



文獻回顧

擴增實境在長照在職教育中的教學應用、技術設計與挑戰：

系統性文獻回顧

*蔡廷蔚¹ *謝佳容² 黃朝曦¹

¹ 國立宜蘭大學 資訊工程學系

² 國立臺北護理健康大學 護理系

摘要

在我國邁入高齡社會的背景下，健康照護需求與技能養成日益重要，特別是居家照顧者在面對特殊照護情境時的應變能力備受關注；同時，科技輔助在健康照護領域的應用亦逐漸受到重視。然而，關於擴增實境(Augmented Reality, AR)技術應用於長期照護技能養成的研究仍屬有限。為促進其實務應用之發展，本研究旨在探討 AR 技術於長期照護在職教育中的教學應用、技術發展與未來挑戰。本文採系統性文獻回顧方法，針對 2015 年至 2024 年間於 IEEEExplore、PubMed、Scopus、ACM Digital Library 與 ScienceDirect 等五大資料庫進行檢索，最終納入 14 篇符合主題之研究進行分析與彙整。研究結果顯示，AR 在教學應用上有助於提升照護人員的知識掌握、自我效能、健康管理能力，並促進同理心發展與學習動機，顯示其在專業培訓中的潛力。然而，技術設計上仍面臨介面複雜性、技術門檻與文化適配性等挑戰；使用者體驗方面，高齡者與身體功能受限者傾向簡單直觀的互動介面，而行動裝置因其便攜性與普及性，在 AR 應用中展現高度潛力。儘管 HoloLens 2 等高階裝置具沉浸式優勢，但其高成本與學習曲線限制了實務推廣的可行性。基於研究結果證實，AR 系統在長期照護教育領域展現顯著應用潛力，系統設計宜著重智慧化互動介面與操作流程簡化，並納入在地文化與經濟因素進行適性調整。建議後續研究可聚焦於使用者體驗優化，並將應用範疇延伸至慢性病管理、心理健康照護及特定臨床情境，以做為培育照護人員專業能力的重要學習資源之參考。

關鍵詞：擴增實境、長期照護、在職教育、使用者體驗、技術接受度

1. 緒論

在高齡化社會中，長期照護(Long-Term Care, LTC)的需求持續攀升，居家照顧者扮演著關鍵角色。然而，長照環境中仍存在特殊照護情境應對能力有限的問題。因此，如何透過創新科技提升照護者對特殊照護情境應對能力，成為當前值得關注的議題。擴增實境 (Augmented Reality, 以下內

文以 AR 簡稱之) 技術的引入, 透過虛實整合的互動學習模式, 能夠幫助居家照顧者在模擬的真實場景中學習關鍵的專業技能與應對策略, 進而提升其照護品質與應變能力。為了設計適合長照領域的 AR 教育內容, 參考國際經驗至關重要。例如, Lakshminarayanan 等人 (2023) 的研究強調, 必須結合當地文化背景與照護需求的特性, 以提升學習的實用性與接受度。此外, Park and Shin (2023) 指出, AR 在教育訓練中的應用能有效提升學習者對特殊照護場景的識別能力, 增強對長照相關政策與法律規範的理解, 並促進其專業實踐能力。

然而, 當前針對國內長照領域在職教育的研究仍然缺乏對 AR 應用的實證研究與效果評估。為了提供更全面的學術支持, 確保 AR 教育體驗的可行性與有效性, 進行系統性文獻回顧顯得尤為重要。Dermody 等人(2020)指出, 系統性文獻回顧不僅能梳理現有研究成果, 還能辨識知識缺口, 為研究設計提供實證基礎與理論支持。透過學習成果與使用者滿意度的評估, 能夠收集相關數據以檢視 AR 教育體驗的實際效益, 並根據分析結果進行必要的調整與優化。這種基於數據的改進策略不僅能提高教育體驗的有效性與持續改進能力, 還有助於克服技術應用上的限制與挑戰。此外, 這樣的綜合方法能夠有效提升在職工作者的照護專業能力與應變技巧, 從而實現更高效的教育成效與實務應用價值。

基於上述理由, 本研究旨在透過系統性文獻回顧, 整理過去關於 AR 在長期照護教育應用的研究, 確認此領域的發展與挑戰, 包括教學相關應用、技術設計、使用者介面以及使用者體驗的困難與技術挑戰等, 進而做為在職教育提供更有效的創新發展。

因此, 本研究問題分別為:

- (1) AR 在長期照護在職教育中的教學應用成效為何?
- (2) AR 的常見技術設計與使用者介面為何?
- (3) AR 於長期照護教育的困難與限制為何?
- (4) 使用者體驗與接受度在不同 AR 互動設計下的差異為何?
- (5) 不同類型的系統裝置對 AR 教育效果與使用者接受度有何影響?

2. 研究方法

本研究採用關鍵字及布林邏輯(Boolean logic)搜尋 2015 年至 2024 年間發表於 IEEEExplore、PubMed、Scopus、ACM Digital Library 與 ScienceDirect 等五個資料庫之文獻。檢索使用的關鍵字包括「Augmented Reality (AR)」、「long term care」、「educat*」、「usability」、「adult」、「middle-aged」等醫學主題詞(Medical Subject Headings, MeSH)及其同義詞, 初步共取得 4,699 篇文獻。為進一步篩選與研究主題相關之研究, 本研究使用 EndNote 文獻管理軟體, 透過其關鍵字搜尋功能針對標題與摘要進行自動過濾, 使用的篩選關鍵字包括「augmented reality」、「AR」、「educat*」等, 並搭配布林邏輯運算(AND, OR)進行檢索。此階段篩選出 65 篇疑似符合條件之文獻。

接續，研究者以人工方式逐篇閱讀這 65 篇文獻的全文，根據事先設定之納入與排除標準進行進一步篩選。納入標準包括：(1)研究主題與擴增實境技術(Augmented Reality, AR)有關；(2) AR 應用於教育或訓練情境中；(3)文獻以英文發表；(4)為原創性研究(original research)，包含質性、量化或混合方法設計。

排除標準包括：(1)研究主題與 AR 無關；(2)未聚焦於教育應用；(3)摘要內容不足，無法判斷研究主題；(4)無法取得全文；(5)非原創性文獻，如綜述文章、評論、會議摘要等。最終，共納入 14 篇符合研究主題與條件的文獻進行後續分析與探討，流程如圖 1 所示。

