

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1100902

學門專案分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：2021-08-01-2023-01-31

線上教學影片穿插即時測驗對學習投入與學習成效影響之研究：以非資訊相關
科系之程式設計課程為例

計畫主持人(Principal Investigator)：賴志宏

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立東華大學 資訊工程學系

延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023 年 3 月 20 日

摘要

程式設計是資訊科技發展的基石，近年大學因應教育部的政策，大量開設非資訊相關科系的程式設計課程，而線上課程是許多學校應用來解決大量開課的師資、與電腦設備不足問題的方法。在線上教學中，教學影片常常是學生學習的主要來源，學生可以依照自己的時間規劃與學習節奏，自主上線進行觀看教學影片教學。然而過去許多研究指出：學生觀看教學影片時，大多採用較為被動的學習方式，未能有效地觀看線上教學影片，這是影響線上教學成效的重要原因，有必要尋求改善之道，因此本計畫擬在教學影片中穿插即時測驗，以改善線上教學影片學習不佳的狀況。本研究以通識中心開設的初等程式設計 python 的兩班課程進行實驗，非資訊相關科系的學生為主要研究對象，實驗組使用插入即時測驗的線上教學影片，控制組則是使用與測驗分離的線上教學影片。研究結果顯示兩個班級學生在學習動機、自我效能、學習滿意度、學習成效上無顯著差異。不過，從影片觀看的時間來看，使用插入即時測驗的教學影片的教學方式，確實可以增進學生觀看影片的時間，這也達到我們原先進行這項研究的目的。改善線上影片教學的成效對線上課程，甚至翻轉課程都是重要的課題，因此期待本研究的成果可以作為日後教學及研究的參考。

關鍵詞：程式設計學習、非資訊相關科系學生、線上課程、教學影片

Abstract

Programming is the cornerstone of the development of information technology. In recent years, in response to the policies of the Ministry of Education, universities have offered a large number of programming courses in non-information-related departments. Online courses are used by many schools to solve the problems of requirements of a large number of teachers and insufficient computer equipment. In online teaching, teaching videos are often the main source of learning for students. Students can independently watch teaching videos online according to their own time planning and learning rhythm. However, many studies in the past have pointed out that when students watch teaching videos, most of them adopt a relatively passive learning method and fail to watch online teaching videos effectively. This is an important reason that affects the effectiveness of online teaching. It is planned to intersperse instant quizzes in the teaching videos to improve the poor learning situation of online teaching videos. This study is based on two classes of elementary programming python courses offered by the General Education Center. Students from non-information-related departments are the main research objects. The experimental group uses online teaching videos inserted into real-time quizzes, while the control group uses them separately from the quizzes online teaching videos. The results of the study showed that there was no significant difference in learning motivation, self-efficacy, learning satisfaction and learning effectiveness between the two classes. However, judging from the viewing time of the video, the teaching method of using the teaching video with instant quizzes can indeed increase the time for students to watch the video, which also achieved the purpose of our original research. Improving the effectiveness of online video teaching is an important topic for online courses and even flipped courses. Therefore, it is expected that the results of this study can be used as a reference for future teaching and research.

Keyword: programming learning, non-information related student, online course, teaching video

目 錄

一、 研究動機與目的	1
1. 教學實踐研究計畫動機	1
2. 研究目的。	2
二、 文獻探討	2
1. 非資訊相關科系學生之程式設計教學相關研究	2
2. 線上課程與線上教學影片	3
3. 教學影片穿插即時測驗對學習的影響	4
三、 研究問題	6
四、 研究設計與方法	7
1. 研究架構與對象	7
2. 程式設計學習系統	7
3. 研究工具	11
五、 教學暨研究成果	12
1. 教學過程與成果	12
2. 教師教學反思	12
3. 學生學習回饋	13
六、 建議與省思	14
參考文獻	15

一、研究動機與目的

1. 教學實踐研究計畫動機

程式設計不但是資訊素養必備的知識與技能，也是發展資訊科技的重要工具，近年來全球掀起一股程式設計的教育浪潮，包含愛沙尼亞、英國、法國、奧地利、丹麥、及波蘭等各國，均將程式語言教學納入課程綱要中（王令宜，2017），我國教育部也在 2019 年實施的十二年國教的課綱中，增列了科技領域，並將程式設計等資訊科技內容列入國、高中的必修課程中。除此之外，在高教深耕計畫中，也單獨列出一項指標，要求我國大學不分學系，五年內至少要有半數學生，在畢業前修過程式設計的課程（高等教育深耕計畫，2018），可見世界各先進國家對程式設計課程的重視。本校為培育人才也不遺餘力，訂定了程式設計課程的實施辦法，要求所有新進的學士班學生需修習程式設計課程，或通過程式能力檢定，修習程式設計課程的人數，因此而暴增了約 2,000 人。龐大的修課需求同時也帶來了許多的考驗，例如要同時增加可能數千名的學生使用電腦教室，學校是否能夠負荷；對於資訊教師也將增加龐大的課務負擔；此外，現有的程式設計課程大部分是針對資訊相關科系的學生設計，其教學內容是否適合非資訊相關科系的學生學習，也會是另一個值得探討的議題。

近幾年，拜網際網路快速發展與教育政策的改變，線上課程大量在高等教育中崛起（何榮桂，2014），尤其是在 Coursera、Udacity、edX 和 Khan Academic 等平台開設了大規模網路開放課程（Massive Open Online Course，MOOC，或稱為磨課師）之後，國內、外許多大學紛紛設置類似平台，以開設線上課程。磨課師採用大班且線上的上課方式，可以打破學習時間與學習空間的限制（鄭念慈，2017），減少電腦教師與電腦教室的需求數量。因此，若全面推行類似的線上課程，來進行程式設計的教學，似乎可以改善上述設備與師資不足的問題。本校為了因應全面開設的程式設計課程，除了實體課程之外，也開設了許多線上課程，以滿足這龐大的修課需求。計畫申請人在去年度的教學實踐研究計畫中，便以線上學習及混成式兩種方式進行教學，期望藉由這兩種教學，能找出有效解決上述師資與設備的問題的教學方法，並進行這兩種教學方式對學習影響的比較研究。

在這兩種教學方式中，線上教學的影片是學生學習的主要來源，也是影響學習成敗的關鍵因素（Rice, Beeson, & Blackmore-Wright, 2019）。透過網路，學生可以依照自己的時間，自主上線進行觀看教學影片教學，不過由去年的實踐研究計畫初步成果可以看出，學生觀看影片的狀況並不理想，過去許多的文獻也指出相同的研究結果，也就是說學生觀看教學影片時，採用較為被動的學習方式（Cummins, Beresford, & Rice, 2016），未能有效地觀看線上教學影片，這是影響線上與混成式教學成效的重要原因（van der Meij & Bockmann, 2020）（現在流行的翻轉教學也面臨同一問題（Haagsman, Scager, Boonstra, & Koster, 2020）），有必要尋求改善之道。

另一方面，測驗一直是引導學習的重要方式，在回答測驗問題時，學生比較會主動地尋找答案（Shapiro, 2009; Zhu, 2008），且可以增進學生學習的動機，並提升學習成效。不過在目前線上學習系統中，大部分是將教學影片與測驗問題獨立設置，此方式仍有許多的限制，例如有許多學生為了繳交作業，未看影片便進行作答，以致於測驗的成績並不理想；或是在觀看完影片後，在進行作答時已經忘記影片的內容（Rowe & Wood, 2007）。因此將測驗獨立於影片之外，可能不是最有效的教學方法（Cummins et al., 2016）。因此本計畫擬在教學影片中穿插即時測驗，以改善線上教學影片學習成效不佳的狀況，並且藉由學習分析（learning analytics）的技術，探討教學影片中穿插即時測驗對影片觀看的學習歷程、以及學習成效的影響。

