

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

PM2.5 旗標

PM2.5 Flag

學生 組長:劉安倫

組員:林秉宏

組員:陳亮宇

組員:江治廷

指導老師:楊仁元老師

中華民國 111 年 1 月

臺北市立大安高工 電子科

專題報告：

PM_{2.5} 旗標

學生：0804234 劉安倫

0804207 江治廷

0804214 林秉宏

0804223 陳亮宇

期末專題報告合格，特予證明

指導老師：楊仁元

科主任：薛元陽

中華民國 111 年 1 月

中文摘要

使用空氣品質感測器、再透過 LED 陣列，完成旗標功能。內部架構、外殼則使用椴木板與壓克力並以雷射切割製作。搭配 Line Notify 傳訊息通知，不用出門，也能夠知道空氣品質好壞。就算懶得拿出手機或忘了帶，也能夠直接透過外部的旗標顯示，知道當下的空氣品質。外殼上則增加手提設計、掛孔、與繩環，讓使用者能夠更隨心所欲地掛在想觀察的位置。

關鍵字:雷射切割、LINE notify

英文摘要

Use the air quality sensor and through the LED array to complete the flag function. The inner structure and outer shell are made of linden wood, acrylic and laser-cut. With Line Notify to send message notifications, you can know the air quality without going out. Even if you are too lazy to take out your mobile phone or forget to bring it, you can directly see the current air quality through the external flag display. The outer shell is equipped with a hand-held design, hanging holes, and rope loops, allowing users to hang it at the position they want to observe more freely.

Key word: Laser-cut, LINE notify

目錄

中文摘要.....	III
英文摘要.....	IV
表目錄.....	VII
圖目錄.....	VIII
第 1 章 前言.....	1
1-1 背景.....	1
1-2 動機.....	1
1-3 預期成果.....	1
第 2 章 理論探討.....	2
2-1 軟體.....	2
2-1-1 Arduino	2
2-1-2 AD.....	2
2-2 硬體.....	3
2-2-1 ESP32.....	3
2-2-2 PMS5003T	3
2-2-3 WS2812.....	3
2-3 機構系統.....	4
第 3 章 實驗設計.....	4
3-1 系統架構圖.....	4
3-2 流程圖.....	5
3-3 甘特圖.....	6
第 4 章 專題實際成果.....	7
4-1 硬體功能.....	7
4-1-1 旗標顯示.....	7
4-1-2 維修用 LCD 顯示.....	7
4-1-3 外殼.....	8
4-2 軟體功能.....	9
4-2-1 旗標顏色判斷.....	9
4-2-2 LINE 訊息通知	9

第 5 章 討論.....	10
5-1 結論.....	10
5-2 建議.....	10
參考文獻.....	11
附錄.....	12
附錄一 設備清單	12
附錄二 材料清單	13
附錄三 研究成員簡歷	14

表目錄

表格 0-1	12
表格 0-2	13

圖目錄

圖 2-1	ESP32.....	3
圖 2-2	PMS5003T.....	3
圖 2-3	WS2812.....	3
圖 3-1	系統架構圖.....	4
圖 3-2	流程圖.....	5
圖 3-3	甘特圖.....	6
圖 4-1	旗標外觀.....	7
圖 4-2	PM2.5 與顏色對照圖.....	7
圖 4-3	LCD 顯示情形.....	7
圖 4-4	外殼長相圖.....	8
圖 4-5	雷射切割圖 1.....	8
圖 4-6	雷射切割圖 2.....	8
圖 4-7	LINE notify 測試圖.....	9

第1章 前言

1-1 背景

在現代社會發達的城市中，空氣品質不如以往，瀰漫於空氣中的懸浮微粒，雖小至肉眼無法看見，但這無形的殺手，卻早已不知不覺的藏身於我們的生活之中，而其中最具威脅性的 PM2.5，堪稱是殺手界菁英中的菁英，憑藉著靈活嬌小的身軀，輕鬆的穿越所有呼吸器官的警備和防守，進入人體的交通樞紐，血液之中，並耐心的等候支援的到來，直至條件充足再一舉將人體擊潰！

