

高雄市高英高級工商職業學校
Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

PM2.5 監測器



高英工商

科別班級：資 訊 科 三 年 二 班

學生姓名：郭宗佑
楊紹群
林忠翔
何沛宸

指導老師：蔡 忠 憲 老師

中 華 民 國 110 年 05 月

目 錄

誌謝.....	I
摘要.....	II
目錄.....	III
表目錄.....	IV
圖目錄.....	V
壹、前言.....	1
一、製作動機.....	1
二、製作目的.....	1
三、製作架構.....	2
四、製作預期成效.....	3
貳、理論探討.....	4
參、專題製作.....	9
一、設備及器材.....	9
二、製作方法與步驟.....	10
三、專題製作.....	12
肆、製作成果.....	14
伍、結論與建議.....	15
一、結論.....	15
二、建議.....	16
參考文獻.....	17

表目錄

表 1-1-1 LCD1602 硬體說明	10
表 2-1-1 操作方式與用途	12

圖目錄

圖 1-1-1 Arduino Uno 控制板元件標示.....	6
圖 2-1-1 ATmega328 與 ICSP.....	8
圖 2-1-2 G5 PMS500 傳感器.....	8
圖 3-1-1 LiquidCrystal 1602.....	9
圖 4-1-1 LCD1602 硬體液晶顯示器.....	10
圖 5-1-1 hc-05 串口藍牙模組.....	11
圖 5-1-2 hc-05 串口藍牙模組.....	11
圖 6-1-1 為製作流程.....	13
圖 7-1-1 arduinot 程式.....	14
圖 8-1-1 觀察實作紀錄.....	16
圖 9-1-1 程式探索與討論.....	17
圖 9-1-2 老師講解與指導.....	17
圖 10-1-1 PM2.5 偵測系統正面.....	18
圖 10-1-2 PM2.5 偵測線路.....	18

壹、創意動機及目的

一、創意動機：

因為台灣的工業區相當發達，因此在平日下午的區段時間排放的廢氣量特別的大，在這空氣汙染相當嚴重的環境，許多人也會開始擔心空氣中的懸浮粒子對自己身體造成的傷害，因此也有許多網站和各個場所都有檢測器，但都只能作到部分地方的數值分析，而我們這次的作品將搭配藍芽，製作一個簡易方便攜帶隨時都能檢測的感測器，透過手機的藍芽連接，不管在任何地方都能清楚的知道空氣品質。

二、創意目的：

- (一)檢測空氣中的懸浮粒子。
- (二)分析檢測的數值。
- (三)分析室內和室外的 PM2.5 濃度變化和關連性。

貳、作品特色與創意特質

一、作品特色：

- (一)輕便簡潔方便攜帶。
- (二)外觀透明且拆裝容易。
- (三)檢測相當簡易，單側螢幕方便觀察。

二、創意特質：

- (一)採用 Arduino 作晶片的控制，以質量慣性法所設計的分析儀器，可以用來測量空氣中。
- (二)利用 lcd 連接 arduino 作控制顯示檢測出來的數值。
- (三)加入藍芽連接監測系統作手機控制，在手機螢幕上也能隨時看到檢測的數值。

參、創意發想與設計過程

一、創意理念

由於空汙對地球和我們日常生活造成的傷害和困擾，許多人也對這件事越來越重視，PM2.5 對身體上造成的嚴重性，也讓大家越來越不敢出門，對於這種看不到也摸不著的傷害，才是人們最害怕的恐懼，即使現在部分店家和網路都能見測出今日空氣汙染的程度，但也只能檢測部分的數值，考量到對現代人的方便性及簡易的操作，加上對於可觀性和人的惰性我們也搭配手機藍芽作連接，就能清楚在手機上隨時感測知道多少的懸浮粒子和空汙嚴重的程度。

設計相關原理

一、arduino 原理介紹

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，Arduino Uno 的運作直流電壓為 5V，以正確方式提供電源，不只是為了讓控制板正常運作，也為了避免損壞控制板。

