

AI 影像辨識技術應用於健身課程

林暉庭¹、楊捷閔²、徐誠佑²、鄭馨蔚²、姜建均²、林威成²

/ ¹高雄科技大學體育室、²高雄科技大學資訊工程所

壹、前言

在大學體育課的健身課程中，老師往往需同時面對多名學生，難以針對每位學生提供即時且個別化的評量回饋。為了更有效地掌握學生的學習參與情況並提升教學效率，本課題引入 AI 影像辨識技術，透過此技術，當學生完成指定的健身動作時，系統能自動紀錄數據並存入後台資料庫，減少老師的教學負擔，使其能更專注於動作指導與學習成效提升。此外，AI 影像辨識技術搭配動作檢測與回饋系統，能即時分析學生的動作表現、偵測姿勢錯誤，並提供即時回饋，使學生能迅速修正動作，也能確保學生在學習過程中，對動作操作的正確性與安全性。因此，透過 AI 影像辨識技術於健身課程中實施，學生可以從自動化動作分析與回饋機制，提升訓練效果與學習體驗，期望為體育教學帶來更科學化與個人化的學習模式。

本課題採用 YOLOv8、YOLO Pose (Rahati & Rahbar, 2022)、OpenCV (Kwon & Kim, 2022) 進行人體關節點偵測，該技術能夠提供各關節點的 (x, y) 座標資訊，進而用於姿勢分析與動作評估。使用 OpenCV 負責即時影像讀取與處理 (real-time processing)，透過其 `cv2.VideoCapture` 函式來讀取攝影機影像，並進行影像前處理，如灰階轉換、降噪與邊緣檢測，確保輸入影像的品質，使 YOLO Pose 能夠更準確地偵測人體關節點。OpenCV 還能進行即時影像幀率調整，確保動作辨識的流暢度，並透過 `cv2.imshow` 實時顯示分析結果，使用者能即時查看訓練數據。為了計算特定關節的角度，本課題利用 NumPy 陣列來轉換座標數值，並透過 NumPy 庫中的 `np.arctan2` 函數來計算關節之間的夾角，以獲取弧度 (radians) 值 (Agrawal et al., 2020)。舉例來說，若需計算髖關節角度，則需使用：肩關節的 (x, y) 座標、髖關節的 (x, y) 座標和膝關節的 (x, y) 座標，並透過公式 (2) 計算肩關節到髖關節的向量與肩關節到膝關節的向量之間的夾角。我們使用反正切 (`arctan2`) 函數，該函數接受這兩個向量的 y 座標與 x 座標的差值，並返回兩向量之間的夾角 (以弧度為單位)，進一步轉換為角度來評估動作準確性。此方法不僅能夠準確分析動作角度，還能即時提供數據，作為訓練過程中的即時回饋依據，幫助學生修正姿勢並提升運動表現。

$$\arctan(n) = \tan^{(-1)}(n) \quad (1)$$

其中 \tan 代表正反切函數。

$$\text{radians} = \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \quad (2)$$

其中輸入的關節點 x, y 座標。公式 (2) 計算了兩個向量之間的角度，使用反正切函數 [公式 (1)] 來計算，接著把弧度值 (radians) 轉為角度值 [公式 (3)]。

$$\text{angle} = (\text{radians} \times 180.0 / \pi) \quad (3)$$

將弧度值轉換為角度值的公式 (3)。將弧度值乘以 180.0 再除以 π (π)，即可獲得以角度表示的值。透過上面的計算關節角度的方法計算出各個關節角度並且顯示在影像上，並且為了確認 Yolo Pose 的關節角度計算正確，必須要針對影片的每一幀進行辨識人體姿態辨識以確保角度持續計算。使用上述方法可以讓教練透過分析後的影像去和學員做動作架構解說和關節變化的重點。以二頭彎舉 (Biceps Curl) 動作為例，假如欲知道手肘關節的角度則要利用手腕關節座標點和肩膀的座標點來進行向量運算來計算手肘彎曲程度，這樣的數據可以幫助學生理解正確動作範圍，提高訓練效率降低傷害風險。

一、前置設定

為了確保教學過程順利進行，學生需在課程開始前透過手機或電腦進入影像辨識系統進行設定。學生需先完成註冊(如圖 1 所示)再來到前置設定(如圖 2 所示)輸入學號、選擇訓練動作，並設定重量、組數與次數，確保系統能完整記錄其訓練內容，並同步至後台資料庫，以利老師檢查並且給予回饋。

