

# 遠端健康檢測裝置

軟體與嵌入式平台應用組  
臺灣科技大學 電子工程系  
指導老師：林銘波教授  
參賽隊員：蘇柏丞、呂彥霖、許嘉升

*fossum2523@gmail.com*

## 摘要

本作品報告計畫為「模仿便攜式裝置量測生理訊號並分析與預防突發事故」，針對人體的血氧濃度、心跳、血壓進行量測，此步驟只需將手指輕輕按於 MAX86150 (ECG 與 PPG 訊號偵測模組)，即可藉由紅燈光、紅外線光執行出相對應之數值，並經由 I2C 傳輸協定將資料傳送至開發主板，並以開發版將資料傳回 MAX86150 模組，以此調整燈光亮度、取樣頻率、頻寬、讀取位址等等，來得出最佳識別的範圍，包含所需讀取之暫存器，當收到資料後在 STM32F072RBtx 開發版進行處理及解析，因其有線傳輸協定或無線傳輸皆無法一次傳輸過多數據，遂以拆分資料之方式，在第一組最前方進行標示以此識別，並透過 UART 傳輸協定 / 藍芽 (Wifi) 無線傳輸至 PC 端(模擬伺服器端處理程序)，收到資料後由 Python 模擬波形及計算心跳速率、血液氧氣飽和濃度 (SpO2)、血壓等資訊，最後分析該訊號是否合乎正常人體所屬之生理訊號範圍，並在危險情況發生時，透過 IFTTT 將危險訊號透過 Line 訊息告知所屬親人/家人，並且在每次量測的同時，將資料傳輸到雲端以記錄數據。

## 1. 前言

### 1-1 背景與動機：

在這個技術快速發展的時代，嵌入式的應用隨著時代的演進，出現在我們的生活各處，MCU(單晶片)被廣泛使用，也造就了許多便攜式、微小化的民生設備或必需品的產生，而我們這次的題目即是由生物醫療與嵌入式系統的結合並加以應用。

嵌入式的種類千百萬種，並且運用在各種場合，而這個科技快速發展的時代，在台灣的此世代也剛好伴隨著少子化、高齡化等問題，因此我們決定研究可便攜式的生理訊號檢測裝置，在運用上，因上述講到台灣的此世代的問題，許多老人平時需獨留家中，萬一發生突發狀況例如心臟病發、心臟停止跳動、急性高血壓等，一系列易發生於老人身上之慢性病，亦或是因長者行動緩慢、不便而造成的摔倒等突發性意外，伴隨著骨質疏鬆等問題，年輕人可能問題不大，但年長者則易因如此而造成直接或間接的死亡，為了在這些意外發生之時可以即時通知、聯絡到家裡其他親人，使其可以有較高機率得以在黃金救援時間得到救治，提高生還機率，遂此我們決定研究與選定此題目，而此設備並非專屬於年長者，我們也將它定位在身障人士也適用的範圍內。

### 1-2 創作目的：

本作品的目的在於運用嵌入式系統收發生物訊號，結合無線傳輸傳送至 PC 端(模擬接收伺服器)，創建背後龐大資料庫，並且隨時可以檢測使用者的資料，藉由長久的累積，可以分析長期使用者之身體狀況，畢

竟有些生理狀況需經由長遠的分析才有較好的方向判定確切病徵，並經由醫生給予較為準確的診斷。

為了實現此目的，本作品以市面上廣泛販售之零件，並追求以低成本、低功耗方式來完成，因其為便攜式裝置，目的在於微小化、方便攜帶並有隨時可以使用的特性，價格與功率皆須竭盡所能降低，並在追求低功率與低價之間取得最佳平衡，使其符合我們一開始所訂定之目標，並在生醫、嵌入式系統、伺服器接收端軟體編寫有著更進一步的認識與經驗。

