

## 題目:非侵入式連續全波段PPG血液資訊量測裝置與模型開發

指導教授:張正春

組員:王凱鋒、張芮綺

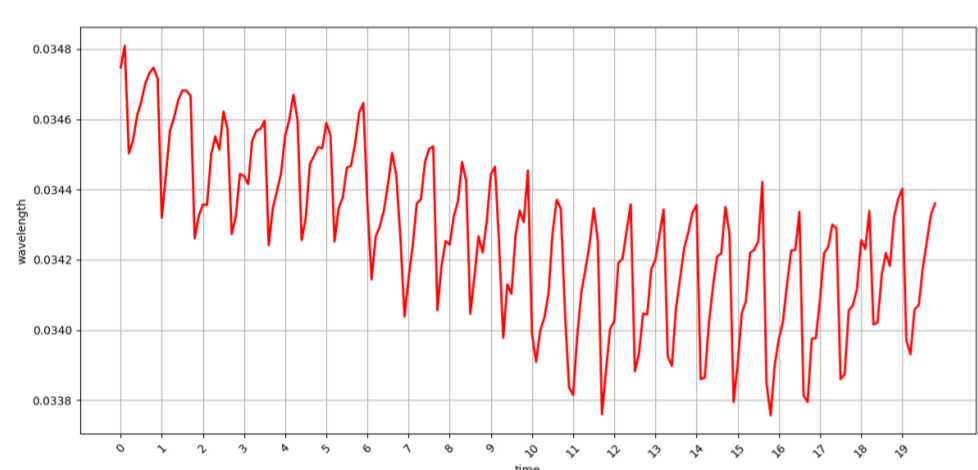
### 研究動機與目的

傳統的血液檢測方式往往需要抽血，不僅對患者造成身體上的不適，且檢測結果也具有一定的延遲性。因此開發一種非侵入式、連續全波段的PPG(光體積描記法)血液資訊量測裝置，得以實現對人體血液狀態的即時監測，具有重要的研究價值和應用前景。

