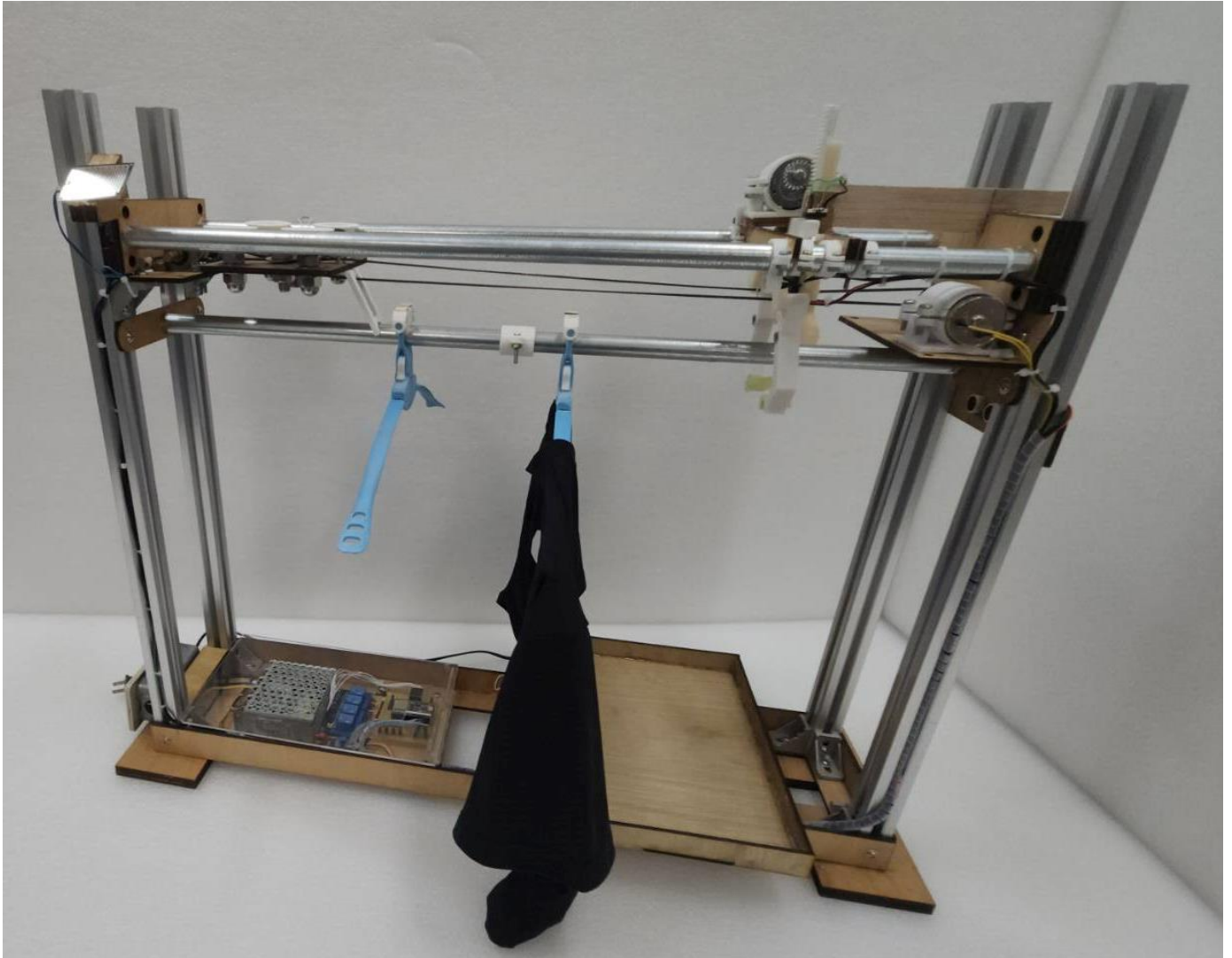


臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：淋機衣動

關鍵詞：自動收衣、環境監控、遠端遙控

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、電路板雕刻	2
四、硬體電路設計	3
五、軟體程式撰寫	3
肆、研究方法	4
一、研究流程	4
(一)、研究步驟	4
(二)、動作流程	5
1、ESP32S	5
2、手機 App	5
3、手機 Line Notify	5
二、使用材料	5
(一)、結構材料	5
(二)、電機材料	6
1、ESP32 無線模組	6
2、超音波感測器	6
3、溫濕度感測器	7
4、四模繼電器模組	7
5、雨滴感測器	7
6、減速馬達	8
7、微動開關	8
8、直流電源供應器	8
三、使用軟體與服務	9
(一)、Arduino IDE	9
(二)、Visual Studio	9
(三)、App Inventor	10
(四)、MQTT	10
(五)、Altium Designer	11
(六)、Autodesk Inventor	11
(七)、RDWorks	11
(八)、LINE Notify	12