## 2. 作品架構與功能介紹

### 2.1 系統架構：

光學式脈搏血氧濃度計 (Pulse Oximeter) 的原理是透過血液中的血紅蛋白 (HbO<sub>2</sub>) 和還原血紅蛋白 (Hb) 對紅光 (660nm) 和紅外光 (910nm) 的吸收能力不同。還原血紅蛋白吸收更多的紅光和更少的紅外光。另一方面，血紅蛋白吸收較少的紅光和更多的紅外光。通過將紅色和紅外 LED 安裝在指環血氧計的同一位置，光從一個手指的一側傳輸到另一個手指的另一側，當由光敏二極體接收時，可以產生相應的比例電壓。

PPG(Photoplethysmography)是利用光進入身體時，被各種組織吸收像是肌肉、血液中的細胞，還會被散射影響，所以當心臟輸送血液時，身體各處的血管跟著脈波產生微小的體積變化，而我們就是透過 LED 照射進組織當中測量其中的體積變化，隨著脈波的變動我們收到的光接受訊號也會跟著變動，這個變化就是 PPG 主要測量的數值，表現出與心臟活動相同的週期

性體積變化。目前常見的儀器有分為兩種，第一種是穿透式，原理是接收穿透組織後光線，常見的儀器有血氧計、舒壓儀等等，而第二種是反射式，原理是接收光進入組織後反射回來的值，常見的有心律錶。

利用近紅外無創非接觸光學成像（NIRS）檢測虹膜組織與人體血液中氧濃度的相關性，不僅可以改善采血和驗血的不便和風險，而且整個血氧濃度的變化影像也可作為生物研究的參考。

## 2.2 架構設計：

檢測者利用 MAX86105 來量測心跳及血氧濃度，將資料透過 I2C 溝通介面傳回至主機，接者利用 HC-05 串口藍牙模組來達成與雲端溝通的橋樑，因為我們期望未來能夠將此裝置演進成穿戴式裝置，所以我們選擇了無限傳輸的方式去跟主機(STM32)溝通，最後我們運用 Python 去觸發，將資料上傳至 IFTTT，並將資料匯入 EXCEL 當中作為雲端儲存空間。如圖 1。

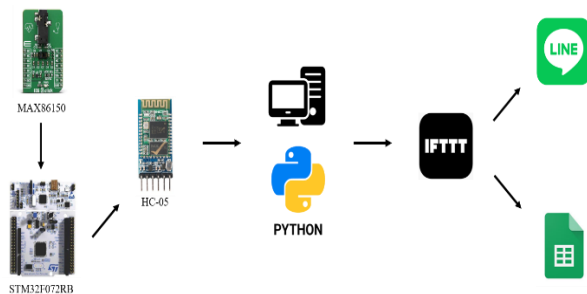


圖 1、系統架構圖

## 3. 相關技術

本作品使用嵌入式晶片選用 STM32(ARM-Cortex-M0)、其餘晶片模組有 MAX86150 (PPG 和 ECG 生物感測器模組)、HC-05 (串口藍芽模組)，波型模擬與物聯網技術包括 Python、IFTTT。分別說明如下。

### 3.1 嵌入式晶片 STM32F0XX

STM32F072RB 微控制器集成了運行頻率高達 48 MHz 的高性能。ARM®Cortex®-M0 32 位 RISC 內核、高速嵌入式存儲器（高達 128 KB 的閃存和 16 KB 的 SRAM），以及廣泛的增強型外設和 I/O。所有設備均提供標準通信接口，兩個 I2C、兩個 SPI/I2S、一個 HDMI CEC 和四個 USART、一個 USB 全速設備、一個 CAN、一個 12 位 ADC、一個 12 位 DAC 兩個通道、七個 16 位定時器、一個 32 位定時器和一個高級控制 PWM 定時器。STM32F072RB 微控制器在 -40 至 +85 °C 和 -40 至 +105 °C 溫度範圍內工作，電源電壓為 2.0 至 3.6 V。一套全面的省電模式允許設計低功耗應用。如圖 2。



