

結合 AI 虛擬角色與擴增實境導覽之精緻回饋與信號設計對學習者的學習成

效、自我效能與自我調節之影響：以歷史導覽為例

Effects of Signaling Design and Elaborated Feedback in an AI Virtual Agent–Supported Augmented Reality Tour on Learners’ Learning Performance, Self-Efficacy, and Self-Regulated Learning: A Case Study of Historical Tours

游巧筠，徐唯芝，孫之元*

陽明交通大學教育研究所

* jerrysun@nycu.edu.tw

【摘要】 本研究目的為探討大專院校學生使用結合 AI 虛擬角色與 AR 實境導覽之文化場域學習設計，並納入信號設計與精緻回饋策略，對學習者學習成效、自我效能與自我調節學習之影響。本研究將開發一套 AI 虛擬角色輔助之 AR 文化導覽學習系統，並採用取樣與準實驗研究設計，將學習者分組施測，學習主題為文化場域導覽學習。本研究預期結果為融合所有策略之導覽學習組，相較於其他組別能夠更有效提升學習者之學習成效、自我效能與自我調節表現。本研究結果將有助於深化 AI 與 AR 技術應用於歷史文化場域學習之教學設計研究，並提供未來數位導覽與教育實務之參考。

【關鍵字】 擴增實境；虛擬角色；學習成效；自我效能；自我調節

Abstract: This study aims to investigate the effects of a cultural site learning design that integrates AI-virtual-agents with AR-tours, incorporating signaling design and elaborated feedback strategies, on university students’ learning performance, self-efficacy, and self-regulated learning. An AI virtual agent–supported AR cultural tour learning system will be developed, and a quasi-experimental research design with grouped comparisons will be employed. Participants will be assigned to different instructional conditions and engage in learning activities focused on cultural site tour learning. The expected results suggest that the instructional condition integrating all design strategies will be more effective than the other conditions. The findings are expected to contribute to the design of instructional materials for AI- and AR-supported learning, providing practical implications for digital tours.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Agents, Learning Performance, Self-Efficacy, Self-Regulated Learning

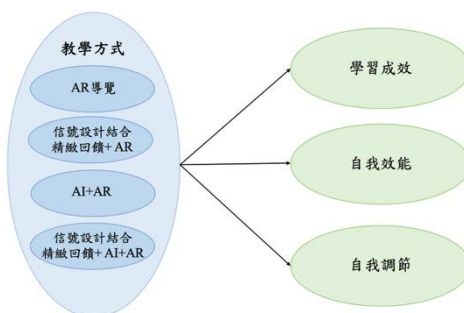
1.前言

擴增實境技術應用於博物館、歷史遺址與文化園區等場域，透過將文字、影像與多媒體資訊疊加於真實環境中，使學習者能在實地探索的歷程中進行知識建構與文化理解(Bacca et al., 2014; Chang et al., 2015)。AR 導覽能有效提升學習者的參與感，並促進對文化內容的記憶與理解(Huang et al., 2016; Jiang et al., 2023)。然而 AR 需要高度仰賴教學設計與學習引導方式。

當學習者面對資訊量龐大且缺乏明確結構的導覽內容時，容易認知負荷過高或探索迷失，影響動機與學習成效(Boboc et al., 2022)。AI 虛擬角色能透過即時對話、多模態互動與擬人化，提升學習者的臨場感與學習參與程度，並提供認知與情感支持(Dai et al., 2022; Sikstrom et al., 2022)。其可依據學習者的回應與行為提供即時提示與回饋，適合應用於戶外或文化場域等學習環境(Cordova-Esparza, 2025)。信號設計透過箭頭、色彩或標示等視覺提示，協助學習者辨識重要訊息並降低外在認知負荷，提升多媒體學習效果(Mautone & Mayer, 2001; Ozcelik et al., 2010)。精緻回饋提供解釋與引導回應，促進學習者進行自我監控與學習策略調整，對於自我調節具有重要作用(Shute, 2008)。若信號設計與精緻回饋整合，將有助於建構更具結構性且支持學習歷程的文化場域學習環境。本研究旨在提出結合 AI 虛擬角色與 AR 導覽之學習設計架構，並納入信號設計與精緻回饋引導策略，探討在歷史場域學習對學習成效、自我效能與自我調節學習之影響。本研究之研究架構圖如圖 1，研究問題如下：

