

擴增實境科技輔助圖書館視障讀者服務

林維真

國立臺灣大學圖書資訊學系

E-Mail: vjlin@ntu.edu.tw

一、前言

擴增實境(Augmented Reality, AR)在過去三十年間，已從實驗室裡的研究課題(Milgram et al., 1995; Rekimoto & Nagao, 1995)，走入主流的消費級裝置(Alsop, 2021)。相較於虛擬實境(Virtual Reality, VR)將使用者完全沈浸於電腦生成的世界中，擴增實境科技將虛擬資訊疊加於真實環境之上，使實體與數位得以被人類使用者同時感知(Rekimoto & Nagao, 1995)，與圖書館長久以來所鼓勵的資訊檢索與資源利用不謀而合，也提高擴增實境科技在圖書館應用的實用性(Williams & Nwagwu, 2026)。現代圖書館本身是一個虛實並存的混成機構，它同時典藏紙本與數位資源，並且必須持續支援兩者的使用。一直以來除了各級學校與出版業等第一線面對視障教學與學習需求，積極尋求各項視障者學習資源外，圖書館也是視障者教材教具資訊資源的重要提供者(Library of Congress, 1931; 國立臺灣圖書館, n.d.)。然而，雖然國內外公共圖書館提供多元館藏類型並制定相關借閱服務與規範，對視覺障礙讀者而言，資源的「近用」仍遠未達平等。在全球各種出版品中，能被視障或閱讀障礙讀者近用的比例僅 5% (IFLA, 2008)，且在主題分布上極不均衡，其中包含大量複雜圖表與圖像的科學、數學類書目尤其匱乏，且圖像內容更經常被簡化或省略。這些後天環境的不利因子，使得視覺障礙成為一種資訊障礙，影響了視障者的科學學習、自我效能與職業選擇。國內實證研究也支持，當圖書館視障閱讀資源的可及性偏低、讀者長期無法取用自己希望閱讀的資源時，將顯著降低讀者對圖書館的利用意願(林巧敏, 2016)。

視障學習者的認知能力範圍與明眼學習者相同(Kumar et al., 2001)，若獲得適切的資源與支援，他們能像明眼學生一樣掌握高階科學概念。但相關實證研究與統計資料均

指出，國內外視障學童在中小學基礎教育、高中職階段，自然科學與社會科學的學習時數偏低 (Thurston et al., 2017; 教育部, 2000)。由於安全考量，視障學童也經常缺乏直接參與實驗與實作課程的學習機會，即便對學科有學習興趣，在正規教育環境中，視障學生接觸與學習自然科學的機會並不豐富，而可能導致學習表現不佳(Rice, 2011)。另一方面，許多科學教師缺乏教導視障學習者的直接經驗，對於視障教育教材教法並不熟悉，相關實證研究亦不夠充足，均顯示出視障學者科學教育在教學資源與教學策略上的嚴重缺口。

基於上述背景，林維真(2022)嘗試運用擴增實境科技，研發可近用之科學圖像閱讀系統，結合虛實環境中的多元材料與感官媒介，為學習者帶來臨場感(Lin et al., 2022)，並整合專業學科與視障教育之教材教法，將無形的抽象概念(Lin et al., 2024)、空間資訊具象化(Lin et al., 2026)，以清楚呈現不易以口語描述表達的學科知識。

二、文獻與案例回顧

擴增實境科技(Augmented Reality, AR)作為一種模擬科技，能將現實環境及虛擬資訊相互結合，提供附加資訊、具象化抽象事物與即時互動，讓使用者在實際環境中能夠操作虛擬物件，強調在自然直覺的回饋上擴增模擬的線索，提供操作者更為直覺、沈浸的經驗(Milgram et al., 1995)。在教育科技領域運用擴增實境科技的相關研究多數是將視覺的資訊擴增在實體或虛擬的物件上，學習者能夠透過閱讀、操作來與環境互動，而擴增實境所提供的虛擬訊息能夠達到補充真實世界的效果，結合文字、聲音、圖片等不同媒介，呈現不易表達之學科知識，包括抽象概念與難以直接觀察之現象等，對提升學習者的技能、知識、概念具有明顯成效(Tang et al., 2020)。但擴增實境的定義上並未侷限於視覺感官通道，任何在真實環境中真實物件與虛擬物件的結合，不論是經由視覺、聽覺或是觸覺等感官通道均是擴增實境的範疇。圖書館最為重視的擴增實境科技特色，圍繞著其「豐富」與「近用」兩大主軸，能夠在既有紙本館藏中嵌入數位內容、支援互動式導覽與檢索，並以多媒體豐富既有展示、提供身歷其境的參考服務(Williams &