改善線上影片教學的成效對線上與混成式教學，甚至翻轉教學都是重要的課題，不過將線上教學影片中穿插即時測驗的功能，應用在程式設計課程的研究尚不多見。另外，程式設計課程在資訊相關科系的課程中，常常被許多學生認為是相當困難的一個科目（Tan, Guo, Zheng, & Zhong, 2014），學生在學習上容易遇到許多困難（Urquiza-Fuentes & Velazquez-Iturbide, 2013），因而造成課程中輟率的居高不下（Denny, Luxton-Reilly, Tempero, & Hendrickx,

2011)。對於資訊相關科系的學生尚且不易學習，對於非資訊相關科系的學生而言，由於他們缺乏相關的基礎知識、相關課程的支持，而且學生不是他們的主修，又是在被要求而非自願來修課的情況下，主動學習意願的不足，可能造成學習上更大的困難（Dawson, Allen, Campbell, & Valair, 2018; Sattar & Lorenzen, 2009），可見，對非資訊相關科系學生的課程，有必要提供更多的學習輔助，因此本研究擬探討非資訊相關科系的學生在程式設計課程中，教學影片穿插即時測驗對學習投入以及學習成效的影響。

2. 研究目的。

針對上述動機，本研究計畫之目的為：

- (1) 針對非資訊相關科系學生的學習困難，建置一套提供在影片中穿插即時測驗的程式設計學習系統與測驗教材；
- (2) 探討線上教學影片穿插即時測驗是否可以提升非相關科系學生在程式設計課程中的學習動機、學習滿意度、自我效能、學習成效、完課率、以及學習投入的程度。

二、文獻探討

本章內容包括三部分，第一節敘述非資訊相關科系學生之程式設計教學相關研究，第二節介紹線上課程與線上教學影片，第三節介紹教學影片穿插即時測驗對學習的影響。

1. 非資訊相關科系學生之程式設計教學相關研究

蘋果公司的執行長庫克說：學程式語言比學英語重要（遠見雜誌，2017），可見程式設計不只是專業軟體工程師才需要，它可以訓練邏輯思考，學習從不同角度看待問題，提高面對生活挑戰的能力，為想要解決的問題找到一種途徑，是未來人人必須要會的新技能（數位時代，2018）。程式設計的目的，是希望將問題的解法透過我們撰寫的程式碼，指揮電腦依照我們設定好的流程逐步去執行，以完成特定的任務。一般開發程式的問題解決歷程大致可以分為四個步驟：(1)瞭解問題需求：主要在釐清問題所包含的相關資訊，並瞭解與確認程式的輸入及輸出要求；(2)擬定解題計劃：將問題分解成幾個子問題，並以模組化的方式規劃出解決問題的步驟；(3)撰寫程式：撰寫程式以實行所設計的解題計劃；及(4)測試與除錯：進行測試，確認解題的正確性，若有錯誤，則必須除錯，直到完全修正錯誤為止（Deek, Kimmel, & McHugh, 1998）。

因此程式設計是一個複雜的過程，在進行程式設計的問題解決流程中，電腦內部執行的狀況以及儲存的資料內容是我們無法看到或接觸的（Shih & Alessi, 1993），因此要學好程式設計課程必須具備多種能力或學習過程，除了要能記憶複雜的敘述與語法（Rodrigo et al., 2013）之外，還要具備抽象概念的理解（Lahtinen, Ala-Mutka & Järvinen, 2005）、問題解決（Gomes & Mendes, 2007）、以及後設認知（陳婉寧，2011）的能力，使得新手的學習是困難的（Zhang, Liu, de Pablos, & She, 2014），以下列出程式設計教學時，學生學習常見的困難點（陳婉寧，2011）：(1) 複雜的指令與語法的記憶困難；(2) 抽象概念的理解障礙；(3) 缺乏轉化演算法為程式碼的能力；(4) 學習回饋的不足；(5) 缺乏鷹架；(6) 練習的不足。

總之，程式設計是高度複雜的思考歷程，需要密集的邏輯思考與良好的問題解決能力（陳婉寧，2015），因此，對於資訊相關與非相關科系的學生都是不容易的，不過對資訊相關科系的學生而言，因為這是自己的主要科目，通常有較高的學習動機，但是對非資訊相關科系的學生來說，若是在被要求的情況下修習這門課程，不但學習動機容易低落，完課率也會比較低（Tek, Benli, & Deveci, 2018）。另外，由於他們缺乏相關的基礎知識、相關課程的支持，造成學習上更大的困難（Dawson et al., 2018）。

有鑒於上述程式設計教學的困難，國內外學者提出了許多解決的辦法，例如為了減少指令或敘述的語法的背誦問題，許多研究使用 Alice（陳婉寧，2011；Chang, 2014）或 Scratch（劉

正吉，2011）等視覺化程式語言進行教學，這些軟體已將指令或敘述用圖形的方式呈現，程式設計者不需要背誦指令，只要拖拉圖形化的指令移到適當的流程位置即可；另外，有許多研究採用視覺化的軟體模擬出程式執行時電腦內部資料的改變過程（Chou & Sun, 2013），使學習者能瞭解抽象的執行過程。另外有學者使用案例式教學（Tan et al., 2014）增進對程式的瞭解，另外，在同儕互動的教學方式方面，同儕教學（呂國泰，2013）、學習社群（陳柏翰，2014），合作學習（蘇國源，2013）也被用在程式設計的教學。為了增加練習的機會，online judge 等程式自動評分系統（吳承璋，2014；Liu, 2013）也被提出，以及遊戲式學習的方式輔助程式設計課程（Gonzalez et al., 2013），還有使用透過操作機器人來學習程式設計（Kazakoff & Bers, 2014），以及使用智慧型教學系統來進行教學（Jurado, Redondo, & Ortega, 2014）。

然而，至今對於大學程式設計教學的研究，大部分的研究對象都是資訊相關科系的學生（例如 Martinez, Licea, Juarez, & Aguilar, 2014; 吳承璋，2014），而資訊相關與非相關之學生的學習動機、先備知識與學習模式不一樣（Forte & Guzdial, 2005），過去針對資訊相關科系學生的研究結果，是否能應用或推論到非資訊相關科系的學生，仍有待進一步證實。雖然近年有少部份研究針對非資訊相關科系學生進行研究，例如 Tek 等人（2018）對 193 位土耳其非資訊相關科系的學生，分析自我效能對程式設計學習的影響；另外，Echeverria、Cobos、Machuca 與 Claros（2017）探討合作學習對非資訊相關科系學生的程式設計學習的影響。但是整體而言，非資訊相關科系學生的程式語言相關的實證性研究仍屬少見，因此本計畫將針對非資訊相關科系學生的需求，設計一個適合的程式設計教學影片，並探究其學習的成效。

2. 線上課程與線上教學影片

近二十年來，由於資訊科技的進步，加上開放高等教育資源（open educational resources）的理念下，線上課程在校園課程中開創了新的局面（汪耀華、張基成，2018），這二十年之間有兩個重要的線上課程的發展：包括開放課程（OpenCourseWare, OCW）與大規模網路開放課程（Massive Open Online Course, MOOC）（何榮桂，2014）。1999年麻省理工學院（MIT）提出了開放課程的構想，並於2002年開放50門線上課程。之後為整合資源與推廣，許多提供OCW的機構成立了「開放課程聯盟」（OpenCourseWare Consortium, OCWC），成員遍及全球，台灣的交通大學也於2007年加入，並邀集國內大學成立台灣開放式課程聯盟（<http://www.tocwc.org.tw/>），到2020年12月聯盟成員學校有41所，目前線上課程超過1000門，可見對國內高等教育的學術分享有其貢獻。然而OCW為完全免費提供給使用者，因此在營運上受到許多限制，課程品質也不容易管控，且內容設計上仍以傳統的文字與影音教材為主，呈現方式大多為單向無互動的教學方式，這也因此造就了磨課師的崛起（何榮桂，2014）。MOOC為加拿大愛德華王子島大學之Dave Cormier和Bryan Alexander於2008年所提出，從2012年相關的學習系統開始大量出現，例如Coursera（<https://www.coursera.org/>）、Udacity（<https://www.udacity.com/>）、edX（<https://www.edx.org/>）、Khan Academic（<https://www.khanacademy.org/>）、學堂在線、ewant育網開放教育平台等。

