

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：智慧風扇

關鍵詞：人體感測、風扇、溫濕度感測器

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	1
一、硬體製作.....	1
(一)、雷切.....	1
(二)、3D 列印.....	2
二、電路雕刻.....	2
三、程式撰寫.....	3
肆、研究方法.....	3
一、研究流程.....	3
(一)、研究步驟.....	3
(二)、操作步驟.....	4
一、使用材料及工具.....	6
(一)、零件介紹.....	6
(二)、軟體介紹.....	9
伍、研究結果.....	12
一、硬體結構.....	12
(一)、上層機構.....	12
(二)、中間機構.....	12
(三)、下層機構.....	12
二、軟體介紹.....	13
(一)、溫濕度傳送與設定溫度.....	13
(二)、人體感測.....	14
(三)、App 手動操作.....	14
三、成果展示.....	15
陸、討論.....	15
一、馬達選用.....	15
二、防止馬達線的纏繞.....	15
三、頂部重量平衡.....	15
柒、結論.....	16
捌、參考資料及其他.....	17

表目錄

表 1 時間分配表.....	4
表 2 HC-SR501 規格.....	6
表 3 DHT22 規格.....	7
表 4 1602A LCD 規格.....	7
表 5 L298N 規格.....	7
表 6 775 減速馬達規格.....	8
表 7 直流調速馬達規格.....	8
表 8 Arduino mega2560 板.....	8
表 9 HC-05 藍牙模組規格.....	9
表 10 電源供應器.....	9
表 11 其他原件.....	9

圖目錄

圖 1 山毛櫸木板.....	2
圖 2 轉軸 3D 圖(左)、實際裝配(右).....	2
圖 3 電路圖.....	3
圖 4 程式畫面.....	3
圖 5 研究步驟.....	4
圖 6 模式切換.....	4
圖 7 手動模式流程.....	5
圖 8 自動模式流程.....	6
圖 9 HC-SR501.....	6
圖 10 DHT22.....	7
圖 11 1602A LCD.....	7
圖 12 L298N.....	7
圖 13 775 減速馬達.....	8
圖 14 直流調速馬達.....	8
圖 15 Arduino mega2560 板.....	8
圖 16 HC-05 藍牙模組.....	9
圖 17 電源供應器.....	9
圖 18 Arduino logo.....	10
圖 19 Arduino 程式撰寫.....	10
圖 20 Altium Designer logo.....	10
圖 21 app inventor logo(左)、app 編寫(右).....	11
圖 22 Autodesk Inventor.....	11
圖 23 上層機構.....	12
圖 24 中間機構.....	12
圖 25 下層機構.....	13
圖 26 app 實際畫面(左)、Arduino 溫濕度相關程式(右).....	13
圖 27 感測示意圖(左)、旋轉實際畫面(右).....	14
圖 28 手動控制.....	14
圖 29 風扇各個位置的展示.....	15

【智慧風扇】

壹、摘要

一般立扇只有擺頭轉動弧度大約 100 度左右或固定一個方向不轉，而沒有智慧化，因此我們希望能開發出一個具有智能感測功能，利用人體紅外線裝置來追蹤人體位置，以便決定風扇能實現 360 度旋轉所擺動的方向，透過溫溼度感測器，使風扇能夠依照週遭溫度調節最適當的風量及開關，並利用 App Inventor 自行開發一個 APP 能遠端遙控智慧風扇。智慧風扇外殼目前使用木板製作，裡頭我們以 Arduino mega2560 板子為核心，來蒐集各個感測器資料，減速馬達針對風扇的擺頭進行 360 度旋轉控制，直流調速馬達負責來控制風扇的轉速，自行開發的 APP 能以手動及自動模式功能遠端遙控智慧風扇。

貳、研究動機

在台灣，夏天的天氣十分炎熱，相信在每個家庭中至少都會有一台以上的電風扇吧！然而我們最常見的傳統風扇(立扇)卻存在著不少的問題，首先是它的轉動弧度大約只有 100 度左右。另外，只有轉 100 度跟不轉兩種選擇很不方便，如果一個居家空間有多個人在時，有的人就無法吹到涼爽的风。另外台灣的早晚溫差較大，有時候清晨溫度特別低，氣溫很低的時候還繼續吹著風扇的話很容易因此感冒，因此我們希望風扇當週遭溫度低時能自動關閉。

為了解決這些困擾，所以我們嘗試利用 Arduino mega2560 板子為核心、人體紅外線感測器、溫溼度感測器、減速馬達、直流調速馬達、風扇以及馬達控制技術結合木板，來完成一個具有智能感測功能的「智慧風扇」專題。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

(一)、雷切

在高三的專題實習課中，學習到 RDworks 及雷切機的使用方式，幫助我們從模型架構轉成實際成品，再進行簡單的拼接。順利完成我們的外型架構。在材質部分，我們使用的是山毛櫸(如圖 1)作為雷切的木板。



