

附件 1-1：系統概述文件

編號：

中文專題名稱：Robert hand—遠端無線同步智慧手

英文專題名稱：Robert Hand—Remote Wireless Synchronized Smart Hand

一、前言

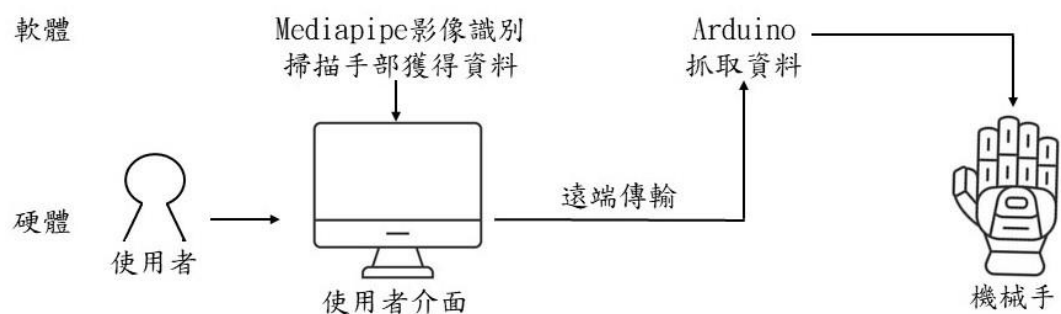
在過去幾年間，新冠肺炎疫情對全球醫療體系造成了嚴重衝擊，特別是對醫療人員而言，近距離接觸病患進行快篩或治療等，無形中增加了感染風險。同時，我們關注新聞發現近幾年有多起消防員為執行任務而殉職，以及警察在執行逮捕案等勤務時所造成的傷害或意外死亡等，可表明在應急工作環境中，受傷或發生意外的風險不容忽視。因此，我們開始探討如何減少直接接觸，並運用科技手段來提升工作安全性及效率。

二、創意描述

本系統旨在透過影像識別技術與無線傳輸技術，實現遠程控制機械手的精確動作。使用者透過鏡頭掃描其手部動作，系統會即時計算指關節角度，並將資料透過無線方式傳輸至 Arduino 平台，進而控制機械手同步模擬使用者動作。我們認為此技術的應用可廣泛用於醫療、高風險環境、工業自動化等，可透過辨識影像進行遠距離操作從而提升工作品質以及改善工作環境。

三、系統功能簡介

本系統功能可分成四大類，使用者介面、影像識別即時資料處理、遠端控制與機械手同步，系統流程如圖一所視。



圖一、系統流程圖

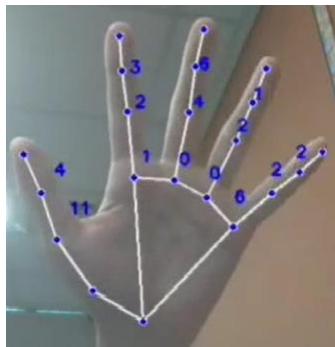
以下個別說明各類功能詳情，

- 使用者介面：使用者可透過介面操作並透過鏡頭掃描手部，不使用時可透過介面按鈕取消操作，如圖二所視。



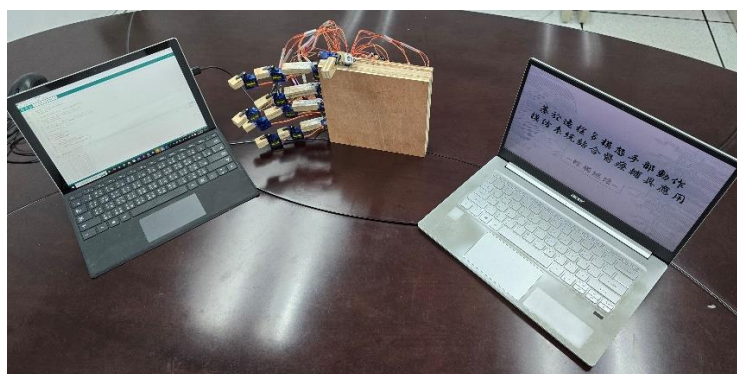
圖二、使用者介面

- 影像識別即時資料處理：掃描生成的圖片透過系統利用 Mediapipe 影像識別分析手掌，辨別出手指關節畫點並將兩點連成一線，計算關節角度生成資料，如圖三所視。



圖三、Mediapipe 影像識別(圖中數字為彎曲角度)

- 遠端控制：影像識別所產生之數據利用 wifi 進行無線遠端傳輸，使用者可無視距離實施無接觸操作，如圖四所視。



圖四、遠端控制示例(右為 Mediapipe、左為 Arduino 連接晶片)

- 機械手同步：接收到的數據用於控制機械手，使其可精確模仿使用者手部並同步動作，如圖五所視。



圖五、機械手同步示例

總體而言，本系統涵蓋四大核心功能：使用者介面、影像識別即時資料處理、遠端控制與機械手同步。使用者可透過介面掃描手部，系統利用 Mediapipe 進行影像識別，計算關節角度，並將數據無線傳輸至遠端，控制機械手同步實現使用者的手部動作。此系統可實現無接觸遠程操控，將影像處理技術與機械動作完美結合。

