

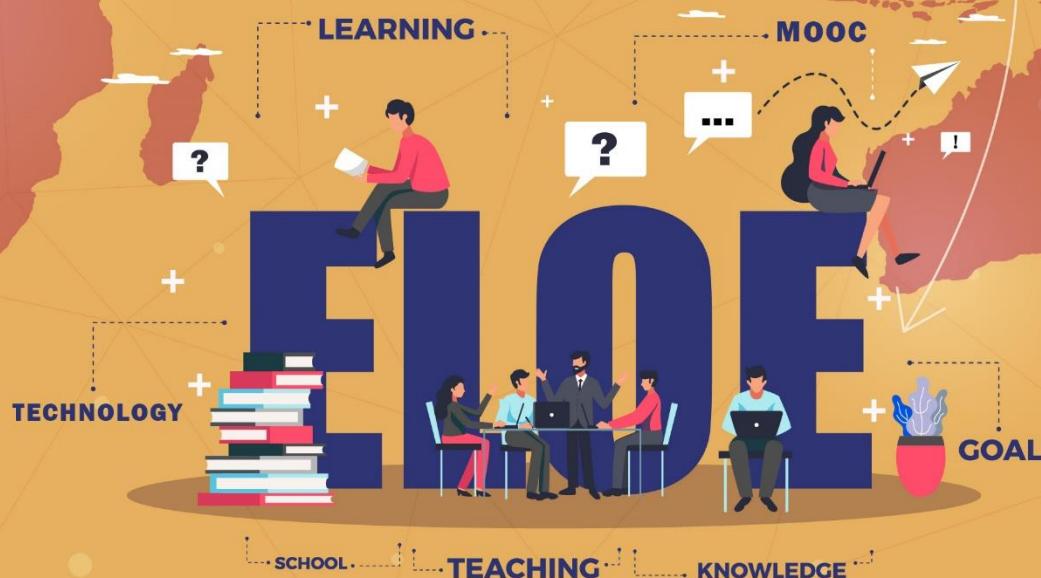
2022 ELOE

**e-Learning International Conference
& OpenEducation Forum**

12.16 FRI. - 12.17 SAT.

**National Taipei University of Business
(Taoyuan Ping Je) NTUB Hong-yi Building**

論文集



目錄

應用虛擬實境於國小體育技能學習效果之研究	1
對話式智慧教學系統融入數學幾何閱讀活動設計探究	6
教育科技應用於生物化學課程－以蛋白質單元為例	10
數位混成課程與變形學期課程設計－以「動物寄生蟲與生活」為例	14
以參與度和學習成效設計學習成效分析系統	20
以 Flowgorithm 提升 Python 初學者撰寫條件式邏輯程式能力之研究	26
淡江大學教學支持體系設計之數位教學應用研究	31
使用心智圖鷹架對學生企業倫理非同步遠距課程學習成效、自我效能與倫理意識之影響	35
利用線上即時學習回饋機制以提升教學品質之研究	41
McAfee Security Scan Plus 磨課師學分課程應用-以「永續星球面面觀」課程為例	46
一個支援遠距助教的程式練習系統	53
運用學習動機模式分析學生修習數位自學課程之成效-以臺北醫學大學為例	57
基於適性化導覽的無所不在學習	61
基於深度學習建立程式設計解題順序之研究	67
Identifying key variables affecting learning outcomes of undergraduate students using Tronclass platform-A case study of National Taiwan Ocean University	72

應用虛擬實境於國小體育技能學習效果之研究

王唯名

國立台東大學資訊工程學系

as542514@gmail.com

摘要

足球運動在臺灣早期曾蓬勃發展過一段時光培訓選手的年齡層多位於國小到國中一年級之間但在

國小畢業後，要能自在接觸到足球的環境並不多，特別是偏鄉小學的足球隊，更是遠不及市區小學的足球隊，往往受限於訓練場地、學校經費、參與人數以及訓練人員等問題，造成具有潛力的選手流失以及傳承經驗中斷，導致我國逐漸成為足球沙漠，為彌補上述條件的不足及提升參與者的學習成效，故本研究主要在探討應用足球虛擬實境遊戲於國小體育課程，對於臺東某偏鄉小學高年級學生的足球體育技能及學習成效的影響。本研究採用準實驗研究法，將68位參與者，分成實

驗組與控制組各34人，並由同一位教師進行授課，其中實驗組以足球虛擬實境進行遊戲式技能教學訓練，而控制組則採用傳統足球技能教學訓練，並於課後探討學生對於虛擬實境之足球技能訓練的看法與適應程度，最後根據本研究結果，對教學者及相關研究者，提出參考與建議。

關鍵詞：虛擬實境、沉浸式學習、國小體育技能

1. 運用 VR 教材之課程設計與實施歷程。
2. 分析運用 VR 教材教學時所遭遇的困境及解決之道。
3. 使用 VR 教材融入小學生實際教學成效。
4. 小學生在實施 VR 教學後對其滿意度。

II 文獻探討

A. 虛擬實境遊戲

隨著虛擬實境技術不斷的更新，使得虛擬實境可以融入在各個領域之中，以運動遊戲為主，現代人由於科技的進步，一部分人沉迷於遊戲之中而選擇放棄自身的健康，所以近年來為了幫助這類的人，虛

擬實境開發出以運動遊戲為主的虛擬實境遊戲，藉由虛擬實境遊戲及配戴虛擬實境的配備，進而能讓使用者能夠在室內也能夠進行激烈性運動，這類的運動遊戲也可稱為嚴肅遊戲，目的是要解決生理、心理上的各種問題，相對的，將虛擬實境遊戲融入在國小五年級的體育課中，現代學生由於過早接觸到科技產品，對於室外活動往往都反感，透過電腦設備應用於虛擬實境融入遊戲計增進學生們對室外活動室外課程的興趣。

B. 沉浸式虛擬實境應用於足球訓練之評估

虛擬實境已經有很多應用體育訓練的實例，以沉浸式來說，主要是讓學習者有身歷其境感，由於虛擬實境在遊戲業的開發上越來越流行，在許多應用上例如，培訓、復健、模擬等，是將所有應用程序結合再一起，創建出一款評估運動員重返比賽或是在技術上有所成長的方法，藉由足球隊員進行足球訓練的虛擬實境模擬，通過模擬可以衡量出，足球運動員在執行任務上的最佳回應效果，並且評估出足球員對於遊戲的反應。

C. 教育性體驗

學習者對於課程內容能的接受，是需要特別的課程內容及能夠讓學習者產生興趣，從沉浸式遊戲互動的方式融入教學上，體驗不一樣的教學方式，在參與過程中獲得更多的學習體驗，以遊戲互動的方式融入教育，由於學生對於教師的教材授課法未能夠有很專注的投入在授課上，在沉浸式遊戲互動中希望能藉此讓學生有心流體驗感，以心流體驗感為例具體含意為沉浸在當下著手的事情或是某事、某個目標時，要全神貫注、全心投入的享受過程，從而體驗到一種精神狀態[2]。

I. 前言

隨著科技的進步在這個數位科技普及的世代，教育內容不在侷限於書上面對現代孩童對於室外運動室外活動已經不是那麼重視，在各個教材都能夠摻入多媒體元素，在教學的過程中，老師可在教材中加入遊戲教材，好讓學習者能夠更參與或是對課程產生興趣，遊戲式學習能夠讓學習者產生自發性的學習動機，以體育課為例，透過虛擬實境配戴腦產生的事件或物件，視覺部分是以頭戴式顯示器（Head Mounted Display, HMD）將畫面置於眼睛前方，模擬眼睛看到的事物並隔絕外在現實世界對視覺的影響，所以，透過沉浸感的相關技術來進行遊戲設計，創作一款虛擬實境遊戲。

從 VR 虛擬實境在教育現場的運用來看，虛擬實境解決了傳統教育無法達到的限制，將課本上面生硬的知識帶來了栩栩如生的可能，身歷情境體驗同時也增加了學生對於學習的熱情，並且經過重複練習來學習到更多的知識與經驗，讓學習不在只侷限於教室與黑板。透過 VR 容易學習的，應於藉由學者提出的虛擬實境運用遊戲的方式設計出互動的方法[1]。

本文透過 Steam 平台進行 VR 教材，「足球訓練」基於國小生體育課之足球訓練單元所設計之情境教學，讓學生藉由 VR 教材進而運用足球運動，啟發學生對於體育課的興趣及了解足球運動的技巧，加深學生對於足球運動的了解，並產生學習興趣

使學生了解到足球運動。本研究動機有四項：

D. 虛擬實境應用於體育訓練

VR 技術已被用來訓練和研究某些體育項目如籃球訓練、足球訓練、橄欖球訓練和射擊訓練等，都為成功的 VR 體育訓練成功案例[3]。藉由配戴頭戴式虛擬實境配備進行體育情境的訓練方式幫助選手在體育競技上能夠提升運動表現，以及也可藉由 VR 情境，使得教練能夠制定出有限的戰術，以 VR 體育訓練操控技術來說透過穿戴的 VR 配備方式，進而能夠檢測出自身身體狀況及數率，在進行的過程中透過沉浸式虛擬實境方式操作，讓使用者或學習者可以感受到在動時刻可以嘗試到現實面與虛擬面的結合感，對於一班的初學者來說，VR 體育訓練絕對是適合初學者專用的，原因是只需要配戴 VR 的頭盔，範圍不需要太廣實施時只需要簡單揮動，就能進行 VR 操作，因此足以能夠打動消費者的心。

E. 教學策略與體育技能

結合了遊戲的沉浸式虛擬實境，提供學生另一種的教學模式與教學情境然而，以遊戲式的學習方式融入教學是有挑戰性，運用遊戲加強學習能例如，提供即時反饋或是逐步學習更複雜的技能，這些技術建立在先前已明白的基礎上，並支持學習過程，這樣可能是吸引學生的最理想方式[3]。學生的知識和經驗會影響體感和感知遊戲，透過感知遊戲進而影響身心障礙者在姿體控制上以及增強身障者的頭運運作，以往的教學經驗來看會發現許多先進概念下所支持的教學模式在實踐中會面臨到實際問題[4]。

了解學生的學習模式和學習偏好，應該使用 VR 虛擬實境設計出教學教材，並且找出最適合教學模式的學生，綜合了學者們的研究，以沉浸式虛擬實境設計出的遊戲教材[5]。藉此整理幾六項策略

1. 明確的目標
2. 提供清晰的教材結構
3. 遊戲式學習技巧，使教師與學生之間有良好互動交流
4. 注重概念，讓學生在遊戲式學習方式中學習到正確概念
5. 融合當代主流科技，盡可能簡潔、實用性及娛樂性
6. 與教學是相關的，使用的教材與學生也必須相關

III 系統架構與介紹

A. 研究模型

利用虛擬實境打造出一款足球訓練的方法，當使用者在沉浸式虛擬實境中，進行足球運動的訓練模式進而探討出使用者在虛擬實境中體驗足球訓練的情境感，提供在惡劣天氣時刻也能夠進行互動式的體育教育之學習，同時也能夠讓較於偏鄉之小學足球隊提供有價值的訓練模式，本研究規劃出模型的初步架構圖，以使用者為中心，利用配戴頭戴式顯示器及虛擬實境之操控器進行足球訓練，模擬出現實中足球訓練的過程及教練或老師想傳達的戰術及任務，達到情境式的教學成果，模型架構圖如圖1所示

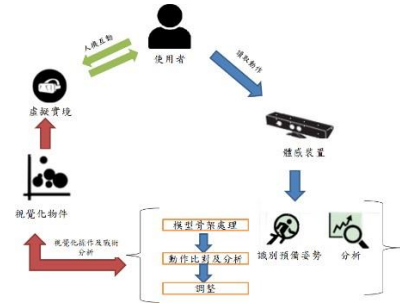


圖1. 模型系統架構圖

B. 虛擬實境之體育訓練教學

體育訓練之動作方式有眾多種，本章節以流行運動為主的規劃方式，以居家健身為主，通常選擇居家健身的人多半是不想面對人群或是對於健身房的器材產生陌生因而選擇在居家進行健身，而虛擬實境開發出一款讓使用者配戴虛擬眼鏡，並且設計出一款居家健身的虛擬實境遊戲，圖2所示，當使用者配戴了虛擬眼鏡後，系統就會提供使用者該進行那些動作，所以我們可以藉由居家健身的方式規劃出兩項適合的測試動作，如原地跳(Jump in place)，以及圖3所示，配戴虛擬眼鏡之使用者，系統設計出另一款居家健身遊戲，規劃出讓使用者在虛擬環境中進行伏地挺身(Stand up)，經由兩項體育訓練之規劃，讓使用者依據流程程序進行，完成體育訓練之教學。



圖2. 我們規劃出讓使用者在原地跳之體育訓練



圖3. 也可以規劃出讓使用者原地進行伏地挺身

之體育訓練

C. 虛擬實境應用足球訓練教學

規劃體育教學規劃，以本文的研究項目，在足球訓練的動作上，多半是以下肢為主所以在足球訓練之規畫上，讓虛擬實境之足球遊戲與使用者之下肢為相互配合狀態，進行虛擬實境模擬時，讓使用者可以了解到在虛擬實境環境中如何學習到足球之動作，提供使用者在虛擬實境之足球訓練的適當踢球動作，以 STEAM 足球遊戲為例，圖4所示可透過 STEAM 足球遊戲規劃出一款足球訓練之教學模型，讓使用者配戴頭戴顯示器進入虛擬實境中並且

將虛擬實境之操器配戴在腳上，可參考與如圖5所示經由 STEAM 規劃出的足球訓練讓使用者依據上述所設計出的流程，進行足球訓練之教學。



圖 4. 透過足球遊戲結合虛擬實境之規劃出足球射門訓練



圖5. 使用者將操控器配戴在腳上進行踢球模擬

D. 遊戲與實際操作

利用虛擬實境之技術與 STRAM 之足球遊戲的結合，打造出一間不需要在室外只要待在教室裡的一小段空間中進行足球訓練，根據虛擬實境之配備，我們讓使用者在教室裡的一個小角落，配戴好頭戴式顯示器及虛擬實境操控器或虛擬眼鏡，透過體感裝置進而模擬，使用者在足球情境中模擬足球訓練之所有動作，在實際操作環境圖6所示，當使用者配戴好頭戴式顯示器，同時在使用者前方配置設有體感裝置，並能感測使用者的動作，而頭戴式顯示器以及體感裝置傳輸線連接到電腦，將操作系統放置在左側。

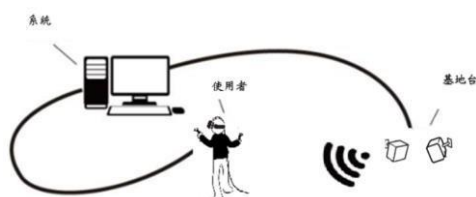


圖6.所示 操作環境模擬

分析學生在進行足球截球反應及動作時間的研究中，以國小足球選手為受測者，從受測者年齡與慣用腳兩種角度探討在快慢球速下對攔截球動作反應時間與動作時間的影響，者只需要站在原地即可讓使用，教練透過影像可以立即改善球員的姿勢或是立即指導球員，因此在學習成效上會有很大的幫助，當我們給予運動者一像運動任務時，將要分析運動者再給予運動任務時，將分析出此任務會給予運動者產生甚麼樣的影響，同理，我們可以透過虛

擬實境之足球訓練中，製作出守門員的模型之遊戲，從上述的虛擬實境應用足球守門員訓練作為參考製作出模型，針對學生進行訓練時，此守門員訓練能否帶給學生有效的訓練效果，並且分析此訓練對於學生的影響力[6]。

E. 模型系統架構設計

經由 STRAM 所提供的遊戲，提供給使用者一連串的动作操控及調整，透過體感裝置及讓使用者配戴頭戴式顯示器，讓使用者讀取到虛擬實境世界並且進行足球訓練，遊戲為主要的工具以圖6、7、8所示針對使用者所使用的設備以兩項為述。

1. 虛擬頭盔：本設備使用了 HTC VIVE PRO，依環境設定，並且提供使用者超高規格的視覺感官及提升使用者之學習效果，讓使用者彷彿在真實實境進行操作。
2. 移動定位器：本設備使用了 VIVE Tracker，為一款真實物體與虛擬體驗之間無縫接軌的合為一體之設備，由於研究方向為足球訓練，所以透過 VIVE Tracker 能夠更精確的追蹤正在踢球者動作。



圖6.所示 圖為守門員起始畫面(圖片來源
https://store.steampowered.com/app/555060/Final_Soccer_VR)



圖7.所示 圖為面對對手畫面(圖片來源
https://store.steampowered.com/app/555060/Final_Soccer_VR)



圖8.所示 圖為當需要使用者配戴 VIVE Tracker 之須知

F. 系統架構介紹及評估

當使用者執行足球 VR 進行足球訓練時，我們需要分析使用者在足球訓練上的姿勢是否正確，就如同一位足球教練在現場訓練足球運動員時，分析足球運動員的姿勢是否正確，透過虛擬實境方式的足球訓練的確會有真實比賽的情境感，同理，使用者在進行足球 VR 時我們可以在一旁分析使用者的姿勢並且進一步的給予使用者踢球的建議，藉由虛擬實境的感測器進行運動訓練，是能夠調整使用者利用虛擬實境進行的體育訓練的運動表現，並且分析虛擬實境的感測器運用在使用者之體育訓練上是能夠幫助到失誤點的改善[7]。

因此我們利用 STRAM 提供的足球 VR 遊戲，讓使用者在配上裝置後所進行虛擬實境感的足球訓練，並且給予本研究之評估及模型對於國小體育之足球訓練的訓練效果之評估，針對評估過程所需之模型骨架操作及實際模擬後所呈現影像之模型圖，以下為評估之內容說明。

1. 骨架評估:在進行 STRAM 之足球 VR 遊戲時，必須了解到再進行遊戲時當使用者配戴上 VIVE Tracker，即可進行踢球模擬因此當使用這在進行足球 VR 時我們需要評估使用者在配 VIVE Tracker 時的任何動作，在執行遊戲上對於動作的分析及評估圖9所示，透過遊戲機可以改善運動的姿勢及控制力道[8]。
2. 模擬影像模型圖:透過影像透過影像的呈現，讓使用者能夠完整的觀賞自己的踢球表現，進而增加使用者或是針對國小體育課之足球訓練或是國小足球校隊的踢球表現，而我們可以從圖10所示，當使用者配戴上 VIVE Tracker 所呈現的姿勢模型圖，藉由使用者所進行的 VR 遊戲透過當使用者進行遊戲時我們可以藉由影像顯示使用者的所有踢球舉動，從影像擷取使用者的動作好讓使用者能夠清楚的看到自己動作情況，下列將呈現圖形。

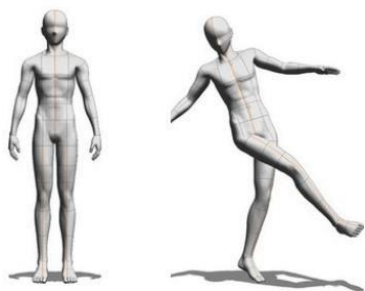


圖9.所示 圖為進行足球 VR 時，踢球的預備動作

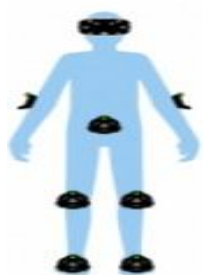


圖10.所示 圖為進行足球 VR 時，踢球的預備動作

G. 系統模擬實驗

於系統之基本鞋子處理好後，再者將進行踢球畫面由圖11、12、13所示，此三張圖將示範在執行足球 VR 時，我們該讓使用者如何控制踢球力道及如何讓使用者在虛擬實境中突破障礙，達到進球之目標相對的再進行踢球實驗時，我們要告知執行實驗的學生，每當我們踢一顆球時我們該注意到使用踢球的腳在力道上，需要多少力量又或是告知學生，當學準備將球踢出去時學生模擬實境踢球當下，踢球的腳之肌肉感將會全部釋放出來，並且將 VR 情境的球踢入門中並且得到分數，透過 VR 情境訓練能夠達成視覺、本體感覺和前庭系統顯然有助於姿勢控制，因為大量研究表明 表明視覺刺激[9]。

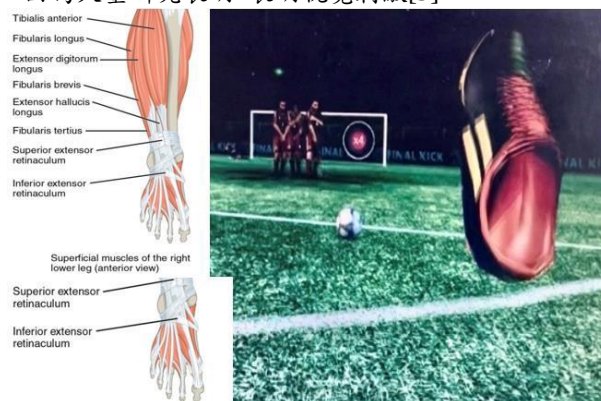


圖11. 首先第一步朝直線踢，由左圖所示利用 Fibularis tertius(腓腸肌) 會進而帶動踢球的肌肉流暢度並且透過左圖 Inferior extensor retinaculum(足部伸肌)踢出球



圖12. 而面對眼前障礙，學生在踢球方面將會以腳掌外開方式踢球才能夠將球踢進門中



圖13. 從簡單直線到障礙踢球，Fibularis tertius(腓腸肌)或 Inferior extensor retinaculum(足部伸肌)力道不均時，也會出現失誤

IV. 結論

由本研究的研究方法與實驗設計中，進行實驗再到一系列的實驗模擬之設計所以我們可以從上述，所有章節中分析出一個結果，主要以分組方式進行實驗，在於藉由分組的方式進行實驗可以讓分析的解果能夠達到有效的學習效果，因此針對本研究實驗的設計，能藉由 VR 的方式增進學生的學習成效。

參考文獻

- [1] Ntokos, K. (2019). Techniques on Multiplatform Movement and Interaction Systems in a Virtual Reality Context for Games. *Advances in Multimedia and Interactive Technologies*.
- [2] Csikszentmihályi M (1975). *Beyond Boredom and Anxiety*. Jossey-Bass Publishers. pp. 10-. ISBN 978-0-7879-5140-5.
- [3] Admiraal, W., Huizenga, J., Akkerman, S., Ten Dam, G. (2011). The concept of flow in collaborative game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185-1194
- [4] Chang, Y.-J., Chen, S.-F., & Huang, J.-D. (2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2566-2570.
- [5] Hwang, G.-J., & Tsai, C.-C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 42(4), E65-E70. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01183.x
- [6] L. Bovim, B. Gjesdal and B. Bogen, (2020). The impact of motor task and environmental constraints on gait patterns during treadmill walking in a fully immersive virtual environment", *Gait & Posture*, vol. 77, pp. 243-249.
- [7] S.V. Adamovich, G.G. Fluet, E. Tunik, A.S. Merians Sensorimotor training in virtual reality: a review *NeuroRehabilitation*, 25 (1) (2009), pp. 29-44
- [8] R.J. Peterka Sensorimotor integration in human postural control *J. Neurophysiol.*, 88 (3) (2002), pp. 1097-1118
- [9] Dijkstra Tma, Schower, G, and Gielen Ccam. Temporal stability of the action-perception cycle for postural control in a moving visual environment. *Exp Brain Res* 97: pp. 477-486, 1994a

對話式智慧教學系統融入數學幾何閱讀活動設計探究

白 鎧 誌
工 學 院
東海大學
kcpai@thu.edu.t
w

鄔珮甄
教育資訊與測
驗統計研究所
國立臺中教育
大學
seashellpeach@g
mail.com

朱怡瑾
教育資訊與測
驗統計研究所
國立臺中教育
大學
cms107103@gm
.ntcu.edu.tw

郭伯臣
教育資訊與測
驗統計研究所
國立臺中教育
大學
kbc@mail.ntcu.e
du.tw

摘要

本研究主要是運用對話式智慧教學模式，融入數學閱讀策略教學與合作學習發展對話式智慧團隊教學系統之數學閱讀教學模組，系統設計結合智慧教學系統模組、AutoTutor 的對話教學模式與數學閱讀策略的交互教學法進行數學幾何閱讀教學模組開發。並透過前期實際課堂教學活動進行老師與學生的課堂教學活動的對話資料蒐集作為人機互動的教學活動內容設計之依據。研究結果分別呈現課堂的數學幾何閱讀教學活動成效分析、所設計的單人適性分組的人機互動對話流程與人機互動介面展示。

關鍵詞：對話式智慧教學模式，數學閱讀策略教學，合作學習

I. 前言與研究背景

數學閱讀在數學學習中是很重要的研究議題之一，而在國際大型測驗的評比：國際學生能力評量計畫

(Programme for International Student Assessment, PISA) 是以素養導向的評量方式進行，即希望學生能利用數學概念、程序、事實與工具來描述、解釋與解決生活中會遇到的問題[1][2]。而為使題目情境貼近真實的生活情境，PISA 在試題設計上通常需要較多文字描述，題目中需要閱讀的比重也相對較高，因此學生對於數學題目的閱讀理解能力就顯得非常重要。

過去的研究進行閱讀理解的教學從既有的語文方面進行研究之外，也在其他一般學科閱讀的教學中逐漸受到重視[3][4]，而目前有研究進行數學文本閱讀理解、數學的閱讀策略教學對於學生數學學習表現之探究[5][6][7]，而國外相關數學閱讀理解研究大多是以大學生為研究對象，較少以國中學生進行教學實驗研究，國外研究例如觀察學生在閱讀微積分的教科書時遇到的困難與行為表現，進而探討學生閱讀對於數學解題的成效[8]。而過去研究大多是以團體班級教學為主，較難以針對學生個別的差異進行個人化的教學。

進一步探究數學閱讀教學活動，目前關於數學閱讀策略教學的教學實作研究，大多是使用「交互教學法 (reciprocal teaching)」來帶領學生進行數學文本閱讀教學[7][9]，此教學方式著重於老師與學生，學生與學生之間的對話，非常符合對話式教學的設計原則，且學生討論方式近似於合作學習方式，合作學習也是注重學生分組之間的討論，強調他人的交流和互動學習的重要性[10]。

在目前數學閱讀理解教學的研究中，課堂實施閱讀策略教學除了以老師講述式教學外，也會讓學生進行分組討論[7][11]，顯示分組合作學習能夠幫助學生進行數學幾何的閱讀理解教學。而科技的進步，近年來已有學者提出

線上的合作學習模式，並將智慧家教系統結合團隊合作，提出Team Tutoring 的系統架構，作為團隊分組合作之智慧家教系統的設計之依據[12]，這樣的設計模式不但有助於科技融入合作學習於數學閱讀理解的教學，也能幫助學生進行個人化學習，除了能夠觀察學生個人學習表現之外，也能觀察學生在團體學習的互動狀況。目前智慧教學系統 intelligent tutoring system, ITS) 已有成熟的發展，可以提供學生進行個人化的學習，針對學生不懂的地方給予即時的提示或教學回饋[13]，目前國際上研究也證實智慧家教系統能夠有效幫助學生進行學習且與有真人教學同樣的教學成效[14][15]。然而大部分的數學智慧家教系統多半著重於數學解題的引導與教學，且未融入模擬教師或同儕的對話討論方式，而也有研究運用虛擬代理人融入智慧教學系統所設計的對話式教學的AutoTutor，透過自然語言理解方式幫助學生

在數學、計算機概論等領域的學習。

本研究參考過去數學閱讀理解教學的教學設計相關研究，運用科技導入對話式智慧教學模式來發展幾何閱讀的教學模式，讓學生可以進行個人化的學習，此外並加入分組合作學習的互動機制，透過學生與同儕代理人、虛擬教師的教學引導與回饋，建置促進數學閱讀理解之對話式智慧團隊教學系統對話模組。

II. 研究目標

基於上述研究背景，本研究主要發展基於國中數學幾何閱讀之對話式智慧團隊教學活動，透過科技輔助學習，希冀幫助學生在沒有老師的情況能夠透過線上與對話代理人的互動進行數學幾何閱讀的教學活動，藉由不同類型的對話代理人（同儕數位學伴、教師代理人）與學生進行線上合作學習，並在不同教學單元活動過程中藉由學生模式幫助學生

本研究探究的數位教學活動設計如下：

1. 設計國中幾何閱讀之單人適性分組智慧團隊對話教學腳本
2. 規畫與設計國中幾何閱讀教學之單人適性分組智慧團隊人機互動介面

III. 研究方法

A. 資料蒐集與分析數學課堂中幾何教學之常用分組討論真人對話模式。

本研究以七年級下學期「直角坐標平面」為教學單元，在閱讀策略教學設計主要融入交互教學法中的預測（predicting）、提問（questioning）、澄清（clarifying）、反思與摘要（summarizing）等閱讀策略的教學。課程規劃為五節課，本研究參考過去文獻的教學活動規劃，將閱讀策略的教學分別融入四節課，每一節課分別教學生一種閱讀策略結合數學分組討論活動。

此外為結合作學習與閱讀理解教學來促進學生對於數學幾何問題的理解，本研究以入班進行實際教學觀察，並記錄學生在進行分組合作學習時融入閱讀教學的討論過程。並與研究團隊及外部專家共同討論，整理出數學合作學習中常用的教學與討論對話模式，進而設計結合數學閱讀理解教學的人機互動教學活動，課堂合作學習教學流程如下：



圖1. 圖範例

B. 設計國中幾何閱讀之單人適性分組對話式智慧教學活動

本研究主要透過線上人機互動的對話教學設計方式幫助學生進行線上對話式情境的數學學習，其中以參考AutoTutor研究所發展的智慧虛擬教師與同儕代理人的互動設計其中的三種人機互動的對話模式作為本研究的對話教學模式設計之依據。

表 I

多代理人對話互動模式[16]

對話互動模式	內容說明
Vicarious learning with human observer	由兩位電腦代理人（同儕、教師/專家）在教學過程中進行互動（詢問問題與回答、解釋問題中需要的概念），示範理想的行為，學習者可以透過觀察兩位代理人之間的互動進行知識的替代學習。
Tutor agent interacting with human and student agent	兩位電腦代理人分別扮演教師與學生的角色，由教師代理人與學生，一位扮演教師角色，一位扮演學生。由教師代理人與學生進行教學對話的互動，而學生代理人會定期給予一些貢獻或是回饋。若學生代理人如果回答錯誤的答案則會接收到負面的回饋，相反的，學習者如果回答類似的答案則接收到比較中性的回饋。
Human teaches/helps a student agent with facilitation from the tutor agent	學習者在教師代理人的協助下，指導或是幫助學生代理人，從教學中深化學習。

此外在教學活動中加入了分組模式，主要是根據學生在前一單元的學習評估進而給予不同類型的同儕代理人，而分組模式規劃如下：

異質分組模式：在異質分組模式中可分為兩種：高能力學生與低能力學生。對於低能力學生，系統會分派高能力的同儕代理人及智慧虛擬教師與其進行教學對話；對於高能力學生，系統則會分派低能力的同儕代理人一起進行討論，主要希望能夠激發高能力學生能夠思考如何指導同儕代理人對於數學問題的錯誤理解或是迷思概念。

適性分組模式：學生進入系統進行第一次的學習時，智慧虛擬教師會先問幾個數學問題，系統會根據學生的作答情形作為初始分組之依據。而學生經過幾個單元的學習後，系統再根據學生模式之評估結果，重新進行適性分組。

C. 設計單人適性分組智慧團隊人機互動介面

本研究在對話教學設計分為數學問題的理解與解題兩個部分，在數學問題理解的部分，本研究在系統介面的規劃擬採用文字輸入的方式，包含自然輸入與文字填空，讓學生可以輸入自己的對話。此外在數學解題的部分亦考慮相關數學操作題目、選擇題等方式進行設計。

IV. 目前研究成果

A. 「直角坐標平面」的數學分組教學活動內容設計與 對話資料蒐集與初步成效分析

本研究目前已設計「直角坐標平面」的數學分組教學活動內容對話資料蒐集，單元內容包含直角坐標平面與二元一次方程式的圖形，並進行初步的教學活動實驗，本研究教學流程如下，包含前測(1節課)、教學活動(4節課)、後測(1節課)，整體課程規劃共計6節課，其中4節的教學活動分別融入一項數學閱讀策略。



圖2. 教學實驗流程

本研究透過前後測進行教學成效分析，其教學結果呈現學生經由閱讀策略教學，在數學學習上有顯著進步，而將學生分成高分組與低分組進行比較，發現高分組學生有顯著進步，但低分組學生並未有顯著進步。

此外，本計畫也蒐集學生經過閱讀策略教學前後的閱讀策略使用情形與使用頻率的自我評估，但分析結果顯示學生並未有閱讀策略使用上的差異，推測因閱讀策略的教學時間僅有4週，且七年級學生在閱讀上及數學解題上仍需要較多的練習。

B. 人機互動對話式教學流程

根據前述所設計的兩個數學幾何教學單元：「直角坐標平面」與「二元一次方程式圖形」，在每個教學單元中皆融入閱讀策略教學，並在單元最後會加入一個綜合任務題，以確認學生是否了解如何運用閱讀策略解題，並當作下一個單元的分組配對之參考，其對話教學規則流程如下。

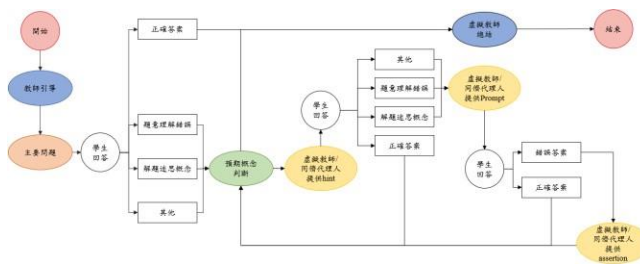


圖3. 單人分組智慧團隊對話教學規則流程

C. 設計單人適性分組智慧團隊人機互動介面

在系統介面設計部分，透過與系統開發團隊溝通、協調，目前已初步設計本計畫的數學幾何閱讀的對話式教學系統介面，包含閱讀策略的引導教學，一開始會先由虛擬教師講解閱讀教學策略，並如何運用於數學問題中，而在數學問題的作答部分，考慮到學生實際回答文字會表示不清楚，在題型的設計上盡量採用填空簡答的方式，系統介面圖如圖 x 至圖 x。圖4分別是一開始會引導學生進行閱讀策略教學引導，幫助學生了解如何使用閱讀策略於數學的解題活動中。



圖4. 數學閱讀策略教學引導



圖5. 座標輸入題型

誌謝辭

本論文為國科會計畫「運用對話式智慧團隊教學系統 融入數學幾何閱讀教學與成效分析」，編號：MOST 109-2511-H-029 -001 -MY3」之部分成果。

參考文獻

- [1] Organisation for Economic Co-operation and Development, "PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy," Paris, France: Author, 2013.
- [2] 林素微, "PISA 2012數學素養評量架構與意涵," 新北市教育, 102(6), pp. 49-53, 2013.
- [3] 張建好, 柯華葳, "數學成就表現與閱讀理解的關係：以 TIMSS 2003數學試題與 PIRLS 2006閱讀成就測驗為工具," 教育心理學報, 44(1), pp. 95-116, 2012.
- [4] 蘇宜芬, "閱讀理解的影響因素及其在教學上的意義," 教師天地, 129, 21-28, 2004.
- [5] 秦麗花, 邱上真, "數學文本閱讀理解相關因素探討及其模式建立之研究—以角度單元為例," 特殊教育與復健學報, 12, pp. 99-121, 2004.
- [6] 蘇意雯, 陳政宏, 王淑明, 王美娟, "幾何文本閱讀理解的實作研究," 臺灣數學教育期刊, 2(2), 25-51, 2015.
- [7] 蘇慧珍, 楊凱琳, 陳佳陽, "閱讀策略教學對高二學生數學學習表現的影響," 教育科學研究期刊, 62(1), pp. 33-58, 2017.
- [8] Shepherd, M. D., Selden, A., & Selden, J., "University Students' Reading of their First-Year Mathematics Textbooks," Mathematical Thinking and Learning, 14, 226-256, 2012.
- [9] Palincsar, A. S., & Brown, A. L., "Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities," Cognition and Instruction, 1(2), pp. 117-175, 1984.
- [10] Prince, M., "Does Active Learning Work? A Review of Research," J. Engr. Education, 93(3), 223-231.
- [11] Yang, K. L., & Lin, F. L., "Effects of reading-oriented tasks on students' reading comprehension of geometry proof," Mathematics Education Research Journal, 24(2), 215-238.
- [12] Bonner, D., Gilbert, S., Dorneich, M. C., Winer, E., Sinatra, A., Slavina, A., MacAllister, A., & Holub, J., "The Challenges of Building Intelligent Tutoring Systems for Teams," Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2016 Annual Meeting, pp. 1981-1985, 2016.
- [13] Joseph Psotka & Sharon A. Mutter, "Intelligent Tutoring Systems: Lessons Learned," Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [14] VanLehn, K., "The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems," Educational Psychologist, 46(4), 197-221, 2011.
- [15] Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q., "Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis," Journal of Educational Psychology, 106(4), 901-918, 2014.



