

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：衣無濕處-智能曬衣小幫手

關鍵詞：自動控制、智慧居家、溫溼度感測

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、3D 繪圖與列印	1
二、雷射雕刻	2
三、硬體電路設計	2
四、軟體程式撰寫	3
肆、研究方法	3
一、研究流程	3
(一)、研究步驟	3
(二)、動作流程	5
二、使用材料	5
(一)、結構材料	5
(二)、電機材料	6
三、使用軟體與服務	10
(一)、Arduino IDE	10
(二)、Autodesk Inventor	10
(三)、RDWorks	11
二、使用設備	11
(一)、3D 列印機	12
(二)、雷射雕刻機	12
伍、研究結果	13
一、主體結構	14
(一)、外殼	13
(二)、衣架伸縮齒輪	13
(三)、功能平台	13
(四)、功能平台(左右移動)	14
(五)、功能平台(衣服偵測)	14
二、操作面板	14
(一)、LCD 螢幕	14
(二)、DHT22 溫溼度感測器	14
(三)、鍵盤	14
三、邏輯電路	14
(一)、感測器	15
(二)、馬達	15

四、電源供應.....	15
(一)、交流供電系統.....	15
五、成果展示.....	15
(一)、成品外觀.....	15
(二)、衣架伸縮齒輪.....	16
(三)、功能平台.....	16
(四)、操作面板.....	16
陸、討論.....	17
一、外架結構選擇.....	18
二、邏輯電路電流問題.....	17
三、功能輸入.....	18
柒、結論.....	18
捌、參考資料及其他.....	19
一、書籍資料.....	19
二、網路資料.....	19

2

表目錄

表 1 研究時間分配.....	4
表 2 Arduino Mega 規格.....	6
表 3 L298N 規格.....	7
表 4 線性磁力霍爾感測器規格.....	7
表 5 MG996R 規格.....	7
表 6 直流減速馬達規格.....	8
表 7 雨水傳感器規格.....	8
表 8 LCD 螢幕規格.....	9
表 9 繼電器規格.....	9
表 10 DHT22 規格.....	10
表 11 電源供應器規格.....	10

圖目錄

圖 01 3D 列印成品(齒輪)	2
圖 02 3D 列印成品(齒條)	2
圖 03 RDWorks 軟體	2
圖 04 邏輯電路成品	2
圖 05 arduino 程式	3
圖 06 研究步驟	3
圖 08 木板結構材料	6
圖 09 Arduino Mega 2560	6
圖 10 L298N	7
圖 11 線性磁力霍爾感測器	7
圖 12 MG996R	7
圖 13 直流減速馬達	8
圖 14 雨水傳感器	8
圖 15 LCD 螢幕	9
圖 16 繼電器	9
圖 17 DHT22	10
圖 18 電源供應器	10
圖 19 Arduino	11
圖 20 Inventor 設計圖	11
圖 21 RDWorks 軟體	12
圖 22 Tinkercad 軟體	12
圖 23 3D 列印成品	13
圖 24 3D 列印機	13
圖 25 雷射雕刻機	13
圖 26 成品外觀	14
圖 27 操作面板設計圖	15
圖 28 操作面板實體	15
圖 29 成品外觀	16
圖 30 衣架伸縮齒輪成品	17
圖 31 功能平台成品	17
圖 32 操作面板成品	17

【衣無濕處-智能曬衣小幫手】

壹、摘要

台灣的天氣說變就變，一天之中可以有風、大雨、大太陽，十分多變的氣象也造成本國人在曬衣、風乾食物的麻煩，而為了減少在收晾衣服的時間，並且防止天氣變天造成衣服發臭淋濕，我們著手研發了可以判斷天氣來進行自動話收曬衣的設備。

「衣無濕處」這臺曬衣機可以透過溫濕度偵測器（DHT22）讀取當時的溫、濕度，並回傳給程式載板（Mega2560）來判斷氣候條件，最終來決定衣服是否要在室內、外晾乾。並且在前端使用了減速馬達加上螺桿成為傳動裝置，再用兩顆伺服馬達帶動衣架，最後使用磁力感測器定位，得以實現自動分衣收衣的功能。。

貳、研究動機

在台灣每位正常上班族的工作時數就有 8.8 小時，更不用說電機相關類群的工作時常了，遠超過一般上班族的許多，也就造成這些上班族沒辦法花太多的時間來整頓家事、打理自己，也會因為工作不在家的時候因為天氣的變化造成衣服濕掉或發臭。因此我們為了可以省去這種生活中瑣碎的麻煩，從而著手研發可以排除氣象不佳的自動曬衣機「衣無濕處」。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、3D 繪圖與列印

我們利用高二暑假，在網路上學到的 Inventor 軟體，來繪製衣架的鉤子、尺條、齒輪的 3D 圖，並使用課堂中所學到 3D 列印機的操作說明，將設計好的 3D 圖檔輸出連接到 3D 列印機，列印成組件成品，進行組裝後加以利用。