1-2 動機

PM2.5 雖然強大，但也並非完全無敵，在醫學的科技下已經能夠透過口罩將其阻擋於外。可是戴著口罩還是會影響到部分的日常生活，尤其是劇烈運動，大口的喘著粗氣，簡直就要窒息。其實日常生活中並不需要一直戴著口罩只為了隔絕 PM2.5，在濃度低於標準值時，是不需要戴口罩的，但我們又沒辦法隨時了解每個地方的空氣狀況，國家空氣品質網給的數據又不見得很精確，是否可以有一台能夠即時傳送、即時了解、讓我們能即早預防的機器呢？

1-3 預期成果

製作一台能夠隨時告訴你當下空氣品質狀況的偵測器！還可以針對想要的地方進行設置，想放哪裡，就放哪裡！不僅能透過 LINE 通知到手機，就算忘了帶手機，一樣可以透過旗標的顯示得知當下的空氣品質概況，既簡單易懂，又使用方便。

第2章 理論探討

2-1 軟體

2-1-1 Arduino

Arduino 可以讓你的計算機能夠擁有感應、控制真實世界的能力，而不僅局限於鍵盤、滑鼠、屏幕、揚聲器等單一的標準 I/O 設備。它同時也能作為獨立的核心，作為機器人、智能車、雷射槍等電子設備的控制器，應用非常簡單。

Arduino 可用於開發交互式對象，採取各種開關或傳感器輸入，控制各種燈，電機和其他物理輸出。Arduino 的項目，可以獨立，或者與計算機上運行的軟體通信。

Arduino 包括一個硬體平台——Arduino Board 和一個開發工具——Arduino IDE。兩者都是開放的，既可以獲得 Arduino 開發板的電路圖，也可以獲得 Arduino IDE 的原始碼。除了購買 Arduino 電路板外，不需要支付額外的費用。Arduino Board 基於簡單的微控制器，如 ATmega328，提供了基本的接口和 USB 轉串口模塊。使用者只需要用一個 USB 線就可以連接電腦和 Arduino Board，完成編程和調試，而不需要專門的下載器。Arduino 使用一種簡單的專用程式語言，不必掌握彙編語言和 C 語言等複雜技術就可以進行開發。

2-1-2 AD

Altium Designer 是原 Protel 軟體開發商 Altium 公司推出的一體化的電子產品開發系統，主要功能有原理圖設計、印刷電路板設計、FPGA 的開發、嵌入式開發、3D PCB 設計以及封裝庫設計，主要運行在 Windows 作業系統。這套軟體通過把原理圖設計、電路仿真、PCB 繪製編輯、拓撲邏輯自動布線、信號完整性輸出和設計輸出等技術的完美融合，使設計者可以輕鬆進行設計。

2-2 硬體

2-2-1 ESP32

ESP32(如圖 2-1)是一系列低成本，低功耗的單晶片微控制器，整合了 Wi-Fi 和雙模藍牙。ESP32 系列採用 Tensilica Xtensa LX6 微處理器，包括雙核心和單核變體，內建天線開關，RF 變換器，功率放大器，低雜訊接收放大器，濾波器和電源管理模組。



圖 2-1 ESP32

2-2-2 PMS5003T

PMS5003T(如圖 2-2)傳感器可嵌入各種與空氣中懸浮顆粒物濃度相關的儀器儀表或環境改善設備，為其提供及時準確的濃度數據。本傳感器採用激光散射原理。即令激光照射在空氣中的懸浮顆粒物上產生散射，同時在某一特定角度收集散射

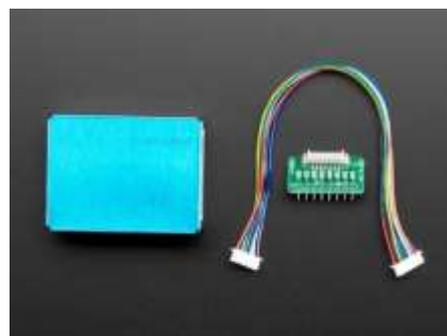


圖 2-2 PMS5003T

光，得到散射光強隨時間變化的曲線。進而微處理器利用基於米氏 (MIE) 理論的算法，得出顆粒物的等效粒徑及單位體積內不同粒徑的顆粒物數量。

2-2-3 WS2812

WS2812 RGB LED(如圖 2-3)是具有內建驅動晶片功能的 LED，亦是使用 5050 LED 封裝加入驅動晶片，驅動方式採串列進出，因此可獨立控制串接 LEDs 的每一顆 LED。每個 R/G/B 顏色可獨立控制，且每一個顏色可調整 0~255 階調，因此每一個顏色需用到 8bit 控制，每一顆 LED 需用到 24bit 控制

