**中 國 文 化 大 學**

**資 訊 工 程 學 系**

**資 訊 系 統 專 題**

**跑步前後熱身與伸展動作指導**

**學 生：沈 柏 偉**

**王 翌 權**

**傅 俊 瑋**

**指導教授：林 世 崧**

**中 華 民 國 106 年 5 月**

**跑步前後熱身與伸展動作指導**

**專題學生：沈柏瑋、王翌權、傅俊瑋**

**指導教授：林世崧 博士**

**中國文化大學 資訊工程學系**

**摘要**

本研究旨在透過電腦視覺技術，建構一套能自動判斷熱身與收操動作準確性的系統，以提升運動安全性與訓練品質。

本系統採用Google的MediaPipe框架進行骨架辨識，透過攝影機擷取使用者影像並即時比對關節節點座標。若使用者動作偏離標準姿勢，系統將即時回饋提示進行修正。

透過本研究，期望能降低因錯誤熱身或收操所導致的運動傷害，並為個人化居家運動監控系統提供技術基礎與發展方向。

**關鍵詞**：機器學習、MediaPipe、姿勢辨識、電腦視覺、行動應用程式

指導教授 (簽名)

**Pre-Run and Post-Run Stretching and Warm-up Guidance**

**Student: Po-Wei Shen, Yi-Chuan Wang, and Chun-Wei Fu**

**Advisor: Prof. Shih-Sung Lin**

**Department of Computer Science and Information Engineering**

**Chinese Culture University**

**ABSTRACT**

This study aims to develop an intelligent assistance system capable of automatically evaluating the accuracy of users’ warm-up and cool-down exercises through computer vision and machine learning technologies, with the goal of enhancing exercise safety and training quality.  
 The system adopts Google's MediaPipe framework for skeletal keypoint detection. When a user's movement deviates from the standard posture, the system provides real-time visual and auditory feedback to guide posture correction.  
 In addition, the study incorporates machine learning techniques to train a motion classification model, thereby improving the accuracy of pose recognition and the intelligence of feedback judgment.

**Keywords:** Machine Learning, MediaPipe, Pose Recognition, Computer Vision, Mobile Application

**目錄**

**表目錄**

**圖目錄**

# 研究動機與目的

## 研究背景

隨著運動風氣日益盛行，跑步成為大眾最常見的有氧運動之一 [1]。然而，許多民眾在運動前後常忽略熱身與伸展的重要性，導致肌肉拉傷、關節不適甚至運動傷害的風險增加 [2]。正確且完整的熱身與收操動作不僅能提升運動表現 [3] [4] [5]，更可有效預防運動傷害、促進身體恢復 [2]。

過往教學多仰賴教練或課程現場指導，受時間與場地限制，難以長期且持續地監督學習者的動作正確性。隨著人工智慧與影像辨識技術進步，透過手機鏡頭進行姿勢辨識與動作指導已成為可行解決方案。特別是 Google 推出的 MediaPipe 框架，提供即時人體骨架偵測能力，為運動科技應用帶來新的可能性。

本研究結合手機平台、Python [6]影像處理與姿勢分析技術，開發一套可即時判斷跑步前後動作正確性的 APP，提供使用者個人化、可視化的動作回饋，協助養成正確運動習慣，進而降低運動傷害風險。

## 研究動機

在過去的體育課和社團練習中，我們常常會發現自己或同學可能出於懶惰亦或是覺得不影響表現，在跑步前沒有做好充分的熱身，跑完之後也經常省略了收操。剛開始可能沒什麼感覺，但久了之後就會出現像是腳踝痠痛、膝蓋不舒服、甚至拉傷等情況，若是情況比較輕微倒還好，情況嚴重時還會影響到接下來幾天的日常生活。那時還以為是運動量太大或自己能力不足而已。但隨著年齡成長，逐漸接觸到競技運動和運動傷害的預防後才了解到原來這些運動傷害是可以被避免的，而方法就是當初我們覺得不重要甚至是覺得無所謂的熱身和收操伸展。

不過，雖然我們已經瞭解熱身與收操的重要性，但絕大部分的人都不知道怎麼做才是正確的動作，或是做無效的動作，不僅沒有熱身或伸展到，往往還在每次的練習前後反覆地做，不僅浪費了大把的時間，還有增加受傷率的風險。因此，我們想設計出一個APP，協助即使沒有經驗的使用者也能透過系統的提醒和校正進行正確的熱身與練後伸展動作，建立大眾建立預防運動傷害的意識，降低運動傷害的風險。在運動後也能正常的生活，避免被運動傷害的所帶來的病痛所苦!

