

基於影像辨識之智慧圖書館機器人結合三層次測驗

An Image Recognition-Based Intelligent Library Robot Integrating a Three-Tier Diagnostic Test

邱敏棋¹，徐鴻耀²，朱中華³

^{1, 2, 3} 臺中科技大學多媒體設計系

²leo20021113@gmail.com

【摘要】 本研究旨在設計與實作一套「基於影像辨識之智慧圖書館機器人結合三層次測驗」之學習輔助系統，以提升圖書館使用者在資訊搜尋與學習理解上的整體效能。系統運用影像辨識技術，自動辨識書籍封面與書名資訊，協助使用者快速確認書籍內容與主題範疇；於完成辨識後，系統將自動產出對應之心智圖，將書籍核心概念以視覺化結構呈現，協助學習者進行知識統整與重點掌握。在學習評量層面，系統結合三層次測驗，依序蒐集學習者的作答結果、作答理由及自我信心評估，以精準診斷其概念理解程度與潛在迷思概念。整體系統之設計、實作與優化流程，採用 PDSA (Plan-Do-Study-Act) 循環模型，透過反覆的規劃、執行、研究與行動，持續提升系統功能與學習成效。期望本研究能整合人工智慧、心智圖與教育評量機制，降低圖書館使用門檻，促進學習者之自主學習與深度理解，並為智慧圖書館之應用發展提供實務與研究參考。

【關鍵字】 三層次測驗，影像辨識，智慧機器人，PDSA 模型，人工智慧

1.前言

在知識爆炸的時代，圖書館不僅是資訊的匯集中心，更象徵著學習者追求理解與自我成長的重要場域。然而，面對龐雜而持續累積的大量館藏與數位資源，許多使用者在進入圖書館後，反而會感受到壓力與不安，這種現象被稱為「圖書館焦慮」(Jan et al., 2020)。其核心原因常源自資訊量過大、搜尋方向模糊、資源不易分類，或缺乏有效的檢索策略，導致使用者難以在短時間內找到所需內容，進而產生挫折感與退怯心理，對於缺乏資訊素養或檢索經驗的讀者而言，面對成千上萬筆書籍、期刊與資料庫項目，往往會出現不知從何開始的心理負擔(McPherson, 2015)。他們可能擔心搜尋方向錯誤、無法理解資料分類方式，或害怕向圖書館員詢問時暴露自己的不足，資訊過載帶來的壓力，不僅降低學習動機，也可能使使用者避免深入探索資源，形成無形的學習障礙(Blummer & Kenton, 2014)。隨著數位化程度提升，線上資料庫與電子書平台的擴張，雖然提高了資訊取得的便利性，卻也使資訊總量更加龐大，使圖書館焦慮的問題變得更加複雜，圖書館焦慮不僅是一種個人情緒，更反映出資訊環境設計與使用者需求之間的落差。若缺乏有效的導引服務、清楚的分類架構，或協助初學者進行資訊取捨的工具，閱讀者將難以從海量資料中篩選出具價值的內容，當資訊超過人們能處理的範圍，學習效率不但無法提升，反而可能因此下降，形成「資訊越多，焦慮越強」的惡性循環(Ahmad, 2025)。因此，如何降低圖書館焦慮，協助使用者更輕鬆地面對多元而龐大的資訊量，成為圖書館管理與資訊設計領域的重要議題(Parks, 2019)。透過更友善的檢索工具、清晰的分類方式、智慧化的推薦系統與適當的使用者教育，有機會讓讀者從焦慮轉向自信，真正體驗資訊探索的樂趣與成就。

2.研究主題與目的

本研究主題為基於影像辨識之智慧圖書館機器人結合三層次測驗，旨在探索智慧圖書館環境中，如何利用人工智慧技術與學習評量工具提升讀者的自主學習效能與使用體驗。隨著智慧教育與物聯網技術的快速發展，傳統圖書館在書籍檢索、學習指引與個人化推薦上仍存

