

基於遊戲化自動評量機制的行動科技輔助瑜珈訓練：以自我決定理論為視角

Effectiveness of gamified intelligent tutoring in yoga training: Through the lens of self-determination theory

夏綠荷^{1*}, 林彥男², 林長賢¹, 黃國禎³

¹ 勤益科技大學體育室

² 嶺東科技大學體育室

³ 台中教育大學資訊與測驗統計研究所, 台灣科技大學數位學習與教育研究所

* share.holder0130@gmail.com

【摘要】為提升學生的運動技能學習表現，學者們推薦應用智慧教學系統，以藉此自動化評量學生的學習表現，並提供個人化的即時回饋。然而，僅提供學生自動化的檢測與回饋，不一定能吸引學生主動且持續的投入練習。此外，相關研究指出，在缺乏學習理論的支持下，智慧教學系統可能無法幫助學生獲得顯著的技能成長。因此，本研究以自我決定理論為基礎，在智慧教學系統中，導入符合學生心理需求的遊戲化機制。結果顯示，實驗組學生的瑜珈技能表現與學習參與，皆顯著優於控制組。從學生的回饋中也證實，遊戲化機制能滿足學生的心理需求及強化學習效益。

【關鍵字】 智慧型教學系統; 即時回饋; 遊戲化

Abstract: To improve students' motor skills learning performance, scholars recommend the application of intelligent tutoring and instant feedback systems (ITIFS) to automatically evaluate students' learning performance and provide personalized instant guidance and feedback. However, some relevant research points out that without the support of learning theory, ITIFS cannot always help students achieve significant growth in skills. Therefore, this study is based on self-determination theory and introduces a gamification mechanism that meets students' psychological needs into the ITIFS. The results of the study showed that the yoga skill performance and learning participation of students in the experimental group were significantly better than those in the control group. Feedback from students also confirms that gamification mechanisms can meet students' psychological needs and enhance learning benefits.

Keywords: Intelligent Tutoring systems, Real-time feedback, Gamification

1. 研究背景與動機

要促進運動技能的成長，不僅需要知識、概念的學習，還十分著重於實作技能的正確演練。然而，多數的教學情境，每位教師須面對多名學生，導致教師無法即時的給予學生個別回饋 (Xie, 2021)。為了解決上述，有學者提倡在學生學習的過程中，導入具有人工智慧的運動技能學習系統，以藉此自動化評量學生的學習表現，並提供即時的個人化引導與回饋 (Lin et al., 2023; Xu et al., 2023)。相關的應用已證實，透過 AI 提供個人化回饋，可以有效提升學生的運動技能學習表現 (e.g. Lin et al., 2023; Xu et al., 2023)。然而，也有部分研究表明，提供個人化檢測、引導與回饋的機器人，可以提高學生的學習態度和興趣，但並沒有促進運動技能表現提升的效果 (Yang et al., 2020)。顯見，即時的個人化檢測、引導與回饋學習系統，在提升學生的運動技能表現上，依然面臨著許多挑戰。

因此，有學者主張在學習的過程中，介入有效的遊戲化機制，以吸引學生更積極主動，且持續的投入學習 (Krath et al., 2021)。先前的研究表明，在學習環境中導入適切的遊戲化元素，將有助於確保遊戲化學習所帶來的學習效益 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023)。此外，學者

也指出，以自我決定理論 (self-determination theory, SDT) 為框架，設計能滿足學生自主性、勝任感和歸屬感三項心理需求的遊戲化元素，可以強化學生的學習參與和實現學習目標 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023)。目前已有部分研究證實，當遊戲化元素能滿足學生的基本心理需求時，學生的運動技能表現、學習投入行為及學習參與，將有所提升及改善 (Quintas et al., 2020)。

因此，本研究將基於 SDT 開發一款遊戲化智慧輔導即時回饋系統。讓學生在學習瑜珈的過程中，除了可以藉由上傳自己的練習狀態，獲取即時的個人化引導與回饋；還可以在個人化頭像及小組排行榜等，遊戲化機制的催化下，提升自主性、勝任感和歸屬感，進而更積極的參與學習。為了評估基於 SDT 所開發的 G-ITIFS，應用於運動技能學習上的有效性，本研究將以瑜珈課程為例進行教學實驗，並針對以下 3 個研究問題進行探討：