鄭念慈（2017）指出MOOC有以下六項特色：1.課程打破在教室學習的時空限制、2.學員成為學習的主人，由學員自己決定學習進度，展現主動學習的精神；3.學習內容以小單元影片呈現，避免長時間學習降低學習成效；4.學員可透過線上討論區隨時提出問題或補充相關資訊，解決學習者問題促進雙向溝通；5.教材資源整合到同一平台資利於學習；6.學生可透過網路社群相互討論學習心得和分享經驗。因此，MOOC有許多的優點，例如呂冠緯（2015）指出磨課師讓學習可以不侷限於教室，老師可以透過平台掌握學生學習進度。另外，MOOCs 具備免費的、開放的、網路化等特性，是以學習者為中心的互動、合作、開放與創新的教學環境。可以任由學生學習自己喜愛的學科知識，以及自主安排他們的學習歷程。因此MOOC有助於學習自主、賦權、人際關聯性及社群化的教學發展，以及激發出創新的教學法（汪耀華、張基成，2018）。MOOC可以打破學校與區域的限制，向全世界的教師學習，提供學生更多、更優質的課程內容。

基於看好磨課師的前景，我國教育部也於2013年推出為期四年（2013-2017）的數位學習

推動計畫中加入了「推動磨課師」子計畫，希望透過產官學合作機制，共同發展新一代的線上開放式課程模式，提昇國內線上課程品質（何榮桂，2014）。

在大學校園內廣泛設置程式設計課程之際，將迫使學校對傳統的程式設計課程作一調整，已解決龐大的師資與電腦設備的需求造成的問題，而線上課程不失為一解決此問題的方法之一。不過線上課程最為人詬病的就是低完課率（Conijn, Snijders, Kleingeld, & Matzat, 2017; 胡全威，2017），以及學習品質不理想。因此，要提升線上教學的品質，首先必須解決低完課率與學習成效不彰的問題。

在線上課程中主要有三種學習的管道，包含教學影片、評量（包含作業、測驗等）、與社交互動（通常是透過討論區）（Brinton, Buccapatnam, Chiang, & Poor, 2016）。其中教學影片更是線上教學中，學習內容主要呈現的部分，因此在線上教學中扮演重要的角色，學生觀看線上影片的投入程度會直接影響學習的成效（Rice et al., 2019）。相較於傳統的面對面講授課程，線上教學影片可以提供學生更為彈性的學習方式，例如可以不受時間與空間的限制，隨時隨地可以進行學習，並且可以透過反覆地學習或重複部分內容，並依照自己的學習步調，進行個別化的學習（Rice et al., 2019）。因此，線上教學影片改變了我們教學、學習、與工作的方式，Siemens等人（2015）認為教學影片使得「教室的牆壁變薄了」，因為學生可以透過網路，接收到大量的學習內容。不過，單純的線上教學影片也有許多限制，例如在使用教學影片的學習過程中，學生大多是被動的接受資訊，且不容易得到回饋，也不容易確認是否瞭解學習的內容等（Cummins et al., 2016），因此在設計線上教學影片時，仍需有其它機制的輔助，方能達到更好的學習效果。

Mayer（2002）從多媒體學習認知理論的角度，提出教學影片設計的一些建議。他認為教學影片的內容應能促進學生對相關信息的認知處理，而不使其超過處理能力的負荷。他並提出教學影片的設計中有兩個主要條件，以促進這一認知處理的過程：包含分段（segmentation）和信息傳遞（signaling）。分段是指將教學影片劃分為較小的部分，而信息則包含視覺和聽覺兩類，這些信息主要是增加了學生對最相關教學內容的關注。因此，藉由小片段的影片和清晰的信息，學生可以專注於影片的內容，減少對無關信息的關注，以達到更好的學習效果（Ibrahim, 2011）。本研究在設計教學影片時，遵從上述建議，採用分段的方式來設計教學影片，將每一影片縮短在 5 至 10 分鐘的範圍內，並且使用 Ibrahim（2011）與 Haagsman 等人（2020）建議的方式，在影片中加入即時測驗，使學生能將學習的注意力專注在測驗所引導的信息中，以增進學生在教學影片中的學習成效。

3. 教學影片穿插即時測驗對學習的影響

教學影片為線上教學中最主要的學習來源，因此許多研究專注在如何提升影片觀看的狀況（例如 Lin & Chen 2019; Toftness, Carpenter, Geller, Lauber, Johnson, & Armstrong, 2018; Zhang et al. 2006）。其中一個重要的方式便是在影片中穿插即時測驗，期望能促進學生主動、以及更深入地學習（van der Meij & Bockmann, 2020）。

測驗是重要的教學方法，無論是在傳統課程、或是在線上課程中，都經常被教師運用在課堂內。測驗除了可以瞭解學生的學習狀況，以作為教學改進的參考之外，對學習有許多正向的影響，例如可以增加學生學習的學習投入程度（Cummins, Beresford, & Rice, 2016）、課堂出席率（Khan, Schoenborn, & Sharma, 2019）、學習的主動性（Wang 2020）、學習動機（Buil, Catalan, & Martinez, 2016）、與學習成效（Shapiro et al. 2017）。

目前大部分線上學習系統會提供測驗題目，作為學習的評量依據，不過常見的方式為在教學影片之外，設立獨立的測驗或是作業。這樣的方式，可以更理解學生的學習狀況，也會增加學生投入學習的時間（Cummins et al., 2016）。不過，此作法仍有許多的限制，例如有許多學生為了繳交作業，未看影片便進行作答，以致於測驗的成績並不理想；或是在觀看完影片後，在進行作答時已經忘記影片的內容（Rowe & Wood, 2007）。因此將測驗獨立於影片之外，可

能不是最有效的教學方法 (Cummins et al., 2016)。

全球資訊網協會 (W3C) 於 2014 年 10 月完成標準制定 HTML 第五版，在此版本中加入了許多新的功能，使得程式開發人員更容易在網頁中添加和處理多媒體的內容，以及進行互動式影音效果。再加上學習分析 (learning analysis) 的快速進步，使得在影片中穿插即時測驗以增進教學影片有效性的相關研究，在近年有愈來愈多的趨勢 (Haagsman et al., 2020; van der Meij & Bockmann, 2020)。在國際期刊中，可以見到一些相關研究，例如 Brinton 等人 (2016) 在 2 個磨課師的課程中，探討教學影片中穿插即時測驗對影片觀賞行為與測驗成效的影響；Haagsman 等人 (2020) 探討在翻轉課程中，穿插即時測驗的影片教學對學習投入與知識理解的影響；Rice 等人 (2019) 則分析三種不同方式的穿插即時測驗的影片教學（無測驗、測驗放在影片最後、與測驗放置在影片內）對學習成效及學習行為的影響；Cummins 等人 (2016) 探究在穿插即時測驗的影片教學中，學生在影片內測驗參與程度的變化，並透過測驗的回答狀況，評估影片教學的有效性；van der Meij 與 Bockmann (2020) 則探討在影片中加入開放式問題對學習成效、自我效能與科技接受度的影響。在國內部分，有張怡秋教授指導研究生廖怡婷 (2014) 以護理人員為例，探討分段式教學影片穿插互動式測驗教材對線上學習成效之影響，除此之外，在國內期刊論文方面，探討教學影片中穿插即時測驗相關的研究則較為少見。

過去的研究指出在影片中穿插即時測驗有許多優點，例如可以促進學習者更主動的投入 (Haagsman et al., 2020)，研究顯示影片中的測驗問題，會使學生將觀看影片過程中對知識由原本的被動接受，轉變為更積極的知識構建模式 (Mayer et al. 2009)。另外，學生在觀看影片教學的過程中，有機會透過測驗題目，測試自己對內容的理解狀況，並得到立即的回饋 (Cummins et al., 2016)。另外，研究也顯示教學影片中穿插即時測驗可以顯著提升學生的自我效能 (Tweissi, 2016)。

