

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

多功能心跳血氧機

Multifunction Heartbeat Oximeter

組員：吳丞凱

組員：洪士惟

組員：徐顛承

組員：鍾明翰

指導老師：楊仁元

中華民國 112 年 2 月

摘要

隨著高齡化社會及慢性病普遍化時代來臨，對於有心血管疾病患者的居家照護，心率血氧測量顯得更加重要。

近幾年新冠肺炎(COVID-19)疫情嚴峻，確診者特別容易產生隱形缺氧或稱快樂缺氧，由於缺氧症狀不明顯，不容易引起注意，旁人無法意識到其危險性，此時須藉由血氧機即時監控身體血氧濃度，以避色急遽重症與猝死憾事發生。

本組使用 Ardiuno 撰寫的程式，以 3D 列印作外殼，嘗試作出一個可以隨身攜帶且精準的心跳血氧感測器，可以遠程監控把關，將健康警訊立即發出，讓科技使人與人之間多一點溫暖。

關鍵字：血氧、心率、感測器、人聲警示、LINE notify、網站。

Abstract

With the advent of an aging society and the generalization of chronic diseases, heart rate and blood oxygen measurement are more important for home care of patients with cardiovascular diseases.

In recent years, the novel coronavirus pneumonia (COVID-19) epidemic has been tough. Diagnosed patients are particularly prone to invisible hypoxia or happy hypoxia. Since the symptoms of hypoxia are not obvious, it is not easy to attract attention, people cannot realize its danger. At this time, it is necessary to Real-time monitoring of blood oxygen concentration in the body by the blood oxygen machine to avoid sudden severe illness and sudden death.

And our group uses the program written by Ardiuno, with 3D printing as the shell, trying to make a portable and accurate heartbeat and blood oxygen sensor, which can be remotely monitored and checked, and the health warning will be issued immediately, so that technology can make the relationship between people a little more warm.

Keywords: blood oxygen, heart rate, sensor, voice alert, LINE notify, website.

目 錄

摘要	I
ABSTRACT	II
目錄	III
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第一章 前言(緒論/概論)	1
1-1 專題製作動機	1
1-2 什麼是心血氧機?	1
1-3 專題製作方法、步驟與進度	3
1-3-1 研究步驟(流程圖).....	3
1-3-2 研究進度(甘特圖).....	4
1-4 預期成果	5
1-5 組員貢獻度	5
第二章 理論探討	6
2-1 系統架構.....	6
2-2 硬體.....	7
2-2-1 ESP32 TTGO T-Display	7
2-2-1-1 ESP32 的 SPIFFS 檔案系統.....	8
2-2-1-2 LCD 液晶顯示器.....	9
2-2-1-3 TFT LCD、OLED、Micro LED 比較.....	10

2-2-2 MAX30102.....	12
2-2-2-1 MAX30102 簡介	12
2-2-2-2 MAX30102 工作原理.....	13
2-2-2-3 PPG 訊號與偵測方式原理說明.....	14
2-2-2-4 SpO2 溫度補償.....	17
2-2-3 I2S Audio Breakout-MAX98357A	18
2-2-4 揚聲器	19
2-2-5 502535 鋰電池.....	20
2-2-6 TP4056 模組	21
2-2-6-1 TP4056 502535 保護功能.....	22
2-3 軟體.....	23
2-3-1 ThingSpeak.....	24
2-3-2 LINE Notify.....	24
2-3-3 Visual Studio.....	24
2-3-4 HxD	25
2-3-5 Arduino.....	26
2-3-6 Blender.....	26
第三章 專題設計.....	28
3-1 網頁設計	28
3-2 3D 建模及外殼列印	29
第四章 專題實驗成果	30
4-1 成品.....	30

4-2 成果展示.....	31
4-2-1 螢幕顯示功能.....	31
4-2-2 充電提示.....	32
4-2-3 手指判別.....	32
4-2-4 成品與市售產品之功能比較.....	33
4-2-5 網頁功能.....	33
4-2-6 資料的儲存(user 4).....	34
4-2-7 LINE 通知.....	34
4-2-8 音訊功能.....	35
4-3 影片連結.....	35
第五章 結論與建議.....	36
參考文獻.....	37
附錄.....	40
材料清單.....	40
設備清單.....	41

表目錄

表一 甘特圖	4
表二 組員貢獻度	5
表三 RED LED 電流設置與 LED 溫升.....	17
表四 與市面上功能比較	33
表五 材料清單	40
表六 設備清單	41

圖目錄

圖一 氧合血紅素解離曲線 (Oxyhemoglobin Dissociation Curve)	2
圖二 流程圖	3
圖三 系統架構	6
圖四 ESP32 TTGO T-Display 接腳圖	7
圖五 ESP32 支援的 SPIFFS 的檔案系統	8
圖六 液晶顯示器的結構	9
圖七 TFT LCD、OLED、Micro LED 差異	11
圖八 MAX30102	12
圖九 紅光與紅外線差異	13
圖十 PPG 量測方式	14
圖十一 常見的偵測方式	15
圖十二 PPG AC、DC 分量	16
圖十三 I2S Audio Breakout-MAX98357A	18
圖十四 揚聲器	19
圖十五 502535 離電池	20
圖十六 TP4056 模組	21

圖十七 大數據架構圖	23
圖十八 LINE Notify	24
圖十九 Visual Studio	25
圖二十 HxD.....	25
圖二十一 Arduino	26
圖二十二 Blender	27
圖二十三 網頁設計流程圖	28
圖二十四 tinkercad 初步建模.....	29
圖二十五 blender 建模調整與 3D 影片的製作.....	29
圖二十六 上半部成品與下半部成品.....	30
圖二十七 手指測量處與走線處.....	30
圖二十八 螢幕功能	31
圖二十九 螢幕顯示功能	31
圖三十 充飽電顯示藍燈與充電中顯示紅燈.....	32
圖三十一 紅筆偵測與厚紙板偵測.....	32
圖三十二 網站功能	33
圖三十三 資料的儲存(user 4).....	34
圖三十四 LINE 通知	34
圖三十五 音訊架構圖	35

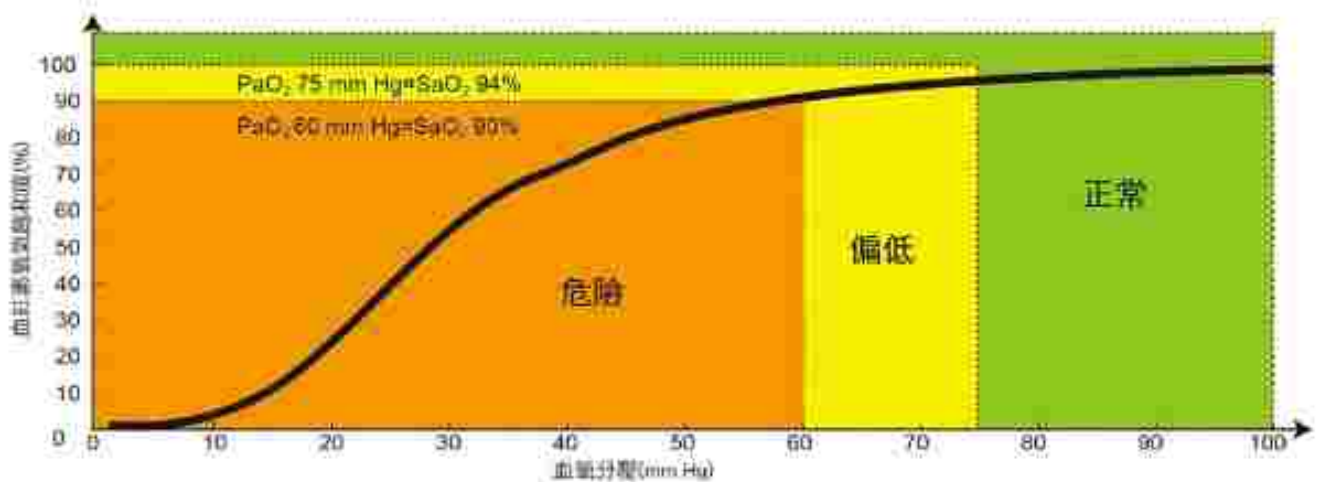
第一章 前言(緒論/概論)

1-1 專題製作動機

現代人節奏較快,壓力大造成飲食口味太重、鈉鹽攝取太多,導致高血壓、高血脂、高血糖,造成高血壓性疾病、心臟病、糖尿病,我們的出發點為製造一個小巧便攜的血壓感測器,來監測身體所發出的健康訊號,守護身邊所有人的健康。

1-2 什麼是心電機?

