

AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式對學生學習體驗與學習成效的影響：以博物館情境為例

Effects of an AI Learning Companion–Supported Augmented Reality Learning Approach on Students’ Learning Experiences and Outcomes in a Museum Context

徐典裕¹，陳君銘^{2*}

¹臺灣自然科學博物館學術副館長室

²臺灣自然科學博物館營運典藏與資訊組

*jackychen.academic@gmail.com

【摘要】 隨著生成式人工智慧 (AI) 技術的快速發展，博物館逐漸由展示空間轉型為結合互動科技與情境學習的智慧學習環境。然而，傳統博物館數位導覽多以單向資訊呈現為主，缺乏即時回應學習需求與提供個別化學習支持的機制。為此，本研究提出一套 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式，透過 AI 學習夥伴提供即時問答、學習指引與探索建議，並結合 AR 互動展示，引導學生於博物館情境中學習。實驗結果顯示，使用 AI 學習夥伴支援擴增實境學習的學生，在學習體驗與學習成效上均顯著優於控制組，顯示 AI 學習夥伴有助於提升博物館情境學習的學習互動與學習成效。

【關鍵字】 AI 學習夥伴；擴增實境；博物館學習；學習體驗與成效

Abstract: With the rapid advancement of generative artificial intelligence (AI), museums are transforming from traditional exhibition spaces into interactive learning environments. However, most existing digital guide systems still rely on one-way information delivery and provide limited personalized learning support. To address this issue, this study proposes an AI learning companion–supported augmented reality learning approach to support students’ learning in museum contexts. The AI learning companion provides real-time question answering, learning guidance, and exploration suggestions integrated with AR exhibits. The results showed that students using the AI learning companion–supported augmented reality learning approach demonstrated significantly better learning experiences and learning outcomes than those using conventional augmented reality learning.

Keywords: AI learning companion, augmented reality, museum learning, learning experiences and outcomes

1. 前言

博物館長期被視為重要的非正式學習場域，能透過展覽情境提供觀眾探索知識與建構概念的學習機會。相較於傳統課堂學習，博物館學習更強調情境體驗與自主探索，使學習者能在真實環境中透過觀察、互動與討論建構知識。然而，在博物館學習情境中，學習者常需自行理解展覽資訊與規劃探索路徑，若缺乏適當的學習引導，可能難以有效理解展品所蘊含的科學或文化概念。因此，如何在博物館情境中提供適切的學習支援，以促進觀眾的知識建構與學習投入，已成為博物館教育研究的重要議題。

近年來，擴增實境(Augmented Reality, AR)技術逐漸被應用於博物館導覽與教育活動中。透過將虛擬資訊與實體展覽環境進行整合，AR 能協助學習者在真實情境中觀察虛擬模型、動畫與多媒體內容，進而提升其對展覽內容的理解與學習動機 (Cheng, Zhang, Feng, Wu, & Li, 2025)。然而，現有 AR 博物館導覽系統多以資訊呈現與互動展示為主，較少提供即時學習引導或學習支援機制。因此，學習者在面對較複雜或抽象之展覽內容時，較難進行有效的知識建構，亦可能降低其學習投入。隨著人工智慧技術的發展，AI 逐漸被應用於教育與學習環境中。透過自然語言處理與對話式互動，AI 系統能即時回應學習者問題並提供知識解釋與學習建議。因此，若能將 AI 學習夥伴導入博物館 AR 學習情境中，以提升博物館情境學習的互動性與學習成效，將有助於補足傳統 AR 導覽系統之不足，並提升學習者在情境學習中的學習成效與學習體驗。

基於上述研究背景，本研究提出一套 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式，並建構相應之學習系統，透過 AI 學習夥伴提供即時問答、學習提示與探索建議，引導學生在 AR 互動學習活動中進行知識建構，以支援學生在博物館展覽情境中進行探索學習。為進一步驗證此學習模式之成效，本研究探討其相較於傳統擴增實境學習模式，是否能顯著提升學生之學習成效，並進一步檢視其對學生於博物館情境中的學習體驗及對學習系統之科技接受度之影響。

2. AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式

本研究以博物館展覽為情境，提出一套 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式，並建構相應的學習系統，透過任務導向學習設計，引導學生在真實展場中進行探索式學習。系統整體架構主要由兩個核心模組組成，包括擴增實境情境導向探索學習模組與 AI 學習夥伴引導與回饋模組。