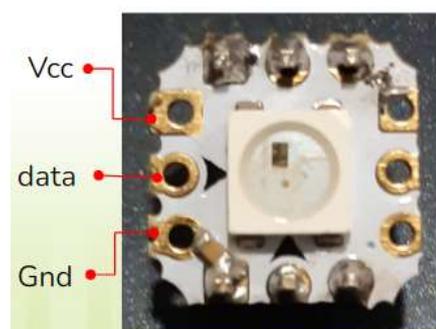


圖 2-3 WS2812

2-3 機構系統

使用 BOXES.PY 來設計外殼，並用 inkscape 來做修改，外部設計了一個把手的構造，方便用來吊掛或手提此專題

內部則是自行設計兩個抽屜，前抽屜放了旗標電路板而後抽屜放了主控電路板、電源及 PM2.5 感測器

使用雷射切割完成外殼及內部構造，正面使用壓克力以方便觀察旗標

第3章 實驗設計

3-1 系統架構圖

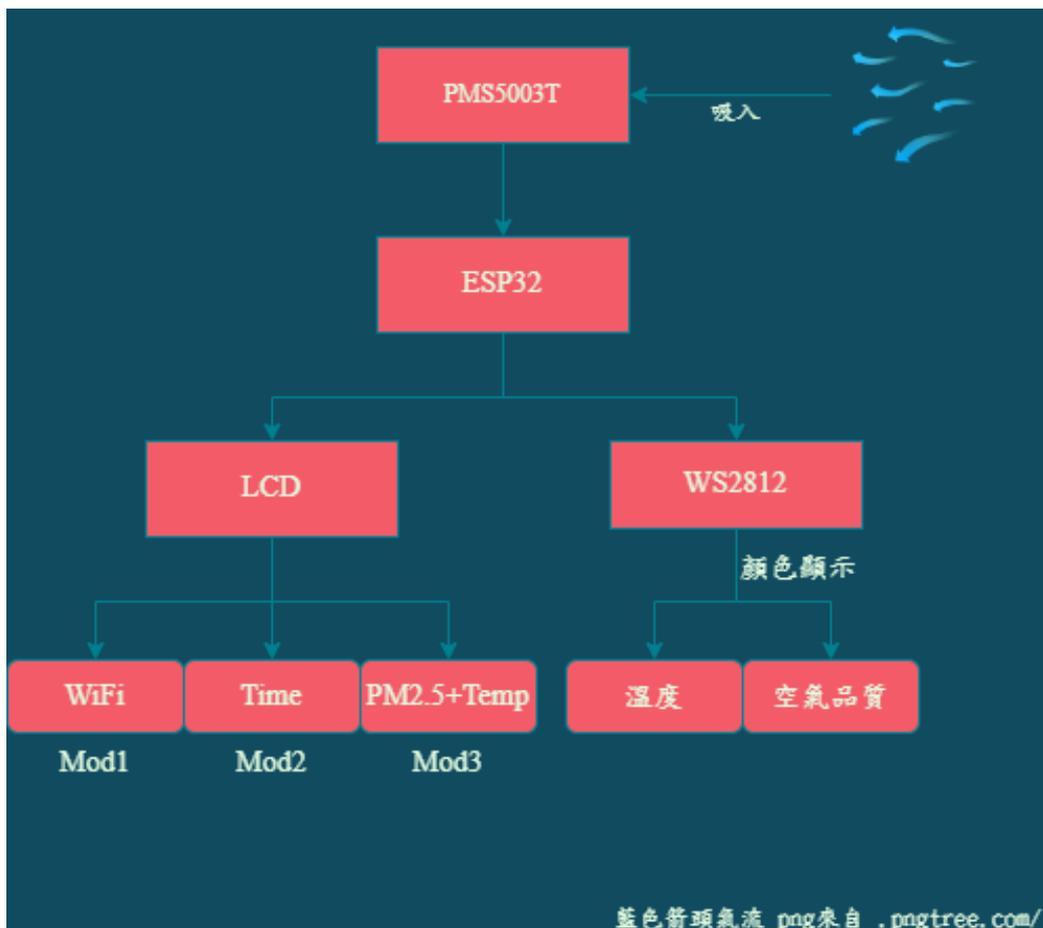


圖 3-1 系統架構圖

3-2 流程圖

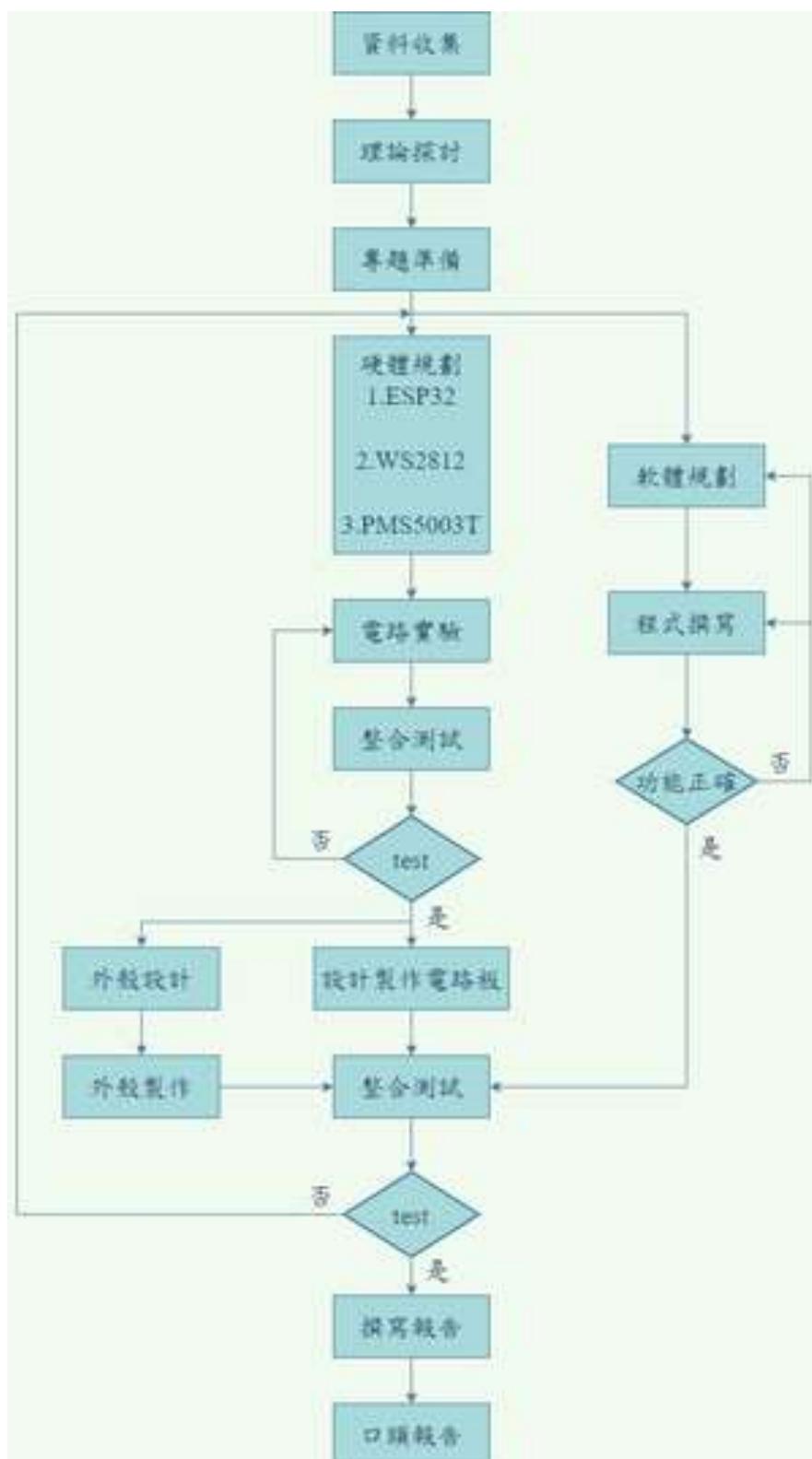


圖 3-2 流程圖

3-3 甘特圖

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																				
資料蒐集	✓	✓	✓																	全員
理論探討		✓	✓	✓	✓															全員
專題準備	✓	✓	✓	✓	✓															全員
硬體規劃				✓	✓	✓	✓	✓	✓											6、33
電路實驗							✓	✓	✓	✓										6
軟體規劃				✓	✓	✓	✓	✓												13
程式撰寫				✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	13、22
軟硬體整合測試															✓	✓	✓			全員
設計電路板						✓	✓	✓	✓	✓										6、33
