

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

智慧型無線生理機能

(體溫脈搏)即時監控系統

Intelligent physical function (body
temperature and heartbeat) real-time
monitoring system

組長：羅啓峻

組員：詹沐恩

執導老師：陳祈燕老師

中華民國 110 年 1 月

中文摘要

一般的住院病人都是選擇 3~4 人的健保房，護理人員於固定時間推著一台監護儀來量測生命徵象值(P(脈搏)、T(體溫)、R(呼吸次數)、血壓(BP)，這樣並不會清楚病人生命徵象值的時刻變化，若有發生狀況，只能等病人按鈴或是等到查房時，才能發現病人其「生命徵象值」已出狀況，再予以處理病況，這是屬於被動式管理方式。故產生動機如下:採取主動式管理病人的「生命徵象值」，若能將監護儀小型化成為「穿戴式智慧型生理機能機」，讓護理站的每間病房內的 3~4 位病人都配戴之。

透過無線傳輸其數據傳到 Website Thingspeak 的雲端上，護理人員予以即時監控所有病人的「生命徵象值」，並在異常時由系統自動發出訊息到負責的護理人員的手機，讓其立即處理病人目前的狀況，屬於主動式管理方式，改善目前護理人員的工作負擔與增加照顧病人的品質。

關鍵字：Esp32 D1 mini、脈搏監測、主動式監測。

英文摘要

The general inpatients choose the health care room with 3~4 people, and the nursing staff pushes a monitor at a fixed time to measure the vital signs (P (pulse), T (temperature), R (respiration frequency), blood pressure) (BP), this will not be clear about the patient's vital signs. If something happens, you can only wait for the patient to ring the bell or wait for the ward round to find that the patient's "vital sign" is out of state, and then give it. It is a passive management method to deal with the condition. Therefore, the motivation is as follows: take the initiative to manage the patient's "vital sign value", and if the monitor can be miniaturized into a "wearable intelligent physiological function machine", every care station. It is worn by 3 to 4 patients in two wards.

By wirelessly transmitting its data to the Cloud of Website Thingspeak, the nursing staff can monitor the "vital sign values" of all patients in real time, and the system will automatically send a message to the mobile phone of the responsible nursing staff in case of abnormalities, so that they can deal with the patient immediately. The situation is an active management method, which improves the current workload of nursing staff and increases the quality of caring for patients.

Keywords: Esp32 D1 mini, pulse monitoring, active monitoring.

目錄

內容

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第一章 前言（概論／緒論）	1
1-1 專題製作背景及目的.....	1
1-2 專題製作方法、步驟與進度.....	1
1-2-1 研究步驟.....	1
1-2-2 研究進度(甘特圖).....	2
1-3 預期成果.....	2
第二章 理論探討	3
2-1 系統架構.....	3
2-2 相關元件介紹.....	3
2-2-1 ESP32.....	3
2-2-2 熱敏電阻.....	4
2-2-3 Pulse Sensor	7
2-2-3-1 PluseSensor 感測器簡介	7
2-2-3-2 電路工作原理.....	7
2-2-3-3 光電訊號訊號數值分析.....	7
2-3 ThingSpeak 平台介紹	9

第三章 專題準備	10
3-1 3D建模及列印外殼.....	10
3-2 電路設計.....	11
3-3 Arduino程式設計	12
3-3-1量測體溫.....	13
3-3-2量測脈搏.....	14
3-4 Python監控端軟體主程式.....	15
3-4-1 資料更新.....	16
3-4-2時間更新及上筆資料時間.....	17
第四章 專題成果	18
4-1 成果圖.....	18
第五章 結論與建議	19
5-1 建議.....	19
參考文獻.....	20
附錄.....	21

表目錄

內容

表一 進度控管-甘特圖	2
-------------------	---

圖目錄

內容

圖一 專題流程圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二 監控儀架構圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖三 ESP32 D1 mini	錯誤! 尚未定義書籤。
圖四 PTC 熱敏電阻曲線圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖五 NTC 熱敏電阻曲線圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖六 電阻分壓數值	錯誤! 尚未定義書籤。
圖七 (a)NTC 熱敏電阻佈線圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖九 PulseSensor 正反面圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十 工作原理圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十一 光體積變化描記圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十二 血液流速分析圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十三 大數據架構圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十四 Thingspeak 圖表	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十五 3D 列印正視角圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十六 (a)3D 列印外殼圖	圖十七 (b)實際成品圖 錯誤! 尚未定義書籤。
圖十八 EasyEda 佈線圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖十九 電路板成品圖	圖二十 EasyEda 電路圖
錯誤! 尚未定義書籤。	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十一 主要功能流程圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十二 體溫流程圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十三 脈搏流程圖	錯誤! 尚未定義書籤。

圖二十四 軟體流程圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十五 資料更新流程圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十六 時間更新及時間上傳圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十七 實際配戴圖	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二十八(a)電路板正面圖	圖二十九(b)電路板背面圖 錯誤! 尚未定義書籤。

第一章 前言 (概論／緒論)

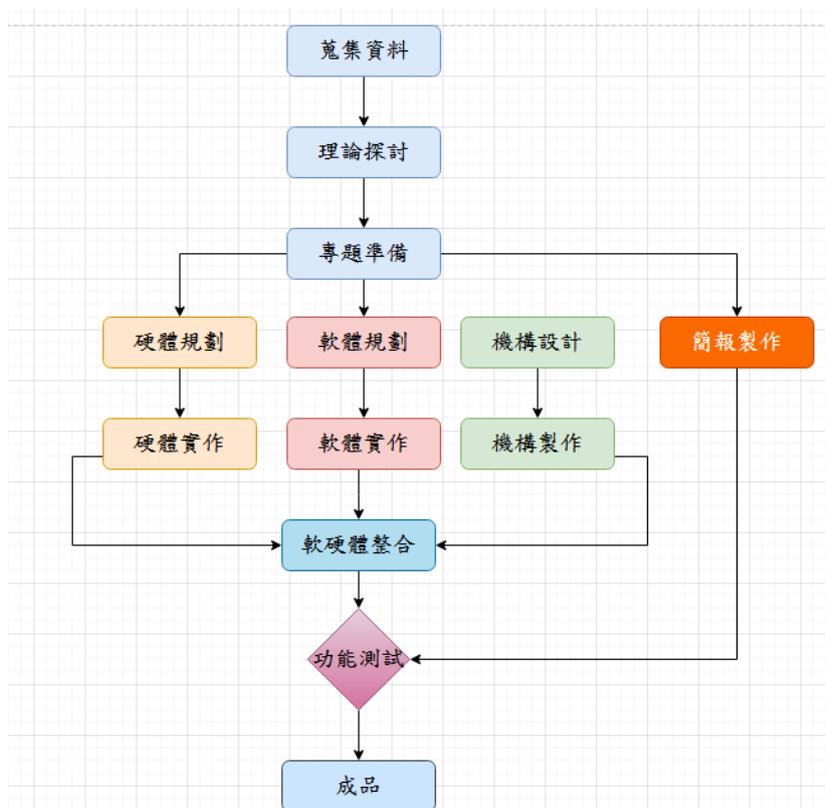
1-1 專題製作背景及目的

有家人在醫院從事護理工作，每天都要去病房做例行性的量測 P (脈搏)、T (體溫)、R (呼吸次數)、血壓 (BP) 等，早、午、晚各一次，並將其數據紀錄於「生命徵象表」內。護理師都是於固定時間推著一台大型的監護儀 (Patient Monitor) 來測量「住院病人」的「生命徵象值」，每天忙於反覆的測量與紀錄。

