

智慧坐姿全方位監測與分析系統

專題編號：113-CSIE-S001

執行期限：112 年第 1 學期至 113 年第 1 學期

指導教授：郭忠義

專題參與人員：110810006 林君曆

110590032 詹採晴

一、摘要

本專題旨在解決現有坐姿監測系統中的問題，如監測的設備不易取得、正確坐姿標準不明等。我們依照明確的人體工學標準拍攝資料集，使用姿態估計模型提取人體關鍵點，用以訓練坐姿分類模型，並整合於手機應用程式中。有別現存系統，我們將坐姿的分類拆分至身體五個部位各別判定姿勢，有助使用者調整坐姿。應用程式將提供坐姿分析圖，並且新增、優化更多的功能，如錯誤姿勢警報、久坐提醒、好友坐姿分數排名等，提高使用者體驗以及普及正確坐姿的健康觀念。

關鍵詞：姿態估計、機器學習與應用、手機應用程式開發。

二、坐姿分類模型訓練步驟及方法

(一) 確定人體工學和工作環境的標準

綜合知名醫學健康知識網站的建議，作為資料集拍攝、模型分類類別的依據。以下圖 1 為人體工學坐姿定義示意圖。

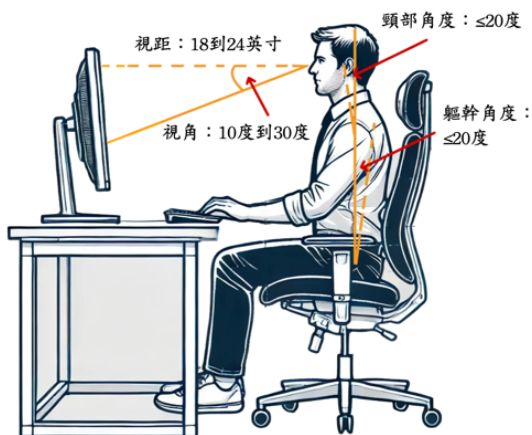


圖 1. 基於人體工學的健康坐姿定義

(二) 拍攝訓練、驗證、測試資料集

資料集涵蓋四位受試者、四種不同的環境下拍攝，包括教室、學生餐廳以及兩個家庭環境。使用手機搭配自拍架固定與地面垂直 90 度、受試者正左側進行拍攝，以確保視角的一致性。

拍攝方式是將五個身體部位的不同姿勢類別進行組合，共產生 108 種不同的姿勢組合。這種方法確保坐姿樣本的多樣性，提供模型訓練更全面的資料。資料集數量總計為頭部 660 張、頸部 658 張、肩膀 680 張、軀幹 767 張、腿部 652 張。

(三) 資料提取與預處理

使用 MoveNet 模型提取每張影像的關鍵點資訊及信賴指數，接著剔除信賴指數為離群值的資料。

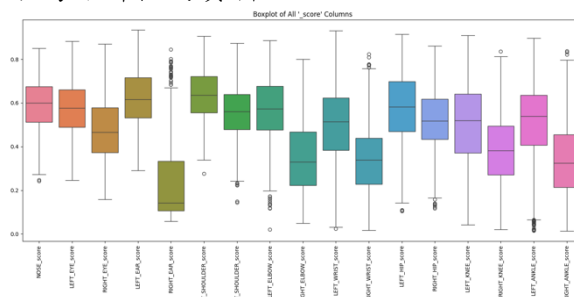


圖 2. 各部位信賴指數箱型圖分佈

(四) 利用電腦計算角度，重新歸類姿勢

角度計算為以下兩向量的夾角。

軀幹角度：髖部到肩膀、垂直方向向量

頸部角度：肩膀到耳朵與垂直方向向量

頭部角度：耳朵到眼睛與水平方向向量

(五) 訓練分類模型，優化神經網路參數

使用全連接神經網路作為分類器，將關鍵點特徵標準化後產生的特徵向量中，挑選對該部位影響較大的特徵嵌入至神經網路，以提高模型的準確率，以下為模型架構圖。

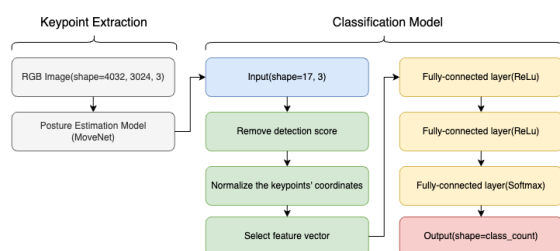


圖 3. 模型架構圖

三、模型訓練實驗結果

以下為最終挑選作為神經網路輸入的特徵向量，整體擁有良好的準確率。

- 軀幹：17 個人體座標
- 腿部：髌部、膝蓋、腳踝座標
- 頭部：鼻子、左眼、左耳、左肩座標
- 頸部：左耳、左肩關鍵點座標
- 肩膀：鼻子、左眼、左耳、左肩、左手肘、左手腕座標

表 1. 坐姿分類模型綜合實驗結果

指標	軀幹	腿部	頭部	頸部	肩膀
Weighted Precision	0.97	0.86	0.82	0.90	0.86
Weighted Recall	0.97	0.86	0.77	0.86	0.83
Weighted f1-score	0.97	0.86	0.77	0.86	0.83
Accuracy	0.97	0.86	0.77	0.86	0.83