洗電路板										✓										6、33
焊接										✓	✓						✓			6、22
外觀設計												✓	✓	✓	✓	✓	✓			13、33
外觀製作														✓	✓	✓	✓	✓		全員
整體整合																✓	✓	✓		全員
整體功能測試																	✓	✓		全員
撰寫期末報告																	✓	✓		全員
口頭報告							✓		✓		✓				✓				✓	全員
預定進度	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	75	80	85	90	95	100		累積百分比%

圖 3-3 甘特圖

第4章 專題實際成果

4-1 硬體功能

4-1-1 旗標顯示

從我們機體內部的 WS2812 讀取到空氣中的溫度、PM2.5 的濃度後經過軟體的處理後由機體正面的旗標電路(如圖 4-1)來顯示溫度以及 PM2.5 濃度其相對應的顏色(如圖 4-2)。

圖 4-1 旗標外觀



圖 4-2 PM2.5 與顏色對照圖

空氣品質指標 (AQI)							
AQI 指標	O ₃ (ppm) 8 小時平均值	O ₃ (ppm) 小時平均值 (2)	PM _{2.5} (µg/m ³) 24 小時平均值	PM ₁₀ (µg/m ³) 24 小時平均值	CO (ppm) 8 小時平均值	SO ₂ (ppb) 小時平均值	NO ₂ (ppb) 小時平均值
良好 0-50	0.000-0.054	-	0.0-15.4	0-50	0-4.4	0-20	0-30