## 研究方法

為實現一套能即時辨識並指導跑步前後熱身與伸展動作的系統，本研究依開發流程將整體方法分為四個階段：首先，建立以 MediaPipe 為核心的姿勢辨識模組，用於蒐集動作資料並擷取骨架關鍵點資訊；接著，運用機器學習方法訓練判斷模型，以區分正確與錯誤的動作執行；第三階段為跨平台行動裝置應用程式的開發與使用者介面設計，實作即時互動功能；最後進行系統整合與實地測試，驗證系統功能與使用成效。各階段研究方法詳述如下：

### MediaPipe 姿勢辨識模組的建立

本研究首先透過Python語言結合MediaPipe套件，建立骨架偵測系統，作為整體系統的基礎。MediaPipe中的pose模組具備高效的人體姿勢辨識功能，能即時偵測人體33個關鍵點（如肩膀、膝蓋、腳踝等）並輸出其二維或三維座標。研究中以跑步活動前後常見的熱身與收操動作作為重點，設計一系列標準動作流程，並請受測者執行這些動作以進行資料蒐集。

藉由對影像資料的處理，擷取每個動作中的關節夾角、肢體相對位置與關鍵點運動軌跡，轉換為具代表性的數值特徵。這些資料將被整理成結構化的姿勢資料集，區分不同動作類型與正確與否的標記，作為後續機器學習模型訓練與動作判斷的依據。透過這樣的資料準備過程，可有效提升系統對不同使用者動作的辨識能力與判斷準確性。

### 機器學習模型訓練

本研究將透過MediaPipe擷取的姿勢數據進行前處理與標註，建立具備分類意義的動作資料集。蒐集的數據會依據每一筆對應的動作範例，由專業運動指導或參考正確動作規範進行手動標記，明確區分為「正確」與「錯誤」動作類別，亦可細分為不同錯誤類型（如角度不足、動作不完整、順序錯誤等），以提升模型學習的精準度。接著，導入機器學習方法，如K最近鄰（K-Nearest Neighbors, KNN）、支持向量機（Support Vector Machine, SVM）或基礎神經網路模型（如多層感知器 MLP），進行模型訓練與驗證。訓練過程中，模型將學習各動作在正確與錯誤執行下的關節角度範圍與空間關係特徵，以建立姿勢判斷的分類依據。

完成訓練後的模型具備動作識別與分類能力，能即時判斷使用者執行的動作是否符合標準，並根據偵測結果提供具體的回饋建議，例如指出「彎腰角度不足」或「手部高度過低」等常見錯誤。為提升使用者理解與學習效率，系統同時設計一套動作完成度或準確度的評估邏輯，透過關節角度與關鍵點相對位置的比對，量化使用者執行動作的標準程度。此準確度指標不僅能作為判斷依據，也能提供視覺化的分數或圖表，使使用者得以清楚掌握自身表現，並依據建議調整姿勢，以達到正確、安全的運動效果。

### APP 端開發與使用者互動設計

開發一款支援 Android 及 iOS 跨平台的行動裝置應用程式，以擴大使用族群並提升系統可近性。考量到一般使用者普遍僅使用手機操作，系統設計強調便利性與無需額外設備，使用者可直接透過手機內建的前置鏡頭進行姿勢擷取與分析，免除外接鏡頭的設定與攜帶不便，降低使用門檻並提升實用性。

在應用程式介面（UI）設計上，注重簡潔清晰與直覺化操作。使用者可於主畫面選擇「熱身」或「收操」模式，進入對應頁面後，系統會提供標準動作示範影片或動畫，作為動作執行前的學習參考。操作過程中，APP會即時開啟鏡頭並結合MediaPipe與已訓練的姿勢判斷模型，辨識使用者當前的姿勢資訊，並與標準動作進行比對。

除了基本的準確度回饋系統外，APP更設計「每次動作分析」的即時互動機制，在使用者完成一次動作後立即給予分析結果，包含動作完成度評分、關節角度偏差指標與具體的修改建議。這些回饋資訊將以圖像與文字形式顯示於畫面上，必要時也可搭配語音播報，提供聽覺提示，如「請提高手臂」、「膝蓋彎曲不足」等，引導使用者進行即時調整。

透過這樣的設計，應用程式不僅具備監控與矯正功能，亦能作為互動式學習與訓練輔助工具，有助於提升運動安全性與運動成效，並鼓勵使用者養成正確的熱身與收操習慣。

### 系統整合與測試驗證

將MediaPipe模組、機器學習判斷模型與APP前端功能進行整合，建構出一套具備即時姿勢偵測、準確度判斷與互動式回饋的完整系統。整體系統能於使用者操作時啟動前鏡頭，透過MediaPipe擷取動作資訊，並結合訓練好的模型分析其動作是否符合標準。為驗證系統的實用性與穩定性，安排多位實際使用者作為測試對象，請其依指示執行特定的熱身與收操動作。系統將即時回饋其動作準確度，並記錄各項分析結果。後續透過訪談方式蒐集使用者在操作過程中的體驗與意見，同時統計動作判斷模型的準確率與誤判情形，以評估整體系統的可用性、準確性與使用者接受度，做為後續優化與功能改進之依據。