診斷缺氧的黃金標準是做動脈血氣體分析 (Arterial Blood Gas Analysis, ABG),但抽動脈血是侵襲性的檢查,不方便又有危險性,而且無法連續監測。血氧機全名是脈搏式血氧飽和度偵測儀 (Pulse oximeter),在醫學上是革命性的發明,不用抽血就可方便、連續地監測人體的氧合狀態,在臨床上廣泛使用,血氧機測得的脈搏血氧飽和度 (SpO_2) 與動脈血氧分壓 (PaO_2) 呈現 S 型正相關,當 $SpO_2 < 90\%$ 時,代表 $PaO_2 < 60 \text{ mm Hg}$,即有缺氧危險 (圖一)。



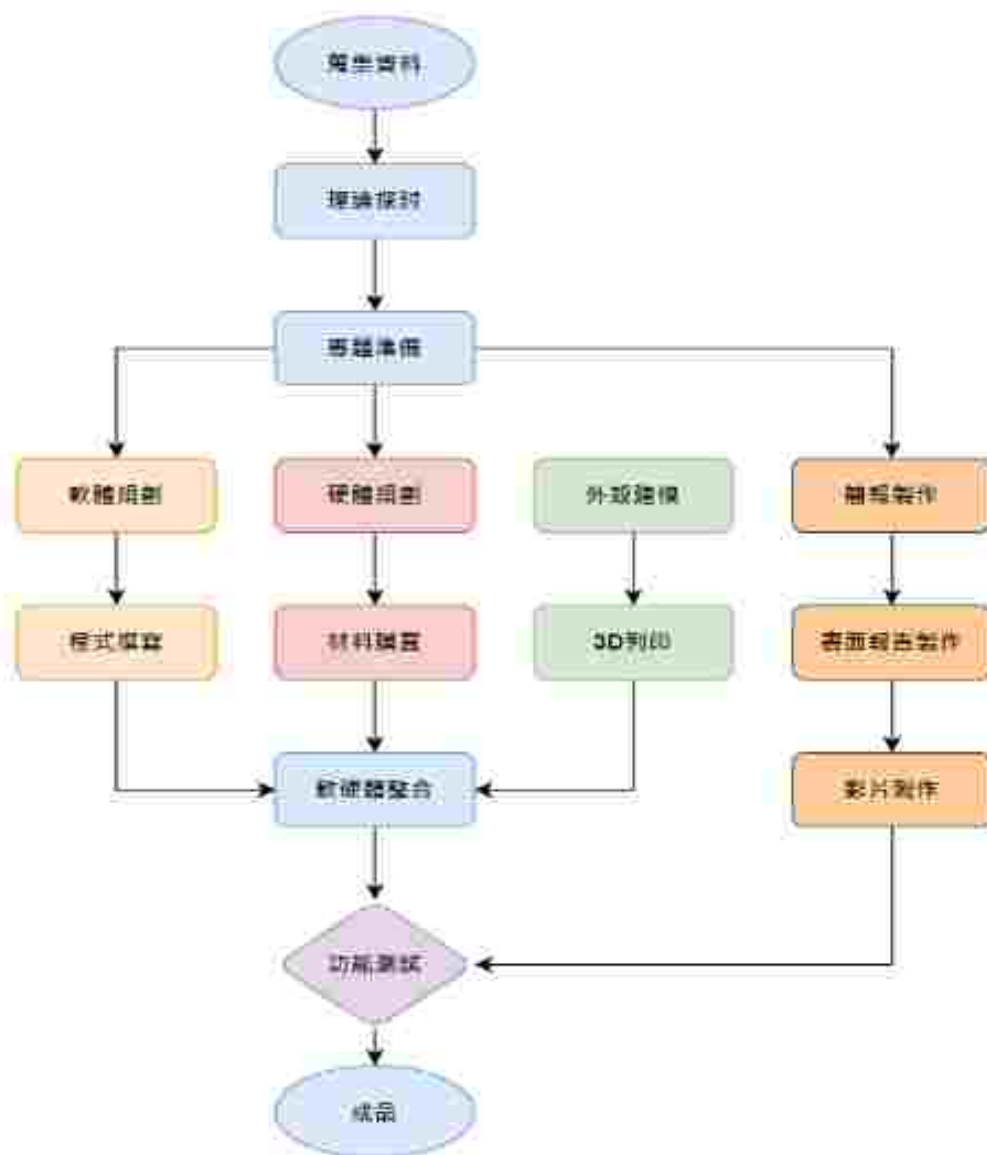
圖一 氧合血紅素解離曲線 (Oxyhemoglobin Dissociation Curve)

註：顯示血氧飽和度 (S_O2) 與血氧分壓 (P_O2) 的關係呈現 S 型，正常的動脈血氧分壓 (Pa_O2) 在 75-100mm Hg，此時曲線位於高原區，對應的 Sa_O2 ≥ 95%；而當 P_O2=20-60 mm Hg 時，曲線則在陡峭區，S_O2 急遽改變。

1-3 專題製作方法、步驟與進度

1-3-1 研究步驟(流程圖)

依預期的目標制定流程圖。(如下圖二所示。)



圖二 流程圖

1-3-2 研究進度(甘特圖)

依照預期的目標所制定的甘特圖。(如表一所示。)

表一 甘特圖

工作 項目	週次																		負責成員
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
資料蒐集	■	■	■	■	■	■	■												7、15、18、35
理論探討	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									7、15、18、35
專題準備	■	■																	7、15、18、35
硬體規劃	■	■	■	■															7、15、18、35
材料購買	■	■	■	■	■														7、15、18、35
軟體規劃			■	■	■	■													7、35
程式撰寫			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			7、35
外殼建構	■	■																	18
3D列印	■	■	■					■	■	■	■	■	■						18
影片製作												■	■	■	■	■			18
簡報製作	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		18
書面製作	■		■		■		■		■		■		■		■		■		15
綜合測試									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7、15、18、35
預定進度	5	10	15	20	30	35	40	45	50	55	60	70	75	80	85	90	95	100	累積百分比%

1-4 預期成果

本專題預期使用 MAX30102 來監測人的血氧濃度和心率，並且使用 ESP32 TTGO T-Display 這塊開發板來顯示數值。此專題與其他市面上的血氧機截然不同的是利用 HTML 語法來撰寫網頁讓使用者或家人可以簡單的透過網址來連接網站來監控健康資訊，也結合 LINE Notify 隨時通知家人或周遭親朋好友來得知使用者的身體狀況，進而達到居家照護的效果。