普通 51-100	0.055-0.070	-	15.5-35.4	51-100	4.5-9.4	21-75	31-100
對敏感族群不健康 101-150	0.071-0.085	0.125-0.164	35.5-54.4	101-254	9.5-12.4	76-185	101-360
對所有族群不健康 151-200	0.086-0.105	0.165-0.204	54.5-150.4	255-354	12.5-15.4	186-304 (3)	361-649
非常不健康 201-300	0.106-0.200	0.205-0.404	150.5-250.4	355-424	15.5-30.4	305-604 (3)	650-1249
危害 301-400	(2)	0.405-0.504	250.5-350.4	425-504	30.5-40.4	605-804 (3)	1250-1649
危害 401-500	(2)	0.505-0.604	350.5-500.4	505-604	40.5-50.4	805-1004 (3)	1650-2049

4-1-2 維修用 LCD 顯示

由機體後方可以看到一個按鈕以及一個 LCD 顯示板(如圖 4-3)，以按鈕來切換 LCD 的顯示模式，用於檢查目前內部的連線狀況、讀取到的數值以及時間。

圖 4-3 LCD 顯示情形



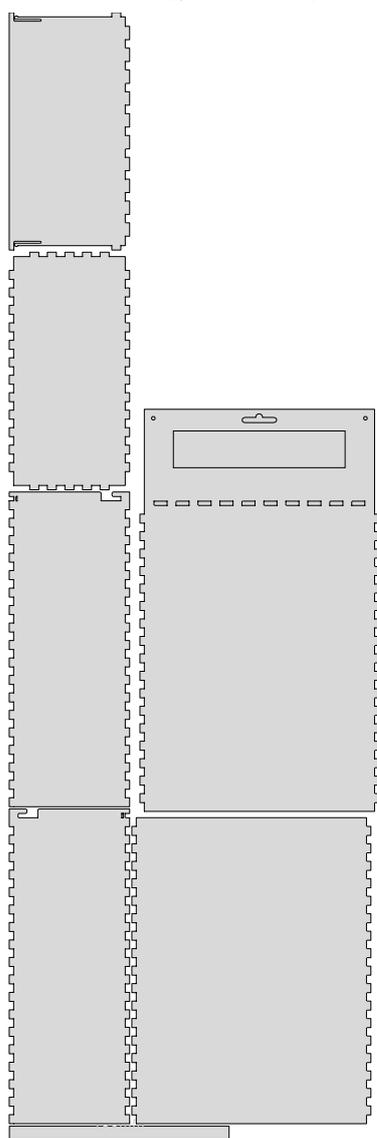
4-1-3 外殼

外殼由木板和壓克力板組成(如圖 4-4)，除了最前面展示旗標的部分使用的是壓克力板外其他地方使用椴木板，使用雷射切割的技術切出我們畫好的圖案(如圖 4-5、4-6)，再用卡榫將整體做結合。