圖 1

系統註冊頁面



註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

圖 2

系統前置設定頁面

註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

此外，老師需在課前透過後台上傳動作示範影片與教學要領，讓學生能在課堂或課後反覆觀看與學習，以加強動作理解與熟練度。教師亦可透過後台匯出 Excel 表格，檢視各學生的練習狀況，包括完成度、訓練數據與錯誤動作頻率，作為後續教學調整的依據。

二、教學實務應用

為了提升學生對訓練動作的理解，老師在課堂初期將講解動作要點，並透過動作拆解教學，將完整訓練動作分解為不同步驟，以幫助學生更快速掌握關鍵技術要領。例如，針對二頭彎舉 (Bicep Curl) 訓練，老師可拆解為起始站姿、核心穩定、手肘關節彎曲至適當角度、再度還原等步驟，使學生能夠依序掌握正確動作模式，也能避免運動傷害。接下來在課堂練習與即時回饋，當學生進行動作練習時，老師需巡視並檢視學生的表現，針對錯誤姿勢提供個別化指導，同時，學生的手機或電腦將透過影像辨識系統自動監測訓

練動作，並記錄其動作表現，確保學生完成指定的練習內容。此外，系統可根據關節角度、移動軌跡和運動次數，記錄學生的訓練質量。

基於此，學生在自主練習與課後練習都可以針對較不熟練的動作進行額外的練習，以利改善關節控制與穩定性，對於適當的訓練負荷與進步標準，學生可透過影像辨識系統上傳自主訓練影像，系統將自動分析並顯示動作正確與否，使學生能夠進行持續性學習與動作修正。

三、資料儲存方式

在開發系統期間，資料儲存的安全性與結構化設計始終是核心考量。針對用戶註冊與資料保存，系統採用哈希格式加密技術，確保所有密碼皆以不可逆的雜湊 (hash) 形式儲存於資料庫。根據程式碼實作，當新用戶註冊時，後端會先利用 `bcrypt.generate_password_hash` 方法將明文密碼轉換為加密雜湊值，並以 UTF-8 格式儲存。此過程不僅提升密碼安全性，也降低資料外洩的風險，因為即使攻擊者取得資料庫內容，也無法直接還原原始密碼。系統會將加密後的密碼長度與部分雜湊內容記錄於日誌，便於後續稽核與除錯，強化整體資訊安全管理。資料庫設計方面，系統以關聯式資料庫為基礎，並透過 UML 圖明確規劃各資料表之間的關聯。核心 `users` 資料表負責儲存用戶帳號、加密密碼與角色資訊，並以 `user_id` 作為主鍵，串聯至多個功能模組。`user_progress` 表則以一對一關係記錄每位用戶的學習進度與經驗。

值，確保進度資料的獨立性與完整性。針對遊戲化學習模組，`user_game_progress`、`user_completed_levels` 等多個資料表負責追蹤用戶在不同關卡的表現與成就，這些資料表之間以一對多關係串聯，便於細緻化分析用戶行為。

