

ICEET

2019

International Conference on E-Learning
and Educational Technology

數位學習與教育科技國際研討會

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

Proceedings 論文集



數位學習與教育科技國際研討會

International Conference on E-Learning and Educational Technology

口頭論文發表

Manuscript Oral Presentation



序號	論文名稱	作者	頁碼
01	差異化教學應用於STEM實作課程中之課程設計	蕭顯勝、游旻雋	3
02	國中生製作液壓機械手臂的科技創造力表現之探討—以107年度國中生活科技創作競賽為例	陳璽宇	13
03	數位遊戲式學習融入國小保險教育之研究	盧慧君、崔夢萍 丁斐潔	21
04	機器人程式設計教學對學童STEM學習態度及運算思維之影響	黃雅戀、崔夢萍	29
05	PaGamO線上遊戲應用於數學教學對不同成就之七年級學生數學學習態度與學習成就之影響	楊時芬、歐陽閻	37
06	科技融入音樂教學之APP研究初探——以「台北市APP教育市集」為例	盧佩萱	54
07	實體操作與虛擬實境的運算思維對STEM職業興趣和空間思維能力之影響	高德祥、劉遠楨	63
08	探討跨領域實作課程對學生合作型問題解決能力之影響	洪明瑄、張佩芬 楊接期	71

差異化教學應用於 STEM 實作課程中之課程設計

Application of Differentiated Instructing in STEM Practice Course

蕭顯勝¹，游旻騫²

HSIAO HSIEN SHENG YU MIN CHUN

¹國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系 教授、¹國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心、¹國立臺灣師範大學華語文與科技研究中心

Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan. Professor¹

Chinese Language and Technology Center, National Taiwan Normal University, Taiwan¹

Institute for Research Excellence in Learning Sciences, National Taiwan Normal University, Taiwan¹

E-mail : hssiu@ntnu.edu.tw

²國立臺灣師範大學科技應用與人力資源發展學系 研究生

Department of Technology Application and Human Resource Development, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan. Student²

E-mail : george84730@gmail.com

摘要

綜觀全球教育現況，學習落差的問題時常造成教學上的阻礙，而弭平學習落差問題應從低成就學生問題進行著手，差異化教學（Differentiated Instruction）給予低成就學生齊頭式平等的學習機會。STEM（Science, Technology, Engineering, and Mathematics）透過跨學科整合的方式來促進學生多領域之發展，在動手做的歷程中將跨學科知識傳授給學生，並能增進低成就生之學習成效。本研究旨在將差異化教學應用於 STEM 實作課程中，以投籃車作品為主軸進行課程設計，將 Arduino 技術用來輔助教學，帶給低成就學生 STEM 各學科在實作課程上需具備的能力，使學生在多學科整合的實作課程中，透過真實情境的學習過程，將教學發揮最大的效果，本研究擬以課程建置模式，將差異化教學應用於 STEM 實作課程中，並預期能提升低成就學生之學習成效。

關鍵字：差異化教學；STEM；實作課程；學習低成就

Abstract

Observing to the current situation of global education comprehensively, the obstacles of teaching are always caused by the learning gaps. To solve the problems, first step is to focus on the students who have low achievement. And Differentiated Instruction gives students having low achievement an equal opportunity to learn. STEM promotes the development of students in multiple fields by using interdisciplinary integration, imparts interdisciplinary knowledge to students during the process of participation, and increase the learning effective of low achievement students. The purpose of this study is to apply differentiated instruction to the STEM practice courses. Shooting Car is used to be a main idea in curriculum design, and Arduino technology is used to assist teaching. Those could educate the low achievement students' abilities on the necessary skills in the multiple STEM practice courses. Moreover, in the multi-disciplinary integration courses, teaching students in the authentic situations can maximize the teaching effectiveness. This study intends to apply the Differentiated Instruction to the STEM implementation in the curriculum

construction model, and expected to have a positive impact on learning low achievement students.

Keywords: *Differentiated Instruction, STEM, Practice Courses, Low Achievement*

壹、前言

臺灣學生長期面臨學習落差、學習資源分配不均、學生能力差距等問題，導致教育的不公平，在 2014 年數學個別差異度更是世界第一（國家研究中心，2014），因此改變臺灣學生學習現況，應從教育的平等開始，為弭平學習落差問題，應從低成就學生進行著手（教育部攜手計畫，2011），低學習成就學生常因未能將新訊息與舊經驗連結，或欠缺學習技巧而導致學習動機低落（王宣惠、洪儷瑜、陳秀芬，2013），在學習特質方面可能造成學業成績與一般學生相比較為低落。學者指出，在臺灣 STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 的課程中，各校的教學方法不盡相同，並且在以數學、科學作為理論基礎的教學主題很容易出現學生間能力上的差距更是明顯（姚經政、林呈彥，2016）。

近年來，STEM 為世界各國培養未來人才的教育發展重點，在 STEM 的課程中結合實作課程，更能提升學習者的興趣（Rees, Olson, Schweik, & Brewer, 2015）。Arduino 連結了學生創意與實作的關係，在過去研究中顯示出 Arduino 應用於 STEM 實作課程中有正向之影響（Chien, Chang, Hsiao, & Lin, 2017），因此本研究透過 Arduino 技術來進行實作課程。

在 STEM 的課程中，為了確認學生在學習的過程中能夠培養科際整合的基礎能力，並避免學科能力上的差異造成太多自信上的消磨或跟不上課程進度的問題，差異化的教學會是學生學習的重點（姚經政、林呈彥，2016）。即使是同齡的學生，在學習準備度、學習風格、生活經驗等，因外在因素影響而有所差異，而這些差異性對於不同學生而有個別的學習需求。面對個人學習差異問題，學者提出差異化教學策略，差異化教學 (Differentiate Instruction) 透過個別學生需求定義、課程內容設計，以落實適性揚才的教育理念。在差異化教學實施的過程中，需事先進行規劃與設計教案，包括教材、教法、教具與評量，(Tomlinson, 1999)，透過不同程度、學習需求、學習方式及學習興趣之學生，提供多元性學習輔導方案的教學模式 (Hall, Strangman, & Meyer, 2003)，藉此弭平學習落差問題。

過去研究，有許多差異化教學用於文科或是單科的示例，而本研究以創新角度，期待能將差異化教學運用於跨科際整合的 STEM 實作課程中，讓學生在提升興趣之餘，更能針對個人的學習需求來提升學習效果。

貳、文獻探討

一、學習低成就

教育部攜手計畫 (2011) 將低成就學生定義為學習成績後 15%~35% 之學生，本研究為因應研究設計以及學者對於低成就學生之定義將學習低成就學生定義為 STEM 知識量表前測成績後 35% 學生。特定義為學業上的實際表現未能達到其能力所及的應有水準的學生。

低成就學生常見的特徵有：低落的自尊心、學業成就動機低落（陳慧娟，2015）。而過去研究指出低成就學生在自尊心以及自信較低落，造成較為消極的學習心態，較容易逃避學習，也因學業成就動機低落造成注意力不集中的狀況 (Davis, & Rimm, 1989)。使低成就學生回歸學習的本質，擁有成功的學習經驗並且享受成功是低成就生學業表現進步的前提 (Ellis, Worthington, & Larkin,

1994)，並且維持高度的學習動機，而維持的樞紐並是「鷹架教學」。有鑑於上述學習低成就生問題，本研究將使用鷹架教學來進行課程設計，並且旨在提升低成就學生之學習成效。

二、STEM 實作課程

STEM 教育是由美國國家科學基金會 (NSF) 所提出，在 STEM 教學中涵蓋科學 (Science)、科技 (Technology)、工程 (Engineering) 與數學 (Mathematics) 這四項領域相互有關聯，而這四項的關係是相輔相成的 (Pinelli, & Haynie, 2010)。教育整合的概念在百年以前就有學者提出，學者希望能夠透過教育整合來應用在現實生活中，來增加實用知識 (Watson, & Watson, 2013)。STEM 中的四門學科彼此之間都具有關聯性，例如：學校教育中科學常常會用到數學的運算方式，而數學也最常被應用在解決科學問題上 (例如：物理計算) (Bybee, 2010)。

STEM 課程設計使學習者將理論和實踐相結合，根據過去的研究中指出，發現 STEM 課程可引發創意、培養問題解決以及培養跨領域整合能力，對科學態度及過程技能上也有正向影響 (林怡廷, 2015)。而 STEM 可以透過實作課程為學生解決問題，讓學生能從整體概念的角度去了解，而不是零碎片段的知識記憶。整合的目的是幫助學生在相互聯繫的科目取得有意義的知識，去處理有關這些科目的一個共同的問題 (黃子榕、林坤誼, 2014)。總結上述 STEM 實作課程之優勢，本研究將於國中課程中實施 STEM 教學，來學習科學、工程、科技、數學，以提升低成就學生之 STEM 知識。

三、差異化教學

差異化教學 (Differentiate Instruction) 是一種針對同一班級之不同程度、學習需求、學習方式及學習興趣之學生提供多元性學習輔導方案的教學模式 (Hall, Strangman, & Meyer, 2003)。在課程計畫與實施的過程中，教師可就課程之內容 (Content)、實施之過程 (Process)、以及課程實施之成果 (Product) 三項要素考量實施差異化教學的可能性 (Hall, Strangman, & Meyer, 2003)。在教學計畫實之前，教師便應針對學生之起點行為、學習背景及學習特質有一定的認識，並根據學生的學習需求設計多元的教學活動 (Tomlinson, 2003)。本研究之差異化教學是以學生為中心來進行探討。

差異化教學是發展及建構最適合自己學生的教學方式，教學流程及教材特性因學生需求而有所不同，在每堂課中可以依照前一堂課學生的表現來刪減、增加內容。也可以多元活動或是利用任務、挑戰或彈性分組等方式來進行 (林佩璇、高翠鴻、許燕萍, 2016)。有效的差異化教學設計可根據以下作法：

- (一) 在一教學目標提供兩個或以上能搭配學生程度的平行任務 (parallel tasks) (Small, 2012)，或是運用多種概念來讓學生達成學習目標 (鄭章華、林成財、蔡曉楓, 2016)。
- (二) 在教學目標設定不同層次 (tiered objectives)，提供對應的活動 (tiered activities) 讓低程度學生仍有精熟指定目標的機會 (Little, Hauser, & Corbishley, 2009)，相對的一般成就學生也能擁有更高層次的學習機會 (Williams, 2008)，例如：使用不同層次的作業或補充教材，或是安排不同的活動，允許學生依照自己的速度進行學習等等。
- (三) 多解法任務 (multiple-solution task) (Levav-Waynberg & Leikin, 2012) (即開放性問題)。教師可事先安排的可行的答案，並根據教學及學生的程度來設計 (鄭章華、林成財、蔡曉楓, 2016)。

(四) 多中心小組活動 (multiple-center activity)：讓學生根據自己較佳的能力為小組做出貢獻，提升學習成就 (Gordon, 2013)。

在學習同一個單元或主題，學生也可以依照自己能力的不同，學習適合自己能力及興趣的內容，教師可以運用各種不同的方式來達到這個目的。每個人都是不同的個體，在學習上的程度、興趣、動機、背景經歷、心態都有所不同，因此衍生出「差異化教學」讓所有程度學生的學習需求皆能顧及而發展的教學模式 (Servilio, 2009；葉錫南，2013)。差異化教學強調「教」與「學」，教師若依學生程度及興趣來調整教學內容、學習活動、進度、評量方式和學習環境，以提升學生學習效果和引導學生適性發展，為差異化教學 (Stanford, & Reeves, 2009；吳清山，2012)。根據上述文獻，本研究在課程設計上使用差異化教學設計作法進行課程設計，以維持學生正向學習經驗。

四、自我效能

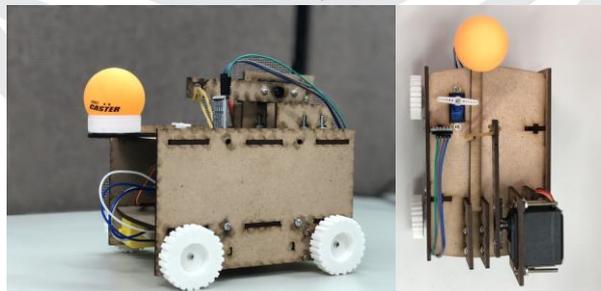
Bandura 於 1977 年對於自我效能的定義，以特定領域基礎來了解個體自我效能主張，而人具有內在的評估過程，而過程形成自我的信念。對學生來說，自我效能建立於過往的學習經驗上，過去的學習經驗深刻的影響學生在學習上對自我的期待 (潘樂英，2005)。相較於一般孩童，低成就的孩童自我效能相對低落，因此必須幫低成就孩童建立良好的學習經驗，並增強他們的自我效能 (Zimmerman, 1996)。根據上述文獻，本研究以 STEM 提升學生對於知識獲取過程中的興趣，並且使用差異化教學法讓低成就孩童能透過鷹架式的學習法，循序漸進的將知識量累積，以提升學生之自我效能。

參、研究方法

一、實驗活動設計

以「投籃車」為課程主題，內容包含摩擦力、槓桿原理概念、Arduino 以及各式感測器，使學生能將過去所學知識概念與生活經驗與新知識互相整合，並於課程末進行投籃車趣味競賽，讓學習者透過課堂中的討論、思考，設計出能夠符合課程需求之作品 (圖 1)。

圖 1 投籃車成品圖



在 STEM 課程中透過實作產品，將投籃車所需知識透過實作來傳授給學生。於課程中各領域知識實作前，設計知識概念教學課程，透過講述、問題討論方法使學生理解基本概念，在實作的歷程、將所學之知識概念透過實作過程加深印象。

本研究採單一實驗組進行架構設計，實驗組將採差異化教學於 STEM 教學活動中之實作課程，對照組則無差異化教學，採用實驗組一般成就學生所用之教材，依變項部分探討學生之學習成效 (STEM 知識、自我效能)，研究架構如下圖 2 所示。課程設計部分在第一週進行前測，再根據前測成績於第二週進行分組，接著進行為期 8 週的課程實驗，並於最後一週進行後測，研究流程如下圖 3。

圖 2 研究架構圖

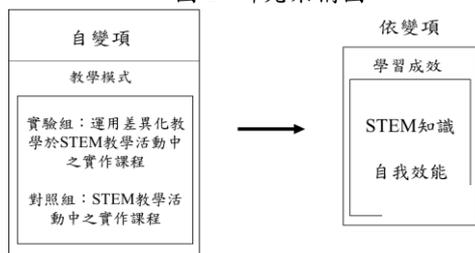


圖 3 研究流程圖



二、投籃車的教學設計

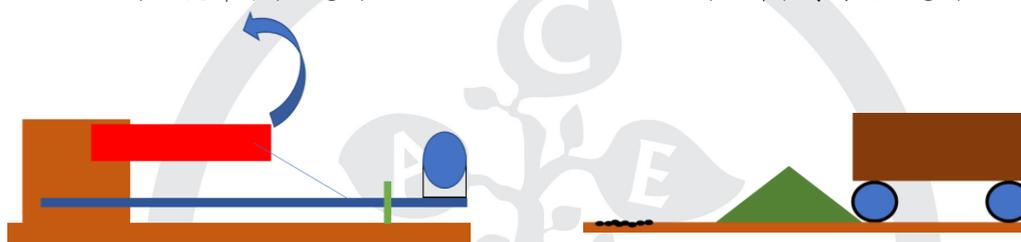
(一) 教學對象：國中 7 年級學生

(二) 教學時間：國中每節 45 分鐘，共 8 週，360 分

(三) 活動簡介：投籃車是一種結合自走車及投石器概念的科學玩具，使用 Arduino 來控制投籃車進行動作及槓桿操作。使用伺服馬達來完成槓桿原理的投射，在圖 4 紅色方塊為施力臂，與橡皮筋（藍色線條）交接觸為施力點，藉由伺服馬達拉起施力臂，另外一顆 SG90 馬達（綠線）與投柄交接觸為抗力點。透過槓桿先將施力臂拉起，再將 SG90 上之擋片移開，完成投射動作。

圖 4 投擲動作示意圖

圖 5 車輪摩擦力示意圖



在車輪摩擦力上，運用不同材質來包覆在 3D 列印車輪上，讓車輪增加摩擦力，使得車輪能夠順利通過各種地形，如圖 5 所示。在投籃車的製作過程當中，學生能直接體會到科學、科技、數學、工程的結合。

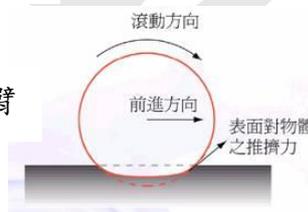
(四) 教學內容

1. 科學概念

在科學概念，解釋槓桿原理及摩擦力基本理論與應用（圖 6），並傳達給學生認識。

圖 6 摩擦力解釋

$$\text{施力} \times \text{施力臂} = \text{抗力} \times \text{抗力臂}$$



2. 科技概念

在投籃車課程的科技知識中，包含程式設計及電子元件兩項，在程式設計中讓學生透過 ArduBlock 的拼圖式介面，更容易的學會基本的程式設計語法運用，課程中，讓學生學習判別式及副程式呼叫的運用（如圖 7）。在電子元件的部分，投籃車運用到伺服馬達、藍芽模組、直流馬達等電子元件，並讓學生了解其功能及應用。

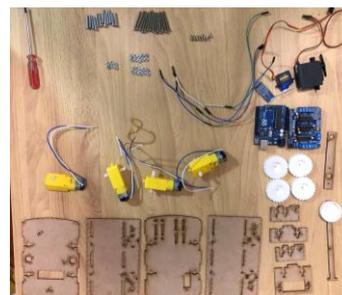
圖 7 ArduBlock 範例



3. 工程概念

在工程概念，在車體上使用工程組裝的技能，Arduino 板的控制則用到電路板接線，學生必須正確的組裝及接線才能完成投籃車製作。組裝器材（圖 8）及組裝代碼（表 1）參考如下。

圖 8 組裝器材



品項	數量	品項	數量	品項	數量
大螺絲 (代號 A)	14	藍芽模組	1	MG996 伺服馬達	1
中螺絲 (代號 B)	12	杜邦線	4	SG90 伺服馬達	1
小螺絲 (代號 C)	8	Arduino UNO	1	電機擴充板 L239D	1
螺帽	26	車體木板	1 組		
直流馬達	4	車輪	4		

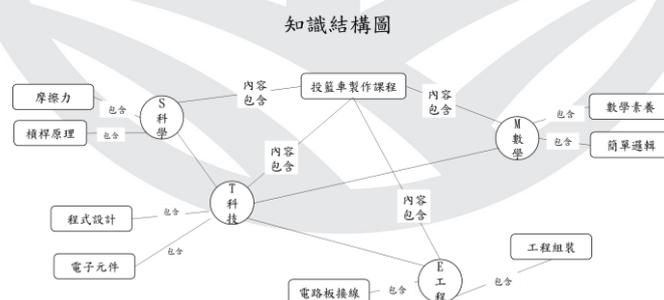
表 1 投籃車材料表

4. 數學概念

數學概念則以基本邏輯為主，在程式設計上能夠有效的了解程式的運算，使用數學邏輯概念將程式進行整理。

投籃車課程整合 STEM 中的科學、科技、工程、數學四個領域，期望能將學科內知識完整傳授給學生，知識結構如下圖 9 所示。

圖 9 知識結構圖



三、 差異化教學設計

學者指出，於差異化教學中運用同質性分組來進行課程設計，能夠增進學習動機及成效（林思吟，2016）。因此本研究有別於傳統教學，在過程中透過同質性分組，讓教師更能掌握低成就學生的學習狀況，適時進行輔導，並讓一般成就學生進行「自主學習」，探索適合自己的學習方式。

透過合作學習模式，將合作和競爭的遊戲學習環境在教學活動中，能夠促進不同成就學生有更良好的互動，縮小學習成就差距，並提升學習動機（Hung, Young, & Lin, 2015）。

在課程中結合差異化教學法，於課堂中針對同一學習概念，設計兩套不同的學習資源（針對一般成就及低成就學生進行設計），在不影響一般成就學生學習

的前提下，將更簡易的學習教材提供給學生，眾多學者提及，在數學文字題的解題上，有效的圖示可以協助降低文字閱讀歷程所造成的認知負荷，並將學習者的注意力導向至重要的解題訊息，而提升解題表現（汪曼穎、王林宇，2006）。（例如：應用圖像方式將知識概念傳授給低成就學生），此種方式讓學生更簡易的了解需學習之知識內容，並於活動討論中給予各學習成就學生不同任務進行學習，讓學習者能夠針對個別能力及學習需求來取得新知識

普遍低成就孩童學習動機相對低落，這些學生的專注度及注意力較無法集中於課堂上，學者李岳霞（2015）提出教育類桌遊可以幫助孩子學習，也能從複雜的桌遊學會邏輯、推理、表達和專注。本研究設計桌上型遊戲，以獎勵積分制度，使學習者提升學習動機，加以投入課堂活動中，將課堂所需傳授知識以桌上型遊戲培養專注力及問題解決能力，並在卡牌及內容設計上，設計差異化教學，給予鷹架概念，降低學生認知負荷，以提升整體學習成效。

除了教學過程，也對於教材進行差異化的編制，為了降低低成就學生在作答上的認知負荷，在學習單設計上以圖像方式搭配文字，並在題型上做調整（例如：低成就學生是以圈選方式作答或選擇題，而一般成就學生以填充題或問答題形式）（莊惠如、王菀詩、吳怡慧，2014）。差異化教學策略如下表 2。

表 2 差異化教學實施表

教學策略	說明	作法
遊戲式學習	<p>範例：九宮格遊戲將摩擦力透過實驗活動來進行。</p> <p>低成就生：透過不同任務的活動過程，降低對於摩擦力知識獲取時的認知負荷。</p> <p>一般成就生：透過不同的任務活動來增強對於摩擦力知識的吸收。</p>	<p>在一教學目標提供兩個或以上能搭配學生程度的平行任務。</p>
心智圖	<p>範例：以投籃車為中心進行繪製。</p> <p>低成就生：瞭解投籃車所具備知識內容。</p> <p>一般成就生：瞭解投籃車所具備知識內容、並具備功能延伸創造力。</p>	<p>多解法任務。</p>
圖像學習	<p>範例：摩擦力及力矩知識概念傳授。</p> <p>低成就生：圖像方式搭配文字進行題型設計。</p> <p>一般成就生：文字進行題型設計。</p>	<p>在教學目標設定不同層次 (tiered objectives)。</p>
興趣分工(填寫分工興趣表)	<p>在實作過程中，每位學生負責主導一項工作。</p>	<p>多中心小組活動</p>

四、 學生需求

在差異化教學實施的過程中，教師須事先了解自己的學生，並掌握學生之需求，透過前測方式了解學生對於課程之核心知識的掌握度，便於在進行教學的過程中，方便教師提供學生適當的協助（教育部普通高級中學英文學科中心研究團隊，2013）。因此本研究對於 STEM 實作課程之相關知識，開發 STEM 知識量表進行前測，針對學習成就進行分層。

五、 課程設計

差異化教學在設計階段時，必須給予不同程度孩童不同的學習系統，學者指出：在課程設計階段，可以參酌以學習內容、學習過程、學習成果上進行差異化教學之設計。

(一) 學習內容

而在本研究建置之課程中，涵蓋摩擦力、力矩、程式設計、機構等多元概念，為落實差異化教學宗旨，在實作產品—投籃車教學過程中，針對低成就、一般成就學生，給予不同層次的學習目標，低成就生須了解在實作過程中運用到哪些知識內容，並了解其原理，一般成就學生除知識內容理解外、更需具備功能延伸之創造力，因此本研究運用心智圖模式讓兩種成就學生能夠達到其效果。

(二) 學習過程

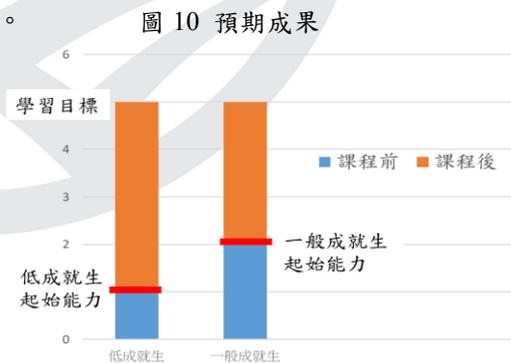
實作課程在進行時，針對學生的需求、興趣，讓學生發揮其專長，並且在合作學習的過程中帶領其他同學進行實作。而透過同質性分組方式，對不同成就學生給予不同層次的目標，而教師可視狀況給予學生不同的支援。

(三) 學習成果

為了解學生對於所學知識之了解，在成果方面進行對不同成就學生進行不同層次設計。不同層次的學習單，能使學生進行分層學習，目的在於讓每位學生皆能達到他該有的學習目標。針對低成就者在遊戲進行時，計分制度相較於一般成就學生給予優勢能夠提升低成就者的學習動力。

肆、 結論與未來工作

跨學科的教育近年越來越受到重視，但對於低成就學生來說，一次吸收多個領域的知識，可能會造成學習上的負擔，因此本研究為使低成就學生能夠有平等的發展機會，將差異化教學融入 STEM 的實作課程當中，並且發展一套投籃車課程，並且期望低成就生能夠在差異化的課程學習後達到與一般成就學生相同的學習目標（圖 10）。目前本研究仍處於開發階段，計畫在近期內於新北市某國中進行教學實驗，人數約 180 人，預計將課程設計為 8 週。並於分析階段，探討不同成就面相學生於差異化教學策略應用於 STEM 實作課程中的影響。若研究結果有正向影響，可計劃應用於各國中生活科技課程中，並提出差異化教學之教學範本供後續相關研究參考。未來工作可進行對於不同年齡層的實驗對象進行研究，亦或是使用不同方式將學生進行分層。



Acknowledgment: This work was financially supported by the "Institute for Research Excellence in Learning Sciences" and "Chinese Language and Technology Center" of National Taiwan Normal University (NTNU) from The Featured Areas Research Center Program within the framework of the Higher Education Sprout Project by the Ministry of Education (MOE) in Taiwan, and sponsored by the Ministry of Science and Technology, Taiwan, R.O.C. under Grant no. MOST 105-2511-S-003-049-MY3, 106-2511-S-003-019-MY3, 106-2622-S-003-002-CC2, 106-2511-S-003-049-MY3, 107-2622-S-003-001-CC2, 107-2511-H-003 -046 -MY3 .

參考文獻

一、中文部分

- 王宣惠、洪儷瑜、陳秀芬 (2013)。國中低成就學生課堂行為表現與學習成效之研究。**執行成果暨補救教學學術研討會**，臺北市。
- 吳清山 (2012 年)。為建構教育幸福而努力。**國家教育研究院電子報**，34。
- 李岳霞 (2015)。教孩子堅持不放棄！玩桌遊 5 大益處。**親子天下雜誌電子報**，69。
- 汪曼穎、王林宇 (2006)。注意力分配對圖像登錄之影響及其在教學上的應用方向。**教育心理學報**，38(1)，67-83。
- 林佩璇、高翠鴻、許燕萍 (2016)。差異化教學的矛盾與轉化。**中等教育**，67(4)，7-20。
- 林思吟 (2016)。淺談差異化教學。**臺灣教育評論月刊**，5(3)，118-123。
- 國家研究中心 (2014)。**臺灣 PISA2012 精簡報告**。
- 教育部普通高級中學英文學科中心研究團隊 (2013)。高一英文寫作差異化教學策略和單元設計——以桃園縣平鎮高中為例。**2013 差異化教學學術研討會**。
- 教育部攜手計畫 (2011)。**攜手計畫標準作業流程手冊**。
- 莊惠如、王菀詩、吳怡慧 (2014)。同異質分組並行差異化教學。**中等教育**，65(3)，117-131。
- 陳慧娟 (2015)。師生共同增能與學生增能教學實驗方案促進偏遠地區國中學生知識信念自我調整策略與科學學習成就之比較研究。**教育科學研究期刊**，60(4)，21-53。
- 曾柏瑜 (2008)。低成就學童的有效補救教學原則。**台東特教**，27。
- 姚經政、林呈彥 (2016)。STEM 教育應用於機器人教學——以 6E 教學模式結合差異化教學。**科技與人力教育季刊**，3(1)，53-75。
- 黃子榕、林坤誼 (2014)。職前教師於 STEM 實作課程的知識整合行為研究。**科技與人力教育季刊**，1(1)，18-39。
- 葉錫南 (2013)。英文科差異化教學之理念與實施。**教育研究月刊**，233，37-48。
- 鄭章華、林成財、蔡曉楓 (2016)。國中數學差異化教材設計與實施初探。**中等教育**，67(4)，38-56。

二、英文部分

- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM education*, 12, 23-36.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 30-35.
- Chien, Y. H., Chang, Y. S., Hsiao, H. S., & Lin, K. Y. (2017). STEAM-oriented Robot Insect Design Curriculum for K-12 Students. *In 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)*, 1-4.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B. (1989). Education of the gifted and talented. *Englewood Cliffs, NJ, US: Prentice Hall*.
- Ellis, E. S., Worthington, L. A., & Larkin, M. J. (1994). Effective teaching principles and the design of quality tools for educators. *Unpublished paper commissioned by the Center for Advancing the Quality of Technology, Media, and Materials*.
- Gordon, M. (2013). The mathematics of fountain design: a multiple-centres activity. *Teaching Mathematics and Its Applications: International Journal of the IMA*, 32(1), 19-27.
- Hall, Strangman, N., T., & Meyer, A. (2003). Graphic organizers and implications for universal design for learning: Curriculum enhancement report. *National Center on Accessing the General Curriculum*.
- Hung, H. C., Young, S. S. C., & Lin, C. P. (2015). No student left behind: a collaborative and competitive game-based learning environment to reduce the achievement gap of EFL students in Taiwan. *Technology, Pedagogy and Education*, 24(1), 35-49.
- Levav-Waynberg, A., & Leikin, R. (2012). The role of multiple solution tasks in developing knowledge and creativity in geometry. *The Journal of Mathematical Behavior*, 31(1), 73-90.
- Little, C. A., Hauser, S., & Corbishley, J. (2009). Constructing Complexity for Differentiated Learning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 15(1), 34-42.

- Pinelli, T. E., & Haynie III, W. J. (2010). A Case for the Nationwide Inclusion of Engineering in the K-12 Curriculum via Technology Education. *Journal of Technology Education*, 21(2), 52-68.
- Rees, P., Olson, C., Schweik, C. M., & Brewer, S. D. (2015, June). Work in progress: Exploring the role of makerspaces and flipped learning in a Town-Gown effort to engage K12 students in STEAM. *In 2015 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 26-1751).
- Servilio, K. L. (2009). You get to choose! Motivating students to read through differentiated instruction. *Exceptional Children Plus*, 5(5), 5.
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69(1), 21-51.
- Stanford, B., & Reeves, S. (2009). Making it happen: Using differentiated instruction, retrofit framework, and universal design for learning. *Teaching Exceptional Children Plus*, 5(6), n6.
- Tomlinson, C. A. (1999). Mapping a route toward differentiated instruction. *Educational leadership*, 57, 12-17.
- Watson, A. D., & Watson, G. H. (2013). Transitioning STEM to STEAM: Reformation of engineering education. *Journal for Quality and Participation*, 36(3), 1-5.
- Williams, P. (2008). *Independent review of mathematics teaching in early years settings and primary schools. Final report – Sir Peter Williams*. London: Department for Children, Schools and Families.



國中生製作液壓機械手臂的科技創造力表現之探討

A Discussion of the Technological Creativity of Hydraulic Mechanical Arms Production by Junior High Students

陳璽宇¹ 張玉山²

CHEN, SI YU¹ CHANG, YU SHAN²

¹ 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展研究所 研究生

¹ National Taiwan Normal University of Department of Technology Application and Human Resource Development Student

E-mail : bennyro7223@gmail.com

² 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展研究所 教授

² National Taiwan Normal University of Department of Technology Application and Human Resource Development Professor

E-mail : sam168@ntnu.edu.tw

摘要

本研究之目的在探討科技競賽活動中，國中生面對實作題目與任務導向的規則時，會展現的科技創造力。於 107 年度國中生活科技創作競賽過程中觀察記錄學生表現狀況，然後依照科技創造力量表中之造型變化、組合方法、外加機能三者對「液壓機械手臂」的最終成品表現進行分析探討。結論如下：(1) 在造型變化上，為了克服高度問題，表現成績較佳的隊伍會則藉由抬升高度來解決問題，幫助操作的便利性與順暢度；(2) 組合方法的層面則可以發現參賽國中生擅長使用鉸鏈對傳統構造進行改裝，在組部件獲得更好的運動方式、更強的結構、及更快速的製程；(3) 外加機能方面，發現參賽國中生會利用液壓機械手臂主結構以外之裝置來輔助操作過程，以期獲得更順暢的體驗與更高的分數。

關鍵字：創作競賽、科技創造力、液壓機械手臂

Abstract

The purpose of this study is to explore what kind of technological creativity will be displayed when junior high students face the rules of implementation and task orientation in the creation competition. During the 107th National Junior High School Technology Creation Competition, the students' performance was recorded. Then, according to the Shape Change, Combination Method and Additional Function of the Technological Creativity Table, the final performance of the "hydraulic mechanical arm" was analyzed and discussed. The findings and conclusions are as follows: (1) In order to overcome the high altitude problems, the team with better performance solve the problem by lift the arms up; (2) From the perspective of Combined Method, students attended in the competition are good at using the hinge to modify the

traditional structure for getting better movement, stronger structure and faster assembly; (3) From the perspective of External Functions, the teams use the devices other than the main structure of the hydraulic mechanical arm to assist the operation process in order to get more accessible experience and higher score.

Keywords : creation competition, technological creativity, hydraulic mechanical arm

壹、 研究背景與動機

培養當代學生的科技創造力，不只是知識經濟與科技發展的社會基石，更是近年課程改革所欲培育的重要能力之一(張玉山,2009)。而伍建學、洪國勳(2002)指出科技競賽能藉由問題解決的學習模式，讓學生體驗團隊合作和動手實作的歷程，學生從中習得真實生活中所需的知識、技能與能力。在任務導向的競賽中，學生更容易於團隊討論的過程激發創意，賴志樞和邱仁佑(2008)即指出科技競賽活動普遍具備「重視創意」的環節，更可由國內目前舉辦的大小科技競賽中看見學生在科技創造力的表現與突破。

貳、 文獻探討

在創作的過程中，創意的表現在產生「新」且「實用」的構想，創新則由創意的產出構想並更進一步地創造價值(黎文龍、黃國真,2004;Hall,1996)。科技創造力與一般創造力的異處，在於科技創造力不只是複數種意念的提出，更強調具體成品的產出(李大偉、張玉山,2000)。

Runco、Acar、與Cayirdag(2017)指出，與校內時間相比，學生在校外幾乎每個領域都表現出更多的創造力。Runco(2017)更進一步指出大多數領域在培養學生創造力，都必須仰賴課外時間的活動。科技競賽活動即是具有代表性的場合。

另外，以眾多學者對於產品創新性的分析為基礎，可以利用「新奇與原創、實用與價值」兩個向度來予以架構。在「新奇與原創」向度中，包括特別的、不常見的、獨一無二的、新奇的。在「實用與價值」向度中，包括：功能良好、耐用、多用途、便利、經濟、精密、精美、完整。張玉山等研究者(2009)曾於研究中，針對學生作品的創造力進行評量，除了整體評分之外，提出共六項的產品創意評分架構，如下圖1所示。

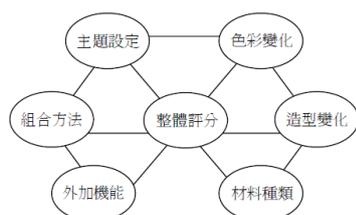


圖 1 創意評分架構

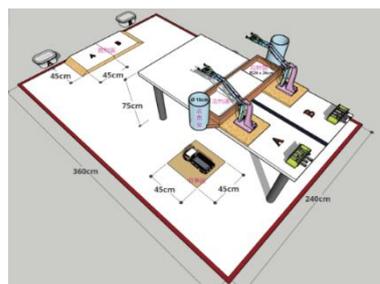


圖 2 競賽場地示意圖

Bibbings、Bieluga 與 Mills (2018) 認為，透過參與競賽活動，學生們需要評估競賽設計的場地、材料和資源，加上小組競爭，他們必須在有限資源與時間發揮最大的功能，而此時也是激發出學生潛質與創造力良好契機。以「科技產品」為主要的競賽產出，來評定科技創造力，也是最適合的方式。

參、 研究方法

一、 研究對象

本研究以參與「107 年度中華民國國中生活科技創作競賽」之全國參賽隊伍，共計 60 支隊伍；並以其中獲獎(第一名到第五名)的 12 支隊伍為主要研究對象。

二、 研究場合與命題

本研究以新北市江翠國中主辦之全國賽為研究場合，當日競賽命題簡述如下：參賽隊伍於競賽當天現場製作一個「液壓裝置」，且需以大會所提供的材料完成，時間限制為 4 小時 30 分鐘。製作完成後，輪流進入競賽區實測。競賽開始時，參賽隊伍必須在 5 分鐘內，由選手控制液壓裝置從「取物區」中抓取物件後，經由收集管移至「收集區」的「運輸裝置」上，在由此運輸裝置將物件運送至「置物區」，最後由物件重量與運載表現計分，如上圖 2 所示。

三、 研究工具

本研究以六項的產品創意評分架構為基礎，但僅取其中造型變化、組合方法、外加機能三者對「液壓機械手臂」的最終成品表現進行討論。

肆、 研究結果

一、 造型變化之表現

「造型變化」係針對統一的目標任務，液壓機械手臂成品造型上的特別設計或差異，選手透過不同的造型設計，以求更佳之表現結果，包括各部位之長度、寬度、高度、形狀、樣式。

贏得第一名與第二名的新北市板橋國中，在液壓機械手臂的底座就與大部分隊伍不同，是率先選擇將底座直接抬升的隊伍，如下圖 3 所示，在新北市地區賽亦獲得了第一名的佳績。



圖 3 板橋國中選手直接將底座抬升



圖 4 較難克服收集管高度之造型

競賽中，當液壓機械手臂夾取物件後，需將所持重物抬升至較取物區更高之收集管上方才可放下。有不少隊伍為了克服此高度，在操作上會較吃力，或需運用較多關節來完成抬升爪子至收集管上方的動作，如上圖 4 所示即較接近大部分隊伍製作的造型，就算能成功夾取物件，在放下之前也花了更多的時間，著實降低了取物效率。

板橋國中兩支隊伍的選手透過抬升底座的造型設計，讓液壓機械手臂的爪子在取物後，可以直接且快速抵達收集管上放下物件，從力學的觀點來看，這樣的設計可以透過較小的力矩抬升上臂帶動爪子，不僅省力，所維持的角度也具備較高的穩定性，而從該隊在 5 分鐘內將 2 公斤的所有物件取完的表現看來，此造型設計確實對他們的競賽表現有正向效果。

同樣為了克服爪子取物後抬升的力矩問題，將液壓機械手臂設計為一懸臂式的結構亦是有效解決此問題的方法，雖底座高度仍等於桌面，但第一主桿的高度已經將整個上臂的高度抬升，讓爪子端的抬升更加省力，在取物後也能高速、省力移至收集管上方放下物件。第三名新北市汐止國中、基隆市中山高中國中部、第四名新北市中平國中、臺北市東湖國中、第五名臺北市東湖國中皆採用如此的造型設計，如右圖 5 所示。



圖 5 東湖國中的懸臂結構

在爪子的造型設計上，研究者將選手主流造型分為大致以下三種款式：鏟爪式、鏟夾式、爪夾式，如下圖 6 所示：



圖 6 由左至右分別為鏟爪式、鏟夾式、爪夾式

三種造型的爪子皆為左右開合，利用開合動作之間的空隙夾取物件，但三種造型的效果甚有落差，以下根據各組選手操作與成果，進行分析與解釋。

- (一) **鏟爪式**：表現最佳，鏟爪式的造型設計，具備了優良的收集力與穩定性，在隊伍平均成績上亦較佳，如新北市板橋國中、新北市汐止國中、基隆市中山高中國中部、桃園市龜山國中等隊伍即採用鏟爪式的造型設計。
- (二) **鏟夾式**：表現次佳，鏟夾式具備較差的收集力但較優的穩定性，如桃園市建國國中、新北市中平國中等隊伍即採用鏟夾式的造型設計。
- (三) **爪夾式**：表現最差，爪夾式的具備較差之收集力與較差之穩定性，使用這類造型的隊伍，名次亦排於較後方。

綜合上述分析可以得知，於此次競賽中學生的爪子造型變化上，即大大影響了取物的表現，其中以鏟夾式的表現最佳、爪夾式最差；若隊伍有搭配更好的主體結構，便可大大提升競賽成績，較有機會獲得前面的名次。

二、 組合方法之表現

「組合方法」係指液壓機械手臂各部件連結的方式，選手選用不同的連結方式以達成部件功能、韌性強度、操作穩定性、動作自由度之控制。

在液壓機械手臂教學中，普遍會以連桿式轉盤的底座作為教學設計，此次競賽中，也有些隊伍就是使用這樣的裝置來進行操作，連桿一端連接液壓針筒、另一端連結插在旋轉軸上的底盤，當推動針筒，連桿的運動即會帶動底盤旋轉，達到左右移動的功能。這樣的設計非常講究旋轉軸的強度與韌性，同時底盤的摩擦力也是需要克服的問題，參賽選手在製作的過程中需要較多的經驗與巧思，其功能的完整性亦能有優秀的表現。如新北市汐止國中、桃園市建國國中、桃園市龜山國中所採用的即為連桿式轉盤，如下圖 7 所示。

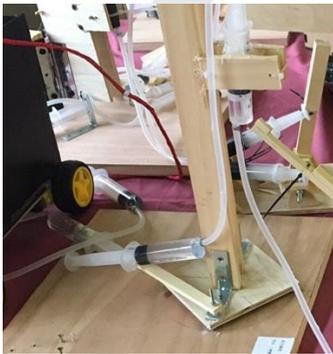


圖 7 汐止國中採用連桿式轉盤 圖 8 華山國中使用鉸鏈組合底座與第一主桿

今年的參賽隊伍，有許多學校使用「鉸鏈」來解決轉動的問題，現成的鉸鏈即具備金屬的強度與韌性，旋轉軸直接藏於鉸鏈當中，穩定與易達性相對高於連桿式轉盤。在液壓機械手臂的製作中，使用鉸鏈組合底座與第一主桿，讓固定不動的底盤，亦可完成轉動方向的工作，是既有效率、又具備穩定的組合方法；有些隊伍還搭配 L 型角鐵，讓整體的強度再向上提升。如新竹縣華山國中、台北市東湖國中、基隆市中山高中國中部所採用的即為鉸鏈組合裝置，如上圖 8 所示。

桃園市建國國中的另一支隊伍的選手更是將鉸鏈安裝於液壓機械手臂的其它部位，用來組合第一主桿與上臂兩個部件，輔助部件之間做關節式的轉動，如下圖 9 所示；雖然這樣的設計所消耗的木材會較多，但是省去鑽孔與安裝軸的精密製作過程，也較不易出錯，這樣的設計不外乎也是一種有效的組合方法，都是學生面對問題與提升機能的挑戰時，展現科技創造力的表現。



圖 9 建國國中使用鉸鏈組合主桿與上臂 圖 10 敦化國中使用橡皮筋輔助組合部件

在液壓機械手臂在操作過程中，操作者必須在針筒上做推、拉的動作才能達成部件運動的控制，有時這樣的動作會因部件本身重量或取物後的重量增加，導致操作者花費更多的力氣去完成控制，偶有因此操作錯誤或欠妥，導致取物不順、或高度來不及提升而撞到取物區或收集管的問題發生。為了克服這樣的問題，臺北市敦化國中的選手即安裝「橡皮筋」在各部件的組合部位，如上圖 10 所示。利用橡皮筋的彈力與形變自動恢復性質，輔助整座液壓機械手臂在操作過程中的所需施力，幫助較需要力氣的抬舉動作可以更順利地完成，也更有機會可以順利夾取全國賽才加入的罐裝飲料物件。

綜合上述分析可以得知，於此次競賽中學生懂得利用不同的材料和組合方式來提升液壓機械手臂的操作性，但就鉸鏈的使用，即展現了成品機能的差異，同時解決了競賽中可能遇到之問題，這樣的創作即是展現科技競賽中學生的科技創造力。

三、 外加機能之表現

「外加機能」係指參賽選手為使液壓機械手臂夾取物件更快、更順，使用特別的方法、額外的巧思增加其得分效能，或輔助整體操作以獲得最佳化之表現。

臺北市東湖國中選手，在物件的夾取表現上很穩定，先前於臺北市生活科技競賽中獲得第一名的成績，在全國賽競賽現場，當天又另行製作了一組「預先裝物件」的承載裝置，如下圖 11。因為在競賽過程中，當收集管下方的運輸裝置離開原本停放位置進行運送後，液壓機械手臂基本上就無法再將所夾取物件從收集管放下，必須等到運輸裝置歸位後才可以繼續進行夾取與放下之操作。



圖 11 東湖國中「預先裝物件」的承載裝置 圖 12 中山國中利用外加配重輔助操作

東湖國中選手們為了避免這段時間的浪費，與液壓機械手臂的功能停止，故製作了「預先裝糖果」的承載裝置，當運輸裝置離開後，液壓機械手臂可以繼續夾取物件，放置於此承載裝置上，等到運輸裝置重新歸位後，隨即將剛剛所夾取的物件從收集管倒下，如此便可增加液壓機械手臂的有效工作時間，獲取更高的表現成績。

在競賽過程中，選手操作液壓機械手臂的順暢度與默契絕對是競賽成績關鍵之一，如何讓操作更加順利，也是每隊選手都需思考的策略。如同前一節所述，若遇到高度來不及提升而撞到取物區或收集管的狀況，不僅會浪費時間，更有機會導致已取得的物件掉落或滑出，故透過外加的部件讓操作更加順利、省時或省力，也會是一門學問。

因此，除了使用橡皮筋之外，也有隊伍選擇在上臂的尾端（爪子的另一側）加裝重物，以平衡爪子取物前後的重量，讓爪子上舉的動作更省力，如基隆市中山高中國中部即選擇用數個螺絲螺帽來調整重量，而高雄市中山國中則吊掛木材輔助上臂的重量平衡，如上圖 12 所示。參賽選手都表示，這些外加的部件雖然在造型上較難看，但是具備很好的功能性，能夠讓他們花較少的力氣來讓爪子舉起，也減少液壓裝置損壞的機會。

綜合上述分析可以得知，在競賽過程中，參賽學生會利用所學，在競賽規則的範圍內為成品增加外加機能，或在原先的主機構上，再外加部件以求更佳之表現。

伍、 結論

本研究之目的在探討，於科技競賽活動中，國中生面對實作題目與任務導向的規則時，會展現怎麼樣的科技創造力。透過實際觀察學生於競賽過程中，整體環境的競賽氛圍與自我知覺，對其科技創造力的影響，也期能作為舉辦科技競賽時之參考。

研究者在 107 年度中華民國國中生活科技創作競賽過程中觀察記錄學生表現狀況，然後依照科技創造力量表中之造型變化、組合方法、外加機能三者對「液壓機械手臂」的最終成品表現進行分析探討。發現參與競賽之國中生隊伍，確實能在多方面展現科技創造力，在造型變化上，為了克服高度問題，表現成績較佳的隊伍會則藉由抬升高度來解決問題，幫助操作的便利性與順暢度；組合方法的層面則可以發現參賽國中生擅長使用鉸鏈對傳統構造進行改裝，在組合部件獲得更好的運動方式、更強的結構、及更快速的製程；最後外加機能方面，發現參賽國中生會利用液壓機械手臂主結構以外之裝置來輔助操作過程，以期獲得更順暢的體驗與更高的分數。

而在本研究所探討的科技競賽活動中可以發現，國中生科技創造力之展現有某一部分成效乃是來自於對問題答案的修正。透過錯誤與修正的循環過程，學生從中學習到如何解決自己發現的問題、修正競賽策略與實際操作之技能等，以創意製作出符合需求的成品，這些表現正是科技創造力的體現。

參考文獻

一、中文部分

- 張玉山、李大偉、游光昭、林雅玲 (2009)。不同範例展示及實作經驗對國中生科技創造力的影響。 *教育科學研究期刊*, 54 (4), 1-27。
- 伍建學、洪國勳 (2002)。淺談國中生活科技競賽績優學生學習經驗。 *生活科技教育月刊*, 35 (7), 36-39。
- 賴志樞, 邱仁佑 (2008)。運用多元化教學評量於科技競賽活動之探討。 *生活科技教育月刊*, 41 (7), 30-36。
- 黎文龍、黃國真 (2004)。以創思設計及製作競賽為例分析工程創造力。 *臺北科技大學學報*, 37 (1), 1-14。
- 李大偉、張玉山 (2000)。科技創造力的意涵與教學 (上)。 *生活科技教育*, 33 (9), 7-14。

二、英文部分

- Bibbings, H., Bieluga, P. A., & Mills, C. (2018). Enhancing Creativity and Independent Learning of Architectural Technology Students through the Use of a Real Life Design Competition Module. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 12(1), 376-387. doi:10.26687/archnet-iiar.v12i1.1409
- Hall, D. J. (1996). The role of creativity within best practice manufacturing. *Technovation*, 16, 115-121.
- Runco, M. A. (2017). Active ethical leadership, giftedness, and creativity. *Roeper Review*, 39(4), 242-245. doi: <https://doi.org/10.1080/02783193.2017.1362618>
- Runco, M. A., Acar, S., & Cayirdag, N. (2017). A closer look at the creativity gap and why students are less creative at school than outside of school. *Thinking Skills and Creativity*, 24, 242-249. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.04.003>

數位遊戲式學習融入國小保險教育之研究

The Effects of Digital Game-Based Learning in Insurance Education for Elementary Students

盧慧君¹ 崔夢萍² 丁斐潔³

LU, HUI CHUN¹ TSUEI, MENG PING² TING, FEI CHIEH³

¹ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Student

E-mail : chelsea.hc.lu@hotmail.com

² 國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授

² National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Professor

E-mail : mptsuei@gmail.com

³ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

³ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Student

E-mail : apple721196@yahoo.com.tw

摘要

本研究發展及運用數位遊戲式學習教材，應用於國小六年級保險教育之教學，探討其對學生保險教育學習成效與學習態度之影響。本研究採用準實驗研究法，研究對象為新北市某國小六年級學生共 58 人，實驗組與控制組分別為 41 人與 17 人。實驗組學生以數位遊戲式學習教材進行保險概念學習，控制組採傳統教學進行學習，教學實驗的時間為四週。研究資料以單因子共變數分析、成對樣本 t 檢定與獨立樣本 t 檢定等統計方法進行研究考驗。統計考驗後發現：使用數位遊戲學習模式之實驗組學生在學習成效上有顯著進步；控制組學生在學習成效上無顯著差異；使用數位遊戲學習模式之實驗組學生學習成效顯著高於控制組學生；在保險教育學習態度方面，實驗組學生顯著高於控制組學生。

關鍵字：數位遊戲式學習、角色扮演、保險教育

Abstract

The purpose of this study is to explore the research of digital game-based learning in insurance education for elementary student. The researchers design a set of digital game-based learning materials, which are used in insurance education and integrated into the sixth grade students. The impact of learning materials on the effectiveness and attitude of student insurance education. This study used a quasi-experimental research method, with a total of 58 elementary students in a sixth

grade in New Taipei City. The experimental group students learn the concept of insurance with digital game-based learning materials. The control group uses traditional teaching to study. The teaching experiment took four weeks and four lessons. The research results are as follows: the experimental group using the digital game learning mode has significant differences in learning outcomes; the control group receiving the traditional teaching learning model has no significant difference in learning outcomes; the experimental group using the digital game learning model has significantly higher learning outcomes than the control group; in the insurance education learning attitude, the experimental group was significantly higher than the control group.

Keywords : game-base learning, role play games, risk management and insurance

壹、前言

保險議題涵蓋在國中小階段課程包含在風險與風險管理中，然而在國小理財教育中，較少著墨在國小保險相關概念。教育部和財政部保險司 2003 年開始推動將保險教育融入國小六年級至國中九年級課程中，委託財團法人保險事業發展中心（保發中心）主辦保險教育宣導，宣導對象為國中小的學生，內容包括：認識危險、分擔危險、選擇適當的保險、珍惜保險資源等四大概念的傳達（保發中心，2002）。在保險教育的教學方面，學者們建議教學活動以生活化的教學方式與實例，讓學生從小組討論、角色扮演、遊戲等方式，從做中學來學習到保險的觀念（許碩芳，2003）

數位遊戲式學習能引起學習者的參與動機，解決了傳統數位學習無法吸引學習者深入參與的缺點（Hlodan, 2008）。數位遊戲結合多媒體的學習環境可以促使學習更有效率且學習過程令學習者覺得充滿趣味，特別是針對年輕的學習者而言，數位遊戲式學習是更具吸引力（Tan, Ling, Ting, 2007），數位遊戲也成為創造有利學習環境的方法之一（Robertson & Howells, 2008），數位遊戲能運用於各項教育目標中，亦能有多樣化的呈現面貌（施如齡、施俊詔，2006）。然而尚未應用於理財和保險教育上。

本研究旨在設計一套數位遊戲式學習教材，探討數位遊戲式學習教材對國小六年級學生保險教育學習成效與學習態度之影響。

貳、文獻探討

一、國內外中小學保險教育

英格蘭教育與職業部（Department for Education and Employment, DFEE）出版「透過個人理財教育的理財能力」（Financial Capability through Personal

Financial Education) 協助學校理財教育深耕，主要包含三大主題：理財知識與理解、理財技能與能力和理財責任(DFEE, 2000)。美國個人理財素養全國 Jump\$Start 聯盟 (Jump\$Start Coalition for Personal Financial Literacy, Jump\$Start) (2007) 提出 K-12 個人理財教育的國家標準 (National Standard in Personal Finance with Benchmarks, Applications and Glossary for K-12 Classrooms)。英、美理財教育皆由國家政府所策劃進行，對「風險管理與保險」領域課程內容能有效加以補強。

我國行政院金管會於 2005 年著手訂立「金融知識普及計畫」推動「金融知識普及三年 (2006-2008) 推動計畫」，計畫綱領第三項：「金融知識納入學校教材，以利金融教育往下紮根，建立學生正確消費及信用之價值觀」，同時擬定「透過各級學校各種活動推廣金融知識，將金融知識納入各級學校課程」的推動策略 (金管會，2005)。金融知識普及計畫每三年為一期，迄今已邁入第五期，仍然持續進行當中。目前保險教育為議題融入課程，在九年一貫課程或是十二年國民基本教育中，尚未有完整的課程架構。

Danes 等人 (1999) 針對 4017 位青少年進行美國中學理財計畫專案課程 (HSFPP)，包含七個單元，以增進青少年的理財素養，結果發現有超過一半的青少年在理財知識上有所增長，三分之一的青少年在行為方面有正向改變。許碩芳 (2003) 設計一套保險教材實施在小六至小九學生，結果發現其在保險教育上抱持肯定態度，而對於保險教材教學方法前三名為：影片欣賞、遊戲、電腦資訊，建議在教學上應採多樣化、趣味化的遊戲及活動方式。

二、數位遊戲式學習

Prensky (2007) 指出數位遊戲式學習的十二點特性：娛樂性、遊戲性、規則、目標、人機互動性、成果與反饋、適性化、勝利感、衝突、競爭、挑戰或反對、問題解決、社會互動、圖像與故事性。Gee (2003) 表示遊戲類型有發展深層學習的可能，包括：角色扮演藉由故事發展讓角色得以成長，並讓玩家融入角色，適用於需要玩家解決複雜的問題的科目 (曾玉惠、梁朝雲，2003)。動作冒險遊戲是提供自然科學領域探索應用上極佳的學習場域 (Gee, 2003)。射擊遊戲可以應用在動作技能的培養，尤其是需要快速反應及移動、或是擁有強烈的視覺和聽覺效果之相關科目 (Steenbergen, 2015)。

數位遊戲式學習可融入在一般學科或術科上。洪暉鈞、楊叔卿 (2014) 開發英文字版連線遊戲系統融入國小六年級英語教學活動中，此遊戲增加學習的樂趣與挑戰，合作競爭元素激發出學習者自發性討論，使學習者主動投入學習活動，提升學生的學習成效。蔡淑慧、沈俊毅 (2013) 以「Wii 太鼓達人」遊戲融入七年級音樂課程中，對學生節奏感有正向的影響與成效。角色扮演遊戲與角色扮演教學法相似，其利用學習者操控角色的動作方式來學習，並提供情境式的學習與故事脈絡，以利學習者發展認知也具有學習效益 (孫春在，2013)。因此，本研究採用角色扮演遊戲來增進學生對保險教育內容的學習。

參、研究實施與設計

一、 研究方法

本研究目的為開發數位遊戲式學習教材應用於保險教育，以探討數位遊戲式學習教材對學生保險教育學習成效的影響。本研究採準實驗研究法，實驗進行 4 週共 160 分鐘，以「班級」為單位進行實驗教學，每週接受保險教育一節課 40 分鐘進行學習。實驗組兩個班級實施「數位遊戲式學習教材」教學，以 PPT 及影片進行講述式教學導言 10 分鐘，並利用數位遊戲式學習讓學生進行課程內容學習 30 分鐘。控制組一個班級實施傳統教學，由課堂老師以 PPT 及影片進行講述式教學 40 分鐘。

本研究以金管會所推動的「金融基礎教育學習架構」、「校園金融知識基礎教材」之「個人理財-國小篇」以及「風險管理與保險教育推廣入口網」設計之「孩子我們把錢變大了」中「保險的重要」內容為基礎，課程內容：第一堂課「認識危險」，認識生活中的風險、讓學習者瞭解危險的種類與處理方式；第二堂課為「分擔危險」，瞭解風險與保險的關係、瞭解保險的由來、知道保險的意義與功能；第三堂課為「認識保險（一）」及第四堂課「認識保險（二）」，認識保險的種類、能分辨與選擇適合的保險。

二、 研究樣本

本研究以臺北市某國小之六年級學生為實驗對象，便利選取新北市某國小六年級三個班級學生共 58 人為研究對象，實驗組兩個班級共 41 人，實施「數位遊戲式學習教材」教學，控制組一個班級共 17 人，實施傳統教學。扣除因缺課的無效樣本，實驗組 41 人，控制組 16 人。

三、 研究工具

本研究所使用的工具為「數位遊戲學習教材」、「保險概念學習成效測驗」、「保險教育學習態度量表」。

（一）數位遊戲學習教材

1. 遊戲設計：研究者以 RPG Maker MV 版設計「獵巫行動」數位遊戲式學習系統，內容為保險概念教育，遊戲類型屬於單人角色扮演遊戲，學習者在遊戲的虛擬世界裡扮演一名騎士協助伯爵進行一系列的學習達成保衛莊園的目標。角色屬性會根據遊戲情節、規則作對應改變。在學習過程中，會依據學習者完成任務的多寡來增加學習者的配備以及騎士的等級。當騎士達到一定的等級或完成所有任務時才能夠打敗大魔王，達成目標。

2. 遊戲因子

本研究依據 Prensky (2007) 數位遊戲式學習的十二點特性及孫春在 (2013) 設計數位遊戲裡提供遊戲所需要的遊戲因子，以下為本研究遊戲中所包含的遊戲因子，

（1）探索性：本遊戲以學生為學習的主體，學生必須接觸每一位非玩家人

物(Non-Player Characters, NPC)並自行探索遊戲的每一處進行任務。

- (2) 挑戰性：本遊戲中研究者會放置任務的挑戰和怪物，讓學生有挑戰性的感覺，隨著戰鬥或回答問題，可以累積玩家的經驗，等級獲得提升。
- (3) 回饋：本遊戲所提供的回饋道具能應用於遊戲中，在解決任務或回答問題後，會依據其結果給予水晶，水晶愈多分數愈高。
- (4) 勝利感：本遊戲中各項任務的挑戰和怪物，讓學生挑戰成功後會有快樂和滿足的感覺；遊戲結束會計算分數，能提供學生自我肯定。
- (5) 問題解決：本遊戲中任務問題的選擇，讓學生思考如何解決問題，遊戲的任務問題與怪物會愈來愈困難，為激發學生學習的動力。

3. 遊戲內容

遊戲內容與學習說明如表 1。為提升學生學習動機，設計「水晶」計分方式，以「水晶」數量多寡來了解學習情況。另加入遊戲重要的元素「物品累積系統」，在遊戲的過程中只要回答 NPC 的問題、隨著遊戲劇情的進行就能累積金幣、魔法藥水與裝備，金幣與魔法藥水為學生能使用的消耗品，穿戴裝備能增強人物的防禦能力與攻擊基本數值。

表 1 「獵巫行動」角色扮演數位遊戲畫面與對應的學習說明

「獵巫行動」遊戲畫面	學習說明
 <p>你看到一個小孩溺水，請你選擇如何救他。</p>	<p>溺水任務</p> <p>找到溺水的小孩，會出現選擇畫面供學習者選擇，答對時會有相對應的獎勵水晶，答錯時會告訴學習者為什麼答案是錯的，給予學習者正確的知識。</p>
 <p>下列哪一種行為可以避免受傷？</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 直接圍裡跑圈 2. 跳向騎腳踏車 3. 牽住同學在走廊上玩跳繩 4. 經過工地，繞道而行 	<p>戰鬥</p> <p>在打鬥的過程中，會不定時出現問題，答對時會有相對應的獎勵水晶，答錯時會告訴學習者為什麼答案是錯的，給予學習者正確的知識。</p>
 <p>對了！我們這個村莊的伯伯有建立一個平台，讓我們可以在一點小錢為自己買一些保障，你可以到商店看一看你需不需要！</p>	<p>NPC</p> <p>會提供學習者各方訊息、遊戲進行的方向以及問題。此畫面為 NPC 告知在村莊中有設置保險平台，學習者可自由選擇是否會自己買一些保障。</p>

(二) 保險教育學習成效測驗卷

本研究以金管會所推動的「金融基礎教育學習架構」、「校園金融知識基礎教材」之「個人理財-國小篇」以及「風險管理與保險教育推廣入口網」設計之「孩子我們把錢變大了」中「保險的重要」內容為基礎，內容包含：「認識危險」、「分擔危險」與「認識保險」三個面向。預試測驗卷在經過專家效度之檢核後，於某國小 65 位六年級學生進行題目預試，並針對各題進行難度與鑑別度的計算，

最後正式測驗卷的難度為 0.54，鑑別度為 0.24。

(三) 保險教育學習態度量表

本研究為瞭解學生對保險教育學習態度的變化，由研究者自行設計「保險教育學習態度量表」。第一部分為「個人資料」3 題；第二部分針對學生對保險課程的學習態度，分為「學習動機」與「自我效能」兩個面向，並進行專家效度，信度分析結果，內部一致性之 Cronbach's α 為 .973，具有良好信度。

肆、結果與討論

本研究為瞭解數位遊戲學習模式對於國小六年級學生學習保險教育學習成效之影響，實驗組學生以數位遊戲式學習教材進行保險概念學習，控制組採傳統教學進行學習，分別就實驗組與控制組學生之「保險教育學習成效測驗」前、後測成績及「保險教育學習態度量表」來進行說明。

一、保險教育學習成效測驗

(一) 兩組學生學習成效測驗卷相依樣本 t 檢定

實驗組前、後測的平均數各為 62.93 與 76.35 如表 2 顯示，此一成對樣本檢定分析結果 $t_{(9)}$ 值為 -8.72， $p < .001$ 達顯著差異，從平均數大小可以看出，學生的後測成績 ($M=76.35, SD=12.54$) 較前測成績 ($M=62.93, SD=13.31$) 為進步，顯示學生的成績有顯著進步。控制組前、後測的平均數各為 67.56 與 70.5，此一成對樣本檢定的 $t_{(9)}$ 值為 -1.13， $p > .05$ 結果未達顯著差異。

表 2 兩組學生學習成效測驗卷相依樣本 t 檢定 ($N=56$)

層面	實驗組 ($n=40$)			控制組 ($n=16$)		
	M	SD	t	M	SD	t
前測	62.93	13.31	-8.72***	67.56	8.81	-1.13
後測	76.35	12.54		70.50	14.21	

 $p < .001$

(二) 共變數分析結果

本研究欲了解不同教學模式間學習成效提升之差異，因此採用共變數分析 (ANCOVA) 進行比較。依據共變數分析的基本假設，首先進行迴歸係數同質性考驗。依據同質性考驗結果可知，組內迴歸係數同質性考驗結果 ($F=2.04$ ， $p > .05$)，符合共變數組內迴歸係數同質性假定，依共變數分析結果如表 3 顯示，組別之間的差異達到顯著水準 ($F=10.59$ ， $p < .01$)，表示實驗組學生在保險教育學習成效顯著高於控制組學生。

表 3 兩組學生保險教育學習成效測驗卷之共變數分析摘要表 ($N=56$)

層面	平方和	自由度	平均平方和	F
組別	953.43	1	953.43	10.59**
誤差	4770.24	53	90	

**
 $p < .01$

二、保險教育學習態度量表

(一) 兩組學生學習態度量表 t 檢定分析結果

在態度量表方面，量表向度分為「學習動機」與「自我效能」兩個面向，整體結果顯示，實驗組學生在保險教育學習態度顯著高於控制組學生 ($M=4.52$, $SD=.58$, $p<.001$)。實驗組學生在「學習動機」($M=4.47$, $SD=.65$, $p<.001$) 與「自我效能」($M=4.46$, $SD=.63$, $p<.01$) 面向顯著高於控制組學生。

表 4 保險教育學習態度量表獨立樣本 t 檢定 ($N=57$)

量表向度	實驗組 ($n=41$)		控制組 ($n=16$)		t
	M	SD	M	SD	
總量表	4.52	0.58	3.71	0.67	-4.52 ^{***}
學習動機	4.47	0.65	3.72	0.68	-3.99 ^{***}
自我效能	4.46	0.63	3.77	0.73	-3.61 ^{**}

** $p<.01$ *** $p<.001$

伍、結論

本研究旨在瞭解數位遊戲式學習融入國小保險教育之研究，研究者運用 RPG Maker MV 設計一套數位遊戲式學習教材，應用於國小六年級保險教育教學，並探討其對於學生保險教育學習成效及態度之影響。經過四週四節課的教學實驗，研究結果發現，在保險教育學習成效方面，使用數位遊戲學習模式之實驗組學生在學習成效上有顯著進步；接受傳統教學學習模式之控制組學生在學習成效上並無顯著進步；使用數位遊戲學習模式之實驗組學生的分數明顯高於控制組學生，進一步分析測驗分項，實驗組學生在「分擔危險」與「認識保險」的測驗題中進步最多的包括：保險的起源與保險的種類。在保險教育學習態度方面，實驗組學生顯著高於控制組學生，為了完成關卡及找出相關資訊，實驗組學生激發出更多自發性討論，打怪的過程增進更多學習的樂趣與挑戰。

研究限制方面，由於本研究是以新北市某國小六年級學生為對象，樣本數不足以代表母群體，且礙於學生少子化關係加上不願意參與研究，控制組人數較少；保險教育為議題融入教學，教學實驗時間約 4 週 4 節課，因此研究結果僅代表此段時間對學童所造成的影響；因研究者能力與時間限制，本數位遊戲式學習教材的系統內容著重於保險教育課程之開發教材。因此建議未來研究者可進行擴展至其他年級或以不同性別條件來探討保險相關概念。

參考文獻

一、中文部分

金管會 (2005)。「金融知識普及三年 (95-97) 推動計畫」。板橋：行政院金融監督管理委員會。

風險管理與保險教育推廣入口網 (2003)。取自

<https://rm.ib.gov.tw/Pages/index.aspx>

財團法人保險事業發展中心 (2002, 10月11日)。保險概念宣導活動將於宜蘭礁溪國小正式起跑新聞稿。取自

<https://www.tii.org.tw/opencms/bulletin/pressRelease/000330.html>

施如齡、施竣詔 (2006年8月)。行動學習數位遊戲之認知層次分類探討。兩岸教育科技應用學術研討會，華東師範大學，上海。

洪暉鈞、楊叔卿 (2014)。手持載具之英文字版連線遊戲系統設計以增強國民小學英文字彙學習透入與成效研究。數位學習科技期刊 6 (2), 1-24。

孫春在 (2013)。遊戲式數位學習。台北市：高等教育出版。

許碩芳 (2003)。國中小學保險教育課程設計之研究 (未出版之碩士論文)。樹德科技大學，台中市。

蔡淑慧、沈俊毅 (2013)。「Wii 太鼓達人」遊戲融入國民中學音樂節奏教學之研究。數位學習科技期刊，5 (2), 1-26。

二、英文部分

Danes, S., Huddleston-Casas, C., & Boyce, L. (1999). Financial planning Curriculum for teens: Impact evaluation. *Financial counseling and Planning*, 10(1), 25-37.

