

遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統對大學生瑜珈技能與行為模式之影響

Impact of a Gamified AI Motion Detection and Feedback System on University Students' Yoga Skills and Behavioral Patterns

黃育賢¹，夏綠荷²，黃國禎³，林彥男^{4*}

¹ 臺灣科技大學應用科技研究所

² 勤益科技大學體育室

³ 臺中教育大學教育資訊與測驗統計研究所

⁴ 嶺東科技大學體育室

*lynnpue@gmail.com

【摘要】 大學體育課程常面臨大班教學，學生缺乏個人化回饋及參與度不足等挑戰。為此，本研究設計一款基於動機模式的遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統。以 80 位修習瑜珈課程的大學生為對象，進行 6 週的教學實驗介入。結果顯示，相較於一般 AI 動作檢測與回饋系統，使用遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統，能顯著提升學生的動作技能表現；並促使學生更頻繁的進行測驗與主動查看結果。這些發現表明，遊戲化機制能激勵學生更專注地投入在學習主題上，顯著增強主動學習行為及系統使用的深度。

【關鍵字】 人工智慧；動機模式；動作技能；遊戲化；體育課程

Abstract: University physical education often faces challenges including large class sizes, limited personalized feedback, and low engagement. This study introduces a gamified AI motion detection and feedback system grounded in a motivational model. Through a six-week experiment with 80 university yoga students, the results showed that the gamified system significantly outperformed standard AI systems in improving motor skills. Additionally, it led to higher testing frequency and more proactive result-checking among students. These findings indicate that gamification effectively motivates students to focus on learning topics, significantly enhancing active learning behavior and the depth of system interaction.

Keywords: Artificial Intelligence, motivational model, motor Skill, gamification, physical education

1. 前言

在體育教學中，提供學生動作技能表現的個人化回饋至關重要，但在大班教學的情境下卻難以實現。面對這個困境，近年來有學者指出，應用 AI 輔助學習，將成為提供即時個人化回饋的解決方案 (Hsia et al., 2024)。然而，原始的 AI 數據對學生而言往往難以解讀，且缺乏激勵機制的重複練習，容易導致學習投入與動機下降 (Song, 2024)。因此，開發一款既能讓 AI 回饋易於理解，又能維持學生學習動機的學習系統，已成為關鍵的教研議題。

遊戲化已被廣泛證實為提升學生學習投入，與學習動機的有效策略 (Xiao & Hew, 2024)。為確保遊戲化的教育成效，有學者建議以 ARCS 動機模式為框架，進行遊戲化元素的設計 (Hao, 2023)。ARCS 模式由 Keller (1987) 提出，包含注意力、相關性、信心和滿足感 (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction, ARCS) 等 4 個構面。目前已有研究證實，基於 ARCS 的遊戲化設計，能為學生帶來積極正向的學習效益 (Camacho-Sánchez et al., 2023)。

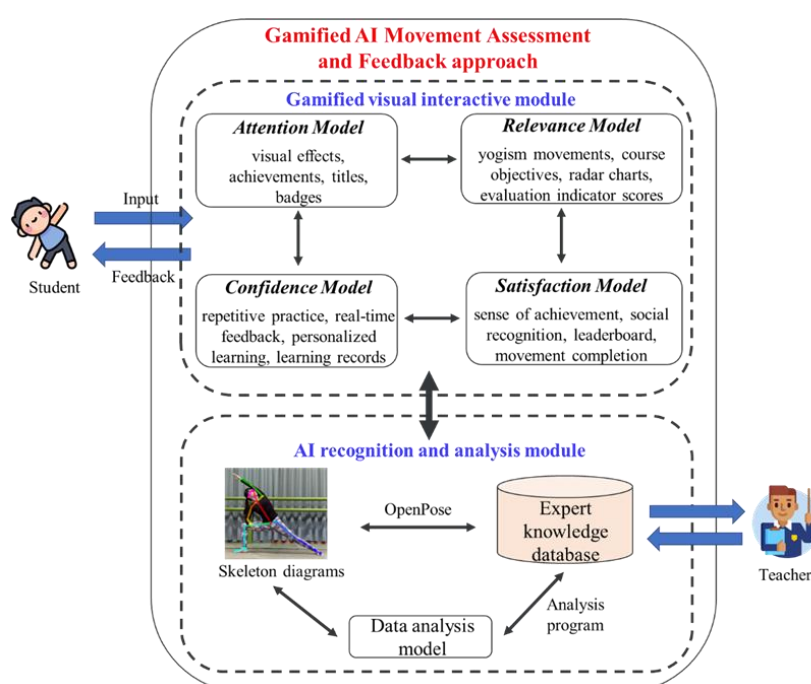
因此，本研究將以大學瑜珈課程為例，設計一款基於 ARCS 動機模式的遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統，以深入探討其對學生動作技能學習表現，與學習行為模式的綜合影響。具體研究問題為，使用遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統，或一般 AI 動作檢測與回饋系統：