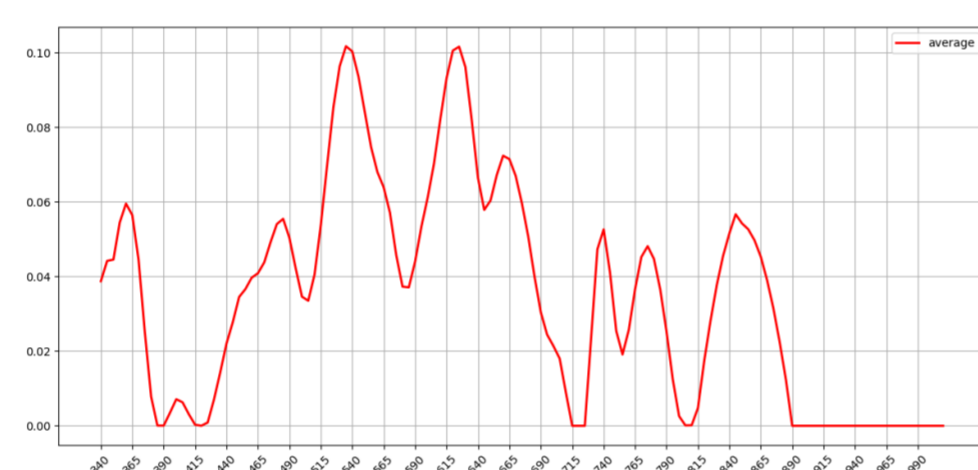
### 研究方法

#### 1. 全波段光體積描記圖法(AW-PPG)

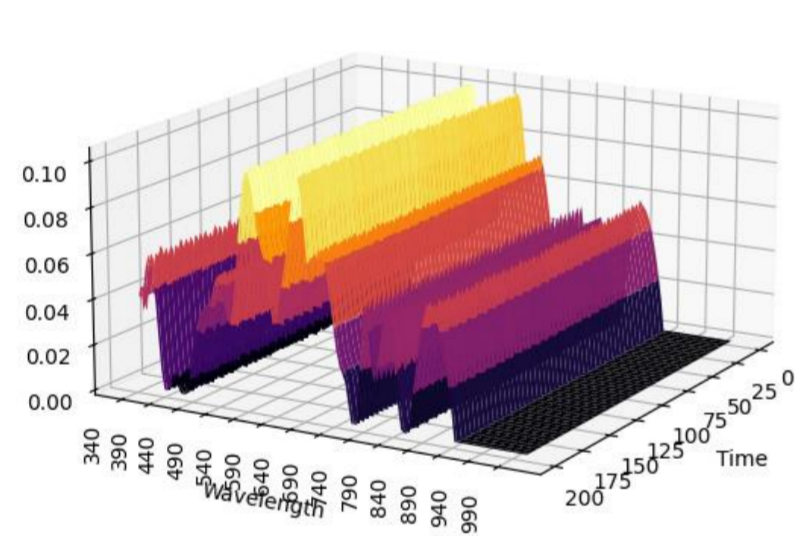
PPG(光體積描記圖法)是種利用光學原理測量血液體積變化的非侵入性技術。當光照射到皮膚時，隨心臟的搏動，血液的流量會發生改變，導致穿透或反射的光量產生相應的變化，如圖1。AWPPG(All-wavelength, AW-PPG)，通過全波長的量測獲得更全面、更多維度的生理數據，以研究出各項血液數值模型，如圖2~4。



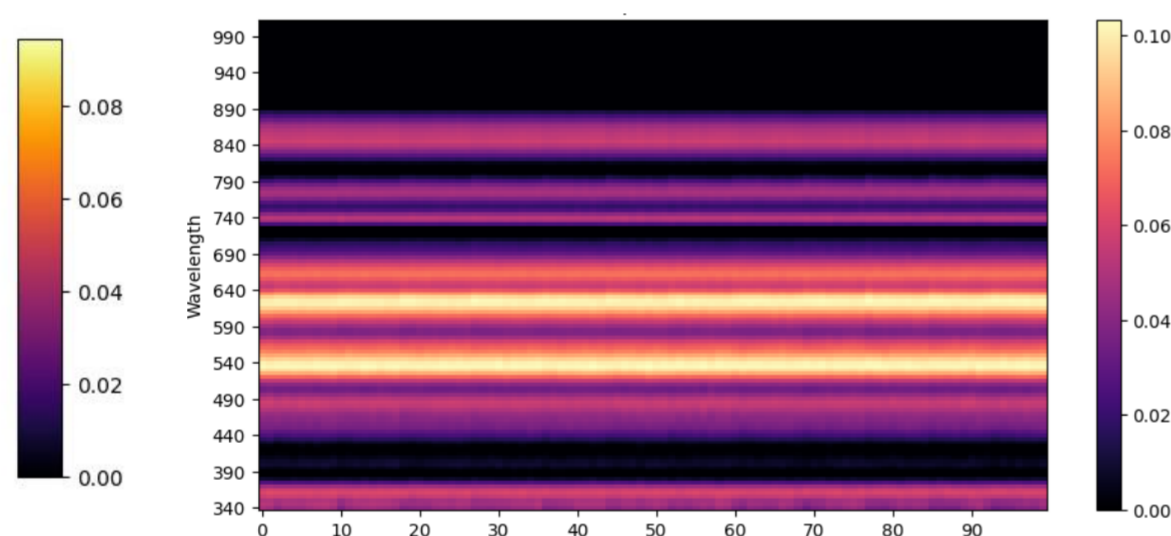
▲圖1 單一波段的光量變化



▲圖2 瞬時各波段的光量



▲圖3 3D圖(加入時間軸)