研究也指出穿插即時測驗的教學影片可以增進學習動機與學習投入 (Cummins et al., 2016; Haagsman et al., 2020)，學生會為了回答影片中的測驗，而堅持觀看影片的學習行為 (Kovacs 2016)，增進了影片的學習投入程度 (Vural, 2013)。Shelton、Warren 與 Archambault (2016) 的研究指出學生會由於不知道教學影片中何時會出現測驗題目，使得他們會花更多時間去看影片。另外，也由於影片中有測驗題，讓他們感覺必須要看完整個教學影片。此外，教學影片中穿插測驗問題，可以幫助學生意識到他們不理解、或者不記得的知識，這意識會促使學生對影片進行的重播或倒帶 (rewind)，以達到學習的效果 (例如 Leisner et al. 2020; Rice et al. 2019)。因此，在進行學習投入的分析時，觀看教學影片的總時數、與影片重播次數等兩種數據，常常是分析時的重要依據 (van der Meij & Bockmann, 2020)，觀看影片的總時間是學習者與教學影片互動的重要訊息，在教學影片使用情況的自動數據分析中，觀看總時數被認為是主動處理的最重要信號之一 (Guo, Kim, & Rubin, 2014)。而重播及倒帶的次數也會與總時數有相關連，並且兩者同時能顯示學習上的問題 (van der Meij & Bockmann, 2020)。因此本研究對於學習投入的程度，是以觀看教學影片的總時數、與影片重播及倒帶次數等兩種數據作為分析的依據。

在學習成效方面，有許多研究指出教學影片穿插即時測驗可以增進學習成效 (Vural, 2013; Lavigne & Risko, 2018)，例如 Rice 等人 (2019) 究指出影片中穿插即時測驗比影片後測驗的學習效果更好。Jing、Szpunar 與 Schacter (2016) 認為測驗問題可能會誘使學生對學習內容進行結構化以使其更易於理解，從而導致發展出對影片教材內容的基模 (schema) 或心智模型 (mental model)。也就是說，測驗問題可能會刺激學生回想起或重建解決測驗問題的知識，使其對影片內容的主動檢索，促進更有效地學習 (van der Meij & Bockmann, 2020)。Rice 等人 (2019) 也強調穿插即時測驗問題，對學生的理解和保留信息的能力，產生積極正向的影響。

相對地，也有研究指出教學影片穿插即時測驗的缺點，例如影片中的測驗問題會分散注意力 (Shelton et al., 2016)，導致失去興趣，或者錯過了視頻的重要信息。另外，嵌入的測驗問題

也可能導致一些學生焦慮，而阻礙了學習 (Rice et al., 2019)。不過，Rice 等人 (2019) 強調：儘管學習設計人員應注意所討論的缺點，但絕大多數參與的學生並未在教學影片中強調測驗問題的任何缺點。因此，教學影片穿插即時測驗的優點仍多於缺點，應嘗試解決這些缺點，而不是從教學影片中刪除測驗問題。因此，在教學影片穿插即時測驗仍有其研究與實用的價值，但在實施時，可以盡量避免負面的效益。Rice 等人 (2019) 也提出幾項設計教學時的幾項參考準則：(1) 如果對象為學生的教學影片，則鼓勵以穿插測驗問題作為主要的測驗形式；(2) 影片中應盡量減少干擾：這可以通過遵循多媒體學習的原則 (Mayer 2009)，以確保測驗問題是影片內容的延續，而不是簡單的附加方式來呈現；(3) 對問題的任何回答 (包括正確或不正確)，都應立即附有解釋性的回饋；(4) 應該提供全面的培訓，讓學生了解如何瀏覽整個教學影片，這項培訓對新手學習者而言更加重要。另外，(Haagsman et al., 2020) 也強調，設計測驗題目時，也需要注意題目的難易度要適合學習者，以免透過猜答案，或是一直選按答案直到答對為止。

在教學影片中常見的測驗形式包含選擇題與開放式的文字題 (Cummins et al., 2016) 等兩種形式，而其中的選擇題更是在論文中較為普遍的方式 (例如 Garcia-Rodicio, Tapia, & Sanchez-Naanjo, 2014; Jolley et al. 2016; Vural 2013)，使用開放式問題則較少見 (例如 Szpunar, Jing, & Schacter, 2014; Thomas, et al. 2018)，另外也有研究綜合兩種形式 (例如 Cummins et al., 2016)。通常選擇題會伴隨著自動批改的功能，也就是立即顯示答案是否正確；除此之外，是否提供立即的回饋也是重要的議題，Rice 等人 (2019) 認為立即的回饋可以增進學習的成效，而且 Johnson 與 Priest (2014) 進一步發現，具說明性的回饋會比單純提供正確與否的回饋能帶來更有效的學習。不過，也有研究指出對於答案說明性的回饋可能會阻礙學生積極地學習教學影片，也就是說，此回饋會使得學生較快得到答案，因而投入較少的時間在學習上，而減少了學習 (Roelle, Rahimkhani-Sagvand, & Berthold, 2017)。本研究採取折衷的方式，以選擇題的方式呈現。在影片中會出現測驗的題目時，學生可選擇馬上作答，或是回頭複習之前的教學影片內容。當學生作答後，系統會即時批改，顯示該答案是否正確，以探討學生在測驗題目出現時，是否會因為作答的狀況，而進行影片的回顧等學習行為。

測驗置放在教學影片中的位置，也會對學習產生影響，van der Meij 與 Bockmann (2020) 是將測驗放在影片內的最後面，不過大部分的研究是將測驗穿插放在影片內 (例如 Brinton et al., 2016; Jing, Szpunar, & Schacter, 2016; Rice et al., 2019)。另有研究指出測驗放在影片的最後面的缺點是學生可能需要一段時間才能收到回饋，時間的長短會取決於影片的長度 (Cummins et al., 2016)，但是回饋的及時性對於學生的學習至關重要 (Rowe & Wood, 2007)，因此，將測驗放在影片結束後可能不是最有效的方法，而且如果教學影片引入了多個相互依存的概念，可能會使得測驗的功效更加打折扣 (Cummins et al., 2016)。因此，本研究是將測驗穿插放在影片內，以利在某些概念後立即呈現測驗題目，引導學生進行學習。

綜合上述，在線上教學影片中穿插即時測驗，似乎可以增進學習的效果，不過將其應用於程式設計學習的研究尚不多見，尤其是用在非資訊相關科系的學生上，因此實際上此作法對非資訊相關科系學生的程式設計學習的影響，仍有待研究。

三、研究問題

- (1) 非資訊相關科系的學生，在使用插入即時測驗的線上教學影片的程式設計課程中，其學習動機是否高於使用未插入即時測驗的線上教學影片的學生？
- (2) 非資訊相關科系的學生，在使用插入即時測驗的線上教學影片的程式設計課程中，其學習滿意度是否高於使用未插入即時測驗的線上教學影片的學生？
- (3) 非資訊相關科系的學生，在使用插入即時測驗的線上教學影片的程式設計課程中，其程式設計自我效能是否高於使用未插入即時測驗的線上教學影片的學生？
- (4) 非資訊相關科系的學生，在使用插入即時測驗的線上教學影片的程式設計課程中，其學習

成效是否高於使用未插入即時測驗的線上教學影片的學生？

- (5)非資訊相關科系的學生，在使用插入即時測驗的線上教學影片的程式設計課程中，其學習投入的程度(觀看影片的時間)是否高於使用未插入即時測驗的線上教學影片的學生？

四、研究設計與方法

1. 研究架構與對象

本研究計畫目的是在非相關科系學生在線上之程式設計課程中，比較線上教學影片是否插入即時測驗，對學生學習動機、學習滿意度與學習成效、以及完課率與學習投入的差異，採取不等組前後測之準實驗設計，研究設計如表2所示。實驗組使用插入即時測驗的線上教學影片，控制組則是使用與測驗分離的線上教學影片（為前一年的教學班級）。研究的自變項為教學模式（線上教學影片是否插入即時測驗），依變項包括學習成效、學習滿意度、自我效能、學習動機、完課率、與網路學習行為。