四、極端場景的測試

本專題另外分別針對光線、衣服顏色、衣服寬鬆對模型做測試，共有四種場景

- 光線昏暗衣服顏色辨識度高且貼身
- 光線昏暗衣服顏色辨識度低且貼身
- 光線明亮衣服顏色辨識度低且貼身
- 光線明亮衣服顏色辨識度高且寬鬆

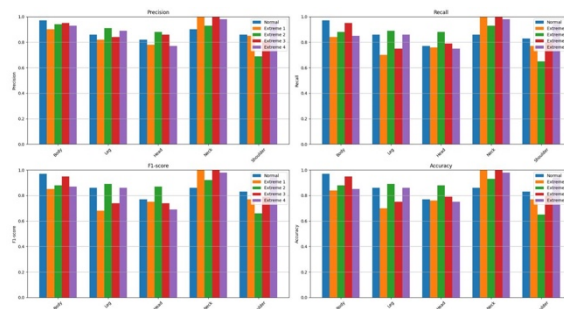


圖 4. 一般場景與極端場景模型結果對照

五、系統介面與功能

APP 以 iOS 系統為主，以 Swift, SwiftUI 開發。後端使用 FastAPI、資料庫使用 MySQL。以下圖 5 為系統架構及手機應用程式功能設計。

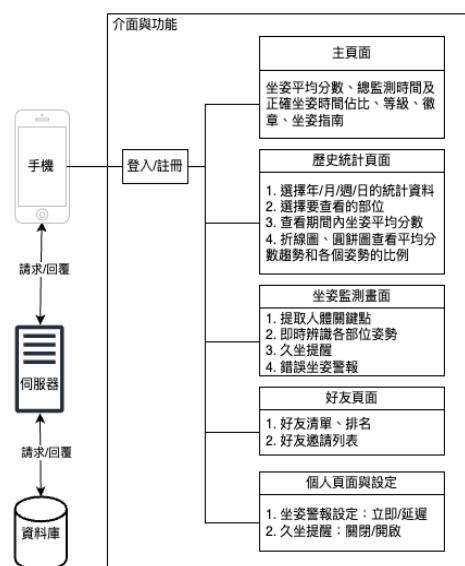


圖 5. 系統架構與功能

六、結論

本專題結合了各系統與研究的優勢，開發出一套更全面且功能完整的坐姿監測系統，提高了普及性。分類模型也具有不錯的準確率，在不同極端場景測試條件下，準確率普遍沒有太大的下滑。可見本次的專題研究中，有效解決及優化相似系統中的缺陷與不足。

七、参考文献

- [1] Szczygieł, E., Zielonka, K., Mętel, S., & Golec, J. (2017). Musculo-skeletal and pulmonary effects of sitting position - a systematic review. *Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM*, 24(1), 8–12.
<https://doi.org/10.5604/12321966.1227647>
- [2] GBD 2021 Low Back Pain Collaborators (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990-2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet. Rheumatology*, 5(6), e316–e329.
[https://doi.org/10.1016/S2665-9913\(23\)00098-X](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00098-X)
- [3] Wan, Q., Zhao, H., Li, J., & Xu, P. (2021). Hip Positioning and Sitting Posture Recognition Based on Human Sitting Pressure Image. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(2), 426.
<https://doi.org/10.3390/s21020426>
- [4] Min, W., Cui, H., Han, Q., & Zou, F. (2018). A scene recognition and semantic analysis approach to unhealthy sitting posture detection during screen-reading. *Sensors*, 18(9), 3119. <https://doi.org/10.3390/s18093119>
- [5] linyiLYi. (2022) pose-monitor. [GitHub repository] . Retrieved from <https://github.com/linyiLYi/pose-monitor/tree/release> (accessed Sep. 29, 2024)
- [6] CHUNG-HAO. (2023) DoraReducator. [GitHub repository] . Retrieved from <https://github.com/DoraReducator/DoraReducator> (accessed Sep. 29, 2024)
- [7] Lauren Polivka. Posture in the Workplace. Retrieved from <https://videocast.nih.gov/pdf/wlc062210.pdf> (accessed Sep. 29, 2024)
- [8] Anne Asher.(2023) How to Improve Your Upright Sitting Posture. Retrieved from <https://www.verywellhealth.com/how-to-sit-with-good-posture-296781> (accessed Sep. 29, 2024)
- [9] Jennifer Huizen. (2023) Sitting positions for good posture. Retrieved from <https://www.medicalnewstoday.com/articles/321863> (accessed Sep. 29, 2024)
- [10] George Caste. (2022) Best Ways to Sit with Lower Back Pain (from an Ergonomist) Retrieved from <https://ergonomictrends.com/best-ways-to-sit-with-back-pain/> (accessed Sep. 29, 2024)
- [11] flexispot. (2022) Ergonomic Guide: The Ideal Sitting Position at Work. Retrieved from <https://www.flexispot.com/spine-care-center/ergonomic-guide:-the-ideal-sitting-position-at-work/> (accessed Sep. 29, 2024)
- [12] Wilke, H. J., Neef, P., Caimi, M., Hoogland, T., & Claes, L. E. (1999). New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine*, 24(8), 755–762.
<https://doi.org/10.1097/00007632-199904150-00005>