(2015)基於過去研究發展出〈二十一世紀關鍵學習因素量表〉，量表包含自主學習等七項關鍵能力。而在關鍵學習能力與工程設計的相關性方面，Putra 等人

(2023)針對印尼地區十二名高中十年級的學生於物理課堂使用工程設計流程進行批判性思考技能使用的相關研究，研究成果顯示，工程設計流程確實得以輔助學生使用其批判性思考技能，學生在計畫、嘗試及測試階段進行論證，而在決議階段進行了自我審視，審查自己與其餘小組的異同，在在顯示其在工程設計流程中運用批判性思考的關聯性及全面性。另外，Huang 等人(2020)也發現學生在工程設計的創造力表現與創造性思考呈現低中度至中度的關聯性。

以上研究顯示，工程設計對於發展特定關鍵學習能力有一定的助益；因此，研究者參考 English 與 King(2019)所整理的工程設計六階段，用以設計機器人專題課程中，引導學生進行問題解決機器人設計的學習單。而關鍵學習能力問卷評量的部分，則參考前述 Chai 等人(2015)的關鍵學習能力量表，以其中自主學習、批判性思考、創造性思考、真實的問題解決及創造知識的效能感等五項與本研究問題導向機器人課程之內容較為相關之能力進行施測。

四、 科學知識信念

科學知識信念係指人們對科學特定領域的看法，舉凡科學知識的性質、獲取，以及科學知識的可靠性與有效性，皆為科學知識信念的範疇(Kaya, 2017)。Conley 等人(2004)根據 Elder(2002)的研究成果以及 Hofer & Pintrich(1997)所假設的知識信念模型—知識的性質(確定性與簡單性)以及認知的性質(來源與驗證)，將前人研究(Schommer, 1990; Schraw et al., 2002; Elder, 2002; Hofer, 2000; Hofer & Pintrich, 1997)所提出的知識信念向度修改為來源、確定性、發展、驗證四個面向。Lee 與 Chan(2015)則依其質性研究結果修改 Conley 等人的科學知識信念問卷，將其分為科學知識來源、科學知識的確定性、科學知識的複雜性、以及科學知識的驗證等四個面向，以探討探討科學知識信念與批判性思考、後設認知、自我調節、學習方法以及學術表現之間的相關性；經分析後發現，知識信念複雜性與批判性思考、後設認知及自我調節呈現正相關，表示學生對知識複雜性的看法與高層次思考及策略有所關聯。Tsai 等人(2011)以台灣高中生為對象，測量學生在科學學習上的學習概念及自我效能感，以探討科學知識信念與科學學習概念以及自我效能之相關性。其研究發現，學生的科學知識信念對其科學學習概念以及科學學習自我效能感有顯著關聯。Kapucu(2021)則針對學生的科學知識信念、物理學習概念以及物理學研究意願，進行相關性分析，結果顯示，科學知識的發展與驗證，與高層次的物理學習概念如知識的增加、應用和以新的方式理解和觀察等項目呈顯著正相關，該研究也發現學生在科學知識的確定性、發展及驗證面向信念越成熟，他們進行物理學研究的意願就越高。綜合以上文獻，研究者發現學生所持有的科學知識信念與其擁有的關鍵學習能力之間有密切的關聯性，同時在科學概念的學習品質也會受到科學知識信念的成熟與否所影響。因此，本研究欲針對科學知識信念以及關鍵學習能力之關聯進行探討。

參、研究方法

一、 研究架構與設計

本研究架構圖如圖 1 所示，以機器人關鍵學習能力量表前、後測進行相依樣本 *t* 檢定分析，以了解學生接受範例及問題導向引導的機器人專題課程後，關鍵學習能力表現是否有所提升。另外，對科學知識信念表現、關鍵學習能力問卷前測、關鍵學習能力問卷後測、以及專題實作學習單的工程設計表現得

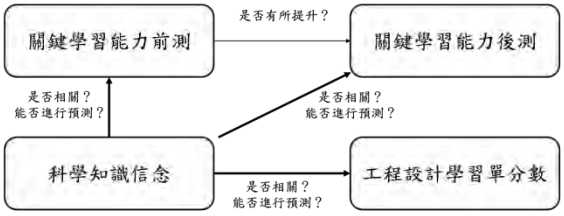


圖 1、研究架構圖

分，進行相關性分析。

二、 教學工具

（一） 機器人套件暨應用程式

本研究使用 WhalesBot 所開發的 AI Module 1Mini 套件進行機器人實驗專題課程，套件內含有多種長度及形狀的結構樑、不同大小的齒輪零件及連接軸套件需搭配「鯨魚機器人」專屬手機應用程式使用，應用程式內包含多種不同機器人的組裝手冊，組裝步驟如圖 2 上所示；圖塊式程式設計範例如圖 2 下所示，使用者可依照程式範例拖拉程式方塊，完成該機器人的基本動作程式。

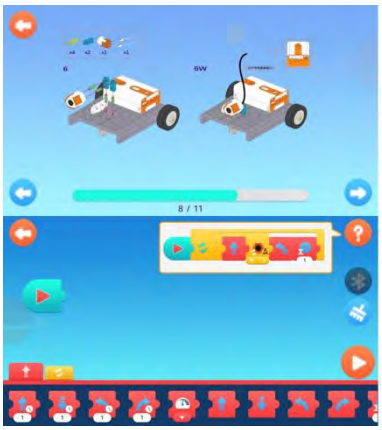


圖 2、鯨魚機器人應用程式範例

（二） 網路影音學習平台—EDPuzzle

本研究使用 EDPuzzle 平台(www.edpuzzle.com)輔助互動式教學影片製作，研究者透過此平台匯入教學影片，並根據影片內容設計數題選擇題、簡答題或教學筆記，提供學生透過多媒體影音學習機器人的機構設計與相關概念(例如如何利用不同的齒輪組合改變輪軸的轉速等)，並進行即時的概念應用練習。

三、 教學設計與流程

機器人專題教學流程共五堂課，每堂皆為九十分鐘，教學內容設計參照李隆盛與楊秀全(2019)的範例引導及問題導向教學策略。課程分為前三堂的「範例引導」階段及後兩堂的「問題導向」階段，實驗課程內容與流程如下：

（一） 範例引導

1. 認識鯨魚機器人：教師進行機器人基本元件及小車組裝介紹，學生觀察應用程式之小車組裝步驟圖，並實際依照步驟組裝出機器人小車與完成小車對應的程式。於本堂課課前進行科學知識信念問卷及關鍵學習能力量表前測的施測。
2. 齒輪概念介紹暨「智能防禦系統」機器人組裝實作：本堂課程前半，教師播放齒輪主題之互動式教學影片，學生觀賞影片並進行互動式問答；課程後半，學生參照老師所介紹的基本元件及應用程式之步驟圖，組裝出「智能防禦系統」機器人。
3. 紅外線概念介紹暨「智能防禦系統」機器人程式練習：本堂課程前半，教師播放紅外線主題之互動式教學影片，學生觀賞影片並進行互動式問答；課程後半，學生參照程式範例進行「智能防禦系統」機器人的程式編輯與測試。

（二） 問題導向

4. 機器人專題實作：教師講解學習單題目敘述，同時引導學生發想欲解決的問題，以完成學習單「設計前」部分；而後進行專題機器人的發想與機器人原型製作與測試，在製作同時依循教師的引導完成學習單「設計中」部分，以及進行機器人調整與修改。
5. 機器人專題成果反思：教師引導學生透過學習單「設計後」部分進行機器人原型的調整、反思與改進。於本堂課課後進行關鍵學習能力量表後測的施測。

四、 研究工具

（一） 科學知識信念問卷

本研究採用 Lee 與 Chan (2015)所建置的“14-Item Epistemic Beliefs Questionnaire”作為科

學知識信念的測量工具，試題內容將科學知識信念分為來源、確定性、複雜性及驗證四個面向，各面向二至四題不等，Cronbach's alpha 信度值為 0.77；學習者於某面向得分越高，表示其於該面向之科學知識信念越成熟，反之則越質樸。

（二） 關鍵學習能力量表

本量表參考節錄自〈二十一世紀關鍵學習因素量表〉(Chai et al., 2015)，自原始問卷的七個因素中節錄自主學習、批判性思考、創造性思考、真實的問題解決及創造知識的效能感等五個因素進行測量，各因素三至五題不等，前測之 Cronbach's alpha 信度值為 0.92，後測之 Cronbach's alpha 信度值為 0.93；參與者在某個因素所得到的分數越高，代表其在該關鍵學習因素的能力越強，反之則越弱。

（三） 機器人工程設計學習單

學習單題目內容皆依照 English 與 King(2019)所整併的工程設計六階段進行學習單設計。學習單分為「設計前」、「設計中」、「設計後」三個設計階段：設計前階段以實際範例啟發學生對於生活中的不便及因應的對策進行思考，包含問題界定與產生想法二工程設計階段，共兩題；設計中階段引導學生針對自製機器人的特點進行思考，並輔以表格協助學生歸納整理機器人的設計及各部位的不同因素帶來的影響，包含產生想法、設計建造及測試反思三工程設計階段，共三題；設計後階段用以引導學生對自己所設計的機器人進行評鑑及反思，包含測試反思、重新設計與建造、反思交流三工程設計階段，共四題。分數判別分為 L0~L3 四個等第，用以評判學生所運用的工程設計能力熟練與否。

肆、研究成果

一、 關鍵學習能力

根據表 1 所示，學習者在接受機器人課程前、後所持有的關鍵學習能力在各因素皆無顯著差異；然而，由數據仍可看出，問題解決因素前測平均值為 3.73，後測平均值為 4.03，是唯一有成長的關鍵能力，其餘各因素皆呈負成長，其中又以創造知識的效能感下降最為接近顯著。

表 1、關鍵學習能力前、後測描述性和推論性統計分析

		前測		後測		平均差		
因素	題數	*M*	*SD*	*M*	*SD*		*t*	*p*
自主學習	5	4.27	0.76	4.18	0.78	-0.09	0.82	.424
批判性思考	3	4.15	0.71	4.12	0.72	-0.03	0.31	.761
創造性思考	4	4.25	0.61	4.05	0.72	-0.20	1.34	.198
問題解決	5	3.73	0.79	4.03	0.64	0.30	-1.41	.177
創造知識效能感	5	4.15	0.70	3.91	0.85	-0.14	1.79	.091
Total	22	4.10	0.62	4.05	0.65	-0.05	0.50	.622

註：*p<.05,** p<.01,***p<.001

二、 科學知識信念與關鍵學習能力之相關性

根據表 2 及表 3 分析結果，學生所持有之科學知識信念與其課前之關鍵學習能力在各面向上皆無顯著相關；而在關鍵學習能力後測部分，科學知識信念的來源面向與創造性思考及創造知識的效能感等關鍵學習能力呈現顯著正相關，顯示學習者接受機器人課程前、後，其科學知識信念來源面向與創造性思考能力及創造知識的效能感的相關性係數從不相關轉為顯著相關，表示經歷過機器人課程的學習者，其科學知識信念來源面向的成熟或質樸，轉而與創造性思考能力及創造知識的效能感產生關連。

表 2、科學知識信念與關鍵學習能力前測相關性分析表

	來源	確定性	複雜性	驗證
自主學習	.09	.04	.31	-.03
批判性思考	.28	-.12	-.01	.15
創造性思考	.13	.03	-.10	.04
問題解決	.20	-.21	-.01	.05
創造知識效能感	.35	-.01	-.12	.12

**. 相關性在 0.01 層級上顯著（雙尾）。
*. 相關性在 0.05 層級上顯著（雙尾）。

表 3、科學知識信念與關鍵學習能力後測相關性分析表

	來源	確定性	複雜性	驗證
自主學習	.28	.01	.01	.18
批判性思考	.29	.36	.09	**.43(*)**
創造性思考	**.47***	.13	-.03	.18
問題解決	.23	.09	-.16	.16
創造知識效能感	**.47***	.01	-.09	.18

**. 相關性在 0.01 層級上顯著（雙尾）。
*. 相關性在 0.05 層級上顯著（雙尾）。

三、 科學知識信念與工程設計能力之相關性

根據表 4 的分析結果，可看出在科學知識信念的確定性及驗證面向與工程設計的產生想法階段表現呈現中度顯著正相關；另外，科學知識信念複雜性面向與工程設計的反思交流階段表現近似於顯著正相關。

表 4、科學知識信念與工程設計表現相關性分析表

	來源	確定性	複雜性	驗證
問題界定	-.24	.18	-.04	.22
產生想法	.24	**.72****	.09	**.73****
設計建造	.10	-.09	.01	.17
測試反思	.02	.25	-.03	.21
重新設計	-.22	-.05	.03	.07
反思交流	-.10	.10	**.40(*)**	.31

**. 相關性在 0.01 層級上顯著（雙尾）。
*. 相關性在 0.05 層級上顯著（雙尾）。

伍、討論與結論

一、 研究問題一：接受範例引導及問題導向機器人專題課程後，學生的關鍵學習能力是否有所提升？

根據表 1 結果顯示，學習者在接受機器人課程前後所持有之關鍵學習能力並無顯著差異，表明本研究進行的範例引導與問題導向教學設計無法提升學習者之關鍵學習能力。欲究其原因，研究者認為課程時數過短是其主因，依照李隆盛與楊秀全(2019)的研究推估，小學機器人課程時長約在 14～15 節，每節 40 分鐘，共約 560～600 分鐘；而本研究受時空範圍限制，總課程時長僅 450 分鐘，稍低於預計的時長下限，因而導致研究成果未達預期。

此外，Slangen 等人(2011)認為機器人技術的認識對於科技化社會中成長的孩子是至關重要的，學生透過對機器人不斷的分析、推理、測試來完善其概念及知識技能；因此，研究者認為機器人相關知識技能皆較為著重於經驗的累積，學生需透過較長時間的摸索以獲得所需的機器人相關知識，較難於短時間內快速理解動力機械結構，並實際應用於機器人原型製作；課程時長過短同時也縮短學生熟悉機器人零件的時間，導致學生在還未對各機器零件了解透徹前，就需要面對「製作原型以解決問題」的課題，自然難以將機械結構概念完整吸收且融會貫通，無法於機器人原形的製作上使用自如，更遑論針對其產生新想法或個人的解釋。

根據 Kim 等人(2018)針對鷹架系統的研究，本研究採用問題導向學習單作為其鷹架系統，以輔助學習者進行機器人專題之原型設計；學習者在未接受課程前，問題解決因素平均得分較低，而機器人課程的專題設計階段導入問題導向學習單作為其專題製作的輔助系統，後設認知鷹架系統引導學生透過其生活經驗，進行問題及其解方的發想，而策略性鷹架提供學生解決問題策略的指導，減少學生在製作機器人時的挫折感；藉由此種循序漸進的學習單編排方式，學

生得以進行階段性的思考，其自身問題解決的能力可以進而凸顯出來。

二、 研究問題二：學生持有的科學知識信念以及課前的初始關鍵學習能力表現，與經歷機器人專題製作後的關鍵學習能力表現是否有關?有何關聯？

根據表 3，研究者認為針對「知識來源」的觀點，若學生認為知識來源僅止於專家或權威，則該學習者的表現會較傾向於「跟隨著規範行事」，而這恰巧與「創造性思考」及「創造知識」的概念背道而馳；另外，根據 Tsai(2011)的研究成果，台灣的學生被期望尊重提供正確答案的老師，不鼓勵學生挑戰權威。因此，在機器人課程製作專題的過程中，科學知識信念來源面向較為質樸的學習者的想法與計畫受限於教師所講授的知識，因而難以展現創造性思考能力，同時不易呈現創造知識的表現。因此，在機器人課程製作專題的過程中，科學知識信念來源面向較為質樸的學習者的想法與計畫受限於教師所講授的知識，因而難以展現創造性思考能力，同時不易呈現創造知識的表現；而該面向的知識信念較成熟的學習者則得以從教學影片、同儕互動及機器人製作的過程中獲取新知，進而提升其創造性思考及創造知識效能感等能力。

三、 研究問題三：學生所持有的科學知識信念與經歷機器人專題製作後的工程設計表現是否有關？有何關聯？

根據表 4 分析結果，可看出學生所持有的確定性及驗證兩面向科學知識信念皆與其在工程設計「產生想法」階段的表現具有較高的相關性。根據 Conley 等人(2004)對確定性面向的定義，若學習者認同繁複的問題有一個以上的答案的可能性，則其於該面向具備較成熟的觀點，而工程設計的產生想法階段正是鼓勵學生針對欲解決的問題提出多個解方，認同「問題可以有多個答案」的學生自然會運用其成熟的觀點，由多個角度思考解決問題的方式。而在驗證面向，King＆Kitchener(1994)透過反思驗證模型給出了解釋，他們認為具備高層次反思性思考的學習者會認為知識建立在資訊的基礎上，且須透過多方證據、資訊進行驗證，而在工程設計的產生想法階段，學生於前一階段進行了問題的界定，並確立了條件的限制，成熟觀點的學生會在當前所具備的資訊之下，針對眼前的問題進行分析與驗證，進而有效率的產生出自己的想法；反之，較為低層次的學生則容易被問題的條件限制所捆綁，因此較難對於問題有所見解，從而導致其在「產生想法」的階段表現較差。

四、 結論

綜合以上研究成果，研究者發現，學習者在接受機器人專題課程前後，雖然其關鍵學習能力沒有顯著的提升，但從科學知識信念與關鍵學習能力的相關性分析結果來看，各方面的科學知識信念確實會影響學習者在不同層面的能力表現，其中又以部分工程設計表現的提升最為顯著。本研究受時空與環境限制，授課時間與受試者樣本數皆較為短少，因此，研究者期望未來能夠將實驗歷程拉長至十六至十八週，進行兩個循環的問題解決及工程設計流程，並增加學生樣本數，從而觀察學生較長期且多次接受機器人專題課程後的各項能力變化，以期實驗結果更加具有說服力。

參考文獻

一、 中文部分

李隆盛, & 楊秀全. (2019)。範例引導學習與問題導向學習之教學策略對國小學生機器人程式學習的影響. 數位學習科技期刊, 11(4), 77-104.

范信賢. (2016)。核心素養與十二年國民基本教育課程綱要：導讀《國民核心素養：十二年國教課程改革的 DNA》。國家教育研究院教育脈動電子期刊，5，1-7。

陳萩卿, & 張景媛. (2007)。知識信念影響學習運作模式之驗證. 教育心理學報, 39(1), 23-43.

教育部. (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。

蔡清田.(2015)。課程發展與設計的關鍵 DNA: 核心素養. 台灣五南圖書出版股份有限公司.

二、 英文部分

Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, *19*, 289-307.

Bethke Wendell, K., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education*, *102*(4), 513-540.

Caliskan, E. (2020). The effects of robotics programming on secondary school students' problem-solving skills. World Journal on Educational Technology: Current Issues, 12(4), 217-230.

Caratozzolo, P., Alvarez-Delgado, A., & Hosseini, S. (2019). Strengthening critical thinking in engineering students. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, *13*, 995-1012.

Chai, C.-S., Deng, F., Tsai, P.-S., Koh, J. H. L., & Tsai, C.-C. (2015). Assessing multidimensional students' perceptions of twenty-first-century learning practices. Asia Pacifi c Education Review, 16(3), 389-398. doi: 10.1007/s12564-015-9379-4

Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. Contemporary educational psychology, 29(2), 186-204.

Deek, F., Kimmel, H., & McHugh, J. A. (1998). Pedagogical changes in the delivery of the first-course in computer science: Problem solving, then programming. Journal of Engineering Education, 87(3), 313-320.

Elder, A. D. (2002). Characterizing fifth grade students' epistemological beliefs in science. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 347–363). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

English, L. D., & King, D.. (2019). STEM Integration in Sixth Grade: Desligning and Constructing Paper Bridges. International Journal of Science and Mathematics Education, 17(5), 863–884. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9912-0

Granovskiy, B. (2018). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: An Overview. CRS Report R45223, Version 4. Updated. Congressional Research Service.

Hofer, B. K. (2000). Dimensionality and disciplinary differences in personal epistemology. *Contemporary educational psychology*, *25*(4), 378-405.

Hofer, B. K., & 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.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, A. (2014).STEM integration in K-12education: status, prospects, and an agenda for research. Washington: National Academies Press.

Huang, N. T., Chang, Y. S., & Chou, C. H. (2020). Effects of creative thinking, psychomotor skills, and creative self-efficacy on engineering design creativity. *Thinking skills and creativity*, *37*, 100695.

Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., Goh, D., Devine, L., Calvert, N., & Grise, K. (2018). Computational what? Relating computational thinking to teaching. *TechTrends*, *62*, 574-584.

Kapucu, S.. (2021). The Relationships Among High School Students' Scientific Epistemic Beliefs, Conceptions of Learning Physics and Willingness to Perform Scientific Studies in Physics. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, 17(2), 141–150. https://doi.org/10.15294/jpfi.v17i2.30088

Kaya, G. I. (2017). The Relations between Scientific Epistemological Beliefs and Goal Orientations of Pre-Service Teachers. Journal of Education and Training Studies, 5(10), 33-42.

Kim, N. J., Belland, B. R., & Axelrod, D. (2018). Scaffolding for optimal challenge in K–12 problem-based learning. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*.

King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults. San Francisco: Jossey–Bass.

Kuo, H. C., Yang, Y. T. C., Chen, J. S., Hou, T. W., & Ho, M. T. (2021). The impact of design thinking PBL robot course on college students' learning motivation and creative thinking. IEEE Transactions on Education, 65(2), 124-131.

Lee, W. W., & Chan, C. K. (2015). Identifying and examining epistemic beliefs among college students in Hong Kong. The Asia-Pacific Education Researcher, 24(4), 603-612.

Partnership for 21st Century Skills. (2019). Framework for 21st century learning. Retrieved from http://www.battelleforkids.org/learning-hub/learning-hub-item/framework-for-21st-centurylearning

Putra, P. D. A., Sulaeman, N. F., Supeno, & Wahyuni, S.. (2023). Exploring Students' Critical Thinking Skills Using the Engineering Design Process in a Physics Classroom. *The Asia-pacific Education Researcher*, *32*(1), 141–149. https://doi.org/10.1007/s40299-021-00640-3

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. Journal of educational psychology, 82(3), 498.

Schraw, G., Bendixen, L. D., & Dunkle, M. E. (2002). Development and validation of the Epistemic Belief Inventory (EBI). In P. R. Pintrich (Ed.), Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing (pp. 261–276). Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Slangen, L., Van Keulen, H., & Gravemeijer, K.. (2011). What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments. *International Journal of Technology and Design Education*, *21*(4), 449–469. https://doi.org/10.1007/s10798-010-9130-8

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. Journal of Educational Technology & Society, 19(2), 148-163.

Tsai, C. C., Ho, H. N. J., Liang, J. C., & Lin, H. M. (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.

使用 ChatGPT AI 聊天機器人應用於科學教學的發想與操作

To Use ChatGPT AI chatbot in Application of Science Education Teaching

吳佩蓁[1]、古智雄[2]
Pei-Chen Wu[1] Chih-Hsiung Ku[2]
[1]國立東華大學 科學教育研究所 研究生
[1]PHD Student of Graduate Institute of Science Education, National Dong Hwa University
Email:810688302@gms.ndhu.edu.tw
[2]Associate Professor of Graduate Institute of Science Education, National Dong Hwa University

摘要

人工智慧聊天機器人程式ChatGPT (Chat Generative Pre-Trained Transformer，是 OpenAI建立在 GPT-3 大型語言模型家族之上，在2022 年 11 月 30 日發布，引起學術界的討論，本研究目的為，理解ChatGPT並應用於科學教學，研究問題為1.ChatGPT的特性？2. ChatGPT適合用於科學教育哪些課程? 研究方法為網路資料分析和實際執行與ChatGPT的對話訓練。研究者肯定在ChatGPT在大數據處理上具備先天優勢，並且具備多語言翻譯，和翻譯穩健性(Jiao, et al., 2023)，因此妥善使用於研究和教學上是一大利器。

The artificial intelligence chatbot program ChatGPT (Chat Generative Pre-Trained Transformer), which is based on the GPT-3 language model developed by OpenAI, was released on November 30, 2022, sparking discussions within the academic community. This research aims to explore the characteristics of ChatGPT and its application in science education. The research questions addressed in this study are as follows: 1. What are the specific features of ChatGPT? 2. In which science education courses is ChatGPT most suitable?

The research methodology employed involves network data analysis and practical implementation of dialogue training with ChatGPT. The researchers recognize that ChatGPT possesses inherent advantages in processing large volumes of data, multilingual translation, and translation robustness (Jiao, et al., 2023). Consequently, it represents a valuable tool for research and teaching purposes when utilized appropriately.

Key words: ChatGPT, Science Education, Internet Rumors.