Department for Education and Employment (2000). *Financial capability through personal financial education*. UK: Department for Education and Employment.

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave/Macmillan.

Hlodan O. (2008). Digital games: learning through play. *Bioscience*, 58(9), 791-805.

JumpStart Coalition for Personal Financial Literacy. (2007). National Standards in K-12 Personal Finance Education with Benchmarks, Knowledge Statements, and Glossary. 3rd Edition. Washington, DC: JumpStart Coalition. Retrieved from https://www.schwabmoneywise.com/public/file/P-4041374/standardbook_rev-AL-L-B.pdf

Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning*. Paragon House.

Robertson, J., & Howells, C. (2008). Computer game design: opportunities for successful learning. *Computers & Education*, 50, 559-578.

Steenbergen, L. S., Stock, A. K., Beste, C., & Colzato, L. S. (2015). Action video gaming and cognitive control: playing first person shooter games is associated with improved action cascading but not inhibition. *PLoS ONE*, 10(12), 1-15.

Tan, P. H., Ling, S. W., & Ting, C. T. (2007). Adaptive Digital Game-Based Learning Framework. *Proceedings of the 2nd international conference on Digital interactive media in entertainment and arts*, 142-146.

機器人程式設計教學對學童 STEM 學習態度及運算思維之 影響

The Effects of Robotic Programming Courses on Children's Attitude toward to STEM Learning and Computational Thinking Ability

黃雅戀¹ 崔夢萍²

HUANG, YA LIEN¹ TSUEI, MENG PING²

¹ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

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

E-mail: lovelylittlehouse@gmail.com

² 國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授

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

E-mail: mptsuei@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究目的為探討機器人融入國小電腦程式教學，對學生運算思維能力和 STEM 學習態度之影響。本研究採準實驗研究，以台北市某國小五年級學生兩個班級為實驗組（47 人），1 個班級為控制組（22 人），實驗前兩組先實施 Scratch 基礎課程以及 STEM 學習態度和運算思維前測；進行實驗教學共 10 週，實驗組進行機器人程式設計教學，控制組進行 Scratch 程式設計教學，課程結束後實施 STEM 學習態度和運算思維後測。資料以單因子共變數分析、成對樣本 *t* 檢定分析，研究結果發現：在運算思維方面，不同教學策略對運算思維能力之提升未達顯著差異。在 STEM 學習態度方面，實驗組 STEM 學習態度顯著優於對照組學生。本研究結果可作為未來 STEM 教學參考。

關鍵字：STEM、運算思維、機器人程式設計、國小學生

Abstract

The purpose of this study were to explore the effects of applying robotic programming courses on computational thinking and STEM attitude of children. The quasi-experimental research method was adopted. Both of students implemented Scratch foundation course(5-weeks) and pre-test of STEM attitude scale and computing thinking test. Forty-seven students, served as the experimental group, learned robotic programming. Nineteen students, served as the control groups, learned advanced course of Scratch. After instruction, the post-test for the same scale and test were also given. The pre-test and post-test scores were processed by paired t-tests and

one-way ANCOVA. It is concluded that robotic programming courses is not helpful to computational thinking but STEM attitude. The results of this study can be used as a reference for future STEM teaching.

Keywords : STEM、Computational Thinking、Robotic programming

壹、前言

STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 教育強調科學、科技、工程及數學跨科際整合學習，此趨勢影響了資訊科技教育的課程與教學。實施 STEM 教學可培養學生解決實際情境中複雜問題的能力，進而培養二十一世紀之關鍵能力 (Mataric, Koenig & Feil-Seifer, 2007)。

教育部在 108 課綱中將資訊科技領域獨立出來，資訊科技課程以「運算思維」為主軸，透過電腦科學相關知能的學習，培養邏輯思考、系統化思考等運算思維，並藉由資訊科技之設計與實作，增進運算思維的應用能力、解決問題能力、團隊合作以及創新思考的能力 (十二年國民基本教育科技領域課程綱要，2018)。

愛沙尼亞在 2012 年納入小學課綱，是全球最早將程式語言於向下扎根的國家；英國則在 2014 年，要求五歲小孩就要學基本的程式遊戲，十一歲至少學兩種程式語言 (天下雜誌教育特刊，2016)。十二年國民基本教育科技領域課程綱要中，資訊科技學習內容已重新修訂包含「程式設計」等六大面向。Scratch 程式設計軟體是目前國中小階段最常用來作為程式設計教學之軟體，劉正吉 (2011) 針對 Alice、Etoys、Greenfoot、Scratch 和 Lego 等程式語言進行分析，認為 Scratch 是最適合國小階段教授程式語言的軟體。

然而，臺灣中小學課程普遍較少運用材料、工具以實踐設計與製作歷程的學習體驗，導致年輕學子缺乏動手實作的經驗 (汪殿杰、巫鍵志、王意蘭、吳致娟，2014)。國內中、小學實施程式設計教學的傳統多仍停留在螢幕的操作，而為了讓機器人動起來，學生必須運用邏輯思考、系統化思考等運算思維能力，透過實作以促進解決問題解力。因此，本研究目的包含：

- (一) 探討 mBot 機器人程式設計課程對國小五年級學童運算思維能力的影響；
- (二) 探討 mBot 機器人程式設計課程對國小五年級學童 STEM 學習態度的影響。

貳、文獻探討

一、機器人教育

機器人課程是一門跨領域、高度綜合的新興科技課程，具科技整合和實踐性，能激發學生對新興科技的學習動機，培養科技整合、問題解決、創造力，運用教育機器人為學習主體以活化教學內容 (林建良、黃臺珠、莊雪華、趙大

衛, 2013), 讓學生瞭解機器人的原理、機械結構、感應器、電子零件、電腦程式語言及自動控制的概念等, 因此機器人成為科學與工程學科, 驗證理論時的有價值實作工具 (Beer, Chiel & Drushel, 1999)。

Murillo、Mosteo、Castellanos 和 Montano (2011) 為不同工程學位的大學生設計機器人課程, 學生學習組裝及控制樂高機器人執行任務, 研究證實機器人教學可提高學生學習動機; 林湘庭 (2018) 指導國小三年級學生學習程式設計探討運算思維能力、學習成效以及學習態度在運算思維測驗表現, 其利用 Scratch 結合樂高機器人課程及 Scratch 課程, 分別為實驗組和控制組, 研究結果實驗組在運算思維測驗之前後測有顯著提升, 但兩組在運算思維測驗成績及 Scratch 程式語言的學習成效上無顯著差異, 而在學習態度之「興趣」向度方面, 兩組則有顯著差異。

二、運算思維

Wing 在 2011 年定義運算思維是「一種思考歷程, 是規劃問題與解決方案的心智活動, 而這些問題解決方案能由人、電腦或兩者的結合來實施」(Wing, 2011)。美國電腦科學教師協會在 K-12 Computer Science Standards 中指出「運算思維是一種解決問題的方法, 可以使電腦與其他學科結合並提供一個獨特的分析和發展運算解決問題的方法」(CSTA, 2011)。國內學者對運算思維定義為「能有效應用運算方法和工具解決問題之思維能力」(林育慈、吳正己, 2016)。

在運算思維相關研究中, 常見以機器人相關教學應用於教學現場, 黃玉如 (2016) 針對國小五年級學生設計自造者課程, 運用 Webduino 程式設計作為課程工具, 結果發現: 實驗組學生在運算思維態度達到顯著性的差異。從質性資料的分析發現實驗組學生對運算思維認知有更多的認識, 並對運算思維開始形成正面的感覺。

三、STEM

Becker 和 Park (2011) 的研究發現科際整合的 STEM 教育比起其他單科更能引起學生的學習意願, 並且 STEM 教育對小學生的正面影響遠比大學生來的多, 顯示越早讓學生接觸 STEM 教育, 對學生日後選擇相關領域的機會越高。

Kopcha、McGregor、Shin、Qian、Choi、Hill、Mativo 和 Choi (2017) 透過整合多個 STEM 主題吸引教師參與實施, 運用兩週的機器人課程來培養學生的計算思維, 對象為 5 位五年級教師及其學生, 依據評估分析結果顯示, 教師將機器人問題解決視為課程中最有意義的學習、五年級學生在實驗後對機器人、STEM 看法因課程而改變。

參、研究實施與設計

一、研究設計

本研究採準實驗研究法之「不等組的前後測設計」進行研究，實驗組學生運用 mBot 機器人於 Scratch 程式設計課程；控制組學生則實施 Scratch 程式設計課程，以探討不同教學策略在 STEM 學習態度與運算思維是否有所差異。

實驗前，兩組學生皆進行相同的 Scratch 基礎課程（5 週）與實施 STEM 學習態度前測、運算思維前測；實驗教學共進行 10 週（每週一節 40 分鐘），實驗組學生運用 mBot 進程式設計教學及專題製作，控制組進行 Scratch 程式設計教學及專題製作。教學結束後，兩組實施 STEM 學習態度、運算思維後測。

二、研究樣本

本研究以臺北市某國小之五年級學生為實驗對象，便利抽樣二班為實驗組（50 人）實施 mBot 機器人程式設計教學，一班為控制組（24 人）實施 Scratch 程式設計教學。扣除無效問卷及缺課等無效樣本，實驗組 47 人，控制組 19 人。

三、研究工具

- （一）視覺化程式設計軟體：1. Scratch 2.0；2. mBlock：相容於 Scratch，依據 Scratch 的邏輯即可實際控制機器人。
- （二）mBot 機器人：內建多種感應器輸入裝置，可體驗動手組裝及編輯程式。
- （三）運算思維測驗：本研究採用 2016 Bebras 國際運算思維測驗題目。呂永鈞（2015）以 2013 Bebras 測驗題目為例，透過探索性因素分析並提供建構效度，在信度方面採 Cronbach α 係數，信度依各因素依序為 0.89、0.73、0.81、0.71，已達合格標準，表示具有良好的信度水準。
- （四）STEM 學習態度量表：參考自 Friday Institute for Educational Innovation（2012）STEM 量表，量表分為數學、科學、工程與科技三個向度。（Cronbach's alpha .83-.87）

肆、結果與討論

一、運算思維

為探討兩組不同教學策略對運算思維能力之影響，進行共變數分析（ANCOVA），結果說明如下：

- （一）實驗組與控制組學生在運算思維能力測驗前後測之描述統計

本研究採用 2016 運算思維能力測驗，測驗平均數及標準差如表 1。

表 1 實驗組與控制組運算思維能力測驗前後測之平均數及標準差（N=66）

層 面	實驗組（ $n=47$ ）		控制組（ $n=19$ ）	
	M	SD	M	SD
前 測	111.85	46.75	110.53	41.36

後測	134.47	56.59	126.58	76.07
----	--------	-------	--------	-------

(二) 實驗組與控制組學生在運算思維能力測驗之相依樣本 t 檢定

為了解教學策略是否能提升運算思維能力，針對兩組前、後測成績，以相依樣本 t 檢定進行比較如表 2，實驗組進步幅度具有顯著差異 ($t_{(46)}=3.04$, $p<.01$)，控制組則未達顯著差異 ($t_{(18)}=1.16$, $p>.05$)。

表 2 實驗組與控制組運算思維能力測驗相依樣本 t 檢定 (N=66)

來源	實驗組 (n=47)			控制組 (n=19)		
	M	SD	t	M	SD	t
前測-後測	-22.62	50.95	-3.04**	-16.05	60.13	-1.16

** $p<.01$

(三) 兩組學生運算思維能力測驗共變數分析

由同質性考驗結果可知，組內迴歸係數同質性考驗未達顯著水準 ($F=2.10$, $p=.15$)，符合共變數組內迴歸係數同質性假定。依共變數分析結果如表 3 所示，排除前測分數對後測分數之影響後，兩組間的差異未達到顯著水準 ($F=.23$, $p>.05$)，顯示不同教學策略對學生運算思維能力未達顯著差異。

表 3 兩組學生運算思維能力測驗共變數分析 (N=66)

來源	平方和	自由度	平均平方和	F
組別	642.03	1	642.03	.23
誤差	176615.72	63	2803.42	

二、STEM 態度量表

本節探討不同教學策略對 STEM 學習態度之影響。將進行共變數分析 (ANCOVA)，以教學策略為自變項，STEM 學習態度前測分數為共變項，STEM 學習態度後測分數為依變項，分析結果說明如下：

(一) 實驗組與控制組學生 STEM 學習態度前後測分數之敘述統計

STEM 學習態度量表，兩組學生之測驗平均分數及標準差如表 4。

表 4 實驗組與控制組 STEM 學習態度量表前後測之平均數及標準差 (N=69)

測驗別	實驗組 (n=47)		控制組 (n=22)	
	M	SD	M	SD
前測	57.55	10.73	59.95	9.24
後測	62.45	10.01	60.32	8.47

(二) 實驗組與控制組學生 STEM 學習態度相依樣本 t 檢定

為了解教學策略是否能提升學生 STEM 學習態度，針對兩組前、後測成績，以相依樣本 t 檢定進行比較如表 5，實驗組 STEM 學習態度進步具有顯著差異 ($t_{(46)}=4.36, p<.05$)，控制組則未達顯著差異 ($t_{(21)}=.28, p>.05$)。

表 5 實驗組與控制組 STEM 學習態度相依樣本 t 檢定 (N=69)

來源	實驗組 ($n=47$)			控制組 ($n=22$)		
	M	SD	t	M	SD	t
前測-後測	-4.89	7.69	-4.36***	-.36	6.11	-.28

*** $p<.001$

(三) 兩組 STEM 學習態度量表共變數分析

由同質性考驗結果可知，組內迴歸係數同質性考驗未達顯著水準 ($F=.52, p>.05$)，符合共變數組內迴歸係數同質性假定。依共變數分析結果如表 6，排除前測分數對後測分數之影響，顯示不同教學策略之 STEM 學習態度達顯著差異 ($F=4.83, p<.05$)，實驗組之 STEM 學習態度 (調整後平均數=62.70) 顯著優於對照組 (調整後平均數=58.77)。

表 6 兩組 STEM 學習態度量表共變數分析摘要表 (N=69)

來源	平方和	自由度	平均平方和	F
組別	210.67	1	210.67	4.97*
誤差	2798.36	66	42.40	

* $p<.05$

(四) 兩組在 STEM 學習態度分項之分析

本研究進一步分析 STEM 學習態度三個分項成效「數學」、「科學」及「科技與工程」在經過實驗教學之後之差異。表 7 結果顯示，在「數學」分項各組之間的差異未達顯著水準 ($F=1.91, p>.05$)；兩組在「科學」分項之間差異未達顯著水準 ($F=.05, p>.05$)；兩組在「科技與工程」各組之間的差異達到顯著水準 ($F=6.08, p<.05$)，實驗組 (調整後平均數=22.32) 顯著優於對照組 (調整後平均數=19.96)。

表 7 兩組在各分項之共變數分析摘要表 (N=69)

分項	來源	平方和	自由度	平均平方和	F
數學	組別	18.37	1	18.37	1.91
	誤差	633.97	66	9.61	
科學	組別	0.41	1	0.41	.05
	誤差	581.85	66	8.82	

科技與	組別	82.27	1	82.27	6.08*
工程	誤差	892.60	66	13.52	

* $p < .05$

伍、結論

經過實驗研究後，兩組學生在運算思維能力測驗表現上透過不同教學策略課程皆能在程式設計學習成效有進步，後測成績皆高於前測成績；且運用 mBot 機器人於程式設計課程之實驗組進步成績達顯著，但兩組間未達顯著差異。在 STEM 學習態度方面，運用 mBot 機器人於程式設計教學之實驗組顯著高於控制組學生，尤其在工程與科技分項方面，顯著高於控制組學生。

此結果與先前研究相符，Murillo、Mosteo、Castellanos 和 Montano (2011) 為不同工程學位的大學生設計機器人課程，組裝及控制樂高機器人執行任務，研究證實機器人課程可提高學生學習動機；根據 Becker 和 Park (2011) 的研究發現科際整合的 STEM 教育比起其他單科更能引起學生的學習意願，並且 STEM 教育對小學生的正面影響遠比大學生來的多，顯示越早讓學生接觸 STEM 教育，對學生日後選擇相關領域的機會越高。

研究限制方面，由於本研究是以台北市某國小五年級學生為對象，樣本數不足以代表母群體，且礙於學生少子化關係，控制組人數較少。因此，建議未來研究者可進行擴展至其他年級或以不同性別條件探討是否影響運算思維以及 STEM 態度。在研究工具方面，運算思維能力測驗，可進一步分析測驗分項，使研究探討更具完整性。

參考文獻

一、中文部分

- 汪殿杰、巫鍵志、王意蘭、吳致娟 (2014)。強調動手實作的科技教育-以臺北市立大同高中為例。《中等教育》，65 (4)，141-151。
- 林育慈、吳正己 (2016)。運算思維與中小學資訊科技課程。《國家教育研究院教育脈動電子期刊》，201608 (6) 取自
<http://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/02287aac-dc26-4ad4-b87e-2881e942dc16>
- 林建良、黃臺珠、莊雪華、趙大衛 (2013)。發展一延伸性 CIPP 課程評鑑模式運用於高瞻計畫課程：以高中機器人課程為例。《科學教育學刊》，21(3)，237-261。
- 林湘庭 (2018)。將 Scratch 結合樂高機器人提升小學生運算思維能力之研究。中原大學資訊管理研究所碩士論文，未出版，桃園縣。
- 馬岳琳、程晏鈴 (2016)。數位×教育，贏的起點。《天下雜誌》，610。取自
<https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5079253>

- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要科技領域。取自
https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/52/pta_18529_8438379_60115.pdf
- 黃玉如 (2016)。探討自造者課程對國小五年級學生運算思維態度之助益 —以 Webduino 程式設計為例。國立高雄師範大學軟體工程與管理學系碩士論文，未出版，高雄市。
- 劉正吉 (2011)。以 Scratch 同儕程式設計提升學童問題解決能力之探究。國立新竹教育大學數位學習科技研究所碩士論文，未出版，新竹市。

二、英文部分

- Mataric, M., Koenig, N., & Feil-Seifer, D. (2007). Materials for Enabling Hands-On Robotics and STEM Education. AAAI Spring Symposium on Robots and Robot Venues: Resources for AI Education, Stanford, CA.
- Beer, R. D., Chiel, H. J., & Drushel, R. F. (1999). Using Autonomous Robotics to Teach Science and Engineering. *Communications of the ACM*, 42(6), 85-92.
- Ana C. Murillo., Alejandro R. Mosteo., Jose A. Castellanos., & Luis Montano. (2011). A practical mobile robotics engineering course using LEGO Mindstorms. *Eurobot Conference*, 221-235.
- Wing, J. M. (2011). Computational thinking: What and why. Retrieved from <http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>.
- CSTA. (2011). CSTA K–12 computer science standards. The ACM K-12 Education Task Force. Retrieved from http://www.csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CSTA_K-12_CSS.pdf.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effect of Integrative Approaches among Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12, 23-37.
- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., ..., Choi, I. (2017). Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research. *Journal of Formative Design in Learning*. 2017, 1, 31-44.
- Friday Institute for Educational Innovation. (2012). Upper elementary school student attitudes toward STEM survey. Author, Raleigh.

PaGamO 線上遊戲應用於數學教學對不同成就之七年級學生 數學學習態度與學習成就之影響

The Effects of Applying PaGamO Online Gaming Platform into Math Teaching on the Math Learning Attitude and Achievement of 7th Graders with Different Achievement Levels

楊時芬¹ 歐陽閻²

YANG, SHIH-FEN¹ OUYANG, YIN²

¹ 國立臺南大學 教育學系科技發展與傳播碩士班 研究生

¹ National University of Tainan Department of Education Master Program of
Technology Development and Communication Student

E-mail : a0929031896@gmail.com

² 國立臺南大學 教育學系 教授

² National University of Tainan Department of Education Professor

E-mail : ouyang@mail.nutn.edu.tw

摘要

本研究旨在探究 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學，對於不同成就之七年級學生在數學學習態度與學習成就之差異情形。採用準實驗研究法之不等組前後測設計的方式，研究對象為臺南市某市立國民中學兩班 50 位七年級學生，一班為實驗組，實施 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學法；另一班為對照組，進行一般傳統紙筆測驗教學法，進行八週的實驗研究。研究結果發現：(1)實驗組學生在數學學習態度之部份分量表上的表現顯著優於對照組學生。(2)實驗組不同成就水準的學生在參與實驗教學後，其數學學習態度部份分量表上的表現均顯著高於實驗前。(3)實驗組學生在數學學習成就上的表現顯著優於對照組學生。(4)實驗組中成就水準學生在參與實驗教學後，其數學學習成就有顯著高於實驗前。(5)實驗組學生對於學習平臺使用接受度均給予正面肯定。

關鍵字：PaGamO 線上遊戲、數學學習態度、數學學習成就、成就水準

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effects of applying PaGamO online gaming platform into math teaching on the math learning attitude and achievement of 7th graders with different achievement levels. This study adopted a nonequivalent pretest-posttest control group design. Participants in this study included fifty 7th graders from a Tainan municipal junior high school. The experimental group was taught by integrating PaGamO online gaming platform into math teaching, while the control group received the traditional teacher-fronted instruction. The findings of this

study show (1) the experimental group scores higher than the control group in math learning attitude, especially in active learning, studying plan and class situation; (2) the math learning attitude scores of students with different achievement levels in the experimental group were improved; (3) the experimental group scores higher than the control group in math learning achievement test; (4) the math learning achievement test scores of students with middle achievement level in the experimental group were improved significantly; (5) participant students expressed great satisfaction with applying PaGamO online gaming platform into math teaching.

Keywords: Achievement levels, Math learning attitude, Math learning achievement, PaGamO online games

壹、前言

對數學的學習而言，「有意義」的學習是很重要的。英國的數學教育家 Skemp 認為數學的學習應建基在「關係性」的理解，亦即學習者必須清楚自己是如何運算或推論的，並能向他人解說自己運算的結果(黃敏晃，1994)。對一個學習者而言，如果他學的僅是公式的運算，我們不難想像其往後的學習可能遭遇的困境。因傳統數學教學方式多偏重於教師單向的講授概念，無法將所學確實融入於日常生活當中，即使有所謂雙向「問答活動」也多半由教師自導自演，教師與學生真正的溝通有限，富趣味及有意義的教學引導能提升學生的學習態度(謝欣穎、林菁，2013)。

國民小學及國民中學常態編班及分組學習準則第 3 條提到，在常態編班中依學生的學習成就、興趣、性向、能力等特性差異，將特性相近之學生集合為一組，實施適性化或個別化之學習(教育部，2005)。在這樣的編班制度下，如何因應不同成就學生學習上遇到的困難，找出可改善學習者學習成就的教學方式，是本研究的主軸。由於中學生存在著升學壓力，導致學校課程受制於會考的形式，而課程之傳授亦多偏重於事實性及程序性的背誦與記憶，數學課程也不能置身其外；由於透過機械性的反覆練習，學生並無法正確的獲得數學知識及態度，態度是學習而來(張春興，2011)，若能有正向的學習態度將促進學習表現(盧雪梅，2000)，而正向、積極的學習態度及高度的學習動機將有助於提升學生的學習成就(Chang, 2010; Norris, 2011)。

學生程度不同，故要達成一樣的教學目標需要用差異化的教學，利用 PaGamO 設計不同難易度的題目，也就是『因材施教』，差異化教學最重要的概念，是以學生為主體進行的教學，設計教學活動與學習鷹架來縮減落差(林思吟，2016)。加上近年來網路科技的普及為多媒體教學及終身自我學習提供了非常成熟的發展環境，因此以網路為教學環境的電腦輔助教學系統已是多元化教學中不可或缺的一環，而遊戲式學習(Game-Based Learning)提供了一個更多元的學習方式及管道，而若能針對不同成就的學生給予不同的作業，即能達成適性教學的目標。基於此，本研究擬透過 PaGamO 線上遊戲來輔助七年級學生在數學領域上

的學習，希望能透過數位遊戲式學習改變數學教學，及運用適當的教學設計提升其數學的學習態度及學習成就。

貳、文獻探討

一、國中數學領域的教學現況

當代數學教育的趨勢以培養學生問題解決能力為首要之務，強調學習者知識建構的歷程及群體解題文化的培養，而於 2001 年開始實施的九年一貫課程，亦是強調在社會互動過程中建立數學知識的教學方式，延續了八十二年版課程所持之教學理念(許馨月、鍾靜，2004)。計算錯誤已不是評斷學生數學不好的依據，更重要的是演算數學之前的策略和思考，新課綱強調學生是自發主動的學習者，讓學生多元展能的理想，兼顧個別特殊需求，不同的教師、不同的教材、不同的教法，皆會造成學習者的差異(李浚淵，2003)，現今的數學教育強調以學習者為主體，要讓學生有自我思考並建構知識的能力。

七上階段是升上國中學習數學的一個重要時期，教師運用適切的課程設計，可協助學習者銜接跨階段時不同成就學生遇到的學習狀態之落差。研究者會選因數與倍數單元，是因為此單元在國小時，學生易產生觀念混淆，也有許多國內外教育學者在此範疇做研究，國內有 40% 以上學生對因數與倍數的迷思概念而表現不理想(周文忠，2002)。現今的數學學習呈邏輯性及螺旋式的排列，主體應以學生為中心，教材要適合學生的認知能力，且以有意義的方式讓學習者學會思考怎麼解題。

目前在數學科學習的困難在於考試領導教學，臺灣學生的數學成就差異從四年級到八年級愈來愈大(張俊彥等，2018)，利用數位科技帶來測驗時的時效性，教學者可更容易找出影響學生高層次思考能力的重要因子，利用新興的科技來輔助評量，以及將診斷評量與學習系統整合(張俊彥、王浩全，2006)，將大幅提升學生問題解決之能力。

二、數位遊戲式學習的相關概念及研究

結合數位科技和遊戲式學習概念的 PaGamO 線上遊戲，替國中生往往最懼怕的數學課帶來新的悅趣化學習方式，教師不但能利用翻轉教室的概念進行數學知識教學，也利用學習者喜愛玩遊戲的心態，經由數位科技將知識的傳遞包裝成遊戲，不僅要學習者由被動的學習轉為主動的學習主體，更要讓學習者長期投入、引發積極的學習態度。

在數位學習的技巧與策略上，都可以看到行為主義、認知主義、與建構主義理論學派的實踐以增進學習成就並達成教學目標。而數位遊戲式學習是一種電腦輔助學習(Computer Assisted Learning，簡稱 CAL)，使用電腦玩遊戲來幫助學生學習的一種互動式教學法(王曉璿等，2009)。遊戲教學法一直是教育學者認為最能引起學習者學習動機的一種教學模式(林珮華，2013)，而本研究的數位遊戲式學習是指利用 PaGamO 線上遊戲應用於數學學習，利用豐富的遊戲介面降低學

習者對數學學習的恐懼，在進行數學演算的熟練時亦可取代傳統的枯燥紙筆演練（邱俊皓，2018）。表 1 為 PaGamO 線上遊戲學習平臺的各項分析，由表中可看出利用 PaGamO 平臺學習，能有好的聲光效果，以及吸引學習者的畫面，讓學習不再只是書本上的生硬算式，且遊戲成就也會累積，讓學習者有想要爭取較佳排名的動機；教材的難易度可以針對不同成就的學習者來出題，可達到適性化學習。

表 1 PaGamO 線上遊戲學習平臺之各項分析

個人	環境	教材內容	科技	教學活動
先備經驗	真實感官學習	難易度	資訊素養	任務時間
學生可根據自己專長做自己喜歡的科目題目，最後再挑戰其他的科目	自然科缺乏真實性操作體驗，學生可能死背答案	可根據學生程度安排題目數量和困難度	系統易學性，只有透過練習題目取得遊戲中所有資源	不同的難易度，設定的時間不一樣，分別是 3、5、10 分鐘
學習動機	虛擬	教材內容量	電腦相關設備	
做題目像在玩遊戲，顯著的提升學習態度	遊戲介面精美，電腦版是 2D，手機版 3D 立體，全部用動畫影音學習	近 3 年的課本內容，隨時更新掌握時事脈動，但是大部分題目解答缺乏詳解	電腦和網路連線速度如果太慢，會影響到作答速度，例如：英文科動畫影音	
個人情緒				
在作答過程中，背景音樂讓人有緊張感				

資料來源：研究者自行整理

大多數的數位遊戲式學習融入數學領域教學均能增強學習動機，提升學生的學習興趣，並喜愛數位遊戲式學習模式，且數學學習態度均能有顯著改變（江佩穎，2011；邱俊皓，2018；林穎，2011；黃怡婷，2013），對於數學學習成就大多也有正向的提升（江佩穎，2011；邱俊皓，2018；康芸琳，2014；劉珈吟，2016；劉誼如，2018）。數學領域的教學是國中小學重要的學科，為能奠基學生的基本學力，值得探究數位遊戲式學習此一創新教學的實施成效。

參、 研究方法

本研究採「準實驗研究法」之不等組前後測實驗設計。以研究者所任教的兩班七年級學生為研究對象，以班級為單位，其中一班為實驗組，另一班為對照組，各有 25 位學生。實驗組實施 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學法，對照組則維

持一般傳統紙筆測驗教學法，實驗時間為期八週，每週五節課，每節四十五分鐘，每班每節上課時數相同，實驗組只有在使用 PaGamO 才去電腦教室上課，對照組在原班教室上課，均使用相同的教材，由同一位教師上課，探討在因數與倍數單元使用 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學後，對不同成就之七年級學生數學學習態度與學習成就之影響。而學生成就水準之分組，係依據 107 學年度第一學期數學科十次平時成績的平均分數，以成績前後 27% 為高或低成就水準學生、成績中間者為中成就水準學生。而主要之研究工具有四項：

一、數學學習態度量表

本研究所使用的數學學習態度量表，係直接採用林玲誼(2007)的數學學習態度量表。該量表包含四個分量表：分別是自己認識、主動學習、讀書計劃及上課情況。量表的計分方式採李克特氏五點量表型式為作答選項，從非常同意到非常不同意。得分高者代表具有正面的數學學習態度，總分低者代表較具學習態度低。該量表初稿完成後經由數學教育專家教師進行審查，再經過預試及信效度考驗分析後，最後保留 22 題。該量表計有四個構面，总量表的整體信度為 .85。

二、數學學習成就測驗

本研究所採用的數學學習成就測驗前測是 107 學年度第一學期七年級數學科第一次段考試卷，而後測是由研究者依據南一版國中數學科第一冊第二章因數與倍數單元，分析其教學內容與教學目標彙編而成，旨在瞭解學生在「因數與倍數」單元的學習理解與精熟程度。後測成就測驗經雙向細目表、專家審查、預試及難度鑑別度之考驗後，平均難度為 .64，平均鑑別度為 .61，整體信度 $KR20 = .86$ ，表示試題之信效度佳。

三、PaGamO 遊戲學習平臺使用感受問卷

PaGamO 線上遊戲應用於數學教學後，受試者對 PaGamO 使用感受問卷，由研究者參考蕭景德(2016)的 PaGamO 線上學習學生意見調查問卷，並經教育專家修正語意而編製成「PaGamO 遊戲學習平臺使用感受問卷」，問卷包含四個分量：PaGamO 遊戲學習平臺之易用性、滿意度、有用性及科技接受度。填答反應程度分成非常同意 5 分、同意 4 分、無意見 3 分、不同意 2 分、非常不同意 1 分。

四、對 PaGamO 應用數學教學的訪談綱要

為了瞭解 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學後的看法，本研究採半結構式訪談，隨機分別從高成就、中成就、低成就水準選取受試者來訪談，目的為希望更廣泛及深入的探討 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學的心得與感受。

肆、 結果與討論

一、實驗組與對照組在數學學習態度之差異分析

為了瞭解實驗組學生在使用PaGamO線上遊戲應用於數學教學後，在數學學習態度四個分量表(自我認識、主動學習、讀書計劃及上課情況)上是否有顯著差異，使用單因子共變異數分析(ANCOVA)。研究結果顯示，實驗組與對照組在排除了前測的影響下，實施PaGamO線上遊戲應用於數學教學及一般傳統紙筆測驗教學後，在主動學習、讀書計劃及上課情況三個構面顯示出有顯著差異；而在自我認識此構面並沒有顯著差異。在學習態度的總量表得知 F 值=14.662， p 值=.000<.05，此一研究結果代表實驗組在接受PaGamO線上遊戲應用於數學教學後，能夠有效提升學生學習數學的態度，其結果與許多探討數位遊戲式學習的方式能有助於提升學生的數學學習態度相同(江佩穎，2011；邱俊皓，2018；林穎，2011；黃怡婷，2013)。

二、實驗組不同成就學生數學學習態度之差異分析

本研究進一步針對實驗組不同成就水準之學生在參與實驗教學前後數學學習態度表現之差異情形，進行無母數統計分析。實驗結果顯示，高成就及低成就的學生在數學學習態度的主動學習、讀書計劃、上課情況三個構面後測平均數皆比前測進步，且達.05之顯著水準；中成就的學生則在數學學習態度的四個構面後測平均數皆比前測進步，且皆達.05顯著水準，在學習態度總量表高、中、低成就的學生皆有達顯著水準差異。整體而言，在數學領域教學中實施PaGamO學習平臺輔助學習，對於學生學習數學的表現是有幫助的，因此，七年級學生在利用PaGamO學習平臺輔助學習後，在數學領域的學習態度是有正面影響的，對於高中低不同成就水準的學生均有幫助。

三、實驗組與對照組在數學學習成就之差異分析

為了瞭解實驗組學生在使用PaGamO線上遊戲應用於數學教學後，在數學學習成就上是否有顯著差異，使用單因子共變異數分析(ANCOVA)。由資料分析結果，得知 F 值=4.150， p 值=.047<.05，表示實驗組與對照組在排除前測的影響下，實施PaGamO線上遊戲應用於數學教學之實驗組(調整後平均數為57)，優於採用一般傳統紙筆測驗教學的對照組(調整後平均數為50.84)。

實驗組與對照組學生在「數學學習成就測驗」的成績會受到不同教學法而產生差異，本研究的實驗組學習成就顯著高於對照組，其結果與許多探討數位遊戲式學習的方式能有助於提升學生的數學學習成就相同(江佩穎，2011；邱俊皓，2018；康芸琳，2014；劉珈吟，2016；劉誼如，2018)，由此可推論使用PaGamO線上遊戲應用於數學教學中能幫助學生做有效的學習，進而達到學習目標。

四、實驗組不同成就學生數學學習成就之差異分析

本研究進一步針對實驗組不同成就水準之學生在參與實驗教學前後數學學習成就表現之差異情形，進行無母數統計分析。實驗結果顯示，實驗組在實施PaGamO線上遊戲應用於數學教學後，不同成就水準的前後測平均數表現中，在

高成就水準學生的後測成績沒有顯著提升($z=-1.183, p=.237$)；中成就水準學生的後測成績有顯著提升($z=-2.490, p=.013$)，而低成就水準學生雖然後測平均比前測進步，但卻未達顯著差異($z=-1.014, p=.310$)。高成就學生沒有進步的原因，可能是PaGamO線上遊戲或是傳統紙筆測驗對於高成就學生並無太大影響；中成就學生成績進步最多，從原始分數可看出有九位學生後測成績都比前測進步，另外兩位前後測成績差不多，代表PaGamO線上遊戲對於中成就學生有顯著影響；至於低成就學生雖然平均進步，但進步的幅度不大，且由於人數較少，故未能達顯著差異。整體而言，在數學領域教學中實施PaGamO學習平臺輔助學習，對於學生學習數學的表現是有幫助的，尤其對於中成就的學生幫助是最大的。

五、實驗組學生在參與 PaGamO 線上遊戲應用於數學教學後的看法

本研究透過PaGamO線上遊戲應用於數學教學的學習平臺使用感受度之施測結果分析，發現實驗組學生在PaGamO遊戲學習平臺之滿意度的平均分數最高(4.53分)、其次依序是PaGamO遊戲學習平臺之易用性(4.29分)、PaGamO遊戲學習平臺之科技接受度(3.93分)、最後是PaGamO遊戲學習平臺之有用性(3.85分)；表示實驗組學生對於PaGamO線上遊戲應用於數學教學的學習平臺使用感受度平均皆大於3分，達到一定的水準，說明了學生對於PaGamO的接受度是很高的，屬於中上程度。

其中PaGamO遊戲學習平臺之使用感受度問卷得分最高的題目是「我希望老師未來能多多使用這樣的方式，進行教學」，這一題獲得了平均4.64分，顯見實驗組學生很希望能用PaGamO遊戲學習平臺來作答；第二高分的題目是「如果我有機會利用PaGamO學習其他科目課程，我會樂意這樣做」，平均為4.60分，代表學生會喜歡應用PaGamO在其他科的學習上，在訪談過程中，學生大部分都表示喜歡玩PaGamO線上遊戲來學習數學，亦有學生因為玩遊戲的時間未能掌控好，被其監護人禁止玩PaGamO。

關於PaGamO遊戲學習平臺之使用感受度問卷平均得分最低的題目「我認為使用PaGamO學習是需要具備專業的電腦技能」，平均是2.40分，低於3分，顯見學生不認為操作PaGamO遊戲學習平臺需要有很好的電腦技能，利用PaGamO平臺來作答這件事對學生而言是沒有困難的。

綜言之，由PaGamO線上遊戲應用於數學教學的學習平臺使用感受度之四個分量表：PaGamO遊戲學習平臺之易用性、PaGamO遊戲學習平臺之滿意度、PaGamO遊戲學習平臺之有用性、PaGamO遊戲學習平臺之科技接受度，各題項的平均數與標準差分析得知，學生對於使用PaGamO學習平臺沒有障礙，也覺得不需要高深的電腦技能就能操作；普遍在使用PaGamO學習平臺後均感到滿意，也認為教師可以多使用在數學教學上，學生也期盼PaGamO學習平臺能應用在其他的科目，覺得好玩又可激起彼此的競爭性，實驗組學生對於此教學方法的接受度很高。

伍、 結論與建議

一、結論

本研究針對接受PaGamO線上遊戲應用於數學教學的實驗組學生和一般傳統紙筆測驗教學的對照組學生，比較教學後其數學學習態度與數學學習成就之差異，依據研究的結果得到以下五點結論：(1)接受PaGamO線上遊戲教學組學生在數學學習態度之分量表的主動學習、讀書計劃、上課情況顯著優於傳統紙筆測驗教學組學生。(2)接受PaGamO線上遊戲實驗組高成就及低成就水準學生在數學學習態度量表的主動學習、讀書計劃、上課情況分量表有顯著提升；而中成就水準學生則在數學學習態度量表的自我認識、主動學習、讀書計劃、上課情況分量表有顯著提升。(3)接受PaGamO線上遊戲教學組學生在數學學習成就顯著優於傳統紙筆測驗教學組學生。(4)接受PaGamO線上遊戲僅實驗組中成就水準學生在數學學習成就有顯著提升。(5)參與PaGamO線上遊戲教學之實驗組學生，對於學習平臺使用接受度均給予正面肯定。

二、建議

(一)從「能力」到「素養」的數學教學

資訊科技融入學習強調的是學習者「能力」的提升，而非電腦設備的效能，在這樣的教學情境中，教師需努力思考應設計出什麼有趣的問題，來引導學生進行主動且探索式的有意義學習(陳彥輔，2008)。而本研究結果亦證實透過PaGamO數位遊戲式的學習方式，不僅有助於提升學生對數學科的學習態度，亦有助於學生成就的提高，尤其是不同成就水準之學生均能有不同程度的受益，故於12國教強調素養教學導向的實施下，若教師能善用多元化的數位遊戲教材，將可使較枯燥的數學課程變得生動活潑，以引領學生的學習。

(二)搭配翻轉教室來解決教學時間問題

在實驗過程中發現，部份學生充滿了鬥志，欲罷不能，未來研究方向可搭配使用翻轉教室方法，讓高成就學習者於課後再延伸學習，也讓低成就者再花時間投入學習，達到課前預習、課後複習的主動學習，達到自主性的差異化需求。在人工智慧的新世代，教育必須隨著社會的改變而改變，學校面對如今M型現象，應該馬上改變學校的體制，實施多元與適性教育，以強化學生的個別需要，教師亦要不斷地進修學習，跟上科技時代的社會脈動，期盼能扭轉社會現象，創造教育的春天。

參考文獻

一、中文部分

- 王曉璿、林朝清、周建宏、蔡松男、王怡萱(2009)。不同電腦輔助學習策略輔助數學分數概念課程學習效益之研究。*數位學習科技期刊*，1(4)，326-346。
- 江佩穎(2011)。使用數位遊戲提升國中八年級學生學習成效之探究—以圓的性質為例(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 李浚淵(2003)。以知識結構為主的診斷測驗編製及其在補救教學分組之應用—以

- 國小數學領域五年級因數與倍數單元為例(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
- 周文忠(2002)。國小學童因數與倍數迷思概念類型及成因之研究(行政院國家科學委員會專題研究成果報告編號：NSC90-2521-S-153-002)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 林思吟(2016)。淺談差異化教學。臺灣教育評論月刊，5(3)，118-123。
- 林玲誼(2007)。概念圖合作學習應用於國中「四邊形」單元學習成效之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 林珮華(2013)。數學遊戲融入國小四年級數學科教學與數學學習成效之研究(未出版之碩士論文)。國立臺南大學，臺南市。
- 林穎(2011)。數位遊戲融入數學科線對稱合作學習之研究(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 邱俊皓(2018)。「PaGamO」平臺對數學學習成效與態度影響之研究—以國中一年級學生為例(未出版之碩士論文)。高苑科技大學，高雄市。
- 康芸琳(2014)。數位遊戲式合作學習對國小數學科學習成效之影響：以因數與倍數單元為例(未出版之碩士論文)。大葉大學，彰化縣。
- 張俊彥、王浩全(2006)。科學學習成就測驗之國際現況與未來展望。教育研究月刊，152，133-147。
- 張俊彥、李哲迪、任宗浩、林碧珍、張美玉、曹博盛…張瑋寧(2018)。國際數學與科學教育成就趨勢調查 2015(TIMSS 2015)：臺灣精簡國家成果報告。取自 http://www.sec.ntnu.edu.tw/timss2015/downloads/T15TWNexecutive_CH.pdf
- 張春興(2011)。教育心理學。臺北市：東華。
- 教育部(2005)。國民小學及國民中學常態編班及分組學習準則。取自 <http://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL034836#lawmenu>
- 許馨月、鍾靜(2004)。國小教師面臨討論式數學教學問題之個案研究。國立臺北師範學院學報，17(1)，57-82。
- 陳彥輔(2008)。資訊融入教學的新觀點—問題解決情境中的資訊科技融入學習。國教之友，60(2)，58-66。
- 黃怡婷(2013)。數位遊戲式學習應用在二元一次方程式學習之研究(未出版之碩士論文)。國立屏東科技大學，屏東縣。
- 黃敏晃(1994)。國民小學數學新課程之精神。輯於臺灣省國民學校教師研習會編印，國民小學數學科新課程概說(低年級)，1-17。
- 劉珈吟(2016)。翻轉教學結合 MOOCs 與悅趣式學習對不同背景學生學習動機與學習成效之影響—以國中數學課程為例(未出版之碩士論文)。國立交通大學，新竹市。
- 劉誼如(2018)。運用 PaGamO 遊戲平臺提升國小低年級生數學科學習動機與學習成效之研究(未出版之碩士論文)。中華大學，新竹市。

- 盧雪梅(2000)。APA「以學習者為中心的心理學原則」。《課程與教學通訊》，4，8-12。
- 蕭景德(2016)。《利用 PaGamO 網站提升國中學生學習動機與成效之研究》(未出版之碩士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 謝欣穎、林菁(2013)。國小三年級學生在資訊素養融入主題探究的科學探究學習態度表現。《教育傳播與科技研究》，103，1-15。

二、英文部分

- Chang, W. Y. (2010). *Taiwanese elementary students' motivation and attitudes toward learning English in English Village Program in Kaohsiung County* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertation and theses database. (UMI No.3437606)
- Norris, D. J. (2011). *Attitudes and motivations toward learning foreign languages A survey of U.S. university students* (Master's thesis). Available from ProQuest Dissertation and theses database. (UMI No.1495276)

附錄

一、數學學習態度量表

臺南市立○○國中學生數學學習態度問卷調查

親愛的同學：

為瞭解同學們對數學科的學習態度，請同學看完每一題敘述之後，根據你(妳)自己的想法選擇適切的回答，並在□內打勾。這份問卷沒有標準答案，也不會列入成績計算，請放心作答。若有不了解的題目，可舉手問老師。

本研究採 Sn 來代表座號第 n 號的方式填答，個人資料絕對保密。本研究能否順利完成端賴你的支持與參與，在此衷心感謝你的樂心協助。

敬 祝
 學業進步

國立臺南大學
科技發展與傳播研究所
指導教授：歐陽閻 博士
研究生：楊時芬

2018 年 10 月

填答說明

請同學依據最近學習數學的實際情況來打勾：在□中打“✓”

例如：

題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 數學課很有趣，可以啟發我思考。	<input type="checkbox"/>				

當你看完這個題目：

如果你認為「非常同意」，在非常同意的□中打“✓”

如果你認為「同意」，在同意的□中打“✓”

如果你認為「普通」，在無意見的□中打“✓”

如果你認為「不同意」，在不同意□中打“✓”

如果你認為「非常不同意」，在非常不同意的□中打“✓”

題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 我不必家人催促，就能自己自動地演算數學	<input type="checkbox"/>				
2. 我如果數學有不懂的時候，會想盡辦法把它瞭解	<input type="checkbox"/>				
3. 除了老師指定的數學作業外，我會再做其它的練習	<input type="checkbox"/>				
4. 我覺得自己的天資不好，所以無論怎樣用功數學也學不好	<input type="checkbox"/>				
5. 月考後，即使數學不及格，我仍是無所謂	<input type="checkbox"/>				
6. 我會一想到要上數學課，就覺得心情不佳	<input type="checkbox"/>				
7. 上數學課時如有不懂，我會不好意思向老師發問	<input type="checkbox"/>				

題 目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
8. 如果我碰到解不出來的題目，我會再接再厲的想要解出	<input type="checkbox"/>				
9. 當我遇到問題時，我會即刻查尋參考資料或問別人	<input type="checkbox"/>				
10. 我常常不了解公式的意思，但仍把它強記下來	<input type="checkbox"/>				
11. 上數學課時，我會把老師講解的重點摘記下來	<input type="checkbox"/>				
12. 上數學課時，當同學在發問時，我會注意聽	<input type="checkbox"/>				
13. 如果數學成績不理想，我會計劃多用功，使它變好	<input type="checkbox"/>				
14. 我有計劃每天做數學	<input type="checkbox"/>				
15. 我所擬定的數學學習計畫，無論心情好壞都一定能夠實現	<input type="checkbox"/>				
16. 我會把學校教的數學當天溫習一遍	<input type="checkbox"/>				
17. 我有預習明天要教的數學的習慣	<input type="checkbox"/>				
18. 我一想要做數學，就能立刻專心地投入	<input type="checkbox"/>				
19. 我有一面做數學一面聽收音機或看電視或吃東西的習慣	<input type="checkbox"/>				
20. 我都是只有在明天有數學考試時才會想去唸它	<input type="checkbox"/>				
21. 上數學課時，我會覺得厭煩而想做其它和數學無關的事	<input type="checkbox"/>				
22. 我很容易在上數學課時睡覺	<input type="checkbox"/>				

二、數學學習成就測驗

單一選擇題(共22題)

- () 1. 有一個五位數 $23a4b$ 是 55 的倍數，且 $a > b$ ，則下列何者正確？
(A) $a=4$ (B) $b=1$ (C) $a-b=5$ (D) $a+2b=4$ 。
- () 2. 下列敘述何者錯誤？
(A) 1 是 29 的質因數 (B) 1 是 23 的因數 (C) 77 是合數 (D) 60 的質因數有 3 個。
- () 3. 已知 3960 的標準分解式為 $2^a \times 3^b \times 5^c$ ，請問 $a+b+c=?$
(A) 17 (B) 16 (C) 15 (D) 14。
- () 4. 甲數是一正整數，若用甲數除 113，所得餘數 5；用甲數除 187，所得餘數為 7，則甲數最大為多少？
(A) 9 (B) 18 (C) 36 (D) 27。
- () 5. 下列四位學生的敘述，何者錯誤？
(A) 甲生：「2 是最小的質數。」 (B) 乙生：「1~10 中的質數有 4 個。」
(C) 丙生：「329 有質因數 3。」 (D) 丁生：「525 有質因數 5。」。
- () 6. 甲每四天到圖書館一次，乙每六天到圖書館一次，兩人於某一星期日都到圖書館，則下次兩人同在星期日到圖書館是幾天後？
(A) 12 (B) 36 (C) 60 (D) 84。
- () 7. 若 $A=9 \times 10 \times 11 \times 12 \times 13 \times 14 \times 15$ ，則 A 的相異質因數之和為多少？
(A) 34 (B) 39 (C) 41 (D) 43。
- () 8. 老師隨機取了 5 個數字，分別為 154、418、3894、1105、3465，請問這 5 個數含有因數 11 的有幾個？
(A) 4 個 (B) 3 個 (C) 2 個 (D) 5 個都有。
- () 9. 小明計算 a 和 b 的最大公因數，其過程如圖所示，若 $(a, b) = 14$ ，則 $e = ?$

$$2 \begin{array}{|l} a \quad b \\ \hline e \begin{array}{|l} c \quad d \\ \hline 1 \quad 2 \end{array} \end{array}$$

(A) 4 (B) 5 (C) 6 (D) 7。

()10. 大於 31 且小於 61 的正整數中，最大質數為 a ，最小質數為 b ，若 $a - b = c$ ，則下列何者正確？

(A) c 有 5 個因數 (B) c 有 4 個正因數 (C) c 為 11 的因數
(D) c 是質數。

()11. 一個保險箱的密碼是一個三位數，分別為個位為 a ，十位為 b ，百位為 c ，且 a 、 b 、 c 隱藏在 700 的質因數分解中， $700 = 2^a \times b^2 \times c^1$ ，則此密碼為何？

(A) 257 (B) 527 (C) 725 (D) 752。

()12. 有三個分數 $\frac{1}{12}$ 、 $\frac{1}{30}$ 、 $\frac{1}{45}$ 分別乘以一個正整數 x 後皆變為整數，則 x 的最小值為何？

(A) 360 (B) 180 (C) 120 (D) 90。

()13. 求 720 的質因數總和為多少？

(A) 10 (B) 12 (C) 14 (D) 16。

()14. 試著將 663 質因數分解，則下列何者不是 663 的因數？

(A) 3 (B) 11 (C) 13 (D) 17。

()15. 已知大於 1 的兩數互質，它們的最小公倍數為 209，求這兩個數的和是多少？

(A) 30 (B) 11 (C) 29 (D) 31。

()16. 下列哪個數是 $3^4 \times 5^2$ 的因數？

(A) 3^5 (B) $3^2 \times 5^4$ (C) 3×5 (D) $2 \times 3^2 \times 5^2$ 。

()17. 有一個甲數，依次用 7，9，11 除都餘 2，則甲數最小是多少？

(A) 693 (B) 695 (C) 77 (D) 99。

- ()18. 求 60, 90, 135 的最小公倍數 $[60, 90, 135]$ 是多少?
 (A) 15 (B) 540 (C) 1080 (D) 1620。
- ()19. 若整數 a 的所有正因數為 1、2、4、13、26、52，整數 b 的所有正因數為 1、2、3、6、13、26、39、78，則下列哪一個數是 a 、 b 的最大公因數?
 (A) 1 (B) 26 (C) 52 (D) 78。
- ()20. 若 $7932\square$ 不含 2 的因數，不含 3 的因數，也不含 11 的因數，則 \square 可為下列何數?
 (A) 1 (B) 4 (C) 7 (D) 9。
- ()21. 美美 把每個月的日數是質數而且又不是週休二日（即星期六和星期日）的那天稱為減肥日。若七月一日是星期一，請問美美 在七月中共有幾個減肥日?
 (A) 7 (B) 8 (C) 9 (D) 10。
- ()22. 下列哪一個數不是 60 的質因數?
 (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5。

三、PaGamO 遊戲學習平臺使用感受問卷

題目	非常同意	同意	無意見	不同意	非常不同意
1. 我認為使用 PaGamO 平臺是困難的。	<input type="checkbox"/>				
2. 我只花了一點時間就能瞭解如何操作 PaGamO。	<input type="checkbox"/>				
3. 我認為使用 PaGamO 學習讓我覺得心理壓力很大。	<input type="checkbox"/>				
4. 我認為使用 PaGamO 出題容易操作。	<input type="checkbox"/>				

題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
5. 我認為可以透過平板、手機隨時使用 <u>PaGamO</u> 學習，對我而言是方便學習的。	<input type="checkbox"/>				
6. 我認為使用 <u>PaGamO</u> 學習，會使學習變得更有效率。	<input type="checkbox"/>				
7. 我覺得透過 <u>PaGamO</u> 學習，讓我很有成就感。	<input type="checkbox"/>				
8. 如果我有機會利用 <u>PaGamO</u> 學習其他科目課程，我會樂意這樣做。	<input type="checkbox"/>				
9. 我希望老師未來能多多使用這樣的方式，進行教學。	<input type="checkbox"/>				
10. 我覺得使用 <u>PaGamO</u> 學習，讓我覺得數學變有趣。	<input type="checkbox"/>				
11. 我覺得不用 <u>PaGamO</u> 學習也可以學得很好。	<input type="checkbox"/>				
12. 我覺得透過 <u>PaGamO</u> 學習，能增進對問題分析與解決技巧能力。	<input type="checkbox"/>				
13. 我覺得運用 <u>PaGamO</u> 輔助學習數學，比只聽老師上課講解容易瞭解。	<input type="checkbox"/>				
14. 我覺得運用 <u>PaGamO</u> 學習，讓我不知道學習重點在哪裡。	<input type="checkbox"/>				
15. 我覺得 <u>PaGamO</u> 的學習方式，對我的數學學習有幫助。	<input type="checkbox"/>				
16. 我希望未來可以使用 <u>PaGamO</u> 平臺的線上測驗模式取代紙筆的作業。	<input type="checkbox"/>				

題目	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
17. 我會使用 PaGamO 平臺作答題目並觀看解析。	<input type="checkbox"/>				
18. 我會願意自己在家透過 PaGamO 平臺上網學習。	<input type="checkbox"/>				
19. 利用 PaGamO 學習可以幫助我快速達到學習目標。	<input type="checkbox"/>				
20. 我認為使用 PaGamO 學習是需要具備專業的電腦技能。	<input type="checkbox"/>				

四、PaGamO 應用於數學教學的訪談綱要

1. 使用 PaGamO 平臺時，你最喜歡哪個功能？最不喜歡哪個功能？為什麼？
2. 使用 PaGamO 應用於數學學習，有沒有讓你更喜歡學習呢？為什麼？
3. 為什麼沒有繼續玩 PaGamO，阻礙你的原因是？
4. 使用 PaGamO 學習數學時，遇到做錯的題目，你會怎麼做？
5. 如果 PaGamO 平臺要付費使用，你會玩嗎？
6. 用 PaGamO 線上遊戲學習數學的方式，會讓你覺得有挑戰性嗎？為什麼？
7. 你覺得一邊遊戲、一邊教學的方式，能增進你的數學思考能力嗎？為什麼？
8. 你覺得電腦數位遊戲的方式適不適合你學習？為什麼？
9. 跟一般傳統的教學方式，你比較喜歡哪一種？為什麼？
10. 你覺得會影響你參與 PaGamO 線上遊戲學習數學的原因是什麼？為什麼？

科技融入音樂教學之 APP 研究初探
——以「台北市 APP 教育市集」為例
**A Preliminary Study on Computer-Based Music Learning
Applications: A Case Study on "Taipei City Teaching
Application Mall"**

盧佩萱

Lu, Pei-Hsuan

國立台北藝術大學 藝術與人文教育研究所 研究生
Graduate Student, Graduate Institute of Arts and Humanities Education,
National Taipei University of the Arts
E-mail : phphphu@gmail.com

摘要

科技時代來臨，加上近年來在教改浪潮推波助瀾下實施的十二年國教課綱，教師勢需有新的教育思維與教學方法以為因應。應用科技融入音樂教學的議題逐漸受到重視。

本研究旨在探討科技融入音樂教學之 APP 分析，並以「台北市教學 APP 市集」為例，討論科技融入音樂教學之學習方法與工具。本研究採用文獻蒐集歸納與內容分析法，依研究者自訂之音樂教學APP之教育功能類目來分析音樂教學APP，進而探討音樂教學 APP 的功能、特色和使用狀況。

研究發現，「台北市教學 APP 市集」之音樂教學 APP 平台中，音樂教學 APP 較無達到「分析、區分、組織、歸屬」以及「評鑑、檢視、批判」之教育目標分類；目前音樂教學 APP 大多著重在「記憶、辨識、回想」以及「理解、詮釋、舉例、分類、統整、推理、比較、解釋」；多數音樂教學 APP 著重於教學內容，卻缺乏完整的教學流程，如教學評量等。因此，未來音樂教學 APP 若能增加教學評量等功能，將有助於音樂教學過程更加完善與便利，並為音樂教師帶來更多協助，例如得以進行音樂教學之形成性評量，追蹤學習者的學習狀況。

關鍵詞：科技融入音樂教學、數位學習、音樂教學 APP

Abstract

With the advancement of science and technology, coupled with the reformation of the 12-Year Basic Education Program, teachers need to respond to the trend by implementing new educational thinking and teaching methods. Moreover, issues regarding computer-based music teaching are also gradually receiving attention.