- (1) 擴增實境情境導向探索學習模組：透過 AR 技術將虛擬資訊與實體展覽環境進行整合，建構具情境導向互動學習環境。系統並結合學習任務與探索提示，引導學生依據學習目標觀察展品重點，並在展場中進行探索式學習與任務體驗。透過虛實融合的互動展示，學生得以在真實博物館情境中進行展場探索與知識建構，進而提升其學習參與度與沉浸式學習體驗。
- (2) AI 學習夥伴引導與回饋模組：透過導入生成式 AI，使 AI 能透過自然語言與學生進行互動。學生在學習過程中可隨時向 AI 提問，例如詢問展品相關知識、探索任務提示或學習建議。AI 將依據系統知識庫與展覽資料提供即時回應，使學生在探索過程中能獲得適時的導學支援。此外，AI 亦能根據學生的學習進度推薦相關展區，促進學生進行更深入的探索學習。

圖 1

AI 學習夥伴支援擴增實境學習流程

3. 實驗設計

本研究以某國中小 60 名學生為對象，分為實驗組與控制組各 30 人。本學習活動係結合國中小自然科學相關課程之延伸學習活動。活動前，所有學生進行 10 分鐘的系統操作說明，以確保學生能熟悉 AR 導覽系統的基本操作方式。接著，學生進入博物館展場進行約 60 分鐘的探索學習活動。在此過程中，培養學生透過觀察展品、提出問題與獲得即時引導，逐步建構對科學概念之理解，進而促進其在真實情境中之知識建構。實驗組使用「AI 學習夥伴支援擴增實境學習系統」，學生首先選擇學習主題並進入任務導向探索地圖，接著依據系統提示在博物館展場中進行探索並可向 AI 學習夥伴提問以獲得即時引導與學習回饋。控制組則使用傳統的擴增實境導覽學習系統，具備與實驗組相同的學習教材、內容及擴增實境學習系統，但無 AI 學習夥伴。在學習過程中，學生需依照系統所提供的任務提示探索不同展區並完成指定學習任務。學習活動結束後，學生需填寫學習體驗與學習成效問卷，以探討 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式對學生學習體驗與學習成效的影響。

本研究為評估 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式對學生學習體驗與學習成效的影響，依據科技接受度模型 (TAM) (Davis, 1989)、博物館通用學習成效模式 (GLOs) (Hooper-Greenhill, 2007) 及博物館學習情境模型 (CML) (Falk & Dierking, 2013) 設計研究問卷。問卷包含 26 題封閉式題項與 3 題開放式問題，封閉式題項採五點李克特量表進行評量。本研究進行內部一致性分析，整體量表 Cronbach's alpha 值為 0.932，顯示問卷具有良好信度。

4. 實驗結果

4.1. 學習成效分析

為探討 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式對學生學習成效的影響，本研究比較兩組學生在博物館通用學習成效 (GLOs) 構面上的差異。實驗結果顯示實驗組的平均數及標準差分別為 4.18 和 0.45；控制組則為 3.81 和 0.50。獨立樣本 t 檢定結果 ($t=3.05, p<.01$) 顯示實驗組學生的學習成效顯著高於控制組。效果量分析結果顯示 Cohen's $d=0.78$ ，屬於中等效果量。此結果顯示，在博物館情境學習中導入 AI 學習夥伴，有助於協助學生理解展覽內容並促進知識建構，使學生在完成探索任務的過程中獲得較佳的學習成果。

4.2. 學習體驗分析

為進一步了解 AI 學習夥伴支援擴增實境學習系統對學生學習體驗的影響，本研究比較兩組學生在博物館學習情境體驗 (CML) 上的差異。該構面主要反映學生在博物館情境中的學習參與感與互動體驗，包括探索過程中的學習引導、展場互動參與以及整體學習投入感等。實驗組學生在整體學習體驗上的平均數 ($M=4.21, SD=0.47$) 高於控制組學生 ($M=3.78, SD=0.51$)。獨立樣本 t 檢定結果顯示兩組之間具有顯著差異 ($t=3.42, p<.01$)。效果量分析結果顯示 Cohen's $d=0.86$ ，屬大型效果量。此結果顯示 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式相較於傳統 AR 導覽學習模式，有助於提升學生在博物館情境中的學習體驗與學習參與程度。