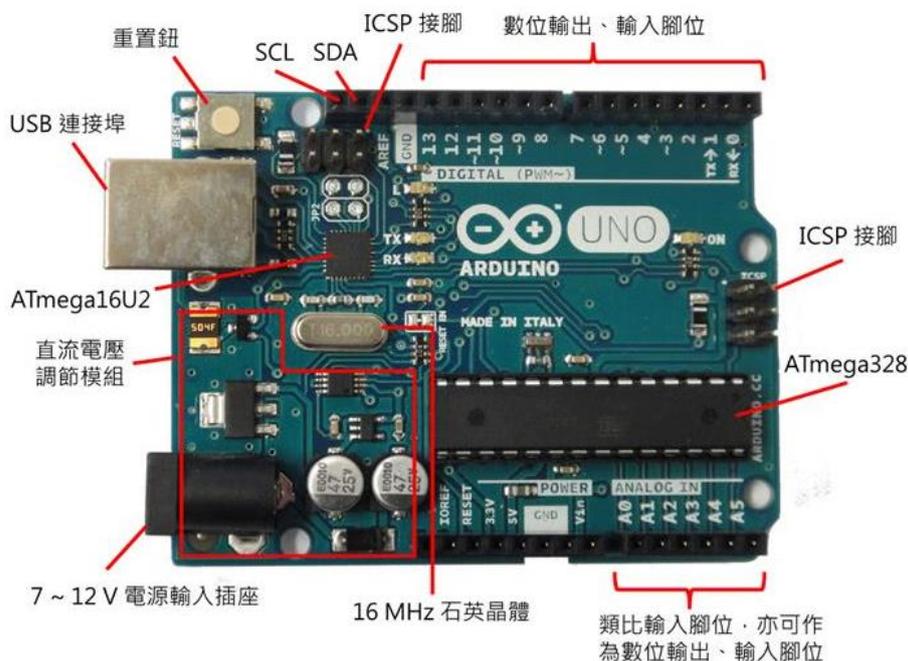


圖 1-1-1 為 Arduino Uno 控制板元件標示

二、arduino 的特色

1. 數位輸出、輸入腳位

顧名思義，這些腳位可輸出高電位 5V 與低電位 0V 的數位訊號，也可接受數位訊號，腳位編號為 0 到 13，不過通常會寫為 D0 到 D13 表示為數位腳位 (D 代表 Digital)。圖 1.11 中可以看到，D3、D5、D6、D9、D10、D11 的數字編號旁，還有個波浪符號 (~)，這表示這些腳位可以用數位訊號來模擬出類比訊號，使用的方式是 PWM (Pulse Width Modulation)，PWM 在之後的實作中會再加以說明。

2. 類比輸入腳位

有 A0 至 A5 六個腳位，可用來接受類比電壓輸入，但不能輸出類比電壓，如前所述，類比電壓必須透過數位腳位 D3、D5、D6、D9、D10、D11，以 PWM 模擬。

控制板上 ATmega328 預設會將 0V 到 5V 轉換為 0 至 1023 的數值。對於輸出電壓為其他範圍的電路模組，可以透過 AREF 與 analogReference 函式，來提供參考電壓，例如對於輸出為 0V 到 3.3V 的電路模組，可以將 0V 至 3.3V 對應至 0 至 1023 的數值，獲得更高的解析度。

實際上，A0 至 A5 也可作為數位輸出、輸入腳位使用，此時 A0 至 A5 分別可視為 D14 至 D19。

3. 重置鈕與 RESET

控制板左上方有個重置鈕，按下重置鈕會使得控制板重新執行使用者燒錄之程式，控制板下方有個 RESET 腳位，當它處於低電位時，也會有相同的重置效果。

4. 其他腳位與元件

控制板右方有個顯而易見的晶片，那就是控制板的大腦 ATmega328，採雙列直插封裝 (Dual in-line package)，又稱 DIP 封裝，市面上有單獨銷售 ATmega328，如果控制板上的 ATmega328 損壞，可以使用小的一字起子或尖嘴鉗將之撬起，用新的 ATmega328 取代。