表 2 影片插入即時測驗之準實驗設計

組別	前測	實驗處理	後測
實驗組	O ₁	X ₁	O ₂
對照組	O ₃	X ₂	O ₄

X₁：表示實驗組採用「使用插入即時測驗的線上教學影片的教學」。

X₂：表示對照組採用「使用無插入即時測驗的線上教學影片的教學」。

O₁, O₃：指實驗處理前所實施的前測，包含學習成效測驗。

O₂, O₄：指實驗處理後實施的後測，包含學習成效測驗、學習滿意度量表、自我效能、學習動機量表、與程式設計自我效能量表。

2. 程式設計學習系統

本研究所設計的程式學習系統將修改並擴充自計畫申請人去年的教學實踐研究計畫的「同儕互動程式學習系統」而成（架構如圖 1 所示），共包含了下列 5 個模組，其中紅色部分為今年計畫中將新擴充的功能。

本系統是以 question2answer 自由軟體為基礎，擴增及修改而成，使用之程式語言主要為 PHP、JavaScript、與 HTML5，資料庫採用 MySQL。各模組的功能分述如下。

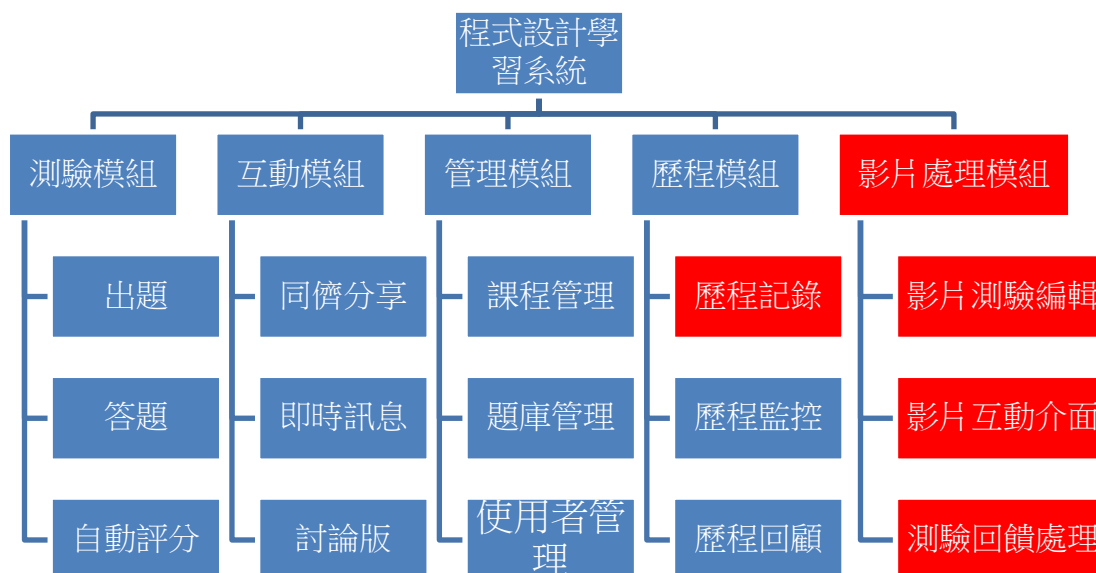


圖1、程式設計學習系統架構圖

測驗模組

測驗總共有五種不同的題目類型：是非題、選擇題、簡答題、填空題與撰寫程式碼等，提供老師編製程式仿造、程式改錯、填空題、選擇、完整程式碼等類型的題目。出題時可以設定批改時的評分與配分標準，並可設定答案的容錯程度，讓學生作答的格式較為彈性，以減少學生因格式出錯所造成的挫折感。

答題的部分，學生作答的畫面會依照題目類型的不同而有小差異，圖 2 和 3 分別是完整程式碼編寫題與程式碼填空題；當答案被送出之後，會自動批改，學生可以馬上知道自己的得分狀況。

課程 1 > 序論

課程列表

- 課程 1
 - 簡介
 - 第一次接觸
- 課程 2
- 課程 3
- 課程 4
- 課程 5

問題

Write a function called MaxArray()
This should find the largest value in an array of integers
The function takes two inputs: an array of integers and the number of elements in the array
The function must return an integer which is the largest value in the array

As an example, the following code fragment:

```
int values[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
int result = MaxArray(values, 5);
printf("%d", result);
```

should produce the output:

5

回答

提交答案 求助 問題反應

期望值 4

出題數: 3
答題數: 0
評價等級: 0

答題數 0

近期動態

海倫 覺得 瑪莉 的題目很難。

哈利 回覆了 羅貝卡 的留言。

圖2、完整程式碼編寫題的作答介面



圖3、填空題的作答介面

互動模組

此模組主要提供師生之間與學生同儕之間的互動，學生作答之後，可以看到同儕作答的答案（如圖4），不過會隱藏作答學生的姓名，並且同儕的程式答案僅呈現部份內容（劃線的地方為隱藏程式碼的部份），使學生透過觀摩學習，又不會完全照抄。

另外在這個系統中也設置討論區，供同學作非同步的互動。



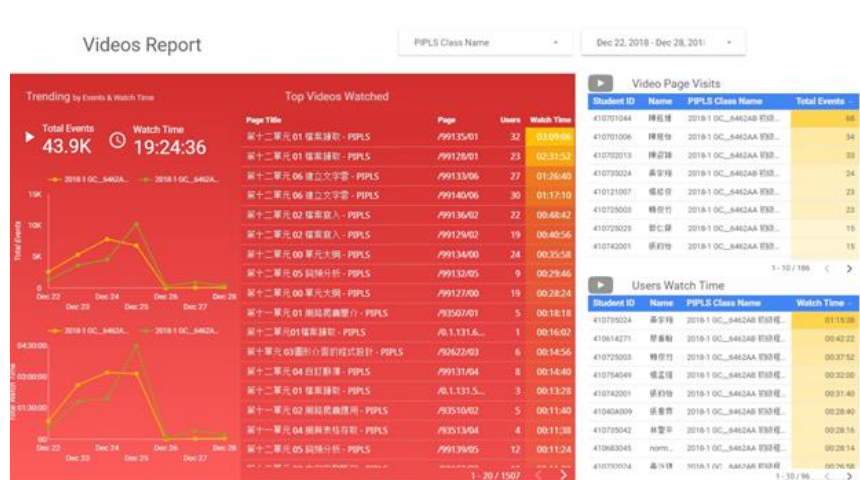
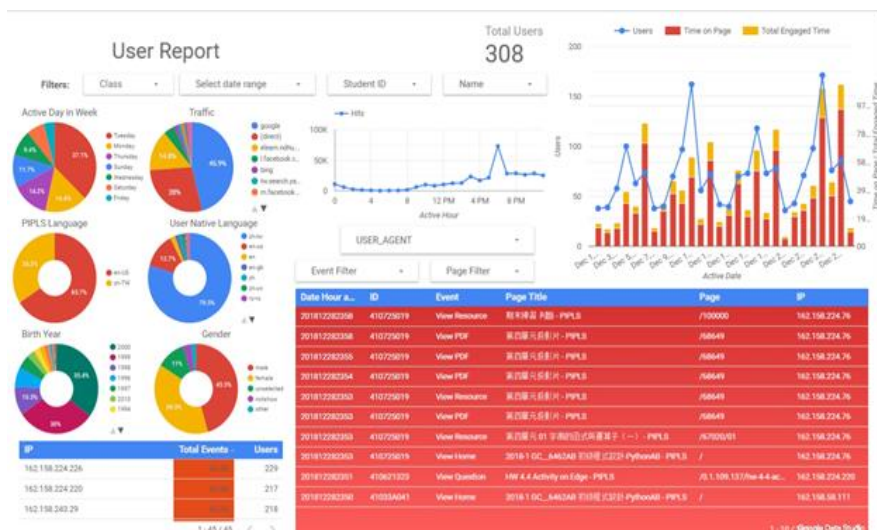
圖4、同儕答題的畫面

管理模組

管理模組可以幫助老師可以輕鬆的管理這個系統，其功能包含課程管理、題庫與使用者管理等三個功能。這個系統的使用者有三種層級，包含管理者、老師、與學生，不同層級的使用者有不同的權限。系統提供多位老師使用，每位老師可以開設多門課程。另外，題庫管理功能可以管理測驗題、教材與教學影片等內容。