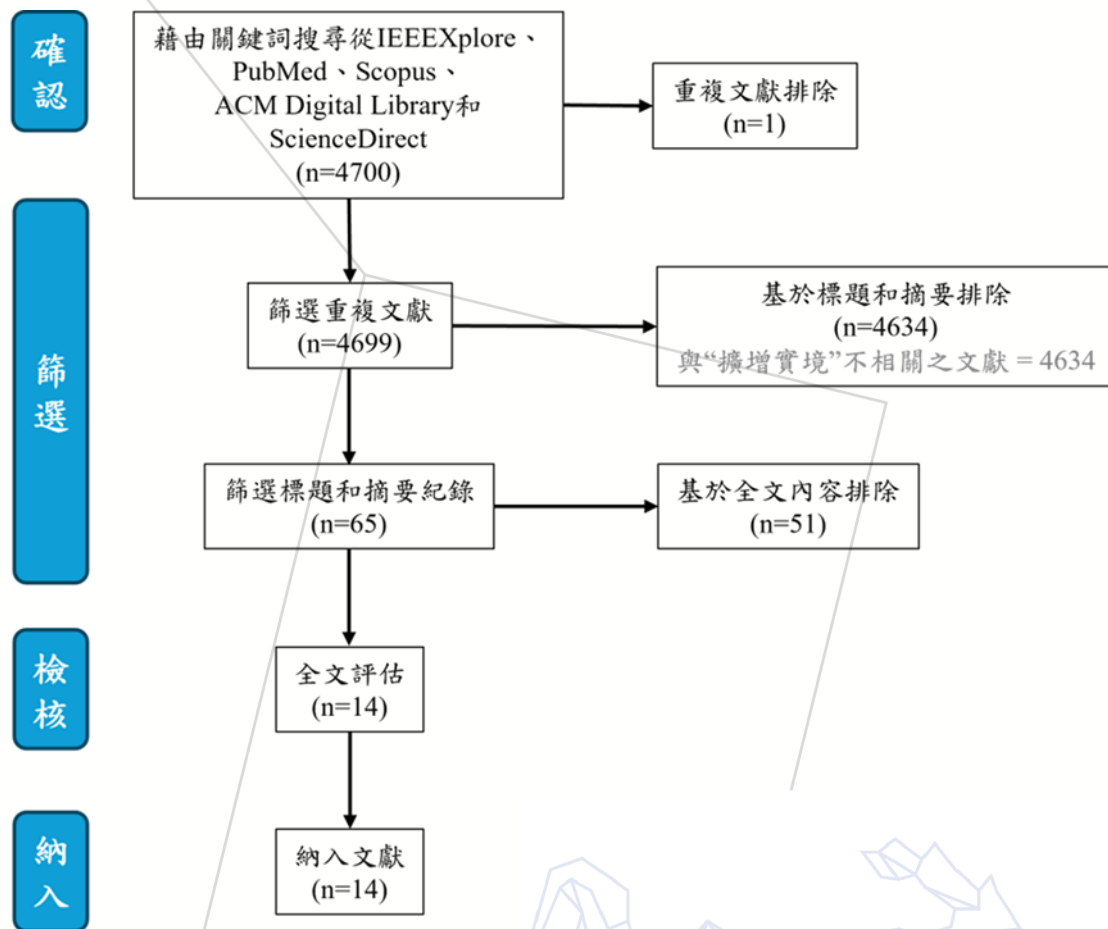


圖 1. 文獻篩選流程圖

3. 研究結果

本研究所納入文獻依研究性質分別整理於表 1 與表 2，並區分為介入性研究與文獻回顧研究之實證重點。研究重點涵蓋以下六個面向：研究對象、學習應用情境、技術設計與使用者介面、學習困難與技術挑戰、使用者體驗與接受度，以及系統裝置的選擇，作為後續研究結果之論述基礎。

3.1 研究對象

本篇研究共搜尋到 14 篇符合條件之研究，全為英文文獻，研究年代以 2023 年 5 篇(35.7%) 最多；研究對象以老人 6 篇最多，其他 8 篇則是涵蓋了兒童、青少年及中壯年；收案數大於 30 人 2 篇(14.3%)、小於 30 人 7 篇(50%)，另有 5 篇未呈現；樣本年齡 65 歲以上 6 篇(42.8%)、小於 65 歲 2 篇(14.3%)、6 篇未呈現；性別比例除了有 6 篇未分類收案性別外，有 6 篇以女性居多。

3.2 學習應用

本研究共納入 6 篇與本領域相關的研究，分析 AR 在不同教育與健康促進情境中的應用成效，Ullal 等人(2024)研究基於 HoloLens 2 的 AR 活動系統，結果顯示該系統不僅能提升參與者的社交能力，也能簡化老年人在身體能力受限情況下的互動過程，使其在健康促進活動中的參與度顯著提高。而 Ashtari 等人(2020)針對 AR/VR 創作者的調查則提到，儘管技術在教育應用中仍面臨設計挑戰，但其在提升學習成效上的潛力不容忽視。Adilzhan and Omarov (2024)則專注於透過動作識別與遊戲互動提升兒童的運動興趣與參與度，研究結果顯示此技術能激發持久的行為改變。

同時，Buchem 等人(2021)的研究指出，結合遊戲化的迷你運動系統能有效提升耐力訓練的吸引力，尤其在「新穎性」與「刺激性」方面獲得了高度評價，顯示 AR 互動設計對於學習者的持續參與具有積極影響。然而，部分研究亦提到 AR 在學習成效上的局限性。例如，Kim 等人(2023)雖然探討了不同介面對學習成效的影響，但尚未明確證實其對教育成果的顯著提升。此外，Aguilar 等人(2023)發現，儘管 AR 的可用性優於紙本媒介，但在任務負荷和目標辨識效率的提升效果上仍未達顯著水準，顯示某些應用場景可能需要進一步優化設計與互動方式。

綜合來看，現有文獻一致認為，AR 在教育情境中具有明顯的優勢，能有效提升學習者的知識掌握、自我效能及行為改變。然而，學習動機與教學滿意度仍是影響 AR 教學成效的重要因素，未來研究應進一步關注如何優化系統設計與互動模式，以提升學習者的積極參與感，從而充分發揮 AR 技術在教育與健康促進領域的潛力。