圖 1 3D 列印成品(齒輪)

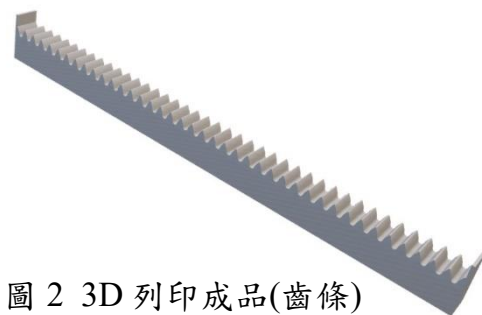


圖 2 3D 列印成品(齒條)

二、雷射雕刻

我們利用高二課程中，在課堂上所學到的 RDWorks 雷射雕刻設計軟體，畫出可以整理線路的木盒的設計圖，並利用課堂中所學到雷射雕刻機的操作使用，將設計好的圖檔輸出連接到雷射雕刻機，製作成組件成品，進行組裝使用。

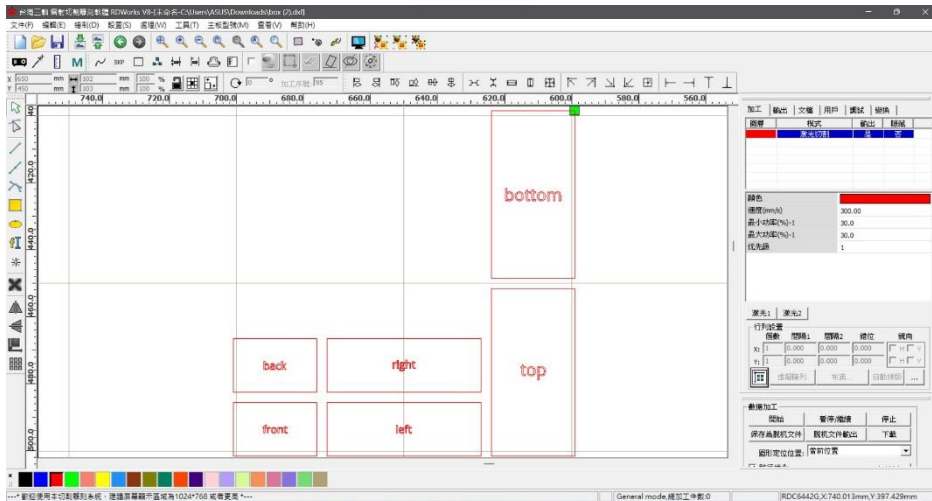


圖 3 RDWorks 軟體

三、硬體電路設計

我們應用高二「智慧居家監控實習」課程所學到的 L298N 驅動模組來控制抽減速馬達動作，雨滴感測器是一種感測裝置，主要用於檢測是否下雨及雨量的大小，溫溼度感測器來量測周圍溫度；還有「基本電學實習」及「電子學實習」所學到的交流、直流電源知識，來設計交流、直流電源供應系統。