The purpose of this study is to analyze computer-based music teaching applications (APPs) by using the "Taipei City Teaching Application Mall" website as an example to discuss the learning methods and tools for integrating technology into teaching music. By implementing literature review and content analysis research

methods, this article analyzes the music teaching APPs using a new content analysis classification developed by the researcher, where the function, characteristics and usage status of the music learning APPs are assessed and evaluated.

Results show that the music teaching APPs listed on the "Taipei City Teaching Application Mall" is less likely to assist users in achieving "analyzing, differentiating, organizing, attributing" and "evaluating, inspecting and criticizing"-related educational goals. As of the completion of this article, most of the APPs listed focus on "memorizing, recognition, recall" and "understanding, interpreting, exemplifying, classifying, integrating, reasoning, comparing, explaining"-related goals. Most APPs merely focus on teaching content but lack complete teaching processes, such as teaching evaluation. Therefore, if music teaching APPs include teaching assessment functions, they will render the music teaching processes more convenient and complete and may provide more assistance to music teachers. For example, these APPs may provide formative assessments of music teaching to track learning progress.

Keywords : Computer-based Music Teaching, E-Learning, Music Teaching APPs

壹、前言

科技時代來臨，加上近年來在教改浪潮推波助瀾下實施的十二年國教課綱，教師勢需有新的教育思維與教學方法以為因應，應用教育融入各科學習、行動學習、教育科技等議題逐漸受到重視，科技融入教學的狀況不斷更新。

有鑒於科技融入教學有許多優勢，包含以「學習者為中心」的學習、不受環境限制的學習以及自我調適學習進度等，此些優勢皆對於教育領域有偌大的正面影響。筆者在研讀此些論文及期刊資料時，發現國內已有許多學者投入科技融入音樂教學的研究當中，卻鮮少發現音樂教學之應用程式（以下以 APP 簡稱）的數位教材分析。因此，本文擬以「台北市教學 APP 市集」為例分析音樂教學 APP，並以布魯姆之教育目標（Bloom's Taxonomy）分析整理之。

貳、文獻探討

一、科技融入音樂教學

核心素養議題是十二年國教中的重要目標之一，資訊科技與人文素養的統整能力有助於學習者應用資訊科技提升人文關懷、提高藝術涵養。陳苑政、陳虹百（2004）指出「資訊融入」在藝術與人文領域的教學上扮演著相當重要的角色，其教學策略及資源皆是教師引導學生進行學習活動的利器。

Webster, P. (2002) 的研究指出，音樂教育從 1950 年代便應用大型主機電腦於聽力音高訓練及輔助音樂教學。隨著電腦科技的進步，資訊科技運用於音樂教學的形式也快速發展，錄音、樂曲創作與聲音合成等軟硬體設備都更加完備。舉例而言，曾善美（2009）亦歸納出資訊科技融入音樂課程之設計分為傳統音樂軟體、工具軟體、多媒體應用、超媒體發展、網際網路應用以及音樂數位學習等六方面。由此可知，科技媒體十足影響了現代人們學習音樂的方式。

二、「新」布魯姆分類法 (The new Bloom's taxonomy)

Bloom, B. S. (1956) 的教育目標有六項，包含知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑；Anderson, L. W. (2001) 將此六項認知領域教育目標修正為知識、理解、應用、分析、評鑑、創造。針對於此，Hanna, W. (2007) 提出適用於音樂教育中的「新」布魯姆分類法 (The new Bloom's taxonomy)：

(一) 記憶、辨識、回想

此一認知領域教育目標為個體能夠記憶專業音樂術語及音樂基礎概念等音樂事實，包含辨認與回想音樂術語、音樂理論概念、樂器與聲樂演出技巧，以及個人對音樂之相關符號、程序等認知。

(二) 理解、詮釋、舉例、分類、統整、推理、比較、解釋

此一認知領域教育目標為理解並以正確的方式解釋及討論基本音樂術語與基本構建（如：音樂類型、教育與音樂相關概念等）。另外，個體亦能夠理解、解釋與討論個人對音樂之意識以及個人對於欣賞音樂之方法。

(三) 應用、執行

此一認知領域教育目標為個體能應用音樂基礎知識及音樂概念於演奏、作曲、即興與音樂欣賞，能運用特定技能、方法、技巧與演奏標準於音樂，且可以使用後設認知處理音樂相關任務。

(四) 分析、區分、組織、歸屬

此一認知領域教育目標為個體能分析基礎音樂知識並多元化之音樂概念分析。除此之外，亦要學習如何將特定技巧、方法與技能於音樂處理，並分析後設認知如何協助自身理解一段樂曲或音樂相關難題。

(五) 評鑑、檢視、批判

此一認知領域教育目標為個體能透過檢視音符、節奏及其他基礎音樂元素評鑑音樂，運用概念批判評鑑音樂，以檢視技能、方法或技巧運用之正確性評鑑音樂，並自我檢視個人對於音樂之詮釋。

(六) 創造、創新、計畫、生產

此一認知領域教育目標為運用基本音樂概念進行即興、作曲與演奏，使用音樂相關原則、理論與多重音樂概念進行即興作曲與演奏，運用多元化的音樂技巧與方法進行即興作曲與演奏，並運用自我認知進行即興作曲與演奏。

三、音樂教學 APP 之種類

行動學習的其中一種媒介為 APP 下載至手持行動載具之學習。Cherner, T., Dix, J., & Lee, C. (2014) 認為 APP 是一個可以快速下載到行動裝置裡，且不必重新開機便可以馬上使用的小型電腦應用程序。Cherner (2014) 指出，使用手持行動載具於教學中之教學 APP 可分為三大類，於以下分述之：

(一) 以技能為本

以技能為本的 APP 是透過記憶喚回、逐字背誦及反覆練習的教學策略來建立學生的識讀能力，屬於布魯姆教學目標(Bloom's Taxonomy)中的「記憶」與「理解」。

(二) 以內容為本

以內容為本的APP定義為學生能透過搜尋或探索未編程的學習內容獲得大量的資訊、數據或知識，屬布魯姆教學目標(Bloom's Taxonomy)中的「應用」與「分析」。

(三) 以功能為本

以功能為本的APP定義為協助學生轉化所學習之資訊於有用的形式，屬於布魯姆的教學目標中的「評鑑」與「創造」。

參、研究實施與設計

一、研究方法

(一) 點閱率及下載次數統計分析

本論文提供之點閱率及下載次數統計來源為「台北市教學 APP 市集」公布之數據。「台北市教學 APP 市集」係一教學 APP 交流平台，主辦單位為台灣教育部資訊及科技教育司，參與單位為新北市政府教育局為全國直轄市、縣(市)政府教育局/處，承辦單位為新北市大觀國小。

(二) 內容分析法

本研究採用內容分析法 (content analysis)。王文科 (2002) 指出內容分析亦稱資訊分析或文獻分析。在許多研究領域中皆常需要透過文獻分析及彙整而獲得更進一步的資料。因此，內容分析法有其採用的必要，且擁有一定的價值性。

內容分析的功能主要在解釋某特定時間或某現象的狀態，或在某段期間內該現象之發展情形。本研究先採用定量分析加以統計整理，以瞭解「台北市教學 APP 市集」中音樂教學 APP 之使用狀況與發展情形；再以質性分析方式，探討其功能與特色。

(三) 分析單位與類目

歐用生 (1994) 指出，最常被使用的內容分析之單位包含字、主題、人物、項目、時間與空間單位、課、章、段、詞、句、頁等，分析單位的形成可分為「依據理論或過去研究結果發展而成」及「研究者自行視需要與內容分析對象的性質而定」兩種形式。王文科 (2002) 亦指出，研究者可依不同的研究目標及文獻形式而確立各種分類系統。

本研究之分析類目主要參考Hanna, W. (2007) 所提出之「新」布魯姆分類法 (The new Bloom's taxonomy) 以及Cherner, T.(2014)所提出的APP 之分類框架作為依據，整理歸納出適用於科技融入音樂教學之教

育目標分類之整合，成為本研究所自行發展的「音樂教學APP之教育功能類目」，如表1。

表1

音樂教學 APP 之教育功能類目

主類目	次類目	類目之功能內涵
以技能為本	記憶、辨識、回想	1. 記憶專業音樂術語及音樂基礎概念等音樂事實。 2. 理解基本音樂術語與基本構建。
	理解、詮釋、舉例、分類、 統整、推理、比較、解釋	
以內容為本	應用、執行	1. 應用音樂基礎知識及音樂概念於演奏、作曲、即興與音樂欣賞。 2. 運用特定技能、方法、技巧與演奏標準於音樂。 3. 使用後設認知處理音樂相關任務。
	分析、區分、組織、歸屬	
以功能為本	評鑑、檢視、批判	1. 透過檢視音符、節奏及其他基礎音樂元素評鑑音樂。 2. 運用概念批判評鑑音樂，以檢視技能、方法或技巧運用之正確性評鑑音樂。 3. 自我檢視個人對於音樂之詮釋。 4. 運用基本音樂概念進行即興、作曲與演奏，使用音樂相關原則、理論與多重音樂概念進行即興作曲與演奏。 5. 運用自我認知進行即興作曲與演奏。
	創造、創新、計畫、生產	

二、 研究工具

本研究之研究工具為雙向細目表 (Two way table of specifications)。王文科 (2002) 指出雙向細目表係將所要測量的行為目標列在橫列，而把內容目標排在縱行；然後在該表的適當細格內記下某題目所位在適當行列的數目。雙向細目表需就能期待於受試者表現的知能公正地顯示出來。

本文章以「台北市教學 APP 市集」為例分析三個下載數量排行最高之音樂教學 APP，因此將 APP 名稱列於縱軸；將自行發展的「科技融入音樂教學之教育目標類目」列於橫軸，作為內容目標。

三、 研究對象

本文章以「台北市教學 APP 市集」為例，其係一教學 APP 之交流平台，主辦單位為台灣教育部資訊及科技教育司為，參與單位為新北市政府教育局為全國直轄市、縣(市)政府教育局/處，承辦單位為新北市大觀國小。

肆、 結果與討論

本文章以「台北市教學 APP 市集」為例分析音樂教學 APP。截至 2019/5/3 為止，該網站總共有 23 個藝術領域之教學 APP。本論文將在「台北市教學 APP 市集」網站中的音樂領域之教學 APP，以及搜尋系統輸入關鍵字「音樂」所得

之音樂教學 APP 作為研究對象，共有六個搜尋結果，分別為「Sketch-a-song kids」、
「古典音樂莫札特」、「免費的音樂播放器 SoundCloud®」、「Piano ∞」、「Musical
Piano」、「LINE TV 隨時免費觀賞影片」。

一、點閱率及安裝次數分析

本文章茲整理上述六個音樂教學 APP 之數據分析，如表 2 所示。

表2

「台北市教學 APP 市集」音樂教學 APP 之數據分析

APP 名稱	APP 上線日期	點閱率次數	安裝次數	平均每日 安裝次數
免費的音樂播放器SoundCloud®	2016/10/11	7253	2042	2.19
古典音樂莫札特	2016/10/12	6608	1817	1.95
Sketch-a-song kids	2016/10/12	6710	1670	1.79
Piano ∞	2016/10/11	5307	1585	1.70
LINE TV 隨時免費觀賞影片	2016/05/06	1726	430	0.39
Musical Piano	2018/08/24	565	211	0.84

註：平均每日安裝次數＝安裝次數/APP上線天數（截至2019/5/3）

二、科技融入音樂教學之教育目標分類分析

本文整合 Hanna, W. (2007) 所提出之「新」布魯姆分類法 (The new Bloom's taxonomy) 以及 Cherner, T. (2014) 所提出的 APP 之分類框架作為依據，整理歸納出適用於音樂領域的教學 APP 之教育功能類目，分析「台北市教學 APP 網站」中以音樂為學習內容之 APP，並以「SoundCloud®」、「全民好聲音之古典音樂莫札特」以及「Sketch-a-Song Kids」此三個下載數量排行最高之音樂教學 APP 為例，以下整理並分述歸納之：

(一) 免費的音樂SoundCloud®

免費的音樂SoundCloud®是一個內建多種音樂風格的音樂教學 APP，包含嘻哈，搖滾，電子，古典，爵士。音樂學習者可以透過此 APP 快速搜尋所欲聆聽之音樂。而在教學上，此 APP 可應用於戲劇表演課程，作為創造戲劇張力的工具，支持學生的表演藝術學習；亦可應用於音樂欣賞課程，曲目風格多元，包含嘻哈、搖滾、電子、古典及爵士等。此款 APP 提供免費的音樂和歌曲曲目。播放模式有隨機播放和重複模式兩種模式。且具音樂播放器插件及分享音樂曲目和歌曲的 URL 社交網絡。本 APP 提供多種音樂風格，能夠使學習者學習音樂類型等音樂基礎概念之記憶。

(二) 古典音樂莫札特

此 APP 是一個免費且可離線使用的音樂教學 APP。內建數十首莫札特經典名曲，每首音樂皆能獨立設置定時播放、重播次數、重播間隔及播放音量等，可依需求彈性設定。APP 功能包含音量調整，也可將其設置為裝置鈴聲、通知聲及鬧鈴聲，亦可另存mp3格式之音

檔至記憶體分享使用。提供自選音檔功能，可自選裝置內的其他音樂播放。本 APP 提供數十首莫札特的樂曲，能夠使學習者學習音樂類型、特定作曲家等音樂基礎概念之記憶，提升音樂涵養與知識。

(三) Sketch-a-Song Kids

此係一音樂創作學習之 APP，介面多彩。音樂學習者能透過點擊，拖曳便能創作音樂，勾畫出原創樂曲。配器方面則提供五種不同的樂器類別，包含電子琴，弦樂，木管樂器，銅管樂器與聲樂。透過本 APP，學習者可以經由點擊及拖曳內建元素而創作音樂，運用基本音樂概念進行即興、作曲與演奏，使用多元化的音樂方法進行即興作曲，並運用自我認知進行即興作曲。

表3

「台北市教學 APP 市集」音樂教學 APP 之分析

		科技融入音樂教學之教育目標分類		
		以技能為本	以內容為本	以功能為本
音樂學習 APP		記憶、理解、辨識、詮釋、回想	應用、分析、執行、區分、組織、歸屬	評鑑、創造、檢視、創新、批判、計畫、生產
		舉例、分類、統整、推理、比較、解釋		
免費的音樂		V	V	
SoundCloud®				
古典音樂		V	V	
莫札特				
Sketch-a-Song Kids			V	V

註：打V表示該 APP 教育功能可達到所對應之新布魯姆分類法 (The new Bloom's taxonomy) 之教育認知向度目標

伍、未來展望

本研究採用文獻蒐集歸納與內容分析法，以「台北市 APP 教育市集」中的音樂教學 APP 為例，整理並歸納點閱率次數、安裝次數、平均安裝率。除此之外，亦依研究者自訂之「音樂教學 APP 之教育功能類目」來分析音樂教學 APP，進而探討音樂教學 APP 的功能、特色和使用狀況。茲針對本研究的所探討的議題提出三點結論與建議：

- 一、「台北市教學 APP 市集」之音樂教學 APP 平台中，音樂教學 APP 較無達到「分析、區分、組織、歸屬」以及「評鑑、檢視、批判」之教育目標分類。若未來教學軟體設計者增加「以內容為本」及「以功能為本」的音樂學習 APP 則可使音樂學習更加全面與多元。
- 二、「台北市教學 APP 市集」中，目前每日音樂教學 APP 之平均安裝次數以「免費的音樂SoundCloud®」及「古典音樂莫札特」為最高，此兩個 APP 皆屬「以技能為本」之音樂教學 APP。由此可見，目前音樂教學 APP 大多著重在「記憶、辨識、回想」以及「理解、詮釋、舉例、分類、統整、推理、比較、解釋」。
- 三、「台北市教學 APP 市集」中的音樂教學 APP 大多著重於教學內容，卻缺乏完整的教學流程，如教學評量等。因此，未來音樂教學 APP 若能增加教學評量等功能，將有助於音樂教學過程更加完善與便利，並為音樂教師帶來更多協助，例如得以進行音樂教學之形成性評量，追蹤學習者的學習狀況。

本文歸納科技融入音樂教育之概況，並針對音樂教學 APP 之未來設計與研究提出建議，期以針對科技融入音樂教學投以貢獻。

參考文獻

中文文獻

- 王文科 (2002)。教育研究法。台北：五南。
- 教育部資訊及科技教育司 (n.d.) 台北市教學 APP 市集。取自 <http://APP.go.tp.edu.tw/>
- 曾善美 (2009)。音樂教育科技歷史發展之回顧與再思。屏東教育大學學報，33 (397-424)。
- 歐用生 (1994)。教育研究法。台北：師大書苑。
- 謝苑玫、陳虹百(2004)。資訊科技融入音樂科教學的實施策略。國教輔導雙月刊，43：6，13~17。

西文文獻

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., ... & Wittrock, M. C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, abridged edition*. White Plains, NY: Longman.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. Cognitive domain.
- Cherner, T., Dix, J., & Lee, C. (2014). *Cleaning up that mess: A framework for classifying educational APP s*. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 14(2), 158-193.

- Hanna, W. (2007). *The new Bloom's taxonomy: Implications for music education*. *Arts Education Policy Review*, 108(4), 7-16.
- Webster, P. (2002). *Historical Perspectives on Technology and Music*. *Music Educators Journal*, 89(1), 38 – 43. <https://doi.org/10.2307/3399883>.



實體操作與虛擬實境的運算思維對STEM職業興趣和空間思維能力之影響

The Influence of Hand-on Operation and Virtual Reality Computational Thinking
on STEM career Interest and Spatial Thinking

高德祥¹ 劉遠楨²

KAO, DE HSIANG¹ LIU, YUAN CHEN²

¹ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Student

E-mail : mermaidz86@gmail.com

² 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授

² National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Professor

E-mail : liu@tea.ntue.edu.tw

摘要

本研究旨在探討不同運算思維教學法對國小學童 STEM 職業興趣的影響。本研究採準實驗研究法，研究對象是四所臺北市國小，共八個班級、202 位五年級，採立意取樣隨機分組機制，將學生分成三組，分別為虛實整合組、實體操作組，與虛擬實境組。研究者自編運算思維學習平台，引導三組學生進行運算思維課程，分組使用 CoSpaces 與 micro:bit 進行運算思維學習，藉以提昇 STEM 職業興趣與空間思維能力。實驗為期十週，共十堂課。本研究採單組前測-後測設計，使用工具有 STEM 語意問卷、職業興趣量表、空間推理測驗，和運算思維測驗本研究將根據研究結果提出建議，以供未來研究與教師推動運算思維課程時之參考。

關鍵字：STEM 職業興趣、運算思維、空間思維、虛擬實境

Abstract

This study aims to explore the impact of different computational thinking methods on STEM career interest. Eight intact classes of 202 fifth graders from four elementary schools in Taipei City were recruited, and they were randomly assigned into three groups: VR-micro:bit group, micro:bit group and VR group. The researchers established a computing learning website to guide three groups of students to conduct computational thinking courses. Two tools, CoSpaces and micro:bit, were used to improve students' STEM career interest and spatial thinking ability. A pre- and post-test for each group, STEM Semantic Survey and Career Interest Questionnaire (CIQ), Spatial Reasoning Instrument (SRI), Computational Thinking Test (CTT) were applied. Implications for adopting computing thinking courses in classrooms and suggestions for future research are discussed.

Keywords: STEM career interest, computational thinking, spatial thinking, virtual reality (VR)

壹、緒論

一、研究背景與動機

近年來，世界各國在 STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 職業人才的需求逐年成長，培育 STEM 職業人才是科技進步的關鍵，為此各國持續修訂教育課程的發展方向來確保 STEM 職業就業人數，(Christensen, Knezek, & Tyler-Wood, 2014; NRC, 2008; PCAST, 2010)。根據 STEM 職業方面的研究，普及 STEM 課程活動(Bybee, 2013)，從小培養學生對科學的積極態度，有助於提高學生未來謀求 STEM 職業的意向(Minogue, Madden, Bedward, Wiebe, & Carter, 2010)。

STEM 表現與空間思維能力息息相關(Jang, 2016; Uttal & Cohen, 2012)，許多科學與數學課程的學習需要空間思維能力，如果空間思維能力不足，在學習上會困難重重(Newcombe, 2013)，若能在學習過程中給予空間思維能力的培養與協助，例如虛擬實境，對學生的學習興趣與成效會有顯著成效(Lee & Wong, 2014)。

現今運算思維風行於臺灣國中小課後與課外課程，結合程式設計、軟體模擬與硬體互動等的運算思維課程能提高學生的 STEM 職業興趣(Bass, Hu Dahl, & Panahandeh, 2016)，因此運算思維課程被認為是提高 STEM 職業興趣的方法。運算思維課程根據教學法可以分為結合微處理器與感測器的實體操作課程、使用軟體模擬的課程以及近期結合 3D 平台的虛擬實境課程；本研究提出虛實整合的運算思維課程，擷取實體操作課程與虛擬實境課程雙方的優點，從空間思維與運算思維兩方面學習，提高學生的 STEM 職業興趣。

二、研究目的與待答問題

本研究主要目的，在於探討虛實整合的運算思維課程，對國小學生的 STEM 職業興趣的影響，以及探討空間思維與運算思維對 STEM 職業興趣的影響。

待答問題為：

- (一)在虛實整合的運算思維課程後，學生的 STEM 職業興趣是否有顯著差異？
- (二)空間思維與運算思維的訓練，對學生的 STEM 職業興趣的提昇是否相關？

貳、文獻探討

一、STEM 職業興趣

根據研究調查，國小與國中生處於發展態度和信念的關鍵階段，但是一些學生早從國小階段就對科學失去興趣(Keeley, 2009)，小學生在參與 STEM 領域專業的實做活動時，可以獲得更多的科學知識和 STEM 興趣(Maltese & Tai, 2011)，因此國中小是推廣與發展 STEM 職業興趣的重要階段(Christensen et.al, 2014; Knezek et.al, 2012; Maltese & Tai, 2011)。

二、空間思維能力

不同的 STEM 學科有不同的空間思維能力需求(Newcombe & Shipley, 2015)，STEM 教學的歷程中，經常需要內在動態的思考，因此任何針對內在動態空間思維的訓練設計，都可以視為對 STEM 學習有最有直接的關係(Taylor & Hutton, 2013)。虛擬實境的課程設計能協助低空間思維能力的學生理解特定空間概念(Lee & Wong, 2014)，在沉浸式的虛擬實境環境裡，能提供更好的空間感知(Paes, Arantes, & Irizarry, 2017)，有助於學習者理解高空間思維需求的內容。

三、運算思維

運算思維 (Computational Thinking, 簡稱 CT) 是指在解決問題時所產生的一連串認知過程(Román-González, Pérez-González & Jiménez-Fernández, 2016)。K-12 的運算思維學習以序列、循環、並行化、事件、條件與運算子等運算概念為基礎進行與運算思維相關的學習任務(Brennan & Resnick, 2012)，藉由積極參與程式設計的學習歷程，學生可以掌握運算思維的概念(Sáez-López, Román-González, & Vázquez-Cano, 2016)。

綜上所述，在未來不管是資訊從業人員，又或者是一般民眾，運算思維都將會是一項不可或缺的能力，空間思維能力又是 STEM 與運算思維不可或缺的基本能力。在臺灣，即將上路的十二年國教，多採用讓學生們利用簡單易學的視覺化程式設計語言，創作屬於自己的數位故事和遊戲，藉以提高運算思維能力。

四、實體操作與虛擬實境的運算思維工具

雖然運算思維可以與各科目結合，但是多數的教師仍然偏好使用程式設計來進行運算思維課程，(Lye & Koh, 2014; Zhong, Wang, Chen, & Li, 2016)。結合微處理器如 arduino、micro:bit，配合各種感測器來提昇運算思維學習動機與成效的課程常見於運算思維的課程(Martín-Ramos et al., 2018)，且利用大量且豐富的數位工具進行問題的探究，使學生對能使用資通訊設備的職業產生極大的興趣與渴望(Duran, Höft, Lawson, Medjahed, & Orady, 2014)。

使用軟體如 Scratch 進行數位故事和遊戲的創作也是常見的運算思維教學，相較於 2D 的 Scratch，在虛擬實境下進行運算思維學習，有助於對空間思維能力的提昇，也可以帶給學習者更多逼真且安全的體驗，更加豐富的虛擬素材能激發學生創作的動力，提昇學生對資訊媒體的熟練度，以及對運算思維的學習興趣。

本研究想要開發實體操作與虛擬實境運算思維課程，探究虛實整合後的課程是否同時具備，實體操作課程時學習者操作設備所產生的高度興趣，與虛擬實境課程對空間思維與學習興趣的提昇；利用這樣的課程設計對於運算思維與空間思維的改變，能否引發學生產生更高的 STEM 職業興趣。

參、研究方法與設計

一、研究工具

本研究使用之研究工具有五，分別敘述如下

(一) micro:bit 教學平台

本研究使用英國與微軟推廣的微處理器 micro:bit 搭配線上編輯平台 makecode editor 進行編輯，micro:bit 內建多種感測器與 5X5 LED 燈，程式的寫入流程簡單，可以排除硬體與韌體燒錄的問題，讓學生專注在運算思維課程同時，又能與硬體達到互動效果。

(二) CoSpaces 教學平台

本研究使用線上 3D 運算思維學習平台 CoSpaces，使用故事與遊戲的設計為基礎，讓學生在豐富的 3D 情境下進程式設計與在沉浸式虛擬實境情境下體驗成果，同時進行空間思維與運算思維的訓練。

(三) 教學網站

本研究根據三組實驗組所進行的教學，使用 Google site 分別架設學習網站，提供學生以 gif 動態影片拆解學習歷程的每一個學習步驟，讓學生能根據網站內容進行自學。

(四) STEM 職業興趣量表

本研究使用由(Peterman, Kermish-Allen, Knezek, Christensen, & Tyler-Wood, 2016)開發的 STEM 語意問卷與職業興趣量表[CIQ]作為 STEM 職業興趣測量工具，STEM Semantics Survey 的 Cronbach's alpha 值在.85-.95 間，共 25 題，使用對比語意形容詞來蒐集受測者對 STEM 興趣與態度；CIQ 是 5 點李克特式態度工具共 13 題，Cronbach's alpha 值在.70-.93 間，可以有效測量受試者的 STEM 職業興趣。

(五) 空間推理測驗

本研究採空間推理測試 [SRI](Ramful, Lowrie, & Logan, 2017)，共 30 題 Cronbach's alpha = 0.849，進行心像旋轉、空間定位與空間可視化等三種構面的測量，來分析空間思維能力與運算思維及 STEM 職業興趣之關係。

(六) 運算思維測驗

本研究採 Computational Thinking Test(CTt)共 28 題，Cronbach's alpha = 0.793~0.80 (Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017)，包含運算思維程式設計 7 面向，可以有效測驗受測者運算思維發展水平。

二、 研究設計與實施

本研究採準實驗法，採立意取樣隨機分組的方式，以臺北市四所學校五年級，共 8 個班級 202 位學生為實驗對象，分為三組進行實驗教學如表 1 所示。

表 1：參與研究各組學生統計表

		組別			總計
		虛實整合組	虛擬實境組	實體操作組	
性別	男性	22	43	40	105
	女性	19	46	32	97
總計		41	89	72	202

本研究設計不等組前測-後測設計，前後測採用 STEM 職業興趣量表、空間

推理測驗與運算思維測驗作為測量工具，期間進行二階段運算思維課程實驗處理如表 2 所示。

表 2：實驗設計

	前測	實驗處理	後測
虛實整合組	O1	X1X2	O2
虛擬實境組	O3	X3X4	O4
實體操作組	O5	X5X6	O6

說明：

O1 表示虛實整合組前測、O3 表示虛擬實境組前測、O5 表示實體操作組前測
 O2 表示虛實整合組後測、O4 表示虛擬實境組後測、O6 表示實體操作組後測
 X1X2 表示虛實整合組進行 2 階段課程、X3X4 表示虛擬實境組進行 2 階段課程、X5X6 表示實體操作組進行 2 階段課程

實驗課程根據分組提供虛擬實境與實體操作的課程內容，分為兩階段設計，各階段提供相同的主題與運算思維內容給學童，如表 3 所示。

表 3：教學實驗流程

週次	實驗階段	虛實整合組	虛擬實境組	實體操作組	活動時間
第 1 週	前測	STEM 職業興趣量表、空間思維測驗與運算思維測驗			1 節
第 2-5 週		Micro:bit1：序	CoSpaces1：序	Micro:bit1：序	
	主題一	列、loop、事件觸發。	列、loop、事件觸發。	列、loop、事件觸發。	4 節
第 6-9 週		CoSpaces2：變	CoSpaces2：變	micro:bit2：變	
	主題二	數、隨機數、if/else	數、隨機數、if/else	數、隨機數、if/else	4 節
第 10 週	後測	STEM 職業興趣量表、空間思維測驗與運算思維測驗			1 節

肆、結論與建議

本研究於前測資料分析結果發現，空間思維與運算思維的相關 $r = .493$ ，有中等程度正相關，代表空間思維越高者與運算思維也會有好表現；STEM 職業興趣與運算思維的相關 $r = .256$ ，有低度正相關，代表 STEM 職業興趣高分者其運算思維分數可能會高分，STEM 職業興趣與空間思維無顯著相關；但本研究之假設為實驗後空間思維與運算思維的改變 STEM 職業興趣的關係，所以待後測之後將在進行更多的分析。

另外在前測的分項中發現，受試者數學興趣與空間思維的心向旋轉的關係 $r = .189$ ，以及空間思維的空間定位的關係 $r = .182$ ，代表空間思維的這兩個向度與數學興趣有低度正相關；空間思維的空間可視化與自然科學興趣的相關 $r = .193$ ，接近中度正相關；代表作答學生對於 STEM 職業興趣量表中自然科學與數學熟悉，能合理作答，但是對於工程、技術與職業三個子向度較為陌生，未來在測驗題上須給予更清晰的說明與引導。

表 4-1 micro:bit 組後測成對樣本 t 檢定

	平均數	標準差	標準錯誤平均	95% 差異數的信賴區間		df	顯著性	
				下限	上限			
空間思維前測-後測	-1.79167	5.19734	.61251	-3.01298	-.57035	-2.925	71	.005
運算思維前測-後測	-1.94444	3.69579	.43555	-2.81291	-1.07598	-4.464	71	.000
STEM語意學前測-後測	2.16000	26.4529	3.05452	-3.92627	8.24627	.707	74	.482
職業興趣前測-後測	.22667	8.45109	.97585	-1.71775	2.17109	.232	74	.817

在 micro:bit 組前後測成對樣本 t 檢定，空間思維能力與運算思維的成績有顯著差異，但是 STEM 職業興趣相關的語意學與職業興趣測驗並無顯著差異。

探討跨領域實作課程對學生合作型問題解決能力之影響

Learning Effectiveness of an Interdisciplinary Capstone Course: The CPS approach

洪明瑄¹ 張佩芬² 楊接期³

HUNG, MING HSUAN¹ CHANG, PEI FEN² YANG, JIE CHI³

¹ 國立中央大學 學習與教學研究所 研究生

¹ National Central University of Learning and Instruction Student

E-mail : minghsuan0917@gmail.com

² 國立中央大學 學習與教學研究所 副教授

² National Central University of Learning and Instruction Associate Professor

E-mail : chang.peifen@gmail.com

³ 國立中央大學 網路學習科技研究所 教授

³ National Central University of Network Learning Technology Professor

E-mail : yang@cl.ncu.edu.tw

摘要

現今國際工程教育重視合作型問題解決能力(collaborative problem solving)之跨領域人才培育。本研究旨在探討跨領域實作課程對學生合作型問題解決能力的影響，並瞭解學生實作的歷程。本研究以北部某國立大學智慧型語言學習系統課程為例，運用評量問卷，實施前後測了解學生的學習成效，以提供教師作為課程改善之依據。研究結果顯示，各項核心能力之後測平均數皆高於前測平均數，而學生在這門課程進步最多的是團隊合作以及問題解決能力。除此之外，學生也從課程中培養跨領域學習的能力。最後，本研究將針對研究結果與未來方向提出結論與建議。

關鍵字：合作型問題解決能力、實作課程、跨領域

Abstract

International engineering education values the cultivation of collaborative problem solving (CPS) skills. The purpose of this research is to evaluate the learning effectiveness which implementing the CPS approach to interdisciplinary capstone course within the Department of Computer Science of a university of northern Taiwan. Results of pre-test and post-test analysis on the Teamwork Competency Test (TWCT) indicate that students enhance the highest CPS competency in the teamwork skills. The second highest improvement is their abilities to compare available software and tools to solve the problems they encountered. Finally, this research will provide suggestions and future directions regarding future improvement for the teaching and assessment in order to further understand students' learning process within the capstone course.

Keyword: collaborative problem solving, capstone course, interdisciplinary

壹、前言

一、研究動機

隨著科技的發展，世界村的時代已經來臨，因而目前工程教育面臨許多新的挑戰。首先是學生的核心能力需要因應科技的進步而改變，因此在相關能力培養的課程設計上必須更具有特色，才能培養出適應未來職場需求的人才。除此之外，大部分的問題並非只有唯一的解決方式或答案，必須評估各種可能性，以尋求適當的方案解決問題，而比較複雜的問題通常需要靠團隊合作來完成，且未來職場在完成專案時也大多採用團隊的方式，只靠個人單打獨鬥已無法突破產業競爭的困境。因此，在資電工程教育中培養學生團隊合作與問題解決能力是很重要的，其中有效的教學方法之一是合作型問題解決模式（Collaborative Problem Solving, 以下簡稱 CPS）。

合作型問題解決模式源於建構主義，強調透過合力探索、協同規劃、監控問題解決歷程，以掌握更理想的問題解決方案（Barron, 2000）。參與 CPS 活動的學生需要協同合作，整合多重觀點，並透過同儕討論結果進行反思，制訂有效的解決方案（Dillenbourg & Traum, 2006）。合作型問題解決模式因具備人際互動與集體創思的特質，現今已成為促進科學知識建構以及提高學生知識理解的不可或缺之教學方法（Hmelo-Silver, Jordan, Liu, & Chernobilsky, 2011; Lin et al., 2013）。

(一) 國際間逐漸重視合作型問題解決能力之跨領域人才培育

國際上，許多先進國家及組織已開始重視合作型問題解決能力，因此在 2015 年，國際學生能力評量計劃(the Programme for International Student Assessment, PISA) 在原有的評核重點內，加上合作型問題解決能力。

雖然目前世界各國尚未有類似的公開檢測分析報告可供比較，但近年來各國開始注重合作溝通與問題解決相關的課程教學與評量(Graesser, Kuo, & Liao, 2017)。國際學生能力評量計畫(PISA)也持續推動開發多元的合作型問題解決模式教材，發展真人線上互動的合作型問題解決模式系統，提供完整的合作型問題解決模式教學平臺與教材讓教師與學生使用。此外也持續研發各領域合作型問題解決模式教材、辦理教師培訓工作坊，使教師能將合作型問題解決模式融入現有課程中，以提升學生合作型問題解決能力(OECD, 2013)。

然而因對合作型問題解決模式的定義因國家和地區而略有不同，且大多數的研究著重於描述和評量此模式中的特定能力，例如團隊合作與問題解決，而溝通和領導等較抽象的概念則較少被探討。因此，未來的研究可以整合合作型問題解決模式的各種能力進行發展與評量。

(二) 國內合作型問題解決模式的實證研究結果呈現分歧

雖然目前已有許多關於團隊合作與問題解決領域的實證研究，但在合作型問題解決能力的實證研究結果仍呈現分歧。例如在 Lin, Hou, Wu 及 Chang, (2014) 的研究中發現，個人獨立解決問題的學生們，比起以小組討論為主的學生們花費更多時間對問題進行理解和實作；而以討論為主的學生組則是缺乏對問題的分析，無法有效地將概念與實作連結起來。

然而，Chang 等人(2017)的研究卻發現，雖然小組合作模式的學生經常討論問題，但在其互動中並沒有觀察到小組成員的討論內容和實作表現之間的連結或相關性；而個人獨立解決問題的學生們雖然表現出較低的合作互動，但卻在問題解決的過程中開始探索問題，並將其各自對問題的反思在問題解決的最後思考階段與其它獨立解決問題的學生們分享。研究結果也指出，儘管小組合作為學生提供更好的集體創思機會，但有時卻可能阻礙學生個人對於欲解決之問題的探索空間。因此，如何在跨領域實作課程中兼顧學生獨立思考與合作學習能力的培育，是當今工程教育刻不容緩的待解難題 (Chang et al., 2017)。

二、研究目的

本研究將以 CPS 模式之學生實作設計行為為研究主軸，以北部某國立大學資電學院之智慧型語言學習系統課程作為課程發展與成效評估對象，並提供一套評量學生合作型問題解決能力之評量方法學。研究方法將主軸放在學習活動參與者主體之研究，探究 Capstone 實作課程對學生課前與課後之核心能力是否有顯著差異。期望建立能夠評估學生的學習成效與合作型問題解決能力的評量模式。

貳、文獻探討

一、合作型問題解決能力的定義

國際學生能力評量計劃 (PISA) 在 2015 年將團隊合作的能力指標納入原有的評核重點。根據 PISA 2015 年針對合作型問題解決能力的評估，主要是培養三種主要核心能力，分別為：(1) 建立和維繫互相理解的能力、(2) 採取適當行為來解決問題的能力，以及(3) 建立和維持團隊合作的能力。這三個核心能力指標再與 PISA 2012 年提出的四個問題解決階段：(1) 探索及理解問題、(2) 表達及解決問題、(3) 計劃及執行以及(4) 檢視及反思問題，形成一個 4x3 的能力矩陣指標架構(OECD, 2013, 表 1)。

表 1 合作型問題解決能力之矩陣(OECD, 2013)

團隊合作 問題解決	(1)建立和維持共同的理解	(2)採取適當行為來解決問題	(3)建立和維持團隊合作
(A)探究及理解問題	(A1)發現團隊成員的觀點與能力	(A2)根據目標發現解決問題的互動型態	(A3)理解在解決問題過程中所扮演的角色
(B)表達及解決問題	(B1)建立共享的陳述和協商問題的意義	(B2)辨認與描述須完成的工作	(B3)描述角色與團隊組織
(C)計畫及執行	(C1)與團隊溝通將要執行的行動	(C2)制定計畫	(C3)遵守約定的規則
(D)檢視及反思問題	(D1)監控與修訂共享的理解	(D2)檢核執行的結果與評價解決問題的成功與否	(D3)檢核、反饋與適應團隊組織和角色

除了 PISA 2015 年建立的合作型問題解決能力架構之外，Oliveri, Lawless, & Molloy (2017)從 1994 年到 2015 年間的 14 篇論文中，將現有的合作型問題解決能力 (CPS) 的定義進行整理，最後歸納成四個主要技能，分別為團隊合作 (teamwork)、溝通 (communication)、領導能力 (leadership)和問題解決 (problem solving)的能力。

(一) 團隊合作又分成五個主要技能 (Oliveri et al., 2017)：

1. 團隊凝聚力 (team cohesion)
2. 團隊賦權 (team empowerment)
3. 團隊學習 (team learning)
4. 自我管理和領導 (self-management and self-leadership)
5. 開放的胸襟，適應和靈活性 (open-mindedness, adaptability, and flexibility)

(二) 溝通有兩個主要技能 (Oliveri et al., 2017) :

1. 積極傾聽 (active listening)
2. 訊息交流 (information exchange)

(三) 領導能力 (leadership) 有五個主要技能 (Oliveri et al., 2017) :

1. 組織活動和資源 (organizing activities and resources)
2. 成效檢視 (monitoring performances)
3. 遇到障礙後重新規劃 (reorganizing when faced with obstacles)
4. 解決衝突 (resolving conflicts)
5. 適才適任的領導力 (demonstrating transformational leadership)

(四) 問題解決 (Oliveri et al., 2017) :

較多的文獻將問題解決分成主要五個階段，分別為：

- 1、 定義問題 (identifying and defining a problem)
- 2、 腦力激盪 (brainstorming)
- 3、 規劃 (planning)
- 4、 解釋和分析訊息 (interpreting and analyzing information)
- 5、 評估和實施方案 (evaluating and implementing solutions)

值得一提的是，Oliveri 等人 (2017) 提到，合作型問題解決(CPS)模式的教學和學習將提高大學畢業生面對未來職場的準備程度，使其在實際工作環境中轉化為更好的團隊合作行為。然而，該能力之評量方法學在國內與國際上的工程教育研究目前是較為缺乏的。因此，尋找如何在整個課程中有效整合教學活動及評量工具，對當今國內外工程教育研究是刻不容緩的迫切議題 (Beddoes et al., 2010)。

二、合作型問題解決能力之重要實證研究

合作型問題解決模式因具備人際互動與集體創思的特質，現今已成為促進科學知識建構以及提高學生知識理解的不可或缺之教學方法 (Hmelo-Silver, Jordan, Liu, & Chernobilsky, 2011; Lin et al., 2013)。接下來將說明一系列相關的實證研究。

在 Adams, Atman, Nakamura, Kalonji 及 Denton (2002)的研究中，以華盛頓大學工程設計課程的大一學生為對象，採用多元方式評量學生合作型問題解決能力的學習成效，研究結果顯示學生均有達成課程目標，且學生能透過課程學習問題解決與參與實作。Adams 等人(2002)的研究也同時分析各項評量工具所評量的學習活動與學習歷程，並開發可以增強合作型問題解決能力的課程，也設計更精確的評量計畫。

而 Chang 等人(2017)的研究中，將 83 位年齡為 17 至 18 歲的高二學生分為兩個組別，分別為個人(individual-based simulation，簡稱 IS)與合作模式

(collaborative simulation, 簡稱 CS), 兩個組別的學生都需要製作一個飛行器的遊戲, 在這個遊戲中, 學生必須從恆定速度 (V_x) 水平飛行的飛機投下炸彈, 以摧毀位於特定距離的雷達站。研究團隊進而從過程中比較兩組學生如何解決此問題。研究結果顯示, 合作模式的學生小組雖然表現出積極參與協同合作, 但他們沒有將討論轉化為可行的解決問題的活動; 而個人模式的學生們剛好相反, 這群學生雖然表現出較低程度的協同合作, 但卻在問題解決的過程中開始探索問題。

根據分析結果發現, 使用獨立作業進行問題解決的學生與小組同儕協同作業的學生, 各自會以迥然不同的模式解決問題。使用同儕協同作業的學生在協同活動期間較為積極參與, 但他們並沒有將討論結果變成具體可行的方案或成果。而獨立作業進行問題解決的學生, 則是參與協作的程度較低, 開始時是先透過獨自探索問題, 然後才進行小組反思。兩組學生的學習表現成績也有顯著差異。

綜上所述, 該研究結果顯示了個人模式小組與合作模式小組在問題解決的歷程、學習表現、團隊合作面向的不同風格。研究發現, 合作模式小組的組員協同合作關係緊密, 傾向以討論作為解決問題的策略, 但卻無法將討論結果轉化成可行的問題解決步驟。因此活動結束後, 合作模式小組在解題的學習表現並沒有提高。相反地, 分配到個人模式小組的成員們在問題解決過程中雖然較少協調合作, 但成員們能在最後階段一起討論各自的解題結果, 而使得解決問題的成效更勝一籌, 且討論內容更具反思性, 有助於成員間充分理解問題的本質。

參、研究實施與設計

本研究為一縱斷面之研究, 評量工具將採用單組前後測設計之問卷調查作為資料蒐集方法, 以下將說明本研究之研究對象、課程實施、研究工具及資料處理與分析等四個部份。

一、研究對象

本研究以北部某國立大學資電學院之選修課「智慧型語言學習系統」為本實驗設計之課程, 本課程共有 9 位學生, 包含 6 位大學生及 3 位博士生。由於學生皆為資電學院的學生, 在溝通與討論上較有共通語言與想法, 且在修課前學生已具備撰寫程式的能力, 但較缺乏語言學習與教學方面的相關經驗與背景。

二、課程實施

本研究之「智慧型語言學習系統」為資電學院的一門課程, 課程主要目標有三: (1) 了解智慧型語言學習系統研究領域的發展、(2) 探討智慧型語言學習系統的相關設計原則、(3) 實際開發一個智慧型語言學習系統。這堂課的實作成品由 2-3 人一組的團隊共同完成, 且每組學生都包含大學生與博士生, 採異質分組 (heterogeneous grouping), 在期末時需完成一套電腦輔助語言教學 (Computers in language learning, 簡稱 CALL) 的遊戲, 此遊戲的類型與內容並無特別限制, 但一

定要具備語言學習的功能。期末報告需以組為單位上台報告，並介紹所開發的數位學習遊戲系統，透過向其他團隊展示與推廣，藉此訓練學生的語言表達與溝通能力。在團隊製作智慧型語言學習系統的過程，也可訓練團隊成員所需的專案管理能力，包含時間管理、團隊工作分配等，培育學生有效率的執行專案規劃並挑戰實際需要解決的問題。

本課程以合作型問題解決模式融入專題實作的方式，課程著重於小組團隊合作，並結合跨領域學習，整合資訊工程、語言學習與教學等三個領域的專業知識與技術。學生藉由本課程可以培養團隊合作、有效溝通、問題解決與跨領域學習等能力。

三、研究工具

本研究為瞭解學生在這堂課的學習成效，實施單組前後測之問卷調查，讓修課的所有學生在課程開始的第三週進行前測，在課程最後一週進行後測，並計算問卷之分數，以了解學生在哪些能力上有顯著提升。

本研究所採用的研究工具為前測與後測問卷，前測與後測的內容除了刪除基本資料中的第五及第六題，其餘的問卷內容與計分方式皆相同。問卷由研究者自編，其編製是依據智慧型語言學習系統課程之授課教師所規劃之「課程之核心能力達成指標」。前測的主要目的為瞭解學生在修習課程之前，課程所要求之核心能力的表現，其中核心能力包含團隊合作與問題解決能力。後測的主要目的則是瞭解學生在修習課程之後，與前測相比是否有差異。以下詳細說明問卷形成、測驗形式與計分方式。

(一) 問卷形成

本問卷共分成兩個部分，第一部分為學生基本資料，第二部分為課程核心能力自評量表，問卷各部分分數如下：

1、學生基本資料

此部分為學生基本資料之調查，為瞭解修課學生的個人背景及偏好，例如：所屬系所、年級、喜歡的教學方式及具備相關能力的程度等。基本資料共有 6 題，為單選或是多選題。

2、課程核心能力自評量表

此份量表是依據課程授課教師制定的「課程之核心能力達成指標」編制而成，先由兩位專家共同進行修訂後，形成預試問卷，預試問卷共有 34 題。由於此份自評量表是自編而成的，為增加其內容效度，研究者再找 3 名碩士生，1 名為資電背景，2 名為教育背景，分別進行放聲思考，確認問卷語詞是否符合資電領域所慣用、各題語意是否通順易懂以及是否有達到問卷目的。修訂完的預試問卷再找 5 名修習過相關課程，且具備此課程所訂定之相關核心能力的碩士生進行預試。

(二) 測驗形式

本研究將會進行前測與後測問卷調查。由於第三週才正式確定選課人數，因此前測在課程開始的第三週施測，採用紙筆測驗的方式進行。而後測訂於課程的最後一堂課施測，採用線上測驗方式填答問卷，將問卷放於 Zuvio 即時反饋系統的課程平台上，讓學生於課堂上上網填答。

(三) 計分方式

學生基本資料的部分，作答方式為單選或是多選題，按照自己的身份背景填答。而課程自評量表的作答方式採李克特四點量表 (Likert-type) 之計分方式，學生依據題目中所敘述之能力，勾選最符合自己學習狀況的答案，由高至低可以分為「非常同意」、「同意」、「不同意」、「非常不同意」，分別給予 4 到 1 分，其中第 19、20 及 28 題為反向題，採反向計分方式計分。

四、資料處理與分析

本研究將使用問卷調查的方式來評量學習成效，以下詳述資料分析之方法。

問卷調查所得數據將以 SPSS Statistics 24 之統計套裝軟體進行各項統計分析，並依照量表採李克特四點量表 (Likert-type) 之計分方式，學生依據題目中所敘述之能力，勾選最符合自己的答案，由高至低可以分為「非常同意」、「同意」、「不同意」、「非常不同意」，分別給予 4 到 1 分，並進行各項統計分析，包括平均數、標準差等描述性統計方法，並透過成對樣本 t 檢定檢驗學生前後測之分數。

(一) 描述性統計

以平均數及標準差之描述性統計方法，瞭解修課學生在修課前後，各項核心能力的得分是否有成長與差異，進而描述與分析現況。

(二) 成對樣本 t 檢定

成對樣本 t 檢定旨在指出相同的群體在兩種不同的條件下進行研究，也就是不同的平均數來自於同一個樣本的同一群人，用於前測 (pre-test) 與後測 (post-test) 的研究設計中。本研究將採用成對樣本 t 檢定，參與者將接受兩次測試，為比較修課前與修課後，學生在各項核心能力是否有顯著差異。

參、結果與討論

本研究針對智慧型語言學習系統課程進行一系列深入的評估，完成教學策略發展與學習成效評估，並分析跨領域實作課程對學生學習成效及合作型問題解決能力之影響。

智慧型語言學習系統課程欲培養學生的四大核心能力分別為：

1. 具備撰寫電腦語言程式的能力
2. 具備了解語言學應用於遊戲之原理的能力

3. 具備有效溝通及團隊合作的能力
4. 具備搜尋比較分析可用技術與解決問題的能力

針對學生在這四大核心能力的學習成效之問卷將各題平均數以圖 1 示之，顯示學生的後測平均數皆高於前測平均數。

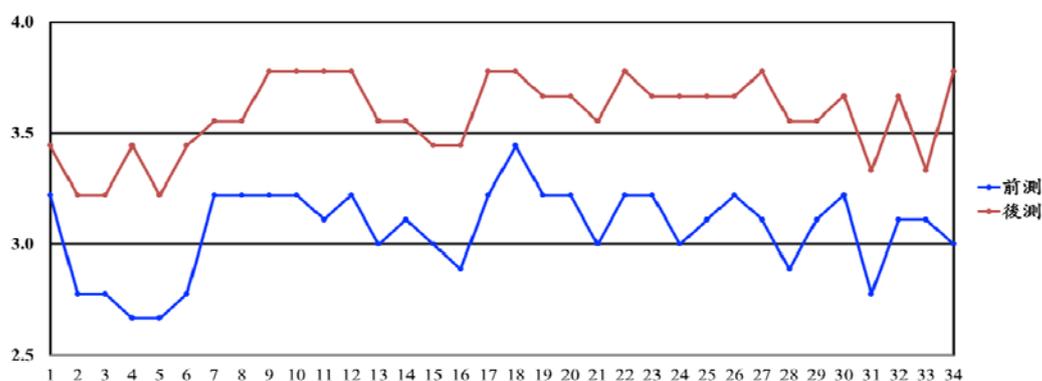


圖 1 各題前後測之平均數折線圖

將學習成效問卷以 SPSS 進行統計分析，計算每項核心能力之平均數與標準差後，再以成對樣本 t 檢定進行前後測的比較，如下表 2 所示。

表 2 有效問卷之學生核心能力分析表

核心能力	平均數	標準差	t 值
具備撰寫電腦語言程式的能力	前測	2.83	7.78*
	後測	3.35	
具備了解語言學習應用於遊戲之原理的能力	前測	3.22	12.27*
	後測	3.67	
具備有效溝通及團隊合作的能力	前測	3.12	23.91*
	後測	3.71	
具備搜尋與比較可用技術與解決問題的能力	前測	3.05	10.21*
	後測	3.56	

* 表示 $p < .01$

根據表 2 的問卷結果顯示，學生在這門課程進步最多的是「具備有效溝通及團隊合作的能力」，其次是「具備了解語言學應用於遊戲之原理的能力」及「具備搜尋與比較可用技術與解決問題的能力」。而進步較少的是「具備撰寫電腦語言程式的能力」，這可能是因為修課學生皆為資工系學生，因此在這項能力的成長較不如其他三項能力。

從上述的研究結果顯示，智慧型語言學習系統課程對於核心能力培養成效較

佳，且學生在團隊合作與問題解決能力均有顯著的提升。除此之外，在跨領域與學科的連結也有顯著提升，表示本研究之實驗課程的整體教學是有效的，且對於合作型問題解決能力也有所幫助。

肆、未來展望

本研究之研究主軸為學生合作型問題解決模式之實作設計行為，並探討在實作課程的輔助之下，學生合作型問題解決能力是否提升。透過問卷調查分析並探討目前跨領域實作課程對學生合作型問題解決能力的影響。以下綜合研究發現與討論，提出本研究的結論及建議。

一、結論

首先，從問卷調查的結果發現學生在四大核心能力：(1)具備撰寫電腦語言程式的能力、(2)具備了解語言學應用於遊戲之原理的能力、(3)具備有效溝通及團隊合作的能力、(4)具備搜尋與比較可用技術與解決問題的能力均有所提升。在實作課程前後，各項核心能力均達顯著差異，此項結果符合 Oliveri 等人 (2017) 歸納出的四項核心能力中的兩項：團隊合作與問題解決。研究者推測是因為本課程為二至三人為一小組，因此較能展現全體團隊成員的參與，且每堂課程都有一項分組作業，給予學生在課堂中與小組成員進行討論與磨合的機會，因此在實作過程中能展現較好的合作型問題解決模式。

二、研究限制與建議

綜合以上的研究發現與結論，針對本研究之限制提出建議與看法，期望增加日後評量學生合作型問題解決能力之效益。

(一) 樣本數之限制

參與本研究的學生僅有 9 位，雖已是全班修課人數，但樣本數仍然太小，可能無法將結果類推至其他實作課程，本研究之評量問卷也無法證明可作為其他課程之參考。倘若教師欲將此研究之評量問卷應用於其他跨領域實作課程，需針對不同課程之核心能力進行問卷之修改，才能使評量問卷發揮其最大功效，但也會造成編制問卷的過程較費時，且無法維持統一標準去評量各種不同的跨領域實作課程，因此期望未來的研究能開發更合適之問卷或量表。

(二) 研究方法無法深入探究學生合作型問題解決模式的歷程

本研究針對學生學期初與學期末的核心能力進行評量，雖然研究結果可回饋給授課教師作為未來教學改善的依據。然而，合作型問題解決能力是一項不只注重結果，同時也注重學習歷程的能力。因此，只使用量表評量學生的核心能力，卻沒有深入探究學生合作型問題解決模式的歷程，是本研究不足之處。期望未來

之研究可以加入課室觀察或是訪談等質性研究方法，更能完整評量學生在實作課程中之核心能力與學習歷程。

(三) 尚未將實作成品分數作為評量的一環

本研究僅對學生自評之核心能力作為評量的依據，但未將學生實作成品與核心能力問卷做對照，無法得知是否前後測分數差異顯著的學生，在實作成品的分數上也較高。對於分析整體課程對學生的影響可能有所不足。因此，期望未來研究可建立與發展一套評量實作成品的標準，並讓老師與學生填寫，未來可以落實較全面之學生學習成效的評量。

(四) 對未來研究之建議

本研究目的雖為探究跨領域實作課程對學生合作型問題解決能力之影響，但是僅以學生為研究對象，沒有從老師的觀點再去看學生的學習情況。建議未來研究者可加入教師評量學生的標準，並針對多門跨領域實作課程進行調查與分析，更能了解合作型問題解決模式對學生的影響。

誌謝

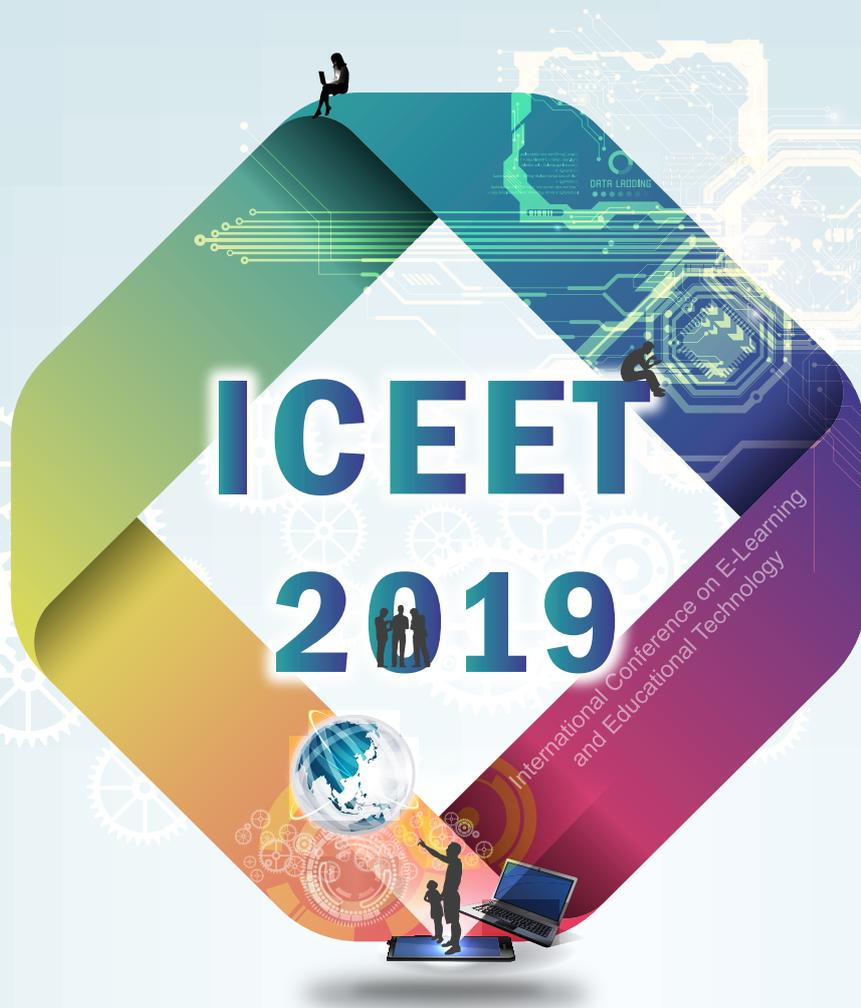
本研究承蒙科技部 MOST 105-2511-S-008-014-MY3 計畫經費補助，在此敬致謝忱。

參考文獻

- Adams, R. S., Atman, C. J., Nakamura, R., Kalonji, G., & Denton, D. (2002). Assessment of an international freshmen research and design experience: A triangulation study. *International Journal of Engineering Education*, 18(2), 180-192.
- Barron, B. (2000). Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *Journal of The Learning Sciences*, 9(4), 403-436.
- Chang, C., Chang, M., Liu, C., Chiu, B., Fan Chiang, S., & Wen, C. et al. (2017). An analysis of collaborative problem-solving activities mediated by individual-based and collaborative computer simulations. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(6), 649-662.
- Dillenbourg, P., & Traum, D. (2006). Sharing solutions: Persistence and grounding in multimodal collaborative problem solving. *Journal of The Learning Sciences*, 15(1), 121-151.
- Graesser, A., Kuo, B., & Liao, C. (2017). Complex problem solving in assessments of collaborative problem solving. *Journal of Intelligence*, 5(2), 10.