關鍵詞：人工智慧聊天機器人程式、科學教育、網路謠言。

壹、 前言

人工智慧聊天機器人程式ChatGPT（Chat Generative Pre-Trained Transformer）是OpenAI在GPT-3大型語言模型家族基礎上進行微調和擴展的成果。該程式於2022年11月30日發布，引起廣泛關注並在學術界引發了討論。ChatGPT透過依照上下文的大量數據參數，自然生成貌似具有邏輯的回應。本

研究觀察並收集自發布以來各界和學界的反應、討論以及相關文獻資料，旨在探討ChatGPT在科學教學中的應用。研究問題包括：1. ChatGPT的特性是什麼？2. ChatGPT適合應用於哪些科學教育課程？

研究方法採用網路資料分析以及實際執行與ChatGPT的對話訓練。研究結果與討論將提供給學界和教育機構，用於設計相關課程。

科幻成真的時代正逐漸來臨，人工智慧（AI）是否會統治世界的議題或許將在未來浮現。目前，人們對機器人的人性化和日常應用感到驚嘆，ChatGPT的出現通過社群媒體的廣泛討論和試用而變得更加知名。它在各個領域進行廣泛的測試，例如寫論文、編寫程式，以及與人進行真實對話互動等。隨著知識的不斷更新，如果有一個實際的人形載體出現在眼前，就像《星際大戰》中的C3PO一樣，不僅懂得與機器人交流，還善於與人對話，甚至像個喋喋不休的人一樣（Murphy，2018）。

如前所述，ChatGPT擁有龐大的1500億個參數，使其在不同主題上廣泛應用。儘管人工智慧主要應用於科學技術研究和金融領域的大數據分析（Dowling＆Lucey，2023），ChatGPT也開始在金融相關研究中嶄露頭角。因此，理解ChatGPT並將其應用於科學教學是本研究的目標。

貳、 文獻探討

Gozalo-Brizuela 和 Garrido-Merchan（2023）提到使用 ChatGPT 模型進行轉換的多種應用，例如：文本到圖像模型、文本到 3D 模型、圖像到文本模型、文本到視頻模型、文本到音頻模型、文本到其他文本模型、文本到代碼模型以及文本到科學模型。1. 文本到圖像模型：使用 ChatGPT AI 模型，將文本轉換為圖像，**以展示科學概念或實驗過程**。2. 文本到 3D 模型：利用 ChatGPT AI 模型，將文本轉換為 3D 模型，**以幫助學生更好地理解科學物體的結構和形狀**。3. 圖像到文本模型：透過 ChatGPT 模型，**將圖像轉換為相應的文本描述，以幫助學生將視覺信息轉化為語言理解**。4. 文本到視頻模型：使用 ChatGPT 模型，將文本轉換為視頻，**以展示科學實驗過程或動態現象**。5. 文本到音頻模型：利用 ChatGPT 模型，將文本轉換為相應的音頻，**以幫助學生聆聽科學概念或實驗結果**。6. 文本到其他文本模型：透過 ChatGPT 模型，將文本轉換為其他相關文本，例如**科學解釋、案例分析**等，**以提供更多科學知識和觀點**。7. 文本到代碼模型：使用 ChatGPT 模型，將文本轉換為相應的程式碼，**以幫助學生實踐科學概念並進行編程操作**，例如，將一段描述計算平均值的文本轉換為相應的編程代碼。8. 文本到科學模型：透過 ChatGPT 模型，將文本轉換為科學模型，以展示科學原理和現象，**使學生能夠更好地理解科學的本質**，例如，將一個描述地球公轉運動的文本轉換為相應的物理模型(Gozalo-Brizuela & Garrido-Merchan, 2023）。這些應用可以幫助教學者在科學教學中進行模擬實驗，從而增加多元視角和豐富層面的教學內容。

參、 研究實施與設計

從文獻分析與社群使用上，ChatGPT AI的特性為在網際網路的世界裡1.具備隨時更新的大數據資料的能力，2.具備專業知識廣度和深度，3.具備互動和產出的生成模型的能力。ChatGPT AI的創造力和個性化，以及優化的條件可以協助學習。

依照第一項能力適合於科學教學上的文獻回顧與數據總結。依照第二項能力適合於教學者在科學教學上建立一套完整的科學主題架構模型。依照第三項能力，研究者Gozalo-Brizuela 和 Garrido-Merchan(2023)提到的使用ChatGPT AI模型轉換。研究者實際執行文獻回顧上的使用模型，逐步建構完整全貌。

研究流程步驟如下:

1. 文獻分析與社群使用：第一步是進行文獻分析，收集與科學教學相關的文獻和資料。第二步是探索社群使用方面的資源，例如網際網路上的討論區、社交媒體平台等，以了解人們對於科學教學的需求和意見。

2. 理解與分析ChatGPT AI的特性： ChatGPT AI具備a.隨時更新的大數據資料的能力，這意味著它可以從網際網路中獲取最新的科學教學相關資料。b.專業知識廣度和深度，這使得它能夠提供全面且深入的科學知識和解釋。c.互動和產出的生成模型的能力，這使得它可以與使用者進行互動並生成相應的教學內容。

3. 試想將ChatGPT應用於科學教學：根據ChatGPT的第一項能力，可以利用它的大數據資料能力進行科學教學中的文獻回顧與數據總結，以獲得最新的研究成果和資訊。根據第二項能力，可以幫助教學者建立一套完整的科學主題架構模型，從基礎知識到深入應用都可以得到支持。根據第三項能力，可以使用ChatGPT模型進行轉換，例如將文本轉換為圖像、3D模型、視頻等，以呈現更生動和互動的教學內容。

4. 執行文獻回顧與建構完整全貌：研究者可以利用ChatGPT AI進行文獻回顧，並從中獲取相關的研究創意和見解。並解逐步建構完整的科學教學內容，包括核心概念

肆、 結果與討論

研究者實際依照文獻回顧上的模型使用，理解ChatGPT AI為新興科技產品，仍有學習進步空間，現階段為創新融入教學，因此研究者建議在課程設計使用上，需要經驗豐富的教學者和教案設計者嚴謹的規劃使用內容，配合ChatGPT AI 的特性設計相關課程。研究者肯定在ChatGPT AI在大數據處理上具備先天優勢，並且具備多語言翻譯，和翻譯穩健性(Jiao, et al., 2023)，因此若是妥善使用於研究和教學上是一大利器。

本研究建議得到ChatGPT AI的回覆:

> 非常正確！研究者在文獻回顧和模型使用的過程中確實理解到ChatGPT作為一項新興科技產品，仍有學習進步的空間。在教學中運用ChatGPT需要經驗豐富的教學者和教案設計者來精心規劃使用內容，以確保最佳的教學效果。研究者也肯定了ChatGPT在大數據處理方面的優勢，以及其多語言翻譯能力和翻譯的穩健性。因此，如果能夠適當地應用於研究和教學上，ChatGPT確實是一個強大的工具和利器。

伍、 未來展望

ChatGPT AI 在使用限制上，主要在於因為網際網路普遍使用，大數據資料存在錯誤訊息、網路謠言和假消息(Guo, et al., 2023)，造成 ChatGPT 未於第一時間判讀真偽過濾假消息，研究者建議需要增加 ChatGPT AI 學習經驗以便判讀真偽並且加入更多專家的數據做為調整參數。

參考文獻

一、 英文部分

Aydın, Ö., & Karaarslan, E. (2022). OpenAI ChatGPT generated literature review: Digital twin in healthcare. *Available at SSRN 4308687*.

Azaria, A. (2022). ChatGPT Usage and Limitations.

Dowling, M., & Lucey, B. (2023). ChatGPT for (finance) research: The Bananarama conjecture. *Finance Research Letters*, 103662.

Gozalo-Brizuela, R., & Garrido-Merchan, E. C. (2023). ChatGPT is not all you need. A State of the Art Review of large Generative AI models. arXiv preprint arXiv:2301.04655.

Guo, B., Zhang, X., Wang, Z., Jiang, M., Nie, J., Ding, Y., ... & Wu, Y. (2023). How Close is ChatGPT to Human Experts? Comparison Corpus, Evaluation, and Detection. *arXiv preprint arXiv:2301.07597*.

Murphy, R. R. (2018). Astromech robots in star Wars. *Science Robotics*, *3*(15), eaat1599.

Jiao, W., Wang, W., Huang, J. T., Wang, X., & Tu, Z. (2023). Is ChatGPT a good translator? A preliminary study. *arXiv preprint arXiv:2301.08745*.

Zhai, X. (2022). ChatGPT user experience: Implications for education. *Available at SSRN 4312418*.

發展以 EMI 教學的自然科創新教學模式
Developing an innovative teaching model of natural sciences taught by EMI

吳佩蓁 [1]、古智雄 [2]
Pei-Chen Wu[1] Chih-Hsiung Ku[2]
[1] 國立東華大學 科學教育研究所 研究生
[1]PHD Student of Graduate Institute of Science Education, National Dong Hwa University
Email: 810688302@gms.ndhu.edu.tw
[2]Associate Professor of Graduate Institute of Science Education, National Dong Hwa University

摘要

台灣推行EMI (English as a Medium of Instruction)的雙語教學策略， EMI的增長成為一種全球現象。本研究針對花蓮縣小學、中學、大學的教授自然及科學領域的教師們，發展出一套發展以英文教學為主的自然科創新教學模式。研究者參加線上課程，取得EMI執照，了解EMI的教學模式。研究對象為花蓮縣小學、中學、大學的教授自然及科學領域的教師們，研究方法為觀察現階段教師們教學模式，輔導教師們理解EMI教學策略，發展以英文教學為主的自然科創新教學模式。

In Taiwan, the implementation of the bilingual teaching strategy known as English as a Medium of Instruction (EMI) has gained global recognition. This study specifically targets teachers in the field of nature and science across primary schools, middle schools, and universities in Hualien County. The objective is to develop innovative teaching models for natural sciences with a focus on English instruction. To achieve this, researchers will actively engage in online courses, acquire EMI licenses, and gain an in-depth understanding of the EMI teaching approach. The research primarily targets teachers in the field of natural science across primary schools, middle schools, and universities in Hualien County. The research methodology involves observing the current teaching practices of teachers, guiding them in understanding EMI teaching strategies, and developing innovative English-based teaching models for natural sciences.

Key words: Bilingual Teaching, Interdisciplinary, Natural Science Teaching, EMI

關鍵詞：雙語教學、跨領域、自然科教學、EMI。

壹、 前言

台灣推行EMI (English as a Medium of Instruction)的雙語教學策略，Dearden (2014) 在書中定義EMI是使用英語教學學術科目而大多數人的第一語言的人口不是英語，也提到EMI 的增長成為一種全球現象。

教師們如何在現有繁重的教學場域下，具備EMI教學的技巧，本研究針對花蓮縣小學、中學、大學的教授自然及科學領域的教師們，發展出一套發展以英文教學為主的自然科創新教學模式。

在這項研究中，研究者將進一步探索EMI教學策略在自然科學領域中的應用，並致力於提供符合當地教育需求和文化背景的創新教學模式。研究者將與學校教師們密切合作，觀察和了解他們目前的教學模式以及遇到的困難和挑戰。透過訪談和問卷調查，研究者將收集教師們對於EMI教學的看法、經驗和建議。這些資料將有助於確定教師在EMI教學中所需的支援和培訓內容。

此外，研究者將進行教學實驗，試驗不同的教學方法和素材，並收集學生的學習成效和反饋。透過比較分析，研究者將能夠評估不同教學模式對學生學習成果和動機的影響，並為EMI教學提供有效的指導原則和建議。

這項研究的結果將有助於提高自然科學領域中EMI教學的效果，推動學生對科學的理解和學習，同時也能為教育部門和學校提供實用的教學策略和課程設計參考。最終，這項研究的成果有望促進台灣在科學教育領域與國際間的交流與合作。

貳、 文獻探討

根據 Jarrah（2020）的研究發現，學生的英語水平較低可能影響他們對數學和科學概念的理解。因此，教師們在課堂上花費大量時間教授英語，而不是專注於數學和科學概念的教學。這突顯了 EMI 教學中所面臨的一項重要挑戰。

另外，Tsui（2017）的研究也指出 EMI 教師常遭遇語言困難，包括無法以準確、流利且易於理解的方式用英語表達思想。這進一步強調了教師在 EMI 教學中需要有效應對語言障礙的重要性。

基於上述研究結果，本研究將探索如何協助教師克服學生英語水平低下的挑戰，並提供有效的支援和培訓。研究者將尋找並開發相關教學資源和策略，以幫助教師提高他們在 EMI 教學中的語言表達能力。這樣一來，教師能夠更好地將注意力集中在數學和科學概念的傳授上，從而提升學生對這些領域的理解。

這項研究的結果有望為解決 EMI 教學中的語言障礙提供實際的解決方案，並促進學生對數學和科學的學習成效。

參、 研究實施與設計

本研究的研究者本身是一位英文教師，並擁有跨領域專業知識，包括英美文學、觀光休閒遊憩和科學教育。為了更深入了解EMI教學，研究者積極參與了FutureLearn線上課程，該課程名為「English as a Medium of Instruction for Academics University of Southampton」（南安普頓大學英語作為學術教學語言）。該課程為期四週，研究者通過連續四週的學習和撰寫英文評論取得了EMI執照。透過參與該課程，研究者對全球EMI的實際現狀有了更清楚的了解，同時也釐清了EMI教學模式的相關概念和實踐。

這樣的學習和培訓經驗為研究者在本研究中的EMI教學探索提供了寶貴的背景知識和實踐基礎。研究者將能夠運用自己的專業知識和獲得的EMI執照，更好地理解教師在EMI教學中所面臨的挑戰，並開發出更有效的教學策略和方法，以提升學生對自然科學領域的理解和學習成效。

研究對象為花蓮縣小學、中學和大學中負責教授自然科學領域的教師們。為了方便進行研究，研究者採取了方便取樣的方法。在小學、中學和大學分別選擇了一位教師作為研究對象，以便於資料收集期間進行配合。

透過這樣的選取方式，研究者能夠涵蓋花蓮縣各級學校中教授自然科學領域的教師，從而獲得多樣化的觀點和意見。這將有助於研究者更全面地了解教師在EMI教學中所面臨的挑戰，以及他們對於科學教育和英語教學的看法和意見。同時，也能從這些教師中獲取寶貴的教學實踐和經驗，為研究結果的分析和結論提供更有力的支持。

在本研究中，研究者採用了觀察法作為主要研究方法，以觀察目前教師們的教學模式。研究者輔導教師們理解EMI教學策略並加入EMI中心專業課程內容，以發展出一套以英文教學為主的自然科學創新教學模式。這套教學模式將應用於教師的課堂教學中。

以下是兩張圖表，描述了研究者觀察教師教學模式的主要過程和教學模式的循環流程：

在圖一的觀察教師教學模式的主要過程，研究者在不影響教師教學下觀察教師教學模式，並筆記和手機側錄教師在教學過程段落當中，教師的教學策略與表現和學生的即時回饋。研究者根據EMI教學策略和EMI中心專業課程內容，依照現實狀況與研究者閱讀相關文獻之發現，發展以英文教學為主的自然科學創新教學模式，教師執行教學，應用教學模式於課堂。

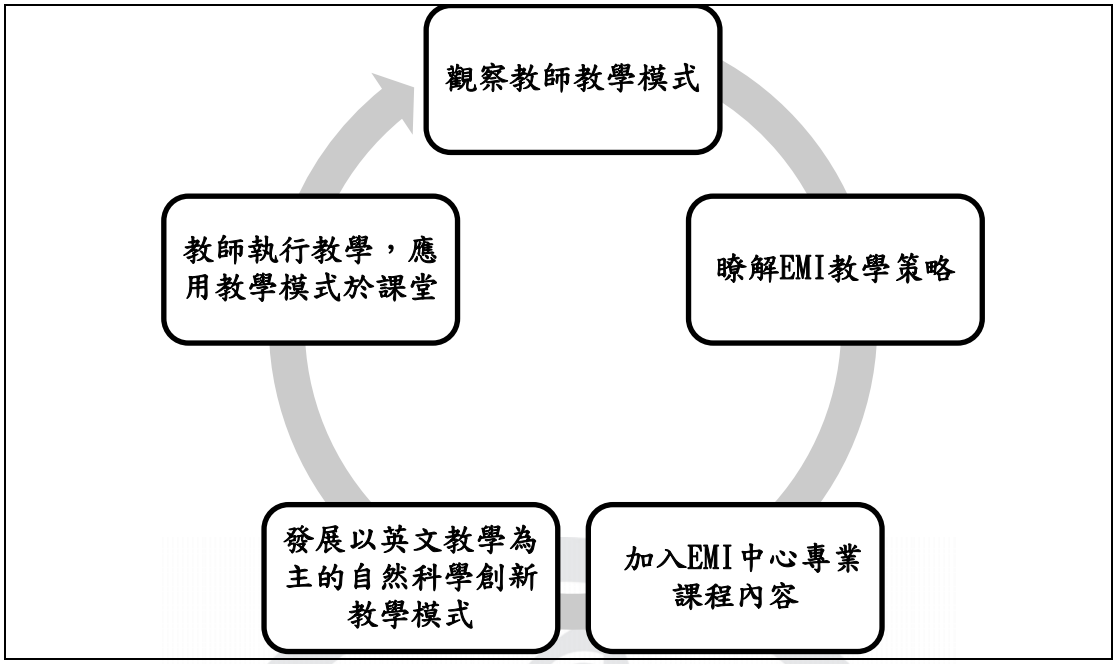


圖1 觀察教師教學模式的主要過程

在圖2教學模式的循環流程中，教師首先從英文理解課程概念，然後將其翻譯成中文，以確保對課程概念的正確理解。接著，教師將課程概念從中文翻譯回英文，再次確認理解的正確度。這種循環的流程能夠幫助教師確保自己對課程概念的正確理解並適應EMI教學模式。

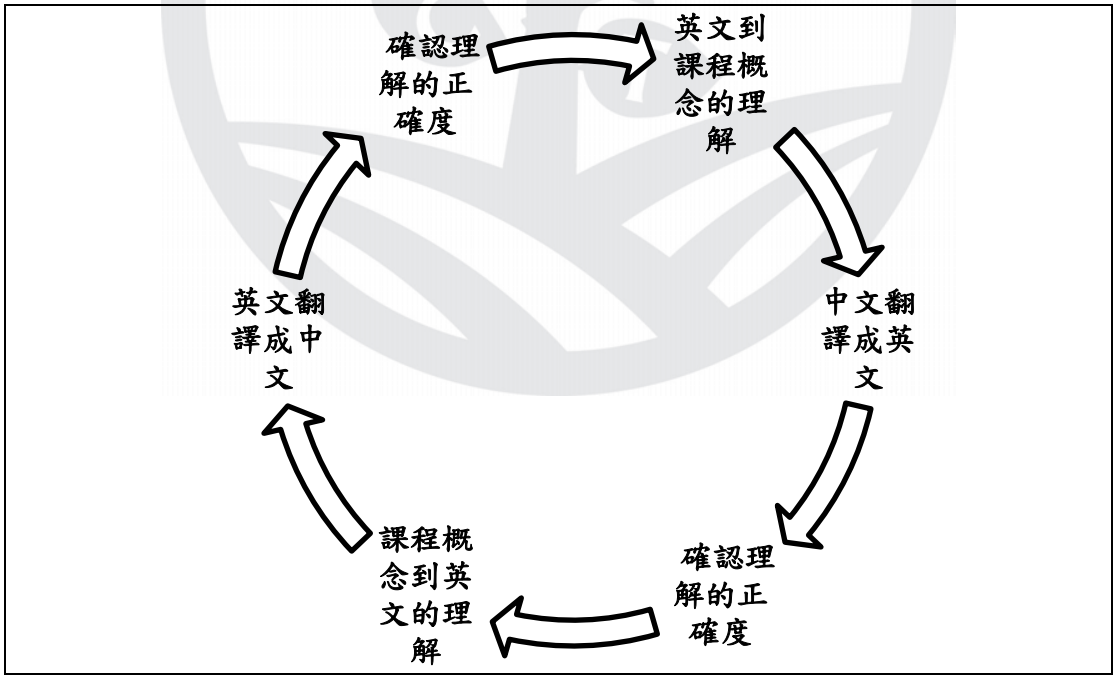


圖2 教學模式的循環流程

這些圖表展示了研究者在研究中所使用的方法和教學模式的核心概念。通過觀察教師的教學模式並引導教師理解EMI教學策略。

肆、 結果與討論

除了觀察教師的教學模式和應用 EMI 教學策略外，本研究還發現了教師在教學中遇到的挑戰以及一些改進的建議。如同 Jarrah(2020)指出，學生的英語水平較低可能會影響他們對數學和科學概念的理解，因此教師需要在課堂上花費大量時間教授英語而不是專注於數學和科學概念的教學。為了解決這個問題，教師需要提供更合理的解釋內容，以促進學生的理解。他們可以從中文出發，強調學生對概念的理解，去除不必要且不符合當前情況的說明，並按照研究中設計的流程進行教學。

此外，Tsui(2017)提到 EMI 教師在教學中經常面臨各種挑戰，除了自身英語能力不足之外，還需要花費雙倍的時間進行教學準備並與其他專業領域的教師進行討論。建議教師們以小組討論的形式增加彼此之間的經驗交流。正如 Tsui(2017)所提到的，經驗豐富的內容教師可以輕鬆發現語言培訓師難以發現的特定領域線索。因此，不同領域的專業結合和相輔相成可以加強彼此的經驗，提高教學效果。

除了觀察教師教學模式和開發教學模式的過程，本研究旨在為教師們提供明確的教學指南，以幫助他們在 EMI 教學中更好地執行教學工作。為了實現這一目標，學校應全力支持教師的教學工作並提供豐富的資源來提升教師的英語和教學能力。

學校可以採取以下措施來支持教師的教學：

1. 提供 EMI 相關認證：學校可以支援教師們參加 EMI 相關認證課程，例如之前提到的南安普頓大學的 "English as a Medium of Instruction for Academics" 課程，以幫助教師們掌握 EMI 教學的核心概念和策略。

2. 支援定期參加 EMI 工作坊：學校可以安排定期的 EMI 工作坊，提供教師們與其他同行交流和分享最佳實踐的機會。這樣的工作坊可以促進教師們之間的經驗交流，學習彼此的教學策略和方法。

3. 提供長期訓練和支援：EMI 教學是一個需要時間發展和成熟的過程。學校應該意識到這是一個草創期，需要持續的訓練和支援來幫助教師們增加經驗和提高教學能力。這可能需要 3-5 年的時間，並且學校應該在這個過程中給予持續的支持和鼓勵。

4. 提供豐富的資源：學校應該提供教師們所需的豐富資源，包括教學教材、教學技術和工具等，以幫助他們在 EMI 教學中更有效地應用英語。

伍、 未來展望

學校在 EMI 教學中的成功實施需要全力支持教師們的教學工作。提供明確的教學指南、EMI 相關認證、定期工作坊、長期訓練和豐富的資源將有助於

教師們的教學，建議在學校方面應該全力支持教師們的教學並提供豐富的資源提升教師們英語與教學能力，以長期來看，現階段是草創期，需要 3-5 年的訓練和成熟，讓教師們增加經驗，畢竟，語言能力是一套需要時間發展和成熟的讀寫能力(Tsui,2017)。

參考文獻

一、 英文部分

Dearden, J. (2014). *English as a medium of instruction-a growing global phenomenon*. British Council.

Haagen-Schützenhöfer, C., & Mathelitsch, L. (2002). English as a Medium of Instruction in Science-Teaching. *Developing Formal*, 293.

Jarrah, A. M. (2020). Elementary Schools Mathematics and Science Teachers' Perspectives on Using English as a Medium of Instruction. *Online Submission*, *8*(4), 473-482.

Tsou, W., & Kao, S. (2017). English as a medium of instruction in higher education. *English Language Education. Singapore: Springer Nature*.

Tsui, C. (2017). EMI teacher development programs in Taiwan. *English as a medium of instruction in higher education: Implementations and classroom practices in Taiwan*, 165-182.

CLIL 教學模式運用於國小音樂教學

林逸婷
臺北市立大學 教育系博士生

摘要

2018 年行政院國家發展委員會提出「2030 雙語國家政策」發展為藍圖，以雙語國家為政策推動的目標，希望透過雙語教育提升國家競爭力與英語力，並建構臺灣成為一個國際化環境。教育部於 2021 年將雙語教育的預算提高至十倍，金額約為二十億元，希望在此政策規劃下，能讓國中小與高中階段的學生能有多元普及的雙語學習機會。在雙語課程實施上，教育部目前規劃的「雙語教學師資培育實施計畫」主要以培育雙語師資並提升教師具有英語教學能力為目標（教育部，2019），其培育之雙語教師將以「學科內容與語言整合教學模式」（Content and Language Integrated Learning, CLIL）實施於中小學教學現場。CLIL 教學模式最早實施於歐盟會員國家，其目的鼓勵歐盟學生運用多種語言學習學科及溝通於生活之中。

全國目前有 3392 所公立國中小學，截至目前為止已有 949 所學校進行部份領域雙語教學。教育部(2018)提出臺灣於 2030 年高中以下三分之一學校進行部分領域雙語教學，可見得雙語教育有其必要性與重要性，雙語教學其模式、方法與策略更是教學上重要的一環。基於此，本文探究雙語教育以 CLIL 教學模式應用於音樂教學其方法與策略，並根據 2012 年教育部高級中等以下學校教師專業發展評鑑規準之《教學觀察表》進行修正，編製成《音樂教學觀察表》為研究工具，希望從巨觀的角度說明實施 CLIL 教學模式所產生的問題，並提出解決策略，再從微觀的方式針對我國實施 CLIL 教學現況進行分析與評論，最後進行檢討反省並提出建議。研究結果發現，透過 CLIL 教學模式可以讓學生增強學科知識於語言中的學習、在歌唱或樂器演奏中可以表達情感與情意、在歌曲與音樂故事中可以培養語言的敏感度，更可以熟悉教室的語言。

關鍵字：

雙語教育、CLIL 教學模式、音樂教學

Abstract

Application of CLIL teaching mode in elementary school music teaching

In 2018, the Executive Yuan National Development Committee put forward the "2030 Bilingual National Policy" as a blueprint for developing bilingual countries. It hopes to enhance national competitiveness and English proficiency through bilingual education and build Taiwan into an international environment. Therefore, the Ministry of Education will increase the budget for bilingual education tenfold in 2021, with an amount of about 2 billion yuan. It is hoped that this policy plan will give students in elementary, middle, and high schools diverse and popular bilingual learning opportunities. Regarding the implementation of bilingual courses, the Ministry of Education is currently planning the "Implementation Plan for Training Bilingual Teachers," which mainly aims at cultivating bilingual teachers and improving teachers' ability to teach English (Ministry of Education, 2019). The bilingual teachers to be trained will be " "Content and Language Integrated Learning (CLIL)" (Content and Language Integrated Learning, CLIL) is implemented in primary and secondary school teaching sites. The CLIL teaching model was first implemented in EU member countries. It aims to encourage EU students to use multiple languages to learn subjects and communicate in life.