3.3 技術設計與介面

本研究共納入 7 篇與本領域相關的研究，分析 AR 技術在不同教育與健康促進情境中的技術設計與使用者介面應用，技術設計與使用者介面是影響 AR 技術應用成效的重要因素，特別是在成人學習與專業培訓環境中，各研究提供了豐富的實證與建議。Romalee 等人(2023)發現，MAKAR 在口腔衛生教育中的 SUS 得分偏低，影響老年使用者體驗，建議未來優化互動設計；Jin 等人(2024)與 Bassano 等人(2022)則強調老年人偏好直觀、自然的互動方式，如觸控、眼球追蹤與手勢操作。Aguilar 等人(2023)比較紙本與 AR 介面，顯示雖然 AR 具可視化優勢，但部分年齡層仍偏好傳統界面，凸顯資訊呈現的直觀性與適應性調整對學習成效的影響。

此外，針對行動受限者與成年學習者的 AR 介面設計也逐漸受到重視。Ullal 等人(2024)展示 HoloLens 2 能提升老年人互動效率與真實感；而 Ashtari 等人(2020)指出創作工具學習門檻高、操作繁瑣，降低使用意願。Kim 等人(2023)則發現，成年學習者偏好簡單的瓷磚式視圖，複雜介面易增加學習負擔，建議導入智慧導航與語音控制等功能，以提升可用性與學習動機。

綜上所述，多數研究強調了技術設計與使用者介面對提升 AR 應用成效的關鍵作用。特別是在成年學習領域，SUS 評估結果、資訊可視化技術的整合，皆顯示出提升學習成效與使用者體驗的潛力。未來研究應進一步探索如何透過簡單直觀的介面設計及智慧化互動機制的整合，開發更具適應性與互動性的 AR 學習系統，以提升成年學習者的學習動機與技術接受度，促進 AR 在專業培訓與健康促進領域的廣泛應用一般格式規則。

3.4 學習困難與技術挑戰

本研究共納入 7 篇與學習困難與技術挑戰相關的研究，探討 AR 在不同教育與健康促進情境中的技術設計與使用者介面應用，多項研究指出，儘管 AR 應用可提升學習成效與自我效能，但其介面可用性與互動設計仍存在挑戰。Romalee 等人(2023)發現，MAKAR 在口腔健康教育中雖有效增進學習者知識，卻因可用性得分偏低，顯示使用者操作困難。Jin 等人(2024)也指出，老年人在高互動性或不直觀的 AR 介面中適應不良，可能影響學習效率。Aguilar 等人(2023)則發現老年人在使用 AR 系統時，在任務負荷與辨識效率上表現不如使用紙本指南，突顯年齡差異對技術適應性的影響。

在技術設計與部署層面，Ashtari 等人(2020)指出，AR/VR 開發者面臨學習曲線陡峭、資源有限與測試繁瑣等挑戰，尤其難以應對多元使用者需求。Buchem 等人(2021)亦指出，技術限制如動作不一致或過快會降低學習者參與度與滿意度。Ullal 等人(2024)認為雖可透過簡化操作模式改善互動體驗，但學習成本仍是高齡與行動受限族群的門檻。此外，Kokorelias 等人(2024)強調，AR 系統的應用需考量文化適配與資源負擔，在資源匱乏的環境中，高成本與技術障礙恐加劇學習落差。

這些技術挑戰顯示，AR 系統在使用者操作性與學習成本方面仍需優化，而行動式裝置作為 AR 技術的重要載體，可能進一步緩解部分學習困難。行動裝置具有便攜性與普及性，能為不同使用者群體提供更靈活且低門檻的操作體驗。未來研究應探索如何充分利用行動裝置的特性，如直觀的觸控界面與即時互動功能，進一步降低技術門檻並提高系統的普適性與適應性。

3.5 使用者體驗與接受度

本研究共納入 6 篇與使用者體驗與接受度相關的研究，探討 AR 在不同教育與健康促進情境中的技術設計與使用者介面應用，使用者體驗與接受度是評估 AR 在教育與健康促進應用中的重要指標，多項研究提供了豐富的洞見與實證。根據 Romalee 等人(2023)與 Jin 等人(2024)的研究，老年人在使用 AR 系統時對操作介面有高度敏感性，特別是當系統設計不夠直觀時，容易導致可用性下降與接受度降低。MAKAR 在口腔健康教育中的 SUS 得分偏低，顯示使用者操作困難；而 Jin

等人則發現老年人偏好觸控與眼球追蹤等簡單操作方式，有助於提升整體體驗與互動效果。同樣地，Kim 等人(2023)指出，老年人對瓷磚式介面接受度高，反觀較為複雜的 AR 視圖尚未被廣泛採用。

在協作與健康教育應用中，Ullal 等人(2024)認為，HoloLens 2 的協作型 AR 系統雖具高度互動性與社交潛力，但高技術門檻仍可能限制部分使用者的參與。Aguilar 等人(2023)進一步指出，儘管 AR 系統在某些年齡層具較佳可用性，老年人仍對紙本指南表現出更高的適應力。Buchem 等人(2021)則提醒，遊戲化 AR 在提升動機方面有效，但技術設計如動作過快等問題，可能影響特定使用者的體驗與參與度。

總體而言，使用者體驗與接受度受到系統設計、技術複雜性及使用者群體特徵的多重影響。現有研究強調，AR 系統的設計應更關注使用者的直觀體驗，特別是在針對老年人或身體能力受限群體時，需考慮簡化操作並降低技術門檻。同時，未來研究應持續探索如何通過改進介面互動性與提升使用者支持，進一步提高使用者的接受度與滿意度。

3.6 裝置與應用情境

本研究共納入 5 篇與系統裝置和應用情境相關的研究，探討 AR 在不同教育與健康促進情境中的裝置應用與技術適配性，系統裝置的選擇與設計對於 AR 在教育與健康促進中的應用成效具有重要影響。根據 Romalee 等人(2023)與 Aguilar 等人(2023)的研究，搭載於手機或平板等行動裝置的 AR 系統能滿足基礎教育需求，並因其便攜性與普及性，成為未來開發的首選載體。然而，Romalee 等人指出，MAKAR 系統的可用性仍低於平均，顯示裝置與應用程式整合性有待強化；Aguilar 等人則發現，行動式 AR 在年輕使用者中具有較高的可用性評分，未來可進一步優化互動性與操作穩定性，以提升整體使用體驗。