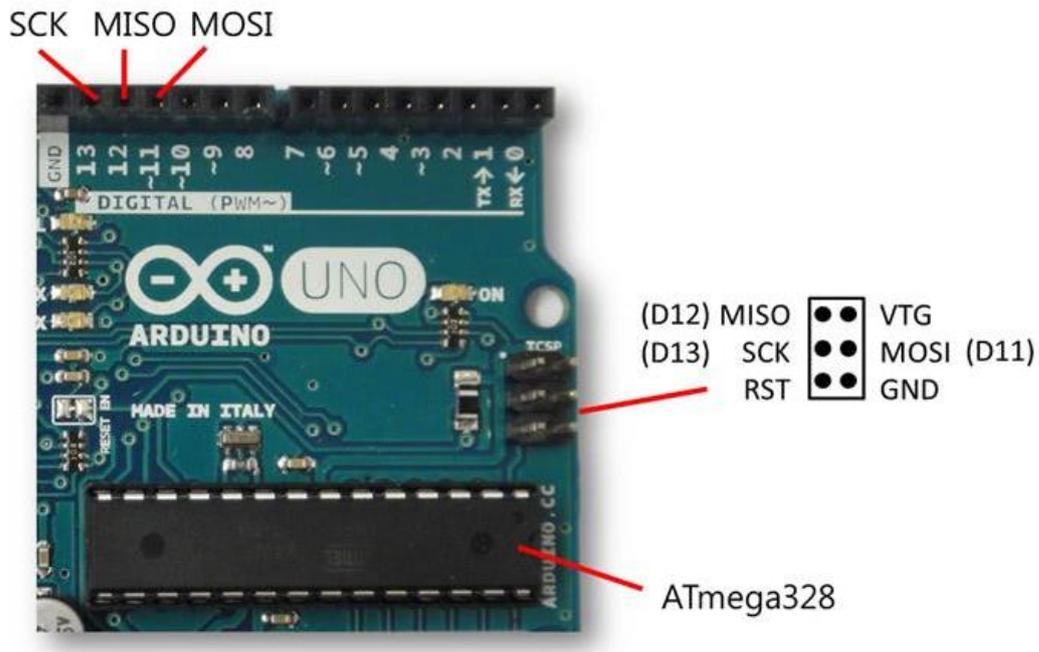


圖 1-1-2 為 ATmega328 與 ICSP

二、 PMS5003 G5 PM2.5 偵測模組

1. 運作原理

攀藤 G5 PMS5003 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。

圖 2-1-2 為 G5 PMS5003 傳感器



三、 LCD 液晶顯示器

1. LiquidCrystal 1602 介紹

一般的互動式產品設計通常具備一個資訊顯示裝置，在 Arduino 的領域經常會使用便宜又大碗的 LCD1602 的液晶顯示器。LCD1602 顧名思

義就是一種小型的液晶顯示器，可以顯示單一系列 16 個字元的長度，一次可以顯示兩列。這種裝置經常在 DVD 播放機、機上盒、電腦機殼與磁碟陣列控制器使用。

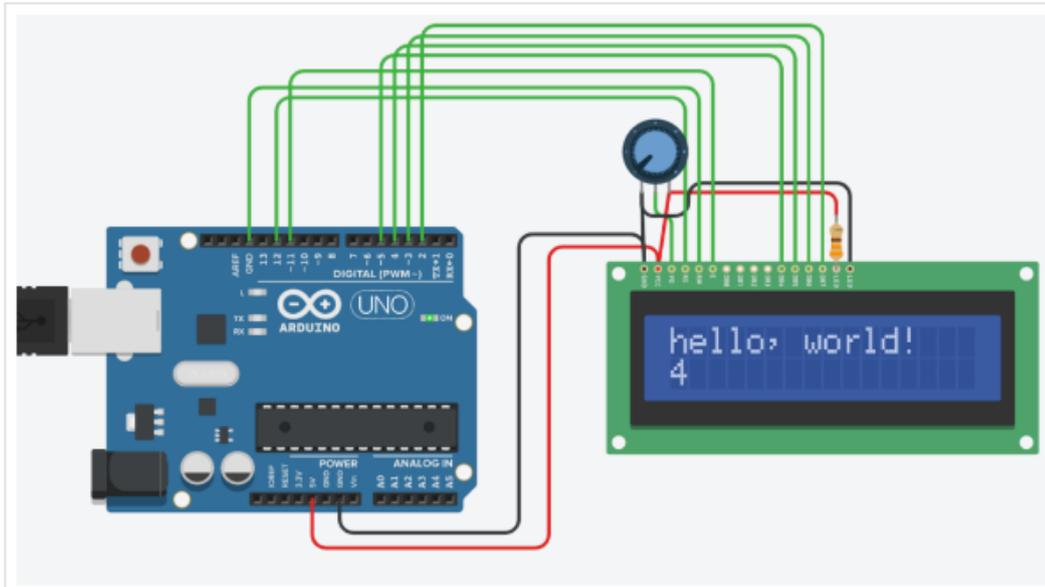


圖 3-1-1 為 LiquidCrystal 1602

2. LCD1602 硬體

傳統的 LCD1602 液晶顯示器是具備 4bit / 8bit 資訊傳輸的方式，因此配置有 16 個針腳，這些針腳可分為以下類別：