歷程模組

透過歷程模組，相關的學習行為會自動被記錄到學習系統。在老師端，可以看到全部學生在一段時間內的學習狀況（如圖5），包含影片的觀看與學習行為等詳細資訊，點選個別學生後，也可以看到該生的整個學習歷程（圖6）。另外，也可以針對個別教材，看到全部學生的使用狀況。在學生端，學生在系統中可以看到自己的整個學習歷程，如圖6所示。這項功能是使用Google analytics記錄與管理學習行為的資料，再透過DataStudio軟體進行視覺化的呈現，此功能將在本年度的計畫中進行擴增與修改。



影片處理模組

在此模組中，將使用 HTML5 與 PHP 在教學影片中加入即時測驗的功能，題目的類型為選擇題，當影片播放到某些位置時，系統會跳出即時測驗的畫面（如圖 7），並停止影片的播放，學生可直接進行填答（按「Check」按鈕），若學生尚不知道答案，也可以按「Answer it later」按鈕，回到影片中複習或探索問題的答案，以利刺激學生能夠有更多的學習活動。當學生填答後，系統會即時批改（如圖 8），顯示該答案是否正確，以探討學生在答題前、與答題後，是否會因為作答的狀況，而進行影片的重播或倒帶等學習行為。

以下程式的功能為：由使用者輸入一正整數，程式會輸出1至該整數的總和，請問空白處要填入以下哪一項的敘述？

```

sum1 = sum2 = 0
num = int(input('請輸入一正整數： '))
for i in range():
    sum1 = sum1 + i
print('1至', num, '的總和為', sum1, sep = '')

```

☐ 1, num
☐ 0, num
☐ 0, num+1
☐ 1, num+1

圖 7、影片中穿插即時測驗的作答畫面

以下程式的功能為：由使用者輸入一正整數，程式會輸出1至該整數的總和，請問空白處要填入以下哪一項的敘述？

```

sum1 = sum2 = 0
num = int(input('請輸入一正整數： '))
for i in range():
    sum1 = sum1 + i
print('1至', num, '的總和為', sum1, sep = '')

```

☐ 1, num
☐ 0, num
☒ 0, num+1
☐ 1, num+1

Wrong

圖 8、影片中穿插即時測驗的作答後的畫面

3. 研究工具

本研究計畫之研究工具包含以下幾個部分：

I. 程式設計自我效能量表

採用吳靜吉與程炳林（1992）修訂 Printrich、Smith 與 McKeachie 在 1989 年所編「自

我效能」分量表，為李克特氏五點量表，量表的 Cronbach' s α 為.926。

II. 程式設計學習動機問卷

本研究使用的「程式設計學習動機問卷」是由 Law、Lee 與 Yu (2010) 開發的動機問卷。其 Cronbach' s α 為 0.95，顯示問卷具有高度的內部相關。

III. 課程滿意度問卷：

課程滿意度為參考黃能富 (2015) 的課程滿意度編置而成，共有 9 題，為李克特氏五點量表。

IV. 成就測驗

成就測驗將邀請三位曾教導非資供相關科系中程式設計課程的資訊工程學系教授共同編製，題目包含 15 題選擇題，出題的範圍包含 Python 語言的資料型態、基本輸出與輸入、判斷、迴圈、陣列、字元、字串、繪圖、與簡單文字探勘等內容。

五、教學暨研究成果

1. 教學過程與成果

本教學實踐研究計畫為改善之前將測驗與影片教學分離的狀況，在今年的計畫中將之前選擇題的測驗題目穿插到教學影片中，其餘的上課內容與上課方式，皆與之前的課程採用相同的方式進行。教學內容皆為線上影音教材，同學可以依照自己的時間與進度，在校或在家學習，以利同學反覆觀看學習。課程每週安排 1 小時線上討論時間（有 4 次必須上線，其餘的自由上線），進行作業講解，並讓同學有即時提問的管道。此外，期中和期末考皆集中在電腦教室，進行上機考試。在實驗組使用插入即時測驗的線上教學影片，修課人數共有 109 人，控制組則是使用與測驗分離的線上教學影片，修課人數共有 114 人，扣除資訊相關科系學生（資工系、電機系、數學系、與資管系），以及未完成前、後測的同學之後，實際蒐集到完整實驗資料的學生，兩班分別有 49 與 41 人。

成果部分，開發適合非資訊相關科系學生的程式設計學習教材的即時測驗內容，根據上述教材修改部分錄製嵌入測驗題的線上教學影片，並修改完成程式設計線上學習系統，以及進行兩班線上課程的教學實驗，目前相關成果已發表至國際研討會論文，另外也預計在細部整理研究成果投稿至資訊教育相關的 SSCI 等級的國際期刊，因此申請延後公開此成果報告。

2. 教師教學反思

程式設計課程成為每位大學生的必修課程是重要趨勢，針對大學校園中，暴增幾千人修習程式設計課程的龐大需求，以及所產生的師資和電腦設備不足的狀況，需要有一良好的教學方案，計畫申請人在去年度的教學實踐研究計畫中，便以線上學習及混成式兩種方式進行教學，並作這兩種教學方式差異的比較研究。在這兩種教學方式中，線上教學的影片是學生學習的主要來源，學生可以依照自己的時間，自主上線進行觀看教學影片教學，不過由去年的實踐研究計畫初步成果可以看出，學生觀看影片的狀況並不理想，過去許多的文獻也指出相同的研究結果，也就是說學生未能有效地觀看線上教學影片，這是影響線上教學成效的重要原因，有必要尋求改善之道。另一方面，測驗一直是引導學習的重要方式，因此本計畫在教學影片中穿插即時測驗，以改善線上教學影片學習成效不佳的狀況。從研究結果來看，兩班學生的學習滿意度、自我效能、學習動機、與學習成效皆無顯著差異，不過，從影片觀看的時間來看，使用插入即時測驗的教學影片的教學方式，確實可以增進學生學習投入的時間，

這也達到我們原先進行這項研究的目的。改善線上影片教學的成效對線上教學，甚至翻轉教學都是重要的課題，因此期待本研究的成果可以作為日後教學及研究的參考。

3. 學生學習回饋

在本研究，學生學習的回饋包含兩個部分，第一部份是本研究針對程式設計學習，所使用的問卷，包含程式設計自我效能、學習動機、學習滿意度等量表，另一部份是學校所針對每門課程所設計的教學評量問卷，全部問卷皆為5點李克特氏量表，全部有效問卷為74份。以下針對學生在這些項目的回饋進行分析，以獨立樣本 t 檢定進行分析（如表一所示）。在自我效能方面，結果顯示實驗組（ $M=3.38, SD=1.03$ ）與控制組（ $M=2.98, SD=0.97$ ）沒有顯著差異（ $t=1.89$ ）；在學習動機方面，結果顯示實驗組（ $M=3.42, SD=1.09$ ）與控制組（ $M=3.04, SD=0.92$ ）沒有顯著差異（ $t=1.75$ ）；在學習滿意度方面，結果顯示實驗組（ $M=3.36, SD=1.30$ ）與控制組（ $M=3.21, SD=1.14$ ）沒有顯著差異（ $t=0.59$ ）；也就是說，兩個班級學生學生的程式設計自我效能、學習動機、學習滿意度並沒有差異。但是在觀看影片方面，結果顯示實驗組的觀看時間（ $M=11400, SD=5620.92$ ）與控制組（ $M=8898, SD=5587.78$ ）有顯著差異（ $t=2.03$ ），也就是說使用插入即時測驗的教學影片的教學方式可以增進學生觀看影片的時間。

表一、線上與混成式教學獨立樣本 t 檢定

	class	N	Mean	Std. Deviation	t value
自我效能	實驗組	49	3.38	1.03	1.89
	控制組	41	2.98	0.97	
學習動機	實驗組	49	3.42	1.09	1.75
	控制組	41	3.04	0.92	
學習滿意度	實驗組	49	3.36	1.30	0.59
	控制組	41	3.21	1.14	
觀看影片時間	實驗組	49	11400	5620.92	2.03*
	控制組	41	8898	5587.78	