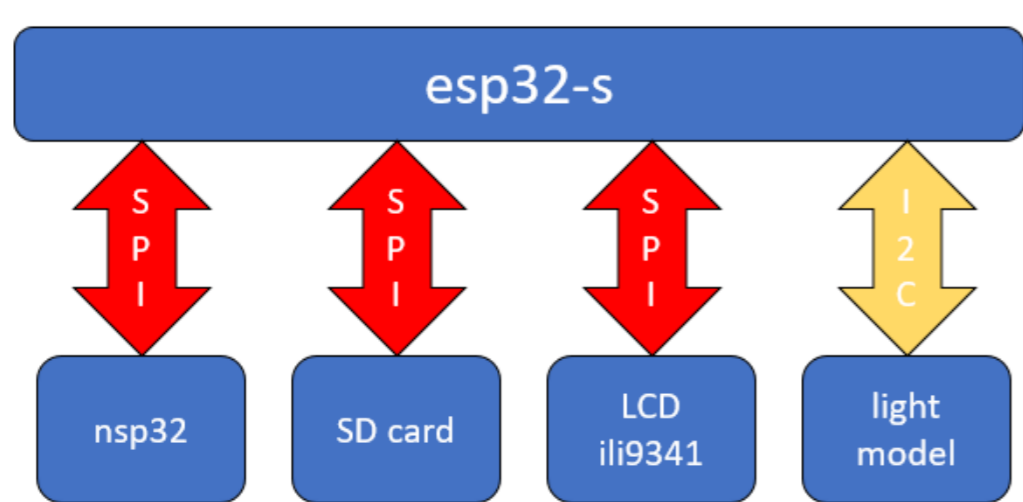
▲圖4 時頻譜(3D圖高度轉顏色)

#### 2. 量測裝置製作

本專題使用樂鑫科技推出的ESP32-S作為微處理器晶片、nanolambda公司推出的光譜晶片(nsp32)作為接收多波長光譜感測器、實驗室開發之光源模組作為光源、240x320 ILI9341 TFT 顯示器做使用者介面、SD卡和SD卡模組作為資料的儲存、自行設計電路板連接所有元件。

SPI是一種用於在數位電子設備之間傳輸資料的通訊協定。使用多條線路(包括時脈線、資料線和控制線)來與多個周邊進行全雙工通信，本專題用於微處理器(esp32-s)和周邊(感測器nsp32、LCD ili9341、SD卡)之間通訊。

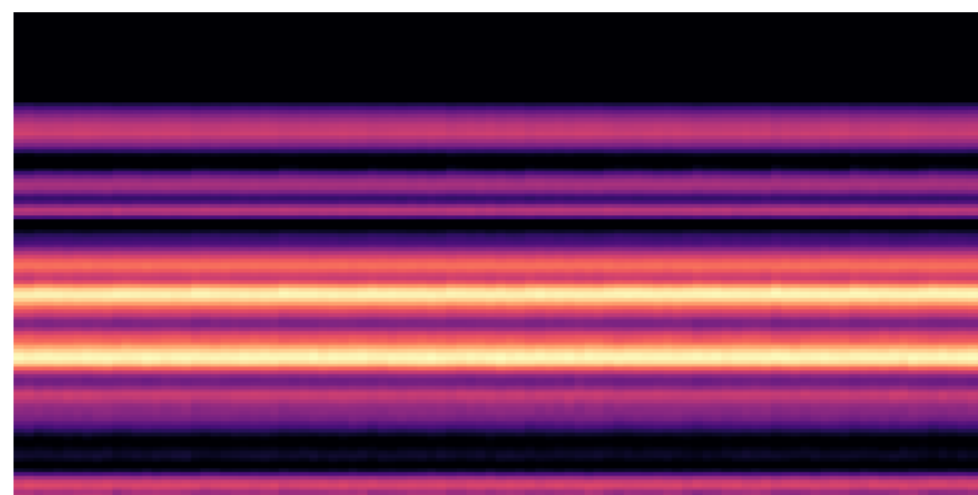
I2C是一種用於連接數位積體電路之間的串行通訊協定。I2C通訊只需要兩條線路：時脈線和資料線，因此佔用較少的引腳。I2C支援多點通信，允許多個設備在同一總線上進行通信，並且具有多層尋址功能。本專題用於光源模組的驅動晶片(TCA6507RUER)與微處理器(esp32-s)的連接。