接腳代號	功能說明
GND	常見符號如 VSS，連接電源的負極。
VCC	常見符號如 VDD，連接電源+5V。
VO	透過電位計分壓原理，調整字體的對比亮度。
RS	暫存器的功能設定， 高電位(HIGH)將 D0~D7 資料放入資料暫存器。 低電位(LOW)將 D0~D7 資料放入指令暫存器。
RW	Read/Write 模式設定。 高電位(HIGH)從 LCD 讀取資料。 低電位(LOW)將資料寫入 LCD。
E	Enable/Disable read information. 高電位(HIGH)啟用功能
D0~D7	資料位元組傳送/接收
LED+	液晶背光照明 LED+
LED-	液晶背光照明 LED-

表 1-1-1 為 LCD1602 硬體說明

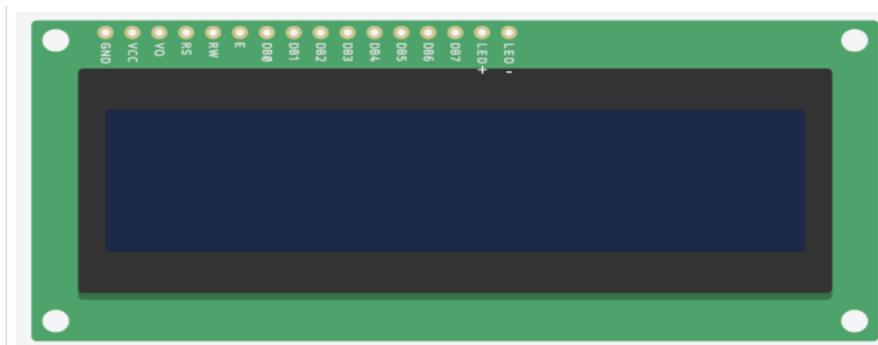


圖 4-1-1 為 LCD1602 硬體液晶顯示器

1. hc-05 介紹

HC-05 串口藍牙模組(帶底板) 主機/從機可設定/ 帶底板, 附 Arduino 範例 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。使用該模組無需瞭解複雜的藍牙底層協定，只要簡單的幾個步驟即可享受到無線通訊的便捷。