1. 使用基於 SDT 的遊戲化智慧輔導即時回饋系統 (Gamified intelligent tutoring and instant feedback system, G-ITIFS)，或一般智慧輔導即時回饋系統 (conventional intelligent tutoring and instant feedback system, C-ITIFS)，對學生的瑜珈技能學習表現是否產生差異？
2. 使用基於 SDT 的 G-ITIFS，或 C-ITIFS，對學生的學習參與是否產生差異？
3. 使用基於 SDT 的 G-ITIFS，或 C-ITIFS，學生的學習體驗為何？

2. 文獻探討

2.1. 人工智慧輔助的運動技能學習

人工智慧學習系統能夠自動化分析學生的學習表現，針對學習狀況進行評估，並給予即時的引導及回饋 (Lin et al., 2023)。此類的應用實踐於運動技能學習時，多數是基於人體姿勢辨識技術的支持。在近年已有一些成功的範例，例如：Lin et al. (2023) 應用 OpenPose 技術，開發即時辨識羽球姿勢的輔助學習系統，並實踐於高等教育中。透過系統檢測學生的羽球擊球表現，給予姿勢正確度的回饋，成功幫助學生獲得羽球技能的提升。

另一方面，先前學者對科技輔助體育教學，點出了一些實施上的挑戰。包含：需要避免學生過度依賴人機互動，減少與教師之間的直接溝通；教師對科技掌握度不足，影響實施效果；課程發展缺乏連貫性規劃；以及沒有發揮出課程特色，未考量學生的需求及興趣等 (Wu, 2024)。考量這些實施過程中可能產生的負面影響，本研究將邀請科技輔助體育教學經驗豐富之教師，參與課程規劃、系統設計，及教學實驗活動的實施。其次，在教學實驗實施過程，將派系統開發工程師在旁待命，以協助解決系統上的突發狀況。最後，為了促進學生更積極、主動的投入練習，與學習系統進行更多的互動以強化實施效果，本研究將導入遊戲化機制，來刺激學生的學習參與。

2.2. 遊戲化及自我決定理論對運動技能學習的影響

在非遊戲的教學環境中導入遊戲元素，已被不同教育階段及眾多學科推薦為，是一種可以有效促進學生學習參與，進而提升學習表現的有效方法 (Krath et al., 2021)。它可以讓學習的過程變得更加有趣，刺激學生積極參與學習，與學習資源產生更多互動，從而對學習內容有更深層的理解 (Aguiar-Castillo et al., 2020)。目前常見於高等教育的遊戲化元素，包含：徽章、進度、回饋機制、等級、獎勵、排行榜和成就等 (Metwally et al., 2021)。透過這些遊戲化元素，將可以滿足學生的心理需求，包含 SDT 中提及的自主性、勝任感和歸屬感，進而幫助學生實現學習目標 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023)。

這樣的議題，在運動技能學習中也受到關注。Quintas et al. (2020) 招募了 417 名小學生，以 SDT 為理論框架，進行遊戲化舞蹈教學，及傳統舞蹈教學的實證性研究。結果指出，遊戲化的舞蹈教學可以改善學生的心理需求，並且顯著提升學生的運動技能表現及學習投入行為。其中值得關注的是，遊戲化改善了過去學生對體育課的負面評價。同時，遊戲化體育課程讓學生建立了社會凝聚力，透過彼此協助完成個人及小組的任務，從而提升了學生的歸屬感。

借鑑上述成功的經驗，本研究將基於 SDT 的自主性、勝任感和歸屬感，進行遊戲化機制的設計，並導入於具有人工智慧的技能檢測與即時回饋系統中。以藉此吸引學生持續參與練習，改善學生對重複性練習缺乏動力的問題。

3.基於自我決定理論的遊戲化智慧輔導即時回饋系統 (G-ITIFS)

SDT 是遊戲化研究中，最常被使用的動機理論之一 (Grabner-Hagen & Kingsley, 2023; Krath et al., 2021)。因此，本研究參考 Grabner-Hagen & Kingsley (2023) 依循 SDT 整理出的遊戲化機制框架，設計出符合本課程學習情境的遊戲化系統功能，並透過 C++ 來開發基於 SDT 的遊戲化智慧輔導即時回饋系統。此系統除了可以讓學習者在與系統互動學習的過程中，體驗遊戲化的元素，還可以檢測自己的瑜珈技能表現狀態，以從中獲得即時的專業回饋訊息。系統架構如圖 1 所示。