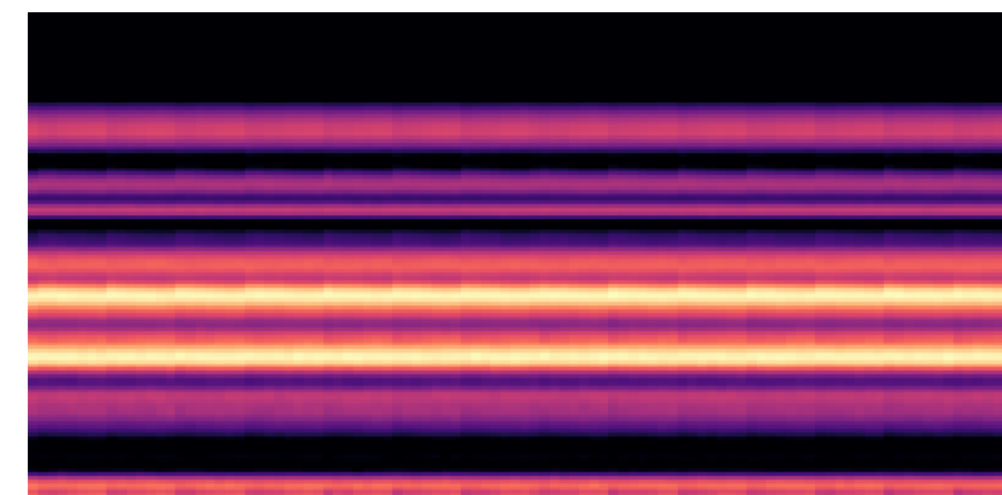
▲圖5 硬體架構

#### 3. 資料收集方式

本專題是以血糖資訊為例，資料集由實驗室成員共同參與完成，受試者需在空腹8小時後進行首次時頻譜量測，在進食後2小時進行第二次量測。總共收集了156筆光譜數據，用來觀察空腹與飯後血糖變化對時頻譜特徵的影響。



▲圖6 空腹8小時後



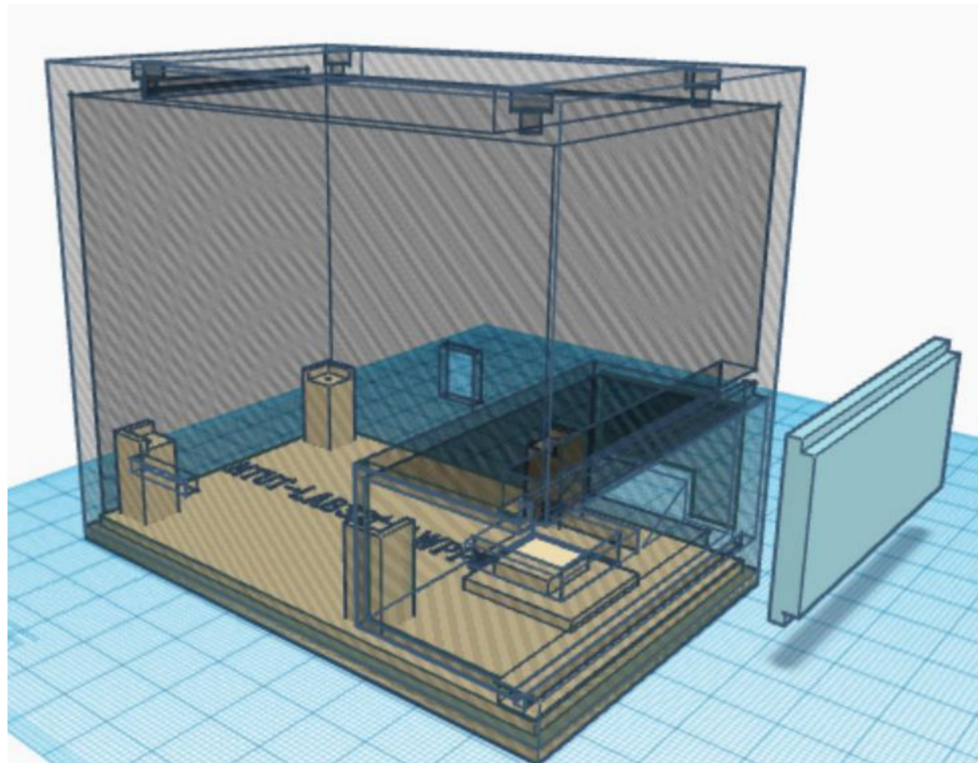
▲圖7 飯後2小時

#### 4. 模型開發與部署

本專題使用了深度神經網路(DNN)以及卷積神經網路(CNN)的GoogLeNet、VGG16、VGG19、ResNet50V2和EfficientNetV2B0六種模型對訓練集進行訓練。DNN可以自動從原始數據中提取特徵，減少了手動設計特徵的需求，可以處理不同類型的數據，因此它在各種領域具有廣泛的應用。CNN是一種廣泛應用於影像分類、物體偵測等電腦視覺任務的深度學習架構，其能夠通過卷積運算和池化運算，從影像中提取特徵值。最後我們挑選的DNN模型與TensorFlow Lite框架進行模型部署，使其能在裝置上運行。