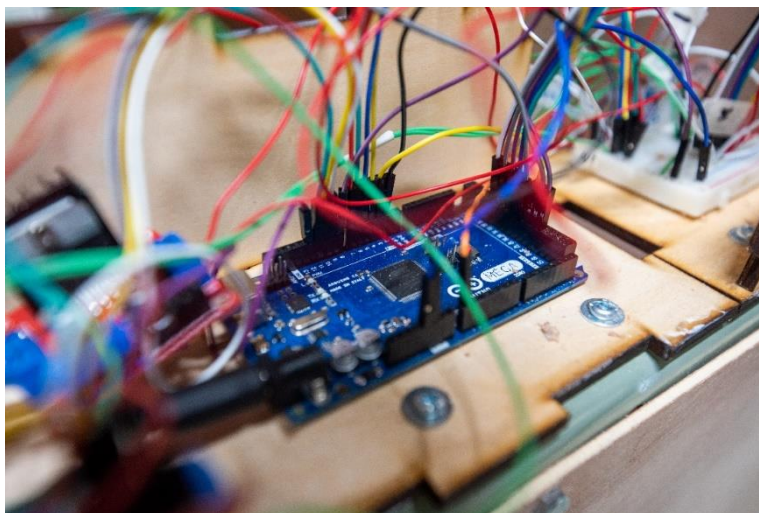


圖 4 邏輯電路成品

四、軟體程式撰寫

高二「智慧居家監控實習」的課程所學到的 89S51、Arduino Mega2560、西門子等程式撰寫軟體，來開發控制程式，讓我們對程式有近一步接觸以及了解，也打了一些些的程式基礎應用；最後我們選擇 Arduino Mega2560 作為本次專題程式的撰寫軟體，是因為它容易上手且支援的元件種類繁多，網路上教學資源也多，讓我們能夠依功能需求寫出所要的程式。



```
ESP8266WiFi.h>
16 WiFiClient espClient;
17 PubSubClient client(espClient);
18
19 void reconnectmqttserver() {
20 while (!client.connected()) {
21 Serial.print("Attempting MQTT connection...");
22 String clientId = "ESP8266Client-";
23 clientId += String(random(0xffff), HEX);
24 if (client.connect(clientId.c_str())) {
25 Serial.println("connected");
26 client.subscribe("light");
27 } else {
28 Serial.print("Failed, rc=");
29 Serial.print(client.state());
30 Serial.println(" try again in 5 seconds");
31 delay(5000);
32 }
33 }
34 }
35
36 void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
37 String MQTT_DATA = "";
38 for (int i=0;i<length;i++) {
39 MQTT_DATA += (char)payload[i];
40 }
41 //ESP8266ATMega
42 if (MQTT_DATA == "ON0001") {
43 digitalWrite(AON, HIGH);
44 }
```

圖 5 arduino 程式

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在7月確定專題題目後，組員們便各自開始分工進行結構與程式的設計，在元件確定後於9月完成購買並開始組裝及分解功能的程式測試，同時準備和規劃成果發表的簡報及上台報告，最終在12月將主體結構與邏輯電路整合並除錯，於1月完成專題成品。專題的研究時間分配及研究步驟分別如下表1及圖11：

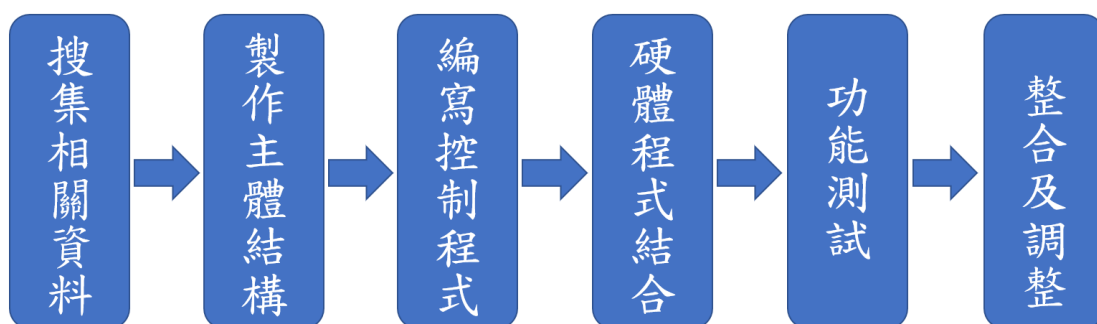


圖 6 研究步驟

	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. 功能平台 製作							
4. 程式撰寫							
5. 電路製作							
6. 結構設計 及製作							
7. 成品整合							
8. 成品測試							

表 1 研究時間分配

(二)、動作流程

1、手動控制曬衣

- (1)、輸入要曬衣數量；
- (2)、平台向衣服方向移動；
- (3)、偵測到衣服，並固定衣服；
- (4)、平台帶著衣服向指定位置移動；
- (5)、到達指定地點，放開衣服；
- (6)、偵測是否達到輸入曬衣數量；
- (7)、是，完成復歸；
- (8)、否，從(2)開始繼續工作；

2、手動控制收衣

- (1)、執行收衣程序；
- (2)、平台向衣服方向移動；
- (3)、偵測到衣服，並固定衣服；
- (4)、平台帶著衣服向擺放衣服原點移動；
- (5)、碰到原點極限開關；
- (6)、放開衣服；
- (7)、完成復歸；

3、下雨自動收衣

- (1)、雨滴感測器，感測到雨水；
- (2)、DHT22 感測到濕度 70% 以上；
- (3)、收回掛衣平台；
- (4)、雨滴感測器，沒有感測到雨水；
- (5)、DHT22 感測到濕度 70% 以下；
- (6)、掛衣平台回到原本位置

二、使用材料

(一)、結構材料

在主體結構的部分，為了滿足衣架的機械強度，我們選用厚度 3mm 的木板，用鋸台切割成 6 塊木板來搭建，使用角鋼作為骨架，並使用自攻螺絲來進行鎖固，為整體的支撐固定使用。



圖 8 木板結構材料

(二)、電機材料

1、Arduino Mega 2560

我們選用 Arduino Mega 2560 來做此專題的中樞，因它具有程式撰寫方便、硬件周邊完整、內建程序庫完整等優點，並且擁有大量腳位可使接線無負擔。

主控晶片	ATmega2560
工作電壓	DC 5V
類比輸入接腳	6 組
數位 I/O 接腳	54(15 支提供 PWM 輸出)
時鐘頻率	16MHz
閃存空間	256KB