另一方面，針對協作型與健康教育場域的 AR 應用，Ullal 等人(2024)證實 HoloLens 2 具高互動性與精準度，有助於提升社交參與，特別適用於身體能力受限的年長者，但其高成本與技術門檻限制了普及性。Shen 等人(2023)透過穿戴式 AR 模擬失智症情境，有效提升情感同理與認知理解；Buchem 等人(2021)則藉由結合虛擬教練與即時生理數據回饋的遊戲化系統提升學習動機，但也指出操作速度與物件精準度仍有待改進。

綜合上述，AR 在教育與健康促進領域展現明顯潛力，能促進學習者的知識吸收、行為改變與情感共鳴。只是實際應用中仍面臨介面設計、技術門檻、使用者差異與裝置適配等挑戰。本研究彙整文獻特徵與關鍵結果（詳見圖 2），提供未來 AR 應用於長期照護教育設計與系統改善之參考方向。

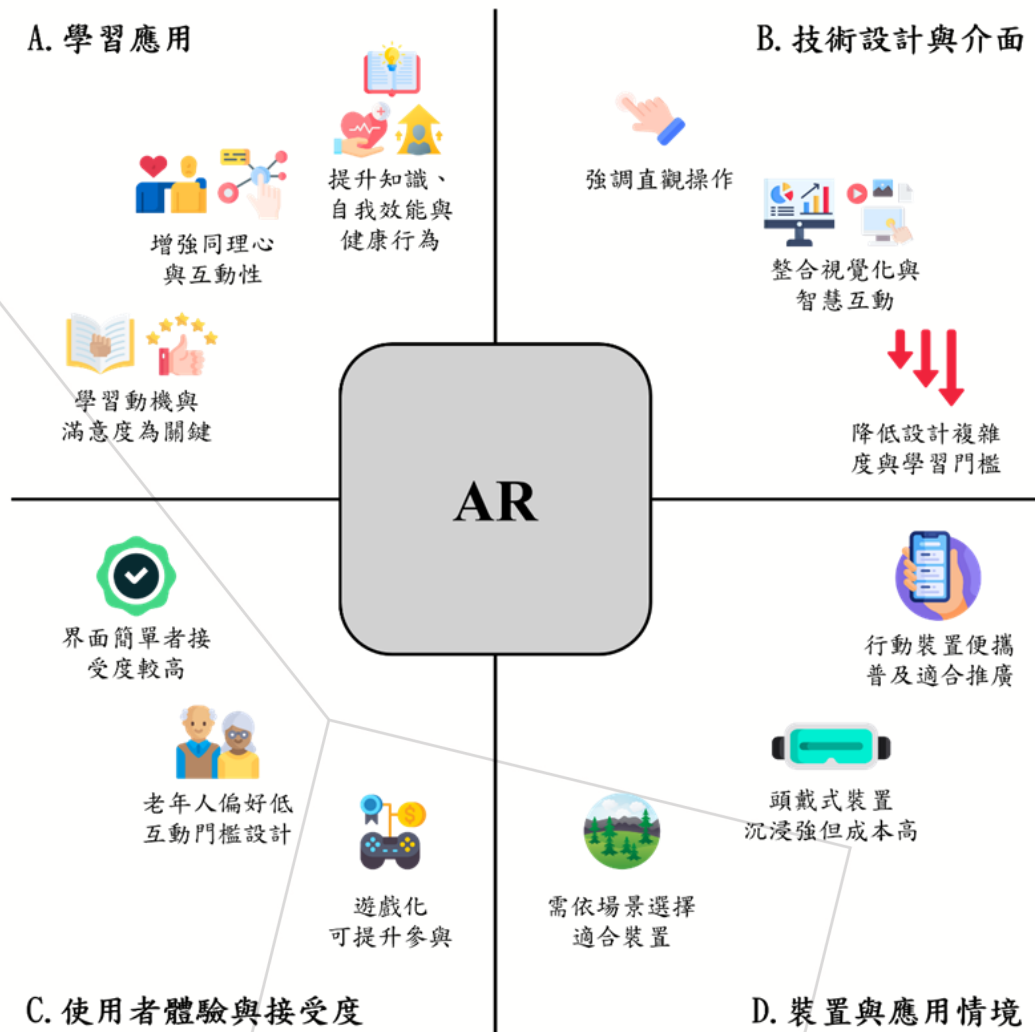


圖 2. 擴增實境於長期照護教育的學習、技術設計、使用者體驗與應用情境

表 1. 介入性研究之實證回顧整理

編號	作者/ 研究年代/ 國家	研究設計： 組別	樣本數/ 年齡/ 性別比例	系統設計	介入操作 時間	測量工具	教學成效的結果	系統應用的結果
1.	Adilzhan 等人/ (2024)/ 哈薩克斯坦	混合方法研究	未呈現	使用 ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) 檢測器進行特徵點識別和描述符構建，並設計了一系列基於人體運動的遊戲互動。	未呈現	未呈現	1. 兒童能在遊戲中保持高度參與，進而激發其運動興趣； 2. 建議：未來可優化系統並探索其應用於廣泛的健康促進場景。	1. 介面互動：未呈現 2. 系統介面滿意度：系統不僅縮短了虛擬與實體活動的距離，還能作為促進健康生活方式的工具，適用於不同年齡層 3. 系統操作的影響：未呈現
2.	Aguilar 等人/ (2023)/ 日本	比較實驗法	N=16	使用不同媒介（紙本指南或 AR 應用）探索模擬的房間，該房間內含多個與地震準備相關的目標物件。	10-12 分鐘 探索時間	1. SUS 問卷 2. NASA-TLX （任務負荷）	1. 任務負荷和目標辨識效率上未顯著優於紙本指南； 2. 建議：進一步優化技術設計以促進廣泛應用。	1. 介面互動：未呈現 2. 系統介面滿意度：AR 應用的可用性高於紙本指南（SUS 得分：72.27 vs. 66.99） 3. 系統操作的影響：特定年齡組別表現差異明顯，未成年人使用 AR 應用表現優於紙本指南，而老年人則相反。
3.	Ashtari 等人/ (2020)/ 加拿大、美國	質性研究方法	N=21(中壯年)/ 18-54 歲/ 男：女(11:10)	1. 探討當前 AR/VR 創作者在使用工具和進行應用設計、開發和測試時遇到的主要挑戰，以及可能的改進方向； 2. 為人機互動(HCI)領域提供支援 AR/VR 工具設計的新見解。	未呈現	半結構化 訪談問卷	1. 使用現有工具時普遍遇到的挑戰，包括學習曲線陡峭、設計資源缺乏、測試與調試困難等； 2. 建議：改進 AR/VR 工具以降低學習門檻，整合調試與測試功能，並支援多層次使用者需求，為未來技術開發與應用提供實踐指導。	1. 介面互動：未呈現 2. 系統介面滿意度：未呈現 3. 系統操作的影響：未呈現