圖6. 座標填空題型

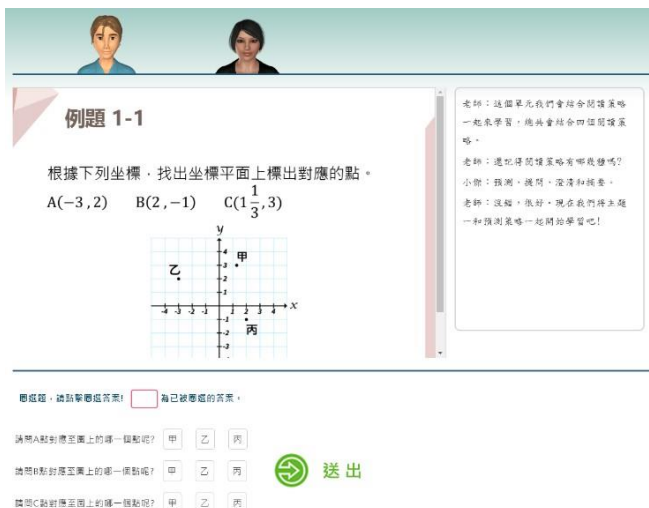


圖7. 圈選題型

V. 未來研究方向

本研究結合數學閱讀策略與合作對話模式設計了人機互動的單人分組的對話式智慧教學系統，希冀藉由學生與數位學伴、教師代理人的互動可以達到個人化學習，未來將進行教學實驗，除了探究教學成效之外，也可以針對系統所蒐集的學生對話與解題過程運用學習分析方法進行資料分析。

教育科技應用於生物化學課程 – 以蛋白質單元為例

1st 李惠春
慈濟大學
醫學系生化學科
huichun@gms.tcu.edu.tw

2nd* 黃玉雯
慈濟大學
教師發展與教學資源中心
數位教學組
zoehaung@gms.tcu.edu.tw

3rd 吳立仁
慈濟大學
教師發展與教學資源中心
數位教學組
ga103578@gms.tcu.edu.tw

摘要

目前在學的學生是屬於在各種科技產品的環境中成長的「數位原住民」。在一門傳統學科的教學上，如何融入教育科技來提升學生對課程的興趣，提升學習動機，幫助學生自主學習，是當前教師的課題。本研究針對大專生物化學課程中蛋白質單元內容，探究可行的教學活動。關鍵詞：教育科技, 學習動機, 自主學習, 生物化學

I. 前言

隨著資訊科技進步及3C 產品普及，我們的生活型態、工作的方式、甚至學習的方式都發生了巨大的改變。目前在學的學生成長是屬於成長在各種科技產品的環境中的「數位原住民」。他們的日常生活離不開網路、手機，資訊科技讓大家生活更便利之餘，也改變人們的習慣，讓大家習慣以快速簡單的方式取得資訊，喜歡透過圖像或影音來學習，對於傳統教課書中大量的文字敘述或演講式教學法避之唯恐不及。面對數位原住民的學生，主導課程的教師也需要隨之應變，如何運用教育科技將課程內容轉化成多元的教學活動，讓具有不同學習模式的學生都能吸收，成為現代教師的課題。

本研究以大專院校生醫農領域的基礎必修課「生物化學」為例，探討不同教育科技在課程中融入的模式及成效。研究結果可供相關課程教學設計參考。首先將相關名詞說明如下：

教育科技，透過各種科技的方法，而提升教師教學以及學生學習的品質。是指結合教學軟體、硬體與教學理論，應用於課堂幫助學習的科技產品及實務操作[1]。

數位原住民指的是從小就生長在有各式數位產品環境的世代；生活中包圍著各種數位產品，自幼便接觸科技、媒體，偏好使用科技與網際網路搜尋資訊，並透過網際網路拓展自己的人際關係、表現自我，無論是想法、態度、行為、習慣等，均與其他世代不同[2]。在學

習上，數位原生代在偏好運用科技進行學習，但是學習時間偏低；非常熟練基本的科技技術，但是不熟悉更先進的技術；缺乏在課堂上運用科技之經驗及技術[3]。

學校課程與教學活動也需要針對數位原生代學習者的特質來設計，才能引起他們的注意、興趣，進而自主學習，達到學習目標。

學習動機與自主學習 學習動機是引發學生學習，持續學習及參與學習的重要關鍵，是一種內在的驅動力，能驅動學習者表現出積極、參與學習的行為，也是成功學習的最重要因素[4]。教學者在設計課程時，若能以激發學習者學習動機為目標，促使學習者參與學習活動，對於學習的成效必然大有助益[5]。自主學習是指學習者主動引發且自己負責的學習，可以在任何場域(教學現場內或外)，而教師僅是學習過程中的夥伴或協助者[6]。一般大學生可能還沒具備完全自主學習的能力，可能需要先獲得一些自主學習的技巧，因此在大學階段進行課堂的自主學習時，需要由教師適當的安排一些配套措施。例如，界定主題範圍、進度規劃、提供相關學習資源及諮詢、適時給予鼓勵與正向回饋等[7]。

生物化學，是探討生物體內的各種分子化學反應的學科。生物分子包含蛋白質、醣類、脂類、核酸等，這些分子的化學結構控制著其生物功能，它們在細胞中的代謝及彼此之間的交互作用則是生物體展現生命現象的“原力”。但是這些奈米層級的生物分子，無法讓我們以肉眼辨識，而教科書中描述這些生物分子獨特結構的專業詞彙又讓初學者味同嚼蠟，以往學生靠著苦讀死背勤作筆記爬過的門檻，現在成為澆熄數位原民學生學習興趣的寒流。

面對網路世代的學生，單純使用課堂講授教學法已經無法滿足自主性高的學生，教師在課堂上也無法等待學習較慢的學生。為提升學生學習「生物化學」的動機，課程的進行方式除以課堂講授搭配磨課師影片翻轉教學外，並透過教育科技以多元的方式呈現教材，引發學生學習興趣與動機。

II. 教育科技融入「生物化學」課程

本研究以私立大學醫學院大學部二年級「生物化學」必修課程修課學生為研究對象，透過分析回饋問卷、學習管理系統上的學習歷程及測驗成績，探究學生對於課程中使用的教育科技的運用及看法。課程中的蛋白質單元採用兩種教學模式：(1)在開學前三週利用磨課師「蛋白質小劇場」課程(圖1)，讓學生在暑假期間進行三個單元的非同步線上自主學習，開學時進行實體考試檢核成效。(2)開學後課堂時間採用磨課師搭配實體授課進行翻轉教學，三個單元後進行實體測驗檢核學習成效。所有教材都置於學習管理平台，包含線上教學影片、內容講義、簡報、線上練習測驗等。執行翻轉教學期間的實體課堂除作單元內容重點統整外，還利用教育科技進行多元的教學活動(表 I)，包含線上隨堂測驗(圖2)，以 AR 探索蛋白質立體結構(圖3)等。

表 I
「生物化學」課程中使用的教育科技

單元教學目標	學習重點	教學活動設計
1. 認識胺基酸	熟記標準胺基酸名稱及特性	- 磨課師/自主學習 - 線上練習測驗
2. 熟悉蛋白質的理化特性	運用蛋白質的特性進行純化	- 磨課師/自主學習 - 線上練習測驗
3. 認識蛋白質結構	了解蛋白質各級結構定義及化學結構特徵	- 磨課師/自主學習 - 線上練習測驗 - AR 分子模型探索
4. 與氧氣結合的蛋白質	認識肌紅素與血紅素兩種蛋白質，並比較其結構與功能之異同	- 磨課師/翻轉教學 - Google 表單測驗 3D 列印模型探索 - 實驗操作影片 - 數據分析軟體應用
5. 酵素	熟悉酵素催化反應的分子機制	- 磨課師/翻轉教學 - Google 表單測驗 3D 列印模型探索 - 實驗課程實作 - 數據分析軟體應用
6. 認識抗體	熟悉抗體各部位名稱及功能，了解其應用之原理	- 磨課師/翻轉教學 3D 列印模型探索 - Google 表單測驗



圖1、慈濟大學天空學院平台上的「蛋白質小劇場」。



圖2、運用 google 表單進行隨堂小測驗及檢討。

在元宇宙與遇見...我的「綠色螢光蛋白」



圖3、運用 AR 探索蛋白質結構。

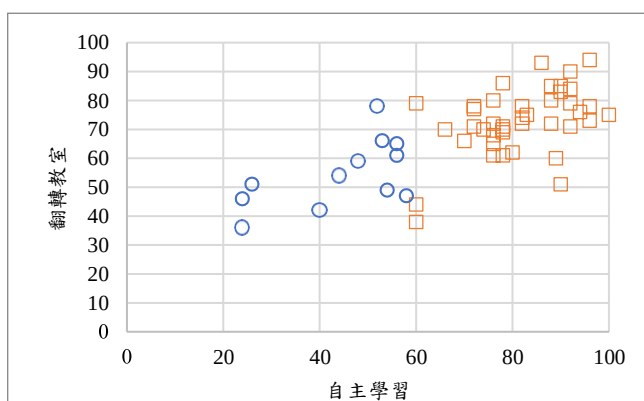


圖4、修課學生在不同學習模式中的成績。每個符號代表一位學生，X-軸代表「自主學習」階段的成績，Y-軸代表「翻轉教室」階段的成績。□為自主學習階段測驗成績

>60分者，○為<60分者。

III. 結果

A. 實體測驗成績與磨課師平台成績

生物化學課程利用暑假三週時間以磨課師影片進行線上自主學習，開學後除繼續利用磨課師影片進行翻轉教學，也在實體課堂融入各種教育科技的多元教學活動，為學生提供適當的學習鷹架。比較實體測驗的成績與磨課師平台上的學習成績(圖5)，發現兩者並沒有相關性。許多修課學生在磨課師平台上得到滿分，但其中有5位在實體測驗中卻不及格；而磨課師線上成績未達60分者，依然能在實體考試中獲得通過。由於磨課師的成績有50%室觀看教學影片，若只是觀看影片卻沒有認真理解記憶，對於課程的內容不夠熟悉，因此無法同過實體的單元測驗。

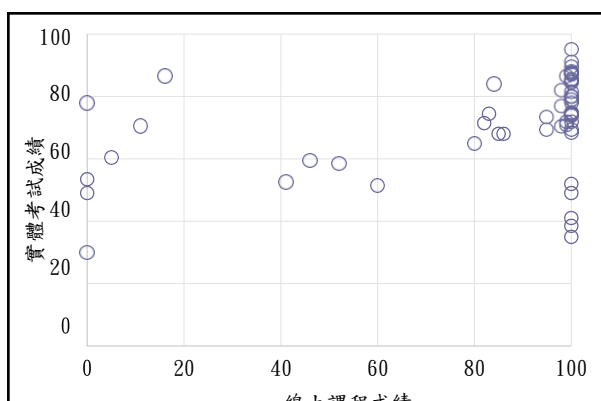


圖5、蛋白質單元磨課師的線上成績與實體考試成績比較。每個符號代表一位學生，X-軸代表「線上課程成績」，Y-軸代表「實體考試成績」。

B. 新冠肺炎疫情前後學生對磨課師課程的接受度

生物化學課程自106學年度起便開始運用磨課師教學影片進行教學活動。108學年度曾調查學生認為磨課師課程對學習生物化學有幫助的看法，當時修課學生的平均同意的程度(五分量表，五分表示非常同意)為3.84，111學年度的修課學生平均同意程度為4.45(圖6)，較三年前提升。推測此項結果是因為111學年度修課的學生經歷新冠肺炎疫情嚴峻期間的遠距同步或非同步學習經驗，對於使用線上磨課師教材已經適應，而且磨課師課程可在任何時間、地點進行學習，內容也可任意重複觀看，對學習很有幫助。

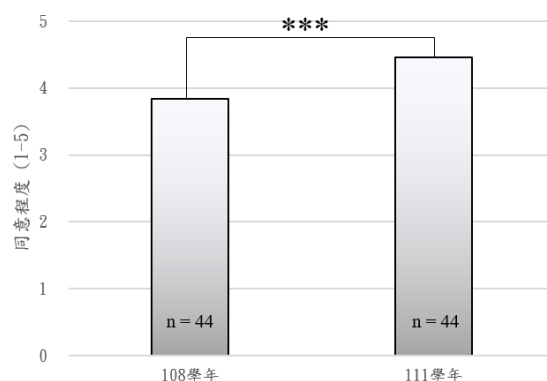


圖6、疫情發生前、後學生認為磨課師數位教材對學習生物化學有幫助的同意程度。108學年修課學生的平均同意程度為 3.84 ± 0.60 ，而111學年修課學生之同意程度提升至 4.45 ± 0.65 。

C. 線上教學活動與實體課堂教學活動：

透過問卷調查學生對磨課師線上教學與實體課堂教學活動的感受，發現學生對兩種教學模式都能接受。有些同學對線上自主學習的喜好略高於實體課堂，有些則相反，因此從平均值來看兩者並無差異(圖7)。

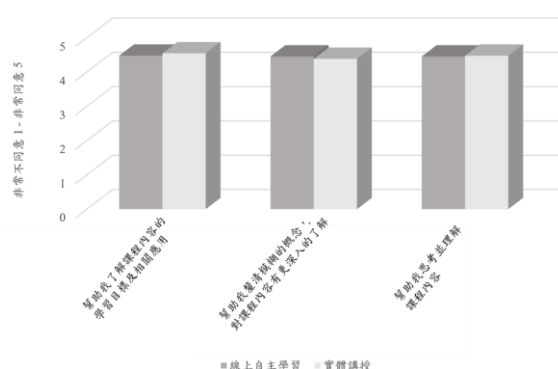


圖7、學生對「生物化學」課程中，線上教學活動與實體課堂教學活動對學習有幫助的同意程度(五分量表，五分為非常同意)。

D. 融入教育科技的教學活動：

111學年度課程設計的教學活動融入多項教育科技(圖8)，調查其中對學生學習有幫助的教學活動前三項為：(1)磨課師線上教學影片「蛋白質小劇場」；(2)酵素動力學數據分析；(3)實驗結果判讀及 Excel 計算演練、作圖技巧。而喜歡的教學活動前三項則為：(1)磨課師的線上教學影片「蛋白質小劇場」；(2)生物化學實驗課程及(3)看電影學生化。其中線上磨課師「蛋白質小劇場」是

對學習最有幫助且最受同學喜歡的教學活動，更顯示出數位原生代學生對影音教學的接受與偏好。而目前許多修課的學生顯然並不熟悉利用 Excel 軟體做實驗數據彙整、分析、作圖的技巧，因此覺得這項教學活動對學習很有幫助。而生物化學實驗是學生可以實際動手操作的活動，因此深受學生喜愛。

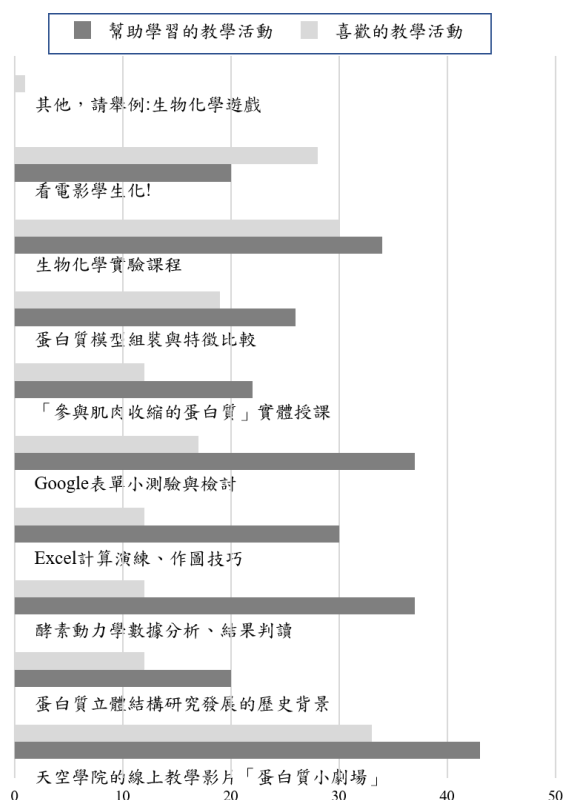


圖8、對於課程中安排的教學活動的回饋。

E. 結論與討論

面對當前網路世代的學生，單純使用課堂講授教學法已經無法滿足自主性高的學生，教師在課堂上也無法等待學習較慢的學生。磨課師課程是很好的線上學習管道，但是素來有高修課率、低完課率的現象，學習動機高的學生才能在沒有外界壓力的情況下完課。本研究利用磨課師課程當作線上教材進行翻轉教學，沒有要求實體課程學生必須通過磨課師，因此學生便沒有積極完成需要通過課程的任務。當實體課程有成績通過與否的壓力時，在實體課程中可以透過教育科技設計多元的教學活動，幫助不同學習模式的學生。在「生物化學」的課程中研究者嘗試融入多元的教育科技於教學活動中，希望能以不同的方式引起學生學習的興趣，進而提升其學習動機而能自主學習。透過本研究發現，運用製作品質優良的磨課師課程做翻轉教學，讓學生在進入課堂前先進行知識的自主學習，教師再利用課堂時間以其他相關

教學活動建立、強化知識的連結，讓學生有機會練習、分析及應用知識，進而反思並內化，達到深度的學習。

參考文獻

- [1] 教育科技 <https://cln-asia.com/2022/05/30/%E6%95%99%E8%82%B2%E7%A7%91%E6%8A%80%E5%AD%B8%E7%B3%BB/>
- [2] 數位原住民 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%95%B8%E4%BD%8D%E5%8E%9F%E4%BD%8F%E6%B0%91>
- [3] 王怡雯，2014。數位原生代特質對行動學習影響之研究
- [4] Kusrkar, R.A., Croiset, G., Mann, K.V., Custers, E., & Cate, O. (2012) Have motivation theories guided the development and reform of medical education curricula? A review of the literature. *Acad Med.* 87(6), 735-743.
- [5] 葉炳煌 (2013)。學習動機定義與相關理論之研究。 *屏東教大體育*, 16, 285-293。
- [6] Knowles, M.S. (1975). *Self-directed learning: A guide for learners and teachers*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [7] Bates, C. (2015) Learner Characteristics and motivation: How to achieve efficient and effective learning. *Collected Essays on Learning and Teaching*, v8 p165-17

數位混成課程與變形學期課程設計—以「動物寄生蟲與生活」為例

^{1,2} 辛致煒

國立成功大學 ¹ 醫學院醫學系 寄生蟲學科 ² 教務處推廣教育中心

摘要

本文係從教育部《大學法施行細則》所規定每學期以十八週為原則出發，配合國立成功大學教務處為推動教師與學生進行跨領域合作，於 109 學年度暑假開始推動的 15+3 跨領域彈性開課制度。採用錄製完成的磨課師課程《親密的敵人—寄生蟲學》、開放式教育課程《歷史的聲音》為基礎，以《動物寄生蟲與生活》通識教育課程作為實體授課實踐場域。課程設計從馬斯洛《需求論》開始，配合設計思考雙鑽石模式進行規劃，以石拱結構與未來學的精神進行課程內容規劃。除了可達成線上線下混成的授課模式外，也透過跨域教學的內容設計，達成科技結合創新學習之目的。

關鍵字

寄生蟲學，課程設計，變形學期

前言

現行學分制度參酌《大學法施行細則》[1] 第 23 條第一款規定：本法第二十六條第五項所定大學學分之計算，原則以授課滿十八小時為一學分。又根據該施行細則，第 24 條第一款規定：大學得依其發展特色規劃課程，經教務相關之校級會議通過後實施，並應定期檢討或修正。參酌上開規定，有關臺灣的大學一般課堂上課滿十八小時便可承認教師授課時數為一學分，每學期以十八週為原則。國立成功大學教務處為推動教師與學生進行跨領域合作，於 109 學年度暑假開始，與 College X 試辦 15+3 跨領域實作課程。擬以密集課程或工作坊融入一般課程的彈性開課制度，開啟教師共備課程，深化跨域合作，以培育學生養成解決問題及跨領域實作為目標，在各項跨領域實作課程實施後，將有助於未來成大第三學期的啟動。其次，國立臺灣大學系統（國立臺灣大學、國立臺灣師範大學、國立臺灣科技大學三校）為與國際學制接軌，以利學生跨國移動學習，於 110 學年度第二學期開始推動十六週制度 [3]。自此大學裡便開始出現課程多樣性安排，豐富並活絡教學與學習氛圍。

磨課師

隨著網際網路的普及，遠距教學與線上學習也跟著蓬勃發展。如果說，2012 年是西方的磨課師（大規模免費線上開放式課程 Massive Open Online Courses, MOOCs）元年，2013 年在教育部的「數位學習推動計畫」下，便可以視為臺灣的磨課師元年。國立成功大學為迎接此一重大教學變革，於 2014 年起推出超過百門的磨課師課程，並於 2021 年建立 N³ 線上學習平台 (nlearning.ncku.edu.tw)，作為磨課師課程的放置平台外，也讓學生能在該平台進行學習與學習歷程的紀錄。磨課師具有終身學習的特色外，還有授予學分以及線上學位、專業技能的培訓認證、增加就業力與招收國際生的許多優點 [4]，由於是免費資源，學生在仰慕名校或名師的背景下，導致磨課師課程出現高註冊率但低完課率的現象 [4]，此現象便一直困擾授課教師與學校。當翻轉教室的概念於 2007 年被提出後，線上數位課程正式與實體課程接軌，除提供課前預習外，也讓學習者的學習多元性增加。提供學生自主學習、共享學習資源與突破學習時空限制的線上課程，在這波教育信息化和移動學習的趨勢下已日趨重要。

COVID19 下教育現場的改變

當大家還在對線上學習的成效與施行方法爭論不休時，一場突如其來的疫情徹底打亂這個步調。2019 年 2 月開始，教學現場陷入一場線上教學的恐慌，每天看著中央疫情指揮中心的記者會，另一方面用會議軟體在做一場所謂的同步教學。教育現場完全做了一個改變，而這改變的速度非常非常快。但是，這個改變絕對沒有在大學裡面發生，而是在高中跟國中段發生。根據我們觀察後發現，大學的線上同步教育現場沒有太大的改變，只是教學傳遞的場域與媒介發生改變。真正改變的反而是國高中的教學現場。礙於學生人數，大學端無法針對每位學習者進行線上的即時管理，掛網玩手機幾乎是各教師的夢魘。再者，爭議最多的是評量方法，申論或是報告等作業還好。對於限時選擇題式的評量方法、實驗操作等，由於缺乏即時的監考防弊與實際操作的現實性，往往在成績評量上造成爭議。

隨著疫情的演變，教師們從不想也不願意進行線上授課，因為設備很難裝，跟學生沒有互動；學習者反饋說要到教室上課，因為沒有同儕學習的氛圍。到了 2022 年，教師們漸漸熟悉設備，學習者習慣在家學習，相互要求線上上課的聲量漸漸增加。教師端應該改變的是什麼？不再是去督促學生上課的專注，更需要注重的事情是我們如何對學生做考評跟考核，如何提供足夠的線上學習資料，如預錄的磨課師課程，側錄的

同步線上課程，建立即時的學習反饋與測驗等。如何協助學習者有效的學習方式，應該是未來在數位教學上面非常重要的一件事情。

從需求論出發的課程設計

是亞伯拉罕·馬斯洛於 1943 年提出需求層次理論 (Maslow's hierarchy of needs) [5]，針對人類成長階段的描述，他用了生理、安全、歸屬與愛、自尊、自我實現與自我超越等來描述人類動機推移的脈絡。在此處，我們以《動物寄生蟲與生活》這門通識教育課程作為說明。這個課程是從設計思考的觀念出發，傳統寄生蟲學的教學目標是教授寄生蟲形態構造、宿主、生物學、生活史、致病機轉、公共衛生的重要性、如何滅除與防治。在現階段教學時數縮減下，導致教學現場出現碎片化教學。礙於課程內容眾多，加上信息破碎，我們很難教授完整的概念，趕課都來不及如何去做一些哲學思考上連貫的東西。因為沒有時間教，同學不想學，因為國考不會考，我們便開始思考這件事情怎麼辦？邏輯是支撐我們整個學習上最重要事情，是訓練學習者如何解決問題能力的重要根源。

如同上述，線上學習是終身學習未來的方向，如何推動學習者進行終身學習？一場突如其來的疫情，我們的學習者習慣了線上教學模式，不管是同步或非同步，這就是一個轉機。於是我們在教學設計過程中，仔細思考馬斯洛《需求論》，醫學生拿到證照是他的生理需求，學生能夠找到穩定的工作是安全的需求。我們如何提升學習者未來在實現自我能力與社交上的需求、被尊重的需求。教師在教學現場上如何去改變？以寄生蟲學而言，100 年前蛔蟲卵的大小與 100 年後，它還是維持固定，並沒有太大的改變，宿主與生活史也沒有過多的變化。那如何進行教學創新？形態學的內容無法創新，免疫學上的新發現，超微構造等議題國家考試時並不會考。但是如何開發新藥物，如何發現超微構造，這個邏輯思考過程對醫學生未來的職業與終身學習是很重要的。既然因為學習時數縮減，在現今的教學現場上無法教授，但是我們現在有線上學習平台可以來進行。於是我們所謂的教學關鍵就不再拘限於教室、軟體、平台，而是授課教師的溫度以及從學習者的同理心進行課程設計。

那要如何設計這個課程呢？我們便從石拱 (stone arch) 結構作為課程設計的模板。石拱基本上有幾個結構，有基石 (cornerstone)、拱頂石 (keystone) 與頂石 (capstone) 三種，課程規劃可以拆解成為三個部分。基石課程是基本上需要的一些學問，了解過去的問題；拱頂石課程是串連學門內的學問，定義現在的問問題；頂石課程是跨學門跨域的課程，是解決未來問題。就醫學寄生蟲學而言，有些課程礙於進度與時數是無法在課堂上講授的，必須靠教學平台與教學方式來輔助進行。於是，我們以石拱結構作為課程設計的模板，參考課程、模組到系統 (lesson, block to system) 模組化教學規劃，進行課程的重新設計。以牛羊肝吸蟲 (*Fasciola hepatica*) 為例，各階段的形態學是基石內容 (cornerstone content)；成蟲在肝臟裡面寄生影響的是宿主的行為便是拱頂石（核心）內容 (keystone content)；因為肝臟受損而導致的疾病與其他器官系統的關聯性，則是頂石（總整）內容 (capstone content)。

當以更宏觀的觀念來看整個課程時，它應該更符合聯合國永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 以及未來要面對社會問題、實踐大學社會責任 (University Social Responsibility, USR) 的高度。寄生蟲學 (parastiology) 做為基石內容時，當她面臨社會議題，便是被忽略的熱帶疾病 (Neglected Tropical Diseases, NTD) 為拱頂石內容；放大到整個生物圈的關係時，變成為 SDGs 與 USR 議題，就成為頂石內容（圖一）。

lesson, block to system

課程、模組到系統



SDGs

individual



總整內容 capstone content

NTDs

liver fluke



核心內容 keystone content

Parasitology

Fasciola hepatica



基石內容

cornerstone content

圖一：利用石拱 (stone arch) 結構作為課程設計的模板，以寄生蟲學為例。

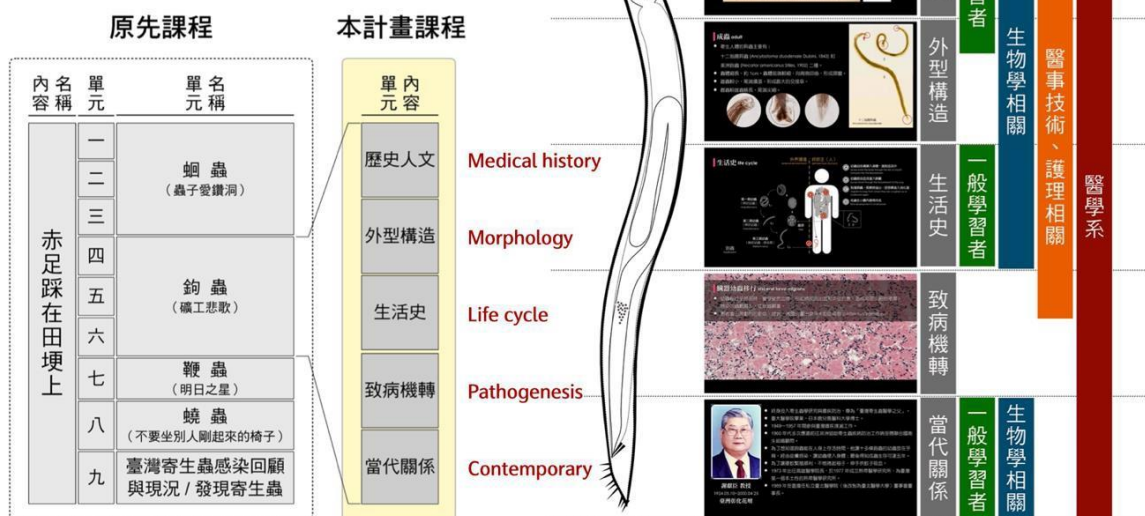
當創新課程設計遇上磨課師

基於上述的課程設計，除了重寫課綱外，我們也把課綱分成三個層次，首先將專業跟精進的課程作為基石內容，再將科普與當代議題最為拱頂石內容，最後，如何跟人文與歷史融入社會成為頂石內容。那要如何解決授課時數與課程內容繁瑣不易整合的問題呢？製作磨課師課程可以成為解決此一問題的解方。在現有的實體課程架構下教師必須授課滿一小時，而在磨課師的設計下，一小時的課程可以進行拆解，也可以做重新組合，便形成學習者與授課教師可以參酌個人需要與教學目的而進行的動態 (dynamic) 磨課師課程設計 (圖二)。我們以《親密的敵人－寄生蟲學》中的「赤足踩在田埂上」中「礦工悲歌－鉤蟲」為例，每個單元參酌上述的石拱結構理論，變成五個部分，分別為：歷史人文、外型構造、生活史、致病機轉與當代關係。於是，我們便可以配合學習者的多樣性進行動態組合，一般的學習者，不需要知道致病機轉，但是要有簡單的構造認識；生物學相關的學習者可能不需要致病機轉的知識，但是對於外形構造與生活史必須非常瞭解，以及研究相關的演化過程與機轉；醫事技術與護理相關的學習者，致病機轉可以稍加認識，但是由於需要面對檢出報告與判讀，所以對於外形構造上便必須有一定程度的要求；對於全能醫學教學過程當中，特別是醫學生的學習者，則必須繼續全部學習。

以上是針對實體課程與線上磨課師寄生蟲學的單元設計。「素養」，是 108 課綱的基因，而「探究與實作」更是精神與法門。認識並了解醫學史這個議題，便成為探究與認識前人實作上面最方便的學習入門，但是在課程與線上磨課師講不了這麼多時怎麼辦？於是，我們便與臺灣寄生蟲學學會合作，在國立成功大學的影音資料庫中找出與寄生蟲學史有關的公開演講影片，除進行影音重新編輯調整外，也將演講內容的幻燈片進行智財權保護的重製，以確保影音品質與侵權避免等。另一方面，也邀請著名的寄生蟲學學者與專家進棚錄影，先後將內容製成開放式教育課程《歷史的聲音》，作為補充教材。如此，一種全新的線上線下混成 (blending) 課程設計便完成。

動態磨課師課程設計

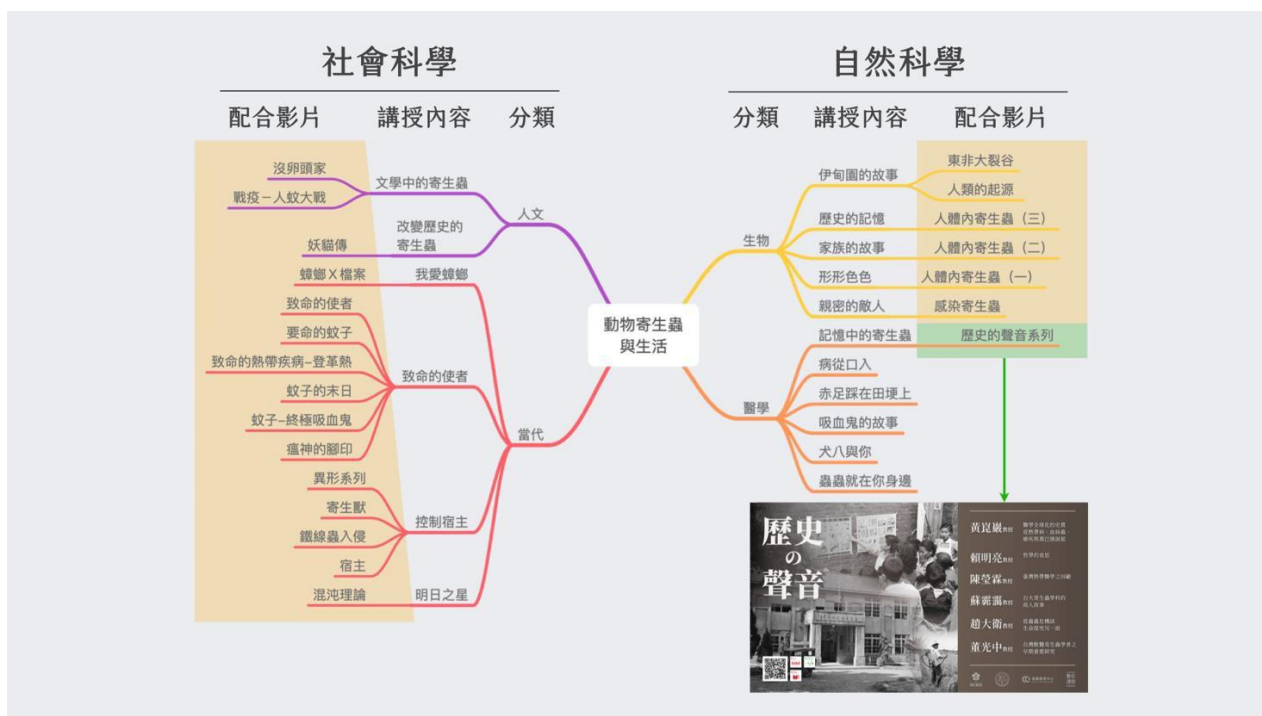
—以「親密的敵人：寄生蟲學」為例



圖二：動態 (dynamic) 磨課師課程設計。以《親密的敵人－寄生蟲學》中的「赤足踩在田埂上」中「礦工悲歌－鉤蟲」為例。

當磨課師、歷史的聲音遇上變形課程

當上述混成課程設計完成後，我們開始思索如何將寄生蟲裡寄生行為的概念給轉遞出去。傳統的 18 週課程，上這樣多東西會逼死學生。再根據學習者教學反應的質性回饋中，同學們跟我們說明一件事情，「老師你教都好噁心！」。為了激起這些非生物學相關學習者的學習動機與興趣，我們重新又對《動物寄生蟲與生活》這門通識教育課程做了一次課程規劃。在原有的石拱結構課程設計模板架構下，透過設計思考 (design thinking) 的發散、收斂，收斂完再發展，再推廣的雙鑽石模型 (double diamond) 架構下分成兩個部分，一為自然科學，另一為社會科學兩部分 (圖三)。自然科學裡面，學習者可能都不是生物醫學相關背景，我們配合寄生蟲學相關的公播影片；社會科學部分，我們談人文，談當代，我們便將《歷史的聲音》作為課程的一部分；再加上先前錄製完成的《親密的敵人－寄生蟲學》磨課師課程作為課前翻轉與課後複習的課程，便完成了最後的課程設計。



圖三：通識教育課程《動物寄生蟲與生活》課程地圖。

變形學期就在傳統的十八週課程下，根據跨領域需要將多樣性的教學模式（線上學習、工作坊、跨域課程多教師共同授課等）融入一般課程的彈性開課制度。我們便將《動物寄生蟲與生活》這門通識教育課程配合 15+3 的變形學期課程設計，15 週採實體上課，3 週採線上自主學習，線上學習部分則有線性學習跟非線性學習兩種設計方式。非線性學習模式是將《歷史的聲音》拆成兩個模組（module），一為寄生蟲學史，一為學習成長的歷程對話。這兩個模組先自主學習哪個都沒關係，但是在模組內就必須按照我們編排的次序做線性學習，意思是說你要能夠先認識醫學全球化的一些歷史，去瞭解了臺灣熱帶醫學史的關聯性，再去瞭解臺灣自己寄生蟲學史的發展（圖四）。



圖四：通識教育課程《動物寄生蟲與生活》變形學期 15+3 課程設計規劃。

結論

法國新凱旋門旁有一串五國語言的文字說明，中文的翻譯大概如下：設想，一個敞開的立方體，一個面向世界的窗口，它是希望的象徵，未來，人們將在此自由相會。數位教學是一個可以應用的場域。製作與設計過程相當辛苦，但是做完之後會發現，在數位的領域裡面真的就像一個敞開的立方體，它是可以面對世界的一個窗口，有興趣的人，大家在此相會，可以非常自由地進出、交換經驗、截取所需。15+3 變形學習模式怎麼跟數位結合？數位課程的應用跟未來，這是我們未來要持續進行與努力的方向。

參考文獻

- [1] 大學法施行細則－全國法規資料庫。<https://law.moj.gov.tw/>
- [2] 彈性教學「課」製化，成大創新 15+3 跨領域實作課程。<https://web.ncku.edu.tw/p/406-1000-211606,r2845.php?Lang=zh-tw>
- [3] 台大擬推每學期上課 16 週新制，最快 8 月上路。
<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202203150137.aspx>
- [4] 簡瑋成。2019。磨課師 MOOC 之介紹與對高等教育的影響。國家教育研究院電子報第 179 期。
- [5] Maslow, A.H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review* 50 (4) 370 - 96.

以參與度和學習成效設計學習成效分析系統

季振忠
資訊處遠距教學發展中心
淡江大學
127504@o365.tku.edu.tw

郭經華
資訊處
淡江大學
098131@o365.tku.edu.tw

石貴平
資訊處遠距教學發展中心
淡江大學
115342@o365.tku.edu.tw

摘要

本研究運用數位學習平台中，每位同學在每門課程中所留下的每週數位學習足跡資料，以及課務、學務等相關校務資料，運用雲端服務技術以及資料視覺化工具，建構學習分析儀表板(Learning Analysis Dashboard, LAD)，提供授課教師便利的視覺化工具，一覽各類修課同學族群之課程活動參與度及成績表現，從而及時採取適性化學習輔導策略，協助同學突破各種學習上的瓶頸；除了致力建構學習分析系統的多重觀察與各種輔導管道，包含學生自身，導師、系所單位等多重輔導機制外，後續亦將評估並發展對應警示區之自動化提醒機制，以深化學習預警的效果。

關鍵詞：學習分析儀表板(Learning Analysis Dashboard, LAD)，資料視覺化

前言

淡江大學近年來力推全雲端校園與智慧三箭(Smart PASS, Smart TELL 與 Smart PDCA)，Smart PASS (Smart Planning and Advising for Student Success) 專案則為其中一項重點推動工作，為藉由收集 iClass 教學平台上之學習與教學面向相關活動紀錄資料(Data)，計算學習特徵建立並逐週更新資料倉儲後，打造視覺化儀表板(Dashboard)，供授課教師掌握所有修課學生之逐週學習狀況，並以每門課程為單位，依修課學生逐週累積之學習活動參與所得分數與學習活動參與度等二項資料視覺化觀察指標，概分為3群，作為學習預警建構依據(iSignal)，從而針對各群學生採取不同的適性化教學策略(Decision)，計畫後續亦將與畢業學生就業表現資料串接(iCan)，作為學生畢業前就業準備與系所作為課程地圖調整與改善之參考依據。圖1為淡江智慧3i 計畫概念圖。



圖1 淡江智慧3i 與3D

以學生於每門課程、每週所留下之學習特徵，作為前述3i(iClass, iSignal, iCan)與3D (Data, Dashboard, Decision)之核心數據資料，除了供教師及時掌握學生學習狀態之外，後續亦能保留串接各類校務系統之彈性，作為與導師系統、就業輔導機制、系所課程地圖改善等全方位應用。淡江大學積極推動 iClass 數位學習平台，作為提供全校教師線上管理課程教材與線上教學活動經營之利器。使用狀況(iClass Dashboard)以110學年度第1學期為例，學生使用率將近98%，而教師使用率亦達8成以上，如圖2所示：



圖2 淡江大學 iClass Dashboard

因此，本研究著重於實踐 Smart PASS(Smart Plaining and Advising for Student Success)專案構想之系統開發與推廣。透過計算學習特徵建立並逐週更新資料倉儲後，並依修課學生逐週累積之學習活動參與所得分數與學習活動參與度等二項指標，以資料散布圖、扇形圖與折線圖等多元化的資料視覺化呈現方式，讓授課教師能一覽所有修課同學的每週學習狀況，並及時採取適性化學習輔導策略，幫助表現不盡理想的修課同學，突破學習瓶頸。

本研究目的有二：(1)建立個人化線上學習歷程資料倉儲，基於網路教學平台資料，持續收集學習活動參與數據，掌握各學院相關課程的學生學習成效；建立以課程、教學週次為單位、以學生為主體的個人化學習資料倉儲與資訊處理流程；(2)建立學習分析數據視覺化面板，針對授課教師需求，建構課程經營狀況數據視覺化面板，作為教師調整課程經營策略之依據。

相關研究

近年來有相當數量與建構 LAD 學習分析儀表板有關之研究。(De Laet 2020, Verbert 2013; Lu 2022)提到了收集 Moodle 平台的日誌資料，衡量學習活動、線上出席率等形成性的表現與學業成績之間雖無直接影響，但它通過利用在線學習參與度和形成性來提升績效評估績效；(Aljohani 2019、Susnjak 2022)透過決策學習分析與預測來發掘學習者行為和態度的隱藏模式；(Klein 2019) 透過針對服務學生之學習支援系統的建置，實現顧問分析儀表板，從而達成學習輔助的決策過程比較和預測分析功能；(Ahn 2019) 介紹了在美國的多所大學、多學區、改進科學計劃中開發儀表板以支持中學數學教師的教學實踐經驗；Majumdar 2019 設計學習行為可視化儀表板幫助學生反思他們的學習 - LAVIEW, 按學生的參與度分數分類，使教師能夠直接向選定的學生群體發送適性化的電子郵件反饋；(Rets 2021) 收集學生對 LAD 的意見，並提到如果光只是提供 LAD 數據儀表板，而未能適時提供學習建議的話，就 LAD 的設計將不會受到學生的歡迎；(Aguilar 2021)則提到在學生與同儕的學習表現於 EWS(成就表示警示系統)相較時，對 EWS 系統的使用是正面的；(Ginda 2019)引入捕捉關鍵動態方面的指標和可視化學習者參與度、表現和課程軌跡，這些指標用於識別通過課程內容和與課程內容互動的典型行為和學習途徑，活動和評估；(Gray 2022)則提到學習分析數據收集的道德問題，以及對數據衡量學習狀況的能力評估；(Sedrakyan 2020)則針對 LAD 的設計，提出了以下3個問題：(1) 設計 LAD 時，有哪些內容需要考慮，以允許使用者觀察關於對不同學習目標回饋需求的學習過程？(2) 那些處理過程(artefacts)有能力收集到數據，允許在學習過程中測量這些概念？(3) 這些獲取的學習過程資料如何對應使用者 (learner / teacher) 的回饋，作為學習過程的調節？

從以上相關研究可知，LAD 學習分析儀表板的設計，(1)有助於學習歷程的反饋，幫助學生自我檢視；(2)協助教師訂定各式各樣的學習輔導策略，並針對選定的學生群體發送警訊與建議；(3)捕捉學習者的動態學習足跡指標，這些方向大致與本研究的目的相近，透過建置供教師使用的 LAD，協助教師掌握每門課程各群學生的學習動態，教師便可訂定適性化教學策略引導學生突破學習瓶頸；本研究同時訂定了以累積的學習參與及形成性學習評量計算機制，作為學習動態評量可視化觀察指標，呈現於 LAD 系統中，方便教師利用、觀察與掌握；再者，本研究所建置的系統，亦考慮到學生所顧慮到的學習分析資料個資問題，學習分析數據視覺化儀表板目前僅供授課教師單一入口登入後才能觀看，目前尚未提供其他關係人(學生、系所等)使用。

研究設計與實施

A. 研究架構

本計畫之研究架構，係以 Smart PASS 專案為推動綱要，收集 iClass 教學平台上之學習與教學相關活動紀錄資料，計算學習特徵建立並逐週更新資料倉儲後，打造視覺化儀表板，供授課教師掌握所有修課學生之逐週學習狀況，並依修課學生逐週累積之學習活動參與所得分數與學習活動參與度等二項指標，概分為3群，作為學習預警機制建構依據，從而方便授課教師針對各群學生採取不同的適性化教學策略。