一、使用設備.....	13
(一)、雷射雕刻機.....	13
(二)、3D 列印機.....	13
(三)、電路板雕刻機.....	13
伍、研究結果.....	14
一、主體結構.....	14
(一)、滑車.....	14
(二)、滑軌.....	15
(三)、曬衣桿.....	15
(四)、衣架.....	15
(五)、夾具.....	15
(六)、電路盒.....	15
二、App 操作介面.....	15
(一)、收衣流程控制區.....	15
(二)、即時監控溫溼度頁面.....	16
三、邏輯電路.....	17
四、電源供應.....	17
五、MQTT 通訊協定.....	17
六、成果展示.....	18
(一)、成品外觀.....	18
(二)、APP 介面.....	18
(三)、LINE Notify 通知.....	19
陸、討論.....	19
一、機械強度.....	19
二、馬達驅動.....	19
三、通訊方式.....	20
四、衣架固定.....	20
柒、結論.....	21
捌、參考資料及其他.....	22
一、書籍資料.....	22
二、網路資料.....	22

表目錄

表 1	專題時間分配.....	4
表 2	ESP32 無線模組規格.....	6
表 3	超音波感測器規格.....	6
表 4	溫濕度感測器規格.....	7
表 5	四模繼電器模組規格.....	7
表 6	雨滴感測器規格.....	7
表 7	減速馬達規格.....	8
表 8	微動開關規格.....	8
表 9	直流電源供應器規格.....	8

圖目錄

圖 1	衣架固定器設計圖.....	2
圖 2	3D 列印成品.....	2
圖 3	RDWorks 軟體.....	2
圖 4	雷射雕刻成品.....	2
圖 5	使用 Altium Designer 繪製電路圖.....	2
圖 6	PCB 電路板設計.....	2
圖 7	工業配線實作成品.....	3
圖 8	專題實作配線成品.....	3
圖 9	無線控制 App 開發實作.....	3
圖 10	Arduino IDE 程式開發.....	3
圖 11	研究步驟.....	4
圖 12	結構材料.....	5
圖 13	ESP32 無線模組.....	6
圖 14	超音波感測器.....	6
圖 15	溫濕度感測器.....	7
圖 16	四模繼電器模組.....	7
圖 17	雨滴感測器.....	7
圖 18	減速馬達.....	8
圖 19	微動開關模組.....	8
圖 20	直流電源供應器.....	8
圖 21	Arduino IDE 軟體介面.....	9
圖 22	Visual Studio 軟體介面.....	9
圖 23	Visual Studio logo.....	9
圖 24	App Inventor 編輯介面.....	10
圖 25	MQTT logo.....	10
圖 26	Altium Designer logo.....	11
圖 27	Altium Designer 軟體介面.....	11
圖 28	Autodesk Inventor 軟體介面.....	11
圖 29	RDWorks 軟體介面.....	12
圖 30	LINE Notify logo.....	12
圖 31	雷射雕刻機.....	13
圖 32	3D 列印機.....	13
圖 33	電路板雕刻機.....	13
圖 34	專題成品建模.....	14
圖 35	滑車建模爆炸圖.....	14
圖 36	夾具建模圖.....	15

圖 37	夾具實體圖.....	15
圖 38	未連線畫面.....	16
圖 39	已連線畫面.....	16
圖 40	流程中畫面.....	16
圖 41	完成後畫面.....	16
圖 42	溫溼度頁面.....	16
圖 43	溫溼度顯示.....	16
圖 44	MQTT dash logo.....	17
圖 45	MQTT dash 軟體介面.....	17
圖 46	成品圖.....	18
圖 47	溫溼度監控畫面.....	18
圖 48	APP 主畫面.....	18
圖 49	下雨通知.....	19
圖 50	完成通知.....	19
圖 51	L298N 馬達驅動模組.....	19
圖 52	四模繼電器模組.....	19