There are currently 3,392 public primary and secondary schools across the country, and up to now, 949 schools have provided bilingual education in some fields. The Ministry of Education (2018) proposed that in 2030, one-third of the schools below high school in Taiwan will carry out bilingual teaching in some fields. It can be seen that bilingual education is necessary and important, so the mode, method, and strategy of bilingual teaching are even more important in teaching. one ring. Based on this, this paper intends to explore the methods and strategies of applying the CLIL teaching model to music teaching in bilingual education. The 2012 "Teaching Observation Table" of the Ministry of Education's professional development evaluation standards for teachers in schools below senior high schools is revised and compiled into "Music "Teaching Observation Table" is a research tool hoping to explain the problems arising from the implementation of the CLIL teaching model from a macro perspective, and propose solutions, and then analyze and comment on the current situation of CLIL teaching in my country from a micro perspective, and finally review and reflect. The results of the study found that through the CLIL teaching model, students can enhance their subject knowledge in language learning, express their emotions and feelings by singing or playing musical instruments, develop language sensitivity in songs and music stories, and be familiar with the classroom environment.

keywords: Bilingual education, CLIL teaching mode, music teaching

壹、緒論

政府在 2018 年提出雙語政策，該政策是由行政院國家發展委員會所提出，全名為「2030 雙語國家政策」，該目標的願景為「培育臺灣人才接軌國際」及「呼應國際企業來臺深耕，讓臺灣產業連結全球，打造優質就業機會」。原初構想係基於經濟活動，並指出台灣是一個以經濟與貿易為主的國家，許多外商都選擇在台灣設立公司，為了要與國外企業接軌，語文能力則是其溝通之基礎，所以雙語在這裡就顯得相當重要。希望透過雙語教育接軌國際並提升國家競爭力與英語能力，並建構臺灣成為一個雙語國家，也能下一代更具有良好的競爭力。（2018，國家發展委員會）。雙語教育是孕育世界公民素養與推動教育國際化之開端，其目的強化學生在生活中應用英語的能力，也可加速教學活化與善用科技普及個別化學習。

教育部（2018）建議英語文可以和其他課程進行橫向整合與連結，以擴展學習內容與強化學習深度，因此 CLIL（content and language integrated learning）也成為在臺灣中小學課堂中英語教學的新趨勢。在教育部推動雙語教學前，成大外語中心於 2017 年獲臺南市政府第二官方語言專案辦公室並進行學科內容與語言整合教學（Content and Language Integrated Learning, CLIL）。此研究團隊在教授的帶領下，邀請全台雙語教育相關的教育工作者於 2018 年共同出版全球第一本 CLIL 教學資源書，將其教學法之理論背景及教學案例進入雙語實際教學實務，也希望 CLIL 教學模式能成為臺灣後續推動雙語教育參考的依據(林律君，2021)。

CLIL 教學模式由歐盟在 1990 年代開始所推動的教育概念，主要鼓勵歐盟境內的眾多國家的學生，可運用多種語言進行學習與溝通。直到 2004 年，已有 80%歐盟會員國家具有 CLIL 教學概念，規劃並推動初等或中等教育（Dale & Tanner, 2012）。CLIL 的 4C 架構，其包含溝通 (communication)、文化 (culture)、內容 (content)、認知 (cognition)。而「溝通」 的語言又可以分為學科知識相關語言 (language of learning)、教師指導語言(language for learning)與延伸語言(language through learning)，CLIL 教學模式結合學科與語言，可以讓學習相輔相成。在現場教學上，所有學科都可以與英語教學整合，舉凡數學、自然、社會、體育與綜合活動等相關科目。所以研究者希望藉由 CLIL 教學模式運用至音樂教學其方法與策略，並根據 2012 年教育部高級中等以下學校教師專業發展評鑑規準之《教學觀察表》從巨觀的角度說明實施 CLIL 教學模式所產生的問題，並提出解決策略，再從微觀的方式針對我國實施 CLIL 教學現況進行分析與評論，最後進行檢討反省並提出建議。以下將針對雙語教育、CLIL 教學模式、音樂教學之定義、推動方向與教學模式等相關研究文獻做整理與說明。

貳、相關研究文獻

一、雙語教育

(一)雙語教育推動之方向

109 年 5 月 20 日總統於就職演說表示，雙語國家政策在未來三年結合「教、考、訓、用」四個原則，實施各項策略以達到其目的，因應「雙語國家」政策的推動，國家發展委員會與教育部於 110 年至 113 年，以 100 億元推動各項雙語策略，希望透過雙語教育培養全球化視野之專業人才，使產業具有國際競爭力並接軌國際。為了推動 2030 雙語國家，行政院於 107 年 12 月提出「2030 雙語國家政策發展藍圖」與兩大政策目標其包含「厚植國人英語力」與「提升國家競爭力」，在政府單位機關推動下，已有一些具體可實施之方向，像是提升公部門、民間英語服務、培育英語師資與試辦沉浸式英語教學，更建立「雙語資料庫學習資源網」資源平臺，以方便自主學習需求（2018，國家發展委員會）。綜合上述，雙語教育推動之方向，在政策面上，應重視教師英語能力的訓練及培養以運用於學科，在教師培訓的過程中也要兼具雙重能力之訓練；在教學者面上，要培養學生英語聽、說、讀、寫的能力，並應用於日常生活溝通；培養良好自學能力，主動涉獵各領域知識；培養以英語文進行思辨分析與整合創新的能力。因應全球化時代的來臨，英語應走出教室與課本的框架，從生活中學習語言並運用於生活之中，並逐步落實全英語授課於課堂中。

(二)雙語教育相關研究文獻

提倡雙語教育的過程中常素有爭議，無論是教師、家長還是學生常常一頭霧水，更感到擔憂而不知所措，學習兩種語言對於學生而言是優勢還是負擔呢?其正負面之影響如何是學者研究的重點內容，而在臺灣的教學環境中是否能發揮所預期的學習成效，值得我們去深思及關注。以下正反兩面的研究做說明：以正面研究為例：Valencia（2002）指出，接受「加式雙語教育」（Additive Bilingual Education）的學童，較接受單一語言教育的學童，有較理想的認知與創造性能力。雙語教育並無害於兒童學習之英語與母語發展，而學生最終能雙語流利並自由轉換於雙語言之間；張玉芳（2011）發現學生的中英文閱讀與寫作能力有顯著相關，而根據 Cummins（1979） 的「語言相互依賴假說」，發現兩種語言能夠互相依賴發展，因此透過雙語學習可以同時提高兩種語言的知識學習；胡瑜庭（2014）說明雙語學習成效結果是「加乘法」，意指在學習雙語的過程中，母語能力不但沒有被削弱，而且教學模式之學習成效具有正面積極的態度；以反面研究為例：張靖筠（2006）說明全球化教育對本土教育產生不當排擠作用，學童不但有展現出國際觀，反而產生貶抑本土語言價值與文化的態度；宋明娟（2020）指出，臺灣將英語課程列入國小正式課程已長達 20 多年之久，然而學生的英語能力成果

並未顯著提昇。因為家長擔心孩子輸在起跑點上，所以讓他們提早學習英語，因而造成孩子心理壓力大，進而也減少了學習英語的興趣；黃彥文（2021）認為，臺灣目前的雙語課程偏重全球化的「外國語言化」的學習內容，但因缺少了本土化思維與國際間交流互動，所以容易造成全球化同質性的限制與多元文化創造之可能性。

綜合上述，對於正反面意見之研究各持不同意見及認知，因此，雙語教育在落實上應積極培育優秀師資、營造優質的雙語環境、提供教師專業的幫忙與協助、開創多元文化課程，除此之外，我們應與各部會打造全方位的雙語國家、應該培養學生具有世界觀的能力，讓學生在強化英語能力後，能發揮於生活及職場中，並邁向國際化的教育未來前進，進而讓臺灣走向全世界。

二、CLIL 教學模式

(一)CLIL 定義

David Marsh 和 Do Coyle 在 1990 年中期提出了 CLIL 一詞，當時政府、學校和個人都開始意識到了解不止一種語言的重要性。自 2003 年起，其相關研究在國際上開始逐漸發展(Marsh,1994&Perez-Canado,2012)。CLIL 一詞意指任何教學主題或內容皆會遵循「雙重焦點，同時進行「內容」與「語言」的學習，而雙重焦點中的「學科內容」指的是學科或特定的主題內容，「語言」則是指學生透過母語以外的外語來學習學科（王贊育，2019）。CLIL 教學模式主要可讓學生透過語言學習知識的過程中建立更多的語言詞彙；其目的提供學習者自然的語言學習環境，並培養具有社會溝通能力（Marsh, 2002），更重要的是教師使用外語教學整體或部分學科內容，並讓學生同時具有學科學習及外語學習之雙重目標。Ball(2016)也提出運用 CLIL 所帶來的的優點：第一、透過整合語言及學科內容學習語言時，學習成效優於單一的語言學習；第二、CLIL 可確保學生在社會溝通以及學科領域習得語言能力；第三，CLIL 為英文學習提供了一個溝通工具，並強調這樣的學習將具有情境溝通的意義。

(二)CLIL 教學模式相關研究文獻

CLLI 的實施並無單一固定的教學模式，其包含多樣教學模式的名詞（Dalton-Puffer, Llinares, Lorenzo, & Nikula, 2014），黃子純（2019）提到主要依照不同的教學者而形成不同的 CLIL 教學模式。根據 Coyle （1999）提出的 4C（content, communication, cognition, culture）理論，包含溝通 (communication)、文化 (culture)、內容 (content)、與認知 (cognition)(鄒文莉&高實玫&陳慧琴，2018)。其理論則依循下列三點原則概念而建立：第一、教材內容不僅限於學習知識與技能，還更涵蓋學習者自身建構專業知識發展與能力（Vygotsky, 1978）；第二、語言需要在學科內容中學習，並透過一個外語去建構學科知識及思考的過程（Krashen,1985; Swain,2000）；第三、學習學科內容時重視互動，因為這是學

習中最為基本的要素（Mohan, 1986）。除此之外，CLIL 教學原則需重視循序漸進的學科概念呈現，在設計學習活動時則以完成任務為導向，教師在教學過程中要能提供鷹架式語言教學，並將學習成果可以分為概念、過程及語言，鼓勵同儕溝通且引導學生養成良好的思維模式（Balls et al., 2015）。綜合上述，為了引起學生學習的興趣與動機，在 CLLI 教學模式上，需用英語來學習學科內容知識，並加強學生語言與學科雙重目標之學習，在教學上要重視多元智能的運用、設計有趣生動的課程且鼓勵學生認識及尊重文化差異。

(三)CLIL 運用於音樂教學

目前台灣採用自編 CLIL 雙語教材首屈一指為臺北市，是全國第一套官方雙語教材，主要由教育局、輔導團與民間團隊合作研編而成，其編輯理念以「為學習而評量」，期盼能增進雙語課程中學科內容及語言的學習。在課程的編排上有五大重點:

1、以素養導向為核心

2、採用實體教材應用及雲端共備分享

3、教材研發以 4C 為架構,並融合語言和學習

4、教材應用四部曲(內容分析/教學建議/課堂用語/延伸學習)

5、學生教材版面編排設計(學習單/唸謠/情境放大圖/分解動作/動手做)

教材內容以學習者為中心，符合 12 年國教課綱全人教育的精神，教師可透過雲端備課方式設計出符合素養導向的多元教案，以學科內容、溝通、認知與文化為 4c 架構,將學科知識與語言相互結合，建構有效教學環境，依照學生學習情況延伸教學於課堂之中。(臺北市政府教育局，2018)。

目前 CLIL 在音樂教學上的運用，學者們皆有不同的看法。Willis（2013）認為音樂科目非常適合 CLIL 教學，透過 CLIL 學生能訓練傾聽技巧、在口說和表演中能培養自信心，並增強化對於語言節奏的能力。由於音樂和語言負責語法和意義處理，而音樂訓練搭配語言學習的可以得到增強與發展（Slevc &Patel, 2009)。根據 Willis（2008）的理論，音樂可以提供至少三項語言學習目標：第一、音樂的應用可以讓學生熟悉教室管理的語言；第二、透過歌唱或是樂器演奏可以讓學生發表想法與表達情意；第三、透過歌曲或是音樂故事中的詞句可以增強學生對語言的敏感度。因此設立 CLIL 教學目標時可以參考這些原則與方法，並為學生的學習奠定良好的基礎。

因此，本文探究雙語教育以 CLIL 教學模式應用於音樂教學其方法與策略，並根據 2012 年教育部高級中等以下學校教師專業發展評鑑規準之《教學觀察表》進行修正，編製成《音樂教學觀察表》為研究工具。從巨觀的角度說明實施 CLIL 教學模式所產生的問題，再從微觀的方式針對我國實施 CLIL 教學現況進行分析與評論，最後進行檢討反省並提出建議。

參、研究設計與實施

一、質性研究法定義

質性研究意指在社會科學及教育常使用的研究方法，實際上並不是指單一種方法，而是許多不同研究方法的稱呼。二十世紀初期，社會科學裡已有研究質性的傳統（Vidich and Lyman 1994）自 1990 年以來，質性研究方法的重要問題以資料分析為主，近十年，質性研究方法開始被探討研究，相關書籍也隨之相繼而出。目前碩博士論文及學術論文大多數以質性研究作為研究方法，而量化研究和質性研究相互並行，更成為現行質量並重的研究趨勢。質性研究者主要是深入瞭解人類行為及調查人類決策的理由和方法。相對於量化研究，質性研究重視更小更集中的樣本，並針對個案的知識訊息作為研究（Gobo 2005）。本研究希望藉由 CLIL 教學模式運用至音樂教學其方法與策略，並根據 2012 年教育部高級中等以下學校教師專業發展評鑑規準之《教學觀察表》說明實施 CLIL 教學模式所產生的問題進行分析與評論。

二、研究流程

本研究流程分為五個步驟，分別如下：

第一步驟：擬定研究題目，確定研究目的，再確立研究方法與架構。

第二步驟：透過全國碩博士論文資訊網蒐集相關文獻，進行探討與分析。

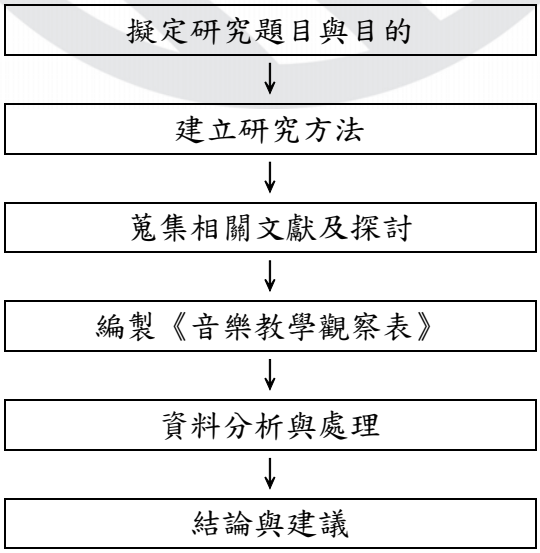
第三步驟：編制《音樂教學觀察表》為研究工具。

第四步驟：進行教材內容的分析及探討，撰寫論文並提出具體的建議與結論。

本研究之研究流程圖如圖 3.1。

圖 3.1

研究流程圖



三、研究對象

本研究主要針對國小高年級(五年級)學生，班級人數約為 27 人。

四、研究工具

音樂教學觀察表

教師姓名：_____任教年級：__五年級____

任教科目： _藝術與人文__

課程名稱：_真善美的旋律____

課程內容:____舒伯特之歌_____

評鑑指標與檢核重點			教師表現事實摘要敘述	結果			
				優良	滿意	待改進	不適用
一、內容 content				□	□	□	□
精熟任教學科領域知識							
能認識樂曲創作緣由							
能認識傳統打擊樂器							
能認識音樂家							
能認識力度記號、語法記號							
能欣賞五重奏，認識變奏曲及樂團編制							
能欣賞藝術歌曲							
能欣賞進行曲與圓舞曲							
能欣賞東西方節慶歌曲							
能欣賞福佬、客家及原住民歌曲							
二、溝通 communication							
清楚呈現教材內容							
能說出樂曲創作緣由							
能說出傳統打擊樂器							
能說出音樂家							
能說出力度記號、語法記號							
能說出五重奏，認識變奏曲及樂團編制							
能演唱藝術歌曲							
能說出進行曲與圓舞曲之差異							

評鑑指標與檢核重點			教師表現事實摘要敘述	結果
能演唱東西方節慶歌曲				
能演唱福佬、客家及原住民歌曲				
三、文化 Culture				
尊重各國其文化特質				
對於不同地區文化其表達與感受				
對於不同地區文化差異其表達與感受				
四、認知 Cognition				
善於發問啟發思考				
能理解樂曲創作緣由				
能理解傳統打擊樂器				
能聽辨音樂家的歌曲				
能應用力度記號、語法記號於樂曲中				
能理解五重奏、變奏曲及樂團編制				
能理解與聽辨藝術歌曲				
能理解出進行曲與圓舞曲				
能理解與聽辨東西方節慶歌曲				
能理解與聽辨福佬、客家及原住民歌曲				
四、學習評量				
善於運用學習評量				
依實際需要選擇適切而多元的評量方式*				
適時檢視學生的學習情形				
根據學習評量結果分析學習成效*				
根據學生評量結果調整教學*				
五、班級常規的建立與營造				
建立有助於學習的班級常規&營造班級氣氛				
訂定合理的班級規範與獎懲規定				
維持良好教室秩序常規				
適時增強學生的良好表現				
妥善處理學生不當行為				
布置或安排適當的學習環境*				
營造良好和諧的師生互動關係				

肆、研究結果與討論

本章針對研究目的與問題，依據質性分析所得資料進行討論與分析，旨在呈現質性敘述之研究結果。Coyle (2005)認為規劃 CLIL 課程時應考慮到四個基本要素，其包含內容（content）、溝通（communication）、認知（cognition）、文化（culture）。

一、 研究結果與討論

本研究主根據 2012 年教育部高級中等以下學校教師專業發展評鑑規準之《教學觀察表》說明實施 CLIL 教學模式所產生的問題，提出解決策略、進行分析與評論，最後進行檢討反省並提出建議。

本研究主要分成六大部分:第一、內容(精熟任教學科領域知識)；第二、溝通(清楚呈現教材內容)；第三、文化(尊重各國其文化特質)、第四、認知(善於發問啟發思考)；第五、學習評量(善於運用學習評量)、第六、班級常規的建立與營造(建立有助於學習的班級常規&營造班級氣氛)。以下針對五大部分進行說明:

第一部分、內容:學習過程的重點在於學科內容的學習和知識的獲得、技能與理解。這一單元主要介紹舒伯特生平及歌曲，透過 CLIL 教學模式可發現學生在學習時，可熟知 It is _____. How do you know? Can you tell me?相關英文句型；在介紹音樂家時可讓學生深入其境並熟悉西方國家之文化及其特色；在介紹東西方節慶歌曲、福佬、客家及原住民歌曲則可以使用中英對照方式比較其差異性與特色；而在專業術語與記號上則可以讓學生用原文的方式理解其意涵。

第二部分、溝通:教師在教學知識相關語言後，可以設計活動讓學生聽讀與分辨這些詞彙。老師可以在教室四周貼上不同音樂專有名詞，例如樂器、音樂家、和聲、音高等。當教師說出音樂專有名詞，學生可以根據聽到的專有名詞走到正確的位置並回答問題 (Vogt & Echevarria, 2008)。透過 CLIL 教學模式在溝通方面可發現學生能聽懂教師所使用的英文教室語言，在學習過程中說出音樂專有名詞，也能介紹(演唱、演奏)音樂作品並表達自己的感受。

第三部分、認知:教師在教學活動中必須幫助學生進行批判性思考，構建自己的理解並且受到其他學習者的挑戰（March & Frigols Martin, 2012）。

第四部分、文化:教師在教學過程中要積極與發展多元文化教育，也能讓學生尊重多元文化，並透過音樂知識背景了解其文化差異，因為對自己以及他人所處的文化之理解是 CLIL 教學中不可或缺的一部分。

第五部分、學習評量:在學習活動上有許多模式可以運用在其中，像是請學生口頭報告(心得或結果)，可以增加學生的發言機會，這也是師生重要的溝通方式之一，此外，老師可以引導學生進行自我評量和同儕或小組回饋。如此一來，在活動中也可教學相長。

第六部分、班級常規建立與營造:教室的管理是相當重要的，一個好的管理者能給學生帶來更多的學習機會也能創造出不同凡響的學習環境。更重要的是良好的師生關係需用心經營與培養。

(一) CLIL 教學模式所面臨之困境挑戰與因應策略

CLIL 教學模式雙語教學不可或缺的一環，更是邁向國際化的工具。教育部（2018）指出雙語課程不完全為全英語授課，主要是英文為主，中文為輔的教學型態。教學過程中由教師判斷學生的學習狀況，進而調整雙語的使用比例於課堂上，避免阻礙學生學科知識上的吸收。在目前的環境下，要全面實施雙語教育有其困難，政策的實施上仍有許多問題需要克服及改善，而雙語教育的願景是否淪為口號呢?以下針對三大面向之困境挑戰與因應策略做說明：

1、政策方面

經濟日報專訪內容提到，政府推動雙語國家政策初心良善，但如果缺少了推動機構與預算部門，又或者只是交給各單位去推動，那麼政策的實施將會有極大的困難（陳超明，2019）。當我們第一次聽到雙語教育這個名稱，心中不免想著「什麼是雙語教育？」「雙語意指所有科目都用英文上課嗎？」、「學生英文能力水平不一致，怎麼能用全英文去上課?」，這些疑問不斷出現於第一線現場教師的腦海中。事實上，我們對雙語教學的定義認知模糊不清，舉凡從政府、學者、學校、教師、家長到學生，所有人對雙語教育的推動及實施有著不同認知與期待。到底雙語教學是提升競爭力?還是帶給學生是另一種學習困境呢?（楊怡婷，2022）。假使雙語教育的推行是將學科教學變成英語教學，這樣是否有種本末倒置的狀況。如此一來，不但會犧牲到學生的學科學習，更會造成學習落差。面對排山倒海的問題質疑，政府單位機關須進一步做說明語也要提出周全詳盡的計畫於策略（楊怡婷，2022）。

目前可因應策略如下：政府機關應加強說明雙語教育的意義內涵與政策實施目標，讓第一線教師與家長學生能更清楚了解雙語教育政策內涵為何。除此之外，在師資、教材及評量工具上也要有更詳盡全面性的安排與計畫。如此一來，可以提高教學品質，也可降低大家心中的疑問及困惑。這樣政府推動此政策的美善才能發揮到位，而學生才能真正具備專業學科知識及語言能力，也能具備世界觀與競爭力於這瞬息萬變的科技時代。

2、 師資方面

雙語教育主要以兩種不同的語言教授新知識，而授課教師必須同時具備語言能力之專業領域及專業知識，因具備雙語教學能力教師的人數有限，加上目前國小的師資培育主要是以專業領域和專業知識為重點，所以在教學師資上將是一大挑戰。教師甄選職缺粥多僧少，競爭人數激烈。但近年來可發現，雙語教師竟然有招聘不足之問題，著實令人驚訝。以臺北市為例，今年開出 100 個國

小雙語教師名額，卻只有 33 人報考，其主因是雙語教師除了需要與一般師資具備合格教師證書外，還要具有 B2 級的語言能力，所以有許多師培生的英語達不到此門檻，能符合資格的考生也減少許多；就教材內容不足而言，目前缺乏一套符合認知、語言與文化並輔以圖示之雙語教材，因學生程度差異懸殊，導致評量方式不易，這也是目前學校實施上的限制；就環境不足而言，雙語教育的重點是環境的養成，像新加坡與紐西蘭等國的雙語教育都有完整環境建置，若要實施雙語教學就得打造一個英語國際村，使得學習上不只有課堂教學，也應讓英語充斥於學生的日常生活中。

目前可因應策略如下：在雙語師資的培訓上，可以採取學分制，廣設英語文相關課程，加強完整培訓的機會，亦可增強英語能力運用於教學之訓練；若針對非英語系師資生，在英語教學上或許有些陌生，對於班級經營與教室管理更是茫然，所以可以增加試教機會於校內學分課程與實習機會，這樣不但可增進教學品質也可以經營師生關係(丁凡芮，2021)。政府今年已喊出「未來四年內要培育出來 2000 名的全英語授課師資」的口號，除了在大學開辦全英語教學師資培育課程外，也會增加在職雙語增能班，希望透過一系列完整的師資培訓，能改善現今所面臨的問題，也可以帶給學生一個全新視野於雙語課程學習上。

3、教學方面

李真儀(2021)認為雙語教師在教學過程中要能轉換語言，因為語言不能阻礙了學生學習。目前教材內容以 108 課綱為主，以低年級健體領域及中年級學生課本與教師手冊進行編輯。就目前情況而言，我認為目前的自編教材內容完整度不足，因為在教材的編輯上只針對低年級及中年級，而高年級的部分尚未出版，除此之外，在評量工具上，目前只依據生活科和自然科聽說進行，實為短少。這樣的方式會造成教師在教學上的困擾。我們在教學現場上可看見有許多具有熱誠的教師，他們努力的將自己所了解的交付於初(新)任教師，但因平日教學備課繁重，如此一來很容易造成教學負荷以影響教學成效。

CLIL 教學模式在課程設計方面，缺乏教師提供鷹架支持，其鷹架包含「學科教學 鷹架」及「語言教學鷹架」，我們應協助學生在語言及學科內容之間給予系統性的指導，在課堂中也可進行差異化教學及採取不同的教學策略，以符合學生需求；CLIL 在教學過程中，容易產生學生英語能力及專業知識不足之問題，教師可適當使用圖片(表)加以輔助說明，結合學生生活經驗並加入多元評量方式，使學生對上課內容能夠得心應手。