- Hmelo-Silver, C. E., Jordan, R., Liu, L., & Chernobilsky, E. (2011). Representational tools for understanding complex computer-supported collaborative learning environments. In S. Puntambekar, G. Erkens & C. Hmelo-Silver (Eds.), *Analyzing interactions in CSCL: Methods, approaches and issues* (pp. 83–106). New York, NY: Springer.
- Lin, P., Hou, H., Wu, S., & Chang, K. (2014). Exploring college students' cognitive processing patterns during a collaborative problem-solving teaching activity integrating Facebook discussion and simulation tools. *The Internet and Higher Education*, 22, 51-56.
- Lin, T., Duh, H., Li, N., Wang, H., & Tsai, C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321.
- Oliveri, M., Lawless, R., & Molloy, H. (2017). A literature review on collaborative problem solving for college and workforce readiness. *ETS Research Report Series*, (1), 1-27.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). PISA 2015: Draft collaborative problem-solving framework.
<https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf>. Accessed 7 October 2016.





數位學習與教育科技國際研討會

International Conference on E-Learning and Educational Technology

海報論文發表

Manuscript Post Presentation



序號	論文名稱	作者	頁碼
P1	基於深度學習之視障者影像識別輔助系統	鄭凱陽	86
P2	國小教師使用數學電子教科書互動媒體之調查研究	陳美玲、崔夢萍	94
P4	運用 Line 為親師溝通之個案研究：以嘉義縣某國小為例	黃馨儀、 Pao-Nan Chou	102
P5	國小STEM課程推廣分享-以愛地客環保慈善洗碗精課程為例	黃昭銘、劉文勝 蔡明弘、汪光懿 林明怡、吳悅如 羅名涵、蔡馨欣 何倩珊、韓淑妮 陳玉佩、蔡玉森 莊雅琇、蔡姍玟 劉淑微	109
P6	引導學生於選擇題作答練習時作完全閱讀之學習策略	黃冠傑、季昇 鍾斌賢、夏延德 林聰武	112
P7	素養導向創新教學規劃—以「小作家」課程為例	黃昭銘、林明怡 汪光懿、羅名涵 鄭文玄	116
P8	以環景影像 (VR) 探討高職汽車科職場英文成效	廖彥鈞、陳秀玲	121
P9	虛擬實境應用於生活科技教學之探討	張玉山、李易庭	128
P10	讓科技融入課堂，讓閱讀始於悅讀——以中國大陸小學語文課堂為例	王鑫	135
P11	數學師資生在電腦輔助學習環境下設計數學課程：教案分析與比較	江釗池	141
P13	運用Micro:bit的STEM機電整合課程設計	蕭顯勝、林育安	149
P14	線上微課程平台使用狀況之研究—以國中理化課程為例	王榮玫、邱國力	155

序號	論文名稱	作者	頁碼
P15	體感互動遊戲對於幼兒動作技能與數學學習之教學設計	蕭顯勝、劉家呈	162
P16	探索個人特質如何影響機器人程式教學中的運算思維能力	宋佳苓、劉遠楨	170
P17	在多媒體學習環境中行動學習的增生認知負荷和參與度	李宜樺、劉遠楨	181
P18	基於虛擬運動遊戲系統的介入對兒童基本運動技能之影響	張予馨、劉遠楨	186
P19	電腦多媒體結合TLSR教學對國小一年級學生英語學習成效之研究	黃愛榮、崔夢萍	193
P21	探討數位配音與嘴型學習對國中學生英語口說成效與學習態度之影響	張逸佳、陳思維	197
P22	高職學生使用網路平台YouTube 媒體對學習繪畫能力之影響—以廣告設計科學生為例	邱建穎、林彥廷	202
P23	一對一英語線上課程的實踐與表現：以線上教育實驗為例	黃瓊葦、廖婕妤 王嘉穗	206

基於深度學習之視障者影像識別輔助系統

Visual Recognition Image Recognition Assistant System Based on Deep Learning

鄭凱陽¹ 劉遠楨²

CHENG, KAI YANG¹ LIU, YUAN CHEN²

¹ 國立臺北教育大學 資訊科學研究所 研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of
Computer Science Student

E-mail : g110632008@grad.ntue.edu.tw

² 國立臺北教育大學 資訊科學研究所 教授

² National Taipei University of Education Graduate School of
Computer Science Professor

E-mail : liu@tea.ntue.edu.tw

摘要

為了幫助對視障者在面對未知的環境，除了運用有限範圍的觸覺及聽覺之外，還能借助科技的幫助，快速且方便的了解周遭的空間感，本研究以人工智慧與 Tensorflow 深度學習框架為基礎提出一套視障者影像識別輔助系統，該系統是可穿戴式裝置，可以將鏡頭掛於胸口處或任意地方，按下拍照擷取盲人視角的影像透過 USB 連接到 Raspberry pi 由處理器進行深度學習影像識別後提供目標物件名稱、數量、相對位置的語音輔助提示，實驗結果顯示針對廁所場域中的物件，使用自行收集的圖片與自行訓練的深度學習模型為該系統影像識別核心，從擷取影像到輸出語音提示只需要一秒時間就能為視障者提供服務，幫助視障者透過影像視覺科技獲取更多有用的資訊，為生活帶來更多安全與便利。

關鍵字：深度學習、Tensorflow、視障者、物體識別、樹莓派

Abstract

For helping people who is blind to face unknown environment with hearing and touching merely, new technology can support not only fast but also convenient service. This research combines with AI and tensorflow in a system of image recognition in a device to serve those blind people, this device is wearable, which is carried on a body. When the person presses the button of device, it will take a photo which represent the person's vision. The photo will be taken to Raspberry Pi form USB by processor which is processing deep learning and image distinguish. After this process of deep learning and image distinguish, the device will provide prompt voice to remind the person with information of target's name, amount as well as opposite location. This result of research focus on special object in bathroom. For example,

toilets, skins and squat toilets. This data which be collected and the model of deep learning which train with itself are the core in this system. The device goes through from taking photo to supplying voice prompt is just in one second. This device can make invisible people have a better life with image vision tech.

Keywords : Deep Learning 、Tensorflow 、Blind 、Object Detection 、Raspberry Pi

壹、前言

根據內政部統計，全台視障者約六萬名，以國際導盲犬聯盟建議理想視障者與導盲犬比例約 1:100 計算，台灣至少需要 600 隻導盲犬，但台灣目前投入服務導盲犬僅 42 隻，遠遠低於國際理想標準[1]。因此現階段在導盲犬數量嚴重不足與視覺障礙者不斷增加的情況下，迫切需要開發相關能夠快速普及化的儀器來協助這些視障朋友。

視障者在未知的新環境下，除了運用有限範圍的觸覺及聽覺之外，對於周遭的事物一無所知，雖然視障者可以尋求周圍視力正常的人協助，但這會影響視障者的獨立性，且在人口稠密度較低的地區或周圍沒有他人情況下無法尋求幫助，因此完全限縮生活圈及社交能力，到台北市立啟明學校，透過訪談了解一位視障新生，必須花幾個月的時間透過旁人一對一的協助，來認識陌生校園從而依靠記憶建立心理地圖。另外，還面臨行動中對方位的確定與把握不易、環境過度複雜適應不來、環境隨意改變無法預知等問題。因此，若能透過輔助裝置協助快速了解周遭環境，將為視障朋友帶來非常大的便利性。

貳、文獻探討

2.1 樹莓派

Raspberry Pi 是由英國的 Raspberry Pi Foundation 所開發，其研發目的是希望提供廉價的硬體及自由軟體來促進學校在電腦科學教育的推動[2]，卻也因為它便宜具競爭力的價格，擁有強大的效能，很快地受到廣泛的運用。

2.2 Tensorflow

Tensorflow 是 Google 於 2015 年 11 月在 GitHub 上開源的一套深度學習框架。使用 Tensorflow 建立的深度學習模型應用場景相當廣泛，包括電腦視覺、自然語言處理、資料數據分析等，早已相當依賴深度學習模型。

2.3 CUDA (Compute Unified Device Architecture)

CUDA(Compute Unified Device Architecture) 是 NVIDIA 研發的通用並行計算架構，在深度學習的運算過程中對於提升計算效率有非常大的幫助[3]。

2.4 cuDNN (cu Deep Neural Networks)

cuDNN(cu Deep Neural Networks)是用於深度神經網絡的 GPU 加速函式庫。提供經過調校優化常用於 DNN 應用的常式，例如：CNN、Pooling、Softmax、ReLU 等，使用 GPU 訓練模型，一般會採用這個加速函式庫[4]。

2.5 CNN (Convolutional Neural Networks)

卷積神經網路(Convolutional Neural Networks)擺脫了傳統機器學習方法預處理及構造特徵的繁瑣過程，同時大幅減低了因角度、遮擋等因素造成的誤檢和漏檢，複雜場景的適應性更強，為目前圖像訓練中提取特徵的主流技術，其主要架構包含：卷積層、池化層、全連接層[5]。

2.6 TTS (Text-to-Speech)

TTS 文字轉語音合成技術(Text-to-Speech)是透過電腦處理，對文字進行即時分析轉換，在其特有智慧語音控制器作用下，生成對應的合成語言。

2.7 Opencv

Opencv 是一個開源函式庫，包含了 500 多個用於圖像和影片分析的優化算法。為一套跨平台函式庫。

2.8 視障者與科技的應用

目前市面上有客服人員結合手機 app 的應用，視障者使用手機傳輸影像與客服人員進行語音或視訊通話，透過客服人員的雙眼給予視障者協助。

英國牛津大學 (University of Oxford) 研發一款智慧型眼鏡，鏡框備有紅外線攝影鏡頭與微型電腦，可把鏡頭前的障礙物化為簡單線條投射在鏡片上，讓非全盲視障人士透過強化後的線條分辨出眼前的物體。

參、系統架構設計

本研究提出使用 Logitech C525 鏡頭當作擷取影像的裝置，以視障者視角去做影像辨識，將眼前景象輸入物體檢測深度學習系統，該系統裝載於攜帶方便節能的樹莓派 3B+ 主板，將深度學習運算過程在本地裝置運行，不受外在的網路環境限制，採用自製數據庫，該圖片庫包含 4 類目標，5269 張圖片，使用神經網路 MobileNet 搭配速度較快的物件檢測技術 SSD (Single Shot Multibox Detector)，將檢測結果包含物體名稱、數量、物體相對位置資訊透過 Espeak TTS 引擎轉換成語音告知視障者，透過裝置上的鏡頭可以描述周遭的世界，在 Kyu-Dae Ban、Chen, Ya-Hsin 等人[6][7]研究基礎上更進一步識別廁所中所存在的物體，使其能更清楚知道目前所在空間環境，幫助盲人『聽』見世界。系統使用示意圖如圖 1。



圖 1 系統使用示意圖

一、系統架構

Google 開源的 Tensorflow 為最受世界開發者和研究人員歡迎的深度學習框架。由於 Python 有大量用於機器學習的簡單易用的工具包，Tensorflow 搭配 Python 為深度學習開發的主流方式

本研究使用 Python + Tensorflow 的架構進行學習和訓練，從而保證訓練的準確性和高效性，系統分為兩部分第一部分為數據準備與模型訓練，流程圖如圖 2，第二部分為識別語音系統設計。

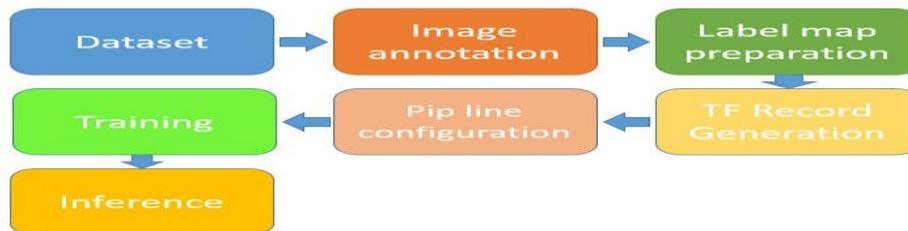


圖 2 數據準備與模型訓練流程圖

3.1 數據準備與模型訓練

3.1.1 圖片數據準備

要完成盲人物件識別輔助系統，必須先實現物件的辨識，如馬桶、洗手台等目標物件。這部分我們將使用 Google 於 2017 年 6 月發布的基於 Tensorflow 的 Object Detection API 來開發訓練自己的物件識別模型。此 API 提供目前許多主流的預訓練模型供開發者使用如 faster_rcnn、ssd_mobilenet、faster_rcnn_nas、mask_rcnn_inception 等，這些模型的準確性、識別時間、訓練速度上都略有不同，考量到盲人對於物件的識別需要在最短的時間內給予語音的輔助以及樹莓派裝置本身運算能力有限的情況，本研究採用基於 CNN 的深度學習模型 ssd_mobilenet_v1_coco，此模型專門設計搭載於行動裝置，有識別速度較快準確性適中的特性。

選定好預訓練模型之後，就要開始準備訓練模型所需的圖片數據，因為識別物件的數據取得不易，且各國常見的馬桶、小便斗、洗手台等款式也會因為國家與地域性有所差異，如我們在台灣廁所常見的蹲式馬桶，在西方世界幾乎看不到，為了符合在台灣場域的適用性與提升識別的準確性，本研究實地從台灣的各個地方如台北捷運、高雄捷運、台灣鐵路、百貨公司、校園、餐廳等地收集了 5269 張圖片數據，使用 LabelIMG 經過手動標記後完成了原始的訓練數據，數據包含 "urinal"、"toilet"、"asiantoilet"、"sink" 四類，分別代表小便斗、坐式馬桶、蹲式馬桶、洗手台，這四種類別為在識別系統中需要找出的物件，標記後的圖片會產生 xml 文件，內容包含圖片大小、彩度、標記標籤、標記位置等資訊供訓練模型使用，接著我們必須將這些數據轉換為 Tensorflow 可以使用的 .record 格式，才能進行模型的訓練。

3.1.2 模型訓練

準備好圖片數據之後，接著進行模型訓練，此研究識別系統模型訓練基於

Win10 作業系統，CPU 為 i5 8300H、RAM 20G、 GTX 1050 4G 顯示卡，由於模型的訓練需要大量且複雜的計算，強調平行化的計算能力，因此本研究使用 Tensorflow 的 GPU 版本進行訓練，NVIDIA 所生產的 GPU 支援 CUDA 為一個並行計算架構，可使繪圖處理單元（GPU）的運算能力大幅提升，一般我們在使用 CUDA(Compute Unified Device Architecture)架構還會搭配 cuDNN(cu Deep Neural Networks)使用，cuDNN 是用於深度神經網絡的 GPU 加速函式庫。它強調性能、易用性和低記憶體消耗。透過上述 GPU 的模型訓練架構，與原先使用 CPU 訓練模型縮短了 10~15 倍時間，大大的提升模型訓練效率。

3.2 識別語音系統設計

本研究識別語音系統搭載於樹莓派 3B+ 裝置，系統分為三大部分組成，第一部分是前端影像擷取與圖像預處理，第二部分是導入預處理後影像從模型輸出識別出結果，第三部分解析圖像中各類別數量、位置透過 TTS 引擎轉換語音輸出給予視障者協助。

3.2.1 影像擷取與預處理

視障者攜帶的樹莓派裝置連接一組 Logitech C525 鏡頭，以視障者視角透過 Opencv 擷取圖像，對擷取到的圖像進行正規化與 Median Filter 等圖像預處理，增強圖像品質，以利提升識別準確性。

3.2.2 模型輸出識別出結果

預處理完成的圖像輸入到前一節所訓練好的深度學習模型 `ssd_mobilenet_v1`，進行檢測與分類，識別出圖像中的坐式馬桶、洗手台、小便斗、蹲式馬桶四個種類物件。

3.2.3 解析圖像透過 TTS 引擎轉換語音輸出

深度學習模型 `ssd_mobilenet_v1` 將識別結果輸出後，需要分析出該圖像中包含多少個目標識別物件，以及各個目標識別物件的中心座標依據擷取圖像的尺寸判斷該物件的相對位置，本研究將圖像分為左半邊及右半邊，例如左邊有兩個馬桶右邊有一個洗手台，將上述資訊輸出文字透過 ESpeak TTS 引擎轉換成語音，給予視障者輔助。

肆、實驗結果與討論

本研究開發的物體檢測深度學習語音輔助系統，其所使用的硬體規格如表 1 所示。

表 1 硬體規格

主板	Raspberry PI 3B+
CPU 型號	Broadcom BCM2837 Quad Core 1.4GHz
記憶體	1GB
記憶卡容量	32GB
作業系統	Raspbian Stretch 2018-11-13
鏡頭	Logitech C525

該系統是可穿戴式的裝置，可以將鏡頭掛於胸口處按下拍照擷取盲人視角的影像透過 USB 連接到 Raspberry pi 由處理器進行深度學習影像識別後提供目標物件名稱、數量、相對位置的語音輔助提示。

4.1 模型準確率評估

本研究所自行收集的數據集總計有 5269 張圖片，以 9:1 的比例分拆為訓練集與測試集，本節我們使用 526 張圖片做為測試集驗證本模型準確率，在訓練模型設定迭代次數(Training step)是 130000 次隨著迭代次數(Training step)增加，每 10 分鐘保存一個 checkpoint，針對每個 checkpoint 使用測試集驗證該模型的準確性，我們使用 tensorboard 工具得到測試集對這個模型評估的可視化介面，得到使用目標檢測(object detection)常見的準確率評估指標 mAP(mean average precision)，在迭代次數(Training step)為 92222 次時，模型達到最佳準確率為 91.66% mAP，如圖 3 所示。



圖 3 目標檢測準確率 mAP

4.2 實際場景識別成果與準確率

本研究實際於廁所針對目標物件進行實驗，透過自行收集圖片數據與自行訓練的深度學習模型進行識別，正確的將目標物件蹲式馬桶、洗手台、小便斗、坐式馬桶於圖像中找出給予分類標籤並且框定位置，實驗結果如圖 2 所示。



圖 2 物件識別結果

表 2 為實際於校園、捷運站廁所，以正面角度，距離目標物件 110cm，開始每向後退 10cm 擷取一張圖像，針對各物件擷取 10 張圖像，計算成功識別、置信度、漏檢率、誤檢率數據，平均 4 個物件與兩個場景數據得到 98.75% 的正確識別率。

表 2 正面角度-無遮擋識別準確率

正面角度-無遮擋	正確率	置信度	錯誤結果	
			漏檢率	誤檢率
校園-小便斗	100%	96.7%	0%	0%
捷運-小便斗	100%	97.6%	0%	0%
校園-坐式馬桶	100%	94.1%	0%	0%
捷運-坐式馬桶	100%	97.71%	0%	0%
校園-蹲式馬桶	90%	97.55%	10%	0%
捷運-蹲式馬桶	100%	87.9%	0%	0%
校園-洗手台	100%	92.33%	0%	0%
捷運-洗手台	100%	92.61%	0%	0%
平均	98.75%	94.56%	1.25%	0%

4.3 分析圖片與文字轉語音技術成果

本研究進行影像識別後，分析識別出的物件名稱、數量、座標、相對位置，其中相對位置部份我們找出圖像 X 軸方向的中心點將圖像進行垂直切割，把圖片分為左右兩邊之後，計算目標物件 bounding box 中心座標位於哪個區塊，如圖 3 所示，我們識別出圖片中左側的洗手台及右側的坐式馬桶，接著透過本研究演算法分析圖片中的上述資訊，給出文字提示左邊有一個洗手台，右邊有一個坐式馬桶，最後再透過 TTS 文字轉語音引擎將資訊以語音的方式給予視障者協助，更能了解眼前所未知的世界。



圖 3 分析目標物件相對位置

伍、結論

本研究提出一款基於深度學習的視障者影像識別語音輔助系統，本系統搭載於樹莓派 3B+ 裝置上，除了有輕量節能擴充性能佳的優點之外，樹莓派主板

價格也是極具優勢，結合深度學習影像識別與文字轉語音技術，從鏡頭拍照到語音提示的輸出平均僅耗費 1 秒的時間，透過實地場景的準確性驗證達 98.75%，能夠迅速且正確的協助視障者適應環境，讓視障者獲得更多的資訊，了解眼前未知的環境，增加視障者的自主獨立性，減少因為對周遭環境的陌生、不確定性而產生畏懼，利用影像視覺科技為視障者帶來更美好的生活。未來如果能夠進一步增加數據集的種類，做到更多樣化的分類。另外，透過其它硬體的搭配及演算法的改進，告訴視障者與目標物件的距離有多少，甚至提供找尋目標物件的導航服務，將能為視障者帶來更大的便利。

參考文獻

一、中文部分

- [1]台灣導盲犬協會 Taiwna Guide Dog Association(2018)。上網日期:2018 年 12 月 26 日，檢自：<http://www.guidedog.org.tw/aboutguidedog/about-1.html>
- [2]維基百科樹莓派(2018)。上網日期:2018 年 12 月 16 日，檢自：<https://zh.wikipedia.org/wiki/樹莓派>
- [7]陳雅歆(2017)。視障者輔助系統之標誌偵測與識別的研究。國立雲林科技大學電機工程研究所, 雲林縣

二、英文部分

- [3] Li Gang,.Li Gang,.Luo Yujun.(2013).CUDA based parallel wavelet algorithm in medical image fusion. International Symposium on Instrumentation and Measurement, Sensor Network and Automation (IMSNA), 23-24 Dec.
- [4] Yuki Ito,.Ryo Matsumiya,.Toshio Endo.(2017).ooc_cuDNN: Accommodating convolutional neural networks over GPU memory capacity.IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 11-14 Dec.
- [5] Ahmed Ali Mohammed Al-Saffar,.Hai Tao,.Mohammed Ahmed Talab.Review of deep convolution neural network in image classification.(2017).International Conference on Radar Antenna Microwave Electronics and Telecommunications (ICRAMET), 23-24 Oct.
- [6] Kyu-Dae Ban,.Ho-sub Yoon,.Jaehong Kim.(2013).Public signs detection in subway station images. International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), Page s: 595 – 596.

國小教師使用數學電子教科書互動媒體之調查研究

An Investigation of the Use of Interactive Media of Mathematics E-Textbooks' for Elementary Teachers

陳美玲¹ 崔夢萍²

CHEN, MEI LIN¹ TSUEI, MENG PING²

¹ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

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

E-mail : linko1213@gmail.com

² 國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 教授

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

E-mail : mptsuei@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究使用問卷調查法，調查對象為新北市國小教師 105 學年度至 107 學年度曾使用康軒版數學電子教科書之教師，共 67 位參與。問卷調查結果發現電子書之動畫功能是教師在教學上有幫助、最常使用和容易使用於數學教學，3D 功能對學生學習的幫助最大的。不同性別與職務的教師在態度與使用性未有顯著差異，但在不同年資以及是否參與行動學習計畫的教師，分別在電子書最常使用以及教師教學態度上有顯著差異。本研究結果可提供電子教科書製作參考。

關鍵字：電子教科書、數學、互動媒體

Abstract

This study used a questionnaire survey to investigate the attitude and usability of mathematics e-textbooks among elementary school teachers in New Taipei City. The survey population were the teachers who used Kang Hsuan e-textbooks between the 2016 to the 2018 school year. There were sixty-seven teachers participated. The results indicated that animation on the e-book was the most useful and easily used in teaching mathematics. There was no significant difference between gender and positions on the attitude and usability of mathematics e-textbooks. Teachers with different years of service and whether participated mobile learning projects showed the significant differences on the attitude and usability of mathematics e-textbooks.

Keywords : e-textbook, math, Interactive Media

壹、前言

教育部從 1990 年開始建置中小學資訊教學環境，2001 年公布〈中小學資訊教育總藍圖〉，實施資訊融入教學之創新教學活動，並結合九年一貫課程，將資訊科技融入各領域課程中（教育部，2001）。2009 年推動「電子書包實驗教學試辦學校暨輔導計畫」，初期協助導入 5 所學校電子書包教學，並規劃可行的學習環境與模式，讓試辦學校能夠順利的應用電子書包於教學上，以增進學生於學習及生活中運用資訊科技的機會，並促使學生運用資訊科技解決問題的能力（教育部，2009）。同時，教育部也鼓勵學校發資訊科技在教學應用上的特色，包括行動學習、數位閱讀、數位學伴等，至 2017 年全國中小學已有 248 校、約 1,379 班、4 萬名師生參與行動學習計畫（中華民國教育部部史網站，2018）。

國小電子教科書為因應資訊科技融入教學政策所發展，自 2009 年由教科書出版社所推出，提供教師教學使用（何冠慧，2009）。目前八至九成的教師都會使用電子教科書，先前研究多以電子教科書的使用情形、教學行為及使用滿意度進行研究。本研究針對數學電子教科書的互動媒體的教師使用態度與使用性進行研究，作為設計製作電子教科書媒體內容建議以符合教師教學需求。

貳、文獻探討

一、電子教科書

電子教科書又稱為數位教科書、e-textbook、electronic textbook、digital textbook（李涵鈺、楊國揚，2017）。目前中小學教師使用之電子教科書為教科書出版業者所出版的電子教科書，內容完整承襲課本，加上各式參考資料與圖片、聲音、動畫等，整合成一輔助教學活動的教學媒體（吳志鴻、葉興華，2013）。劉光夏、林吟霞（2013）的研究中則說明電子教科書是將紙本課本結合聲音、畫面等功能，讓學生在課堂中可以以聽覺、視覺等多感官進行學習，是一種結合電腦科技媒體的教學媒材。張瓊穗、李慧玲（2016）的研究中，電子教科書是彙整各項教學資源（動畫、影片、圖照、互動評量等），將教師專用的課本數位化，讓教師可以經由電腦、單槍等電子設備進行教學，電子教科書已成為學校教師教學普遍使用的工具（李涵鈺、楊國揚，2017；陳弘潔，2013），有八成至九成的教師使用電子教科書進行教學（吳志鴻、葉興華，2013，張瓊穗、李慧玲，2016）。

二、多媒體與數學教學

Mayer(Mayer, & Moreno, 2003)的多媒體學習認知理論，有意義的學習需要在聽覺及視覺通道中進行大量的認知處理，但每個通道的認知處理是有限的，在Tversky、Morrison 與 Betrancourt（2002）的研究中認為，相較於靜態圖像呈現，視覺動畫可以減輕學生的認知負荷。

周保男、吳重言（2014）的文獻整理中指出，視覺化可以將抽象概念具體化、

將大量資料壓縮成簡易概念，對學習者最有效也最有助益的學習方式；而用動畫來輔助教學時，學生可以直接將認知資源專注於動畫，避免認知資源分散，提升學習成效，例如：幾何教學時，利用動畫演示表面平移與互補之時間、空間及順序性，節省運用視覺的工作記憶源，減少認知負荷。林立群、顏晴榮（2013）發現運用動畫教材，學習者能專心於學習教材，有效率的透過影片、動畫掌握學習主題情境脈絡及關鍵概念，互動模擬教材更能協助心像操弄，有助於解題。

羅旭君（2017）用眼動追蹤技術探討多媒體呈現方式對國小高年級數學科展開圖的認知負荷，依康軒版數學柱體錐體中的展開圖設計多媒體實驗教材，其研究結果顯示，多媒體教材的呈現形式對認知負荷有顯著的影響，在有動畫與旁白的呈現下，無論增加重點提示、字幕或重點提示＋字幕，都會產生過多的認知負荷。

李壯翔（2011）在電腦多媒體輔助教材融入解題步驟對學童數學文字題學習成效之研究中，以自行設計之「電腦多媒體解題步驟輔助教材」融入數學教學中，其研究結果為在較為複雜的問題或教學內容中，利用「電腦多媒體解題步驟輔助教材」，對學生是有幫助，並且從動態圖示及解題步驟，可以讓學生更加清楚、了解問題。

在周保男、吳重言（2014）的立體視覺化融入國小表面積教學之研究，則是以 Google Sketch Up 輔助教學複合形體表面積，以軟體本身的功能進行實驗研究。研究結果顯示，軟體中的推拉功能能減少學生的認知負荷，連結學生先備經驗：基礎幾何形體表面積概念與計算方式。

潘伯正（2009）在教材媒體組合方式與知覺偏好對學習成效與認知負荷之影響研究中，將學生分為視覺型、聽覺型，以四年級下學期的平面幾何教材中的三角形單元，使用 Powerpoint 編製二種媒體型態的教材：圖形＋文字、圖形＋聲音，以自動播放模式教學。其研究結果顯示學習者的知覺偏好與教材媒體型態交互作用，顯著影響學習者的學習成效。

楊琇雯（2014）則是利用 Flash 開發容積的動畫輔助教材，進行 3D 立體翻轉，探討多媒體電腦輔助教學對學生的學習成效，研究結果顯示 3D 教材有助於實驗組學生有較高的學習立即成效及較高的學習保留程度。

張守端（2006）發展一套等值分數教學媒體，進行教學活動，探究電腦多媒體應用於國小數學科的教學效益，研究顯示，中分組學生學習成效顯著、學生學習意願持正向意見較多，教師也給多等值分數教學媒體正面評價。

在多媒體的相關研究中，教師多自行開發單一主題的教材進行多媒體教學實驗且多為單一主題，而針對電子教科書的研究僅著重在使用滿意度、使用情況，未有針對互動媒體進行探討。

參、研究設計

一、研究方法

本研究以問卷調查法，探討新北市國小教師使用康軒版數學電子教科書的互動媒體的使用態度與使用性。調查對象為曾經使用 105 學年度至 107 學年度康軒版數學電子教科書之教師。

二、研究工具

(一)數學電子教科書

本研究數學電子教科書是指康軒版數學電子教科書。本研究調查電子教科書本頁面上按鈕開啟的互動媒體的適用性，依 Mayer 多媒體學習理論，將互動媒體分成以下七項：文字、聲音、動畫、影片、互動式遊戲、互動式工具、3D。

(二)問卷

本研究採用問卷調查法進行資料蒐集，依據研究目的編製成問卷題目，經由專家效度、預試、統計分析工作，最後修訂為正式問卷。

問卷共有 35 題，第一部分為個人基本資料，第二部分為教師使用數學電子教科書互動媒體之態度，針對電子教科書的互動媒體詢問教師使用電子教科書對教學及學生學習是否有幫助，第三部分為教師使用數學電子教科書互動媒體的使用性，針對電子教科書詢問教師電子教科書中媒體哪些容易使用和最常使用。

肆、結果與討論

一、研究參與對象背景變項分析

本研究參與對象共有 67 位(N=67)，其背景變項為：在性別上以女性較多(女性 51 位，男性 16 位)；學校班級數分為 12 班以下(7 位)，13-24 班(2 位)，25-36 班(2 位)，49-60 班 3 位，61 班以上最多(51 位)；服務年資未滿 10 年共 25 位，10 年至未滿 20 年 30 位最多，20 年以上 12 位；現任職務以級任教師 55 位，非級任老師共 12 位。

在使用電子教科書教學頻率上以「每週至少使用一次」最多(49.3%)、「每月至少使用一次」28.4%，每次上課都使用僅有 9%。

在最近二年內，填答問卷之教師僅有 12 人參與行動學習相關計畫。

二、教師使用數學領域電子教科書互動媒體之態度

依據描述統計了解教師使用康軒數學電子教科書互動媒體之態度。

在教師教學的幫助方面，以「3.我認為數學電子教科書的「動畫」功能，對教師的教學是有幫助的」平均數(4.18)最高，「2.我認為數學電子教科書的「聲音」功能，對教師的教學是有幫助的」平均數(3.55)最低。

在學生學習的幫助方面，「14.我認為教師使用數學電子教科書的「3D」功能，對學生數學學習理解是有幫助的」平均數(4.18)最高，「9.我認為教師使用數學電子教科書的「聲音」功能，對學生數學學習理解是有幫助的」平均數(3.51)最低。

表 1：使用數學電子教科書互動媒體之態度平均數與標準差

	題號	平均數	標準差
對教師的 教學是有 幫助的	1.「文字」功能	3.94	.81
	2.「聲音」功能	3.55	1.00
	3.「動畫」功能	4.18	.83
	4.「影片」功能	3.96	.79
	5.「互動式遊戲」功能	3.75	.89
	6.「互動式工具」功能	4.06	.85
	7.「3D」功能	4.10	.89
對學生數 學學習理 解是有幫 助的	8.「文字」功能	3.88	.83
	9.「聲音」功能	3.51	1.01
	10.「動畫」功能	4.16	.85
	11.「影片」功能	3.88	.75
	12.「互動式遊戲」功能	3.91	.81
	13.「互動式工具」功能	4.00	.87
	14.「3D」功能	4.18	.80

三、教師使用數學領域電子教科書互動媒體之使用性

教師使用數學領域電子教科書互動媒之使用性分為容易使用和最常使用，以描述統計了解教師在使用數學電子教科書的使用性。

在教學容易使用上，「3.我認為數學電子教科書的「動畫」功能，在教學上是容易使用的」平均數最高，「5.我認為數學電子教科書的「互動式遊戲」功能，在教學上是容易使用的」平均數最低。在最常使用方面，「10.我最常使用的數學電子教科書功能是「動畫」功能」平均數最高，「9.我最常使用的數學電子教科書功能是「聲音」功能」平均數最低。

綜合以上，「動畫」功能是教師認為容易使用和最常使用的，這可以呼應第二部分，教師認為「動畫」功能在教師教學上是有幫助的。「聲音」功能在最常使用方面是平均數最低的一項，這可以在第二部分教師教學和學生學習上的幫助平均數最低，因教師認為在教師教學和學生學習的幫助是少的，所以不常使用。

表 2：教師使用數學領域電子教科書互動媒體之使用性

類別	題目	平均數	標準差
在教學上是 容易使用的	1.「文字」功能	4.11	.86
	2.「聲音」功能	3.84	.90
	3.「動畫」功能	4.15	.74
	4.「影片」功能	4.00	.82
	5.「互動式遊戲」功能	3.82	.82
	6.「互動式工具」功能	3.90	.70

最常使用的 功能	7.「3D」功能	3.94	.81
	8.「文字」功能	3.88	.86
	9.「聲音」功能	3.24	.94
	10.「動畫」功能	4.00	.92
	11.「影片」功能	3.54	.93
	12.「互動式遊戲」功能	3.43	1.14
	13.「互動式工具」功能	3.73	1.01
	14.「3D」功能	3.75	.97

四、不同背景變項在教師使用數學電子教科書之態度及使用性分析

依據表 3，在「性別」方面，在使用數學領域電子教科書之態度及使用性方面沒有達到顯著水準。

表 3：性別 t 檢定分析(N=67)

向度	女性(n=51)		男性(n=16)		t
	平均數	標準差	平均數	標準差	
使用態度	3.91	.65	4.01	.42	-.58
教師教學部分	3.90	.67	4.03	.39	-.91
學生學習部分	3.91	.66	3.99	.52	-.43
使用性	3.80	.63	3.81	.45	-.08
容易使用	3.96	.68	3.93	.40	.16
最常使用	3.64	.69	3.70	.56	-.30

服務年資分為未滿 10 年、10 年未滿 20 年和 20 年以上，依據下表，表示整體教師使用數學領域電子教科書互動媒體達到顯著差異，從平均數來看，20 年以上組明顯高於 10 年未滿 20 年組。

表 4：服務年資在使用態度及使用性之變異數分析(N=67)

向度	未滿 10 年(n=25)		10 年至未滿 20 年(n=30)		20 年以上(n=12)		F
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	
使用態度	4.09	.54	3.73	.70	4.10	.26	3.03
教師教學部分	4.10	.54	3.73	.71	4.10	.29	3.09
學生學習部分	4.08	.58	3.74	.71	4.10	.31	2.61
使用性	3.93	.66	3.63	.58	3.97	.35	2.38
容易使用	4.04	.65	3.83	.69	4.07	.28	1.05
最常使用	3.81	.73	3.43	.62	3.87	.47	3.23*

* $p < .05$

現任職務分為級任老師和非級任老師，數據顯示，數學以級任老師教學為主，在教師使用數學領域電子教科書互動媒體之態度，級任教師 3.96、非級任教師 3.79，未達顯著差異；在教師使用數學領域電子教科書互動媒體之使用性，級任

教師 3.82、非級任教師 3.70，未達顯著差異。整體而言，現任職務在使用態度是滿意的、在使用性上是容易使用和常使用的。

表 5：現任職務在使用態度之 t 檢定分析(N=67)

向度	級任老師(n=55)		非級任老師(n=12)		t
	平均數	標準差	平均數	標準差	
使用態度	3.96	.54	3.79	.84	.90
教師教學部分	3.95	.54	3.85	.90	.55
學生學習部分	3.97	.58	3.74	.81	1.19
使用性	3.82	.59	3.70	.61	.64
容易使用	3.98	.60	3.80	.73	.94
最常使用	3.66	.69	3.61	.53	.26

依據表 6，在「最近二年內，您是否參與行動學習相關計畫」方面，發現最近二年內有參與行動學習相關計畫，在教師使用數學領域電子教科書互動媒體之態度，教師教學部分達到顯著水準，可能是因為參與行動學習相關計畫的教師，在資訊科技的應用性較為熟悉。

表 6：最近二年內，您是否參與行動學習相關計畫 t 檢定分析(N=67)

向度	是(n=12)		否(n=55)		t
	平均數	標準差	平均數	標準差	
使用態度	4.21	.44	3.87	.62	1.82
教師教學部分	4.25	.42	3.86	.63	2.02*
學生學習部分	4.18	.50	3.88	.64	1.53
使用性	3.82	.59	3.70	.61	.64
容易使用	3.98	.60	3.80	.73	.94
最常使用	3.66	.69	3.61	.53	.26

伍、未來展望

本研究受限於時間與空間因素，在研究對象僅限於新北市使用康軒版數學電子教科書的教師，日後可以擴大到其他地區及其他領域。在研究方法上，可增加教師訪談，了解教師認為互動媒體教學上的幫助及沒有幫助原因為何。在互動媒體上分為七類，可再針對這七類媒體進一步調查，例如：動畫包含補充動畫、解題動畫、解題關鍵、步驟解題、互動解題，可針對教師使用動畫中的哪些功能進行研究，進而分析對教學有幫助的動畫類型。

參考文獻

一、中文部分

- 中華民國教育部部史網站 (2018)。資訊與網路教育。取自 <http://history.moe.gov.tw/policy.asp?id=11>。
- 何冠慧 (2009)。電子教科書趨勢與發展。《教科書研究》，2(2)，112-118。
- 吳志鴻、葉興華 (2013)。臺北市國小教師使用國語電子教科書之調查研究。《國教新知》，60(3)，68-94。
- 李壯翔 (2011)。電腦多媒體輔助教材融入解題步驟對學童數學文字題學習成效之研究 (未出版碩士論文)。國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所，臺北市。
- 李涵鈺、楊國揚 (2017)。數位教科書教學設計之現況與問題探討。《清華教育學報》，34(1)，71-104。doi:10.3966/252190062017063401003
- 周保男、吳重言 (2014)。立體視覺化工具融入國小表面積教學之研究：以 Google SketchUp 為例。《臺灣數學教育期刊》，1(1)，1-18。doi:10.6278/tjme.20140307.002
- 林立群、顏晴榮 (2013)。多媒體組合方式對學習成效之影響—以國小三年級數學例行性問題解決為例。《科學教育月刊》，365，2-18。
- 陳弘潔 (2013)。臺北市國小教師數學電子教科書使用情形與使用滿意度之研究 (未出版碩士論文)。臺北市立大學人文藝術學院國民小學教師在職進修公民與社會教學碩士學位班，臺北市。
- 張守端 (2006)。電腦多媒體應用於國小數學科教學效益之探究-以國小五年級等值分數概念為例(未出版碩士論文)。國立臺中教育大學數學教育學系暨碩士班，臺中市。
- 張瓊穗、李慧玲 (2016)。國小教師使用數學電子教科書滿意度之探討：以新北市為例。《教育傳播與科技研究》，114，1-19。doi:10.6137/RECT.2016.114.01
- 教育部 (2001)。中小學資訊教育總藍圖。臺北市：教育部。
- 教育部 (2008)。教育部中小學資訊教育白皮書。取自 epaper.edu.tw/files/topical/教育部中小學資訊教育白皮書2008-2011.doc。
- 楊琇雯 (2014)。多媒體動畫輔助教學之學習成效研究—以國小五年級數學容積單元為例 (未出版碩士論文)。靜宜大學資訊管理學系，臺中市。
- 潘伯正 (2009)。教材媒體組合方式與知覺偏好對學習成效與認知負荷之影響 (未出版碩士論文)。國立臺北教育大學數學教育研究所，臺北市。
- 劉光夏、林吟霞 (2013)。電子教科書功能設計語教學轉化：從教師角度探討電子教科書基本工具之教學適用性。《課程與教學》，16(3)，171-200。
- 羅旭君 (2017)。應用眼動追蹤技術探討多媒體呈現方式對國小高年級數學科認知負荷與學習策略之探究---以展開圖為例 (未出版碩士論文)。國立清華大學教育與學習科技學系，新竹市。

二、英文部分

- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.

運用 Line 為親師溝通之個案研究：以嘉義縣某國小為例

A Case Study on Line Use for Communication between Teachers and Parents: An Example of A Public Elementary School in Chiayi County.

黃馨儀¹ 周保男²

HUANG, HSIN-YI¹ CHOU, PAO-NAN²

¹嘉義縣隙頂國小 專任教師

¹ Siding Elementary School, Chiayi County
Teacher

E-mail : maker.nutn@gmail.com

²國立臺南大學 教學科技學程 副教授

² National University of Tainan, Tainan
Program of Instructional Technology

Associate Professor

E-mail : pnchou@gm2.nutn.edu.tw

摘要

本研究主要在探討國小教師如何利用 Line 軟體進行班級親師溝通。本研究採質性個案研究設計，以嘉義縣某國小為個案分析單位，每年級各一班的班導師與學生家長為研究對象。研究資料蒐集來源為教師與家長訪談資料、參與觀察與學生相關文件。經由質性資料分析，研究發現，教師與家長喜愛利用 Line 進行親師溝通，但家長常誤解 Line 訊息的意義及語意。

關鍵字：電腦中介溝通、科技導入教學、班級經營

Abstract

The study aimed to investigate how elementary schoolteachers used Line software for their daily communication with student parents. The study adopted a qualitative case study design. One elementary school in Chiayi County was chose as a unit of case analysis. In the school, schoolteachers and student parents in each grade were research participants. Interviews with teachers and student parents, participatory observation, and students' related documents were main data sources. Through qualitative data analysis, the findings showed that the schoolteachers and student parents enjoyed Line communication. However, many student parents often misunderstood the text meaning that the schoolteachers sent.

Keywords : Computer Mediated Communication, Technology in Education, Class Management

壹、研究動機與目的

根據財團法人資訊工業策進會(又稱資策會)Find在2014年12月的調查顯示,臺灣12歲(含)

以上的民眾，智慧型行動裝置持有族群約有 1,432 萬人(資策會 find, 2014a)。此外，財團法人臺灣網路資訊中心(Taiwan Network Information Center, TWNIC)(2015)調查發現全國民眾行動上網率為 67.8%，推估行動上網人口高達 1424 萬人，其中有 80.6%的民眾上網時使用即時通訊軟體。而其中，Line 在通訊軟體市場中佔有相當高的持有率，臺灣民眾最多人使用的前三大 APP 中，Line 則榮登榜首(資策會 Find, 2014b)。根據官方統計，臺灣人口約有 2300 萬人，而臺灣 Line 在 2014 年則有超過 1,700 萬人註冊使用，使用率相當高(Line 台灣官方 Blog, 2016)。由上述統計資料可知，臺灣行動裝置持有相當普及，加上網路發達，使用 Line 進行溝通已經屢見不鮮，而在教育現場中，以 Line 進行親師溝通則為時勢所趨。

即時互動、資源分享及成本低廉是 Line 進行親師溝通的三大特色，其超越時空且隨時隨地收發訊息的特性使得親師在溝通上有相當大的便利性(邱雅慧, 2015)。大量的圖片、文字及照片的相互往來拉近了學校與家庭的距離。此外，Line 具有免費視訊、通話及豐富貼圖的特色，也讓親師溝通之間多了一分趣味，更能減緩親師之間的衝突(陳怡潔, 2015)。黃月琴(2015)指出，教師得以掌握 Line 具有迅速、便捷、隱密及趣味化的溝通原則，進而消弭親師溝通的隔閡，達到親師合作的目的。由於網路的發達及 Line 的普及，Line 科技融入親師溝通的相關議題應可為未來研究的重要方向。

不同於過去之研究，大多採用問卷調查之量化研究方法，著重在 Line 運用於親師溝通成效上之探討，僅能針對整體狀況獲得通盤性的瞭解，無法深入分析親師溝通的實際歷程；本研究希望藉由個案深度訪談的方式，將國小教師對 Line 使用於親師溝通的目的、歷程及問題，做詳實的記錄與分析，以了解使用 Line 進行親師溝通之實際面貌，並針對不同個案的教師與家長在運用 Line 進行溝通上之主要溝通內容及成效做詳細的探究與剖析，以了解 Line 在其中所扮演之角色及其重要性，進而找出其中因果關係，並根據研究結果使得自身及其他教師對於使用 Line 進行親師溝通有所參考與建議，進而使班級經營與教學效能皆能有所提升。

貳、文獻探討

隨著行動裝置的普及化，利用 Line 進行通訊已漸漸成為目前親師溝通的主要方式之一，以下針對 Line 應用於國小親師溝通之特性加以描述(邱雅慧, 2015)：

一、即時互動

由於國小階段學生在訊息傳達上無法相當準確，有些較臨時的事項與在校狀況的溝通，透過 Line 可發揮即時互動的特性，家長能夠迅速且確實地掌握，使親師溝通的效能能夠完整的發揮。Line 應用在親師溝通上，又可分為單獨溝通與班級群組兩種，以下針對兩種狀況在即時互動的特性上加以說明：

1. 緊急狀況通知：教師可以針對個別學生的狀況與家長溝通。例如：學生身體不適需要馬上請家長接送就診的狀況，電話連絡無接聽時，Line 的「已讀」功能也可以是教師確實掌握家長是否了解狀況。
2. 清楚且整體的發布訊息：聯絡簿上需要家長協助或需要帶的物品，教師可以透過班級群組傳送照片清楚呈現，教師也不必一一詢問需要幫忙協助的事項。
3. 疑惑立即解決：透過班級群組，可以馬上解決學業或是班級經營上的疑惑，也能使其他有相同疑惑的家長不必重複詢問。
4. 個別學生狀況處理：如有學生在校行為偏差需要家長多多觀察與注意，傳統聯絡簿的親

師溝通篇幅有限，透過 Line 進行單獨溝通較能完整傳遞教師想法，也能保有學生隱私。

二、資源分享

學校的種種大、小型活動或是日常的教學活動，無論在照片或是實作成果的展現，透過 Line 就能直接傳遞給家長，相當便利(邱雅慧，2015)。以下針對資源分享的方式加以說明：

1. 建立相簿：在班級群組中，學校的活動照片教師可以立刻拍照上傳，家長也能馬上看見學生的表現，而 Line 的相簿功能，使得群組內所上傳的照片可以分門別類地整理，讓所有家長都能清楚的看到每次活動照片，而群組內的所有家長也能自行建立相簿，將大量的照片整理放入相簿中，讓群組內的所有人員共同欣賞。所有的照片都能自行下載與儲存，不需再互相索取照片，不但節省時間，更大大增加了便利性。
2. 投稿文章：此功能是在班級群組的「記事本」中，教師或家長可以將詳細的傳達事項、長篇文章或是連結投稿在此。記錄在記事本中的內容，不會因為時間的流逝而無法下載或是無法觀看，相當適合教師在公告重要事項上。此外，記事本也有留言與按讚的功能，可以讓家長留言與互動。

三、成本低廉

吳麗君(2015)指出「免費且快速」是 Line 受到教師青睞的重要因素之一，相較於電話或手機聯絡，Line 不僅節省通話費，也較書面聯絡簿更加快速發揮親師溝通的效果。除了需要具備智慧型手機以及網路環境之外，其餘的使用功能皆為免費，大幅度的減低親師溝通的成本。

綜上所述，Line 讓人們超越時空的限制，隨時隨地皆能傳送與接收訊息，如此特性使得這項新興科技在目前講求效率的時代中，保有高度普及率的最大原因。而應用在學校教育中，對目前大部分家長積極參與學生學習與關切在學狀況而言，也發揮很大的效果。透過 Line 這個平台，親師之間利用大量文字、圖片、照片、影片與網站連結進行即時的溝通與互動，不但能滿足家長了解學生在學狀況的需求，也讓教師更輕鬆、便利的傳達學生在校訊息與教育理念。

參、研究方法

一、研究設計

本研究採質性個案研究法(Yin, 2003)，對教師與家長實際使用 Line 進行溝通的目的及歷程進行深度訪談，教師針對整體溝通情形進行描述，並選擇溝通較為頻繁或成效較佳的家長進行訪問，以了解利用 Line 進行溝通對家長與孩子的影響與成效。

二、研究對象

本研究以嘉義縣光明國小為研究對象，探討 105 學年度學校各年級教師與家長之間利用 Line 進行親師溝通的目的、歷程、成效及溝通間可能發生的問題。由於光明國小為六班小校，研究者又為瞭解每個年級導師的想法，因此以 105 學年度各年級的導師為主要訪談對象，共六位。此外，為了探討親師之間對 Line 的溝通想法及成效，研究者也針對六位導師認為平常溝通較為頻繁或是溝通成效最佳的一位家長進行訪談(共六位家長)。

三、研究工具

1. 訪談大綱：本研究採用兼具結構式訪談及無結構式訪談優點的半結構式訪談，在進行訪談前，研究者先訂好訪談大綱與題目，但在訪談過程中，受訪者可以根據提問，進行開放式回答。訪談大綱初稿來自相關文獻理論，正式版為相關領域專家審閱修改而形成。
2. 學生觀察：針對個案家長的孩子在學校的學習狀況、行為表現、健康情形等狀況進行實際觀察，以更加全盤了解使用 Line 進行親師溝通的實際狀況與成效。
3. 文件資料：研究者蒐集學生的成績單、家訪紀錄表、學生輔導紀錄及學籍資料紀錄等進行文件分析，以了解學生在校整體的學習及表現情形，進而與教師及家長的訪談蒐集資料加以對照。

四、資料驗證

本研究透過「文件分析」、「訪談資料」與「研究觀察」作三角檢證(Patton, 2002)，並透過研究者不斷的自行反思，針對研究內容進行思量。研究者身為研究工具之一，必須不斷的檢視自我的價值觀，避免因個人的主觀意見或先備知識過度影響對研究資料的闡述。

五、資料分析

本研究根據張芬芬(2010)所提出的五步驟進行資料分析，其中第五步驟理論化在本研究中不適用，以下針對前四階步驟內容加以說明：

1. 文字化：將訪談的錄音詳細內容謄寫成逐字稿，並整理學生的相關文件資料及觀察記錄，例如學生輔導紀錄表、學生學籍資料紀錄表等。
2. 概念化：將所蒐集而得資料進行「編碼」，將資料賦予概念與意義，進而形成合適的分類系統。
3. 命題化：透過探究資料彼此之間的關係，歸納或比較不同教師與家長間，對同樣或類似性質問題的回答，以窺探出與研究主題相關的重要意涵，並從中獲得靈感，進而發展重要命題，形成研究假設，例如：教師對 Line 進行親師溝通覺得有成效。
4. 圖表化：將資料分析後所得之相關重要命題繪製成簡明圖表，進而利用圖表繼續分析資料，以了解命題之適切性與覺察缺漏之處。

肆、研究結果

一、運用 Line 為親師溝通之目的

教師以 Line 溝通的時機，以班級群組而言，可分為「公布重要訊息」、「學校或班級活動後」及「家庭作業或課務安排的解說」；以個別家長而言分為「學生出現學習或行為問題時」、「學生有特別表現想分享時」、「其他管道溝通無法完善溝通，需補充說明時」、「當家長有困惑時」及「當需要約定面談或是電訪時間時」。

教師使用 Line 進行親師溝通的目的，分別為「輔助說明聯絡簿事項」、「提供家長學生在校資訊」、「呈現活動照片與訊息」、「具即時性且不受時空限制」、「成本低廉」、「教養觀念的交流與協調」、「輔助其他溝通管道使用」、「使用方便」及「文字訊息的優勢」等九項。

二、運用 Line 為親師溝通之歷程

教師與家長使用 Line 進行溝通的內容，依照溝通內容之多寡，皆可分為「資訊傳達與溝通」、「學習情形」、「生活習性」及「學校常規」四大項。教師常使用 Line 群組與家長進行事項的宣達或活動的討論，反觀教師與個別家長利用 Line 進行溝通，其結果顯示頻率不高。

三、運用 Line 為親師溝通之成效

以整體班級的運用狀況而言，光明國小的教師與家長皆一致認為利用 Line 進行親師溝通具有不錯的成效，教師所說明的理由包含「討論方便」、「即時性佳」、「緩衝功效」、「溝通內容留存」以及「輔助其他溝通管道」五點，而家長說明之理由也包含了「回應時間彈性」、「即時性」、「資訊清楚傳達」、「溝通內容留存」及「學生問題獲得改善」五點。

四、運用 Line 為親師溝通之問題

教師在使用 Line 溝通所遇到的問題包含「誤解訊息意義」、「誤解語意」、「問題無法即時傳達或解決」、「壓縮私人時間」、「資訊傳達不清」、「家長未使用 Line」、「隱私性不足」、「群組訊息讀取人員無法掌控」八點，而家長使用 Line 的問題則為「誤解訊息意義」、「誤解語意」、「過多罐頭訊息」、「文字訊息冗長」、「手機操作問題」五點。

伍、結論與建議

本研究就親師之間使用 Line 進行溝通的目的、歷程、成效及問題整理成以下結論：

一、教師與家長為傳達及接收學校及教室訊息之目的，以 Line 作為親師溝通管道之一

教師使用 Line 與家長溝通，最主要在傳達學校或班級事務，以及提供學生的在校資訊，進而使家長能夠給予學生課業或行為上的輔導與協助，並達成親師之間的觀念交流；也由於 Line 具有照片傳輸及文字說明的特性，得以呈現活動照片並輔助聯絡簿的事項。而使用方便及成本低廉，也是教師選擇用 Line 進行溝通的重要目的。

家長使用 Line 與教師溝通，最主要在能即時得知學校及班級資訊，並透過與教師的聯繫中，了解學生在校表現及尋求適當之教養方法。此外，特殊或例行事項的聯繫也為家長使用的重要目的。

二、教師與家長通常以 Line 群組溝通，且親師溝通的內容以資訊傳達與溝通為主

使用 Line 溝通能夠快速且即時的傳送資訊，由於親師之間的溝通以傳達學校或班級事務為主，因此大多是以 Line 群組進行溝通，個別一對一的溝通的頻率較低，且常出現在學生發生問題或有特別狀況需要說明時。其中，學生的學習情形、生活習性及學校常規表現的親師溝通內容是於個別溝通的狀況較常見。

三、教師與家長基於即時性佳及溝通內容留存之特點，認為以 Line 為親師溝通工具成效頗佳，多數教師以複合式管道進行親師溝通以達成學生成長之功效。

教師與家長對於以 Line 進行親師溝通在資訊傳達以及學習輔導上的成效頗為贊同，其中親師皆認為 Line 之即時性及溝通內容留存為兩大特點。此外，部分教師認為 Line 具有討論方便、具緩衝功效以及輔助其他溝通管道等功能，發揮了 Line 具有非線性及文字化訊息形式

之優勢；而家長則認為 Line 具有回應時間彈性、資訊清楚傳達、學生問題得以獲得改善等功能，使得親師之間交流打破時空限制，而訊息得以清楚傳遞進而改善學生問題。

本研究蒐集六個班級之教師與家長訪談資料及相關文件與觀察資料，透過三角檢證之結果可得知：以 Line 進行溝通使得學生在學習狀況以及常規表現的問題上，獲得實質的改善。其中，四位教師以 Line 及其他親師溝通管道並行的方式進行交流，透過多元化的溝通媒介，教師得以根據實況彈性使用 Line 作為主要或輔助之溝通方式，最終目標在於完善處理學生問題或改變困境。然而，仍有兩位老師以 Line 作為主要之親師溝通方式，但整體而言，Line 作為親師間中介觸媒之角色，提供良好的溝通平台以能有效解決學生之學習、常規、生活習性等問題，進而增進學習效果。

四、教師與家長認為 Line 具有誤解訊息意義及誤解語意之問題，需以多元方式溝通免生疑義

教師與家長在使用 Line 進行親師溝通的過程中，皆認為使用時容易產生誤解訊息意義以及誤解對方語意之困擾，進而必須採以電話訪問及家庭訪問之方式加以解決。由此可知，用 Line 雖能解決即時問題，卻無法解決所有教育現場難題，因此教師應採用多元溝通方式進行親師交流，避免過度依賴 Line 為主要溝通工具，以免產生不必要之疑慮及困擾。

根據上述研究結論，提出下列建議，以供教學現場教師參考：

一、訂定溝通規範與建立共識

透過 Line 進行親師溝通具有迅速、方便之優勢，但由於 Line 具有免費訊息傳輸的功能，使得家長更常無時間限制的發表想法與意見，造成教師需要花費額外心力回覆，工作量增加的結果導致溝通成了負擔。因此，訂定合理的使用規範及學習親師溝通與工作量平衡，才能使溝通發揮更大功效。此外，使用 Line 群組進行溝通，對使用者而言可能有罐頭訊息過多、資訊傳達與接收不清的狀況。也由於 Line 群組為公開之溝通平台，涉及隱私的問題應以一對一的方式進行對話。建議教師在建置班級群組之前，應與家長取得共識，並約定合適的溝通規範，進而確保群組成員的使用權益及隱私權。

二、視情況採用合適之親師溝通管道

透過 Line 進行溝通，具有即時性且操作簡便的特點，然而過度依賴 Line 進行溝通，卻容易有說明不夠周詳或無法完整追蹤後續狀況的情形。建議教師在面對學生問題或狀況時，應該依照實際情況加以選擇合適之溝通管道，較為緊急或需盡快處理的情形則需要以電話聯絡；較為簡短且例行事項的告知則可透過 Line 進行說明。並無絕對、單一的親師溝通工具，只有盡力為解決孩子困境的心。

參考文獻

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods (3rd Edition)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Yin, R. (2003). *Case study research design and methods (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Line台灣官方Blog(2016)。取自 <http://official-blog.line.me/tw/>

吳麗君(2015)。請問你用哪一個line溝通親師—睽／徕／賴／籟／瀨／癩。臺灣教育

評論月刊，4(5)，200 - 201。

邱雅慧(2015)。幼兒園家長採用即時通訊軟體Line進行親師溝通之研究(未出版之碩士論文)。康寧大學，臺南市。

財團法人資訊工業策進會Find (2014a)。智慧型行動裝置普及率近7成，市場即將飽和！資策會FIND：行動族群半年增加逾100萬人、全臺滑世代破1,432萬。取自

http://www.iii.org.tw/Press/NewsDtl.aspx?nsp_sqno=1475&fm_sqno=14

財團法人資訊工業策進會Find(2014b)。首創！資策會跨通路分析使用者行為評選「2014年上半年臺灣風雲APP百強」。取自 http://www.find.org.tw/market_info.aspx?n_ID=7201

財團法人臺灣網路資訊中心(2015)。2015年臺灣寬頻網路使用調查報告。取自

<http://www.twnic.net.tw/download/200307/200307index.shtml>

張芬芬(2010)。質性資料分析的五步驟：在抽象階梯上爬升。初等教育學刊，35，87-120。

陳怡潔(2015)。國小教師透過LINE進行親師溝通成效之研究(未出版之碩士論文)。臺北市立大學，臺北市。

黃月琴(2015)。教師採用即時通訊軟體於親師溝通之研究—以LINE為例(未出版之碩士論文)。康寧大學，臺南市。



國小 STEM 課程推廣分享-以愛地客環保慈善洗碗精課程為例

黃昭銘^{1*} 劉文勝¹ 蔡明弘¹ 汪光懿¹ 林明怡¹ 吳悅如¹ 羅名涵¹
蔡馨欣¹ 何倩珊¹ 韓淑妮¹ 陳玉佩¹ 蔡玉森¹ 莊雅琇¹ 蔡姍玟¹ 劉淑微¹
¹宜蘭縣立中山國民小學

*通訊作者: stanely503@gmail.com

摘要

教育部明訂108年正式推動12年國民教育，新課綱的軸心就是培養以人為本的「終身學習者」，強調以「核心素養」做為課程發展的主軸，做為適應現代生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。透過核心素養與十二年國教課綱「自發、互動、共好」的基本理念相連結建構「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」三個面向達成全人教育之理想。

本次「愛地客環保慈善洗碗精」課程(Eco-friendly Dishwashing Detergent Involvement with Charity, EDDIC)，強調跨學科的整合、創新與應用。課程規劃涵蓋跨年段、整合知識(knowledge)、培養能力(Skill)與態度(Attitude)。課程規劃以學生營養午餐所食用的過後的橘子皮出發，透過食安與健康教育認識健康飲食的重要性，藉由自發性發起慈善活動，全校一起收集橘子皮然後浸泡、收集到最後洗碗精的配製，經由一系列活動提供知識與技能的應用與合作學習機會，最後以認購方式募集善款捐贈給社區慈善單位達成共好理念。

透過課程嘗試將 STEM 課程融入課程，例如自然科學的比重與萃取、數學課程的比例、水平面概念、藝術方面的標籤創作與工程方面的測量等，藉由做中學的方式讓學生學以致用能夠發揮所學到所面臨的任務。

關鍵字：十二年國教、創新教學、STEM、素養導向

壹、緣起

108年新課綱強調核心素養透過十二年國教「自發、互動、共好」的基本理念相連結建構「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」三個面向達成全人教育之理想。所謂的素養同時涵蓋能力與素養，強調學習者在學習後獲得知識、能力與態度，並能夠應用在日常生活之中解決所面臨的生活困難與議題。核心素養除了知識的習得之外，更強調情意態度、學習策略、整合應用能力。

STEM課程強調做中學的重要性，透過學習任務操作提供學習者知識、技能練習的應用機會，透過解決問題歷程啟發學習者學習動機與學習成效，並藉由實際操作完成跨學科、領域的知識統整應用。

貳、課程規劃

本次「愛地客環保慈善洗碗精」課程(Eco-friendly Dishwashing Detergent Involvement with Charity, EDDIC)，強調跨學科與領域的整合、創新與應用。課程規劃涵蓋跨年段、整合知識(knowledge)、培養能力(Skill)與態度(Attitude)。課程規劃以學生營養午餐所食用的過後的橘子皮出發，透過食安與健康教育認識健

康飲食的重要性，藉由自發性發起慈善活動，全校一起收集橘子皮然後浸泡、收集到最後洗碗精的配製，經由一系列活動提供知識與技能的應用與合作學習機會，最後以認購方式募集善款捐贈給社區慈善單位達成共好理念。

課程的設計理念主要來自學生每天營養午餐所提供的水果「橘子」進行規劃，課程設計的主軸就是以「做中學」、跨學科與領域學習、自主與合作、關懷與共好，不論是知識的學習、策略、整合應用能力、情意態度培養都有所成長。(圖1所示)。

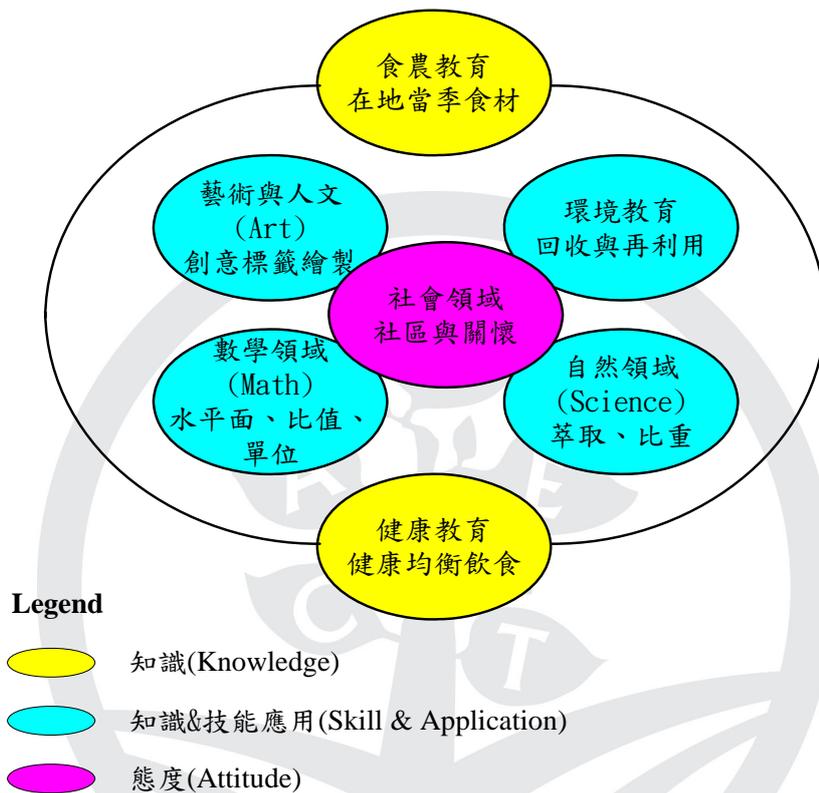


圖1、課程設計理念

活動過程中所有操作完全讓學生親自參與與練習，從橘子皮收集(圖2所示)、浸泡(圖3所示)、精油收集(圖4所示)、洗碗精配製(圖5所示)、標籤製作(圖6所示)完全都是學生主動參與與實作。





圖4、橘子精油收集



圖5、愛地客環保慈善洗碗精配製



圖6、標籤製作



圖7、捐贈記者會

活動的最後就是愛地客環保慈善洗碗精認購活動，透過認購方式進行募款活動，最後由學校舉辦記者會公開捐贈這次募款所得給三個社區慈善團體包含、基督教長老教會宜蘭教會、阿寶基金會以及創世基金會等三個公益團體(圖7所示)。

參、結語

12年新課綱即將上路，站在第一線的教師如何應用與調整教學活動將是未來的挑戰，素養導向的教學更考驗著教師專業能力，尤其是教師如何將教學活動與生活進行結合，培養學生帶著走的能力。此外，新課綱重視溝通互動與社會參與，教師必須主動進行教室翻轉，以學習者為中心進行教學設計，強調合作學習與主動參與互動。最後社會參與則是教師必須讓課程與社區進行結合，從在地素材出發，主動關心社區樂於付出。

本次愛地客環保慈善洗碗精課程就是本校教師團隊針對新課綱與STEM所研發的新課程，教學團隊藉由結合生活化的議題讓學生進行自主性的學習，透過活動提供學生學以致用的機會，活化教學與培養學生帶著走的能力。最後的募款記者會則是提供學生社會參與與關懷弱勢的教育機會，透過學生辛苦的努力，默默付出成就這一活動，最後的捐贈活動提供最好的教育機會，透過情意的連結培養學生主動付出、達成互動共好的目標。

引導學生於選擇題作答練習時作完全閱讀之學習策略

Guide Students Complete Reading Strategy by Answering Multiply-Choice Questions

黃冠傑¹, 李昇², 鍾斌賢³, 夏延德⁴, 林聰武⁵

HUANG, GUAN JIE¹, CHI, SHENG², JONG, BIN SHYAN³, HSIA, YEN TEH⁴, LIN, TSONG WUU⁵

¹ 中原大學 資訊工程研究所 研究生

¹ Chung Yuan Christian University of Information & Computer Engineering Student
E-mail : guanjie0118@gmail.com

² 中原大學 資訊工程研究所 研究生

² Chung Yuan Christian University of Information & Computer Engineering Student
E-mail : be41801@gmail.com

³ 中原大學 資訊工程研究所教授

³ Chung Yuan Christian University of Information & Computer Engineering Professor
E-mail : bsjong@ice.cycu.edu.tw

⁴ 中原大學 資訊工程研究所教授

⁴ Chung Yuan Christian University of Information & Computer Engineering Professor
E-mail : hsia.yenteh@gmail.com

⁵ 東吳大學 資訊管理研究所教授

⁵ Chung Yuan Christian University of Computer Science & Information Management
Professor
E-mail : twlin@csim.scu.edu.tw

摘要

本研究設計了一套學習系統是以遊戲的方式來進行學習，並且將參與的學生分成三種組別：「一般組」、「信心組」、「完全閱讀組」。「一般組」學生以四選一的選擇題進行學習，「信心組」學生除了進行一般選擇題的練習外，還要再回答對於該題的信心指標，「完全閱讀組」學生必須要對四種選項都確認其信心的程度，其目的為引導學生進行完全的閱讀。本研究主要是探討哪一種練習方式對學生的學習有較好的成效。

結果發現使用了本研究所設計的遊戲式學習系統後，三組學生在學習的表現上都有很好的幫助，但是在進行後測時，統計上三組並沒有明顯的差異，而保持力的部分是在經過五周之後進行測驗，測驗的結果發現完全閱讀組顯著優於信心組及一般組，這代表著完全閱讀組的練習方式能夠保留較完整的知識結構。透過引導的方式進行完全閱讀能夠使得學生的學習認知更加的清楚與明白，完全閱讀組也確實明顯優於一般組及信心組。本研究也觀察到使用引導學生進行完全閱讀後，學生在每一題的練習時間也相對較長，這代表著能夠讓學生的學習認知更加的清楚。

關鍵字：新選擇題練習方式、引導式完全閱讀、遊戲式學習、學習成就、學習保持力

Abstract

This study designed a game-based learning system in the game-like manner, and divided the participants into three groups: “General Group”, “Confidence Group”, and “Confidence Induction Group”. Participants in the “General Group” will study on the multiple-choice (four-choice) question. The “Confidence Group” participants study on the multiple-choice question mode with confidence index to the question. The “Confidence Induction Group” participants need to mark the degree of confidence for each of the four-choice. This study explores which kind of learning strategy is better for student learning.