B. 系統設計與開發

本研究基於前節所述之 Smart PASS 專案之推動綱要，設計「PED 學習分析系統」(Performance-Engagement Diagram system, PED system)，系統架構如圖3所示，摘要如下：

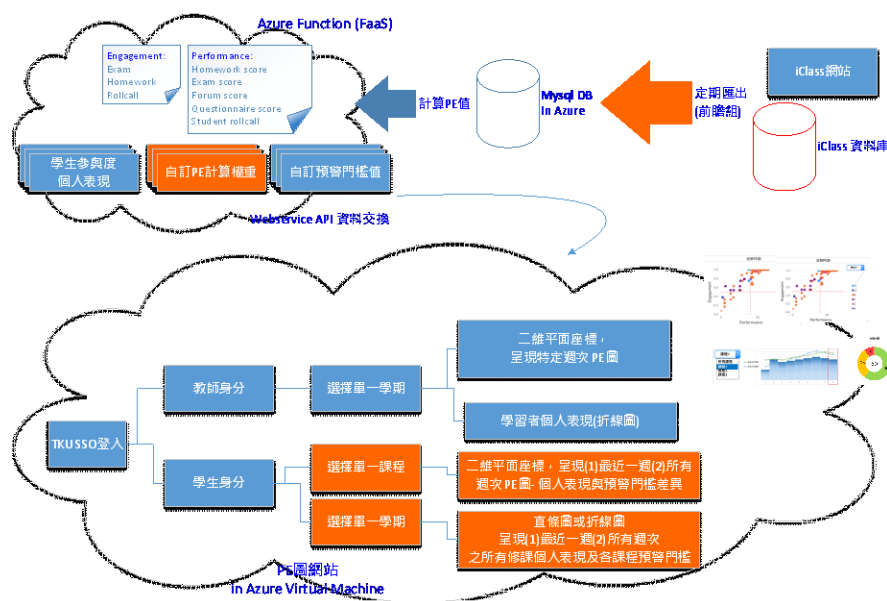


圖 3 PED 系統架構

每周定期匯入資料：由 iClass 平台定期於每週匯出前一週之學習與教學相關活動紀錄資料，其中 performance(學習活動參與累計所得分數)與 engagement(學習活動累計參與度)分別從資料庫中作業、測驗、討論、問卷、點名、自訂成績等已配分之教學活動取出數值並加以計算。

權重加值及正規化計算：收集 performance 與 engagement 二大學習特徵，依每位教師自行配分之比重加權並予以 Max-Min 數值正規化處理後，作為每門課程中每位修課學生逐週學習表現分析之基礎。

系統後端開發：建構研究案系統後端，並透過雲端虛擬作業系統環境(Virtual Machine) 建構 FLASK API 資料交換介面，提供與前端資料視覺化網頁對接之資料交換機制，並提供以學期序、課程代碼與學生學號等不同查詢條件之彈性資料交換機制。

系統前端開發：系統前端以網頁呈現資料視覺化圖表，以資料散布圖、扇形圖與折線圖等多元化的資料視覺化呈現方式，並提供以學期序、課程代碼與學生學號等不同查詢條件之互動查詢介面，讓授課教師能一覽所有修課同學的每週學習狀況。

雲端服務技術應用：配合全雲端校園政策，本研究應用雲端服務中之 Mysql DB 資料庫，Azure Function 與 Virtual Machine(VM) 等技術，建構與開發 PED 系統，除了可提升系統之高可用性(High Availability)，降低因停電等意外因素導致系統服務中止之外，也節省了實體機房維護之設備維護與人力監控成本。

C. 專案推廣

第一階段(110學年度第1學期)：鎖定專案推廣教師族群(DX333專案14學系、教學實踐研究教師群、109學年度新

聘教師群)，提供系統試用，辦理分享會邀請各學院教師分享及參與，並於會中、會後持續收集回饋意見，做為系統開發持續優化的依據；第二階段(110學年度第2學期)，於一級主管相關研習活動中，說明 Smart PASS 專案之規劃與推動情形，並另辦理推動說明會，邀請全校教職員工參加，讓與會者充分了解 Smart PASS 專案之理念，從而獲得師長們的廣泛支持。

系統開發與推廣成果

A. 第一階段

系統開發雛型如圖4、圖5所示，呈現課程列表及各類教學活動數量雷達圖。授課教師透過單一登入(SSO)進入系統，不需輸入人員代號，即直接呈現左方課程列表及右方雷達圖；進入 PED 系統前均須經由校內 SSO 系統認證，確保學生學習狀況個資不致外洩；



圖 4 PED 系統開發雛形-

課程列表(左)及各類教學活動數量雷達圖(右)

整體課程修課學生表現與個別學生表現如圖6所示：

(1)點選課程代碼(藍色數字)後，即進入整體課程修課學生表現(圖5左資料散布圖)與個別學生表現(圖6右折線圖)。圖左資料點呈現該點所代表之學生學號，以及由 performance 與 engagement 二大學習特徵所構成之二維平面座標軸中的學習活動參與累計所得分數(performance)與學習活動累計參與度(engagement)數值。這二項特徵數值並非絕對值，而是與全班最優/最劣表現數值相較，並予以正規化後之相對數值。

(2)設計紅/黃/綠三區，以performance 值區別不同學習狀況學生族群，方便教師觀察。點選圖5左資料點後，即呈現該資料點所代表之個別學生逐週表現(圖右)：X 軸為週次(1-18週)，而 Y 軸則為 Performance 與 Engagement 數值，藉此觀察該生與全班相較累計學習分數表現與課程活動參與度；以該生第3~5週 P, E 值逐漸上升的表現來看，該生參與課程活動所累計的參與度與分數均有漸入佳境之勢；惟第6週起系統尚未匯入資料，因此 P, E 值均為0。

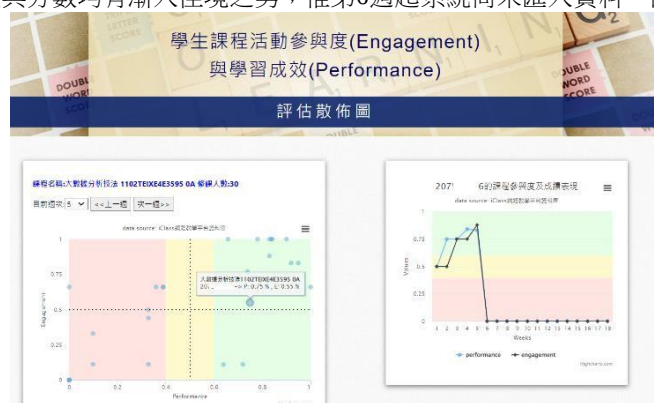


圖 5 PED 系統開發雛形-整體修課學生表現散佈圖(右)及個別修課學生表現折線圖(左)

資訊處 Smart PASS 計畫團隊，於110年11月22日及26日辦理2場 PED 系統分享會，邀請到工學院、文學院及外語學院3位老師進行分享，共有38位教師與會。會中計畫團隊除了介紹系統功能之外，也建議與會教師可於觀察各群

學生表現之際，適度關懷並施予不同的學習輔導策略，如圖6所示。

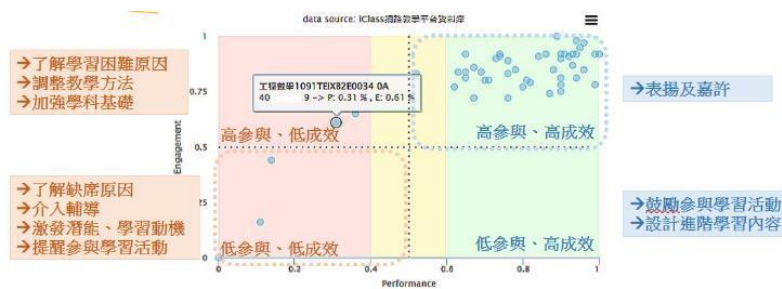


圖 6 透過 PED 系統觀察各群學生所建議採取之適性化學習輔導策略

在這二場分享會中，分享人的意見回饋如下：(A)利用 PED，可觀察比較遠端與實體學習表現差異；PED 介面友善、易上手、易觀察，適時提供協助；另外，建議加入 P、E 值的計算方式說明，讓使用者更易了解；(B)PED 的呈現，有助於教學活動的設計方向。透過 PED 發現學生課業負擔，予以適度調整；(C)期中考透過 PED 發現，某生未依規定進電腦教室考試，自行在iClass線上完成考試，經輔導後提供補考機會。由以上分享人回饋可知，PED 系統有助於授課教師發覺個別學習者異常的學習樣態，從而調整自己的教學策略，適時幫助需要協助的同學。

B. 第二階段

PED 學習分析儀表板雛型呈現如圖7、圖8所示。授課教師透過單一登入(SSO)進入系統後，即呈現 PED 系統說明頁，如圖7所示；系統首頁呈現淡江智慧3i 與3D 之計畫理念，向使用教師致上親切的問候，本頁面並提醒授課教師可適度在學習平台上發布各類學習活動達6次以上，並逐項給予適度配分，就可以讓 PED 系統功能有效發揮，從而觀察不同族群之學生表現。



圖7 PED 系統首頁(左) 系統資料儀表板(右)

圖7(右)儀表板介面各部揭露資訊如下：(1)左方選單：呈現110學年度第1、2學期該使用者(授課教師)所授之所有課程名稱與課程代碼；(2)左上方資料散佈圖：呈現最近一週所有修課學生之整體修課表現。每個資料點以綠(右上第一象限)、橘(左上第一象限及右下第四象限)、紅(左下第三象限)或藍(P、E 值均居全班前5%表現特優者)四色呈現。當游標移至個別資料點時，將動態呈現該資料點所代表之學生姓名、學號及 P、E 值。本區下方顯示資料最新更新日期，原則上以次週週二中午前後為每週資料更新時段；(3)右上方扇形圖：呈現綠、橘、黃三區之學生人數及比例；(4)左下角折線圖：當游標點選個別資料點時，呈現該生逐週 P、E 值表現，授課教師可藉此追蹤觀察該生之逐週學習表現；(5)右下角各區學生名單：呈現綠區特優(藍色資料點)以及橘、黃二區之學生名單。授課教師可特別針對橘、黃二區之學生，適度加以關懷，並採取不同之學習輔導策略幫助同學。

淡江大學於111年3月10日及16日辦理2場 PED 系統推動會，計畫團隊簡介系統功能，並邀請到二位系主任於會中分享。會中建議與會教師可於觀察各群學生表現之際，適度關懷並施予不同的學習輔導策略。經辦理 Smart PASS 專案說明暨 PED 系統推動會後，校內一級主管及5百餘位教職員均已了解到 Smart PASS 專案與 PED 系統的關係，透過2百餘份的問卷回饋分析，7成以上的參與者有意願使用 PED 系統觀察學生的學習成效，約450位校內專兼任教師開始留下 PED 系統使用紀錄。後續亦有賴師長的支持與計畫團隊全力推動，以深化，擴大研究成果。

結論與檢討

本研究秉持淡江大學智慧3i 理念，運用數位學習平台中，每位同學在每門課程中所留下的每週數位學習足跡以及校務資料，運用雲端服務技術、系統建構理論以及資料視覺化工具，建構學習分析儀表板，提供授課教師以便 利的視覺化工具，一覽各類修課同學族群之課程活動參與度及成績表現，從而及時採取適性化學習輔導策略，協助同學突破學習上的瓶頸。本研究所建置之系統已自110學年度起開放淡江大學校內教師使用。

後續推廣的方向將著重期中觀察指標的訂定，若要足以形成預警的資料量，建議在第6、7週累積4次以上的配分 學習活動數據。以一門約30人選修，於第5週安排4次以上作業、測驗、討論、問卷4類配分學習活動達4次之課程 為例，透過系統儀表板散佈圖呈現觀察整體學生表現，較易有效區分紅、橘與綠區等3群學生，如圖8所示。後續 推動可透過各種管道，鎖定並鼓勵接近此門檻的老師們(如設置3次教學活動之課程)及早設置配分教學活動，以有 效掌握學生學習樣態。



圖8 已配分4次以上教學活動課程- 以資工系課程為例

將數位學習平台上於學期安排配分的教學活動數，作為課程教學活動之重點觀察指標，搭配學習平台課程報 表，便可讓授課教師及早掌握整體與個別學生的學習狀態；研究團隊亦致力建構學習分析系統的多重觀察與各種 輔導管道，包含學生自身、導師、系所單位等多重輔導機制與對應警示區之自動化提醒機制，可促進本文所提倡 之學習分析系統更為廣泛的應用。

參考文獻

- [1] Aguilar, S. J., Karabenick, S. A., Teasley, S. D., & Baek, C. (2021). Associations between learning analytics dashboard exposure and motivation and self-regulated learning. *Computers & Education*, 162, 104085.
- [2] Ahn, J., Campos, F., Hays, M., & DiGiacomo, D. (2019). Designing in Context: Reaching beyond Usability in Learning Analytics Dashboard Design. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 70-85.
- [3] Aljohani, N. R., Daud, A., Abbasi, R. A., Alowibdi, J. S., Basher, M., & Aslam, M. A. (2019). An integrated framework for course adapted student learning analytics dashboard. *Computers in Human Behavior*, 92, 679-690.
- [4] De Laet, T., Millecamp, M., Ortiz-Rojas, M., Jimenez, A., Maya, R., & Verbert, K. (2020). Adoption and impact of a learning analytics dashboard supporting the advisor—Student dialogue in a higher education institute in Latin America. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1002-1018.
- [5] Ginda, M., Richey, M. C., Cousino, M., & Börner, K. (2019). Visualizing learner engagement, performance, and trajectories to evaluate and optimize online course design. *PloS one*, 14(5), e0215964.
- [6] Gray, G., Schalk, A. E., Cooke, G., Murnion, P., Rooney, P., & O'Rourke, K. C. (2022). Stakeholders' insights on learning analytics: Perspectives of students and staff. *Computers & Education*, 187, 104550.
- [7] Klein, C., Lester, J., Nguyen, T., Justen, A., Rangwala, H., & Johri, A. (2019). Student sensemaking of learning analytics dashboard interventions in higher education. *Journal of Educational Technology Systems*, 48(1), 130-154.
- [8] Lu, C., & Cutumisu, M. (2022). Online engagement and performance on formative assessments mediate the relationship between attendance and course performance. *International journal of educational technology in higher education*, 19(1), 1-23.
- [9] Majumdar, R., Akçapınar, A., Akçapınar, G., Ogata, H., & Flanagan, B. (2019). LAView: Learning analytics dashboard towards evidence-based education. In *Companion Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. Society for Learning Analytics Research (SoLAR).
- [10] Rets, I., Herodotou, C., Bayer, V., Hlosta, M., & Rienties, B. (2021). Exploring critical factors of the perceived usefulness of a learning analytics dashboard for distance university students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1-23.
- [11] Sedrakyan, G., Malmberg, J., Verbert, K., Järvelä, S., & Kirschner, P. A. (2020). Linking learning behavior analytics and learning science concepts: Designing a learning analytics dashboard for feedback to support learning regulation. *Computers in Human Behavior*, 107, 105512.
- [12] Susnjak, T., Ramaswami, G. S., & Mathrani, A. (2022). Learning analytics dashboard: a tool for providing actionable insights to learners. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1-23.
- [13] Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning analytics dashboard applications. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1500-1509.

以 Flowgorithm 提升 Python 初學者撰寫條件式邏輯程式能力之研究

林宏仁
資訊管理系
國立臺北商業大學
tomlin@ntub.edu.tw

張隆君
資訊管理系
國立臺北商業大學
angus77@ntub.edu.tw

謝佳瑋
資訊管理系
國立臺北商業大學
11065001@ntub.edu.tw

林欣儀
資訊管理系
國立臺北商業大學
11136004@ntub.edu.tw

摘要

本研究將流程圖工具運用於五專一年級Python 程式設計的階段課程中，檢驗一個為期三週搭配 Flowgorithm 的程式課程能否提升學生撰寫條件式邏輯程式的能力，也探討學生對於流程圖工具運用於程式教學的看法。本研究採用混合研究模式，量化結果顯示學生在接受訓練課程後顯著提升了撰寫條件式邏輯程式的成績，並且不論學生的前測成績及格與否，原本不同能力的學生都能在後測表現出顯著的成績提升。在質性部分，本研究認為Flowgorithm 促進低成就學生的學習行為與成就感，並且認為Flowgorithm 是好工具但較適合用在學生不能直接解決問題的情境，最後，Flowgorithm 有助於學生動手實作的學習，而實作可以深化程式設計的學習成果。

關鍵詞：Flowgorithm，流程圖，Python 程式，混合研究

I. 研究動機、目的與假設

本研究作者是某技職學校的Python 程式設計教師，主要的授課對象是五專一年級新生。作者近年來體認剛銜

接五專教育的國中畢業生在程式課程中表現的學習興趣、學習能力及學習準備度等差異越來越明顯，例如在課堂中經常可見部分學生能夠很快理解並寫完程式，但同一

時間也尚有學生的程式仍很凌亂，甚至不知道從何著手。在過去，本研究者曾以流程圖尺作為協助學生架構解題思維的認知工具(cognitive tools)，在程式設計輔導課程中教導少數學習落後的學生以紙筆先畫下解題步驟，再進行程式撰寫。研究者在該課程中發現採取「先畫圖再寫程式」的方式能讓接受輔導的學生動手撰寫程式，比較不會因為不知如何著手而停止學習行為。目前已有許多種支援繪製流程圖的軟體在市面流通，在本研究中，研究者採用Flowgorithm 軟體，在一個學期的Python 課程內安排一段為期三週的教學實驗，由教師在課程中示範及說明程式碼時搭配使用軟體繪製流程圖輔助授課，並以此進行條件式結構程式撰寫的教學。研究者以此教學實驗檢驗學生撰寫Python 程式解決條件判斷程式的能力是否獲得提升，也探討學生在此種教學方法中體驗的學習感受。綜此，本研究探討以下兩個問題：

一、應用Flowgorithm 於Python 的條件式結構教學是否能提升學生撰寫條件式程式邏輯的能力？

二、學生對於 Flowgorithm 及搭配其進行的教學課程有何想法及感受？

本研究所探討的「撰寫條件式程式邏輯的能力」，係指學生完成單一條件的 if 邏輯、兩層條件的巢狀式 if 邏輯，以及由多項條件組合的巢狀式邏輯等三種 Python 實作問題測試之成績。

II. 文獻探討

程式設計的應用在現今社會愈來愈普及，如何用更有效的方法實施程式設計教育也倍受重視。程式設計教學通常會要求學生熟悉程式指令語法、能運用各種資料型態並設計解題邏輯設計，還要能實作程式碼及除錯等，對於初學者有不小的挑戰。Sweller and Chandler(D. Jonassen, 2003; Sweller & Chandler, 1994)從認知負荷(cognition load)的角度探討學習行為，認為人們在處理新資訊時受到有限的短期記憶限制，並且認為採用降低外在認知負荷(extraneous cognitive load)的方式可以促進

學習。在討論認知能力限制下的因應對策中，Jonassen(D. H. Jonassen, 1995)提出以電腦應用程式為基礎的多種認知工具，以科技協助學習的方式將資料庫、

試算表、專家系統、多媒體等電腦應用程式作為認知工具，擴展學習者的思維並協助學習者進行多方面的批判性思考及推理。研究認為，使用電腦科技能幫助教師以更少負擔，並且更有效率的完成學生多樣化的學習需求(Palahicky, 2015; Stanford, Crowe, & Flice, 2010)。

過去也陸續有將流程圖作為認知工具的研究，學者認為流程圖可以幫助學生將心力放在如何分析問題及設計解決方法，並且由於學生不必同時考慮程式語法細節，因此他們更可以獲得學習進展(Al-Imamy, 2017; Hshyar, Ahmad, Shamshirband, Yousefi, & Horng, 2015; Threekunprapa & Yasri, 2020)。在流程圖用於教學實驗的研究中，(Cortina, 2007)以一門非資訊科系的計算機原理課程進行研究，將課程從原本使用程式碼講解教材內容改成使用流程圖講解，發現選修課程的人數增加、中途退出的人數減少，並且修課學生的學習成績也提高。而

(Al-Imamy, 2017)則在商業學院約百位學生的 Java 程式課程研究中，比較先用流程圖再寫程式的方式與直接寫程式的方式之差異，結果發現先進行流程圖教學的學習成果明顯優於沒有加入流程圖教學的學生。另外，電腦化的流程圖工具已經陸續發展出遠遠超出傳統流程圖尺規的功能，甚至目前的軟體可以自動執行流程圖步驟，或是自動將流程圖轉成可執行的程式。(Charntaweekhun & Wangsiripitak, 2006)在結構化程式設計課程中使用可自動轉成 C 語言的流程圖工具，認為它是教導程式設計的良好工具並且適合於程式初學者的學習；而(Gajewski, 2018)則是研究可以轉換多種程式語言的流程圖工具，在教學中者使用它完成多項演算法的設計並確認其有用性。同一研究也指出流程圖容易使用、可以執行、可轉換程式碼的特性適合學習者在沒有他人協助的情況下作為學習程式設計的輔助工具。

除了認知工具的使用外，培養學生的運算思維能力也是程式設計課程訓練的重要方向。運算思維是以電腦科學的基本概念進行問題解決及系統設計的思維模式，它強調將問題表達成電腦可以處理的模式並且能有效率的完成工作(Wing, 2006)。運算思維的課程主題眾多，包括如何拆解問題、設計演算法及控制流程、有效率的執行及除錯等項目均屬於其範疇，另外，學習迭代(iteration)及條件式邏輯(conditional logic)也包括在運算思維的課程之中(Grover & Pea, 2013)。多個研究學習程式設計教學的文獻都提出，條件式邏輯是學生在學習程式設計時的一項困難點(Cheah, 2020; Derus & Ali, 2012; Piteira & Costa, 2013)，為了讓學生有能力設計解決問題的流程，能正確的撰寫條件式邏輯結構指令是學習程式設計必須學會的重要項目。

在本篇論文中，研究者同樣以流程圖作為程式設計教學的輔助工具，但本研究的參與學生是年齡比較低的五專一年級學生，且他們都是程式初學者，這是與過去研究文獻的實驗對象特質有些不同；另外，本研究的課程主題是 Python 條件式邏輯的程式撰寫，這個部分與過去文獻學習主題的設定也聚焦於不同的範圍。

III. 研究方法

A. 研究參與者

本研究參與學生是北部某學校五專部資訊管理科一年級 Python 程式設計課程的所有學生，共有 51 人，其中男生 28 人，女生 23 人。參與學生都在入學後才開始學習 Python 程式設計，他們在入學前沒有相關的程式學習經驗。

B. 研究工具

本研究採用混合研究模式，使用的工具包括 Flowgorithm 流程圖軟體、JupyterLab 程式開發工具、Python 實作測驗卷、課堂觀察記錄及學習問卷。其中，Flowgorithm 是由加州州立大學開發並免費公開使用的軟

體，它以圖形介面讓使用者將解題構思繪製成符號表示的流程，如圖 1 所示，其展示一個簡單的條件式邏輯，當變數內容判定超過某個值後即顯示「通過」，否則顯示「不通過」。另外，JupyterLab 是由非營利組織開發的開源軟體，參與學生使用它編寫、翻譯、除錯及執行 Python 程式，而教師也以此軟體整合練習題目與測試資料，再由同學進程式編寫，其介面如圖 2 所示。

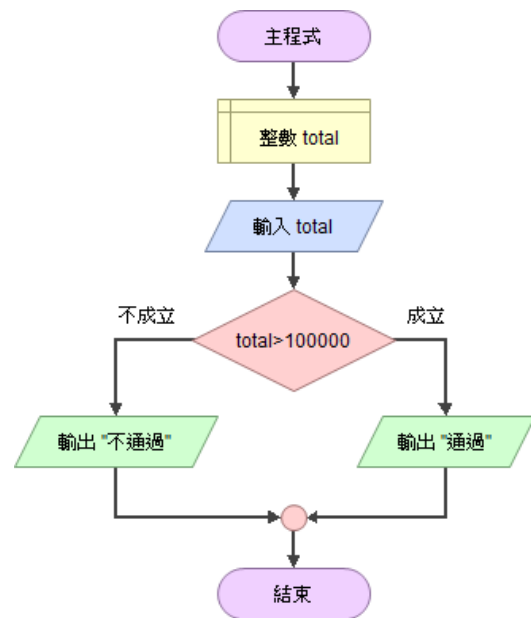


圖 1. Flowgorithm 使用範例

本研究使用的 Python 實作測驗卷由研究教師自行設計考題，並與其他研究者共同確認測驗卷的題目可以評估學生撰寫條件式邏輯程式的能力。測驗卷題目共有 3 題，分為簡單題、中等題及困難題，分別測驗學生的單一條件的 if 邏輯、兩層條件的巢狀式 if 邏輯，以及由多項條件組合的巢狀式邏輯。研究的前測、後測難度相當但題目不同，最後，教師在 Flowgorithm 教學期間進行課堂觀察及記錄，在課程結束後再以研究者自行設計的開放式問卷蒐集學生對於實驗教學方式的看法。

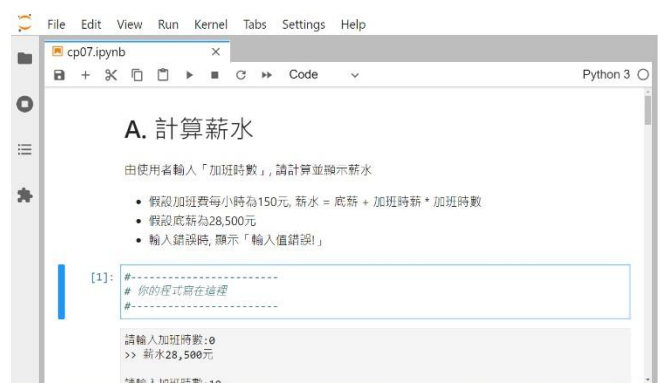


圖 2. JupyterLab 介面範例

C. 教材設計

本研究的 Python 課程教材由研究者自行編寫，內容包括整數(int)、浮點數(float)、字串(str)、布林(bool)、元組(tuple)及清單(list)等資料的設定及計算，也包括部分函式呼叫。教材中關於條件式結構指令撰寫的指引中，內容有單獨的 if 指式、存在兩條分支的 if...else 指令及多項條件組合在一起的巢狀式 if 指令語法及範例。

D. 運用 Flowgorithm 的課程實施設計

本研究的流程圖課程實施期間為 3 個星期，每星期進行 2 次，每次以 1 小時進行 Python 條件式邏輯教學，期間以面對面方式在電腦教室上機實作學習。教師在課程中以「課程說明」、「示範及模仿」及「獨立練習」等三個階段循環授課。在 1 小時的實施時間中，「課程說明」大約共佔 10 分鐘，「示範及模仿」約 30 分鐘，「獨立練習」約 20 分鐘。教師在「課程說明」階段解說當日單元主題，引導學生進入應用情境。接著在「示範及模仿」階段，教師以廣播教學設備將自己的程式編寫過程傳送給所有學生。在示範時，教師使用 Flowgorithm 繪製流程圖並講解解題思維，並且教學生如何將流程圖的符號以一對一的轉換的方式撰寫成 Python 程式碼。教師在示範的過程中設置中斷點，讓學生模仿教師剛才示範的程式，並且完成和教師示範相同的程式碼。學生在模仿時，教師以教室觀察中斷點是否安排妥當，避免學生因為模仿的指令太多而跟不上，或是中斷點太過頻繁而導致學習的步調太緩慢。在「獨立練習」階段由學生獨立撰寫教師事先預備的練習題目，如果有問題則由教師或同儕給予協助，確定學生有能力撰寫類似功能的程式。教師將流程圖一對一轉成 Python 程式碼的範例如圖 3 所示。

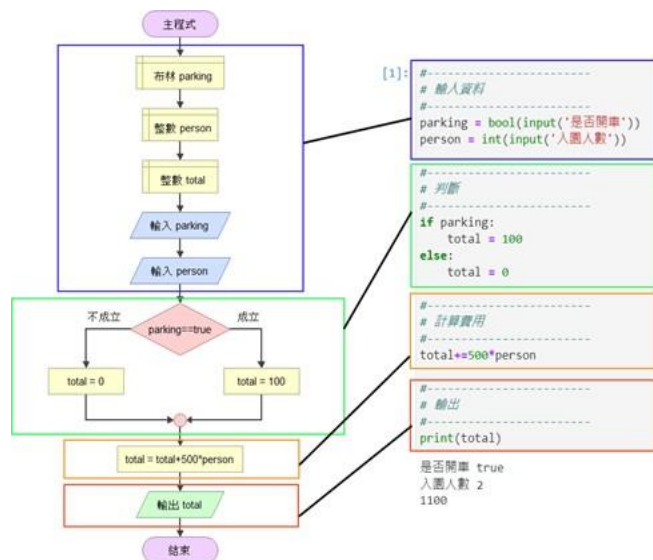


圖 3. 流程圖轉成程式碼的範例

E. 研究程序

研究參與學生在入學後先進行每週 4 小時的 Python 課程，共以 8 週的時間學習基本資料型態、計算、函式及條件式邏輯的撰寫。研究者在第 9 週時對學生進程式能力的前測（期中考），考試內容為 3 題條件式邏輯的實作問題；之後，教師再以 Flowgorithm 進行 3 週、每週兩次各 1 小時的條件式程式實作教學。教師在完成 3 週課程後再對相同學生進行一次後測，測試題目也是 3 題條件式邏輯的實作問題。後測與前測考題不同但兩者難度相當，考試時間也都是 80 分鐘。考試完成後由教師在現場測試學生的程式並進行評分，其中執行結果完全正確者該題得 90 分、執行結果部分正確得 70 分、編譯或

執行錯誤得 50 分、沒有作答或答非所問得 0 分，教師再依程式撰寫品質給予最多 10 分的加、減分調整。研究者以學生兩次測驗成績進行成對樣本平均成績 t 檢定，以瞭解融入流程圖輔助的教學模式是否能提升學生撰寫條件式程式的實作能力。研究者在教學實施期間進行課堂觀察記錄，完成後亦以學習問卷詢問學生的意見，再以質性資料處理及分析方法進行資料的解讀、概念化、比對、歸類及重組等研究程序，最後得到學生對於流程圖輔助模式教學有何觀感的論點。綜此，本研究的教學與研究之實施流程如圖 4 所示：

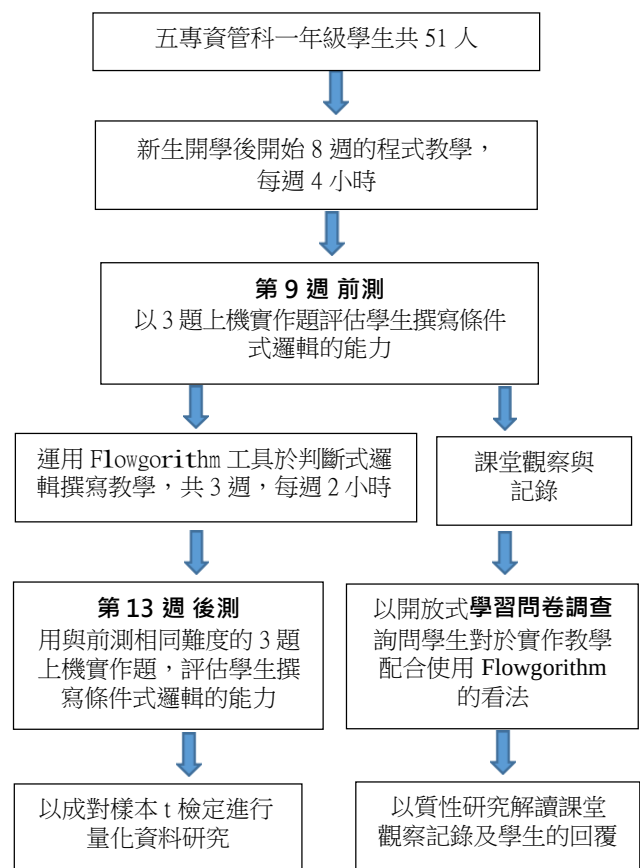


圖 4. 本研究的教學與研究實施流程

IV. 研究結果

A. 以 Flowgorithm 配合程式課堂教學能提升學生撰寫條件式結構程式的能力

研究者以全班51位同學的前測與後測兩次成績進行成對樣本 t 檢定，得到顯著性 p 值= $0.003 < 0.05$ ，表示受測學生的實作成績在融入 Flowgorithm 教學後有顯著的不同。進一步分析顯示，學生的後測平均成績 82.06 分 ($n=51$, $M=82.06$, $SD=15.45$) 比前測平均成績 74.33 分有明顯的提升 ($n=51$, $M=74.43$, $SD=19.83$)。整體而言，研究結果支持融入 Flowgorithm 的教學能提升學生撰寫條件式結構程式的能力。本實驗全班學生的前測與後測平均分數如圖 5 所示。

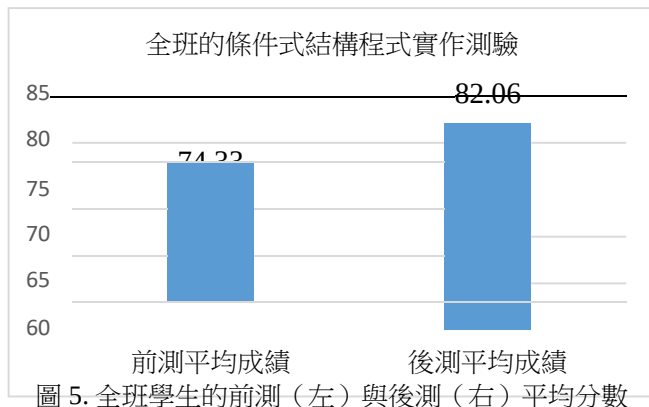


圖 5. 全班學生的前測（左）與後測（右）平均分數

B. 以 Flowgorithm 配合程式課堂教學能提升低成就學生撰寫條件式結構程式的能力

在實施融入 Flowgorithm 流程圖工具教學前，全班共有 10 位學生的前測成績不及格 ($n=10$, $M=41.5$, $SD=8.38$)，在實施流程圖教學後，此 10 位學生的成績明顯提高 ($n=10$, $M=64.5$, $SD=16.5$)，原本不及格的 10 人僅剩 3 人的後測成績仍不及格。計算此 10 名學生成對樣本 t 檢定之顯著性，得到 p 值= $0.002 < 0.05$ ，顯示他們的實作能力有顯著提升，而學生的前後測平均分數如圖 6 所示。

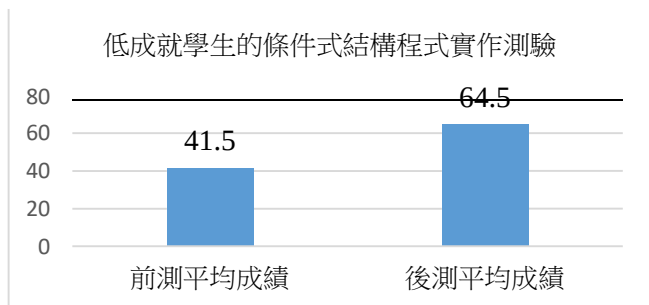


圖 6. 低成就學生的前測（左）與後測（右）平均分數

C. 以 Flowgorithm 配合程式課堂教學能提升高成就學生撰寫條件式結構程式的能力

在實施融入流程圖教學前，全班共有 41 人的前測成績及格 ($n=41$, $M=82.46$, $SD=11.96$)，實施流程圖教學後，此 41 名學生的成績較前次更為提高 ($n=41$, $M=86.34$, $SD=11.71$)，其中僅 1 人的後測成績由及格變成不及格。再以 t 檢定計算 p 值= $0.015 < 0.05$ ，顯示流程圖工具對於提升高學習成就學生的成績也達到顯著效果，而學生的前後測平均分數如圖 7 所示。

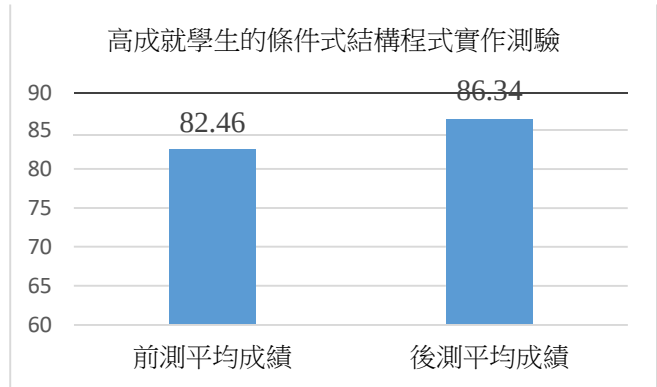


圖 7. 高成就學生的前測（左）與後測（右）平均分數

D. Flowgorithm 促進低成就學生的學習行為與成就感

程式設計課程對於落後學生的學習補強經常是在補救教學重頭再講一次原來的課程內容，研究者以往在補助教學中以程式指令講解程式邏輯，過程中不容易與接受輔導的學生產生學習互動。但是在 Flowgorithm 課程實施期間，研究者以教室觀察發現低成就學生在課堂中出現更多的學習行為，也比較知道自己的撰寫程式時遇到什麼問題，能較準確的敘述問題或與他人討論，不會像以前一樣難以和其他同學互動：「老師，我有問同學，也聽懂了」。用 Flowgorithm 需要在解題前畫流程圖，教師在課堂上發現低成就學生能有耐心的先畫圖，即使先完成流程圖也會得到學習成就感：「老師，我有完成，好好玩，開心」。

E. Flowgorithm 雖是良好的認知工具，但較適合用在不能直接解決問題的情境

流程圖讓教師解釋條件分支的說明更具體，讓原本不容易解決的問題也能夠在課堂有更多的互動，學生也較能組織複雜的解題流程，並且有系統的逐步撰寫程式以解決問題。學生認為在程式課程中加入流程圖對於撰寫程式有困難的同學提供了幫助，例如：「對初學者來說非常的重要」、「難一點的題目先畫流程圖蠻好用的」、「流程圖有助於寫出程式」、「對於那些能力沒有那麼強的人來說，流程圖是一個好工具」。當學生有能力在腦中構思解題流程也已經熟練於撰寫程式時，他們會認為事先繪製流程圖的程序只會增加時間的花費，如：「對於我來說，其實有點沒有用處，在平常不靠流程圖時就

有能力可以寫出 code」、「我覺得流程圖反而會讓我寫程式的速度變慢」。

F. 使用 Flowgorithm 協助程式的實作練習，而實作可以提升程式設計學習成果

教師在課程中教學生用「先繪圖、再寫程式」的方法引導學生動手操作流程圖工具畫出流程圖，並作為藍本實際撰寫程式解決問題。學生對於需要動手實作的學習有正面的評價，認為實作能深化自己的學習，也能促進學習的反思，例如學生的意見：「流程圖讓我能完成比較難的練習」、「練習可以知道有沒有真的學到」、「實作是最好的練習方式，不做一次不會知道學習的東西要用在哪裡」、「有在課堂中練習才知道自己是否理解老師在上課時教的課程，且就算題型變化也能夠答出來」。學生認為練習是自己為課程所下的功夫，一分耕耘才有一分收穫，如學生的意見：「如果上課不練習，段考考不好也不能怪人」。

參考文獻

- [1] Al-Imamy, S. (2017). Computer Programming Course for Non-MIS Business Students: Curriculum, Perception and Enrichment. *IOSR Journal of Business and Management*, 19, 87-95. doi:10.9790/487X-1903018795
- [2] Chantaweeekhun, K., & Wangsiripitak, S. (2006, 18-20 Oct. 2006). *Visual Programming using Flowchart*. Paper presented at the 2006 International Symposium on Communications and Information Technologies.
- [3] Cheah, C. S. (2020). Factors contributing to the difficulties in teaching and learning of computer programming: A literature review. *Contemporary Educational Technology*, 12(2), ep272.
- [4] Cortina, T. J. (2007). An introduction to computer science for non-majors using principles of computation. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(1), 218-222.
- [5] Derus, S., & Ali, A. M. (2012). *Difficulties in learning programming: Views of students*. Paper presented at the 1st International Conference on Current Issues in Education (ICCIE 2012).
- [6] Gajewski, R. R. (2018). Algorithms, Programming, Flowcharts and Flowgorithm. *E-Learning and Smart Learning Environment for the Preparation of New Generation Specialists*, 393-408.
- [7] Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K-12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1), 38-43.
- [8] Hshyar, D., Ahmad, R. B., Shamshirband, S., Yousefi, M., & Horng, S. J. (2015). A flowchart-based programming environment for improving problem solving skills of Cs minors in computer programming. *Asia Life Sciences*, 24(2), 629-646.
- [9] Jonassen, D. (2003). Using cognitive tools to represent problems. *Journal of research on Technology in Education*, 35(3), 362-381.
- [10] Jonassen, D. H. (1995). Computers as cognitive tools: Learning with technology, not from technology. *Journal of Computing in Higher Education*, 6(2), 40-73.
- [11] Palahicky, S. (2015). Utilizing learning management system (LMS) tools to achieve differentiated instruction. In *Models for improving and optimizing online and blended learning in higher education* (pp. 12-33): IGI Global.
- [12] Piteira, M., & Costa, C. (2013). *Learning computer programming: study of difficulties in learning programming*. Paper presented at the Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication.
- [13] Stanford, P., Crowe, M. W., & Flice, H. (2010). Differentiating with technology. *TEACHING exceptional children plus*, 6(4), n4.
- [14] Sweller, J., & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, 12(3), 185-233.
- [15] Threekunprapa, A., & Yasri, P. (2020). Unplugged Coding Using Flowblocks for Promoting Computational Thinking and Programming among Secondary School Students. *International Journal of Instruction*, 13, 207-222. doi:10.29333/iji.2020.13314a
- [16] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