Nwagwu, 2026)。Kotis et al. (2025)一項關於智慧圖書館為視障讀者採用新興科技的回顧研究更進一步指出，為特殊讀者所做的設計往往也能提升所有使用者的體驗，圖書館應以無障礙設計作為導入各項智慧化與自動化服務的基礎架構，而非事後補強。這樣的主張呼應了國際與在地對身心障礙讀者服務的長期關注，包括 IFLA 國際圖書館聯盟的無障礙圖書館指引(IFLA, 2024)、馬拉喀什條約對印刷品閱讀障礙讀者近用權的保障(Otike & Barát, 2023)，也說明包容性設計的重要性(Cheng & Lin, 2021, 2023)。

包容性設計的原則，也體現擴增實境科技整合多感官通道回饋對視障讀者的特定價值。擴增實境科技由最早應用於支援視障者定向移動(Yoon et al., 2019)，到各項閱讀活動的支援(Edirisinghe et al., 2022)，逐步擴充並增進了視障讀者高度仰賴的聽覺與觸覺感官通道，也豐富了多感官學習經驗。在擴增視覺回饋方面，IrisVision® (2020)為低視能者提供放大、對比增強與文字辨識轉語音的輔助，以 AR 與機器學習為基礎的視覺輔助系統也持續發展(Shen et al., 2020)。在擴增聽覺回饋方面，Microsoft Seeing AI® (2017)應用程式運用人工智慧提供空間語言場景描述、辨識多頁與手寫文件，並提供跨平台支援，已成為聽覺回饋設計的基準。2024 年 Meta Ray-Ban® 智慧眼鏡與 Be My Eyes 志工網絡的整合、Google Pixel 8(2024)手機 Guided Frame 引導拍照的語音回饋等產品的問世，顯示出消費級 AR 與輔助型 AR 的分界正在消失，通用型產品因能降低使用的社會標籤成本而受到使用者青睞。擴增觸覺回饋方面，觸覺圖形顯示器如 Dot Pad® (2023)、Feelif® 等產品加速了視障讀者對圖像的辨識感知，系統性回顧研究顯示可降低視障學習者的空間記憶負荷(Mukhiddinov & Kim, 2021)。運用擴增實境科技為閱讀障礙的小學生提供多感官教學法的實證研究也顯示，相較於過去軟體僅能提供視覺與聽覺，AR 加入了觸覺與動作能更完整地模擬真實學習情境，因而顯著提升了學習者的學習成效。Lin et al. (2026)亦嘗試在地理與防災教學中融入擴增嗅覺回饋，來增強視障學習者對地形、空間、災害等抽象概念的印象與記憶。

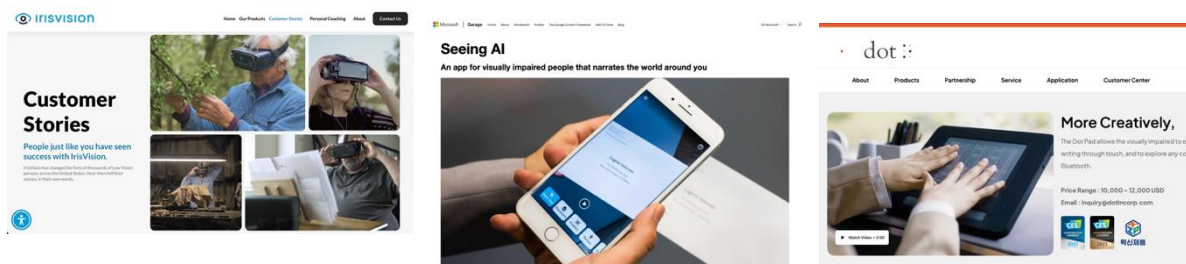


圖 1 擴增實境科技產品：IrisVision (左)、Microsoft Seeing AI (中)、dotPad (右)

