

應用擴增實境於國小自然與生活科技教材之學習成效與動機研究

許一珍

國立臺北教育大學數位科技設計學系（含玩具與遊戲設計碩士班）副教授

摘要

本研究探討輔助教材擴增實境對於學習成效與動機之影響，以國小自然與生活科技科目「燈泡亮了」單元為內容，四年級學童作為研究對象，以實驗為研究方法。人數共 50 人，學習成效研究傳統圖卡教材為對照組有 22 人而圖卡搭配數位化教材為實驗組有 28 人。學習動機方面，傳統圖卡教材為對照組有 22 人，無效問卷 1 人，而圖卡搭配數位化教材為實驗組有 28 人。兩種教學方式分別進行一樣的授課、教學節數與教學單元，並以 Bloom 教育目標認知層面評估學習成效差異性，以 ARCS 學習動機問卷評估學習動機差異性。依據學童的問卷填答進行數據分析，以了解其對擴增實境輔助教材學習成效與動機之影響。施測結果顯示，使用擴增實境於數位教材相較於傳統圖卡的教學，擴增實境並未能提升學童的學習成效，而使用擴增實境於數位教材相較於傳統圖卡的教學，擴增實境對於學童的學習動機影響較佳。

關鍵詞：學習成效、學習動機、輔助教材、擴增實境

Research on the Learning Effectiveness and Motivation of Applying Augmented Reality to the Science and Technology Teaching Material in Elementary Schools

Yi-Chen Hsu

Associate Professor, Department of Digital Technology Design (Master Program in Toy and Game Design),
National Taipei University of Education

Abstract

This research examines the impact of AR (Augmented Reality) teaching materials on learning effectiveness and motivation. The experiment content is the section of “light bulbs” of the Science and Technology subject in elementary schools. The subjects are the fourth-grade schoolchildren of the elementary school, and experiments are used as research methods. The total number of participants is 50. In the learning effectiveness experiment, the traditional teaching materials are 22 people in the control group. Using AR technique along with cards for the experimental group of 28 people. Furthermore, in the learning motivation experiment, the traditional teaching materials are 22 people in the control group and one invalid questionnaire. Using AR technique along with cards for the experimental group of 28 people. In the two teaching ways, the same course content and section are carried out separately, and the difference in learning effectiveness is evaluated by the level of the Bloom’s Taxonomies of Education Objectives and learning motivation is evaluated by the ARCS learning motivation questionnaires. According to the student's questionnaire, the data analysis was carried out to understand the impact of AR on learning effectiveness and motivation. The results of the test showed that compared with traditional teaching, the use of AR as teaching materials failed to improve the learning effectiveness of schoolchildren. However, compared with traditional teaching, the use of AR in teaching materials has a better impact on learning motivation of schoolchildren.

Keywords: learning effectiveness, learning motivation, teaching materials, augmented reality

壹、前言

現今十二年國民基本教育課程之自然與生活科技教材細目，在國小三、四年級階段須涵蓋通路及簡單電路(使用電線、電池或金屬物連接成通路，使燈泡發光或馬達轉動)。因此課程單元內容多包含有利用電線、電池、燈泡的學習活動，讓學生認識電池或燈泡串聯、並聯的連接方式，以及這些不同連接方式對燈泡亮度的影響。然而學童對於通路及簡單電路，具有許多的迷思，國內外學者針對這些迷思概念亦進行過探究(邱美虹、林靜雯，2002；李賢哲、張蘭友，2001；Osborne, 1983)。因此我們考量到自然與生活科技的學習方式，應是以自然生活可想像的方式帶入學習，而擴增實境(Augmented reality, AR)便是在現實環境中帶出虛擬物件的科技展現。當資訊教育進入校園，各種教學科技與媒體影響了教與學的方法，隨著數位技術的發展，學習已不再侷限於紙本教材，而如何建立學生在抽象學科中有效學習與提升學生學習動機，是為本研究的重要目標。因此，我們應用擴增實境技術搭配圖卡設計呈現 3D 影像，讓學習簡單電路更加簡易與增添學習樂趣，促使學童學習次數提升，藉由評量工具評估此輔助教材是否進而增長學童的學習成效與動機。