Experimental results shown that the game-based learning system was helpful for the learning of the three groups of participants, and the three groups did not have significant differences in the post-test. The retention test was conducted after five weeks of post-test, the “Confidence Induction Group” was significantly better than other groups, which shown the confidence inducing strategy allows participants to retain the knowledge structure. In the induction of complete reading and the clearer understanding of cognition, the “Confidence Induction Group” was also significantly better than other groups.

Keyword : Multiple-Choice Question、Guided Full Reading、Game-Based Learning、Learning Achievement、Learning Retention

壹、前言

多選項選擇題 (Multiple-Choice Question 的簡稱 MCQs) 若是能夠適當的進行應用，將能夠成為識別學生觀念是否正確的極佳診斷工具 [Hsia, 2018]。而本研究所提出的作答策略主要是由信心指標的觀念 [Gardner-Medwin, 1995] 加以改良，因此本研究將學生分為三組，這三組主要分別為使用傳統 MCQs 選擇題的一般組，使用 MCQs 選擇題並加上回答信心指標的信心組，以及使用 MCQs 選擇題並對每種選項回答信心程度的完全閱讀組。本研究更進一步的想要嘗試在遊戲式學習環境中使用不同模式的

MCQs，並且再比較這幾種模式對於學習是否能更有效率。

貳、文獻探討

一、信心指標

Gardner-Medwin 提出一種能夠進一步改良 MCQs 作答模式，而這種模式除了能夠得到學生的答案，也能夠得到學生對於答題時問題的信心程度：他對於學生在進行作答時，每一題最後都必須要選擇信心指標 [Gardner-Medwin, 1995]。

參、研究實施與設計

一、 研究方法

(一) 實驗規畫

在實驗中所使用到的教材為中原大學 107 學年第一學期資訊工程學系大三課程「系統程式」課程的部份內容，章節的部分共有三章，內容也包含了第一章「系統程式簡介」、第二章「組譯器」以及第三章「連結器及載入器」。

(二) 實驗流程

在開始實驗之前會先進行前測小考以作為先備知識，然後再進行作答策略調查問卷前測，來進一步了解學生在以往的作答策略習慣；另外並進行學習動機、學習興趣、學習態度、認知負荷前測問卷。在本實驗的第一天時，會請學生至電腦教室，並且指導各個組別的學生如何去使用遊戲式學習系統。

本研究的實驗組稱為「完全閱讀組」，學生在練習時不再只是選取一個認為正確的選項，本作答模式引導學生的作答策略，學生需要依照所回答的每一個選項選擇「確定正確」、「可能正確」、「我不知道」、「可能不正確」、「確定不正確」等選項，主要是提供有效作答策略拉長作答時間，讓所學到的知識進入長期記憶的範圍，並且需要用到時容易回憶起。

實驗的進行為期四周，學生在任意的時間與地點都能夠連線使用此遊戲學習系統。而其中會有三個時段將強制學生至電腦教室使用遊戲式學習系統，每個時段為 50 分鐘，主要是為了避免學生不使用系統。

在實驗結束之後會進行後測小考以作為學習成就，並且會進行作答策

略調查問卷後測，主要是想進一步的了解學生在四周實驗期間之作答策略是否受到系統影響；而實驗結束後五周，在沒有事先告知的情況下，會進行保持力的測驗，並且讓學生填寫主觀感受問卷，可以了解到學生在作答策略這部分的感受及受到之影響。

肆、 結果與討論

一、 實驗數據收集

本研究參與實驗的對象為中原大學 107 學年度第一學期修資訊工程學系「系統程式」課程的學生，而依照前測小考成績學生被隨機分成一般組、信心組、完全閱讀組三個組別，並且排除掉小考缺席及問卷填寫不完全的學生後，三組人數分別為：一般組 31 名，信心組 31 名，完全閱讀組 30 名。學生皆使用「BSJ Game」系統進行遊戲式學習。

二、 學習成就分析

表一為三組學生前、後測及保持力統計數據，三組前測ANOVA分析並無差異。

表 1 三組前、後測及保持力統計數據

項目	組別	個數	平均	標準差
前測	完全	30	46.17	16.64
	信心	31	48.39	15.02
	一般	31	46.94	10.22
後測	完全	30	65.03	17.69
	信心	31	65.65	18.11
	一般	31	58.94	19.62
保持力	完全	30	65.77	15.96
	信心	31	58.16	14.86
	一般	31	57.07	18.30

表 2 所呈現的為三組學生前測-後測 ANCOVA 檢定及前測-保持力 ANCOVA 檢定資料，學生在學習到知識後的後測成績與相隔一個月後的保持力分數，信心組顯著退步，完全閱讀組在知識保持上有較為優秀的成效。

表 2 前測-後測、保持力 ANCOVA 檢定

項目	組別		p	d
後測	完全	一般	.131	0.325
		信心	.882	-0.034
	信心	一般	.187	0.355
保持力	完全	一般	.032*	0.561
		信心	.016*	0.493
	信心	一般	.994	0.123

*** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, + : $p < 0.1$

最後在相隔一個月後的保持力實施主觀感受問卷，只有兩題分別為「確認非答案選項不是正確答案」(F1)及「答完後瞭解的更清楚」(F2)，各有 7 個選項可以供選擇代表分數 0~100 等比例分配，表 3 為作答時間、「確認非答案選項不是正確答案」(F1)及「答完後瞭解的更清楚」(F2)統計數據，表 4 為保持力主觀感受問卷 ANOVA 檢定，完全閱讀組與其他兩組比起來顯著認為「答完後瞭解的更清楚」，而其中信心組比一般組顯著認為「答完後瞭解的更清楚」。

表 3 影響因素統計數據

項目	組別	個數	平均	標準差
F1	完全	30	78.883	13.78
	信心	31	58.61	14.84
	一般	31	54.36	19.23

F2	完全	30	77.22	16.06
	信心	31	59.14	15.42
	一般	31	46.784	22.13

表 4 保持力主觀感受問卷 ANOVA 檢定

項目	組別		p	d
F1	完全	一般	.000***	1.415
		信心	.000***	1.465
	信心	一般	.297	.25
F2	完全	一般	.000***	1.148
		信心	.000***	1.57
	信心	一般	.009**	.647

*** : $p < 0.001$, ** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$, + : $p < 0.1$

參考文獻

一、英文部分

- [1] Hsia, Y. T., Jong, B. S., Lin, T. W., & Liao, J. Y. (2018). Designating "hot" items in multiple-choice questions—A strategy for reviewing course materials. *Journal of Computer Assisted Learning*.
- [2] Gardner-Medwin, A. R. (1995). Confidence assessment in the teaching of basic science. *ALT-J*, 3(1), 80-85.

素養導向創新教學規劃-以「小作家」課程為例

黃昭銘^{1*} 林明怡¹ 汪光懿¹ 羅名涵¹ 鄭文玄¹

¹宜蘭縣立中山國民小學

*通訊作者: stanely503@gmail.com

摘要

為因應國際地球村的到來，我國政府將從108年正式推動12年國民教育，從12年國民基本教育課程綱要來看主要軸心就是培養以人為本的「終身學習者」，並以「核心素養」做為課程發展的主軸，做為適應現代生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度，在「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」三個面向下達成全人教育之理想。

為基於新課綱「自發、互動、共好」的全新課程理念，發展出「iSTREAM」課程架構，做為12年國民基本教育的校學校課程規劃。「i-STREAM」也代表資訊流動的意義，象徵現今巨量資料時代的資訊大量地流動，是以本校將「i」資訊做為圖形的核心，串起不同學科領域的數位匯流。

本次「小作家」課程主要是以iSTREAM課程架構出發，活動包含國小低年級的「小小插畫家」單元、中年級的「雨的聯想」、高年級「宮崎駿的想像世界」活動。透過螺旋式課程加深與加廣學生的學習，透過合作學習的方式培養孩子溝通互動的能力，藉由資訊科技提供跨領域整合的學習與應用，培養具有終身學習素養的未來公民。

關鍵字：十二年國教、創新教學、核心素養、資訊科技

壹、前言

12年國民基本教育課程綱特別強調培養以人為本的「終身學習者」，並以「核心素養」做為課程發展的主軸，做為適應現代生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。累積多年創新課程發展與資訊應用融入教學經驗，因應12年國民基本教育「核心素養」為主的課程，在「自主行動」、「溝通互動」、「社會參與」三個面向下，培養具有「身心素質與自我精進」、「系統思考與解決問題」、「規劃執行與創新應變」、「符號運用與溝通表達」、「科技資訊與媒體素養」、「藝

術涵養與美感素養」、「道德實踐與公民意識」、「人際關係與團隊合作」、「多元文化與國際理解」的全人教育之理想。為基於新課綱「自發、互動、共好」的全新課程理念，發展出「iSTREAM」課程架構，做為12年國民基本教育的校學校課程規劃。

貳、iSTREAM 核心架構與理念

何謂「iSTREAM」？「i」代表「information」資訊，「S」代表「Science」科學，「T」代表「Technology」科技，「R」代表「Reading、Robot」閱讀和機器人，「E」代表「Engine」工程，「A」代表「Art」藝術，「M」代表「Math、Music」數學和藝術。「i-STREAM」也代表資訊流動的意義，象徵現今巨量資料時代的資訊大量地流動，是以本校將「i」資訊做為圖形的核心，串起不同學科領域的數位匯流。

為了落實 iSTREAM 課程推動，針對教學部分進行翻轉教室與創新教學，提出 SPCM 教學模式。

(1)S(Student)理念：本校新課程希望建構「以學生為中心」的學與教模式，來打破以往傳統「以教師為中心」的聽講學習模式。

(2)P(Problem、Project、Process)問題導向、專案導向、與過程導向學習理念：學生在學習活動中透過問題(Problem-Based Learning)的解決與專題(Project-Based Learning)的完成，逐一地達成教師所設計的任務；而整個學與教的活動歷程(Process-Based Learning)，還被一一地記錄在學習平台之中。

(3)C(Cooperation)分組合作學習理念：透過網路，我們可以不受時間、空間限制的學習，可以自主的學習，更可以透過學習社群的方式作合作學習，大大拓展了學習的領域，更帶給學習無限的潛力。

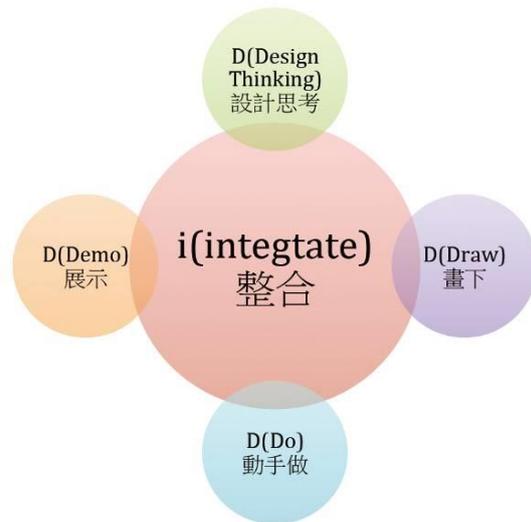
(4)M(MOOCs)翻轉教學與自主學習理念：MOOCs是具有革命性的，是因為MOOCs的出現改變了教學中教師與學習者之間的關係，讓學生成為課堂中主導。

為了落實 iSTREAM 課程架構，課程實施時間則由學校自行規劃辦理全校性、全年級或班群學習活動的彈性學習課程。並注重 SPCM 理念的推展--以學生為中心，以問題、專題、歷程為導向，以合作學習為模式，建構翻轉教學的自主學習為模式。至於每一單元課程的具體操作，則希望以「DDiDD」的方式進行(如右圖所示)。

所謂的「DDiDD」，第一個「D」代表Design Thinking的設計型思考，設計思

考強調一定思考流程，如「定義問題→獲取靈感→創造形式」，或是「定義→調研→構思→打樣→精選→實施→總結」，或是「先有想法和意識→嘗試→理解→消化→應用」。

第二個「D」代表 Draw 畫下來。由於人類左右腦，代表不同的思考與學習方式；如果能善用左右腦進行開發，即所謂的「全腦」開發，相信更能取的成效。所以，學生在經歷設計思考之後，將過程畫成心智圖、樹狀圖、表格、流程圖、草圖……等，讓左右腦得以並用。



至於「i」代表 integrate 整合。12 年國教課綱，強調跨學科、跨領域課程，也強調物質工具與社會文化工具使用。因此，在「iSTREAM」課程實施，我們也特別強調學習領域整合、資源整合，以及學輔具整合。也因為整合是學習統整的重要核心素養，所以，特別以小寫「i」表示，也將其置於圖形的中間。

第三個「D」代表 Do 動手做，從動手中進行學習，透過有系統規劃動手做的真實學習，讓下一代擁有創新、獨立思考、動機和解決問題的能力。因此，本校「iSTREAM」課程特別強調學生必須親自動手做。

第四個「D」代表 Demo 展示。在《MIT 的魔法師和學徒們：他們在麻省理工媒體實驗室製造好奇與未來》一書介紹麻省理工學院媒體實驗室（MIT Media Lab），是個將知識變成魔法的舞台的地方。當這些魔法師的學徒，將想法、創意變成現實作品之後，必須透過「Demo or Die」方式，分享給其他人。因此，本校也嘗試這一概念，當學生完成任務的專題或設計完成的作品，必須透過口語發表、書面發表、演示、對話討論，與他人分享交流。

參、「小作家」創新課程設計

本次小作家創新課程設計主要是透過跨年段的活動設計，在低年級年段主要是以「小小插畫家」活動出發，透過結合語文、自然觀察（圖 1 所示）、生活與藝文領域課程，讓學生進行童詩創作，透過行動科技進行數位繪圖練習（圖 2 所示）。

中年級年段的活動主題為「雨的聯想」，主要是藉由宜蘭地區多雨的氣候讓



圖 1、自然觀察活動



圖 2、語文童詩創作與數位繪圖

學生進行團體創作，並結合表演藝術的方式進行創作發表（圖 31 所示），最後將作品集結成冊，並利用資訊科技進行數位繪圖（圖 4 所示）。



圖 3、雨的聯想創作發表



圖 4、創作作品數位繪圖

高年級年段主要針對國語課程「宮崎駿的想像世界」進行延伸，主要培養孩子創作的想像力與創作力（圖 5 所示），透過人物的創作讓學生體驗宮崎駿先生的創作歷程，最後結合學校數位繪圖（圖 64 所示）、數位音樂課程與 Scratch 進行數位編程，為創作人物配樂與完成動畫。

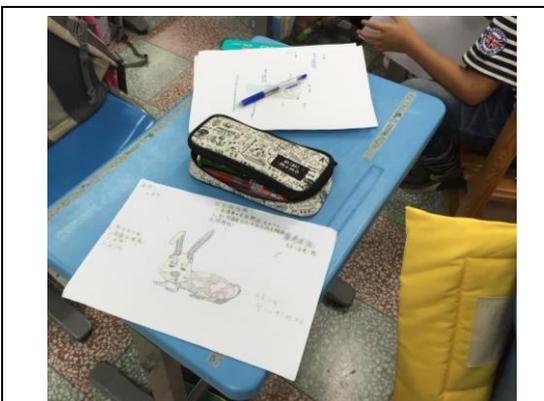


圖 3、雨的聯想創作發表

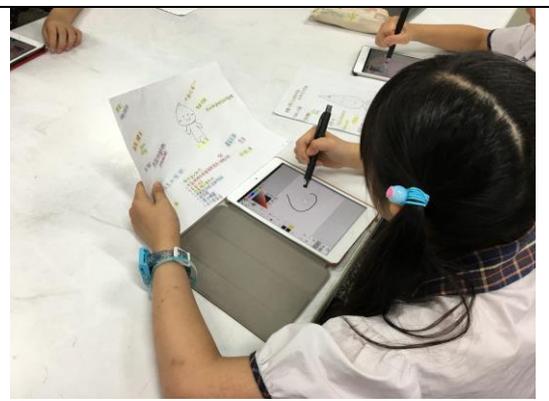


圖 4、創作作品數位繪圖

肆、結語

12 年國教即將在 108 學年度正式上路，不論是九年一貫課程，或是新課綱其核心精神就是希望學習歷程中要以「學生為學習中心」進行教學，不但需要具備相關能力，更重要的是學生要能夠實際應用這些能力，不論是解決生活問題的能力指標，或是幫助他人的素養導向。

「危機就是轉機」，在面對新課綱的同時，站在第一線的教師如何實踐 12 年國教課程總綱理念與精神，並提出具體可行之實踐模式，是教師們所面臨的挑戰之一，本次課程嘗試提供具體的教學活動讓教師能夠有所參考，讓教師們在面對新課綱能夠發揮專業智能為學生設計出生動活潑、提高成效的教學活動。

此外，除了學生需要達成「自發、互動、共好」的全新課程理念，教師們也需要達成上述三大課程理念，建立十二年國教在國小教育階段課程綱要轉化之前導學校及協作團隊。透過教師專業發展的多元模式，以提供推動新課程辦理教師增能之參考。



以環景影像(VR)探討高職汽車科職場英文成效

Using Virtual Reality to Enhance Workplace English of Auto Mechanics' Students in Vocational High School

廖彥鈞¹ 陳秀玲²

LIAO, YEN CHUN¹ CHEN, HSIU LING²

¹ 國立台灣科技大學 數位學習與教育研究所 研究生

¹ National Taiwan University of Science and Technology Graduate Institute of Digital Learning and Education Student

E-mail : 32036@cyvs.tyc.edu.tw

² 國立台灣科技大學 數位學習與教育研究所 教授

² National Taiwan University of Science and Technology Graduate Institute of Digital Learning and Education Professor

E-mail : shirley@mail.ntust.edu.tw

摘要

數位學習中的虛擬實境(Virtual Reality)應用的範圍廣泛，但由於成本過高、製作上較不易。因此本文採用成本相對較低的環景影像 VR，讓學生模擬未來職場的情境式學習。本研究利用環景影像 VR 的特性，模擬學生未來的就業職場，融入高職汽車科職場英文教學。本研究採準實驗研究法，研究對象為某私立高職汽車科學生，實驗人數為 53 人，研究目的欲了解此學習模式對高職學生學習成效影響。研究結果顯示，運用環景影像之學習方案，能有效提升學生的學習成效。此結果可提供教育現場教師及相關單位作為未來教學及相關研究之參考。

關鍵字：情境式學習、虛擬實境(virtual reality)、數位學習方案、環景影像

Abstract

Virtual Reality of digital learning is widely applied. Instead of VR with high cost and difficulty in production, this study used the low-cost panoramic image VR to let students simulate the future workplace for situational learning. With the characteristics of the panoramic image VR, this study simulated the future workplace in English class of vocational high school. This study adopted the quasi-experimental research method. Participants were 53 vocational high school students in the department of Auto Mechanics. The purpose of the study was to explore the effect of the learning modes on the learning performance. The result showed that using the panoramic image VR can improve students' workplace English learning. The findings are available to teachers and relevant units of education as a reference for future teaching and research.

Keywords : situational learning, virtual reality, digital learning, panoramic image

壹、前言

國際語言英語的重要性日益漸增，從資訊、科技、工商業乃至高等教育，英語已成為國際交流的重要溝通工具(許繼德、黃珮玲，2012)。英語在亞洲地區已成為一門課程，且英語在全球有相當的影響力(Nunan, 2012)。隨著世界國際化，國家與國家之間越來越沒有隔閡，而溝通需要語言，雖然華語是最多人口使用的語言，但英語是世界國際語言 EIL(English as an International Language) (McKay, 2018)。然而，雖然英語很重要，但許多亞洲人即使學習英語多年，在關鍵時刻卻依然「有口難言」、或無力及無法活用所學，深究其因，是缺乏良好的學習情境；情境的影響是學習英語的關鍵因素，許多專業知識無法單就文字傳授，唯有進入專業情境，親自參與才能有所收穫(Schön., 1987)。

研究者本身任教桃園市某私立高職汽車科，教學中發現汽車科學生普遍對共同科目不感興趣，尤其是英文科，推測原因是汽車科歷年來入學英文成績相較其他同樣是職業類科，整體成績低落，大部分學生入學會考成績落在『C』(C屬於低程度，A為高程度)。然而，教育部規劃的英文學科卻屬必修學分，且每週至少二堂，故大部分學生常處於程度無法跟上課程進度、以及無法了解課本教材，卻必須要學習英文的困擾處境。此外，汽車科學生特質偏好動手實作的專業科目，但卻礙於校外參觀經費考量、學校工具設備有限，故無法常常親臨就業職場或實習工廠，能親身參與的機會有限，缺少情境式教學。

新教育型態中的虛擬實境，沉浸式、互動式、情境式教育不只增加學習動機、且可滿足不同需求的學習對象 (Ott & Freina, 2015)。虛擬實境多數用來解決複雜的議題，但由於成本過高、製作上較不易，教師要理解教育科技產品，並適度運用到教學上，對教師教學而言是相當大的挑戰(吳清山，2013)。因此本研究採用成本相對較低且對教師而言製作較易、介面操作簡單的環景影像 VR，讓學生在真實情境下學習，並利用軟體的功能特色增加學習的互動，促進學生自主學習。

貳、文獻探討

一、 虛擬實境對英語學習成效之影響

在教育領域上，國外學者於研究中指出利用頭戴式顯示器，在虛擬實境裡學習，學生在課堂上出席率會較傳統教學來得高(Mayer & Moreno, 2002)，顯示虛擬實境可以增進學習動機。陳曉瑩(2017)研究虛擬實境 4D 情境式學習對高中生英文學習之影響，研究結果發現，經由虛擬實境 4D 情境式學習的歷程，對學習者在英文學習動機及學習成效上有所助益。顯示虛擬實境不論國內外，可以增進學習動機。

傳統的 VR 價格昂貴、製作不易、且缺少便利性、真實性；而 VR 中的『360 度環景影像』較傳統 VR 成本低、體積小，容易攜帶也容易組裝(Matzen, Cohen,

Evans, Kopf., & Szeliski., 2017), 且具有可以即時(real-time)呈現的功能。此外, 360 度環景影像, 後製也不需要電腦先備知識的基礎, 可以減少教學現場老師的負擔, 且可以提供真實的場景(Rhee, Petikam, Allen, & Chalmers, 2017)。Pieterse、Huurman 和 Hierck 等人(2018)應用 360 度環景影像 VR 在醫學教育腎臟移植學習上, 研究中提到 360 度環景影像應用於很多不同的醫學課程中且對於醫學教育非常有價值, 甚至比起一般傳統的錄影, 環景影像可使觀看者就如同處於 3D 空間, 給予身歷其境的體驗; 研究中醫學系學生除了感覺 real-life 在手術室, 也感覺透過環景影像學習較有信心改善學習成效。

綜合上述 360 度環景影像製作教材便利, 且場景真實性更優於傳統的 VR, 但目前 360 度環景影像應用於語言學習並不多見, 尤其是工科學習語言上, 故是值得深入研究的議題, 因此, 本研究選擇利用環景影像融入汽車科英語教學中作為研究議題。

二、 情境式教學法在教育上的應用

情境式學習強調學習必須在真實的活動(Authentic Activity)中進行, 學生藉著與實際情境互動過程以理解知識, 並建立完整的知識系統(McLellan, 1996), 故可得知學習者與真實情境互動的重要。而本研究的環景影像能提供真實影像讓學習者從互動、探索學習, 增進對知識的理解, 建立其完善的知識系統、更取代學習者實際校外教學產生的潛在危險。

情境應用於英語學習方面, 陳淑鈴(2015)研究以行動裝置融入學習系統來幫助小學生在情境中練習和增進他們的英語技能, 研究發現實驗組學生認為在情境中寫作的活動很有趣, 情境學習不但能激發學生寫出更多句子, 且在寫作過程中更傾向於持續維持較高的學習興趣。區國良、蕭顯勝、曾郁庭及陳仁澤(2017) 探討『情境感知教學』與『傳統網頁教學』之「Facebook 社群網路英文字彙學習系統」對學習者學習成就、學習保留及學習動機的影響。結果發現, 「情境感知教學」之實驗組在學習動機表現, 顯著高於對照組, 顯示透過情境認知的方式學習, 有助於提升學習者的學習動機。

綜合上述不同學者研究情境式學習應用的實證研究結果發現, 情境式學習運用在教育上多具有正向助益, 因此, 本研究利用環景影像營造情境式學習, 期望提升學生學習成效。

參、 研究實施與設計

一、 研究對象

本研究以研究者所任教學校三年級汽車科某班為受試對象, 參與此教學實驗的學生平均年齡約為 17 歲, 學生背景大都為不愛讀書, 學習動機低落, 尤其多數學生對於共同科目國、英、數更毫無興趣, 所以才選擇進入高職就讀。

二、 研究流程

研究流程圖如圖 3-1 所示，分 3 個階段，本實驗時間為 106 學年度第二學期，分別為第一階段進行前測一週時間、第二階段教學過程採不同的數位教學方案計三週時間、第三階段後測為期一週時間，實驗進行總共五週時間。

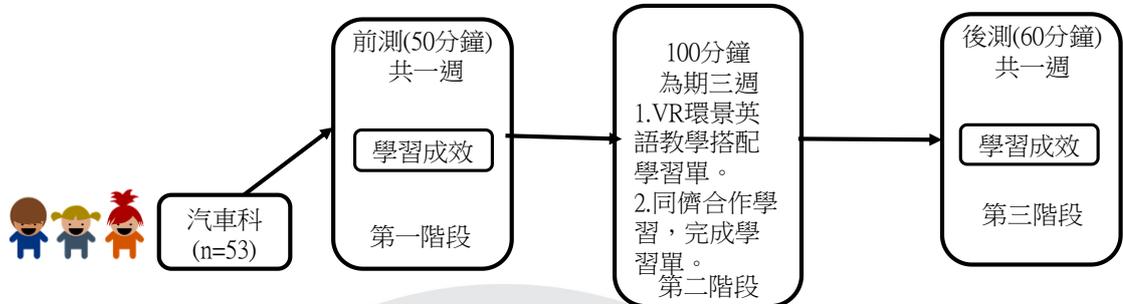


圖 3-1 研究流程圖

三、 研究工具

(一)教學工具

本研究採香港中文大學所開發的 EduVenture 編輯器，以下針對環景影像(VR)方案中所使用的軟體介面進行說明：

1. 電腦連上 EduVenture 後，登入帳號、密碼進入編輯器；
2. 訂定 VR 題目後進入編輯畫面；
3. 在畫面上方藍色部分插入相關影片或畫面(如圖 3-2 所示)；
4. 下方時間軸可以加入單字、對話、插入聽力檔...等(如圖 3-3 所示)；
5. 可以透過軟體任意門功能連接到下一個主題；
6. 可以適時加入測驗題，評量學生，並設定正確答案標示成藍色。

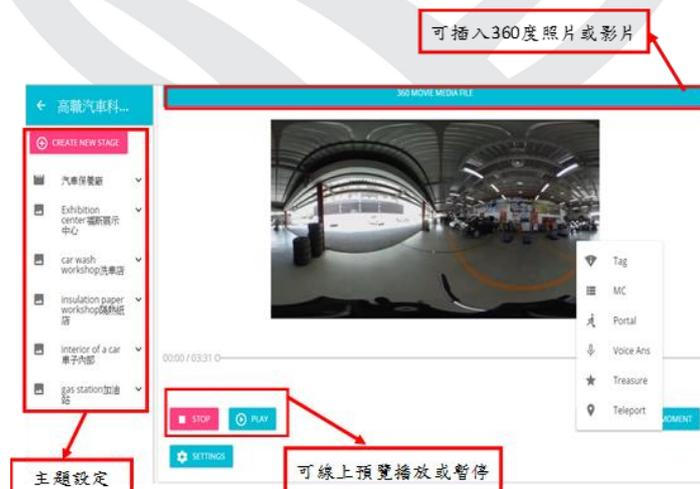


圖 3-2 插入相關影片或畫面

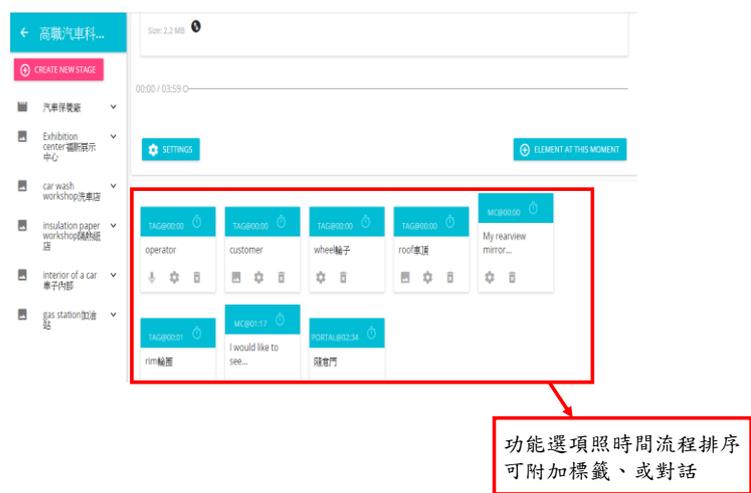


圖 3-3 時間軸

(二)測量工具

英語學習成效前、後測驗卷為本研究之測量工具。英語學習成就乃學習者對英語學習內容的精熟程度，在學習的過程經由量化數值代表學習能力。本研究測驗卷由研究者與擁有 10 年以上英語教學實務經驗之教學者共同研究討論，並參考教育部訂定之核心素養標準以及針對高職生的商業教育英文檢定標準，製做『英語學習成就測驗前測』、『英語學習成就測驗後測』。

肆、結果與討論

一、結果

為了解學生是否會因為採用『VR 環景影像數位學習模式』，而產生顯著的學習成效提升，本研究以成對樣本 t 檢定分析實驗前測(M=31.74, SD=18.59)與後測(M=40.00, SD=15.94)之差異如表 4-1，結果顯示學生在學習後，其學習成績有顯著進步($t=-6.873, p=0.000 < .05$)。

表 4-1 成對樣本 t 檢定結果

	人數	平均數	標準差	<i>t</i>	<i>p</i>
前測成績	53	31.74	18.59	-6.873	0.000
後測成績	53	40.00	15.94		

二、討論

本研究探討使用 VR 環景影像的數位學習模式對學生學習成效的影響，整體而言，學生後測平均分數高於前測平均分數，且達顯著差異，所以 VR 環境影像

能有效提升高職學生學習成效。陳曉瑩(2017) 的研究發現虛擬實境 4D 情境式學習的歷程，對學習者在英文學習動機及學習成效上有所助益；本研究之結果與過往的研究一致，虛擬實境營造的情境式學習確能有助於學習成效。相關研究文獻(紀新萍與蕭明珠，2010；吳婷婷與黃悅民，2011；張承憲、許為翔與陳宗禧，2011；洪玉堂與姚秀瑜，2018)亦指出學習者與真實環境產生互動關聯，可提升學習成效。

伍、未來展望

本研究透過 VR 數位學習模式進行英語科學習，替代傳統教學，學生可以利用軟體控制學習的速度，符合教育方針希望中等教育落實「差異化教學」、「多元評量」、「有效教學」的目標。建議後續的研究者可以針對不同領域科目，例如『汽車修護』等需要實做的檢定課程，或呈現真實場景更有助學習的『地理科』等科目，導入此數位學習策略。

參考文獻

一、中文部分

- 吳清山 (2013)。教育發展議題研究(初版)。臺北市：高等教育出版社。
- 吳婷婷、黃悅民 (2011) 基於學習歷程分析之個人化英語閱讀引導策略與應用。
數位學習科技期刊，3(3)，57-75。
- 洪玉堂、姚秀瑜 (2018)。以網路主題探究與危機處理高峰會遊戲探討軍事英語學習成效。**數位學習科技期刊**，10(3)，49-76。
- 紀新萍、蕭明珠 (2010)。透過「情境式的表演活動」提升法文中「未完成過去時」及「複合過去時」之教學成效。**歐洲語文學報**，3。
- 區國良、蕭顯勝、曾郁庭、陳仁澤 (2017)。情境感知 Facebook 社群網路英文字彙學習系統對學習成效影響之研究。**數位學習科技期刊**，9(1)，33-69。
- 張承憲、許為翔、陳宗禧(2011)。情境式 WebQuest 應用於國小環境教育之研究。
數位學習科技期刊，3(3)，77-94。
- 許繼德、黃珮玲 (2012)。資訊融入英語合作學習與補救教學模式之行動研究。論文發表於 2012 提升補救教學成效之理論與實務研討論壇，國立台南大學。
- 陳淑鈴 (2015)。運用行動裝置促進小學生的英語情境學習。國立中央大學博士論文，未出版，桃園市。
- 陳曉瑩 (2017)。虛擬實境 4D 情境式學習對高中生英文學習之影響。淡江大學教育科技學系碩士在職專班學位論文，未出版，新北市。

二、英文部分

- Matzen, K., Cohen, M. F., Evans, B., Kopf, J., & Szeliski, R. (2017). Low-cost 360 stereo photography and video capture. *ACM Transactions on Graphics*, 36(4), 1-12.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-97.
- McKay, S. L. (2018). English As an International Language: What It Is and What It Means For Pedagogy. *Sage Journals*, 49 (1), 9-23.
- McLellan, H. (1996). *Situated Learning Perspectives*. Englewood Cliffs, N.J.: Educational Technology Publications
- Nunan, D. (2012). The impact of English as a global language on educational policies and practices in the Asia-Pacific Region. *Tesol*, 37(4), 589-613.
- Ott, M., & Freina, L. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *Conference proceedings of »eLearning and Software for Education*, 1, 133-141.
- Pieterse, A. D., Hurman, V. A. L., Hierck, B. P., & Reinders, M. E. J. (2018). Introducing the innovative technique of 360° virtual reality in kidney transplant education. *Transplant Immunology*, 49, 5-6.
- Rhee, T., Petikam, L., Allen, B., & Chalmers, A. (2017). MR360: mixed reality rendering for 360 degrees panoramic videos. *Visualization and Computer Graphics*, 23(4), 1302-1311.
- Schön, D. (1987). *Educating the Reflective Practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.

虛擬實境應用於生活科技教學之探討

Discussion on the Application of Virtual Reality in Technology Teaching

張玉山¹ 李易庭²

CHANG, YU SHAN¹ LEE, I TING²

¹ 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展研究所 教授

¹ National Taiwan Normal University of Department of Technology Application and Human Resource Development Student

E-mail : sam168@ntnu.edu.tw

² 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展研究所 研究生

² National Taiwan Normal University of Department of Technology Application and Human Resource Development Professor

E-mail : s3325231@gmail.com

摘要

隨著科技的快速發展，虛擬現實（VR）逐漸在生活科技課程教學中發揮著重要作用。近年來，台灣為 1-12 年級制定了新的科技課程標準。生活科技課程的基本概念是培養學生的工作能力和使用科技產品，台灣的生活科技課程內容包括以下四個學習內容項目：（1）技術性質；（2）創意設計（3）製造技術的含義；（4）技術與社會。因此，本文重點研究如何將虛擬現實技術應用於生活科技教學，以提高過去的生活科技教學水平，促進學生的科技素養。結論如下：（1）VR 是一種綜合的課程學習方法；（2）VR 應適用於教學課程，重點是遊戲與學習之間的平衡；（3）有效利用 VR 的特點，幫助學生學習結構設計的抽象概念。因此，建議如下：（1）虛擬現實課程的應用應側重於任務設計。設定明確的目標，讓學生有更大的創造自由。（2）VR 可以在模型，建築和工程三個方面應用於生活科技的教學，可以彌補課程的製作難度。（3）教師可以通過虛擬現實建立教學模式或虛擬教室，讓學生在空間中想像更多。

關鍵字：生活科技、虛擬實境、新興科技應用於課程

Abstract

With the enormous development in the field of technology, Virtual Reality (VR) are gradually playing an important role in the teaching of technology curriculum. Recently, Taiwan has developed new Technology Curriculum Standards for grades 1-12. The basic concept of technology curriculum is developing students' ability to do things and to use technology products, Taiwan's technology curriculum content

includes the following four learning content items: (1) the nature of technology; (2) creative design (3) the meaning of manufacturing technology; (4) technology and society. Accordingly, This paper focuses on how to apply virtual reality to technology teaching in order to improve the teaching of technology in the past and promote students technological literacy. The conclusions are as follows: (1) VR is an integrated learning approach to the curriculum; (2) VR should be applied to the teaching curriculum with emphasis on the balance between play and learning; (3) effectively utilizing the characteristics of VR to help students learn abstract concepts of structural design. Thus, the recommendations are as follow: (1) the application of virtual reality curriculum should focus on task design. Set clear goals and give students greater freedom of creativity. (2) VR can be applied to the teaching of life science and technology in three aspects: model, architecture and engineering, which can make up for the difficulties in making the course. (3) Teachers can build teaching models or virtual classrooms through VR, so that students can imagine more in space.

Keywords : Technology Education, virtual reality, emerging technology applied to courses

壹、前言

科技提供我們更彈性的學習方式，從傳統的面對面的學習方式，到後來能在電腦、電視上觀看擁有教學內容之光碟、錄影帶，以及能透過在電腦或是移動裝置上的數位學習(e-Learning)平台，教育的形態正隨著科技的發展趨向人性化、多元化，但在遠距離學習上(Distance learning)，還不足以能代替某些具有實際操作意義之課程。

學習的工具的好壞將會提升學習學習效率，基於這個原由，學生應該有別於往，使用更成熟的學習工具。在這虛擬實境技術是這之中最新的和突出的輔助工具(Nilgun Tosun., 2018)，近年虛擬實境(Virtual reality)技術興起，目前虛擬實境技術已常應用於軍事訓練、醫學、工程等教育訓練中，再者，從中可進一步發現虛擬實境大多應用在較難以理解的抽象知識與需要進行實作課程的學科，主要是因為虛擬實境具備三大特性：融入感(Immersion)、互動性(Interaction)及想像力(Imagination)(Burdea & Coiffet, 2003)，當我們善用這些特性來發展課程時，將可能克服以往結構教學上的困難。

生活科技所強調的就是「做」和製作的設計過程(Buntting, & de Vries, 2013)，而虛擬實境技術的三大特性，在這屬於偏重實作的課程中有著無違和的

關係，因此本文將討論虛擬實技術應用於生活科技教學中的優點與限制。

貳、 虛擬實境與生活科技教學之特性

一、 虛擬實境

虛擬實境指在於利用電腦技術模擬出一個立體、高擬真的 3D 空間，當使用者穿戴特殊顯示裝置，會產生好像處在如同現實中的錯覺。在這空間中，操作者可以藉由控制器在這虛擬的環境下穿梭或互動。陳賜賢(2016)將虛擬實境種類分為四種：

(一) 融入式虛擬實境(Immersion VR)

在使用者所處虛擬環境中，利用感官模擬輸出裝置，讓使用者完全融入三度空間虛擬世界。

(二) 桌上型虛擬實境(Desktop VR)

使用一班多媒體電腦與虛擬實境軟體，並搭配鍵盤、滑鼠等設備即可進行操作。

(三) 模擬器式虛擬實境(Simulator VR)

必須能夠真實模擬實際環境，並完整的模擬特定操作介面與設備，像是手術訓練、飛行訓練、射擊訓練、作戰訓練等。

(四) 投影式虛擬實境(Projection VR)

使用投影機將虛擬影像投射到螢幕上，使用者可以透過配戴 3D 眼鏡體驗三度空間虛擬世界。

二、 生活科技教學

生活科技有很大部分重點在於實作活動，而在科技實作活動的相關研究中，透過做中學 (learning by doing) 的策略來整合理論與實作，常是教學者與研究者強調的重點，Dewey 所提出的經驗模式理論便是如此 (游光昭、林坤誼、洪國峰，2011)。游光昭、林坤誼和洪國峰 (2010) 曾從思考與實作的觀點來檢視國中生在科技活動中的學習表現，就發現國中生在科技實作活動中的思考表現多優於實作的表現，而實作表現不佳的原因則在學生的操作技能普遍不佳。

缺乏練習為導致操作技能不佳的原因之一，以教學現場回饋得知，工具和材料在教學上都有不足的情況，那假如能使用虛擬實境輔助教學，不僅能解決工具不足以及避免耗材的情況。

依照美國科技素養標準，有七點被認為值得在學校中教授的課題：醫療技術，農業及相關生物技術，能源與電力，信息與通信，交通運輸，製造業和工業。而往下細分發展的課程可由各個授課者去調配，例如：遊戲中運用、傳播製作、工程應用、生物技術、機器人……等，有很多元化的發展，這其中都應包

含了學生的設計和解決開放式問題的過程(Thomas R. Loveland, Ph.D., DTE, & Tyler S. Love, Ph.D., 2017)。

然而在有限的經費和體制下，如何在一堂課中給學生這麼多的資源和發展空間，假如是傳統教學在備料方面就幾乎不可能做到，但如果在使用虛擬實境技術來輔教學，學生能透過虛擬教室去取得無限的資源，這應用將不會侷限學生的思想，可以對他們整合和思考能力很大的提升。

參、 虛擬實境應用於生活科技教學之策略

一、 導入時機

(一) 學習前的預習與引起動機

學習者可以透過教師所建置的虛擬教室進行教學內容的預習，除了針對學習教材行觀賞外，更可以透過討論和分享的機制，使在教學現場有更深刻的感受。學習者對於教學內容先行熟悉，能讓教師節省示範和講解的時間，讓學習者充分操作練習，並有更多的時間和精力協助與保護學習者。

(二) 學習後追蹤與評量

虛擬實境可以結合資料庫產生互動的效果，我們可以加以運用來記錄學習者的學習路徑與歷程，教師可將學習者在操作過程中的回饋和記錄從資料庫中擷取出來，用作評量學習成效以及後續的追蹤，也可用作為發展教材的參考回饋。

二、 適用於生活科技教學的虛擬實境技術

虛擬實境是一個日益增長的技術，通過電腦生成的動畫將視覺和聲音通過調整來展現仿現實的生活。虛擬實境可以用於不同的硬體上，例如：電腦、平板、手機……等。虛擬實境技術也可以透過可穿戴式的設備使用，例如：眼鏡和頭盔。最近的優勢為可移動式的設備，使用者可以隨身攜帶虛擬實境設備。具體來說，這意味著虛擬實境所需要用到的硬體設備是隨時隨地都要能使用的。因此目前都著重開發於可攜帶式硬體的開發(Nilgun Tosun, 2018)。

融入式和模擬器式在使用上較有身歷其境的感覺，但由於價格較昂貴，使得在大型教室環境中較不適合使用。相較低成本的桌上型，其發展在學校環境中已經是可行的。至於投影式在使用上可以多個虛擬實境使用者起觀看，將其中投影到大螢幕，基於投影式易與其他學習者進行協作查看和交互，以及具有相對低成本的優勢，因此較推薦在課堂中輔助使用。

肆、 使用虛擬實境於生活科技教學的優點與限制

一、使用虛擬實境於教學的優點

使用虛擬實境於教學中，對當前教育影響最大的學習方法是讓學生在面臨真實的情況，學生們必須使用所學的理论知識來解決問題，提高學生解決問題的能力(Manuel Fernandez,2017)，此外，虛擬實境因為增加了一些現實中做不了的事，而完全抓住了學生的注意力同時也提升了參與率，因為這過程是令人興奮的和具有挑戰性的互動(Jorge Martin-Gutierrez,2017)，更重要的是，在學生使用虛擬實境體驗的過程，有助於建構主義的發展。總而言之，關於使用虛擬實境的優勢有三個方面：

(一) 想像力的提升

想像力的表達跟形成是在生活科技教育中是相當重要的事情，虛擬實境能夠透過前所未有的方式來塑造資訊與環境，跳脫以往的傳統式教學，老師講課，學生單方面接收。

(二) 安全、省成本

虛擬實境跟教育結合的話，可以去彌補傳統教育成本過高(較高單價的材料)、危險過大(機床、機具展示)，以及抽象、很難表現的東西。也可以利用虛擬實境來降低教育及訓練成本。

(三) 無空間限制

在虛擬實境下能以百分百 3D 模型方式建立擬真的實體教學教具物件，也可構出一個虛擬的空間場景，且無空間上使用或操作人數的限制。

二、使用虛擬實境在教學上的限制

雖然現在新一代的孩子們活在這充滿科技產品的世界，但不一定意味著他們能適應且勝任這個虛擬實境技術。關於虛擬實境在教學上的限制有三個面向：

(一) 整合困難

虛擬實境技術進入教室後，是否會造成與傳統學習環境的整合困難？如何在現實中的教學與虛擬實境技術融入教學取得一個平衡，對教師來說是很大的考驗。

(二) 發展有限制

考量到現場使用便利性以及較經濟的方法，大多教師選擇以手機或平板的虛擬實境方式，而要在限制的設備下去發展不同和創新的虛擬實境輔助教學教材，對開發者是需要考量的地方。

(三) 接受度待考驗

虛擬實境技術雖然已經是一股潮流，但還是有學校不買帳，且對於教師來說也不一定都能接受，一個創新的概念要和傳統來取的一個平衡的接受點，也是目前眾所期待的成果。

目前虛擬實境技術和應用在裝備成本，使用體驗（例如眩暈感、清晰度不高），以及內容製作及普及度上，仍有不少問題挑戰，這也是造產業界需大力克

服的。

伍、結論

虛擬實境現今仍然是個新的領域，應用於教育領域還有著無限的可能，通過虛擬實境廣泛的互動資源，學生和老師可以共同享受這種變革式的體驗。但我們最期待的遠遠超越如此，假如能透過虛擬實境同時連線，那在虛擬教室裡可能會有來自世界各的的學生，一起討論一起學習，關於這部分還有很多成長的空間。對於虛擬實境是否能在生活科技教育中激起一股浪花，是我們共所期待的。

參考文獻

一、中文部分

- 游光昭、林坤誼、洪國峰 (2010)。從反思與實踐看國中生在科技實作活動中的學習歷程表現。《課程與教學季刊》，13(3)，219-250。
- 游光昭、林坤誼、洪國峰 (2011)。操作技能對思考與實作表現影響之研究。《課程與教學季刊》，14 (4)，161-186。
- 陳賜賢 (2016)。智慧科技剖析與應用產品發展趨勢—虛擬實境、感測器、人工智慧、智慧製造。財團法人資訊工業策進會產業情報研究所。

二、英文部分

- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). Virtual reality technology (2nd ed., Vol. 1). New Jersey, NJ: John Wiley & Sons.
- Jorge Martin-Gutierrez., Antonio González-Marrero., Beatriz Añorbe., & Carlos Efrén Mora. (2017). Virtual Technologies Trends in Education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2),469-486.
- Suggested Citation: Fernandez, M. (2017). Augmented virtual reality: How to improve education systems. *Higher Learning Research Communications*, 7(1), 1-15
- Thomas R. Loveland, Ph.D., DTE, & Tyler S. Love, Ph.D., (2017). Technological literacy: the proper focus to educate all students. *Technology and Engineering Teacher*, 76(4),13-17.
- Jones, A., Buntting, C., & de Vries, M. J. (2013). The developing field of technology education: A review to look forward. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(2), 191-212.
- Nilgun Tosun. (2018). *Augmented Reality Implementations, Requirements, and Limitations, and growth* [Virtual and Augmented Reality: Concepts,

Methodologies, Tools, and Applications (3 Volumes)]. doi: 10.4018/978-1-5225-5469-1.ch048

Mikropoulos, T. A. & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: a ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56, 769–780.

附錄



讓科技融入課堂，讓閱讀始於悅讀

——以中國大陸小學語文課堂為例

Let Technology Be Incorporated Into the Classroom, and Let Reading

Begin with Happy Reading

--- Taking Chinese Classes in Primary Schools in Mainland China As
an Example

國立政治大學 王 鑫

National Chengchi University Wang,xin

摘 要

近些年來，關於「核心素養」的研究與評鑑，日益升溫。從素質教育到「核心素養」僅一字之差，卻有著截然不同的含義。「養」字有教育，訓練之意，體現了長期的培養。本研究為在「核心素養」的教育模式引領下，以中國大陸小學語文《秋天》一課在融入現代化科技設施，如電子白板、投影等設備後的教學實踐為例，進行案例研究。探討科技融入低年級語文課堂對小學閱讀教學推進和學生「素養」提升不可或缺的地位和重要影響。

Abstract

In recent years, the research and evaluation of "key competence" has been increasing. From quality education to "key competence" is only a word difference, but it has a completely different meaning. The word "cultivation" has the meaning of education and training, which reflects long-term cultivation. Under the guidance of the "key competence" education model, this study takes the teaching practice of Chinese "Autumn" in primary schools in mainland China as an example after integrating modern scientific and technological facilities, such as electronic whiteboard, projection and other equipment. This paper explores the indispensable position and important influence of the integration of science and technology into the lower grade Chinese classroom on the promotion of primary school reading teaching and the improvement of students' literacy.