圖 1 山毛櫸木板

(二)、 3D 列印

為了改變擺頭方向所製造的轉軸是利用 3D 列印來製作。在高三專題課時，學了不少有關 3D 圖繪製以及操作機器的方法，讓我們能將腦中的理想模型實際化，並在短短的時間內成為實體。比起找外面商家大規模製作的商品，3D 列印更能客製出最貼近需求的元件。如 圖 2

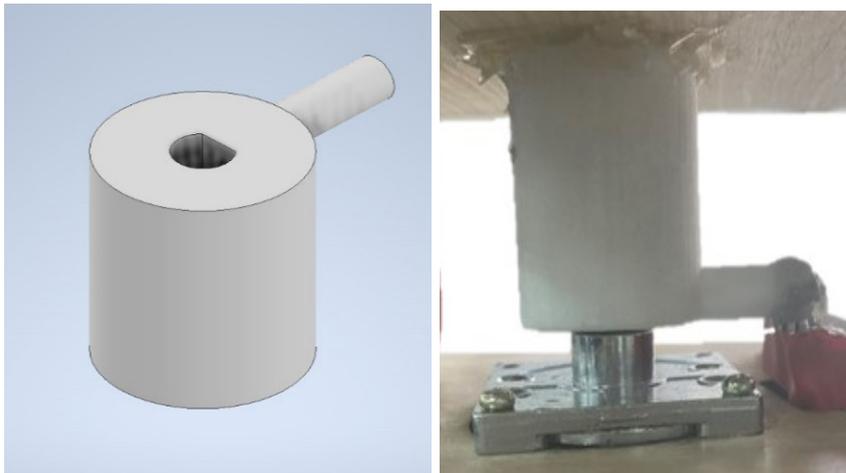


圖 2 轉軸 3D 圖(左)、實際裝配(右)

二、 電路雕刻

高一的基本電學實習課中，我們學到了使用麵包板接線，來進行一些簡單的電路測試，但是麵包板需要的空間比較大，所以我們選擇使用 Altium Designer 來繪製電路板。(如圖 3)為我們所製作的電路圖

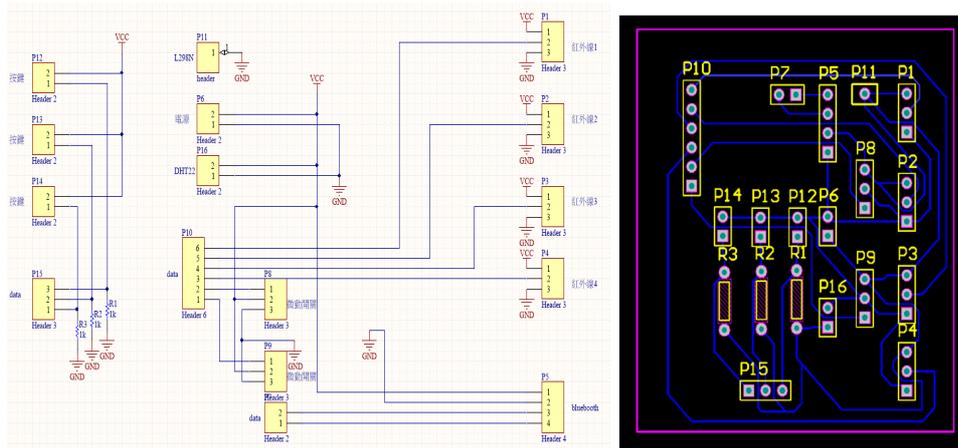


圖 3 電路圖

三、 程式撰寫

我們在高二課堂上有學到用 Arduino IDE 撰寫硬體控制程式，在本次專題中我們使用 Arduino 來實現與藍芽連線並通訊，用於遠距離控制風扇旋轉與風速的強弱，並將風扇轉速與開關跟溫度綁定。如圖 4

```

ch5_2a
38
39 //====LCD 相關====
40 #include <Wire.h> //掛載Wire函數庫
41 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //掛載LiquidCrystal_I2C函數庫
42 LiquidCrystal_I2C LCD(0x27,16,2); //建構LCD物件
43 //LCD物件：I2C位址為0x27，2列，每列16個字
44 //==== 宣告LCD上的顯示訊息 ====
45 String L0= "Smart fan";
46 String L1= "Detect thing=";
47 String L2_0= " ";
48
49 //====DHT22相關====
50 #include <DHT.h>
51 const int DHTpin=51; //宣告連接DHT22的插腳為51
52 DHT dht(DHTpin, DHT22); //建構DHT22物件
53 float tempC=0.0,tempF=0.0,H=0.0,HI=0.0; //宣告變數
54 int T_limit=18;
55 //===== 初始設定 =====
56 void setup() {
57   Serial1.begin(9600); //啟用序列埠監控視窗
58   Serial.begin(9600);
59   LCD.begin(); //啟動LCD
60   LCD.backlight(); //開啟LCD背光
61   LCD.home(); //游標移至(0,0)位置
62   LCD.print(L0); //顯示第0列
63   LCD.setCursor(0,1); //游標移至(0,1)位置
64   LCD.print(L1); //顯示第1列