1-5 組員貢獻度

表二 組員貢獻度

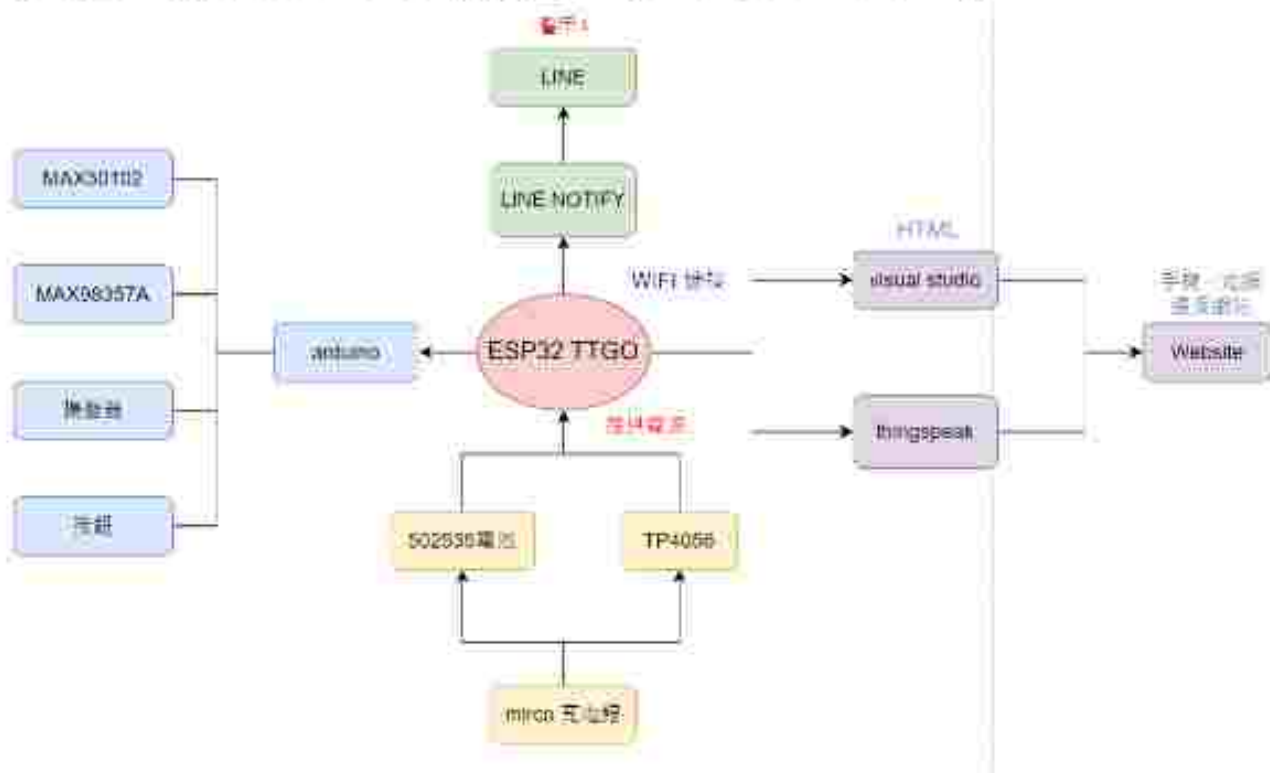
組員姓名	主要負責工作內容
吳丞凱	網站設計、資料找尋、網站架設
洪士惟	硬體組裝、走線規劃、書面製作
徐顛承	硬體規劃、3D 建模、影片簡報製作
鍾明翰	程式設計、螢幕設計、程式撰寫



第二章 理論探討

2-1 系統架構

依預期的目標所制定的架構圖。(如下圖三所示。)



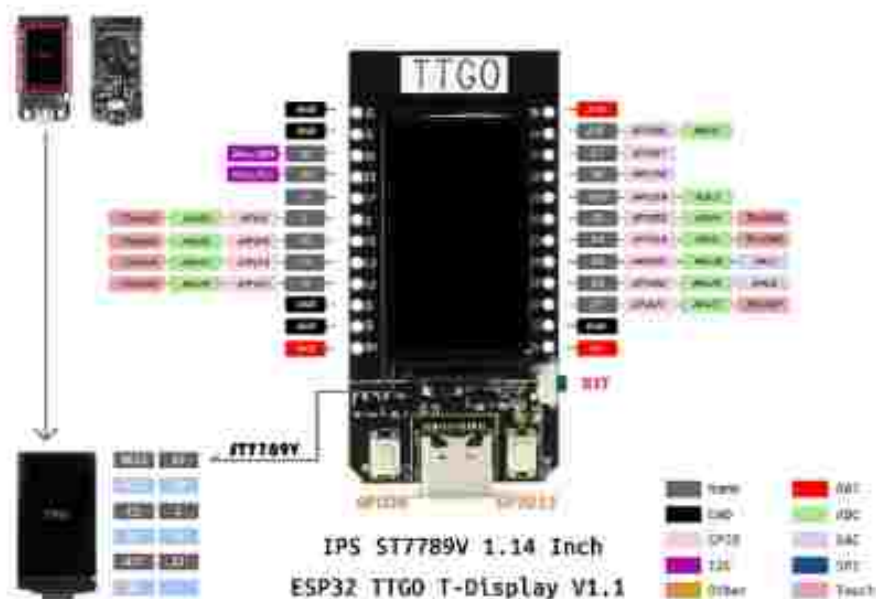
圖一 系統架構

註：由 ESP32 TTGO 與各個設備進行連接，左邊是硬體元件，上方是 LINE 通知功能，右邊是網站顯示與資料儲存，下方是供電元件與充電模組。

2-2 硬體

2-2-1 ESP32 TTGO T-Display

本專題採用 ESP32 TTGO T-Display (圖四)，主要特色是將 ESP32、彩色 TFT LCD (解析度 240x135)、鋰電池充電電路、AB 鍵按鈕，Type-C 接頭整合到一塊體積非常小的開發板上，體積優勢加上可使用鋰電池供電，並且有非常漂亮的 TFT 可顯示彩色畫面，對於喜歡 ESP32 系列並且需要彩色顯示的專案會是很好的選擇。



圖二 ESP32 TTGO T-Display 接腳圖

2-2-1-1 ESP32 的 SPIFFS 檔案系統

ESP32 通常都有內建 4MB 的快閃記憶體，這塊記憶體空間可用來儲存 APP，也可以當做檔案儲存的空間。這塊記憶體空間內部的資料不會因為沒有電而消失，所以有一些重要檔案或資訊可以優先考慮儲存到這個地方。

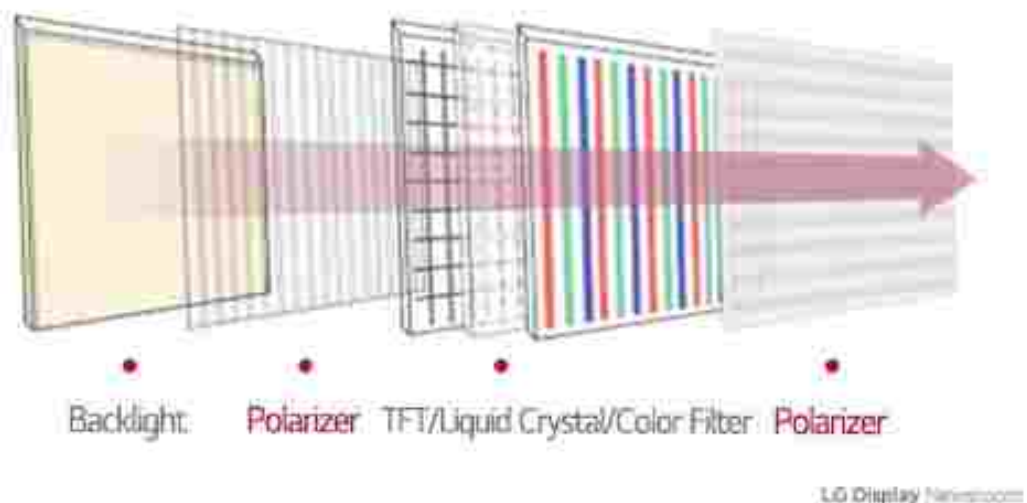
SPIFFS(串列通訊介面的快閃記憶體檔案系統)則是用來管理這塊記憶體空間的檔案系統，可透過 SPIFFS 的函式來掛載這個檔案系統、格式化、建立資料夾或檔案、儲存檔案、刪除資料夾或檔案。



