

基於 MiinStore 物聯網平台之 mmwave 即時手勢辨識應用

Real-Time Gesture Recognition Based on mmWave Technology Integrated with the MiinStore IoT Platform

指導教授：謝孫源

專題成員：翁毅銘、羅凱文

開發工具：Python、Pytorch

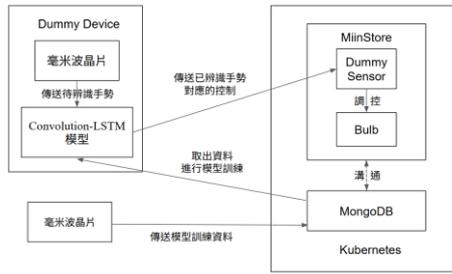
測試環境：Windows 11

一、簡介：

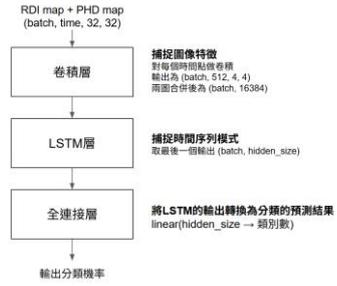
本專題的目標為建置一套可於物聯網平台即時辨識手勢的毫米波雷達應用系統，實現裝置無接觸式控制，並兼顧資料傳輸的效率、安全與可擴充性。專題以 MiinStore IoT 平台為基礎，整合資料蒐集、壓縮傳輸、資料庫儲存與深度學習模型訓練，打造應用於智慧家庭、醫療照護等隱私場域的創新互動技術。

本專題的實驗方法為建立一個 Dummy Device，用於接收毫米波晶片偵測到的手勢資料，並透過 Convolution-LSTM 模型進行辨識。辨識結果將傳送至 MiinStore 平台中設計的 Dummy Sensor 裝置，即時控制（對應手勢）之燈泡亮度與顏色。與傳統影像辨識模型性能相比，毫米波技術不僅降低在低光或逆光環境下的辨識誤差，也避免影像資料可能帶來的隱私風險。以醫療照護為例，毫米波感測器可在不拍攝個人影像的情況下進行行為監測與姿勢辨識，特別適合病房或長照機構中對隱私要求較高的環境，展現高度實用性與擴充潛力。

在模型資料收集方面，系統使用毫米波雷達晶片擷取五種類型的手勢資料（背景、向上、向下、向左、向右），並透過資料增強與擴充技術，強化模型對時序與空間特徵的辨識能力與泛化效果。資料在傳送前將先進行壓縮與 Base64 編碼，以優化傳輸效率與確保格式相容性，再上傳至 MiinStore 所串接的 MongoDB 雲端資料庫。相較於本地端儲存，雲端架構不僅支援分散式訓練與多機部署，也可結合存取權限控管機制，強化資料的安全性與管理彈性。



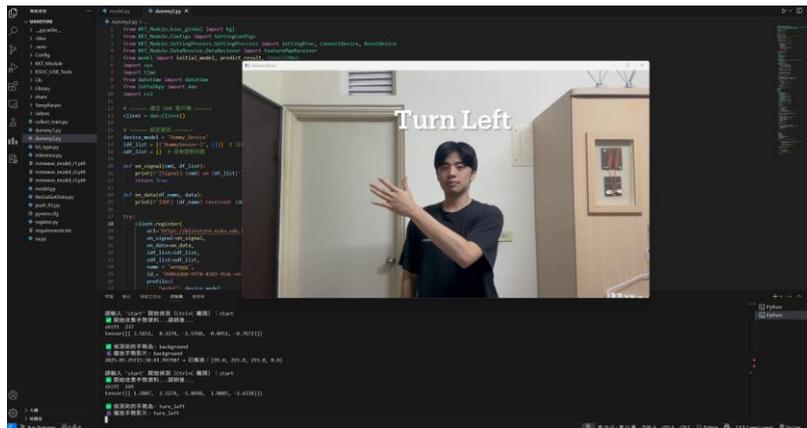
圖一、系統架構圖



圖二、模型架構圖

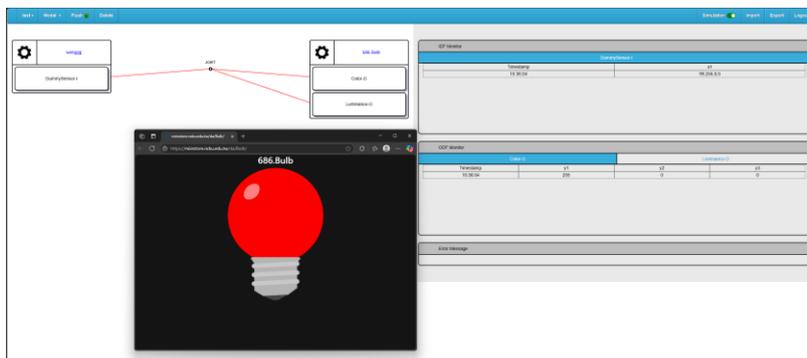
二、測試結果：

當毫米波晶片偵測到手勢資料後，系統會將其輸入至模型進行時序特徵辨識。辨識完成後，系統將透過 OpenCV 於畫面上即時顯示辨識結果的手勢類型，同時於終端機輸出該筆資料對每一個手勢類別的預測分數，如圖三（下）所示。



圖三、毫米波手勢辨識畫面

系統將手勢辨識結果轉換為控制指令，並透過 iottalkpy 的 DAN client 上傳至 MiinStore 平台，以控制智慧燈泡的顏色與亮度，如圖四（下）所示。



圖四、資料傳入 MiinStore 平台控制燈泡畫面