四、系統特色

本系統特色在於影像識別產生的資料透過無線傳輸至遠端，使用者可無視距離的限制，只需在鏡頭前展示動作便可操控機械手，通過遠程操作，可降低操作者的感染、受傷風險，提升工作安全性。無線傳輸對本系統帶來即時性的效能，系統具有低延遲，能即時反映手部動作至機械手上。因此本系統可精準同步使用者手部動作，透過手部動作捕捉技術，影像分析可在極短的時間內計算出每一指關節所彎曲的角度，達到精準無誤，再加上系統的低延遲，確保機械手能精確模仿使用者手部動作。

五、系統開發工具與技術

本系統根據開發工具可分為三部份：軟體、硬體、通訊。

- 軟體：Mediapipe、Arduino IDE
- 硬體：Arduino 晶片、硬體設備、機械手
- 通訊：wifi 連網無線傳輸


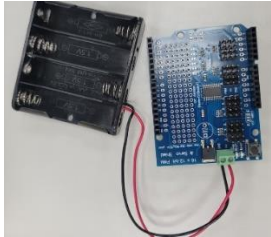


我們選擇 Python 作為影像識別技術之開發語言，Python 的靈活性使我們能夠快速開發與程式編寫計算。通過使用 Mediapipe 套件分析影像數據，Mediapipe 作為一個強大的影像識別框架，能夠幫助我們實時處理手部動作的影像數據。本系統透過手部追蹤模組，準確獲取手指關節角度，將角度存進陣列中進行加密簡化處理。加密後的數據透過 socket 傳輸至 Arduino，簡化數據的傳輸和處理過程。

在 Arduino IDE 中，我們編寫控制機械手的程式，Arduino 做為控制核心，負責接收來自 Mediapipe 的數據，並對加密資料進行解密，

解密後的角度數據再輸出至馬達，精確控制機械手的動作。降低硬體處理複雜數據的負擔，同時也便於開發者在檢查過程中通過簡化數據迅速定位和解決問題。

為了達到無接觸的遠端操作，我們使用 wifi 無線傳輸技術來確保數據能夠穩定快速傳輸至 Arduino 平台，本系統使用 TCP 連線來實現數據的穩定與快速傳輸。在數據傳輸過程中，影像識別系統透過網路將關節角度數據實時傳輸至 Arduino，確保機械手能夠準確、及時完成動作指令。

硬體設備選擇方面，我們選擇採用 Arduino Uno R4 wifi 作為主晶片研發，該晶片內建 wifi 模組，方便我們進行無線數據傳輸。同時，延伸使用 Arduino PWM servo shield 增加馬達連接插孔，使用線路串接馬達與控制板。而機械手馬達使用 SG90 伺服金屬馬達來驅動各關節，木材作為手掌與指節結構材料，如下表所示。

	
Arduino Uno R4 wifi	Arduino PWM servo shield
	
SG90 伺服金屬馬達	機械手設計

表一、硬體設備

六、系統使用對象

本系統的使用對象可涵蓋多個領域，特別在需要精確遠程操作或避免直接接觸危險環境。例如，在醫療領域中，醫護人員可使用此系統在不予患者直接接觸的情況下進行醫療輔助操作，特別是在處理傳染病時，能有效降低感染風險。此外警察和消防員等應急人員也可利用此系統進行高風險任務，無需親身進入危險現場，從而保障自身安全。同時本系統也適合科研人員，尤其是需要進行遠程實驗操作或高精度研究時，能夠提高實驗效率和安全性。工業自動化領域中的工程技術人員也可使用本系統進行操作，確保在危險作業環境中保持高效與安全。

七、系統使用環境

本系統適用於多種具備遠程操作需求的環境。醫療環境為本系統的重要應用場景，特別是需要無接觸診斷或操作的醫療機構，例如傳染病防控中心、隔離病房等。在這些環境中，系統可有效減少交叉感染風險並提升操作的準確性。其次，系統在高風險的應用場景中也有著重要應用，例如警察執法、消防員救援或處理化學品洩漏等現場。這些環境通常充滿不確定因素，系統的遠程控制功能可以減少人員直接暴露於危險之中，確保任務進行。此外，工業環境與科研教學環境也是本系統的潛在應用環境，需處理高溫、高壓或有毒物質的實驗室中或模擬實驗過程的教學需求，能夠實現在實驗室外的科研操作與高效學習。

八、 結語

本系統成功結合影像識別、無線傳輸及機械手模擬技術，實現遠程手部操作模仿的創新應用。透過系統，使用者能夠在遠程環境中精確模擬和操控機械手，系統具有低延遲、高精度的特性，能在不同領域中提升操作的安全性及效率。無論在醫療、應急救援、工業自動化或科研教學領域，本系統都能有效降低接觸風險。我們相信本系統可在未來各類領域中發揮重要作用，並為使用者帶來實質性的幫助與改變。