淡江大學教學支持體系設計之數位教學應用研究

1st 徐毓旋 遠距教學發展中心 淡江大學 yuhsuan@learning.tku.edu.tw
2nd 石貴平資 訊工程學系淡江大學 kpshih@mail.tku.edu.tw
3rd 郭經華資 訊工程學系淡江大學 chkuo@mail.tku.edu.tw

摘要

因應教與學的變化，強化本校網路校園發展，透過本校相關資源及資訊化優勢，在既有的資訊科技優勢基礎上，持續推動網路校園，本研究為探究本校教師對於教學支持體系之數位教學應用之需求，藉由問卷調查分析，探究本校教師需求項目，以持續提出永續發展之策略，作為本校網路校園輔導及配套措施的參考。期望透過研究成果持續因應數位教育趨勢，能持續有效規劃與協同推動本校數位教學之應用範疇。

關鍵詞：數位教學，教學支持體系，網路校園

I. 計畫背景

由於新一代科技新媒體發展快速，人們的生活型態、學習型態也持續轉變，無論是教學或是學習領域都逐漸產生新的需求，除透過教育部相關計畫之推動並持續精進本校數位學習業務，讓本校第四校園-網路校園的課程及教學更為多元，朝向設計發展教學支持體系。本研究目的主要為因應教育部鼓勵教師投入教學研究，藉由問卷調查分析、訪談、相關文獻及資料，進行探討，瞭解教師對於教學支援體系設計針對數位教學應用項目，評估教師的需求程度，以持續提出推動發展本校數位教學應用之策略，並提供需求評估結果與建議，以作為日後進行規畫建置教師教學支持體系之參考依據。

II. 研究動機及目的

A. 研究動機

為因應教與學的變化，強化本校網路校園發展，且持續配合教育部「高等教育深耕計畫」第一部分推動主軸為：『全面提升大學品質及促進高教多元發展』，目標之一為『提升高等教育品質，促進學生有效學習，發展學校特色』，本校由「落實教學創新及提升教學品質」及「發展學校特色」面向切入，發揮數位科技社會的特性。為此，將立基於本校已建置的智慧3i平台、透過建立數據與服務機制，設計本校的教學研究支持體系，帶動本校教師更多將教學能量化為研究，以提升本校教學專業發展能力，持續投入教學的熱情；並可藉由本校數位學習平台瞭解學生課程參與度，運用 iSignal 學習先期預警機制掌握、督促、追蹤學生學習進度，藉由學習平台歷程資料蒐集，讓數據驅動教學精進之決定。

B. 研究目的

本研究為探究本校教師對於教學支持體系之數位教學應用之需求，作為本校網路校園擬定配套措施的參考，在研究發展的歷程中，衍生未來可進一步探究的素材，帶動後續相關研究的風氣。

本研究將研擬「淡江大學教學支持體系之數位教學應用」調查問卷，並透過小團體訪談，蒐集相關質化意見，透過問卷反應結果，除了可呈現該本校教師意見外，更能有效瞭解本校教師需求。最後統整所有的質化資料後，完成分析，提供該課程下一年度網路校園發展規劃修正之參考依據。

III. 文獻探討

A. 教學支持

面對時代潮流與轉變，如何讓學習者真正獲得有效學習是教學者必須考量的。因此大學教師不僅自身需要不斷的成長與精進，學校單位更是要成為教師們的教學及研究上的支持，關於學校教學支援單位參與教師教學的層次，Callison(1987，引自李世忠，2001)認為教學支援單位的主要功能在服務教師，他提出其參與教師教學的三個層次，如表 I 整理：

表 I

教學支援單位的參與教學的三個層次

層次		工作內涵
一	被動層次	當教師提出需求時才予以協助。
二	主動層次	主動蒐集教學需求與評鑑各項資料，整體的分析、規劃和評鑑，提供大學教學所需服務。
三	互動層次	積極參與學校教育、教學與課程發展的改革。

目前在教育部整體透過高等教育深耕計畫的引導下，各大專校院，為提升大學教學品質，均設有相關支援單位，協助提供相關服務，如：教師的教育訓練、教材製作、各類獎補助、教學設備與環境等，但上述的服務內容，多分屬不同校院的單位服務，如圖書館、教務處及資訊處等，若有教學支持系統作全面性的規劃，將有助於資源整合、協助教師改善教學品質，進而提升教

學績效。此外，隨著科技蓬勃發展，數位教學已廣泛應用於各個場域中，如何提升教師的數位教學效能，也是一大議題。何謂數位教學效能？Kao&Chien(2017)說明數位教學效能意指教師運用資訊科技與網際網路使用素養和應用能力，開啟數位資訊處理能力以獲取多元且優質教學資源；並透過虛擬教育社群互動模式，增進數位教學應用實務品質以提升學生的學習成效。由此可知，數位應用有助於提升教師的教學。此外，根據李盈蓁、岳修平、徐式寬(2004)研究指出教師在尋求相關教學專業發展的資訊來源，最常用的是紙本資料，其次是網路資源、面對面研習活動或是人際溝通，若欲傳遞各類教學專業發展資訊，可有效設計並利用相關管道加以傳播，以利教師有效取得所需資訊。

綜合上述，若以教師需求為主，考量其整體教學歷程，包含教學的前中後，以及可能產出的研究議題，學校若能主動積極並有系統的支援協助教師，透過體系的方式進行，並增加數位應用的層次，將更有助於其教學能量的提升。

B. 淡江大學教學支持體系推動歷程

淡江大學(2020)的三化教育理念，國際化、資訊化、及未來化，其最終目的在於達成學術研究，改進教學及增進社會福利。因此，結合本校資訊策略：(1)持續擁有安全可靠快速的資訊環境；(2)整合校園資訊力及其運用；(3)持續創新應用；(4)校園資訊應用無所不在；(5)終身服務。本校資訊處於108學年度提出亮點計畫，其中亮點計畫十五，即為「實務驅動—建立教學實踐研究計畫支持體系」，啟動相關推動機制與研習，以期於每年申請教育部教學實踐研究計畫申請案，運用智慧3i平台、數據與服務機制的申請計畫，隨後，自108學年度起即成立相關數位教學教師社群，邀請校內外教師，經驗分享；辦理工作坊，邀請專業講者，包含圖書館編審及審查委員等，分享交流，供教師參與。相關場次內容如表 II 所示：

表 II
研習場次

類別	場次	名稱
教師社群	1	108(1)12月3日數位教學精進社群-教育類文獻查找大搜尋_數位教學篇
工作坊	1	108(1)10月21日實務驅動數位培力工作坊(一)數位教學應用-教學實踐之經驗分享
	2	108(1)10月24日實務驅動數位培力工作坊(二)數位教學應用-教學實踐研究之案例分享與研討
	3	108(1)11月3日實務驅動數位培力工作坊(三)計畫撰寫大揭密
研習會	1	108(2)5月26日掌握教研趨勢選擇投稿期刊

2	109(1)11月5日數位平台支持教學實踐研究:應用 iClass 提升學習成效
3	109(1)11月12日數位教學支持教學實踐研究:從審查角度談起

資料來源：本研究整理。

為持續發展便捷的校園網路、便利的行動服務及別具特色的教學支援平台，109學年度資訊處則正式啟動「數位專型 DX333專案」，邀請本校三個學院，每院至少三個系所，每系至少三個必修課，共同推動淡江智慧3i和3D，鼓勵教師投入此專案計畫，帶領教師於 iClass 學習平台，布建相關學習活動，點名、作業及小考等項目，透過 iClass 學習平台的深度應用，蒐集教學與學習數據，導出 iClass 學習資料，製作 PE 圖(Performance&Engagement Diagram)，觀察學生之學習表現。109學年度第1學期，共計有66位教師，75門課程參與。

綜合上述推動歷程，無論是鼓勵參與教學實踐研究計畫的支持體系計畫，或是推動校內教學數位轉型計畫，均需要制度化的配套措施，瞭解各院系之實施狀況，並結合教師的發展，也從這些方案中逐步瞭解教師的教學需求，持續設計與調整教學研究支持體系的推動方案與作法。

IV. 研究設計與實施

A. 研究流程

本研究根據前述之研究動機、研究目的、以及相關文獻探討，應用意見調查問卷，實施後分析其結果。本研究採取問卷調查法、訪談法，研究工具為採用本研究編製的「淡江大學教學支持體系之數位教學應用研究需求調查問卷」。以本校專任教師為研究對象，於期末實施，以規劃設計本校教學支持體系之策略。本研究以問卷調查法進行教師對於教學支援系統的需求進行調查，能夠瞭解教師對於教學支援系統功能的需求程度。

B. 進行步驟與執行進度

本研究將依109學年度調查問卷作業之實施，調查本校教師需求程度及差異，透過調查問卷以取得分析資料。
(一) 研究對象：本研究以本校教師為研究對象。本研究對象為淡江大學之專任教師，包含文學院、理學院、工學院、商管學院、外語學院、國際學院、教育學院、全發院、體育室、通核中心。

(二) 研究時程：本研究執行時間為2020年8月至2020年7月，研究時程為期一年。

(三) 研究工具

1.問卷：本研究採問卷調查法進行資料收集，進而驗證研究架構。本研究使用研究工具為研習意見調查問卷及需求調查問卷二類，研習意見調查問卷採用其中的開

放性問題，需求調查問卷採用 Likert Scale 6點量表作為問卷詢問。

2.訪談大綱：本研究採訪談法進行資料收集，進而驗證研究架構。針對本校 iClass 學習平台連結系統意見，進行資料蒐集，本研究之訪談問題係由研究者設計訪談綱要，受訪者依問題詢問加以回答，受訪者除回答問題之外，亦可發表個人意見及建議，訪談時間以30分鐘為主，訪談結束後，研究者即將訪談內容加以整理。

大綱內容如下：

1. 深化：對於「個別課程」中，希望系統呈現哪些訊息？
2. 延續：希望系統提供哪些「先備能力」或「相關課程」的訊息？
3. 連結：希望系統提供哪些跨課程的訊息？例如：「一人多科」、「一班多科」？
4. 支持：關於建立教學實踐研究支援體系之建議。

V. 研究結果

本研究主要是因應教育部鼓勵教師投入教學研究，藉由問卷調查分析、訪談、相關文獻及資料，進行探討，瞭解教師對於教學支援體系設計針對數位教學應用項目，評估教師的需求程度，以持續提出推動發展本校數位教學應用之策略，並提供需求評估結果與建議，本執行成果報告即呈現第3年之研究成果，透過相關資料分析，作為日後進行規畫建置教師教學支持體系之參考依據。

一、第一階段透過辦理研習活動，發放研習意見調查問卷，相關研習列表及填答教師人數，如表 III：

表 III

108學年至109學年第1學期 遠距中心研習意見調查問卷資訊

類別	序號	名稱	填答教師人數
社群	1	108(1)12月3日數位教學精進社群-教育類文獻查找大搜尋_數位教學篇	20
工作坊	2	108(1)10月21日實務驅動數位培力工作坊(一)數位教學應用-教學實踐之經驗分享	11
	3	108(1)10月24日實務驅動數位培力工作坊(二)數位教學應用-教學實踐研究之案例分享與研討	31
	4	108(1)10月31日實務驅動數位培力工作坊(三)計畫撰寫大揭密	24
研習會	5	108(2)5月26日掌握教研趨勢選擇投稿期刊	15
	6	109(1)11月5日數位平台支持教學實踐研究:應用 iClass 提升學習成	25

	效	
7	109(1)11月12日數位教學支持教學實驗研究:從審查角度談起	37

資料來源：本研究整理。

並透過問卷之開放性問題，蒐集教師意見，各場次期待辦理活動主題之排序，如表 IV：

表 IV

教師希望遠距中心未來能辦理活動主題類別之排序

題目	選項	序號 1	序號 2	序號 3	序號 4	序號 5	序號 6	序號 7
		排序	排序	排序	排序	排序	排序	排序
我希望未來辦理教學研習活動的主題(可複選)	課程設計	1	2	1	1	2	2	1
	課堂互動工具	1	1	2	2	1	1	2
	教材製作工具	3	4	3	4	4	2	3
	課程錄製技巧	4	6	4	3	3	3	5
	數位平台介紹	2	3	5	4	4	4	4
	智慧財產權	5	5	5	5	5	5	6

資料來源：本研究整理。

二、第二階段透過數位轉型 DX333專案，邀請參與教師進行訪談。

109學年度資訊處啟動「數位轉型 DX333專案」，邀請本校三個學院，每院至少三個系所，每系至少三個必修課，共同推動淡江智慧3i和3D，鼓勵教師投入此專案計畫，已於109年12月15日進行訪談，依據訪談資料顯示，針對各項問題之結果，獲得的結果如下：

(一)深化：於「個別課程」中，希望數位平台系統能與其他系統串聯，並標示相關學生的個別訊息

(1)與學生請假系統連結：若個別課程的教學活動(如點名、隨堂測驗)能與學生請假系統連結，則教師查看特定某次教學活動學生參與狀況時，可觀看參考欄位呈現的學生請假狀態，以得知學生沒有參與的原因是公假、病假、事假，或者是未請假。

(2)在 iClass 學習平台中心設置如計分簿中的調分欄位：正式學期成績等於學期成績加調分。

(3)提供修課學生入學身分標示：例如：繁星推薦、特殊選才、個人申請、考試入學、APCS 等。

(二)延續：希望系統提供哪些「先備能力」或「相關課程」的訊息

(1) 希望提供先修課程成績：例：提供高等會計課程老師，學生中等會計成績。

(三)連結：希望系統提供哪些跨課程的訊息？例如：「一人多科」、「一班多科」

(1) 希望提供學生該學期同時修課資訊：例如，某些學生某幾週出現持續下降的狀態，想觀察學生同期修課的狀況。

(四)支持：關於建立教學實踐研究支援體系之建議。

(1)經費編列原則之參考網頁：申請計畫之經費編列的相關參考範例及寫法的網頁資訊。

(2)教學策略參考文獻：可提供非教育領域老師參考使用。

VI. 研究結論與建議

本研究藉由第一階段108學年度及109學年度第1學期研習調查問卷，了解若是屬於面對面研習類，教師們期待遠距中心辦理的主題類別需求結果，經過前述之分析，目前參與數位教學研習教師們的意見，問卷結果顯示，教師期待辦理的主題排序較高多為課程設計類及課程互動工具類，因此，未來安排數位教學研習類可安排相關主題內容。

第二階段則藉由訪談結果，了解相關在數位轉型的範疇下，建議學校如何提供智慧學教環境，持續深化數位學習，透過 iClass 學習平台的相關應用，要如何串接各類資訊系統，可因應不同學院的教師需求顯示相關訊息，促使教師善用平台，藉由友善使用介面，方便師生搜尋及應用校內外各項教與學資料，並結合基礎數據資料佈建，進一步輔導教師教學創新持續投入數位教學，支持讓本校教師數位應用規劃更完整。

建議需透過進一步需求問卷調查，了解全校教師需求，以逐步建置本校教學研究支持機制，蒐集與整合國內外各類型之數位教研資源，提升本校教師的教研能力。

參考文獻

- [1] Kao, C.P.,& Chien,H.-M(2017). Web-Searching to learn:The role of interest self-efficacy in pre-school educators'conceptions and approaches. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*,13(6),2039-2056.doi:10.12973/Eurasia.2017.01212a
- [2] 李世忠(2001)。大學教學支援中心-研究與發展。台北:五南
- [3] 李盈蓁、岳修平、徐式寬(2004)。大學教師專業發展之資訊尋求行為研究，*圖書資訊學刊*，2(2)，105-124。
- [4] 認識淡江(2020)。三化教育理念。有效存取時間：2021/02/10，取自 <https://www.tku.edu.tw/about/>

使用心智圖鷹架對學生企業倫理非同步遠距課程學習成效、自我效能與倫理意識之影響

涂峻誠

國立雲林科技大學企業管理系碩士班
aa692773@gmail.com

俞慧芸

國立雲林科技大學企業管理系
yuhy@yuntech.edu.tw

胡詠翔

國立雲林科技大學通識教育中心
hsiang@yuntech.edu.tw

摘要

老師在實體教導企業倫理課程時，會透過生活中的例子來引導學生，讓學生可以結合實際生活來套用企業倫理的知識內容。然而，傳統的非同步遠距課程只是讓同學一味的觀看影片，單向的學習知識，導致學生的學習成效不好，也沒有自信能夠了解相關知識、提升倫理的素養。而心智圖鷹架教學套用在非同步遠距課程中，正好可以解決這些問題，心智圖鷹架可以使學生能有系統並且順序地由淺入深去思考，觀察並將知識內化。本研究採用問卷調查法，以修習雲林科技大學管理學院大學部三年級企業倫理非同步遠距課程之學生為研究對象。實驗組為40名在非同步遠距課程中使用心智圖鷹架教學之學生，控制組則為27名在非同步遠距課程中使用傳統教學之學生，結果顯示實驗組的學習成效、自我效能與倫理意識皆高於控制組。根據學生的反饋，驗證了學生在企業倫理非同步遠距課程中，觀看心智圖、使用心智圖鷹架流程、親自動手製作心智圖並修改，對提高學生的學習成效、增加自信以及倫理素養非常有效。

關鍵詞：心智圖鷹架、非同步遠距課程、學習成效、自我效能、倫理意識

I. 緒論

在企業倫理的實體課程中，教師經常將企業倫理的知識與生活中的大小事物結合，以作為學生學習企業倫理知識的鷹架，來學習企業倫理的知識內容。然而，因為疫情關係轉變成非同步遠距課程[1] (Viner 等人., 2020)。學者[2]Ives (1994) 指出，非同步遠距課程的好處，包括立即應用所學、依需要學習、超越時空限制以及促進終身學習。不僅如此，非同步遠距課程也讓學生擁有高度的學習彈性[3](Marki 等人, 2000)。但傳統的非同步遠距課程中教師與學生之間難以溝通[4](Garrison & Shale, 1987)。學生要在非同步遠距課程中建立學習順序非常困難[5](Michalsky & Kramarski, 2008)，且教師對於課程熟悉，卻不一定了解設備。所以教師要提供鷹架也非常不容易[6](Zahwa 等人, 2020)，導致成績不理想[7](Day, 1984)。但有相當多的研究顯示，非同步遠距課程搭配心智圖鷹架則可以改變這個情形[8][9](Bystrova

& Larionova, 2015 ; Yuliyanto 等人, 2020)。根據[10]Goldberg(2004)所述，學生在應用心智圖鷹架學習的過程中，能同時使用左腦的歸納整理功能及右腦的長期記憶，大幅提升聯想的效率，使得思考與反應能夠更為迅速。學生也可以透過心智圖鷹架讓複雜的概念、知識簡化，變成好記憶的重點來學習。而這樣的教學模式也受學生喜歡，能讓概念更清楚並有助於理解[11](Goodnough & Long, 2002)。作為學習策略還能有效增強學習態度，使學習者更專心，提升學生學習興趣[12](Akinoglu & Yasar, 2007)，如[13]Seyihoglu 與 Kartal (2010)採半結構式訪談法，探討學生對企業倫理課程應用心智圖鷹架之看法，發現有助於長期記憶和學習成效提升。然而，此研究僅局限於實體，在非同步遠距課程的有效性仍然不清楚。[14]Boonsong 等人(2018)研究發現心智圖鷹架可以在非同步遠距課程中提升教師的倫理意識，但在學生企業倫理的課程中是否有效，還有待證實。因此本研究重點關注心智圖鷹架對學生在企業倫理非同步遠距課程中學習成效、自我效能與倫理意識之影響。研究問題如下：

- 在提高學生企業倫理非同步遠距課程學習成效方面，使用心智圖鷹架的非同步遠距教學是否比傳統的非同步遠距教學效果更好？
- 在提高學生企業倫理非同步遠距課程自我效能方面，使用心智圖鷹架的非同步遠距教學是否比傳統的非同步遠距教學效果更好？
- 在提高學生企業倫理非同步遠距課程倫理意識方面，使用心智圖鷹架的非同步遠距教學是否比傳統的非同步遠距教學效果更好？

在此研究中我們有以下貢獻。第一，我們運用了網路平台，並在平台上設計了心智圖鷹架流程，在學生原先單向觀看影片後接受線上測驗的流程，獲得心智圖提供的學習鷹架。這個鷹架包含學生先閱讀教師所提供的心智圖（含知識節點與內容），再利用心智圖框架增修自己的理解與相關聯的經驗知識後，觀看影片再練習線上習題，最後自行繪製心智圖。其目的是讓學生在非同步遠距課程也有一個完整的學習鷹架，並增加企業倫理知識的精熟程度。第二，驗證並且根據學生的考試成績以及問卷分析結果，得知實驗組與控制組學生間在學習成效、自我效能、倫理意識的差異情形。

II. 文獻探討

鷹架在教學上定義為：當個體停留在某一認知層次時，有能力者所提供的引導及關鍵指示，能使個體能超越原有的認知層次[15] (Wood, Bruner & Ross, 1976)。

鷹架原指在建築物外部用來幫助施工的支架，用以支持並穩固正在建構中的建築物。但當鷹架被用來比喻教學互動時，學生被視為正在建構中的建築物，教師或成人則視為搭建支持或引導學生發展的鷹架，其功能有六點，如吸引孩子參與、降低難度、引導正確方向、修正誤差、面對挫折能力、模仿能力等等[15][16] (Wood, Bruner & Ross, 1976; Westby & Costlow, 1991)。

心智圖鷹架教學之應用非常廣泛。[17]Buzan (1993)對心智圖的定義為：心智圖是放射思考的最佳表現方式，因為它最符合人類大腦的機制，也是將大腦潛能激發出來的工具，可以運用到生活中的各個面向，可以大幅提升學習成效或釐清思緒。心智圖的學習不單可以提升學習的成效，也可以有效地增加學習內容之記憶與記憶保留能力[18] (Brinkmann, 2003)。

而[19]Patrick (2011)也認為心智圖是有用的鷹架工具，因為學生通過它學到的知識可以保留很長時間。而[20]Winata & Rahmat (2022)在非同步遠距課程中，使用了心智圖鷹架教學，發現學生的學習成效確實是有所提升的。而[21]Zheng 等人(2020)的研究則證實了在非同步遠距課程中，使用心智圖鷹架教學法的學生會比使用傳統教學法的學生，還要更能夠提升自我效能。學者[22][23]Kedaj 等人 (2014)；Pribadi & Susilana (2021)也有同樣的發現，然而，這些研究只侷限於非同步遠距課程，在企業倫理非同步遠距課程中的成效會如何還有待檢驗。因此本研究期望透過網路平台給予學生企業倫理的相關知識，讓學生透過心智圖鷹架來學習，並探討在企業倫理的非同步遠距課程中，使用心智圖鷹架的影響。

III. 研究設計

A. 心智圖鷹架學習與程序

圖1為本研究之心智圖鷹架學習流程，總共有四個流程需要學生去循序完成。

流程1：課前心智圖三層級鷹架

學生從學習平台瀏覽教師提供的心智圖三層鷹架。在第一層級學生獲得概念與知識節點鷹架；在第二層級學生獲得學習材料鷹架；在第三層級，學生透過新增相關聯知識去擴增心智圖，作為自身連結課程知識節點與生活經驗的鷹架。前兩層級由教師提供，目的在建立學生對知識節點與內容的鷹架。第三層級為學生自建鷹架，透過前兩個層級的理解，結合自身相關聯經驗[24] (Piaget, 1952)，擴增心智圖。如圖2所示。

流程2：瀏覽教師非同步教學影片

學生完成擴增心智圖後，再觀看平台由教師提供之課

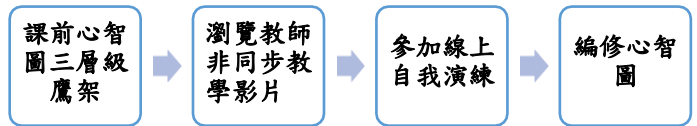
程教學影片。如圖3、圖4所示。

流程3：參加線上自我演練

觀看完教學影片後，學生參加由教師提供的線上測驗。此測驗性質為演練題庫，不採計分數，目的在協助學生檢核前面學習的迷思概念。如圖5、圖6所示。

流程4：編修心智圖

學生接受線上自我演練後，再依據演練錯誤的題目與



迷思概念，訂正編修心智圖。如圖7、圖8所示。

圖1. 心智圖鷹架學習流程

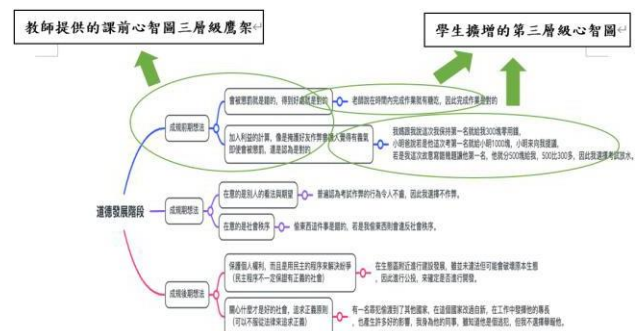


圖2. 課前心智圖三層級鷹架



圖3. 瀏覽教師非同步教學影片



圖4. 非同步教學影片畫面示例



圖5.線上自我演練介面

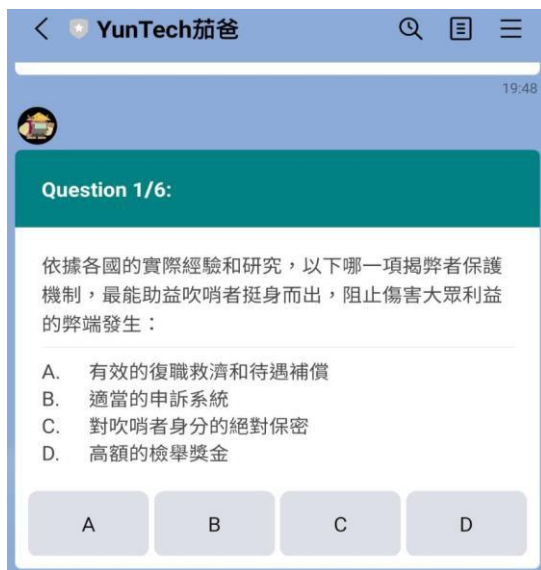


圖6.線上自我演練畫面



圖7.編修心智圖指導語

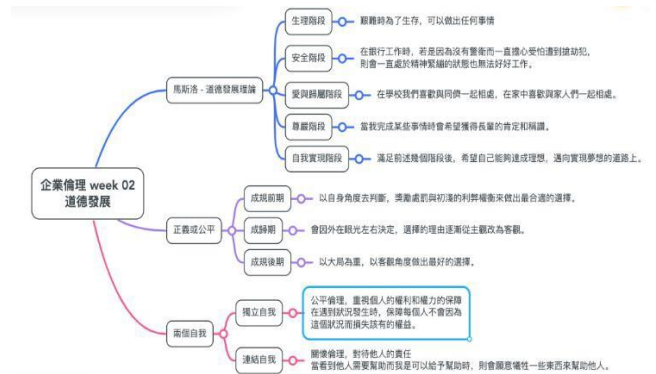


圖8.學生編修完畢的心智圖

圖9為實驗流程與週次。第一週為實體授課，研究者先請教師說明研究設計與平台操作，讓實驗組與對照組學生分別了解未來幾週的線上學習策略，課堂中填寫前測問卷、倫理概念前測。倫理概念前測和後測為評估學習成效的工具，其題項是由具備27年企業倫理教學經驗的教師所設計，目的是評估學生對企業倫理的知識、倫理意識的理解。其中包括直覺限制和道德發展階段。倫理概念前測共13題，倫理概念後測共14題。

第二、三週為非同步遠距教學，兩組學生皆需要進入線上學習平台。實驗組與控制組學生皆需接受一般遠距教學流程，包含觀看教學影片並參加線上自我演練。實驗組除接受一般遠距教學流程外，另於流程前獲得課前心智圖三層級鷹架，並擴增心智圖。後測問卷於第四週發放，並於第九週進行倫理概念後測。

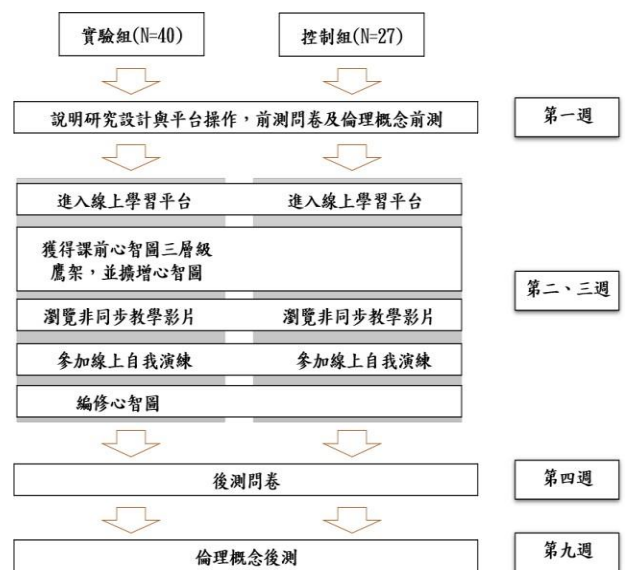


圖9. 實驗週次流程

B. 研究樣本

本研究為準實驗設計。以110學年度，修習某科技大

學三年級企業倫理非同步遠距課程67位學生為調查對象。受限修課班級組成限制，有隨機分派40名學生班級為實驗組（使用心智圖鷹架搭配非同步遠距教學），另一個班27名學生為控制組（使用傳統非同步遠距教學）。兩組都是在相同的教學環境、條件下，由相同的教師授課。

C. 研究工具

量表1：自我效能量表

評估自我效能的 量表 參考了[25]Cheng 及 Tsai (2011)，原問卷有兩個構面，本研究皆採用並採李克特式（Likert-type）的五點等級量表，每題各有五個選項且計分標準為確定（5分）、大致確定（4分）、普通（3分）、不太確定（2分）、不確定（1分）。本研究一般性網路學習自我效能有5題，Cronbach's α 值為.821（例題：我相信我能掌握基本概念），功能性網路學習自我效能有5題，Cronbach's α 值為.755（例題：我相信我可以將作業轉換為數位格式上傳），自我效能的整體問卷 Cronbach's α 值為.85。

量表2：倫理意識量表

評估倫理意識的量表參考了[26]Kwon et al (2013)，原問卷構面共有六個，本研究採用道德相關行為、課堂上的不當行為兩個構面，並採李克特式（Likert-type）的四點等級量表，每題各有四個選項且計分標準為絕對不可以（4分）、多數情況不可以（3分）、多數情況可以（2分）、可以（1分）。本研究道德相關行為與課堂上的不當行為等兩個構面共13題，道德相關行為有7題，Cronbach's α 值為.712（例題：通過複製、抄襲提交作業），課堂上的不當行為有6題，Cronbach's α 值為.796（例題：上課遲到），本研究倫理意識的整體問卷 Cronbach's α 值為.839。

D. 資料處理與分析

對於資料先使用 Kolmogoron-Sminov 檢驗來確定資料為常態分配($p < .05$)，接著使用曼－惠特尼(Mann-Whitney)U 檢定來驗證實驗組與控制組之間學習成效、自我效能、倫理意識在前後測中是否具有顯著差異。

IV. 研究結果

本研究旨在探討使用心智圖鷹架對學生企業倫理非同步遠距課程學習成效、自我效能與倫理意識之影響，分別對3個研究問題進行分析。

問題1：使用心智圖鷹架的非同步遠距教學和傳統的非同步遠距教學對學生企業倫理學習成效的影響分析

為了解實驗組與控制組是否具有顯著差異，因此將兩組的倫理概念前後測平均分數當作依變項，進行考驗，

比較兩組在倫理概念前後測平均分數中是否具有顯著差異，如表 I 所示。

由表 I 可知，實驗組與控制組在倫理概念前測平均分數的曼－惠特尼(Mann-Whitney)U 檢定中，Z 為-.178($p > .05$)，未達.05顯著水準，表示實驗組與控制組在倫理概念前測平均分數並未具有顯著差異。但實驗組與控制組在後測倫理概念平均分數中，Z 為-2.045($p < .05$)，已達.05顯著水準，表示實驗組與控制組在後測倫理概念平均分數具有顯著差異。

表 I
實驗組與控制組前後測學習成效之 U 檢定

	實驗組-控制組學習成效變化情形					
	實驗組		控制組		Z	p
	人數	平均分數	人數	平均分數		
前測	37	26.82	27	26.92	-.178	.858
後測	37	76.64	27	67.46	-2.045*	.041

問題2：使用心智圖鷹架的非同步遠距教學和傳統的非同步遠距教學對學生企業倫理自我效能的影響分析

為了解學生使用心智圖鷹架與否對提升自我效能 是否具有顯著差異，因此將兩組的自我效能問卷的前後測平均分數當作依變項，進行考驗，比較兩組在自我效能問卷的前後測平均分數中是否具有顯著差異，如表 II 所示。

由表 II 可知，實驗組與控制組在自我效能問卷的前測平均分數的曼－惠特尼(Mann-Whitney)U 檢定中，Z 為.026($p > .05$)，未達.05顯著水準，表示實驗組與控制組在自我效能問卷的前測平均分數並未具有顯著差異。但實驗組與控制組在自我效能問卷的後測平均分數中，Z 為-6.894($p < .05$)，已達.05顯著水準，表示實驗組與控制組在自我效能問卷的後測平均分數具有顯著差異。

表 II
實驗組與控制組前後測自我效能之 U 檢定

	實驗組-控制組自我效能變化情形					
	實驗組		控制組		Z	p
	人數	平均分數	人數	平均分數		
前測	40	2.74	27	2.71	.026	.979
後測	40	4.54	27	3.50	-6.894***	<.001

問題3：使用心智圖鷹架的非同步遠距教學和傳統的非同步遠距教學對學生企業倫理倫理意識的影響分析

為進一步了解在實驗過後，實驗組與控制組在倫理意識是否具有顯著差異，因此將兩組倫理意識問卷前後測平均分數當作依變項，進行考驗。比較兩組在倫理意識問卷前後測平均分數中是否具有顯著差異，如表 III 所示。

由表 III 可知，實驗組與控制組在倫理意識問卷前測平均分數的曼－惠特尼(Mann-Whitney)U 檢定中，Z 為-1.081($p>.05$)，未達.05顯著水準，表示實驗組與控制組在倫理意識問卷前測平均分數並未具有顯著差異。但實驗組與控制組在倫理意識問卷後測平均分數中，Z 為-6.614($p<.05$)，已達.05顯著水準，表示實驗組與控制組在倫理意識問卷後測平均分數具有顯著差異。

表 III
實驗組與控制組前後測倫理意識之 U 檢定

	實驗組-控制組倫理意識變化情形					
	實驗組		控制組		Z	p
	人數	平均分數	人數	平均分數		
前測	40	2.3	27	2.23	-1.081	.280
後測	40	3.78	27	3.14	-6.614***	<.001

V. 討論

本研究旨在探討使用心智圖鷹架對學生企業倫理非同步遠距課程學習成效、自我效能與倫理意識之影響。

在學習成效方面，在企業倫理非同步遠距課程中使用心智圖鷹架學習成效會高於傳統教學。此研究結果與 [27][28][29][30][31]Ault(1985)、Fraser 和 Edwards(1987)、Lehman 等人 (1985)、Okebukola(1990)、Williams (1997)等人研究相呼應。在自我效能方面，本研究發現教師在企業倫理非同步遠距課程中使用心智圖鷹架自我效能會高於傳統教學。這樣的論點與 [32][33] Chularut 和 DeBacker (2003)、Khajavi 和 Ketabi (2012)等人研究一致。在倫理意識方面，在企業倫理非同步遠距課程中學生使用心智圖鷹架後，他們的倫理意識會高於傳統非同步遠距教學，這一發現拓展了 [34]Jones 等人 (2014)之研究。

綜合上述，本研究發現學生在企業倫理非同步遠距課程中接受心智圖鷹架，對他們的學習成效、自我效能、倫理意識，皆有提升的效果，且程度顯著高於傳統非同步遠距教學的模式。

VI. 侷限性及未來方向

本研究有兩項限制：

第一，本研究取樣僅以修習雲林科技大學管理學院大學部三年級企業倫理課程之學生為研究對象，在推論及解釋上亦可能有誤差，因此無法將結果論至全國之學生。建議未來研究在取樣對象的部分，以整所學校的學生為主，並擴大至其他地區或縣市之學校，使得樣本在

選取上能更廣泛，結果也能更為準確。

第二，本研究採問卷調查法，經由研究者所訂定的問卷題目來蒐集受試者的回饋。然而，本研究並未調查學

生如何利用心智圖鷹架的方法，所以無法實際了解學生對心智圖鷹架的看法。建議未來除了使用問卷調查法時，再新增質性訪談作為輔助，將更能真正的了解使用心智圖鷹架對學生企業倫理非同步遠距課程學習成效、自我效能與倫理意識之影響與應用方法。

VII. 結語

本研究旨在探討使用心智圖鷹架對學生企業倫理非同步遠距課程學習成效、自我效能與倫理意識之影響。主要研究貢獻為：我們設計出課前心智圖三層級鷹架，並搭配擴增與編修心智圖的學習活動。因此，讓同學可以從平台中獲得如同實體教師提供的學習支持鷹架，改善傳統非同步遠距教學缺乏學習支持鷹架的困境，並有效提高學生學習成效。

這項研究從經驗上證明了心智圖鷹架在企業倫理非同步遠距課程中是如何運用，並且提高學生在企業倫理非同步遠距課程中的學習成效以及自我效能。雖然本研究也調查了心智圖鷹架如何在企業倫理非同步遠距課程中提高倫理意識，但其提高的原因，仍需要進一步研究。本研究建議，國內目前的企業倫理非同步遠距課程，大多採用傳統的教學模式，未提供學生支持鷹架，以致於學生的學習成效不佳。但在本研究中可以證明，心智圖鷹架是可以提升學生在非同步遠距教學中學習企業倫理、自我效能與倫理意識的有效方法。最後，本研究認為使用心智圖

鷹架在企業倫理非同步遠距課程中是非常

合適的。

參考文獻

- [1] Viner, R. M., Russell, S. J., Croker, H., Packer, J., Ward, J., Stansfield, C., Bonell, C., & Booy, R. (2020). School closure and management practices during coronavirus outbreaks including COVID-19: A rapid systematic review. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(5), 397-404.
- [2] Ives, B. (1994). Transforming the Learning Industry. *MIS Quarterly*, 18(1), V-Viii.
- [3] Marki, R.H., Maki, W.S., Patterson, M., & Whittaker, P.D. (2000). Evaluation of a Web-based Introductory Psychology Course: I. Learning and Satisfaction in On-line Versus Lecture Courses. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 32(2), 230-239.
- [4] D. R. Garrison & D. Shale (1987) Mapping the boundaries of distance education: Problems in defining the field, *American Journal of Distance Education*, 1:1, 7-13, DOI: 10.1080/08923648709526567
- [5] Michalsky, T., & Kramarski, B. (2008). Developing self-regulated learning of preservice teachers in computer mediated communication in relation to conceptions about teaching and learning. *Magemot*, 45(4), 765e798 (Hebrew).
- [6] Zahwa, I., Saptano, S., Dewi, P. (2020). The interrelation among course mastery, technology integration self efficacy, and technological pedagogical content knowledge (TPACK) of prospective science teachers. *Journal of Innovative Science Education*, 10 (1), 109-116
- [7] Day, G.S. (1984). *Strategic Market Planning: The Pursuit of Competitive Advantage*. Minnesota: West Publishing Company.