- (1) 對學生的動作技能表現有何影響？
- (2) 對學生的學習行為有何影響？

2. 遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統

本研究使用 C++ 開發遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統，旨在透過視覺化學習分析儀表板協助學生理解個人化回饋，並透過遊戲化機制提升參與度。系統包含兩個主要模組：AI 辨識與分析模組，及遊戲化視覺互動模組（如圖 1）。

圖 1 系統架構



首先，AI 辨識與分析模組採用 OpenPose 技術，捕捉學生瑜珈姿勢的骨架數據，並利用深度學習模型進行準確度分析。此處，本研究採用了 Hsia et al. (2025) 所開發的專家知識模型，來為所偵測到的瑜珈姿勢，進行關鍵角度的計算以評估動作表現。該模型與專家評分之間的 Kendall's ω 值介於 .708 至 .818 ($p < .00$)，具有高度一致性。表示該系統在評估瑜珈姿勢方面，具有與專家相當的能力，能為學生提供準確的評估與反饋。在預測性能方面，該模型的準確率達到 97%，召回率、精確度與 F1-score 達 96%，表明該模型在進行瑜珈姿勢識別方面的精確性極佳。檢測結果之數據將依循專家的分析指標，生成視覺化反饋，例如：雷達圖及長條圖等。透過圖、表及色彩等視覺化呈現方式，來幫助學生快速理解自身的學習表現，與待改進方向。

其次，遊戲化視覺互動模組的遊戲化機制是基於 Keller (1987) 的 ARCS 動機模式設計：

- (1) 注意力

為吸引學生的學習注意力，系統設計了簡潔明瞭的使用者介面及遊戲化互動競爭功能，讓學生在使用過程中保持高度專注。系統還設置了個人化虛擬角色，學生能隨時更換自己的角色形象、背景及暱稱，並可依分數獲得不同等級的稱號、成就及徽章（圖 2）。這些遊戲化

機制將提供學生視覺化的刺激，並藉由互動操作提供即時反饋，有效吸引學生的注意力，增強刺激與好奇心的學習體驗。

圖 2 遊戲化個人介面



(2) 相關性

系統將結合學習目標，學習興趣及學生個人的學習需求，來增強學習內容與學生之間的相關性。例如，學生可依自己的學習興趣及需求，選擇欲檢測的瑜珈姿勢，及觀看該動作的示範與重點解說；亦可透過上傳練習照片獲取即時回饋，包括動作骨架圖、雷達圖分析和指標分數 (圖 3)。透過系統提供的具體指導與回饋，促進學生更清楚的理解，該如何改進自己的動作表現；同時，也強化練習過程與具體學習成果之間的連結，進一步提升學習的意義感和相關性。