```

圖 4 程式畫面

肆、 研究方法

一、 研究流程

(一)、 研究步驟

在六月底決定專題題目後，便開始採購零件與資料蒐集，同時配合硬體程式撰寫、外觀設計、控制介面和硬體電路的雕刻後，就可以將程式與硬體電路完全整合，完成專題成品。專題的時間分配及研究步驟分別如下表 1 及圖 5：

表 1 時間分配表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.資料蒐集	■	■	■				
2.元件採購	■	■					
3.外殼設計		■	■	■	■		
4.程式撰寫		■	■	■	■	■	
5.電路製作					■	■	
6.成品測試						■	■

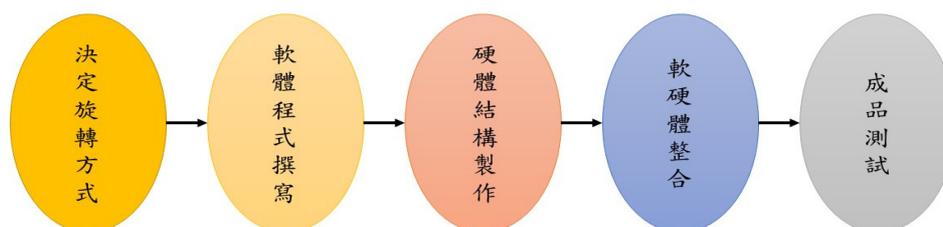


圖 5 研究步驟