表 2 Arduino Mega 規格



圖 9 Arduino Mega 2560

2、L298N 馬達驅動模組

L298N 是用來驅動馬達的晶片，可在不改變接線的清況下改變馬達的轉向，且能使用程式來改變馬達轉速，擁有 4 個腳位可同時控制兩顆馬達。

工作電壓	5V
驅動電壓	5V~35V
驅動電流	2A
最大功率	25W

表 3 L298N 規格



圖 10 L298N

3、線性磁力霍爾感測器

當線性磁力霍爾感測器感測到磁力時，可使 arduino 板偵測到高態與低態變化，我們藉此判斷是否與衣架接觸。

型號	KY-024
工作電壓	DC 5V

表 4 線性磁力霍爾感測器規格



圖 11 線性磁力霍爾感測器

4、MG996R 伺服馬達

MG996R 是一顆簡單型的伺服馬達，內部由直流馬達、減速齒輪、電位器及控制電路所組成，透過接收訊號來改變旋轉角度，特點有反應速度快、控制簡單。

型號	MG996R
工作電壓	DC 4.8~7.2V
工作電流	空載 120mA
工作扭矩	9.4kg/cm(4.8V) 11kg/cm(6V)

表 5 MG996R 規格



圖 12 MG996R

5、直流減速馬達

直流減速馬達為一般直流馬達加上特定比例的齒輪組，以降低馬達轉速並調高輸出轉矩。

工作電壓	DC 12V
空載轉速	25rpm

表 6 直流減速馬達規格



圖 13 直流減速馬達

6、水滴感測器

雨水傳感器是一個感測水滴的裝置。由兩個零件組成，一個是檢測水滴的金屬線路板，一個是控制模組，用於接受模擬數值，並將其轉換為數碼數值。

型號	FC-37
工作電壓	DC 3.3~5V
金屬線路板面積	5.0x4.0CM

表 7 雨水傳感器規格



圖 14 雨水傳感器

7、LCD 螢幕

此 LCD 螢幕也叫 1602 字元型液晶，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、顯示對比度能隨需求調整，一列可顯示 16 個字元共有兩列。

型號	LCD 1602 I ² C
工作電壓	DC 5V
工作電流	2mA
工作溫度	0~50°C

表 8 LCD 螢幕規格

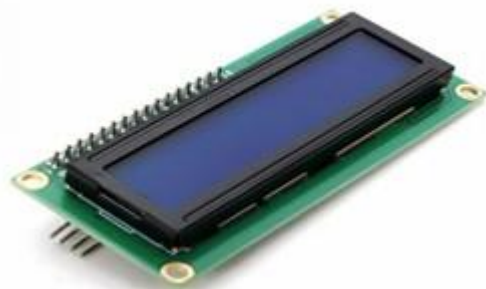


圖 15 LCD 螢幕

8、繼電器

繼電器是一種用小電流產生磁力，控制內部彈簧片的狀態，進而改變接點的開與關，可用來解決原裝置電流不足的問題。

型號	JQC-3FF-S-Z
最大開關電壓	AC 125V/DC 30V
額定通過電流	10A
工作電壓	DC 5V
接點機構	單點

表 9 繼電器規格



圖 16 繼電器

9、DHT22 溫溼度感測模組

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，具有可靠性、穩定性、體積小、消耗功率低等優點。

型號	DHT22
額定電壓	DC 3.3~6V
濕度感測範圍	0~100%RH
溫度感測範圍	-40~80°C
精確度	濕度 $\pm 2\%$ 溫度 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

表 10 DHT22 規格



圖 17 DHT22

10、電源供應器

由於 12V5A 的電源供應器不足以供給邏輯電路的電流所需，於是我們採用並聯一個不同電壓的電源供應器來解決這個問題，此電源供應器具有效率高、壽命長、可靠性高、易於安裝等優點，於是選用它作為此專題的供電設備。

型號	S-60-12
額定電壓	DC 12V
最大電流	5A
輸入電壓	AC 110/220V

表 11 電源供應器規格



圖 18 電源供應器

三、使用軟體與服務

(一)、Arduino IDE

Arduino IDE 開發軟體是以 C 程式語言將很多的腳位設定與功能，通通寫成函式了，呼叫函式並帶入參數，就可以取得 arduino 腳位的功能，可縮短開發時程，因此我們選用 Arduino IDE 來進行 Arduino Mega2560 的開發。



圖 19 Arduino

(二)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一個電腦輔助設計應用程序，用來進行 3D 機械設計、模擬、顯示與儲存，可以實現腦中的構圖，用於在作品初期模擬機構和設計外型，並在發表時輔助機構元件介紹及動作介紹讓觀眾們能夠更容易的了解機構。