貳、文獻探討

針對研究所需，在此透過現有的文獻與技術探討資訊科技融入教學、擴增實境、學習成效、學習動機四個面向。

一、資訊科技融入教學

藉著資訊科技與數位形式來傳遞知識內容、支援互動、取得學習資源，利用多媒體形式內容的生動活潑，能引發學習者興趣，進而加強學習的效果(顏春煌，2007)，科學教育在建構式學習的理論下，鼓勵學習者能參與、自行操控學習內容，以產生主動的內在學習動機，並能在實驗與操作活動中自行建構基本概念。虛擬技術在教育上的使用，較廣為人知的是應用虛擬實境的情境式學習，而將此技術與現實結合的擴增實境技術是屬於虛擬實境技術的一種延伸，比起完全由電腦生成的虛擬實境，是相對容易在一般學習環境中實施的技術。邱堯(2009)應用 3D 運算技術，虛擬實境來模擬大氣環境現象，幫助學生學習抽象的地球科學課程，研究結果顯示實驗組的學習成效與學習興趣皆優於控制組。

近年來在國外已有許多應用，尤其在科學教育上的應用最廣，有 Andújar、Mejías 與 Márquez (2011) 透過擴增實境的遠距實驗室，提供學生體驗感與探索式學習的經驗。還有 Gillet、Sanner、Stoffler 與 Olson (2005) 的分子生物學系統中，該系統以投影的方式，在現有的模型上疊加資訊，整合後以視頻方式顯示，並能切換分子的不同的表示形式。本研究發揮結合現實圖卡與電腦生成的最大效用，讓學童可以清楚看到在現實中所模擬出現的電池與燈泡的簡單電路。

二、擴增實境

擴增實境是一種新的資訊科技，跳脫出傳統顯像方式，結合虛擬化技術來觀察與體驗世界的方式，這種技術的目標是在螢幕上把虛擬世界套在現實世界並進行互動。根據 Milgram 等人（1994）提出的現實-虛擬連續統。他們將真實環境和虛擬環境分別作為連續統的兩端，位於它們中間則被稱為混合實境。其中靠近真實環境的是擴增實境，靠近虛擬環境的則是擴增虛境，如圖 1。

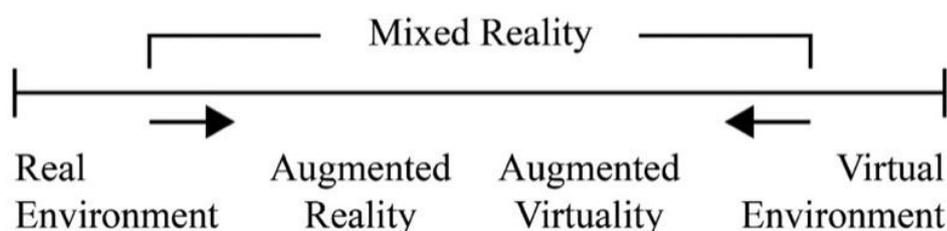


圖 1 虛實結合的混合實境圖（資料來源：Milgram et al. (1994)）

根據 Azuma（1997）指出，一個完整的擴增實境環境必須具備三種元素：「在同一介面空間結合虛擬和真實物件」、「立即性的互動」與「虛擬物件是在真實的三維空間中被登入、且和使用者互動」。而在擴增實境運用上，有分為無標記式擴增實境及有標記式擴增實境，無標記式擴增實境採用的是自然特徵辨識並建立相對應的關係（Skrypyk & Lowe, 2004），有標記式擴增實境採用標記並利用顯示器讀取標記的方式產生擴增實境，標記可以為圖示、圖卡、物件等等。辨識卡擴增實境主要是透過圖形卡的辨識，在卡片的位置上疊加預設的圖形、聲音或視頻，並使用卡片與虛擬物體進行互動。本研究採用有標記式擴增實境，利用電路底圖搭配電池與燈泡元件圖卡，應用程式會在圖卡上疊加出所形成的電路，並依造不同的電路連結方式，顯示不一樣的燈泡亮度。

三、學習動機

近年來，為了提高學生的學習動機，以提升學習的效果，各種教學設計與情境營造，在教育現場中應運而生。張春興（1994）對學習動機（motivation to learn）一詞的定義如下：「學習動機是指教師講課時能引起學生學習活動，維持學習活動，並促使該學習活動趨向教師所設定目標的內在心理歷程。」而本研究的設計採用了 ARCS（Attention、Relevance、Confidence、Satisfaction）動機模式（Keller, 1987）作為教學方式與應用程式的設計架構，ARCS 四個面向分別為「引起動機」、「切身相關」、「建立信心」、「獲得滿足」四個階段，其各種層面內容如下：