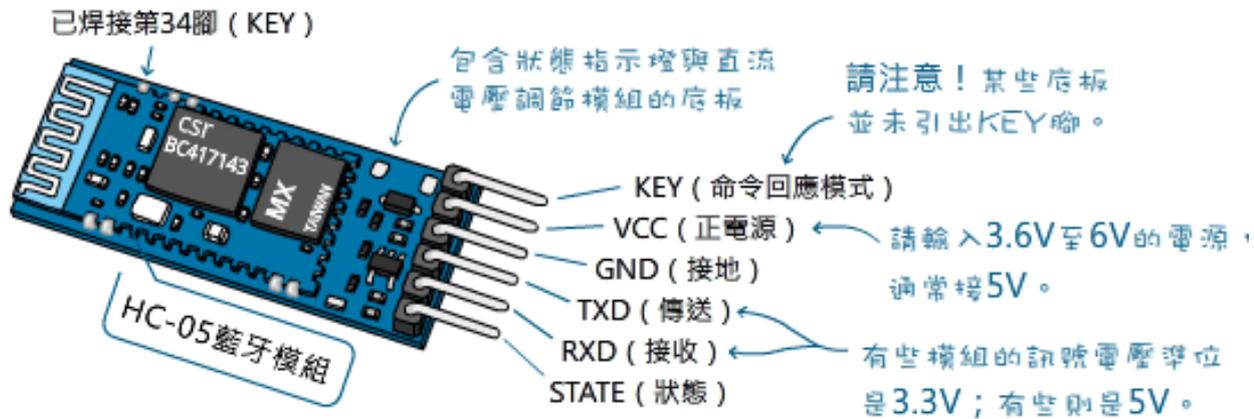


圖 5-1-1 為 HC-05 串口藍牙模組

2. 原理動作

讓 HC-05 與另一個藍牙模組在通電時自動配對

藍牙模組有「主控端」和「從端」兩種模式，在配對時，一定是由「主控端」主導，探索其他「從端」並與之配對連線；從端無法彼此互連。HC-05 模組可以透過 AT 命令，設定成「主控端 (Master)」或「從端 (Slave)」；HC-06 模組只能當「從端」。

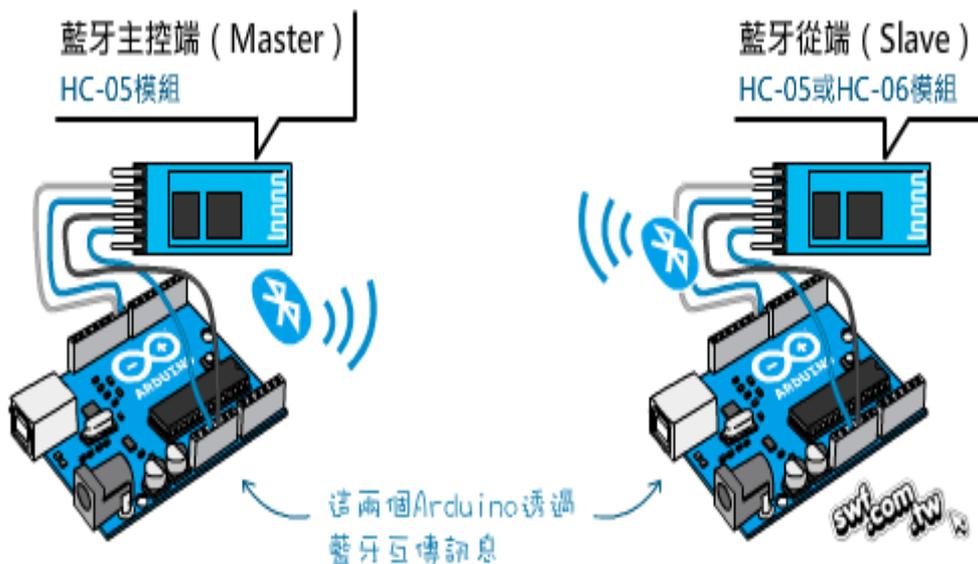


圖 5-1-2 為 HC-05 串口藍牙模組

伍、作品功用與操作方式

品項	規格	數量	用途
arduino	Arduino Uno	1	控制電路板主程式
Pm2.5 感測器	攀藤 G5 PMS5003	1	感測懸浮粒子
藍芽模組	HC-05	1	連接藍芽
LCD 液晶顯示器	LiquidCrystal 1602	1	顯示出感測的數值
麵包板	麵包板	1	插被動元件
杜邦線	杜邦線	50	連接被動元件