【淋機衣動】

壹、摘要

本專題以自動收衣為題，為解決人們日常生活中無法兼顧家務及工作的問題，利用木料、鐵管等素材製作家用收衣架，並結合雨滴感測器及溫溼度感測器進行環境監控，使用 ESP-32S 進行周邊電路的控制、讀取、資料傳輸，分別使用兩顆減速馬達驅動夾爪及滑車，並使用 MQTT 做通訊，使用 App 即可遠端遙控收衣，以達到完整模擬家用自動收衣系統之功效。

本專題的研究成果不侷限應用於單一種曬衣架，只需依照使用的環境更改滑車組的固定方式，即可應用於各類曬衣桿，甚至能應用於百貨櫥窗中做衣服展示，用途多元，能廣泛運用於量販店，成為不同的淋機衣動。

貳、研究動機

現代人們工作忙碌，能顧及家務的時間減少，且臺灣氣候多變，於每年夏季時由於天氣炎熱影響造成常有早上大晴天，午後下大雨的情形，這導致了衣服需要晾曬的時間不固定外，倘若突然下雨，不僅辛苦洗好的衣服得全部重洗，還得加上當天的髒衣服，如此惡性循環之下，累積的衣物量只增不減，如果穿著濕漉漉的衣服工作，肯定很不舒服，所以我們發想出了一套能在下雨時主動告知，且能讓使用者透過 App 隨時查看曬衣處溫溼度即時數據，且能遠端操控收衣的系統——淋機衣動，希望能讓科技跟日常結合，讓生活有更多的閒暇時間，不必為了做家務而煩惱。

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

我們利用高三跨領域課程中，在製圖科上課所學到的 Inventor 軟體，來繪製機構圖、超音波感測器固定座及衣架固定器等 3D 圖，並利用課堂中所學到 3D 列印機的操作使用，將設計好的 3D 圖檔輸出連接到 3D 列印機，列印成組件成品，進行組裝使用。



圖 2 3D 列印成品

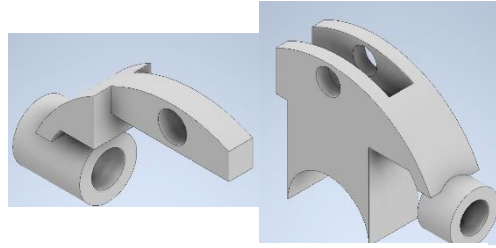


圖 1 衣架固定器設計圖

二、雷射雕刻

我們使用在高二實習課程中所學到的 RDWorks 雷射雕刻設計軟體，設計出機構底座的電路底板以及支撐滑車的部分，使用雷射雕刻機進行木材及壓克力的切割，並將切割完的成品製作成所需的機構組件。

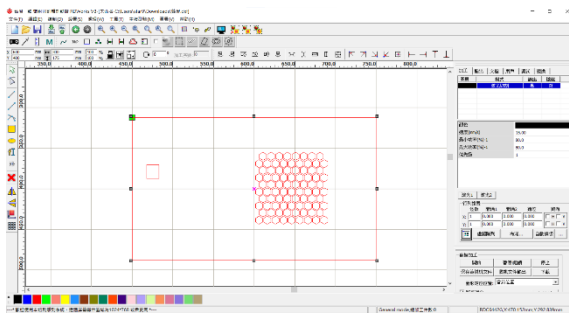


圖 3 RDWorks 軟體

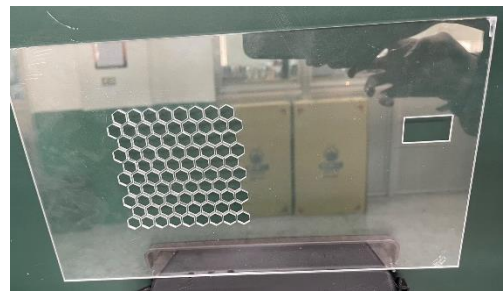


圖 4 雷射雕刻成品

三、電路板雕刻

我們利用高二下學期的「電子學實習」學到的 Altium Designer 電路設計軟體，繪製程式及機構所需的電路板，並將繪製完成的鑽孔檔與成型檔，以及使用實習課學到的電路板雕刻機使用方式將設計好的 PCB 電路板轉換鑽孔檔與成型檔，輸出連接到電路板雕刻機，進行 PCB 電路板製作。