在侷限，讀者在面對大量館藏資源時常感到焦慮或困惑(Upasani, 2016)。本研究以 PDSA (Plan-Do-Study-Act) 模型作為主要學習與系統設計框架(Sagun & Prudente, 2023)，並以 WSQ (Web-based Self-questionnaire) 模型作為學習評估參考 (Lin et al., 2024)，期望透過系統化的方法設計一套可操作、可評估的智慧學習流程(Yunus et al., 2025)。

本研究之主要目的是讓學習者能以最簡單、輕鬆的方式分辨是否為自己所需之書籍，並藉由智慧圖書館機器人自動提供書籍重點摘要，使學習者在選書與知識獲取上同時受益。透過此方式，學習者可以減少因館藏繁雜而產生的焦慮感，並在互動過程中進行有效學習。具體功能包括：學習者先拿取書籍交由智慧圖書館機器人進行影像辨識，機器人自動闡述書籍核心內容，學習者判斷是否為所需書籍；若非所需，可持續進行辨識直到找到合適書籍。系統進一步透過心智圖呈現書籍知識點，輔助學習者理解並吸收關鍵資訊。學習完成後，透過三層次測驗（概念題、理由題、確信度題）進行學習後評量，確保學習者能真正掌握知識並建立正確概念。

總體而言，本研究結合影像辨識技術、智慧圖書館機器人與三層次測驗，旨在打造一套既能提升學習效率又能降低圖書館焦慮的智慧學習系統，期望對智慧教育、學習者自主學習策略以及圖書館服務創新提供實務與理論上的參考價值。

3.文獻探討

3.1. 人工智慧的發展與應用

人工智慧是一門跨領域科學，旨在模擬、延伸及強化人類智能行為，包括感知、辨識、學習、反應和解決問題等功能。自 20 世紀中期人工智慧概念提出以來，其發展歷經符號主義、專家系統、機器學習與深度學習等階段，逐步從理論研究轉向實務應用。隨著大數據技術與計算能力的提升，人工智慧在資料分析、模式辨識、影像處理及決策支援方面取得顯著成效。在教育領域中，人工智慧可用於智慧教學系統，分析學習者的學習行為與測驗結果，提供個性化練習題、即時回饋及補強策略，幫助學習者釐清概念迷思並提升學習成效(Boubker, 2024)。教育機器人一項針對 K-12 教育中 STEM（科學、技術、工程、數學）領域進行的多層次 meta 分析發現，機器人輔助的 STEM 學習在比對未使用機器人的教學情境時，對學習者學習表現與學習態度具有中等規模的正向效果(Ouyang & Xu, 2024)。研究也指出在教育機器人介入的課堂中，機器人可扮演教師助手或學習夥伴的角色，促進學習者的動機、自我效能感以及團隊協作能力(Kerimbayev et al., 2023)。另一方面，一篇探討智慧機器人與 AI 在教育中整合應用的研究指出，其可用於適性化輔導系統、即時回饋機制與學習分析，協助教師掌握學習者學習歷程並提供動態支持(Chu et al., 2022)。雖然人工智慧在教育中展現多元應用潛力，但其實務應用仍需面臨倫理、隱私、透明性與公平性問題(Mussnug, 2025)。整體而言，人工智慧提供教育科技的技術基礎，支援教學評量、學習策略與教育研究，並成為現代教育科技中不可或缺的重要工具(Schiff, 2022)。