圖三 ESP32 支援的 SPIFFS 的檔案系統

2-2-1-2 LCD 液晶顯示器

LCD 很早之前就已經取代了陰極射線管（CRT）和等離子顯示器，成為市場上佔據主導地位的消費型顯示技術。過去通常可以找到帶有冷陰極螢光燈管（CCFL）背光的 LCD，但如今大多數的 LCD 顯示器都已經改為使用 LED 背光（同樣之後會講）。顧名思義，所有 LCD 都使用夾在偏光玻璃（Polarizer Glass）中的液晶，當電流通過時，液晶會變形以允許或阻止光線通過彩色濾光片，具體來說取決於影像，從而形成你在螢幕上看到的畫面。

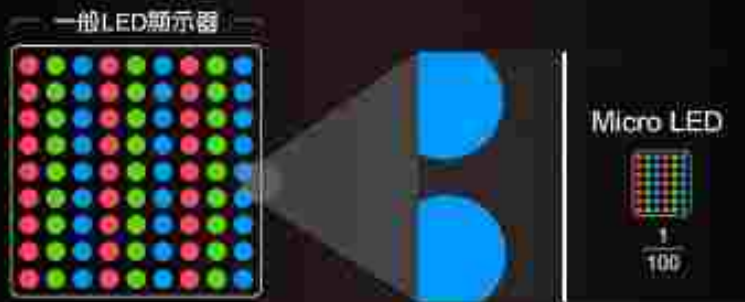


圖四 液晶顯示器的結構

2-2-1-3 TFT LCD、OLED、Micro LED 比較

Esp32 TTGO 採用 TFT LCD，面板的色彩呈現都是由光的三原色(綠色、藍色、紅色)組成，而傳統的 TFT LCD 面板，則是使用三種色彩濾片分布於整個面板，當光通過三種濾片時，所產生綠藍紅三種色彩混和光，達到色彩畫面；而 OLED(有機發光二極體) 顧名思義，即是紅綠藍所採用的是有機發光體，其特性是受光激發會產生自發性螢光造成紅綠藍三原色光的混色光達到視覺上的全彩畫面-因此顏色較一般液晶螢幕來得更加鮮豔生動；而 Micro LED 則是直接採用紅綠藍三種 LED 電極發出光的三原色，達到視覺上的彩色畫面，當一個 Micro LED 化為一個畫素的狀況下，其亮度、畫質、反應速度都有更好的呈現，此為當前最新量產面板技術(圖七 右側)。

何謂Micro LED 顯示器



Micro LED 技術將我們目前所見的 LED，微縮至長度僅 100 μm 以下，是原本 LED 的 1%，比一粒沙還細小。並且透過巨量轉移技術，將微米等級的 RGB 三色的 Micro LED 搬移到基板上，形成各種尺寸的 Micro LED 顯示器。

TFT-LCD、OLED、Micro LED 顯示大不同

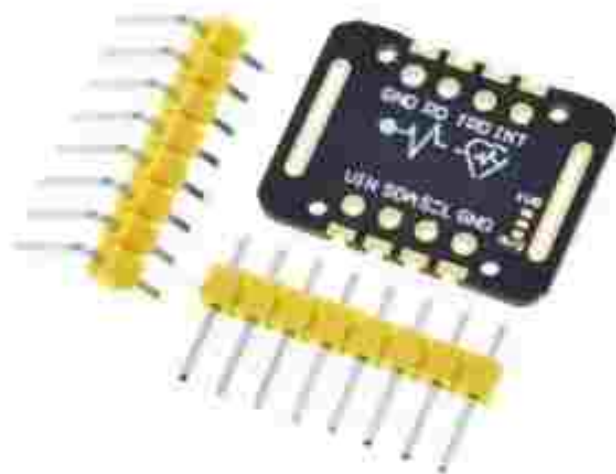
TFT LCD	OLED	Micro LED
<p>TFT LCD 是透過液晶層浦帶、分子旋轉，搭配彩色濾光片與背光源，讓每個畫素含有紅、藍、綠三原色，可混合出各式各樣的彩色光。</p>	<p>OLED 則是由電流驅動有機物質自發光，可發出紅、藍、綠等單色光混色，顏色相較一般液晶螢幕更為鮮艷。</p>	<p>MicroLED 為 LED 陣列微小化，每一個 Micro LED 可視為一個像素 (Pixel)，可單獨驅動點亮，當整個模組變小了，亮度、畫質、反應速度都能有更好的提升。</p>

圖五 TFT LCD、OLED、Micro LED 差異

2-2-2 MAX30102

2-2-2-1 MAX30102 簡介

本專題使用 MAX30102 心率脈搏血氧濃度感測器模組適用於健身和醫療保健的高靈敏度脈搏血氧儀和心率生物感測器。MAX30102 是集成式脈搏血氧儀，心率監測器模塊它包括內部 LED，光電探測器，光學元件和低噪聲電子設備具有環境光抑制能力。MAX30102 提供完整的系統解決方案，可簡化設計過程適用於移動和可穿戴設備。使用 I2C 的標準進行通信接口。可以通過軟件關閉模塊零待機電流，使電源軌能夠始終保持供電。

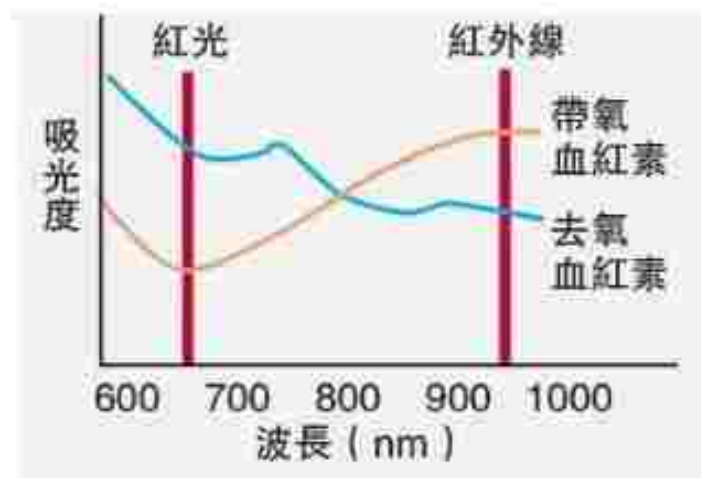


圖六 MAX30102

2-2-2-2 MAX30102 工作原理

MAX30102 採用 PPG 光體積變化描記圖法 (PhotoPlethysmoGraphy) 測量數據，微控制器對這些數據進行處理運算過後得到心率血氧數值，再通過 I2C 或 UART 接口輸出，大大降低了傳感器的使用難度和對主控的資源佔用。

其工作原理基於血紅蛋白在血液中的吸收特性。氧合血紅蛋白比紅光吸收更多的紅外光，而脫氧血紅蛋白比紅外光吸收更多的紅光。因此，血氧儀中的紅色和紅外 LED 交替發光，並且光電二極管接收未被吸收的光信號。接收到的紅色和紅外光的比率光電二極管用於計算血液中的氧氣百分比。基於動脈血流的脈動性質，在測量期間還確定並顯示脈搏率和強度。