(二)、 操作步驟

1、 模式切換

(1) 模式選擇流程

開啟 app 後，如圖 6 所示，可選擇手動模式、自動模式

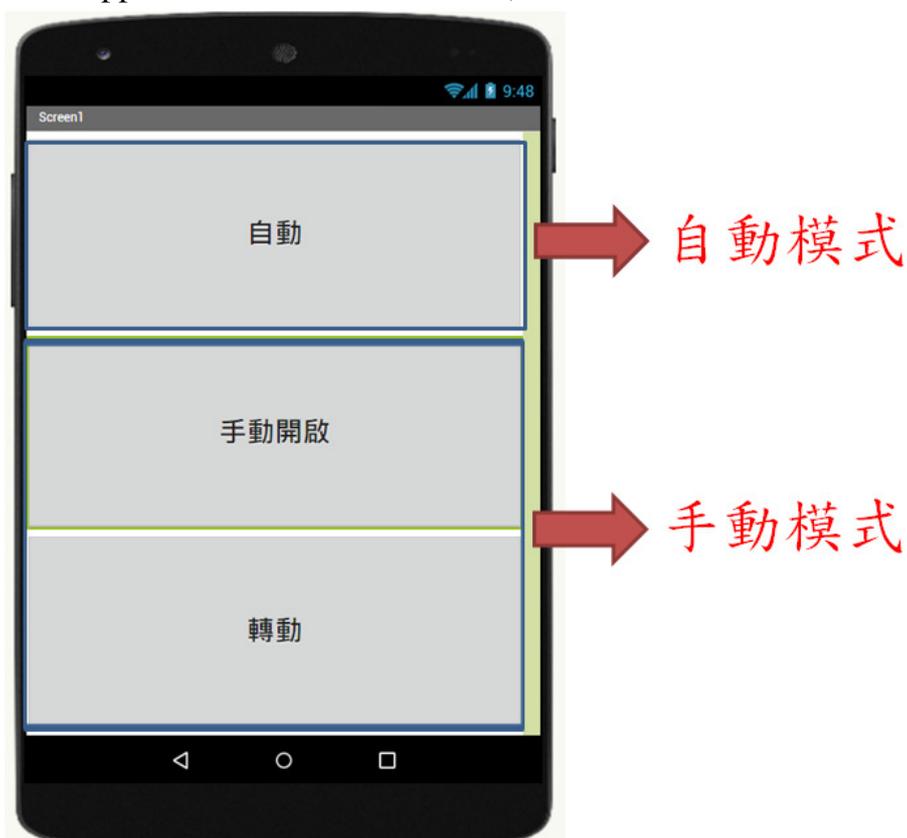


圖 6 模式切換

2、動作模式

(1) 手動模式

如圖 7 所示，首先按下藍牙連接，待連接後即可開啟風扇，並調整其風速及轉向，結束時按下關閉即可。

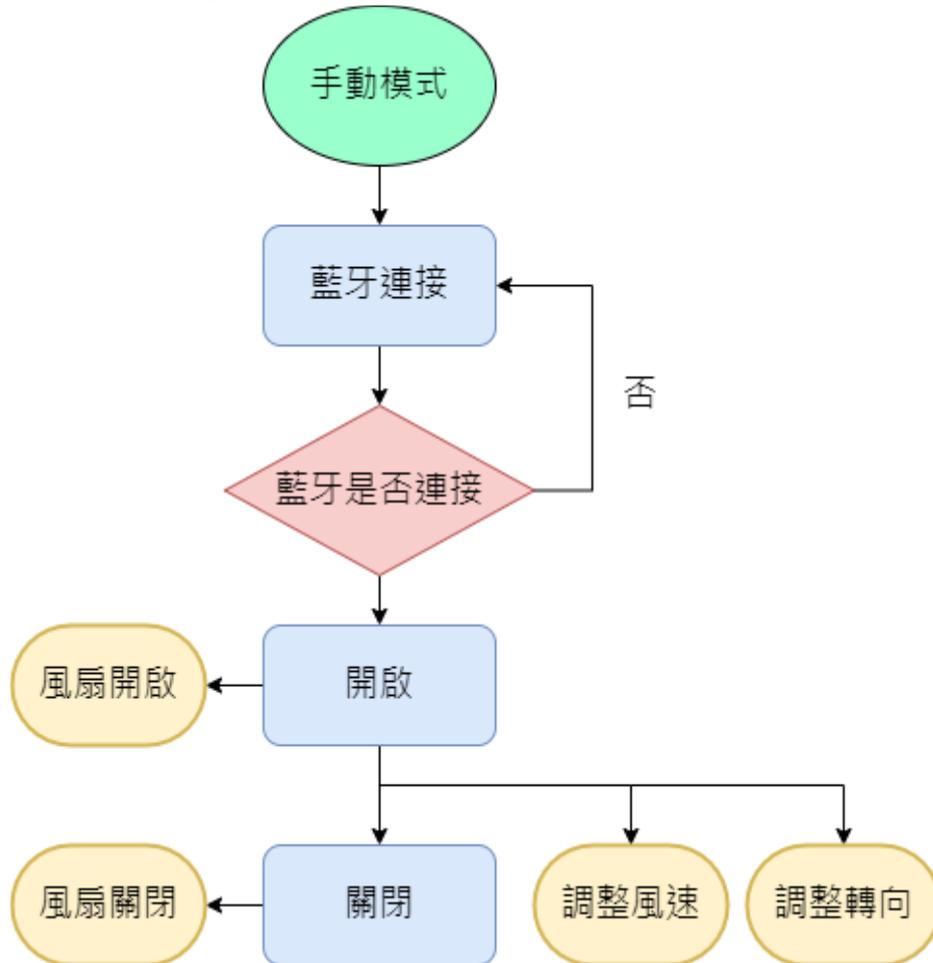


圖 7 手動模式流程

(2) 自動模式

依照圖的流程，再連接藍牙後，進入自動模式，風扇開始轉動，當感測器感測到人體時，風扇自行調整到該方向，如有多個感測器同時感測到人體，則在此區間來回轉動，圖下方可輸入溫度，當室溫低於設定溫度時，則風扇關閉。另外風扇轉動時會依據溫溼度來調整風速大小。如圖 8