3.2. 智慧機器人

智慧機器人是一種具備感知、判斷及自主行動能力的機械系統，能在複雜及動態環境中執行任務。其核心技術涵蓋機器視覺、感測器融合、運動控制、自然語言處理及人工智慧演算法，使機器人能夠識別環境訊息、分析情境並規劃行動。智慧機器人的應用範圍廣泛，包括工業自動化、服務業、醫療輔助及教育領域(Licardo et al., 2024)。在教育場域中，智慧教育機器人已被廣泛運用於多種教學場景。首先，在程式設計與 STEM 教育中，透過編程機器人，學習者可以直觀理解控制邏輯、感測回饋及迴圈運算，並在實作中培養創新能力(Ouyang & Xu, 2024)。其次，在語言學習與社交技能訓練中，教育機器人能模擬對話環境，提供發音矯正、語法練習及社交互動，提升語言能力與情緒理解能力(Van den Berghe et al., 2019)。第三，對於特殊教育與輔助學習，教育機器人可為自閉症或學習障礙學習者提供穩定且可預測的互動環境，降低學習焦慮，增強注意力與社交互動能力(Schiavo et al., 2024)。智慧機器人透過提供

模擬教學、個別化引導與互動式實作，使學習者得以在實踐中深化對知識的理解與應用，並有效培養其問題解決與批判性思維能力(Schneider & Kummert, 2021)。在教育層面上，智慧機器人的導入不僅顯著提升了教學互動性及學習動機，同時也優化了教育資源的配置與利用(Bravo & Pérez, 2023)。因此，它被視為教育科技發展中的核心支撐工具，對教學方法與學習策略的創新具有長遠且關鍵的影響。

3.3. 心智圖

心智圖是一種以圖像化方式呈現概念與知識結構的工具，透過中心主題、分支及關鍵詞將資訊系統化呈現，並強調概念間的關聯性；心智圖的理論基礎源自認知心理學與圖像化學習研究，透過圖形化呈現，使使用者能夠整理資訊、理解概念並整合知識。教育中，採用心智圖從事專題規劃的學習者，其問題分解能力與任務協作效率皆比未使用者更佳，尤其在多步驟任務中表現更為突出(Bui & Barhorst, 2023)；在混合式或線上課程中使用數位心智圖，能有效提升學習者的創造力、深度學習與協作參與度；尤其是在異質性班級或有神經發展差異的學習者中，數位心智圖有助於支撐多元學習需求，並降低認知負荷(Guo et al., 2024)；在知識管理與在線專題協作中，AI 支援的心智圖能協助學習者維持概念的完整性與層次性，並在大型專題或跨學科任務中保持清晰的邏輯結構，AI 支援的視覺化工具能促進學習者的問題解決能力與高層次思考表現(Lin et al., 2023)。心智圖作為知識組織與概念呈現工具，提供可視化策略以幫助學習者掌握複雜資訊、建立系統化理解，並支援認知整合與邏輯思考的發展，是教育研究與學習實務中不可或缺的工具(Shi et al., 2023)。

4. 系統架構

本系統架構以「智慧圖書館機器人」作為核心中介平台，整合學習者、教師與開發者三方角色，形成互動式智慧學習服務架構。學習者可透過智慧圖書館機器人進行書籍查詢、學習互動與評量活動；教師則可依據回饋之學習數據，進行教學引導與內容調整；開發者負責系統功能之建置、維護與優化，確保系統穩定運作與持續改進。在系統功能模組層面，智慧圖書館機器人整合多項人工智慧技術，包括影像辨識模組，用以自動辨識書籍封面與書名資訊；智慧對話模組，提供語音互動，提升使用者操作便利性；人工智慧分析模組，負責處理學習行為與評量資料。於完成書籍辨識後，系統將給予對應之心智圖，協助學習者以視覺化方式理解書籍核心概念與知識結構。此外，系統內建三層次測驗模組，蒐集學習者的作答結果、作答理由與信心程度，以進行學習診斷與概念分析。圖 1 為本系統架構圖，系統建構會以 PDSA 模型為主；圖 2 為系統差異性對照表