目前可因應策略如下：在政府方面，可以提供更完善的教材與活動以鼓勵教師投入雙語教學；以教師方面，我們可以增進自己的專業知識及語言能力，多參與培訓課程，最後我們也希望透過教師的力量可帶領學生進入雙語世界的國度，並開拓他們的新視野。

伍、反省與建議

十二年國教課綱中，說明英語重視技能的養成與實用性，期望學習者能夠以透過英語的學習，進一步探索更廣泛的知識（教育部，2018）。學習英語的目的不僅與他人溝通而已，也讓英語成為學習者探索這世界並提升自我能力。在雙語教育發展出五大目標（教育部，2018）：第一，培養英語聽、說、讀、寫的能力，並應用於日常生活溝通；第二，提升學習英語文的興趣並培養積極的學習態度，主動涉獵各領域知識；第三、建構有效的英語文學習方法，強化自學能力，奠定終身學習之基礎；第四、尊重與接納多元文化，培養國際視野與全球永續發展的世界觀；第五、培養以英語文進行邏輯思考、分析、整合與創新的能力。由此可知，教育部要培養台灣走向世界的雙語人才，並逐步落實全英語授課。因應全球化時代的來臨，英語不再只是課堂上的學習，應走出教室與課本的框架，從生活中學習語言並運用於生活之中。除此之外，要學會尊重與欣賞不同的民族與培養具有國際觀的視野，透過教學擴增應用英語能力、善用科技設備輔助教學。

就反省與建議的部分如下：我認為 CLIL 在教學上有幾個要點需要重視：第一、重視學生學習過程與活動進行：從早期傳統的講述式上課轉變成情境式教學，學生可以透過與同儕的互動學習，以提升學習動機與成效；第二、重視教學方式與策略：教師在教學上應適性教學，並採用多元方式，主要重視學習過程內容與策略，最後再依照評量結果調整教學方式；第三、營造良好的學習環境：教師應在班級營造豐富的英語學習環境，以培養學生良好的學習習慣，並增進個人的語文能力；第五、幫助學生培養自我學習能力：教師的課程安排及教學設計應要能結合學習以培養學生自學能力，而成為良好的學習者

陸、結語

雙語教育受到各界的關注與討論，政策的推動加上新課綱的推行，所有第一線教師都面臨一場新的教育改革風暴。在推動的過程中一定會出現各式各樣的困難及挑戰，針對這些不足之處政府單位應該提出良善的改進措施與建議方針，主要增加雙語教師的人數，以提升教學品質，次要的為加強現場教師的英語能力，以便與國際接軌；最後為發展具有特色的雙語教學內容，以提高學生學習成效。其實學科知識、語言與環境是相輔相成的。在政策實施過程中，我們應察覺語言所帶來的價值性與未來性，希望在雙語教育的體制下，我們能擴散雙語教育，創造雙語價值，開展雙語視野，並培養下一代具備良好的雙語能力與國際觀，攜手走向璀璨的道路上。

參考文獻

丁凡芮（2007）。淺談雙語教育政策下小學師資培育課程之改善建議。***臺灣教育評論月刊，10***（7），93-99。

王贊育（2019）。以內容和語言整合學習觀點組織的大學華語聽力課程。***臺灣華語教學研究***，**19**，1-19

白芳、淦家輝（2007）。***新加坡雙語教育的得失對中國雙語教學的啟示。8***（3），73-75。

呂美慧（2012）。雙語教育。網址：https://reurl.cc/YWddZx

吳英成（2010）。新加坡雙語教育政策的沿革與新機遇***。臺灣語文研究，5***(2)，63-80。

宋明娟（2020）。雙語教育的議題：國際化、語言與價值、教育的起點。***臺灣教育評論月刊，9***（10），14-18。

林子斌（2019）。新加坡教育國際化的助力：雙語教育之發展與啟示。***教育研究月刊，***305，115-127。

林律君（2021）培育「鏈結國際、肯定在地」的雙語教學教師。***師友雙月刊***，626，19-27．

胡瑜庭（2014）。**臺灣七年級雙語學生的中、英文語言能力－和臺灣、美國一般教育學生之比較**（未出版碩士論文）。國立臺北教育大學，臺北市。

許慧伶（2014）。東亞地區英語教育與教學現況之比較研究-新加坡篇。網址：ttp://web.nuu.edu.tw/~hlhsu/Grace/pdf/Publication/NSC_02.pdf

許慧伶（2014）。新加坡的雙語政策與英語教育。***英語教學，27***(4)，31-48

國家發展委員會（2018）。雙語國家政策。臺北市：國家發展委員會。

陳之權（2013）。新加坡獨立以來各階段華文課程與教學改革重點及其影響***。中原華語文學報***，11，73-97。

陳超明（2019）。*雙語國家我們準備好了嗎?* 網址 https://money.udn.com/SSI/digital-news/2019/bilingual-country/index.html

張玉芳（2011）。雙語學童中、英文閱讀理解與寫作能力之相關性探討。***英語教學 35***（4），91-132。

張靖筠（2006）。**從跨文化傳播看兒童雙語教育-以文化價值觀為例**（未出版碩

教育部（2018）。**教育部推動雙語國家計劃**。臺北市：教育部。

教育部（2022）。**臺北市雙語教育白皮書**，臺北市政府：教育局 。

教育部（2018）十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校語文領域 － 英語文。臺灣臺北：教育部

黃彥文（2021）。體現「在地全球化」精神：論中小學「國際教育 2.0」與「雙語課程」接軌的問題與展望。***臺灣教育評論月刊，10***（2），5-11。

黃子純（2019）。**華語內容與語言整合學習課程設計與教材編寫:「臺灣社會議題」課程之個案探析。**

葉若蘭&翁福元（2021）。雙語教育推動的挑戰與配套措施建議。***臺灣教育評論***

月刊，10（12），19-26
楊怡婷（2022）。學校推動雙語教學之挑戰與因應。***臺灣教育評論月刊，11（1）***，81-86　臺北市政府教育局
劉存剛、宋占美（2007）。新加坡小學雙語教育的特點。***學科教育，15***(57)。
潘乃欣（2020）。**雙語教育師資不足** 潘文忠：明年經費增為 10 倍加速培育。
臺北市政府教育局(2018)。網址: https://sites.google.com/view/tp-clil
謝國平（1995）。雙語教育與語言規劃。***華文世界***，75，32-36。
鄒文莉、高實玫、陳慧琴（2018）。**學科內容與語言整合學習雙語教學模式的核心精神**。載於 CLIL 學習資源書：探索學科內容與語言整合學習雙語教學模式。臺北：書林。
Baker, C. (2011). Foundations of bilingual education and bilingualism (5th ed.). Bristol, UK: Multilingual Matters.
Ball, P. (2006). Defining CLIL parameters. One Stop English. Retrieved from https://www.onestopenglish.com/
Ball, P., Kelly, K., & Clegg, J. (2015). Putting CLIL into practice. Oxford: Oxford University Press.
Chua, S. C. (1964). Report on the census of population 1957. Singapore: State of Singapore.
Coyle, D. (2007). Content and language integrated learning: Towards a connected research agenda for CLIL pedagogies. International Journal of Bilingual Education and Bilingualism, 10(5), 543-562
Cummins, J. (1981). Bilingual and Minority Language children. OISE Press
Dale, L., & Tanner, R. (2012). CLIL Activities with CD-ROM: A Resource for subject and language teachers. Cambridge University Press.
Dalton-Puffer, C., Llinares , A., Lorenzo, F., & Nikula, T. (2014). “You can stand under my umbrella”: Immersion, CLIL and bilingual education. A response to Cenoz, Genesee &Gorter (2013). Applied Linguistics, 35(2), 213-218.
Freeman, R. (2007). Reviewing the research on language education programs. In O.
Garcia, & C. Baker (2007) (Eds.). Bilingual Education: An introductory reader (pp.3-18). Clevedon, UK: Multilingual Matters
Garcia, O. (2009). Bilingual Education in the 21st Century: A Global Perspective. Chichester, England: Wiley-Blackwell.
Gobo, Giampietro（2005）”The Renaissance of Qualitative Method”. Forum: Qualitative Social Research 6(3), Art. 42.
Krashen, S. D. (1985). The Input Hypothesis. London: Longman.
Sloboda, J. (1985). The musical mind. Oxford: Oxford University Press
Source: Wright, W. E., Boun, S., & Garcia, O. (2015). Introduction: Key concepts and Valencia, R. R. (2002). Chicano school failure and success: Past, present, and

future.
Swain, M. (2000). The output hypothesis and beyond: Mediating acquisition through collaborative dialogue. In: J. Lantolf (ed.) Sociocultural Theory and Second Language Learning. Oxford: Oxford University Press
Leow, Bee Geok. (2001). Census of Population 2000 Statistical Release 2: Education, Language and Religion. Singapore: Singapore Department of Statistics.
Patel, A. D. (2010). Music, language, and the brain. New York, NY: Oxford University Press.Pérez-Cañado, M. L. (2012). CLIL research in Europe: Past, present, and future.
International Journal of Bilingual Education and Bilingualism, 15(3), 315-341.
Marsh, D. (1994). Bilingual education & content and language integrated learning. International Association for Cross-cultural Communication, Language Teaching in the Member States of the European Union (Lingua). Paris: University of Sorbonne.
Marsh, D. (2002). CLIL/EMILE-The European Dimension: Actions Trends and Foresight Potential. Finland : Unicom Continuing Education Centre.
Mohan, B. (1986). Language and Content. Reading, MA: Addison-Wesley.
Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society. Cambridge, MA: Harvard University Press.
Vidich, Arthur J. and Stanford M. Lyman（1994）"Qualitative Method: Their History in Sociology and Anthropology".p.23-59 in Norman K. Denzin and Yvonna S. Lincoln(ed.) Handbook of Qualitative Research. 23 London:Sage
Vogt, M. E., & Echevarria, J. (2008). 99 ideas and activities for teaching English learners with the SIOP model. New York, NY: Pearson Education, Inc.
Willis, J. (2013). English through music: Designing CLIL materials for young learners. Padres Y. Maestro, 345, 29-32.

食農教育兒童繪本設計實務研究

Practical research on the design of children's picture books for food and agriculture education

許宏賓
HSU, HUNG-PIN
南臺科技大學 視覺傳達設計系 助理教授
S Southern Taiwan University of Science and Technology Department of Visual Communication Design Professor
E-mail: hsuhp@stust.edu.tw

摘要

繪本是一種以圖畫為主、文字為輔的敘事讀物。由於繪本能夠讓兒童透過圖像化的閱讀方式理解繪本中的內容，因此比較容易吸引兒童的注意力與專注力，進而促進兒童的敘事能力。隨著數位科技的發展，當前互動形式的電子繪本開始逐漸出現在市場當中。為閱讀繪本的過程增加了多樣化的媒體與娛樂性，讓兒童能夠獲得更豐富的感官刺激，並同時具有能夠讓兒童想像的優點。然而目前針對設計繪本所用的媒材互動性，較少有實務性的理解。同時繪本的媒材互動性對於兒童敘事力之影響亦尚未獲得認識。為解決前述的問題，本研究針對三種不同互動形式的設計媒材進行研究。這些設計媒材包含電子書翻閱形式、動畫媒體閱讀形式、互動操作的遊戲形式。本研究邀請具有以兒童繪本進行敘事教學經驗的教師，使用以三種互動形式的食農教育電子繪本。接著本研究再邀請教師參與訪談，蒐集他們根據過往教學經驗分析前述三種繪本用於教學時的優缺點。最後本研究再透過分析訪談獲得的資料，找出繪本互動性對於兒童敘事力之影響。透過這項研究在設計實務中的研究，可以提供未來研究及設計兒童繪本的研究者及設計師做為參考的知識。

關鍵字：食農教育、兒童繪本、電子繪本、敘事力、媒體互動性

Abstract

A picture book is a kind of narrative reading mainly based on pictures and supplemented by words. Because picture books allow children to understand the content of picture books through visual reading, it is easier to attract children's attention and focus, thereby promoting children's narrative ability. With the development of digital technology, electronic picture books in the current interactive form have gradually appeared in the market. It adds a variety of media and entertainment to the process of reading picture books, allowing children to obtain richer sensory stimulation and, at the same time, has

the advantage of allowing children to imagine. However, there is little practical understanding of the interactive nature of the media used in designing picture books. At the same time, the influence of the media interaction of picture books on children's narrative ability has not yet been understood. This research studies three different interactive forms of design media to solve the aforementioned problems. These design media include e-book reading form, animation media reading form, and interactive game form. This study invites teachers with experience teaching narrative with children's picture books to use electronic picture books for food and agriculture education in three interactive forms. Then this study invites teachers to participate in interviews and collects them to analyze the advantages and disadvantages of the aforementioned three picture books in teaching based on their past teaching experience. Finally, this study analyzes the data obtained from the interviews to determine the influence of picture book interactivity on children's narrative ability. Through the research of this research in design practice, it can provide future research and design of children's picture book researchers and designers as reference knowledge.
Keywords: food and agriculture education, picture book, electronic picture books, narrative ability, media interactivity

壹、前言

兒童繪本是一種專門給兒童閱讀的讀物，內容主要是以圖畫為主、文字為輔的方式所組成，因此繪本圖畫所傳達的視覺訊息在故事敘述時扮演著重要的部份，更有時候繪本會被視為是一種從封面、經過內容、再到封底，都以圖畫敘事的視覺讀物（彭懿，2006）。由於對兒童來說，相較於文字，圖畫還更能夠幫助他們理解故事內容，因此兒童繪本上的圖畫就顯得非常重要。如同 Tomlinson 及 Lynch-Brown（1996）所說，繪本是有很多插畫的書，這些插畫也有著不同的品質與等級，同時也是幫助讀者理解故事中的歡樂情節以及故事內容的主線的重要因素，進而幫助兒童藉由這些圖像來當作課後學習的讀物。

繪本能夠提升兒童的敘事能力，繪本的故事及圖像也適合用以提升兒童閱讀之動機與能力。因應當前數位科技的發展，電子繪本的出現是否真能因為其媒材豐富度及多樣性，讓兒童增添更多的想像與感受？又否能進一步地提升兒童的敘事能力？不同數位媒材所提供的互動形式對於兒童的敘事力又有何影響？前述這些問題皆應值得投入研究其間的關聯。

因此本研究所想探討主要問題為：繪本的媒體互動性，對於兒童敘事力的影響為何？在前述的主要問題中，本研究的次要問題是：何種媒體之互動性，對於兒童敘事力有較佳的助益呢？

貳、文獻探討

每一本繪本都有自己的故事以及意義，往往繪本能夠傳達這些抽象的概念靠的就是其中的圖與字。陳嬿如（2007）表示繪本透過創意與特色的插畫來傳達訊息，並輔以簡單易懂的文字作故事的說明，兒童很容易被這樣的方式吸引，透過想像力來擴充繪本的世界並加以學習。而黃齡嫻（2009）同樣認為繪本透過圖與文字的搭配，且主要透過視覺來表達內容，同時符合各個不同階段的幼兒的認知發展來設計內容，所以繪本同時具有傳達性、文學性與藝術性。兩位學者的見解皆認為繪本必須是由圖與字的搭配來讓讀者理解其中的意義。

繪本中的圖文搭配，同時擁有插圖的美感與文字的知性，以這樣的方式來呈現出整個故事架構或是更深層的寓意，不僅能帶給讀者在精神上的滿足以外，更能豐富想像力，培養對文學的愛好。在看似簡單的繪本表達上，僅僅透過圖文的搭配就能賦予兒童美學的能力，且藉由其中的故事來讓兒童獲得不只視覺上的幫助，更能在心裡層面獲得提升。而徐素霞（2002）認為透過美妙的繪本牽引，小朋友可以進入一個新的世界，好的圖畫書應具有兒童發展性、想像創造性、傳達教育性與藝術表現性的特點。

參、研究方法與步驟

本研究主要透過多媒體的動畫、互動等優勢增添至電子繪本中，探討是否能夠透過此方式讓學童加深對故事中的印象並同時增強對故事的理解，分為三大部分，第一部分為繪本的先前調查；第二部分為設計實證，最後則是研究分析的部分。

步驟一、繪本風格選定

本研究所想探討的風格相關研究以整理出 2017 年由親子天下雜誌推薦及金石堂所實際銷售的前五名繪本與 2018 年第一季（前三個月）的前二名繪本，共 14 本繪本做為研究的素材來藉以探討目前市面上販售兒童繪本的設計風格。將雜誌所推薦的作為出版商的意見，而金石堂所販售的繪本作為銷售商的意見，從中看出由專家推薦與實際販售的繪本中是否有共通點與相近的風格，且針對其中選出繪本中的筆觸、色彩、角色、物件繪製上作出探討，這三個面向都是兒童在閱讀繪本時，第一眼就能看到最直接的情報，因此會讓受測者對樣本中的這三點以感受性的方式來直接填答，根據受測者的意見分類風格，並找出較靠近現代的繪本風格，整理出近代繪本的風格趨勢與各類風格的特點，並應用至本研究所繪製的繪本上。

步驟二、故事架構設計

本研究總共會做出 9 種繪本，在 3 個故事中分別衍生出 3 種不同的繪本，其中的故事情節、發展走向、台詞等等都是一樣的，差別在於各個不同的媒體與互動上的設計，並且在 C 組的繪本中，由於有不同結局的設置，會增加不同結局所

對應的頁數與其寓意來來表現。

繪本組別	繪本類型	繪本互動方式
A	電子書繪本	1.翻頁按鈕
B	動畫繪本	1.動畫說故事、2.設置時間軸、3.背景音樂及音效
C	互動繪本	1.在轉折情節處設置互動、2.根據遊戲結果改變結局、3.背景音樂及音效

步驟三、訪談流程與紀錄

繪本測試的流程會先經由研究者經過一次的解說後，再讓受測者自行操作整體的繪本一次，並確保無操作上的疑慮後，最後才進行訪談。在繪本測試時，會在受測者自行熟悉的電腦上操作，而在測試完畢後，會請受測者們移駕到會議室進行訪談過程，並在研究者所準備的筆記型電腦上進行繪本的回想。整個過程，解說與操作的部分大約15~20 分鐘，訪談過程大約10~15 分鐘。。訪談內容針對四大面向，分別是視覺層面、易讀層面、互動層面、回饋層面等針對各個老師做出提問，並聽取老師們的意見並記錄下來，於後續做分析與討論。

肆、結論

(1) 視覺層面：繪本中視覺的色調多樣性與角色動作的明確性，可能較容易避免讓兒童感到厭倦，同時增加兒童使用繪本與互動時的積極性。

(2) 編排層面：繪本中排版的變化程度，可以刺激兒童閱讀時的新鮮感，進而強化兒童認識繪本文字的興趣

(3) 互動層面：按鈕設計的視覺化與操作流程的簡化，會影響兒童使用繪本時的理解性與難易度，進而提高與老師間互動敘事的程度

(4) 回饋層面：互動時的獎勵機制可以增強兒童對於繪本的吸引力，同時因應互動繪本的多結局，會讓兒童之間相互交流討論。

參考文獻

彭懿（2006）。世界圖畫書閱讀與經典。中國北京市：接力出版社。

陳嫣如（2007）。創造性繪本教學方案對國小低年級學生創造力之影響。國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系碩士論文，台北市。

黃齡嫻 （2009）。紙本與電子繪本教學對國小輕度智能障礙學生閱讀理解學習成效之比較研究。國立台灣師範大學特殊教育系碩士論文，未出版，台北市。

徐素霞（2002）。圖畫書的圖像傳達藝術表現，台灣兒童圖畫書導賞（49-61），國立台灣藝術教育館。

Tomlinson, C. M., & Lynch-Brown, C. (1996). Essentials of children's literature. Boston: Allyn and Bacon.

遊戲化食農教育材料之學習成效實證研究

An empirical study on the learning effect of gamified food and agriculture education materials

許宏賓
HSU, HUNG-PIN
南臺科技大學 視覺傳達設計系 助理教授
S Southern Taiwan University of Science and Technology Department of Visual Communication Design Professor
E-mail: hsuhp@stust.edu.tw

摘要

近年來，我國不斷提倡食農教育之理念，希望可以落實人民生活當中，培養正確的飲食觀念。市面上發展出許多食育學習材料，許多學校也會將其融入於學習課程中，並結合體驗式學習活動中，讓學習者瞭解食育知識和食物生產過程，同時認識更多地方文化特色。因此，食育中的體驗學習過程與學習材料顯得更為重要；由於遊戲化教學能夠讓孩童以簡單且快速的方式投入學習狀態，更能夠透過遊戲操作與互動的過程，主動學習並吸收知識，進而達到學習性的效益與促進親子情懷。而本研究最主要目的為遊戲化導入食育材料中，並探討對於親子族群的學習成效之影響性。本研究分為四個階段執行。第一階段是個案研究，先以個案研究法進行市面上的食育學習材料分析其背景及玩法；第二階段則為食育米糧知識問卷調查，針對米糧農業生產特色及飲食健康與消費兩個部分進行調查，共收集 127 份有效問卷；第三階段是學習刺激設計，本研究參考前兩個階段中所獲得的結果，設計一套以食育為主題之遊戲化學習刺激；第四階段為設計評估，本研究以針對先前收集之問卷中的小孩平均年齡介於 8 至 11 歲的受測親子為受測範圍，再挑選其中 9 組親子以及 2 位具設計背景的專家進行遊戲化學習刺激的學習成效之評估。本研究結果顯示：(1) 遊戲化學習刺激可以讓親子主動學習並反思過往不曾有過的相關知識，進而有再學習的意願與學習成效；(2) 親子族群平時的學習相處模式、當下的學習意願與外部因素，皆會影響到遊戲化學習刺激的順序決策，並間接影響到其學習性；(3) 不同類型的體驗學習刺激，亦能藉由較合適且明確的遊戲元素，進而讓親子產生可玩性與使用性的影響程度。(4) 遊戲化體驗學習刺激能促進親子之間的情感交流與相互合作。

關鍵字：食農教育、學習材料、學習成效、遊戲化教學、體驗學習

Abstract

In recent years, our country has continuously advocated the concept of food and

agriculture education, hoping to implement it in people's lives and cultivate correct food concepts. Many food education learning materials have been developed on the market, and many schools will also integrate them into learning courses and combine them with experiential learning activities so that learners can understand food education knowledge and food production processes and, at the same time, learn more about local cultural characteristics. Therefore, the experiential learning process and learning materials in food education are more important; because gamification teaching can allow children to enter the learning state in a simple and fast way and can actively learn and absorb knowledge through the process of game operation and interaction, To achieve learning benefits and promote parent-child feelings. The main purpose of this study is to introduce gamification into food education materials and to explore the influence on the learning effect of parent-child groups. This study was carried out in four phases. The first stage is a case study. First, the case study method is used to analyze the background and gameplay of food education learning materials on the market; the second stage is a questionnaire survey on food education rice and grain knowledge, focusing on the agricultural production characteristics of rice grains and diet health and consumption. The survey was carried out in two parts, and a total of 127 valid questionnaires were collected; the third stage was the design of learning stimuli, and this research referred to the results obtained in the previous two stages to design a set of gamification learning stimuli with the theme of food education; the fourth The stage is design evaluation. In this study, the tested parents and children whose average age is between 8 and 11 years old in the previously collected questionnaires are selected as the test scope, and then nine groups of parents and two experts with design backgrounds are selected for gamification Assessment of learning outcomes of learning stimuli. The results of this study show that: (1) Gamified learning stimulation can make parents and children actively learn and reflect on relevant knowledge that they have never had in the past, and then have the willingness to learn again and the learning effect; Both the willingness to learn and external factors will affect the order decision-making of gamified learning stimuli, and indirectly affect its learning ability; (3) Different types of experiential learning stimuli can also make more appropriate and clear game elements Parent-child influence on playability and usability. (4) Gamification experiential learning stimulation can promote emotional communication and mutual cooperation between parents and children.