表 2-1-1 操作方式與用途

2. 專題製作流程圖

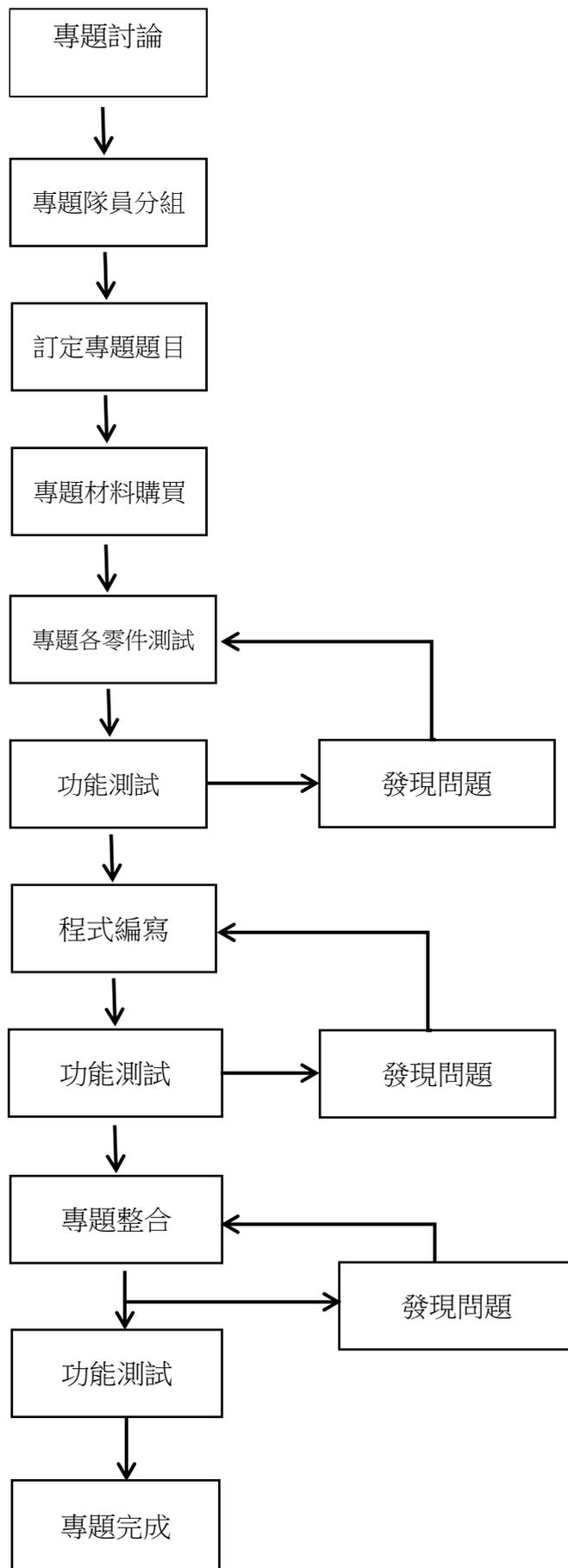
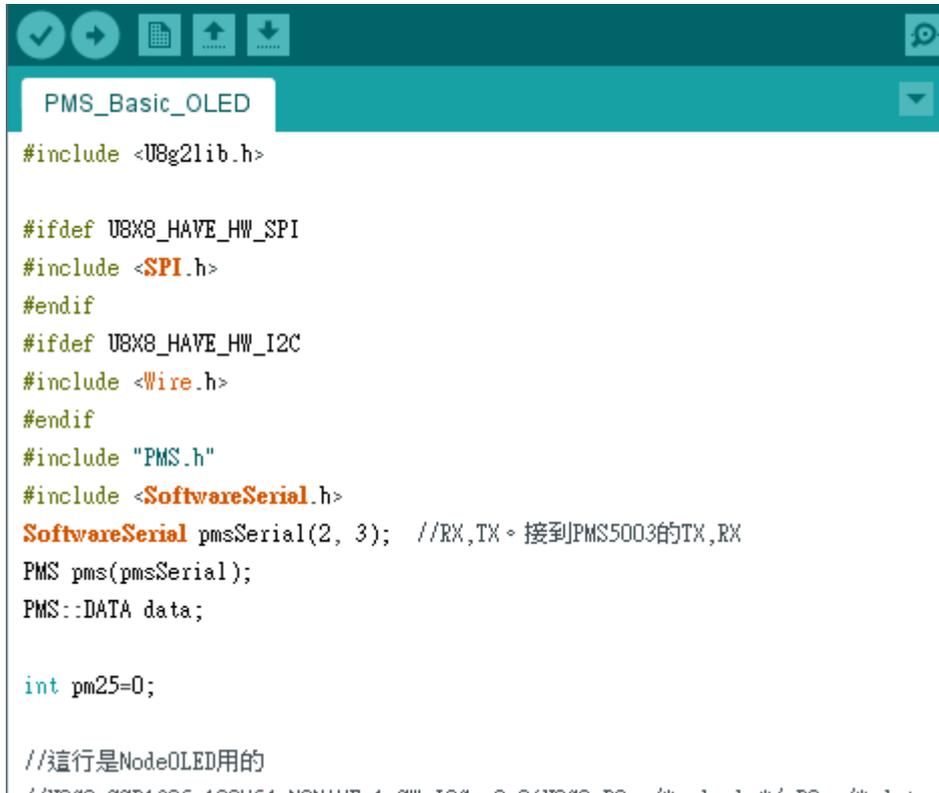


