

沉浸式與非沉浸式科技介面中圖文呈現設計之系統性文獻回顧（2015–2025）： 認知負荷、多媒體學習與設計趨勢

A Systematic Review of Graphic–Text Presentation Design in Immersive and Non-Immersive Technological Interfaces (2015–2025): Cognitive Load, Multimedia Learning, and Design Trends

麥絜茹*, 簡佑宏

台灣師範大學

* 61471033h@ntnu.edu.tw

【摘要】隨著沉浸式科技逐漸應用於教育情境，學習介面的形式持續演進，然而圖文內容應如何呈現以支持學習，仍有待系統性的整理與討論。本研究採用系統性文獻分析，整理 2015–2025 年間探討不同科技介面（2D、行動裝置、AR、VR）中圖文呈現設計之相關研究，分析其關注的設計因子、操作方式、學習歷程與理論基礎。研究結果顯示，現有文獻多聚焦於空間配置與注意引導等設計，並普遍以多媒體學習理論與認知負荷理論作為分析框架。整體而言，科技介面的沉浸程度並非單一決定學習成效的因素，圖文呈現設計在支持資訊整合與認知歷程上，扮演重要的設計角色。

【關鍵字】沉浸式科技；圖文呈現；科技介面

Abstract: As immersive technologies are increasingly adopted in educational contexts, learning interfaces continue to evolve. However, how text–visual presentation should be designed to support learning across different technological interfaces remains insufficiently synthesized. This study conducts a systematic literature review of research published between 2015 and 2025 on text–visual presentation design in 2D, mobile, augmented reality, and virtual reality environments. The review examines the design factors investigated, related learning processes, and theoretical frameworks. The findings indicate that prior studies primarily focus on spatial arrangement and attention-guiding designs, commonly grounded in the Cognitive Theory of Multimedia Learning and Cognitive Load Theory.

Keywords: immersive technology; graphic text presentation; technological interface

1. 前言

近年來，資訊科技的快速發展逐漸改變學習介面的呈現方式。從傳統紙本與電腦螢幕，延伸至行動裝置以及擴增實境（augmented reality, AR）與虛擬實境（virtual reality, VR）等沉浸式科技，亦逐漸成為教育研究的重要方向。相關研究指出，沉浸式科技在特定情境下有助於提升學習動機與學習體驗，並可能影響學習表現（Radianti et al., 2020）。然而，現有沉浸式學習研究多聚焦於硬體設備、互動方式或沉浸感本身對學習的影響，例如臨場感、使用者體驗或操作行為等面向（Parong & Mayer, 2021）。相較之下，對於學習內容本身在不同科技介面中應如何被呈現，尤其是圖文內容的配置方式，以及其可能引發的認知歷程，相關討論仍

相對有限。這使得我們對於沉浸式科技如何透過內容設計影響學習的理解，仍有待更系統性的整理。

從學習理論的角度來看，多媒體學習理論與認知負荷理論指出，學習者在有限的認知資源下需整合文字與圖像資訊，而圖文呈現方式將影響資訊的處理與理解歷程（Mayer, 2020; Sweller et al., 2011）。因此，圖文配置、空間鄰近性與注意引導等設計因素，長期被視為影響學習成效的重要關鍵。然而，既有研究多以二維介面為主要情境，對於 AR 與 VR 等具備不同視場範圍與互動特性的沉浸式介面，其圖文呈現是否仍適用相同設計原則，仍缺乏整合性的比較。部分研究指出，沉浸式介面可能改變學習者的資訊搜尋策略與注意分配，並影響認知負荷與理解歷程（Makransky et al., 2019）。因此，僅從科技設備或沉浸程度解釋學習成效，仍不足以全面說明沉浸式環境中的學習歷程。基於上述背景，本研究採用系統性文獻分析的方法，整理近十年探討不同科技介面（2D、行動裝置、AR、VR）中圖文呈現設計之相關研究，分析其關注的設計因子、操作方式、學習歷程與理論基礎。透過跨介面與跨研究的整理，本研究旨在釐清現有文獻中圖文呈現設計的研究重點，並檢視多媒體學習理論與認知負荷理論在沉浸式科技情境中的應用情形。研究結果可作為未來教育科技介面設計與沉浸式學習研究的重要參考。為此，本研究提出以下四項研究問題：

問題 1：在不同科技介面（2D、Mobile、AR、VR）的研究中，現有文獻主要探討哪些圖文呈現設計因子？這些因子（如字體大小、顏色、位置、整合程度、動態性、易變性、訊號提示等）各自被用來描述或解決哪些圖文處理上的問題？

問題 2：文獻中這些圖文呈現設計因子是以何種方式被定義、調整或比較？各研究如何呈現不同的圖文設計條件，並指出這些差異與哪些學習歷程和學習成效相關？

問題 3：現有研究在探討圖文呈現方式與學習歷程（如理解、注意、認知負荷）時，主要採用哪些理論或概念框架？這些研究如何運用不同的學習理論、認知模型或介面設計原則作為解釋基礎？