1-2 專題製作方法、步驟與進度

1-2-1 研究步驟

我們依照預期的目標所制定的流程圖。(如圖所示。)



圖一 專題流程圖

1-2-2 研究進度(甘特圖)

我們依照預期的目標所制定的甘特圖。(如表一所示。)

週次 (日期)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	負責成員
工作項目																			
蒐集資料	■	■	■																33 37
理論探討	■	■																	37
專題準備	■	■	■																33 37
軟體規劃	■	■	■	■															37
硬體規劃			■	■	■	■													37 33
硬體實作					■	■	■	■	■	■									37 33
機構設計								■	■	■	■								37
機構製作								■	■	■	■								37
體溫程式撰寫												■	■	■					37
心跳程式撰寫												■	■	■					37
設計手機軟體													■	■	■				37
設計電腦軟體													■	■	■	■			37
整體測試															■	■	■	■	33 37
簡報製作			■			■				■				■			■		33 37
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	累積百分比%

表一 進度控管-甘特圖

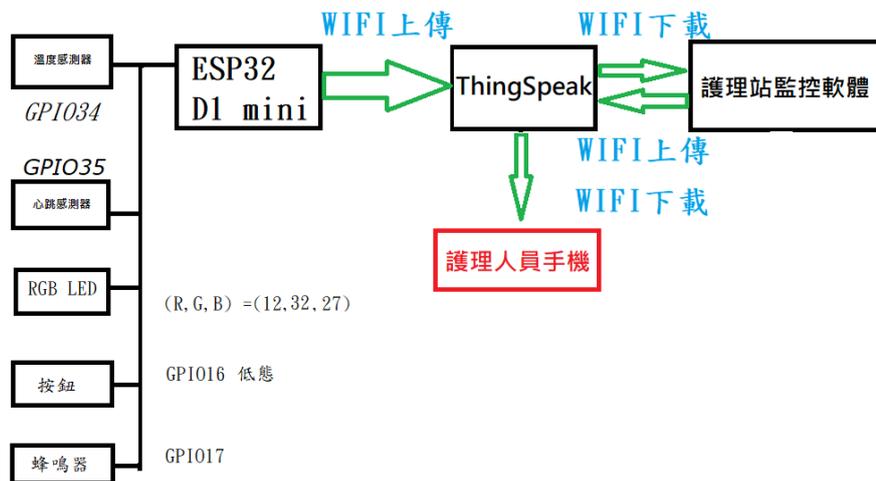
1-3 預期成果

預期利用 3D 列印小型配戴裝置做一個殼，且能穩定測量配戴者的體溫、脈搏及上傳，並能透過 ThingSpeak，在電腦端、手機端能及時顯示病況、予以警示，最後希望可以做出四台模擬真實在醫院的環境下進行測量。

第二章 理論探討

2-1 系統架構

我們依照預期的目標所制定的架構圖。(如圖二所示。)



圖二 監控儀架構圖

主要分為硬體端、平台端、軟體端，ESP32D1mini 在本架構上擔任的是數據測量及上傳，而 Thingspeak 平台作為一個中繼站，為讓監控軟體及手機介面提供上傳及下載的服務，最後手機端及電腦端負責記錄、顯示給護理人員檢視。

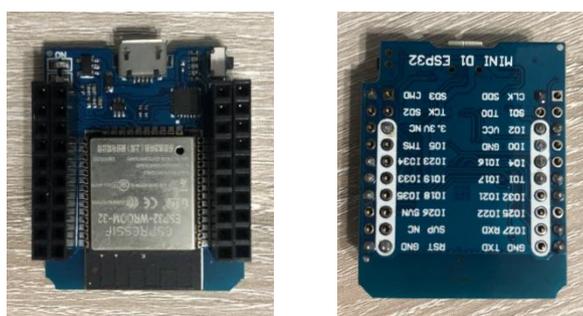
2-2 相關元件介紹

2-2-1 ESP32

近年來隨著人工智慧及物聯網產業的興起，也使得 Arduino 能快速的發展，因其可以快速開發感測與互動程式，成為程式課程的主流教材。Arduino 的特點是所有軟硬體都開源，感測器種類繁多價格便宜且能很快的找到合適的元件接線組裝，完成程式撰寫，可以說是初學者學習程式最重要的教材之一。

而 Arduino 卻有一大短板，即是沒有內建 Wifi、藍芽功能，基於需要類比輸

入需要 2 至 3 組的情況下，我們便使用 ESP32 來取代，其優勢便是能完全相容於 Arduino，可使用 Arduino IDE 來程式設計，不必再額外花時間熟悉其他環境，且其內部包含 WIFI、藍芽之硬體，可以快速的進行物聯網開發，加上其耗電量相對於一般外接模組來的更低，基於以上幾處優點，我們便選擇使用 ESP32 系列中的 D1 mini(為 ESP32 體積最小的幾種版本之一適合進行穿戴式裝置開發)。(如圖三所示。)



圖三 ESP32 D1 mini

2-2-2 熱敏電阻

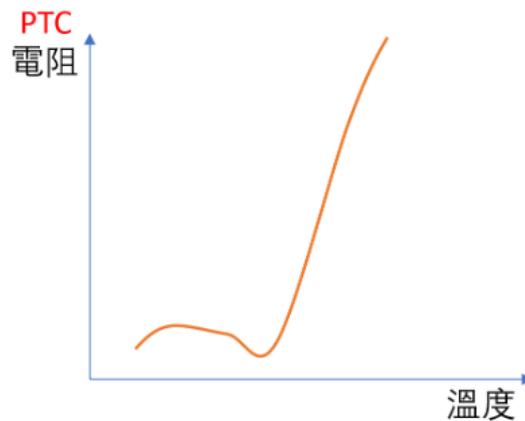
熱敏電阻是一種傳感器電阻，電阻值隨著溫度的變化而改變，且體積隨溫度的變化較一般的固定電阻要大很多，常見應用有溫度偵測、湧流抑制、馬達延時啟動、過熱保護。

因為這樣的特性，PTC 熱敏電阻常常被拿來做「自復式保險絲」。一般的保險絲電流過大它就熔毀燒斷，得換個新的才能修復，而自復式保險絲顧名思義就是，它在電流過大時會將電路斷開(或是用一個很大的電阻「幾乎」將電路斷開)，但在過大的電流消失之後一小段時間之後，因為溫度回到正常的範圍，它的導電性就會恢復。

2-2-2-1 正溫度係數之熱敏電阻

正溫度係數熱敏電阻稱之為 PTC termistor，常常被簡稱為 PTC，這種零件的電阻會隨著溫度的上升而增加，但不是那麼線性(通常在某個溫度以下變化不

大，過了某個溫度之後會開始快速攀升)不過正溫度係數熱敏電阻並不適合拿來量測溫度，主要是因為它的電阻隨溫度變化的特性並不是那麼線性，甚至溫度係數在不同的溫度區間變化很大。(如圖四所示。)