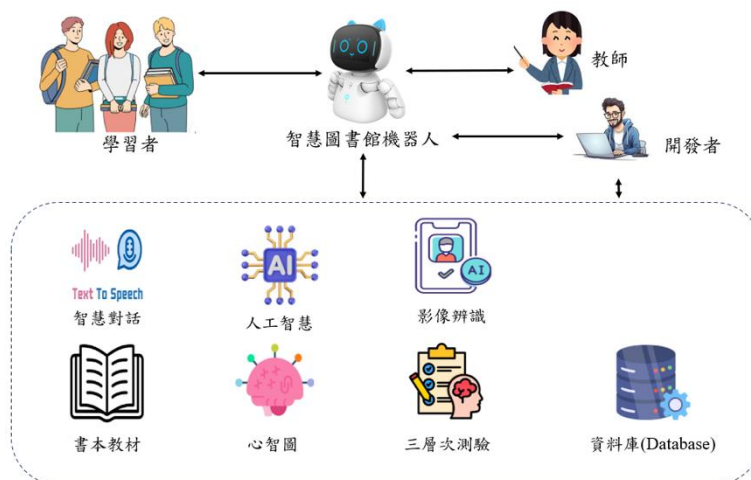


圖 1、系統架構圖(本研究繪製)

比較項目	既有館藏查詢系統 (OPAC)	智慧圖書館機器人
核心功能	提供書目、索書號與館藏位置	提供書籍內容影像辨識與重點摘要
引導方式	僅提供物理空間定位 (在哪一架)	提供概念空間導引 (透過心智圖說明什麼內容)
學習支援	無, 學習者需自行翻閱判斷	整合三層次測驗, 即時檢核學習成效與迷思概念
心理層面	學習者面對大量資訊易產生圖書館焦慮	透過機器人主動引導與互動, 降低挫折感與焦慮度
系統角色	工具性: 被動等待輸入檢索	教學性: 主動提供色彩意象建議與作業導航

圖 2、系統差異性對照表(本研究繪製)

一、「Plan」(規劃) — 明確設定目標與行動策略, 並預測預期結果(如圖 3)

本研究旨在探討「色彩學」課程中「色彩意象」主題的教學設計, 並透過計畫-執行-研究-行動 (PDSA) 模型進行系統性改進。在課堂中, 學習者將面臨一個繪畫任務, 並需依據教師提供的書籍進行規劃。為了解決傳統館藏系統(OPAC)僅能檢索書目而無法引導內容的侷限, 並降低學習者面對大量書海時的「圖書館焦慮」, 學習者將利用智慧圖書館機器人進行書籍辨識, 確保所選書籍符合其學習需求。當學習者選擇正確的書籍後, 系統將顯示一個心智圖, 提供該書籍的主要內容概覽。若所選書籍不符合需求, 學習者可重新進行辨識, 直至找到合適的資料。本階段預期學習者能透過機器人的引導, 在預定的時間內有效篩選資訊, 避免資訊負荷過重。

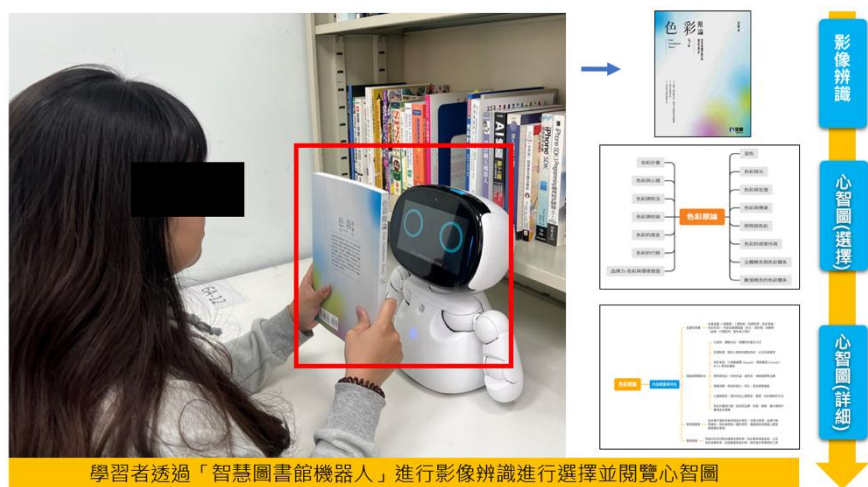


圖 3、Plan 規劃示意圖(本研究繪製)