問題 4：基於問題 1-3 的整理與分析，沉浸式科技中的圖文呈現設計未來可朝哪些方向深化？現有文獻揭露哪些尚未被滿足的研究議題、介面要素或需要發展的新設計原則？

2. 研究方法

2.1. 文章搜尋與篩選流程

本研究以 Google Scholar 為主要文獻來源，並輔以 ScienceDirect 等國際學術資料庫與期刊進行補充檢索，以提升文獻來源之多樣性與完整性。以整合式 Boolean 搜尋字串進行文獻擷取。為涵蓋「科技介面 × 圖文呈現 × 認知歷程」之核心概念，關鍵字包含 virtual reality、augmented reality、text-image integration、spatial contiguity、cognitive load 與 learning 等，以蒐集相關研究。上述搜尋語法旨在同時捕捉沉浸式科技介面、圖文呈現設計（文字位置、圖文整合、空間鄰近性）、學習文本特性、及學習歷程指標（認知負荷、理解、注意分配）等相關研究，以確保所得文獻能回應本研究四項研究問題。

本研究以 2015-2025 年為檢索範圍，並由研究者逐篇審閱文獻，排除未涉及圖文呈現、學習任務或認知歷程，以及缺乏實證資料之研究。最終納入文獻須涉及學習相關介面（如 2D、Mobile、AR、VR 或 XR），並包含圖文呈現設計或科技介面與學習歷程之關聯，且回饋至少一項認知或學習指標。透過上述流程建立分析文獻集合。

2.2. 文獻編碼與分析程序

在完成文獻搜尋與篩選後，本研究採用系統性綜述結合定性內容分析進行資料編碼與整理，包含：圖文處理問題類型、學習歷程指標、學習成效指標、呈現因子（如文字位置、空間鄰近性、訊號提示、動態性、2D/3D 整合等）、理論基礎（如多媒體學習理論、認知負荷理論，以及沉浸式學習相關模型）、介面與場域資訊，以及文獻提出的未來設計建議或研究缺口。研究者逐篇閱讀文獻並依編碼架構擷取資訊，並透過反覆比較以維持分類的一致性。分析階段採主題式統整與跨研究比較，依據本研究之研究問題，整理圖文呈現設計因子、其對應之認知歷程與學習成效，以及相關理論框架與研究缺口。透過上述程序，本研究得以建立科技介面中文圖呈現設計、認知歷程與理論基礎之整體脈絡。

3. 結果

本研究共納入 28 篇文獻進行分析，綜整後可歸納出以下幾項主要發現。

3.1. 圖文呈現設計因子與圖文處理問題

納入文獻顯示，圖文呈現研究主要聚焦於四類設計因子，包括空間鄰近性與文字位置、訊號提示、整合式與分離式圖文呈現，以及動態性或文字易變性。其中，以空間鄰近性與文字位置相關設計最為常見，其次為訊號提示，而動態性或文字易變性相關設計相對較少。整體而言，現有研究多以解決 split-attention、搜尋成本與注意分配等圖文處理問題為核心。此外，部分近年研究進一步從沉浸式科技介面（如 VR / AR）切入，指出不同學習環境可能改變資訊呈現方式與認知處理歷程，進而影響圖文整合與理解表現。

3.2. 圖文呈現設計因子的操作方式與學習歷程、成效關聯

在操作方式上，多數研究採用對照實驗設計，系統性操弄單一或少數圖文呈現因子，並以認知負荷作為主要的學習歷程指標；相較之下，直接量測注意分配或視線轉換的研究比例較低。整體結果顯示，現有研究仍以靜態的空間配置與提示策略為主，對動態或自適應圖文設計的探討相對有限。

此外，部分研究指出，在沉浸式或高互動介面中，認知負荷可能因環境複雜度而提升，進一步影響學習歷程與成效，顯示設計因子與介面特性之間可能存在交互作用。

3.3. 圖文呈現研究中所採用的理論基礎

在理論基礎方面，納入文獻多集中採用多媒體學習理論與認知負荷理論，用以解釋圖文整合、訊號提示與空間配置對理解表現與認知負荷的影響；部分研究另輔以注意力、臨場感或具身認知等相關理論。

值得注意的是，近年亦有研究引入沉浸式學習相關模型（如 CAMIL），用以說明不同科技介面如何透過臨場感、互動性與認知歷程影響學習成效。整體而言，現有研究逐漸從單一媒介效果，轉向探討「介面特性 × 教學設計 × 認知機制」之整合關係。

3.4. 研究缺口與未來研究方向

綜合前述分析，現有研究已初步驗證圖文呈現設計在不同科技介面中的學習效果，然而在設計深度、研究方法與應用情境上仍存在明顯缺口。首先，多數研究僅操弄單一或少數圖文呈現因子，較少同時考量多因子交互作用，亦缺乏對動態性、資訊密度與文字易變性等進階設計特性的系統性探討。

