

## 摘要：

本專題實作了一個衣物材質辨識裝置，此系統利用ESP32以及兩個TCS34725亮度感測器，用於量測衣服的光學特徵數據，並進行判斷。為了讓ESP32能判斷材質，將衣服的光學特徵作為模型輸入，訓練類神經網路輸出棉或聚酯纖維的二元分類結果。

本次實作總共使用了38件衣服，其中24件作為訓練集，14件作為測試集，在實作流程上，先將類神經網路在電腦上進行訓練，訓練完成後將模型輸出，ESP32會使用這個模型規則用來判斷材質。

## 1. 介紹：

在衣物紡織領域，材質辨識是智慧洗衣、衣物回收分類、紡織品品質檢測等應用的基礎，並且這些應用的場景都需要即時判斷，才不會影響後續動作。

常見的衣服材質判別方法有以下幾種：

- 1) 燃燒鑑別法，觀察燃燒布料產生的氣味、殘留物等進行判斷。
- 2) 試劑溶解法，不同材質布料會溶解在不同的化學溶液中，藉此判斷材質。
- 3) 利用顯微鏡觀察布料纖維結構。
- 4) 紅外線光譜分析，藉由紅外線照射，將收集到的光線波長進行比對分析。

現有的這些方法需要藉由破壞衣物進行分析，或是需要使用高昂的儀器設備，因此本專題試圖透過微處理機結合感測器和手電筒，驗證低成本硬體用以判別衣物材質可行性。

在實作上將會面臨三個困難：

- 環境光源會影響感測器數值
- 衣服顏色和材質都會吸收光線，測量出來的結果會是兩者同時造成影響
- 各件衣物有不同的特性，會造成光線吸收程度不同

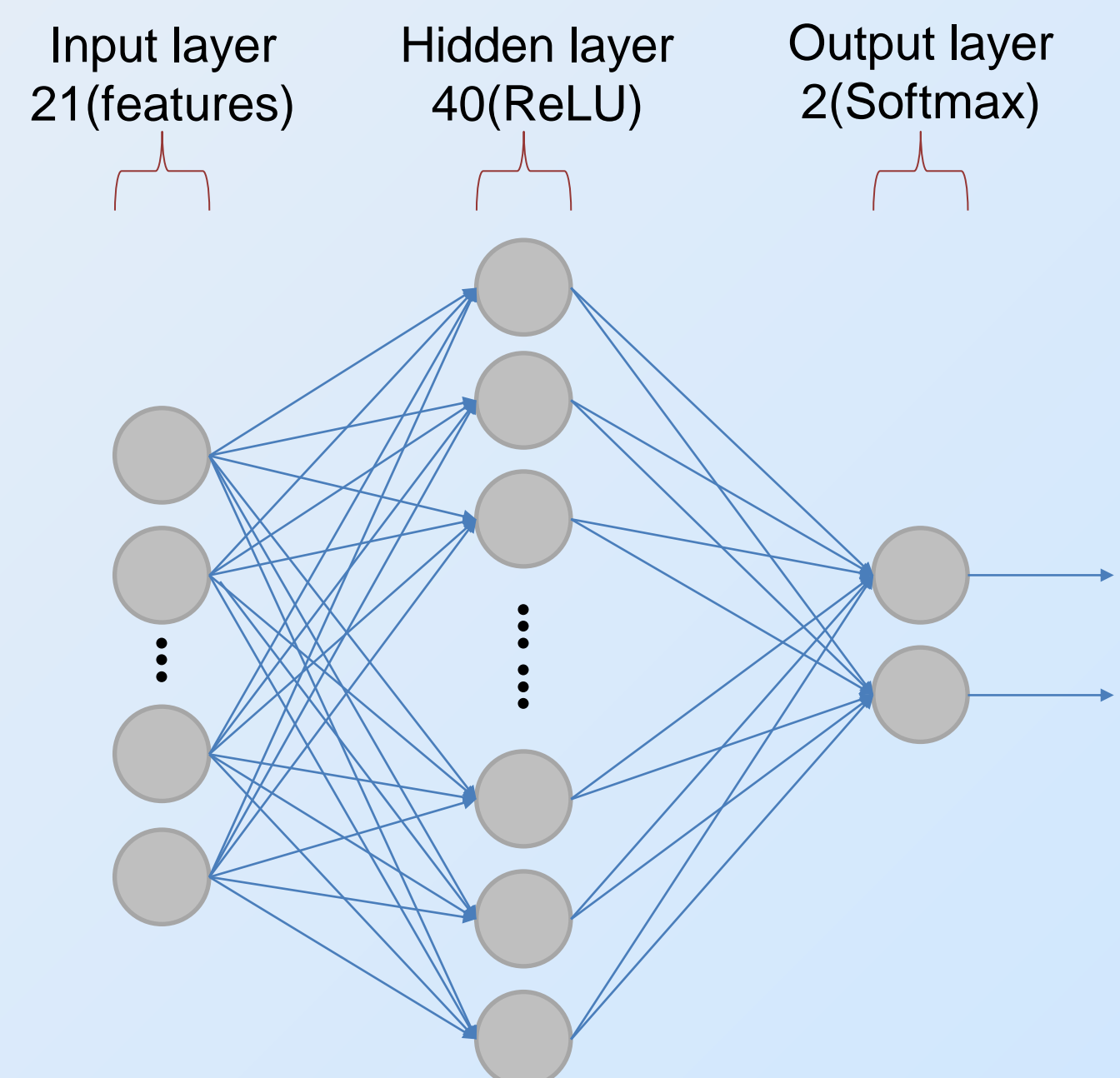
## 2. 系統設計：

### A. 資料處理：

為了解決上述困難，本專題將透過收集不同的光學資料進行處理。首先，針對環境光源影響，在收集每件衣服樣本後，先進行正規化。藉由收集穿透和反射RGBC數據，並將R、G、B兩兩相除得到比例關係，減少顏色造成的影響。在光學感測中，訊號強度通常遵循指數衰減規律  $I(d) = I_0 \times e^{-kd}$ ， $I$ 代表光強度，取對數後  $\ln(I) = \ln(I_0) - kd$ ，斜率 $-k$ 代表了材料的衰減特性，將這個參數作為輸入之一，藉此讓類神經網路學習材質特性。