二、「Do」(執行) — 依據計畫落實行動並蒐集相關資料(如圖 4)

在課堂實施階段, 教師提供學習書籍並引導學習者運用智慧圖書館機器人進行課前規劃。完成書籍辨識後, 學習者進行三層次測驗 (Three-Tier Test), 以評估其對色彩意象的理解與信心。測驗設計分為三層: 第一層測驗核心知識 (內容層)、第二層追問選擇理由 (理由層)、第三層則評估對前兩層回答的信心值 (確信度層), 藉此精準判定學習者是真正理解、猜測或是具有「迷思概念」(如: 第一層對但第二層錯)。於教材、系統與研究工具評估完成後, 學習者開始進行色彩意象圖案設計。設計過程中, 學習者依循教師提供的思考步驟, 整合主題情感、色彩配置、圖案概念與視覺效果進行構思; 若出現理解疑慮, 智慧圖書館機器人即透過書籍影像辨識、心智圖導覽及互動式三層次測驗提供即時輔助, 確保繪圖任務與閱讀內容深度關聯, 防止學習者跳過必要的閱讀學習行為。



圖 4、Do 執行示意圖(本研究繪製)

三、「Study」（研究）—— 分析執行成果，檢視是否達成預期成效(如圖 5)

為分析學習者的學習效果，教師將設計學習單，分為觀察、總結與提問三個階段，引導學習者記錄學習歷程、整理所學內容並提出疑問。在研究階段，將系統性分析學習者於智慧圖書館機器人模組中的學習歷程與操作行為，並具體分析三層次測驗之概念作答、理由說明與確信度分布（如分析信心水準高但答錯的比例），作為辨識迷思概念與學習策略的量化指標。同時，整合心智圖瀏覽紀錄、書籍操作行為及教師觀察筆記，檢視學習者是否在預期時間內達成閱讀與測驗任務，以探討學習者於圖案設計過程中的認知模式與問題解決策略，最終綜合各項資料，評估智慧圖書館機器人模組對學習成效與圖案設計表現的影響，作為後續改進依據。

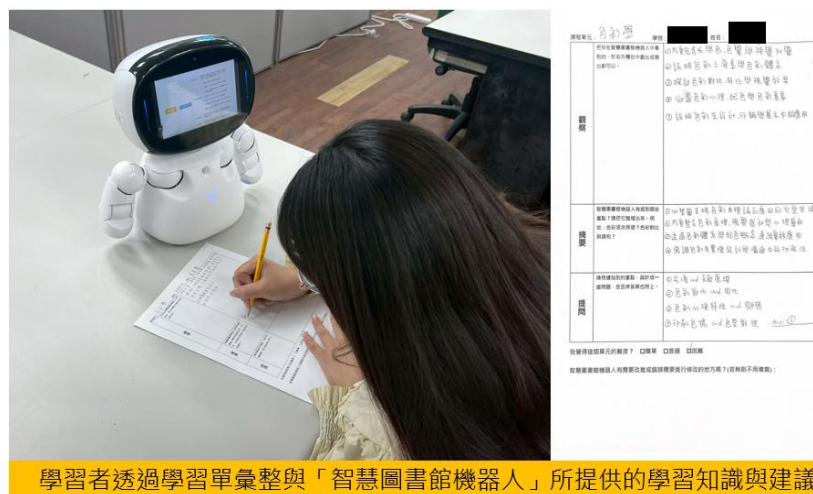


圖 5、Study 研究示意圖(本研究繪製)

四、「Act」（行動）—— 根據分析結果進行調整與優化，以形成下一輪的改進循環。(如圖 6)