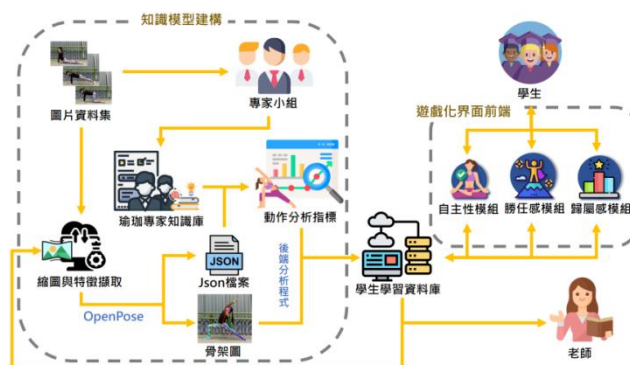


圖 1 系統架構圖

3.1. 自主性、勝任感與歸屬感模組

在自主性的部分，學生可以自由選擇想要學習的姿勢，觀看該姿勢的動作示範及學習要點以進行學習。當學生想要了解自己的學習表現時，可以上傳自己的練習照片，以獲得系統提供的回饋訊息，包含：評分面向指引、分數回饋、人體骨架視覺回饋及綜合表現雷達圖(如圖 2)。同時，系統也提供個人化頭像的功能。學生可於任何時間點，更換自己所喜歡的個人化頭像、背景與暱稱。相關資訊也會同步更新於排行榜上。最後，在玩家資料的部分，系統將提供學生可以查看自己當前所獲得的經驗值、等級、成就及徽章等資訊(如圖 3)。

在勝任感的部分，當學生開始上傳自己的練習成果時，除了將獲得系統給予的回饋訊息，相關的數據也會計入經驗值、等級、成就、徽章及排名之中。其次，學生可以從學習歷程回饋中，查閱自己歷次上傳所獲得的回饋訊息。

在歸屬感的部分，以 4-5 名學生為一組，組內每位學生的個人學習表現，都將轉化成小組貢獻，並計入小組排行榜中。學生將意識到自己的學習表現不僅會影響個人，還會影響整個小組的成績和排名。藉由團隊績效表現，來激發小組成員間的合作和互助，打造共同追求的小組學習目標和成就，用以提升學生的歸屬感。



圖 2 學習回饋之介面



圖 3 自主性、勝任感模組及歸屬感模組相關功能介面

3.2. 知識模型的建構與驗證

系統中的人體姿勢辨識技術，參考 Lin et al. (2023) 之建議，採用 OpenPose 為主要技術。OpenPose 可以辨識並標記出，平面圖像或立體影像中的人體骨架。本系統使用年齡介於 18 至 20 歲，歷屆修習瑜珈課程之大學學生，所提供的瑜珈練習照片共計 1495 張，進行知識模型訓練。照片完成拍攝後，製作成圖片資料集。由三位持有合格瑜珈教練證，且擁有 10 年以上瑜珈教學經驗之教師，組成專家小組。建構出評價每個瑜珈姿勢正確性的評分規準，並針對每張照片進行評分。隨後，再由專家小組成員，依循該評分規準，針對圖片資料集內的每張照片進行評分。標註出從最低 1 分到最高 3 分的三個不同等級，以完成瑜珈專家知識庫之建立。專家小組評分的 Kendall's ω 值為 0.72，顯示評分者間具有高度的一致性。

完成知識模型建構後，使用前述圖片資料集以外，但同為年齡介於 18 至 20 歲之間，修習瑜珈課程之大學學生所提供的瑜珈練習照片。共計 1177 張照片，分別交由系統及專家小組進行評分。各瑜珈姿勢的 Kendall's ω 係數值介於 0.708 至 0.818 之間 ($p < .00$)。顯示，系統評分與專家評分具有高度的一致性。驗證在瑜珈姿勢的檢測上，系統具有與專家教師相等的能力，可以給予學生正確的評價及回饋。