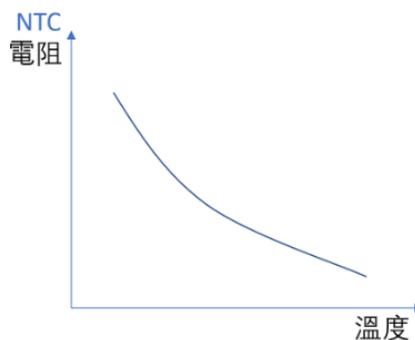


圖四 PTC 熱敏電阻曲線圖

2-2-2-2 負溫度係數之熱敏電阻

而負溫度係數熱敏電阻 (NTC thermistor) 的特性就比正溫度係數熱敏電阻要好上很多。NTC thermistor 的電阻對溫度曲線(負溫度係數熱敏電阻隨溫度上升而下降)，NTC 的電阻對溫度變化曲線雖然不是百分之百線性，但在一定的區間內(通常是數十°C左右)可以假設它是線性而不會有太多的誤差。(如圖五所示。)

實務上，由於 NTC 的電阻對溫度變化曲線不是線性的，我們會用一個對數曲線來逼近它。在大部分的 NTC 熱敏電阻產品中，我們可從 datasheet 中找到 B 這個特性常數，跟我們計算對數曲線時有很重要的關係。

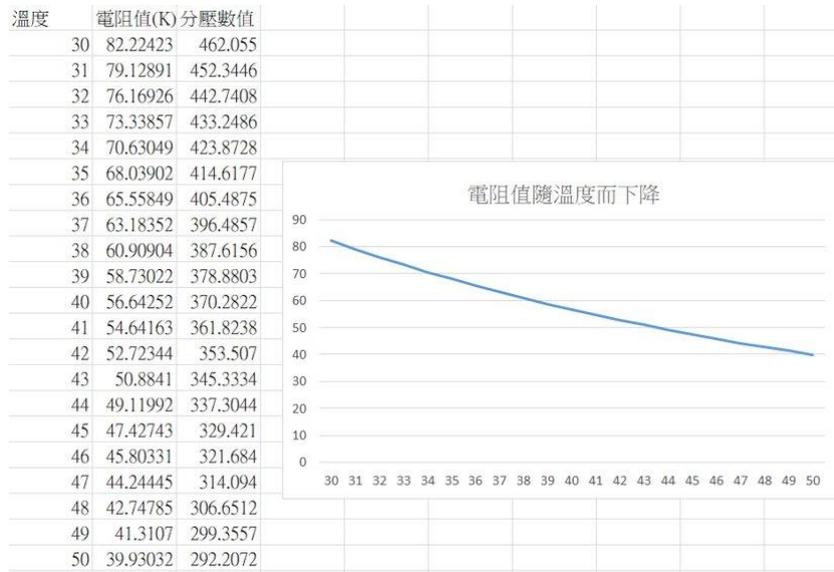


圖五 NTC 熱敏電阻曲線圖

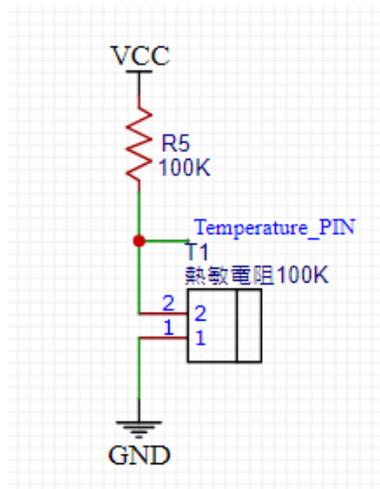
「B-Constant」，在 datasheet 中有一個計算式：

$$RT = R0 * e^{B (1/T - 1/T0)} \text{ (如圖六所示。)}$$

因此在應用上我們透過 NTC 這個曲線便能得知在固定溫度下的電阻，便能利用簡單的歐姆定律，得知該溫度下的分壓值(如圖七所示)，下圖是我們從網路上購買的熱敏電阻套件。(如圖八所示)。



圖六 電阻分壓數值



圖七 (a)NTC 熱敏電阻佈線圖

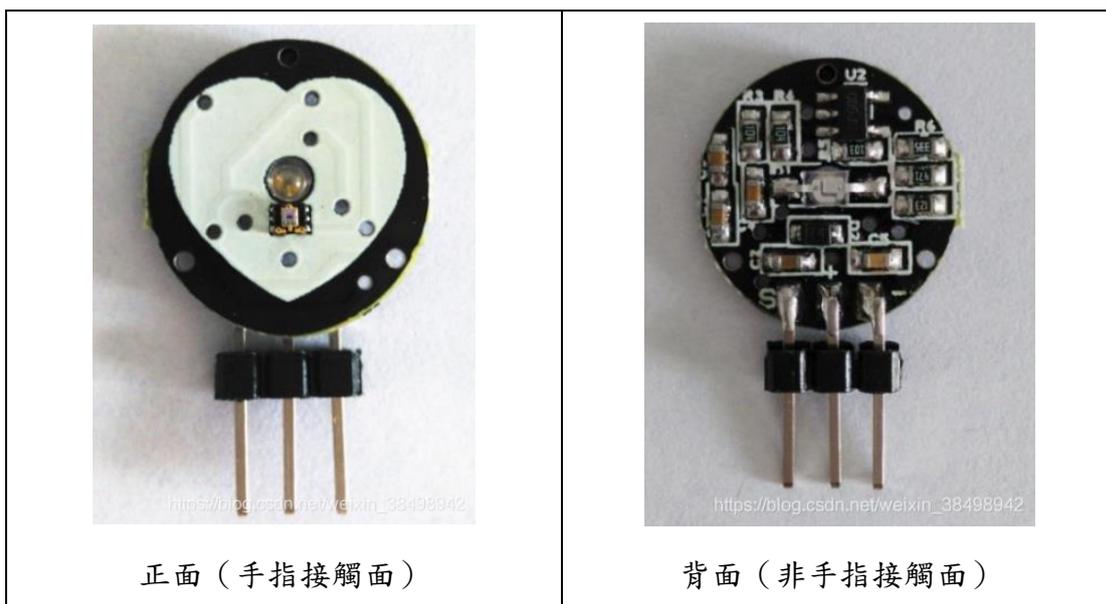


圖八(b)熱敏電阻套件

2-2-3 Pulse Sensor

2-2-3-1 PluseSensor 感測器簡介

PulseSensor 是一款用於心率測量、脈搏波形測量和 HRV 分析的光電反射式模擬感測器。(如圖九所示。)將其佩戴於手指、耳垂等處,通過導線連線可將採集到的模擬訊號傳輸給 Arduino、STM32 和 STC12C5A 等具有模擬採集功能的微控制器並轉換為數字訊號,再通過微控制器的簡單計算後就可以得到心率數值,Pulse Sensor 是一款開源硬體,非常方便二次開發。