教師將依據學習單回饋系統性調整教學內容，以貼近學習者需求。根據研究分析結果，針對研究歷程中的關鍵發現進行反思與調整：在系統層面，針對影像辨識的環境穩定性進行優化，擴充書籍資料與範例，並根據「迷思概念」的數據修正三層次測驗的題項誘答選項；在教學層面，針對圖書館焦慮較高的學習者調整引導流程，並強化圖案設計操作指引與閱讀任務的結合。結論中將說明本研究在場域應用上的限制與發現，改善後之模組將再次應用於課程中，持續循環 PDSA 流程，以強化學習者對色彩意象的理解與創作能力，並說明本研究在智慧圖書館與教育機器人應用上的理論貢獻。



學習者透過智慧圖書館機器人所學知識進行教師指定之繪圖作業

圖 6、Act 行動示意圖(本研究繪製)

5.結論

本研究以智慧圖書館機器人為核心，整合影像辨識、心智圖與三層次測驗，成功建構一套兼具學習與教學輔助功能之智慧圖書館系統。研究結果顯示，透過智慧圖書館機器人主動協助學習者辨識書籍、整理重點概念並提供課程作業所需之學習素材，可有效降低學習者在面對館藏龐雜資訊時所產生的不安與挫折感，進而減緩圖書館焦慮現象。心智圖的視覺化呈現，有助於學習者快速掌握書籍架構與核心概念，提升資料蒐集與理解效率；而三層次測驗則能精準診斷學習者的概念理解狀況，協助教師掌握學習盲點並適時調整教學策略。在教學應用層面，智慧圖書館機器人不僅能作為學習者的即時輔助工具，也能成為教師進行課程設計與作業引導的重要輔助系統，促進教與學之間的有效互動。

本系統雖已完成整體功能開發，但在後續的初步實驗驗證中，主要對象會以台中某大學設計系大二學生為對象，應用於「色彩學」課程之「色彩意象」單元。本次研究限制如下：(一)樣本特定性：由於驗證對象僅限於單一系所之專業課程學習者，其行為模式具高度特定性，系統在不同專業領域（如理工或人文學科）的通用性仍待進一步測試。(二)實驗對照：本階段重點在於系統功能的技術實踐與場域初步對接。未來在以較大規模實證研究中，將進一步針對「傳統書籍查找」與「智慧機器人重點查詢」進行嚴謹的行為統計對比，以量化驗證系統對於減緩圖書館焦慮與提升學習成效的影響。

未來建議可進一步擴充系統之個人化推薦機制，依據學習者行為與學習歷程提供差異化學習資源；同時結合更多跨館藏資料與多媒體內容，以提升應用廣度。此外，後續研究可透過更嚴謹的準實驗研究設計，深入探討智慧圖書館機器人對不同學習族群之學習動機、資訊素養與圖書館使用行為之長期影響。

致謝

本論文為國科會計畫編號 NSTC-114-2410-H-025 -004 -之計畫成果，由於國科會的支持，使本計畫得以順利進行，特此致上感謝之意。

參考文獻

Ahmad, M. (2025). Digital information overload and its impact on library users. *Research Journal for Social Affairs*, 3(2), 89–96. <https://doi.org/10.71317/RJSA.003.02.0098>