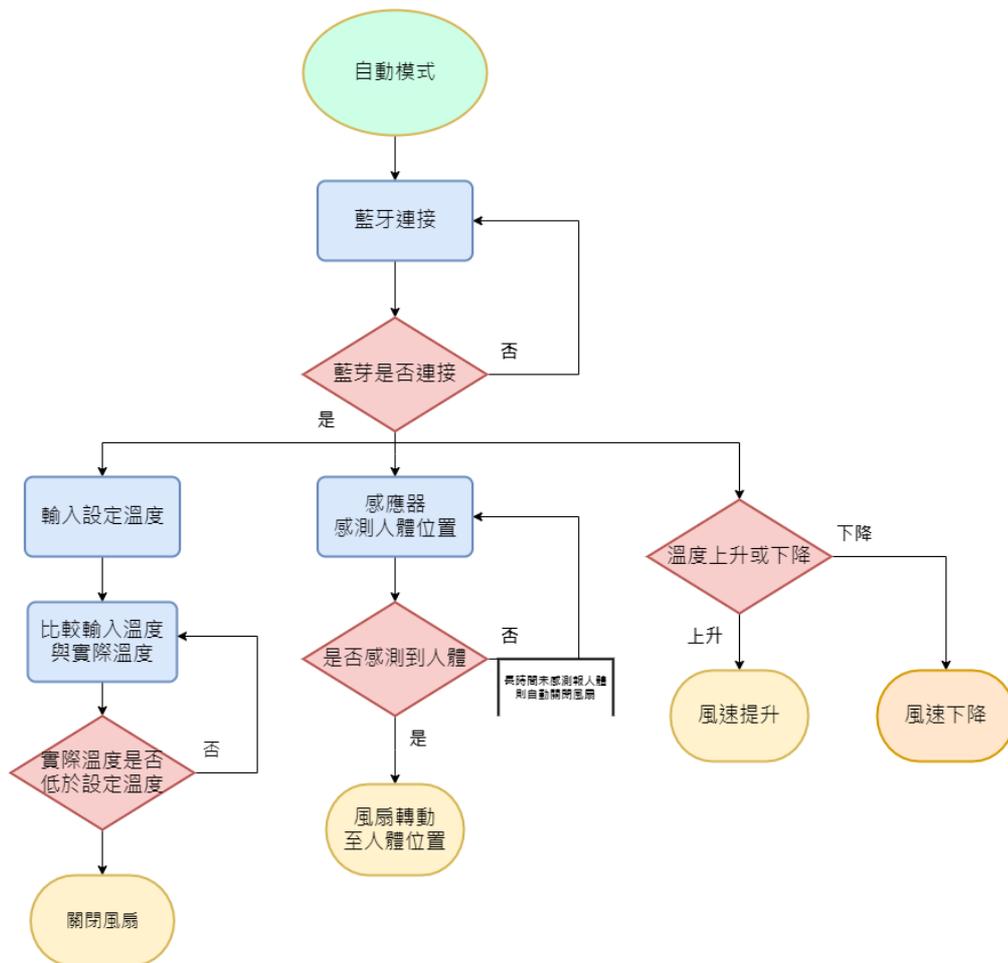


圖 8 自動模式流程

一、 使用材料及工具

(一)、 零件介紹

1、 HC-SR501 人體紅外線感測模組

利用紅外線感測的自動控制模組，當感測到人體時輸出高態，靈敏度高，可靠性強，超低電壓工作模式，廣泛應用於各類自動感應電器設備。如 表 2 及圖 9

表 2 HC-SR501 規格

工作電壓	3V~5.5V
感應範圍	≤100 度錐角
感應距離	3~7 公尺
延時時間	0.5~200 秒(可調)
輸出電壓	高 3.3 V / 低 0V



圖 9 HC-SR501

2、 DHT22/ AM2302 溫溼度感測器

應用專用的數位模組採集技術和溫濕度傳感技術，確保產品具有極高的可靠性與卓越的長期穩定性。體積小、消耗功率低，信號傳輸距離可達 20 米以上，性價比很高，很適合專題使用。如表 3 及圖 10

表 3 DHT22 規格

工作電壓	3.3-6V
濕度感測範圍	0-100%RH
溫度感測範圍	-40~80°C
感應週期	約 2 秒
精確度	濕度±2%/溫度±0.2°C



圖 10 DHT22

3、 1602A LCD 液晶顯示器

1602 液晶也叫 1602 字元型液晶，它是一種專門用來顯示字母、數字、符號等的點陣型液晶模組，其螢幕背光可以直接操控，顯示對比度也能做調整，可以顯示單一系列 16 個字元的長度，一次可以顯示兩列，幫助使用者能更清楚風扇的情況，使用簡單且價格遠低於 HMI。如 表 4 及圖 11

表 4 1602A LCD 規格

工作電壓	4.8~5.2V
工作溫度	0~50°C
LED 單元電流	<100mA
LCD 工作電流	2.0mA(5.0V)



圖 11 1602A LCD

4、 L298N 馬達驅動板

該芯片採用 15 腳封裝，內含兩個 H 橋的高電壓大電流全橋式驅動器，可以驅動一台兩相步進電機或四相步進電機，也可以驅動兩台直流電機，負責推動我們的兩個直流馬達。如表 6 及圖 12

表 5 L298N 規格

驅動電壓	5V~12V
工作電流	2A
最大功率	25W

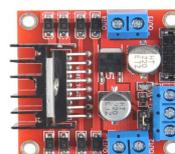


圖 12 L298N

5、 775 減速馬達

可調速且可正反轉，更重要的是轉矩夠大，能順利的推動我們風扇的頭進行擺動。如表 6 及圖 13

表 6 775 減速馬達規格

驅動電壓	12V
電流	3A
功率	25W
重量	700g



圖 13 775 減速馬達

6、 WS-50ZYT78-R 直流調速馬達

轉速高且壽命長，發熱量小，很適合來負責像風扇這種需要長時間運行的裝置，而轉速高達 6000 轉，能使風量能有一定的水平。如表 7 及圖 14

表 7 直流調速馬達規格

驅動電壓	12V
電機尺寸	50 x 78mm/1.97" x 3.1" (D*H)
重量	530g



圖 14 直流調速馬達

7、 Arduino mega2560 板

有 54 個數位輸入輸出引腳，而其中 15 個可用作 PWM 腳位輸出，16 個模擬輸入、4 個 UART（硬體序列埠），這使我們能更方便控制更多元件。如表 8 及圖 15

表 8 Arduino mega2560 板

工作電壓	5V
閃存	256 KB
時鐘速度	16 兆赫
重量	37 克



圖 15 Arduino mega2560 板

8、 HC-05 藍牙模組

藍牙模組上的 TX(輸出)對應 mega 板的 RX(輸入)；藍牙模組上的，RX(輸入)對應 maga 板的 TX(輸出)，即可無線達成資料的傳送，幫助我們實現遠端控制風扇。如 表 9 及圖 16