關鍵字：核心素養 科技教學 個案研究

Key words: key competence Technology Teaching case study

一、「核心素養」引領課程改革

1. 核心素養的意涵和推進

隨著中國大陸教育部《關於全面深化課程改革落實立德樹人根本任務的意見》在14年的正式頒佈，「核心素養」成為了引領課程改革的導向，成為了尋求學生發展的重點。我們必須承認，「核心素養」這一概念是社會發展的產物，它緊密結合了當前這個飛速發展的社會趨勢對人才需求和要求。中國大陸順應這種發展趨勢積極提出學生覈心素養的發展，適應社會發展與時代需求。其次，覈心素養的提出符合學生全面發展和終身發展的需求。全面發展和終身發展適應時代要求，是國內外教育發展的重要要求。最後，覈心素養的培養有利於提高人們道德生活品質和生活質量。（劉芬，2018）可見，「核心素養」不僅包含學生在校內的學習要求和求職時的職業需求，更是囊括了精神文化素養，這使得每個人從踏入學校開始即在展開內外兼修的教育。

但「核心素養」這一觀念並不是「一家之言」。同年臺灣提出實施十二年公民基本教育，並公佈了《十二年公民基本教育課程綱要總綱》，同樣以「核心素養」作為十二年公民基本教育課程核心，引領十二年公民基本教育學校課程變革。另外，向前追溯，經濟合作與發展組織（OECD），與瑞士聯邦統計局（Swiss Federal Statistical Office, SFSO），和美國教育部教育統計中心（National Center for Education Statistics, NCES）於1997年末合作啟動了覈心素養框架項目，即“素養界定與選擇：理論與概念基礎”（Definition and Selection of Competences: Theoretical and Conceptual Foundations），簡稱「迪斯可」計畫（DeSeCo）。歐盟也曾在借鑒此計畫的同時提粗了自己對「素養」的界定：「素養是適用於特定情境的知識、技能和態度的綜合」。（Gordon&Jean, 2009）綜上所述，不難發現在全球化的社會背景下，「核心素養」已成為舉目關注的熱門議題並成為了未來教育、課程的焦點，特別是在基礎教育培養過程中更是不可小覷。

「素養」的建立不僅是自上而下的理論和政策引導，基於基于核心素養改善教材编写結構、改善教學方式。（薑宇、辛濤、劉霞、林崇德，2016）更重要的是自下而上的推進課程改革。傳統的教學模式不足以讓學生在學校教學中提升素養，進行課程改革需更深入研究如何將國民教育素養的課程目標，轉化為更具體的年段目標，說明各學習階段應該學習的知識、能力與情意態度價值，透過課程規劃、設計、實施與評價加以實踐，以培育符合現代國民與世界公民的下一代，提升整體國民基本素養。（陳伯璋，2010）總而言之，「素養」是課程改革的DNA。（蔡清田，2011）

2. 素養導向的教學特質

然而，在實際教學中，一名老師需要面對多名甚至數十名孩童，那麼如何有效的進行知識的輸入和輸出，做到真正的因材施教，實現「素養」教育呢？傳統的一對多課堂，學生使用著同樣的課程資料，同樣的聆聽老師的講述，但卻因為「素養」的不同，導致某些學生的知識產出並不理想，從而產生學習差異。隨著科技發展和社會進步，教育應該是個性（personalization）、差异化（differentiation）的。除了要有面向整體的普及教育之外，更要有針對學生個體差異的因人施教。隨著時代的發展，教學系統和設備的組成也發生了巨大的改變。從玻璃幻燈片，到ppt再到電子白板，教學工具產生著日新月異的變化。微課、電子互動系統應運而生。使用科技教學尤其是使用當下發展速度極快、科技日漸成熟的人工智慧科技來自動推送「一對一教學」，針對不同學生的特點實現「精準教育」（precision education）將是未來教育的新模式（紅網，2017）。

那麼，具體到我們語文學科，如何讓每一名學生在語文課堂上，實現自然而完整的成長，實現「素養」教育呢？不同于以往的授課模式，教師必須放下習慣的教師中心直接教學法，而要多運用高層次提問印出學生的論據、鼓勵同僚說理分享，以及藉由合作學習促進課堂參與。（何縉琪，2017）基於核心素養導向的小學語文教學應立足情感，鼓勵學生對教學知識的交流討論，增強學生自信心，採用開放的課堂模式進行教學（許敏玲，2017）從生活實際引導學生進行語文知識的積累，在教學過程中培養學生的語感。（陳璐，2018）圍繞語言建構與運用、思維發展與提升、審美鑒賞與創造何文化理解與傳遞展開教學。（張亞、楊道宇，2016）另外，課堂內進行STEM課程理念的融入，即將科學(Science)、技術(Technology)、工程(Engineering)和數學(Mathematics)進行跨學科式整合。它強調通過課程的逐步展開，發展學生STEM素養，這並不是幾大素養的簡單組合，而是以融合的形式發展成探究真實世界的綜合能力。（董澤華，2016）

換句話來說，基於素養導向的小學語文教學要求教師在把握語文學科本質為前提的基礎上，打破傳統分科教學的束縛，進行跨學科融合，巧妙利用現實生活中的語文資源和學生已有生活經驗，在課堂上恰當的融入科技手段，進而引導學生在最為接近真實生活的學習情境中，將學到的知識，積累的語言，用於實踐，提升素養。

二、「科技創新」提高課堂實效

筆者以中國大陸部編版一年級上冊《秋天》一課的教學設計和實錄為例，探討科技融入課堂如何有效建立低年級學生閱讀素養。教師在此課程後的說課中表示「為了幫助學生讀好課文，感受秋天，積累閱讀素養，在教學中，設計多種活動打破學科壁

壘，利用科技手段努力實現多學科融合，借形象直觀的教學手段，助力學生在閱讀中體驗‘悅讀’。」

在使用傳統教學方式帶領學生發現秋天來臨時，天氣和樹葉發生的變化。然而，究竟什麼叫「一片片」，學生由於年紀小，欠缺生活經驗似乎只能意會，不好言傳。於是，為了貼合學生的年齡特點，讓學生提高課堂參與感。教師利用科技教室內的多媒體呈現出相關的動態視頻，進行影像的暫停、慢動作分解，讓學生上臺前拿著小教鞭實實在在的一片一片葉子數一數，點一點。在初步理解詞義後，將這個重點詞語的感受和歌曲《秋天》的演唱相結合。讓孩子們將自己的手掌想像成五角的楓葉，用生動的語言結合教學科技帶來的影像共同引領學生想像畫面。教師「快張開你的小手掌看一看，多像五角的楓葉啊！可愛的小葉子們，你們在哪兒呢？」「小葉子們（學生）」爭先恐後地晃起手掌，於是，借由教師的順勢引導，「這兒有一片，這兒還有一片，這麼多片葉子在一起，就是……」「一片片葉子！」學生們脫口而出。這樣一來，原本十分抽象的詞語，就在學生的肢體動作中形象化了。讓簡單的科技走進課堂，使得原本的教學難點迎刃而解，更是讓學生們享受課堂。音樂響起，學生們唱著，跳著，呼喚著秋天，擁抱著秋天，語言的積累，活色生香，搖曳生姿。

在學習第2自然段時，為了迎合「素養」導向，讓學生不局限於本課書本上的內容，實現「一課多得」，啟發學生的「科學」意識。教師以任務驅動，進行小組合作共同與大雁對話，向大雁提出自己心中的疑問，很多學生都想知道大雁在南飛的時候，為什麼「一會兒排成個‘人’字，一會兒排成個‘一’字？」針對這一科學性較強的知識，教師選用了微課播放的管道。短短的幾分鐘微課，幫助學生更為直觀的瞭解了大雁飛行的奧秘。課後，學生A在談論收穫時提到「我明白了大雁之所以‘一會兒’這樣飛，‘一會兒’那樣飛，不斷交替，是為了讓領頭的大雁節省體力」。這一以往需要一整節科學課才能講明白的科學道理，學生在形象化的視頻引導下，在對領頭雁的關心中，自然而然的掌握了，並讀好了長句的停頓。在課程尾聲，教師利用電子白板等設備，推送課外閱讀，學生兩兩合作自主選擇材料並進行拓展。之後，進行學生作品的投影，讓不同學生分享對秋天的感知。「秋天的果子都熟了（學生B畫作）」「霜葉紅於二月花（學生C詩歌）」……

三、結論及建議

閱讀是貫穿每個人一生的汲取知識了解週遭世界的不二法門，但同時也是學生學業生涯中的重點、難點。教師為了利用有限的課堂時間培養學生的閱讀興趣絞盡腦汁。那麼，讓學生從剛入學便養成閱讀的好習慣是每個老師和家長的期望。本文針對中國大陸的課例探討低年級學生在語文課堂中如何開展閱讀教學培養閱讀素養。

1. 學科整合促課文內容理解

針對低年級學生尤其是剛入學的一年級新生來說，40分鐘的課程相對較長，注意力無法持續集中。大部分授課教師會進行遊戲的環節調動學生的積極性。但小學課堂不同於幼稚園，課上的每分每秒都彌足珍貴。老師表示本班學生活潑好動，非常喜歡音樂、體育這樣可以大展拳腳的課程。在課例中，老師立足教學目標，把握學生學情，拓展教學內容，大膽進行學科整合。利用相關主題的音樂演唱開展活動，在肢體律動的過程中加以引導，不僅集中了學生的注意力，調動了學習的積極性，更是在不知不覺幫助學生進行了詞語的理解。學生在課後也會繼續哼唱歌曲，表示很樂於參與這樣的活動。除此之外，老師針對教材內可深入探索的科學性知識，沒有因為課堂時間有限而選擇規避，而是利用小組討論、「微課」講解的形式將科學學科融入到課堂，延展學生的學習力，提升綜合素養。

2. 科技融入利閱讀素養提升

教師在課堂上使用多種科技手段，將需要學習的知識、閱讀的內容、理解的詞語通過各種科技設備進行輸入和輸出的轉化，拉近了學生與知識間的距離，夯實了學生與老師間得關係，促進了學生之間的互動。因受限於學生的年紀和操作能力，雖然本課例使用的設備還不夠新穎，但亦能從學生的課堂參與程度和課後反饋中體現出「秋天」一課帶來的秋趣。科技的運用，素養導向的教學設計讓學生學習生涯中接觸的第一篇課文學習不同於傳統的「朗讀—理解—個別讀—齊讀」循環的單調、枯燥的模式，使閱讀充滿樂趣，它像一盞明燈指引了教師的閱讀教學之路，像一把鑰匙開啟了學生的悅讀之門。

相信通過以上案例的研究，可以發現針對低年級語文教學中的閱讀教學，若能將科技融於課堂，進行以素養為導向的教學設計，可以更好的立足學生需求。進行學科綜合，拓展學生學習空間，不僅可以讓語文融於生活，讓閱讀始於悅讀，更是可以提升低年級學生的素養建立。

中文參考文獻：

- 劉芬 (2018) 。走向覈心素養的學校課程改革路徑探析。教學與管理 (理論版) 。 (12) 。
- 紅網 (2017) 。人工智慧系統下的精準教育。取 <https://read01.com/5ajN3B.html>。
- 許敏玲 (2017) 。基於覈心素養導向的小學語文教學策略研究。新課程 (19) , 23-23 。
- 陳璐 (2018) 。基於覈心素養導向的小學語文教學措施.知識窗 (教師版) 。 (2) 。
- 何縉琪 (2017) 。素養導向教學的設計與評量：以東部一所小學為例。臺灣教育評論月刊, 6 (3) , 15-19 。
- 張亞、楊道宇 (2016) 。基於覈心素養導向的小學語文教學.教育探索 (10) , 21-24 。
- 蔡清田(2011) 。素養：課程改革的DNA。臺北市：高等教育。
- 陳伯璋.(2010) 。臺灣國民核心素養與中小學課程發展之關係。Journal of Curriculum Studies, 5(2), 1-25.
- 董宇、辛濤、劉霞、林崇德 (2016) 。基於覈心素養的教育改革實踐途徑與策略。中國教育學刊, 6, 29-32 。
- 董澤華 (2016) 。試論我國中小學實施STEM 課程的困境與對策。全球教育展望, 12, 36-42.

英文參考文獻：

- Gordon, Jean et al. (2009): Key competences in Europe: Opening doors for lifelong learners across the school curriculum and teacher education, Case Network Reports, No. 87, ISBN 978-83-7178-497-2, Annex1: Key competences for lifelong learning - A European reference framework.

數學師資生在電腦輔助學習環境下設計數學課程：

教案分析與比較

Mathematics Teacher-education Students' Lesson-design Practice in a Computer-supported Learning Environment: An Analysis and Comparison of Lesson Plans

江釗池

CHIANG, CHUAN CHIH

國立政治大學 教育學系碩士班 研究生

National Chengchi University of Department of Education Master Student

E-mail : 107152012@nccu.edu.tw

摘要

本研究觀察數學師資生在數學教材教法課程中進行教案設計，使用線上知識論壇進行互評及回饋，並在電腦輔助學習環境下學習知識翻新原則，將知識翻新原則應用於設計課程。課程中每一位學生進行兩次教案設計，研究者比較前後兩次數學教案，觀察知識翻新原則如何改變師資生設計教案歷程。使用 Vygotsky 活動理論架構分析教案設計歷程，觀察電腦輔助環境是否有助於師資生教案設計，並比較知識翻新原則是否改變師資生撰寫教案模式。由師資生將教案上傳至 Knowledge Forum 平台互相觀摩，研究者依師資生上傳教案進行資料蒐集，結果顯示電腦輔助學習環境讓師資生們能不受限於教室內討論，充分理解知識翻新原則後改變原有「介紹-演練-活動」的教學模式。

關鍵字：數學教材教法、活動理論、知識翻新、電腦輔助學習

Abstract

This study presents an analysis that compares pre-post lesson plans by mathematics teacher-education students before and after the a math teaching-training course. During the course, the students learn a sets of princeples for knowledge building in a computer-supported learning environment and used Knowledge Forum as a tool to provide feedback and perform self-evaluation. Based on the differences between their first and second lesson plans, the researcher tried to examine whether the knowledge building principles change the process and outcomes of lesson design via the coding of Vygotsky's 'activity theory'. Researcher collected students' teaching plans from Knowledge Forum. The results show that the computer-supported learning environment allows students to change the "teaching-exercise-activity" model.

Keywords : teaching materials and methods of mathematics, activity theory, knowledge building, computer-supported learning

壹、前言

一、研究背景

隨著科技時代的來臨，教育現場多了許多輔助教學的數位教具，如電子白板、電子講桌、單槍投影幕等，結合可攜式裝置如手機、平板、筆記型電腦搭載 Kahoot、Slide 進行即時回饋互動，數學動態軟體 KSEG、GeoGebra 實用於函數及幾何教學上，學生頻繁地使用科技產品輔助數學科目學習，配合即將施行的 108 新課綱，教育部以三面九項素養取代學習目標，提出策略「確保師生使用雲端教育資源，普及運用學習裝置」，也因應時代的變遷設立科技領域，每一位學生在適性且友善的學習環境中，培養「做、用、想」的能力並具備 21 世紀所需的核心素養。（教育部，2016）本研究使用 Knowledge Forum 作為線上學習平台，供師資生在線上進行討論與學習。

二、研究目的與待答問題

數學教師紛紛投入特色課程的研發與教學，準備迎接即將啟動的新課綱，因此數學教師應具備設計數學特色教案並教學之能力，回到數學師資培育的源頭，師培課程「數學教材教法」為職前教師必修課程，本課程以電腦輔助學習環境進行教學，進行兩次數學課程教案設計並實際教學，由 Knowledge Forum 線上的互動與觀摩，讓數學師資生具備設計特色課程教案的教師專業能力。特色課程立基於學校及社區資源，結合學生與教師共識，發展具特色、價值、文化的課程。（林志成等，2013）

本研究使用 Vygotsky 活動理論框架中的工具（tool），人類是利用語言或心智工具來連結人之間的關係，其中最重要的就是語言（Vygotsky, 1978）。探討師資生使用知識翻新（knowledge building）原則設計數學課程的歷程改變，課程初由師資生自由設計數學教案，接著讓師資生充分理解知識翻新的原則後，使用知識翻新的原則完成第二次教案設計。研究者相信師資生能從兩次設計教案及知識翻新學習中開展特色課程的設計方法，跳脫過去典範式、教師中心的教學模式，同儕互相激盪想法並分享彼此的課程。微型教學環境提供「角色扮演」、「聚焦演練」及「立即回饋」的功能（Clifford, Jorstad, & Lange, 1977），給予師資生扮演教師磨練教學專業的環境，同時也有機會扮演學生易位反思同儕的教學方式，立即的回饋給予下次教學的改進方針，有利於學習數學教材教法之內涵。

綜上所述，本研究待答問題有二：

- (一)電腦輔助學習環境是否有助於教案設計學習？
- (二)知識翻新原則是否改變師資生教案設計模式？

貳、文獻探討

一、活動理論

活動理論 (activity theory) 源於 Vygotsky (1978) 提出的中介活動三角形 (圖 1)，由主體、客體及工具組成，接著由 Engeström (1987) 擴充規則、社群及成員分工等三元素 (圖 2)。活動理論被用來分析人類社會生活中的各種行為，主體有意識地達成某個目標時，使用的工具、遵循的規則、所屬的社群及成員的分工便形成了此活動理論架構，各元素間有著緊密且互相影響的關係。

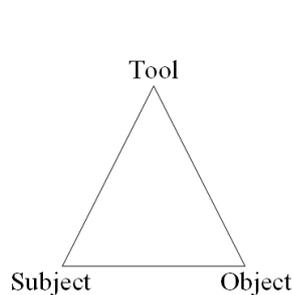


圖 1、Vygotsky 中介三角形

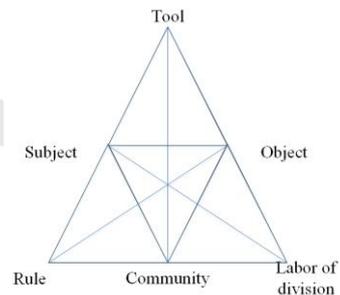


圖 2、Engeström 活動理論

以活動理論架構分析師資生設計數學教案的學習歷程 (圖 3)，探討如何以知識翻新元素加入數學教案中，建構一個適合師資生建構數學教案的學習環境，本研究以工具媒介(tool)面向探討知識翻新如何融入教案設計中 (圖 4)。

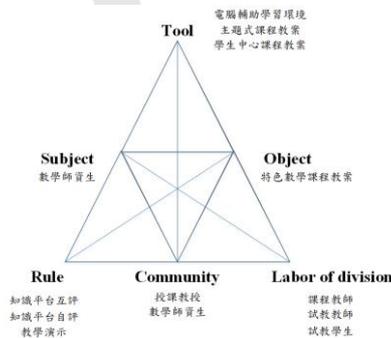


圖 3、教材教法課程學習歷程

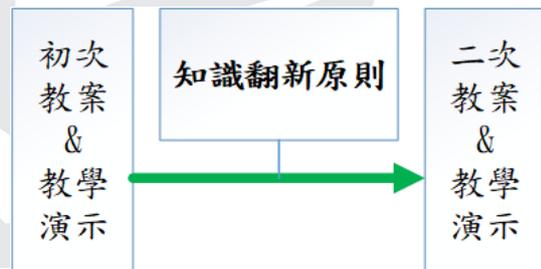


圖 4、將知識翻新融入教案設計中

二、知識論壇

知識論壇係由 Scardamalia 與 Bereiter 團隊所研發的平台 (Scardamalia, 2004)，此平台設計概念源於 Scardamalia 所提出的知識翻新理論 (knowledge building)，強調「知識」具有可持續修改及集體合作共構的特性 (Scardamalia, 2003)，可由學生及教師共同參與建構知識，對比傳統教師中心論由教師掌控教學節奏及學習內容的教學模式，學生在課堂中能更積極參與課程。知識翻新理論列舉出十二項原則 (圖 5)，旨為每個個體帶著既有的知識參與團隊，透過建立共

同目標、群組討論、分享成果、實踐活動、建立規則的方式建構屬於團隊每個人的知識，使得團隊集體建構並擁有知識。研究者以點子、元素兩維度再將十二項原則分類（表 1）。其中知識翻新學習目標以「建立更廣泛的基礎知識」更加重要，而非僅鼓勵學生提供創意並付出行動。（Hong, 2010）

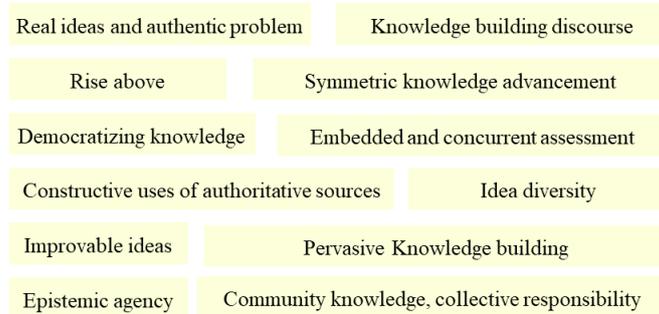


圖 5、知識翻新十二項原則

表一、研究者分類表格

		點子	
		概念	問題解決
元 素	個 人	1. 自主推動學習動機	1. 廣泛的基礎知識
		2. 屬於自己的想法	2. 知識無所不在
		3. 善用權威知識	3. 創意發想新點子
	團 體	1. 推陳出新的知識	1. 現實生活中的問題
		2. 承擔共同學習責任	2. 共同參與知識產出
		3. 自發互助共好	3. 自我反思及同儕回饋

知識論壇（knowledge forum）是以知識翻新原則所建立，如同一塊白板供教師、學習者自由建立討論區，進入討論區可上傳檔案供使用者下載，操作自由度高讓大家能快速學會使用知識平台。師資生申請個人帳號密碼後即可進入，可上傳文字檔或夾帶各式文件供大家下載使用，並可直接進入每個節點進行討論或回覆，討論區會以條列式紀錄每位回覆者的內容及時間，也可以選擇重設一個討論區，並在白板空白處拉箭頭，將每個人的回應區塊區分開來，課程除了請學生自評、互評外，並沒有強制同學要怎麼去繪製回應區塊，讓同學能自由發揮，共同找到一個較好的方式進行回饋，期末建構的回饋區如圖 6。

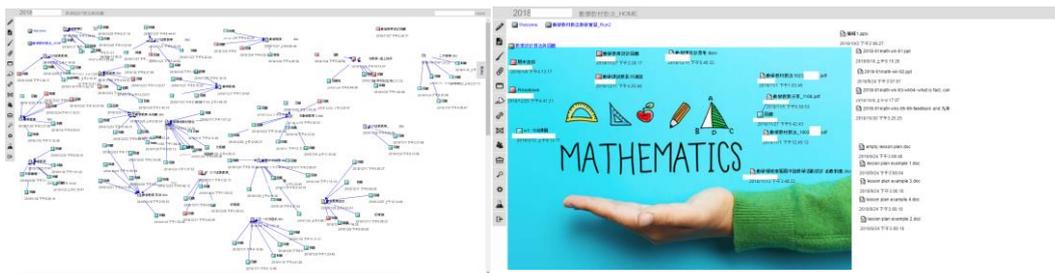


圖 6、知識論壇介面

參、研究實施與設計

一、研究對象

本研究對象為某國立大學參與「數學教材教法」課程的9位師資生，由5位男生、4位女生組成，來自該校教育系、應用數學系及心理系的學生，進行一學期共十八週課程。

二、研究方法

本研究為個案研究，針對特定對象及特定學習環境進行研究，資料分析僅適用於本研究班級，研究者在課堂中擔任觀察者角色，不參與學習活動也不與參與學生交談。觀察師培生設計的數學課程教案，過程中知識論壇供同學線上討論與分享，兩次教學教案皆由師資生親自撰寫並進行教學演示，初次教案設計由師資生們自由書寫，充分了解知識翻新的原則後進行第二次教案設計。

三、教案分析

針對數學師資生撰寫的兩次數學特色教案進行比較，將師資生教案列舉出新課綱中的「學習表現」，並將二十分鐘課程使用的教學模式以時間百分比呈現，由兩次的教案比較中找出知識翻新十二項原則及電腦輔助學習環境帶給師資生撰寫教案歷程的改變。

肆、結果與討論

一、資料蒐集

首次教學教案整理後如下，教學範圍及內容皆由師資生們自由決定，並提供數學教案範例，鼓勵同學使用各式創意教學法及科技產品，如表二。

表二、初次教案設計

	編號	教案名稱	單元名稱	學習表現	主要教具	核心理念
國小 一~六年級	S1	我要當大老闆	100以內的數	n-I-1、n-I-2、n-I-3、n-I-5、r-I-1	視覺媒體	問題解決
	S2	未知數的日常應用	未知數	n-III-2、n-III-10、r-III-2、n-III-10	白板	問題解決
國中 七~九年級	S3	七巧板	幾何圖形	s-IV-1、s-IV-4、s-IV-5	色紙	動手實作
	S4	數列魔法	等差數列	n-IV-7	撲克牌	魔術原理
	S5	因數與倍數	因數與倍數	n-IV-1	糖果	小組活動
	S6	畢氏定理	畢氏定理	s-IV-3、s-IV-7、g-IV-1、n-IV-5	色紙	動手實作
	S7	指上談兵	指數	n-IV-2、n-IV-3	白紙	小組活動
高中	S8	機率	機率	n-V-6、d-V-3、d-V-5、d-V-7	視覺媒體	問題解決
十~十二年級	S9	數學歸納法	數列與級數	n-V-5、n-V-6、a-V-1、a-V-2	視覺媒體	問題解決

註：學習表現為「主題-學習階段-項次」、核心理念為教學者設計理念

二次教學教案整理後如下，撰寫前先讓師資生選取 2~3 項知識翻新原則後進行教案設計，以自選的知識翻新原則產出想法融入於課程中，分析如下表四。

表四、二次教案設計

	編號	教案名稱	單元名稱	學習表現	主要教具	核心想法
國小 一~六年級	S1	三角形王國	圖形	s-I-1	故事書	動手實作
	S2	無所不在	圖形	s-II-3	海報紙	校本課程
	S3	乘除乘除	數的乘除	n-II-3	學習單	問題解決
國中 七~九年級	S4	幾何圖形	尺規作圖	s-IV-1、s-IV-3、s-IV-16	色紙	動手實作
	S5	黃金比例	相似形	n-IV-4、n-IV-7、s-IV-1、s-IV-3、 s-IV-10、a-IV-6	視覺媒體	問題解決
	S6	勾股定理	畢氏定理	s-IV-3、s-IV-7、g-IV-1、n-IV-5	色紙	動手實作
	S7	找找方程式	方程式	a-IV-4	學習單	小組活動
高中 十~十二年級	S8	期望值	機率	d-V-3、d-V-4	視覺媒體	問題解決
	S9	機率	機率	d-V-2、d-V-3	視覺媒體	問題解決

註：學習表現為「主題-學習階段-項次」、核心想法為教學者設計理念

二、資料分析

首先就教案設計去做比較，第二次教案設計方向明顯有改變，初次教案的學習重點較發散，六位同學選用三個以上的學習重點，20 分鐘的課堂選用多個學習重點，對比第二次教學選用學習重點較少，並藉由小組活動、思考發想的方式讓學習者參與其中，並提供想法讓大家一同進行討論。將教案內的教學模式進行分析，教學內容是否有參考網路資源，使用的教學法及教學媒介如傳統講述、發展活動、視覺媒材、動手實作及思考創造等，以使用時間比例來記錄，如下表五。

表五、教學時間比例表

編號	初次教案教學模式						編號	二次教案教學模式					
	網路資源	傳統講述	發展活動	視覺媒材	動手實作	思考創造		網路資源	傳統講述	發展活動	視覺媒材	動手實作	思考創造
S1	v	30%	60%	30%	0%	30%	S1		10%	50%	60%	50%	40%
S2	v	15%	85%	15%	0%	15%	S2	v	25%	75%	80%	50%	55%
S3	v	40%	50%	70%	25%	0%	S3	v	40%	50%	90%	50%	30%
S4		45%	30%	45%	25%	15%	S4	v	50%	50%	60%	50%	25%
S5	v	25%	65%	50%	25%	15%	S5		25%	60%	70%	50%	10%
S6	v	68%	10%	30%	10%	10%	S6		30%	60%	68%	60%	25%
S7	v	28%	50%	50%	50%	20%	S7		25%	60%	60%	60%	25%
S8	v	45%	50%	20%	20%	15%	S8		20%	50%	30%	50%	30%
S9	v	80%	10%	20%	0%	10%	S9		80%	10%	20%	0%	20%
平均值	8	42%	46%	37%	17%	14%	平均值	3	34%	52%	60%	47%	29%

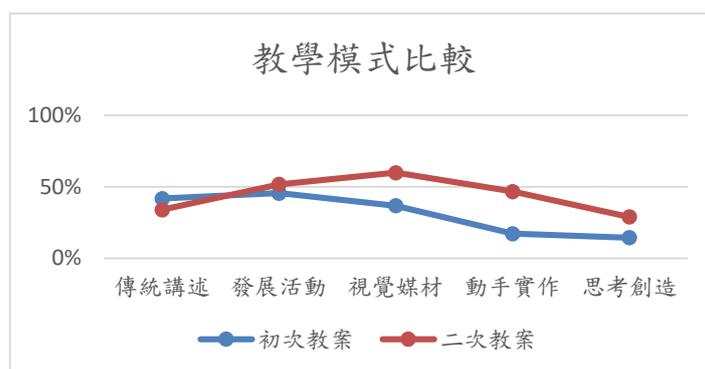


圖 7、教學模式比較

由圖 7 可見第二次試教減少了講述式教學，增加視覺媒體、動手實作、思考創造的教具及教學法時間，應用知識翻新的十二項原則融入教學中，課程產出過程來自師資的想法，學習者也有機會提出屬於自己的想法。知識建構旨在提供學生無處不在創造知識的機會，沒有場合或主題的限制。(Scardamalia, 2017) 台灣師大數學教育中心提出奠基活動的概念，課程開始前先進行有趣的數學活動，建立數學概念的具體經驗，連結至即將學習的數學知識，數學活動創意可以來自日常生活，隨時有想法便可使用手機、平板等行動裝置上傳至知識平台，學習者便能主動地、深入地學習。

伍、結論與建議

一、結論

研究問題建立於 Vygotsky 活動理論的框架下的工具 (tool)，一為電腦輔助學習環境是否有助於教案設計學習。二為知識翻新原則是否改變師資生教案設計模式。此課程學習環境為電腦輔助學習的微型教室，以知識翻新原則設計課程探討師資生設計教案歷程的改變，研究者觀察課程進行並以教案比較中得到以下結論：

(一) **主動學習的場域**：此課程給予學生許多提出想法的機會，屬於學生中心的課程，教師帶領著師資生進行教案設計及教學演示，教學演示時扮演學生的師資生會給予許多意想不到的回饋，每一次的課程都會承接前次經驗而不斷進步，知識與日常生活的連結更加緊密，學生們也樂於參與每周的數學教材教法課程，線上知識平台讓學生能隨時隨地進行討論與回饋。

(二) **教案設計歷程的改變**：初次教學內容有深有廣，幾乎都是「介紹 - 演練 - 活動」的順序進行，如數學歸納法單元先介紹數學歸納法的內涵，接著以平方和公式進行演練，最後以河內塔遊戲進行活動內容。第二次課程內容聚焦於較少的學習重點，並有多變的教學順序，如先進行數學奠基活動後介紹此活動便具有數學概念意義，從參與活動中了解數學概念，也有結合攝影、美術作品，連結數學黃金比例單元內容。此種改變讓師資生們更勇於發想特色課程，並接納學生天馬行空的想法，由每次的課程催化出更佳更好的特色課程。

二、建議

知識平台如何形成一個共創、共享與具凝聚力的社群，也是值得討論的面相，即為框架中的社群（community），本研究以工具（tool）進行剖析，接著可以從社群進行以下三點討論：（一）發表次數、（二）內容分析、（三）互動分析。

本研究限制有三：（一）研究問題：僅就兩次教案進行比較，仍有學習動機面向值得去探討。（二）研究對象：本課程為數學科師培必修課程，因此參與學生皆學習動機及起始能力與一般學生未必相同。（三）研究方法：本研究屬個案研究，選定此九人微型教室進行教學，其研究結果不宜類推其他學習環境。

參考文獻

一、中文部分

- 林志成、林仁煥、田奈青、郭雄軍、蔡淑玲、田育昆（2011）。**特色學校理論、實務與案例**。台北：高等教育。
- 教育部（2017）。**十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-數學領域**。台北市：作者。
- 教育部（2016）。**資訊教育總藍圖**。台北市：作者。

二、英文部分

- Clifford, T., Jorstad, H. L., Lange, D. L.(1977). Student evaluation of peer-group microteaching as preparation for student teaching. *The modern language Journal*, 61, 229-236.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finland: OrientaKonsultit Oy.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003) *Knowledge building*. In *Encyclopedia of education*(2nd ed., pp. 1370-1373). New York: MacMillan Reference, USA.
- Hong, H. Y., Chen, F. C., Chai, C. S., & Chan, W. C. (2010). Teacher-education students' views about knowledge building theory and practice. *Instructional Science*, 39(4), 477-479.
- Scardamalia, M. (2017). Knowledge Forum. *The SAGE Encyclopedia of Out-of-School Learning*. Thousand Oaks, CA: SAGE

運用 Micro:bit 的 STEM 機電整合課程設計

Using Micro:bit's STEM electromechanical integration course design

蕭顯勝¹ 林育安²

HSIAO, HSIEN SHENG¹ LIN, Yu An²

¹ 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展學系研究所 教授

¹ 學習科學跨國頂尖研究中心，臺灣師範大學，臺灣

¹ 華語文與科技研究中心，臺灣師範大學，臺灣

E-mail : hssiu@ntnu.edu.tw

² 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展學系研究所 研究生

E-mail : lin904287@gmail.com

摘要

現今科技人工智慧、物聯網等科技產業人才需求量大，學子們的資訊素養，特別是程式設計能力，越來越和英文與數學一樣，成為現代教育的一種基本「識字能力」，然而機電整合附屬於資訊教育的其中，機電整合並非一門獨立的學科，而是機械、電機、電子、資訊、創意、設計結合，機電整合課程通常包括科學知識、資訊科技、數學運算以及科技工具的整合應用，過程中會進行諸如合作問題解決、分析與決策等活動。也被證明可以激起學生對 STEM 的興趣以及提升連結課堂教學與日常生活的學習效果。

然而教學工具就顯得對於機電整合課程相對的重要，因為好的教學工具不僅僅給予授課老師有很大的輔助，因此本研究工具選擇 Micro:bit，Micro:bit 是現今學習機電整合的一大利器，它能使學生學習如何使用 Micro:bit 培養電子零件知識、演算法、資料結構、程式優化等能力。因此本研究將開發一套藉由 Micro:bit 工具的 STEM 機電整合課程。

關鍵字：STEM、Micro:bit、機電整合

Abstract

Today, there is a huge demand for technical talents such as artificial intelligence and the Internet of Things. Students' information literacy, especially their ability to program, is increasingly like English and math. It has become the basic "literacy ability" of modern education. However, mechatronics is not an independent discipline for information education, but a combination of mechanical, electrical, electronic, information, creative and design. Mechatronics courses typically include the integration of scientific knowledge, information technology, mathematical operations, and technical tools. Collaborate to solve problems, analyze and make decisions in this process. It has also been shown to stimulate students' interest in STEM and improve learning outcomes that connect classroom teaching and everyday life.

However, teaching tools are relatively important for mechatronics courses, because good teaching tools are not only greatly assisted by teachers, so this research tool chooses Micro:bit, Micro:bit is a good study of mechatronics today. tool. It enables students to learn how to use Micro:bit to develop electronic component knowledge, algorithms, data structures, program optimization, and more. Therefore, this study will develop a STEM mechatronics course with Micro:bit tools.

Keywords : STEM, Micro:bit, Electromechanical Integration

壹、前言

現今維持全球競爭力有兩大重點分別為高品質的工程教育與培養 21 世紀關鍵能力 (Bybee, 2013)，機電整合 (Mechatronics) 並非一門獨立的學科，而是機械、電機、電子、資訊、創意、設計結合，機電整合課程通常包括科學知識、資訊科技、數學運算以及科技工具的整合應用，過程中帶領學生合作問題解決、分析與決策等活動，也從研究發現可以激起學生對 STEM 的興趣以及提升連結課堂教學與日常生活的學習效果 (Yilmaz, Ozcelik, Yilmazer, & Nekovei, 2013)。

全球積極發展機器人的趨勢，機器人屬於機電整合的產物，機器人的發展整合了電機、電子、控制、機械、資訊等領域的綜合性知識與技術之應用，Micro:bit 這項研究工具不僅僅是輕且大小僅 4*5 公分攜帶方便，也能使學生可更輕易幫助學生學習基本程式邏輯，並且內建含有許多電子零件，因此藉由此工具來培養具有工程、科技、資訊跨領域整合應用、團隊合作的能力為最佳合適，也呼應機器人相關技術發展，然而在 108 年課綱當中提到機電整合課程教學提供了學生知行合一的機會，學生能發揮動手做之創客精神實踐創作。長期以來動手實作的經驗被認為是吸引學生學習的關鍵因素之一 (Satterthwait, 2010)，因此本研究發產出運用 Micro:bit 的 STEM 機電整合課程中包含學生動手實作做出機電整合之產物。

研究問題如下：

- (1) 如何設計出一套藉由 Micro:bit 工具的 STEM 機電整合課程。

貳、文獻探討

一、STEM 課程

STEM 課程統整模式是融合科學探索、科技方法、工程設計與數學計算之課程統整模式，整合的部分包含課程內容、教學活動。其中「科學」(Science, S) 注重探討「為什麼」，是追求及探索大自然的原理；「科技」(Technology, T) 注重在「如何做」，是將在工程中所設計的工具，真實地製造來以便利人們的生活；「工程」(Engineering, E) 是利用科學的發現，而去設計所需要的相關工具；「數學」(Mathematics, M) 是獲取科學知識的基礎，是進行分析統計的工具 (蔡蕙文, 2008; Massachusetts Department of Education, 2001)。

STEM 是科學 (Science)、技術 (Technology)、工程 (Engineering) 及數學 (Math)，STEM 教育的理念起源於二十世紀九十年代的美國。美國政府希望藉著 STEM 教育培養科技人才，振興國內科技及經濟發展，維持美國在全球的領先優勢，同時亦希望透過 STEM 教育，提高國民的科學素養。

本研究將 STEM 教育理念運用 Micro:bit 來實施於機電整合課程當中，培育更多科技人才。

二、機電整合

機電整合是許多獨立學科的複雜整合，機電整合教育整合了電機、機械、資訊、通訊、電子、能源、材料及創意內容等領域的知識與技術之應用 (陳怡靜、張基成, 2015)，其知識主要來自科技教育中的生活

科技和資訊科技，內容包括機電整合與程式設計，因為機電整合之產物來源的多樣性，造就了其豐富的內容，也因為其豐富的內容（Beer, Chiel, & Drushel,1999）。

機電整合是一門整合資訊、機械、電機、電子、電力、通訊的整合性技術（integration technology），因此，機電整合主要是藉由信號傳輸與回授控制，將多種工程技術整合，為完成自動控制目的而發展的一種系統工程技術。

本研究將教導馬達控制、程式撰寫、電子零件運用以及產品結構設計來實現出機電整合產物，藉由製作作品使學生了解到機電整合整體運用。

參、研究實施與設計

一、研究方法

本研究將此課程於台北市某高中三年級進行課程，課程教學後修正出完整的STEM機電整合課程，本研究之教材以每週製做出一個小專題來為教學課程設計，並且教導學生STEM方面的知識，提升每位學生學習成效、問題解決能力。其相關知識包括Micro:bit基本、輸入、音效、邏輯、迴圈、變數等程式概念；實作內容包括Micro:bit腳位的認識以及如何擴充腳位、感測器的應用、合作問題解決能力及程式設計思考程序，教師將以Micro:bit進行STEM機電整合課程教學，圖1為課程流程。

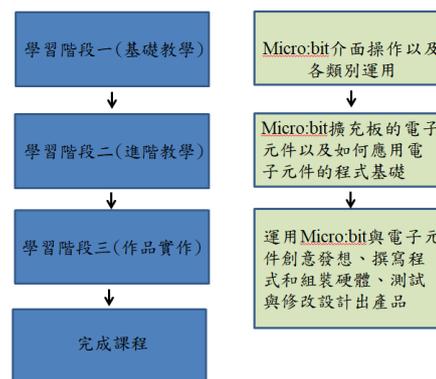


圖 1 課程流程

首先，進行課程學習階段一為期3週的Micro:bit程式設計教學活動，學習目標是熟悉Micro:bit介面操作和程式基礎，包含循序結構、條件結構、音效、迴圈結構和變數。第五週開始，進行課程學習階段二為期3週的Micro:bit進階教學活動，學習目標是認識和熟悉Micro:bit擴充板的電子元件以及如何應用電子元件的程式基礎，包含LED燈、按鈕、光敏電阻、伺服馬達控制。第八週開始，進行課程學習階段三為期4週內容連貫的設計製作，學生必須設計一個運用Micro:bit與電子元件的作品，學生必須應用前面所學，透過創意發想、撰寫程式和組裝硬體、測試與修改設計出：(1) Micro:bit程式(2) 電子元件的應用(3) 外觀造型，最後進行作品的成果發表。然而在學習階段二與學習階段三時皆融入STEM課程元素於其中，在學習階段二時將會製作出一套自動澆水器，使學生了解科學、科技、工程、數學等，學習階段三將會做出廢材機器人使得學生不僅僅學習到STEM課程元素還包含合作問題解決能力及程式設計等能力，接下來會將詳細敘說本研究藉由Micro:bit工具的STEM機電整合課程流程，第一週學生學習Micro:bit介面操作以及積木程式設計流程，了解Micro:bit中的基本、輸出兩大類別，第二週學習音效及變數兩大類別，

第三週則是學習迴圈、邏輯兩大類別，圖 2 為學生學習階段一時的情境。



圖 2 學習階段一

第四週進入學習階段二學習 Micro:bit 內含有的感測器以及 Micro:bit 擴充版的使用，第五週及第六週藉由 sg-90 馬達搭配 Micro:bit 完成機電整合之產物自動澆水器，圖 3 為學生學習階段二製作自動澆水器時的情境。



圖 3 學習階段二

第七週開始為學習階段三，學生開始討論各組將會製作出哪些機電整合之產物，並且繪製設計圖，第八週各組須發表會使用哪些電子元件、馬達，以及 Micro:bit 程式撰寫使用的類別有幾種，第九週及第十週為各組製作時間和成果發表，圖 4 為以 Micro:bit 製作出的廢材機器人，圖 5 為廢材機器人 STEM 知識。

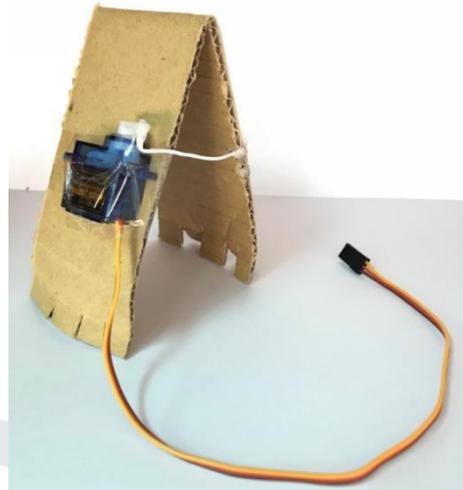


圖 4 廢材機器人

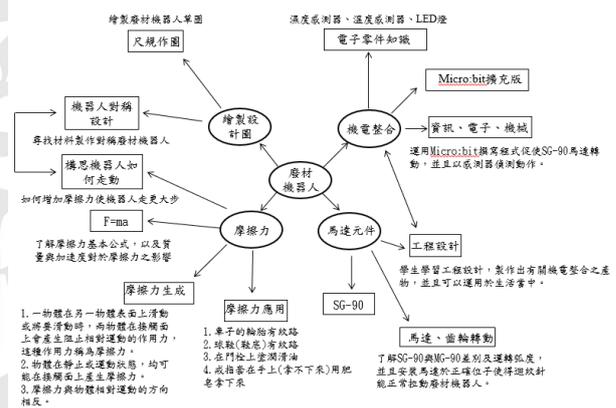


圖 5 廢材機器人 STEM 知識圖

二、研究工具

Micro:bit:

英國廣播公司 BBC 於 2016 年 3 月與美國微軟三星、微軟及 ARM 共同技術合作開發推出微控制器 Micro:bit，資訊教育在現今越來越被重視，寫程式已變成一項重要技能，Micro:bit 不僅僅是輕且大小僅 4*5 公分攜帶方便，也能使學生可更輕易幫助學生學習基本程式邏輯。並且 Micro:bit 無須安裝特殊軟體即可驅動 Micro:bit 板子，隨時可以享受編輯程式的樂趣，如同將資料上傳至雲端一樣地簡單

快速。這款口袋微型電腦 Micro:bit，可幫助學生學習基本程式編寫，學習如何在螢幕上輸出，學習控制程式的流程，進一步到檔案的控制。Micro:bit 的大小僅 4x5 公分，內嵌 25 顆紅色 LED 做為顯示，有兩個可編程的按鈕，另外還內建可偵測動態的加速計、磁力計、USB 插孔、藍牙及 5 個附鱷魚夾的 I/O 環。為完成自動澆水器、廢材機器人成品，本研究教導程式內容包含循序、迴圈、條件結構及語法定義等。

肆、結果與討論

本研究設計出一套以 Micro:bit 進行 STEM 機電整合課程的教學內容，課程當中包含資訊科技與生活科技知識內容之設計與規劃，在資訊科技部分，包括四個程式設計概念的知識（循序、迴圈、條件、變數）；在生活科技部分，包括機電整合的知識（Micro:bit 與電子元件應用），藉此確立課程知識的架構，進而安排至實際教學活動中，希望藉由此教案能提供給未來想實施 STEM 機電整合課程的教師有所幫助。

伍、未來展望

未來將繼續以此 STEM 機電整合課程來發展出更多的教學活動，並且搭配教學策略，看在不同的教學策略下何種策略對有關於 STEM 機電整合相關的課程是最佳，也將會開發出更多有關於 STEM 機電整合相關的課程來使學生學習可以更加元。

參考文獻

一、中文部分

- 蔡蕙文 (2008)。STEM 教學模式應用於國中自然與生活科技領域教學之研究。屏東科技大學技術及職業教育研究所學位論文（未出版之碩士論文），1-173。
- 陳怡靜、張基成 (2015)。兩岸機器人教育的現況與發展。《中等教育》，66(3)，37-59。

二、英文部分

- Beer, R. D., Chiel, H. J., & Drushel, R. F. (1999). Using autonomous robotics to teach science and engineering. *Communications of the ACM*, 42(6), 85-85.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Riordan, J. E., & Noyce, P. E. (2001). The impact of two standards-based mathematics curricula on student achievement in Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education*, 368-398.
- Satterthwait, D. (2010). Why are 'hands-on' science activities so effective for student learning?. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association*, 56(2).
- Yilmaz, M., Ozcelik, S., Yilmazer, N., & Nekovei, R. (2013). Design-oriented enhanced robotics curriculum. *IEEE Transactions on Education*, 56(1), 137-144.

線上微課程平台使用狀況之研究—以國中理化課程為例

Exploring how middle-school students utilized online science micro-courses

王榮玫¹、邱國力²

Jung-Mei Wang and Guo-Li Chiou

¹ 國立臺灣科技大學數位學習與教育研究所

Graduate Institute of Digital Learning and Education, National Taiwan University of Science and Technology

² 國立台灣師範大學學習科學學士學位學程

Program of Learning Sciences, National Taiwan Normal University

摘要

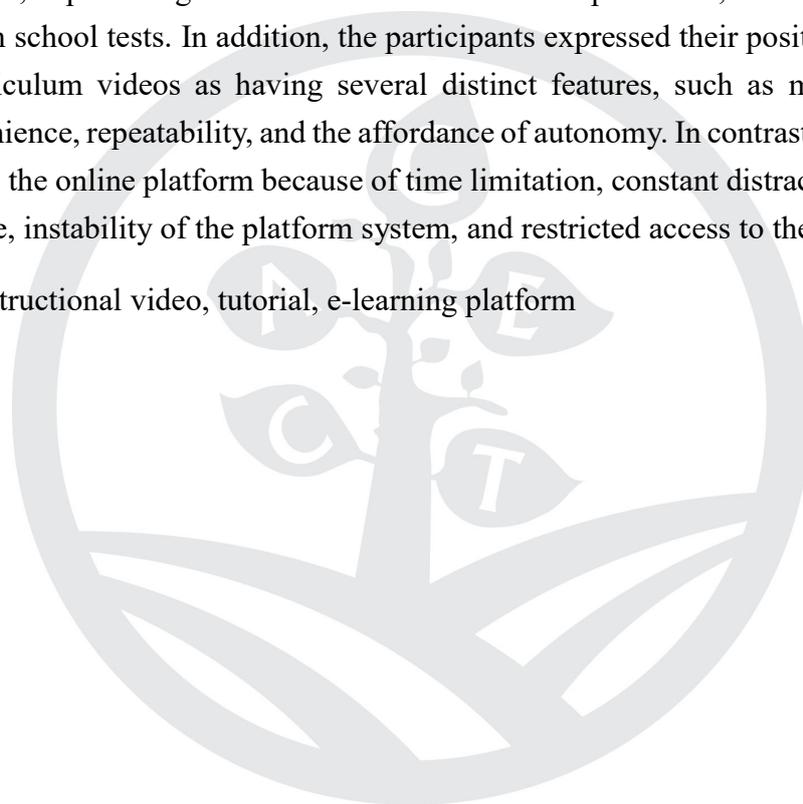
本研究旨在探討國中學生使用線上自主學習平台之情形，以進一步瞭解學生是否採用線上微課程影片進行課前預習或課後複習之關鍵因素。本研究以兩所國中、七個班級的 175 位八年級學生為對象，搭配學校理化課程之有機化合物單元進行探討。研究者透過開放性問卷，詢問學生使用線上自主學習平台進行學習之情形，並請其說明是否觀看微課程影片之原因、及其對微課程影片內容之評價。透過質性的內容分析，本研究發現學生使用線上自主學習平台之動機，在於觀看微課程影片可協助複習學校課程內容、補充理化實驗操作的相關知能、進而提升考試成績；而線上微課程影片在學習上所提供的非正規性、便利性、自主性、可重複性、多媒體特性，則為學生願意主動觀看的關鍵。相對地，影片內容單調、自由學習時間有限、專注度不足、身心疲乏、網路硬體設備不足，則為學生不願使用線上自主平台進行學習的主要因素。

關鍵字：教學影片、微課程、數位學習平台

Abstract

This study aimed at exploring how and why students used an online micro-curriculum platform through a naturalistic research approach. The participants of the study were 175 eighth graders recruited from two middle schools. An open-ended questionnaire was administered to the participants to inquire how they used the online micro-curriculum platform and why they used or did not use the platform for watching micro-curriculum videos. We conducted qualitative content analysis to develop the major categories of the factors that affected the participants' tendency to use the online platform. In general, the participants would spontaneously use the platform if they considered the micro-curriculum videos helpful in rehearsing what they had learned at school, in providing information about scientific experiments, and in improving their performance on school tests. In addition, the participants expressed their positive feedbacks to the micro-curriculum videos as having several distinct features, such as multimedia-based content, convenience, repeatability, and the affordance of autonomy. In contrast, the participants hesitated to use the online platform because of time limitation, constant distraction, mental and physical fatigue, instability of the platform system, and restricted access to the Internet.

Keywords: instructional video, tutorial, e-learning platform



壹、緒論

教育部近年來積極推動各類教育雲端服務，從中央到民間各教育機構都極力發展符合現代學習的微課程影片 (microlecture)，並將之分享到線上平台供各級學校學生使用。然而，一般在學學生於學校正式之外，是否有意願採用線上微課影片進行課前預習或課後複習，以及影響其採用線上微課程之樞紐因素為何，至今仍無明確之定論。也因此，研究者希望針對國中使用線上微課程的實際情形進行探討，以深入瞭解影響學生使用線上微課程的關鍵因素，期能提供相關單位做為線上平台與課程調整之參考依據。

貳、文獻探討

微課的概念在 2008 年由美國聖璜學院的高級教學設計師 David Penrose 首次提出 (Wen & Zhang, 2015)，Penrose 認為，微課是一種簡短的 (1 至 3 分鐘) 教學材料，由關鍵概念 (key concepts)、介紹 (introduction) 和總結 (conclusion) 3 個要素構成，其中，關鍵概念是微課的核心，介紹和總結則為關鍵概念提供情境 (context) 的支持；此外，微課也強調要提供作業以引導學生去探索這些關鍵概念 (Shieh, 2009)。隨著行動裝置和無線通訊技術的進步，以微課程為基礎的線上課程在全世界迅速發展 (黃國禎, 2018; Cheon, Lee, Crooks, & Song, 2012; Hwang, Tsai, & Yang, 2008; Wen & Zhang, 2015)。與傳統的線上學習 (online learning) 相比，利用行動裝置進行學習的最顯著特點是學習可以在任何時間、地點進行 (Furini, 2009; Wen & Zhang, 2015; Zhang & Xu, 2015)，也因此，藉由行動裝置搭配線上微課，讓學生不論在課前、課中、課後、不限於任何地點，都可以針對其在校的學習內容進行補充、複習。

參、研究方法

本研究採用自然式的探究，在不影響學生在校學習的情況下，選定特定的課程單元，讓學生藉由非正式學習的方式，自由、自主、自願地進行線上微課程學習。亦即，在不鼓勵亦不強迫學生使用線上微課程的前提下，本研究透過開放式的問卷來詢問學生使用線上微課程的情形，並進一步分析影響其使用微課程的關鍵因素。

一、研究樣本

本研究採方便取樣的方式，針對以北部地區兩所國中，選擇八年級共 7 個班 175 位學生參與本研究。探討的學科主題乃搭配學校理化科的實際課程進度，即理化科第五單元-有機化合物，在課程結束後，透過開放性問卷詢問學生是否有上微課程平台觀看該單元的相關影片。

二、研究工具

本研究自行發展一份「微課程影片觀看狀況調查問卷」，以開放性問答的方式，詢問學生使用線上微課程的情形，問卷內容包含學生對各支微課程影片的觀看意願、觀看內

容向度、觀看的時間和地點、及其對影片的理解情形，最後，並請學生評估透過線上微課程來學習的優點與缺點，並陳述自己是否願意採用此方式來學習的原因。

三、研究流程

本研究在進行之前，請參與本研究的理化教師向學生宣導線上微課程平台，其宣導內容僅告知學生網路上有這類的學習資源，但並未藉由任何強迫或獎勵的方式來規範學生的使用。而在選定的教學單元結束後，由老師利用時間，請全班學生填寫「微課程影片觀看狀況調查問卷」並回收。

問卷回收後，本研究藉由質性內容分析（content analysis）的方式，先針對各問題的性質，將學生的回答以段落或句子為主，擷取出有意義的單位，再透過編碼、命名、歸納的反覆分析方式，建構出學生使用與不使用線上微課程的因素類別。在分析過程中，本研究亦邀請另一位專業人士擔任共同編碼者，以提升編碼結果的一致性與客觀性。

肆、研究結果

藉由持續分析、比較、歸納的過程，本研究針對學生使用或不使用線上微課程平台的因素，建構出若干主要類別。學生使用與不使用線上微課程之因素類別，以及各類別的定義與分佈人數，分別彙整如下表 1、表 2。

表 1 學生使用線上微課程平台的因素

使用微課程之因素類別	定義	人次(%)
A 影片內容之特性與功能		88(50%)
A1 影片有提供相關實驗活動展示	補充學校因課程時數之不足，在實驗課程的操作減少或是未做實驗，而由影片的實驗教學說明。	5(3%)
A2 講者有優質的授課技巧	授課者影響，授課者講述的口條順暢與摘錄之重點到位。	5(3%)
A3 影片內容可幫助複習加深印象	配合課堂授課課程，增加複習與練習機會，藉由重點重複及不同方式的說明，增加印象。	43(25%)
A4 影片內容重點清楚，可幫助理解並提升成績	聚焦課程重點，解決課程內容上學生易混淆的問題，提升學習成績。	35(20%)
B 媒體與學習模式		50(29%)
B1 用影片的學習方式比較有吸引力	用線上微課程學習方式，容易引起學習動機，達成預期之成效。	17(10%)
B2 用影片的學習方式比較輕鬆易吸收	利用聽覺與視覺的學習方式，對課程知識的吸收性的成效。	17(10%)
B3 用影片的學習方式彈性與自主性比較	沒有時空限制的線上彈性學習方式，對	16(9%)

表 2 學生不使用線上微課程平台的因素

不使用微課程之因素類別	定義	人次(%)
C 時間因素		29(17%)
C1 自由學習時間有限	受限於功課、補習等學習時間的影響。	20(11%)
C2 觀看影片耗時	觀看影片須增加額外的學習時間，且影片操作較花時間。	9(5%)
D 認知因素		16(9%)
D1 注意力易分散	影片學習多為聲光影音，且使用數位載具，容易分心到其他的事物。	6(3%)
D2 缺乏互動	單一學習無互動，遇到即時性問題，不易立即求教。	10(6%)
E 生理因素		7(4%)
E1 眼睛容易疲勞	因為用載具觀看影片，需專心觀看，容易造成耗時直視，眼睛因而疲勞	3(2%)
E2 容易昏睡	觀看影片容易感到枯燥而導致想睡覺。	4(2%)
F 軟硬體環境因素		106(61%)
F1 網路不順	網路流量不足，容易停滯和斷線，影響觀看流暢度。	44(25%)
F2 平台不穩	平台系統設計有缺失，容易當機，不利觀看影片。	41(23%)
F3 操作不易(介面設計不佳)	平台介面設計不夠人性化友善化，找尋或觀看時操作不易。	21(12%)
G 內容因素		41(23%)
G1 講者教學技巧欠佳	授課者講述的口條欠佳，影響學生觀看的意蘊。	12(7%)
G2 影片內容與學校課程內容重複	影片內容未有做學校課程的補充或延伸，單只有重複課本上內容，學習起來無兩樣，缺乏學習動力。	8(5%)
G3 影片內容無法引發學習興趣	影片內容設計，未能凸顯出聲光影音的優勢，課程內容的安排，沒有凸顯重點或補充性，無法引起興趣。	17(10%)
G4 無字幕不易理解	影片均無字幕搭配，純用視覺聽覺理解吃力。	4(2%)

伍、討論與結論

本研究透過開放性問卷，詢問學生使用線上自主學習平台進行學習之情形、是否觀看微課程影片之原因及其對微課程影片內容之評價。透過質性的內容分析後得到結論，在學生使用線上微課程平台的因素中，以「影片內容可幫助複習加深印象」為最高比例，占總人次的 25%，其原因在於學校日常的課程進度中，老師有一致性的授課時間，每個學生受教時數均相同，但學生因個人學習能力相異，理解內容的程度也有不同，因此微課程影片能配合課堂授課課程，在課前或課後增加複習與練習機會，藉由重點重複及不同方式的說明以增加印象，對於學生學習而言是受益匪淺。再者，占總人次 20%的次高比例項目「影片內容重點清楚，可幫理解並提升成績」，得以看出這種方式比較可以協助學生聚焦學校課程之重點，解決課程內容上易混淆或不易理解的知識問題，藉以提升學習成績，可能是學生想要使用的重點因素之一。就使用上最高與次高的因素可理解出影片內容的特質與課程的連結性，應該是影響學生自發性使用的重要關鍵。

相對的，在學生不使用線上微課程平台的因素中，以「網路不順」，為最高比例，占總人次的 25%，網路傳輸速度過慢，容易停滯和斷線，影響觀看流暢度，學生因為觀看過程中，有中斷或是不連貫可能破壞學習課程的完整性，因而影響繼續觀看的意願以致學習成效可能有所受限。網路硬體設備的不足，則是值得再探討的另一個議題。而占總人次 23%的次高比例項目「平台不穩」，可看出平台系統設計有些瑕疵，造成容易當機，觀看影片可能受到打擾，因而影響使用的意願，這需要建置平台的系統單位做進一步的改善。從不使用的最高與次高的兩個因素了解到完善的軟硬體設備建置，是進行線上微課程重要的基本建設，有了優質的環境，才可能讓學生有意願使用，所有的功能則可做最大的發揮。

陸、參考文獻

- 黃國禎 (2018)。行動科技時代的微課程發展與應用。T&D飛訊，244，1-4
- Cheon, J., Lee, S., Crooks, S. M., & Song, J. (2012). An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior. *Computers & Education*, 59(3), 1054-1064. doi:10.1016/j.compedu.2012.04.015
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2007). E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. *San Francisco, CA: John Wiley & Sons.*
- Furini, M. (2009). Secure, portable, and customizable video lectures for e-learning on the move. *Informatica*, 33(1), 77-84.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Yang, S. J. H. (2008). Criteria, strategies and research issues of

context-aware ubiquitous learning. *Educational Technology & Society*, 11(2), 81-91.

Wen, C., & Zhang, J. (2015). Design of a Microlecture Mobile Learning System Based on Smartphone and Web Platforms. *IEEE Transactions on Education*, 58(3), 203-207.
doi:10.1109/te.2014.2363627

Zhang, X., & Xu, J. (2015). Integration of Micro Lectures into the Blended Learning Discourse in Tertiary Education. *Asian Association of Open Universities Journal*, 10(2), 13-28.



體感互動遊戲對於幼兒動作技能與數學學習之教學設計

The teaching design of the gesture interactive game-based for children's motor skills and mathematics learning

蕭顯勝¹ 劉家呈²

HSIAO, HSIEN SHENG¹ LIU, JIA CHENG²

¹ 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展學系、學習科學跨國頂尖研究中心、華語文與科技研究中心 教授

¹ National Taiwan Normal University Department of Technology Application and Human Resource Development, Chinese Language and Technology Center, Institute for Research Excellence in Learning Sciences Professor

E-mail : hssiu@ntnu.edu.tw

² 國立臺灣師範大學 科技應用與人力資源發展學系 研究生

² National Taiwan Normal University Department of Technology Application and Human Resource Development Master Student

E-mail : jia770965@gmail.com

摘要

體感互動遊戲近年來被積極的導入於教學現場，遊戲式學習策略 IPO (Input Process Output) 融入體感遊戲，透過虛擬情境學習知識、訓練動作技能，以學習者為中心，培養解決問題能力。本研究設計一款體感遊戲教學內容，以童話故事為主題進行動作技能與數學學習的教材。本研究教學設計為期四週，每週實施時間為五十分鐘，進行兩關卡遊戲，一至六關動作技能 (如穩定性：伸展、揮動、蹲下、扭轉，操作性：打擊、踢)，共六關卡。

關鍵字：體感互動遊戲、遊戲式學習策略、動作技能、數學

Abstract

Gesture interactive game-based have been actively introduced into the teaching field in recent years. The game learning strategy IPO (Input Process Output) is integrated into the gesture interactive game-based. Through the virtual situation, learning knowledge and training motor skills are centered on the learner. To develop problem-solving skills. This study designed a teaching content of gesture interactive game-based, and used the theme of fairy tales as a teaching material for motor skills and mathematics learning. The design of this research is designed for four weeks. The implementation time is 50 minutes per week. Two levels of games are played. The first to sixth levels of motor skills (Stability: stretching, waving, kneeling, twisting, Manipulation: strike, kick) a total of six levels.