圖 6-1-1 為製作流程

陸、製作歷程說明（請附圖或照片說明）

1. arduinot 程式



```
#include <U8g2lib.h>

#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
#ifdef U8X8_HAVE_HW_I2C
#include <Wire.h>
#endif
#include "PMS.h"
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial pmsSerial(2, 3); //RX,TX ◦ 接到PMS5003的TX,RX
PMS pms(pmsSerial);
PMS::DATA data;

int pm25=0;

//這行是NodeOLED用的
//U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_1_SW_I2C u8g2(U8G2_R0, /* clock=*/ D2, /* data=*/ D1, /*
```

圖 7-1-1 為 arduinot 程式

```
#include <Arduino.h>
#include <U8g2lib.h>

#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
#ifdef U8X8_HAVE_HW_I2C
#include <Wire.h>
#endif
#include "PMS.h"
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial pmsSerial(2, 3); //RX,TX ◦ 接到 PMS5003 的 TX,RX
PMS pms(pmsSerial);
PMS::DATA data;

int pm25=0;

//這行是 NodeOLED 用的
//U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_1_SW_I2C u8g2(U8G2_R0, /* clock=*/ D2, /* data=*/ D1, /*
```

```

reset=*/ U8X8_PIN_NONE);
U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_1_HW_I2C u8g2(U8G2_R0, /* reset=*/ U8X8_PIN_NONE);
//Arduino Uno+0.96 吋 OLED 用這行
//U8G2_SH1106_128X64_NONAME_1_HW_I2C u8g2(U8G2_R0, /* reset=*/ U8X8_PIN_NONE); //
如果用 1.3 吋 OLED 用這行

```

//OLED 上方標題，用圖形表現

```

static const unsigned char PROGMEM title[256] = { /* 0X20,0X01,0X80,0X00,0X10,0X00, */
0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,
0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0X03,0XF3,0XCF,0XEF,0XFF,0X1F,0XFF,0XFD,0XFE,
0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XC9,0XF3,0XCF,0X00,0XFE,0XC1,0XFF,0X7C,0XFE,
0X0F,0X78,0X38,0X3E,0XF8,0X3F,0XE0,0X01,0X03,0X4F,0X00,0X1E,0XF0,0XFF,0X02,0XE0,
0X8F,0X71,0X38,0X9E,0XF1,0X3F,0XE0,0X39,0XF9,0X03,0XD6,0XDE,0XF1,0X7F,0X3B,0XFB,
0X8F,0X63,0X18,0XDE,0XE3,0X3F,0XFF,0X39,0XFD,0XCF,0XD3,0XFF,0X9C,0X3F,0X98,0XFB,
0X8F,0X63,0X18,0XDE,0XF3,0X7F,0XFF,0X01,0XFF,0XCF,0X91,0X3F,0XC0,0XFF,0X98,0XF0,
0X8F,0X63,0X10,0XFE,0XF1,0X7F,0XF0,0XD9,0X03,0XCF,0X3C,0XFE,0X31,0XFF,0X02,0XE0,
0X8F,0X71,0X12,0XFE,0XF8,0X3F,0XC7,0X01,0XFE,0X0F,0XFF,0XFF,0X78,0X7E,0XB0,0XFD,
0X0F,0X78,0X22,0X7E,0XFC,0XFF,0XC7,0XFF,0XFF,0X83,0X00,0X1E,0X00,0X3C,0XB0,0XFD,
0X8F,0X7F,0X22,0X3E,0XFE,0XFF,0XC7,0X03,0XC0,0XCF,0XCF,0X3F,0XE6,0XFD,0XBB,0XFD,
0X8F,0X7F,0X22,0X1E,0XF0,0XBC,0XC7,0XB3,0XCD,0XCF,0XEF,0X7F,0X26,0X7F,0XB1,0XFD,
0X8F,0X7F,0X22,0X1E,0XF0,0X38,0XE3,0XB3,0XCD,0XCF,0XEF,0X3F,0X67,0X3E,0X95,0XED,
0X8F,0X7F,0X32,0X1E,0XF0,0X7C,0XF0,0X93,0XC8,0XCF,0X00,0X9E,0XE7,0X3C,0XC5,0XE5,
0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0X01,0X80,0X47,0X00,0XDE,0XF1,0XBD,0XE7,0XE1,
0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,0XFF,
};