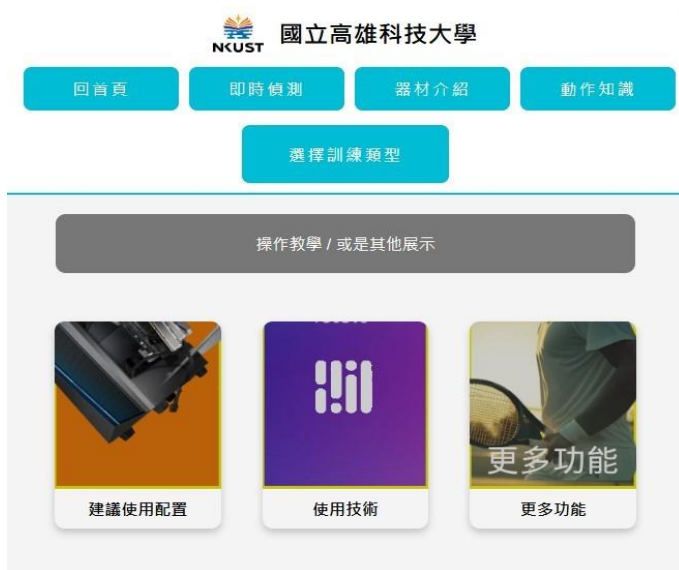
肆、教學方法

一、系統介面

本研究所開發的 AI 影像辨識系統（如圖 3 所示）提供學生關於健身課程的教學，其中包含及時偵測、器材介紹、動作知識、選擇訓練類型等功能。

圖 3

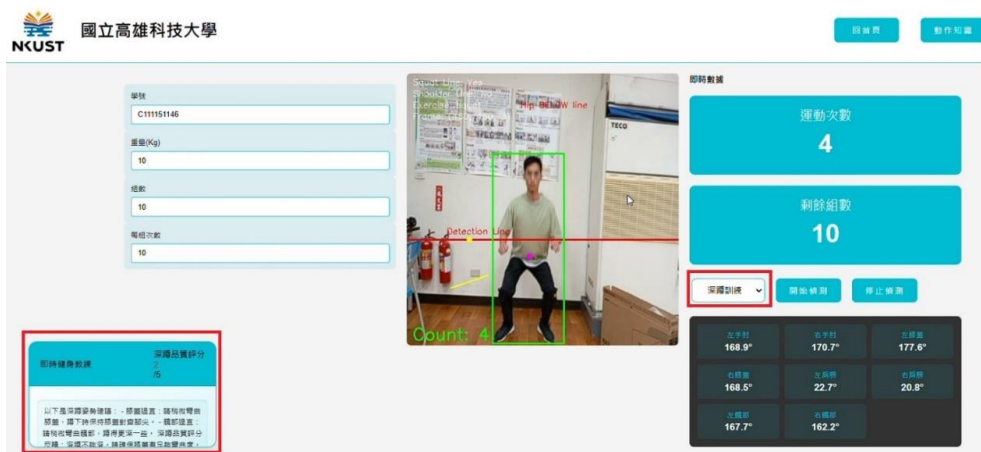
系統首頁面



註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

學生可以透過介面選擇訓練動作、設定訓練負荷(重量、組數、次數)、並選擇適合的動作檢測方式：在檢測頁面上(如圖4所示)，學生可以隨時查看自身的動作表現、關節角度變化，以及完成次數，確保訓練過程符合預期目標。系統會根據不同動作模式繪製一條標準線，該標準線作為正確動作的參考指標，幫助學生判斷自己的動作是否符合該動作正確關節角度。當動作錯誤或關節角度未達標準時，系統將不予計算該次動作，並提供關節角度數據與動作統計。此外，左下角有回饋介面，及時根據影像數據分析來回饋資訊，讓學生可以透過影像數據分析和回饋資訊來知道自身姿勢是否符合標準 (Jaiswal et al., 2023)。學生可以在比對標準動作或透過老師指導進行調整。這種即時數據回饋機制有助於學生掌握自身動作狀況，進一步提升學習效果與動作控制能力，降低受傷風險，並增強訓練過程的理解與自我調整能力。

圖 4
檢測頁面



註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

在動作檢測頁面上會顯示學生的目前執行動作、完成次數、關節角度的變化 (如圖 5 所示)，讓學生可以馬上了解自己動作是否合格。檢測頁面也包含運動次數統計與剩餘組數顯示，幫助學生規劃當前訓練進度 (Dedhia et al., 2023)。此外，老師可透過後台監控學生的動作執行情況，並根據學生的關節角度數據提供個別化指導，確保每位學生都能達到最佳訓練效果。此 AI 影像辨識輔助教學系統不僅能提升運動學習的精準度與效率，也為學生帶來更具互動性與個人化的學習體驗。

圖 5

訓練量設定與關節角度的變化

The screenshot displays the system's interface for setting training parameters and monitoring joint angles. On the left, a form allows users to input student ID, weight, number of sets, and repetitions. On the right, a dashboard shows real-time statistics and a table of joint angles.