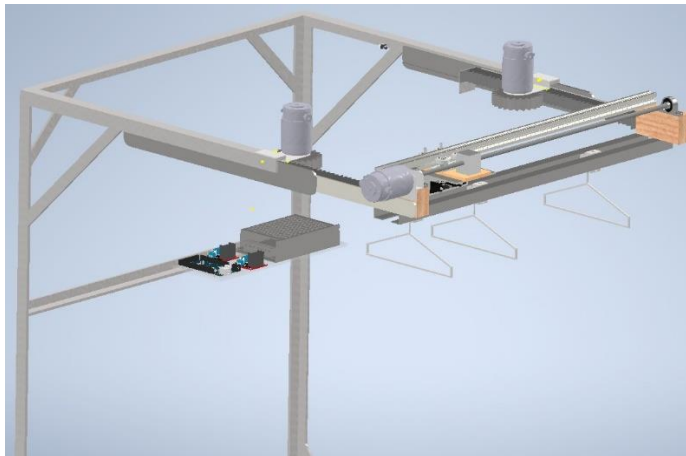


圖 20 Inventor 設計圖

(三)、RDWorks

RDWorks V8 功能完善，操作簡單易懂，電腦可離線自動操作連續切割，適合運用在加工上，不需另外安裝繪圖軟體，可直接在介面中開啟，也可以支援同時切割、雕刻、多色功能利用「多色」的方式，將不同顏色調整成不同功率與切割時間，創造出雕刻漸層的效果。

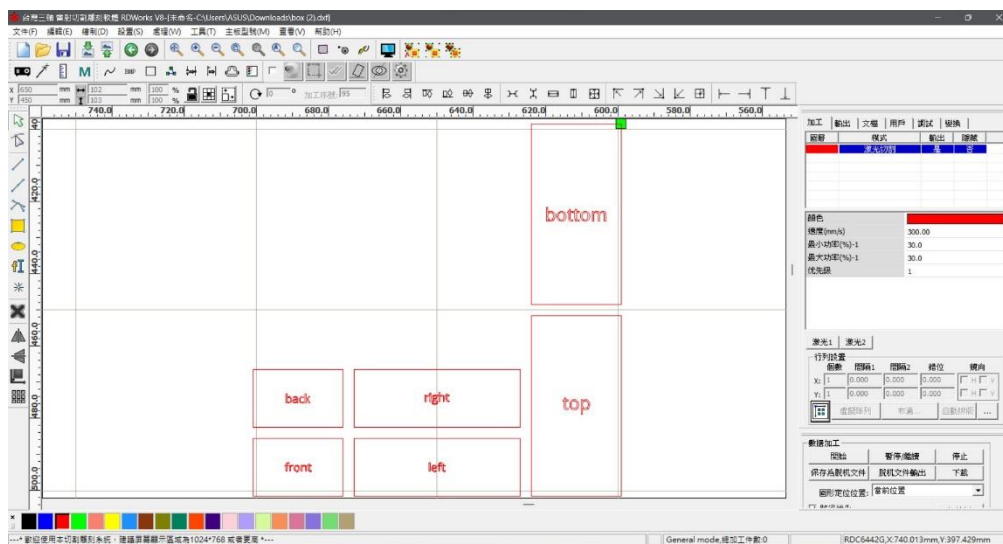


圖 21 RDWorks 軟體

(四)、Tinkercad

Tinkercad 是一套適合新手操作的 3D 線上建模軟體，它將原本複雜的 3D 建模過程簡單化，並提供多種常用的幾何圖形元件，剛進入 3D 列印的使用者，也能快速上手做出複雜的圖形。

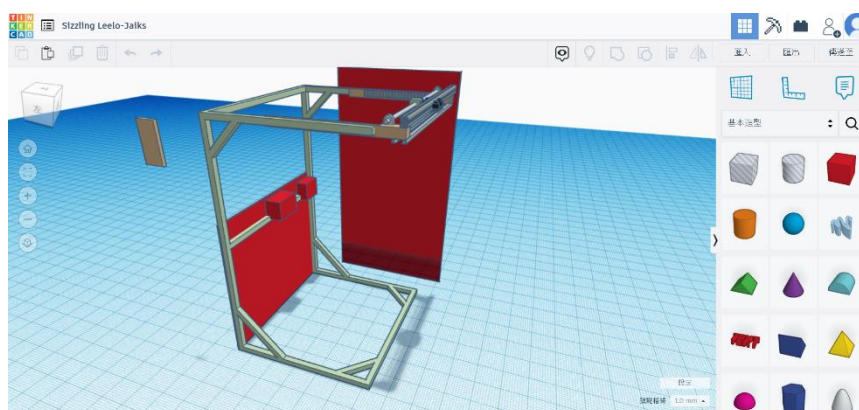


圖 22 Tinkercad 軟體

二、使用設備

本專題使用了 3D 列印機、雷射雕刻機兩款設備進行加工，設備的功能說明及外觀如下：

(一)、3D 列印機

3D 列印機是使用熔融堆積成型技術，把噴頭溫度加熱到 200°C，再把融化的 PLA 線材依照設計好的 inventor 3D 圖輸出到 3D 列印機，層層堆疊硬化後形成 3D 成品。