*通訊作者：chhuang@niu.edu.tw, chiajung@ntunhs.edu.tw 1

4.	Buchem 等人/ (2021)/ 德國	混合方法設計	N=22(老人)/ 74.5 歲/ 男：女(9:13)	遊戲中使用了虛擬教練「Anna」，結合虛擬互動對象（如虛擬球）和生理數據追蹤（如心率監測）進行實時反饋，並透過遊戲化元素提升使用者體驗。	系統操作： 20-25 分鐘	1.使用者體驗問卷(UEQ) 2.使用者介面特性問卷(UIF) 3.半結構化訪談	1.受測者普遍認為遊戲化的迷你運動具有高度吸引力，尤其對「新穎性」和「刺激性」評價良好（UEQ 結果）； 2.建議：未來進一步優化遊戲設計，並擴展其應用於其他健康促進領域。	1.介面互動：未呈現 2.系統介面滿意度：部分受測者指出技術挑戰，如動作速度過快、遊戲物件與實際體驗不一致等 3.系統操作的影響：未呈現
5.	Jin 等人/ (2024)/ 中國、香港、美國	混合方法研究	N=33(老人)/ 76.4 歲/ 男：女(16:17)	1.AR 技術介紹與體驗（以健康管理應用為例） 2.討論可能的 AR 解決方案 3.參與者體驗 Hololens 2 上的 AR 應用原型，共同繪製 AR 工具設計概念	約 90 分鐘	未呈現	1.AR 工具在減少認知與身體負擔、促進錯誤學習、縮小知識鴻溝等方面顯示出潛力； 2.建議：改善 AR 互動設計並拓展其應用於更廣泛的老年人學習與健康支持場景。	1.介面互動：老年人偏好直觀且接近現實操作的 AR 互動模式，如觸控與眼球追蹤 2.系統介面滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：未呈現
6.	Kim 等人/ (2023)/ 瑞典	設計研究方法	N=25(老人)/ 19-89 歲/ 男：女(9:17)	參與者自由體驗三種介面（瓷磚視圖、地圖視圖與 AR 視圖）。	約 1 小時	UEQ 問卷： 20 題， 7 點李克特式量表進行評分。	1.學習成效：未呈現； 2.建議：未來應進一步優化介面設計並擴展應用場景至其他健康照護領域，以提升教育與照護成效。	1.介面互動：老年人對簡單直觀的瓷磚視圖接受度最高，地圖視圖因其直觀的圖像元素亦受歡迎 2.系統介面滿意度：91%的老年人對 AR 功能表現出興趣，認為其能促進互動與社交，但目前不被列為首選介面 3.系統操作的影響：未呈現
7.	Romalee 等人/ (2023)/ 台灣、泰國	平行、隨機對照、開放標籤試驗：雙組	N=61(老人)/ 73.95 歲/ 男：女(9:52)	1.MAR 整合口腔健康教育：使用的 MAR 應用程式（MAKAR 軟體） 2.與 AR 結合的互動 3D 模型和 2D 圖像	1 小時	1.人口統計問卷 2.口腔保健相關知識和自我效能 3.系統可用性評分(SUS)	1.MAR 組知識和自我效能分數略有提高；MAR 整合教育的優越保留效果； 2.建議：AR 對知識提升的積極影響，但在可用性方面稍低，可能需要更多支援，確保 MAR 的應用性。	1.介面互動：MAR 整合口腔保健教育的可用性稍低，可能需要更多支援 2.系統介面滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：對知識提升的積極影響

8.	Romalee 等人/ (2023)/ 台灣	前導研究： 單組前後測設計	N=24(老人)/ 75.21 歲/ 男：女(19:5)	1.安裝應用程式到手機或平板電腦上 (MAKAR 軟體) 2.掃描 QR 碼來進入教育計劃 3.掃描特定的圖像來啟動系統	45 分鐘	1.口腔保健相關知識 2.口腔保健相關的自我效能 3.傳統中文系統可用性量表(C-SUS)	1.自我效能：最初較低分，但介入後認知分數增加； 2.短期評估：關注知識和自我效能； 3.建議：未來進行長期評估，並納入比較組。	1.介面互動：C-SUS 獲得的可用性分數低於平均水準 2.系統使用滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：未呈現
9.	Shen 等人/ (2023)/ 日本	混合方法研究	N=16(中壯年)/ 38.75 歲/ 男：女(3:13)	參與者透過穿戴 AR 設備，體驗感官障礙如視野狹窄、聽力方向判別困難等，模擬失智症患者的視角與困難。	約 20 分鐘。	1.State Empathy Scale (SES)量表：5 點李克特式量表進行評分。 2.Self-Assessment Manikin (SAM)量表	1.量化結果顯示，情感性、認知性和聯想性同理心得分顯著提升，特別是在感知患者情緒與行為背後的原因方面； 2.建議：進一步探索 AR 在失智症及其他健康教育場景的應用可能性。	1.介面互動：未呈現 2.系統介面滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：未呈現
10.	Ullal 等人/ (2024)/ 美國	反覆運算參與式設計方法。	N=15(8 位老人)/ 69.7 歲/ 男：女(2:6)	微軟 HoloLens 2 裝置，開發協作型 AR 系統，包括實時動作與面部表情捕捉，以創建虛擬化身，活動原型（如西洋跳棋和壁爐裝飾）。	整體研究持續 6 個月	SAGE 認知測試評估	1.HMD-AR 活動可顯著提升參與度和社交連結； 2.建議：進一步優化技術，並探索 AR 在更多健康與社交場景中的應用可能性。	1.介面互動：對虛擬化身的真實感和互動性表示肯定 2.系統介面滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：HMD-AR 活動簡化的互動方式對於身體能力受限的年長者尤為有效