- [8] Bystrova, T., & Larionova, V. (2015). Use of Virtual Mind Mapping to Effectively Organise the Project Activities of Students at the University. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214, 465–472. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2015.11.724>
- [9] Putri, H.E., Muqodas, I., Sasqia, A.S., Abdulloh, A., & Yuliyanto, A. (2020). Increasing selfregulated learning of elementary school students through the concrete-pictorial-abstract approach during the COVID-19 pandemic. *Premiere Educandum : Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*, 10(2), 187 – 202. [Doi.org/10.25273/pe.v10i2.7534](https://doi.org/10.25273/pe.v10i2.7534)
- [10] Goldberg, C. (2004). Brain friendly techniques : Mind mapping. *School Library Media Activities Monthly*, 21(3), 22-24.
- [11] Goodnough, K., & Long, R. (2002). Mind mapping: A graphic organizer for the pedagogical toolbox. *Science Scope*, 25(8), 20-24.
- [12] Akinoglu, O., & Yasar, Z. (2007). The effects of note taking in science education through the mind mapping technique on students' attitudes, academic achievement and concept learning. *Journal of Baltic Science Education*, 6(3), 34-42.
- [13] Seyihoglu, A., & Kartal, A. (2010). The views of the teachers about the mind mapping technique in the elementary life science and social studies lessons based on the constructivist method. *Educational Sciences: Theory And Practice*, 10(3), 1637-1656.
- [14] Boonsong, S., Siharak, S., & Srikanok, V. (2018). Development of Learning Management in Moral Ethics and Code of Ethics of the Teaching Profession Course. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/306/1/012113>
- [15] Wood, D.J., Bruner, J.S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- [16] Westby, C.E., & Costlow, L. (1991). Implementing a whole language program in a special education class. *Topics in Language Disorders*, 11(3), 69-84.
- [17] Buzan, T. (1993). *The mind map book*. London, England : BBC Worldwide.
- [18] Brinkmann, A. (2003). Mind mapping as a tool in mathematics education. *Mathematics Teacher*, 96(2), 96-101. <https://doi.org/10.5951/MT.96.2.0096>
- [19] Patrick, A. O. (2011). Concept mapping as a study skill: effects on students achievement in biology. *International Journal of Educational Sciences*, 3(1), 49–57. <https://doi.org/10.1080/09751122.2011.11890008>
- [20] Winata, F. B. G., & Rahmat, R. (2022). Digital mind mapping learning model to increase student creativity. In *Annual Civic Education Conference (ACEC 2021)* (pp. 101-106). Atlantis Press.
- [21] Zheng, X.; Johnson, T.E.; Zhou, C. (2020). A pilot study examining the impact of collaborative mind mapping strategy in a flipped classroom: Learning achievement, self-efficacy, motivation, and students' acceptance. *Educ. Technol. Res. Dev.* 2020, 68, 3527–3545. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09868-0>
- [22] Kedaj, P., Pavliček, J., & Hanzlík, P. (2014). Effective mind maps in e-learning. *Acta Informatica Pragensia*, 3(3), 239-250.
- [23] Pribadi, B. A., & Susilana, R. (2021). The Use of Mind Mapping Approach to Facilitate Students' Distance Learning in Writing Modular Based on Printed Learning Materials. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 907-916.
- [24] Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. New York, NY: W.W. Norton & Co. <https://doi.org/10.1037/11494-000>
- [25] Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2011). An investigation of Taiwan University students' perceptions of online academic help seeking, and their web-based learning self-efficacy. *The Internet and Higher Education*, 14(3), 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.04.002>
- [26] Hyojin Kwon, Youngmi Lee, Lee Young-hee (2013). *Korean Journal Medical Education*. 25(3):211-20. <https://dot.org/10.3946/kjme.2013.25.3.211>
- [27] Ault, C. R. (1985). Concept mapping as a study strategy in earth science. *Journal of College Science Teaching*, 15(1), 38–44.
- [28] Fraser, K., & Edwards, J. (1987). The effects of training in concept mapping on student achievement in traditional tests. *Research in Science Education*, 15, 158–165. <https://doi.org/10.1007/BF02356538>
- [29] Lehman, J. D., Carter, C. C., & Kahle, J. B. (1985). Concept mapping, Vee mapping, and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7), 663–673. <https://doi.org/10.1002/tea.3660220706>
- [30] Okebukola, P. A. (1990). Attaining meaningful learning of concepts in genetics and ecology: An examination of the potency of the concept-mapping technique. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 493–504. <https://doi.org/10.1002/tea.3660270508>
- [31] Williams, J. (1997). The relation between efficacy for self-regulated learning and domain-specific academic performance, controlling for test anxiety. *Journal of Research and Development in Education*, 29(2), 77–80.
- [32] Chularut, P., & DeBacker, T. K. (2004). The influence of concept mapping on achievement, self-regulation, and self-efficacy in students of English as a second language. *Contemporary Educational Psychology*, 29(3), 248–263.
- [33] Khajavi, Y., & Ketabi, S. (2012). Influencing EFL Learners' Reading Comprehension and Self-efficacy Beliefs: The Effect of Concept Mapping Strategy. *PortaLinguarum*, 17, 9-27. <https://doi.org/10.30827/Digibug.31953>
- [34] Jones, M., van Kessel, G., Swisher, L., Beckstead, J., & Edwards, I. (2014). Cognitive maps and the structure of observed learning outcome assessment of physiotherapy students' ethical reasoning knowledge. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02602938.2013.772951>

利用線上即時學習回饋機制以提升教學品質之研究

游寶達¹ 蔡政宇² 張志燦³ 蔡鴻旭⁴

國立中正大學資訊工程學系^{1,2}

明道大學數位設計學系³

國立中興大學應用數學系⁴

csity@cs.ccu.edu.tw¹, tcy97p@cs.ccu.edu.tw², mr2chang@gmail.com³,
afhmthh@nchu.edu.tw⁴

摘要

透過學習管理平台所產生的學生短程學習歷程，可以讓教師即時了解學生的學習狀況，進而提出適性教學策略；同時也能讓學生了解自己的學習現況，進而加強學習以趕上課程進度。在本研究中，對 Moodle 注入多項新功能，以改善其可

嵌入至其他系統的整合應用之中 [2]。基於這些應用程式介面，情緒與反應回饋機制可以順利的與 Moodle 學習管理平台進行整合。使課程活動回應卡(Response Card)能被導入其中，提供教師教學的一種輔助工具，使教師可以靈活帶領課程相關的教學活動。

被「善用」的效果，其中主要提供情緒回饋按鈕、課程活動回應卡...等，經由即時收集學生的短程學習歷程，讓教師能立即了解學生的學習現況，來修正教學內容及策略。本研究主要研究對象為一群30多位在本校管理學院參加推廣教育的學生，選修「Python 程式設計與人工智慧演算法」，經由 Moodle 平台所附加的即時學習回饋機制，來即時反應出學生的學習現況。研究中發現該群學生很積極努力想要學會，資訊工程領域的程式設計及人工智慧技術，但受限於所學領域的知識背景不同，對課程內容反應出學習較難的回饋，因此授課教師可以放慢教學進度，並加入更多的演練範例，讓這一群學生可以建立良好的知識基礎，以利後續進階課程的學習。

關鍵詞：Moodle 學習管理平台、情緒與反應回饋卡、教材內容困難度、競合式學習模式。

1. 前言

學習管理平台是教師平日彙整課程進行班級管理，以及學生查閱課程公告，下載課程講義，上傳繳交作業...等，作為班級課程追蹤及學生學習輔助的有利工具。Moodle 是基於 PHP 程式語言進行設計與維護的學習管理平台，是基於模組化的物件導向動態學習環境。Moodle 使用各式的 Core APIs(核心應用程式介面)來發展自身平台，同時也提供這些 APIs 給第三方的開發者，在不需要

刻意刪減原始碼的情況下，將這些整合性的功能，以外掛模組安裝的形式，使 Moodle 學習管理平台可以支援這些額外設計的延伸功能 [1]。其中活動模組 API(Activity Module APIs)則關注在有關課程活動的應用上，包含活動完成(Activity Completion API)、合作學習(Groups API)、成績單(Gradebook API)、抄襲檢查(Plagiarism API)、問題評量(Question API)...等。透過這些API的操作，已可將 Moodle 學習管理平台與其他系統進行深度的整合與應用，除此之外，Moodle 也提供330組可透過 HTTP 呼叫的 Web API，使學習管理平台能無縫地

2. 文獻探討

2.1 情緒與反應回饋(Emoji & Response Card)

隨著現代行動載具的普及，與社群媒體在親密性(Intimacy)與立即性(Immediacy)的作用，強化了使用者在與他人互動的過程中，應用了表情符號(Emoji)來快速地傳達自己的情緒，可以提升在純文字語句情緒傳達上的不足。表情符號(Emoji)不僅用於傳達情緒，也可用來表達概念想法的一種速記方式，經統計 Twitter 使用者2013年至2015年間在平台使用的表情符號，已超過了100億個 [3]。

使用者在社群平台中使用表情符號，能使表達其情緒感受，並在純文字的字裡行間加入非語言元素的訊息，有助於吸引閱讀者的專注力，並提升訊息內容的理解力。現在的表情符號除了常見的臉部表情、情緒感受的圖示之外，也包含了動物、植物、手勢、及各式物體 [4]。

Unicode 作為電腦科學領域的業界標準，彙整世界上大部分的文字系統，現今也包含了表情符號作為字符的標準。在2020年3月10日 Unicode 標準所發布的版本13，新增加55個表情符號，已可在大部分的系統平台內正確顯示，例如：微笑帶淚 😊 (Smiling Face with Tear)、假扮的臉 🤩 (Disguised Face)、捏手指 🤞 (Pinched Fingers)、心臟 🫀 (Anatomical Heart)、肺臟 🫁 (Lungs)...等 [5]。在2021年9月14日所發布的版本14，新增37個表情

符號，預計於2021年末或2022年初能顯示於常見平台，例如：融化的臉 (Melting Face)、Face with Open Eyes、Hand Over Mouth、Face with Peeking Eye、Saluting Face、Dotted Line Face、Face with Diagonal Mouth...等 [6]。在2022年 Unicode 標準計畫，發布版本15，內容所新添加的表情符號，預計能在2023年出現於主要的常見平台，例如：Shaking Face、Light Blue Heart、Gray Heart、Pink Heart、Rightwards Pushing Hand、Leftwards Pushing Hand...等 [7]。

課程活動回應卡(Response Card)是協助教師推

進課程活動的一種輔助工具，在不同的教學場域中有著適用於這些場域不同的回應卡，有以傳統方式進行，例如：色卡、字卡、手寫板...等，或是以數位的方式應用，例如：即時回應接收發射器、QR Code、行動載具 APP...等，讓學生可以在課堂中，表達出對於老師所提出問題的想法，這種方式同時也是一種，具研究性質的教學策略，能顯著的提升學生在課堂中的參與程度，以及教師與學生在課堂中的互動行為 [8]。

教師在授課過程中使用回應卡(Response Card)，可以提高學生學習的專注度，教師也可透過學生所回應的內容，即時地掌握學生對於目前課程活動的理解程度 [9]。即使是在師生互動相較於消極的東方社會，依然具有提升學生在課程中的參與程度，以及學生在課堂中所表現出的注意力，且課程中的互動模式將由以老師為中心的單向交流模式，轉換為以學生為中心的雙向交流模式 [10]。

2.2 翻轉教學模式(Flipped Classroom)

翻轉教學結合新興科技的便利性，讓學生於課堂前利用電腦、平板電腦、手機等載具，事先瀏覽數位課程內容及做作業等。正式課堂時間則強調教師和學生、以及同學間的互動，利用多元之教學策略，結合課前所學內容，進行練習活動、專題研究或討論。在此種教學情境下，教師的角色轉變成教練(Coach)或顧問(Advisor)，鼓勵學生進行獨立式探索學習或團體式合作學習 [11] [12]。受到 COVID-19 疫情的影響，大部分的教室教學(c-Learning)轉為同步遠距教學，如果純粹以教導式(Teacher-Led)進行線上同步教學，教學品質可能不佳，教師的教學臨場感(Teaching Presence)也會減退 [13]。因此，利用非同步學習管理平台，提供學生課前的指定學習活動，再搭配同步遠距教學進行 c-Learning 的教學，就形成一套新式的線上翻轉教學。教師在學習管理平台(LMS)的雲端教室，與同步平台建立會議鏈結，學生透過會議鏈結進入「雲端教室」，即可與授課教師及班級同學進行互動學習。

2.3 教育體驗 (Educational Experience)

為了提高線上翻轉教學的教育體驗(Educational Experience)，學者 Anderson、Rourke、Garrison、Archer 等人，提出一套教育理論之整合模式，如圖1所示 [14] [15]。

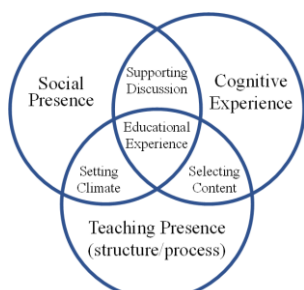


圖 1 教育體驗交集圖

在本研究中，以情緒回饋按鈕、課程活動回應卡、學生學習現況儀表板...等，可進行線上翻轉教學之課程活動輔助運用工具，來落實社會臨場感、教學臨場感、認知體驗理論，配合學生短程歷程資料，讓教師及學生了解學習狀況，以進行上課風氣鋪陳(Setting Climate)、進行合適討論或論述(Supporting Discussion or Discourse)、及選取適性之課程內容(Selecting Content)等。

3. 研究方法與實施

3.1 回饋機制之設計

課程活動表情圖示回饋套件(情緒回饋按鈕)，是依據 Moodle 學習管理平台(LMS)擴充套件標準所發展。能提供在每一個課程活動項目上，增加表情提示回饋按鈕，來讓學生可以根據課程活動當下的情緒，表達出例如「簡單😊」、「普通😐」、「困難😫」...等表情圖示，如圖2所示。



圖 2 課程活動表情圖示回饋示意圖

透過每一個課程活動的表情圖示回饋功能，能讓學生在完成課程活動後，即時性的反應其主觀回饋。課程活動表情圖示回饋擴充套件，提供「合作學習模式」及「競爭學習模式」，當教師啟用了「合作模式」時，在課程中同學，能查看到在「簡單😊」、「普通😐」、「困難😫」三種表情圖示旁的即時統計數值，班上同學可以用來了解在 同一個課程活動中，其他人的情緒回饋狀態，依此來起到學習的激勵作用，如圖3所示。

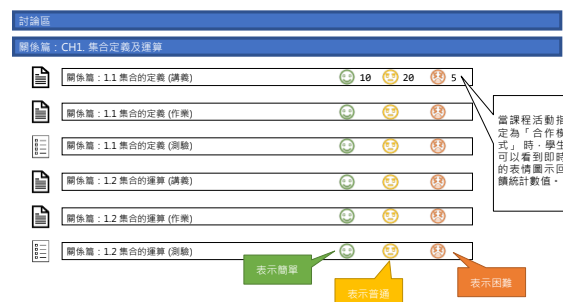


圖 3 具「合作學習模式」課程活動表情圖示回饋

在「合作學習模式」中，由於學生可以看到回饋狀態的統計結果，因此偶爾會出現群聚效應，例如在某課程單元中，大部分的學生選擇了「普通」，使原本主觀認定課程單元是困難的同學，也配合選擇「普通」，來避免自己在課程中突顯出來，而被老師加強關注。因此課程活動情緒回饋擴充

套件的「競爭學習模式」，則是對學生隱藏了回饋狀態的統計結果，只有授課教師及助教，才能看到完整的回饋結果。

課程活動表情圖示回饋，是以表情符號來代表學生學習當下的反應，是以簡單的三種情緒來達成回饋的快速傳達，卻少了較為精準敘事的傳達，因此課程活動文字表達回饋套件(課程活動回應卡)，是作為即時回饋的文字敘事補充，學生可以在課程活動的項目上，直接寫上各種備註、說明、或是註記，該訊息只有授課教師及助教才能

查看，可作為教師在課堂中進行授課內容的調整，如圖4所示。



圖 4 課程活動文字表達回饋示意圖

3.2 實施方式

在「Python 程式設計與人工智慧演算法」課程中，修課學生約有30多位、主要為大學畢業生，為了學得程式設計及人工智慧技術，特別修習本

課程。學生主要以 Google Meets 作為同步學習工具，課程案例演練使用 Google Colab，並配合使用臺灣綜合大學的 Moodle 學習管理平台進行課程學習。

在同步學習中，學生可以經由Google Meets觀看到教師示範程式碼案例，並通過 Google Colab 同

時進行案例的演練，相關的課程教材、課程簡報、程式碼可由 Moodle 學習管理平台取得，在這之中授課教師可以要求課程活動中的學生，立即在學習管理平台上完成情緒回饋，及進行課程活動回應的表達。

針對這一群學生，在課程中可即時了解學生的學習狀況，依此進行下列幾種教學模式，以改善非資訊工程領域學生的學習成效。

教學模式1 上課時關懷積極程度低的學生(Setting Climate)：透過學生學習現況回應，教師可與的學生進行互動，以了解學生的學習問題，可經營出關懷班級同學的氛圍。

教學模式2 同儕合作學習模式(Supporting Discourse)：透過即時情緒回饋功能與課程活動課後反應卡之學習困難度分析，教師可以邀請在回饋及回應上表達「簡單😊」的學生，作為課程小助教或同儕代理人，以個人的觀點講述他的思維，以同儕的思考方式，分享給其他不易理解的同學，以促進學生們的學習動機。

教學模式3 提升教材之學習深度(Selecting Content)：知識向度分別為(1)事實知識(Factual Knowledge)、

(2)概念知識(Conceptual Knowledge)、(3)程序知識(Procedural Knowledge)、(4)後社認知知識(Metacognitive Knowledge)。當某一個課程單元在課程活動結束後，班級同學皆表示為「簡單😊」，此時教師可以將教材深度，提升到「程序知識(Procedural Knowledge)」及「後社認知知識(Metacognitive Knowledge)」，選擇額外的補充教材，用以加深學生的學習程度。

教學模式4 補救教學模式(Remedial Teaching)：當

某一個課程單元在課程活動結束後，班級同學皆表示為「困難😞」，表示班級同學的精熟度(Mastery Learning)不足，依學者 Bloom 所提之精熟學習理論(Mastery Learning Theory)，教師需要對教材進行重新建構，或新增設計補救教材，透過本研究導之「情緒與反應回饋」應用功能，教師可以事先完成相關補充教材的準備。

教學模式5 個案討論模式(Case Study Or Problem Based Learning)：當某一個課程單元的理論內容，對於學生較難以理解及吸收，教師可以事先設計練習題及應用案例(Selecting Content Mode)，讓學生進行分組討論再給予輔導(Supporting Discourse Mode)，以提升學習的精熟度。

1. 分析與探討

在「Python 程式設計與人工智慧演算法」課程中，課程涵蓋「Python程式設計」及「類神經網

路」兩個課程單元，下面呈現部分課程內容。

4.1 類神經網路單元學生學習狀況

課程單元一開始介紹人工智慧，學生的學習

狀況普通，直到進入類神經網路的基本模型，含有圖形、矩陣的表示式...等，基本的工程知識時，學生於課程回饋中表示出困難及難以理解，如圖5所示。

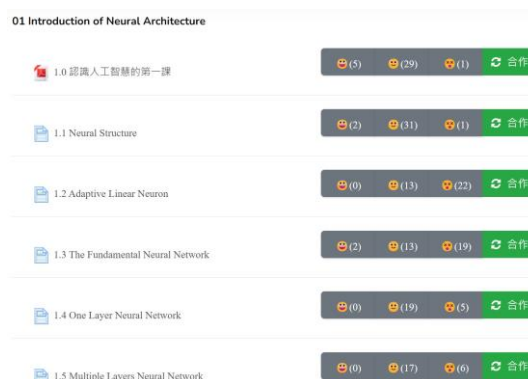


圖 5 類神經網路課程單元教材

在課程活動中可以得知，大部分的學生沒有學習過微積分、線性代數，或已經忘了大學所學知識。因此後續課程中的類神經計算模型，將可配合 Python 程式設計，來落實此課程的學習目標，並藉由學生的學習回饋，讓教師可以調整教材深度，使學生能夠學到基本知識。

4.2 Python 程式設計單元學生學習狀況

Python 程式設計單元，包含程式語言的概念、規範、範例解說，及提供案例原始碼。純粹是程式語言入門的教材，在單元的學習過程中，學生的學習回饋趨勢，逐漸轉向偏難，如圖6所示。

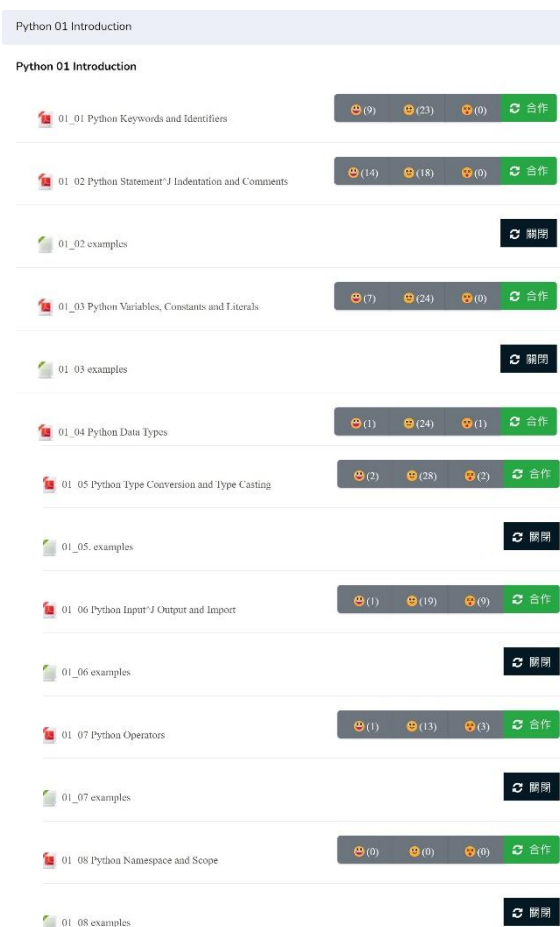


圖 6 Python 程式設計單元單元教材

藉由這一發展現象，程式講解速度調整為緩慢，提供更多相類似的程式應用案例。學生透過課程活動回應卡表達出，對於 Python 程式語言的輸入輸出格式化，樣式多變使得無法跟上學習進度。因此授課教師可以針對該回饋，設計補充教材，讓學生能多加練習，以融入程式設計的核心概念。

2. 結論

本篇研究主要是利用教育部補助大學聯盟深化數位學習推動與創新應用計畫中，「量子電腦入門系列課程」及「量子人工智慧入門系列課程」的「Python 程式設計及深度類神經計算及應用」，為主要授課教材。學生目前正在進行形成性的學習階段，藉由學生的學習現況之回饋，可以適度修訂目前持續製作的教材，讓課程內容能更適合普羅大眾之 MOOCs 的要義。

該計畫從2022年8月開始執行，執行時間不久，後續研究將導入補救教材進行實證研究，以了解非資訊工程領域學生的學習行為，讓 MOOCs 課程可以被更多的學習者所接受。

參考文獻

- [1] "Development Core APIs," [Online]. Available: https://docs.moodle.org/dev/Core_APIs#Other_General_APIs.
- [2] "Development Web service API functions," [Online]. Available: https://docs.moodle.org/dev/Web_service_API_functions.
- [3] Kralj Novak, P., Smailović, J., Sluban, B., & Mozetič, I., "Sentiment of emojis," *PloS one*, vol. 10, no. 12, p. e0144296, 2015.
- [4] Bai, Q., Dan, Q., Mu, Z., & Yang, M., "A systematic review of emoji: Current research and future perspectives," *Frontiers in psychology*, vol. 10, p. 2221, 2019.
- [5] "Unicode Version 13.0," [Online]. Available: <https://emojipedia.org/unicode-13.0/>.
- [6] "Unicode Version 14.0," [Online]. Available: <https://emojipedia.org/unicode-14.0/>.
- [7] "Unicode Version 15.0," [Online]. Available: <https://emojipedia.org/unicode-15.0/>.
- [8] Gardner III, R., Heward, W. L., & Grossi, T. A., "Effects of response cards on student participation and academic achievement: A systematic replication with inner-city students during whole-class science instruction," *Journal of applied behavior analysis*, vol. 27, no. 1, pp. 63-71, 1994.
- [9] Cavanaugh, R. A., Heward, W. L., & Donelson, F., "Effects of response cards during lesson closure on the academic performance of secondary students in an earth science course," *Journal of Applied Behavior Analysis*, vol. 29, no. 3, pp. 403-406, 1996.
- [10] Wang, H. T., "Using Response Cards in Teacher Education--A Case Example in Taiwan," *International Journal of Whole Schooling*, vol. 12, no. 1, pp. 61-75, 2016.
- [11] Bergmann, Jonathan, and Aaron Sams, *Flipped learning: Gateway to student engagement*, International Society for Technology in Education, 2014.
- [12] Cheng, Shu-Chen, Gwo-Jen Hwang, and Chiu-Lin Lai, "Critical research advancements of flipped learning: a review of the top 100 highly cited papers," *Interactive Learning Environments*, pp. 1-17, 2020.
- [13] Marshall, Helaine W., and Ilka Kostka, "Fostering Teaching Presence through the Synchronous Online Flipped Learning Approach," *Tesl-Ej*, vol. 24, no. 2, 2020.
- [14] Caskurlu, S., Maeda, Y., Richardson, J. C., & Lv, J., "A meta-analysis addressing the relationship between teaching presence and students' satisfaction and learning," *Computers & Education*, vol. 157, p. 103966, 2020.
- [15] Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W., "Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education," *The internet and higher education*, vol. 2, no. 2-

3, pp. 87-105, 1999.

McAfee Security Scan Plus 磨課師學分課程應用-以「永續星球面面觀」課程為例

1st 黃玉雯
慈濟大學
教師發展與教學資源中心
數位教學組
zoehaung@gms.tcu.edu.tw

2nd *邱奕儒
慈濟大學
通識教育中心
chiuyr@gms.tcu.edu.tw

3rd 吳立仁
慈濟大學
教師發展與教學資源中心
數位教學組
ga103578@gms.tcu.edu.tw

摘要

各校投入許多資源製作優質磨課師課程，整體平均完課率約11%，適逢新冠疫情影響下，課程學習以及研習培訓活動皆無法順利運行，希望藉由磨課師多方面的應用，拓展其效益與價值。本文將比較磨課師課程在三個族群中的推動，藉以探究學習者參與線上課程的學習動機與課程通過率之關係。從學習歷程資料、修課成績、結課人數、問卷填答等資料分析，比較在職人士與具有學籍學生身份以及高三學生，學習動機與完課率間之關聯。課後問卷則從學習者對課程期待、結課證書與學分認列的重要性、課程活動參與、學習回饋、修課成績、完課率等方向，了解三個群組學習特性，提供教師調整教學內容與課程運營模式，以及未來設計磨課師課程應用與推動策略之參考。

關鍵詞：磨課師，學分認列，學習動機，完課率

I. 研究背景與目的

2020年新冠肺炎疫情影響下，因城市封鎖，人口移動限制下，影響全球教育發展。學校必需調整教學規劃與課程教學模式的安排。而線上課程的進行，跨越了時間與空間的限制，讓遠距學習更自由且兼具彈性，也使得「教」與「學」發生了重大轉變。為了讓學習持續不中斷，藉由線上課程的彈性學習的優勢，認列學校課程學分，並提供高三學生、大學學生以及學校教職員工，認列員工培訓時數等，從正規學習與非正規的學習模式推動線上課程的應用。

慈濟大學自製MOOC課程已多年至少37門課程，修課人數超過八萬人。然而，許多研究顯示，MOOC課程完課率多數偏低，雖然MOOC吸引了大量的學習者報名，但最終通過率約大約10% [1]，這是推動者需要去思考的問題，如何將完課率提高，提升磨課師的教育價值，改善現階段缺點，發揮磨課師優點 [2]。與實體課程相較之下，MOOCs秉承自主、多元、開放、互動的理念，能提供方便、可達成且高專業的成長課程，能彌補現有實體培育方式的限制，儼然成為大多數在職人士

自主學習的重要途徑 [3]。

因此將MOOC課程應用層次擴大，探討學習者在修課歷程中，是否會因認列學分或員工培訓時數，進而增加學習者修課的參與度，以及完課率的提升。同時也將比較在職工作人士與學生學習目標與動機是否影響完課率。從課程活動參與度的差異，評估課程應用效益以及教學內容是否因應不同修課對象而需調整。畢竟MOOC課程的製作成本不低，各個學校挹注經費發展特色線上課程，期望藉此提升自學能力與軟實力的培訓，順應時代學習趨勢而行。

II. 文獻探討

A. 大學先修

因應108課綱，提升學生自主學習能力，國內多所大學已開始實施大學先修課程的推動。因此，高中也展開設計進階先修課程 (Advanced Placement)，內容與大學相對應科目入門課程的內容約略相同，相當於大一程度的大學先修課程。

大學先修課程實施形式包含大學課程提供高中學生入校修課，另一種為大學入學前的高三學生，提供線上或實體先修課程，讓學生先行修課。Tinto [4] 指出當學生能在課業和人際兩方面都能整合於學校體系時，則將適應得比較好，而且較可能堅持學業和成功學習。修習夏季橋接課程的準大一，對於日後得持續在學率有正向影響 [5]。因此慈濟大學2018年即開始推動大學先修認列學分，特別是數位課程的學習，重視自主與學習進度安排，目前以通識教育學分課程為主。現階段臺灣大學升學制度下，每年6月多數學生入學管道如：繁星推薦、個人申請皆已放榜，所以大學先修課程，於每年6月初開課，為期兩個月，希望能提早讓未來學生，提早修習大學課程，體驗感受學習氛圍。

B. 自主學習

2019新冠疫情的影響下，學習已突破時間與空間的限制，各校忙於推動學習平台運用、視訊教學軟體、豐富

數位教材等影片的製作，強化各項資訊工具，然而，如何讓學習者跟隨指引，設定目標，獨立自主完成學習任務，需藉由目標設立，來激發學習動機，才能持續穩定學習。

《商業周刊》〈雲端教育大爆發：病毒比108課綱更快翻轉學習觀念！觸發遠距商機〉一文中，均一平台 呂冠緯執行長提及：城鄉差距不一定會擴大，但「有能力自學者」跟「被動學習者」能力差距會加速擴大。這代表，未來將是自學者的天下。

Knowles [6] 提出「自主學習」是指學習者在他人不同程度的協助下，了解學習需求、設定目標、區辨與應用資源、運用適當的學習策略、並能評估學習成果之歷程。現在不論學習或工作，皆著重於軟技能的培力，而自主學習更是期望學習者能自動規劃安排，在無人監督之下，完成階段任務或學習成果，培養自信心，探索個人的能力與成就。在無法與老師面對面之下的教學，磨課師課程運行中，學習者的自學習能力更為重要。

C. 學習動機

學習動機是引發學習者參與學習活動，維持學習活動，以朝向既定的學習目標進行的一種心路歷程[7]，也是學習者參與和投入線上課程學習的一種意願，而許多研究顯示學習動機對於學習成效有正向顯著的影響[8] [9]。也就是說，學習者期望從線上課程的學習過程，能得到的什麼樣的成果，會影響參與投入狀況。因此學生自我內在的學習動機，是影響學習的重要因素，而教師則需激發學生學習的動機[9]。本研究將探討三個背景不盡相同的群組，在MOOC學習表現上的結果，與其學習動機的差異。

套用在MOOC教學進行方式，教學者無法如實體教學般與學習者面對面互動，如何引發學習者認為課程具有學習的價值，從中獲得學習成就，而持續參與課程學習，教學設計與學習引導，將是MOOC課程的重要關鍵。

D. 終身學習

隨著時代演變，數位科技不斷進步，網際網路發展迅速，步入職涯的社會工作者，面臨不同工作的技能要求，也會有不同層次的學習壓力。特別在雲端服務工具的應用，例如行事曆、e-mail以及文件共編的功能，皆可配合行動載具，即時處理工作問題，強化工作高效率與執行力。若不能與時俱進，容易面臨人力挑選與淘汰。

在全球化的時代，跨領域的知識更顯重要性，只能透過不斷學習累積與涉略，拓展新的知識。為了有效適應環境的變化，和成功的終身學習，一個人應該盡可能的廣泛選擇學習計畫、任務、方法、指引以及獲得新資訊的方式，並依自己的學習風格，完成學習任務。[10]

不論人生進展到哪一個階段，建立良好學習態度與習

慣，在社會、工作、生活中都無法脫節。希望在正式的教育與訓練系統之外，更應以彈性的學習方式，符合個人的需求[11]，而磨課師課程便具備此特性，藉由多元學習管道與網路資源應用，強化學習能量，開發軟實力的淺能與科技素養，在變化多端的洪流下，唯有不斷學習與精進，才能在面臨高競爭的工作或生活中，開啟不同的眼界。

III. 課程推動方式

A. 課程內容設計

「永續星球面面觀」課程，主要介紹土壤生態、自然界水系統、結合大自然的運作以及探討人類社群經濟與自然的關係，將知識與生活的連結，從環境、社會、經濟等面向與聯合國永續發展指標(SDGs)環環相扣，傳達如何打造綠色永續生活的理念與推動，非常適合社會普羅大眾參與修課。

為了讓課程容易理解，搭配許多的影像、媒材等資源，讓學習者臨場感可以更好。課程以MOOC教學型式進行，其中內容與苗栗慈濟教育園區合作，採用360度攝影機，拍攝園區環保教育中心、慈悲科技展示區、科普知識館，包含：氣候、自然環境、防備災、動態體驗館等實景展場。影像發佈於youtube後，學員可透過線上影音平台，選擇左右移動鍵，觀看影片場景，感受展場情境，深入了解主題內容。

為提升學習參與，在影片中設計內嵌尋寶活動，並於討論區中提問，增加學習者注意力，進而延伸主題探討，深入了解其意義。學員也可以明確指出，實體影片中的圖像意義與討論。



圖1. 苗栗慈濟園區全景圖



圖2. 360度環景拍攝，學習者可左右移動觀看影片場景

B. 修課對象

課程主要修課對象規劃目標的鎖定：

- (A) 通識學分生主要透過育網平台推動跨校修課機制進行，包含慈濟大學、屏東大學、金門大學學生修課。認列通識教育學分一學分。慈濟大學主要連結教務選課系統，提供學生進行修課選讀。
- (B) 確認就讀慈濟大學未來學生，提早利用暑期線上修課。從註冊組蒐集學生資訊進行聯繫；並結合各系大一新生導師發佈修課訊息。另外，也以電子公文型式，傳達給國內高中職學校，也個別聯繫東部各高中職學校輔導室進行宣傳。先修課入學後抵免通識教育課程一學分方式進行。
- (C) 員工：慈濟大學職員人數約230人，每學年同仁需參與專業培訓與人文時數的要求。因應2021年新冠疫情衝擊，許多課程無法辦理，因此採以非同步的學習方式，對校內的同仁也是一項創新的模式，同時也呼應學校致力於數位學習拓展推動上的落實。本次開課時間為期9周，認列員工8小時人文時數，透過校務系統公告，並以發佈 e-mail 方式進行。

C. 課程實施

「永續星球面面觀」課程規劃八個單元，共計56支影片。每部單元教材影音時間為6~10分鐘，一周一個單元循序漸進開放修課，教材總時數約9小時；教學活動包含：每單元的測驗題、討論主題回復、問卷填答。本課程規定，成績達60分及以上（滿分100分）視為通過考核，平臺可核發修課證明。

課程2021年共開設三次，於育網開放教育平台開課，修課推動對象主要包含：慈濟大學員工（9小時培訓時數）、未來進入慈濟大學大學先修生（1學分）、跨校通識學分生（1學分），含：慈濟大學、屏東科濟大學、金門大學修課學生。三次修課人數同時也納入對課程有興趣的社會大眾，課程評量方式與分數比重採計也是相同。

IV. 方法與分析

本文主要以「永續星球面面觀~打造綠色生活環境」課程學習者為主要調查對象，課程內容規劃與，適合社會大眾修課，同時亦對慈濟大學未來學生、通識學分學生、慈濟大學員工開放選課。課程內容共分成8個單元，合計56支影片，每部影片介於6~10分鐘之間，以磨課師教學方式進行。由於課程於育網（ewant）開放教育平台開課，任何人皆可註冊修課。同一年內開課三次。每個班別開課，主要推動對象，皆有所不同。

研究資料來源採用由 ewant 平台所提供的三個班別，學習者學習歷程資料以及課後問卷兩個部分，進行分析比較。

A. 三個班別修課狀況

三個班別中，由於同時也開放給一般對課程有興趣的民眾修課，因此修課學員人數（圖3所示）中也包含主要推動三個群組修課人數。

秋季班修課人數223人，其中學分生169人，佔總修課人數75.78%；夏季班修課人數105人，其中大學先修學生32人，佔總修課人數30.48%；春季班修課人數114人，其中慈濟大學員工修課人數為62人，佔總修課人數54.39%。

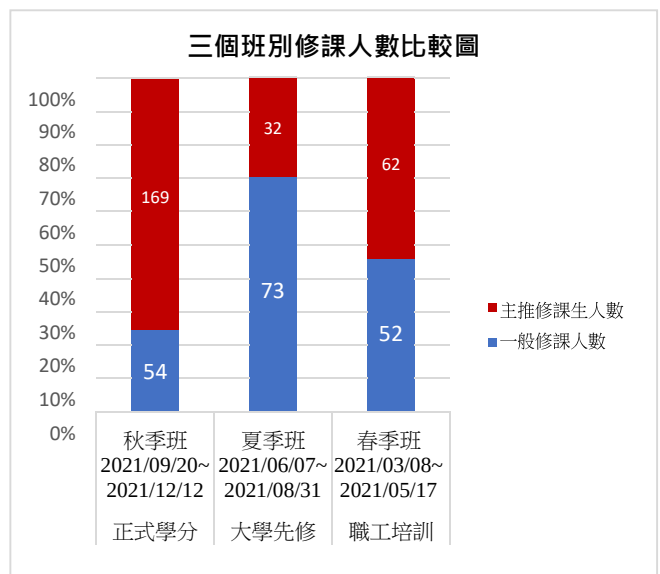


圖3. 三個班別修課人數比較圖

B. 修課通過率與成績

從三個班別中，區分為主修修課對象對照表，呈現課程通過率及平均通過成績，如表1所示。其中學分生169人修課，通過人數137人通過率為81.07%，為三個群組中最高，佔總修課人數比例也是最高，可能與 ewant 開放教育平臺多年推動跨校通識學分課程認列有關，其修課流程以及由各校進行學分認列模式皆已運作成熟。慈濟大學每年大一新生為740人，本次認列大學先修課程人數有36人，通過人數23人，課程通過率為63.89%，而慈濟大學員工人數為230人，修課人數為62人，佔全部員工26.08%。

結課成績部分，通過課程的大一新生，平均成績高達95.98分；9月入學後，即可抵免通識學分。相較於三個群組之間，高三學生通過成績為最高，其次為員工同仁，平均成績為87.08，而跨校通識學分生成績則為86.82。

表 I
主推對象修課統計表

班別	秋季班	夏季班	春季班
開課時間	2021/09/20~ 2021/12/12	2021/06/07~ 2021/08/31	2021/03/08~ 2021/05/17
主要推動對象	學分生	大學先修生	員工
修課人數	169	32	62
通過人數	137	22	37
課程通過率	81.07%	68.75%	59.68%
通過平均修課成績	86.82	95.98	87.08

C. 課程活動參與

一門數位課程線上活動安排與設計，可以讓學生學習、練習、精熟，了解學習者是否對課程知識的理解。因此，線上教師能熟悉掌握各種教學的設計策略，讓網路教學成為有效力與效益的教學媒體 [12]。本課程共有 56 部教材影片、8 個單元測驗題，每單元約 5~10 題題目、8 個不同討論主題。

課程活動參與的學習數據，主要以三個群組修課人數進行分析，從數據得知 (圖 4.)，影片觀看完成率較高的有學分生及大學先修生，分別為 81.07%、81.66%；而在職同仁則為 61.29%。完成每個單元作業測驗，依舊以學分生及大學先修生最高，在職同仁則為 64.52%。

在每周討論區部份，大學先修生與在職同仁完成度皆下降的情形，然而學分生班，參與主題討論卻仍高達 81.07%，可能與較多人數修課有關，因為沒有標準答案，可進行發揮想法，以社群討論方式用文字呈現。每周主題探討，老師與助教一定會回復學員。檢核學習歷程數據結果顯示課程運營與學習回饋，對於學習者參與課程有相當程度的影響。研究顯示，網路教學中線上討論要能成功的輔助教學，先使學生擁有充足的「動機」，如提升學生的興趣、增加社群認同感、加強師生對網路教學中線上討論的認知與建立課程要求 [13]。