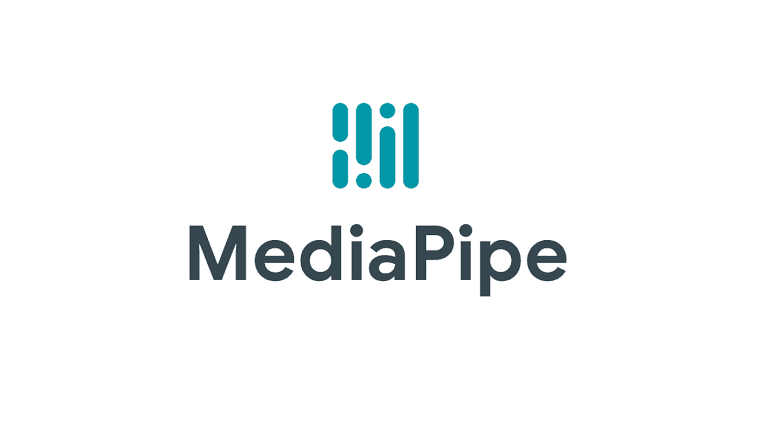
## 研究目的

本研究透過機器學習使系統能辨識出使用者的收操及伸展動作，目標為建立行動裝置的APP，讓使用者不必外接鏡頭，直接開啟內建的前置鏡頭即可進行辨識。

# 文獻與技術探討

本研究整合多種程式語言與開發工具，開發一套可即時提供跑步前後熱身與伸展動作指導的輔助系統。系統透過攝影機擷取使用者的動作影像，並利用AI姿勢辨識技術，即時分析與比對使用者的動作是否正確執行，進而提供回饋與指導，協助使用者降低運動傷害風險，並提升熱身與收操動作的品質與效率。為實現此功能，本系統主要採用Python作為開發語言，並搭配Google所推出的MediaPipe框架進行人體姿勢關鍵點辨識，最終部署於行動裝置端，實作一款輕量化、易於使用的動作輔助系統。以下將詳細說明各項核心技術與應用工具的選擇與應用方式。

## MediaPipe



**圖 2.1 MediaPipe**

MediaPipe是由Google開發的跨平台框架，專門用於建構多媒體機器學習管線（Media ML pipelines），尤其擅長於影像與影片的即時處理與分析。它支援多種應用，包括人臉偵測、手部追蹤、人體姿勢辨識、物體偵測等，並可應用於手機、桌面與Web等不同平台。

### 核心特色

#### 跨平台支援

可運行於 Android、iOS、Web（透過 JavaScript）與桌面（Python、C++）。

#### 即時運算能力

適合建構需要高效即時反應的應用，如動作辨識或互動系統。

#### 模組化架構

提供各種預訓練模型（例如 BlazePose、BlazeFace、Hands），也可自由串接處理模組。

#### 輕量高效

即使在行動裝置上也能進行即時姿勢估測，效能良好。

### 主要應用模組

#### Pose

偵測人體的33個關鍵點（關節與骨架位置），可用於運動姿勢評估、舞蹈分析等。

#### Hands

偵測雙手21個關鍵點，適用於手勢辨識、人機互動。

#### Face Mesh

偵測臉部468個精細特徵點，可用於臉部濾鏡、表情識別。

#### Holistic

結合Pose、Hands、Face模組，可進行全身關鍵點偵測與同步分析。

## 一張含有 美工圖案, 圖形, 符號, 卡通 的圖片 AI 產生的內容可能不正確。Python

**圖 2.2 Python**

Python 是一種高階、直譯式的程式語言，自 1991 年由 Guido van Rossum 開發以來，憑藉其語法簡潔、結構清晰與可讀性高的特性，迅速成為軟體開發與科學研究領域中廣泛應用的語言之一。其設計哲學強調「可讀性比執行效率更重要」、「簡潔勝於複雜」，使得 Python 非常適合快速開發、測試與原型建構，尤其受到學術界與初學者的喜愛。

Python的應用領域極為廣泛，涵蓋人工智慧（AI）與機器學習（ML）、資料分析與視覺化、網頁開發、自動化流程控制、嵌入式系統開發、電腦視覺（Computer Vision）、自然語言處理（NLP）、以及多媒體處理與遊戲開發等。其中，在AI與資料科學領域，Python幾乎是業界與學界的首選語言，主要歸功於其龐大且成熟的函式庫與工具生態系，如TensorFlow、Keras、PyTorch、scikit-learn、NumPy、Pandas、Matplotlib等。