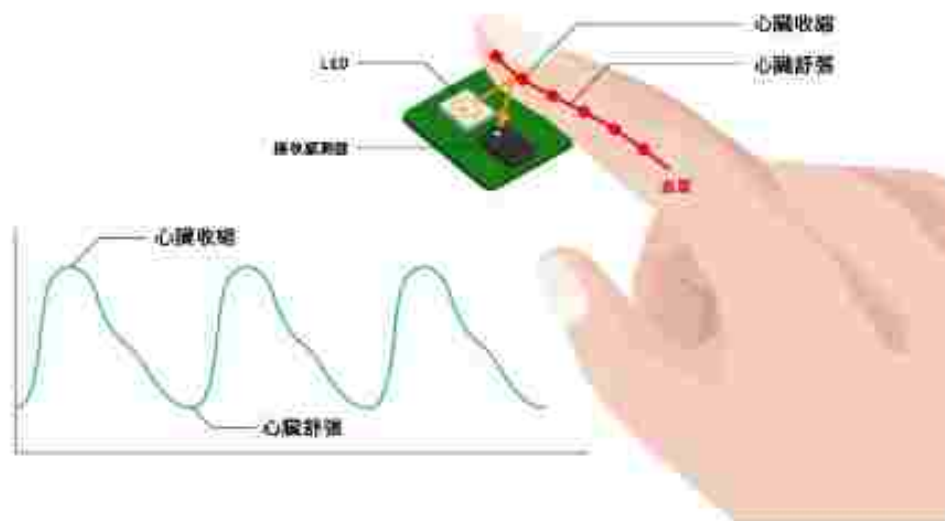


圖七 紅光與紅外線差異

2-2-2-3 PPG 訊號與偵測方式原理說明

2-2-3-3-1 PPG 信號

目前最常見的量測都是透過光照的方式（圖十），對組織發送特定波長的光並利用每次心跳時血管的收縮和擴張，藉由吸光度的變化來決定血氧濃度，這種方式被稱為光體積變化描記圖法 (Photoplethysmography，簡稱 PPG)。

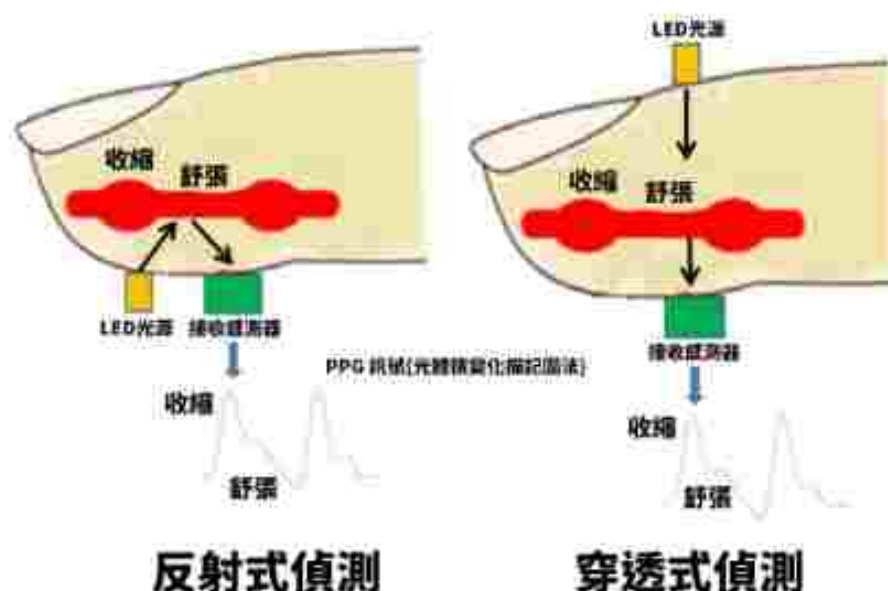


圖八 PPG 量測方式

2-2-2-3-2 偵測方式

一般量測心率血氣的方式分為「穿透式」、「反射式」兩種（圖十一），穿透式利用指夾區上方紅光及紅外光兩種

光源向下照射，穿過指甲下的組織，底下由光電感測器接收光線，一般市面上的指夾式血氧機都屬於這種類型；反射式常應用在穿戴式裝置上，同樣透過光照方式，但因為配戴在手腕上光線無法穿透故採用發射與接收在同一側的反射式量測方法；本次自製的心率血氧機就是採用「反射式」量測方式。



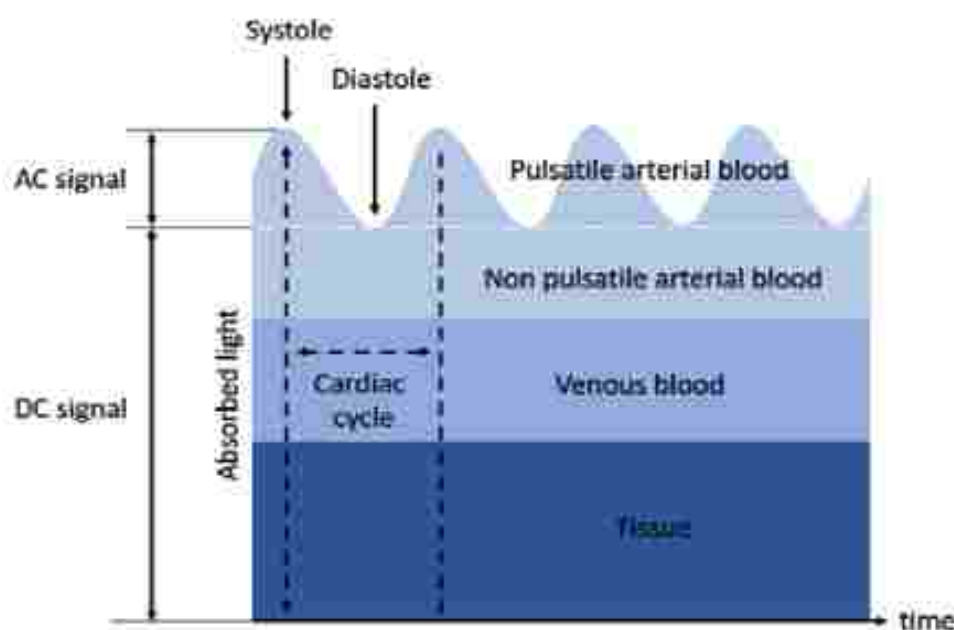
圖九 常見的偵測方式

2-2-2-3-3 心率測量-PPG 訊號-AC 分量分析

下圖是一個典型的 PPG 波形，即光電二極體接收到原始的光訊號波形。波形（由圖中間的白色橫虛線）可分為兩部分：DC signal 和 AC signal，即直流訊號和交流訊號。

其中直流訊號由下到上可分為以下三部分的反射：組織 (issue)，靜脈血 (Venous blood) 和不跳動的動脈血 (Non pulsatile arterial blood)。當然對於不同年齡、性別和膚色等人不同，對應的 DC signal 值也會不同。所以後面的血氧計算都是使用相對值。

而 AC signal 交流訊號就比較單一：由跳動的動脈血反射得到。其中波峰對應心臟的收縮 (Systole)，波谷對應心臟舒張 (Diastole)。



圖十 PPG AC、DC 分量

2-2-2-4 Sp02 溫度補償

MAX30102 具有精確的板載溫度公將 IC 的內部溫度數字化的傳感器來自 I2C 主控的命令，溫度有一個對紅色和紅外 LED 的波長的影響。儘管該設備的輸出數據是相對不敏感的 wave- IR LED 的長度，紅色 LED 的波長至關重要以正確解釋數據。

如下表三顯示了紅色 LED 波長與 LED 的溫度。由於 LED 管芯隨著非常短的熱時間常數(幾十微秒)LED 波長應根據計算 LED 的電流水平和 IC 的溫度。