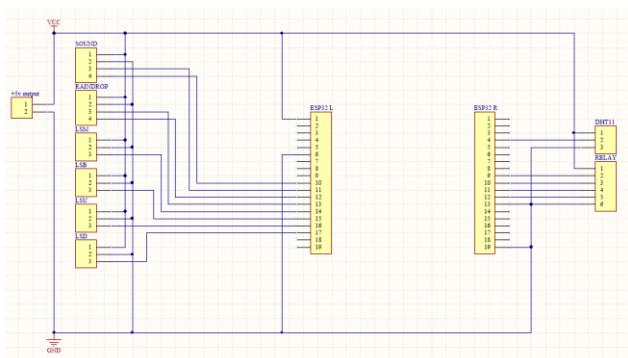


圖 5 使用 Altium Designer 繪製電路圖

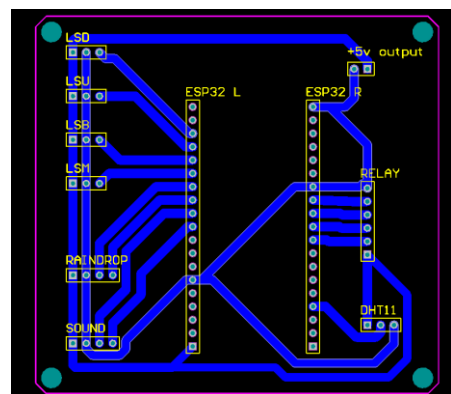


圖 6 PCB 電路板設計

四、硬體電路設計

我們應用高一「工業配線應用」課程所學到電路元件特性進行硬體上的應用，利用繼電器模組的 ab 接點來控制減速馬達進行滑車的動作及夾具的夾取；使用高二「智慧居家監控實習」的課程中學到的模組使用教學，超音波感測器感測衣物與夾具的距離，溫溼度感測器即時感測當前溫度。

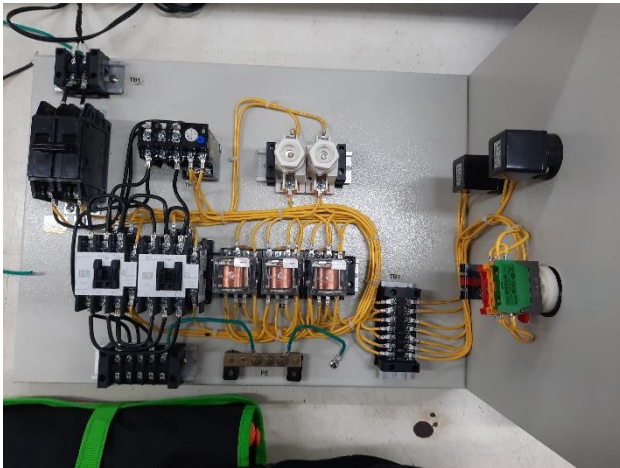


圖 7 工業配線實作成品



圖 8 專題實作配線成品

五、軟體程式撰寫

我們使用高二「智慧居家監控實習」的課程中學到的 Arduino IDE，撰寫控制機構動作及資料傳輸的程式，並使用 ESP-32S 無線模組進行整體的電路控制；又應用高三選修課的「創客自造課程」中所學到的手機應用程式及介面的製作，以及透過網路上所查找的程式範例，設計出了可遠端操作以及能傳送即時溫濕度的手機 app 程式及介面。

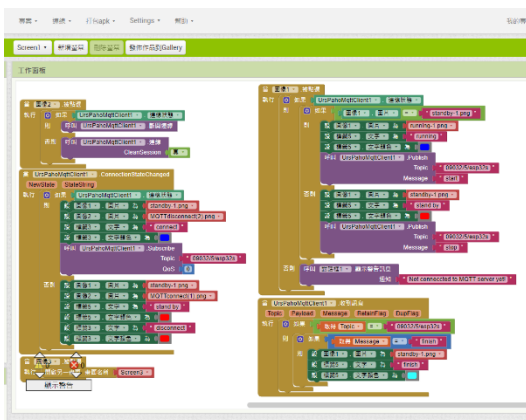


圖 9 無線控制 App 開發實作

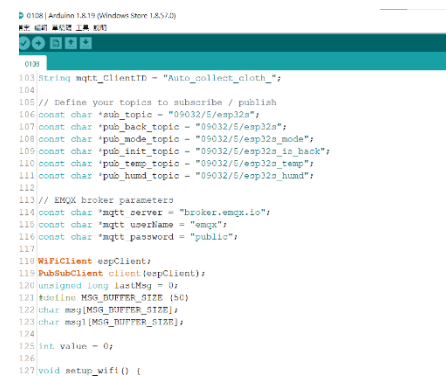


圖 10 Arduino IDE 程式開發

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在六月決定專題題目後，便接著開始分工進行資料蒐集，同時展開元件及材料採購，接著進行曬衣架及滑車的結構設計及製作，同時展開 ESP32 及 MQTT 的程式設計撰寫，接著進行電路板設計及製作，同時開始進行網頁設計，接著進行成品整合，最後進行成品改良與外觀整理。專題的研究時間分配及研究步驟分別如下表 1 及圖 11：