圖九 PulseSensor 正反面圖

2-2-3-2 電路工作原理

如圖所示其工作原理經整理後如下圖所示。

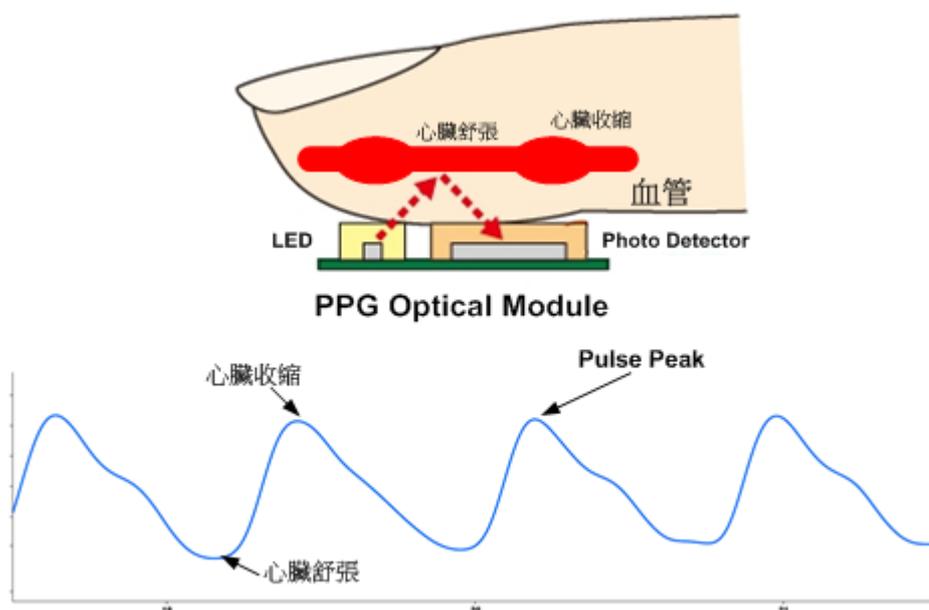


圖十 工作原理圖

2-2-3-3 光電訊號訊號數值分析

光體積變化描記圖法 (Photoplethysmography, 簡稱 PPG) 是借光電手段在活體組織中檢測血液容積變化,當光照透過皮膚組織然後再反射到光敏感測器時,光照會有一定的衰減。(如圖十一所示。)像肌肉、骨骼、靜脈和其他連接組織對光

的吸收是基本不變的（前提是測量部位沒有大幅度的運動），但是血液不同，由於動脈裡有血液的流動，那麼對光的吸收自然也有所變化，得到的信號就可以分為直流 DC 信號(肌肉、骨骼、靜脈)和交流 AC(血液流速變化量)信號。提取其中的 AC 信號，就能得知其脈搏頻率。（如圖十二所示。）



圖十一 光體積變化描記圖

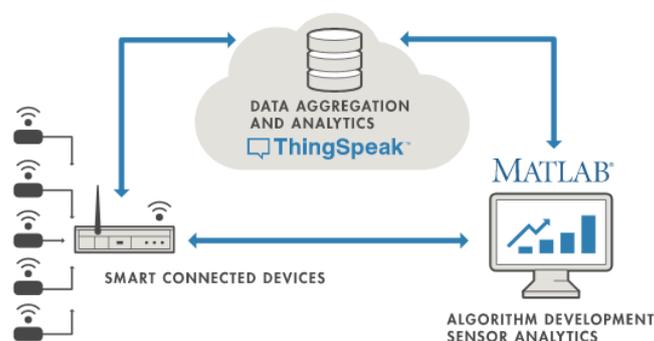


圖十二 血液流速分析圖

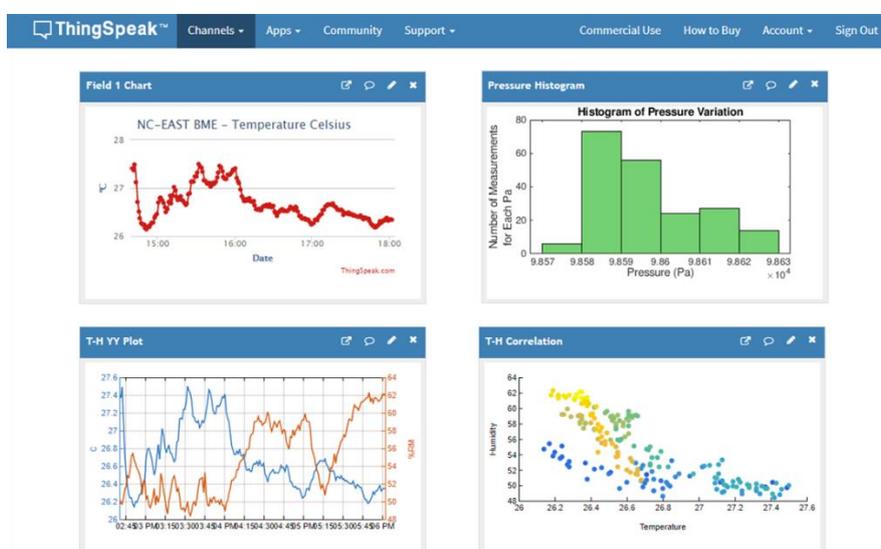
2-3 ThingSpeak 平台介紹

IoT Server 就是用來蒐集並記錄由世界各地傳過來的數據資料，而 Thingspeak 就是 IoT Server 的一種，善用這些大數據資料可以加速其研究分析的工作，節省很多的時間。(如圖十三所示。) Thingspeak 提供多種圖表方式使用，如折線圖、長條圖等，可讓使用者快速且直觀的辨識。(如圖十四所示。)

舉個例子，對於科技農夫來說，可有效率地蒐集整片土地上面各處土壤的溫溼度、光照程度在特定時間間隔的分佈狀態，以長時間的數據來分析影響土地上各植物的生長狀態的因素，幫助農夫可以做製程改善達到最大的產量輸出。