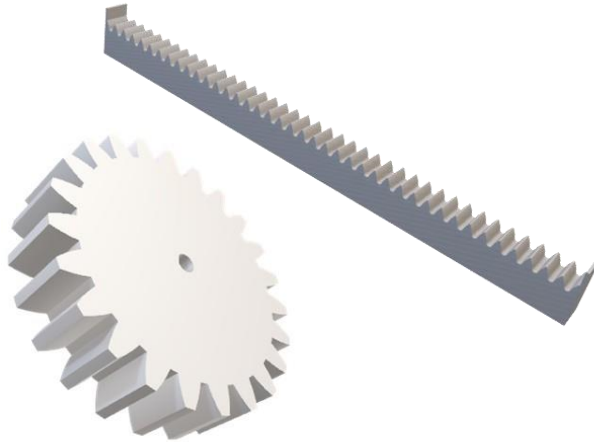


圖 23 3D 列印成品

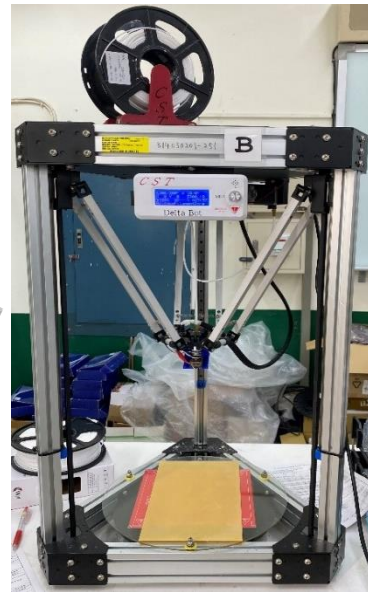


圖 24 3D 列印機

(二)、雷射雕刻機

雷射雕刻機是利用高功率的雷射光來進行掃描和切割加工，具有精準和快速的加工特性，被我們用在後期外觀的裝飾，像是位於水塔中心處的專題名稱，就是用雷射雕刻機掃描透明壓克力板加工的，最後呈現出來的效果超乎預期的優異。另外還有位於左側的電源供應器蓋板，也是利用雷射雕刻機精準的加工木板外型，完美的契合在我們機構上。



圖 25 雷射雕刻機

伍、研究結果

本專題是一套智能衣物輔助晾乾裝置，主要可分為主體結構、操作面板、功能平台、實體電路、風扇、雨滴偵測器等。



圖 26 成品外觀

一、主體結構

外殼結構由 6 塊木板及角鋼支架組而成，外殼為本專題的支撐結構，其餘部位皆為裝置在外殼上做動作

(一)、外殼

外殼結構由 6 塊木板及角鋼支架組而成，外殼為本專題的支撐結構，其餘部位皆為裝置在外殼上做動作

(二)、衣架伸縮齒輪

本專題的機動功能主要結構，需極大的承重能力，固定於角鋼支架兩側，兩側皆裝有 3D 列印設計的齒條及減速馬達帶動的齒輪，透過 L298N 控制兩側馬達同時動作，使衣架收縮的動作得到機械平衡，避免單邊卡死造成結構損壞的情況。

(三)、功能平台

較為複雜的功能結構，負責兩大主要功能，左右移動功能平台及偵測並驅動伺服馬達推動衣架模組，主要結構如下。

(四)、功能平台(左右移動)

該結構使用了滑台及螺桿結合同步達到左右移動的效果，為保證平台的移動可以水平且推力足夠移動衣架模組才發想出此設計，只需一顆馬達即可控制平台線性移動的螺桿，其推力無疑可使用於此，但沒有滑台的垂直牽制，螺桿上的平台將原地自轉。

(五)、功能平台(衣服偵測)