```

```

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pmsSerial.begin(9600);
  u8g2.begin();
}

```

```

void loop()
{
  u8g2.setFont(u8g2_font_samim_16_t_all); //字型
  u8g2.firstPage();
  do {
    u8g2.drawXBMP(0,0, 128, 16, title);
    u8g2.setCursor(16, 64);
    u8g2.setFont(u8g2_font_osb41_tn);
    if (pms.read(data)){ //讀取 PMS 的數值
      pm25 = data.PM_AE_UG_2_5;
      Serial.print("");
      Serial.println(data.PM_AE_UG_2_5);
    }
    u8g2.print(pm25); //將讀到的 PM2.5 數值顯示在 OLED 上
  }
}

```

```
u8g2.setCursor(83, 58);  
u8g2.setFont(u8g2_font_samim_12_t_all);  
u8g2.print("ug/m3");  
  
} while ( u8g2.nextPage() );  
  
}
```

2.製作過程與製片



圖 8-1-1 為觀察實作紀錄



圖 9-1-1 為程式探索與討論



圖 9-1-2 為老師講解與指導

3.實作成品



圖 10-1-1 為 PM2.5 偵測系統正面

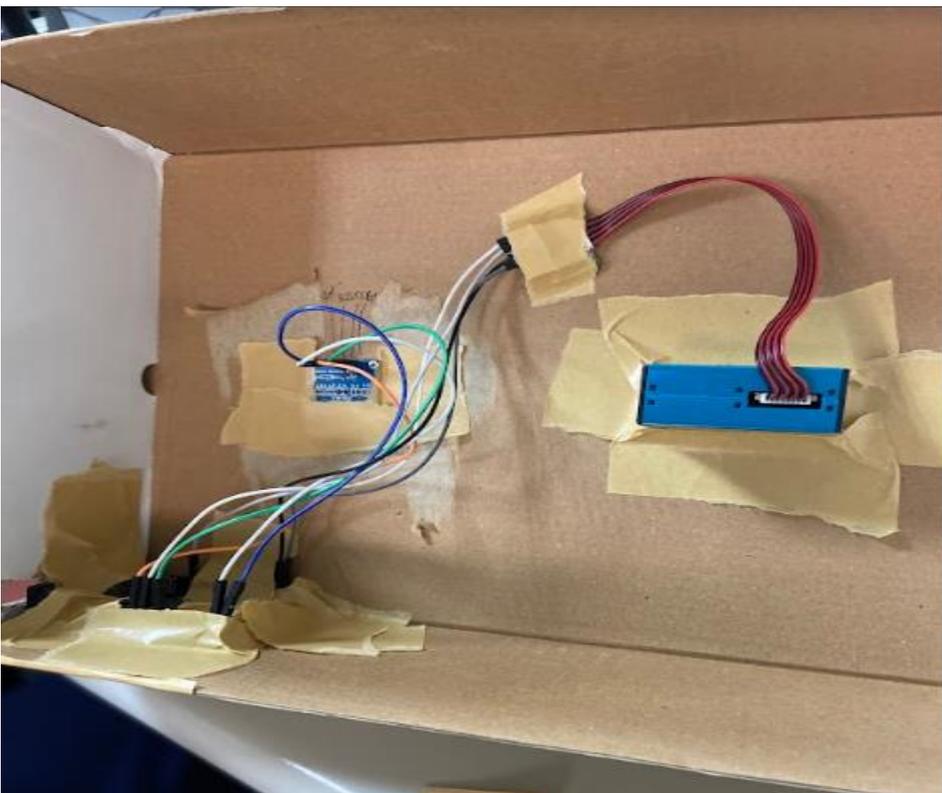


圖 10-1-2 為 PM2.5 偵測線路