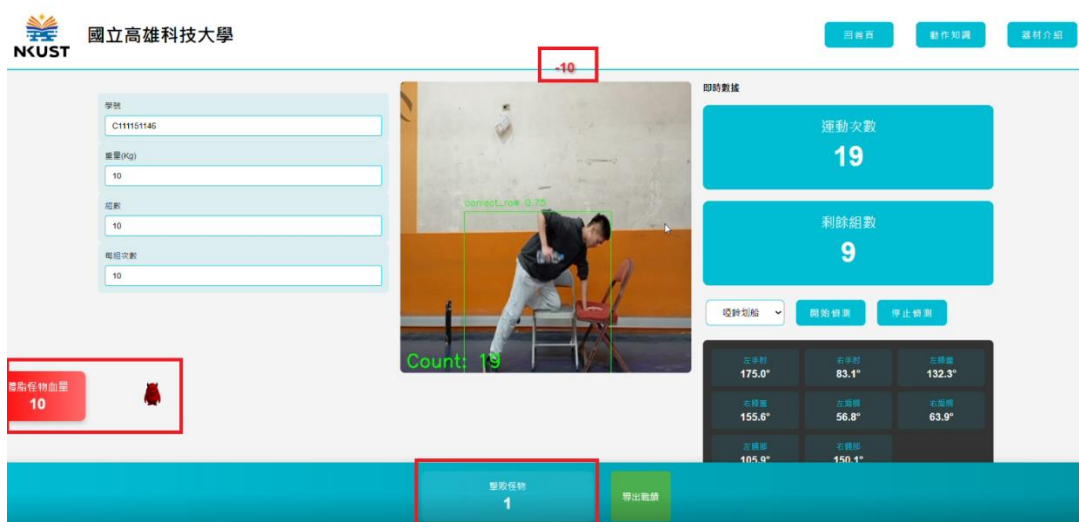
即時數據									
運動次數 4									
剩餘組數 10									
<input type="button" value="深蹲訓練"/> <input type="button" value="開始檢測"/> <input type="button" value="停止檢測"/>									
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>左手肘 168.9°</td> <td>右手肘 170.7°</td> <td>左膝蓋 177.6°</td> </tr> <tr> <td>右膝蓋 168.5°</td> <td>左肩膀 22.7°</td> <td>右肩膀 20.8°</td> </tr> <tr> <td>左腰部 167.7°</td> <td>右腰部 162.2°</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	左手肘 168.9°	右手肘 170.7°	左膝蓋 177.6°	右膝蓋 168.5°	左肩膀 22.7°	右肩膀 20.8°	左腰部 167.7°	右腰部 162.2°	
左手肘 168.9°	右手肘 170.7°	左膝蓋 177.6°							
右膝蓋 168.5°	左肩膀 22.7°	右肩膀 20.8°							
左腰部 167.7°	右腰部 162.2°								

註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

此外，為了提升學習動機與趣味性，系統在左下方設置了一個互動式怪物機制，當學生完成一個動作時，系統將對怪物進行扣血，直至完全擊敗怪物。此設計不僅增加了學習的遊戲化體驗 (Gamification) (如圖 6 所示)，也能激勵學生保持訓練動力，提高課程參與度。

圖 6

Gamification 互動體驗

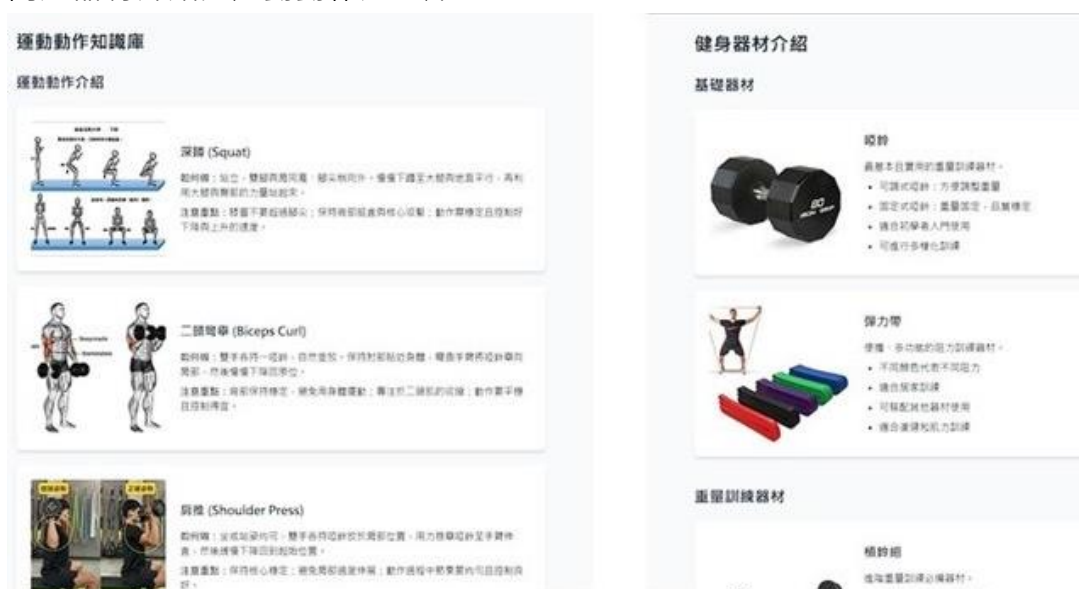


註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

為了讓學生能夠更深入了解健身運動的相關知識，本系統內建器材介紹與運動動作知識庫（如圖 7 所示），讓學生在不確定如何進行訓練時，能夠隨時查閱並獲取正確的資訊，以提升學習效率與訓練品質。