Keywords: food and agriculture education, learning materials, learning outcomes, gamification teaching, experiential learning

壹、前言

現今社會發展下，由於城市工作機會增加，導致農村人口外移化，都市對於農村

的理解也逐漸開始產生落差，社會大眾及孩童對農村及農食也較缺乏正確的觀念；同時國內近年食安問題嚴重，除了影響大眾的飲食健康之外，造成對社會食品安全的不信任。政府逐漸重視食農產品的品質，許多的民間團體也與農業界合作推出食育相關計畫並一同種植健康農產品，民眾也更謹慎的挑選食材，從產地到餐桌，皆須了解每樣農食材的生產來源。當前對於 食農知識缺乏 之問題則顯得更為重要。

近年來食農教育逐漸被世界各國關注並重視，在市場上也有越來越多食農教育相關產品，包含教材、桌遊及繪本等…皆受到家長及孩童的喜愛；除此之外，許多國中小學校也加入教材教具應用於課程，透過課堂教學的過程中，結合遊戲體驗的方式，讓孩童在遊玩中學習並了解食物的重要性；其中互動式的教材教具被認為能夠代替語言，協助孩童在成長的過程中將較難理解的概念具象化。因此也能夠藉由互動教具讓孩童更容易了解食農知識。

貳、文獻探討

顏建賢、曾宇良、張瑋琦、陳美芬、謝亞庭（2015）曾將「食農教育」定義為：藉由設計食物與農業相關的經驗與知識並傳承，教育學生與大眾產地直銷，食材營養與安全、飲食文化傳承、農業體驗及生命教育等理念的綜合學習歷程。Roberts＆Dyer （2004）說明教師在學校教學食農教育時，也必須具備食農知識與教學技巧。學校為食農教育的重要單位，皆需要用心的規劃與安排，將正確得食農知識融入課程，透過生動有趣的互動式體驗教學，提升學生學習興趣與專注力（陳伯璋，2015）。康以琳、張瑋琦（2016）進一步認為，可藉由融入式教學推動食農教育，並利用彈性課程或綜合活動課程教學食材與烹飪方式。董時叡（2015）定義「食農教育」是透過親自動手做來體驗學習的教育過程，體驗者須親自與農作物、動植物農業生產者及自然環境等互動的體驗過程，學習食材從無到有的生產過程，並認識在地文化及培養正確的食農生活方式。康以琳（2013）則指出食農教育應著重推動於課程內容當中，提供學習者親自動手體驗學習，並在過程中不斷的反思。

參、研究方法與步驟

步驟一、學習材料蒐集

本研究首先蒐集目前市場上以食育為主題，而進行設計的實體「桌上學習材料」個案，並以其設計內容包含：學習材料名稱、背景、遊戲過程做出整理，共蒐集了 12 個學習材料個案，其中共分為兩類：敘事導向教材（繪本）－蔬菜是怎麼長大的呀？、水果是怎麼長出來的呢？、蔬菜園裡的小祕密、小種子，快長大、沉睡中的種子；遊戲導向教材（桌遊）－低碳里程、好食曆、食物王國大遊歷、吾家吾農、農夫好忙。

步驟二、個案分析

目標研究對象為小學 3 至 4 年級教師，其中招募條件為一年內曾以食農教育議

題進行教學活動，共招募 20 位。而在個案分析的過程中，首先針對目標研究對象使用個案的行為進行觀察，本研究以觀察法紀錄目標研究對象之使用方式，並輔以影音記錄。接著，本研究輔以訪談法獲得目標研究對象將教材運用於教學之使用決策。其中個案挑選之原則，為每一位參與的教師都會使用 2 類各 5 個 個案中的其中 1 個桌遊與 1 個繪本，每個桌遊或繪本都僅會被至多 2 個教師使用。

肆、結論

(1) 以遊戲化應用於體驗學習刺激設計，以便讓體驗者產生學習興趣
(2) 以密集陪同觀察、訪談、專家評估的反思與發想方式，培養主動學習能力
(3) 注重遊戲化體驗學習刺激的可玩性與使用性，培養實際運用能力

參考文獻

Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2007). Taking educational games seriously: Using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. Educational Technology Research and Development, 56(5-6), 511-537.

Giannakos, M. N. (2013). Enjoy and learn with educational games: Examining factors affecting learning performance. Computers & Education, 68, 429-439.

Hays, R. T. (2005). The effectiveness of instructional games: A literature review and discussion. Orlando, FL: Naval Air Warfare Center.

Hsu, M. E., & Cheng, M. T. (2021). Immersion experiences and behavioural patterns in game-based learning. British Journal of Educational Technology, 52(5), 1981-1999.

O'Leary, S., Diepenhorst, L., & Churley-Strom, R. (2005). Educational games in an obstetrics and gynecology core curriculum. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 193(5), 1848-1851.

Roberts, T. G., & Dyer, J. E. (2004). Characteristics of effectiveagriculture teachers. Journal of Agricultural Education, 45, 82-95.

Wrzesien, M., & Raya, M. A. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the e-Junior project. Computers & Education, 55(1), 178-187.

陳伯璋（2015）。教育改革從食育開始。台灣教育，694，3-6。

康以琳（2013）。人與食物的距離-農村小學推行食農教育之行動研究。（未出版之碩士論文）。國立新竹教育大學。新竹市。

康以琳、張瑋琦（2016）。人與食物的距離-鄉村小學食農教育課程發展之行動研究。教育實踐與研究，29（1），1-34。

董時叡（2015）。日本食農教育與臺灣農業推廣體制之連結。農業推廣文彙 60: 1-6。

顏建賢、曾宇良、張瑋琦、陳美芬、謝亞庭（2015）。我國食農教育推動策略之研究。農業推廣文彙 60: 69-86。

正念課程對學齡前 ADHD 幼兒情緒調節能力影響之探究

Exploration of the influence of mindfulness courses on the emotional regulation ability of preschool children with ADHD

陳亮吟

Chen, Liang Yin

臺北市立大學 教育學系研究所 研究生

University of Taipei of Department of Education Student
Email: ying0321@gmail.com

摘要

本研究旨在探究幼兒園大班患有 ADHD 個案幼兒，在經過正念活動課程練習後，其情緒調節能力之改變狀況與影響。研究者藉由正念課程之進行，輔以觀察紀錄、錄影、訪談、及研究者之省思日誌進行資料分析，以探究幼兒之情緒調節能力。

關鍵詞：正念、ADHD、情緒調節、調節能力

Abstract

This study aims to explore the change and influence of the emotional regulation ability of children with ADHD cases in the kindergarten class after the practice of mindfulness activities. The researcher carried out mindfulness activities courses, supplemented by observation records, videos, interviews, and The researcher's reflective diary was used to analyze the data to explore the children's emotional regulation ability.

Keywords: Mindfulness, ADHD, emotional regulation, regulation ability

壹、緒論

近年來，因應少子女化現象，政府開始落實托育公共化政策，全台各地除了原本的公幼、私幼之外，更出現許多非營利幼兒園與準公共化幼兒園協力托育照顧的工作。研究者發現在幼兒園的現場，老師們平日的教保工作相當的繁瑣忙碌，除了現場的教學工作與班級經營外，還須兼顧幼生的情緒、學習狀況、同儕互動等各項發展。但研究者發現，最近幾年在幼兒園的班級內，有特殊需求兒童的比例有升高的趨勢，在這些特殊需求兒童的障礙類別中，又以 ADHD 症狀的兒童有較明顯的情緒衝動與注意力不專注的狀況，這些患有 ADHD 的學童由於被測得在腦部的前額葉活動性顯著減少及神經迴路的不足，以至於影響了大腦的執行功能與抑制功能的運作，使其在自我覺察、計畫、自我監控、自我評價與反應抑制等方面的運作受到影響，除了造成其自身的困擾外，有 70%~80%的孩子容易衍生出注意力不集中，及與同儕互動時容易產生衝突等其他問題，這些問題常造成學校老師班級經營的困擾與家長的手足無措。若無法及早獲得妥善的處理，很容易造成這些 ADHD 學童逃避目前的問題或衍生出其他問題，甚至隨著年紀增長，可能開始出現對學校感到焦慮、學業表現不佳或拒絕學習的狀況，部分在成年後，更可能形成社會性人格，嚴重時還會影響其工作及婚姻狀況(鍾梅芳，2019)。

目前在醫學上有許多針對治療 ADHD 病症的藥物，在臺灣臨床以利他能(Retalin)或專司達(Concerta)兩種神經刺激性藥物最為常見。藥物的治療雖然可以產生療效，但也大多伴隨著胃口不佳、噁心等副作用的產生，少部分會出現如胃痛、頭痛、口乾舌燥、失眠等副作用，許多家長因考量藥物的副作用影響會影響發育中的學童，因此反對在學童或青少年期使用藥物，(鍾梅芳，2019)，因此，研究者想要探究是否有其他不需要依靠藥物的多元方式，可以減緩 ADHD 學童的相關症狀及提升其他功能。

研究者蒐集許多相關資料發現，近年來在很多的教育實務現場，發現有越來越多學童有情緒困擾問題。從學齡前幼兒的分離焦慮，或是因行為霸道、干擾、富攻擊性等行為而受到同儕排斥，所引發的情緒困擾(徐明，2010)；到學齡兒童乃至青少年，因學業表現、同儕認同與互動等因素而產生的情緒困擾，甚至因此而產生焦慮或心理、精神上的疾病，不僅影響其學習與學業表現，也間接影響其與他人的人際互動關係。兒童時期是情緒調適與人際技巧發展的重要階段，若此時的情緒調適能力不佳，日後將對兒童產生相當大的影響。

近年來由於兒童身心、學業壓力與各種人際行為問題增加，學術界已將正念教育(Minfulness Education)視為一種有效的兒童社會與情緒介入方案。正念訓練的練習可視為一種後設認知的練習，藉由正念訓練可讓憤怒的強度降低，幫助學習者快速恢復冷靜做出適當反應或行動，同時延續感受到開心的幸福感。許多的研究也證實，正念在情緒調適的策略方法上包含情緒的覺察、接受、不與情緒反應、不衍生情緒及削弱等技巧，同時輔助運用身體感受與專注力的調節策略(謝

宜華、黃鳳英，2020)。當學習者以接納、開放、不評價的方式，觀察自己的情緒、想法後，試圖接受這些情緒、想法，是屬於一種自己內心事件的想法，若能提升學習者對情緒、想法的後設觀察能力，使其覺察力回歸到當下的感受，應能降低其與情緒、想法等糾結或逃避的反應，同時提升學習者對於情緒調適的能力。

綜上所述，很多的研究證實，實施正念教育的訓練或課程，可以改善幼兒或學童的情緒能力，安定其情緒與降低憂鬱症產生的比率或機會，特別是有助於抑制 ADHD 兒童的衝動或不專心的行為或狀況。由於研究者所蒐集到之資料，大多以國小以上年齡層為主要研究對象，鮮有針對學齡前幼兒進行研究，因此想要進一步探討正念教育課程是否也對學齡前幼兒具有相同的影響效果。

貳、文獻探討

國內外學者針對正念教育課程運用於兒童、青少年情緒調節的研究很多，大多數的研究都證實正念教育課程對於兒童、青少年的情緒調節、改善注意力與憂鬱傾向都具有正面的影響與成效(黃鳳英、鄧瑞瑋，2017；謝宜華，2016；謝宜華、黃鳳英，2020；陳景花、余民寧，2018)。黃鳳英、鄧瑞瑋(2017)以國內 34 名國小三年級學童為對象，在某臺北國小之家長會及校園公開召募學員，以隨機分派的方式，讓其中 17 名學童接受 10 週共 400 分鐘短期兒童正念教育方案，其餘學童為對照組，接受原時間所安排的晨間自習與繪本導讀，測量方法包含國小兒童注意力量表、台灣版兒童青少年憂鬱量表及質性訪談，結果發現，實驗組兒童在短期兒童正念教育方案介入後，在注意力提升及憂鬱傾向改善方面，顯著優於對照組，又根據質性訪談，實驗組兒童反映其憂鬱與焦慮等負向情緒降低、人際友善行為增加，且有降低人際爭吵及仇視情形，顯示短期兒童正念教育方案可視為在國內校園兒童注意力與情緒調適的有效方案。謝宜華(2016)以兒童為研究對象之正念教育相關研究中，於臺灣碩博士論文加值系統以及華藝線上圖書館資料庫中，以「正念」、「兒童」、「學童」、「課程」、「靜心」、「靜觀」、「覺察」等關鍵字組合進行檢索，統整臺灣有關正念兒童教育課程的七筆相關研究發現，國內兒童正念教育課程的相關研究數量有逐年增加趨勢；國內兒童正念教育課程研究的對象包含幼兒園學童，以及國小中、高年級學童，但尚無以幼兒園小班及國小低年級學童為研究對象之研究資料；另在研究效益上，目前國內研究中，已發現兒童正念教育課程對幼兒教育劇有正向的影響，並能改善幼兒的情緒能力，在國小學童方面還具有包含專注力(注意力)、自信心、學業成績的提升以及人際關係的改善、安定情緒、降低憂鬱症等。陳景花、余民寧(2018)的研究也以系統性文獻回顧及後設分析的方式，統整 1991 年至 2016 年的學位論文和期刊論文，研究對象年齡層包含從幼稚園至大學高等教育之學生，研究結果發現，正念整體效果量達中度以上的正向效果；正念的效果不因年齡層次而有差異；正念在壓力管理的效果最佳，其次是認知表現、情緒智力及人際技巧，整體而言，正念在學校產生正向的效果。

相對於正念教育運用於兒童、青少年的情緒、注意力與憂鬱傾向的研究，國內對於正念教育運用於 ADHD 學童及青少年的研究相對較少，國內學者鍾梅芳(2019)在其所做的研究中，針對國外以正念教育運用於 ADHD 兒童及青少年的研究進行整理與彙整，彙整了五篇相關的文獻比較，主要的研究對象大多為青少年與家長，其研究結果均證實運用正念教育課程後，對於研究對象(兒童、青少年)的注意力、憂鬱及焦慮症狀、行為問題與 ADHD 症狀等均有顯著改善；對於家長的教養壓力、過度反應顯著減少，並提升其正念覺察力與正念的教養態度。

Haydicky et al. (2012)的研究主要是探究正念介入對有學習障礙 (LD) 和並發注意力缺陷/多動障礙 (ADHD) 或焦慮症的青少年的影響，在 12 至 18 歲男孩的混合臨床樣本中，使用前測、後測和介入等待名單控制組(WL) 設計來確定 20 週的 MBCT 和武術訓練是否提高了執行功能(EF) 並減少了內化和外化問題行為和社會問題。其研究認為思想是用來傳遞心理事件的中介，個人的想法和感受不會被標記為”好”或”壞”，也不會主動尋求或避免。這樣接納和開放的態度，會讓以前被壓抑的想法進入意識的領域，若反覆的接觸這些壓力性的想法，會導致情緒反應降低的狀況。自我覺察可以使個體在問題產生或升級之前識別問題的情況，同時權衡可能應對的策略，而不需使用習慣性的反應模式，如此則可降低衝動，這樣的注意力、認知、情緒和行為的自我調節即稱為執行空能(EF)。因此 Haydicky et al.(2012)認為透過以正念為基礎的介入，可以通過偏心、接受、暴露和自我調節的過程來增強心理健康，對於有執行功能缺陷或障礙的人特別有助益，如患有學障(LD)或 ADHD 的年輕人。結果發現，針對潛在的執行功能(EF) 缺陷的正念介入確實可有助於解決患有 LD 和 ADHD 的青少年所經歷的行為和社交困難。證明正念冥想是可以改善自我觀察、自我控制和注意力，並對各種人群具有臨床效用。

另 Oord et al.(2012)認為患有 ADHD 的兒童不易長時間保持注意力，也很難抑制先天性的反應，導致其表現出漫步經心、衝動和多動的行為，而多動症具有高度的遺傳性，患有 ADHD 兒童的父母也可能表現出 ADHD 的症狀。因此針對 8-12 歲的 ADHD 兒童進行為期 8 週的正念訓練，以及對其父母進行平行正念育兒培訓的有效性的研究，父母在八週培訓前、培訓後和八週隨訪期間完成了關於孩子的 ADHD 和對立反抗症(Oppositional defiant disorder，簡稱 ODD)症狀、父母自己的 ADHD 症狀、養育壓力、過度反應、寬容和正念意識的問卷調查。老師的部分則報告了孩子的 ADHD 和 ODD 行為。研究的過程使用組內候補名單來控制時間和重複測量的影響，培訓以小組的方式進行，從測試前到測試後，及從測試前到後續測試，老師和孩子家長對 ADHD 行為的評價顯著減少，研究的結果也顯示了正念對多動症兒童及其父母有效性的初步證據。結果結果發現，在親子 MF 介入後，父母的壓力減小到中等效應，且改善兒童的 ADHD 症狀，證實正念對 ADHD 兒童及其父母有正面的影響。

參、研究設計

一、研究場域

以台北市某幼兒園之大班為研究場域。該班級由兩位老師帶領，全班共有三十位幼生。由於研究學校係研究者督管之學校，研究者時常與該園園長、老師互動，且定期入園督管、參與學校會議與其他相關活動，園長與老師均十分樂意協助研究，因此研究者以此班級為本研究之研究場域。

二、研究對象

本研究對象之選擇係採立意取樣(purposeful sampling)，以台北市某非營利幼兒園內 ADHD 大班幼兒一名為研究對象。該生在情緒表達與同儕互動上常遇衝突或挫折。

三、資料蒐集

(一)觀察與實作

本研究所要探究的問題，研究者採半參與式觀察法來進行資料蒐集，資料蒐集時間從 112 年九月至十一月結束。研究者規劃為期八週的正念練習方案，正式方案開始前兩週為觀察期，以作為了解幼兒專注力與情緒表達的起點。隨後導入為期八週的正念練習方案，方案結束後，再針對幼兒的專注力與情緒表達進行兩週的觀察。

正念練習方案擬於每週進行一次，每次 40 分鐘，進行正念練習，希望透過正念活動的練習，提升幼兒的專注力與情緒表達。

(二)錄影

在正式研究開始之前，在事先安排好的研究空間定點架設錄影機，讓研究個案熟悉與習慣錄影機的存在，以減少錄影設備對研究個案所造成的影響。透過錄影設備將研究者與研究個案進行正念練習活動的過程拍攝記錄下來，以便日後轉成逐字稿，進行後續的分析與省思。

(三)訪談教師

除以觀察的方式觀察研究個案外，研究者另外訪談班級老師，以便對於個案幼兒的情緒表達有更深入且真實的了解。研究者與班級老師每週進行一次訪談與討論，主要針對個案幼兒平日的情緒表達、同儕互動狀況進行進行了解與討論，以幫助研究者對於個案幼兒有更深入的認識與了解。

(四)研究省思日誌

研究者針對觀察與正念練習活動進行的狀況進行相關的心得感受、與個案幼兒互動後的想法、進行研究過程中所產生的想法等進行相關的心得與省思撰寫，以作為研究者研究修正與降低研究者主觀想法的參考。

四、研究工具

(一)正念練習活動方案

研究者參考廖建容譯(2016/2018)之正念靜心練習的小遊戲，挑選其中八個小遊戲，部分遊戲進行改編，以符合研究者需要，以進行每週一次之靜心正念練習，如表1：

表1

週次	活動名稱	設計概念	
一	身體地圖掃描	用心冥想，感覺身體每個地方的存在	40分鐘
二	風車吹吹	透過對著風車吹氣，發現不同的呼吸方式(快、慢、深、淺)，如何影響我們身體與心理的感覺	40分鐘
三	檸檬咬一口	想像自己正在吃一顆檸檬，幫助孩子瞭解腦中想法與身體感覺間的連結	40分鐘
四	神秘盒	讓孩子猜猜神秘盒裡有時麼，發現當別人問我們一個問題，卻不知道答案時，心裡的感覺	40分鐘
五	動動小指頭	透過把小指頭指向上面、下面和旁邊，來幫助我們察覺心理的各種感覺，並傳達給他人	40分鐘
六	感謝農夫	拿起一粒葡萄乾，吃之前先想想，葡萄乾是怎麼從樹上來到我們手中	40分鐘
七	三件好事	當感到失望時，要正視此種感覺，想一想自己曾經遇過的三件好事	40分鐘
八	一次吃一口	準備一種孩子喜歡吃的食物，一口一口慢慢吃，讓自己放鬆，享受當下、享受此刻，並心懷感恩	40分鐘

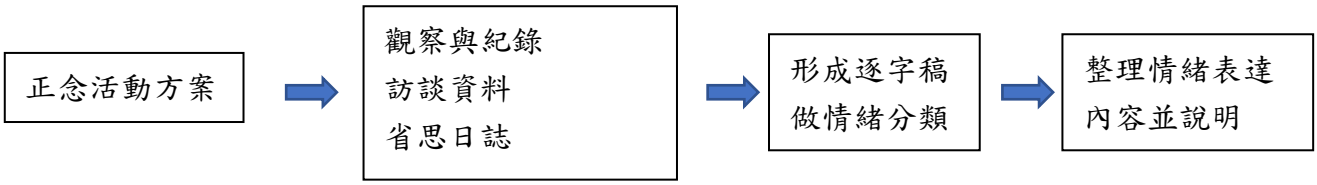
肆、研究實施與步驟

一、進行正念練習課程

研究者採半參與式觀察法來進行資料蒐集，資料蒐集時間從 112 年九月至十一月結束。研究者規劃為期八週的正念練習方案，正式方案開始前兩週為觀察期，以作為了解幼兒專注力與情緒表達的起點。隨後導入為期八週的正念練習方案，方案結束後，再針對幼兒的專注力與情緒表達進行兩週的觀察。

正念練習方案擬於每週進行一次，每次 40 分鐘，進行正念活動練習，希望透過正念活動的練習，提升幼兒的專注力與情緒表達，總時數約 320 分鐘。

二、研究步驟



伍、未來展望

這幾年來，正念的思潮西風東漸，不單單西方有眾多相關的研究出現，國內對於正念的研究也如火如荼展開。從許多的研究結果也可知道，正念教育對於學童的情緒穩定與專注力都有相當不錯的成效，也因此，有許多研究也開始朝向正念教育對於 ADHD 學童的影響。研究者在閱讀過相關的研究文獻後，針對國內正念教育對 ADHD 學童的情緒與專注力的影響，提出以下幾點建議：

一、「工欲善其事，必先利其器」，正念教育的相關課程介入雖有其成效，但國內具有正念教育概念的師資似乎並不普遍，希望政府能夠廣為開設與正念教育相關的課程，提升國內師資正念引導的能力。

二、針對學童的情緒或專注力問題，不外乎需要親師間的合作，未來研究可以針對 ADHD 學童與其家長，一起參與正念教育課程的訓練，除了可以對於 ADHD 學童的情緒與注意力有所改善外，還可深入了解針對 ADHD 學童與其父母培訓的效益差異與成效。

三、國內關於正念教育課程介入 ADHD 學童的研究資料較少，建議未來研究可以針對跨文化或以幼兒園中班年紀以下的學童為研究對象，進行深入研究，及與跨文化間的差異比較。

參考文獻

一、中文部分

朱素珠(2014)。正念取向幼兒情緒教育課程發展及其對幼兒情緒能力影響之行動研究—以新竹縣某幼兒園為例。未出版之碩士論文，私立玄奘大學應用心理學系研究所，新竹市。

徐明(2010)。學齡前兒童社會情緒發展危機因素研究。**康寧學報，12**，1-17。

黃鳳英、鄧瑞瑋(2017)。兒童正念教育方案對於改善注意力與憂鬱傾向之效果。**教育實踐與研究，30**(2)，1-34。

謝宜華(2016)。臺灣兒童正念教育課程研究現況。**臺灣教育評論月刊，5**(9)，165-169。

謝宜華、黃鳳英(2020)。正念教育課程對國小高年級學童情緒調適能力及人際關係之影響。**國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系教育心理學報，52**(1)，25-49。

陳景花、余民寧(2018)。正念在臺灣學校的影響：系統性回顧及後設分析。**中華輔導與諮商學報，51**，67-104。

鍾梅芳(2019)。正念教育課程對 ADHD 兒童及青少年之研究現況探究。**臺灣教育評論月刊，8**(7)，122-127。

二、英文部分

Evans, S., Ling, M., Hill, B., Rinehart, N., Austin, D., Sciberras, E. (2018). Systematic review of meditation-based interventions for children with ADHD. *European Child & Adolescent Psychiatry, 27*, 9-27.

Greenland, S. K. (2016)。孩子的簡單正念—60 個靜心練習，陪孩子專注應對高壓世界(Mindful Games: Sharing Mindfulness and Meditation with Children, Teens, and families)(廖建容譯)。台北市：天下文化。(原作 2016 出版)

Haydicky, J., Wiener, J., Badali, P., Milligan, K., Ducharme, J. M. (2012). Evaluation of a Mindfulness-based Intervention for Adolescents with Learning Disabilities and Co-occurring ADHD and Anxiety. *Respiratory Research, 3*, 151-164.

Siebelink, N. M., Bogels, S.M., Boerboom, L. M., Waal, N., Buitelaar, J. K., Speckens, A. E., Greven, C. U. (2018). Mindfulness for children with ADHD and Mindful Parenting (MindChamp): Protocol of a randomised controlled trial comparing a family Mindfulness-Based Intervention as an add-on to care-as-usual with care-as-usual only. *BMC Psychiatry, 18*, 237. https://doi.org/10.1186/s12888-018-1811-y.

Van der Oord, S., Bogels, S. M., Peijnenburg, D. (2012). *Child and Family Studies, 21*, 139-147.

Study on the Construction of Indicators and Path Models for Smart Leadership, Smart Schools, and Smart Education

Introduction

In recent years, research on smart leadership, smart schools, and smart education (Demir, 2021; Firoozi, Kazemi, & Jokar, 2017; Girardin & Duell, 2017; Hsu, 2020; Jackson, 2022; Li & Wong, 2022; Lin, 2019; Liu, 2020; Mirzajani, Bayekolaei, Kookandeh, Rezaee, Kamalifar, Shani, 2016; Mogas, Palau, Fuentes, & Cebrián, 2022; Sadipour, Ghavam, Farrokhi, Assadzadeh, & Sameti, 2017; Singh & Miah, 2020; Wang, Wilson, & Li, 2021) has been receiving attention, demonstrating the increasingly important role of smart technology in the field of education. These studies not only explore how to use smart technology to enhance the quality of teaching, but also further explore how to cultivate students' smart leadership and learning abilities to cope with future societal challenges. Smart leadership is seen as a forward-looking leadership style that emphasizes the use of information and technology to help schools and organizations achieve their goals. Smart schools refer to the use of smart technology applications to make schools operate more efficiently and provide a better teaching environment. Smart education emphasizes individualized teaching, providing tailor-made teaching content based on students' learning characteristics through smart technology applications to promote students' learning effectiveness. With the rapid development of smart technology, future education will become even more intelligent, and students will need to have the ability to use smart technology to successfully face future societal challenges. Therefore, schools and teachers need to actively explore the application of smart technology in education and integrate it into teaching practices to cultivate students' smart leadership, learning abilities, and skills needed for future work.

