

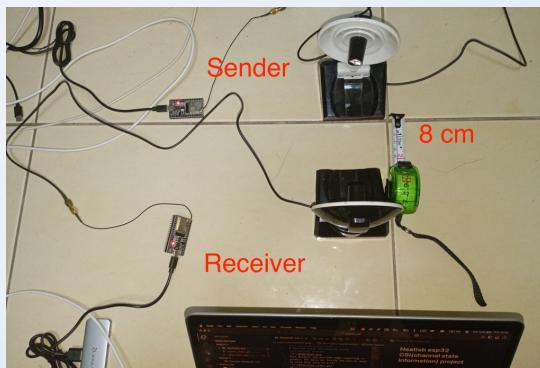
專題名稱:以RSSI作為時間序列，在esp32上運行LSTM，以預測箱子內材料



專題組員:張冠麟
所屬科系:國立中正大學 通訊工程學系

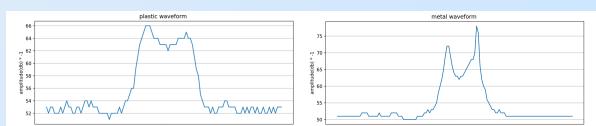
關鍵字：邊緣運算、通訊感知、低功耗

計畫提出一套無線通訊感知邊緣運算機制，使此套系統可獨立於PC，現場預測包裹物之材料。這將協助物流業者及無人工廠更有效率的分類包裹。本專題的目標是，在不破壞包裹外表的前提下，偵測RSSI的訊號變化作為時間序列，再利用LSTM模型預測此時時間序列屬於哪一種材料。



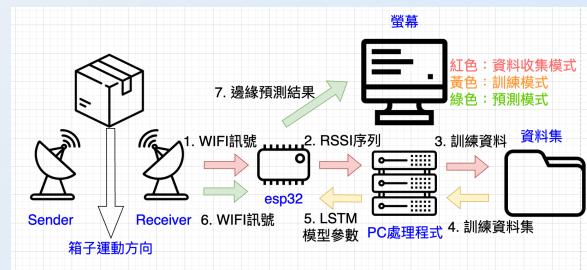
圖一: 利用一對天線及兩塊esp32，設計低成本的邊緣感知運算架構之實際圖片

上圖清楚展示了此架構的實際配置。本計畫不同於許多專案，將資料傳回PC端進行預測。此專案是將訓練好的模型，直接燒錄到esp32上進行預測，PC端在此只負責訓練模型與顯示結果。透過此架構，可有效預測：(1) 空包裹 (2) 包裹內為金屬 (3) 包裹內為塑膠。這項專案尚有許多潛力待開發（例如分類更多材質、融合CSI通道協助預測）。本專案預測空包裹之驗證precision達91%，金屬包裹之驗證precision也為91%，而塑膠包裹之驗證precision為62%，可進步之潛力巨大。



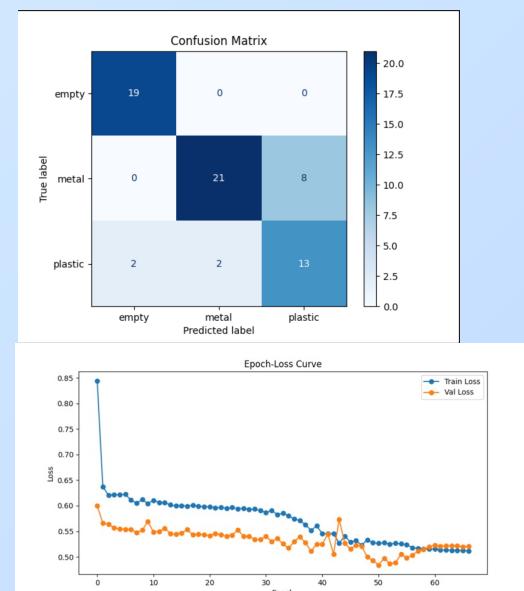
圖二: 左圖為塑膠包裹的典型RSSI波形，右圖為金屬包裹的典型RSSI波形

上面兩張圖之RSSI經過去負數化，方便訓練模型與符合人類直覺。可看出，塑膠包裹之RSSI波形較為緩和，而金屬包裹之RSSI波形較為陡峭，推測是因為金屬物品對於信號之屏蔽干擾較為嚴重，導致信號之RSSI變化較劇烈。而塑膠包裹之驗證precision只有62%，其原因根據實驗之觀察經驗，推測是如果某一個金屬包裹對於信號之RSSI的干擾不如典型金屬波形如此劇烈，導致其波形較相近於典型塑膠波形，從而預測失誤。



圖三: 將架構中各個部分以及模式詳細顯示

上圖情境描繪了各個部分扮演的角色，以及不同模式下，各個部分該做什麼事情。在資料收集模式下，receiver會接收來自sender所發送的WIFI訊號，esp32收到WIFI訊號後，將會提煉出RSSI，再把收集到的RSSI數據即時傳送到PC。而PC會簡單處理訊號並依照標籤把資料放入指定資料夾中進行儲存。當累積到一定數量的數據後，便進入到訓練模式。根據之前收集的資料，在PC上進行LSTM模型的訓練，透過深度學習來學習訊號特徵與包裹內物體的材質之間的關聯。完成訓練後，進入預測模式。我將訓練好的模型參數移植到receiver上，使其能直接在邊緣裝置執行推論。此時，receiver仍會持續接收來自transceiver的訊號，但不再只是單純傳輸檔案，而是即時將資料輸入LSTM模型進行判別，並輸出預測結果。



圖四: LSTM的confusion matrix及loss curve

可觀察到模型預測塑膠部分還有改進的空間，而模型訓練的loss curve相當平滑且穩定下降。