圖 7

內建器材介紹與運動動作知識庫



註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

在課程討論部分（如圖 8 所示），提供師生互動的學習環境，使學生能夠主動參與討論、分享自身的運動經驗與學習心得。教師可在此發起討論主題，學生則可回應問題、交流訓練心得，進而深化對健身相關概念的理解。學生可在討論區回覆問題、提出自己的運動經驗，或是向老師與同學詢問健身相關問題，促進知識交流。

老師也可根據學生的回應提供進一步的補充與建議，例如說明不同訓練方法的優勢，或提供更精確的技術指導，幫助學生建立正確的健身概念（何立安，2016）。

圖 8
課程討論區



註：圖為作者開發之系統畫面截圖。

伍、結語

本系統設計與校內老師共同探討健身動作控制、運動觀念與姿勢矯正等關鍵議題，這些仍然是需要長期優化的重要課題。隨著 AI 技術與動作辨識系統的發展，其在運動教學中的應用日趨成熟，能夠提供即時回饋，協助學生理解與改善動作表現。然而，運動學習不僅涉及動作的準確性，還關乎個體的身體條件、協調能力及適應性，因此，老師在教學中的角色不只是提供指導，更負責課程規劃、適性調整與學習監督，確保訓練的有效性與安全性。

透過應用 YOLOv8 動作辨識 (Zhang et al., 2022) 與 YOLO Pose 技術，可進一步輔助教師提升運動訓練的結構化與精確度。學生能夠錄製與儲存訓練影像，進行回顧與反思，以降低受傷風險並強化動作學習的正確性。該技術使老師能夠透過視覺化的方式更直觀地講解動作要領，學生也能透過即時回饋系統清楚掌握自身動作的不足與改進方向，從而提高訓練效率。

本系統程式輔助運動教學能有效提升學生的學習體驗與訓練成效，並提高學習滿意度與教學效率。透過技術輔助，老師能夠掌握學生的學習進度，並根據學習者的個別需求進行調整，而學生則能在科技支持的環境下自主調整訓練策略，進一步提升運動表現與技能發展。這樣的協作模式不僅讓學生獲得更精確的學習回饋，也確保了教學的靈活性與全面性，使科技與體育教學相輔相成，共同打造更完善的運動學習體驗。

- 何立安 (2016)。肌力訓練的個人化動作學習方法。 *運動教練科學* , 44 , 93-104 。
<https://doi.org/10.6194/SCS.2016.44.10>
- 吳宮頡 (2014)。 *阻力訓練與有氧訓練對身體組成和能量代謝之影響* [未出版之碩士論文]。國立屏東教育大學。
- 侯堂盛、林晉榮 (2006)。肌力訓練對健康提昇與身體適應之探討。 *嘉大體育健康休閒期刊* , 5(4) , 28-34 。 <https://doi.org/10.6169/NCYUJPEHR.5.04>
- Agrawal, Y., Shah, Y., & Sharma, A. (2020, April). *Implementation of machine learning technique for identification of yoga poses*. In 2020 IEEE 9th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), Gwalior, India, pp. 40-43.
<https://doi.org/10.1109/CSNT48778.2020.9115758>
- Dedhia, U., Bhoir, P., Ranka, P., & Kanani, P. (2023, September). *Pose estimation and virtual gym assistant using MediaPipe and machine learning*. In 2023 International Conference on Network, Multimedia and Information Technology (NMITCON), Bengaluru, India, pp. 1-7.
<https://doi.org/10.1109/NMITCON58196.2023.10275938>
- Jaiswal, A., Chauhan, G., & Srivastava, N. (2023). *Using learnable physics for real-time exercise form recommendations*. In Proceedings of the 17th ACM Conference on Recommender Systems (RecSys '23).
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.07221>
- Kwon, Y., & Kim, D. (2022). Real-time workout posture correction using OpenCV and MediaPipe. *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, 20(1), 199-208. <https://doi.org/10.14801/jkiit.2022.20.1.199>
- Rahati, A., & Rahbar, K. (2022). Sports movements modification based on 2D

joint position using YOLO to 3D skeletal model adaptation. *Journal of AI and Data Mining*, 10(4), 549–557.
<https://doi.org/10.22044/jadm.2022.11975.2344>

Zhang, S., Chen, W., Chen, C., & Liu, Y. (2022). *Human deep squat detection method based on MediaPipe combined with Yolov5 network*. In Proceedings of the 41st Chinese Control Conference (CCC), Hefei, China, pp. 6404–6409. <https://doi.org/10.23919/CCC55666.2022.9902631>