As an educational leader and chief teacher, principals need to possess the ability to effectively lead teachers and enhance their teaching and student learning. At this critical juncture where there is a significant shift in both old and new educational directions, how educational leaders should prepare themselves in terms of knowledge, skills, and mindset is a new issue for today's primary and secondary school principals (Lin, 2018). With the development of the internet and information technology, the trend of intelligence has also extended to campuses, gradually applying information equipment and network resources to teaching activities and administrative operations. In today's campus, whether it is school administration, teacher research, student learning platforms, campus life, etc., all are built on the basis of information and indirectly realize a multi-functional intelligent campus environment. Therefore, the smart campus is a new trend in building school learning environments for the future (Chang & Lin, 2017). Under this new trend, "smart leadership" through technology leadership, learning leadership, and integrated leadership can establish a high-quality intelligent campus (Taipei Teacher Development Center, 2018). In other words, the smart campus is an application of technology to assist schools in operating with more automation, higher efficiency, greater safety, and more environmental friendliness. With the support of information technology, the construction of intelligent campuses can gradually unfold. "Smart campus" refers to emphasizing "smart management" and "smart environment" but also focusing on "smart 'teaching' and 'learning'." Currently, some countries developed intelligent campuses only emphasize smart management and environmental intelligence while neglecting the smartification of teaching and learning. In the development of smart campuses, smart teaching and learning are the key to achieving the goal of smart education (Chang &Wu, 2014). In other words, constructing an education environment full of wisdom, applying modern educational

concepts, practicing student-centered education ideals, and achieving adaptive talent development and fair and high-quality smart education goals are essential.

The "Smart Schools for San Antonio's Future" research report conducted by the Center for Educational Leadership at Trinity University in Texas in 1992 indicated that smart schools leadership is based on shared ideas and commitments. Smart schools design what they do and why they do it based on their purpose, values, and beliefs. This thought structure becomes the power source for the work done in the school. It represents a covenant that connects people together: a shared commitment. In contrast, leadership in today's schools is based on the power of the school level, rules and regulations, and the personality of the leader. Rao (2013a) believes that smart leaders are leaders who integrate soft and hard power and soft and hard skills to achieve desired outcomes. Soft power is the method of achieving results through attraction and persuasion, rather than coercion and manipulation. Hard power is the method of achieving results through inducements, rewards, or retreats of punishment. In addition, Stronge, Xu, Leeper, and Tonneson (2013) point out that by sharing leadership, principals believe that everyone has made important contributions to ensure the indispensable role played by stakeholders in helping schools achieve their goals. Smart leadership is about leveraging the leadership and teaching strengths of teachers, by helping to develop teacher leaders, principals strengthen the school's instructional plan.

Similarly, the George Department of Education (2014) stated in its report on "The Leader Keys Effectiveness System" (LKES) that LKES consists of three components: the Leader Effectiveness Measure (LEM), which includes the Leader Assessment on Performance Standards (LAPS), Governance and Leadership, and Student Growth and Academic Achievement. In the LAPS section, it consists of four dimensions (school leadership, organizational leadership, human resource leadership, professionalization and communication), eight standards (instructional leadership, organizational climate, planning and assessment, organizational management, human resource management, teacher/staff evaluation, professionalization, communication and community relations), and multiple performance indicators. Specifically, under the instructional leadership dimension, it states that "Capitalizing on the leadership and instructional strengths of other staff members is smart leadership" (Georgia Department of Education, 2014, p.7). The LKES report further states that principals who capitalize on the leadership and instructional expertise of their teachers will benefit from: (1) teacher leaders who actively influence classroom change when asked about school improvement, then participate in answering questions; (2) when teacher leaders collaborate with principals to improve the school, they provide valuable insights and ideas; (3) teacher leaders are willing to take on additional tasks and responsibilities that are not required of classroom teachers, which benefits the school and other teachers therein; and (4) principals who develop and tap into teacher leaders' professional expertise and emphasize the learning focus of the school's improvement work are more successful than those who do not do so. The LKES report also explains that effective leaders focus on school improvement and student success, and they do so in several ways: establishing a vision for the school community, sharing leadership to distribute responsibility, guiding a learning community, and overseeing the curriculum and instruction.

Chen Li-ming (2006) pointed out that wise leaders not only possess stable emotions, open-mindedness, and high emotional intelligence, but also have personal charisma that can inspire followers to take action towards a shared vision of the common good. Wise leaders also serve as a source of inspiration and role models for

followers, contributing to the growth of their wisdom and helping them develop into wise students, teachers, administrators, and so on. Yang Shi-ying, Chang Tien-fu, and Yang Chen-sheng (2006) found that leaders who demonstrate wisdom often include elements such as integration, vision, practice, and positive influence in their leadership process. In the process of demonstrating wisdom, leaders often demonstrate unique integration in their thinking, and through concrete action, they have a positive influence on both themselves and others. Lin Jin-shan pointed out that school leadership includes four dimensions: leadership ideas, leadership teams, leadership behavior, and leadership performance. Therefore, wise leadership must be combined with wise communities, wise learning, wise administration, wise management, wise healthcare, and wise green energy to promote sustainable development on campus. The wise leader (principal) must establish a high-quality wise campus through technological leadership, learning leadership, trend leadership, integration leadership, service leadership, and moral leadership, thus enabling the wise campus to achieve the innovative educational vision of "innovative administration, creative teaching, and value-added learning" (Lin Jin-shan, 2016). Küpers believes that effective leadership must begin to focus on how to develop human resources and integrate members' wisdom, or consider what forms of interaction and dialogue can be used to achieve collective intelligence. The principal must recognize that individual teachers have different perceptions and perspectives and urgently need to share and learn continuously to enhance the intelligence of internal members and build the school into a professional learning community. In this way, the school's collective wisdom can be developed, and students' learning outcomes can be promoted (quoted from Liang Jin-du and Lin Ming-di, 2015).

Drawing on the works of Trinity University's Educational Leadership Center (1992), Rao (2013a), Stronge, Xu, Leeper, and Tonneson (2013), the Georgia Department of Education (2014), as well as Liang and Lin (2015), it can be understood that wise leaders need to possess stable emotions and an open mind and must integrate both soft and hard power and skills. They can achieve desired outcomes, such as creating high-quality smart campuses, shared ideas and commitments, strengthening school teaching plans, improving schools and students' success, developing wise students, teachers, and administrators, having a positive impact, promoting student learning outcomes, through different types of leadership, such as technological leadership, learning leadership, trend leadership, integration leadership, service leadership, moral leadership, human resources leadership, shared leadership, instructional leadership, emotional intelligence leadership, transformational leadership, vision leadership, and positive leadership. As Cheng (2018) stated, smart leadership comes from "smart education", which is discussed due to the popularization and management needs of "smart campuses", "mobile learning", and "collective smart leadership". Implementing the education of "knowledge-technology-ability-value" as a whole is called smart education.

The Purpose of the Study

Based on the above discussion, the purpose of this study is to understand the specific practices of principal's smart leadership and to construct a model of the impact of principal's smart leadership on smart schools and smart education. The specific research objectives are as follows: (1) to construct SMART indicators for principal's smart leadership in elementary schools; (2) to construct i-LEADER indicators for smart schools; (3) to construct SMARTER indicators for smart education; (4) to explore the relationship among smart leadership, smart schools, and smart education.

Theoretical Framework

Research on Smart Leadership

A search using the keyword "smart leadership" in the Taiwan Electronic Thesis and Dissertation System yielded 10 results: "Construction of Smart Leadership Competency Indicators for Elementary and Junior High School Principals" (Xu, 2020), "Study on Smart Leadership of Elementary School Principals" (Liu, 2020), "Study on the Relationship among Smart Leadership of Elementary School Principals, Teacher Maker Education, and School Effectiveness in Taipei City" (Lin, 2019), "Organizational Change of National Classic I-Ching Smart Leadership" (Ou, 2016), "Study on the Relationship among Emotional Intelligence Leadership, Organizational Citizenship Behavior, and Organizational Innovative Atmosphere of Elementary School Principals" (Yang, 2012), "Study on the Relationship among Emotional Intelligence Leadership of Junior High School Principals, School Organizational Atmosphere, School Effectiveness, and Organizational Citizenship Behavior of Teachers in Taitung County" (Liu, 2011), "Development of a Teaching Model for Cultivating Multiple Smart Leadership Abilities in Technology Curriculum" (Zheng, 2012), "Factors Affecting Emotional Intelligence Leadership Competence of Elementary School Principals" (Liu, 2006), "Comparison Analysis of Emotional Intelligence Leadership Competence of Male and Female Elementary School Principals" (Chen, 2005), and "The Display of Smart Leadership in Sports Coaching" (Liu, 2014).

Similarly, researchers searched for "smart leadership" as a keyword in the "Taiwan Journal Article Index System," and retrieved 7 results as follows: "Emotional intelligence leadership abilities of elementary school principals," "A study on the relationship between teacher organizational citizenship behavior and organizational innovation atmosphere," (Hsieh & Yang, 2013), "Analysis of the relationship between emotional intelligence leadership abilities of elementary school principals and emotional intelligence of school educators" (Yeh, 2010), "A comparison of emotional intelligence leadership abilities of elementary school principals of different genders" (Yeh, Chen, & Liu, 2009), "A comparison of emotional intelligence leadership abilities of junior high and elementary school principals" (Yeh, 2007), "A critique of the wise leadership model and its educational practice" (Chen, 2006), and "Educational administration: emotional intelligence leadership" (Yeh, 2004). Wu (2019) pointed out that wise leadership refers to a leader who has the ability to make professional and correct judgments, and to handle affairs effectively, who can exert influence and motivate subordinates towards a shared vision, demonstrate leadership qualities, show leadership effectiveness, achieve organizational development goals, and promote sustainable development of the organization. In the era of information technology, a leader who can make good use of technology in leadership can also enhance the function of smart leadership. Combining wise leadership with technology leadership can further enhance the power of leadership.

Ahmad, Salleh, Awang, and Mohamad (2013) conducted a study on the practice and effectiveness of wise leadership among outstanding secondary school principals as perceived by their senior assistants. The study used a questionnaire survey method, with 417 senior assistants randomly selected from outstanding secondary school principals in Malaysia as participants. The results showed that the senior assistants had a highly positive view of the principals' practice of smart leadership, with the principals using their knowledge to benefit their staff and the entire school. Interestingly, the data also showed that the senior assistants had a high perception of the principals' practical effectiveness, indicating that all senior assistants were suitable

for working in excellent schools. In addition, the study results would inspire educational leaders to strengthen their practice of smart leadership, promoting the development of their institutions to achieve the 2020 vision and the 2013-2025 Malaysia Education Blueprint.

Ylimaki and McClain (2009) argue that American school administrators must meet the demands of performance accountability while maintaining a balance between school accountability and student learning enjoyment. The performance accountability system originated from the US law "No Child Left Behind" (2002) and the Title II Reauthorization (2002). The increase in performance accountability has also had a significant impact on several other countries. The study suggests that effective school leaders expand their response to performance accountability through the six Buddhist virtues of wisdom - generosity, discipline, patience, right effort, meditation and concentration, and wisdom. Of these six virtues, wisdom is considered the ultimate virtue because it transcends and informs the other five virtues, allowing them to operate with precision and correctness. Without wisdom, the other five virtues are eyeless and cannot see how they operate to bring about benefits. The characteristic of this wisdom is uncommon, common sense, the ability to see both the forest and the trees, understand the thing in itself, and see the reality of the situation. These six virtues of wisdom are the foundation of smart leadership in the era of performance accountability. The study's findings led to the development of a new framework for education leadership centered on wisdom. To comply with the Buddhist tradition of teaching, the organizational content of this article follows the research on the six virtues of wisdom, reflects on virtues in the context of case studies, and applies them in educational leadership practices. Wisdom-centered leadership requires guidance, scenarios for integration, and experiences that need to be integrated. Further research is needed to test this framework, which may provide hope and practical recommendations for educational leaders preparing for and practicing in the era of high-stakes accountability worldwide.

Research on Smart Schools

Technology is constantly revolutionizing various industries and fields, and the development of "technology" with a focus on "education" is thriving. For many years, all sectors in Taiwan have been concerned about the issue of smart education. The Ministry of Education has also listed the strengthening of digital teaching and learning information application environment as a key focus in the Forward-looking Infrastructure Development Plan. The intelligent education system (innovative AI technology - AI artificial intelligence) can help schools integrate software and hardware perfectly, synchronously improve student learning and teacher professional development, and help campuses achieve AI intelligent schools (Guo, 2018). There are three key points to define a smart classroom. The first is to create a smart learning environment in the classroom, where each teacher and student has a smart terminal, such as an electronic whiteboard, tablet device, remote control, or mobile phone. The second is to have a data collection channel that can collect and analyze all classroom interactions. The third is that the teacher's teaching methods must use these devices and data channels and be deeply integrated with teaching. A smart school goes further and covers these three things for all teachers and students. Based on the smart school, artificial intelligence, big data, and Socratic platform technologies are further used to support teaching. Through AI analysis systems, four schools in Taiwan, including Hwa-Sheng Junior High School, Ci-Xiu Senior High School, Taipei Municipal Da-Fu Elementary School, and Xin-Min Elementary School, have all been upgraded to intelligent schools (Digital Times, 2018). After studying the technology leadership of

principals, the relationship between smart classrooms and teaching effectiveness, and the current status and effectiveness of teachers' use of smart classrooms, it can be understood the importance of smart classrooms and related variables (He, 2013; Huang, 2015; Tseng, 2016). In combination with the construction of the smart campus index and its gradual planning and construction (Li, 2013; Lin, 2017), the development and promotion of smart schools has become a trend. Chang (2013a) has published the concept of smart education and smart schools using SMART education, while Liu (2013) used Nan Gang Elementary School in Taipei as a blueprint for smart schools. Chang (2018) summarized two key points from relevant literature: one is the transformation of smart learning and smart classrooms and campus to enhance cloud education competitiveness, and the other is the benefits of cloud technology for learning support and autonomy.

The "6i Smart Campus" system covers six major areas, including smart learning, smart administration, smart green energy, smart healthcare, smart community, and smart management. It emphasizes student-centered learning and aims to enable individualized, self-directed, and collaborative learning through the smart campus. By analyzing knowledge points, it gradually constructs a "student learning growth record." In the smart green energy area, the "Campus Smart Energy Cloud" technology is used to manage and create a smart campus, with a focus on "smart, energy-saving, and sustainable" principles (Chang, 2019). The emergence of digital learning and smart school concepts has resulted in the "5 transformations," including responding to changes in "administrative cloud computing," addressing changes in "curriculum networking," adapting to changes in "teaching distance learning," responding to changes in "learning intelligence," and echoing changes in "digital assessment" (Li, 2019). To narrow the urban-rural gap using digital learning and smart school concepts, Hong (2019) proposes concrete implementation strategies, including establishing consensus action for digital learning and smart school in rural schools, constructing a vision for digital learning and smart school development, establishing a professional administrative team, shaping teacher professional culture, creating a smart learning environment, integrating and sharing rural school resources, building a digital learning exchange platform, and conducting ongoing evaluations of digital learning programs.

Information technology has become the foundation for driving revolutionary changes in education. By grasping the pulse of the information age and building intelligent classrooms, cultivating smart teachers, creating smart classrooms and schools, Rongrong School of Zhuhai, Guangdong Province, China, links the center of life education with the times and creates the core tools for achieving the way of life curriculum. The school has implemented a smart teaching system and adopted an AI artificial intelligence system to collect and analyze classroom teaching behavior data. With the most advanced concepts and technology, it promotes the professional development of teachers and realizes the vision of smart education. Rongrong School is not only an AI smart school but also the first school in Guangdong to have a smart classroom. In addition to hardware and software upgrades, the teaching system also assists Rongrong School in implementing the Sokrates three-step and three-ring teacher professional development model, including training, coaching, and local collections. Teachers understand how to use and integrate technology into teaching (Zhuhai Rongrong School, 2018). Technology empowers the concept of "smart machines" that can receive new information and change their operations accordingly, replacing the repetitive operations of rote memorization. The emerging global economy requires workers with similar "smart" skills: analyzing new situations,

proposing creative solutions, and being responsible for decisions related to job performance. The functions of modern democracy require citizens with similar skills and produce "smart" workers and citizens, requiring "smart" schools and children. Therefore, as goals and visions change, schools must also change. Yesterday's schools will not work for today's solutions. Schools themselves must be completely restructured. They must become smarter in how they engage in teaching and learning, and they must become smarter in how they manage themselves. The following are design principles for smart schools: augmented teaching and learning for all students, authentic assessment, cooperative learning settings, interdisciplinary teaching, functional schedules and time frames, core curriculum studies, and a commitment to technology (The Center for Educational Leadership, 1992). Based on the concepts and research results of smart schools, they echo the findings of Wei, Ruan, Chen, and Han (2019), who discovered that applying the smart school platform environment to mathematics teaching can effectively improve students' math grades. Furthermore, by focusing on smart schools, we can know that policy and regulations, organizational structures, smart learning environments, teaching materials, curriculum, teaching models, and school support systems are the most direct and important implementation conditions that affect the construction of smart schools. Its basic goal is to use the new generation of technology appropriately and effectively to enhance the smart level of the school's existing business, which is the advanced development stage of the digital campus, the deep improvement of educational technology, and the deep integration of informatization and educational reform (Yan, 2019; Lu, 2017; Lu & He, 2017).

Research on Smart Education

"Smart Education" refers to the application of ICT to promote educational innovation and development. It aims to develop smart schools as a basis and smart districts as a vision, using ICT to create an intelligent educational environment, apply modern educational concepts, develop student-centered educational ideals, and achieve the realm of adaptive talent development, fairness and quality (Chang &Wu, 2014). "SMARTER" education is a student-centered approach to teaching and learning that motivates students to learn through a variety of approaches, provides access to learning anytime, anywhere, and on any device, offers rich learning resources, uses technology to support and service instruction and learning, provides real-time assessment of learning outcomes through diagnostic tools and cloud services, and allows teachers to innovate and refine their teaching skills using technology. The purpose of SMARTER education is to provide learners with rich learning resources and expand their horizons in a technological way, improving the limited teaching resources available today. Under the trend of SMARTER education development, traditional school teaching systems will be broken through. Teachers and students will no longer be limited to using paper textbooks and limited resources for teaching in the classroom. Instead, they can further use e-books and network smart teaching to successfully create the concept of "mobile learning" (Chang, 2013b, 2013c). In response to the trends of the times, schools are seeking innovative development by organizing core teams to participate in technology-driven teaching design, creating a lively, interactive, and proactive three-action teaching environment. Through cloud-based diagnostic analysis, e-learning insights for diagnostic teaching and remedial teaching are achieved to attain precise, exquisite, and advanced three-excellence teaching outcomes. Innovative teaching models are developed in various fields to realize smart education. By integrating technology with curriculum instruction, every class can be a smart classroom and every lesson can be a smart class, creating a learning-centered smart education school (Tseng, 2019).

The promotion of smart education has its own procedures and steps, from the establishment of smart classrooms to the implementation of smart campuses, ultimately creating a new territory for smart schools. Both the implementation of smart curriculum and the training of smart teachers, as well as the diffusion and replication of smart models, require the joint efforts of teachers and students. Therefore, using digital technology to transform education is not only a technological revolution but also a comprehensive reform from curriculum and teaching to teacher training and learning environment. By applying technology to education and embracing the opportunities and environment for smart education, the use of digital teaching in smart classrooms will provide students with concrete opportunities for digital learning. Through interactive smart learning, the construction of smart knowledge and the cultivation of new roles as knowledge and creativity directors will create new opportunities for future smart education (Wang, 2019).

IBM's advocacy of smart education has prompted international attention to this development trend. For example, in Australia, a smart, interdisciplinary, student-centered education system is being implemented, connecting different schools, secondary schools, and employee training and application. The goal of smart education is achieved through five ways: providing students with adaptive learning courses and learning profiles; providing teachers and students with collaborative technology and digital learning resources; enabling classroom teachers to perform computerized management, monitoring, and reporting; providing learners with better information; and enabling students to have online learning resources no matter where they are (IBM, 2013). From a contemporary perspective, future smart education needs to be built on the foundation of technology immersion, personalized learning paths, knowledge skills, global integration, and economic alignment (IBM, 2010). As information technology is increasingly applied in the field of education, smart education refers to the use of next-generation information technology to promote the sharing of quality educational information, improve the quality and level of education. In short, smart education is the intelligentization of the education field (Jin, 2012). In other words, smart education advocates creating a learning space with certain intelligent characteristics (such as perception, reasoning, and decision-making assistance) through the power of information technology, aiming to promote learners' comprehensive, coordinated, and sustainable development of intelligence. It adapts, shapes, and selects learning and living environments to ultimately achieve the common good of humanity (benefiting individuals, others, and society) (Zhu & Shen, 2013).

Research Method of the Primary Study

Research Sample

In the first stage of this study, 15 expert scholars were selected to conduct a Fuzzy Delphi survey, and the questionnaire results were analyzed to construct various indicators. In the second stage, 42 elementary schools were randomly selected from ten counties and cities, including Taipei City, New Taipei City, Taoyuan City, Miaoli County, Changhua County, Nantou County, Taichung City, Tainan City, Kaohsiung City, and Pingtung County. A total of 420 primary school teachers were invited to complete the questionnaire, and 407 valid questionnaires were collected, with 7 invalid questionnaires, resulting in a valid questionnaire rate of 95%.

Research Instrument

The fuzzy Delphi method questionnaire used in this study covers three dimensions: Smart Leadership (SMART), Intelligent School (i-LEADER), and Smart Education (SMARTER). Under the Smart Leadership (SMART) dimension, there are

five levels and a total of 39 indicators; under the Intelligent School (i-LEADER) dimension, there are six levels and a total of 33 indicators; under the Smart Education (SMARTER) dimension, there are seven levels and a total of 35 indicators. In accordance with the research purpose, this study set the threshold value alpha to 0.6 and removed four indicators from the "assessment, evaluation, and research" level under the Smart Leadership (SMART) dimension that did not meet the threshold. Finally, appropriate indicators were selected, and the construction of the indicator system was completed. The "Smart Leadership, Intelligent School, and Smart Education Questionnaire for Principals" used in this study includes 35 questions for each of the three dimensions, for a total of 105 questions.

Data Processing and Analysis

This study used Microsoft Excel 2019 to perform fuzzy Delphi method calculations, and the geometric mean in the triangular fuzzy membership function of each indicator represented the consensus of the decision-making group. To achieve the research purpose, this study used a threshold value of α (0.6) to remove four indicators from the "Assessment, Evaluation, and Research" dimension under the SMART leadership dimension, and selected appropriate indicators to complete the indicator system. Therefore, in the three dimensions of smart leadership, smart school, and smart education, there are 35 indicators in the smart leadership dimension, 33 indicators in the smart school dimension, and 35 indicators in the smart education dimension. Based on these 35 indicators, this study developed a "Smart Leadership, Smart School, and Smart Education Survey Questionnaire" and then randomly selected 420 elementary school teachers to fill out the questionnaire, and received 400 valid responses, with a questionnaire recovery rate of 95%. This study used LISREL 8.8 software to examine the relationship between the three variables of smart leadership, smart school, and smart education.

Findings and Discussion

SMART Indicators for Principal's Intelligent Leadership

Smart leadership refers to the ability of a leader to make professional and sound judgments, handle affairs effectively, and inspire their subordinates towards a shared vision, exhibiting leadership qualities and effectiveness, achieving organizational development goals, and promoting sustainable development. In the era of information technology, a leader who is proficient in utilizing technology can complement the functions of intelligent leadership. The elements constructed by the SMART model of smart leadership include the following five dimensions: S (Skills of interpersonal communication), M (Management, vision and planning), A (Assessment, research and evaluation), R (Requirements for staff development and training), and T (Technology support and infrastructure). This study set a threshold value of α=0.6 for research purposes and removed four indicators from the "Assessment, research and evaluation" dimension of the SMART model, as they did not meet the threshold value. The indicators for each dimension of the SMART model are shown below.

Skills of interpersonal communication

The first dimension of SMART - "Skills of interpersonal communication" - includes the following eight indicators:

1-1 Understanding the needs and concerns of faculty and students regarding technology

1-2 Fair and respectful treatment of all school personnel regarding access to and training in technology

1-3 Maintaining positive relationships with faculty, staff, and students regarding technology issues

1-4 Demonstrating patience when faculty and staff are learning to use technology
1-5 Maintaining positive relationships with outside technology support groups
1-6 Effectively communicating technology issues with faculty, staff, and students
1-7 Effectively communicating technology issues with outside support groups
1-8 Encouraging school personnel to use information resources to grow in their technology expertise.

Management, Vision and Planning

The dimension of "Management, Vision and Planning" includes the following ten indicators:

2-1 Clearly articulate the vision for technology use within the school.
2-2 Develop a shared vision and long-term plan for technology.
2-3 Empower a technology planning team with diverse membership.
2-4 Implement a technology-rich school improvement plan.
2-5 Advocate for technology resources for the school.
2-6 Equitably and fairly allocate technology resources through sound judgement.
2-7 Manage technology change effectively.
2-8 Allocate resources to enhance implementation of technology plans.
2-9 Utilize technology to manage administrative operations effectively.
2-10 Manage technology equipment and resources efficiently.

Assessment, research and evaluation

The dimension of "Assessment, research and evaluation" includes the following four indicators:

3-1 Implement evaluation procedures for teacher technology professional development.
3-2 Consider effective use of technology as part of evaluating staff performance.
3-3 Evaluate the use of technology in instructional planning.
3-4 Apply technology-related research to guide the use of technology in the school.

Requirements for staff development and training

The dimension of " Requirements for staff development and training" includes the following six indicators:

4-1 Encourage in-service training in the field of technology
4-2 Provide in-service training to acquire specific technological skills
4-3 Allocate resources for in-service training in technology
4-4 Support and design an in-service training program for technology
4-5 Support and promote in-service training in technology
4-6 Provide time for technology training

Technology support and infrastructure

The dimension of " Technology support and infrastructure" includes the following six indicators:

5-1 Provide appropriate technology equipment.
5-2 Ensure that the use of technology equipment is appropriate.
5-3 Ensure that school personnel have equal opportunities to access technology resources.
5-4 Ensure that technological support is available when school personnel need assistance.
5-5 Ensure that equipment is promptly repaired and maintained.
5-6 Provide a variety of software applications for school personnel.