- 研究問題一：大專院校學生分別使用傳統 AR 導覽組、AR 導覽結合信號設計與精緻回饋組、AR 導覽結合 AI 虛擬角色組、AR 導覽和 AI 虛擬角色結合信號設計與精緻回饋組之學習情境中，是否會對學習者學習成效產生顯著差異？
- 研究問題二：大專院校學生分別使用傳統 AR 導覽組、AR 導覽結合信號設計與精緻回饋組、AR 導覽結合 AI 虛擬角色組、AR 導覽和 AI 虛擬角色結合信號設計與精緻回饋組之學習情境中，是否會顯著影響學習者之自我效能？
- 研究問題三：大專院校學生分別使用傳統 AR 導覽組、AR 導覽結合信號設計與精緻回饋組、AR 導覽結合 AI 虛擬角色組、AR 導覽和 AI 虛擬角色結合信號設計與精緻回饋組之學習情境中，是否能有效提升學習者學習過程之自我調節？

圖 1 研究架構圖



2. 研究方法

2.1. 研究對象

本研究採用便利取樣法，並以準實驗研究設計進行。研究對象為年滿 18 歲以上之大專院校在學學生，且以中文為母語者為限，以確保受試者能理解學習內容與系統操作介面與所有相關指示。依據學習系統設計之差異，本研究共規劃四種學習情境，分別為傳統 AR 導覽組、AR 導覽結合信號設計與精緻回饋組、AR 導覽結合 AI 虛擬角色組，以及 AR 導覽與 AI 虛擬角色結合信號設計與精緻回饋組。每組預計 30 名受試者，總樣本數約為 120 人。

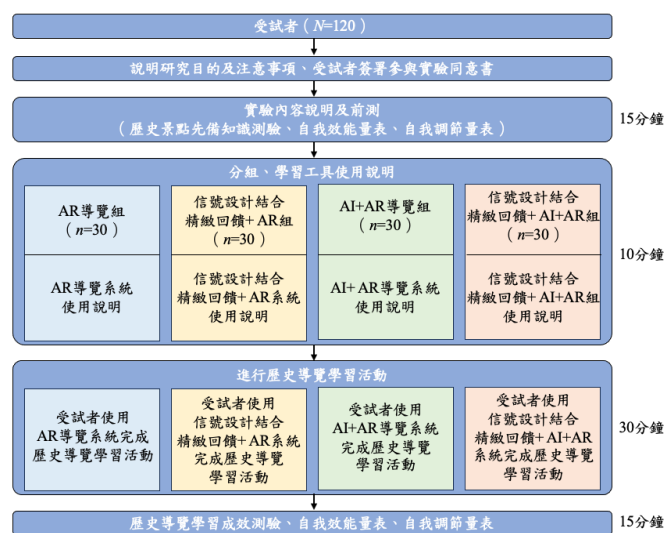
2.2. 研究流程

研究開始前，研究者先向受試者說明本研究之目的、研究流程與相關注意事項，並請受試者填寫與簽署研究參與同意書。於正式學習活動開始前，所有受試者需先完成相關先備知識測驗與自我效能、自我調節量表前測，作為學習前之基準資料，填答時間約為 15 分鐘。

完成前測後，受試者將隨機分派至上述四組學習情境之一。進入正式學習活動前，研究者先進行學習系統操作說明，使受試者熟悉各組所使用之 AR 導覽系統、互動方式及相關功能。接著，受試者依其所屬學習情境，進行約 30 分鐘之新竹將軍村 AR 導覽學習活動。

學習活動結束後，所有受試者需完成學習成效測驗與自我效能、自我調節量表後測，填答時間約 15 分鐘。資料將用以分析不同學習情境對學習成效與自我效能、自我調節之影響。

圖 2 研究流程圖



2.3. 研究工具

2.3.1. AR 實境導覽系統

本研究之 AR 實境導覽系統使用 MAKAR 擴增實境編輯平台進行開發。MAKAR 為一套支援行動裝置之 AR 創作工具，可透過 GPS 定位功能將數位內容與實際地理位置進行對應，適合應用於戶外導覽與文化場域學習情境。研究者依據學習內容與導覽路線規劃，於系統中設定多個導覽節點，並於各節點嵌入文字說明、圖片、影音等數位學習素材，使學習者能在實際場域中透過行動裝置即時接收相關資訊。

在傳統 AR 導覽組中，系統主要提供基本的場域介紹與靜態導覽資訊，學習者可依照定位提示自行探索各導覽節點；而在結合信號設計與精緻回饋之組別中，則於 AR 介面中額外加入視覺提示元素（如光亮標示、箭頭指引或任務框），以引導學習者注意關鍵導覽內容，並於互動過程中搭配回饋訊息，協助學習者理解與反思學習內容。MAKAR 平台作為本研究 AR 導覽系統之核心工具，主要負責提供具臨場感與情境性的學習環境，作為教學引導的基礎。