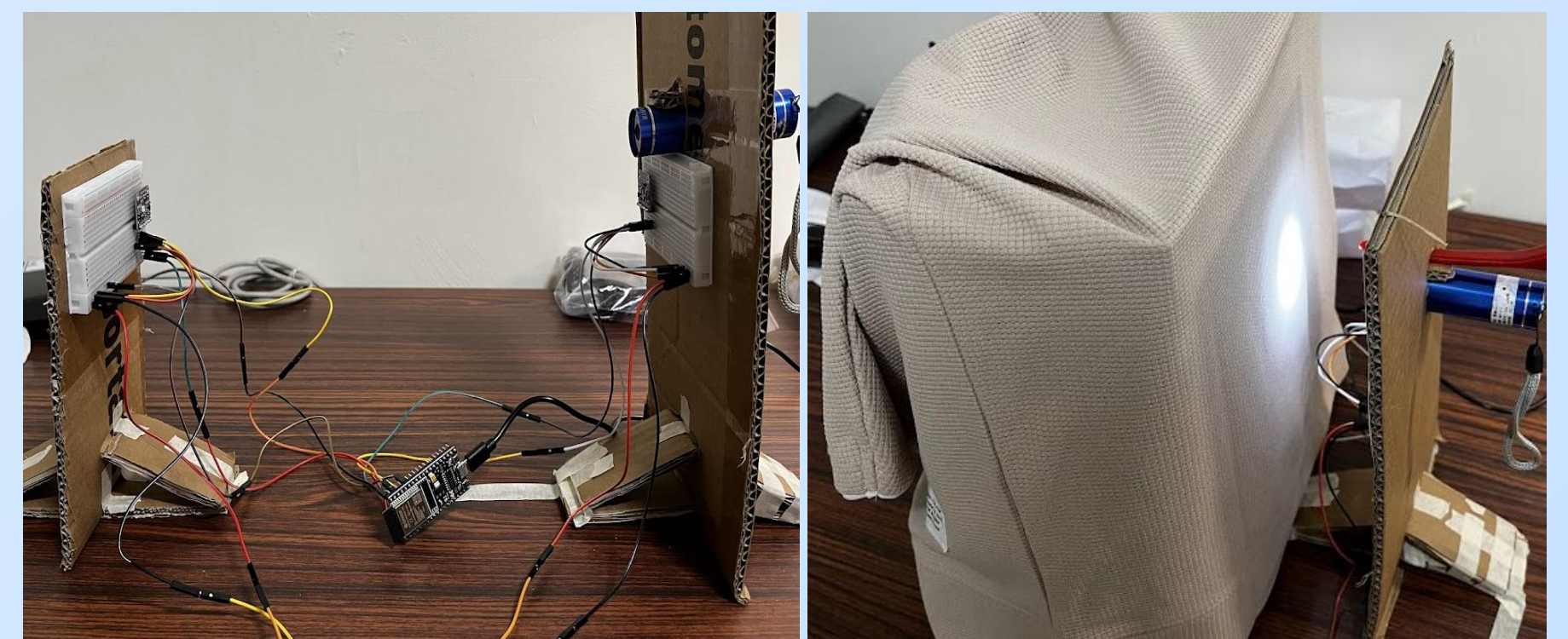
### B. 類神經網路架構：

使用一層隱藏層的類神經網路進行訓練，輸入是21維的特徵，隱藏層是40個節點，使用ReLU作為激勵函數，在輸出層將結果經由Softmax轉換成棉或聚酯纖維的機率。



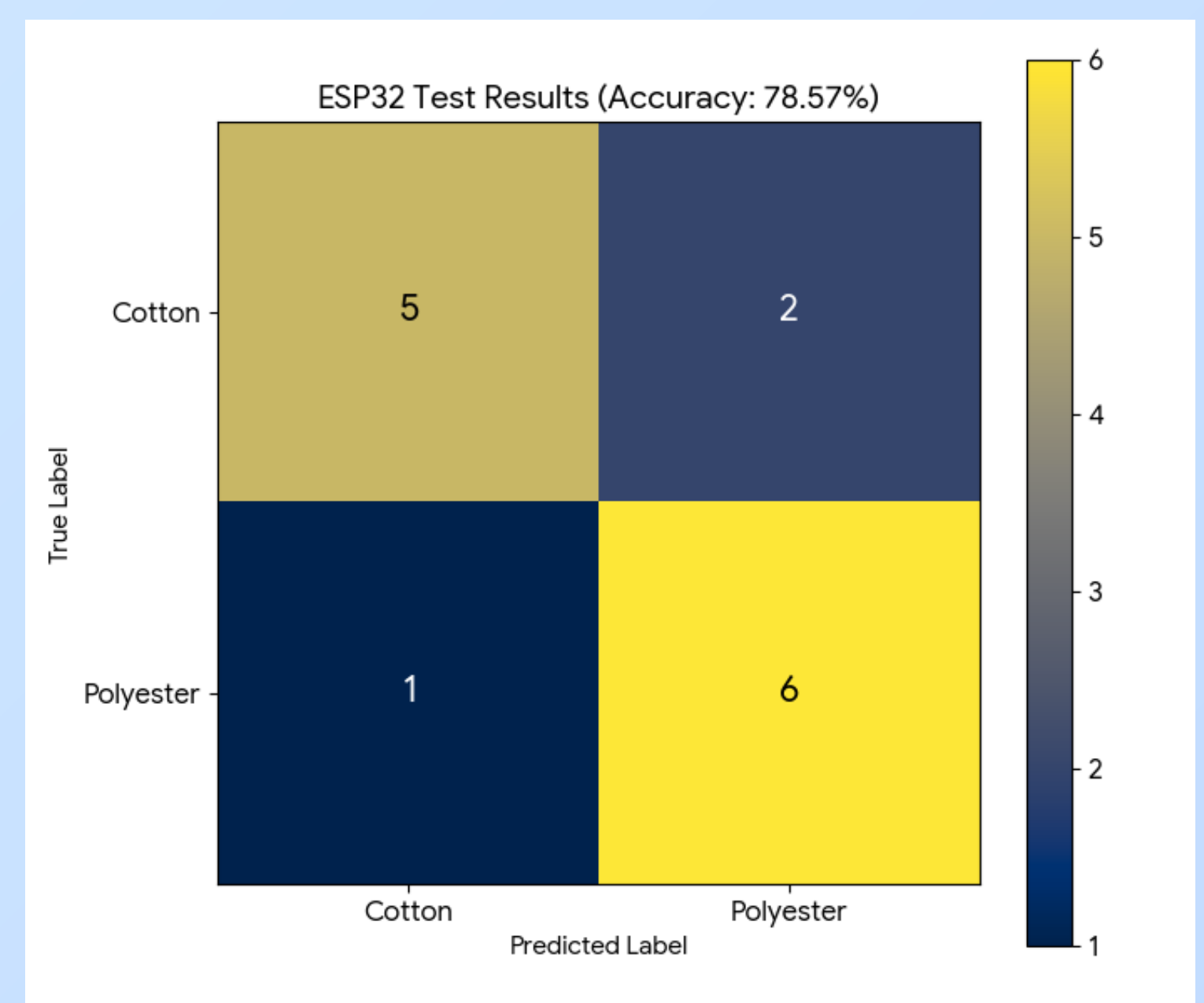
## C. 裝置原型：

實驗裝置如圖片所示，其中一側設置光源，ESP32透過兩個I2C讀取TCS34725收集到的數據，在收集的過程會將衣服撐開，並置於兩個感測器之間，避免兩層衣服過厚導致光線無法穿透。



## 3. 實驗結果：

在ESP32上實測14筆數據，正確率為78.57%(11/14)，有三筆誤判。判別棉花的F1-score是0.77，聚酯纖維是0.8。



## 4. 結論：

此專題利用不同材質布料吸收率不同的假設為基礎，驗證用光學數據結合低成本嵌入式裝置判斷衣服材質的可行性。

此外，我也進行10-fold cross-validation驗證類神經網路的表現，結果顯示平均正確率為72.5%，最佳正確率為100%。