科學閱讀高度仰賴圖像素養與觸覺圖形，圖表的繪製與判讀是數學與科學學習的核心，而確保視障學習者獲得高品質的觸覺圖像，對其科學、科技、工程與數學的學習機會至關重要(Zebahazy & Wilton, 2021)。然而，台灣雖對點字教科書的文字內容訂有規範，對圖像卻缺乏一致的原則或標準，不同製作者選用的素材與精細程度差異極大(何世芸, 2016)。因此，在科學圖像閱讀材料有限、教學人力短缺的背景下，擴增實境科技的應用具有潛力，能提供全面、整合而即時的教學回饋，並提升學習者對內容理解與學習成效(Lin et al., 2023; Lin et al., 2026; 林維真, 2022)。

三、結論

本文針對擴增實境科技輔助圖書館視障讀者服務進行文獻與案例的回顧。首先，根據科技產品與實證研究趨勢分析可知，擴增實境科技在硬體設備上正逐步採用主流消費級硬體，消除了輔助科技與消費科技之間的界線，為一般使用者構圖拍照的同一套相機與使用流程，如今也能為視障使用者講述場景、智慧眼鏡能為視覺障礙者轉接真人志工。對圖書館而言，這意味著無障礙工具已不再限於傳統需要採購與龐大維護的專門設備，而是讀者已隨身攜帶的能力。機構的任務也需要從傳統的提供資源的思維，轉向利用指導與需求導向的服務邏輯。第二，深入分析實證研究取徑與設計策略可知，以使用者為中心的設計思維與無障礙設計策略已成為設計流程中的上游指導原則，而非下游的權宜配合，對特殊讀者的服務是提升整體圖書館在環境與服務設計品質上的重要驅動因子。最後，要提高擴增實境科技在圖書館場域的應用效益，仰賴組織層面而非技術層面的規劃與考量，因此，本研究也持續與公共圖書館合作(林維真, 2022)，辦理全國圖書館員

身心障礙服務專業知能工作坊，介紹擴增實境導入視障讀者服務的概念與實例，說明擴增實境科技如何作為能夠融合紙本與數位資源典藏之樞紐，並實現將特殊讀者置於規劃核心的圖書館。工作坊迄今已培訓近 250 名學員，不僅使參與館員突破對擴增實境科技的刻板印象，也更能由一線服務提供者角度，具體想像並規劃擴增實境導入圖書館特殊讀者服務的面向與可行性。



圖 2 工作坊與視障學員交流觸覺圖形顯示器之使用經驗



封面圖片 辦理全國圖書館員身心障礙服務專業知能工作坊

參考文獻

- Alsop, T. (2021). *Global mobile augmented reality (AR) users 2019-2024*.
<https://www.statista.com/statistics/1098630/global-mobile-augmented-reality-ar-users/>
- Cheng, C. W., & Lin, W. (2021). *Investigating the Research Development of Special Needs Patrons in Taiwan Libraries from a Social Inclusion Perspective* [Poster Paper]. The 1st Conference of LIS and Practices (Co-LISP 2021), Taipei.
- Cheng, C. W., & Lin, W. (2023). How We Study Disabled People in LIS Research Area: A Systematic Content Analysis. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 60(1), 917-919.
- Edirisinghe, C., Podari, N., & Cheok, A. D. (2022). A multi-sensory interactive reading experience for visually impaired children; a user evaluation. *Personal and Ubiquitous Computing*, 26(3), 807-819.
- IFLA. (2024). IFLA Guidelines for making libraries accessible for people with disabilities.
- IFLA. (2008). *IFLA/FAIFE World Report 2007: Access to libraries and information: Towards a fairer world*. International Federation of Library Associations and Institutions (IFLA).
- Kotis, K., Angoura, E., & Lyngri, E.-I. (2025). Emerging Technologies in Smart Libraries for Visually Impaired People: Challenges and Design Considerations. *J. Comput. Cult. Herit.*, 18(3), Article 37.
<https://doi.org/10.1145/3727965>
- Kumar, D., Ramasamy, R., & Stefanich, G. P. (2001). Science for students with visual impairments: Teaching suggestions and policy implications for secondary educators. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*.
- Library of Congress. (1931). *National Library Service for the Blind and Print Disabled*. Retrieved 10/31 from
<https://www.loc.gov/nls/>
- Lin, W., Hung, P.-L., & Yueh, H.-P. (2023). Design of an AR application to support students with CVD in learning chemistry. International Conference on Human-Computer Interaction,
- Lin, W., Lee, M.-J., & Yueh, H.-P. (2026). Using Augmented Olfactory Feedback to Assist Visually Impaired Students' Geography Learning. In P.-L. P. Rau & H. Krömker, *HCI International 2025 – Late Breaking Papers* Cham.
- Lin, W., Lo, W.-T., & Yueh, H.-P. (2022). Effects of learner control design in an AR-based exhibit on visitors' museum learning. *PLOS ONE*, 17(10), e0274826.
- Lin, W., Masumoto, K., Kakusho, K., & Yueh, H.-P. (2024). How Augmented Visual Feedback Aids Patrons' Reading and Interaction with Rare Books – Evidence from Eye Movement. In P.-L. P. Rau, *Cross-Cultural Design* Cham.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Telemanipulator and telepresence technologies,
- Mukhiddinov, M., & Kim, S.-Y. (2021). A systematic literature review on the automatic creation of tactile graphics for the blind and visually impaired. *Processes*, 9(10), 1726.
- Otike, F., & Barát, Á. H. (2023). IFLA's role in the implementation of the Marrakesh Treaty. *IFLA journal*, 49(2), 452-466.
- Rekimoto, J., & Nagao, K. (1995). The world through the computer: Computer augmented interaction with real world environments. Proceedings of the 8th annual ACM symposium on User interface and software