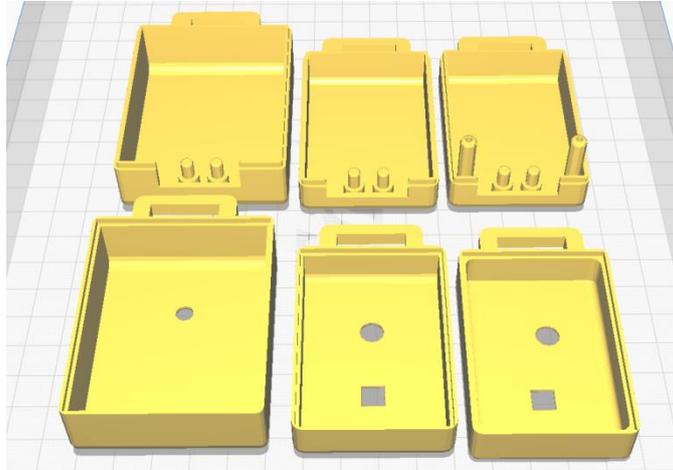
圖十三 大數據架構圖



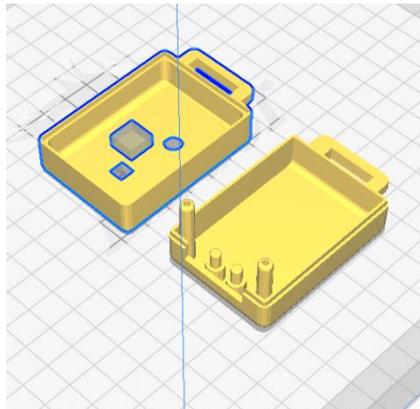
圖十四 Thingspeak 圖表

第三章 專題準備

3-1 3D 建模及列印外殼



圖十五 3D 列印正視角圖



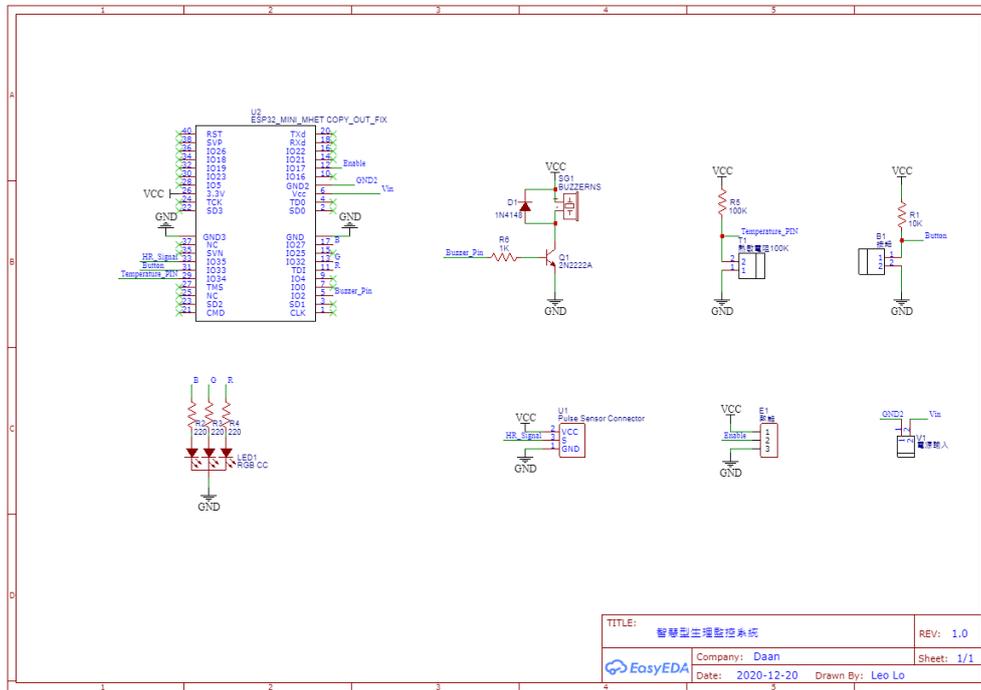
圖十六 (a)3D 列印外殼圖



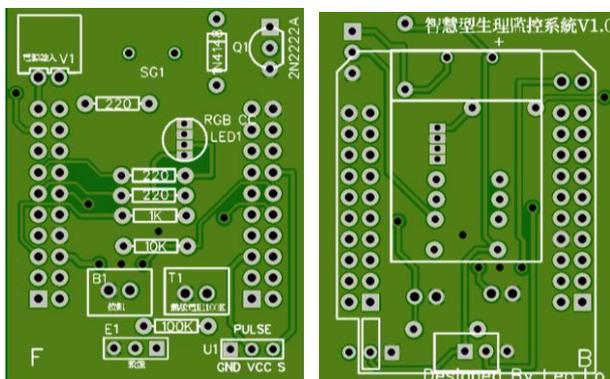
圖十七 (b)實際成品圖

3-2 電路設計

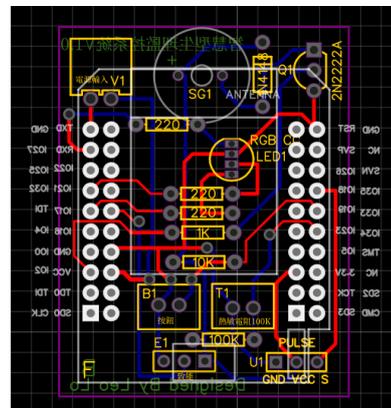
使用 EasyEda 這套工具進行電路繪製、佈線，其好處功能精簡、無須安裝軟體即可進行線上操作、網路上可以互相共用對方所畫的 footprint，以達到快速繪製、生產的效果，可以極大的節省開發時間，但需先確認 footprint 是否正確。