Keywords : Gesture interactive game-based, Game-based learning, Motor skills, Mathematics

壹、前言

2017 年地平線報告 (Horizon Report) 指出，體感互動遊戲被評為未來四至五年熱門新穎的學習方式 (Becker, Cummins, Davis, Freeman, Hall, & Ananthanarayanan, 2017)。在幼兒學習過程中，動作技能可以促進大腦發育並提升幼兒的學習能力，因為早期的動作技能發展熟練程度會影響未來身體與智力的發展 (Lindsay, Dyrek, Blitstein, Byington, & Sigman-Grant, 2018)。數學課程中，包含了對於數字的理解、空間概念的學習、邏輯的運算，學習過程中，教師常會使用不同的教具或是互動遊戲來輔助學習者學習 (McClelland, & Cameron, 2018)，例如利用大地遊戲方式，讓學習者在課堂中跑跳、移動來找尋解答、解決任務，利用大肌肉運動以及遊戲方式讓學習者對於知識內容記憶 (Skinner & Piek, 2001; McClelland & Cameron, 2018)；亦是利用課堂中隨手可以取得的鉛筆、橡皮擦、積木，於課堂練習加減乘除等概念運算，利用小肌肉動作拿取、選擇答案 (Cameron, 2018)。

遊戲不單僅有娛樂功能，近年來教育領域、電子商務、企業訓練皆紛紛導入遊戲式的學習，根據金字塔學習理論中所述，對於親身體驗或實際操作的內容能記憶 90%，透過體驗更能加強記憶 (Gokhale, 1996)。而遊戲式學習 (Game based learning) 之所以可以受到各領域的關注及導入，最主要目的是透過不同內容、模式結合，可以有效地吸引學習者的注意，有效提升學習者學習動機、成效，而適當的教學策略也將影響著學習的效果(蔡福興、

游光昭、蕭顯勝，2010)。Garris 等人 (2002) 提出遊戲式學習模式 IPO(Input Process Output)，被認為能提高動作技能與學習成效 (Ghergulescu & Muntean, 2014; Hsiao & Chen, 2016; Hsiao, Chen, Lin, & Chen, 2018)。

Garris、Ahlers 及 Driskell (2002) 認為體感遊戲中的挑戰性、目標性、遊戲性、娛樂性、感官刺激等特性，可以有效提升學習動機 (Hsu et al., 2016)。因此利用遊戲式學習策略 I (Input) 教學內容、P (Process) 遊戲循環、O (Outcome) 學習結果結合肢體動作進行教學，以學習者為中心設計，讓學習者對於遊戲好奇及有趣的進行方式，吸引學習者努力解決數學任務、學會知識 (Hsiao & Chen, 2016; Shakroum, Wong, & Fung, 2016; Ge & Fan, 2017)。

本研究將建立一套以幼兒生活日常相關的數學學習課程，結合體感互動遊戲與動作技能，讓幼兒採用遊戲式學習的方式，學習數學加法、減法觀念、訓練動作技能。

貳、文獻探討

一、體感互動遊戲

體感互動遊戲 (Gesture interactive game-based) 為利用感測器設備建構虛擬的互動學習環境，讓學習者透過動作或手勢與電腦互動 (Hsiao & Chen, 2016)。進而協助幼兒發展動作技能、增強學習成效，並更能理解教材及有更高的訊息保留 (盧妹如、劉英傑、莊英君、彭正平，2012；Hsiao & Chen, 2016; Hsiao et al., 2018)。

二、遊戲式學習策略

Garris、Ahlens 及 Driskell (2002) 提出了三階段遊戲式學習模型 IPO (Input Process Output)，此遊戲學習模式包括三個部分：(一) 輸入：包含遊戲特性的教學內容設計；(二) 處理：代表遊戲循環的過程；(三) 結果：分析訓練目標和學習成效的實現。如圖 1 所示。Hsiao 等人(2018)、Hsiao 與 Chen (2016) 及 Ghergulescu 與 Muntean (2014) 將遊戲式學習模式 IPO 模式加入體感互動遊戲，研究結果顯示將 IPO 導入體感互動遊戲能提高學習者學習成效與動作技能，且優於傳統遊戲式學習。

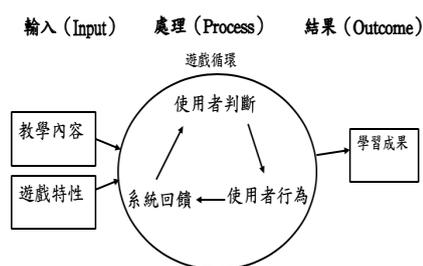


圖 1 遊戲式學習模式 IPO

三、動作技能

教育部(2017)指出身體動作就是靈活掌握身體自主的行為，「身體動作」面向包括穩定性、操作性(Gallahue 著，許義雄譯，2004)。穩定性動作指的是在某定點做出來的動作。操作性動作是透過物體的操作，進行與物體有意義的接觸(教育部，2017)。

(一) 穩定性動作(Stability movement skills)：伸展、蹲、揮動、扭轉。

(二) 操作性動作(Manipulation movement skills)：打擊、踢。

四、數學學習

Ginsburg、Choi、Lopez、Netley 及 Chi (1997) 指出幼兒在非正式數學知識上，可分為兩部分，一是「數概念」包含：唱數、數字接龍、計數、相對大小概念；二是「數字運算」部分包含：加減法計算、應用問題等。在五至七歲幼兒，可以從實物中的運算慢慢走向抽象的數字運算，且可以開始做 20 以內的加減法運算，並且數概念與數字運算皆已慢慢穩定發展中(陳品華、陳俞君，2006)。

五、文獻評析

綜合上述文獻整理，體感互動遊戲融入遊戲式學習策略 IPO (Input Process Output) 能有效提高動作技能和學習成效。幼兒時期是許多認知技能發展的時期，包括動作技能與數學學習技能的整合，這些技能對於未來各領域發展都是一個前兆(Nesbitt, Fuhs, & Farran, 2019)。

本研究設計一款體感遊戲對於幼兒動作技能與數學學習的教學設計，訓練動作技能與學習數學加法、減法知識。

參、研究方法

一、教學設計與實施

本研究互動體感遊戲採用遊戲式學習模型 IPO (Input Process Output) 設計遊戲關卡及學習內容，遊戲共設計六關卡，每一關卡都有對應到的動作技能與數學學習，共進行四週課程，每一週進行兩關遊戲，詳細如下表 1 所示。

表 1 遊戲策略與體感遊戲對照表

遊戲策略	體感遊戲	對應內容
教學內容	數學學習	數學加減法
遊戲特性	挑戰性	遊戲中有六道關卡
	目標性	設置星星數，關卡完成後評分數 1~3 顆星星
	娛樂性	故事劇情、關卡制
	遊戲性	有別於一般傳統遊戲
	感官刺激	肢體動作、聲光效果，增添了刺激感
使用者判斷	判斷數學題目	運算數學加減法
遊戲策略	體感遊戲	對應內容
使用者行為	產生對應的動作	每做一個動作是否答對數學題目
系統回饋	系統判斷結果	動作與數學是否答題完成，給予回饋
學習結果	動作技能與學習成效	提升動作技能與學習成效

本教學設計體感互動遊戲為四週教學，每週五十分鐘，第一週教學前，先做示範教學二十分鐘，也讓幼兒能提早了解遊戲的操作與實施，詳細如圖 2 所示。

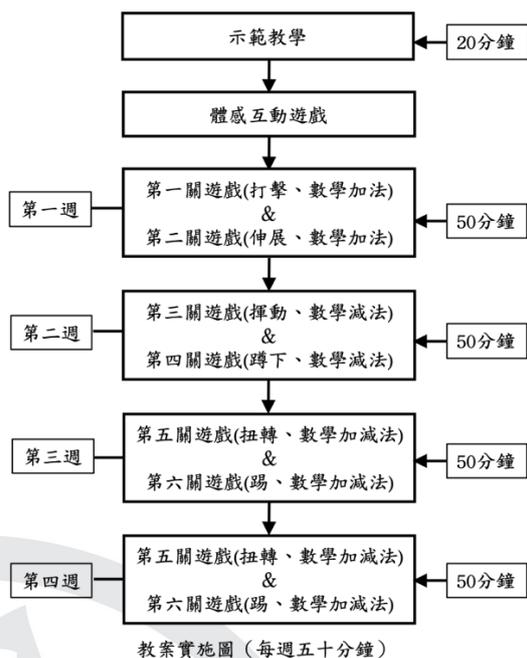


圖 2 教學實施圖

遊戲故事以童話故事為主題，藉此故事吸引幼兒的注意，以故事情節加入動作技能與數學學習安排進行學習，詳細如圖 3 所示。



圖 3 以童話故事為主題

二、研究工具

本研究軟體開發使用 Unity，Unity 是一款跨平台可支援多平台開發，如 Windows、MacOS、Linux、PlayStation、Android 等平台，可直接匯出無需二次開發或移植，且是一個遊戲開發生態系統，提供多樣化工具和功能，強大的開發工具及支援多平台發佈 (Unity, 2019)。

在感測器設備使用 Intel RealSens D435，此設備為 2018 年第一季上市，

擁有良好的感測範圍極高像素及主打強大的視覺處理技術、體積小、速度快 (Intel, 2017), 如下圖 4 所示。



圖 4 感測器 Intel RealSens D435

因此本研究利用 Unity 進行遊戲軟體開發, 在 Unity 環境建立遊戲場景、人物, 透過 RealSens SDK, 將 Unity 人物骨架進行偵測, 學習者可在偵測範圍內進行肢體動作學習數學內容。

三、遊戲內容與玩法

第一關進行打擊動作與數學加法、第二關進行伸展動作與數學加法、第三關進行揮動動作與數學減法、第四關進行蹲下動作與數學減法、第五關進行扭轉動作與數學加減法、第六關進行踢動作與數學加減法, 詳細如表 2 所示。

表 2 遊戲內容與玩法表

關卡	動作技能	數學知識	內容
第一關	打擊	加法	五題數字題目, 每題打擊兩次, 加總至給定數字, 共打擊 10 次。
第二關	伸展	加法	五題數字題目,
第三關	揮動	減法	雙手向上伸展左右移動接取香蕉, 加總至給定數字。
第四關	蹲	減法	五題數字題目, 揮動雙手向砍柴動作, 請減至給定數字。
第五關	扭轉	加減法	五題數字題目, 蹲下採花, 請減至給定數字。
第六關	踢	加減法	五題數字題目, 扭轉身體像搬運東西動作, 「向右搬加 1」「向左搬減 1」請加減至給定數字。

野狼加
1「踢獵
人減1」
請加減
至給定
數字

四、遊戲畫面示意圖

遊戲故事以童話故事為主軸，小紅帽在前往奶奶家在森林裡與大野狼發生了一些事情。故事角色有：大野狼、猴子、獅子、奶奶、獵人，如以下圖 5 所示。



圖 5 遊戲第一關示意圖

肆、未來展望

依據教學設計與實施後，預期有助於幼兒動作技能發展與數學學習上有所成長，體感互動遊戲中的親身體驗與實際操作，以學習者為主的主動學習、思考和建構新知識，能提供學生深刻的印象，更能增加學習興趣並激起好奇心。好的教學設計必須為學習者為中心，進行有效率的教學活動，以增進知識及培養問題解決的能力。

參考文獻

一、中文部分

許義雄譯，原著者：Gallahue, D.L.

(2004)。《兒童發展與身體教育》。台北：麥格羅·希爾出版社。

陳品華、陳俞君 (2006)。《幼稚園教師數概念教學知識之研究》。《當代教育研究》，14(2)，81-118。

教育部 (2017)。《幼兒園教保活動課程大綱》。臺北市：教育部。

蔡福興、游光昭、蕭顯勝 (2010)。《影響數位遊戲式學習行為與學習遷移成效之因素探討》。《教育科學研究期刊》，55(2)，167-206。

盧姝如、劉英傑、莊英君、彭正平 (2012)。《體感互動遊戲應用於國小閩南語鄉土語言課程教學之研究》。《課程與教學季刊》，15(2)，169-192。

二、英文部分

Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC horizon report: 2017 higher education edition (pp. 1-60)*. The New Media Consortium.

Cameron, C. E. (2018). *Hands on, minds on: How executive function, motor, and spatial skills foster school readiness*. Teachers College Press.

Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & gaming*, 33(4), 441-467.

Ge, Z., & Fan, L. (2017). Social development for children with autism using kinect gesture games: A case study in Suzhou Industrial Park Renai School. In *Simulation and serious games for education (pp.*

- 113-123). Springer, Singapore.
- Ghergulescu, I., & Muntean, C. H. (2014). Motivation monitoring and assessment extension for input-process-outcome game model. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 4(2), 15-35.
- Ginsburg, H. P., Choi, Y. E., Lopez, L. S., Netley, R., & Chi, C. Y. (1997). Happy birthday to you: Early mathematical thinking of Asian, South American and US children. *Learning and teaching mathematics: An international perspective*, 163-207.
- Gokhale, A. A. (1996). Effectiveness of computer simulation for enhancing higher order thinking. *Journal of Industrial teacher education*, 33(4), 36-46.
- Hsiao, H. S., & Chen, J. C. (2016). Using a gesture interactive game-based learning approach to improve preschool children's learning performance and motor skills. *Computers & Education*, 95, 151-162.
- Hsiao, H. S., Chen, J. C., Lin, C. Y., & Chen, W. N. (2018). The influence of a gesture-based learning approach on preschoolers' learning performance, motor skills, and motion behaviors. *Interactive Learning Environments*, 26(7), 869-881.
- Hsu, C. N., Cheng, I. L., Chew, S. W., Wu, G. Y., Zhu, C. Y., Liu, P. Y., & Chen, N. S. (2016, July). Gesture-Based Learning for Preschooler: A Case Study of Teaching English Alphabet and Body Parts Vocabulary. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2016 IEEE 16th International Conference on* (pp. 332-336). IEEE.
- Intel. (2017) Intel® RealSense™ Depth Camera D400-series. <https://software.intel.com/en-us/realsense/d400>. Accessed 10 November 2017
- Lindsay, A. R., Dyrek, A. J., Blitstein, J. L., Byington, T., & Sigman-Grant, M. (2018). Interrater Reliability of a Field-Based Preschool Movement Skills Assessment. *Journal of nutrition education and behavior*, 50(10), 1040-1045.
- McClelland, M. M., & Cameron, C. E. (2018). Developing together: The role of executive function and motor skills in children's early academic lives. *Early Childhood Research Quarterly*.
- Nesbitt, K. T., Fuhs, M. W., & Farran, D. C. (2019). Stability and instability in the co-development of mathematics, executive function skills, and visual-motor integration from prekindergarten to first grade. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 262-274.
- Shakroum, M. A., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2016). The effectiveness of the Gesture-Based learning system (GBLS) and its impact on learning

experience. *Journal of Information Technology Education: Research*, 15, 191-210.

Skinner, R. A., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human movement science*, 20(1-2), 73-94.

Unity. (2019) Unity Technologies <https://unity3d.com/unity/editor>



探索個人特質如何影響機器人程式教學中的運算思維能力

The exploration of how personal traits affect computational thinking ability in robot programming

宋佳苓¹、劉遠楨²

Chia-Ling Sung¹, Yuan-Chen Liu²

¹ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology College of Education

National Taipei University of Education Master student

E-mail : waterleave65@nhps.tp.edu.tw

² 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 教授

Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology College of Education

National Taipei University of Education Professor

摘要

十二年國教結合數位教學，發展運算思維，程式設計、STEM、創客等新思維在教育中益發受到關注。本研究通過將程式設計的合作態度、學習風格、自我調節、享受和性別作為模型的關鍵部分（包括運算思維）來調查在機器人融入程式教學的背景個人特質作為問題解決能力的預測因素。研究對象為 252 名六年級學生，在 10 週機器人程式課程後以問卷進行數據蒐集。相關和迴歸分析的結果表明，程式設計的合作態度和自我調節是預測問題解決能力的重要變量。還發現問題解決能力與運算思維正相關。其他重要發現包括學生在課程中的享受程度會影響其合作態度及自我調節，學習風格對於運算思維有預測能力也是極大且有趣的發現。本研究為機器人和程式設計的研究人員及教育工作者提出了許多潛在的影響，希冀能在課程設計以外，提供一些關於學習者的特質、感受及其影響以供參考。

關鍵字：問題解決能力、運算思維、機器人、程式設計

Abstract

12-year Compulsory Education highlighted digital teaching, development of computational thinking, programming, STEM, Maker and other new things in the education. This study investigates the personal traits as a predictor of problem-solving ability in the context of robotic integration programming by using the cooperative attitude, learning style, self-regulation, enjoyment and gender as a key part of the model (including computational thinking). The study consisted of 252 sixth-grade students who collected data using a questionnaire after a 10-week robotic program. The results of correlation and regression analysis show that the cooperative attitude and self-regulation of programming are important variables for predicting problem-solving ability. It has also been found that problem solving ability is positively related to computing thinking. Other important findings include how well a student's enjoyment in the course affects their cooperative attitude and self-regulation. The ability of the learning style to predict computational thinking is also a great and interesting discovery. This study has many potential implications for robotics and programmers and educators, and hopes to provide some of the learner's traits, feelings, and impacts beyond the curriculum design.

Keywords: problem solving, computational thinking, robotics, programming

第一章 緒論

電腦技能是未來經濟和技術勞動力的必備能力，有許多國家已經將運算思維(Computational Thinking,CT)納入其 K-12 教育中(Chen et al., 2017; Grover & Pea, 2013)。CT 以往被認為是電腦科學背景下的一項重要技能，Wing 卻認為 CT 是每個人的必備技能(Wing, 2006)。雖然各家學者對 CT 的定義分歧但仍脫離不了數據收集、分析、抽象、迭代、算法和程序等幾個重要概念(Barr & Stephenson, 2011; Shute, Sun, & Asbell-Clarke, 2017)。同時，CT 被認為能增進創造力和解決問題的技能來培養未來一代的人才(Brennan & Resnick, 2012; Kong, 2016)。

程式設計是實現運算思維的關鍵方法，也是最常被使用的(Hsu, Chang, & Hung, 2018; Lye & Koh, 2014; Topalli & Cagiltay, 2018)。而機器人和視覺化的程式設計積木是近代具功能性且特別有趣的數位玩具之一，提供了有效的學習環境，學習過程中，學生學會通過經驗來創造和解決問題(Lindh & Holgersson, 2007)。綜上所述，程式設計和機器人的活動及教學能有效促進學生的問題解決及運算思維能力。

問題解決歷程中除了涉及推理能力外(Araz & Sungur, 2007)，在過程中遇到障礙時自我反思、學習能提升學生自我調節能力，進而增進學生解決問題的能力(Panaoura, 2012)。研究也指出合作通常對解決問題很有用(Chang et al., 2017; Chung, Lee, & Liu, 2013)。除此之外，不同的學習風格可能會導致不同的問題解決能力 (Felder & Silverman, 1988)。許多探討問題解決能力的學者也研究著性別與問題解決能力間的相關(Yurdugül & Aşkar, 2013)。亦有研究指出在問題事件或挑戰中能充分享受、感覺心流體驗狀態的學習者能夠有效的學習計算問題解決技能(Liu, Cheng, & Huang, 2011)。

以上因素都被認為有可能直接或間接影響到學生的問題解決能力，所以曾有研究試圖探討問題解決與個人特質、個體差異之間的相關(Ali, 2018; Treffinger, Selby, & Isaksen, 2008)。迄今為止，很少有實證研究來描述個人特質、問題解決能力與運算思維能力之間的關聯，尤其是在機器人程式教學的背景下。因此本研究旨在建構一個綜合模型，該模型檢驗：(1)問題解決能力與某些個人特質之間的關係。(2)問題解決能力與運算思維之間的關聯。

第二章 文獻探討

問題解決能力是當有人想要實現目標並獲得所期望的結果而進行的思考和行為，是一種推理步驟，結果可能是達到某個目標或找到我們問題的滿意答案(Barbey & Barsalou, 2009; Mayer & Wittrock, 2006)。其被視為有效學習的基本能力，也是教育和職業環境以及日常生活中所需的高度橫向能力(Eichmann et al., 2019; Hung, Chang, & Lin, 2016)。個人對解決問題的自然傾向部分地受到心態、參與和回應以及個人的態度所影響，人們自然地處理不同的情況並以不同的方式與他們的環境互動，因此個人個性、與他們溝通的最佳方法以及他們最適合的工作和任務類型有關，問題解決能力方面存在著個體差異(Ali, 2018; Ellis & Brewer, 2018)。

合作通常對解決問題很有用，通過共享信息、合作模擬、討論能促進他們形成解決問題的途徑(Boxtel, Linden, & Kanselaar, 2001; Chung et al., 2013; Chang et al., 2017)。合作有助於克服學習中的特定困難(Fusaro & Smith, 2018; Rau et al., 2017)。程式設計經驗在解決問題的行為、能力具有某種程度的影響力。(García-Peñalvo & Mendes, 2018; Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, & Eastmond, 2010; Yurdugül & Aşkar, 2013)，因為程式設計人員常將問題目標分解為一組中間子目標，這些目標可以再進一步分解為更精細的子目標，用來解決問題。(Deek, 1999; Palumbo, 1990; Pears et al., 2007)。所以本研究中，程式設計態度的定義為一個人與同伴合作進程式設計活動的感受(Kong et al., 2018)。本研究中假設在機器人程式教學課程持更積極的合作態度將預測更高水平的問題解決能力。

學習風格與問題解決能力在公司環境中、遊戲式的問題解決任務、網路上的問題解決以及問題的呈現方式等文獻中不斷被討論，研究顯示不同學習風格在問題解決任務中有不同的表現(Hung, Chang, & Lin, 2016; Kuo, Chen, & Hwang, 2014; Lin, Hung, Chang, & Hung, 2014; Treffinger et al., 2008)。因此，本研究中假設學生的學習風格將預測機器人程式教學中的問題解決能力。

自我調節與問題解決能力在初等教育，學生處理複雜的數學問題、透過電腦的同步教學方法處理問題都與自我調節間存在某種程度的相關(Baars et al., 2018; Lazakidou & Retalis, 2010; Muis, Psaradellis, Lajoie, Leo, & Chevrier, 2015)。研究證實，為學生提供在解決問題過程中遇到障礙時自我反思、學習行為的機會，是提升學生自我調節能力及其數學表現的一種可能途徑，還能增進學生解決問題的能力(Panaoura, 2012)。動機調節是自我調節學習的一個重要方面，學生可以使用各種策略來調節他們的動機，例如提供獎勵或改變周圍環境。本研究意欲針對自我調節中的動機調節進行研究，假設更積極的動機調節能力將對於更高的問題解決能力水平具有預測力。

享受可以被定義為通過突破自我限制和超越自我來完成新事物或是意外事件的良好感受，特別是在面對一些困難的任務時，是可以帶來個人成長及較長時間的滿足(Seligman & Csikszentmihalyi, 2000)。文獻指出感覺心流體驗狀態的學生經常應用反複試驗、學習實例和分析推理策略來學習計算問題解決技能。且在解決問題遊戲上的享受程度是青少年科學理解的最強預測因素(Fraser, Shane-Simpson, & Asbell-Clarke, 2014; Goetz, Hall, Frenzel, & Pekrun, 2006; Liu et al., 2011)。因此，本研究假設機器人的加入能活化程式設計課程，使學生覺得享受，進而增進其問題解決能力。

性別與問題解決能力間的相關在不同年齡層，兒童、青少年或成人，在不同領域被直接或間接的探討研究著。在性別對青少年解決問題能力的影響、性別和程式設計知識中的一般問題解決技能、性別和兒童對數學等值理解、成年人解決問題能力強弱的表現、性別和性別分組對電腦支持的合作學習(CSCL)中學生的學習表現和知識闡述過程的影響等文獻皆顯示問題解決能力存在著性別差異(Hämäläinen, Wever, Nissinen, & Cincinato, 2019; Hornburg, Rieber, & Mcneil, 2017; Mefoh, Nwoke, Chukwuorji, & Chijioke, 2017; Yurdugül & Aşkar, 2013)。對於本研究而言，假設機器人程式教學下的學習者性別將對於問題解決能力產生某種程度的影響。

CT 涉及使用抽象和分解等電腦科學概念解決問題，在文獻中 CT 量表的五個構面，其中之一就是問題解決，且 CT 和問題解決能力之間有中等強度的顯著相關，其中使用程式設計方法或 CT 來培養學生的邏輯思維技能和解決問題的能力是更有趣的(García-Peñalvo & Mendes, 2018; Korkmaz, Çakir, & Özden, 2017; Lye & Koh, 2014; Román-González, Pérez-González, & Jiménez-Fernández, 2017)。根據文獻結果，本研究假設學習者的問題解決能力對於運算思維能力具有預測力。

第三章 研究設計

本研究旨在機器人程式教學的背景下，探索個人特質(程式設計的合作態度、學習風格、自我調節、享受、性別)是否能做為問題解決能力的預測指標。最後，研究人員將問題解決能力做為運算思維的預測因素，試圖探究這兩個變項之間是否存在直接關聯。研究假設如下：

- H1：更積極的合作態度將預測更高水平的問題解決能力。
- H2：學生的學習風格將預測機器人程式教學中的問題解決能力。
- H3：更積極的自我調節能力將對於更高的問題解決能力水平具有預測力。
- H4：學生的享受情緒將預測機器人程式學習環境中的問題解決能力。
- H5：學習者性別將對於問題解決能力產生某種程度的影響。
- H6：學習者的問題解決能力對於運算思維能力具有預測力。

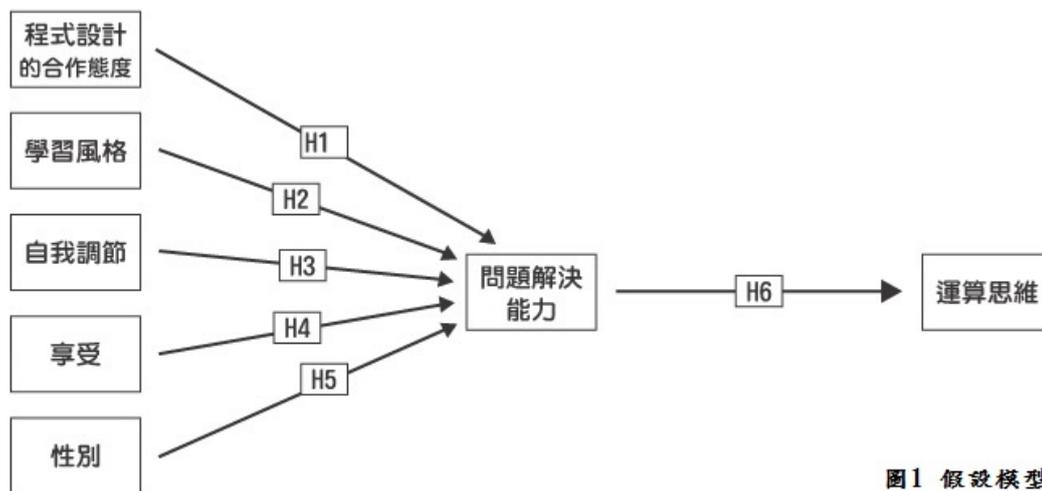


圖1 假設模型

研究對象為台北市某所國小的全體六年級學生（11-12歲），共9個班，男生128人，女生124人，共252名學生。五年級已經上過Scratch的課程，對於程式設計已經有基礎的認識。研究對象在學校每週一次的電腦課中使用mBot 2.4G機器人進程式設計學習，一堂課40分鐘，研究期程10週，共480分鐘。9個班級的資訊課授課教師為同一人，已經有17年資訊課的教學經歷，教學經驗豐富。每個班的研究對象遵循完全相同的授課大綱與研究程序。課程進行中學習者每人各自使用一台電腦和一台mBot 2.4G機器人，教師在每次授課時會簡要介紹課程中活動主題及會使用到的硬體構造，然後就讓學生針對該主題進行實作練習與體驗。當學生在操作上遇到困難，教師鼓勵學生在組內互相討論（兩人一組），以提高他們的程式設計技能並解決任何問題。在第十週，進行迷宮闖關以檢視學生十個星期來的學習成果。十週課程大綱如表1所示。

第一週	1.發下 mBot2.4G 機器人—硬體解說；2.原廠功能測試，紅外線搖控、循跡、避障
第二週	1.發下 mBot 藍芽版機器人—連線解說；2.Makeblock App 應用
第三週	1.mBot 藍芽版機器人；2.挑戰—倒車入庫；進階挑戰—有斜坡的倒車入庫
第四週	1.前進、後退、左轉、右轉；2.倒車入庫
第五週	1.LED 燈（各色混色）；2.警車（紅藍燈加前進）；呼吸燈（漸強再漸弱）—變數
第六週	1.蜂鳴器介紹；2.消防車（F5、A5，1/4 拍，前進+紅白燈）；挑戰—小星星
第七週	1.畫筆多邊形；2.挑戰—多邊形車
第八週	1.超音波感測器介紹；緊急煞車
第九週	1.挑戰—防撞車
第十週	1.~迷宮闖關（超音波感測器）~

表1 十週課程大綱

研究流程：在機器人程式設計課程開始前，使用了程式設計的合作態度量表進行測試並完成了研究對象的性別、基本資料的蒐集。經過十週的課程，學生們進行了程式設計的合作態度、學習風格、自我調節能力、享受程度、問題解決能力等量表及問卷，並完成運算思維測驗。再以問卷、量表、測驗中所獲得的數據進行分析以確定彼此間的相關及影響力。研究工具介紹如下：

1. 程式設計的合作態度量表，引用 Kong 等人(2018)為程式設計所開發的量表，採用其中程式設計的合作態度分量表，包含 4 個題目，採用李克特 5 分量表。Cronbach's α 為 0.742。
2. 學習風格採 Fleming 與 Mills(1992) 開發之 VARK 量表，包含 16 題複選題，四個子量表的可靠性估計值分別為 0.85、0.82、0.84 和 0.77。
3. 動機調節簡表使用 Kim 等人(2018)所開發的動機調節簡表，共 12 題，採用李克特 5 分量表。Cronbach's α 為 0.85。
4. 使用內在動機量表(IMI)的興趣／享受分量表(Ryan, Mims, & Koestner, 1983)來測量學生的經驗享受程度，包含有 7 個題目，使用李克特 5 分量表，Cronbach's α 達到令人滿意的 0.91。
5. 問題解決能力量表參考 Heppner、Cooper、Mulholland 與 Wei(2001)解決問題的策略及問題解決的自我效能兩個分量表，共 16 題，採用李克特 5 分量表。Cronbach's α 為 0.839。
6. 運算思維測驗本研究使用 Román-González(2015)所設計之運算思維測驗(CTt) ，測驗包含 28 題選擇題，Cronbach's $\alpha=0.793 \approx 0.80$ 。

第四章 研究結果

進行 Pearson 相關分析以研究假設模型中變量之間的關係（見表 2）。結果表明，程式設計的合作態度與問題解決能力間（相關係數=0.431，P 值<0.001）有中等程度的顯著相關，從而 H1 受到支持。此外，如模型所假設，自我調節與問題解決能力（相關係數=0.685，P 值<0.001）、享受與問題解決能力（相關係數=0.443，P 值<0.001）都呈現顯著的中度相關，H3、H4 受到支持。問題解決能力與運算思維之間呈現低度但顯著的相關（相關係數=0.243，P 值<0.001），H6 受到支持。然而，與假設模型不同的是，學習風格與問題解決能力（相關係數=-0.059，P 值=0.358）、性別與問題解決能力（相關係數=-0.115，P 值=0.073）不存在顯著相關，所以 H2、H5 不受支持。

表 1 相關分析

	程式設計的合作態度	學習風格	自我調節	享受	性別	問題解決能力	運算思維
程式設計的合作態度	-	.025	.442***	.426***	-.199**	.431***	.114
學習風格		-	.055	.128*	-.109	-.059	-.145*
自我調節	.442***	.055	-	.609***	-.129*	.685***	.160*
享受	.426***	.128*	.609***	-	-.218***	.443***	.090
性別	-.199**	-.109	-.129*	-.218***	-	-.115	-.118
問題解決能力	.431***	-.059	.685***	.443***	-.115	-	.243***
運算思維	.114	-.145*	.160*	.090	-.118	.243***	-

***, 顯著水準為 0.001。

** , 顯著水準為 0.01。

* , 顯著水準為 0.05。

後續進行線性迴歸分析，以檢驗每個假設是否成立。首先針對 H1、H3、H4 進行驗證，以測試程式設計的合作態度、自我調節、享受是否能夠顯著預測問題解決能力（見表 3）。迴歸結果表明，三個預測因子解釋了 48.4% 的變異量 ($R^2=0.49$, $F(3,240)=76.859$, $P<0.001$)。結果發現，享受 ($\beta=0.001$, $P=0.984$) 不是假設的問題解決能力的重要預測因素，模型中的 H4 不成立。相反的，程式設計的合作態度 ($\beta=0.159$, $P<0.01$)、自我調節 ($\beta=0.614$, $P<0.001$) 被證明是問題解決能力的重要預測因子，因此，H1、H3 獲得支持，說明更積極的合作態度將預測更高水平的問題解決能力、更積極的自我調節能力將對於更高的問題解決能力水平具有預測力。

表 3 問題解決能力迴歸分析係數表

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
(常數)	1.586	0.160		9.930	0.000
程式設計的合作態度	0.113	0.037	.159**	3.017	0.003
自我調節	0.457	0.045	.614***	10.222	0.000
享受	0.001	0.041	0.001	0.020	0.984
R ²	0.490				
F	76.859***				

a. 依變數：問題解決能力。N=244。

b. ***P<0.001；**P<0.01。

學習風格、享受、性別在前述分析結果後被排除為問題解決能力的預測因子，我們進一步進行多元迴歸分析以研究這三個變因與顯示顯著相關的變量之間的關係（見表 4）。首先，我們使用享受、性別作為程式設計的合作態度的預測因子。該模型解釋了 18.6% 的變異量 ($R^2=0.193$, $F(2,241)=28.844$, $P<0.001$)。結果顯示，享受 ($\beta=0.401$, $P<0.001$) 顯著預測程式設計的合作態度；但性別 ($\beta=-0.112$, $P=0.061$) 沒有顯著預測。

表 4 程式設計的合作態度迴歸分析係數表

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
(常數)	2.546	0.317		8.045	0.000
享受	0.388	0.057	.401***	6.769	0.000
性別	-0.211	0.112	-0.112	-1.882	0.061
R ²	0.193				
F	28.844***				

a. 依變數：程式設計的合作態度。N=244。

b. ***P<0.001。

接著，我們進行了一個多元迴歸分析，用享受、性別做為自我調節的預測因子（見表 5）。該模型解釋 36.6% 的變異量 ($R^2=0.371$, $F(2,241)=71.080$, $P<0.001$)。結果顯示享受 ($\beta=0.610$, $P<0.001$) 顯著預測自我調節，性別 ($\beta=0.004$, $P=0.940$) 對自我調節則沒有顯著的預測力。

表 5 自我調節迴歸分析係數表

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
(常數)	1.617	0.267		6.062	0.000
享受	0.563	0.048	.610***	11.651	0.000
性別	0.007	0.095	0.004	0.075	0.940
R ²	0.371				
F	71.080***				

a. 依變數：自我調節。N=244。

b. ***P<0.001。

最後，我們進行一個多元迴歸分析來探討如何利用與運算思維具相關性的變量來預測運算思維。因此，學習風格、自我調節和問題解決能力被做為運算思維的預測因素（見表 6）。該模型解釋 6.5% 的變異量 ($R^2=0.076$, $F(3,240)=6.592$, $P<0.001$)。結果顯示問題解決能力 ($\beta=0.226$, $P<0.01$) 顯著預測運算思維，H6 成立，且學習風格 ($\beta=-0.132$, $P<0.05$) 對於運算思維亦有顯著預測力；自我調節 ($\beta=0.012$, $P=0.886$) 對運算思維則沒有顯著的預測力。

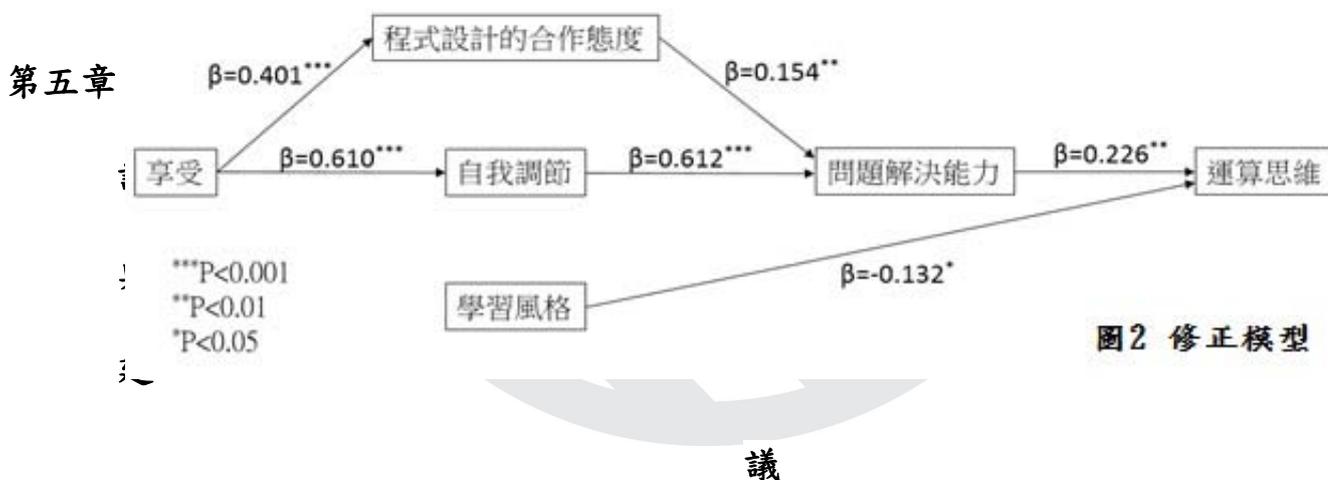
表 6 運算思維迴歸分析模式係數表

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
(常數)	11.749	1.572		7.476	0
學習風格	-0.182	0.086	-.132*	-2.111	0.036
自我調節	0.059	0.407	0.012	0.144	0.886
問題解決能力	1.444	0.548	.226**	2.634	0.009
R^2	0.076				
F	6.592***				

a. 依變數：運算思維。N=244。

b. ** $P<0.01$ ；* $P<0.05$ 。

基於對預測關係的數據分析，我們建構了一個修正模型，該模型還包括相關和迴歸分析結果支持的非假設關係。由於分析結果顯示性別與模型中的其他變量沒有顯著關係，因此修正後的模型排除了性別，得出修正模型為圖 2。



這項研究可以讓我們深入了解影響問題解決能力的多種因素。作者基於支持的關係提出一個模型，這些發現表明了未來有關於機器人、程式設計教學研究的重要方法。總結來說，某些個人特質與問題解決能力之間的假設不被支持，包含享受和性別。然而，在本研究中，合作態度和自我調節對於問題解決能力的預測是顯而易見的，其中自我調節對於問題解決能力的預測程度最高，迴歸的標準化係數為 0.612。此外，發現學生的問題解決能力確實也對運算思維具有顯著預測力，迴歸的標準化係數為 0.226。額外的收穫是學生的享受程度會影響其合作態度與自我調節，且學習風格對於運算思維也有預測力。

如本研究所示，學生對於挑戰的投入及期待，之中的愉悅體驗有可能增強學生與同儕有效合作的能力，並採用更靈活的認知方法來處理問題、完成手頭的任務，從而帶來更成功的表現和學習成果。再者，學生在學習活動中的積極享受情緒與更大的投入動機相關，促進學生的學習自我調節，提高學業成果和個人解決問題的能力。如此的問題解決能力也是反覆培養學生，數據收集、數據分析、數據

表示、抽象、問題分解、算法和程序等運算思維。因此課程設計者可以利用這項研究的結果來支持在課堂內促進有利的情緒氣候（例如，享受），以促進學生的積極的人際功能（例如，合作、溝通）、認知靈活性（例如，自我調節、解決問題的能力），和有益的成就相關的情緒（例如，興趣）。並提高學生在挑戰期間持續關注的能力（例如，運算思維能力）。

本研究結果顯示學習風格對運算思維具有預測力，這是個有趣的發現。運算思維已被許多國家納入其 K-12 教育中，其重要性不言而喻，如何提升運算思維的學術研究也日趨完整，但尚缺少學習風格和運算思維能力直接相關的實證研究，建議未來研究也能將其納入研究範疇，探討兩者之間的關聯。

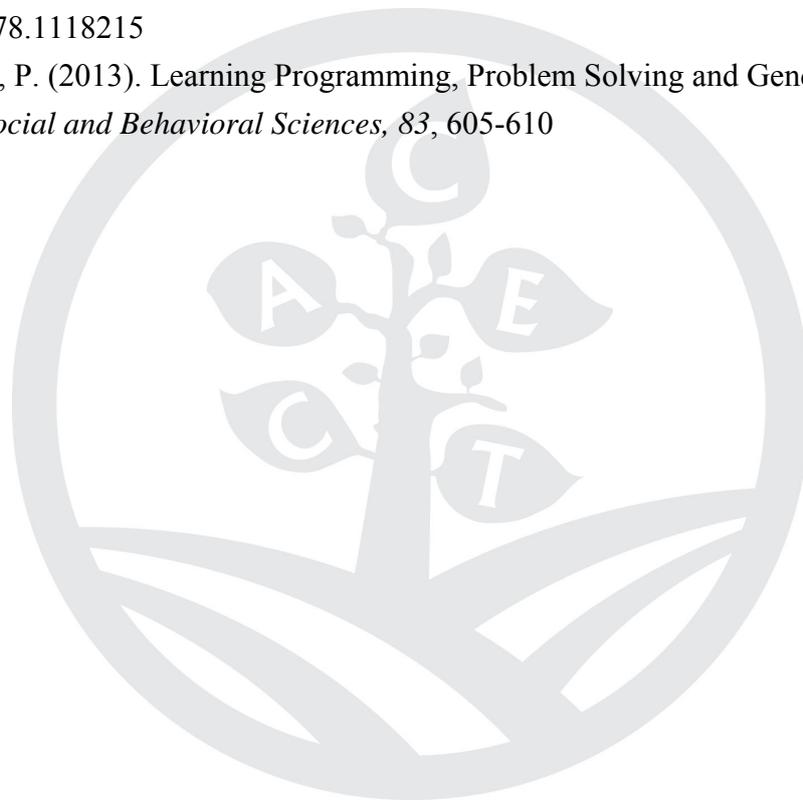
參考文獻

- Ali, I.(2018). Personality traits, individual innovativeness and satisfaction with life.*Journal of Innovation & Knowledge*.
- Araz, G., & Sungur, S. (2007). The interplay between cognitive and motivational variables in a problem-based learning environment. *Learning and Individual Differences, 17*(4), 291-297. doi:10.1016/j.lindif.2007.04.003
- Baars, M., Tamara van Gog, Anique de Bruin,& Paas, F.(2018). Accuracy of primary school children's immediate and delayed judgments of learning about problem-solving tasks. *Studies in Educational Evaluation, 58*, 51-59.
- Barbey, A.K., & Barsalou, L.W. (2009). Reasoning and Problem Solving: Models.*Encyclopedia of Neuroscience, 8*, 35-43.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12. *ACM Inroads, 2*(1), 48. doi:10.1145/1929887.1929905
- Boxtel, C. V., Linden, J. V., & Kanselaar, G. (2001). Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge [Learning and Instruction 10 (2000) 311–330]. *Learning and Instruction, 11*(1), 85. doi:10.1016/s0959-4752(00)00031-1
- Brennan, K., & Resnick, M.(2012).New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking.Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association (2012), pp. 1-25
- Chang, C-J., Chang, M-H., Chiu, B-C., Liu, C-C.,Fan Chiang, S-H., Wen, C-T., Hwang, F-K., Wu, Y-T., Chao, P-Y., Lai, C-H., Wu, S-W., Chang, C-K., & Chen, W.(2017). An analysis of student collaborative problem solving activities mediated by collaborative simulations.*Computers & Education, 114*, 222-235.
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., & Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education, 109*, 162-175. doi:10.1016/j.compedu.2017.03.001
- Chung, C.W., Lee, C.C., & Liu, C.C. (2013). Investigating face-to-face peer interaction patterns in a collaborative web discovery task: The benefits of a shared display.*Journal of Computer Assisted Learning, 29* (2), 188-206
- Deek, F. P. (1999). The Software Process: A Parallel Approach through Problem Solving and Program Development. *Computer Science Education, 9*(1), 43-70. doi:10.1076/csed.9.1.43.3812
- Eichmann, B., Goldhammer, F., Greiff, S., Pucite, L.,& Naumann, J.(2019) The role of planning in complex problem solving. *Computers & Education,128*, 1-12.
- Ellis, D.M.,& Brewer, G.A.(2018) Aiding the search: Examining individual differences in multiply-constrained problem solving.*Consciousness and Cognition, 62*, 21-33.

- Felder, R.M., & Silverman, L.K. (1988) Learning and teaching styles in engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not Another Inventory, Rather a Catalyst for Reflection. *To Improve the Academy*, 11(1), 137-155. doi:10.1002/j.2334-4822.1992.tb00213.x
- Fraser, J., Shane-Simpson, C., & Asbell-Clarke, J. (2014). Youth science identity, science learning, and gaming experiences. *Computers in Human Behavior*, 41, 523-532. doi:10.1016/j.chb.2014.09.048
- Fusaro, M., & Smith, M.C. (2018). Preschoolers' inquisitiveness and science-relevant problem solving. *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 119-127
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi:10.1016/j.chb.2017.12.005
- Goetz, T., Hall, N. C., Frenzel, A. C., & Pekrun, R. (2006). A hierarchical conceptualization of enjoyment in students. *Learning and Instruction*, 16(4), 323-338. doi:10.1016/j.learninstruc.2006.07.004
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K–12. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. doi:10.3102/0013189x12463051
- Hämäläinen, R., Wever, B. D., Nissinen, K., & Cincinato, S. (2019). What makes the difference – PIAAC as a resource for understanding the problem-solving skills of Europe's higher-education adults. *Computers & Education*, 129, 27-36. doi:10.1016/j.compedu.2018.10.013
- Heppner, P. P., Cooper, C., Mulholland, A., & Wei, M. (2001). A brief, multidimensional, problem-solving psychotherapy outcome measure. *Journal of Counseling Psychology*, 48(3), 330-343. doi:10.1037/0022-0167.48.3.330
- Hornburg, C. B., Rieber, M. L., & Mcneil, N. M. (2017). An integrative data analysis of gender differences in children's understanding of mathematical equivalence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 163, 140-150. doi:10.1016/j.jecp.2017.06.002
- Hsu, T., Chang, S., & Hung, Y. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310. doi:10.1016/j.compedu.2018.07.004
- Hung, Y-H., Chang, R-I., & Lin, C-F. (2016). Hybrid learning style identification and developing adaptive problem-solving learning activities. *Computers in Human Behavior*, 55(A), 552-561.
- Kim, Y., Brady, A. C., & Wolters, C. A. (2018). Development and validation of the brief regulation of motivation scale. *Learning and Individual Differences*, 67, 259-265. doi:10.1016/j.lindif.2017.12.010
- Kong, S. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377-394. doi:10.1007/s40692-016-0076-z
- Kong, S., Chiu, M. M., & Lai, M. (2018). A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education. *Computers & Education*, 127, 178-189. doi:10.1016/j.compedu.2018.08.026
- Korkmaz, Ö, Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569. doi:10.1016/j.chb.2017.01.005
- Kuo, F., Chen, N., & Hwang, G. (2014). A creative thinking approach to enhancing the web-based problem solving performance of university students. *Computers & Education*, 72, 220-230. doi:10.1016/j.compedu.2013.11.005

- Lazakidou, G., & Retalis, S. (2010). Using computer supported collaborative learning strategies for helping students acquire self-regulated problem-solving skills in mathematics. *Computers & Education*, 54(1), 3-13. doi:10.1016/j.compedu.2009.02.020
- Lin, C. F., Hung, Y. H., Chang, R. I., & Hung, S. H. (2014). Developing a problem-solving learning system to assess the effects of different materials on learning performance and attitudes. *Computers & Education*, 77, 50-66. doi:10.1016/j.compedu.2014.04.007
- Lindh, J., & Holgersson, T.(2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4), 1097-1111.
- Liu, C-C., Cheng, Y-B., & Huang, C-W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3), 1907-1918. doi:10.1016/j.compedu.2011.04.002
- Lye, S. Y., & Koh, J. H. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. doi:10.1016/j.chb.2014.09.012
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch Programming Language and Environment. *ACM Transactions on Computing Education*, 10(4), 1-15. doi:10.1145/1868358.1868363
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 287-303). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Mefoh, P. C., Nwoke, M. B., Chukwuorji, J. C., & Chijioke, A. O. (2017). Effect of cognitive style and gender on adolescents' problem solving ability. *Thinking Skills and Creativity*, 25, 47-52. doi:10.1016/j.tsc.2017.03.002
- Muis, K. R., Psaradellis, C., Lajoie, S. P., Leo, I. D., & Chevrier, M. (2015). The role of epistemic emotions in mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 172-185. doi:10.1016/j.cedpsych.2015.06.003
- Palumbo, D. B. (1990). Programming Language/Problem-Solving Research: A Review of Relevant Issues. *Review of Educational Research*, 60(1), 65. doi:10.2307/1170225
- Panaoura, A. (2012). Improving problem solving ability in mathematics by using a mathematical model: A computerized approach. *Computers in Human Behavior*, 28(6), 2291-2297. doi:10.1016/j.chb.2012.06.036
- Pears, A., Seidman, S., Malmi, L., Mannila, L., Adams, E., Bennedsen, J., . . . Paterson, J. (2007). A survey of literature on the teaching of introductory programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(4), 204. doi:10.1145/1345375.1345441
- Rau, M. A., Bowman, H. E., & Moore, J. W. (2017). An adaptive collaboration script for learning with multiple visual representations in chemistry. *Computers & Education*, 109, 38-55. doi:10.1016/j.compedu.2017.02.006
- Román-González, M.(2015). Computational thinking Test: Design guidelines and content validation. 7th annual international conference on education and new learning technologies (Barcelona: Spain)
- Román-González, M., Pérez-González, J., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678-691. doi:10.1016/j.chb.2016.08.047

- Ryan, R. M., Mims, V., & Koestner, R. (1983). Relation of reward contingency and interpersonal context to intrinsic motivation: A review and test using cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 45(4), 736-750. doi:10.1037//0022-3514.45.4.736
- Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5-14.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158. doi:10.1016/j.edurev.2017.09.003
- Topalli, D., & Cagiltay, N.E. (2018). Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with Scratch. *Computers & Education*, 120, 64-74.
- Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. *Learning and Individual Differences*, 18(4), 390-401. doi:10.1016/j.lindif.2007.11.007
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33. doi:10.1145/1118178.1118215
- Yurdugül, H. & Aşkar, P. (2013). Learning Programming, Problem Solving and Gender: A Longitudinal Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 83, 605-610



在多媒體學習環境中行動學習的增生認知負荷和參與度

Germane cognitive load and engagement on mobile learning in multimedia learning environments

-
- 中英文摘要

本研究調查了多媒體學習環境中的增生認知負荷和外在認知負荷對毛細現象教學的影響，透過不同媒體組合：86名四年級學生被分配到以下三個條件；帶有嵌入行動設備中的縮時攝影影片的文本（PT組）；嵌入在行動設備中的文本以及行動設備外部的實驗室活動（LT組）；以及嵌入在行動設備中的縮時攝影影片和行動設備外部的實驗室活動（PLT組）的文本，探討不同組別中理解測驗和學習效率的表現差異。因為增生認知負荷的影響，PLT組預計會比LT組表現更好；由於參與度的影響，PLT組預計比PT組表現更好，並在最後討論多媒體環境的研究和設計結果的意義。

This study investigated germane cognitive load and extraneous cognitive load in a multimedia learning environment on capillary action of plants as a function of different combinations of media. Eighty-six fourth-grade students were assigned to the following three conditions: texts with time-lapse photography embedded in the mobile device (PT condition); laboratory activities that are outside and texts embedded in the mobile device of the mobile device (LT condition); and laboratory activities that are outside of the mobile device and texts with time-lapse photography embedded in the mobile device (PLT condition). Differences in performance on comprehension tests and learning efficiency were examined across conditions. Because of the effects of germane cognitive load, the PLT condition was expected to perform better than the LT condition. Because of the effects of engagement, the PLT conditions were expected to perform better than the LT condition. The implications of the results for research and design of multimedia learning environments are discussed.

- 中英文關鍵字

增生認知負荷、縮時攝影、參與度、實驗室活動

Germane cognitive load, time-lapse photography, engagement, laboratory activities

- 作者中英文姓名

李宜樺、劉遠楨 博士

Li Yi-Hua, Yuan-Chen Liu, Ph. D.

- 作者中英文單位名稱

國立臺北教育大學教育學院課程與教學傳播科技研究所

Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology College of Education National Taipei University of Education

- 正文

第一章 緒論

行動科技的靈活性、便利性以及普遍性讓行動科技變得有價值，是現代人不可或缺的必需品(Bano, Zowghi, Kearney, Schuck, & Aubusson, 2018)。可以提高未來學習活動的有效性和可及性(Shuib, Shamshirband, & Ismail, 2015)。行動設備已成為一種學習工具，對學習具有極大的潛力(Sung, Chang, & Liu, 2016)。故行動科技的使用在教育環境不斷增加(Nikou & Economides, 2018)。

認知負荷理論對教學設計和評量越發重要(Brünken, Plass, & Leutner, 2003)。因工作記憶能力有限，學習只有在有足夠認知資源可分配給學習過程時，才能進行學習(Bétrancourt & Benetos, 2018)。基於認知負荷理論和多媒體學習理論，與教學無關的訊息無助於學習、可能增加外在認知負荷，但有些可能增加外在認知負荷的聲音和影片，在學習過程中可能有重要作用(Homer, Plass & Blake, 2008)。

縮時攝影(Time-lapse photography)是利用攝影來壓縮靜止或運動圖像中的經過時間，播放時間將短於錄製時間，更容易觀察到事件的重點(Malin, 2007)。教育的縮時攝影通常拍攝緩慢變化的主題。如天體運動、植物生長、太陽升起，可以拓寬學生經驗。(Liu & Li, 2012)。縮時攝影讓演示文本變得非常短暫，更提高了資訊的密度，為教學設計者提供了一種增加對學習的關注從而促進理解的方式(Fischer, Lowe, & Schwan, 2008)。

實驗室活動(laboratory activities)在科學教育中發揮了重要和獨特的作用，透過使用實驗室活動可以獲得豐富的學習效益(Hofstein & Lunetta, 2004)。實驗室活動可以進行有意義的學習(Tobin, 1990)、產生更高的動機(Corter, Escheb, Chassapis, Ma, & Nickerson, 2011)、提升所有學生的學習成效(Walker, Sampson, Southerland, & Enderle, 2016)。

學生參與對學習、表現、保留、堅持、經驗和成就很重要，課堂上的科技使用之間存在正相關關係(Gunuc & Kuzu, 2015)。衡量學生參與度可以為課程品質、學生狀況、學習活動或教學工具提供有價值的證據，將提高我們幫助學生和改進教學的能力(Henrie, Halverson & Graham, 2015)。

本研究運用認知負荷理論的理論框架對三種行動學習環境進行比較，這三種行動學習環境對三種視覺媒體（即書面文字，縮時攝影和動手做實驗）的構成，對學生學習成績的影響以及效率。由於這種專注於視覺形態的問題，探索了精神整合這些材料可能導致的增生認知負荷效應及參與度。故本研究假設如下：一、因為增生認知負荷的影響，PLT組預計會比LT組表現更好；二、由於參與度的影響，PLT組預計比PT組表現更好。

第二章 文獻探討

多媒體學習環境可以促進有意義的學習，有助於保留、轉移和檢索(Skuballa, Dammert, & Renkl, 2018)。高媒體豐富度使學習者觀看時具有高的專注力及高的感知有用性(Liu, Liao, & Pratt, 2009)。多媒體學習對參與度有重要的影響(Byun & Loh, 2015)。可以促進保留效能(Kozan, Erçetin, & Richardson, 2015)、增強心流經驗(Chang, Liang, Chou, & Lin, 2017)、顯示更高的學習成果以及改善認知處理(Stark, Brünken, & Park, 2018)。

認知負荷理論定義：認知負荷理論的主要焦點是必須在有限的工作記憶能力範圍內進行的認知過程，以便在長期記憶中構建心理圖像(Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998)。認知負荷

可能是內在的、外在的或增生的(Seufert, 2018)。內在認知負荷是指任務複雜性，受到學習者先備知識的影響，學習者若擁有更多資源，可用於組織新訊息並將其與舊經驗融會貫通(Seufert, 2018)。外在認知負荷是對於學習沒有貢獻的多餘過程導致的結果(de Bruin & van Merriënboer, 2017)。增生認知負荷是指為理解學習所付出的努力，是一種心理模式，將任務元素間進行交互作用進而理解學習(Sweller, Ayres, & Kalyuga, 2011)。

許多學者認為有效的教學設計應該能夠減少外在的認知負荷，同時增加增生認知負荷，學習效率和學習成效也會提高。(Diao & Sweller, 2007; Große & Renkl, 2006; van Merriënboer, Schuurman, de Croock, & Paas, 2002)。增加增生認知負荷的學習策略很多，如提供完整範例(Paas & Gog, 2006)、使用超媒體的行動學習(Huk & Ludwigs, 2009)、遊戲的學習(Chang, et al., 2017)、給予豐富資源(Seufert, 2018)、預先閱讀分配(Josephsen, 2018)、投入心理努力(de Bruin & van Merriënboer, 2017)。

大多數認知負荷效應不會直接改變增生認知負荷，而是間接地透過減少外來認知負荷並因此釋放工作記憶容量來增加增生認知負荷(Große & Renkl, 2006)。高外在認知負荷通常會妨礙學習，因與學習無關的努力將對學習產生負面影響；高增生認知負荷則相反，在模式構建中投入的精力越多，學習結果就越高(de Bruin & van Merriënboer, 2017)。

縮時攝影是有益的，儘管它讓演示文本變得非常短暫，更提高了資訊的密度，但同時也發現演示速度會影響注意力的分佈和對學習材料的理解(Fischer et al., 2008)。播放的速度可能會對學習內容產生重大影響，但學習者喜歡關注微觀事件。當動畫以高速呈現時，顯著的宏觀事件可能不被察覺(Meyer et al., 2010)。

學習者參與可以被認為是一個廣義的術語，包括在正式學術環境內、外學習。(Henrie et al., 2015)。參與通常被認為是一個多方面的結構，有三個維度：行為參與、情緒參與和認知參與(Fredricks, Blumenfeld, & Paris, 2004)。兒童的行為參與（即他們相對於同齡人保持的合作參與水平）最能預測他們的長期學業成長(Ladd, Gary, Dinella, Lisa, 2009)。

學習參與可預測精熟動機、學前技能、課堂行為和學校表現(Halliday, Calkins, & Leerkes, 2018)。學習者控制促進學習者參與(Corbalan, Kester, and Van Merriënboer, 2011)，高學習者控制導致更高的感知控制，更積極的學習，更有效地使用認知資源和更高的學習成果(Stark, Malkmus, Stark, Brünken, & Park, 2018)。

學習者目標會影響參與和成功(Williams, Stafford, Corliss, & Reilly, 2018)。提升參與度的方法有很多，如：影片學習(Homer et al., 2008)、線上學習活動(Henrie et al., 2015)、使用科技產品(Gunuc & Kuzu, 2015)觀看影片後進行測試(Wang & Antonenko, 2017)。

實驗室活動具有獨特的作用，實驗室活動包括各式各樣的活動，學生透過與材料互動以觀察和理解自然世界(Lunetta, Hofstein & Clough, 2007)。實驗室活動是一種透過理解學習的方式，同時也是通過科學來構建知識的過程，如果學生有機會操縱設備和材料，便能建立對現象和科學的知識，實驗室將能進行有意義的學習(Tobin, 1990)。

探究型的實驗室有可能培養學生形成假設的能力和技能，設計和進行科學研究，制定和修訂科學解釋，傳播和捍衛科學論證(Hofstein & Mamlok-Naaman, 2007)。實驗室活動能促進學生學習有效性，能促進後設認知和解決問題的能力，有助於有意義的自我發現和策略的內化(Sandi-Urena, Cooper, Gatlin, & Bhattacharyya, 2011)。受試者若在進入實驗室前已了解大部分細

節，可能會減少受試者在實驗室工作期間的認知負荷，受試者將更有信心，將能夠更快地進步 (Teo, Tan, Yan, Teo, & Yeo, 2014)。

許多自然科學學科已經使用實驗室活動來教授不同年齡的學生，也在不同的文化和課堂環境中實施，這些實驗室活動的設計和實施是為了讓學生參與(Lunetta et al., 2007)。高度豐富的媒體可以改善學生的學習成果，但同時增加認知負荷(Homer, 2008; Moos, 2009)。媒體豐富性和遊戲互動可以增強學習者的心流體驗，降低外在認知負荷，並促進增生認知負荷(Chang, et al., 2017)。

第三章 研究方法

研究場域是臺北市內湖區一所中大型國民小學，學生們多會使用電腦、平板使用網路查詢資料或進行課程。研究對象受試者是臺北公立小學三個班級的 87 名四年級學生。共有 45 名男生和 42 名女生。所有學生在實驗前 18 個月對植物的構造、力的作用的基本知識都採取了相同的課程，也都是由同一位自然科學老師教授。29 名學生(15 男、14 女)含播放縮時攝影影片之文本學習 (PT 組)，29 名學生(16 男、13 女)實驗室活動及文本學習 (LT 組)，28 名學生(15 男、13 女)同時使用播放縮時攝影影片、實驗室活動及文本學習 (PLT 組)。請同一位自然科學系畢業的教師進行同樣的課程之教授。研究者將以自然及國語期末評量成績、先備知識調查問卷調查受試者之先備知識，並進行變異數分析(ANOVA)證明研究對象為同質。教學主題是“毛細現象”，教師將透過行動裝置教導毛細現象的特性、原理及應用，包括水如何移動、形成毛細現象的條件及毛細現象在日常生活中的應用。學習材料包括由文本(T)，縮時攝影影片(P)或實驗室活動(L)組成的三個不同的實驗組 (PT 組，LT 組和 PLT 組)。文本和縮時攝影影片使用行動載具作為媒介，實驗室活動是同時使用行動載具並進行真實的實驗操作。縮時攝影影片是教師預先進行拍攝植物進行毛細現象的影片，與實驗室活動相似。

理解測驗包含前測-先備知識調查問卷和後測-毛細現象的成就測驗。先備知識調查問卷不同主題將分別使用七個一般項目調查學生關於教



學材料的先備知識。學生將這些項目評定為 5 分制，試題經 178 位四年級學生預試，Cronbach 值大於 0.7。試題亦請兩位自然領域專長教師進行題目之審查，具專家效度。

學習效率計算方法是將理解測試的總分除以各別學習時間來確定每位學生的學習效率。

教學材料係使用 java 架設的簡單教學網站進行資料蒐集，允許學生按自己的步調學習並記錄他們的學習時間。

• 重要參考文獻

- de Bruin, A. B. H. & van Merriënboer, J. J. G. (2017). Bridging Cognitive Load and Self-Regulated Learning Research: A complementary approach to contemporary issues in educational research. *Learning and Instruction, 51*, 1-9
- Fischer, S., Lowe, R. K., & Schwan, S. (2008, 12). Effects of presentation speed of a dynamic visualization on the understanding of a mechanical system. *Applied Cognitive Psychology, 22*(8), 1126-1141. doi:10.1002/acp.1426
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004, 03). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research, 74*(1), 59-109. doi:10.3102/00346543074001059
- Große, C. S. & Renkl, A. (2006). Effects of multiple solution methods in mathematics learning. *Learning and Instruction, 16*(2), 122-138
- Gunuc, S. & Kuzu, A. (2015). Confirmation of Campus-Class-Technology Model in student engagement: A path analysis. *Computers in Human Behavior, 48*, 114-125
- Henrie, C.R., Halverson, L.R., & Graham, C.R. (2015). Measuring student engagement in technology-mediated learning: A review. *Computers & Education, 90*(1), 36-53
- Homer, B.D., Plass, J.L., & Blake, L. (2008). The effects of video on cognitive load and social presence in multimedia-learning. *Computers in Human Behavior, 24*(3), 786-797
- Malin, D. (2007). Time-Lapse Photography. *The Focal Encyclopedia of Photography (Fourth Edition)*, 622-623
- Moos, D. C. (2009). Note-taking while learning hypermedia: Cognitive and motivational
- Seufert, T. (2018). The interplay between self-regulation in learning and cognitive load. *Educational Research Review, 24*, 116-129
- Sweller, J., Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (n.d.). Cognitive Architecture and Instructional Design. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022193728205>
- Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics, 90*(5), 403-418

基於虛擬運動遊戲系統的介入對兒童基本運動技能之影響

The impact of on virtual sports game system-based intervention on children's fundamental motor skills

➤ 中英文摘要

在許多有關於運動探討的文獻中，大部分研究聚焦於使用健身運動遊戲系統來提升身體素質，使用虛擬實境系統的量化實證研究比較罕見。因此，本研究欲利用虛擬運動遊戲系統科技來進行體育教學課程，並將健身運動遊戲系統與虛擬運動遊戲系統進行比較。本研究的目的是在探討使用虛擬運動遊戲系統對兒童的基本運動技能成效的影響，以及兒童對未來鍛鍊意圖的影響。將三個班級隨機分配組別為虛擬運動遊戲系統組、健身運動遊戲系統組及傳統體育教學組。每週有兩節的體育教學，一節教學四十分鐘，教學進行六週。實驗開始前，三組學生進行基本運動技能定點擊球測驗，做為前測，實驗結束後同樣的測驗再做一次，做為後測，還有進行未來鍛鍊意圖問卷測驗。

In many of the literature on motion research, most of the research focuses on the use of exergames to improve physical fitness, and quantitative empirical research using virtual reality systems is rare. Therefore, this study intends to use the virtual sports game system technology to conduct physical education courses, and compare the exergames with the virtual sports game system. The purpose of this study was to explore the impact of using virtual sports game systems on children's fundamental motor skills and the impact of children's future exercise intention. The three classes were randomly assigned to the virtual sports game system group, the exergames group, and the traditional physical education teaching group. There are two sessions of physical education every week, one forty minutes and one for six weeks. Before the start of the experiment, the three groups of students conducted a fundamental motor skills test as a pre-test. After the experiment, the same test was done again, as a post-test, and a future exercise intention questionnaire was conducted.