圖 3 動作檢測與回饋介面

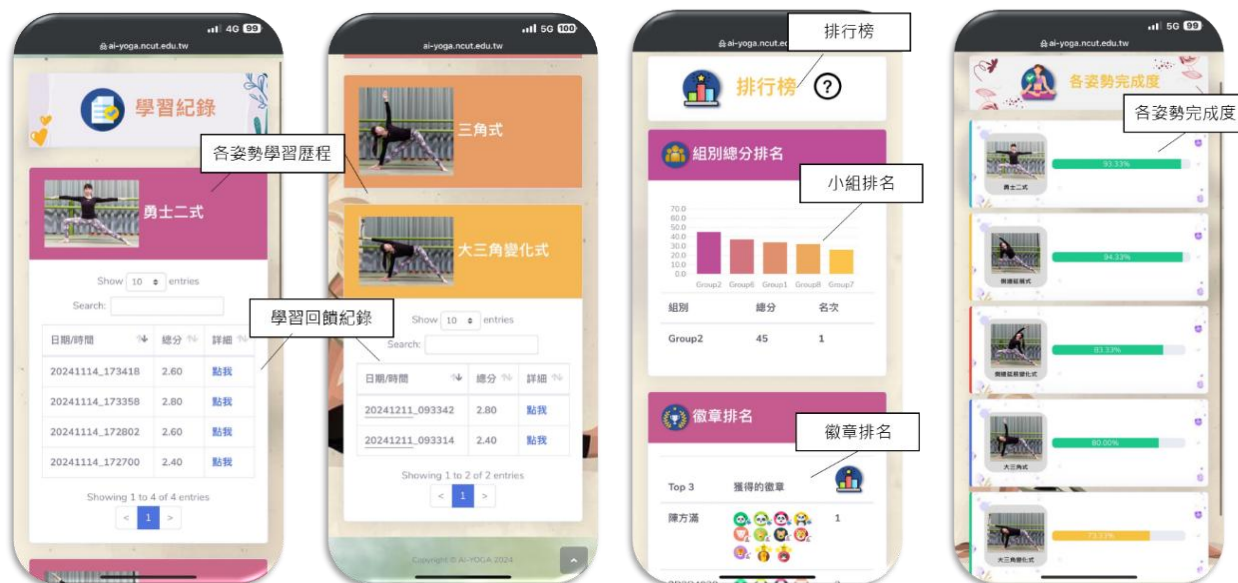


(3) 信心

系統提供學生個人化學習情境，以幫助學生逐步建立自信。例如，學生可依據自己的學習步調，反覆觀看學習資源，及反覆練習。同時，針對學生每次的檢測，系統將提供即時反饋，讓學生能直觀了解自己在技能掌握上的提升。此外，系統將提供學生能回顧歷次檢測回

饋結果的學習紀錄 (如圖 4 左)。學生將能透過查看學習紀錄，將努力與進步互相結合，根據自己的需求進行反覆練習、複習等，逐步完善自己的動作表現，進而增強學習信心。

圖 4 學習記錄、排行榜與各姿勢完成度介面



(4) 滿足感

為提升學生的學習滿足感，系統設計了一系列激勵機制，讓學生在學習中獲得成就感。例如，在完成特定任務後，學生會解鎖成就徽章或提升等級，並可在個人首頁中查看這些個人成就。此外，學生的學習表現還會轉化為小組分數，透過與組員的合作，共同登上小組積分排行榜，以滿足學生的社會認同及社交滿足感 (如圖 4 右)。最後，系統亦提供視覺化的姿勢完成度回饋，讓學生能即時了解各技能動作完成的程度，實際看到自己努力的成果，從而增強學習的滿足感。

3. 研究設計

3.1. 參與者

招募某科技大學兩班共 80 位修習瑜伽課程的大學生，平均年齡 19-20 歲，由同一位教師授課。指派其中一班 40 人為實驗組，採用遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統學習；另一班 40 人為控制組，採用一般 AI 動作檢測與回饋系統。

3.2. 實驗流程

課程每週授課一次，每次 100 分鐘。第 1-8 週，教師會告知學生整學期的教學內容、測驗項目與評分標準，並進行課堂活動小組分配。課程內容為瑜珈課程基本動作講解，由暖身及保護動作開始，教導學生如何安全的執行正確動作，並進行一套初級瑜珈動作的教學。第 9 週進行瑜珈技能測驗前測。

第 10-14 週進行教學實驗介入，每週將安排一個進階的主題動作教學，5 週完成後學生將學會一套進階的瑜珈動作組合。教學流程皆為教師先介紹、講解及示範動作，接著讓學生進行練習學習。兩組學生均使用 AI 動作檢測與回饋系統進行學習，以小組為單位，互相拍照將動作上傳至系統。由 AI 系統檢驗學生的動作正確與否，給予相對應的回饋與評分，提供學生學習及改善的依據 (圖 5)。而實驗組與控制組不同的是，實驗組使用的 AI 動作檢測與回饋系統結合基於 ARCS 的遊戲化機制。學生在上傳動作後，可查看個人在全體裡的排名，可獲得徽章、稱號等獎勵及成就；同時，也可查看小組的總積分排名，藉由遊戲化的方式激勵學生