圖十八 EasyEda 佈線圖



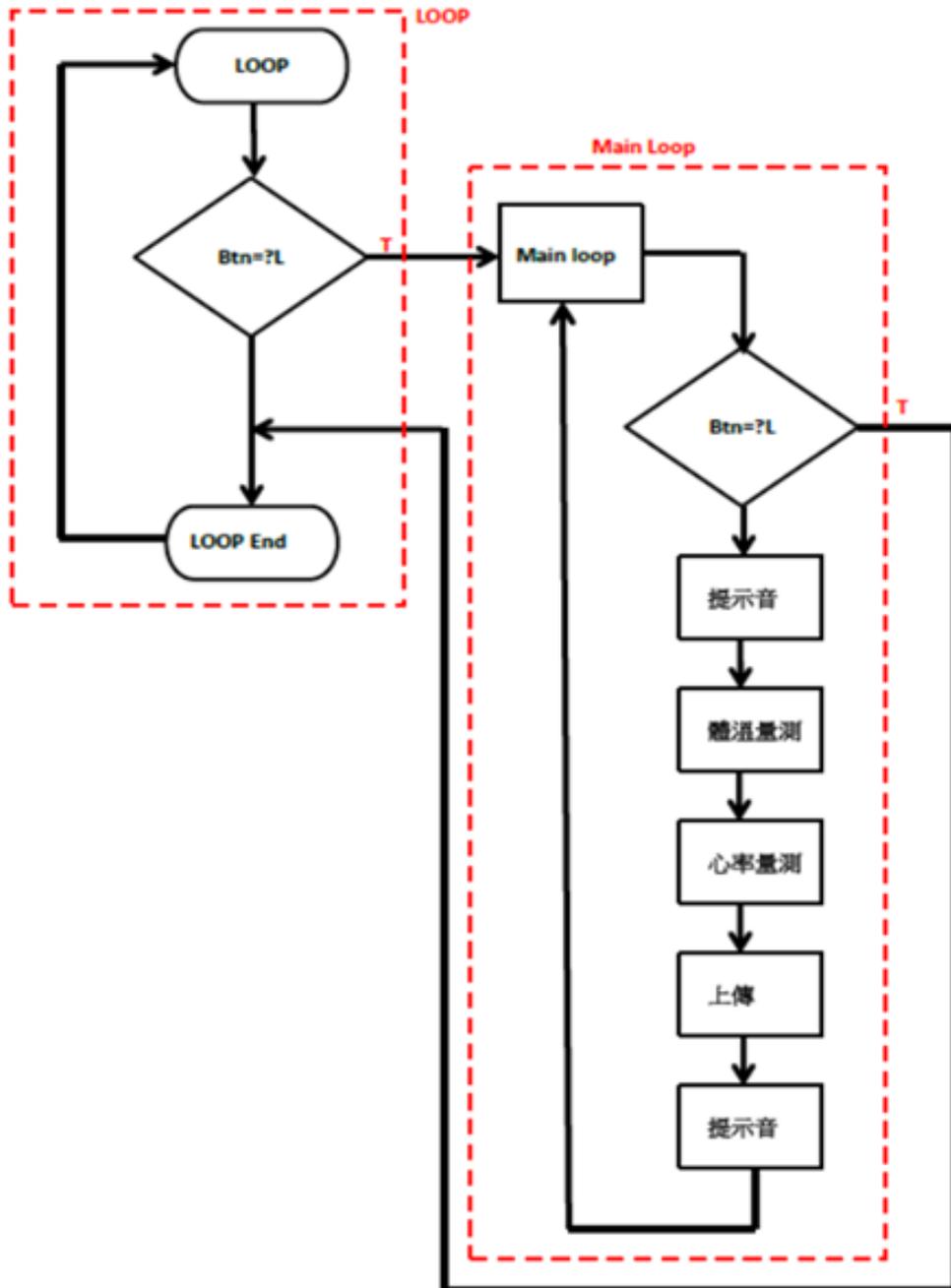
圖十九 電路板成品圖



圖二十 EasyEda 電路圖

3-3 Arduino 程式設計

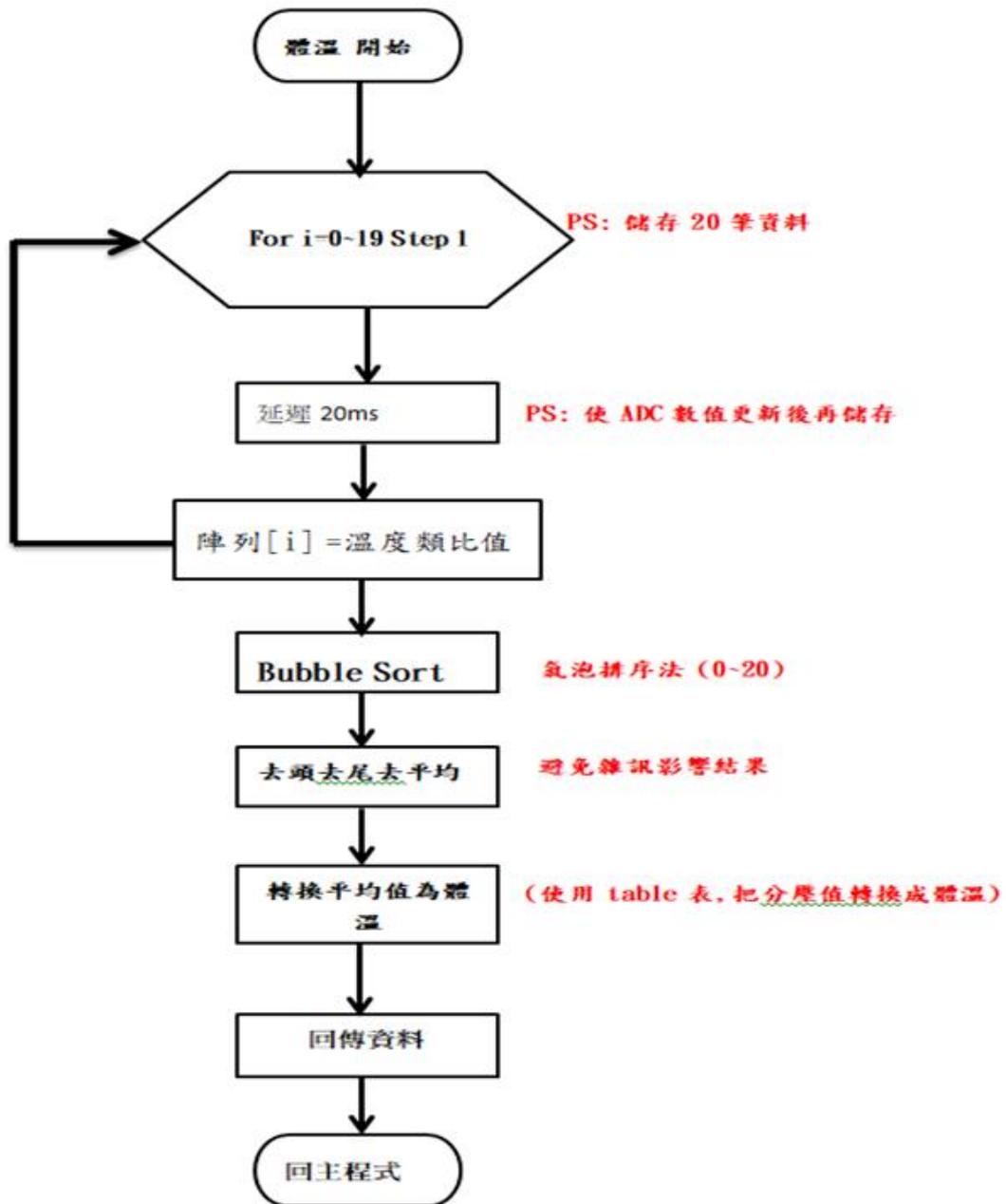
主要功能流程圖如下圖所示。



圖二十一 主要功能流程圖

3-3-1 量測體溫

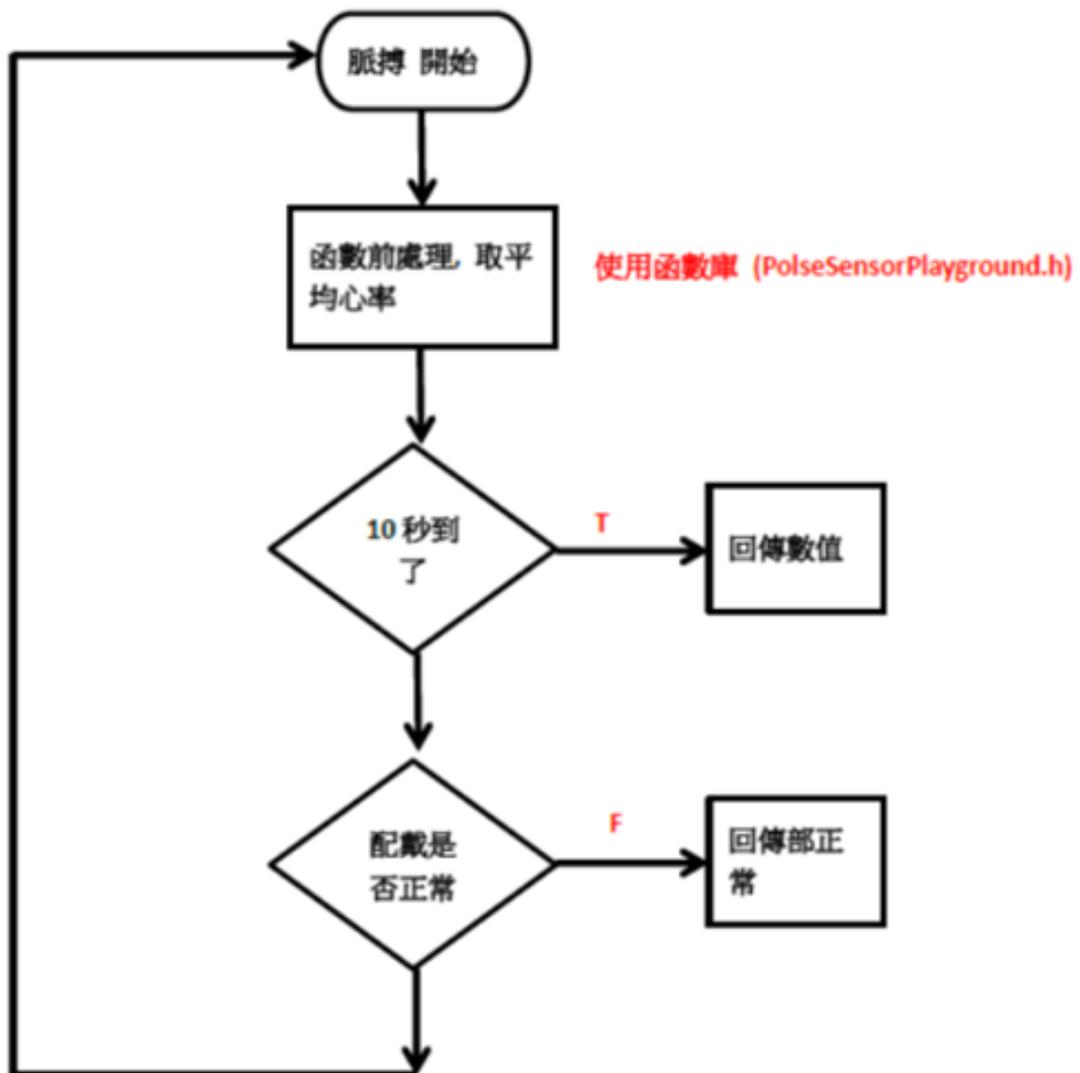
如下圖所示。



圖二十二 體溫流程圖

3-3-2 量測脈搏

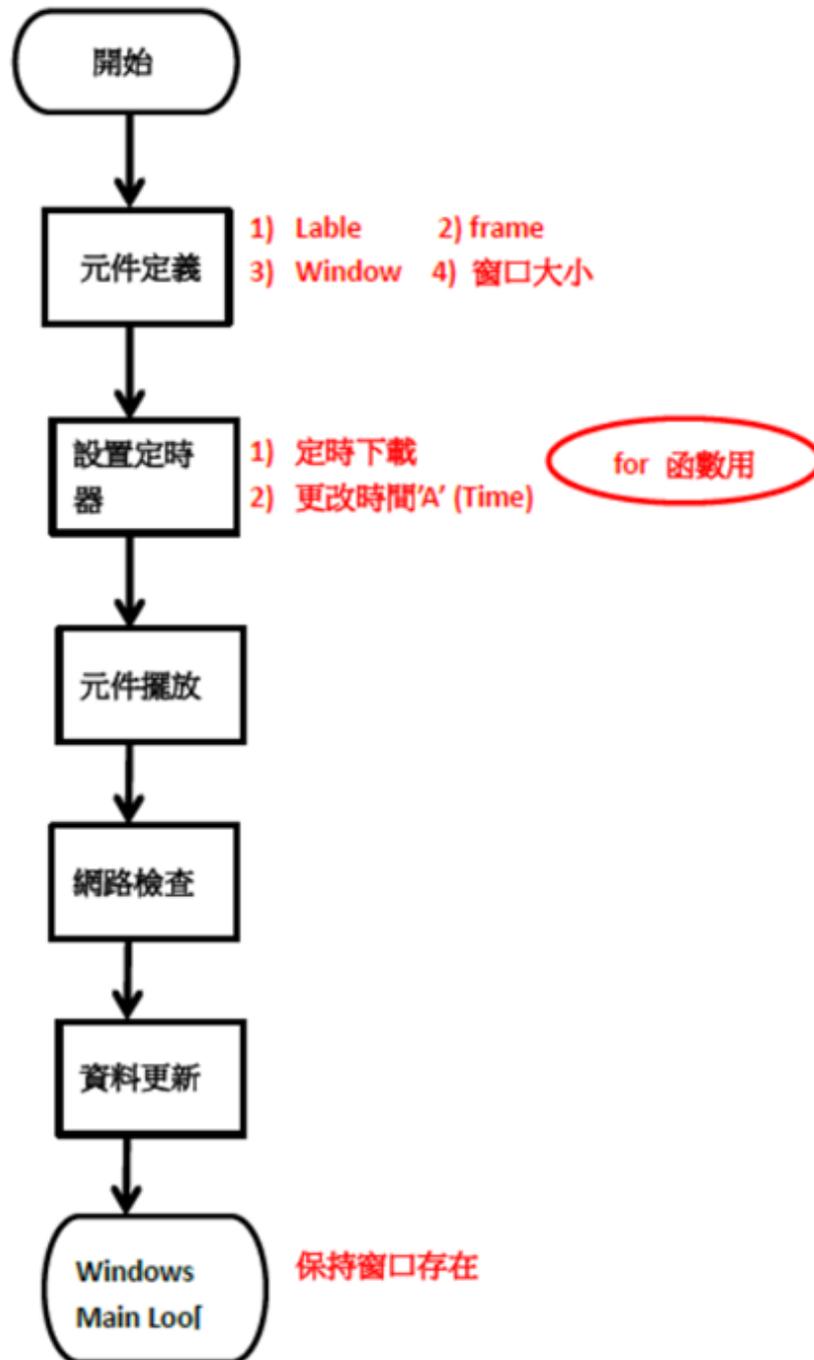
如下圖所示。



圖二十三 脈搏流程圖

3-4 Python 監控端軟體主程式

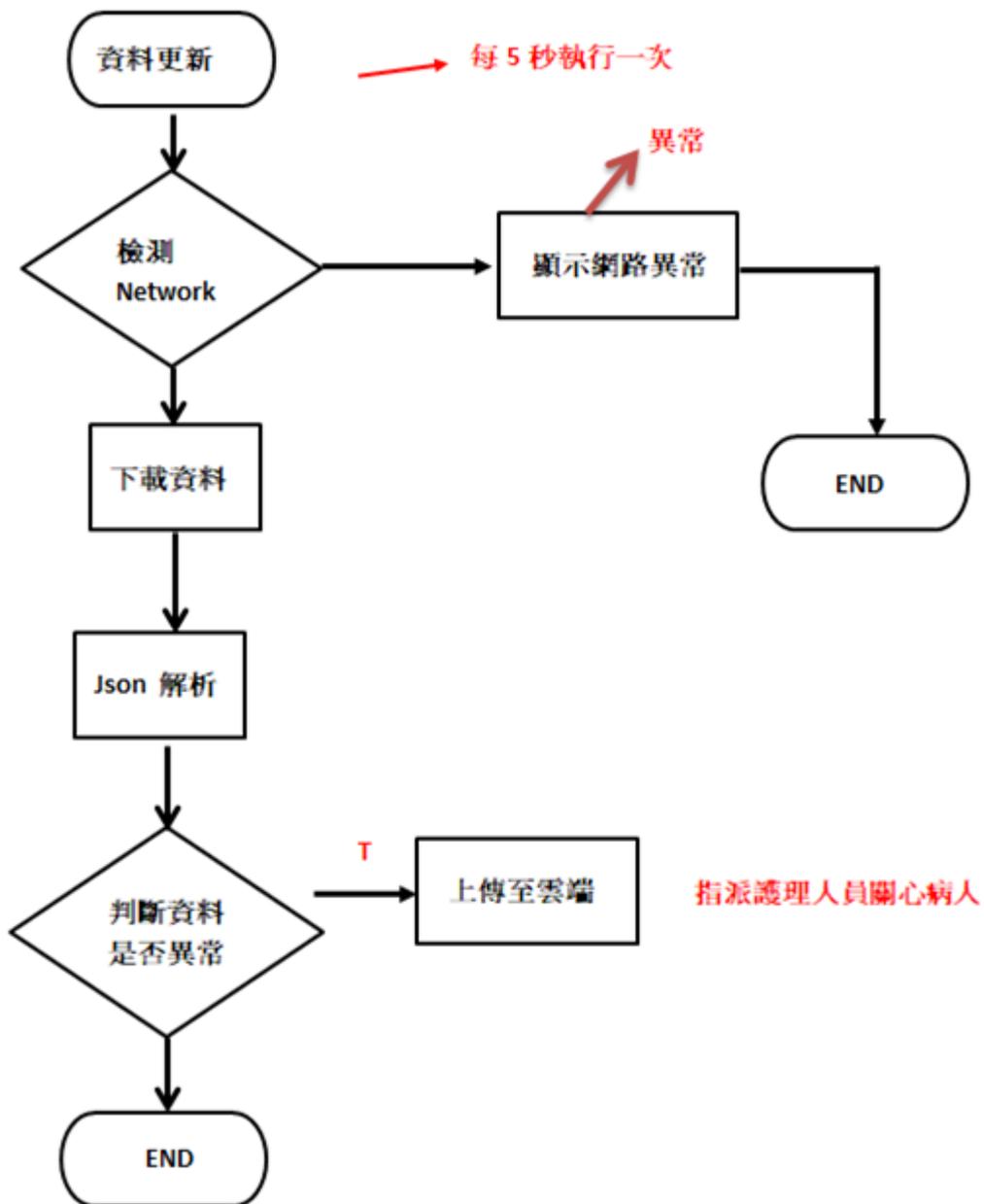
如下圖所示。



圖二十四 軟體流程圖

3-4-1 資料更新

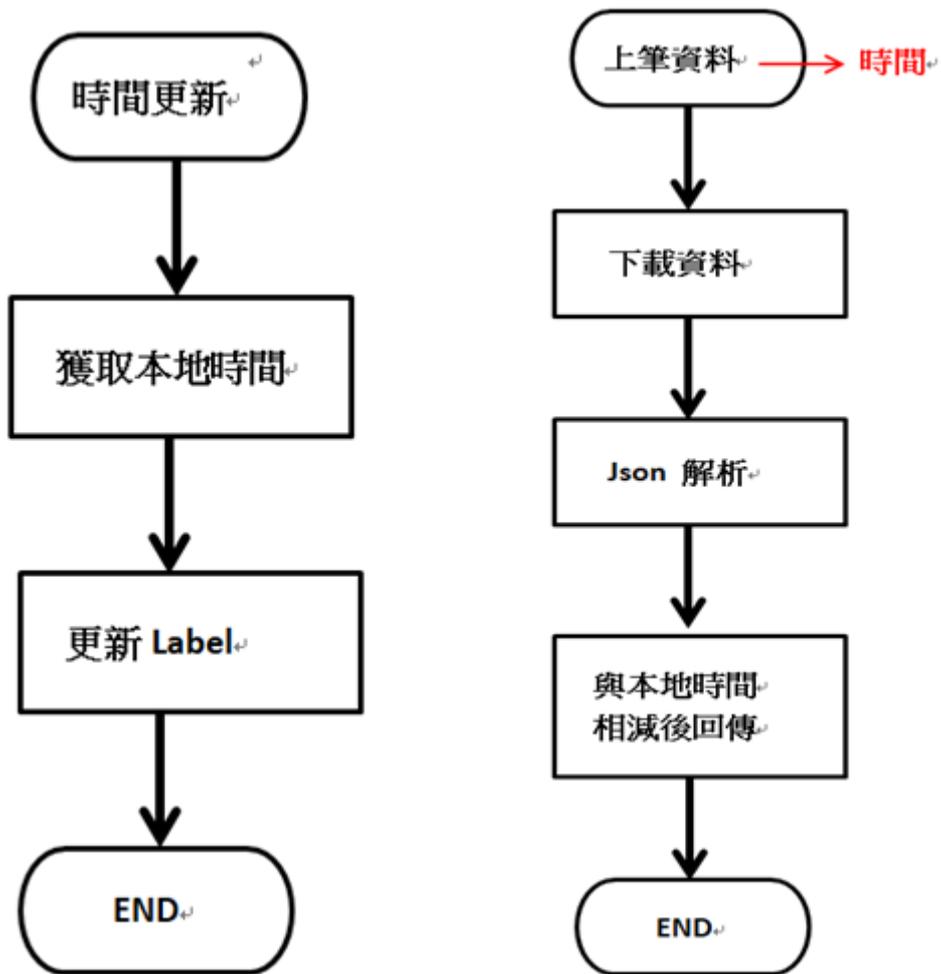
如下圖所示。



圖二十五 資料更新流程圖

3-4-2 時間更新及上筆資料時間

如下圖所示。



圖二十六 時間更新及時間上傳圖

第四章 專題成果

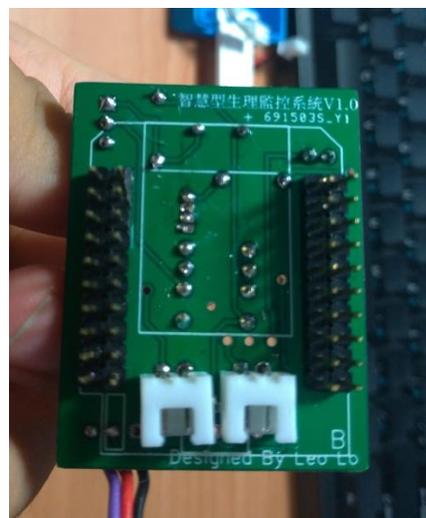
4-1 成果圖



圖二十七 實際配戴圖



圖二十八(a) 電路板正面圖



圖二十九(b) 電路板背面圖