表一 RED LED 電流設置與 LED 溫升

紅色 LED 電流設置	紅色 LED 佔空比 (佔 LED 的百分比 脈衝寬度模倣時間)	預估溫度 上升 (添加到溫度傳感器 測量) (°C)
0001 (0.2 毫安)	8%	0.1
1111 (50 毫安)	8%	2.0
0001 (0.2 毫安)	16	0.3
1111 (50 毫安)	16	4.0
0001 (0.2 毫安)	32	0.6
1111 (50 毫安)	32	8.0

2-2-3 I2S Audio Breakout-MAX98357A

ESP32 要發出聲音，必須連接 DAC 晶片替它發出聲音，ESP32 有了 DAC 之後，便可以播放 MP3、WAV，聽網路廣播，甚至可以開發網路對講機。許多人常利用 ESP32 進行環境偵測或人體感應的偵測，如果偵測到變化，通常要發出警告聲，會接上一個蜂鳴器，藉由聲音的高低進行警告。但是蜂鳴器發出的聲音非常單調，而且無法發出真實的人聲或音樂聲。

SparkFun I2S 音頻分線板使用 MAX98357A 數模轉換器 (DAC)，可將 I2S (不與 I2 C 混淆) 音頻轉換為模擬信號以驅動揚聲器。I2S 音頻突破將使用 I2S 標準的數字音頻信號轉換為模擬信號，並使用 D 類放大器放大信號，該放大器可為 4 Ω 負載提供高達 3.2W 的功率。電路板可配置為僅輸出左聲道音頻，右聲道或兩者。



圖十一 I2S Audio Breakout-MAX98357A

2-2-4 揚聲器

血氧機要能夠說出「血氧正常」和「血氧異常」等功能與語音，利用揚聲器連接 I2S Audio Breakout-MAX98357A 發出具有與人聲一樣的聲音，而本專題採用揚聲器也稱喇叭、音箱、擴音器，是將電子訊號轉換成為聲音的換能器、電子元件，可以由一個或多個組成音響組。值得注意的是單體的大小，通常愈高階的喇叭會擁有愈多、愈大的單體。例如兩個或以上的中、低音單體，讓中頻或者低頻的輸出與控制力更好。而直徑愈大的單體，理論上低音的下潛越好，振幅可以愈強，可以輸出的聲壓也愈大。(輸出功率 1W)



圖十二 揚聲器

2-2-5 502535 鋰電池

本專題採用 502535 鋰電池來供應各元件所需的電源，而 502535 擁有 3.7V 500mAh（鋰聚合物）可充電電池也稱為 Lipo 或 Lipoly 電池(厚 5mm，寬 25mm，長 35mm)，薄、輕且功能強大。該電池的容量為 500mAh。這些電池廣泛用於 GPS、DVD、ipod、平板電腦、MP4 播放器、移動電源、移動備用電源、藍牙音箱、物聯網和其他 DIY 和工業應用。



圖十三 502535 鋰電池

2-2-6 TP4056 模組

高達 1A 的充電電流精度高達±1%的 4.2V 預設充電電壓充電狀態、無電池狀態指示欠壓鎖閉、可自動再充電 模塊採用 TP4056 芯片為核心，可實現完整的單節鋰離子電池採用恆流/恆壓充電，充電電流 $I = 1200/R1 = 1A$ （在輸入功率充足的情況下）。模塊帶有充電指示燈與待機指示燈，在充電狀態時充電指示燈 LED1（紅色）亮；充滿電後 LED1 滅，待機指示燈 LED2（綠色）亮；沒有電池接入時 LED2 亮，LED1 以 1-4S 的頻率閃爍。模塊帶有欠壓鎖閉功能以及可自動再衝功能，當輸入電源 $VCC < 3.7V$ 時，TP4056 處於停機模式；充電完成後，當電池電壓降到 4.05V（大致對應於電池容量的 80%至 90%）以下時，充電循環重新開始。



圖十四 TP4056 模組

2-2-6-1 TP4056 502535 保護功能

保護板過充電保護控制原理：

隨著充電時間的增加，電芯的電壓將越來越高，當電芯電壓升高到 4.4V 時，DW01 將認為電芯電壓已處於過充電電壓狀態，便立即斷開第 3 腳的輸出電壓，使第 3 腳電壓變為 0V，8205A 內的開關管因第 4 腳無電壓而關閉。此時電芯的 B-與保護板的 P-之間處於斷開狀態。即電芯的充電迴路被切斷，電芯將停止充電。

2-3 軟體

2-3-1 ThingSpeak

ThingSpeak 是一個能透過網路使用 HTTP 和檢索來自物聯網(IoT)的數據資訊之網路服務。該平台可有許多功能，例如：開放式應用程式、即時資料收集、位置數據收集、數據處理、資料視覺化、設備狀態資訊等。它可以彙整許多軟硬體平台，例如 Arduino、Raspberry Pi、ioBridge / RealTime.io、Electric Imp、社交網路以及 MATLAB 數據分析等。除了開放資源的版本外，還提供託管服務。簡而言之 ThingSpeak 就是 IoT Server 的一種。

本專題透過 ThingSpeak 把 ESP32 TTGO 上顯示的血氧濃度、心率數值以圖形方式在網頁上顯示。



圖十五 大數據架構圖

2-3-2 LINE Notify

透過 LINE 接收其他網站服務通知與網站服務連動完成後，LINE 所提供的官方帳號「LINE Notify」將會傳送通知。不僅可與多個服務連動，也可透過 LINE 群組接收通知。



圖十六 LINE Notify

2-3-3 Visual Studio

使用 Monaco Editor 作為其底層的程式碼編輯器，一款由微軟開發且跨平台的免費原始碼編輯器。該軟體支援語法突顯、程式碼自動補全、程式碼重構功能，並且內建了命令列工具和 Git 版本控制系統。使用者可以更改佈景主題和

鍵盤捷徑實現個人化設定，也可以透過內建的擴充元件程式商店安裝擴充元件以加強軟體功能。



圖十七 Visual Studio

2-3-4 HxD

HxD 是 Maël Hörz 開發的十六進位編輯器、磁碟編輯器（英語：Disk editor）和內存編輯器。該軟體適用於 Microsoft Windows。該軟體可以打開大於 4 GiB 的文件，還能編輯磁碟驅動器內的原始內容以及正在被進程使用的內存內的內容。它還可以計算各種校驗和、比較文件之間的異同以及粉碎文件。



圖十八 HxD

2-3-5 Arduino

Arduino 是一個開源嵌入式硬體平台，用來供使用者製作可互動式的嵌入式專案。同時兼有專案和使用者社群。按照 GNU 寬通用公共許可證 (LGPL) 或 GNU 通用公共許可證 (GPL) 許可的開源硬體和軟體分發的，允許任何人製造 Arduino 板和軟體分發。