的競爭與參與感。而控制組僅由 AI 系統提供動作表現的檢測回饋，並無其他遊戲化機制的介入。第 15 週進行瑜珈技能測驗後測。

圖 5 教學實驗過程



3.2. 瑜珈動作技能評估標準

本研究採用 Hsia et al. (2024) 設計的瑜珈技能評分量表，評估學生的瑜珈技能表現。該量表將學生的動作技能表現，劃分為 4 個層級，分數範圍為 1 到 4 分。最高分數 4 分表示，學生動作的正確度、姿勢幅度、穩定停留時間及力量等，在執行上完美無缺失；而最低分數 1 分則表示，學生的動作執行有嚴重缺失，例如：嚴重駝背、有大幅度的技術錯誤等。本研究邀請兩位具有超過五年瑜珈教學經驗，並具備瑜珈教練證的教師，對學生的考試影片進行獨立評分。結果顯示，兩位評分者的評分具有高度一致性 (Spearman 等級相關係數為 0.79, $p < .001$)。兩位評分者給出的平均分數，被採用作為學生瑜珈技能表現的最終得分。

3.2. 學習行為編碼模式

參考 Yang et al. (2018) 的編碼架構，將學生在系統中的操作定義為七種行為代碼：登入 (L)、參加每週單元測驗 (W)、參加個人練習測驗 (T)、查看最新測驗結果 (R)、複習過往結果 (P)、觀看教學內容 (E) 以及查看儀表板 (D)。使用 GSEQ 軟體進行滯後序列分析，計算調整後殘差與 Z 分數，以識別顯著的行為轉換序列 ($Z > 1.96$)。

4. 結果

4.2. 瑜珈技能表現分析

為排除前測成績對於結果的影響，先進行迴歸係數同質性考驗，經分析後 F 值未達顯著差異 ($F = 3.09$, $p = .08 > .05$)。代表兩組學生的學習成績為同性質，將繼續進行共變數分析。實驗組的學習成效表現顯著高於控制組 ($F = 19.93$, $p = .000 < .001$)，差異效果量為大效果量 ($\eta^2 = 0.21$)。實驗組的調整後平均數為 2.47，控制組則為 2.18。顯示使用遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統的實驗組學生，其瑜珈技能表現顯著的優於控制組。

4.2. 學習行為分析

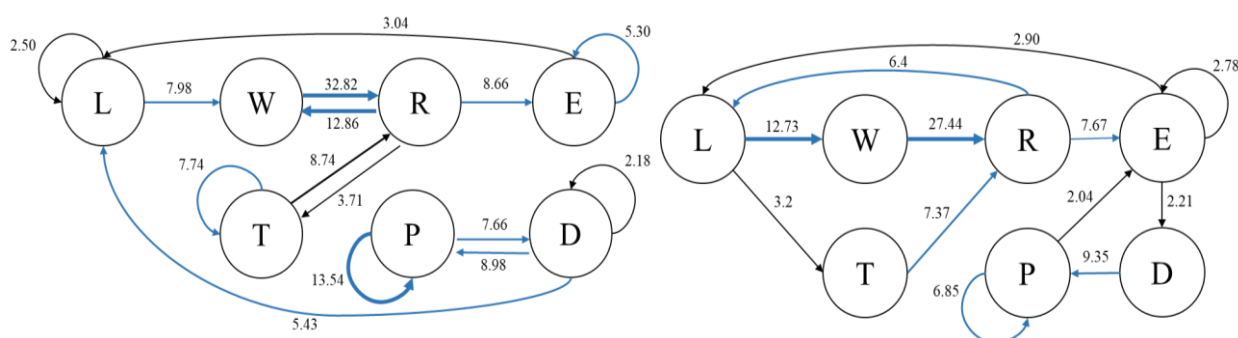
本研究收集了 4,160 筆行為數據並進行滯後序列分析。透過計算調整後殘差與 Z 分數，繪製出兩組學生的行為轉換圖 (如圖 6 所示)。分析結果顯示，兩組學生皆存在登入 (L) → 測

驗 (T)→查看結果 (R) 的基礎行為路徑。然而，兩組在行為轉換的方向性與頻率上存在顯著差異：

- (1) 雙向互動對比單向檢視：實驗組在關鍵行為間展現了顯著的雙向循環，例如單元測驗與查看結果 (W↔R)、個人練習與查看結果 (T↔R)、以及複習過往結果與查看儀表板 (P↔D)。這顯示實驗組學生會反覆在練習、測驗與檢視回饋之間切換。反觀控制組，其行為多呈現單向流動，缺乏回頭檢視數據的循環。
- (2) 即時回饋的重視程度：實驗組在行為序列 W→R 的 Z 分數高達 32.82，為所有路徑中最高，顯示學生在完成測驗後有極強的動機立即查看 AI 分析結果。
- (3) 儀表板的使用：實驗組頻繁將個人練習 (T) 與儀表板 (D) 連結，顯示遊戲化機制成功促使學生主動監控自己的學習數據與排名。