（一）引起注意的策略：老師可運用「感官的吸引」、「問題探究」、「變化」使學生在課堂的一開始，引起學生的注意。

（二）引發切身相關的策略：老師可運用「熟悉」、「目標取向」、「配合學習者的動機需求」使學生覺得課程對其有切身相關的感受。

(三) 使學生有自信心的策略：老師可運用「達成目標」、「提供成功的機會」、「增加學生對學習的控制」使學生具有自信心，且在適當時機給予正面回饋。

(四) 增加學習滿足感的策略：老師可運用「學以致用」、「正面回饋或報償」、「維持公正」使學生對於學習上獲得滿足感。

四、學習成效

學習成效 (Learning Effectiveness) 指學習者參與學習活動一段時間後，在某種形式測驗上的表現。一般廣泛認知的學習成效，是藉由各種評量方式以了解學生達成教學目標的程度與瞭解教師教學效果。本實驗探討融入擴增實境之簡易電路教材是否能提升學習成效，研究設計與問卷採用 Bloom 教育目標認知層面，乃 Anderson 等人 (2001) 所提出認知領域的教育目標分類表，由簡單至困難，具體到抽象，依序有六個層次分別為知識 (Knowledge)、理解 (Comprehension)、應用 (Application)、分析 (Analysis)、綜合 (Synthesis) 與評鑑 (Evaluation) 為研究工具。

於本研究中，認知歷程向度中的知識、理解、應用這三個層次較為適合本次簡易電路教學內容中符合教學目標的項目，並依此三層次認知歷程向度設計本實驗問卷題項。

參、研究方法

本研究實驗內容為一款自行開發建置的簡易電路學習教材，教材內容包含有一組傳統圖卡與一個學習 App (Application)，研究方法採「實驗法」、「問卷調查法」進行實驗資料之收集，研究對象以小學四年級學童為主。本研究之自變項為學習模式的不同，實驗分為兩組：實驗組為「圖卡+AR App」學習模式，對照組為「圖卡」學習模式。兩組受測者以不同的學習方式使用本實驗開發之簡易電路學習教材，而本研究之依變項為學習成效與動機。

圖卡的設計如表 1 所示，底圖方面有學習電池串聯與並聯的底圖，以及學習燈泡串聯與並聯的底圖，考量到學童的新鮮感與擴增實境的辨識靈敏度，元件則設計有兩種電池圖形圖卡以及兩種燈泡圖形圖卡。學童可以單就圖卡組合，學習燈泡亮了單元內所應該認識的電池或燈泡串聯、並聯連接方式。也可以搭配本研究所建置擴增實境學習 App，透過擴增實境了解這些不同連接方式對燈泡亮度的影響，如圖 2 與圖 3。

表 1 燈泡亮了圖卡設計

名稱	電池串聯、並聯底圖		燈泡串聯、並聯底圖	
底圖	<p>電池串聯實驗組</p> <p>電池並聯實驗組</p>		<p>燈泡串聯實驗組</p> <p>燈泡並聯實驗組</p>	
名稱	電池一	燈泡一	電池二	燈泡二
元件				



圖 2 電池並聯擴增實境畫面

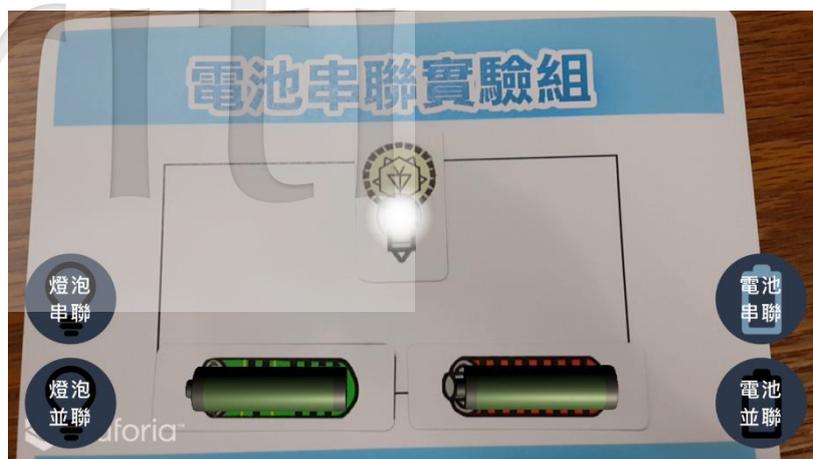


圖 3 電池串聯擴增實境畫面

本研究以國小四年級學童為實驗對象，針對兩個班級共 50 人進行施測。擴增實境學習 App 搭配圖卡學習為實驗組共 28 人，性別分別為男生 15 人女生 13 人，單純圖卡學習為對照組共 22 人，性別分別為男生 11 人女生 11 人。