表 1 專題時間分配

	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月
1. 資料蒐集	■	■						
2. 元件採購		■						
3. 機構製作		■	■	■	■	■		
4. 程式撰寫			■	■	■	■	■	■
5. 電路製作						■	■	
6. 成品改良							■	■
7. 外觀整理							■	■

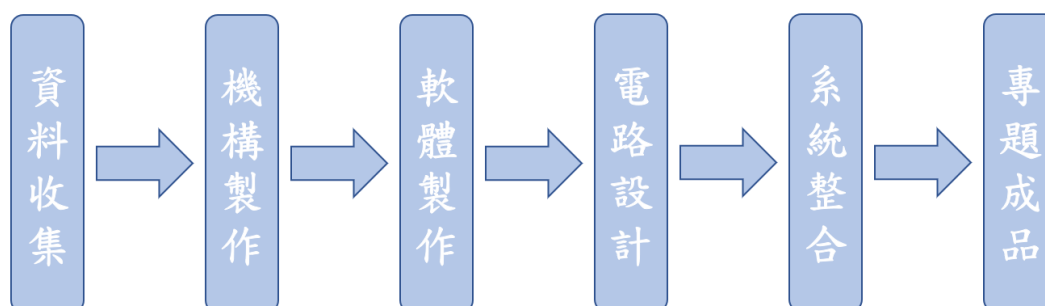


圖 11 研究步驟

(二)、動作流程

1、ESP32S

- (1)、讀取溫溼度感測數據；
- (2)、確認是否下雨；
- (3)、下雨時傳送訊息；
- (4)、接收啟動訊號；
- (5)、驅動繼電器帶動滑車前進；
- (6)、讀取超音波感測器輸入信號；
- (7)、驅動繼電器使夾具下夾；
- (8)、讀取極限開關訊號；
- (9)、驅動繼電器使夾具復位；
- (10)、讀取極限開關訊號；
- (11)、驅動繼電器使滑車復位

2、手機 App

- (1)、連上 MQTT server；
- (2)、啟動收衣流程，傳送訊號到 ESP32S；
- (3)、接收完成訊號；
- (4)、將接收到的溫溼度資料解析；
- (5)、可點擊溫度計圖標查看溫濕度；
- (6)、點擊遙控圖標回到控制頁

3、手機 Line Notify

- (1)、接收下雨通知；
- (2)、接收完成通知

二、使用材料

(一)、結構材料

在主體結構部分，為了支撐曬衣桿以及滑軌，我們選用厚度 3030 鋁擠型作為主要支撐材，並使用雷射切割木板來進行側邊固定，利用 3 片木板疊成 4 個固定底座，並使用為鋁擠型訂製的角碼連接。

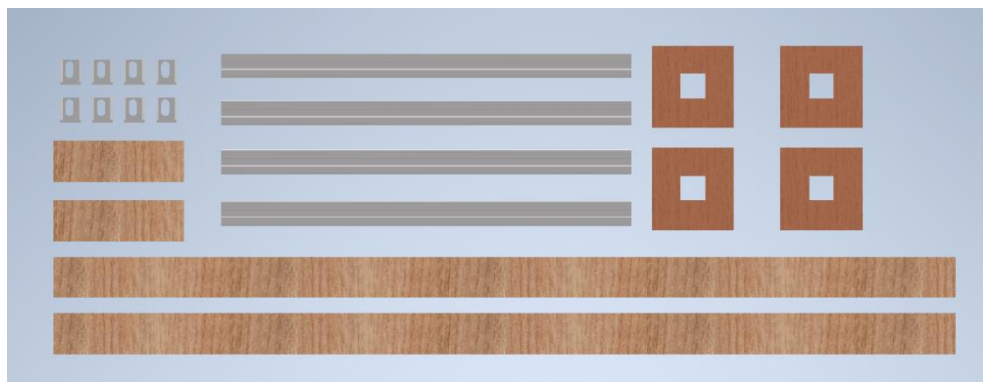


圖 12 結構材料

(二)、電機材料

1、ESP32 無線模組

使用 CH340 的 USB 晶片，使用前只需要下載開發版環境。透過迷你身形的優勢，使其插上麵包板後還能連接杜邦線，在設計電路時非常方便，附有 5V 和 3.3V 供電輸出、WiFi 和藍牙功能，可以用 Arduino IDE 開發，直接取代 Arduino 開發板。