總結來說，實驗組展現了更多元且高效率的學習行為模式，特別是在主動利用系統回饋功能方面顯著優於控制組。

圖 6 學生學習行為模式圖 (左為實驗組，右為控制組)



5. 結論與討論

本研究提出基於 ARCS 動機模式的遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統，提供學生即時的個人視覺化回饋及引導，幫助學習者在遊戲中進行瑜珈技能學習。研究結果顯示，實驗組學生的瑜珈技能表現顯著優於控制組，證實了本研究所開發之遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統的有效性與實用性。同時，也呼應了過去的研究成果，結合遊戲化元素能激發學生的內在競爭意識，提升學習過程中的投入感與成就感，進而有效促進技能習得 (Feng et al., 2024; Wang et al., 2024)。

在學習行為方面，研究結果發現採用遊戲化策略的實驗組學生，展現了頻繁的測驗後即時查看回饋 (W-R) 的行為循環，且頻繁在個人練習與儀表板之間切換。這表明遊戲化元素激發了學生的競爭意識與成就感，促使他們更主動利用 AI 提供的視覺化診斷來修正動作錯誤，而非僅是被動接收分數。這種從練習、評估到修正的高頻率互動，正是動作技能得以顯著提升的關鍵因素 (Guo & Li, 2021; Hsia et al., 2024)。

從理論視角來看，本研究驗證了將 ARCS 模式整合至 AI 動作學習系統的有效性。系統透過視覺化圖表捕捉學生的注意力；提供針對性的動作指導以連結學習目標，提升相關性；透過徽章與學習歷程紀錄建立信心；並利用排行榜的社會比較，提升學生的滿足感 (Keller, 1987)。而這些基礎心理需求的滿足，將驅動學生的主動學習行為，使枯燥的重複練習轉化為更積極的學習參與。這也與 Camacho-Sánchez et al. (2023) 等人的研究結果一致，顯示遊戲化元素是提升體育學習成效的重要催化劑。

本研究的限制在於樣本僅來自單一大學的瑜珈課程，且由同一位教師授課，這可能限制了結果的外部效度。建議未來可將遊戲化 AI 動作檢測與回饋系統應用於不同教育階段，及其他的體育項目，以進一步擴展此方法的應用範疇。

參考文獻

- Camacho-Sánchez, R., Serna Bardavío, J., Rillo-Albert, A., & Lavega-Burgués, P. (2023). Enhancing motivation and academic performance through gamified digital game-based learning methodology using the ARCS model. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6868-6885. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2294762>
- Feng, L., Shen, X., Xie, Z., & Yan, X. (2024). How gamification-based course drives online learners' engagement: Focusing on intrinsic motivation and effect mechanism. *Education and Information Technologies*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13242-5>
- Guo, Q., & Li, B. (2021). Role of AI physical education based on application of functional sports training. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(2), 3337-3345. <http://dx.doi.org/10.3233/JIFS-189373>
- Hsia, L. H., Hwang, G. J., & Hwang, J. P. (2024). AI-facilitated reflective practice in physical education: An auto-assessment and feedback approach. *Interactive Learning Environments*, 32(9), 5267-5286. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2212712>
- Hsia, L. H., Lin, Y. N., Lin, C. H., & Hwang, G. J. (2025). Effectiveness of gamified intelligent tutoring in physical education through the lens of self-determination theory. *Computers & Education*, 277, 105212. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105212>
- Hao, K. C. (2023). Creating a DGBL integrating ARCS motivation theory with animation, narrative story, fun, and usability to enhance learning motivation and effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5698-5714. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016862>
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>
- Song, X. (2024). Physical education teaching mode assisted by artificial intelligence assistant under the guidance of high-order complex network. *Scientific reports*, 14(1), 4104. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53964-7>
- Wang, J., Gong, S., Cao, Y., Guo, X., & Peng, P. (2024). Personalization in educational gamification: Learners with different trait competitiveness benefit differently from rankings on leaderboards. *Computers & Education*, 225, 105196. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105196>
- Xiao, Y., & Hew, K. F. T. (2024). Intangible rewards versus tangible rewards in gamified online learning: Which promotes student intrinsic motivation, behavioural engagement, cognitive engagement and learning performance ? *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 297-317. <https://doi.org/10.1111/bjet.13361>
- Yang, T. C., Chen, M. C., & Chen, S. Y. (2018). The influences of self-regulated learning support and prior knowledge on improving learning performance. *Computers & Education*, 126, 37-52. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.025>