第五章 結論與建議

5-1 建議

經過我們不斷改良後，完成了最終的版本，以下是我們給自己的建議：3D 列印外殼尺寸的縮小、改成 TPU 軟材，更能符合人體工學，改善舒適度。可以增加鋰電池充電接口和電池開關，減少插拔次數也保護電路。脈搏感測器可以自行設計焊接，降低成本支出。開發板能從功耗較大的 esp32 改成 zigbee or Lora。軟體方面手機由 python 修改成 apk 執行檔，ui 改成可以互動式的資料，讓護理人員設定回報。

5-2 結論

最後目標是能製作出五合一的生理機能儀：P（脈搏）、T（體溫）、R（呼吸次數）、血壓（BP）、血氧濃度（SPO2）希望將來能將本次專題擴展至醫療模式，為醫院、遠距醫療提供設備，以改善目前人力不足的情形，及隨者老年人口的增加這個設備甚至可提供到遠距醫療，為台灣乃至全世界高齡人口的生活照護水準提升。

參考文獻

1. MarkerPro。110/1/11 取自
<https://makerpro.cc/2020/06/esp32-review-and-why-recommend-nodemcu-32s>。
2. TaiwanSensor。110/1/11 取自 <https://reurl.cc/5ogAeq>。
3. Itread01。110/1/11 取自 <https://reurl.cc/5qQAvy>。
4. 脈搏感測器原理。110/1/11 取自 <https://reurl.cc/yny3z2>。