表 2. 文獻回顧研究之實證回顧整理

編號	作者/ 研究年代/國家	研究設計	納入文章數/樣本數 /年齡/性別比例	測量工具	教學成效的結果	系統應用的結果
1	Akçayır 等人/ (2017)/土耳其	系統性文獻 回顧	文章數：68 樣本數：未呈現 年齡：成人 性別比例：未呈現	未呈現	1. AR 的主要優勢包括提高學習成效、動機、態度和滿意度，並增強空間能力與學習興趣； 2.建議：AR 對不同年齡群體的適用性和教學模式需要進一步探討，以解決可能的認知負擔與課堂實施限制。	1.介面互動：未呈現 2.系統使用滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：主要挑戰在於使用難度、技術問題（如 GPS 錯誤）及設計需求高
2	Bassano 等人/ (2022)/義大利	系統性文獻 調查	文章數：235 樣本數：未呈現 年齡：未呈現 性別比例：未呈現	標準化認知測試和主觀問卷	1.學習成效：未呈現； 2.非沉浸式 VR 具便捷性與成本效益，應用廣泛，但沉浸式 VR 更能提升沉浸感； 3.建議:這些技術在認知評估與訓練中的有效性，但在數據共用和臨床應用的普及程度上仍有待改進。	1.介面互動：仍是主流，但觸控式以外的生態式互動方式（如手勢追蹤）也逐漸受到關注 2.系統使用滿意度：研究強調應提供使用者友好的設計與適當的技術支持來改善接受度 3.系統操作的影響：存在技術操作複雜不足等障礙
3	Kokorelias 等人/ (2024)/加拿大	範疇式回顧	文章數：112 樣本數：未呈現 年齡：成人 性別比例：未呈現	問卷調查、訪談及心理量表	1.提升家庭照護者的同理心、信心與技能，並減輕壓力和孤獨感； 2.建議：儘管效果積極，仍需進一步探索 AR 技術在此領域的應用，以及文化適配性和經濟負擔相關議題。	1.介面互動：未呈現 2.系統使用滿意度：強調使用者友好的設計與適當的技術支持來改善接受度 3.系統操作的影響：存在技術操作複雜性、使用者經驗不足等障礙
4	Luai 等人/ (2024)/馬來西亞	系統性文獻 回顧	文章數：9 樣本數：未呈現 年齡：兒童、青少年及成人 性別比例：未呈現	1.牙菌斑指數(Plaque Index)、牙齦指數(Gingival Index)以及簡化口腔衛生指數(S-OHI) 2.問卷調查瞭解參與者的知識、態度與自我效能變化，以及對吸煙戒斷、焦慮減少的影响	1.顯著提升了參與者的口腔健康知識、自信心與健康行為； 2.沉浸式技術在教育與健康促進方面較傳統方法更具成效，尤其在行為改變與教育持續性方面表現卓越； 3.建議：未來可進一步優化技術並探索其應用於更廣泛的健康教育場景。	1.介面互動：未呈現 2.系統使用滿意度：未呈現 3.系統操作的影響：未呈現

4 討論

4.1 AR 技術在教育與健康促進的學習成效探討

本研究分析了 AR 於不同教育與健康促進場域的應用，整體結果顯示 AR 在提升學習者的知識掌握、自我效能及行為改變方面具有積極成效。這與 Romalee 等人(2023)針對口腔健康教育的研究結果相近，該研究指出 AR 教學能有效提升學習者的自我效能。然而，學習成效仍可能受到學習者的背景、使用介面及內容設計等因素影響。

此外，Jin 等人(2024)的研究發現，AR 應用於老年學習者時能降低其認知負擔並提升健康管理能力，顯示短期內可促進知識內化與學習動機。但需注意的是，長期影響仍有待進一步驗證。本研究亦觀察到 AR 能促進同理心發展，如 Shen 等人(2023)透過模擬失智症患者視角的 AR 體驗，提高參與者的情感與認知同理心，顯示其在照護教育中的潛在應用價值。

然而，Kim 等人(2023)及 Aguilar 等人(2023)的研究指出，AR 在某些場域的應用尚未達顯著成效，可能與教學設計、技術限制及使用者特徵相關。本研究的結果亦支持此觀點，顯示 AR 應用的有效性取決於適切的介面設計與教學策略，因此，未來應進一步探討如何優化系統設計以提升學習成效。

4.2 技術設計與介面的改善方向

本文彙整系統性文獻結果顯示，技術設計與使用者介面對於 AR 應用成效具有決定性影響，尤其對於成人學習者與高齡使用者，簡便的操作模式與直觀的資訊視覺化尤為重要。Jin 等人(2024)與 Kim 等人(2023)指出，高齡使用者偏好觸控或瓷磚式視圖介面，這與本研究發現相符，顯示設計時應考量使用者的操作習慣與認知特性。

此外，Ullal 等人(2024)研究發現，透過 HoloLens 2 設計協作型 AR 系統，可顯著提升身體能力受限者的互動參與，表明當介面與技術設計能精確對應使用者需求時，能有效提升學習參與度與系統接受度。因此，未來介面設計可導入智慧化功能，如語音導航、個人化提示，以降低技術門檻並提升不同族群的使用者體驗。

4.3 學習困難與技術瓶頸的挑戰

儘管 AR 具備提升學習效果的潛力，但仍面臨若干挑戰。首先，高互動性的 AR 系統可能對老年人及身心功能較弱的使用者造成較高的認知負荷與操作困難(Romalee et al., 2023; Ullal et al., 2024)。此外，Ashtari 等人(2020)指出，AR/VR 內容創作者亦需克服技術複雜性、學習曲線及設計資源不足等問題，這與本文所彙整出的研究結果相符。

從文化與資源差異的角度來看，Kokorelias 等人(2024)指出，若 AR 系統未考量文化適配性與經濟條件，可能在特定社群中加劇數位落差。本研究亦觀察到，在資源較匱乏的環境中，技術成本可能限制其推廣應用。因此，未來 AR 應用應採取可擴充性高、彈性佳的設計策略，以適應不同社群的需求，特別是在健康促進與教育弱勢群體的應用上。

4.4 使用者體驗與接受度的影響

使用者體驗與接受度是 AR 技術能否廣泛推廣的關鍵因素。研究顯示，若操作複雜且技術門檻過高，將降低使用者的持續參與與學習意願(Romalee et al., 2023; Kim et al., 2023)。相對地，若能提供沉浸式且直觀的互動體驗，則能顯著提升學習投入度與情感參與，如 Ullal 等人(2024)與 Buchem 等人(2021)所呈現的結果。