功能平台內部裝有兩顆伺服馬達及一個霍爾磁力感測開關，利用磁力開關定位衣服模組後，再根據動作驅動左伺服馬達或右伺服馬達推動衣服。

二、操作面板

以 LCD 螢幕作為顯示介面，主要為三大功能區塊，包括溫溼度感測器、輸入鍵盤及 LCD 螢幕。

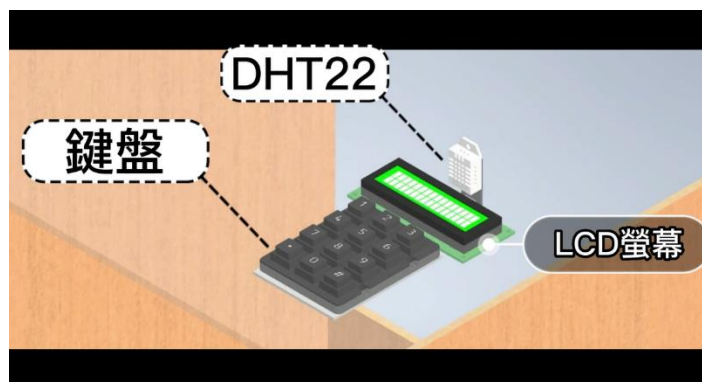


圖 27 操作面板設計圖



圖 28 操作面板實體

(一)、LCD 螢幕

顯示輸入數字或顯示當下溫溼度。

(二)、DHT22 溫溼度感測器

即時監控當下環境的溫度與濕度，判斷是否要執行收衣程序。

(三)、鍵盤

輸入曬衣或收衣指令及衣服數量。

三、邏輯電路

邏輯電路主要可分為二大部份，第一部分為依靠 L298N 驅動的馬達區塊，第二部分則是由 Arduino Mega 2560 外接的各項感測器。

(一)、Arduino Mega 2560 感測器

Arduino mega 2560 共外接了 6 個感測裝置，分別為 DHT22 溫度濕度感測器、水滴感測器、霍爾磁力感測器、前微動、後微動及左極限微動，DHT22 溫濕度感測器感測溫濕度，並在數值超過一定範圍時執行收衣或曬衣程序；水滴感測器在偵測到水滴時會直接啟動收衣程序；霍爾磁力感測模組用來定位衣服模塊的位置；前微動用來判斷收衣架是否已向後拉到底；後微動用來判斷收衣架是否已推出至極限；左極限微動用來判斷功能平台的復歸程序。

(二)、馬達

12 伏特電源供應器直接 L298N 後，由 Arduino mega 2560 發出訊號控制三顆直流減速馬達，5 伏特電源供應器直接伺服馬達後，同樣由 Arduino mega 2560 發出訊號控制，執行曬衣程序推動衣服模組。