圖 2、STM32F072RB

### 3.2 PPG 和 ECG 生物感測器模組：

Maxim 的 MAX86150 提供光體積變化描記圖 (PPG) 和心電圖 (ECG) 量測，量測 PPG 只需將手指放在感測器上即可，而 ECG 則需要搭配電極貼片使用。MAX86150 是一款生物感測器模組，由內部 LED、光電偵測器和 ECG 類比前端 (AFE) 組成，可在小巧的節能設計中（包括手機、筆記型電腦、平板電腦和智慧型揚聲器）提供高度準確、FDA 認證的 PPG 和 ECG 效能。如圖 3。



圖 3、MAX86150

### 3.3 HC-05 串口藍牙模組

使用藍牙透傳模組可以讓你原來使用串口的設備擺脫線纜的束縛在 10 米範圍內實現無線串口通信。藍牙透傳模組只有 4 個 AT 指令，分別是測試通訊，改名稱，改串列傳輸速率，改配對密碼，AT 指令必須從 TXD, RXD 信號腳設置，不能通過藍牙通道設置。發送 AT 指令的設備可以是各種類型的 MCU（比如 51, avr, pic, msp430, arm 等），也可以是電腦通過串口（PC 串口接 MAX232 以後或者 USB 轉串口）發送。如圖 4。



圖 4、HC-05 串口藍牙模組

### 3.4 Python 波型模擬：

Python，是一種廣泛使用的直譯式、進階和通用的程式語言。本身擁有一個巨大而廣泛的函式庫。我

們就是利用繪圖的函式庫，將讀取到的 PPG 訊號，繪成波形。如圖 5。

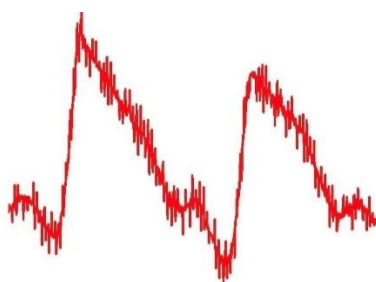


圖 5、PPG 訊號波形

### 3.5 IFTTT :

IFTTT 是一個網路服務平台，可以將不同的 App、連網裝置和軟體服務整合在一起，使用者能指定某個網路服務 A (Channel A) 在發生某個條件後，觸發 (trigger) 另一個網路服務 B (Channel B) 進行某個反應行動 (Action)，這整個流程就被稱為一個自動化任務 (Recipe)。它有網頁版和手機 App 使用者介面，所以不論要用電腦還是手機操作設定都可以。至於為什麼叫 IFTTT，是因為 IFTTT 是 If this, then that 的縮寫，類似程式語言的“若 XX 進行 YY 行為，就執行 ZZ 動作”。

## 4. 軟硬體製作

### 4.1 硬體電路

在這個「遠端溫度檢測裝置上」硬體用到的部件總共有「STM32F072 開發版」、「PPG 與 ECG 訊號檢測裝置」、「HC-05 無線藍芽傳輸模組」，首先，「PPG 與 ECG 訊號檢測裝置」是透過 I2C 傳輸協定將資料送至開發版，由於傳輸與讀取速度可能不一致，這部分透過 C 語言在開發版內運程式進行調整與等待之動作。已收到資料後，下一階段將資料傳至藍芽無線裝置，此部分透過 UART 傳輸協定，並將 32 位元資料拆分成 4 次傳輸，每筆傳輸 8 位元，並在首項資料夾上標記符號以此判別，最後將資料傳送至伺服器端進行分析與處理。圖 6 為整體電路圖。圖 7 為 PPG 與 ECG 訊號檢測裝置，圖 8 為 MAX86150 電路方塊圖，只需將手蓋於紅燈的部分上並靜止，即可開始量測。