因此，設計 AR 系統時，不僅需考量技術性能，更應關注情感設計與互動感知。針對特定使用者族群（如高齡者、孩童、身障者），應採用差異化設計策略，以提供符合其能力與偏好的互動方式，進一步提升系統接受度與體驗。

4.5 裝置選擇與應用場景的搭配性

本研究發現，裝置選擇對於 AR 應用的可行性與普及性具有關鍵影響。雖然高階設備如 HoloLens 2 具備高度互動與沉浸感，但其高成本與學習曲線可能限制其在教育現場或健康推廣中的大規模應用。相比之下，手機與平板等行動裝置因普及性與便攜性，較適合作為 AR 應用的基礎平台(Aguilar et al., 2023)。

此外，行動裝置結合低成本與可攜式設計，更有助於技術的普及與長期運用。未來應進一步探索如何整合穿戴式裝置與感測技術，以提升使用者互動性與反饋品質，並發展適應多場域與多族群需求的 AR 系統。

4.6 實務應用建議

為提升 AR 技術於長期照護教育中的實務應用效益，未來系統設計應朝向操作簡便、互動直觀與技術門檻低的方向發展。高齡使用者對系統介面特別敏感，建議採用觸控為主、語音輔助的多模態互動方式，搭配簡潔的瓷磚式介面與圖像提示，可有效降低操作負擔，提升學習流暢度。手勢或眼動控制亦具潛力，但需控制指令複雜度與提供即時回饋，以避免挫折感。

針對高齡者常見的視覺與認知困難，系統設計應提供字體放大、色彩對比調整、慢速動畫與重複指引等功能，並可結合情境導引與任務分段模式，幫助使用者逐步理解與完成學習任務，進而提升自我效能與參與意願。

在裝置選擇方面，行動裝置具備高普及性與便攜性，建議為主要應用平台。系統最低需求應包含中階以上運算能力、前後鏡頭與感測器（如陀螺儀）、至少有一定容量儲存空間，以及支援離線

使用與介面自動縮放，以確保 AR 內容運行順暢與跨裝置適配性。因此，未來 AR 系統應強化操作簡易性與介面友善性，並結合使用者需求導向的功能設計，特別重視高齡與身心功能受限者的使用情境，以提升其在照護教育中的應用價值與接受度。

綜合本節研究文獻之分析與討論，針對本研究所提出的五個問題進行整合回應，首先，關於 AR 在長期照護在職教育中的教學應用成效，研究顯示其具有明顯優勢，能有效促進學習者的知識內化、自我效能提升與健康行為改變，特別在短期學習動機與同理心發展方面表現突出。然而，學習成效仍受到使用者特徵、教學設計與介面操作複雜度等因素的影響，顯示其成效尚須透過更完善的教學策略與技術整合來強化。

其次，在 AR 常見的技術設計與使用者介面方面，文獻多強調直觀、簡便的互動操作模式對學習者尤其是高齡與初學者至關重要。常見設計包含觸控、瓷磚視圖與語音提示等，若能結合即時回饋與視覺導引功能，將更有助於降低學習負擔、提升操作流暢度與接受度。

次之，針對 AR 應用於長期照護教育的困難與限制，研究指出主要挑戰來自技術門檻高、學習曲線陡峭、開發資源不足及文化與經濟差異的適配性問題。對於特定族群如高齡者、身心功能受限者及教育資源較少地區的學習者而言，這些問題更為顯著，導致 AR 在推廣應用時易產生數位落差與參與阻礙。

再次，關於使用者體驗與接受度在不同 AR 互動設計下的差異，多項研究指出操作的簡潔度與互動的沉浸性是影響關鍵。若介面設計過於複雜，容易降低使用意願；相對地，若能提供視覺清晰、操作直覺、互動具趣味性之介面，則能顯著提升情感參與與學習動機，進而提高整體接受度。

最後，就不同系統裝置對 AR 教育效果與使用者接受度的影響而言，研究普遍認為行動裝置（如手機與平板）因其普及性高、操作簡便且攜帶方便，更適合用於廣泛的教育場域中。而高階設備如 HoloLens 雖具沉浸性與高互動性優勢，但其高成本與技術門檻限制了實際應用的範圍。未來的發展應更重視裝置選擇與應用場景的搭配性，以達到學習效益與技術可行性的平衡。

整體而言，AR 於長期照護教育中展現出良好的應用潛力，惟其實際效能仍依賴於教學策略、技術設計與使用者需求的整合。未來應朝向更具適應性、可擴充性與低門檻的設計方向邁進，以促進其在教育與健康促進領域的廣泛應用。

5 結論

本研究探討了 AR 在長期照護教育中的應用，並進一步評估其可行性、使用者接受度與潛在影響。研究結果顯示，AR 能夠有效提升學習者的知識掌握度，並透過沉浸式互動模式增強學習興趣與參與度。AR 在提升照護人員的同理心、強化健康管理教育以及改善學習體驗方面展現了顯著優勢。另外部分納入文獻來自兒童與青少年教育領域，是因為長照領域範疇也包含這些服務對象，且這些跨年齡層研究提供了豐富的技術實踐經驗與理論支持，可作為長照領域應用之重要參考。其

次，長照在職教育多數面臨學習動機不足、數位素養落差與時間資源限制等挑戰，因此了解 AR 於其他教育場域中提升學習動機、促進技能習得的實證結果，亦有助於推估其在長照教育情境中的潛在效益與應用模式。

在未來研究方向方面，AR 在慢病管理與健康促進領域的長期影響仍需進一步驗證，特別是在知識保留與行為改變的持續性方面。長期追蹤研究將有助於確認 AR 是否能夠帶來持久的學習成效。此外，互動設計的優化與使用者界面的改進將有助於提升使用者體驗，使其更易於被不同年齡層的學習者接受。針對特定應用場景的探索，AR 技術已被證明可提升照護人員的服務品質與患者的健康管理意識。然而，未來應進一步擴展 AR 在慢性病管理、心理健康教育、特定照顧情境等領域的應用，並結合個性化學習方式，以提高使用者對疾病管理的理解與參與度。在技術挑戰方面，AR 系統的穩定性、互動性能以及學習門檻仍需進一步優化。透過開發更直覺化的操作界面、整合多層次需求的學習工具，以及運用遊戲化設計提升學習動機，可以有效降低技術障礙並提高使用者的適應性與接受度。