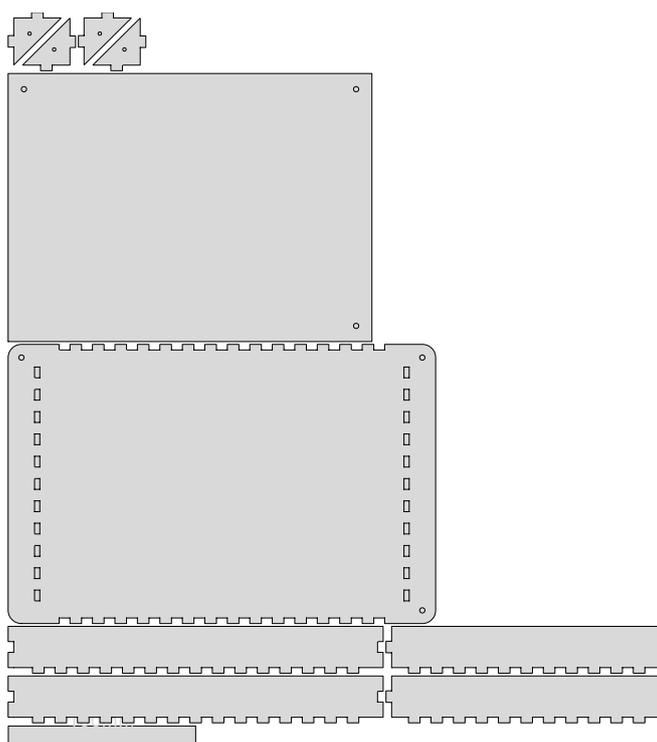
圖 4-4 外殼長相圖

圖 4-5 雷射切割圖 1



150

圖 4-6 雷射切割圖 2



100

4-2 軟體功能

我們使用 Arduino 作為我們開發所用的軟體，並從網路上搜尋需要使用到的函示庫，來達成我們需要的功能。

4-2-1 旗標顏色判斷

接收到 PMS5003T 的各項數值後經過 Arduino 程式的判斷後由硬體正面的旗標電路(如圖 4-1)顯示目前溫度以及 PM2.5 濃度。

溫度由旗幟上的旗桿做顯示(一格表示五度)，而 PM2.5 濃度則以圖 4-2 的顏色對照表顯示在主要旗幟上。

4-2-2 LINE 訊息通知

我們透過向 LINE 開發網站中申請後獲得機器人金鑰序號並使用 Arduino 設定它傳送訊息的時間及內容。

目前我們的設定是在每天固定時間中會把透過網路傳輸方式，使 LINE 發送通知訊息到群組中，內容包括現在時間(時:分:秒)、PM2.5 數值、目前感測溫度(如圖 4-7)，

圖 4-7 LINE notify 測試圖



第5章 討論

5-1 結論

經過四個人的團隊合作，才完成大多數的功能，雖然我們這組有三位選手常常被調侃為選手組，但原以為坐擁三位選手，凡事皆可一帆風順，結果並非如此，過程中由於旗標有太多種的樣式都很值得一試，導致我們也猶豫了很久，不知道該選擇哪一個，等到我們選好的時候，原以為可以放心地開始衝進度了，結果並沒有想到，因為旗標的電路板是我們有生以來洗過最大片的了，原本實習洗過的小電路板不曾出現過的意外和失誤，也開始接二連三的發生，好不容易進入了可以焊接的階段，但卻發現竟有 80 顆燈 320 根腳需要焊，並且每顆燈高度還需要一致，根本如登天一般的難，還好我們憑藉著技巧和過人的焊接技術，才得以用最短時間解決所有的問題。

程式的部分，也是遇到重重障礙，網路無法連接、零件庫過大、無法燒錄...種種意想不到的問題，最後也是刪刪減減，查詢資料，才得以解決，經過了這一次的專題，我們也認知到了團隊合作的重要，即使是曾經獨當一面的選手，也會有無法解決的問題，與找不到答案的時候，大家都要發揮自己最擅長的領域、相互配合、溝通與了解，才能夠通過這一次專題的考驗。