➤ 中英文關鍵字

虛擬運動遊戲系統、健身運動遊戲系統、基本運動技能、未來鍛鍊意圖
virtual sports game system、Exergames、Fundamental motor skills、Future exercise intention

➤ 作者中英文名字

張予馨 Yu-Hsin Chang、劉遠楨 博士 Yuan-Chen Lin, Ph. D.

➤ 作者中英文單位名稱

國立臺北教育大學教育學院課程與教學傳播科技研究所
Graduate School of Curriculum and Instructional Communications Technology
College of Education National Taipei University of Education

➤ 第一章 緒論

Chen、Mason、Hammond-Bennett 與 Zalmout(2016)指出提高運動技能和增強健康相關的身體健康是學齡兒童的理想學習成果。實現運動技能能力是成為人的一一生中身體活動的基礎。兒童的運動技能發展也是終身身體活動的決定因素(Bishopa & Pangelinan, 2018; Herrmann, Heim, & Seelig, 2017)。體育教師在幫助學生培養運動技能方面也發揮著重要的角色扮演，身體素養的人需要有運動技能才能享受終身的體育活動(Silverman & Mercier, 2015)。因此，有研究結果表示強烈建議在小學教育期間支持學生參與中度到劇烈強度的身體活動的機會，並指出在小學期間是基本運動技能模式的重要時期(Jaakkola et al., 2019)。基本運動技能的熟練程度被認為會影響兒童的身體活動，而那些基本運動技能越熟練的人則傾向於更多的身體活動量，並減少兒童在週末的久坐時間(Capio, Sit, Abernethy, & Masters,

2012; Capio, Sit, Eguia, Abernethy, & Masters, 2015)。因此，基本運動技能與身體活動之間有存在著正相關的關係(Capio, Sit, Eguia, Abernethy, & Masters, 2015)。總而言之，運動技能會影響身體的活動量，甚至影響著人們終身運動的可能性。

近年來，健身運動遊戲已成為全球流行的趨勢、越來越受歡迎(Huang, Wong, Lu, Huang, & Teng, 2017; Huang et al., 2018)。健身運動遊戲系統已被討論為鼓勵兒童參與身體活動的可能策略(Ho, Lwin, Sng, & Yee, 2017)。Sun(2013)學者的研究結果表示，健身運動遊戲是可以在體育活動中增強身體活動的可行方法。體育教育者在課程中可以加入健身運動遊戲系統的趨勢，作為將學生與身體活動聯繫起來的一種方法(Sheehan & Katz, 2013)。希望健身運動遊戲能夠吸引學生參加體育活動，並在中度和劇烈的強度水平上增強活動體驗(Anonymous, 2013)。

除了健身運動遊戲系統，虛擬實境系統也是近年來變得非常流行的科技(Huang, Rauch, & Liaw, 2010)。是一種越來越普遍的消費產品，可以用於各種的教學用途(Jang, Vitale, Jyung, & Black, 2017)以及可以促進知識共享、教育和樂趣等(Kim, Lee, & Kang, 2012)。Merchant、Goetz、Cifuentes、Keeney-Kennicutt 與 Davis(2014)的研究結果表示遊戲、模擬和虛擬世界可以有效地提高學習效果。因此，本研究將虛擬運動遊戲系統融入體育教學來探討。

健身運動遊戲可以促進遊戲過程中的體育鍛煉(Castañer, Camerino, Landry, & Pares, 2016; Lwin & Malik, 2012)。健身運動遊戲可以讓體力消耗或運動來改善身體健康，進一步而增強了健康的益處(Nguyen et al., 2106)。健身運動遊戲系統在體育教學上提供一開始有趣的環境，可以用於激勵新手參與體育教學或身體活動的一種方法(Ennis, 2013; Gao, Zhang, & Stodden, 2013; Vernadakis, Papastergiou, Zetou, & Antoniou, 2015)。因此，學校應考慮將健身運動遊戲系統納入學校們的體育課程裡(Lwin & Malik, 2012; Staiano, Beyl, Hsia, Katzmarzyk, & Newton, 2017)。

除了健身運動遊戲系統之外，D. Lee、B. I. Lee、Park 與 Kim(2018)指出需要新的運動技術，例如：基於虛擬實境的運動系統。可以使用虛擬實境的技術來促進我們的身體活動(Murray, Neumann, Moffitt, & Thomas, 2016)。虛擬實境的遊戲還可以為兒童提供愉快的體育鍛煉，以及改善身體的健康(Smits-Engelsman, Jelsma, & Ferguson, 2017)。在許多有關於運動探討的文獻中，大部分研究聚焦於使用健身運動遊戲系統來提升身體素質，使用虛擬實境系統的量化實證研究比較罕見。因此，本研究欲利用虛擬運動遊戲系統來進行體育教學課程，並將健身運動遊戲系統與虛擬運動遊戲系統進行比較。

➤ 第二章 文獻探討

許多文獻研究如何提升基本運動技能，最基本的方式是使用基本運動技能的傳統培訓方法。Capio、Sit、Eguia、Abernethy 與 Masters(2015) 研究結果證明，基本運動技能培訓組的研究對象的基本運動技能的熟練程度有所提高。

使用健身遊戲的介入來看是否有提升基本運動技能。研究結果證明，實驗組的研究對象確實提高了他們對感知技能能力的看法，並可以提高他們參與體育活動的動力(Edwards, Jeffrey, May, Rinehart, & Barnett, 2017)。

探討基本運動技能與身體活動的相關性。研究結果物體控制熟練的孩子有可能成為更有活躍的青少年(Barnett, Beurden, Morgan, Brooks, & Beard, 2009)。研究結果表明學齡前兒童的運動技能與參加劇烈的身體活動呈現正相關(Webster, Martin, & Staiano, 2018)。發展移位和物體控制技能的能力可能是平日和周末促進幼兒積極生活方式的重要因素(Fowweather et al., 2015)。

虛擬實境不僅是一個沉浸式的使用者界面，而且還有助於呈現和解決工程、醫學和教育等領域的實際問題(Huang, Rauch, & Liaw, 2010)。虛擬實境科技的研究有應用於逃生疏散知

識的傳遞訓練和行為上的評估(Feng, González, Amor, Lovreglio, & Cabrera-Guerrero, 2018)及應用虛擬培訓的環境來培訓警務人員進行複雜的合作任務(Bertram, Moskaliuk, & Cress, 2015)。在學科學習上應用於化學課程及英語課程，研究結果兩者的學業成績都有顯著提升(Merchant et al., 2012; Yang, Chen, & Jeng, 2010)。

許多的研究都集中在健身運動遊戲是否會促進足夠的身體活動以及運動的強度(Castañer, Camerino, Landry, & Pares, 2016)。從幼稚園階段到大學階段都有學者研究健身運動遊戲系統是否可以改善身體活動強度的水平(Staiano et al., 2017; Pasco, Roure, Kermarrec, Pope, & Gao, 2017; Gao et al., 2017; Gao, Zhang, & Stodden, 2013)。研究是否可以改善研究對象的姿勢穩定性(Sheehan & Katz, 2013; Vernadakis, Derri, Tsitskari, & Antoniou, 2014)、是否可以提升研究對象的運動技能(即協調和敏捷性)(Hsiao & Chen, 2016)及是否可以提升研究對象的身體素質(Huang, Wong, Lu, Huang, & Teng, 2017; Smits-Engelsman, Jelsma, & Ferguson, 2017)，研究結果都有提升。

使用虛擬實境訓練運動技能，結果表明，在虛擬環境培訓期間，大多數績效變量往往更接近專家的表現(Covaci, Olivier, & Multon, 2015)。虛擬實境是可以減少運動的疼痛感與運動相關的努力感知的有效方法。研究結果證實，無論個人身體意識的水平如何，運動期間的虛擬實境都可以減少與運動相關的負面感覺(Matsangidou et al., 2018)。健身運動遊戲系統可以增加我們目前在體育教學中的身體活動，透過有趣的身體活動選項來促進身體活動的參與(Gao, Zhang, & Stodden, 2013)。

➤ 第三章 研究方法

採用虛擬運動遊戲系統應用於國小體育教學，採準實驗研究法之「不等的前測-後測設計」進行研究。本研究的研究對象，以臺北市某國小為取樣目標，採取立意抽樣的方式選取一年級三個班級進行實驗研究。三個班級隨機分配組別為虛擬運動遊戲系統組(VIVE 虛擬實境系統)、健身運動遊戲系統組(Nintendo Switch 健身運動系統)、傳統體育教學組。三組教材分別為第一人稱網球-實境網球仿真器運動遊戲軟體(VIVE 虛擬實境系統)、Mario Tennis Ace 運動遊戲軟體(Nintendo Switch 健身運動系統)及傳統體育網球教學，三組教學內容皆為網球課程。每週有兩節的體育教學，一節教學四十分鐘，教學進行六週。實驗開始前，三組學生進行以 Ulrich(2000)粗動作發展測驗-第二版的物體控制定點擊球測驗，做為前測，實驗結束後同樣的測驗再做一次，做為後測。實驗結束後，還有針對虛擬運動遊戲系統組、健身運動遊戲系統組及傳統體育教學組進行翻譯於 Li 與 Lwin(2016) 的鍛鍊意圖問卷進行網球未來鍛鍊意圖問卷測驗。

本研究旨在探討使用虛擬運動遊戲系統對兒童的基本運動技能成效的影響，以及對未來鍛鍊意圖的影響。

➤ 研究結果

預測實驗結果虛擬運動遊戲系統組及健身運動遊戲系統組的基本運動技能成效高於傳統體育教學組。此外，預測虛擬運動遊戲系統組對於網球未來鍛鍊意圖得分略高於健身運動遊戲系統組。最後，預測使用虛擬運動遊戲系統組及健身運動遊戲系統組融入國小體育課程是可以提高學生的基本運動技能。

➤ 圖表

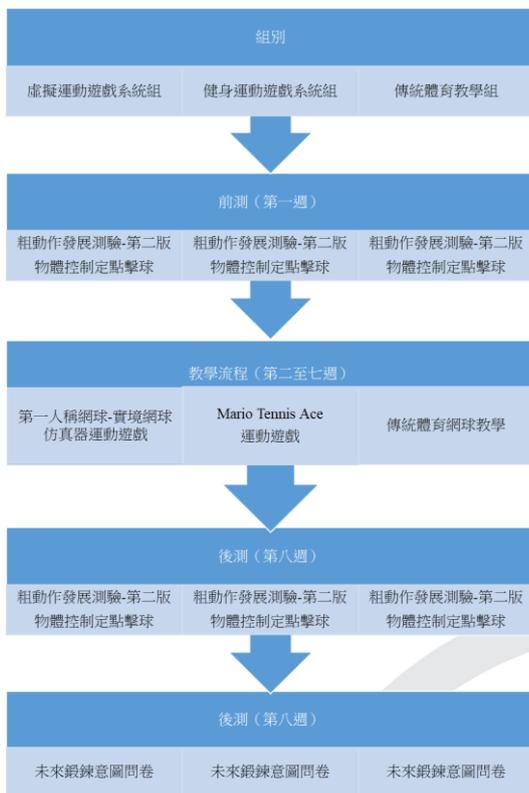


圖 整體研究設計表



圖 研究架構圖

➤ 參考文獻

- Barnett, L. M., Beurden, E. V., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2009). Childhood Motor Skill Proficiency as a Predictor of Adolescent Physical Activity. *Journal of Adolescent Health, 44*(3), 252-259.
- Bertram, J., Moskaliuk, J., & Cress, U. (2015). Virtual training: Making reality work? *Computers in Human Behavior, 43*, 284-292. doi:10.1016/j.chb.2014.10.032
- Bishop, J. C., & Pangelinan, M. (2018). Motor skills intervention research of children with disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 74*, 14-30.
- Capio, C. M., Sit, C. H.P., Abernethy, B., & Masters, R. S.W. (2012). Fundamental movement skills and physical activity among children with and without cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities, 3*(4), 1235-1241.
- Capio, C. M., Sit, C. H.P., Eguia, K. F., Abernethy, B., & Masters, R. S.W. (2015). Fundamental movement skills training to promote physical activity in children with and without disability: A pilot study. *Journal of Sport and Health Science, 4*, 235-243.
- Castañer, M., Camerino, O., Landry, P., & Pares, N. (2016). Quality of physical activity of children in exergames: Sequential body movement analysis and its implications for interaction design. *International Journal of Human-Computer Studies, 96*, 67-78.
- Covaci, A., Olivier, A., & Multon, F. (2015). Visual Perspective and Feedback Guidance for VR Free-Throw Training. *IEEE Computer Graphics and Applications, 35*(5), 55-65. doi:10.1109/MCG.2015.95
- Edwards, J., Jeffrey, S., May, T., Rinehart, N. J., & Barnett, L. M. (2017). Does playing a sports active video game improve object control skills of children with autism spectrum disorder? *Journal of Sport and Health Science, 6*, 17-24.

- Ennis, C. D. (2013). Implications of exergaming for the physical education curriculum in the 21st century. *Journal of Sport and Health Science*, 2(3), 152-157. doi:10.1016/j.jshs.2013.02.004
- Feng, Z., González, V. A., Amor, R., Lovreglio, R., & Cabrera-Guerrero, G. (2018). Immersive virtual reality serious games for evacuation training and research: A systematic literature review. *Computers & Education*, 127, 252-266.
- Fowweather, L., Knowles, Z., Ridgers, N. D., O'Dwyer, M. V., Foulkes, J. D., & Stratton, G. (2015). Fundamental movement skills in relation to weekday and weekend physical activity in preschool children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 691-696. doi:10.1016/j.jsams.2014.09.014
- Gao, Z., Podlog, L., & Huang, C. (2013). Associations among children's situational motivation, physical activity participation, and enjoyment in an active dance video game. *Journal of Sport and Health Science*, 2, 122-128.
- Gao, Z., Pope, Z., Lee, J. E., Stodden, D., Roncesvalles, N., Pasco, D.,...Feng, D. (2017). Impact of exergaming on young children's school day energy expenditure and moderate-to-vigorous physical activity levels. *Journal of Sport and Health Science*, 6(1), 11-16. doi:10.1016/j.jshs.2016.11.008
- Gao, Z., Zhang, T., & Stodden, D. (2013). Children's physical activity levels and psychological correlates in interactive dance versus aerobic dance. *Journal of Sport and Health Science*, 2, 146-151.
- Herrmann, C., Heim, C., & Seelig, H. (2017). Construct and correlates of basic motor competencies in primary school-aged children. *Journal of Sport and Health Science*, xx, 1-8.
- Ho, S. S., Lwin, M. O., Sng, J. R., & Yee, A. Z. (2017). Escaping through exergames: Presence, enjoyment, and mood experience in predicting children's attitude toward exergames. *Computers in Human Behavior*, 72, 381-389. doi:10.1016/j.chb.2017.03.001
- Hsiao, H., & Chen, J. (2016). Using a gesture interactive game-based learning approach to improve preschool children's learning performance and motor skills. *Computers & Education*, 95, 151-162. doi:10.1016/j.compedu.2016.01.005
- Huang, H.-C., Linh Phama, T. T., Wong, M.-K., Chiu, H.-Y., Yang, Y.-H., & Teng, C.-I. (2018). How to create flow experience in exergames? Perspective of flow theory. *Telematics and Informatics*, 35, 1288-1296.
- Huang, H.-C., Wong, M.-K., Lu, J., Huang, W.-F., & Teng, C.-I. (2017). Can using exergames improve physical fitness? A 12-week randomized controlled trial. *Computers in Human Behavior*, 70, 310-316.
- Huang, H.-M., Rauch, U., & Liaw, S.-S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55, 1171-1182.
- Jaakkola, T., Hakonen, H., Kankaanpää, A., Joensuu, L., Kulmala, J., Kallio, J.,... Tammelin, T. H. (2019). Longitudinal associations of fundamental movement skills with objectively measured physical activity and sedentariness during school transition from primary to lower secondary school. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 85-90. doi:10.1016/j.jsams.2018.07.012
- Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W., & Black, J. B. (2017). Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment.

Computers & Education, 106, 150-165. doi:10.1016/j.compedu.2016.12.009

- Kim, C., Lee, S., & Kang, M. (2012). I became an attractive person in the virtual world: Users' identification with virtual communities and avatars. *Computers in Human Behavior*, 28(5), 1663-1669.
- Lee, D., Lee, B. I., Park, Y., & Kim, D. (2018). Application plan for radiological exposure model using virtual reality-based radiological exercise system. *Nuclear Engineering and Technology*, 50(5), 745-750. doi:10.1016/j.net.2018.03.009
- Lwin, M. O., & Malik, S. (2012). The efficacy of exergames-incorporated physical education lessons in influencing drivers of physical activity: A comparison of children and pre-adolescents. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(6), 756-760. doi:10.1016/j.psychsport.2012.04.013
- Matsangidou, M., Ang, C. S., Mauger, A. R., Intarasirisawat, J., Otkhmezuri, B., & Avraamides, M. N. (in press). Is your virtual self as sensational as your real? Virtual Reality: The effect of body consciousness on the experience of exercise sensations. *Psychology of Sport and Exercise*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.07.004>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40. doi:10.1016/j.compedu.2013.07.033
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Keeney-Kennicutt, W., Kwok, O., Cifuentes, L., & Davis, T. (2012). The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis. *Computers & Education*, 59(2), 551-568. doi:10.1016/j.compedu.2012.02.004
- Murray, E. G., Neumann, D. L., Moffitt, R. L., & Thomas, P. R. (2016). The effects of the presence of others during a rowing exercise in a virtual reality environment. *Psychology of Sport and Exercise*, 22, 328-336. doi:10.1016/j.psychsport.2015.09.007
- Nguyen, H. V., Huang, H., Wong, M., Lu, J., Huang, W., & Teng, C. (2016). Double-edged sword: The effect of exergaming on other forms of exercise; a randomized controlled trial using the self-categorization theory. *Computers in Human Behavior*, 62, 590-593. doi:10.1016/j.chb.2016.04.030
- Pasco, D., Roure, C., Kermarrec, G., Pope, Z., & Gao, Z. (2017). The effects of a bike active video game on players' physical activity and motivation. *Journal of Sport and Health Science*, 6, 25-32.
- Sheehan, D. P., & Katz, L. (2013). The effects of a daily, 6-week exergaming curriculum on balance in fourth grade children. *Journal of Sport and Health Science*, 2, 131-137.
- Silverman, S., & Mercier, K. (2015). Teaching for physical literacy: Implications to instructional design and PETE. *Journal of Sport and Health Science*, 4, 150-155.
- Smits-Engelsman, B. C., Jelsma, L. D., & Ferguson, G. D. (2017). The effect of exergames on functional strength, anaerobic fitness, balance and agility in children with and without motor coordination difficulties living in low-income communities. *Human Movement Science*, 55, 327-337. doi:10.1016/j.humov.2016.07.006
- Staiano, A. E., Beyl, R. A., Hsia, D. S., Katzmarzyk, P. T., & Newton, R. L. (2017). Twelve weeks of dance exergaming in overweight and obese adolescent girls: Transfer effects on physical

activity, screen time, and self-efficacy. *Journal of Sport and Health Science*, 6(1), 4-10.
doi:10.1016/j.jshs.2016.11.005

Sun, H. (2013). Impact of exergames on physical activity and motivation in elementary school students: A follow-up study. *Journal of Sport and Health Science*, 2(3), 138-145.
doi:10.1016/j.jshs.2013.02.003

Vernadakis, N., Derri, V., Tsitskari, E., & Antoniou, P. (2014). The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previously injured young competitive male athletes: A preliminary study. *Physical Therapy in Sport*, 15(3), 148-155. doi:10.1016/j.ptsp.2013.08.004

Vernadakis, N., Papastergiou, M., Zetou, E., & Antoniou, P. (2015). The impact of an exergame-based intervention on children's fundamental motor skills. *Journal of Sport and Health Science*, 83, 90-102.

Yang, J. C., Chen, C. H., & Jeng, M. C. (2010). Integrating video-capture virtual reality technology into a physically interactive learning environment for English learning. *Computers & Education*, 55, 1346-1356.



電腦多媒體結合 TLSR 教學對國小一年級學生英語學習成效 之研究

The Effects of Multimedia and Instruction on First-grade students' English Learning

黃愛棠¹ 崔夢萍²

HUANG, AI CHU¹ TSUEI, MENG PING²

¹ 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Student

E-mail : ij88ij888@yahoo.com.tw

² 國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授

² National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Professor

E-mail : mptsuei@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究旨在探究電腦多媒體結合 TLSR 教學對國小一年級學生英語學習成效之影響。研究方法為準實驗研究方法，研究對象為新北市某國小一年級學生，共計 30 位學生，隨機分為實驗組與控制組，採用坊間之數位英語教材，實驗時間共兩週，每周 5 節課，共進行 10 堂課。結果發現，兩組進步成績顯著。實驗組與控制組學生兩個單元測驗進步分 t 考驗結果為=2.82,-0.57 皆未達顯著差異。

關鍵字：認知負荷策略、雙頻理論、多媒體學習理論、低年級英語學習

Abstract

This study used the pre-post test nonequivalent quasi-experimental design. In this research, cognitive load strategy and multimedia platform were set as instructional strategy. Thirty elementary school students from a public school in New Taipei City were chosen to be the participants for this research. The participants were divided into two groups, experimental group and control group. The experimental group were administered a method of less cognitive load strategy, and the control group were administered traditional English learning instruction. It was found that the progress of the two groups was remarkable. The experimental results of the two units in the experimental group and the control group were $t = 2.82$, and -0.57 did not reach significant difference.

Keywords : Cognitive Load Strategy, Dual Frequency Theory, Multimedia Learning Theory, Learning of English

壹、前言

沈中偉 (2005) 多媒體科技融入教學，最重要的是教學設計。Mayer (2001) 當訊息量太大，進入工作記憶的訊息就會是片段而非完整的。Mayer (2009) 對於多媒體教材設計的原則，提出的認知處理和衍生認知處理，以及 12 項的教材設計原則，其中，多媒體原則的設計，是否適用於第二語言多媒體教材的設計原則？John Medina (2009) 大腦運作守則之一：「同一時間，大腦只能做一件事。」當多媒體的畫面訊息出現圖像、影片、聲音、字幕等等，只要有兩個元素同時出現，對學習第二語言的學習者來說，是不是容易產生認知負荷？包括圖片訊息出現時由於文化不同是否有認知負荷的問題。Carl (1994) 學習多媒體數位教材時，接收單一文字元素媒體，在回憶教材內容時，會比接收兩種元素媒體為佳。Mayer (2001) 透過多媒體學習的妥善設計與教師教學應用，對訊息進行篩選、組織和整理，降低學習上的認知負荷。研究者嘗試以認知負荷策略，並參考相關書籍及學者之研究論述，設計了 TLSR 多媒體英語教學之模式，以此探究第二語言英語的多媒體學習成效。

貳、文獻探討

多媒體學習的認知理論

(一) 多媒體學習假設

Mayer (2001) 提出多媒體學習的認知取向有三個假設，雙通道假設、容量有限假設、主動學習假設。認知負荷理論是假設人類大腦的認知結構是由工作記憶和長期記憶所組成 (Sweller, 1988)。當大腦接收到訊息的當下，會將訊息傳送至工作記憶區，若學習者經過精緻化學習並且與先備知識結合，大腦會自主地將訊息編碼、收錄至長期記憶中 (Sternberg, 2006)。由此可見，多媒體學習為減輕認知負荷以及多媒體學習的認知取向之假設等問題，多媒體學習應適度的將訊息重新設計，並以雙頻道理論將訊息處理的運用，使教材更有利於學習者學習，藉以增進學習成效。

(二) 多媒體學習的語言認知處理策略

多媒體學習能使圖像模擬情境的功能發揮淋漓盡致。訊息輸入越視覺化，在以後的認知和回憶的表現就越好，此為圖片的優勢效應 (pictorial superiority effect, PSE)。Hegarty (2002) 將事件發生的脈絡順序設計成多張靜態圖片，教學者將這些靜態圖片按照脈絡組合來教學，學習成效更好。運用多媒體創造以外國語言情境脈絡的背景，讓學習者更專注於聽力練習，有助於學習者專注學習 (莊曉君, 2007)。Manning (2005) 以放聲思考、複誦、遊戲等教學活動教學，運用這些精緻化的認知策略並應用在多媒體環境的教學，發現可以提高學習者記憶、理解訊

息的能力。Cuichon (2008)研究調查發現，以多重模式附加字幕的呈現方式時，將有效提升學習者的字彙能力。

參、研究實施與設計

一、研究方法

本研究採實驗設計法。運用情境式動態圖像融入 TLSR(Think, Listen, Speak, Read)教學模式，探討對英語學習與一般教學模式的學習成效之差異。TLSR 數位多媒體教學模式，教學順序是：T 為圖像猜主題、L 為看圖像與專注在聽、S 為看圖像、專注在聽以及聽完跟著念、R 為看圖像、專注在聽與點讀字幕的單字或句型。本研究分成實驗組、控制組二組，上課時間為兩週，每天一堂課，一堂為 50 分鐘，每一組上課共計 500 分鐘。兩組教材、課程內容都相同，實驗組以研究者所設計的 TLSR 實驗教學，控制組按一般教學模式教學。上課前實施前測驗，結束後實施後測驗。

一、研究工具

- (一) 評量卷：一主題一張評量卷，共兩張評量卷，內容以單字記憶、句型會話問句及回答句等為主，並於實驗前進行預試，建立難度與鑑別度。
- (二) 平面教材：主題為 After School & Chinese Food 的會話主題作為研究實驗，有六個單字與句型，三個項目共計 18 個單字及句型，每一冊的學習內容有情境主題會話、主題單字介紹、大聲說英語。
- (三) 多媒體學習數位教材：內容與平面教材相同，設計有 10 個可操作的學習介面，著重於可以選擇、暫停、重複、互動與創造等等功能性(圖一)。



圖一 多媒體學習數位教材

肆、結果與討論

表 1 實驗組控制組前後測描述統計

單元	組別	前測	後測
		M(SD)	M(SD)
一	實驗組	46.27(16.06)	60.87(17.62)
	控制組	42.07(8.26)	56.80(23.07)
二	實驗組	36.80(17.19)	70.27(22.51)
	控制組	45.13(18.38)	74.27(17.83)

表 2 實驗組控制組進步分數 t 統計結果

單元	進步分數	t
----	------	---

	實驗組		控制組		
	N	(SD)	M	(SD)	
一	15	21.95	18.07	17.71	2.815
二	14	12.98	17.71	15.13	-5.73

(一)實驗組後測成績為 65.5 分比較前測進步 24.03 分；控制組後測成績為 65.5 分，比較前測進步 22.01 分兩組進步成績顯著(表 1)。

(二)實驗組、控制組學生兩個單元測驗進步部分 t 考驗結果為 $t=2.82, -0.57$ ，皆未達顯著差異。實驗組第一單元與第二單元的進步平均數分別為 -2.71 與 32.14；控制組的進步平均數為 18.07 與 29.13(表 2)。

伍、未來展望

一、希望透過不斷地教育實驗，讓教學者能掌握學習的關鍵，探究如何設計高效能的教學方法之設計原則。人類以多媒體學習第二語言有著他的程序。多媒體英語學習元素有 1. 圖像：靜態圖像、情境式圖像、動態式圖像以及影片，2. 聲音：音速、音調等，3. 單字，4. 句型，5. 螢幕上的色調等，英語學習元素的呈現程序和如何呈現，才能展現出設計的學習高成效，這有賴於教育實驗的研究。

二、學習者不同年齡、不同程度等各種不同的差異，教材內容學習方法皆有不同，英語學習元素的呈現程序、呈現方式及每一個元素中又有著各種不同的細原則，設計原則應符合學習者之各種差異，才能達到高效能的學習，未來可以設計各種程度的實驗檢驗的機制，使教學設計原則能滿足各個不同程度的學習者，同時設計原則也更具有實驗的基礎。

參考文獻

一、中文部分

- 沈中偉 (2005)。科技與學習理論與實務。台北市：心理。
- 洪蘭譯 (2009)。大腦當家。(原作者 John Medina)，台北市：遠流。
- 宋曜廷 (2000)。先前知識、文章結構和多媒體呈現對文章學習的影響。國立台灣師範大學，台北市。
- 莊曉君 (2007)。英語卡通影片教學對國小學童英語學習成就、學習動機影響之研究。國立台南大學，台南市。
- 陳蜜桃 (2003)。認知負荷理論及其對教學的啟示。國立高雄師範大學教育學系教育學刊，21，29-51。
- 李欣蓉譯(2005). 圖像化學習 (原作者 Karen Bromley, Linda. Irin-DeVitus & Marce. Modlo), : 在不同課程領域使用圖像組織 (Graphic Organizers), 臺北市：遠流。

探討數位配音與嘴型學習對國中學生英語口說成效與 學習態度之影響

The Effect of Video Dubbing and Mouth Shape Learning On English Speaking
Performance and Learning Attitude of Seventh Graders

張逸佳¹ 陳思維²

JANG, YIH JIA¹ CHEN, SZU WEI²

¹ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Student

Email: js5566guy@gmail.com

² 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 助理教授

² National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and
Instructional Communication Technology Assistant Professor

Email: swchen@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究旨在運用嘴型學習影片與數位配音活動，探討其對國中學生英語口說學習成效、自我效能、學習動機與自主學習之影響。本研究採實驗研究法，以新北市 152 位七年級學生為研究對象，分為四組實驗組與一組控制組。實驗組學生分別觀看完整嘴型學習影片與不完整嘴型學習影片，其中兩組接著進行數位配音活動，控制組則無實驗處理。實驗組及控制組皆在實驗前、後實施英語口說、自我效能、學習動機、自主學習與科技自我效能之測驗。本研究量化所得資料以描述統計、雙因子變異數分析、積差相關分析等方法來進行統計分析。

期盼藉由此研究，探討嘴型學習與數位配音對英語口說學習的助益與有效性，並作為未來教師製作教材、設計教學活動之參考。

關鍵字：嘴型學習、數位配音、英語口說成效、學習態度

Abstract

The aim of this study is to use video with mouth shape and video dubbing task to investigate the impact on English speaking performance, self-efficacy, learning motivation and self-learning for seventh graders. This study adapts the experimental research on 152 seventh graders from New Taipei City with comprise of four experimental groups and one control group. The experimental groups first watch the videos of complete mouth shape or incomplete month shape, and two of them do the

follow-up video dubbing task, while there is no experimental treatment on the control group. Both experimental groups and control group take the English speaking test, self-efficacy, learning motivation, self-learning and digital efficacy scales as pre-tests and post-tests. The quantitative data will be analyzed by Descriptive statistics, Two-way ANOVA (two ways analysis of variance), Pearson product-moment correlation in SPSS 20.0.

According to the results of the study, the effectiveness of mouth shape learning and video dubbing can be provided. Furthermore, the study also provides recommendations for educators to design instructional materials and activities in the future.

Keywords: Mouth shape learning, Video dubbing, English speaking performance, Learning attitude

壹、前言

英語能力是人們在全球化裡必須具備的核心能力之一，然而在台灣英語的正規教學中，教學方式與學習內容常與易學的生活用語產生隔閡，國人畏懼開口說英語，英語口說能力自是無法提升(陳超明, 2010)。隨著科技的進步與創新，數位多媒體資源結合視覺影像與聲音，對於語言學習是很大的助益，在視覺訊息中，說話者的臉部表情、嘴唇動作等非語言視覺訊號，提供語言學習者精進發音、熟悉對話的關鍵訊息(Meary, Jaggie, & Pascalis, 2018)。如今行動載具普及，教學者可透過 APP 應用程式，設計不同的教學策略。其中，數位影片配音(video dubbing)對各個程度的外語學習者提供發展良好語言技能的絕佳機會(Huang & Hung, 2015)。

綜上所述，加強台灣英語口說能力為首要之務，藉由行動學習的助力，尋找適宜的口說教學方法。本研究欲藉由嘴型學習與數位配音練習，探討其對國中學生英語口說成效與學習態度之影響。

貳、文獻探討

一、嘴型學習

在語言教學中，同時誘發學習者的認知與語言知識，對於學習者來說，是啟動雙重(語言+認知)學習機制的最佳學習環境(劉宇挺, 2018)。過去研究發現，在人們聆聽語言訊號的過程中，都會不自覺地以眼睛去掃描分析面談者的臉部表情、嘴唇動作等非語言視覺訊號。這項語言(語音)與認知(非語言視覺訊號)知識的分析，提供語言學習者精進發音、熟悉何時可以在對話中適時打岔、或是加入對話的關鍵訊息(Meary et al., 2018)。因此，學者建議一種「看得清楚

的聆聽活動」(劉宇挺, 2018), 指教師自己或是錄製他人在口語產出過程中, 近距離針對臉部與嘴形特寫的影片, 這類影片讓教師提供學習者「看得很清楚」的非語言視覺訊號分析的輸入, 進而鼓勵學生使用他們的認知去聯想語音和相對應的非語言視覺訊號的關聯。

二、數位配音

數位配音 (video dubbing) 為將現有影片或選取片段之音軌替換聲音或音效的過程 (Burston, 2005)。數位配音提供了真實語境, 非常適合用於語言學習。透過模仿和配音, 學生們從真實英語語境中受益匪淺 (Zhang, 2016)。數位配音提供第二語言學習者大量的聽力、閱讀與口語練習, 改善他們的發音和語調、口語流暢度等, 進而提升他們的語言能力 (Huang & Hung, 2015)。此外, 學生藉由「在他們的螢幕角色後面避難」(take refuge behind their screen persona), 大幅度地降低了學生學習語言的焦慮 (Burston, 2005; Huang & Hung, 2015)。隨著行動載具的普及和技術的成熟, 提供了更為多元的功能, 現在學生能利用手機應用程式, 直接錄製即時配音, 熱門程式如 MadLipz、Dubsmash、英語趣配音、Tik Tok 等, 成為英語口說學習良好的輔助工具。

參、研究設計與實施

一、研究設計

本研究採實驗研究法, 研究者以臺灣新北市 152 位七年級國中生為研究對象, 由於新北市學校均採常態編班, 實際上每班學生程度大致相同, 學生分為四組實驗組與一組控制組, 兩組實驗組觀看完整嘴型影片, 其中一組進行數位配音活動; 另兩組觀看不完整嘴型影片, 其中一組進行數位配音活動; 而控制組則不進行實驗處理。實驗過程共 15 分鐘, 實驗前、後對實驗組與控制組皆實施「英語口說成就測驗」與「英語口說學習態度問卷」前、後測, 探討數位配音與嘴型學習對英語口說成效和學習態度的影響。

二、研究工具

(一) MadLipz 配音應用程式

在眾多配音軟體中, 研究者選用免費應用程式 MadLipz, 其介面簡單明瞭、好操作, 毋須增加學生負擔。實驗組分別先觀看教師自行錄製之完整嘴型影片與不完整嘴型影片, 待觀看完後, 其中兩組開始進行數位配音練習, 學生可以選擇重複錄製配音, 直到結果滿意為止, 完成後須將配音影片傳送給教師。

(二) 英語口說成就測驗

本測驗內容是根據教學課程與進度編寫, 測驗題型仿照財團法人語言訓練測驗中心所出版之初級英語能力檢定口說測驗題。評分規準參考 Kost (2004)

所發展之口說能力量表 (Analytic Oral Proficiency Assessment Scale, AOPAS)，其包含五個向度，分別為發音、流暢度、可理解程度、字彙、語法結構；整合五個向度，最高分為 85 分，最低為 0 分，由研究者與英語協同教師共同評量學生英語口說能力表現。

(三) 英語學習態度量表

本研究之英語學習態度量表改編自 Henk & Melnick (1995) 與 Adrienne (2015) 的量表，共有四個分項，分別為學生之英語口說自我效能、英語口說動機、英語口說自主學習與科技自我效能，其中科技自我效能為探討其是否調節嘴型學習與數位配音對其他依變項之影響。整份量表之 Cronbach' s α 係數為.847，顯示其具備良好的信度；原始量表經由英語與科技教師組成專家小組，針對問卷內容進行分析與修改，具有良好的專家效度。該量表共有 73 題，採用 Likert 五點量表，分數從 1 分(非常不同意)至 5 分(非常同意)。當學生得到越高的分數，即表示他們對自我學習英語的態度越良好。

肆、結果與討論

目前實驗尚在進行階段，從過程中可以發現學生對於數位配音與嘴型學習皆感到非常有興趣。期盼藉由此一研究，讓臺灣學生在英語口說學習能有更有效的練習方式，並在未來個人的英語教學上，將嘴型學習與數位配音應用在更多不同的教學中。

參考文獻

- 陳超明 (2010)。英語即戰力：開啟台灣的英語學習革命。台北市：聯經出版。
- 劉宇挺 (2018)。語音與視覺輸入影像的整合—讓聆聽經驗更豐富、更精確！師德會訊，108，3-5。
- Adrienne Nicole McGee (2015). Technology Self-Efficacy Beliefs of Ninth-Grade Students after One Year of One-to-One Initiative Implementation. *Education Dissertations and Projects*. 146.
https://digitalcommons.gardner-webb.edu/education_etd/146
- Burston, J. (2005) . Video dubbing projects in the foreign language curriculum. *CALICO Journal*, 23 (1) , 77-92.
- Kost, C. R. (2004). An investigation of the effects of synchronous computer-mediated communication (CMC) on interlanguage development in beginning learners of German: Accuracy, proficiency, and communication strategies.
- Henk, W., & Melnick, S. (1995). The reader self-perception scale (RSPS) A new tool for measuring how children feel about themselves as readers. *The Reading Teacher*, 48, 470-482.

- Huang, H., & Hung, S. (2015) . *Effects of a Video-Dubbing Task: Perspectives of EFL Learners*. Paper presented at the 17th CALL Research Conference. Tarragona, Spain, July 6-8, 2015.
- Meary, D., Jaggie, C., & Pascalis, O. (2018) . Multisensory Representation of Gender in Infants: An Eye-Tracking Study. *Language Learning*.
- Sihong Zhang (2016) . Mobile English Learning: An Empirical Study on an APP, English Fun Dubbing. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. [online]. Available: <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i12.6314>



高職學生使用網路平台 YouTube 媒體對學習繪畫能力之影響 - 以廣告設計科學生為例

邱建穎

國立屏東大學 多媒體動畫研究所 研究生

¹ National Pingtung University of Education Department of Multimedia and Animation Technology Student

E-mail : fon711213@yahoo.com.tw

國立屏東大學資訊科學系 研究所 林彥廷教授

² National Pingtung University of Education Department of Computer Science Technology Professor

E-mail : ricky014@gmail.com

摘要

隨著科技及網路日新月異的進步，使我們從資訊化時代走向雲端化時代，生活中有了資訊科技的融入更是生活中之必要元素。

近年來，更是隨著數位多媒體設備普及，多媒體融入教學具有相當穩定的發展基礎，因此本次以探討數位多媒體融入教學多媒體媒介發展多元、創意的教學活動以促進學生主動學習，而其中，YouTube 更是數位多媒體的龍頭，本研究亦從中發現，高職廣告設計科學生的學習動機對於學習成效具有顯著且正面的影響。這說明了當我們使用 YouTube 融入教學後，有效提升了高職廣告設計科學生的學習動機，而這也同時影響連帶了繪畫教學成效的提升。

關鍵字：網路平台、多媒體、廣告設計。

Abstract

With the rapid progress of technology and the Internet, we have moved from the information age to the cloud era. The integration of information technology in our life has also become an essential element.

In recent years, with the popularity of digital multimedia devices, multimedia integration into instruction has a quite stable development foundation. Therefore, in the current study, we will explore the integration of digital multimedia into instruction to develop diversified and creative teaching activities to promote students active learning. Among them, YouTube is viewed as the leader of digital multimedia. This study also found that the motivation of advertisement design (AD) students from vocational high school has a significant and positive impact on their learning outcomes. This shows that when we use YouTube to integrate into our teaching, it effectively promotes the leaning motivation of the AD students, and this meanwhile also improve the effectiveness of the painting instruction.

Keywords : Network Platform 、Multimedia 、Advertisement Design

壹、前言

智慧型手機在青少年族群的普及化，人手一機已是司空見慣的事。而青少年對於手機的接觸已是不可擋之趨勢，以往教師常常反映學生在課堂上使用著手機觀看著影片，妨礙教學的秩序與成效。然而，若我們可以易位思考，將手機的影音串流工具-YouTube 融入至教學變成教學的工具之一，則可能為教學者成為得力的助手。因此，教師需要思考的是如何翻轉自己的教學型態，而非排斥世代工具的演進。

一、背景與動機

本研究主要想瞭解在高職學生接觸了 YouTube 上眾多的影音資料後，是否能夠有效提升其在繪畫方面的創作能力，又或者因為眾多內容位學生帶來繪畫能力上的發展阻力，此乃本研究動機。

二、研究目的

本研究以個案高職學校的廣告設計科學生為研究對象，探討 YouTube 融入繪畫教學對高職廣告設計科學生繪畫能力之影響。

貳、文獻探討

一、資訊媒體融入教學之意義

快速且蓬勃發展的資訊科技，為教育領域帶來極大的影響，從學前教育到成人教育階段，在教學內容與教學過程都可以看見資訊科技的蹤跡，而資訊科技也顛覆了許多傳統的教學模式與方式，更為接受知識的學生以及提供知識的教師帶來許多不同的體驗與衝擊。教學新思維在教育領域蔚為一股新的風潮，並為資訊媒體導向新的應用層面。

二、學習成效

學生是接受教育的主體，教育之成敗繫於學生學習成效。係指學生在接受教育前、後之行為變化，亦即接受教育後之「終點行為」減去接受教育前之「起點行為」所產生之實質變化。

換言之，學習成效是指某一學習主題或教學結束後，對學習者在知識、技能及態度上的改變（邱貴發，1992；Piccoli et al, 2001），所進行某種形式的評量，是一個學習者學習成果的指標，也是教學成果評估中最主要的項目之一，以做為學生與教師對教學與學習調整的依據。黃政傑（1997）提到，學習是經轉化外在環境刺激之認知歷程，學習成效則是一種經由反覆練習而使個體在行為上產生持久改變的歷程。

三、學習動機

學習動機是指引發學習者願意投入學習的內在驅力與心理狀態的轉變（張春興，1996；陳舜文、魏嘉瑩，2013；劉政宏，2009）。

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（張春興，1996；MacIntyre & Rebecca, 2012；Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachi, 1993）。

歷年來學者們所提出的動機理論十分多元，大致分為兩類，一為生理作用為基礎的動機，例如原始性動機、驅力、需求等；二為心理作用為基礎的動機，例如成就動機、親和需求、合作動機等。學習動機為學生參與和投入學習方案的意願，而該意願會影響學習過程中所決定的方向及重點，由於學生在學習歷程中的自我知覺將決定學習的有效性，並能預測其個人表現的優劣程度，故學習動機衡量的焦點多集中在心理認知層面（張春興，1996；陳舜文、魏嘉瑩，2013；劉政宏，2009）。Pintrich et al (1993) 提出期望動機理論模式，說明在學生學習過程中，包括價值、期望與情感等三個主要動機成份，一些研究亦將學習動機分為價值、期望、情感等三面進行探討（梁麗珍，2008；劉政宏，2009；曾妙音等，2011；MacIntyre & Rebecca, 2012），價值動機指學生為何從事某學習工作的理由與信念；期望

動機指學生對於學習工作成敗的預期；情感動機指學生對學習工作、學習結果或本身學習能力的情感。

參、研究實施與設計

一、研究方法

本研究採「資料收集」與「問卷調查」做為本研究之方法，透過文獻整理及問卷調查了解消費者對包裝形式的意象認知做分析歸納：

(一) 變數定義

學習成效是指學生參與數位學習活動後的反應以及學習和行為的改變 (Guay et al, 2008; Pikeetal, 012)，本研究以 Kirkpatrick 與 Kirkpatrick (2006) 的成效評估模式的反應、學習與行為三個層次為主，反應層次是指學習滿意度，學習層次是指知識獲得，行為層次是指技能提昇。

(二) 問卷設計

本研究問卷內容共分為三大部份，第一部份為學習動機，參考自張憲卿、程炳林(2010)；曾妙音等人(2011)；MacIntyre & Rebecca (2012)；Pintrich (2000) 之研究將學習動機區分為價值、期望、情感、意志四個層面進行問卷之編制。第二部份為學習成效參考自 Kirkpatrick 與 Kirkpatrick (2006) 的成效評估模式的反應、學習與行為三個層次進行問卷之編制。

四、資料分析

在資料分析方法方面，本研究利用 SPSS 統計軟體做為資料分析的工具。針對回收之問卷資料進行信度與效度分析，以差異性分析探討學生不同背景變項對於學習動機與學習成效的看法是否有所差異，最後以迴歸分析探討學習動機與學習成效之間的關係，並驗證研究假設。

一、學習動機

本研究問卷內容共分為三大部

份，第一部份為學習動機，參考自張憲卿、程炳林 (2010)；曾妙音等人 (2011)；MacIntyre & Rebecca (2012)；Pintrich (2000) 之研究將學習動機區分為價值、期望、情感、意志四個層面進行問卷之編制。

二、學習成效

第二部份為學習成效，參考自 Kirkpatrick 與 Kirkpatrick (2006) 的成效評估模式的反應、學習與行為三個層次進行問卷之編制。

三、基本資料

第三部份為基本資料，包含性別、年級、入學管道，各量表依 Likert 五點量表設計，圈選同意程度的答案，依非常不同意至非常同意的程度分別給予 1~5 分，圈選分數越高，同意程度越高，而分數越低，則同意程度越低。

肆、結果與討論

本研究結果發現，高職廣告設計科學生使用 YouTube 影片融入繪畫教學後，對於學生的繪畫能力帶來相當正面的影響。對於高職學生來說，YouTube 加入課程元素中，讓大多學生的學習動機增加不少，其中，價值動機與情感動機更是明顯，足以見得 YouTube 對於這個世代學生在學習上的影響力。

本研究亦從中發現，高職廣告設計科學生的學習動機對於學習成效具有顯著且正面的影響。這說明了當我們使用 YouTube 融入教學後，有效提升了高職廣告設計科學生的學習動機，而這也同時影響連帶了繪畫教學成效的提升。

最後也發現 YouTube 融入教學應用於繪畫能力學習情境中，對於高職廣告設計科學生的學習動機影響學習成效的關係具有調節效果。若採用傳統式教學，學生的學習動機對於學習

成效的關係雖有所影響，但效果較不明顯。但若是採用 YouTube 融入後，則學習動機對於學習成效的關係則影響效果非常明顯。因此，本研究建議可以融入 YouTube 教學方式來強化學習動機對於學習成效的正面效果。

一、建議

基於本研究結果，本研究提出建議如下：以 YouTube 學習方式增加高職廣告設計科學生對繪畫課程的學習動機，以提升學生的學習成效。

本研究結果顯示 YouTube 學習方式的學習動機對學習成效具有正向顯著影響，因此建議學校管理者與學校教師應重視學生的學習動機，讓學生覺得使用 YouTube 學習方式具有價值性，積極增加學生對 YouTube 學習方式之價值與情感動機。

此外，教師如果可以增加學生的自信心與創造力的發想，鼓勵學生試著使用 YouTube 學習方式，讓學生慢慢對自己產生信心，學生會有較明確的目標和強烈想把課程內容學會的渴望，則容易有較好的學習成效效能。

伍、未來展望

本研究目前研究對象乃單一學校，範圍較小，研究結果推有其限制。

因此，建議未來的研究可將範圍擴大至其他學校，或是區分各種不同屬性的學校，如：公立與私立，進一步將其做對照比較其差異性，以建立更為完整的實證資料，使研究的結論更具參考價值。

參考文獻

1. 權淑芯、梁鴻鑑、黃久秦(2012)。高中生對老化課程學習動機、學習滿意度及學習成效之探討-以新竹某私立高中為例。明新學報，38，189-204。
2. 林孟眉、涂鵬斐、楊子孟、林東興(2017)。空中學院學生之學習動機與學習成效相關研究。數位與開放學習期刊，7，80-93。
3. 陳清檳、張仁誠、翁傑倫、鄭瑞娟(2010)。國中技藝教育學程學生學習

動機、學習成效知覺與生涯意向之研究。工業科技教育學刊，2，47-55。

4. 吳銘達、鄭宇珊(2010)。教師教學行為、學生學習動機對學習成效之影響：階層線性模式分析。中等教育，61(3)，32-51。

5. 雲端影音平台探討對於學習成效與學習興趣影響之研究——以排球教學為例”，第十五屆離島資訊技術與應用研討會，pp. 332-336。

6. 張基成、王秋錕(2008)。台北市高職教師資訊科技融入教學之影響因素。教育實踐與研究，21(1)，97-132。

7. 宋曜廷、張國恩、侯惠澤(2005)。資訊科技融入教學：借鏡美國經驗，反思臺灣發展。教育研究集刊，51(1)，31-62。

8. 陳裕隆(2000)。電腦融入教學面臨的困難與挑戰。資訊與教育，77，29-35。

9. 邱貴發(1992)。電腦輔助教學成效探討。視聽教育雙月刊，33-5。

10. 李勇輝(2017)。學習動機、學習策略與學習成效關係之研究—以數位學習為例。經營管理學刊，14，68-86。

11. 吳銘達、鄭宇珊(2010)。教師教學行為、學生學習動機對學習成效之影響：階層線性模式分析。中等教育，61(3)，32-51。

Practice and Performance of One-on-one Online English Lessons: A Case Study of an Online Educational Experiment

一對一英語線上課程的實踐與表現：以線上教育實驗為例

黃瓊葦¹ 廖婕妤² 王嘉穗³

HUANG, CHIUNG WEI¹ LIAO, JAY YU² WANG, CHIA SUI³

¹ 嘉南藥理大學 博士級研究員、兼任助理教授

¹ Chia Nan University of Pharmacy and Science, Associate Research Fellow and Adjunct Assistant Professor

E-mail : deepblue139@gmail.com

² 台北美國學校

² Taipei American School

E-mail : sabrina.liao914@gmail.com

³ 嘉南藥理大學 副教授

³ Chia Nan University of Pharmacy and Science, Associate Professor

E-mail : box1025@mail.cnu.edu.tw

Abstract

Unprivileged students in remote areas could be granted more chances to access better learning resources for the improvement of their capabilities through one-on-one online English lessons. This study analyzed the process and results of an online educational experiment—one-on-one online English lessons—conducted at a university and multiple elementary schools. The subjects participating in this study included ten e-tutees, ten e-tutors and few supervisors. Both quantitative and qualitative research methods were applied to analyze the research materials including video recordings of online lessons and e-tutors and supervisors' journals and logs. The experiment showed that the e-tutees were usually happy when learning through one-on-one online lessons; they highly concentrated on the learning process and achieved excellent performance. The experiment also showed that e-tutors put a great amount of effort into preparing for the online lessons; in addition, the e-tutees and the e-tutors interacted well with each other, and all of them were on time for the online lessons. Summing up all our observation and analysis of the experiment, we concluded that one-on-one online English lessons for the elementary school students participating in this study were effective and helpful, and this type of educational tool could also be effective and helpful to other students in remote areas with sparse educational resources.

Keywords: e-tutee; e-tutor; one-on-one online English lesson

摘要

透過一對一的英語線上課程，可為偏鄉地區的弱勢學生提供更多機會，以獲得更好的學習資源、以提高他們的能力。本研究分析了一所大學和多所小學進行的一對一英語線上課程教育實驗之過程和結果。本研究的參與者包括10名線上課程的小學學伴、大學學伴和帶班老師。研究採用了量化和質性研究的方法來分析教學錄影檔、課輔教學記錄、大學學伴和帶班老師的日誌等研究資料。實驗顯示，透過一對一英語線上課程學習時，小學學伴通常很開心；他們高度集中於學習過程並達成優異表現。同時，大學學伴投入大量的努力在準備線上課程；此外，小學學伴和大學學伴彼此互動良好，都準時參與線上課程。總結對實驗的觀察和分析，我們得出結論：這個實驗在實驗期間能有效且有益，在未來對其他偏遠地區缺乏教育資源的其他學生而言也同樣有效且有益。

關鍵詞：小學學伴、大學學伴、一對一英語線上課程

1. Introduction

E-learning has emerged as a new educational trend around the world due to the rapid development of Information Technology and the Internet (Lin, 2010). More and more online courses are provided in higher education (Song & McNary, 2011). The number of admissions of online courses has significantly outgrown the total number of students in higher education, and the rate of this growth shows no sign of deceleration (Allen & Seaman, 2010). The purpose of the online English tutoring program was to have e-tutees living in rural areas taught online in real time by undergraduate students recruited by this program. The online courses provide e-tutees an opportunity to receive complementary lessons and instructions with the help of the latest computer and internet applications. The popularization of this program can guarantee underprivileged students' access to equal educational opportunities and improve their academic performance (MOE, 2013). Therefore, this study analyzed the process and results of the educational experiment in the hope to better the wide adoption and further application of this one-on-one online lessons in the future. In order to understand the e-tutees' learning outcomes, the study explored the performance of one-on-one Online English Lessons.

2. Literature Review

Synchronous learning and teaching on the Internet has been a popular tool for teachers and students to overcome the difficulties brought by distance and isolation facing most students (Hastie et al., 2007). With this tool, an educational environment that mimics traditional face-to-face instruction can be created (Huang, Liu, Lin & Chang, 2011). In contrast, asynchronous instruction enables teachers and students to interact with each other at different times (Chen, Ko, Kinshuk & Lin, 2005). Researchers have found asynchronous communication beneficial for the following reasons: it encourages well-thought discussion with depth; it allows teachers to communicate with temporally diverse students; it enables ongoing discussion that requires archiving; it provides enough time for all students to respond to a topic (Branon & Essex, 2010). BAGC (2018) indicated that online education is widely applied at every educational level. Teachers and students transcend the limits of time and space to gather together. Hrastinski, Cleveland-Innes & Stenbom (2018) points out that e-tutors are a key element to e-learning; other than the expertise of a subject, they also need to have proper skills.

3. Methodology and Details of the Experiment

Denzin (1978) utilized different sources to interpret and analyze one phenomenon, employed a variety of perspectives to interpret one dataset and employed many ways to examine one research question or case methodology and employed different researchers or evaluators to have a look at the research. Triangulation enhances research conscientious and convincing. Based on the above statements, to enhance credibility, this study incorporated the triangulation method.

3.1 Participants

1. Online tutors: The e-tutors took part in the online English tutoring. Seven undergraduate students and three graduate students were recruited as online tutors.
2. Online tutees: There were respectively five online tutees from Elementary School A and B participating the online English tutoring. There were respectively seven sixth graders and three fifth graders. These online tutees' learning need is English.
3. Online tutors' on-site supervisors: one on-site supervisor was assigned to each computer room. The one-site supervisor was responsible for keeping supervising journals, which contained attendance, equipment, systematic conditions, and teaching situations. Additionally, on-site supervisors checked and replied to e-tutors' tutoring journals to ensure the quality of online tutoring.

3.2 Data Collection and Data Analysis

The sources of data included videos recordings of the teaching, e-tutors' tutoring journals, supervisors' journals, and the logs of online English tutoring. Both quantitative and qualitative methods were adopted to analyze the collected data. Besides, the researcher used coding to characterize the meanings in the data.

4. Results and Discussion

E-tutors would keep a record of their e-tutees' learning performance after they finish their teaching. These quantitative results were from e-tutors' journals, which were the statistical results of the whole semester based on the record of each class. The results of qualitative data are as follows:

E-tutors and supervisors' journals showed that almost all e-tutors went online on time and they appeared online earlier than e-tutees. Almost all e-tutees were also on time when going online. All e-tutors spent much time on preparing teaching materials, designing games, and planning for instructions. Teaching materials and activities prepared for the e-tutees by the e-tutors included jokes, music, stories, films, and psychological tests. Each e-tutors spent about one to two hours on preparing teaching materials for an online lesson.

All e-tutors' preparation for each online lesson was thorough. The quality of the learning environments provided by this project was considered high (MS0506). Six e-tutees (e-tutee B, C, D, E, I, and J) were always in a good mood during each lesson. Some of other e-tutees were sometimes in a bad mood. Generally speaking, almost all e-tutees were cheerful during each lesson.

The analysis of e-tutor A to J's teaching videos and a supervisor's journals revealed that the e-tutors skillfully intrigued their e-tutees. In addition, each e-tutor interacted with his or her e-tutee. Though each e-tutor and e-tutee did not know each other at the beginning of the program, their friendship gradually grew. Due to e-tutors' great efforts in employing a variety of learning resources including films, cartoons, music, stories and games to attract e-tutees, all e-tutees were highly focused on the online lesson, and thus, their performance in English improved (e-tutee A, D, E, I).

5. Conclusion

The integration of educational technology and English education is beneficial to elementary school students. For the students participating in this program, they were fond of using JoinNet to learn English, their performance was good, and their attitudes were positive during each online lesson. Most importantly, e-tutees from underprivileged families can have equal opportunities to access information technology while learning English. As of Apr. 14, 2019, there have been 14,034 families benefited from this program (MOE, 2019). Through the online program taught by e-tutors to underprivileged students, especially those living in remote areas, institutes in higher education can fulfill their social responsibilities to contribute to communities and society. And with this study, we wish to contribute to the scholarship of distance education, higher education, and learning environments.

References

- Allen, I. E., & Seaman, J. (2010). *Learning on demand: Online education in the United States*, 2009. Babson Park, MA: Babson Survey Research Group. Retrieved from <http://sloanconsortium.org/sites/default/files/pages/learningondemand-7.pdf>
- BAĞCI, H. (2018). Investigation of the satisfaction levels of teacher candidates towards E-Courses. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17 (3), 65-72.
- Branon, R. F., & Essex, C. (2010). Synchronous and asynchronous communication tools in distance Education. *TechTrends*, 45(1), 36-42.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. New York: McGraw-Hill.
- Hastie, M., Chen, N.S., & Kuo, Y. H. (2007). Instructional design for best practice in the synchronous cyber classroom. *Educational Technology & Society*, 10(4), 281-294.
- Hrastinski, S., Cleveland-Innes, M., & Stenbom, S. (2018). Tutoring online tutors: Using digital badges to encourage the development of online tutoring skills. *British Journal of Educational Technology*, 49(1), 127-136.
- Huang, C. W., Liu, E. Z. F., Lin, C. H., & Chang, W. L. (2011). E-tutees' perceptions towards after-school Internet tutoring program. 2011 Taiwan E-learning Forum, Taipei, Taiwan.
- Lin, W. M. (2010). A study of student's math learning effectiveness, attitude toward math, and learning satisfaction in an online tutor environment. Unpublished master's thesis, Fu Jen Catholic University, Taiwan, R.O.C. (in Chinese)
- Ministry of Education (2013). Actions for Bridging Digital Divide. Retrieved March 25, 2013, from <http://english.moe.gov.tw/ct.asp?xItem=12773&ctNode=783&mp=3>
- Ministry of Education (2019). Digital Learning Partner. Retrieved April 14, 2019, from <https://etutor.moe.gov.tw/zh/node/108>
- Song, L., & McNary, S. W. (2011). Understanding students' online interaction: Analysis of discussion board postings. *Journal of Interactive Online Learning*, 10(1), 1-14.



主辦單位Organizers



國立政治大學資訊科學系
Department Computer Science, National Chengchi University



國立成功大學創新數位內容研究中心
National Chengkung University Innovative Digital Content Research Center



CACET 中華資訊與科技教育學會
Chinese Association for Computer and Educational Technology

承辦單位Executive Organizers



CACET 中華資訊與科技教育學會
Chinese Association for Computer and Educational Technology

協辦單位Co-organizer



國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所
Graduate School of Curriculum and Instructional Communications
Technology, National Taipei University of Education



臺北市立大學 教育學系
Department of Education, University of Taipei