在學習資料中發現，不論影片觀看、每周測驗或是參與議題討論，皆為學分生完成比例較高，顯然課程認列學分，學習者在乎成績表現，因此在課程活動完程度上較為積極。

相較之下在職員工參與培訓課程活動完成率較低，則與培訓課程具有選擇性，而非強迫性參加，員工可選擇其他一次性的培訓研習，而非得選擇，學習時間長達 9 周的課程來獲得培訓時數。

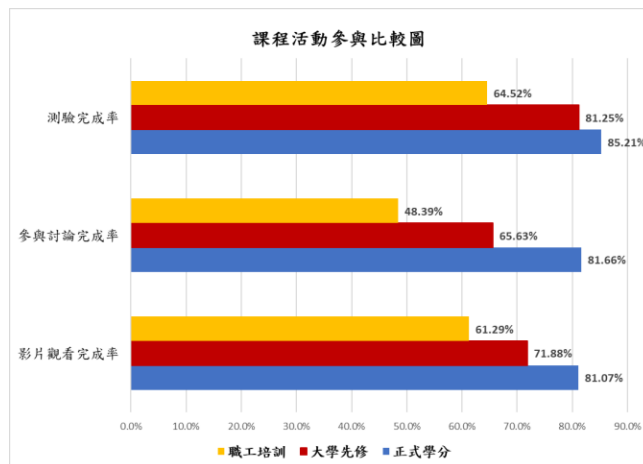


圖 4. 課程活動參與比較圖

D. 課後問卷

課後問卷主要了解課程是否符合對學習的期待與教學回饋；於課程最後一個單元結束後，以線上問卷進行施測。有效問卷：學分生 105 份、大學先修生 35 份、員工 30 份。

課後調查問卷題項，包括 (1) 參與遠距課程經驗。(2) 課程是否符合期待 (含互動)。(3) 結業證書重要性。(4) 對學習的助益與實用性。(5) 學習者質性回饋包括對課程建議。本研究擷取與討論議題較為相關的數據資料呈現。

表 II 課後問卷，採用五點量表進行測量，各題項 Cronbach's α 值，網路修課經驗為 0.9、老師教學 0.83，動課程實用性 0.92、學習習慣 0.77、課程認同 0.82，皆大於 0.7 建議標準；三個群組平均超過 99.1% 學員表示對於曾經參與網路課程是令人滿意。而對「永續星球面面觀」課程，學習者認同，授課教師講授內容符合我心中期待，以及很喜歡教師授課的方式。也認同透過討論區交流互動，能幫助學習課程。

98.8% 學員認同每週測驗，能幫助學習統整每週重點，因此未來開課，將重新調整測驗題目廣度與深度，重新檢視單元重點，每一題問題回饋內容可再多補充敘述，幫助學習者對主題有更深度的思考。

79% 學分生與 82.9% 大學先修生認為課程結業證書很重要，30% 的在職員工卻有不同的想法。超過 9 成參與課的學習者，皆認同或會推薦朋友學習 MOOC 課程。

表 II
課後問卷

主題	選項	學分生 百分比	大學 先修 百分比	員工 百分比
填答人數		105 人	35 人	30 人

主題	選項	學分 生 百分 比	大 學 先 修 百分比	員工 百分 比
曾經參與 網路課程 是令人滿 意的	非常同意	60.9%	51.6%	66.7%
	同意	39.1%	45.7%	33.3%
	不能確定	0	2.8%	0
	不同意	0	0	0
	非常不同意	0	0	0
授課教師 講授符合 我心目中 的要求	非常同意	61.9%	54.3%	56.7%
	同意	36.2%	42.9%	43.3%
	不能確定	1.9%	2.8%	0
	不同意	0	0	0
	非常不同意	0	0	0
教師授課 的方式我 很喜歡	非常同意	65.7%	57.1%	63.3%
	同意	32.4%	37.2%	36.7%
	不能確定	1.9%	5.7%	0
	不同意	0	0	0
	非常不同意	0	0	0
課程內容 具有實用 性	非常同意	57.1%	54.3%	66.7%
	同意	39.1%	42.9%	3.3%
	不能確定	3.8%	2.8%	3%
	不同意	0	0	0
	非常不同意	0	0	0
透過討論 區交流互 動，能幫 助我學習 這門課程	非常同意		40%	36.7%
	同意	43.8%	48.6%	53.3%
	不能確定	46.7%	11.4%	10%
	不同意	8.5%	0	0
	非常不同意	1%	0	0
課程結業 證書對我 很言很重 要	非常同意	40.9%	57.2%	26.7%
	同意	38.1%	25.7%	43.3%
	不能確定	14.3%	14.3%	23.3%
	不同意	6.7%	2.8%	6.7%
	非常不同意	0	0	0
我會推薦 其他同學 或同事以 及朋友學 習 MOOC 線上課程	極力推薦	49.5%	42.8%	46.7%
	是	42.9%	48.6%	50%
	考慮看看	7.6%	8.6%	3.3%
	否	0	0	0
	極力不推薦	0	0	0

E. 課後學習問卷

課後學習問卷，主要希望學習者能省視自己在學習過程，體認發現問題過程中，如何改進解決問題，進而回饋提供教學者參考。透過自評，學習者可以根據預先設定的目標自我檢視，自己發現問題，進而調整與改善自己的學習情況 [14]。然而本研究學習回饋問卷為學習

初步檢視，並未進行各項度深入探討。

學習回饋問卷於課程最後進行施測，有效問卷：學分生 100 份、大學先修生 33 份、員工 32 份。比對資料發現填答者皆為通過課程評量的學習者所寫。

由表 III 中了解三個群學習者中，每周平均花費在課程學習中，以1~2小時居多。3.1%在職員工不認同課程在學習上能讓自己有學習的自律，而9.3%的人，在自律學習上較則持保留態度。學分生與大學先修生在自律學習表現上分別為72%、75.8%，也同時反映在，為自己投入學習表現上的自評成績。尤其是大學先修生45.4%，滿意自己的學習狀況，而實際成績對應下亦是如此。

三個群組對於課程較不易理解的單元，也不盡相同。尤其以第八單元介紹 SDGs 理念的推動，課程內容知識量較多，學分生與員工接觸相關議題的機會，在大學場域中較常見。而大學先修生對於第六單元社群經濟內容的學習回饋中，反應議題與經濟學相關，與以往接觸的領域較有差距，未來課程解說，可增加議題說明與案例解釋。

表 III
課後學習問卷

主題	選項	學分生	大學 先修	員工
填答人數		100人	33人	32人
一個禮拜我 會花多久時 間在這門課 程中	1小時	29%	9.1%	31.2%
	1~2小時	58%	57.6%	56.3%
	2~3小時	8%	18.2%	3.1%
	3~4小時	2%	6.0%	6.3%
	4小時以上	3%	9.1%	3.1%
課程在學習 上能夠讓我 更有學習的 自律	非常認同	31%	30.3%	43.8%
	認同	41%	45.5%	43.8%
	普通	28%	24.2%	9.3%
	不認同	0	0	3.1%
	非常不認同	0	0	0
學習第1~8單 元，請給自 己打分數	90分以上	38%	45.4%	18.8%
	80-90分	33%	27.3%	53.1%
	70-80分	23%	18.2%	25%
	60-70分	6%	9.1%	3.1%
	60分以下	0	0	0
哪一個單元 對我而言是 困難的，不 容易理解	第1單元	3%	0%	3.1%
	第2單元	6%	3%	9.4%
	第3單元	3%	3%	0
	第4單元	18%	12.1%	18.8%
	第5單元	10%	24.3%	3.1%
	第6單元	23%	30.3%	12.5%
	第7單元	5%	15.2%	21.9%
	第8單元	32%	12.1%	31.3%

象不同，評量比重，可依據修課對象進行調整。

V. 結論與建議

A. 課程應用與學習

MOOCs 學習方式給予學習者方便、可達到的學習資源同時，需要學習者適應高度自主的學習方式 [15]。當學習者自行將學習目標與個人需求結合在一起，這個學習目標的設定是自我安排學習最有效的方法之一[16] [16]。因此本研究中學分生與大學先修生，表示修讀課程，超過79%認為通過課程能抵免學分是重要的，也是能持續修課的原因。

學分生參與課程的修課積極度較高，不論課程觀看、完成測驗作答、參與每個單元的議題討論、問卷的填答等，除了跨校修課機制已非常成熟之外，學習者很清楚自己的學習目標。當學習者持有目標時，在自我調整學習歷程上會有較高程度的自我效能、工作價值、興趣、正向情感、努力和堅持；學習者也會使用更多的策略，通常也有較佳的學習表現 [17]。學習者較具備完成學習目標的信念，且肯定學科的價值，學習動機也較強[18][18]。

依據相關研究，與夏季橋接課程學生日後對學習成效明顯提升，但影響學生學習成效的因素很多，例如於進入大一前的暑假捨棄假期而選修課程，代表自我要求較高 [5]，本研究之大學先修生，通過課程評量的學習者平均分數皆很高，學習參與資料完整，與研究結果相符；亦可能與高三身份長年準備考試背景的相關。但是否會因學校可先修抵認學分，進而選擇其學校入學，值得探究；換言之，因數位課程認列學分是否有利於招生，兩者之間的鑲嵌性，需後續再研究評估。由於參與調查學生人數有限，尚無法完整評估學習狀態全貌，未來將以三年期同一課程之高三修課學生，進行分析比較。

另外，大學先修課程宣傳管道，宜再提升宣傳強度，例如：從已錄取學生所畢業的高中或從問卷中可瞭解如何找到修課訊息的管道，及強化高中輔導室聯繫，並擴大境外生修課推動，真正與招生進行連結，以增加修課人數。

根據上述之結果得知，MOOC 課程學分認列，可增加學習者完課的動機。進而提升完課率。而學習目標越明確，成績與課程活動參與度的關係表現越好。本研究在職人士限定於學校職員，然而學校員工業務內容與工作屬性皆不同，因此學習對象研究有所限制，加上員工能選擇的培訓課程多元，相較之下不一定會選擇需長時間的學習課程，在學習目標與動機上，皆與學分生及大學先修生有所差異。從不同自主學習模式實踐經驗可知

「自主學習」並非自由放任，而是引導學習者回歸自身同時看見學習者主體、客觀真實世界，以及主客觀之間所開展的學習關係與意義 [19]。因此課程評量因學習對

B. 教學內容與課程運營

從學習資料發現通過課程評量的學員，除完成教材閱覽、討論區發文與回文、評量測驗等課程規範之外，會遵循助教學習指引，完成2次前、後問卷與1次學習回饋問卷，並配合公告或e-mail提醒完成學習活動。

由於「永續星球面面觀」課程內容屬於理念推動，有別於一般專業技術課程，如何發現問題，提出解決方案，課程內容設計的廣度與深度、老師解說、教材呈現與場景編排以及線上運營，皆會影響學習者是否能繼續參與課程學習的原因之一 [9]。

「永續星球面面觀」課程，在第6單元「社群與經濟的調合之道」，學生觀看教材數與其他單元相較之下不低，測驗作答花費時間也較高，但測驗成績卻偏低，加上學生具體回饋建議，與授課老師討論後，將進行課程內容補充，針對重點加以說明，預計2023年修改重新上線，後續再追蹤其調整成效。

Ramdash 與 Zimmerman [20] 指出，對於學生的自律學習情況，透過家庭作業是一個很好的觀察管道。例如：學分生參與人數較多，可增加作業或討論議題，吸引學生討論度表達自我想法，而在大學先修生評量，新增學習指引與互動，社會人士可著重議題討論分數比重。

研究問卷，未來可增加態度與認知題向，並合併學習反思問卷及課後問卷，於課程最後一個單元進行調查，以提升問卷填答率。

若能有效運用資訊科技媒介，轉化於教師教學運用，延伸於教學模式，更能提升學生學習動機與學習成效以及教師教學品質 [21]。而課程內容第八單元SDGs，談及對未來人類與環境的影響，對於理念想法傳達的課程，是很大的考驗。善用動畫或虛擬人偶適時的引導學習以及新增案例說明或作業繳交，增加內容豐富度，讓學習者能更了解。

C. 學校發展與規劃

慈濟大學推動MOOC學分認列已超過七年，由於MOOC迅速發展，正在改變高等教育，然而數位學習卻仍不斷的演化，尚未結束，而未來的學習將不只限於MOOC型式。藉由課程內容設計，推展開課學校的理念如：落實學校人文精神、呈現課程專業與特色、展現教師教學特質。數位課程的建置，所投入的成本不斐，未來數位學習的教育，需考量整體發展模式，才能永續運營，拓展其價值。

MOOC學習需求只會越來越強烈，不論是融入數位科技，發展創新的教學方式、新的評量方式或教材的呈現，都是影響課程推動成果的關鍵。學習時代已經來臨，需跳脫以不同的思維來看數位學習，科技工具並非是創造豐富教學內容的萬靈丹，但是數位學習或許是創

意教學成就累積的新起點。

慈濟大學將從學生、教師與行政面向，著重自主學習能力、創造優質數位課程、培育數位應用能力，並以創新應用的教學力，啟發學生自律自主學習力，藉由優化行政執行力，建立完善數位學習生態圈；良好的體制，才讓教與學環境可以更自由、創意的發展。

誌謝辭

感謝教育部大學深化數位學習推動與創新應用計畫，在本研究進行時，提供經費協助。

參考文獻

- [1] Hew, K. F., & Cheung, W. S., "Students' and instructors' use of massive open online courses (MOOCs): Motivations and challenges. Educational Research Review," 12, 2014, pp. 45-58.
- [2] 陳怡文, "淺談自主學習途徑-磨課師,"臺灣教育評論月刊, 8(1), 2019, pp. 257-260.
- [3] Krause, S. D., "After the invasion: What's next for MOOCs. In Krause, S. D. & Lowe C.(Eds), Invasion of the MOOCs," 2014, pp. 223-228. California, CA: Parlor Press.
- [4] Tinto, V., "Dropout from higher education: A theoretical synthesis of recent research. Review of Educational Research," 45, 1975, pp. 89-125.
- [5] 王慧敏, 魏上凌, 陳虹伶, "準大一修讀大學夏季橋接課程對日後學習成效影響之初探,"民生論叢, 2018, (15), pp.1-28.
- [6] Knowles, M. S., "Self-directed learning: A guide for learners and teachers," New York, NY: Association Press, 1975.
- [7] 張春興, "教育心理學-三化取向的理論與實踐,"臺北市,東華, 1996.
- [8] 李勇輝, "學習動機、學習策略與學習成效關係之研究-以數位學習為例," 經營管理學刊, (14), 2017, pp. 68-86.
- [9] 曾盈琇, "提升學生學習動機之策略," 臺灣教育評論月刊, 7(9), 2018, pp. 138-142.
- [10] Samokhin, Ivan & Sergeeva, M. & Mrachenko, Ekaterina & Sokolova, Natalya., "FACTORS DETERMINING INDIVIDUAL SUCCESS IN LIFE-LONG LEARNING," 2, 2018.
- [11] 蔣玉嬋, "建構社區學習體系以推展地方文化產業之研究," 臺灣師範大學社會教育學系學位論文, 2006, pp. 1-277.
- [12] 楊家興, "線上教學的理論與活動設計,"管理與資訊學報 11, 2006, pp. 271-307.
- [13] 羅德興, 王明雯, "以紮根理論探討網路教學中之線上討論行為," 中華科技大學學報, (66), 2016, pp.77-88.
- [14] Chang, C. C., & Tseng, K. H., "Using a web-based portfolio assessment system to elevate project-based learning performances. Interactive Learning Environments," 19(3), 2011, pp. 211-230.
- [15] Kaplan, A. M., & Haenlein, M., "Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. Business horizons," 59(4), 2016, pp. 441-450.
- [16] Jones, V. F., & Jones, L. S., "Comprehensive classroom management: Creating communities of support and solving problems (9th ed.)", Boston, MA: Allyn & Bacon., 2009.
- [17] Pintrich, P. R., "The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.)", Handbook of self-regulation, 2005, pp. 451-502. San Diego, CA: Academic Press.
- [18] 彭月茵, 程炳林, 陸偉明, "目標層次、回饋訊息對數學工作表現與學習動機之效果：考量國中生的控制信念", 教育心理學報, 36(3), 2005, pp. 265-286。
- [19] 洪善詠, "停課不停學：當自主學習成為日常課程研究期刊", 5 (1), 2020, pp. 15-33.
- [20] Ramdass, D., & Zimmerman, B. J., "Developing self-regulation skills: The important role of homework.", Journal of Advanced Academics, 22(2), 2011, pp. 194-218.
- [21] 何榮桂, 王緒溢, "網際網路教學設計：一個國小之網路教學實驗", 高雄：國立高雄師範大學第七屆國際電腦輔助教學研討會論文集, 1998.

一個支援遠距助教的程式練習系統

董少桓
雲林科技大學
資訊管理系
tungsh@yuntech.edu.tw

陳明仁
和碩聯合科技
股份有限公司
he02724654@gmail.com

賴玄
友達光電股份
有限公司
stu61311@gmail.com

郭旻諭
旻杰科技
有限公司
danielcw@rapid.com.tw

摘要

程式設計是一個必須經過實際動手寫程式才能學會的一門學科。如果沒有實際練習寫足夠數量的程式，那麼不管聽了多少次的課，看了多少本書，甚至在沒有上機的程式設計考試中得到高分，都沒有辦法學會寫程式。所以，教學者的主要工作，應該是預備學生能實際演練與授課內容相關的程式設計練習。因此，「程式設計練習題」應該是程式設計授課內容的主要部份。然而，單單支援在實體教室授課，並由教師、助教與同儕間以一對一的方式，提供在撰寫程式的過程中遇到困難的學習者協助的程式練習系統，已經無法滿足在疫情盛行的期間的遠距教學需求。為了解決這個問題，本篇論文介紹了一個能夠協助教師出題、學生練習，以及透過遠距助教與學習者以共用程式編輯器的方式進行結對程式設計（pair programming）所支援的 PLWEB 遠距程式練習系統。

關鍵詞：程式語言教學、程式練習平台、遠距助教

I. 前言

隨著資訊科技、網際網路與智慧型手機的普及，全球各地對程式設計師的需求，可謂與日俱增。許多國家，由於認識到程式設計師對國家整體經濟發展的重要，因此紛紛發起了「全民學習寫程式」的運動。由於這股風潮，再加上實際練習寫程式，是學習程式設計最有效的方法[1]；因此，許多以練習為主要學習方式的「練習導向」程式教學網，也如雨後春筍般的出現。有別於過去以觀看影片為主要教學方式的網站，這些網站的主要特色是提供以「循序漸進、邊寫邊學」為原則而設計的程式設計練習題，讓學習者直接在網頁上練習寫程式。

然而，對初學者而言，程式設計是一門不易學習的學科。除了程式語言的語法與語意之外，初學者還需要學習抽象的觀念、測試與除錯等寫程式的過程中所需具備的一切技能。但是初學者在學習這些技能的過程中，可能遇到的問題可謂非常多樣，而教學者也非常不易預備能夠涵蓋所有問題的統一教材。這種情形雖然可以在實體教室授課的狀況下，藉由教師、助教與同儕間以一對一或一對多的方式協助學習者解決這個問題。然而，在疫情盛行期間必需實施的遠距教學，卻讓這個問題難以

解決。

有鑒於此，本篇論文介紹 PLWEB 這個支援遠距助教的程式練習系統。PLWEB 提供教師出題、學生練習、學習狀態顯示、上機考試，以及透過共用程式編輯器的方式讓教師與學習者間的教學更為順暢的功能。PLWEB 已經在使用 Java Web Start 技術下載編輯器的舊版本上運作多年[2]，而本篇論文則是介紹一個使用一般瀏覽器便可以運作的 PLWEB 3.7 程式練習系統[3, 4]。

II. PLWEB 程式練習系統簡介

PLWEB 提供了管理員、教師、助教、學生四個角色權限，使系統更能完整的支援程式設計課成的需要（圖1）。

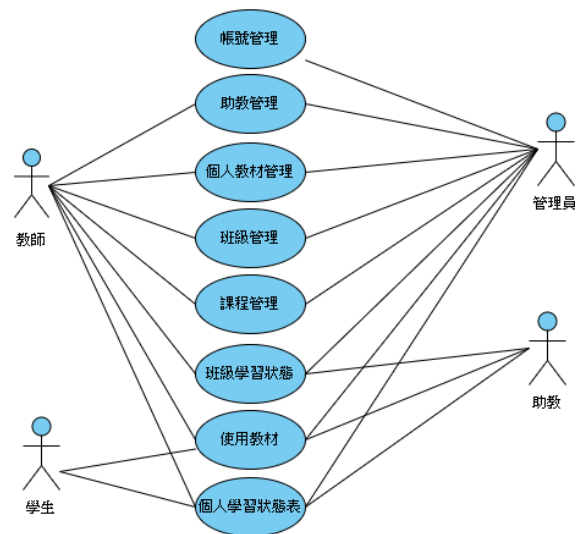


圖1. 使用案例

管理者擁有系統的全部權限與功能，管理者可以審核教師帳號。一般使用者則皆屬於學生權限，必須經由教師給予課程的課號與密碼，才能加入課程以進行該課程的學習及觀看個人的學習狀態表。學生權限可以經由管理者的設定升級為教師權限；而教師也可以將學生權限，升級為班級的助教。

教師的角色是負責管理課程，選擇授課內容、安排教學進度並且幫助解答學生的問題。教師可以自行設計教學單元，或者使用管理者所開放的教材進行授課。助教

可以觀看學生的學習狀況，輔助教師回答學生的疑問，以幫助提升學生上課時的學習效率。

圖2顯示了管理員兼教師所開設課程的使用者介面。其中在上方的橫向選單中的 USER 可以用來設定教師權限以及管理所有使用者的帳號；CLASS 顯示該教師的所有課程；MATERIAL 可以用來製作教材；EXAM 顯示考試用的課程；EXAMPAPER 可以用來製作考題；MKACCOUNT 則可以讓教師以批次的方式建立課程的學生帳號。圖2頁面的主要部分顯示了這門課的教材單元列表，其中 LINK 可顯示該教材單元所使用到的外部網頁；MKCODE 則可以讓教師補充或修改該單元的教材練習；CODE 啟動程式編輯器；ANSWER 顯示教師提供的解答程式碼；STATES 顯示該單元全班學生的練習狀態表。

在圖2左側的選單則提供了課程管理的功能，其中 Settings 可以用來設定課程的密碼、增刪助教以及是否開啟遠距教學所需要的共用編輯器與聊天室的功能；Bulletin Board 可以用來編輯課程的公佈欄；Student Account 可以用來刪除學生與設定學生密碼；Statistics 則可以顯示學生練習的統計資料；Delete Class 則可以刪除課程。

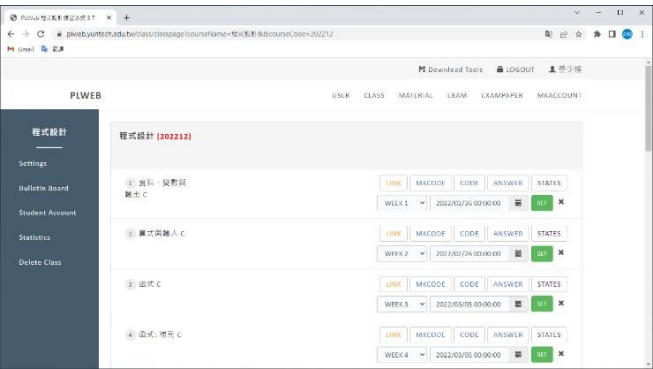


圖2. 使用者介面

除了上述的一般功能，系統的程式編輯器則是與使用者互動最多的部份。程式編輯器中包含五個區域（圖3）：按鈕與燈號顯示區（上），這個區域可以顯示學習者答題狀態的燈號，以及讓學習者更換、執行與還原練習題目及請求助教協助的控制按鈕；在按鈕與燈後顯示區的下方有題目描述區（左上）、編輯區（中）、輸出樣本區（左下）、測試區（右上）以及聊天室（右下）。

當學生在網頁中按下某一教材之 CODE 按鈕時，系統便會將程式編輯器伴隨著一組練習題從伺服器下載到瀏覽器中。學生可以依照题目的描述，以及輸出樣本區的內容，在編輯區中開始練習。由於是教學用的編輯器，因此教師可以編輯题目的部分解答（starter code），而部分解答會被自動的載入編輯區中。學生可以將編輯區中的內容以填入空格、延伸功能或自行全部編寫的方式來

完成練習題。學生若按下「執行」按鈕，程式編輯器就會呼叫安裝在遠端伺服器中的編譯器，對編輯區中的程式進行編譯、執行並回傳編譯或執行的輸出給學生端的測試區中。程式編輯器會自動比對學生程式的輸出和輸出樣本區的內容是否一致，以判斷學生的程式是否通過測試。而測試的結果會被自動地送至伺服器，並儲存在資料庫中。此外，為了進行上機考試，教師也可以提供隱藏式測試案例。學生在通過輸出樣本區的測試要求後，可以使用考試用的編輯器提供的「提交」按鈕以隱藏式測試案例讓系統進一步的檢測學生的程式是否達到题目的要求，而不只是以使用 printf 或其它不合題目要求的方式印出輸出樣本區的答案。

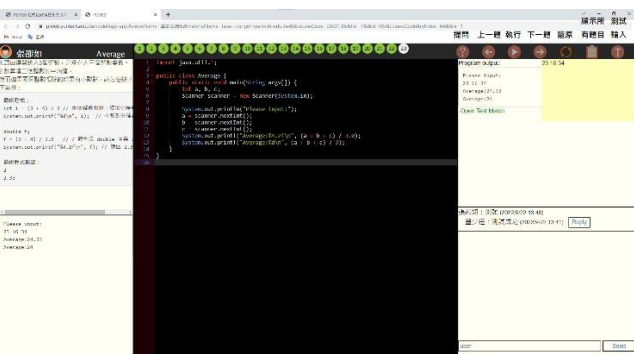


圖3. 學生用編輯器

在結束一題練習題的撰寫及測試之後，學生可以按「下一題」，繼續練習。這種設計可以讓學生以循序漸進的方式，一題接著一題的學習程式設計，而不需要浪費時間預備接下來練習每一題時所需要的作業環境。此外，有些題目也提供了部分解答，因此能幫助學生把注意力集中在主要概念的學習，而不需要分心於次要的程式語法或其它細節上。

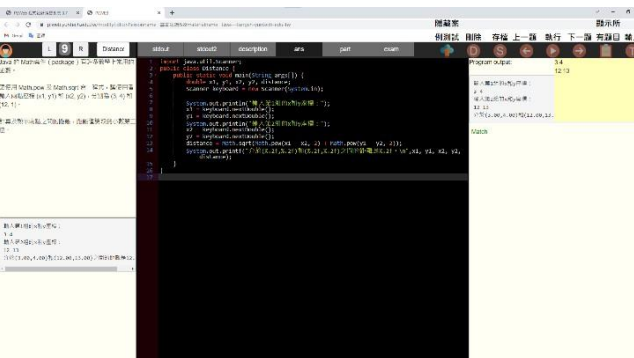


圖3. 教材編輯器

程式編輯器不僅可以讓學生練習程式設計，還可以協助教師製作一般練習與上機考試用的題目（圖3）。當程式編輯器處於作者模式時，它會在編輯區中同時開啟六個頁籤：題目描述（description）、解答（ans）、部分解

答 (part)、輸出樣本 (stdout)、隱藏式測試輸入 (exam) 及隱藏式測試案例輸出 (stdout2)。教師可以任意切換並編輯這些頁籤的內容。當教師按下「執行」按鈕後，便可以在編輯器的測試區中輸入測試資料，而其輸出結果會自動地被儲存起來，當作輸出樣本區的內容。此外，在預備上機考試用的試題時，教師也可以使用編輯隱藏式測試案例的頁籤，並以考試用的「提交」按鈕執行隱藏式測試案例的資料，並將相對應的執行結果儲存至隱藏式測試案例的輸出頁籤中。教師在編輯題目時，可以使用 R 或 L 按鈕於目前题目的左邊或右邊加入題目，使用 D 按鈕刪除練習題以及使用 S 按鈕儲存題目。

III. 遠距助教功能

在遠距教學的情境下，系統提供了學生主動題問以及教師主動協助學生兩種功能，這兩種功能都是透過將共用編輯器的 URL 傳送至教學雙方編輯器中的聊天室完成。這個共用編輯器能夠同步顯示教學雙方正在編輯的程式，再搭配課程中使用的遠距會議軟體，便可以大幅提升教學雙方在解決問題時的效率。這是本系統與單單使用遠距會議軟體進行程式教學的主要不同之處。

A. 學生端

學生端的提問功能是透過遠距教學模式提供於編輯器上的問號 (?) 按鈕啟動。這個按鈕讓學習者能夠選擇「發出題問」視窗中的兩個按鈕之一向教師助教或其他學生發送求助的按鈕 (圖4)，當按下後「發出題問」視窗便消失，同時系統會將共用編輯器的 URL 發送至教學雙方的聊天室，接著雙方便能透過聊天室的 URL 啟動共用編輯器，使教師、助教或其他學生能夠協助發問者解決問題。



圖4. 學生提問後出現在聊天室之共用編輯器的 URL

B. 教師端

教師能夠在學習者學習時，透過學習狀態表查看學習

者的學習進度。為使教師能夠向一位學習者或多位學習者主動發送協助，教師端設計了兩種方法，讓教師向學習者提供協助。

如果教師只向一位學生提供協助，教師可以透過按下學習狀態表中顯示的某一題的燈號開啟學習者的編輯器介面，接著點擊該編輯器中的問號 (?) 按鈕來向學習者提發送共用編輯器的 URL，使雙方都能進入共同編輯的環境 (圖25)。

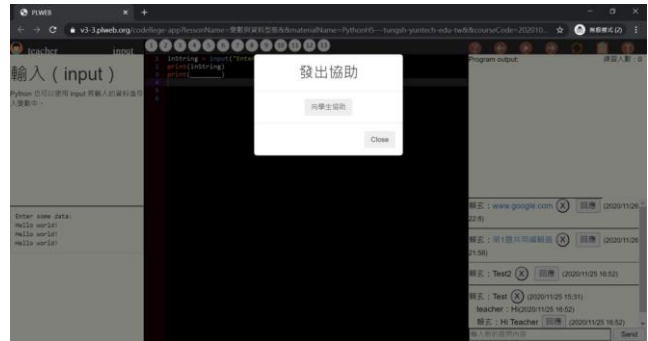


圖5. 教師主動提供一位學生協助

當教師要向多位學生主動發送協助的功能時，則亦需到學習狀態表中選取多位學生，學習者的燈號被選中時會亮起青藍色的燈號，此時按下「啟動教練模式」的按鈕時會跳出確認的視窗，只要按下開始，就能將共用編輯器的 URL 發送給這些學習者以進入共同編輯環境 (圖6)。

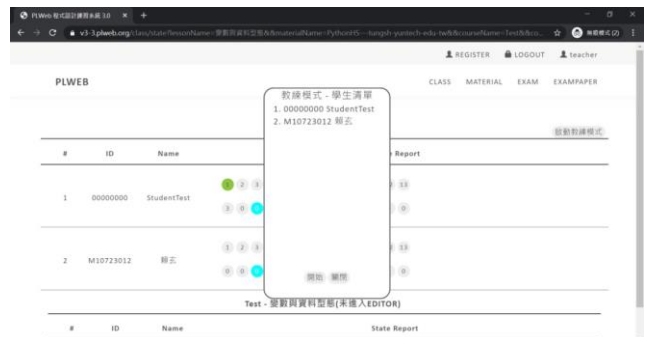


圖6. 教師主動提供多位學生協助

IV. 系統實做

PLWEB 是以主從架構進行系統實做。前端部分使用了 HTML、CSS、JavaScript 等製作網頁的語言，使用的主要套件包括可以簡化介面設計的 Bootstrap、可以在 HTML 中嵌入 JavaScript 的 EJS (Extended JavaScript) 以及用來實做編輯器的 ACE 套件。後端則是以 node.js 實做伺服器，而資料庫則使用非關連式的 MongoDB。此外，也使用了 Docker 撰寫用於編譯與執行程式的迷你

伺服器。

比較特殊的是用於支援遠距助教功能的共用編輯器與聊天室。為了讓教學雙方都能即時同步的編輯相同的程式碼，系統導入了由 google 提供的 Firebase 即時資料庫。Firebase 使用 JSON 格式儲存資料並即時同步到所有連線的用戶端，共同編輯器利用 Ace 編輯器可以監聽學習者或教學者對編輯器的變更，當變更發生時便會儲存至 Firebase 中，之後便可以同步到學習者與教學者的編輯器中，使雙方能即時共同編輯程式碼。至於可以於啟動編輯器時動態產生的聊天室則是使用 Socket.io 進行實做。

V. 相關研究

如前言中所述，目前已經有許多支援個人及班級教學的程式練習系統。至於使用結對程式設計技術的開發工具與網站也當普遍，例如：codementor[5]是能夠媒合專家與學習者學習程式開發技術的網站；Codeanywhere[6]、CodeSandBox[7]則提供了支援結對程式設計的雲端整合程式開發環境。

Replit Teams for Education[8]是少數能夠整合班級教學以及使用共用編輯器支援遠距真人助教的商品化程式教學系統。除了提供讓教師製作練習與自動評分的功能以外，使用 Replit 的教師還可以看到學生正在練習的程式並與學生以共用編輯器的方式進行教學。然而，Replit 卻缺乏以全班的學習狀態表讓教師點選多位在同一練習題需要協助的學生以一對多的方式進行教學的功能。

除了以真人助教提供學習者需要的協助之外，學術界也提供了許多能自動提供學習者協助的程式教學系統[9]。智慧型家教系統能夠分析學生程式碼的錯誤所在，並給予適當的提示，以幫助學生完成程式設計的練習；智慧型合作學習系統則使用適性分組或虛擬學習同伴與虛擬家教，來協助學習。這兩種類型系統的優點是可以自動提供提示給學習者，然而由於學生的程式有許多種錯誤的可能，使這類系統的建置成本相對較高；因此，大多只針對學習某種特定的程式設計概念（例如：遞迴）來進行實做，而少有完整教授整個程式語言的系統。

VI. 結論

這篇論文介紹了 PLWEB 程式練習系統，除了提供教師出題、學生練習、上機考試與自動評分等功能外，也介紹了以共用編輯器的方式讓遠距的學生在尋求協助時能夠與一般的視訊軟體配合而達到如同老師或助教就在身旁的效果。在過去這段疫情爆發其間，遠距教學成為必須，我們也在以同步遠距的方式授課時實際使用了這個功能，發現確實能讓師生之間於教學過程中的溝通更為順暢。PLWEB 已經開放給大學與高中職的學校使用，其網址是：<https://plweb.yuntech.edu.tw>。

- [1] E. Lahtinen, K. Ala-Mutka, and H.-M. Järvinen, "A study of the difficulties of novice programmers," *ACM SIGCSE Bulletin*, vol. 37, no. 3, pp. 14-18, 2005.
- [2] S. H. Tung, T. T. Lin, and Y. H. Lin, "An exercise management system for teaching computer programming," *Journal of Software*, vol. 8, no. 7, pp. 1718-1725, 2013.
- [3] 陳明仁, "一個支援實做練習的程式語言與軟體開發學習環境," 碩士論文, 國立雲林科技大學資訊管理系, 2019.
- [4] 賴玄, "一個支援編輯超文件教材、多種練習題與兼具同步及非同步功能的遠距程式教學系統," 碩士論文, 國立雲林科技大學資訊管理系, 2020.
- [5] Codementor, Codementor home page, Retrieved from <https://www.codementor.io>, 2022.
- [6] Codeanywhere, Codeanywhere home page, Retrived from <https://codeanywhere.com>, 2022.
- [7] CodeSandBox, CodeSandBox home page, Retrieved from <https://codesandbox.io>, 2022.
- [8] Replit, Replit Teams for Education home page, Retrieved from <https://replit.com/site/teams-for-education>, 2022.
- [9] P. Brusilovsky and C. Peylo, "Adaptive and intelligent web-based educational systems," *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 13, pp. 156-169,

運用學習動機模式分析學生修習數位自學課程之成效-以臺北醫學大學為例

廖子綺
數位自學中心
臺北醫學大學
lauraliao04@tmu.edu.tw

許瑜芳
數位自學中心
臺北醫學大學
alicehsu@tmu.edu.tw

張佳琪
跨領域學院
臺北醫學大學
cchang@tmu.edu.tw

朱娟秀
副校長室
臺北醫學大學
jschu@tmu.edu.tw

萬序恬
數位自學中心
臺北醫學大學
wanhsu@tmu.edu.tw

摘要

網路及電腦的普及，對於數位學習與教育帶來極大成長，對於生活型態的改變，數位學習也不受空間和時間的限制，可以即時學習，本研究透過 ARCS Model 模式運用學生學習特質及學習經驗等相關數據，於分類後進行分析，希望藉由這種模式了解學生在校修習數位自學課程之動機與趨勢，進而了解此制度的實施成效與提供未來執行策略的調整方向。研究結果顯示由 ARCS 模式的建立可以發現支持本校學生修習數位自學的具體證據，藉由觀察這些指標有助於了解這項政策的成效。

關鍵詞：數位自學, ARCS Model, 學習動機模式, 學習歷程, 自主學習

I. 前言

依據國家教育研究院資料顯示，截至2016年時，全球網路使用者數量已超過37億，約占總人口的五成，2000年至2017年已經成長了936%。透過網路進行教學活動同樣地快速發展。

由於網路發展迅速，在世界經濟論壇（World Economic Forum）發布的2016-2017全球競爭力報告（The Global Competitiveness Report）中，其中一項衡量指標為「In your country, to what extent is the Internet used in schools for learning purposes?」，由此可知在2016時透過網路的數位學習已是國家發展重要指標之一。

近兩年全球受疫情影響，讓在大家的生活型態出現了改變，許多公司開始發展遠距工作，而學校也進而發展遠距教學、數位學習，因生活型態的改變，學生現在更喜歡數位學習，在數位學習上與傳統學習上大有不同，不必受限於時間、空間，可自己管理自己的時間。

自2012年起，全球高教界興起磨課師(Massive Open Online Courses, MOOCs)製作風潮，實施數年後，已累積大量的優質專業學習資源，且因應科技發展，終身學習成為學生必須養成的重要能力。有鑑於此，臺北醫學大學於106學年度開始實施數位自學制度，藉由完整的開課認列流程，讓磨課師課程學習成為校內學生的學習

歷程中的選擇之一。

II. 研究目的及動機

為了讓學生能逐漸培養新時代的自主學習能力，本校於106學年度開始實施的數位自學措施。該措施實施迄今，參與及完成比例逐年上升。

本研究希望從自我定義理論(Self-determination theory)ARCS Model 為基礎，透過學生過往學習特質及學習經驗等校務資料進行相關性分析，試圖描繪出選修與完成學生的學習動機來源，藉以形成未來提升學習動機的持續推廣策略。

ARCS Model 是基於四個概念（注意力、相關性、信心和滿意程度），制定了實用的教學策略和方法，讓教材設計能有效地安排與教學相關的資源和流程。

ARCS Model 說明了一個動機設計過程，其中第一步是獲得以及維持學習者的注意力並激發他們的學習好奇心。第二步必須保證學習活動與學習者的個人目標和需求為一致，以便被認為是相關的(Hao, K. C., & Lee, L. C., 2021)。

ARCS 模型說明了學習者的好奇心（注意力）和動機或價值觀（相關性）與他或她對成功的期望（信心）將如何決定哪些目標具有高度的顯著性，因此將導致有目的的努力實現目標（Keller, 2008）。學習者的努力與他們的知識、能力和技能相結合，將導致學習者活動的完成，並具有一定的表現。

學習者對其表現的反思決定了他們的滿意度。足夠的滿意度有助於他們保持動力（Rodgers & Withrow-Thorton, 2005）。因此，在整個學習過程中，每個ARCS 模型組件都在激勵學生方面發揮著關鍵作用（Serio、Ibáñez & Kloos, 2013）。

III. 資料來源

選取資料區間為106學年度至109學年度之數位自學資料作為數據集，包含以下資料表：

- (1) DI01-數位自學課程資料表
- (2) DI02-數位自學選課資料表

- (3) DI04-數位自學學分申請資料表
- (4) A201-學生基本資料檔
- (5) Z107-學生大一及大三問卷調查資料(12項能力自評之題向)
- (6) A206-學業成績排名資料(包含大學必修英文會話與英文閱讀成績、學期總成績及排名比)

IV. 分析方法

運用敘述統計法進行以下資料分析：

1. 學生數位自學選課/完課 VS 年級
2. 數位自學選課/完課 VS 課程分類(通識、語言、專業、跨領域)
3. 數位自學選課/完課 VS 是否修跨領域學程
4. 數位自學選課/完課 VS 12項能力自評
5. 數位自學選課/完課 VS 英文平均成績(大學必修英文會話與英文閱讀)
6. 數位自學選課/完課 VS 平均成績與排名比