在預測性能的部分，本研究參考 Ashwin et al. (2023) 之建議，使用混淆矩陣來評估知識模型的表現，計算 4 個常用於分析智能學習系統的指標。混淆矩陣包含四種辨識現象：真陽性，正確的照片被辨識為正確；真陰性，錯誤的照片被辨識為錯誤；假陽性，錯誤的照片被辨識為正確；與假陰性，正確的照片被辨識為錯誤。通過混淆矩陣，將可以計算出系統在執行辨識任務時，能正確辨識的比例。分析結果顯示，本系統之準確度達 97%，精確度、召回率與 F1-score 達 96%。顯見，本研究所開發的模型，在瑜珈姿勢辨識上，有極佳的效能表現。

4. 研究方法

4.1. 參與者

本研究招募大專通識教育中，瑜珈必修課程之修課學生，4 個班級共 156 人。修課學生分別來至校內的電資學院及管理學院，多數為首次接觸瑜珈之初學者，年齡介於 19 至 20 歲之間。為符合學校實際教學情境，所有的實驗分組，皆在不打破原班級的狀態下進行。指定 2 個班級 80 人為實驗組，使用 G-ITIFS 進行學習；另外 2 個班級 76 人為控制組，採用 C-ITIFS 進行學習。4 個班級皆由同 1 位教師進行授課，該名教師具備 10 年以上瑜珈教學經驗。

4.2. 實驗流程

教學實驗實施期間，每週上課 1 次，每次 100 分鐘。前 4 週，教師在講解完該學期的學習目標與任務後，兩組學生皆採用一般傳統教學模式，學習一套基礎的瑜珈動作。第 5 週，進行瑜珈技能表現之前測。測驗結束後，教師會利用 20 分鐘左右的時間，建立全體修課學生的通訊群組，在通訊群組內張貼智慧輔導即時回饋系統的網址、功能介紹等，並進行操作說明。

第 6-9 週，教師將進行第二套瑜珈動作的教學。隨後，會進行分組實作演練的學習活動。由教師採用便利的隨機指派形式，進行課堂活動分組。學生以 4-5 人為 1 組，練習當週的主要學習動作。小組成員將相互協助拍攝練習成果，並上傳至智慧輔導即時回饋系統。當學生上傳練習成果後，將由系統即時回饋學生該次練習的評分面向指引、分數回饋、人體骨架視覺回饋及綜合表現雷達圖等資訊。讓學生可以參照系統的檢測結果及回饋建議，進行修正練習。課堂上，教師將走動巡視於各小組之間，協助解決學生的個別問題。課堂後，教師將透過系統中的學生學習資料庫，掌握學生的個別學習狀況，並於隔週上課時，針對多數人的錯誤進行補充教學。兩組學生之間的差異在於，實驗組的系統比控制組多了個人化頭像、小組排行榜、經驗值、等級、徽章等遊戲化機制的功能。第 10 週，進行瑜珈技能表現之後測。第 11 週，以課堂小組為單位，各組進行約 10 分鐘的半結構式團體小組焦點訪談。

4.3. 研究工具

瑜珈技能表現的部分，參考自 Hsia et al. (2024) 選用的評分規準，以動作技巧為評分面向，劃分為 4 個表現水準。由兩位持有合格瑜珈教練證，且擁有 5 年以上瑜珈教學經驗之教師，分別針對學生考試時的錄影畫面進行評分。2 位專家教師評分結果之 Spearman's 等級相關為 0.71 ($p < .000$)，顯示評分者間具有高度的一致性。將採計 2 位專家教師評分的平均數，作為學生的瑜珈技能表現成績。

學習參與度的計算方法，參考至 Hwang et al. (2007) 提出的公式，並依本研究的學習情境微調為： $LE(Si) = (T(Si) / MaxT + U(Si) / MaxU) / 2$ 。T(Si) 為學生登入系統次數，MaxT 為同儕間最高的登入次數，U(Si) 代表學生上傳練習成果的次數，MaxU 為同儕間最高的上傳次數。學習體驗的訪談大綱參考至 Hwang et al. (2009) 共計 7 題，並針對本研究的學習情境微調用詞，其中 1 題為：“利用這種方式學習瑜珈，與你以前經歷過的體育課有何不同？例如：在學習的過程中，系統會提供該次練習的分數回饋、綜合表現雷達圖及人體骨架視覺回饋等訊息，你覺得它的用處是什麼？對你的學習產生哪些幫助？”。