* $p < .05$

在學生學習的成效方面，使用前測成績當作共變量，進行共變數分析，研究結果顯示，實驗組（ $M=10.42, SD=0.373$ ）與控制組（ $M=10.31, SD=0.41$ ）沒有顯著差異（ $F=0.40$ ）。從學校的教學評量問卷結果顯示，學生在實驗組所填答的分數平均為4.46（為5點量表），在實驗組為4.47，顯示學生在這兩門課程的教學滿意度與自我學習評量的狀況大致類似。學生大部分都喜歡這兩種上課的方式，例如學生在「對於這門課我最喜歡的是」一題中的填答為「用線上影片的方式，讓我可以重複觀看不熟悉的部分，很讚」、「老師的教學內容非常引人入勝，讓人體會到寫程式的有趣之處」、「用錄好的影片上課很好」、「老師影片製作的非常的用心，而且講解的很細，不懂還可以去問助教」等。另外，學生對課程的建議可以看出，有許多學生認為程式設計對於非相關科系的學生是有些困難的，例如：「課程太難了 大家都不是資工科系」、「不要為難文學院的學生」、「為了通過畢業門檻我非常用心在這堂課，雖然還是很難，但發現程式也有好玩之處呀」。

六、建議與省思

本研究探討非資訊相關科系學生在混成式與線上程式設計課程中學習的差異，從研究結果來看，兩班學生的學習滿意度、自我效能、學習動機、與學習成效皆無顯著差異，也就是說插入即時測驗的教學影片的教學方式雖有提高學習動機，但未達顯著水準。不過，從影片觀看的時間來看，使用插入即時測驗的教學影片的教學方式，確實可以增進學生觀看影片的時間，這也達到我們原先進行這項研究的目的：改善線上教學影片學習成效不佳的狀況。也就是說，學生會因為要回答影片中的題目，而增加了觀看影片的時間。

另外，針對非資訊相關科系學生的程式學習，在兩個班級中皆有部分學生認為會遇到許多困難，同樣問題也出現在實體課程中，這個問題一直是教學與研究中重要的議題，值得未來能繼續探討，期待找出一個針對非資訊相關科系學生較為理想的教學方式。

參考文獻

- Brinton, C. G., Buccapatnam, S., Chiang, M., & Poor, H. V. (2016). Mining MOOC Clickstreams: Video-Watching Behavior vs. In-Video Quiz Performance. *Ieee Transactions on Signal Processing*, 64(14), 3677-3692. doi:10.1109/tsp.2016.2546228
- Buil, I., Catalan, S., & Martinez, E. (2016). Do clickers enhance learning? A control-value theory approach. *Computers and Education*, 103, 170–182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.10.009>.
- Chou, C. Y., & Sun, P. F. (2013). An educational tool for visualizing students' program tracing processes. *Computer Applications in Engineering Education*, 21(3), 432-438.
- Conijn, R., Snijders, C., Kleingeld, A., & Matzat, U. (2017). Predicting Student Performance from LMS Data: A Comparison of 17 Blended Courses Using Moodle LMS. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 17-29. doi:10.1109/TLT.2016.2616312
- Cummins, S., Beresford, A. R., & Rice, A. (2016). Investigating engagement with in-video quiz questions in a programming course. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1), 57–66. <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2444374>.
- Dawson, J. Q., Allen, M., Campbell, A., & Valair, A. (2018). Designing an introductory programming course to improve non-majors' experiences. Paper presented at the Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Baltimore, Maryland, USA.
- Deek, F. P., Kimmel, H. & McHugh, J. A. (1998). Pedagogical changes in the delivery of the first-course in computer science: Problem solving, then programming. *Journal of Engineering Education*, 87, 313-320.
- Denny, P., Luxton-Reilly, A., Tempero, E., & Hendrickx, J. (2011). *CodeWrite: supporting student-driven practice of java*. Paper presented at the Proceedings of the 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education. Dallas, TX, USA.
- Echeverria, L., Cobos, R., Machuca, L., & Claros, I. (2017). Using collaborative learning scenarios to teach programming to non-CS majors. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(5), 719-731. doi:10.1002/cae.21832
- Forte, A., & Guzdial, M. (2005). Motivation and nonmajors in computer science: Identifying discrete audiences for introductory courses. *IEEE Transactions on Education*, 48(2), 248-253. doi:10.1109/TE.2004.842924
- Garcia-Beltran, A., Tapia, S., & Sanchez-Naranjo, M. J. (2014). Performance and Professional Skills in an Online Java Programming Course for Engineering Students. *International Journal of Engineering Education*, 30(6), 1741-1748.
- Gomes, A., & Mendes, A. J. (2007). Learning to program – difficulties and solutions. Proceedings of *International Conference on Engineering Education*.
- Gonzalez, J., Pomares, H., Damas, M., Garcia-Sanchez, P., Rodriguez-Alvarez, M., & Palomares, J. M. (2013). The Use of Video-Gaming Devices as a Motivation for Learning Embedded Systems Programming. *Ieee Transactions on Education*, 56(2), 199-207.
- Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. Paper presented at the *first ACM conference on Learning*, Atlanta, GA.
- Haagsman, M. E., Scager, K., Boonstra, J., & Koster, M. C. (2020). Pop-up Questions Within Educational Videos: Effects on Students' Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 29(6), 713-724. doi:10.1007/s10956-020-09847-3
- Ibrahim, M. (2011). Implications of designing instructional video using cognitive theory of multimedia learning. *Critical Questions in Education*, 3(2), 83–104.
- Jing, H. G., Szpunar, K. K., & Schacter, D. L. (2016). Interpolated Testing Influences Focused Attention and Improves Integration of Information During a Video-Recorded Lecture. *Journal of Experimental Psychology-Applied*, 22(3), 305-318. doi:10.1037/xap0000087
- Johnson, C. I., & Priest, H. A. (2014). The feedback principle in multimedia learning. In R. E. Mayer

- (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2nd ed., pp. 449–463). Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Handbooks in Psychology).
- Jolley, D. F., Wilson, S. R., Kelso, C., O'Brien, G., & Mason, C. E. (2016). Analytical thinking, analytical action: Using prelab video demonstrations and e-quizzes to improve undergraduate preparedness for analytical chemistry practical classes. *Journal of Chemical Education*, 93, 1855–1862. <https://doi.org/10.1021/acs.jchem.ed.6b00266>.
- Jurado, F., Redondo, M., & Ortega, M. (2014). eLearning Standards and Automatic Assessment in a Distributed Eclipse Based Environment for Learning Computer Programming. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(4), 774–787.
- Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2014). Put your robot in, put your robot out: Sequencing through programming robots in early childhood. *Journal of Educational Computing Research*, 50(4), 553–573.
- Khan, A., Schoenborn, P., & Sharma, S. (2019). The use of clickers in instrumentation and control engineering education: A case study. *European Journal of Engineering Education*, 44(1–2), 271–282. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1405240>.
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., & Javinen, H. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *ACM SIGSCE Bulletin*, 37(3), 14–18.
- Lavigne, E., & Risko, E. F. (2018). Optimizing the use of interpolated tests: The influence of interpolated test lag. *Scholarsh Teach Learn Psychol*, 4(4), 211–221. <https://doi.org/10.1037/stl0000118>.
- Leisner, D., Zahn, C., Ruf, A., & Cattaneo, A. (2020). Different ways of interacting with videos during learning in secondary physics lessons. Paper presented at the *22nd International Conference on Human–Computer Interaction*, HCII 2020, Copenhagen, Denmark.
- Leiva, A. J. F., & Salas, A. C. C. (2013). Practices of advanced programming: Tradition versus innovation. *Computer Applications in Engineering Education*, 21(2), 237–244.
- Lin, Y.-T., & Chen, C.-M. (2019). Improving effectiveness of learners' review of video lectures by using an attention-based video lecture review mechanism based on brainwave signals. *Interactive Learning Environments*, 27(1), 86–102. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1451899>.
- Liu, X. E. (2013). A new automated grading approach for computer programming. *Computer Applications in Engineering Education*, 21(3), 484–490.
- Martinez, L. G., Licea, G., Juarez, J. R., & Aguilar, L. (2014). Experiences Using PSP and XP to Support Teaching in Undergraduate Programming Courses. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(3), 563–569. doi:10.1002/cae.20581
- Mayer, R. E. (2002). *Multimedia learning*. Psychol Learn Motiv, 41, 85–139.
- Mayer, R. E., Stull, A., DeLeeuw, K., Almeroth, K., Bimber, B., Chun, D., et al. (2009). Clickers in college classrooms: Fostering learning with questioning methods in large lecture classes. *Contemporary Educational Psychology*, 34, 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2008.04.002>.
- McIver, L. (2000). The effect of Programming language on error rates of novice programmers. In A. F. Blackwell & E. Bilotta (Eds.). *Proceedings of Twelfth Annual Meeting of the Psychology of Programming Interest Group* (pp. 181–192). Corigliano Calabro. Italy: Edizioni Memoria.
- Rice, P., Beeson, P., & Blackmore-Wright, J. (2019). Evaluating the Impact of a Quiz Question within an Educational Video. *Techtrends*, 63(5), 522–532. doi:10.1007/s11528-019-00374-6
- Rodrigo, M. M. T., Andallaza, T. C. S., Castro, F., Armenta, M. L. V., Dy, T. T., & Jadud, M. C. (2013). An analysis of JAVA programming behaviors, affect, perceptions, and syntax errors among low-achieving, average, and high-achieving novice programmers. *Journal of Educational Computing Research*, 49(3), 293–325.
- Roelle, J., Rahimkhani-Sagvand, N., & Berthold, K. (2017). Detrimental effects of immediate explanation feedback. *European Journal of Psychology of Education*, 32, 367–384. <https://doi.org/10.1007/s10212-016-0317-6>.