technology,

- Rice, A. (2011). Online tutorials for blind students in physics; Facebook-style course management. *Chronicle of Higher Education*, 58(16), A23.
- Shen, J., Dong, Z., Qin, D., Lin, J., & Li, Y. (2020). iVision: an assistive system for the blind based on augmented reality and machine learning. Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Approaches and Supporting Technologies: 14th International Conference, UAHCI 2020, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, Proceedings, Part I 22,
- Tang, K. S., Cheng, D. L., Mi, E., & Greenberg, P. B. (2020). Augmented reality in medical education: a systematic review. *Canadian medical education journal*, 11(1), e81.
- Thurston, L. P., Shuman, C., Middendorf, B. J., & Johnson, C. (2017). Postsecondary stem education for students with disabilities: Lessons learned from a decade of NSF funding. *Journal of Postsecondary Education and Disability*, 30(1), 49-60.
- Williams, C. B., & Nwagwu, W. E. (2026). Virtual and augmented reality in the libraries: Situation analysis, hotspots and new directions. *Journal of Librarianship and Information Science*, 58(2), 980-999. <https://doi.org/10.1177/09610006251332613>
- Yoon, C., Louie, R., Ryan, J., Vu, M., Bang, H., Derksen, W., & Ruvolo, P. (2019). *Leveraging Augmented Reality to Create Apps for People with Visual Disabilities: A Case Study in Indoor Navigation* Proceedings of the 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Pittsburgh, PA, USA. <https://doi.org/10.1145/3308561.3353788>
- Zebehazy, K. T., & Wilton, A. P. (2021). Graphic Reading Performance of Students with Visual Impairments and Its Implication for Instruction and Assessment. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 115(3), 215-227. <https://doi.org/10.1177/0145482x211016918>
- 何世芸 (2016). 從北美具點字權威單位認識觸覺圖形製作的原則與標準. *視障教育半年刊*, 1(2), 23-33.
- 國立臺灣圖書館. (n.d.). 視障資料中心. <https://www.ntl.edu.tw/wSite/ct?xItem=75574&ctNode=2876&mp=1>
- 教育部 (2000). 特殊教育學校(班)國民、學前教育階段視覺障礙類課程綱要. <https://special.moe.gov.tw/>
- 林巧敏 (2016). 臺灣地區圖書館身心障礙讀者服務現況與意見調查 [Survey of Current Conditions and Opinions on Providing Library Services for People with Disabilities in Taiwan]. *國家圖書館館刊*(105年 2), 99-126.
- 林維真 (2022). 擴增實境技術支援視障讀者科學閱讀之實踐：地球科學圖像擴增回饋系統之研發與推廣 (國科會專題研究計畫進度報告, Issue NSTC111-2628-H-002-006-MY3). 國科會.