5. 結果

5.1. 瑜珈技能表現分析

經迴歸係數同質性檢驗， F 值未達到顯著差異 ($F=0.11, p=.92 > .05$)。顯示兩組學生的成績並未違反同質性假設，可以直接進行共變數分析。實驗組學生的瑜珈技能表現顯著高於控制組 ($F=9.87, p=.00 < .05$)。實驗差異為中等效果量 ($\eta^2=0.06$) (Cohen, 1988)。實驗組的調整後平均數為 2.43，而控制組為 2.25。顯見，學生使用基於 SDT 的 G-ITIFS 進行學習，其瑜珈技能學習成效，會顯著優於使用 C-ITIFS。

5.2. 學習參與分析

4 週的教學實驗期間，共獲得 1108 筆學生登入學習系統數據，及 1736 筆學生上傳練習成果的檢測數據，以進行獨立樣本 t -test。實驗組學生的線上學習參與總和顯著高於控制組 ($t=6.86, p=.00 < .05$)。實驗差異為大效果量 ($d=1.11$) (Cohen, 1988)。學生各週的線上學習參與統計分析，也均為實驗組顯著高於控制組 (Week 1: $t=2.61, p=.01 < .05$; Week 2: $t=4.42, p=.00 < .05$; Week 3: $t=4.61, p=.00 < .05$; Week 4: $t=5.79, p=.00 < .05$)。實驗差異在第一週至第三週的部分，皆為中效果量 ($d=0.42, d=0.70, d=0.74$)。第四週的實驗差異則達到大效果量 ($d=0.94$)。顯見，使用基於 SDT 的 G-ITIFS 進行學習，學生的學習參與無論是單週表現或是四週總和，皆會顯著優於使用 C-ITIFS。

5.3. 學習體驗分析

表 1 為學生訪談結果摘要表。首先，實驗組的個人化頭像功能，能滿足學生自主性的心理需求，並與排名功能連結產生更多的樂趣，從而提高學生積極參與學習的動力。其次，實驗組的排名、經驗值及徽章等功能，激發了學生與同儕間的競爭意識，從而增強勝任感。最後，實驗組的小組排名功能。能激發學生努力提升自己的分數，及幫助同組成員獲取高分，

以爭取小組的共同榮譽，滿足學生的歸屬感。顯見，使用基於 SDT 的 G-ITIFS 進行學習，能強化學生基本心理需求被滿足的體驗。

表 1 訪談結果摘要表

主題	編碼	實驗組	控制組
自主性	透過系統自主複習、預習、反覆練習。	25	21
	從系統回饋中了解自己的學習表現，並決定修正的方向。	31	30
	從評分面向指引及分數回饋中，決定修正的方向。	24	26
	從觀察雷達圖、人體骨架圖、範例圖及自己的練習影像等視覺回饋中，決定修正的方向。	43	25
勝任感	從系統回饋中獲得成就感	1	3
	從分數回饋中獲得學習動力	29	12
	產生與他人的競爭意識，進而增強學習動機	29	0
歸屬感	提升同儕間的互動	24	7

6. 結論與建議

在瑜珈技能學習表現的部分，實驗組學生的進步幅度顯著優於控制組。證實了基於 SDT 的 G-ITIFS，可以有效提升學生的瑜珈技能學習品質。也呼應了過去學者的觀點，證實在非遊戲的教學環境中導入遊戲元素，可以有效提升學生的學習表現 (Krath et al., 2021)。另一方面，先前的研究表示，提供個人化檢測、引導與回饋的智能機器人，無法顯著提升學生技能學習表現 (Yang et al., 2020)。顯見，結合學習理論開發的智能學習系統，將能強化學生的學習效益，克服過去將人工智慧技術應用於運動技能學習時，無法顯著提升學生技能表現的挑戰。

在學習參與的部分，實驗組學生與控制組相比，在系統上互動學習的次數更多。顯見，具有遊戲化元素的學習系統，能引起學生的學習興趣，可以有效促進學生主動且積極的參與學習。顯見，具有遊戲化元素的學習系統，能引起學生的學習興趣，可以有效促進學生主動且積極的參與學習 (Quintas et al., 2020)；也證實以滿足學生心理需求為出發點的教學策略，將有機會促進學生長期參與運動的可能性 (White et al., 2021)。