在教育層面，Python 因其語法類似自然語言、邏輯結構清楚，廣泛被中學、大學甚至研究所作為程式設計的入門語言。根據多項程式語言排名（如 TIOBE、Stack Overflow 開發者調查），Python 長期位居全球前幾名，顯示其在開發者社群中的高度活躍與接受度。

Python 同時具備跨平台特性，可於 Windows、macOS、Linux 等多種作業系統上執行，並支援多種開發框架與 API 整合，使其成為建構應用程式與系統的理想選擇。在本專題中，Python 作為主要開發語言，負責整合攝影機影像擷取、人體姿勢關鍵點辨識、關節角度計算、邏輯判斷與回饋機制等功能，充分展現其靈活、強大且高效的開發潛力。

總結而言，Python 不僅是一種適合學習與教學的語言，更是一套功能完整、社群資源豐富的實務工具，無論在學術研究或應用系統開發中，皆能發揮關鍵性作用。

## Flutter

一張含有 圖形, 螢幕擷取畫面, 平面設計, 鮮豔 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

**圖 2.3 Flutter**

本專題採用 Flutter 作為跨平台行動應用程式的使用者介面開發框架，並結合 Python 作為後端邏輯核心，透過平台通訊方式進行前後端資料交換與互動。此架構可同時兼顧視覺介面友善性與運算邏輯的彈性與效能。

### Flutter 前端介面開發

Flutter是由Google推出的UI開發框架，使用Dart程式語言，具備高度模組化、即時預覽（Hot Reload）與原生效能的優勢。透過Flutter，開發者可快速建構一致且美觀的使用者介面，並一次部署於 Android 與iOS平台，大幅減少重複開發成本。本專題利用Flutter建立APP首頁、功能選單、動作引導介面與結果回饋頁面等功能模組。

### Python 後端動作分析模組

在後端部分，採用 Python 撰寫動作辨識與姿勢判斷邏輯。Python 擁有豐富的影像處理與機器學習套件，特別是透過 MediaPipe 套件進行人體骨架關鍵點偵測，可即時分析使用者進行的熱身與伸展動作是否正確。為實現此功能，本專題將 MediaPipe 與自定義角度演算法整合於 Python 後端模組中，負責接收前端傳來的影像資料，處理後回傳判斷結果。

### 使用平台通訊進行資料傳輸

由於Flutter與Python屬於不同執行環境，無法直接呼叫彼此的函式，因此本專題採用「平台通訊（Platform Communication）」架構，以HTTP通訊為主，建立前後端的資料傳遞機制。具體做法如下：

Flutter利用http套件將影像或關鍵點資料以POST請求方式送至本地Python伺服器（Flask或FastAPI架設）。

Python接收資料後進行姿勢判斷與角度計算，分析使用者動作是否達標。

結果經處理後，以JSON格式回傳至Flutter，並即時顯示於畫面中供使用者參考。

透過此平台通訊架構具有模組化、高擴充性與測試方便等優點，可明確區分資料流程與責任分工，使系統開發更加彈性與穩定。

## Draw.io

一張含有 字型, 圖形, 標誌, 設計 的圖片

AI 產生的內容可能不正確。

**圖 2.4 Draw.io**

draw.io（現稱為diagrams.net）是一款免費、開源的線上繪圖工具，支援流程圖、系統架構圖、資料流程圖、UML圖等各類技術圖表繪製。其介面直觀、操作簡便，並可與Google Drive、OneDrive等雲端空間整合，方便儲存與協作。

本專題使用draw.io繪製系統流程圖與資料傳遞架構圖，幫助團隊釐清系統邏輯與開發方向。

# 研究內容、方法與工作項目

在這個….中我們參考了…拍的…影片

3-1開發工具:

mediapipe…

3-2:系統架構及流程圖:

3-2-1:系統架構圖

3-2-2:放詳細流程圖

# 人力配置

為達成研究目的，本研究依各組員專長分配工作項目，如下表所示:

**表 4.1 人力配置表**

|  |  |
| --- | --- |
| 姓名 | 工作項目 |
| 王翌權 | 文獻探討與資料蒐集、熱身與收操動作分析、標準動作建立與命名、技術文件與成果彙整、APP開發整合 |
| 傅俊偉 | MediaPipe模組應用與Python系統開發、骨架姿勢偵測系統建置、姿勢資料處理與模型訓練、APP開發整合 |

# 預期成果

# 執行進度

# 參考資料