Smart School i-LEADER Indicators

The i-LEADER indicator in Chinese translates to "Smart Leader" or "Smart Leadership". The six capital English letters correspond to the following six

dimensions: i-Learning, i-Teaching, i-Health, i-Administration, i-Environment, and i-Green. Based on relevant literature, two key aspects of smart schools are identified: first, the transformation of intelligent learning and smart classroom/campus to enhance the competitiveness of cloud education; second, the use of cloud technology to support learning and promote autonomous learning, and to realize the benefits of this technology. This study set a threshold value of alpha = 0.6 for the research objectives, and all indicators met the threshold. The indicators for each level of i-LEADER are shown below.

i-Learning (Smart Learning)

1-1 Provide digital learning resources
1-2 Establish a learning management platform (digital learning platform, personal learning portfolio)
1-3 Provide personal learning performance analysis
1-4 Provide personalized learning
1-5 Strengthen student self-directed learning
1-6 Establish an interactive platform
1-7 Provide distance learning

i-tEaching

2-1 Monitor students' real-time learning status
2-2 Encourage innovative teaching models
2-3 Provide differentiated teaching
2-4 Establish an online teaching platform
2-5 Implement new evaluation models

i-heAlth

3-1 Establish electronic medical records
3-2 Establish health monitoring systems (health monitoring, tracking of healthy lifestyle)
3-3 Provide mobile medical services (telemedicine, telecare)
3-4 Establish real-time epidemic warning systems

i-aDministration

4-1 Establish school administration platform (e.g. office information system, student management system, personnel management system)
4-2 Develop member evaluation system
4-3 Establish resource management platform
4-4 Develop research support platform (research management system, collaborative research support system, etc.)
4-5 Establish mobile office system (e.g. sign-in/out, application approval, class notifications, assignment distribution, etc.)

i-Environment

5-1 Establishing safety management systems (such as access control management systems, emergency alarm systems, etc.)
5-2 Building Internet of Things sensing systems (such as air conditioning management systems, lighting management systems, etc.)
5-3 Providing smart living services (such as campus smart card systems)
5-4 Utilizing big data and cloud computing
5-5 Using social networks
5-6 Establishing a campus-wide internet connection
5-7 Utilizing smart terminals to acquire various monitoring information.

i-gReen

6-1 Establish a smart sensor management system (smart air conditioning

management, smart lighting management, etc.)
6-2 Establish a recycling system (such as a rainwater collection system)
6-3 Establish an energy consumption management system (such as an energy consumption monitoring system)
6-4 Promote digitization to achieve a paperless campus
6-5 Establish a renewable energy management system (such as solar power generation and wind power supply system)

SMARTER indicators

The SMARTER indicators of smart education comprise seven dimensions that aim to develop students' potential and provide multiple learning opportunities to stimulate active learning. It enables students to use various learning devices and facilities anytime, anywhere, and provides diverse learning resources for effective knowledge integration and construction under the guidance of professional teachers. By integrating technology systems, it creates a teaching and learning environment that meets the needs of education, uses multi-level learning assessment methods to diagnose learning outcomes, and promotes teacher professional development to achieve the ideal of SMARTER education. All indicators in each dimension of SMARTER meet the threshold value of $\alpha = 0.6$, as shown below.

Student-centered approach

1-1 Implement student-centered teaching methods
1-2 Design learning materials that cater to individual student needs
1-3 Provide appropriate learning workload according to students' abilities
1-4 Arrange suitable learning modes based on students' developmental stages
1-5 Implement appropriate teaching activities according to students' individual differences.

Student Motivation for Learning

2-1 Utilize smart classroom environment to enhance student motivation and interest
2-2 Create vivid situations to stimulate student learning motivation
2-3 Incorporate technology media into teaching to innovate learning content
2-4 Use smart technology and teaching materials to improve student learning outcomes
2-5 Use technology to present diverse teaching content for adaptive learning.

Any-device, anytime, anywhere

3-1 Implement innovative teaching with mobile learning devices to achieve effective learning.
3-2 Utilize online cloud platforms to share knowledge and quickly disseminate information.
3-3 Combine sensory teaching materials with technology devices to make learning applicable to real-life situations.
3-4 Use cloud systems to collect data to promote teacher-student interaction and provide feedback.
3-5 Record learning progress using online cloud platforms.

Resource availability and diversity

4-1 Foster active knowledge construction in students by applying innovative classroom models with the use of technology.
4-2 Design classroom learning materials based on the characteristics of smart classrooms.
4-3 Effectively use team collaboration learning models.
4-4 Guide students to fully express their ideas in the classroom through the use of technology.

4-5 Properly utilize technology tools in the curriculum to enhance learning outcomes.
Technology integrated
5-1 Utilize technology integration in teaching to enhance students' learning outcomes.
5-2 Use technology to assist students in creating and applying knowledge.
5-3 Use interactive electronic whiteboards to enhance learners' learning effectiveness.
5-4 Guide students to use technology tools to acquire knowledge.
5-5 Master multimedia technology to improve classroom teaching efficiency.
Evaluation of learning outcomes
6-1 Adjust teaching and provide remedial measures in real-time based on learning diagnosis and analysis reports
6-2 Use information technology to analyze charts and gain insight into learning outcomes
6-3 Use learning process information to diagnose learning difficulties
6-4 Use cloud-based platforms to track learning progress and conduct effective teaching
6-5 Use technology aids to accurately grasp students' learning status and promote teaching.
Refinement of teaching skills
7-1 Promote the effectiveness of technology-integrated teaching through professional discussion among peers.
7-2 Use technology-integrated teaching and continuously refine it to help students learn.
7-3 Possess expertise in technology to facilitate its integration into teaching.
7-4 Foster teachers' professional growth through collaboration and interaction within small groups.
7-5 Enhance teaching skills through public teaching and sharing of teaching experiences.

The Path Model among Smart Leadership, Smart Schools, and Smart Education

The structural equation model of this study is shown in Figure 1. The influence coefficients of intelligent leadership on smart schools are 0.74, 0.84, 0.32, 0.55, 0.42, and 0.44, respectively. The influence coefficients of smart schools on smart education are -0.03, 0.70, -0.10, 0.17, 0.02, and 0.21, respectively. The results of the absolute fit index test showed that the model chi-square value ($\chi 2$) was 1249.71, the degree of freedom was 378, and $p < .001$, indicating a statistically significant result. However, the chi-square value is easily affected by a large sample size or non-normal distribution, so other fit indices were considered: GFI was .83, AGFI was .79, RMR was 0.056, and SRMR was 0.056. The results of the relative fit index test showed that NFI was 0.97, NNFI was 0.98, CFI was .98, IFI was 0.98, and RFI was 0.97, all of which were greater than 0.90. The results of the parsimony fit index test showed that PNFI was 0.85 and PGFI was 0.68, both of which met the requirement of reaching 0.5 or higher. Overall, these indices indicate that the model fit of this study iswell-fitted.

Conclusions and Implications

In the era of AI, what kind of wisdom should school leaders possess? What is the essence of smart leadership? How can school principals drive the construction of AI-powered smart schools and promote the development of smart education through "smart leadership"? These issues highlight the importance of this study. Achieving precision teaching through smart teaching and learning requires a smart environment, the application of AI, and the smart leadership of school principals. The indicators and models proposed in this study can adapt to the trend of the AI era and influence school

principals to construct smart schools through smart leadership and move towards smart education.

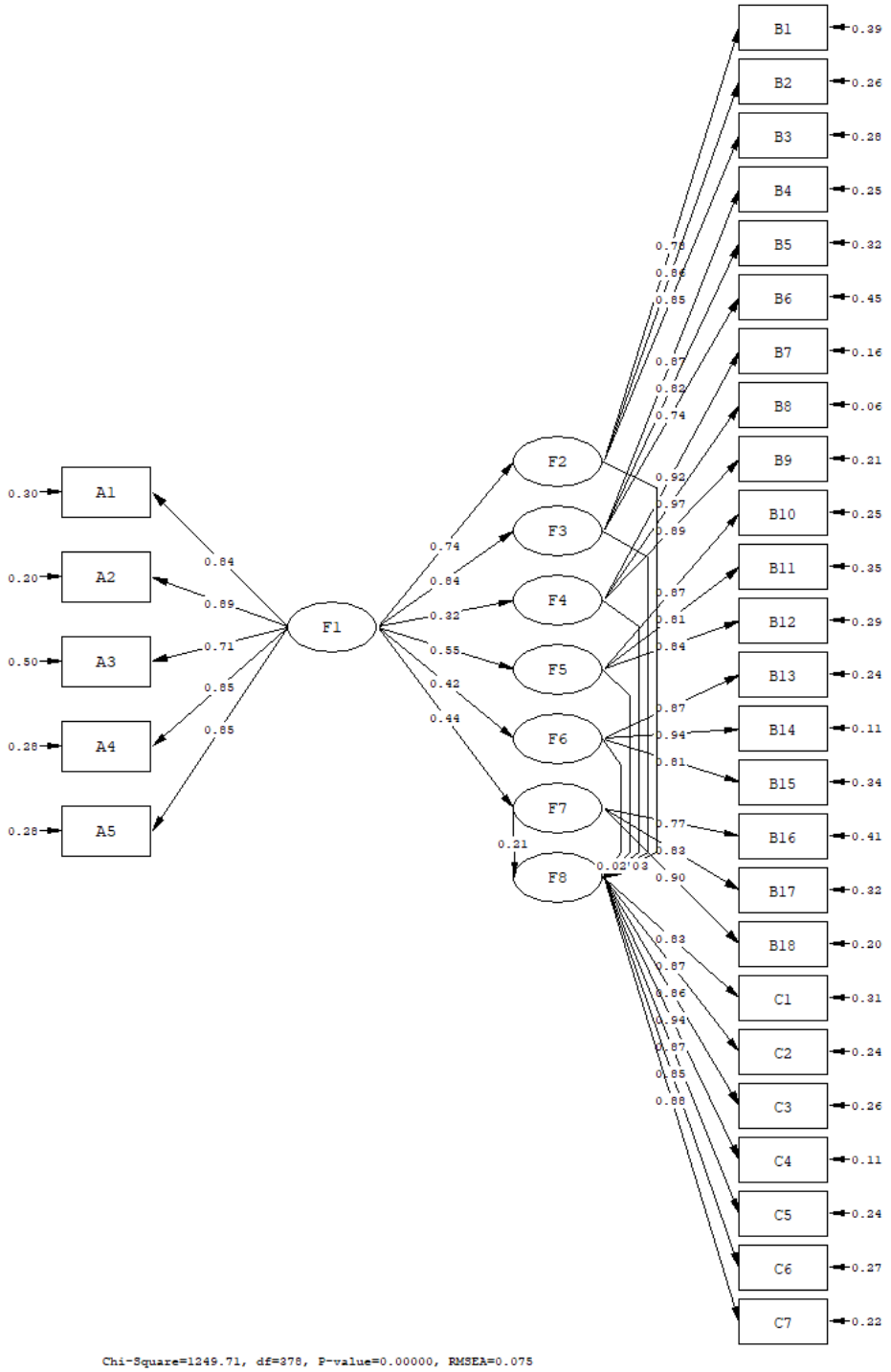


Figure 1. Path model among smart leadership, smart school, and smart education

References

Ahmad, A. R., Salleh, M. J., Awang, M. M., & Mohamad, N. A. (2013). Investigating best practice and effectiveness of leadership wisdom among principals of excellent secondary school Malaysia: Perceptions of senior assistants. *International Education Studies*, *6* (8), 38-46.

Chang, I. (2003). Assessing the dimensions of principals' effective technology leadership: An application of structural equation modeling. *Educational Policy*

Forum, 6(1), 111-141.
Chang, I. (2012). The effect of principals' technological leadership on teachers' technological literacy and teaching effectiveness in Taiwanese elementary schools. *Journal of Educational Technology and Society, 15*(2), 328-340.
Chang, I, Chin, J. M., & Hsu, C.M. (2008). Teachers' perceptions of the dimensions and implementation of technology leadership of principals in Taiwanese elementary schools. *Journal of Educational Technology and Society, 11*(4), 229-245.
Demir, K.A. Smart education framework. Smart Learn. Environ. 8, 29 (2021). https://doi.org/10.1186/s40561-021-00170-x
Education Week (2013). *Education week leaders to learn from 2013: Lessons from district leaders*. Retrieved from https://www.edweek.org/ew/articles/2013/02/06/20ltlf-about.h32.html
Firoozi, M. R., Kazemi, A., & Jokar, M. (2017). The role of socio-cognitive variables in predicting learning satisfaction in smart schools. *International Electronic Journal of Elementary Education*, *9*(3), 613-626.
Georgia Department of Education (2014)。*Leader keys effectiveness system*. Retrieved from https://www.gadoe.org/School-Improvement/Teacher-and-Leader-Effectiveness/Documents/FY15%20TKES%20and%20LKES%20Documents/2014-2015%20LKES%20Fact%20Sheets%20-%20formatted%206-26-14.pdf
Girardin, K., & Duell, N. (2017, September). *Rebooting'Smart Schools': The Need to Debug New York's 2014 Bond Act. Issue Brief.* Empire Center for Public Policy.
Faherty, V. (1979). Continuing social work education: Results of a Delphi survey. *Journal of Education for Social Work, 15*(1), 12-19.
Hsu, H. (2020). *Construction of indicators for intelligent leadership competence of primary and secondary school principals: Application of fuzzy Delphi method* (Unpublished master's thesis). National Chengchi University, Taipei, Taiwan.
IBM (2010). *Building the smarter campus*. Retrieved from https://www-950.ibm.com/events/wwe/cio/10menacio.nsf/Smarter%20Cities_Patricia%20Sulivan.pdf
IBM (2013). *Smart education*. Retrieved from http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/au__en_uk__cities__ibm_smarter_education_now.pdf
Jackson, B. B. (2022). *Administrative leaders' experiences with information communication technology platforms and best practices in smart schools.* (Order No. 28967387). Available from ProQuest Dissertations & Theses A&I; ProQuest Dissertations & Theses Global. (2641056705). https://proxyone.lib.nccu.edu.tw/login?url=https://www.proquest.com/dissertations-theses/administrative-leaders-experiences-with/docview/2641056705/se-2
Khare, K., Stewart, B., & Khare, A. (2018). Artificial intelligence and the student experience: An institutional perspective. *IAFOR Journal of Education, 6*(3), 63-78.
Li, K. C., & Wong, B. T. M. (2022). Research landscape of smart education: A bibliometric analysis. *Interactive Technology and Smart Education, 19*(1), 3-19.

http://dx.doi.org/10.1108/ITSE-05-2021-0083

Lin, L. (2019). *A study on the relationship among intelligent leadership of elementary school principals, maker education of teachers, and school effectiveness in Taipei City* (Unpublished doctoral dissertation). National Taipei University of Education, Taipei, Taiwan.

Liu, Y. (2020). A study on intelligent leadership of elementary school principals (Unpublished master's thesis). National Taipei University of Education, Taipei, Taiwan.

LugoSantiago, J. A. (2018). *Smart leadership for smart city success*. Retrieved from https://www.smartcitiesworld.net/opinions/opinions/smart-leadership-for-smart-city-success

Mirzajani, H., Bayekolaei, M. D., Kookandeh, M. R., Rezaee, S. S. R., Kamalifar, A. A., Shani, H. R. (2016). Smart schools an innovation in education: Malaysian's experience. Asian Journal of Education and Training, 2(1), 11-15. http://dx.doi.org/10.20448/journal.522/2016.2.1/522.1.11.15

Mogas, J., Palau, R., Fuentes, M., & Cebrián, G. (2022). Smart schools on the way: How school principals from catalonia approach the future of education within the fourth industrial revolution. *Learning Environments Research, 25*(3), 875-893. http://dx.doi.org/10.1007/s10984-021-09398-3

Rao, M. S. (2013a). *Smart leadership: Lessons for leaders*. New York, NY: Sterling publishers.

Rao, M. S. (2013b). Smart leadership blends hard and soft skills:… and emphasizes the importance of continuous learning. *Human Resource Management International Digest, 21* (4), 38-40. https://doi.org/10.1108/HRMID-04-2013-0023

Stronge, J. H., Xu, X., Leeper, L. M., & Tonneson, V. C. (2013). *Principal evaluation: Standards, rubrics, and tools* for effective performance. Alexandria, VA: ASCD.

Sadipour, I., Ghavam, S. E., Farrokhi, N., Assadzadeh, H., & Sameti, N. (2017). A model to predict academic performance based on the components of emotional intelligence, problem solving skills and achievement motivation among students of smart and ordinary school. *International Journal of Environmental and Science Education, 12*(5), 1353-1369.

Singh, H., & Miah, S. J. (2020). Smart education literature: A theoretical analysis. *Education and Information Technologies, 25*(4), 3299-3328. http://dx.doi.org/10.1007/s10639-020-10116-4

The Center for Educational Leadership (1992). *Smart schools for San Antonio's future: A report on public education*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED369134)

The Center for Educational Leadership (1993). *Getting accountability and school improvement on track in Texas: A report by the school*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED368037)

Wang, X., Wilson, J., & Li, W. (2021). An empirical investigation of leadership and human resources capacities as key actors in the implementation of smart education. *Education Sciences, 11*(138).https://doi.org/10.3390/educsci11030138

Wilson, J. C. M., Kandege, P., Edjoukou, A. J. R., & Teklu, M. T. (2021). Unpacking smart education's soft smartness variables: Leadership and human resources capacities as key participatory actors. *Education and Information Technologies, 26*(5), 6267-6298. http://dx.doi.org/10.1007/s10639-021-10599-9

Ylimaki, R. M., & McClain, L. J. (2009). Wisdom-centered educational leadership. *International Journal of Leadership in Education, 12*(1), 13-33.

Zaccaroa, S. J., Rittmana, A.L., & Marksb, M. A. (2001). Team leadership. *The Leadership Quarterly, 12*, 451 – 483.

透過衛教動畫創作解構護校大學生的數位策展能力
Investigating Nursing College Students' Digital Curation Competency through Healthcare Animation Design

張君豪[1] 李以恩[2] 張瓊文[3]
CHANG, CHUN-HAO LI, YI-EN CHANG, CHIUNG-WEN
1 國立臺北護理健康大學 醫護教育暨數位學習系 助理教授
1 Department of Allied Health Education and Digital Learning
National Taipei University of Nursing and Health Sciences
E-mail : chunhao@gm.ntunhs.edu.tw
2 國立臺北護理健康大學 醫護教育暨數位學習系 學士生
2 Department of Allied Health Education and Digital Learning Student
National Taipei University of Nursing and Health Sciences
E-mail : wayi901020@gmail.com
3 國立臺北護理健康大學 醫護教育暨數位學習系 學士生
3 Department of Allied Health Education and Digital Learning Student
National Taipei University of Nursing and Health Sciences
E-mail : hmja1017@gmail.com

摘要

護校大學生創作衛教動畫時，雖有豐富的衛教知識，但成品常無法發揮敘事動畫強化資訊傳播的媒體特質，進而影響觀賞者從中汲取知識的成效。此外，衛教動畫創作需涵蓋知識策展力、抽象思考力與情境敘事力三軸向的綜合表現，但護校大學生在創作時三種能力的表現與發展仍待解答。鑑於此，本研究擬透過三個不同類型的教學工作坊：內容醞思、創作設計與反思再造，從護校生在工作坊中的表現，分析並探究三種能力與學生數位策展的發展與關聯，期望提供未來教學設計時的參考與指引。

關鍵字：衛教動畫 、護校大學生、數位策展、教學工作坊

Abstract

When designing healthcare animations, although nursing college students possess abundant knowledge in healthcare, their animation design projects are not crafted in accordance with information processing theories, which in turn affects how the audience captures healthcare knowledge after viewing. It's assumed that the creation of healthcare animation involves three genres of skills, such as "knowledge curation," "abstract thinking," and "situated storytelling." However, the interaction effect between these three skills and the animation projects remains unanswered. In view of this, the study intended to investigate nursing students' digital curation competency through three types of animation design interventions, hoping to offer guidance for animation instructional design practices in nursing colleges.

Keywords: healthcare animations, digital curation, nursing college students, workshops

前言

因防疫而衍生的衛教動畫傳遞與觀賞的需求，研究者認為應從教學實務面培養護理大學生透過多媒體敘事動畫的設計實作，嘗試傳遞與教導民眾正確的健康識能，同時強化自身衛教知識的理解與分析解構能力，學習將抽象化的衛教知識以多樣媒體的形式呈現。然而，衛教敘事動畫雖具有擬人情境、豐富故事、互動脈絡等特質，在教學實務上仍存在許多挑戰，設計者在規劃藍圖中需同時思考如何培養跨域的知識觀點，融合、整併、應用各類知識技能，完成衛教動畫的設計挑戰。然而，融入多媒體動畫作為教學輔助工具的實證研究眾多，在各學科領域均有相關的應用案例，但實證研究缺乏了從設計者的視角，整合多媒體感知、學習科學、護理衛教等跨域面向的知識，評量衛教敘事動畫的設計優劣準則與規範，更缺乏如何有系統引導護校大學生，將衛教知識帶出衛教單張，以互動媒體的模式呈現。衛教敘事動畫設計的第二個挑戰在於如何引導學習者透過抽象化思考的過程，將複雜的衛教知識概念賦予故事情節重新包裝。敘事動畫本質上具有將衛教知識概念擬人化、抽象化的媒體特性，例如：透過動畫創作賦予紅血球生命，創作者可以擬人化的故事，透過血球在血管壁中旅行、穿梭、執行任務等故事情節，解釋心肌梗塞的成因與變化。另外，當學習者面對抽象、複雜的衛教知識動畫創作時，如：冠狀動脈硬化、心臟的血流運作、胰島素相關疾病等知識，如何將看不見的器官組織結構或運作過程以具象擬人法呈現，而非僅簡單將既有的紙本衛教單張數位化，影響了動畫媒介應有的教學成效。敘事動畫的第三個挑戰在於如何協助學習者成功、有效執行衛教知識的數位策展。健康識能的主題範疇既深且廣，敘事衛教動畫在內容規劃上屬於衛教知識的策展，護理大學生雖具備了基礎的衛教知識，但卻未必能將其轉化為合宜的知識傳遞工具，因而無法有效發揮動畫媒體應有的教學效果，也忽略了動畫創作應回應醫護臨床、社會大眾真實需求間的必要性與社會責任。在護校大學生應用多媒體設計實踐傳播正確衛教知識的社會責任之際，面對上述衛教敘事動畫設計的四大挑戰，需有更多教學實證研究投入，逐一探究如何解決各項挑戰。

有鑑於此，本研究擬探討護校大學生於實踐衛教社會責任的背景下，學習衛教敘事動畫的設計實務時，從學習科學的觀點，探究護校大學生如何從跨域融整的視角透過衛教敘事動畫培養數位策展能力，同時思考有哪些因素可能影響大學生衛教敘事動畫的設計成果，希望將相關研究成果做為實務教學的參考依據。本研究擬探究針對不同類型的衛教敘事動畫，護校大學生在「知識策展力」、「抽象思考力」與「情境敘事力」各面向的表現，探究護校大學生設計衛教敘事動畫時，在上述三種能力之間是否存在任何關聯性與互動關係，期望作為未來教學實務的參考。

相關文獻

相關實證研究文獻提到多媒體動畫媒介具有以下的特點 (Preim & Meuschke, 2020; Sanchez & Wiley, 2010)：(1) 可明確展現時間和空間的相應變化、(2) 解構抽象的知識概念、(3) 透過視覺觀賞傳遞說服力 (4) 模擬特定的行為或過程、(5) 豐富的敘事性與想像空間 (6) 釐清知識概念間的互動關係。另外，相關研究從認

知負荷的觀點，指出動畫改變了資訊內容的呈現方式，將原本複雜、抽象的知識情境轉化為故事擬人的畫面，賦予知識易懂的邏輯框架，有效降低了外在認知負荷。然而，同一個主題的動畫沒有絕對的設計原則，好的動畫作品主要能夠透過隱喻、聯想、推論、幻化等各類創作方式，具象化看不見的概念，營造特定的學習氛圍，重組學習的元素，讓觀賞者能夠在短時間內產生深刻的觀賞印象，甚至引導觀賞者對事物的批判與反思，站在衝突與對立的價值觀分析，達到動畫設計預設的目標。上述的特點說明了動畫應用於教學的淺在機會，並提供了動畫應用於各教學領域的可能。

動畫雖有教學應用的優點與淺力，相關實證文獻中存在著支持與反對兩方不同的立場，在支持動畫教學的觀點中，研究認為動畫媒介融入教學後，首先藉由高互動性與豐富的情境相依故事性，可以增進學習者的學習動機，減少知識內容的外在認知負荷，強化學習者對知識內容的感知，特別是對於特定知識心智表徵的建構與組織上有正向幫助(Fleer, 2018)。其中，動畫方便且豐富敘事的特質，在衛教動畫中，藉由說故事，藉由敘事情節營造學習情境是常見的設計方式，動畫的敘事情境有助於知識的傳遞，因爲敘事本身可輔助學習者重新回顧生活經驗並且組織各種經驗間的順序與邏輯關係。而反對或質疑動畫應用在教學的研究中，認為動畫媒介的過於豐富的媒體效果可能因此分散學習者的注意力，雖然增加了互動性，卻無法聚焦在知識內容的學習上 (Betrancourt & Tversky, 2000); 動畫的快速變化的聲光效果，如果未能事先釐清分析學習者的先備知識與能力，動畫的多媒體特性也可能讓學習者的認知負荷超載，造成負面的學習效果 (Castro-Alonso, Ayres)，因此研究認為使用動畫媒介作為教學工具前需謹慎分析適用性，不要只單純將紙本的內容數位化，或是將動畫創作跟知識內容分開設計，需從整合性的設計觀點思考規劃，才能發揮動畫媒介輔助教學的成效。