圖 6、實體電路

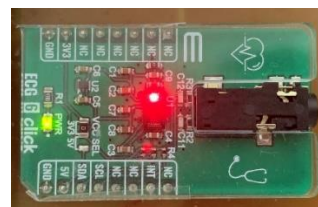


圖 7、PPG 與 ECG 訊號檢測裝置

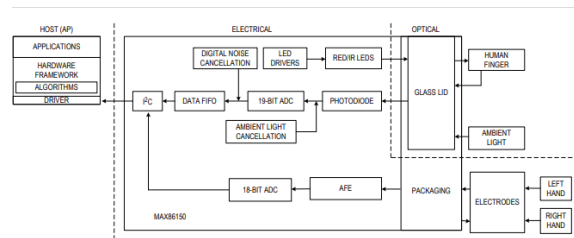


圖 8、MAX86150 電路方塊圖

### 4.2 IFTTT 之應用

訊號經過處理後，透過 Pyhon 觸發 IFTTT 的網址，將其數據上傳至特定雲端帳號的 Google sheet 如圖 9，當出現異常的生理狀況時，同樣會觸發 IFTTT，透過 LINE 傳送警告訊息到特定的帳號上如圖 10。

	A	B	C	D	E
1	March 4, 2022 at 09:22PM	getdata	95%	86	
2	March 4, 2022 at 09:22PM	getdata	95%	86	
3	March 4, 2022 at 09:22PM	getdata	95%	87	
4	March 4, 2022 at 09:22PM	getdata	95%	88	
5	March 4, 2022 at 09:22PM	getdata	95%	87	

圖 9、Google sheet 接收的資料



圖 10、LINE 通知

## 5 問題與討論

### 5.1 量測的準確性

與 ECG 和 PPG 一樣，運動偽影問題仍然沒有得到解決。因此，如果受測者在量測過程中發生意外位移，則會遺失檢測數據，從而可能導致不準確的結果。

### 5.2 能否運用到心理諮商及測謊上

量測心率和呼吸頻率的特徵並不排除將來可以用於測謊和焦慮檢測。因為當人們處於情緒緊張和焦慮等異常狀態時，他們自然會影響內分泌，導致心跳加速或呼吸短促。

## 6. 結論

常用的心率測量方法有心電圖 (ECG) 和可攜式心率計/設備 (PPG)，現時已廣泛應用於醫療、長期攝影、健身等領域。

在應用範疇上，根據實際情況，將兩者分為相同的類別和用途，現時還沒有一個明確的結論是什麼是好的或壞的，但有一個共同點是儀器必須與量測心率的儀錶聯系起來。遠端健康檢測系統是利用 PPG 的方式來監測人體，而其原因是未來我們期望能將他的可攜性提升到最好，而要提高可攜性就是裝置越小越方便，相較於現在已有的智能手錶，我們更希望可以研發出像是戒指的裝置，可以專門來測量人體的變化，在緊急狀況時向醫院請求協助，若是有廠商配合生產相關產品，必定可以將晶片製作的非常微小，發展成一個小巧玲瓏的裝置。

## 7. 參考文獻

1. P.D. Mannheim, J.R. Casciani, M.E. Fein and S.L. Nierlich, "Wavelength Selection for Low-Saturation Pulse Oximetry," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, pp. 148-158, 1997.
2. Tromberg B.J., Shah N., Lanning R., Cerussi A., Espinoza J., Pham T., Svaasand L. and Butler J., "Non-Invasive In Vivo Characterization of Breast Tumors Using Photon Migration Spectroscopy1," Neoplasia, pp. 26-40, 2000.
3. Damianou D. and Crowe J.A., "The Wavelength Dependence of Pulse Oximetry," Pulse Oximetry: A Critical Appraisal, IEE Colloquium on, pp. 7/1-7/3, 1996.
4. V.V. Barun and A.P. Ivanov, "Effect of Hemoglobin Localization in Erythrocytes on Optical Absorption by Human Blood," Tenth Conference on Electromagnetic and Light Scattering, pp. 5-8, 2007.
5. [https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MA\\_X86150.pdf](https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MA_X86150.pdf)
6. <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f072rb.pdf>
7. [https://components101.com/sites/default/files/component\\_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf](https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf)
8. <https://deepbluembedded.com/stm32-i2c-tutorial-hal-examples-slave-dma/>
9. [https://wiki.st.com/stm32mcu/wiki/STM32StepByStep:Step3\\_Introduction\\_to\\_the\\_UART](https://wiki.st.com/stm32mcu/wiki/STM32StepByStep:Step3_Introduction_to_the_UART)