表 9 HC-05 藍牙模組規格

工作電壓	3.3V 至 6.0V
供電電流	30mA
頻率	2.4GHz ISM 頻段
尺寸	26.9mm × 13mm × 2.2mm



圖 16 HC-05 藍牙模組

9、電源供應器

具有高輸出電流，不用怕推不動我們兩個核心馬達，且擁有多種供電電壓幫助我們供電給各種設備。如 表 10 及 圖 17

表 10 電源供應器

輸出電壓	5V/12V/24V
輸出電流	10A/12A/4A
尺寸	159mm × 97mm

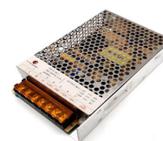


圖 17 電源供應器

10、其他原件

表 11 其他原件

無段式方形開關 ×3 說明：用於風扇近距離調速	
微動開關 ×2 說明：避免風扇朝同一方向一直旋轉，導致馬達的線被纏住	

(二)、軟體介紹

1、Arduino IDE

Arduino IDE 是一個開放原始碼的硬體程式語言編寫軟體，也是我們高二學習到的一種程式語言，它擁有許多已模組化的套件與函式庫，提供初學者使用，且網路上也有大量的範例程式供大家參考，在程式構寫上較為方便，因此我們選擇 Arduino IDE 作為程式編寫的軟體。如圖 18 及圖 19

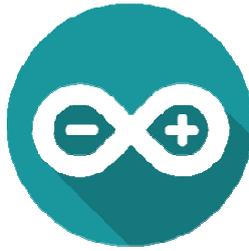


圖 18 Arduino logo

```
ch5_2$
10 //=====極限開關=====
11 int limit_left=37;
12 int limit_right=35;
13 ///=====人體紅外線=====
14 const int hcsr1 = 5;
15 const int hcsr2 = 6;
16 const int hcsr3 = 7;
17 const int hcsr4 = 8;
18 const int p[4]={24,26,28,30};
19 int a,b,c,d;
20 //=====馬達=====
21 bool fun=false;
22 //=====藍芽=====
23 // #include <SoftwareSerial.h>
24 #include <Wire.h> //引用二個函式庫SoftwareSerial及Wire
25 //SoftwareSerial BT(10,11); //定義PIN10及PIN11分別為RX及TX腳位
26 byte cmd[20];
27 int insize;
28 int inSlider=0;
29 int Position1,Position2;
30 char temp[]="2";
31 char button;
32 String myString,tempString;
33
```

圖 19 Arduino 程式撰寫

2、Altium Designer

Altium Designer 裡面有內建許多零件庫，也可以自己設計元件，為使用者提供了一個簡便的電子電路設計方式，輕鬆進行繁雜的電路板設計，且提供自動佈線以減少使用者的疏失與空間上的浪費，熟練使用這一軟體將使電路設計的質量及效率大大提升。如圖 20



圖 20 Altium Designer logo

3、App Inventor

App Inventor 是一款完全線上開發的 Android 程式環境，操作方式不同於 Arduino 需要自己寫程式，自己需要什麼功能，就將想要的功能方塊拉出組合，相較於一般的程式軟體容易許多，且還可以下載到手機使用。如圖 21

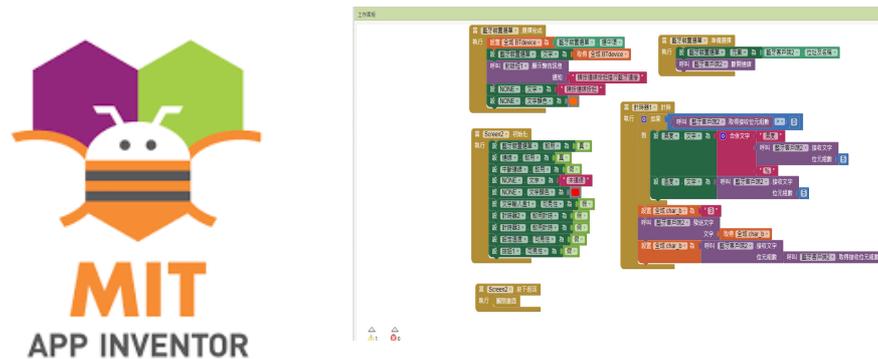


圖 21 app inventor logo(左)、app 編寫(右)

4、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一款用於 3D 建模的軟體，且可製作簡易的動畫。在初期，它主要功能是將腦中的構圖實際化，透過慢慢的修改，去真正找出我們滿意的外型、比例等；期間，它會用來繪製成品所需的 3D 模型；後期，它主要拿來製作動畫，比起口頭闡述，在報告時若能以動畫呈現傘架的動作原理，聽者們能夠更容易且充分的了解機構。如圖 22