4.3. 科技接受度分析

為了解學生對 AI 學習夥伴支援擴增實境學習系統的接受程度，本研究依據科技接受模式 (TAM) 量表進行分析。實驗結果顯示實驗組學生在科技接受度上的平均數為 4.21 ($SD=0.49$)，控制組學生的平均數為 3.76 ($SD=0.53$)。獨立樣本 t 檢定結果顯示兩組之間具有顯著

差異 ($t=3.47, p<.01$)。效果量分析結果顯示, Cohen's d 為 0.86, 屬於大型效果量。此結果顯示, 學生對於結合 AI 學習夥伴支援擴增實境學習系統具有較高的科技接受度, 隱含學生認為 AI 智慧導覽員有助於提供即時且有用的學習資訊, 並能協助其在博物館展場中更有效率地進行探索與學習。

4.4. 學生質性回饋分析

為進一步了解學生對 AI 學習夥伴支援擴增實境學習系統的使用經驗, 本研究蒐集問卷開放式問題之回饋意見並進行主題分析 (thematic analysis) (Clarke & Braun, 2017)。首先進行開放編碼, 再進一步歸納類別並形成主題。為提升分析信度, 由兩位研究者分別進行編碼與比對, 並透過討論達成一致, 以確保分析結果之穩定性與一致性。分析結果歸納出兩個主要主題, 包括「學習引導」與「提升學習體驗」。在「學習引導」方面, 多數學生表示 AI 學習夥伴在展場探索過程中能提供適當的學習提示與引導, 協助其理解展品內容並完成探索任務。例如, 有學生指出:「如果有些展品內容比較難理解, 可以問 AI, 它會提醒我可以從哪些地方觀察, 讓我比較容易理解展覽內容。」此結果顯示 AI 學習夥伴在博物館探索學習過程中能提供即時的學習支持, 協助學生進行更有效的觀察與理解。在「提升學習體驗」方面, 多數學生認為 AI 學習夥伴使博物館參觀過程更具互動性與趣味性, 使學習活動更像是一種探索遊戲。例如, 有學生表示:「用 AI 一起探索展覽感覺像有人在帶我學習, 參觀過程變得比較有趣」。此結果隱含 AI 學習夥伴有助於促進學生在博物館情境中的學習參與與互動體驗。整體而言, 質性分析結果與量化分析結果相互呼應, 顯示 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式有助於提升學生在博物館學習活動中的學習引導與互動體驗。

5. 結論

本研究設計並建構一套 AI 學習夥伴支援擴增實境學習系統, 並透過任務導向探索活動引導學生於博物館展場中進行情境學習。實驗結果顯示, 採用 AI 學習夥伴支援擴增實境學習模式的學生在學習成效、學習體驗與科技接受度上皆顯著優於使用傳統 AR 導覽系統的學生, 顯示 AI 學習夥伴能協助學生在探索展覽內容的過程中有助於促進知識建構並提升學習投入。此外, 學生質性回饋亦指出 AI 學習夥伴有助於在學習過程中提供適當的觀察提示與學習引導, 使博物館參觀過程更具互動性與探索性。然而, 本研究樣本數與研究對象仍具限制, 未來研究可擴大不同教育階段之樣本, 以驗證研究結果之普遍性。同時, 未來研究亦可結合學習歷程分析與 AI 推薦機制, 以發展更具個別化與智慧化的博物館學習系統。

參考文獻

- Cheng, A., Zhang, W., Feng, A., Wu, Y., & Li, W. (2025). Exploring psychological dimensions of augmented reality in education: a study on learning motivation and achievement in museums. *Frontiers in Psychology*, 16, 1514117.
- Clarke, V., & Braun, V. (2017). Thematic analysis. *The journal of positive psychology*, 12(3), 297-298.
- Davis, F. D. (1989). Technology acceptance model: TAM. *Al-Suqri, MN, Al-Aufi, AS: Information seeking behavior and technology adoption*, 205(219), 5.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2013). The museum experience revisited. Walnut Creek.
- Hooper-Greenhill, E. (2007). *Museums and education: Purpose, pedagogy, performance*. Routledge.