5. 發光二極體。110/1/11 取自
<http://www.adxled.com/uppic/20153319544757444.pdf>。
6. Pulse Sensor 原理。110/1/11 取自
<https://pulsesensor.com/pages/pulse-sensor-amped-arduino-v1dot1>。
7. 梅克 2 工作室(2015)。Arduino 微電腦控制實習(OZONE 適用)-邁向 AMA 中級先進微控制器應用認證。新北市：台科大圖書公司。
8. 孫駿榮，吳明展，盧聰勇(2010)。最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手。臺北市：基峯出版社。
9. 楊仁元、張顯盛、林家德。(2014)。專題製作理論與呈現技巧。新北市：台科大圖書公司。

二、 材料清單

類別名稱	材 料 名 稱	單位	數量	應 用 說 明	備註
耗材	Ok 線	捲	1	電路板焊接	
耗材	PLA	捲	1	3D 列印使用	
耗材	焊錫	捲	1	電路板焊接	
耗材	焊錫	捲	1	電路板焊接	
耗材	線	捲	1	電路板焊接	
電池	250mA	個	2		
開發版	ESP32 D1 mini	個	6	硬體控制	
電路板	電路板	片	5	X	
感測器	Pulse Sensor	個	5	脈搏偵測	
感測器	熱敏電阻	個	8	X	
機構	夾子	個	4	X	
元件	按鈕	個	10	元件	
元件	RGBLED	個	10	元件	