- Rowe, A. D. & Wood, L. N. (2007) "What feedback do students want?" presented at the *Australian Association for Research in Education Conference*, Freemantle, Australia.
- Shapiro, A. M. (2009). An empirical study of personal response technology for improving attendance and learning in a large class. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 9(1), 13–26.
- Shapiro, A. M., Sims-Knight, J., O’Rielly, G. V., Capaldo, P., Pedlow, T., Gordon, L., et al. (2017). Clickers can promote fact retention but impede conceptual understanding: The effect of the interaction between clicker use and pedagogy on learning. *Computers and Education*, 11, 44–59. <https://doi.org/10.1016/j.compe du.2017.03.017>.
- Shelton, C. C., Warren, A. E., & Archambault, L. M. (2016). Exploring the use of interactive digital storytelling video: Promoting student engagement and learning in a university hybrid course. *Tech trends*, 60, 465–474.
- Shih, Y. –F & Alessi, S. M. (1993). Mental models and transfer of learning in computer programming. *Journal of Research on Computing in Education*, 26(2), 154–175.
- Siemens, G., Gašević, D., & Dawson, S. (2015). Preparing for the digital university: a review of the history and current state of distance, blended, and online learning. *Athabasca University* [online]. Available from: <http://linkresearchlab.org/PreparingDigitalUniversity.pdf>.
- Szpunar, K. K., Jing, H. G., & Schacter, D. L. (2014). Overcoming overconfidence in learning from video-recorded lectures: Implications for online education. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 3, 161–164. <https://doi.org/10.1016/j.jarma c.2014.02.001>.
- Tan, J., Guo, X. P., Zheng, W. S., & Zhong, M. (2014). Case-based teaching using the Laboratory Animal System for learning C/C plus plus programming. *Computers & Education*, 77, 39–49.
- Tek, F. B., Benli, K. S., & Deveci, E. (2018). Implicit theories and self-efficacy in an introductory programming course. *IEEE Transactions on Education*, 61(3), 218–225. doi:10.1109/TE.2017.2789183
- Thomas, R. C., Weywadt, C. R., Anderson, J. L., Martinez-Papponi, B., & McDaniel, M. A. (2018). Testing encourages transfer between factual and application questions in an online learning environment. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 7(2), 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.jarma c.2018.03.007>.
- Toftness, A. R., Carpenter, S. K., Geller, J., Lauber, S., Johnson, M., & Armstrong, P. I. (2018). Instructor fluency leads to higher confidence in learning, but not better learning. *Metacognition and Learning*, 13, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11409-017-9175-0>.
- Tweissi, A. (2016). *The effects of embedded questions strategy in video among graduate students at a middle eastern university*. (Doctoral dissertation), Ohio University, Athens, OH.
- Urquiza-Fuentes, J., & Velazquez-Iturbide, J. A. (2013). Toward the effective use of educational program animations: The roles of student's engagement and topic complexity. *Computers & Education*, 67, 178–192.
- van der Meij, H., & Bockmann, L. (2020). Effects of embedded questions in recorded lectures. *Journal of Computing in Higher Education*, 20. doi:10.1007/s12528-020-09263-x
- Vural, Ö. F. (2013). The impact of a question-embedded video-based learning tool on e-learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2), 1315–1323.
- Wang, Y. H. (2020). Design-based research on integrating learning technology tools into higher education classes to achieve active learning. *Computers and Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compe du.2020.103935>.
- Winslow, L. E. (1996). Programming pedagogy – A psychological overview. *SIGSCE Bulletin*, 28, 17–22.
- Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R. O., & Numaker, J. F., Jr. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information and Management*, 43, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.im.2005.01.004>.
- Zhang, J. X., Liu, L., de Pablos, P. O., & She, J. H. (2014). The Auxiliary Role of Information Technology in Teaching: Enhancing Programming Course Using Alice. *International Journal*

- of Engineering Education*, 30(3), 560-565.
- Zhu, E. (2008). *Teaching with clickers* (p. 22). Occasional Papers: Center for Research on Learning and Teaching.
- 王令宜 (2017)。美國推動電腦科學 (Computer Science) 教育對我國之啟示。**教育脈動**，10。取自 <https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/89dea554-701f-4583-82c9-c57bc03d6341?insId=d815dc78-af80-4931-bcac-bebb539cfe9c>
- 何榮桂 (2014)。大規模網路開放課程 (MOOCs) 的崛起與發展。[Brief History and Development of MOOCs]。**台灣教育**，686，2-8。
- 吳承璋 (2014)。程式設計教學自動評分機制探討及實作 (未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，台中市。
- 呂冠緯 (2015)。跨越翻轉教學的鴻溝。**教育脈動**，1，65-75。
- 呂國泰 (2013)。以雲端服務為基礎之即時同儕學習系統建置與應用 (未出版之碩士論文)。亞洲大學，台中市。
- 汪耀華、張基成 (2018)。現象學取向的磨課師教學經驗隱含之意義。[Denotations Pertaining to Teaching Experiences of Massive Open Online Courses on the Basis of the Phenomenological Perspective]。**教育科學研究期刊**，63(1)，141-171。doi:10.6209/jories.2018.63(1).05
- 高等教育深耕計畫 (2018)。https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=D33B55D537402BA&s=333F49BA4480CC5B
- 陳柏翰 (2014)。探討 Facebook 使用在程式設計課程上的影響 (未出版之碩士論文)。國立虎尾科技大學，雲林縣。
- 陳婉寧 (2011)。目標導向回饋與配對程式設計對國中生 Alice 程式設計學習之影響 (未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，台北市。
- 黃能富 (2015)。磨課師 (MOOCs) 與師博課 (SPOCs) 協同授課之翻轉教學法。**教育脈動**，1，101-110。
- 遠見雜誌 (2017.10.16)：https://www.gvm.com.tw/article.html?id=40477
- 數位時代 (2018.02.13)：https://www.bnext.com.tw/article/48177/coding-learning-6-trends
- 鄭念慈 (2017)。翻轉新視界—結合磨課師 (MOOCs) 的藝術教育。**臺灣教育評論月刊**，6(9)，288-293。
- 蘇國源 (2013)。合作學習在程式設計教學上對學童學習動機與認知負荷之影 (未出版之碩士論文)。國立臺南大學，台南市。