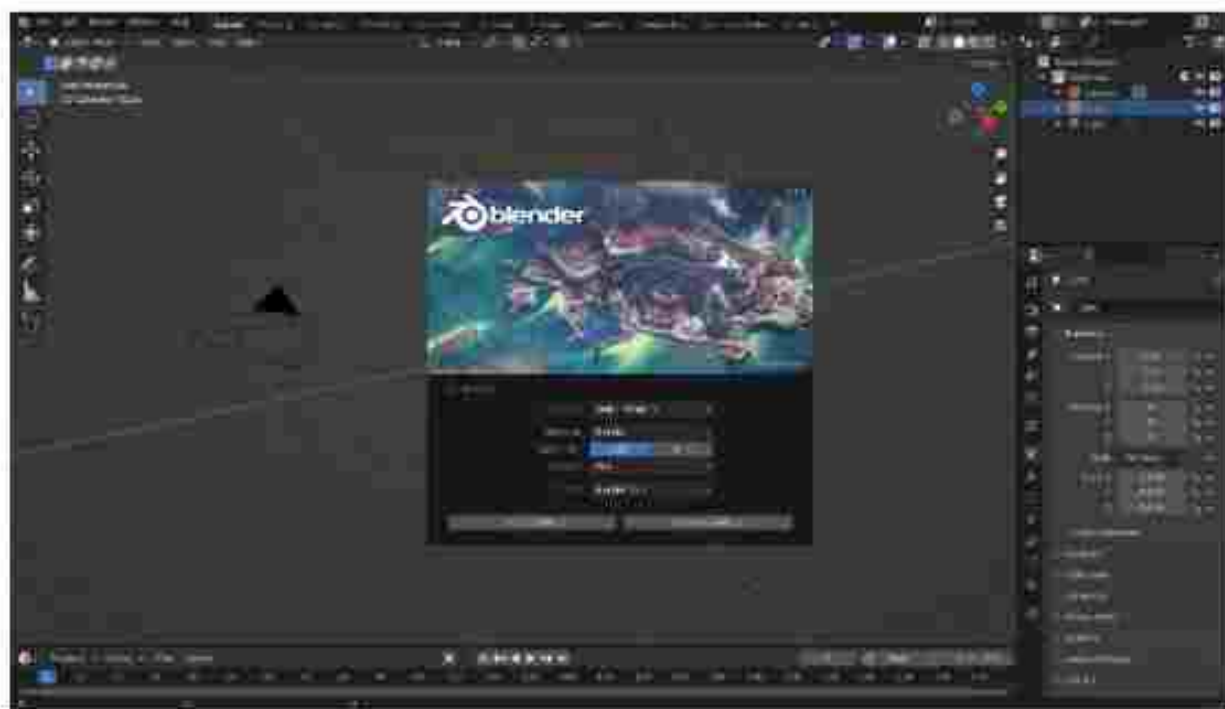


圖十九 Arduino

2-3-6 Blender

Blender 是專業的自由及開放原始碼 3D 電腦圖形軟體。Blender 可以運行於不同的平台，而且安裝後佔很少空間（相較於其它同類型軟體）。雖然它經常不支援說明文件或範例發佈，但其擁有極豐富的功能，而且絕大部份是高端模

組塑造軟體。其特性有：彩現器、設計和建模工具、雕刻系統、動畫系統、VFX 合成、類比系統、影片編輯系統等功能。

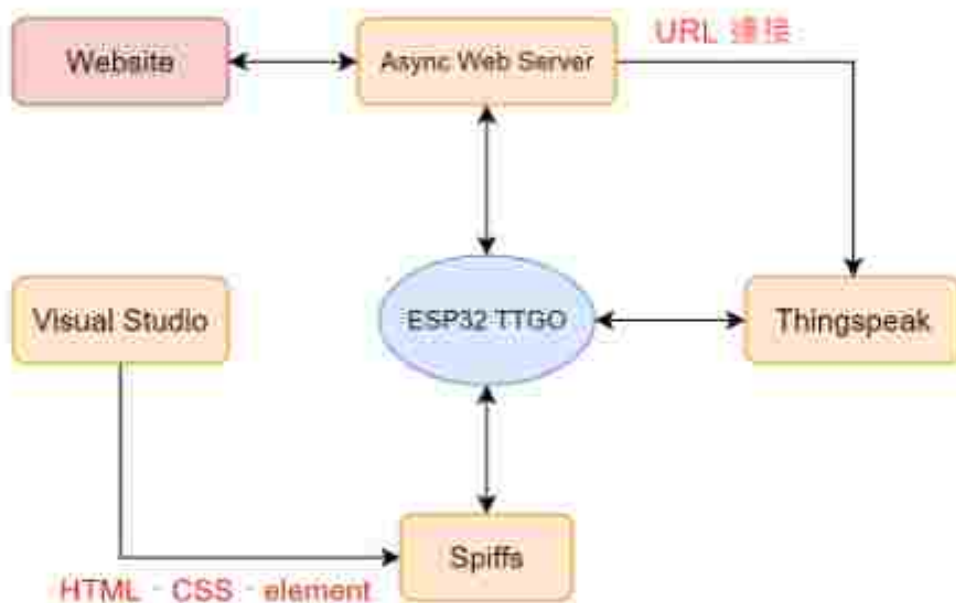


圖二十 Blender

第三章 專題設計

3-1 網頁設計

下圖是本專題網頁設計的流程圖。(如下圖二十三所示)



圖二十一 網頁設計流程圖

主要利用 Visual Studio 撰寫網站，將寫好的 HTML、CSS 以及其他程式檔經由 SPIFFS 加以利用，並利用 Thingspeak 抓取 ESP32 TTGO 所偵測到的數值，將其整合進 Async Web Server，最後顯示出網站。

3-2 3D 建模及外殼列印

使用 tinkercad 進行初步建模



圖二十二 tinkercad 初步建模

再使用 blender 進行細部的建模調整與 3D 影片的製作



圖二十三 blender 建模調整與 3D 影片的製作

第四章 專題實驗成果

4-1 成品



圖二十四 上半部成品與下半部成品



內部使用卡點西德貼紙
(耐候防水提升舒適度)

使用處熱縮套管絕緣隔熱
(元件之間與走線處)

圖二十七 手指測量處與走線處

4-2 成果展示

螢幕功能

Monitor Display



圖二十五 螢幕功能

4-2-1 螢幕顯示功能



圖二十六 螢幕顯示功能

4-2-2 充電提示



充電顯示藍燈



充電中顯示紅燈

圖二十七 充電顯示藍燈與充電中顯示紅燈

4-2-3 手指判別



紅筆偵測



厚紙板偵測

圖二十八 紅筆偵測與厚紙板偵測

4-2-4 成品與市售產品之功能比較

表四 與市面上功能比較

功能比較	心電	血氧	溫度	多人記錄	Line	網站	人聲提示	方便充電	便攜性
本組	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
App®e	✓	✓	✓	◇	×	×	×	✓	✓
®米	✓	✓	✓	◇	×	×	×	✓	✓
他牌	✓	✓	×	×	×	×	×	×	✓
醫器	✓	✓	×	✓	✓	◇	×	×	◇

◇ 視狀況 (各大產品視版本所擁有的功能不同)

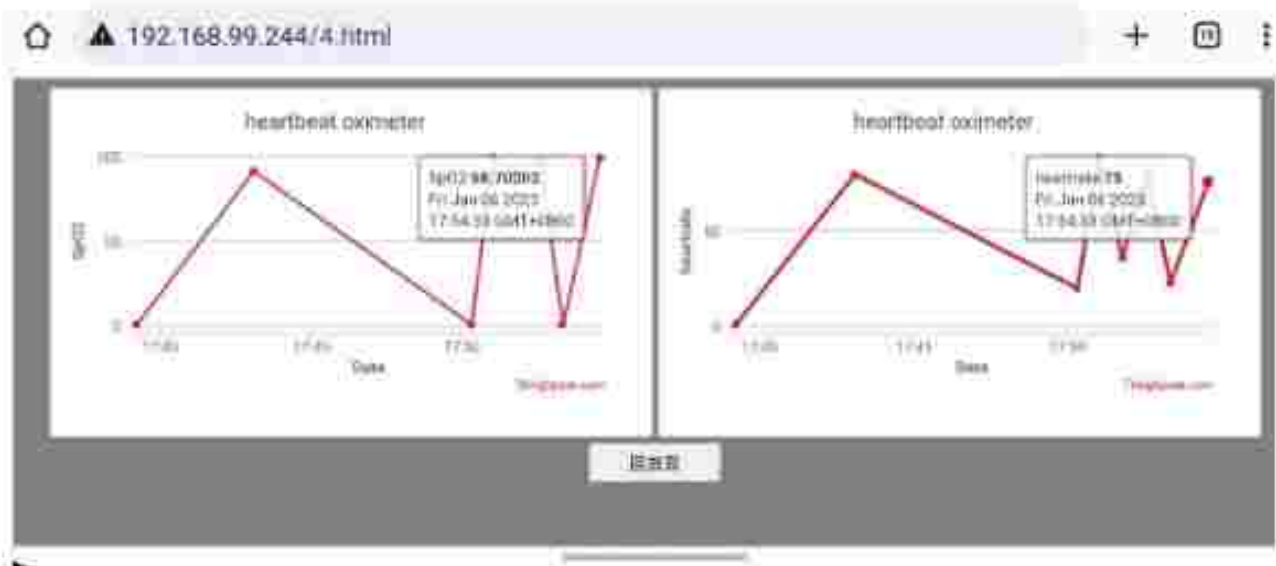
4-2-5 網頁功能



圖二十九 網站功能(網站首頁在電腦與手機上顯示)