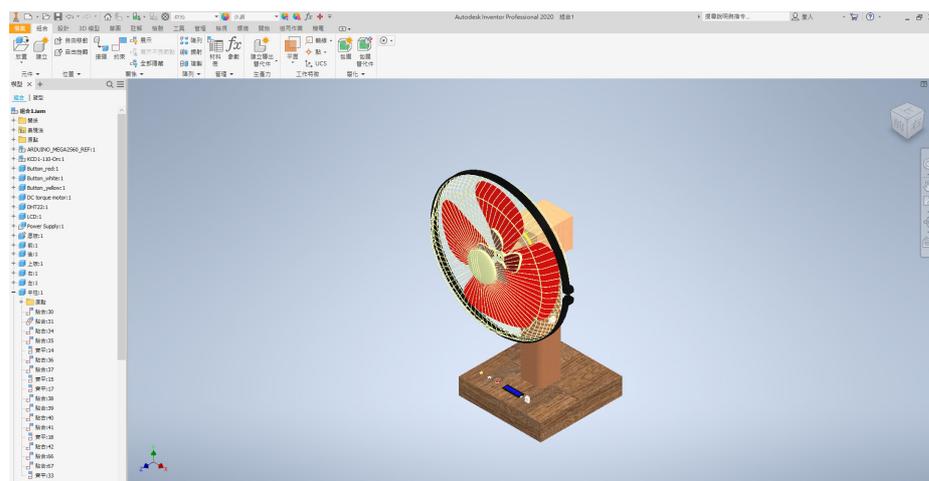


圖 22 Autodesk Inventor

伍、 研究結果

智慧電風扇結構可以分成硬體組裝結構與軟體通訊架構。

一、 硬體結構

智慧電風扇之主體結構由雷射切割之密集板組成，細部說明分為上、中、下層機構及側板三部分

(一)、 上層機構

上層主要由 6 片相互連接的木板所組成，內部空心放置了直流馬達。如圖 23

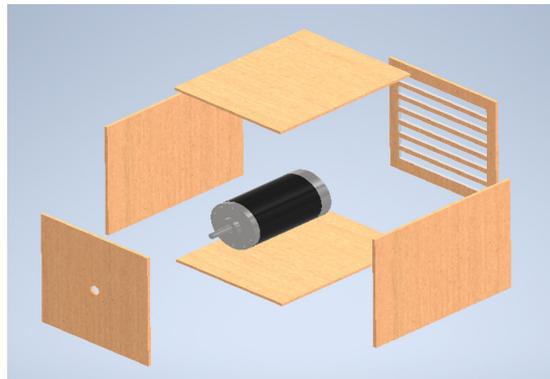


圖 23 上層機構

(二)、 中間機構

中間作為上層機構的支撐，內部空心放置了人體紅外線。如圖 24

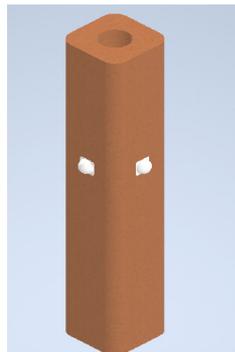


圖 24 中間機構

(三)、 下層機構

下層主要由 6 片相互連接的木板所組成，內部空心為放置電源供應器以及模組的地方，電路板和大部分線路也整合在其中。如圖 25

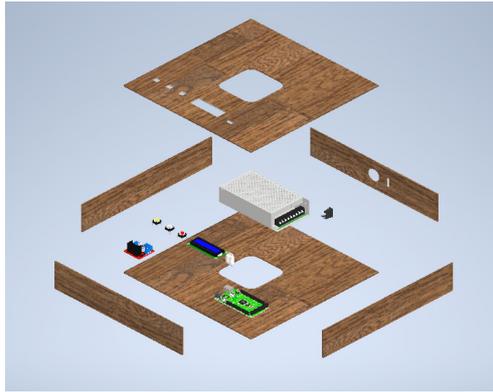


圖 25 下層機構

二、軟體介紹

(一)、溫濕度傳送與設定溫度

參考網路上已有的溫濕度相關的程式並將我們需要的地方記錄下來，在改寫完後利用藍芽將 Arduino 接收到的溫濕度資料傳到 app inventor 並顯示在螢幕上，並以此為準對你設定溫度的值進行比較，如果設定溫度的值較大，風扇便會停下，而相反的則是會繼續旋轉。如圖 26

```

471 float h = dht.readHumidity();           // 讀濕度
472 float t = dht.readTemperature();       // 讀溫度
473 char hum_buf[10], tem_buf[10];
474 if (!isnan(h) && !isnan(t)) {
475   dtostrf(h, 3, 2, hum_buf);
476   dtostrf(t, 3, 2, tem_buf);
477   for (int i=0; i<5; i++) {
478     Serial1.write(hum_buf[i]);           // 傳送濕度資料到app
479     delay(100);
480   }
481   for (int i=0; i<5; i++) {
482     Serial1.write(tem_buf[i]);          // 傳送溫度資料到app
483     delay(100);
484   }
485   Serial.println(t);
486   Serial.println(h);
487   if (int(t)>Serial1.available()) fun=true; // 若溫度達到上限，則驅動直流馬達
488   if (int(t)<Serial1.available()) fun=false; // 否則不驅動直流馬達
489   if ((fun==true) && (T_count3!=1)) {
490     int tra =int(t); // 轉換為整數
491     tra=map(tra, T_limit, 34, 50, 200); // 調整範圍
492     analogWrite(13, tra); // 驅動直流馬達
493   }
494 }
495 if (fun==false) {
496   analogWrite(13, 0); // 不驅動直流馬達
497   delay(5000);
498 }