施測地點位於新北市某國民小學，施測的過程分為兩組進行，實驗組與對照組所施測之課堂數、單元、時間皆相同：第一組實驗組則以手機擴增實境學習 App 偵測實體紙卡上的電池與燈泡的位置，於螢幕上出現立體圖像，並讓孩童使用合作學習方式實際操作手機裝置（如圖 4）；第二組對照組使用傳統圖卡學習簡易電路（如圖 5）。兩組在施測前後皆需填答學習成效與學習動機紙本問卷，用以了解在施測前後的學習成效與動機差異性。初期的實驗說明與前測填答約需 15 分鐘，而教學時間約需 30 分鐘，最後的後測填答時間約需 10 分鐘，每組總施測時間約為 55 分鐘，對照組與實驗組總施測時間約共 110 分鐘。

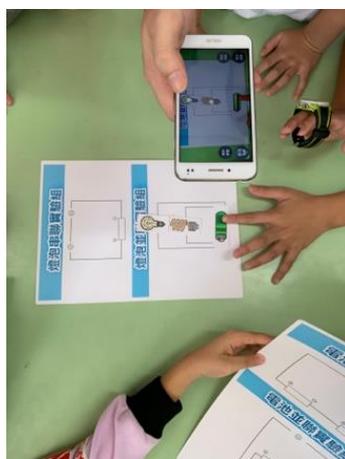


圖 4 學童使用擴增實境學習 App 搭配圖卡學習



圖 5 學童使用傳統圖卡學習

問卷設計在學習成效量表方面，參考學習成效測驗卷參考 Anderson 等人 (2001) 所修訂 Bloom 的教育目標之認知層面類別做為命題的雙向細目表，本研究以知識、理解、應用三個向度來進行題目設計，與授課教師討論以符合課程教學內容後作為本研究之測量工具。在學習動機量表方面，本研究教學方法與 App 設計則是採用 ARCS 動機模式 (Keller, 1987) 作為教學方式與應用程式設計的設計架構。

一、學習成效研究結果

本研究在實驗前後均讓受測者填寫 Bloom 學習成效問卷，用以分析學童在學習簡易電路前後的學習成效。Bloom 學習成效後測的研究數據顯示如表 2，實驗組與對照組具有顯著差異，且對照組的學習成效優於實驗組。實驗組 (圖卡 + AR App) 在學習成效上全班總分減少 0.07，而對照組 (圖卡) 則是提升 0.54，結果顯示對照組的單純圖卡學習成效高於實驗組的擴增實境搭配圖卡學習。再者。研究實驗數據經過性別分群後的學習成效數據分析如表 3，實驗組男生經過擴增實境搭配圖卡學習後，其成效是進步的 (+0.20)，而對照組男生在經過單純圖卡的學習後，期學習成效則是些微退步的 (-0.09)；實驗組的女生在經過擴增實境搭配圖卡學習，其成效是退步的 (-0.38)，對照組女生經由單純圖卡的學習後則是大幅進步的 (+1.18)。根據實驗數據顯示，男生與女生在簡易電路上的最佳學習方式略有不同，男生對於擴增實境搭配圖卡學習較能顯示進步，而女生單純圖卡的學習則較為表現優異。

表 2 Bloom 學習成效前後測平均數實驗數據

組別	前測	後測	差距
實驗組	6.32	6.25	-0.07
對照組	5.09	5.63	+0.54

表 3 Bloom 學習成效性別分群前後測平均數實驗數據

性別	組別	前測	後測	差距
男生	實驗組	6.27	6.47	+0.20
	對照組	4.64	4.55	-0.09
女生	實驗組	6.38	6.00	-0.38
	對照組	5.55	6.73	+1.18