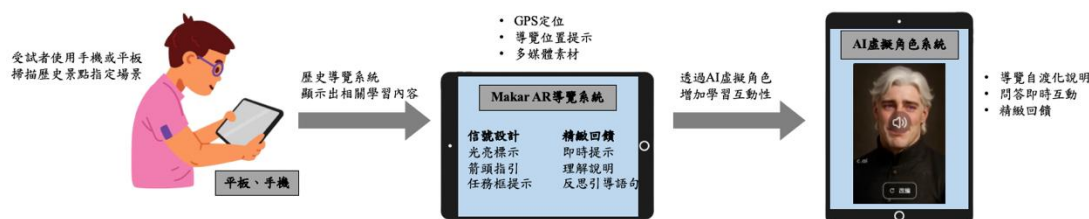
2.3.2. AI 虛擬角色系統

本研究之 AI 虛擬角色系統採用 Character 平台進行建置。其為 AI 虛擬角色生成平台，能透過文字對話方式與使用者進行即時互動，並依據預先設定的角色背景、語氣與回應規則，模擬具備人格特質與教學功能之虛擬角色。本研究依教學需求設計 AI 虛擬角色，於學習歷程中扮演導覽員與學習助理，負責說明導覽內容、回應學習者提問，並引導其完成學習任務。

AI 虛擬角色之學習情境中，學習者可於 AR 導覽過程中透過文字與虛擬角色互動，獲得即時知識說明與導覽提示；而在結合信號設計與精緻回饋之組別中，AI 虛擬角色則會根據學習者的互動行為與任務完成情形，提供具引導性的提示、錯誤修正建議與鼓勵性回饋，以協助學習者維持學習動機並促進反思與理解。透過 AI 虛擬角色的導入，本研究期望強化

AR 導覽系統中的人機互動品質，使學習者在真實場域中能感受到更具陪伴感與引導性的學習體驗。

圖 3 研究示意圖



3. 結論與預期結果

本研究旨在探討不同 AR 導覽學習情境設計對大專院校學生之學習成效、自我效能與自我調節行為的影響。擴增實境能透過情境化與視覺化協助學習者理解抽象概念，提升學習表現 (Chang et al., 2015)，而 AI 虛擬角色所提供的即時互動與引導，促進學習者的參與程度與學習信心 (Dai et al., 2022)。而信號設計能引導學習者聚焦關鍵資訊並降低認知負荷，精緻回饋則可協助學習者修正理解並促進反思歷程 (Shute, 2008)。本研究預期在四組學習情境中，AR 導覽和 AI 虛擬角色結合信號設計與精緻回饋組，將在學習成效、自我效能與自我調節表現上皆顯著優於其他組別，而傳統 AR 導覽組之表現相對較低。

參考文獻

- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149. [https://doi.org/10.30191/ets.201410_17\(4\).0009](https://doi.org/10.30191/ets.201410_17(4).0009)
- Boboc, R. G., Bautu, E., Gîrbacia, F., Popovici, N., & Popovici, D. M. (2022). Augmented Reality in Cultural Heritage: An Overview of the Last Decade of Applications. *Applied Sciences-Basel*, 12(19), Article 9859. <https://doi.org/10.3390/app12199859>
- Chang, Y.-L., Hou, H.-T., Pan, C.-Y., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E. (2015). Apply an Augmented Reality in a Mobile Guidance to Increase Sense of Place for Heritage Places. *Educational Technology & Society*, 18(2), 166-178. [https://doi.org/10.30191/ets.201504_18\(2\).0013](https://doi.org/10.30191/ets.201504_18(2).0013)
- Cordova-Esparza, D.-M. (2025). AI-Powered Educational Agents: Opportunities, Innovations, and Ethical Challenges. *Information*, 16(6), 469. <https://doi.org/10.3390/info16060469>
- Dai, L., Jung, M. M., Postma, M., & Louwerse, M. M. (2022). A systematic review of pedagogical agent research: Similarities, differences and unexplored aspects. *Computers & Education*, 190, 104607. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104607>
- Huang, T. C., Chen, C. C., & Chou, Y. W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.008>
- Jiang, S., Moyle, B., Yung, R., Tao, L., & Scott, N. (2023). Augmented reality and the enhancement of memorable tourism experiences at heritage sites. *Current Issues in Tourism*, 26(2), 242-257. <https://doi.org/10.1080/13683500.2022.2026303>

- Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 377-389. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.377>
- Ozcelik, E., Arslan-Ari, I., & Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? Evidence from eye movements. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.09.001>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153-189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Sikstrom, P., Valentini, C., Sivunen, A., & Karkkainen, T. (2022). How pedagogical agents communicate with students: A two-phase systematic review. *Computers & Education*, 188, Article 104564. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104564>