```

圖 26 app 實際畫面(左)、Arduino 溫濕度相關程式(右)

(二)、 人體感測

利用 HC-SR501 擁有大範圍人體感測的特性，而一個 HC-SR501 可以感測的角度大約是 100 度，所以只要四個就可以進行 360 度的感測，而如果感測到有多人的情況下，則會在這範圍內來回旋轉。如圖 27



圖 27 感測示意圖(左)、旋轉實際畫面(右)

(三)、 App 手動操作

用 app 控制風扇轉速與轉動。如圖 28



圖 28 手動控制

三、成果展示



圖 29 風扇各個位置的展示

陸、討論

一、馬達選用

原本我們想選用步進馬達來作風扇擺頭的馬達，原因是步進馬達能更準確的控制風扇擺動的幅度，然而我們上網查過符合我們所需條件的步進馬達寥寥可數，且價格通常較為昂貴，經過層層篩選，我們決定使用較為便宜且轉矩足夠帶動我們風扇頭的減速馬達。

二、防止馬達線的纏繞

一開始我們還沒想到這個問題，直到我們頭的成品出來，並把馬達放上去試轉後，發現馬達的線會纏繞在中間的轉軸，於是我們開始想解決方法，在我們討論下，想出了使用微動開關來當我們的起點與終點，這樣一來既可以達到預期的 360 度也不怕馬達線纏繞到我們的轉軸。

三、頂部重量平衡

製作完作品後我們發現頂部的重心會向前傾倒，導致減速馬達無法順利運轉，我們嘗試了幾個解決方法，都無法如願以償的順利運轉，之後在指導老師的建議下我們請了機械科老師幫忙找來幾塊鐵塊來平衡前後重量，最終減速馬達也能順利運轉了。

柒、結論

本專題成功將傳統立扇結合手機連線藍芽連接，利用人體紅外線感測器裝置來判別居家空間中人體所在位置，以便減速馬達能依照人體所在位置進行風扇擺動旋轉方向控制，透過溫溼度感測器，使風扇能夠依照週遭溫度自動調節最適當的風量及開關，讓風扇的功能不再如此單一，並利用 App Inventor 自行開發一個 APP 能以手動及自動模式功能遠端遙控風扇。但是我們還是有許多可以改進的地方，期許未來可以增強機構的整體強度，並且加裝噴霧器，在炎熱的夏天噴霧，讓消暑的功能更加強大。

要製作出一個完整的專題，需要有許多方面的能力，從一開始的設計規劃、零件選購、電路設計、程式設計、機械結構設計，到後來將這些全部整合在一起，這當中許多的專業知識是我們第一次接觸到的，譬如選購零件時對於零件特性不熟悉，程式設計時不懂程式如何撰寫，機械結構設計時，未考慮其堅固及耐用的特性等，遭遇到最大的困難便是最後在全部軟體及硬體功能整合在一起時，難以做出預期動作。在遭遇到問題時，我們透過查閱書籍、上網搜尋資料及四處請教老師同學等，抱持著永不放棄的精神，我們不斷地從實作過程中汲取錯誤的經驗，進行一次次地修正，在經歷不斷的測試，最終才得以使我們的專題順利完成。

經歷了這次的專題，讓我們了解到，一個專題絕對不是只靠一個人，更不是只靠一項專長就能完成的，每個人在各方面都會展現出不同的天賦，並透過團隊分工合作去逐步完成。在製作過程中，我們不單增強了自身的自學及解決問題的能力，也培養了團結分工合作的做事精神，相信對於我們日後學習道路上有很大的助益。

捌、參考資料及其他

- 張義和&程兆龍(2017.11.01)。智慧居家。新北市：新文京開發出版股份有限公司。
- app inventor 滑桿元件結合 pwm 使用。2022 年 1 月 10 日。取自 <https://blog.cavedu.com/2013/11/20/appinventorandarduinowithbluetooth2/>
- L298N 介紹與使用。2022 年 1 月 10 日。取自 <https://sites.google.com/site/zsgititit/home/arduino/arduino-shi-yongl298n-qu-dong-liang-ge-ma-da>
- app inventor 接收溫濕度。2022 年 1 月 10 日。取自 <https://blog.cavedu.com/2016/06/22/app-inventor-%E7%89%A9%E8%81%AF%E7%B6%B2%E6%87%89%E7%94%A8-%E8%97%8D%E7%89%994-0-ble-lesson-5-%E8%AE%80%E5%8F%96dht2-%E6%BA%AB%E6%BA%BC%E5%BA%A6%E6%A8%A1%E7%B5%84%E8%B3%87%E6%96%99/>
- HC-SR501 人體紅外線感測模組介紹。2022 年 1 月 10 日。取自 <https://docs.particle.io/assets/datasheets/makerkit/pir-sensor.pdf>
- 風扇內部結構。2021 年 9 月 5 日。取自 <https://www.newton.com.tw/wiki/%E9%A2%A8%E6%89%87>
- Autodesk Inventor 動畫元件。2021 年 12 月 30 日。取自 <https://grabcad.com/>