最後由校務研究人員協助使用 Tableau 做成視覺化圖表，做為日常查詢與數據決策之用。針對特殊題目則可再以 t-test 或 chi-squared test 進行進階檢定，了解差異是否具有意義。

V. 分析結果

A. 課程選課儀完成狀況

本校自106學年起推動數位自學制度，108年起與Coursera、FutureLearn、edX等國際知名之數位學習平台合作，實施課程資源共享方案，實施以來，學生完課率大幅成長。至今已開設366門數位自學課程，數位自學修課由311人(106學年)逐年提升至1,701人(109學年)，佔全校學生人數比達47.87%；累積曾完成數位自學課程學生數佔比也由16.72%成長至58.3%，大學部學生修學生選課與完修比例明顯成長(如圖1)。

B. 各年級選課完課狀況

至109學年度止，依照各年級分析，其選課完課率如表1，由分析結果可得知104學年度至109學年度於選課完成率由32.56%上升至63.32%；全校選課率由14.53%上升至60.15%。

C. 各年級選課完課狀況

數位自學課程可以認列為校內選修學分，依照認列學系可分為三大類：通識課程、跨領域課程、專業學系課程。專業學系課程是於1092學年度才開始有相關課程，從修畢的狀況來看，專業學習課程的修畢人數上升的幅度最大(如圖2)。

選課人數和通過人數



圖1. 各學年度大學部選課人數與完課人數

表1. 104學年度至109學年度選課完課率

大學部 年級	在學 人數	選課 人數	完成 人數	選課 完成率	全校 選課率
109入學	911	548	347	63.32%	60.15%
108入學	948	453	307	67.77%	47.78%
107入學	890	327	174	53.21%	36.74%
106入學	973	280	134	47.86%	28.78%
105入學	268	50	16	32.00%	18.66%
104入學	296	43	14	32.56%	14.53%

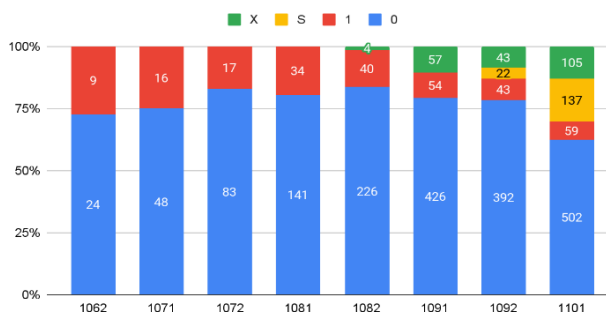


圖2. 各學期各類課程完課占比

(0,1=通識課程、x=跨領域課程、s=專業學系課程)

D. 完課數量與學分數

進一步分析106學年大學部學生平均修習數位自學1.7門課、每門平均1.9學分，至109學年度增至平均修習2.2門課、每門平均1.8學分(顯示選課量增多)，其中109學年度數位自學課程選修門數最高的前三學系分別為：醫學系(2.7門)、藥學系臨床藥學組(2.7門)、藥學系藥學組(2.3門)，而最低的學系分別為：公共衛生學系(1.8門)、牙體學系(1.9門)，其餘學系學生皆至少選修2.0門數位自學課程。

E. 完課學生與社團參與狀況比較

比較學生參與社團狀態與數位自學修課狀態，107學年有修課但未參加社團學生佔全部選課學生人數的7.4%，至109學年度有修課但未參加社團學生增加至全部學生人數的30.5%；107學年參加社團學生數位自學完課率為40.3%，至109學年完課率為68.8%；107學年未參加社團學生完課率為41.2%，至109學年完課率為73.8%，數據顯示雖然是否參加社團對於完課程度影響不大，但這兩年來學習數位自學課程的未參加社團學生數量呈現明顯增加趨勢，學生對於學習時間的安排以及學習資源的運用更多元。

F. 完課學生與12項能力關聯

比較是否完課與12項能力關聯，以學生群中位數做比較，數位自學完課學分自評分數較高的能力為：持續學習、人際互動、問題解決、自我管理；較低的能力為溝通表達能力。比較109學年度未修課、修課但未完課、修課且完課三類學生群的英文成績，未修課之學生群英文中位數為87.67分，修課但未完課之學生群中位數為88.33分，完課之學生群中位數為89.67分。顯示完課學生英文成績較優。

VI. 結論

將校務研究資料使用 ARCS(Attention、Relevance、Confidence、Satisfaction)學習動機模式分析學生數位自學課程修課狀態，如圖3分為四個面向探討。

在關注(Attention)程度研究，可發現每一學年度新進大一學生其選修數位自學課程比例從106學年8%，至109學年提升至59% (如圖4)，表示經過各種推廣活動及建立個人化資料平台，學生於入學後對於數位自學的認同呈現逐年上升的趨勢。

在自我關聯(Relevance)程度研究部分，可發現本校開設的數位自學課程從僅認列通識課程(106學年僅認列41門)，逐步增加跨領域課程(109學年認列60門)以及專業學系課程(109學年認列118門)，課程與學生本身的學習關聯度逐年上升。(如圖5)

在信心(Confidence)程度研究部分，發現平均學習成績排名較優以及英文能力較好的學生較能順利完課，同儕合作是未來可以導入的策略之一。

在滿意(Satisfaction)程度研究部分，學生的完課狀況由106學年25%至109學年成長至70%，平均完課學分數也由106學年的2.7學分成長為3.7學分，顯現在學生的修課樣態上已逐步成長(如圖6)



圖3. 運用 ARCS 模式分析本校學生使用數位自學學習之狀態

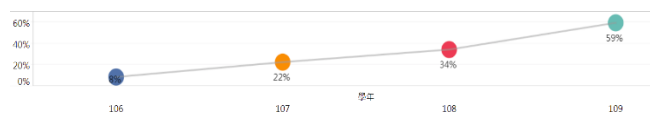


圖4. 大一學生選修數位自學比例

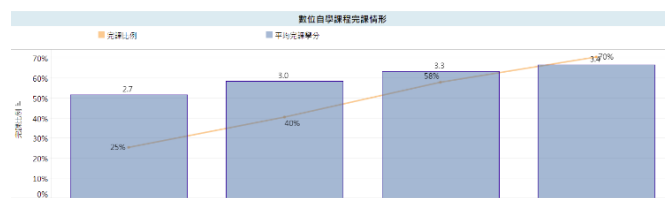


圖5. 歷年修課與未修課學生之英文能力分佈

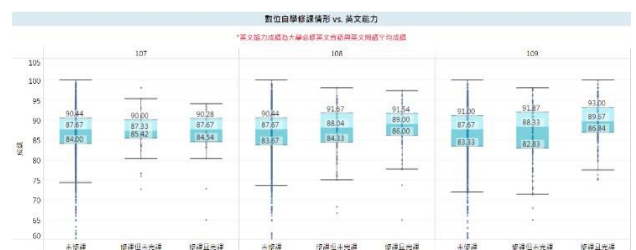


圖6. 歷年完課比例以及學分數(人次)

VII. 政策運用

基於以上分析結果，本校推動數位自學開全國大學之先河，數年來在學生修習數位自學人數、修課學分及完課率已見顯著成長。除此之外，學校持續開設優質數位自學課程，以及鼓勵同學修讀與完修的措施有實質的成果，在數位學習課程與學生本身的學習關聯度滿意度也呈現上升趨勢。

然目前有近百門課程尚未認列學分，亦有部分課程開設數年仍未有同學完課，校務研究發現未認列學分課程學生修習意願極低，或課程不符本校學生程度，未來將建立這些課程的退場機制，並將善用已立基之數位優勢，透過數位自學課程開課及募課持續優化，進行數位自學制度的滾動式調整。並將持續連結學生與數位自學之各項關聯度，包括透過數位自學對自我成長與未來職涯發展之影響等，以符合學生未來學習需求。

參考文獻

- [1] Gopalan V. et al. (2017) A review of the motivation theories in learning, AIP Conference Proceedings, 1891, 020043.
- [2] van Dinther, M., Dochy, F., & Segers, M. (2011). Factors affecting students' self-efficacy in higher education. *Educational Research Review*, 6(2), 95–108.
- [3] Green, A.J., & Sammons, G.E. (2014). Student learning styles: Assessing active learning in the hospitality learners' model. *Journal of Hospitality and Tourism Education*, 26(1), 29–38.
- [4] Hao, K. C., & Lee, L. C. (2021). The development and evaluation of an educational game integrating augmented reality, ARCS model, and types of games for English experiment learning: an analysis of learning. *Interactive Learning Environments*, 29(7), 1101-1114.
- [5] Jaiswal, N.K., & Dhar, R.L. (2015). Transformational leadership, innovation climate, creative self-efficacy and employee creativity: A multilevel study. *International Journal of Hospitality Management*, 51, 30–41.
- [6] Keller, J. M. (2008). An integrative theory of motivation, volition, and performance. *Technology Instruction Cognition and Learning*, 6(2), 79–104.
- [8] Margolis, H., & McCabe, P.P. (2006). Improving self-efficacy and motivation: What to do, what to say. *Intervention in School and Clinic*, 41(4), 218–227.
- [9] Puzziferro, M. (2008). Online technologies self-efficacy and self-regulated learning as predictors of final grade and satisfaction in college-level online courses. *The American Journal of Distance Education*, 22, 72–89.
- [10] Rodgers, D. L., & Withrow-Thorton, B. J. (2005). The effect of instructional media on learner motivation. *International Journal of Sport Psychology*, 32, 91–106.
- [11] Serio, ÁD, Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visualart course. *Computers & Education*, 68, 586–596.
- [12] Tims, M., Bakker, A., & Derks, D. (2014). Daily job crafting and the self-efficacy-performance relationship. *Journal of Managerial Psychology*, 29(5), 490–507.

基於適性化導覽的無所不在學習

蔡心榕

亞洲大學 行動商務與多媒體應用學系

rebecca081919@gmail.com

曾憲雄

亞洲大學 行動商務與多媒體應用學系

sstseng@asia.edu.tw

謝沛琪

亞洲大學 行動商務與多媒體應用學系

vv900620vv@gmail.com

楊宗瑜

亞洲大學 資訊工程學系

zongyu212@gmail.com

摘要

由於資通訊科技的迅速發展，透過無所不在學習能夠進一步引導學生進行探索式自主學習。亞洲大學以校園內的雕像作品聞名，故本研究以亞大藝術雕像為例，向專家諮詢亞大校園內雕像之屬性及其背景，以得到更多雕像資訊，建置亞大校園雕像知識本體論(Ontology)、後設資料(Metadata)及關鍵字標籤，並依照不同年齡、喜好等，以提供符合使用者需求的雕像作品與介紹內容，將這些內容加以整理後，開發「適性化導覽平台」。此外，為了讓雕像作品介紹更具有趣味性，本研究設計互動式闖關遊戲，提升參觀者認識雕像藝術品的動力及檢視參觀者的學習成效。並結合亞洲大學美學素養通識課程，讓校內學生操作平台，了解及學習校園內雕像作品內容，以提升藝術涵養。

關鍵字：適性化導覽、無所不在學習、雕像知識本體論。

I. 前言

近年來有許多導覽相關的研究在開發，如大型展覽、博物館、美術館等導覽介紹，然而許多導覽的模式較為制式且大多受限於室內，無法讓參觀者自訂導覽內容和自由參觀。目前針對雕像作品為主的導覽較少數，而亞洲大學以校園內的雕像作品聞名，是少數校園內有雕像裝置藝術的學校，吸引許多民眾慕名而來，但遊客往往都

只是單純拍照、散步，難有管道了解雕像作品本身想傳達的理念、寓喻、歷史傳承、作者創作背景等更多資訊，對於校園內雕像作品展示位置也不甚了解，容易花費時間在尋找想觀賞雕像的所在位置；也因缺乏互動性，校內學生較不會主動了解這些雕像作品。由於資通訊科技的迅速發展，透過無所不在學習能夠進一步引導學生進行探索式自主學習。如今，導覽服務從過去的人工導覽解說方式轉變成行動導覽，參觀者只須將手機掃描雕像的QR Code、Beacon或是透過GPS定位，即可觀看雕像作品的相關介紹。

本研究以亞洲大學雕像藝術裝置為例，欲開發「適性化導覽平台」，共二個階段。階段一是開發及建置階段：以亞大校園中雕像作品的後設資料(Metadata)進行收集，並建立雕像介紹之知識本體(Ontology)與關鍵字標籤，讓使用者根據選擇不同的關鍵字，依照不同年齡、喜好等，以提供符合使用者需求的雕像作品與介紹內容，並從中深入了解與學習雕像的藝術知識。階段二使用學習階段：使用者可預先使用平台初步了解展示之雕像，若使用者想進一步了解，可根據喜好雕像屬性之地圖標示與利用互動式闖關遊戲前往雕像位置，進行趣味性的雕像學習過程，並增加學習者了解雕像作品的興趣，以提升參觀與學習的動力。

II. 文獻探討

A. 無所不在的學習環境

從傳統的學校教育，到數位學習(E-Learning)和行動學習(M-Learning)，再到無所不在的學習(U-Learning)已成為現今的最新趨勢。無所不在學習強調行動力，具有適時性、適當性、即時性的獲取所需的知識。在導覽過程中，參觀者使用行動裝置，如：平版、手機搭配無線通訊技術、QR Code、Beacon，以獲得更多豐富的資訊，增加學習者與學習環境的互動性。(Chu, Chen, Yang & Lin, 2016；Chu et al., 2017；Huang, Lin & Cheng, 2010)。

B. 適性化導覽

「導覽」的目的在於搭起展覽品與參觀者之間的橋樑，它必須讓參觀者能夠方便且快速的獲取資訊，以達到最佳的導覽效果(施能義、王憶萍, 2013)。透過行動裝置提供觀眾個人化的使用內容與介面，打造專屬的參觀經驗，以加強學習互動的機會(Falk, 2013)。個人化系統除了可以提升使用性，還能夠促進自主性學習。個別化的學習步調是為了滿足個別需求而調整，而適性化則是依照學習者的狀態或特質，調整學習的內容或呈現的方式，以符合學習者的個人化需求(Katrina Stevens, 2017)，因此適性化是從個別化延伸而來的概念，又稱適性化。

趙欣怡(2018)針對身心障礙參觀者的研究中，進行自主安排文化參觀與體驗，利用導覽APP提出可供視覺、聽障觀眾使用的最佳互動方式與參觀情境，透過使用者體驗與測試，以符合視障者與聽障者不同的需求，並發展出適合不同程度觀眾的自主導覽之服務資源。此外行動導覽能夠隨時隨地的配合參觀者來參訪的時間進行介紹，而適性化導覽則是能依照參觀者的喜好及需求提供更合適的導覽內容。在導覽中加入適性化學習的概念，讓使用者在導覽的過程中不但能學習新知識，也能夠依照自己的學習狀況去選擇最適合自己的導覽內容。

C. 知識本體論

知識本體(Ontology)主要以定義在某特定

的應用領域內及描述各種知識的概念，讓詞義區分與詞義關係有所連結，使文字的處理不只提供查詢，也紀錄下更多文字內容細節及結構。本體論是透過階層式的描述，建構知識與知識之間的關係，以達到輔助學習概念 (Chandrasekaran et al., 1999)。如應用於 PC 領域知識本體來輔助搜尋代理人各項組件的運作 (Wang, C. H., 2003)，以知識本體論方式提出一個具共通性的情境模型來負責組織、描述和呈現不同的情境資訊，讓不同的服務可以整合在一起(許政穆、吳維鈞、張宜睿, 2007)。使用 CIDOC CRM 本體建立現代舞舞蹈家舞作知識本體，並加入 Schema.org 作為資料欄位的擴充，建立了類別、屬性、實例、關聯的現代舞舞蹈家舞作本體(柯皓仁, 2011)。透過本體論建構網路安全知識，以學習到網路安全的攻防基本概念知識(曾憲雄、翁瑞鋒, 2013)。

III. 研究方法

A. 建構雕像本體論

本研究開發適性化導覽平台中，在建立雕像作品內容時，利用知識本體(Ontology)架構建構雕像本體論(如圖 1)，我們將雕像設定為最上層的知識類別，從網路上、書面資料、雕像旁的簡介及向專家諮詢後所蒐集到的資料，加以整理後進行雕像知識框架的分類，後設資料(Metadata)的討論、收集與分類，並建立雕像作品的關鍵字標籤，讓使用者能夠快速篩選標籤進行導覽(如表 1)。知識本體分類為三大類，分別是風格、材質及知識，並且三類別皆是亞大校園雕像的重要屬性。接著知識層再細分為三個子架構，分別是作品名稱、年代及作者。

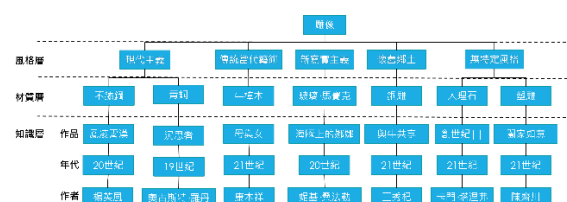


圖 1. 亞大雕像知識本體論

表 1. 後設資料(Metadata)關鍵字標籤

序號	作者	作品名稱	創作年代	風格	材質
01	奧古斯特 羅丹 Auguste Rodin	沉思者 The Thinker	十九世紀	現代主義	青銅
02	廖木祥 Mu-Xiang Kang	母女 Mother and Daughter	二十一世紀	傳統當代藝術	牛樟木
03	妮基 桑法勒 Niki de Saint Phalle	海豚上的娜娜 Nana on a Dolphin	二十世紀	新寫實主義	玻璃纖維、黑寶光
...	...	...	...	...	...

01		02	
	沉思者 The Thinker	...	...
展示位置	暨南大樓A樓	展示位置	...
作者	奧古斯特 羅丹 Auguste Rodin	作者	...
關鍵字標籤	1. 作品簡介 2. 作品理念 3. 作品賞鑒 4. 歷史傳承 5. ...	關鍵字標籤	...

B. 適性化導覽平台架構

本研究以建校 21 年的「亞洲大學」校園雕像為學習場域，針對散佈在校園各處的雕像裝置藝術為主要導覽對象，包含楊英風、羅丹、阿曼、余燈銓等大師級藝術品。因此為讓這些藝術品能更有展示的價值，並讓參觀者能夠依照自己的喜好進行學習。

本研究將開發「適性化導覽平台」，透過 XAMPP 與 Notepad++ 軟體進行 PHP 網站建置、互動式遊戲製作、MySQL 的資料庫建立等功能開發。此外QRcode 為最常見無線通訊技術，具有高效率傳遞、可靠性強且成本低特性。因此我們將在亞大校園雕像建立QRcode 設備，以提供參觀者進行雕像導覽時，可透過行動裝置進行連結，希望給予參觀者一個無所不在的雕像學習的適性化導覽(如圖 2)。

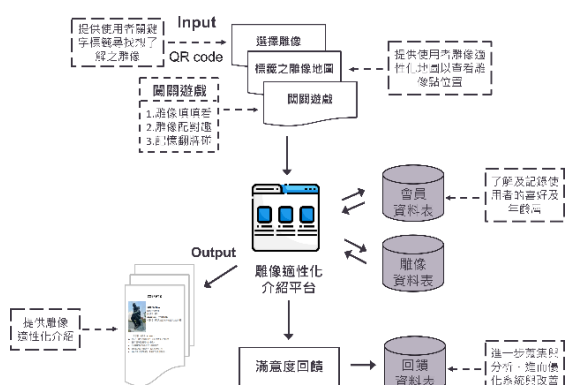


圖 2. 適性化導覽平台架構圖

為了讓使用者在學習過程能夠更適性化，根據不同的需求，提供不同的雕像作品學習內容。

適性化導覽平台中，功能包含：

(1) 關鍵字標籤選擇：使用者選擇雕像介紹後，平台會顯示該雕像作品的關鍵字標籤，包含作者、年代、材質、風格等，使用者可依興趣選擇不同的關鍵字，平台會呈現不同的學習內容，如以條列式重點呈現作者、年代、作品名稱、材質、風格等內容；點選更多則會呈現作品寓意、理念、後世影響、歷史傳承等內容，再透過關鍵字標籤推薦其他相關類型的雕像作品，並依其作品相同的風格、年代、材質等進行學習。

(2) 適性化導覽：透過知識本體進行資料的蒐集與分類，建立喜好雕像作品屬性之地圖標示與關鍵字標籤，讓使用者根據選擇不同的需求，提供不同的雕像作品學習內容，並提供互動式闖關遊戲，讓學習過程能夠更適性化且兼具娛樂性。

C. 適性化導覽平台功能介紹

當使用者進行平台操作，可透過會員註冊與登入，了解使用者的學習歷程，參觀過那些雕像、喜好雕像屬性之地圖標示或闖關遊戲等紀錄；當闖關遊戲結束後，透過滿意度的回饋，以進一步資料蒐集與分析，進而優化與改善平台。「適性化導覽平台」功能包含：

(1) 適性化雕像學習：使用者透過登入，可進一步了解及記錄使用者的年齡、喜好及參觀過那些雕像等學習歷程。

(2) 雕像介紹：當使用者進入雕像介紹介面後，可依照使用者的喜好選擇關鍵字標籤，以提供不同的雕像內容進行學習；使用者也可透過關鍵字標籤查看其屬性的所有雕像位置地圖。

(3) 學習評量：當使用進入互動式闖關遊戲(如表 2)，有雕像填填看、雕像配對趣及記憶翻牌碰三種不同關卡，讓使用者在進行校園導覽的同時也能兼具娛樂性，也能夠幫助使用者透過遊戲進行學習評量，以進一步了解學習成效。

表 2、闖關遊戲關卡

編號	遊戲名稱	遊戲類型	遊戲介紹	遊戲目的
1	雕像填字看	填字好眼力	參考雕像作品旁的石板，根據文提，進行文字填字	進行使用者的學習成效評量
2	雕像配對趣	配對湊一起	將上方雕像名稱文字對上相對應的雕像圖片	加深使用者對於雕像作品的圖文印象
3	記憶翻牌碰	過目就不忘	一次翻開兩張圖片，以進行配對，若配對不成功將以蓋回，再進行下一次的翻牌配對	考驗使用者對於雕像作品類型的了解以及從中訓練使用者的記憶力

D. 學習評量與滿意度 評估

本研究預期將規劃與本校美學素養或通識課程結合，進行一系列雕像藝術作品之學習，從美學素養的起源，引導至亞大校園中的各雕像作品的歷史與創作涵義，並利用適性化導覽平台，讓每位學生進行操作與導覽，了解與學習各雕像作品的內容，以提升學生的藝術涵養；再藉由闖關遊戲進行評量，進一步了解學生是否有所收穫。

此外為了解本研究所開發之適性化導覽平台使用後評估之目的，其中包含系統操作、功能、流暢度及意見等回饋要點，以利後續進行改善。因此當使用者闖關遊戲結束後，平台將自動帶入回饋之頁面，系統評估的問卷包含兩個面向，分別(一)系統操作面與(二)學習內容面，透過使用者回饋(如表 3)，進一步瞭解對於雕像作品的適性化導覽是否滿意、闖關遊戲的設計對於使用者是否有達到預期學習成效及在雕像位置地圖的標示是否能幫助使用者更快速找到喜好雕像之位置，並根據使用者給予的回饋進而做出改善，或進行遊戲關卡的修改。

表 3、適性化導覽平台之回饋

系統操作面(請勾選)						
滿意度	非常滿意	滿意	適中	不滿意	非常不滿意	並未使用
1、請問您對於適性化導覽平台操作上的滿意度						
2、請問您對於適性化導覽的滿意度						
3、請問對於標籤地圖的雕像點標示滿意度						
學習內容面(請勾選)						
滿意度	非常滿意	滿意	適中	不滿意	非常不滿意	並未使用
1、請問您對於雕像適性化內容滿意程度						
2、請問您對於闖關遊戲的關卡體驗滿意度						
其他建議：						

目前初步已收集約十筆資料，針對(一)系統操作面共有 50%的使用者選擇非常滿意與滿意、並且給予的建議為雕像位置地圖之標示不夠清楚(如圖 3)；而針對(二)學習內容面共有

40%的使用者選擇非常滿意與滿意、並且給予的建議為闖關遊戲的關卡不夠豐富(如圖 4)。未來本研究將透過形成性評鑑的方式，在(一)系統操作面與(二)學習內容面進一步蒐集相關回饋，並加以改進。

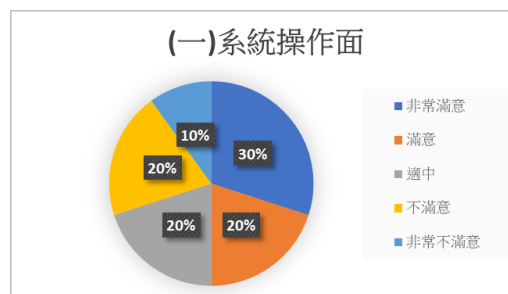


圖 3.(一)系統操作面回饋

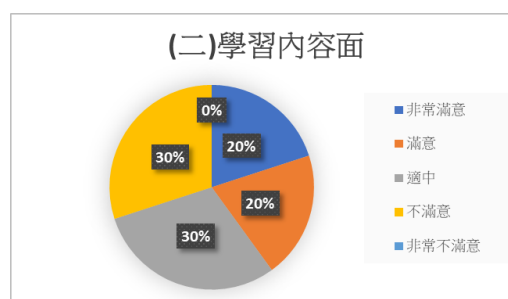


圖 4.(二)學習內容面回饋

IV. 實驗設計與成果

我們希望將適性化導覽結合無所不在的學習，運用行動裝置掃描QRcode的方式進入到平台，並透過使用者喜好及關鍵字標籤，給予雕像適性化作品介紹，並提供互動式闖關遊戲，使用者不僅在認識校園內雕像的同時能兼具娛樂性，也可以在遊戲過程中檢視自己在學習雕像知識後的成效。

未來預期本研究之平台能夠擴展至亞大校園建築物、花草樹木之介紹。並將平台提供給教學對象為亞大美學素養與通識課的學生，授課時間約 50 分鐘。教學設計流程，目前規劃為 5 個階段(如圖 5、6)：

(1) 課堂介紹適性化導覽平台：教授在課堂上講解適性化導覽平台並出認識校園雕像的報告給學生。

(2) 學生使用平台：利用適性化導覽平台觀看雕像適性化介紹。

(3) 平台地圖認識雕像點：學生依照喜好點選標籤，查看雕像位置地圖之標示並前往雕像點。

(4) 學習診斷/評量：學生在了解完雕像知識後，進行闖關遊戲，檢視學習成效。

(5) 課堂討論：學生利用適性化導覽平台深入了解了校園雕像，將所學習到的知識報告給教授及同學，並回傳至學習平台，再由教授進行評分，以了解學生的學習情況。

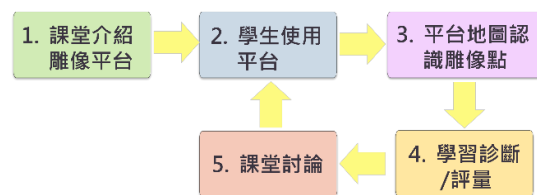


圖 5.課程規劃流程

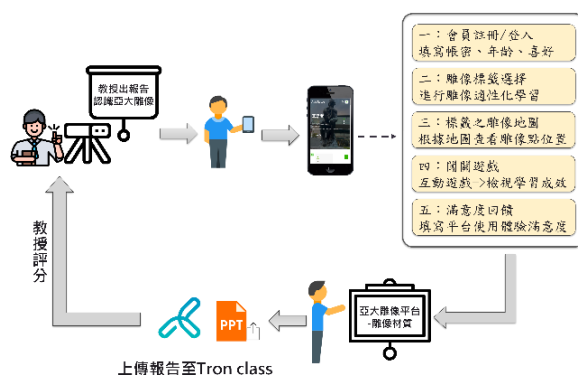


圖 6.美學素養與通識課流程

V. 結論

本研究開發「適性化導覽平台」，為了讓參觀者能夠自主導覽的規劃，以實現無所不在學習的環境，並結合本校美學素養通識課程，提供給教授進行授課使用。在認識亞大雕像過程中，可依照使用者喜好雕像屬性，給予雕像位置地圖之標示。當使用者在雕像作品介紹時，如果選擇不同的關鍵字標籤，便會顯示不同的雕像內容。此外，平台會提供互動式闖關遊戲幫助使用者引導與學習，不僅可以提升學習的趣味性，也可以讓使用者藉由闖關遊戲進行學習評量，並進一步了

解雕像作品的創作涵義，以達到美學素養的提升。除了讓使用者透過此平台更認識亞大校園雕像外，未來我們希望藉由平台提供的滿意度回饋，了解使用者對於雕像作品的適性化導覽、闖關遊戲、雕像位置地圖的標示之滿意度及建議，將根據使用者給予的回饋進而做出優化及改善。

致謝

本論文承蒙科技部計畫部分補助，(MOST 111-2813-C-468-003-H) 與(MOST 110-2511-H-468 - 006 -MY2)特此感謝。

參考文獻

- [1] Chin, K. Y., Lee, K. F. & Chen, Y. L. (2017). Using an interactive ubiquitous learning system to enhance authentic learning experiences in a cultural heritage course. *Interactive Learning Environments*, 26(4), 444-459, doi: 10.1080/10494820.2017.1341939.
- [2] Chu, H. C., Chen, J. M., Yang, K. H. & Lin, C. W. (2016). Development and application of a repertory grid-oriented knowledge construction augmented reality learning system for contextaware ubiquitous learning. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(1-2), 40-60
- [3] Huang, Y. M., Lin, Y. T., & Cheng, S. C. (2010). Effectiveness of a mobile plant learning system in a science curriculum in Taiwanese elementary education. *Computers & Education*, 54(1), 47-58. doi: 10.1016/j.compedu.2009.07.006
- [4] Falk, J. H and Dierking L. D., (2013). *The Museum Experience Revisited*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press, Inc.
- [5] Katrina Stevens. (2017). What is Personalized Learning?. Office of Educational Technology. <https://goo.gl/uHC7OU>

- [6] Wang, C. H. (2003), "Web Search with Ontology-Supported Technology, " Master thesis, Department of Computer Science and Information Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, June , R. O. C..
- [7] Chandrasekaran, B., Josephson, J. R., and Benjamins, V. R. (1999), What are Ontologies and Why do We Need Them? IEEE Intelligent System, Vol. 14, No. 1, pp. 20-26.
- [8] 高亞涓、金凱儀(2019)，無所不在的學習系統應用於古蹟導覽之學習成效與動機影響，國立臺灣科技大學人文社會學報；15 卷 2 期，P173 - 198。
- [9] 施能義、王憶萍(2013)，應用 QR Code 建立雲端行動導覽系統-以彰化孔廟行動導覽為例，2012 數位內容與虛擬學習研討會。
- [10] 劉君祺(2017)，博物館與「我」-以個人數位服務促進博物館參與，博物館學季刊，31(1)：27-57，國立自然科學博物館。
- [11] 趙欣怡(2018)，自主與平權：美術館無障礙導覽科技應用研究，博物館與文化 第 15 期 頁 75~108。
- [12] 曾憲雄、翁瑞鋒(2013)，遊戲式網路安全攻防素養評量之設計，2013 TAIWAN E-LEARNING FORUM (TWELF 2013)。
- [13] 吳沛蓁(2020)，基於運算思維解題策略的故事敘說動畫之研製，科技部 109 年度大專學生研究計畫。
- [14] 朱軒廷(2021)，以 CIDOC CRM 建置現代舞舞蹈家舞作知識本體平台之研究，國立臺灣師範大學圖書資訊學研究所碩士學位論文。
- [15] 許政穆、吳維鈞、張宜睿(2007)，以知識本體論建構出應用於無所不在服務的情境模型，TANET2007 臺灣網際網路研討會論文集〔二〕。

基於深度學習建立程式設計解題順序之研究

謝佳瑋
資訊管理系
國立臺北商業大學
11065001@ntub.edu.tw

林宏仁
資訊管理系
國立臺北商業大學
tomlin@ntub.edu.tw

摘要

程式設計課程在資訊相關科系是一門重要的課程，學習者經常透過解題練習建立自己的程式實務技能，他們若能在多個题目的練習中找出適合自己的解題順序將有助於提高學習效率。為了協助學習者挑選適合自己的問題，本文運用過去學習者累積的解題記錄，提出一個基於深度學習的解題順序推薦演算法。研究者以預訓練模型將既有的程式碼轉換成向量，計算程式間的相似程度並建立解題路徑，用來引導學習者循序漸進的在自己完成的基礎上擴展練習範圍。本研究的演算法從一個班級的程式學習記錄計算出練習順序，研究者提出實驗的發現。

關鍵字：程式設計，分群，程式碼複製檢測，深度學習

I. 研究動機與目的

資訊科技的迅速發展大大的改變了我們的生活，我們正不斷地與資訊科技建立緊密的連結，包括網際網路、行動應用、社群網路、串流多媒體、物聯網、穿戴式裝置、行動支付等不勝枚舉，創造出許多高附加價值的經濟需求。資訊科技的背後都與軟體息息相關，使得軟體開發的工作衍伸出許多的專業化分工的職業需求，像是雲端運算的出現並大規模導入至企業中而出現雲端工程師的職缺，以及大數據與人工智慧投入企業的生產與決策帶動大量的資料工程師、資料分析師與機器學習工程師職缺的需求。目前在疫情的驅使下許多產業開始嘗試數位轉型¹，以適應大環境的改變，強化企業的競爭力，在這樣的情況下只會不斷增加軟體開發相關人力需求。根據電腦技術工業協會

(CompTIA)的調查，美國企業對IT人才需求熱切，光是2022年第1季，美國企業便釋出110萬個IT職缺，與去年同期相比增加43% [1]。

軟體開發人員須具備程式設計能力與運算思維，程式設計能力即創新與動手實作的能力，而運算思維是善用運算方法與工具解決問題的能力 [2]。程式解題是程式設計課程中學生將程式設計能力與運算思維組織起來的學習過程在解題的過程能夠學習到系統化思考，面對多樣的題目可以培養思考問題的廣度，從不同角度理解問題，甚至能夠在解決問題時想出多種的解決方法。程式解題在許多企業招募軟體開發人員時必經的入職測驗，企業能夠在有限的時間內了解面試者的程式設計能力、程式碼風格、資料結構與演算法的理解程度、解決問題能力及遇到難題的應對能力。

程式設計課程在資訊相關科系是一門重要的課程，同時也是奠定軟體開發的基礎，有了良好的基礎才能後續堆疊更多的資訊知識。程式設計課程通常會是學生入學後最

早接觸的課程之一，由於學生的學習背景、學習能力的不同在學習新東西的時候也會有不同的學習成效。在過去教學現場只能提供單一的學習內容給學習者，無法針對個別學習者給予額外的引導，但現在透過線上數位學習平台的輔助，提供適性化學習 (Adaptive Learning) 的教學內容，建立個人化的學習引導已是可能的教學模式 [3]。

本研究提出一個基於深度學習的解題順序推薦演算法，以深度學習方法比對學習者間在線上程式解題系統提交之解題記錄 (程式碼) 的差異，透過程式碼間的相似度建立分群，並利用分群建構解題路徑，提供學習者選擇適合的題目，給予學習者在自主練習時有更好的學習體驗，期望以適性化的教學內容降低學習者的學習難度，提升學習上的自信心。

II. 文獻探討

A. 適性化學習

適性化學習 (Adaptive Learning) 強調「適性」，根據學習者的個別差異 (如：學習背景、學習能力、個性、習慣及興趣等) 提供個人化的教學內容。過去的研究者提出適性化案例學習之案例調適機制 [4]，結合案例推理與類神經網路，將已分群的學習案例作為類神經網路的輸入特徵，輸出新的調適教學案例。

B. 預訓練語言模型

預訓練模型 (Pre-Trained Model) 是已經訓練好的某個領域 (Domain) 模型 [5]，運用遷移學習 (Transfer Learning) 可將預訓練模型作為初始模型進一步做微調

(Fine-tuning) 成新的模型並解決新的任務，以預訓練模型為基礎減少新的模型訓練時間。BERT [6] 是個大型預訓練語言模型，是自然語言處理任務中相當熱門的深度學習模型，其成功也為機器學習在自然語言應用帶來新的方向。

C. CodeBERT

CodeBERT [7] 為程式語言與自然語言預訓練模型，使用 CodeSearchNet [8] 資料集進行訓練，模型架構與自然語言預訓練模型 RoBERTa [9] 相同。CodeBERT 的資料集來自 GitHub 原始碼代管平台收集的六種程式語言 (Python、Java、JavaScript、Ruby、Go 與 PHP) 的程式碼片段 (Code Snippet) 資料，因此 CodeBERT 能夠應用於多種程式語言任務，包含自然語言程式碼搜尋、程式碼克漏字與程式碼文件產生。

¹<https://www.hububble.co/blog/digitaltransformation>

D. 程式碼複製檢測

程式碼複製 (Code Clone) 指將相同或類似的程式碼複製與貼上至新的軟體開發專案或其他用途。程式碼複製產生的問題在於當一段有問題的程式碼被大量複製，將花費更多的成本來維護，因為開發人員需要將所有有問題的程式碼多次重複的修正或擴充，且重複使用的程式碼通常不會被記錄使用在哪些地方，大型軟體系統上擁有大量的程式碼，只能藉由工具進行自動化程式碼複製檢測 (Code Clone Detection) [10]。

Chanchal K. Roy 等人 [11] 提到四種程式碼複製類型：

- 類型 I：除了註解與空白以外，未經修改的程式碼片段。
- 類型二：語法上相同，修改了識別碼、型態、空白、排版與註解。
- 類型三：除了修改識別碼、型態、空白、排版與註解以外，進一步新增、修改、刪除片段程式碼。
- 類型四：功能性相似，相同的運算使用不同的語法結構達成的兩個或多個的程式碼片段。

類型 I 到類型三都屬於程式碼語法結構上的複製，類型四屬於功能上的複製，過去的研究在類型 I 到類型三程式碼複製檢測已經有良好的表現，隨著深度學習的蓬勃發展許多關於類型四的複製研究也使用深度學習方法來進行檢測，另外，Perez 等人 [12] 將 Java 程式碼與 Python 程式碼轉換為抽象語法樹 (Abstract Syntax Trees, AST)，透過無監督學習將抽象語法樹投射至向量空間中建立嵌入層 (Embedding Layer)，最後基於半監督機器學習訓練出分類模型來檢測相似性。多數的深度學習檢測方法都必須訓練嵌入層得以獲得特徵向量 [13]，接著進一步建立相似性檢測模型，如果需要對更多種的程式語言進行程式碼複製檢測並且想要有更好的檢測結果，勢必要取得更多的訓練資料與使用更多的運算資源來訓練模型，這時可以借助預訓練模型使用遷移學習的方式達成。Chenning Tao 等人 [14] 利用預訓練模型 CodeBERT 將多種的程式語言程式碼轉換為固定大小的向量，在模型訓練時使用對比學習

(Contrastive Learning)，透過多對的正負樣本相似性來改善損失函式 (Loss Function)。對比損失函式會將相似的樣本拉近 (接近 1)，不相似的樣本推離 (接近 0)，使訓練出的模型有更好的分類效果。

E. 降維演算法

降維演算法用途在於將高維度的資料降低至低維度的資料，通常用於減少資料計算量、資料降噪、去除冗餘資料 或方便資料視覺化，降維演算法能夠在降維的過程中盡可能地原本資料間的關係。

常見的兩種降維演算法：

- 線性降維演算法主成份分析 (Principal Component Analysis, PCA) [15]：將標準化的資料建立共變異數矩陣 (Covariance Matrix)，進行奇異值分解 (Singular Value Decomposition, SVD)，轉換為新的特徵資料，常用於特徵萃取。
- 非線性降維演算法 t-SNE (t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding, t-分佈隨機鄰近嵌入) [16]：將高維度的樣本資料距離轉換至高斯分佈的條件機率，中低維度的樣本資料則改用 t-分佈的條件機率，將兩種條件機率分佈使用 KL 散度 (Kullback-Leibler

Divergence, KLD) 計算相似度，最後隨機梯度下降法 (Stochastic Gradient Descent, SGD) 求解，t-SNE 能夠將非線性資料在降維後盡可能地維持資料間的相似性與分佈。

F. 分群演算法

分群演算法的作用是将資料集進行分組，K-means 是個概念簡單又常見的分群演算法。K-means 的概念簡單來說就是物以類聚，同一群資料間的距離都會是接近的，不同群間的距離盡可能遠離。具體作法是指定要建立 k 個群組，在資料的向量空間中隨機給出 k 個群中心，所有資料跟所有群中心計算歐式距離 (Euclidean Distance)，再將資料分配到距離最近的群中心的群組並更新新的群中心，上述動作重複至群內資料不變與群中心不變為止。