其次，研究方法多以短期、實驗室導向任務為主，對學習歷程的即時量測與長期影響關注有限，且沉浸式環境下的認知歷程仍有待進一步釐清。最後，研究對象與情境多集中於成人或大學生族群，未來可延伸至不同年齡層、學科領域與真實教學場域，以發展更具情境敏感度的圖文呈現設計原則。

4. 討論

本研究發現，現有沉浸式科技介面中的圖文呈現研究，雖在介面形式與設計手法上持續演進，其分析核心仍高度建立於多媒體學習理論與認知負荷理論之上。多媒體學習理論所強調的資訊整合、通道配置與訊號引導，以及認知負荷理論所關注的有限認知資源與外在負荷控制，構成圖文呈現研究中最關鍵的核心精神。此結果顯示，無論未來研究採用何種新興科技或更高沉浸度的學習介面，其設計與評估仍需回到這兩項理論所揭示的基本學習機制，作為檢視圖文呈現是否支持理解與學習的共同基礎。

4.1 圖文呈現設計因子的研究意涵

現有沉浸式科技介面中的圖文呈現研究，雖涵蓋多種設計因子，但整體仍高度集中於空間配置與注意引導相關設計。從討論層次來看，這反映出研究者普遍將圖文呈現問題視為「注意分配與資訊整合」的問題，而非單純的介面美學或技術呈現。此一取向顯示，即便在 AR / VR 等高度沉浸的環境中，學習困難仍主要來自學習者在多重資訊來源間的認知負荷與搜尋成本，而非科技本身的限制。

4.2 設計操作方式與學習歷程的解讀

現有研究多採取可控的對照實驗方式，透過操弄圖文配置或提示策略，觀察其對認知負荷與理解表現的影響。從討論角度來看，這樣的操作方式顯示研究者傾向以「降低外在認知負荷」作為設計成效的主要判準，而較少深入探討學習者在真實操作情境中的策略變化或長期適應歷程。此結果亦暗示，沉浸式圖文呈現研究目前仍偏向驗證型設計，未來可朝向更具情境敏感度與歷程導向的研究取向發展。

4.3 理論基礎的集中現象與其意義

分析結果顯示，多媒體學習理論與認知負荷理論構成沉浸式圖文呈現研究中最核心的理論基礎。從討論層次來看，這種高度集中的理論使用並非研究侷限，而反映出該理論已成功提供一套可跨介面應用的解釋框架。多媒體學習理論所強調的資訊整合與訊號引導，以及認知負荷理論對有限認知資源的關注，持續為不同科技情境下的圖文呈現設計提供穩定的分析依據，顯示未來研究即便導入新技術，仍難以脫離此一核心精神。

4.4 未來研究方向的整體思考

綜合上述的討論可見，沉浸式科技介面中的圖文呈現研究，其未來發展關鍵並非追求更高沉浸或更多功能，而在於如何在多媒體學習與認知負荷理論的基礎上，深化設計複雜度與研究情境。未來研究可進一步關注多因子交互作用、動態與自適應圖文設計，以及長時間使用情境下的學習歷程變化，以避免研究流於技術導向，並回應實際教學與訓練需求。

5. 結論

本研究透過系統性整理沉浸式科技介面中圖文呈現設計之相關文獻，重新檢視不同科技形式下圖文設計所回應的學習問題、操作取向與理論基礎。研究結果顯示，儘管 AR、VR 與行動科技持續推陳出新，圖文呈現研究的核心關注始終未脫離學習者在有限認知資源下進行資訊整合與理解的基本需求。此一發現突顯，科技的沉浸程度並非學習成效的保證，真正關鍵仍在於圖文呈現是否能有效支持學習歷程。

進一步而言，本研究指出，多媒體學習理論與認知負荷理論不僅是現有研究最常採用的分析框架，更可視為未來沉浸式圖文呈現研究中不可或缺的共同理論基礎。無論研究情境如何

轉變，圖文配置、訊號引導與認知負荷控制等核心精神，仍是評估設計是否具備學習價值的重要依據。此一觀點有助於避免沉浸式科技研究過度聚焦於技術新穎性，而忽略學習機制本身。

基於上述發現，本研究認為，未來沉浸式圖文呈現研究的關鍵挑戰，並非是否引入更新穎的科技，而是如何在既有多媒體與認知負荷理論的基礎上，發展更具情境敏感度與設計可操作性的圖文呈現原則。唯有將理論核心轉化為具體且可實踐的設計指引，沉浸式科技方能真正發揮其在教育與訓練情境中的學習潛力。

參考文獻

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019).

Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225–236.

<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>

Mayer, R. E. (2020).

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020).

A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education.

Computers & Education, 147, 103778.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011).

Cognitive load theory. Springer.