5-2 建議

外殼增加防水的功能，這樣一來便能夠在戶外偵測，更不受地點的影響。

架設網路平台連結多機資訊，透過匯整，讓使用者也可以輕鬆知道各地較精確的空氣品質與溫度。

建立一個專屬的 app，讓 Wi-Fi 的連線不只僅限在原先的網路，透過 app 簡單的操作，讓使用者能夠更輕鬆切換適合的網路。

參考文獻

- [1] Arduino-維基百科: <https://zh.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [2] ESP32-維基百科: <https://zh.wikipedia.org/wiki/ESP32>
- [3] PM2.5 資訊-行政院環境保護署 :
<https://airtw.epa.gov.tw/cht/Information/Standard/AirQualityIndicator.aspx>

附錄

附錄一 設備清單

表格 0-1

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	筆記型電腦	用於撰寫程式、畫草圖
硬體	手機	用於測試通知訊息、錄影
硬體	激光寶盒	用於裁切主體外殼
軟體	Laserbox	雷射切割設計程式撰寫
軟體	Altium Designer	電路設計
軟體	Arduino	程式撰寫
軟體	LINE	接收 LINE notify 通知

附錄二 材料清單

表格 0-2

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
零件	ESP32	個	1	主控晶片	
零件	WS2812	個	80	旗標細胞元件	
零件	PMS5003T	個	1	測量空氣中懸浮 微粒數值	
零件	LCD	個	1	顯示資料數值	
零件	18650 充電 電池模組	個	1	行動供電	
零件	椴木板	片	3	外殼構成	
零件	電路板	片	2	內部元件放置	
零件	雙面 20cm*15cm	片	1	旗標電路板	
零件	電阻	個	1	提供按鈕升壓用	1kΩ
零件	按鈕開關	個	1	LCD 切換模式	
零件	半可變電阻	個	1	調整 LCD 顯示亮度	1kΩ

附錄三 研究成員簡歷

姓名	劉安倫	班級	電子三乙	
曾修習專業科目	程式設計實習 基礎電子實習 基本電學實習 電子學實習 可程式邏輯設計實習 電腦輔助設計實習 單晶片微處理機實習 行動裝置應用實習 電子電路實習 微電腦實習			
參與專題工作項目	組長 電路設計			
經歷簡介	工業電子丙級技能檢定合格 於 108 年下學期擔任基礎電子實習工廠領班 於 108 年下學期擔任餐膳幹事 於 109 年上學期擔任詠春社社長			

姓名	林秉宏	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	程式設計實習 基礎電子實習 基本電學實習 電子學實習 可程式邏輯設計實習 電腦輔助設計實習 單晶片微處理機實習 行動裝置應用實習 微電腦實習			
參與專題 工作項目	程式撰寫 外殼設計			
經歷簡介	工業電子丙級技能檢定合格 於 108 年上學期擔任副班長 於 109 年學期擔任 SOS 次文化藝術研究社副社長 於 109 年下學期擔任總務股長 於 110 年上學期擔任總務股長 擔任第 51 屆全國技能競賽北區分賽電子選手			

姓名	江治廷	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	程式設計實習 基礎電子實習 基本電學實習 電子學實習 可程式邏輯設計實習 電腦輔助設計實習 單晶片微處理機實習 行動裝置應用實習 微電腦實習			
參與專題 工作項目	電路設計、焊接 文書處理			
經歷簡介	工業電子丙級技能檢定合格 於 109 年上學期擔任外掃衛生 於 109 年下學期擔任環保幹事 於 110 年上學期擔任學藝股長 擔任第 51 屆全國技能競賽北區分賽電子選手			

姓名	陳亮宇	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	程式設計實習 基礎電子實習 基本電學實習 電子學實習 可程式邏輯設計實習 電腦輔助設計實習 單晶片微處理機實習 行動裝置應用實習 微電腦實習			
參與專題 工作項目	程式撰寫 電路焊接 文書處理			
經歷簡介	工業電子丙級技能檢定合格 於 108 年上學期擔任餐善幹事 於 108 年下學期擔任事務股長 於 109 年上學期擔任副班長、詠春社副社長 於 109 年下學期擔任材料股長 於 110 年上學期擔任內掃股長 110 年工科賽金手獎第五名			