III. 研究方法

本研究提出一個基於深度學習建立程式設計解題順序的推薦方法，應用程式碼複製檢測模型，將學生實際在程式設計課程解題之提交程式碼作為實驗資料，透過深度學習模型取得程式碼特徵向量 (Code Representation)，並且將程式碼特徵向量透過 t-SNE 降維至三維空間，再使用 K-means 分群出多個相似題目群組，得出個群組中心點三維坐標，最後計算漢米頓路徑 (Hamiltonian Path) 找出解題順序。

具體應用情境需要有歷史題庫與解題記錄，新加入的學習者必須提交一次解題記錄 (程式碼)，本研究的演算法即可規劃出解題順序，學習者在解完同個題目群內所有相似的題目後，再接著練習下個題目群內的題目。

A. 資料收集

本研究程式碼資料集來自初階 Python 程式設計課程，從線上程式評分系統截取一學期中五週部分題目匯出解題程式碼。包含 5 天、15 個題目、58 位學生 (五專與四技) 及 785 個解題程式碼，詳細資料集統計參考表 I。

表 I
資料集統計

上課日期	題目編號	提交解題數
0223	p14	58
0223	p15	56
0223	p16	57
0223	p17	56
0302	p21	53
0302	p25	51
0323	p42	57
0323	p43	55
0323	p44	52
0505	p80	51
0505	p81	22
0505	p82	19
0505	p85	20
0512	p81	37
0512	p82	38
0512	p85	35
0512	p86	36
0512	p88	32
總天數	總題數	總提交數
5	15	785

B. 資料預處理

資料在輸入至深度學習模型之前，我們需要將資料預先整理成符合模型輸入的格式，程式碼資料預處理包括以下步驟：

- 1) 逐行程式碼檢查，移除註解、縮排、說明文字及多餘的換行。
- 2) 替換換行符號為空白。
- 3) 將程式碼載入至分詞器（Tokenizer），進行分詞，標記程式碼開頭與結束。
- 4) 將程式碼分詞串列轉成詞編碼（ID）串列，這個步驟是將文字正規化。
- 5) 根據編碼串列長度，建立遮罩（Mask）串列。
- 6) 填充（Padding）編碼串列與遮罩串列至固定長度，本研究固定輸入 512 個詞至模型。

C. 計算程式碼特徵向量

如何找出程式碼的特徵是個關鍵，我們使用深度學習的方法取得程式碼特徵向量，透過 C4（Contrastive Cross-Language Code Clone Detection）[14] 這個程式碼複製檢測模型取得良好的程式碼特徵向量（Code Representation）。

本研究將 C4 開源專案² 提供之模型原始碼與資料集，在 Ubuntu 22.04 LTS 作業環境下，以一張 NVIDIA GeForce RTX 3080 Ti 顯示卡，使用 Python 3.9、PyTorch 1.11（CUDA 11.3）³、Transformers 4.21（Hugging Face）⁴ 等軟體開發工具重新訓練 C4 模型，最終取得

接近 C4_{SMALL} 成果的模型（Recall: 0.884, Precision: 0.933, F1: 0.908）。

D. t-SNE 降維

我們透過 t-SNE 方法將程式碼特徵向量從高維度降至三維，t-SNE 方法可以更好地保留原始向量其相似度與分布。透過降維我們能夠將資料以視覺化的方式呈現，如“圖 1”，能夠更容易檢視資料分布情況。

透過三維資料顯示，我們發現有些資料在二維空間下無法看出與其他相似的資料為何會在分布在不同區域，如“圖 2” 題目 p15 與題目 p17 二維空間看似是接近的，而三維空間能夠表現出深度上的差異。

E. K-means 分群

使用 K-means 演算法計算分群是指事先給定一個 k 值用以決定要分群的群數，而我們透過平均輪廓係數（Mean Silhouette Coefficient）找出最佳分群群數，達到同一群內的資料都離群中心點接近，不同群之間的距離較遠的效果，如“圖 3”。本研究利用分群結果找出自己的程式與前人解題的程式相似與否的距離，建議學習者逐步練習相似的問題，幫助學習者選擇適合自己進行的下一題練習。

本研究在計算平均輪廓係數時使用兩種距離度量指標進行比較：

- 歐氏距離（Euclidean Distance）：表示兩向量的直線距離（絕對距離），數值範圍從0到所有可能的正數。

²<https://github.com/Chenning-Tao/C4>

³<https://pytorch.org/get-started/locally/>

⁴<https://huggingface.co/docs/transformers/installation>

- 餘弦距離（Cosine Distance）：表示兩向量的方向（相對距離），數值範圍是固定的，從負1到正1之間，常用於相似度計算。

我們在實驗中使用餘弦距離進行度量，找出最大的平均輪廓係數，其值為 0.935，如“圖 4”。

F. 學習路徑

我們將 K-means 演算法完成分群後取出各群中心點，計算所有中心點之間的餘弦距離（Cosine Distance），如表 II，再將所有的中心點連線成為一個完全圖（Complete Graph），本研究將完全圖上所有的點都當作起點，找出走訪所有點一次最短路徑的漢米頓路徑（Hamiltonian Path），如“圖 5”，從 0 開始到 2 結束，其結果提供學習者在解決所有類似的題目後進一步挑戰另一群题目的建議，如表 III。

漢米頓路徑（Hamiltonian Path），是指在一個圖（Graph）上經過每一個頂點（Vertex）一次的路徑，頂點數量大於 2 的完全圖必定存在一條漢米頓路徑。

表 II
中心點之間的餘弦距離

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0.00	1.93	0.34	1.42	0.49	0.42	1.54	0.86	1.11
1	1.93	0.00	1.58	0.75	1.33	1.77	0.33	1.40	0.58
2	0.34	1.58	0.00	1.89	1.22	1.00	0.79	0.54	0.72
3	1.42	0.75	1.89	0.00	0.80	0.58	1.53	1.11	1.67
4	0.49	1.33	1.22	0.80	0.00	0.64	1.62	1.69	0.97
5	0.42	1.77	1.00	0.58	0.64	0.00	1.94	0.61	1.86
6	1.54	0.33	0.79	1.53	1.62	1.94	0.00	1.05	0.24
7	0.86	1.40	0.54	1.11	1.69	0.61	1.05	0.00	1.55
8	1.11	0.58	0.72	1.67	0.97	1.86	0.24	1.55	0.00

^a第一欄與第一列代表分群編號

表 III
建議解題順序

路徑	題目群
0	p15計算不級格科目數。
5	p16計算最高分及最低分相差分數。
3	p44答案卡比對, p25檢查牌組是否有相同點數。
1	p88重複文字只保留一個, p86快樂數, p81阿姆斯特壯數, p80補足檢查碼2, p85所有個數平方和。
8	p81阿姆斯特壯數, p85所有個數平方和, p82完美數, p86快樂數。
4	p85所有個數平方和。
7	p17學號代表的科名。
6	p17學號代表的科名, p15計算不級格科目數, p14計算等第的函式, p21檢查字串是否為正確IP位址, p16計算最高分及最低分相差分數。
2	p80補足檢查碼2, p42羅馬數字-值清單, p43羅馬數字-值。

IV. 研究發現與探討

本研究透過深度學習方法應用於程式設計課程輔助學生學習，經過研究者實驗提出以下結論：

A. 以實際資料驗證模型得到良好的準確率

本研究將收集的 785 個程式碼中，相同題目一對為正樣本（相似程式碼），不同題目一對為負樣本（不相似程式碼），以此作法建立驗證資料集，再將成對的資料傳入模型中預測，統計模型預測標籤與樣本標籤比對結果，得到 0.94 的準確率（Accuracy）。

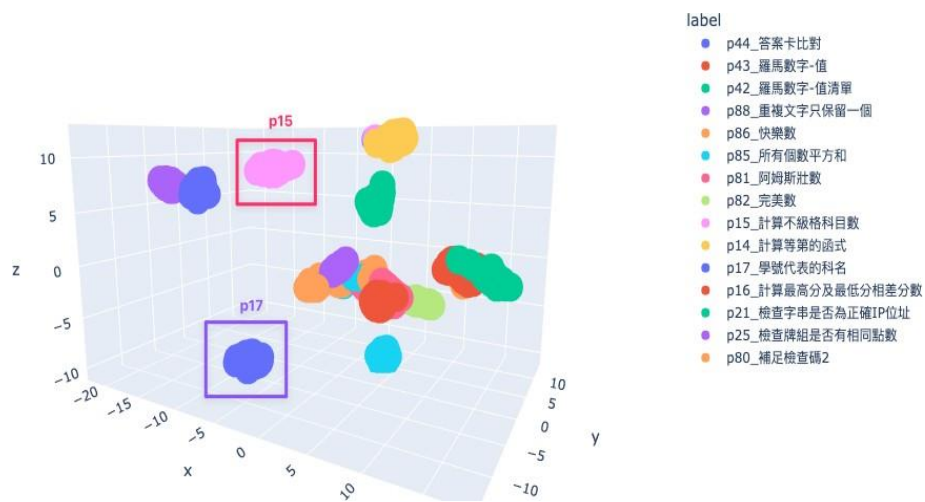


圖 1. t-SNE 三維視覺化

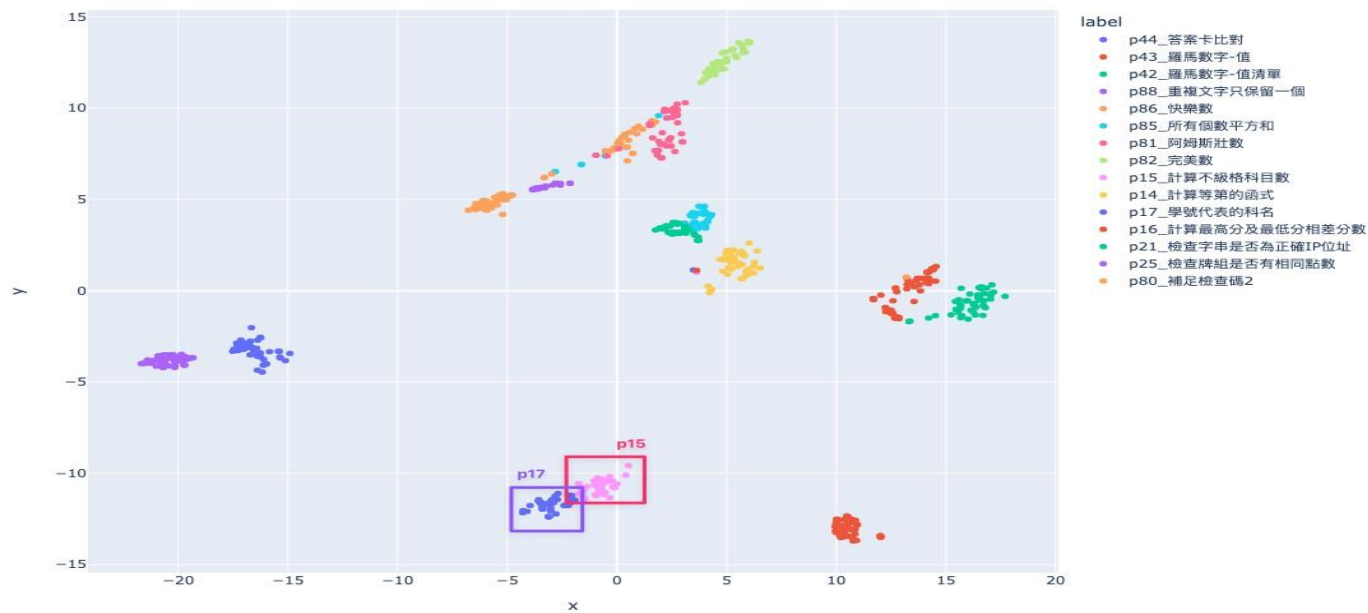


圖 2. t-SNE 二維視覺化

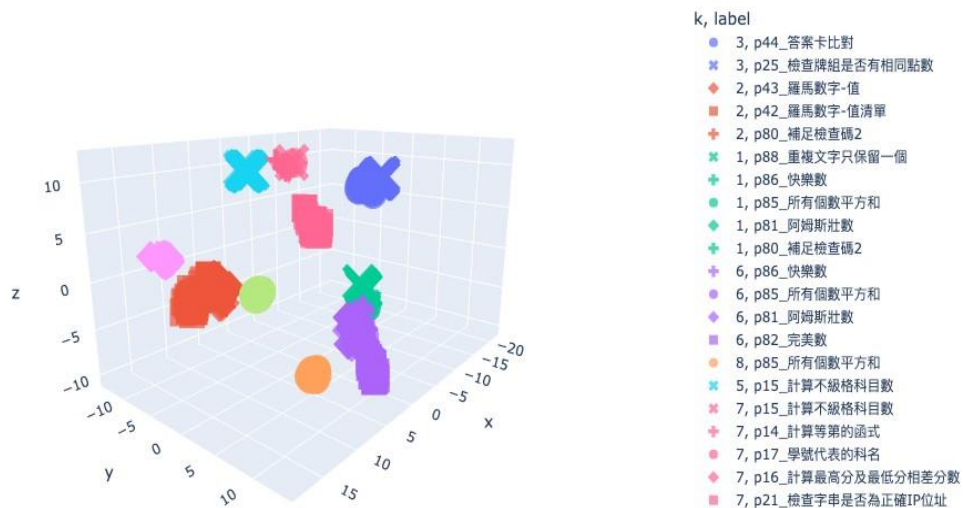


圖 3. K-means 三維視覺化

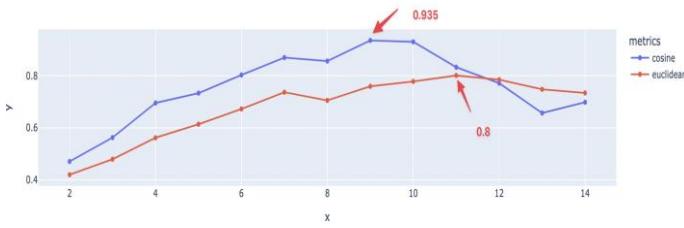


圖 4. 分群數與平均輪廓係數

B. 本研究的模型能將相似的題目分到同一群

從表 III 可以看到群 2 題目 *p42*羅馬數字-值清單與題目 *p43*羅馬數字-值是類似的題目，觀察兩題大部分解題記錄，程式碼語法結構基本上是由一個 Python 字典 (Dictionary) 型態迴圈所組成。

C. 本研究的模型能將相似的解法分到同一群

表 III 群 8 中的解題記錄，皆為使用 Python 類別 (Class) 作為語法結構開始，並定義一個函式 (Function)，函式內使用迴圈與條件判斷。其中題目 *p81*阿姆斯特壯數在群 8 與群 1 都有出現，差別在群 1 的解題記錄使用純函式語法結構。

D. 本模型有助於瞭解學生特別的程式撰寫方式

實驗中觀察到有幾個解題記錄在視覺化呈現時會發現大幅度偏離其他相同題目的位置，檢視該程式碼時發現，學生將先前練習的程式碼複製至新的題目，接續添加新的題目邏輯，先前的程式碼沒有註解，也沒有被呼叫，如“圖 6”，左邊為 *p14*計算等第的函式為右邊 *p15*計算不級格科目數的前一個題目。

參考文獻

- [1] 余采霏, “新科技人才缺口擴大 軟體工程師需求數居首,” <https://www.netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/trend/B6AFAA5CFAE944B69E894DCF35A3EB21>, 2022.
- [2] 陳怡芬, “創新思考與資訊科技教學,” <https://ct.fg.tp.edu.tw/wp-content/uploads/2017/05/創新思考與資訊科技課程設計.pdf>, 2017.
- [3] 高立仁, 嚴竹華, and 蕭曼蓉, “一個應用人工智慧的適性化學習系統架構,” 中華創新發展期刊, vol. 5, no. 3, pp. 31–39, 2021.
- [4] 鍾穎, “適性化案例學習之案例調適機制研發,” 碩士論文國立成功大學製造工程研究所碩博士班, 台南市, 2007, <https://hdl.handle.net/11296/3kd8zy>.
- [5] X. Qiu, T. Sun, Y. Xu, Y. Shao, N. Dai, and X. Huang, “Pre-trained models for natural language processing: A survey,” *Science China Technological Sciences*, vol. 63, no. 10, pp. 1872–1897, 2020.

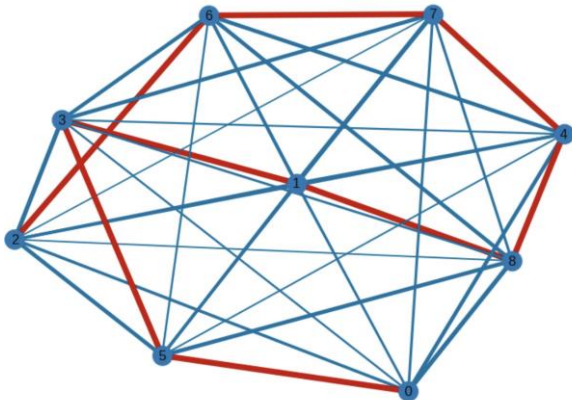


圖 5. 完全圖與漢米頓路徑

- [6] J. Devlin, M.-W. Chang, K. Lee, and K. N. Toutanova, “Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding,” 2018. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1810.04805>
- [7] Z. Feng, D. Guo, D. Tang, N. Duan, X. Feng, M. Gong, L. Shou, B. Qin, T. Liu, D. Jiang, and M. Zhou, “CodeBERT: A pre-trained model for programming and natural languages,” in *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020*. Online: Association for Computational Linguistics, Nov. 2020, pp. 1536–1547. [Online]. Available: <https://aclanthology.org/2020.findings-emnlp.139>
- [8] H. Husain, H.-H. Wu, T. Gazit, M. Allamanis, and M. Brockschmidt, “Codesearchnet challenge: Evaluating the state of semantic code search,” *arXiv preprint arXiv:1909.09436*, 2019.
- [9] Y. Liu, M. Ott, N. Goyal, J. Du, M. Joshi, D. Chen, O. Levy, M. Lewis, L. Zettlemoyer, and V. Stoyanov, “Roberta: A robustly optimized bert pretraining approach,” *arXiv preprint arXiv:1907.11692*, 2019.
- [10] Q. U. Ain, W. H. Butt, M. W. Anwar, F. Azam, and B. Maqbool, “A systematic review on code clone detection,” *IEEE access*, vol. 7, pp. 86121–86144, 2019.
- [11] C. K. Roy, J. R. Cordy, and R. Koschke, “Comparison and evaluation of code clone detection techniques and tools: A qualitative approach,” *Science of Computer Programming*, vol. 74, no. 7, pp. 470–495, 2009. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167642309000367>
- [12] D. Perez and S. Chiba, “Cross-language clone detection by learning over abstract syntax trees,” in *2019 IEEE/ACM 16th International Conference on Mining Software Repositories (MSR)*, 2019, pp. 518–528.
- [13] U. Alon, M. Zilberstein, O. Levy, and E. Yahav, “code2vec: Learning distributed representations of code,” *Proceedings of the ACM on Programming Languages*, vol. 3, no. POPL, pp. 1–29, 2019.
- [14] C. Tao, Q. Zhan, X. Hu, and X. Xia, “C4: Contrastive cross-language code clone detection,” in *2022 IEEE/ACM 30th International Conference on Program Comprehension (ICPC)*, 2022, pp. 413–424.
- [15] M. E. Tipping and C. M. Bishop, “Probabilistic principal component analysis,” *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, vol. 61, no. 3, pp. 611–622, 1999.
- [16] L. Van der Maaten and G. Hinton, “Visualizing data using t-sne,” *Journal of machine learning research*, vol. 9, no. 11, 2008.

```

1 def rank(chi,eng,mat,soc,nat):
2     tot=chi+eng+mat+soc+nat
3
4     if tot>=460:
5         return 'A'
6     elif tot>=420:
7         return 'B'
8     elif tot>=370:
9         return 'C'
10    elif tot>=320:
11        return 'D'
12    else:
13        return 'E'
14
15 #-----
16 chi=int(input())
17 eng=int(input())
18 mat=int(input())
19 soc=int(input())
20 nat=int(input())
21
22 print(rank(chi,eng,mat,soc,nat))

```

```

1 def fail(chi,eng,mat,soc,nat):
2     cnt=0
3
4     if chi<60:
5         cnt+=1
6     if eng<60:
7         cnt+=1
8     if mat<60:
9         cnt+=1
10    if soc<60:
11        cnt+=1
12    if nat<60:
13        cnt+=1
14
15    70
16    80
17    90
18    95
19    85
20    return cnt
21
22 #-----
23 chi=int(input())
24 eng=int(input())
25 mat=int(input())
26 soc=int(input())
27 nat=int(input())
28
29 print(fail(chi,eng,mat,soc,nat))

```

圖 6. 重複程式碼

Identifying key variables affecting learning outcomes of undergraduate students using Tronclass platform—A case study of National Taiwan Ocean University

Po-Hsing Tseng

Department of Shipping and Transportation Management

National Taiwan Ocean University

Keelung City, Taiwan

Email: phtseng@mail.ntou.edu.tw

Abstract—Recently, online learning platform applications have increasingly replaced traditional physical classroom teaching with Internet-based learning environments in universities, especially with the advent of the COVID 19 pandemic era. Based on a stepwise regression model, this paper identifies key variables affecting the learning outcomes of undergraduate students using Tronclass platform in the National Taiwan Ocean University, Taiwan. The results indicate the number of absences from attendance plays a negative effect; whereas the scores of both the mid-term exam and peer group support correlate with a positive effect. Research implications of the findings and future research suggestions are discussed.

Keywords: *Tronclass, learning outcome, course*

I. Introduction

In Taiwan, there is a call in recent literature for the quality of teaching to be improved and for greater involvement from industry in maritime education, through joint industry-academic and innovative lecture series (Hu et al., 2008; Bauk and Radlinger, 2013). Critical to the success of the online teaching platform is to ensure it can help meet learning demands and supplement teaching resources even if students are not in the classroom. However, students may be reluctant to use the teaching platform if they feel online teaching resources are not good, and this consequently affects their learning motivation. This is despite the fact that past studies indicate that digital teaching tools can reduce learning barriers and increase students' learning motivation (Govindasamy, 2001; Alhomod and Shafi, 2013; Ngampornchai and Adams, 2016; Eze et al., 2018; Han and Lu, 2019; Li and Wong, 2019; Mei et al., 2019; Rodrigues et al., 2019; Zainuddin et al., 2019; Al-Fraihat et al., 2020; Chao et al., 2021; Aduba and Mayowa-Adebara, 2022; Yang et al., 2022). In recent years, Tronclass has gradually become a popular teaching platform in the universities of Taiwan. However, studies on its implementation effectiveness are scarce. Also, due to the effect of COVID-19 pandemic, online meetings for learning on the teaching platform have been emphasised in the universities (Jin et al., 2021). Thus, the

purpose of this paper is to explore students' learning effectiveness by introducing Tronclass in the course at National Taiwan Ocean University. The research findings can also help improve teaching strategies based on students' usage feedback and a review of their learning record, and implement teaching resource allocation when introducing digital learning platforms in the university (cf. Pallis and Ng, 2011).

II. Brief Introduction of Tronclass

Tronclass is a web-based teaching platform and offers innovative learning resources and evaluation tools via a visual and graphic user interface for students, teachers, university administrative staff, and other stakeholders. Its convenient operation environment and secure login procedure are key to help maintain and use this platform. The main functions of Tronclass include course management (e.g. roll call, course materials upload/download, and course information announcement, such as course progress schedule, mid-term, final term exam, mid-term warning, etc.), learning activities (e.g. assignment, exam, discussion, quiz, feedback, questionnaire survey, MS Team meeting, link, video, and files sharing, etc.). Regarding exams, teachers can create quizzes using multiple choice questions, cloze tests, and essay questions and Tronclass allows for the addition of multimedia instruments (e.g. pictures, diagrams, etc.) to the questions to help strengthen students' engagement (Cole et al., 2021). For Tronclass users, in order to smoothly use Tronclass, the minimum required broadband is 4 Mbps. The greater the network bandwidths, the higher the number of Tronclass users (including internal and external users) that can be served (Puri, 2012). It is argued that ease of surfing the course contents and availability of communication with users are two key factors to affecting the adoption of an e-learning platform (Alseelawi et al., 2020). Thus, in order to achieve better learning outcomes, the teachers must have sufficient professional knowledge (e.g. professional teaching subjects and platform management, etc.) and then carefully prepare suitable learning materials. These materials should be

based on course learning targets and students' characteristics and backgrounds. When uploading materials to the platform, teachers should appropriately guide students to use learning functions and conduct effective communication (e.g. providing feedback to the students' questions or comments) during the semester (including school day or non-school day). Also, the university information administration sections should provide technical support (e.g. quick Wi-Fi environment for users, access to multiple types of web browsers, etc.) and regularly update the infrastructure and service contents based on users' feedback and consulting experts' suggestions. Concomitantly, the teacher can track and analyze the learning records of Tronclass using the function of the front-end/back-end system.

III. Methodology

During September 2021-January 2022, the "Port Operations and Management" course was conducted at the National Taiwan Ocean University in Taiwan. A total of 60 undergraduates participated in the course, including 3 senior and 57 junior undergraduate students. The teaching materials were organised by the teacher and the students could download them from the Tronclass platform at any time. Course learning topics included port and harbour introduction (e.g. functions, facilities), port policy and rules, port planning, port organisation, port operations and performance management, port logistics, port safety and security, container terminal management, port marketing strategies, port competitiveness and management strategies, green port, city and cruise development, port future development trend, etc.). The teaching process included learning topics lectures, group discussions and question answering, Kahoot tests, and term project presentations. This course is a compulsory subject with two credits and the course time is two hours every week. The total week number is 18 in the semester. Basically, the teacher offered lectures on a learning topic for 1.5 hours and organised group discussion for 30 minutes every week. During the discussion time, each student must provide their answers on the Tronclass platform and the teacher/students could easily read and understand all the answer contents each other. Then the teacher could further explain or supplement learning information and provide feedback based on students' answers. The course score evaluation included class participation (e.g. roll call, learning response and interaction with teacher and students, etc.), two assignments, one mid-term exam (week 9), one final exam (week 18), and one term project (including PowerPoint slides and presentation). Thirteen teaching files were uploaded onto the Tronclass platform before the first week of the semester and students were required to login to the Tronclass site and browse the teaching content in the semester (18 weeks). The teacher

¹ The minimum is zero and maximum is 10.

introduced the main functions of Tronclass and course credit evaluation contents in the first week. Then, the teacher continuously tracked and recorded students' usage of Tronclass during the semester, such as records of roll call, frequencies of login per week, use time of Tronclass, assignment and term project submissions, etc. One warning message was sent to a student whose course participation score was less than 60 in the mid-term of the semester. The scores of the mid-term exam, final exam, and ranking were compared with the student usage of Tronclass. After receiving ethical approval for the research through informed consent from the student, the research data was collected. The multiple regression analysis with least squares is used to identify potential variables that affect the learning outcomes of this course. Based on past studies (Bold, 2008; Alqudah et al., 2021; Jiang and Al-Shaibani, 2022; Wang et al., 2022; Yang et al., 2022), the dependent variable is the score of each student. Six independent variables included the gender of the student, the number of absences from attendance, the frequency of login to Tronclass, the total time of browsing Tronclass (minutes), the score of mid-term exam, peer group support (the value is 1 if the student majored in Department of Shipping and Transportation Management. Otherwise the value is zero). The extreme value (e.g. standard deviation) and correlation matrix were checked before conducting the analysis, and analysis software was IBM SPSS Statistics and Microsoft Excel, respectively.

IV. Results

A. Descriptive statistics of variables

Regarding the demographic statistics of the 60 research samples, 25 are male (41.7%) and 35 are female (58.3%). The number of absence from attendance for each sample is 0.18 time.¹ The frequency of login Tronclass of the semester for each sample is 158.3 times (equal to total times of login/number of samples)². The average time of browsing Tronclass of the semester for each sample is seven hours and 43 minutes. The average score of course evaluation for each sample is 89.01 and the distribution situation is shown in Figure 1. The highest and lowest scores were 96 and 76, respectively. Within these samples, 55 students majored in the Department of Shipping and Transportation Management (91.7%), 3 students majored in the Bachelor Degree Program in Ocean Tourism Management (5%) and 2 students majored in the Bachelor Degree Program in Ocean Business Management (3.3%).

² The minimum is 29 and maximum is 387.

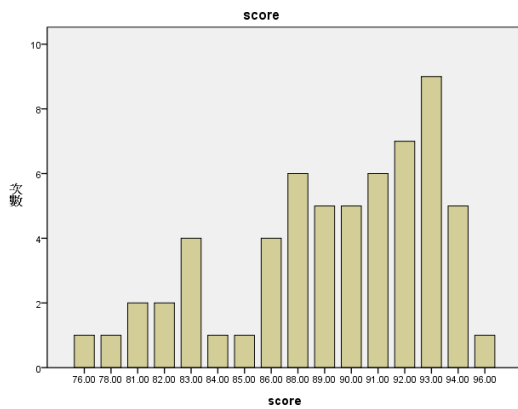


Figure 1 Distribution situation of course score of the samples

B. Results of the Stepwise Regression Analysis

The initial result of the regression model is illustrated in Table I. the Independent variable “Frequency of login in Tronclass” was deleted due to its non-significant effect (p -value >0.05).

Table I
Results of initial stepwise regression model

Independent variables	Beta (β)	T-value	Sig.
Gender of the student	0.31	0.749	0.457
Number of absence from attendance	-0.556	-6.707	0.000
Frequency of login in Tronclass	-0.003	-0.078	0.938
Total time of browsing Tronclass	0.050	1.193	0.238
The score of mid-term exam	0.429	5.347	0.000
Peer group support	0.108	2.445	0.018
R=0.957; R ² =0.916; Adj. R ² =0.907			

As shown in Table II, the first revised regression model is illustrated. The Independent variable “Gender of the student” was deleted due to its non-significant effect (p -value >0.05).

Table II
Results of first revised stepwise regression model

Independent variables	Beta (β)	T-value	Sig.
Gender of the student	0.031	0.768	0.446
Number of	-0.556	-6.775	0.000

absence from attendance			
Total time of browsing Tronclass	0.050	1.212	0.231
The score of mid-term exam	0.429	5.401	0.000
Peer group support	0.109	2.589	0.012
R=0.956; R ² =0.914; Adj. R ² =0.909			

As shown in Table III, the second revised regression model is illustrated. The independent variable “Total time of browsing Tronclass” was deleted due to its non-significant effect (p -value >0.05).

Table III
Results of second revised stepwise regression model

Independent variables	Beta (β)	T-value	Sig.
Gender of the student	0.035	0.845	0.402
Number of absence from attendance	-0.544	-6.779	0.000
Total time of browsing Tronclass	0.052	1.270	0.209
The score of mid-term exam	0.434	5.500	0.000
Peer group support	0.110	2.644	0.011
R=0.956; R ² =0.915; Adj. R ² =0.909			

As shown in Table IV, the final revised regression model reveals that the score of the mid-term exam ($t=5.322$, $p=0.000$) and peer group support ($t=2.611$, $p=0.012$) positively affect the course score. The number of absence from attendance negatively affected the course score ($t=-7.333$, $p=0.000$).

Table IV
Results of final revised stepwise regression model

Independent variables	Beta (β)	T-value	Sig.
Number of absence from attendance	-0.570	-7.333	0.000
The score of mid-term exam	0.411	5.322	0.000
Peer group support	0.109	2.611	0.012
R=0.955; R ² =0.913; Adj. R ² =0.908			

V. Discussion and Conclusions

The final regression model provides the evidence that the three independent variables (including number of absences from attendance, the score of mid-term exam, and peer group support) are significant and that the three independent variables (gender of the student, frequency of login in Tronclass, and total time of browsing Tronclass) are not significant.

Regarding significant variables for the number of absences from attendance, it is suggested that the teacher should regularly observe and track student's attendance situations. The students who miss course learning opportunities might develop learning gaps that prevent achievement of the teacher's teaching target and can not finish the course assignment and project well. On other hand, the teacher should continuously figure out innovative and attractive teaching skills (e.g. adopting Tronclass learning content and improve learning motivation). For example, the teacher could appropriately ask students to finish assignments and project peer reviews via their cell mobile devices and link Tronclass platform in the classroom. The university authorities (e.g. office of academic affairs) could encourage teachers to conduct quizzes via Tronclass in the classroom after finishing certain learning units. It is believed that such an interactive technology application can bring useful learning outcomes (including student attendance) and improve the traditional lecture-based teaching methods.

Besides, results suggest teachers should encourage students to actively participate in the course program (including the usage of Tronclass) right from the early stage of the semester. Students who have better learning outcome (e.g. mid-term exam) will have greater opportunities to achieve a higher overall course score in the end of the semester. Otherwise, student engagement might continuously reduce when they find their mid-term evaluation is poor and result in more serious learning problems (e.g. quitting study). From a pedagogical perspective, teachers and university authorities should continuously care each student's outcome and understand their potential barriers and then provide the necessary learning resources. For example, the teacher could arrange teaching assistants to help provide after-school tutoring.

In addition, the results of this paper indicate the importance of peer group support and reflect past studies, such as Bold (2008) and Stracke and Kumar (2014). For example, the students who come from Departments other than that of Shipping and Transportation Management might lack prior knowledge (experience) in the learning topics and possibly miss important information in the course online group (e.g. Line or Facebook) which may consequently affect their learning outcome. The teacher could make use of cooperative peer learning and information sharing functions

on Tronclass. Also, the teacher could appropriately learning activities (e.g. case study and group discussion) based on students' backgrounds. Such a learning environment change (via Tronclass application) can provide opportunities to help review memories of learning events and reduce potential barriers.

Regarding the significance of gender, although past studies (e.g. Alqudah et al., 2021; Jiang and Al-Shaibani, 2022) found it might play important factor to affect learning outcomes, some studies still found gender does not affect online course engagement, such as Cole et al. (2021). Thus, the significance of gender variables is disputed and might play an important role in certain study topics. For example, Wu and Wang (2020) found female-only groups were the most active groups in terms of the messages generated in the Facebook-based online collaborative learning activities. In term of frequency of login in Tronclass and total time of browsing Tronclass, the potential explanation is the course score evaluation items do not include these two variables. Thus, the students who obtained a higher course score might in actual fact not spend lots of time on Tronclass usage.

For the significance of frequency of login in Tronclass and total time of browsing Tronclass, it can be explained that some students might login to Tronclass on particular hours or particular days. Thus, login frequency or time chunking can not exhibit an anticipated positive effect on course score.

There are two research limitations in this paper. First, the research sample is limited because this paper focuses on one professional course in the university and the number of enrollment course is usually limited. Future research could further explore large-size professional courses with online learning platforms and identify other key variables (e.g. platform login consistency (hour or day), age, etc.) with quantitative analysis methods (e.g. probit model, logistic regression, lag sequential analysis, etc.) based on this research findings. Second, qualitative analysis (e.g. grounded based on in-depth interview with students and teachers) can be further studied in similar topics and supplement the research implication of this paper.

Reference

- [1] D.E. Aduba, O. Mayowa-Adebara, "Online platforms used for teaching and learning during the COVID-19 era: The case of LIS students in Delta State University," *Abraka, International Information & Library Review*, vol. 54, no. 1, pp. 17–31, 2022
- [2] D. Al-Fraihat, M. Joy, and J. Sinclair, "Evaluating e-learning systems success: An empirical study," *Computers in Human Behavior*, vol. 102, pp. 67–86, 2020.
- [3] I. Alqudah, M. Barakat, S. M. Muflih, and A. Alquadh, "Undergraduates' perceptions and attitudes towards online learning at Jordanian universities during COVID-19," *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2021.2018617, 2021.
- [4] N.S. Alseelawi, E. K. Adnan, H.T., Hazim, H. Alrikabi, and K. W. Nasser, "Design and implementation of an e-learning platform using N-Tier architecture," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 14, no. 6, pp. 171–185, 2020.

- [5] S. Alhomod, and M. M. Shafi, "Success factors of e-learning projects: A technical perspective," *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, vol. 12, no. 2, pp. 247–253, 2013.
- [6] S. Bauk, and R. Radlinger, "Concerning web-based e-learning at a maritime higher education institution: Case study," *Transactions on Maritime Science*, vol. 2, no. 2, pp. 115–122, 2013.
- [7] C. Bold, "Peer support groups: fostering a deeper approach to learning through critical reflection on practice," *Reflective Practice*, vol. 9, no. 3, pp. 257–267, 2008.
- [8] H. W. Chao, C. C. Wu, and C. W. Tsai, "Do socio-cultural differences matter? A study of the learning effects and satisfaction with physical activity from digital learning assimilated into a university dance course," *Computers & Education*, vol. 165, 104150, 2021.
- [9] A.W. Cole, L. Lennon, and N.L. Weber, "Student perceptions of online active learning practices and online learning climate predict online course engagement," *Interactive Learning Environments*, vol. 29, no. 5, pp. 866–880, 2021
- [10] S. C. Eze, V. C., Chinedu-Eze, and A. O. Bello, "The utilisation of e-learning facilities in the educational delivery system of Nigeria: a study of M-University," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 15, no. 1, pp. 1–20, 2018.
- [11] T. Govindasamy, "Successful implementation of e-learning: Pedagogical considerations," *The Internet and Higher Education*, vol. 4, no. 3-4, pp. 287–299, 2001.
- [12] J. S. Hu, S. W. Chang, and T. S. Chen, "Social impacts on the maritime education—a case study of National Kaohsiung Marine University in Taiwan," *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol.2, no. 2, pp. 197–203, 2008.
- [13] L. Han, and Z. Lu, "Enhancing student participation in information literacy course based on Rain Classroom: A case study," *Library Hi Tech*, vol. 38, no. 3, pp. 522–536, 2019.
- [14] L. Jiang, and G. K. S. Al-Shaibani, "Influencing factors of students' small private online course-based learning adaptability in a higher vocational college in China," *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2022.2105901, 2022.
- [15] Y. Q. Jin, C. L., Lin, Q. Zhao, S. W., Yu, and Y. S., Su, "A study on traditional teaching method transferring to E-learning under the COVID-19 pandemic: from Chinese students' perspectives," *Frontiers in Psychology*, vol. 12, pp 1–14, 2021.
- [16] K. C. Li, and B. T. M. Wong, "The professional development needs for the use of educational technology: A survey of the Hong Kong academic community," *Interactive Technology and Smart Education*, vol. 16, no. 2, pp. 159–171, 2019.
- [17] X.Y. Mei, E. Aas, and M. Medgard, "Teachers' use of digital learning tool for teaching in higher education: Exploring teaching practice and sharing culture," *Journal of Applied Research in Higher Education*, vol. 11, no. 3, pp. 522–537, 2019.
- [18] A. Ngampomchai, and J. Adams, "Students' acceptance and readiness for E-learning in Northeastern Thailand," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 13, no. 1, pp. 1–13, 2016.
- [19] A. A. Pallis, and A. K. Ng, "Pursuing maritime education: an empirical study of students' profiles, motivations and expectations," *Maritime Policy & Management*, vol. 38, no. 4, pp. 369–393, 2011.
- [20] G. Puri, "Critical success factors in e-learning-An empirical study," *International Journal of Multidisciplinary Research*, vol. 2, no. 1, pp149–161, 2012
- [21] H. Rodrigues, F. Almeida, V. Figueiredo, and S. L. Lopes, "Tracking e-learning through published papers: A systematic review," *Computers & Education*, vol. 136, pp. 87–98, 2019.
- [22] E. Stracke, and V. Kumar, "Realising graduate attributes in the research degree: the role of peer support groups," *Teaching in Higher Education*, vol. 19, no. 6, pp. 616–629, 2014.
- [23] H. Wang, A. Tlili, J. Lämsä, Z. Cai, X. Zhong, and R. Huang, "Temporal perspective on the gender-related differences in online learning behaviour," *Behaviour & Information Technology*, DOI: 10.1080/0144929X.2022.2039769, 2022.
- [24] S. Y., Wu and S. M. Wang, "Exploring the effects of gender grouping and the cognitive processing patterns of a Facebook-based online collaborative learning activity," *Interactive Learning Environments*, DOI: 10.1080/10494820.2020.1799026, 2020.
- [25] H. Yang, J. Kim, S. Kelly, and K. Merrill Jr, "Learning in the Online Classroom: Exploring the Unique Influence of Social Presence Dimensions," *Communication Studies*, vol. 73, no. 3, pp. 245–262, 2022.
- [26] Y., Yang, H., Zhang, H., Chai, W. Hu, "Design and application of intelligent teaching space for blended teaching," *Interactive Learning Environments*, 2022. DOI: 10.1080/10494820.2022.2028857
- [27] Z. Zainuddin, M. Shujahat, S. K. W. Chu, H. Haruna, and R. Farida, "The effects of gamified flipped instruction on learner performance and need satisfaction: A study in a low-tech setting," *Information and Learning Sciences*, vol. 120, no. 11/12, pp. 789–802, 2019.