

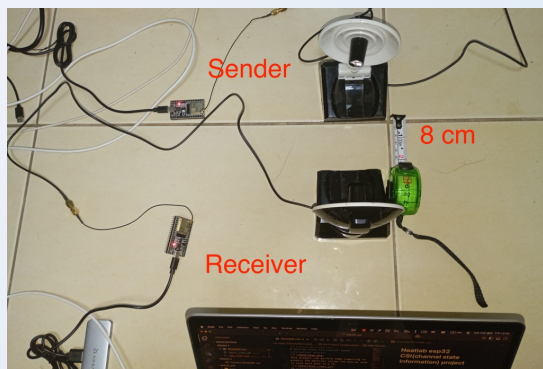
專題名稱:以RSSI作為時間序列, 在esp32上運行LSTM, 以預測箱子內材料



專題組員:張冠麒
所屬科系:國立中正大學 通訊工程學系

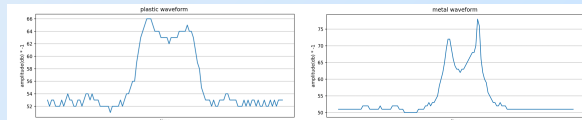
關鍵字: 邊緣運算、通訊感知、低功耗

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。



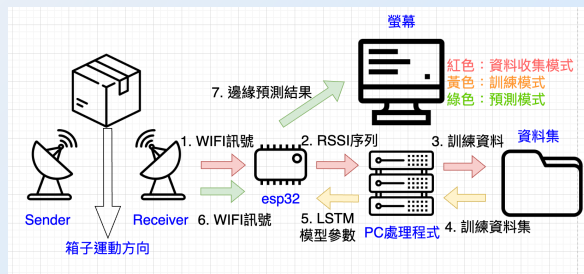
圖一: 利用一對天線及兩塊esp32, 設計低成本的邊緣感知運算架構之實際圖片

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。



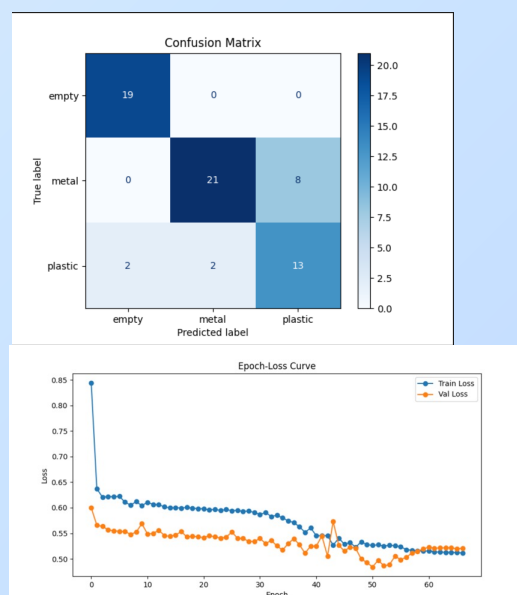
圖二: 左圖為塑膠包裹的典型RSSI波形, 右圖為金屬包裹的典型RSSI波形

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波型較為陡峭, 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。