- Blummer, B., & Kenton, J. M. (2014). Reducing patron information overload in academic libraries. *College & Undergraduate Libraries*, 21(2), 115–135. <https://doi.org/10.1080/10691316.2014.906786>
- Boubker, O. (2024). From chatting to self-educating: Can AI tools boost student learning outcomes? *Expert Systems with Applications*, 238, Article 121820. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121820>
- Bravo, F. A., & Páez, J. J. (2023). Exploring the use of multiagent systems in educational robotics activities. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(6), 970–982. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3277715>
- Bui, T., & Barhorst, J. (2023). Mind map-based collaboration in project-oriented computing courses. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v11i1.37831>
- Chu, S. T., Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2022). Artificial intelligence-based robots in education: A systematic review of selected SSCI publications. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100091. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100091>
- Guo, P., Zheng, X., & Miao, C. (2024). Mind mapping–supported instruction to enhance computational thinking self-efficacy. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1479729>
- Jan, S. U., Anwar, M. A., & Warraich, N. F. (2020). The relationship between emotional intelligence, library anxiety, and academic achievement among university students. *Journal of Librarianship and Information Science*, 52(1), 237–248. <https://doi.org/10.1177/0961000618790629>
- Kerimbayev, N., Nurym, N., Akramova, A., & Abdykarimova, S. (2023). Educational robotics: Development of computational thinking in collaborative online learning. *Education and Information Technologies*, 28(11), 14987–15009. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11806-5>
- Licardo, J. T., Domjan, M., & Orehovački, T. (2024). Intelligent robotics—A systematic review of emerging technologies and trends. *Electronics*, 13(3), 542. <https://doi.org/10.3390/electronics13030542>
- Lin, H.-C. K., Tsai, M.-C., Wang, T.-H., & Lu, W.-Y. (2024). Application of WSQ (Watch-Summary-Question) flipped teaching in affective conversational robots: Impacts on learning emotion, self-directed learning, and learning effectiveness of senior high school students. *International Journal of Human-Computer Interaction*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2351708>
- Lin, Y., Sung, J., & Chang, K. (2023). AI-augmented visual learning tools and higher-order thinking performance. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101335>
- McPherson, M. A. (2015). Library anxiety among university students: A survey. *IFLA Journal*, 41(4), 317–325. <https://doi.org/10.1177/0340035215603993>
- Mussnug, A. M. (2025). Technology as uncharted territory: Integrative AI ethics as a response to the notion of AI as new moral ground. *Philosophy & Technology*, 38(3), 106. <https://doi.org/10.1007/s13347-025-00938-w>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(1), Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Parks, C. (2019). Testing a warmth-based instruction intervention for reducing library anxiety in first-year undergraduate students. *Evidence Based Library and Information Practice*, 14(2), 70–84. <https://doi.org/10.18438/ebliip29548>

- Sagun, R. D., & Prudente, M. S. (2023). Applying the plan-do-study-act (PDSA) action research model to re-structure the science classroom conforming to the metacognitive orientation standards. *Educational Action Research*, 31(1), 61–77. <https://doi.org/10.1080/09650792.2021.1894964>
- Schiavo, F., Campitiello, L., Todino, M. D., & Di Tore, P. A. (2024). Educational robots, emotion recognition and ASD: New horizon in special education. *Education Sciences*, 14(3), 258. <https://doi.org/10.3390/educsci14030258>
- Schiff, D. (2022). Education for AI, not AI for education: The role of education and ethics in national AI policy strategies. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 527–563. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00270-2>
- Schneider, S., & Kummert, F. (2021). Comparing robot and human guided personalization: Adaptive exercise robots are perceived as more competent and trustworthy. *International Journal of Social Robotics*, 13(2), 169–185. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00629-w>
- Shi, Y., Yang, H., Dou, Y., & Zeng, Y. (2023). Effects of mind mapping-based instruction on student cognitive learning outcomes: A meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*, 24(3), 303–317. <https://doi.org/10.1007/s12564-022-09746-9>
- Upasani, O. S. (2016). Advantages and limitations of open source software for library management system functions: The experience of libraries in India. *The Serials Librarian*, 71(2), 121–130. <https://doi.org/10.1080/0361526X.2016.1201786>
- Van den Berghe, R., Verhagen, J., Oudgenoeg-Paz, O., Van der Ven, S., & Leseman, P. (2019). Social robots for language learning: A review. *Review of Educational Research*, 89(2), 259–295. <https://doi.org/10.3102/0034654318821286>
- Yunus, N., Nasir Ismail, M., & Osman, G. (2025). Smart library themes and elements: A systematic literature review. *Journal of Librarianship and Information Science*, 57(1), 175–190. <https://doi.org/10.1177/09610006231207098>