最後，在文化適配性與經濟可行性方面，AR 的普及仍受限於成本與區域文化因素。為了提升 AR 技術在長期照護教育中的應用潛力，未來應關注如何降低技術成本，並根據不同使用者族群的需求進行適應性設計，確保其能夠被更廣泛的受眾接受。綜上所述，本研究證實 AR 在長期照護教育中的潛力，並指出其未來發展與應用方向。透過持續優化技術設計、探索更多元的應用場景，AR 有望在未來成為長期照護教育領域的重要學習工具。

參考文獻

1. Adilzhan, A., & Omarov, N. (2024, May). Development of Augmented Reality Game Using Computer Vision Technology. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 386-391). IEEE.
2. Aguilar, S. D. L., Matsuda, Y., & Yasumoto, K. (2023, November). Mobile AR Interface for Instruction-Based Disaster Preparedness Guidelines. In 2023 Fourteenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Network (ICMU) (pp. 1-7). IEEE.
3. Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*, 20, 1-11.
4. Ashtari, N., Bunt, A., McGrenere, J., Nebeling, M., & Chilana, P. K. (2020, April). Creating augmented and virtual reality applications: Current practices, challenges, and opportunities. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13).
5. Bassano, C., Chessa, M., & Solari, F. (2022). Visualization and interaction technologies in serious and exergames for cognitive assessment and training: A survey on available solutions and their validation. *IEEE Access*, 10, 104295-104312.
6. Buchem, I., Vorweg, S., Stamm, O., Hildebrand, K., & Bialek, Y. (2021, May). Gamification in mixed-reality exergames for older adult patients in a mobile immersive diagnostic center: a pilot study in the BewARE project. In 2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN) (pp. 1-8). IEEE.

7. Dermody, G., Whitehead, L., Wilson, G., & Glass, C. (2020). The role of virtual reality in improving health outcomes for community-dwelling older adults: systematic review. *Journal of medical internet research*, 22(6), e17331.
8. Jin, X., Tong, W., Wei, X., Wang, X., Kuang, E., Mo, X., ... & Fan, M. (2024, May). Exploring the opportunity of augmented reality (AR) in supporting older adults to explore and learn smartphone applications. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-18).
9. Kim, J. C., Saguna, S., & Åhlund, C. (2023). Acceptability of a health care app with 3 user interfaces for older adults and their caregivers: design and evaluation study. *JMIR Human Factors*, 10(1), e42145.
10. Kokorelias, K. M., Chiu, M., Paul, S., Zhu, L., Choudhury, N., Craven, C. G., ... & Burhan, A. M. (2024). Use of Virtual Reality and Augmented Reality Technologies to Support Resilience and Skill-Building in Caregivers of Persons With Dementia: A Scoping Review. *Cureus*, 16(7).
11. Lakshminarayanan, V., Ravikumar, A., Sriraman, H., Alla, S., & Chattu, V. K. (2023). Health care equity through intelligent edge computing and augmented reality/virtual reality: a systematic review. *Journal of multidisciplinary healthcare*, 2839-2859.
12. Luai, A. F., Ab Malek, A., Hassan, E. H., Sabri, B. A. M., & Radzi, N. A. M. (2024). Effectiveness of the Immersive Technologies' Applications in Oral Health Promotion and Oral Health Education: A Systematic Review. *Journal of Dentistry*, 105324.
13. Park, T. S., & Shin, M. J. (2023). Effectiveness of an exercise program for older adults using an augmented reality exercise platform: a pilot study. *Annals of geriatric medicine and research*, 27(1), 73.
14. Romalee, W., Tsai, F. T., Hsu, Y. C., Hsu, M. L., & Wang, D. H. (2023). A mobile augmented reality-integrated oral health education for community dwelling older adults: A pilot study. *Journal of Dental Sciences*, 18(4), 1838-1844.
15. Shen, X., Pai, Y. S., Kiuchi, D., Bao, K., Aoki, T., Meguro, H., ... & Minamizawa, K. (2023, April). Dementia eyes: Co-Design and Evaluation of a dementia education augmented reality experience for medical workers. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-18).
16. Ullal, A., Tauseef, M., Watkins, A., Juckett, L., Maxwell, C. A., Tate, J., ... & Sarkar, N. (2024, May). An iterative participatory design approach to develop collaborative augmented reality activities for older adults in long-term care facilities. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-21).

The Application, Technical Design, and Challenges of Augmented Reality in Continuing Education for Long-Term Care: A Systematic Literature Review

*Ting-Wei, Tsai¹, *Chia-Jung, Hsieh², Chao-Hsi, Huang¹

¹ Department of Computer Science and Information Engineering, National Ilan University

² School of Nursing, National Taipei University of Nursing and Health Sciences

Abstract

In the context of an increasingly aging society in Taiwan, the demand for healthcare services and skill development has become more critical, especially regarding the ability of home caregivers to respond effectively in specific care scenarios. While technology-assisted applications in healthcare have gained growing attention, research on the use of Augmented Reality (AR) technology in long-term care skill development remains limited. To promote its practical application, this study aims to explore the instructional applications, technological development, and future challenges of AR in in-service education for long-term care. A systematic literature review was conducted by searching five major databases—IEEEExplore, PubMed, Scopus, ACM Digital Library, and ScienceDirect—for relevant studies published between 2015 and 2024. This review included 14 studies for analysis. The results indicate that AR-based educational interventions help improve caregivers' knowledge acquisition, self-efficacy, and health management capabilities, while also fostering empathy and learning motivation, suggesting strong potential for professional training. However, challenges remain in terms of interface complexity, technological barriers, and cultural adaptability. From a user experience perspective, older adults and individuals with physical limitations tend to prefer simple and intuitive interactive interfaces. Mobile devices demonstrate high potential for AR applications due to their portability and widespread use, whereas high-end devices such as the HoloLens 2 offer immersive experiences but face limitations due to high costs and steep learning curves. Based on the research findings, AR systems demonstrate significant application potential in long-term care education. System design should emphasize intelligent interactive interfaces and streamlined operational processes, while incorporating localized cultural and economic factors for adaptive adjustments. Future research is recommended to focus on user experience optimization and extend applications to chronic disease management, mental health care, and specific clinical situations, thereby serving as an essential learning resource for developing healthcare professionals' competencies.

Keywords: Augmented Reality, Long-Term Care, On-the-Job Training, User Experience, Technology Acceptance