敘事動畫在本質上雖為多媒體設計創作技能，但在認知科學的概念意涵上是將內容知識以具象化的圖文展現，透過科技媒體轉化與呈現設計者對於衛教知識的認知，動畫其實是設計者對於該內容知識的主觀篩選、表述與彙整的歷程，而後呈現在觀賞者的面前，屬於數位化的策展活動。策展可泛指蒐集、篩選、組織、分析、呈現關於某個特定主題的歷程，數位策展則是建構在策展的基礎定義上，輔以數位科技帶來的多媒體創作與展演能力，相關研究文獻均認為數位策展在教學施行上應該被規劃為一個循序漸進、階段式的教學活動，在詳細施行步驟上雖沒有全然一致的通則，但應包含以下歷程，如:（1）內容資料收集，（2）內容組織，（3）內容分析與評估，（4）內容的概念化和（5）內容的分享與交流（Deschaine＆Sharma, 2015）。上述的漸進模式為教學應用上可參考的架構，並非絕對的順序。這代表策展設計者可能會在上述的過程之間進行切換，直到實現最終策展的目標。因此，策劃的內容具有敘述性，並且具有故事性，像是透過故事策展對世界的看法。數位策展在實務應用上另一個強調的重點是策展設計者本身自我的省思、覺察與辨析能力。

將策展概念應用於衛教敘事動畫的教學實例不多，但臨床醫護工作者其實也需要培養策展的能力，衛教知識的策展可代表者醫護工作者者對某件事物或主題的心智表徵，舉例而言，衛教單張可視為護理專業人員針對某個衛教知識主題的策展，透過衛教資料的搜集、篩選、彙整組織、分析、撰寫呈現，這整個過程就符合策展的廣義意涵。社群媒體、影音平台的使用也可作為衛教知識策展的管道，相關研究嘗試透過線上影音的製作，以個人的觀點詮釋衛教知識內

容，因此策展的觀念應更全面融入臨床教學實務，推廣應用至各類型的衛教知識傳遞與教學中，藉由各式媒介如：互動敘事動畫、多媒體影片、電子書等，透過數位媒體豐富的樣態、互動性與可使用性，拉近民眾與醫護專業知識的距離。

研究方法

本研究擬以台北市某國立護理技職院校為實驗的情境，參與受測對象為招募45 至 50 名二技部或四技部二年級學生，所有受測對象在參與實驗前均未有任何多媒體動畫的設計經驗。為避免多媒體應用能力或衛教知識能力上的落差影響研究分析結果，實驗前將分別透過兩份調查問卷，確認所有參與者在多媒體設計能力與衛教知識能力上並無顯著差異。

在研究時程的規劃上，本教學實驗時間擬為一整學期，共計 15 週，所有受測者每週需參與 2 小時於電腦教室內進行的多媒體動畫教學，該課程為校內跨系選修課程，教學方式以敘事動畫工作坊的形式進行，共計有 3 個實作工作坊，每個工作坊舉行的第一堂課的課前與最後一堂課的課後將分別舉行前測與後測評量，探究參與者的學習表現，工作坊舉行的時間依序如下：「知識策展活動」、「抽象化思考活動」與「逆向拆解再製活動」，每個動畫設計工作坊的時間長度為 5 週，共計連續 15 週的工作坊導向教學活動，由研究者親自擔任教學工作，每週將指派不同的敘事動畫挑戰任務給受測者。在動畫教學與創作工具的選擇上，本研究擬以 Vyond 作為動畫教學實驗與設計工具，設計者不需要具備專業的角色人物建模能力，可透過直覺性的拖拉與模組化編輯設計介面。

在實驗成效的評測部分，對應本研究實驗架構中的三個設計能力，共設計三個對應的測量指標，分別為**「內容醞思」、「創作設計」與「反思再造」指標**。每個量測指標都可對應到預先設計的設計製評的敘事動畫評分量表，以此量表作為動畫設計成果的分析與比較依據。

預期結果

數位策展能力對護校大學生而言是相對陌生的，期望本研究能作為引線，鼓勵護理技職院校重視學生於衛教敘事動畫素養能力的養成，提供護理技職院校強化學生數位策展能力的教學設計參考，並且將數位策展視為護理專業人員未來應具備的關鍵素養能力，評估列入護理教育的核心能力。此外，多媒體動畫是非常直覺且高互動性的教學傳播媒介，具有豐富的情境故事性，方便創意 的表達，讓衛教知識不再是枯燥且遙不可及的知識。本研究期望透過衛教敘事動畫的設計、創作與教學策展，引導護理大學生換個角度認識熟悉的衛教知識，從社會大眾的學習需求出發，思考不同類型動畫的教學設計，並藉由多媒體敘事動畫的教學，逐步養成對衛教知識有系統的策展、思辨與問題解決的能力，期待動畫輔助學生進行策展的教學法可推廣至其他領域的教學應用。

文獻

Bétrancourt, M., & Tversky, B. (2000). Effect of computer animation on users' performance: A review. Le Travail Humain: A Bilingual and Multi-Disciplinary. *Journal in Human Factors, 63*(4), 311–329.

Castro-Alonso, J. C., Ayres, P., Wong, M., & Paas, F. (2018). Learning symbols from permanent and transient visual presentations: Don't overplay the hand. *Computers & Education, 116,* 1–13. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.011

Deschaine, M. E., & Sharma, S. A. (2015). The five Cs of digital curation: Supporting twentyfirst-century teaching and learning. *InSight: A Journal of Scholarly Teaching, 10*, 19-24.

Fleer, M. (2018). Digital animation: New conditions for children's development in play-based setting. *British. Journal of Educational Technology, 49*(5), 943–958.

Preim, B. & Meuschk, M. (2020). A survey of medical animations, *Computers & Graphics,90*, 145-168.

Lowe, R. K. & Boucheix, J. M. (2016). Principled animation design improves comprehension of complex dynamics, *Learning and Instruction, 45*, 72-84.

Sanchez, C. A., & Wiley, J. (2010). Sex differences in science learning: Closing the gap through animations. *Learning and Individual Differences, 20*, 271–275. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.01.003

The Effect of Integrating Error-Based Instruction with Ill-Structured Problem-Solving Game on Learning Disaster Education

Muhamad Aris Burhanudin[1], Chia-Yu Wang*[2] and Su-fen Chen[2]

[1]*Graduate of Graduate Institute of Digital Learning and Education of National Taiwan University of Science and Technology*
burhanudinaris@gmail.com

[2]*Professor of Graduate Institute of Digital Learning and Education of National Taiwan University of Science and Technology*
*chiayuwang@gapps.ntust.edu.tw

Abstract

This study aimed to investigate the effect of error-based problem-solving instruction on students' disaster management knowledge, problem solving skill and learning engagement. The participants were high school students in Indonesia utilizing an ill-structured problem-solving game, namely: *Stop Disaster*. Students of the experimental group (n=27) were placed in the error-based problem-solving (EPS) instruction condition and their cohorts of the control group (n=25) received the conventional problem-solving (CPS) instruction.

To examine students' disaster management knowledge, a set of multiple-choice question and its related reason were administrated as pre, immediate and delay test. For students' problem-solving skill, the sample t-test was used to compare the students' worksheet score before and after intervention. At last, multiple validations, such as professional and statistical validation, were used to validate the learning engagement questionnaires and a non-parametric test was used to examine the different learning engagement between experiment and control group.

The result indicated that the main time effect on the students' disaster management knowledge (immediate-delay test) was not significant but the knowledge improvement of students in experimental group was significantly higher than students in the control group. After evaluating the students' worksheet, the EPS did give higher effect on students' problem-solving skill than CPS. Moreover, both groups had same level of the learning engagement. Our finding on this learning model integration which was supported by quantitative evidence might suggest a more effective way to use the ill-structured problem-solving game in learning disaster educations.

Keywords— disaster education, learning engagement, error-based instruction, game-based learning, ill-structured problem-solving.

I. Introduction

These days, the occurrence and impact of natural disasters are increasing worldwide (Coronese et al., 2018). Natural disasters claimed various lives, damaged properties, and destroyed economies (Coronese et al., 2019). According to social scientists, educating people with the necessary disaster information are the best way to reduce the negative impact of natural disasters (Tsai et al., 2020). Some studies indicated that trained people in society can be prepared for disasters and respond better that untrained people with disaster education (Torani, 2019).

Several researchers used game simulation to engage students and promote disaster experience (Pereira et al., 2014; Tanes & Cho, 2013; Tsai et al., 2020). Among educational methods, using game is

considered an engaging approach that focuses on emotional states, peer relations, communication, and active cooperation (Novak et al., 2019). By incorporating game simulation into disaster education, students will have more opportunities to apply their knowledge and skills to solve a variety of problems. They can test their different solutions and find the best one for a specific disaster problem. They have multiple opportunity to test their plan, for which such opportunities are hard to come by in the real world. Furthermore, disaster educational game (e.g., *Stop disaster!*) gives opportunities to shape players' ill-structured problem-solving skills.

Unlike the well-structured problem solving those students face in formal learning settings, ill–structured problem solving involves working on problems that are complex, ill-defined, and situated in the real world. Ill-structured problems are like those that we encounter in everyday life, in which one or several aspects of the situation are not well specified, the goals are unclear, and there is insufficient information to solve them (Sinnott, 1989; Xun & Ge, 2004). Those aspects caused the students often hold misconceptions, feel frustrated and only focus on the correct part. They often do not evaluate their errors and difficulties. On the CPS instruction, students are provided an incomplete problem and ask them to solve it. Adam et al (2014) argue that CPS can cause student engage in so much extraneous load that make them fail to abstract the solution to solve the problem. In contrast, integrating error-based problem-solving (EPS) instruction as guidance in this study offer enough challenge to foster generative load (Sweller et al, 2011). It should be able filling the gap of learning trough ill-structured problem-solving game better than conventional problem-solving (CPS) instruction. The findings potentially contribute to educators in constructing affordable instructional design by using ill-structured problem-solving game (*stop disaster!* game) for teaching and learning process in disaster education.

The current study aims to explore whether EPS has better effects on various learning outcomes, including students' disaster management knowledge, problem-solving skill and learning engagement than the CPS.

Based on the research purposes, the present study proposed the following research questions:

- Does EPS increase students' disaster management knowledge better than CPS?
- Does EPS foster students' problem-solving skill better than CPS?
- Does EPS enhance students' learning engagement better than CPS?

II. Method

Participants

The participants are 11th grade science program students in two bilingual science classes at a private high school in East Java, Indonesia. According to national curriculum of Indonesia year 2016, the students in 11th grade should learn about disaster education, namely Disaster Mitigation and Adaptation (Kamil et al., 2021). Two classes are each assigned into either the EPS (n=27, receiving error-based problem-solving) or the CPS (n=25, receiving conventional problem-solving) conditions. All participants have received the content on mitigation and adaptation to natural disaster before entering the problem-solving unit.

The design of the problem-solving instructions

The students in the EPS group were given incorrect/erroneous problem then the students are prompted to locate the error, explain the error and correct the error. The incorrect problem was from the print-out of other students result after applying their strategy on the previous game playing. In contrast, students in the CPS group received the print-out of the game start view (incomplete problems) and asked to solve those problems. Both groups used mini-paper to complete the instruction.

Instruments

To measure the gain of students' disaster management knowledge, a concept test consisting of 20 multiple-choice items and its related reasons were developed with some items adapted from Indonesia Ministry of Culture and Education. Items of the concept test covers 4 dimensions of disaster management activities, including mitigation, preparedness, response and recovery (Seaberg et al., 2017). Two experts in science and digital education helped established the content validity.

To assessing problem-solving skill, rubrics, adapted from Jonassen (2014) were developed to score students' responses to the learning worksheets. Each part of ill-structured problem-solving processes has 1-3 points and higher point shows better problem-solving skill.

To assessing learning engagement, 4 constructs of 5-points Likert scale survey from Wang's et al (2016) was adapted and modified so it is situated in the context of *Stop disaster!*. They are cognitive engagement (n=3, α = .78), behavioural engagement (n=2, α = .81), emotional engagement (n=4, α = .83), social engagement (n=2, α = .74).

Procedure

After the student got the prior knowledge about disaster management aligned with Indonesian curricula, a concept pretest was done. Then, the students were introduced about the game of *stop disaster!* and did the first game playing. after getting complete learning processes, all students were given a post-test for disaster management knowledge, post-questionnaires about learning engagement and did the second game playing. In each game playing the students had to fill the worksheets and the worksheets were examined to measure students' problem-solving skill before (as PS pre-test) and after (as PS post-test) the intervention. Finally, after 4 weeks, students were given the delayed post-test on disaster management knowledge to measure students' deeper learning experience that persists over time (Adams et al., 2014; Dunlosky et al., 2013).

III. Result

To answer RQ.1, the repeated measures ANCOVA as a parametric statistical method for normally distributed data was used to examine students' disaster management knowledge in post and delayed tests with pre-test (M_{EPS}=63.48, SD_{EPS}=9.17, M_{CPS}=71.33, SD_{CPS}=7.97) as the covariate and compare it among two groups. The result indicated that the post hoc test result showed that the students' post test score of disaster management knowledge in the EPS group increased significantly higher than students in the CPS group (M_{diff}=8.30, SE=2.08, p<.05). **Figure 1** reported the improvement of students' disaster management knowledge with pre-test as a covariate. However, in case of time interaction between immediate and delayed post, EPS and CPS instruction did not reach statistically difference on the students' disaster management knowledge scores [F (1, 49) = 15.96, ρ > .05, η2 = 0.25]. **Table 1** showed the result of repeated measures ANCOVA of students' disaster management knowledge.

Table 1
The result of repeated measures ANCOVA of students' Disaster Management Knowledge

Group	Test	N	M(SD)	Adjusted M	SE	*F* (1,49)	*p*	*η2*
EPS	Post	27	83.74 (8.11)	84.958[a]	1.39	15.96	0.00	0.25
	Delay	27	82.41 (9.59)	83.971[a]	1.77			
CPS	Post	25	77.44 (6.43)	76.133[a]	1.45			
	Delay	25	77.89 (9.16)	76.201[a]	1.85			

[a] Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pre-test = 67.2538

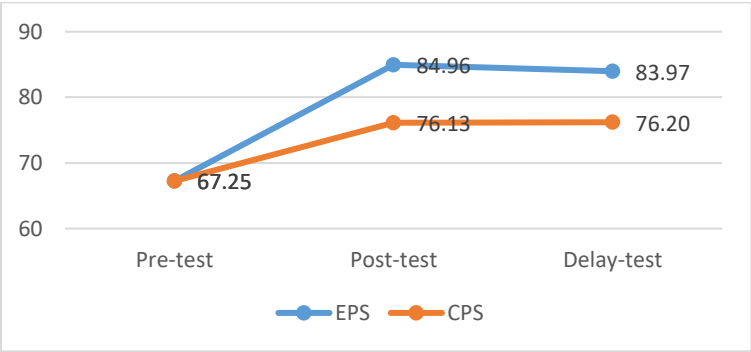


Figure 1. Improvement of disaster management knowledge

For the answer of RQ.2, we created problem-solving performance rubrics that describe the levels of acceptable answer on the students' worksheet. Then, due to the scoring data of students' worksheet were distributed normally, ANCOVA test as parametric statistical method was used to compare the students' problem-solving skill post-test with pre-test as a covariate. The result showed that EPS instruction foster students' problem-solving skill statistically better than CPS instruction ($p < 0.05$). **Table 2** showed the result of ANCOVA test of the student worksheet scoring.

Table 2.
The result of ANCOVA test of problem-solving skill

PS Skill	Groups							
	EPS (N=27)		CPS (N=25)		EPS vs CPS			
	M (SD)	SE	M (SD)	SE	M_{diff}	F (1, 49)	SE	*p*
Pre-Test	49.07 (11.86)		41.67 (9.92)		13.90*	15.85	3.49	.000
Post-Test	75.93 (14.12)		69.67 (13.15)					
Post-Test[a]	74.30	2.35	60.41	2.45				

[a] Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: Pre-Test = 45.5129

To answer RQ.3, the Mann-Whitney U test as a non-parametric statistical method was done to determine the difference on students' learning engagement data that were not distributed normally. The result showed that EPS had same level of students' learning engagement with CPS. However, if we analysed further on each factor of learning engagement, we found that EPS had given significantly higher social engagement than CPS had ($M_{different}$=10.94, p<.05). The result of the Mann-Whitney U test of students' learning engagement is presented in **Table 3.**

Table 3.
Mann-Whitney U Test Result of Students' learning engagement

	EPS Group (n = 27)		CPS Group (n = 25)				
	Mean Rank	Sum of Ranks	Mean Rank	Sum of Ranks	*U*	Z	*P*
CE	49.43	1334.48	49.62	1240.46	1135.50	-0.034	>.05
BE	49.83	1345.28	48.99	1224.67	1120.50	-0.146	>.05
EE	48.56	1311.08	50.99	1274.67	1083.50	-0.423	>.05
SE	53.74	1451.03	42.80	1070.07	885.50	-1.901	<.05
TLE	50.68	1368.36	47.64	1191.00	1069.50	-0.515	>.05

TLE: Total Learning Engagement, CE: Cognitive Engagement, BE: Behaviour Engagement, EE: Emotional Engagement, SE: Social Engagement

IV. Discussion

Empirical contributions

As a result, the findings revealed that the students' disaster management knowledge improved significantly from the pretest to the posttest in both groups, but students in the EPS group were significantly higher than those in the CPS group both in the immediate posttest (p<.01) and delayed posttest (p<.01). This pattern of result is a new major contribution to the research literature on integrating erroneous examples with ill-structure problem solving game. It was also consistent with some previous studies (McLaren & Isotani, 2011; Sweller et al., 2011) that had documented the superiority of instruction using worked examples, especially erroneous examples because it encourage students to engage in generative processing, as they explain to themselves why a particular part of the problem is incorrect (Durkin & Rittle-Johnson, 2012). Therefore, EPS instruction, by providing erroneous examples, may increase students' disaster management knowledge better that CPS instruction.

In this study, we also found another important finding that represent a new empirical contribution to the research literature. Even, the problem-solving skill score in both groups showed a significant

improvement, the students' problem-solving skills in EPS group was statistically higher than those in CPS group. This finding aligned with the perspectives of constructivism, learners can construct new knowledge through trial and error, picking up messages from past experience, or exerting metacognitive power (Chien & Chen, 2017). We also argue that students in EPS group may be able to construct the correlation between the EPS steps (Adams et al., 2014) and the ill-structures problem-solving processes steps (Xu & Ge, 2004) that were being the basis of creating problem solving performing rubrics in this study. For examples, the first step of EPS is "explaining the error". It is a little bit similar with the first step of ill-structure problem solving processes, "Problem representation". Therefore, the students can construct new knowledge by picking up messages from past knowledge. This finding also aligned with Polya (1957) statement in which, to be an effective problem-solver, the student must find the connection between the known-data and the unknown-data. Some question prompt that Polya suggested to help fostering devising a plan in problem solving skill step, "Have you seen it before?" or "have you seen the same problem in a slightly different form?". It means EPS instruction steps may foster students' problem-solving skill better than CPS instruction steps.

Finally, the finding showed that there was no statistically difference of students' learning engagement among both groups. It means both EPS and CPS were able to foster learning engagement in a same level when they were integrated with ill-structured problem-solving game. However, the deeper analysis on each construct of learning engagement revealed that EPS fostered social engagement statistically better than CPS did ($M_{different}=10.94$, $p<.05$). Wang et al (2016) defined social engagement includes the quality of social interactions with peers and adults while learning. It means that EPS may provide more opportunities for students to create higher quality of social connection with one another by exchanging ideas and sharing experience to solve the provided error. This finding also aligned with previous study (Wang & Eccles, 2013), students who want to form positive relationships with their peers are also more likely to have high academic achievement.

Limitation and future directions

One limitation of this study is that we did not compare the erroneous/incorrect example with correct example. The reasons of excluding correct example condition are: the first, in the present study we aimed to compare the most common control condition in the game environment (solving the problem) to the less learning condition (working with erroneous examples) (Adam et al, 2014). Second, analysis of game environment showed that, as a control environment, problem-solving condition was more suitable to reflect the game problem than correct example condition. Nevertheless, to more completely compare instructional approaches, in a future study it would be useful to include a worked examples condition.

Another limitation, we only examined the learning engagement after the learning processes had been done. We assumed that all students were novice and had same level of engagement in learning disaster through educational game. However, to provide more accurate result, it would be useful to collect pre-learning engagement.

In addition, efforts can be put into addressing various other educational game, such as physics game or mathematic game, to test if similar results can be achieved through employment of the error-based pedagogy.

References

Adams, D. M., McLaren, B. M., Durkin, K., Mayer, R. E., Rittle-Johnson, B., Isotani, S., & Van Velsen, M. (2014). Using erroneous examples to improve mathematics learning with a web-based tutoring system. *Computers in Human Behavior*, *36*, 401-411. https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.053

Chien, K. P., & Chen, S. (2017). The Influence of Guided Error-Based Learning on Motor Skills Self-Efficacy and Achievement. Journal of Motor Behavior, 50(3), 275–284. https://doi.org/10.1080/00222895.2017.1341377

Coronese, M., Lamperti, F., Chiaromonte, F., & Roventini, A. (2018). Natural Disaster Risk and the Distributional Dynamics of Damages. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.3220503

Coronese, M., Lamperti, F., Keller, K., Chiaromonte, F., & Roventini, A. (2019). Evidence for sharp increase in the economic damages of extreme natural disasters. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(43), 21450–21455. https://doi.org/10.1073/pnas.1907826116

Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the public interest*, *14*(1), 4-58. https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85061311224&origin=inward#metrics

Durkin, K., & Rittle-Johnson, B. (2012). The effectiveness of using incorrect examples to support learning about decimal magnitude. *Learning and Instruction*, *22*(3), 206–214. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.11.001

Jonassen, D. H. (2014). Assessing problem solving. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 269-288). Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_22

Kamil, P. A., Utaya, S., Sumarmi, Utomo, D. H., Abdi, A. W., & Ridha, S. (2021). An Evaluation of Changes to the Secondary School Geography Curriculum in Indonesia Disaster Risk Reduction Effort. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 630(1), 012018. https://doi.org/10.1088/1755-1315/630/1/012018

McLaren, B. M., & Isotani, S. (2011, June). When is it best to learn with all worked examples?. In *International conference on artificial intelligence in education* (pp. 222-229). Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21869-9_30

Novak, J., Lozos, J. C., & Spear, S. E. (2019). Development of an interactive escape room intervention to educate college students about earthquake preparedness. *Natural Hazards Review*, *20*(1), 06018001. https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000322

Pereira, G., Prada, R., & Paiva, A. (2014). Disaster Prevention Social Awareness: The Stop Disasters! Case Study. *2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*. https://doi.org/10.1109/vs-games.2014.7012155

Pólya, G. (1971). *How to Solve it: A New Aspect of Mathematical Method*.

Seaberg, D., Devine, L., & Zhuang, J. (2017). A review of game theory applications in natural disaster management research. *Natural Hazards*, *89*(3), 1461–1483. https://doi.org/10.1007/s11069-017-3033-x

Sinnott, J. D. (1989). A model for solution of ill-structured problems: Implications for everyday and abstract problem solving. In J. D. Sinnott (Ed.), Everyday problem solving: Theory and application (pp.72–99). New York: Praeger. https://psycnet.apa.org/record/1989-97105-000

Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 55, pp. 37-76). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8

Tanes, Z., & Cho, H. (2013). Goal setting outcomes: Examining the role of goal interaction in influencing the experience and learning outcomes of video game play for earthquake preparedness. *Computers in Human Behavior, 29(3),* 858–869. https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.11.003

Torani, S., Majd, P. M., Maroufi, S. S., Dowlati, M., & Sheikhi, R. A. (2019). The importance of education on disasters and emergencies: A review article. *Journal of education and health promotion*, *8*. 10.4103/jehp.jehp_262_18

Tsai, M. H., Chang, Y. L., Shiau, J. S., & Wang, S. M. (2020). Exploring the effects of a serious game-based learning package for disaster prevention education: The case of Battle of Flooding Protection. *International Journal of Disaster Risk Reduction, 43*, 101393. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101393

Wang, M. T., Fredricks, J. A., Ye, F., Hofkens, T. L., & Linn, J. S. (2016). The math and science engagement scales: Scale development, validation, and psychometric properties. *Learning and Instruction*, *43*, 16-26. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.01.008

Wang, M., & Eccles, J. S. (2013). School context, achievement motivation, and academic engagement: A longitudinal study of school engagement using a multidimensional perspective. *Learning and Instruction*, *28*, 12–23. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.04.002

Xun, G. E., & Land, S. M. (2004). A conceptual framework for scaffolding III-structured problem-solving processes using question prompts and peer interactions. *Educational technology research and development*, *52*(2), 5-22. https://doi.org/10.1007/BF02504836

指導單位Advisory Entity

NSTC 國家科學及技術委員會
National Science and Technology Council

主辦單位Organizers

國立臺北教育大學 資訊科學系
Department of Computer Science,
National Taipei University of Education

CACET 中華資訊與科技教育學會
中華資訊與科技教育學會 Chinese Association for Computer and Educational Technology

承辦單位Executive Organizers

臺北市立大學 教育學系
Department of Education, University of Taipei

CACET 中華資訊與科技教育學會
中華資訊與科技教育學會 Chinese Association for Computer and Educational Technology

協辦單位Co-organizer

政大資訊科學系
Department of Computer Science, National Chengchi University

明新科技大學應用外語系
Department of Applied Foreign Languages,
Minghsin University of Science and Technology

碩陽數位科技有限公司
Shou Yang Digital Technology Co.,Ltd.