四、電源供應

(一)、交流供電系統

交流供電系統主要是提供交流電源轉換成直流電源，提供給直流馬達和邏輯電路的電源供應。

五、成果展示

(一)、成品外觀

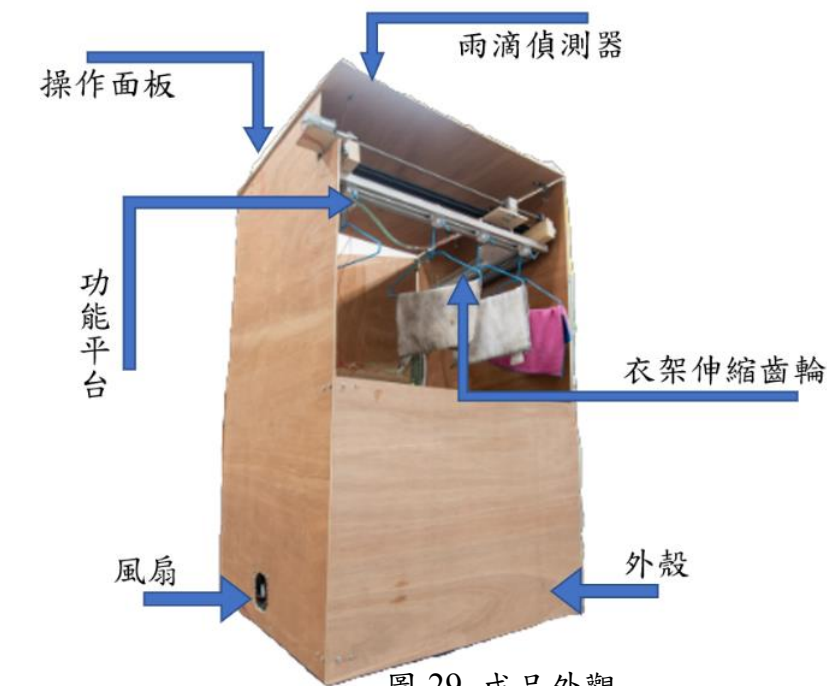


圖 29 成品外觀

(二)、衣架伸縮齒輪

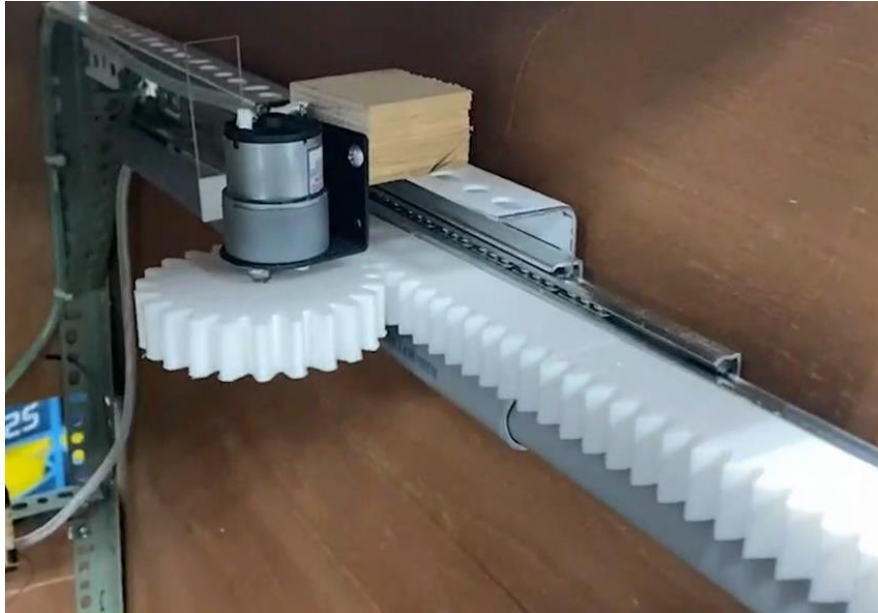


圖 30 衣架伸縮齒輪成品

(三)、功能平台

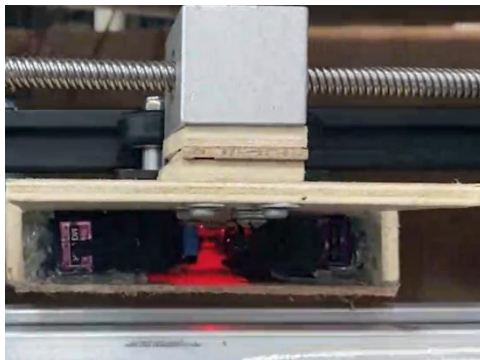


圖 31 功能平台成品

(四)、操作面板



圖 32 操作面板成品

陸、討論

一、外架結構選擇

在初期沒有考慮到成品大小，在機械強度上面臨許多挑戰，本專題在外殼設計上除了需要兼具可加工性及可受 30 至 40 公斤的重量，考慮經費有限，購買管道及加工複雜程度，最終決定以五金行量販的孔角鋼擔任支架，表面則是採用加工方便的 3mm 木板板材，在使用相應的螺絲固定後完成外殼。

二、邏輯電路電流問題

在前期電源供應上，我們原先使用 12 伏特電流 5 安培的電源供應器作為全部電源所需的供應，再透過 Arduino Uno 2560 接腳續接 5 伏特的週邊元件，後期經測試發現在我們加入伺服馬達後，5V 的電流需求大幅增加，導致功能測試不如預期穩定，考慮到電路還會繼續擴充元件，最終決定採用並聯一顆 5V5A 的電源供應器直接針對 5V 元件進行供電，有效的改善了電流不足造成元件效能不穩定的問題。

三、功能輸入

在機構與程式討論初期，我們原先構想使用按鈕來控制，曬、收衣、選擇衣服數量等功能，但在執行過程中，發現大量的按鈕會導致整線困難、操作者使用上的不便、佔用面積過大等問題，針對這些問題最終找到 4x3 薄膜鍵盤，以代替原先方案，此方案不僅將選擇功能及數量結合，還順帶增加未來元件的可擴充性。

柒、結論

本專題是以高工時上班族的視角為出發點研發，為的目的是能夠有效減少上班族們花費在瑣碎家事的時間，並將晾衣收衣作為專題主題開始探討。從最初的設計原將整體外殼以透明壓克力板作為整體材質，以增加整體透光性並自動增添了對酸、水、還有氧化鏽蝕的耐受度，但受限於壓克力昂貴且加工不易、易裂的缺點，我們退而求其次的改採木頭做為展示材料使用。

在專題研發的過程中，我們曾因為收衣架前端的自動收曬衣機構而困擾不已，不只因為材料的選購，更因為機構運作的困難而修改了許久，最後運用驅動滑台來推動特殊衣架勾作為正式移動方式，實現自動收曬衣的初衷。在製作實體的過程中，我們也不忘反思何謂真正的「節省時間」，並反覆構思且一再一再地壓低人為操作的實際時間，最終以 12 鍵鍵盤和簡易 2 行 LCD 作為原形面板，成功達成了使用者只要輸入少少的數字就可以完成所有操作的簡單流程，不需要切換版面或花時間選擇今日流程，或著重新設定參數，相當的省時簡易。

整體專題的設計上，雖較為偏向展示用途，但以日常實用性審視，卻是可以直接採用的機構和邏輯設計，也有許多創新的功能和巧思在，以商業的可行性論究確實是頗有原創性的智慧家具之一。只要將其外觀改為抗性較高的透明材質，並增添更強大的烘衣系統、殺菌方式，一定可以成為炙手可熱的話題性商品。在操作過程和操作難易度上，我們也確實最高限度的簡易成了老弱婦孺都可以淺淺易懂的設定步驟，成功達到了「無腦使用」、「節省時間」的初衷。在未來，如果可以入互聯網、氣象回傳的智慧系統，便可實現大數據的當地氣象，線上監控和再現操作了，大大深造了此機器的可行性及未來，開拓了未來智慧型家具的應用發展。

捌、參考資料及其他

一、書籍資料

1. 趙英傑(2020.03)。超圖解 Arduino 互動設計入門 第四版。旗標科技股份有限公司。

二、網路資料

1. 用 4x4 薄膜鍵盤密碼控制磁閥開關。2022 年 10 月 21 日。取自 <https://atceiling.blogspot.com/2019/09/arduino604x4.html>
2. 霍爾效應感測器(Hall Sensor)。2022 年 10 月 23 日。取自 <https://atceiling.blogspot.com/2019/12/arduino79-hall-effect-sensor.html>
3. L293D 控制兩個馬達轉向及轉速。2022 年 10 月 27 日。取自 <https://atceiling.blogspot.com/2019/08/arduino55l293d.html>