二、學習動機研究結果

本研究在實驗前後均讓受測者填寫 ARCS 學習動機問卷用以分析學童的學習動機差異。在對照組有無效問卷一份，因此學習動機有效研究人數共 49 人，傳統圖卡教材為對照組有 21 人，而圖卡搭配數位化教材為實驗組有 28 人。研究數據顯示如表 4，整體數據顯示，實驗組的學習動機減少較少為 0.07，而對照組的學習動機減少較多為 0.13，擴增實境對於學童的學習動機影響較佳，然皆未具有顯著差異。

表 4 ARCS 學習動機前後測平均數實驗數據

	實驗組			對照組		
	前測	後測	差距	前測	後測	差距
A	3.68	3.68	0	3.54	3.51	-0.03
R	3.77	3.68	-0.09	3.61	3.56	-0.05
C	3.55	3.56	+0.01	3.36	3.38	+0.02
S	3.77	3.78	+0.01	3.89	3.82	-0.07
總和	14.77	14.70	-0.07	14.40	14.27	-0.13

肆、結論與未來建議

本研究將主題聚焦於國小自然與生活科技科的燈泡亮了單元，根據實驗數據分析結果，顯示透過擴增實境結合圖卡的學習方式，雖然在學習成效上普遍沒有顯著的提升，卻發現男生與女生的學習成效數據會因為學習模式不同而有所差異。男生顯示適用於擴增實境搭配圖卡的學習模式，而女生則是單純圖卡的學習方式表現較為優異。且根據實驗數據分析結果，顯示透過擴增實境結合圖卡的學習方式，雖然在學習動機上沒有提升，卻發現相較於單純圖卡的學習方式，學童的學習動機減少較少。再者，透過本研究施測時對於學童學習狀態的觀察與施測後對學童與授課教師的簡易訪談發現，學童對於新奇的教學方式（擴增實境）具有濃厚的興趣，初期都非常的興奮，亦因短期間過於熱衷擴增實境的學習方式，導致沒有聚焦在學習的內容上，因而忽略了該學習的內容，以至於後測的學習成效不佳。未來希望能朝向資訊科技融入輔助教學的發展進行更加深所探討，例如長期觀察資訊科技融入輔助教學，不僅只是短期或單堂課程的學習成效探討，而是更能長遠檢測後續學習成效，是否有助於學童的自主學習。以及帶入其他資訊科技

模式，包含虛擬實境、混合實境等，探討何種資訊科技模式可以為學童的輔助教學，帶來最佳的學習輔助效果。

參考文獻

- 李賢哲、張蘭友 (2001)。國小學童「電池」概念之探究—理論與實證。《科學教育學刊》，**9** (3)，253-280。
- 邱美虹、林靜雯 (2002)。以多重類比探究兒童電流心智模式之改變。《科學教育學刊》，**10** (2)，109-134。
- 邱堯 (2009)。應用 3D 運算技術提升氣象科學教學成效之研究。《中華印刷科技年報》，123-137。
- 張春興 (1994)。《教育心理學》。臺北市：東華。
- 顏春煌 (2007)。漫談數位學習的理論。《空大學訊》，**385**，91-96。
- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, R.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Abridged Edition. New York: Longman.
- Andújar, J. M., Mejías, A. & Márquez, M. A. (2011). Augmented reality for the improvement of remote laboratories: An augmented remote laboratory. *IEEE Transactions on Education*, *54*(3), 492-500. doi:10.1109/TE.2010.2085047 martin gutierrez & menses.
- Azuma, R. T. (1997), A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, *6*(4), 355-385.
- Gillet, A., Sanner, M., Stoffler, D., & Olson, A. (2005). Tangible augmented interfaces for structural molecular biology. *IEEE Computer Graphics and Applications*, *25*(2), 13-17. doi:10.1109/MCG.2005.47
- Keller, J. M. (1987). Strategies for stimulating the motivation to learn. *Performance & Instruction*, *26*(8), 1-7.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Journal of Teleoperator and Telematics*, *2351*, 282-292.
- Osborne, R. J. (1983). Toward modifying of children's ideas about electric current. *Journal of Research in Science and Technological Education*, *1*(1), 73-82.
- Skrypnik, I., & Lowe, D. G. (2004). Scene modelling, recognition and tracking with invariant image features. In *Third IEEE and ACM international symposium on mixed and augmented reality*, 110-119. IEEE.