4-2-6 資料的儲存(user 4)

血氣 98 心率 75 時間 17:54



圖三十 資料的儲存(user 4)

4-2-7 LINE 通知



量測結果

USER4

血氣 98%

心率 75

溫度 36.4

時間 17:54

(資料與上方網站同步)

提醒功能

提醒使用者各數值是否
正常

圖三十一 LINE 通知

4-2-8 音訊功能

主要使用在測量結束時，人聲提示這次的測量結果是否正常。(正常與警告人聲)



圖三十二 音訊系統圖

註：將我們需要的MP3檔轉成AAC檔，再經過HxD轉成16進制碼（數位信號），藉由我們的MAX98357A(DAC)將數位信號轉成類比信號並加以輸出。

4-3 影片連結

3D 模型影片：

https://www.youtube.com/watch?v=QNbaDRs07c4&ab_channel=%E5%BE%90%E9%A1%97%E6%89%BF

產品功能展示：

https://www.youtube.com/watch?v=5USufwRrLfe&ab_channel=%E5%BE%90%E9%A1%97%E6%89%BF

第五章 結論與建議

5-1 結論

在必須克服電路規劃、及材料限制…等等的諸多問題下，我們透過一次又一次『討論後修正』的過程，逐漸建構出具備多功能血氧機的概念中模型，並利用銼刀、砂紙等工具調整 3D 列印出的零件誤差，使之完美嵌合。

為符合『輕量便攜』及『使用舒適』的兩個出發點，我們決定自行設計以達成目標。在運作時會因為使用者手指狀況不同造成些微偏差的問題，最終我們透過更改演算法、開口做大…等方法，逐步改善精確度，為貼近近年來永續發展的風潮，我們將可拋式電池，改成可充電式鋰電池減少廢電池污染。

我們因為專題涉及多方領域因此組員合作時間的善用及彼此投入時的專注度，就至關重要。團隊合作的訓練便是此一專題中最大的收穫。

5-2 建議

雖然完成了這次的專題，但仍然還有美中不足的地方，像是心血氧機的精確值，SD 卡聲音多元化，網頁互動性增加，以及走線材質與 TPU 外殼材質，還有許多地方可以改進，並且做得更好。

參考文獻

[1] 「隱形缺氧」是什麼？ - 啟新診所 (2021 年 05 月 29 日)。

取自：

https://www.ch.com.tw/index.aspx?sv=ch_epaper&chapter=epaper20210508

[2] [ESP32] TTGO T-Display 快速上手 - 傑森創工 (2020 年 08 月 04 日)。

取自：<https://blog.jmaker.com.tw/ttgo-t-display/>

[3] LCD vs. LED vs. Mini LED vs. OLED: A quick guide (2022 年 06 月 25 日)。取自：

<https://arstechnica.com/gadgets/2022/06/lcd-vs-led-vs-mini-led-vs-oled-a-quick-guide/>

[5] Micro LED 哪儿比 OLED/LCD 好?让苹果三星如此着迷 - 电子工程专辑(2017 年 05 月 08 日)。

取自：<https://www.eet-china.com/news/201705081431.html>

[6] 光體積變化描記圖法 - 維基百科。取自：

<https://zh.m.wikipedia.org/zh-hant/%E5%85%89%E9%AB%94%E7%A9%8D%E8%AE%8A%E5%8C%96%E6>

[%8F%8F%E8%A8%98%E5%9C%96%E6%B3%95](#)

[7] 立錡科技電子報。ECG/PPG 量測解決方案。取自：

https://www.richtek.com/Design%20Support/Technical%20Document/AN057?sc_lang=zh-TW

[8] 光體積變化描記圖法 PPG 介紹 - 國立中央大學博碩士論文 (2020 年 07 月 25 日)。取自：

<http://etd.lib.nctu.edu.tw/cgi-bin/gs32/ncugsweb.cgi/login?o=dncucdr&s=id=%22GC104240002%22.&searchmode=basic#XXXX>

[9] MAX30102 血氧偵錯筆記 -TW511 教學網 (2020 年 11 月 08 日)。

取自：<https://tw511.com/a/01/21739.html>

[10] 圖五 ESP32 支援的 SPIFFS 的檔案系統。取自：

https://shop.mirotek.com.tw/wp-content/uploads/2022/06/ESP32_10035-1-2048x2048.png

[11] 圖八 MAX30102

取自：<https://www.electronics.com.bd/max30102-heart-rate-sensor-module>

[12] 圖十 I2S Audio Breakout - MAX98357A。取自：

<https://www.taiwaniot.com.tw/product/i2s-audio-breakout-max98357a-%E9%9F%B3%E9%A0%BB%E8%BD%89%E6%A8%A1%E6%93%AC%E4%BF%A1%E8%99%9F%E6%A8%A1%E7%B5%84-sparkfun%E5%8E%9F%E5%BB%A0/>

[13] 圖十七 ThingSpeak - MATLAB & Simulink。

取自：<https://ww2.mathworks.cn/products/thingspeak.html>

[14] 圖十八 LINE notify。

取自：https://www.touchance.com.tw/mc_post?idno=185

[15] 圖二十二 Arduino。

取自：<https://www.minwt.com/arduino/22292.html>

附錄

材料清單

表五 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
單晶片 微控制器	ESP32-ITGO	個	1	硬體控制	
感測器	MAX30102	個	1	感測心跳與血氧	
音頻放大	MAX98357A	個	1	轉換音頻訊號	
充電模組	TP4056模組	個	1	控制充放電	
電池	502535鋰電池	顆	1	供應電源	
揚聲器	J21-X	個	1	輸出語音	
微動開關	DM1-01P	個	2	控制開關	
滑動開關	5068A	個	1	電源開關	
耗材	Micro USB	條	1	充電	
耗材	杜邦線	卷	4	連接元件	
耗材	單芯線	卷	4	連接元件	
耗材	PLA	卷	1	3D列印使用	
耗材	錫錫	卷	1	電路板焊接	
耗材	PVDF熱縮套管	卷	2	防高溫、短路	

設備清單

表六 設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	電腦	撰寫報告及開發程式
硬體	手機	紀錄專題過程
硬體	3D列印機	印製外殼
硬體	USB線	燒錄程式
軟體	Arduion IDE	微處理機開發
軟體	Visual Studio	網頁撰寫
軟體	JavaScript	網頁切換控制
軟體	Tinkercad	基礎3D建模
軟體	Blender	進階3D建模、3D影片製作
軟體	Draw.io	圖表製作
軟體	Microsoft word	書面製作
軟體	Microsoft Powerpoint	簡報製作
軟體	Premiere Pro	影片製作