在學習體驗的部分，兩組學生皆表示，智能檢測與即時回饋系統的介入，有促進自主性、勝任感與歸屬感提升的效果。這與過去以自我決定理論為視角，探索智能學習系統對學生學習影響的研究結果一致 (Annamalai et al., 2023)。最後，系統提供的即時回饋，熱絡了小組間的互動及討論，提升了合作學習的品質。這也解決了 Annamalai et al. (2023) 指出的，智能學習系統較無法支持學生建立歸屬感的擔憂。

總結來說，本研究為嘗試在教育領域中，導入智能學習系統的其他研究人員，展示了以學習理論作為開發依據的具體成效。雖然不同的學科內容有其獨特性，本研究的發現未必適用於其他學習領域。但我們展示了它的潛力，說明這是一個值得討論的議題。建議未來可以將研究拓展到其他學習領域，並考慮納入其它依變項進行實驗研究，以便更全面的瞭解，這個議題所帶來的學習優勢。

致謝

本研究感謝國科會經費支持，計畫編號：NSTC 112-2410-H-167 -002 -MY2 and NSTC -112-2410-H-011-012-MY3。

參考文獻

- Aguiar-Castillo, L., Hernández-López, L., De Saá-Pérez, P., & Pérez-Jiménez, R. (2020). Gamification as a motivation strategy for higher education students in tourism face-to-face learning. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 27, 100267.

- Ashwin, T. S., Prakash, V., & Rajendran, R. (2023). A systematic review of intelligent tutoring systems based on Gross body movement detected using computer vision. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100125.
- Annamalai, N., Eltahir, M. E., Zyoud, S. H., Soundrarajan, D., Zakarneh, B., & Al Salhi, N. R. (2023). Exploring English language learning via Chabot: A case study from a self determination theory perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100148.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey, NJ:Lawrence Erlbaum Associates.
- Grabner-Hagen, M. M., & Kingsley, T. (2023). From badges to boss challenges: Gamification through need-supporting scaffolded design to instruct and motivate elementary learners. *Computers and Education Open*, 4, 100131.
- 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.
- Hwang, G. J., Chu, H. C., Chen, T. K., Wang, T. T., Tseng, Judy C.R., & Hwang, G. H. (2007). The development of a computer-assisted self-regulation system on the internet. *Chinese Journal of Science Education*, 15(3), 317-334.
- Hwang, G. J., Yang, T. C., Tsai, C. C., & Yang, Stephen J. H. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments. *Computers & Education*, 53(2), 402-413.
- Krath, J., Schürmann, L., & Von Korflesch, H. F. (2021). Revealing the theoretical basis of gamification: A systematic review and analysis of theory in research on gamification, serious games and game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, 106963.
- Lin, K. C., Ko, C. W., Hung, H. C., & Chen, N. S. (2023). The effect of real-time pose recognition on badminton learning performance. *Interactive Learning Environments*, 31(8), 4772-4786.
- Metwally, A. H. S., Nacke, L. E., Chang, M., Wang, Y., & Yousef, A. M. F. (2021). Revealing the hotspots of educational gamification: An umbrella review. *International Journal of Educational Research*, 109, 101832.
- Quintas, A., Bustamante, J. C., Pradas, F., & Castellar, C. (2020). Psychological effects of gamified didactics with exergames in Physical Education at primary schools: Results from a natural experiment. *Computers & Education*, 152, 103874.
- Wu, C. (2024). Analysis and assessment of multimedia-assisted physical education quality based on graded score algorithm. *International Journal of Information and Communication Technology*, 24(8), 52-63.
- White, R. L., Bennie, A., Vasconcellos, D., Cinelli, R., Hilland, T., Owen, K. B., & Lonsdale, C. (2021). Self-determination theory in physical education: A systematic review of qualitative studies. *Teaching and Teacher Education*, 99, 103247.
- Xie, M. (2021). Design of a physical education training system based on an intelligent vision. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(3), 590-602.
- Xu, W., Xing, Q. W., Zhu, J. D., Liu, X., & Jin, P. N. (2023). Effectiveness of an extended-reality interactive learning system in a dance training course. *Education and Information Technologies*, 28(12), 16637-16667.
- Yang, D., Oh, E. S., & Wang, Y. (2020). Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice Interactive Artificial Intelligence Educational Robot. *Sustainability*, 12(19), 8000.