### 研究結果

外殼使用3D列印設計，原料使用pla-黑可以避免環境光干擾，有利於採集AWPPG資料。搭配UI介面可以看到該次測量的時頻譜及儲存位置。



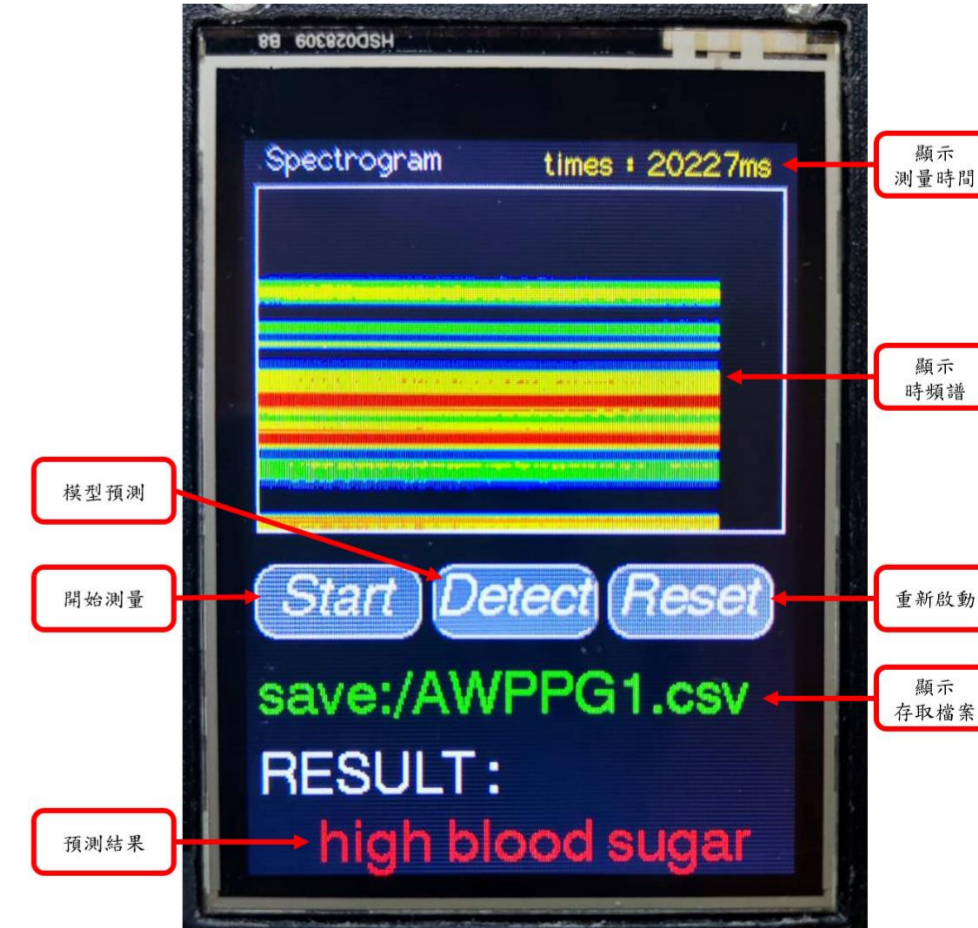
▲圖8 3D列印本體



▲圖9 實體外觀



▲圖10 內部



▲圖11 簡易UI介面

### 結論與未來展望

時至今日還尚未研發出一種準確且非侵入式的量測方法，許多血液數據仍透過抽血方式量測。本次專題研發一個以血糖為例的神經網路模型，期望透過AWPPG的時頻譜預測血糖，以應用在各種醫療場合，追蹤病患的狀況。也期許未來可以研發出更好的方法、更多種的血液資訊神經網路模型，能夠的準確預測血液資訊。