表 2 ESP32 無線模組規格

廠牌	安信可
型號	NodeMCU-32S
腳位數	38 腳
核心處理器	Tensilica Xtensa LX6
核心	雙核 160/240 MHz
資料寬度	32 位元

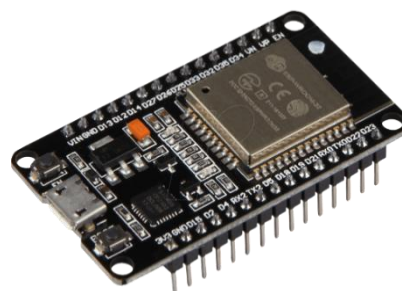


圖 13 ESP32 無線模組

2、超音波感測器

當 Trig 接腳收到超過 10 微秒的訊號時，超音波發射器會發送 8 個 40kHz 的脈衝，此時接收器接收到訊號後 echo 腳輸出低電位，超音波離開後輸出轉為高電位，訊號反彈後接收到再次變回低電位，利用程式去計算高電位的持續時間，得到障礙物的距離。

表 3 超音波感測器規格

型號	HC-SR04
工作電壓	DC 5V
發射頻率	40kHz
探測距離	2cm~450cm
精度	±3 mm



圖 14 超音波感測器

3、溫濕度感測器

DHT11 是一款溫濕度複合傳感器，使用數字模塊採集技術和溫濕度傳感技術，透過 DHT 函式庫讓我們知道當下的溫溼度。

表 4 溫濕度感測器規格

型號	DHT11
工作電壓	DC 3.3~5V
濕度測量範圍	20~90%RH
濕度測量精度	±5%RH
溫度測量範圍	0~50°C
溫度測量精度	±2°C

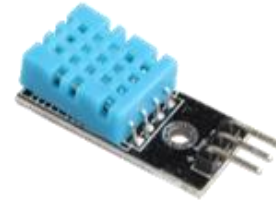


圖 15 溫濕度感測器

4、四模繼電器模組

因為不需要控制減速馬達的速度，所以我們捨棄以往所用的 L298N 馬達驅動模組，改用 4 個繼電器來控制 2 個馬達的正反轉，線路方面可以更方便的去改接，作為大負載的控制開關，也不太會出現過熱的狀況。

表 5 四模繼電器模組規格

最大開關電壓	AC 250V/DC 30V
額定電流	10A
接點組成	4C
工作電壓	DC 5~12V
接點機構	單點



圖 16 四模繼電器模組

5、雨滴感測器

雨滴感測器由一比較電路和一雨滴感測板組成，當感測板上有水分時，會短路其電路使下方比較器接收到訊號後輸出訊號板。

表 6 雨滴感測器規格

型號	YL-83
工作電壓	DC3.3~5V
輸出驅動電流	15mA
比較器型號	LM393



圖 17 雨滴感測器

6、減速馬達

原定計畫是使用步進馬達作為動力元件，但在後來實測時發現轉矩不夠驅動太大的負載，故而選用減速馬達提供動力，共有兩處使用減速馬達，一處是用來拉動皮帶，另一處是推動夾具。

表 7 減速馬達規格

型號	HN35GM
工作電壓	DC 5~12V
工作電流	0.25A
額定轉速	30RPM



圖 18 減速馬達

7、微動開關

a 接點接 Vcc、b 接點接點接 GND、c 接點作為輸入到 ESP32 的訊號，此連接方式不必連接電阻，使電路配置變得簡單，微動開關主要用來偵測夾具的上下極限和滑車的前後極限。

表 8 微動開關規格

最大額定電壓	AC 250V/DC 50V
最大通過電流	1.25A
接點組成	3C
接點機構	單點



圖 19 微動開關模組

8、直流電源供應器

使用直流電源供應器將市電轉換成 5V 和 12V 的直流電源供應系統使用。

表 9 直流電源供應器規格

額定電壓	AC 110V
額定電流	3A
額定輸出電壓	DC 5~12V
尺寸(長)	104mm
尺寸(寬)	69mm
尺寸(厚)	23mm



圖 20 直流電源供應器

三、使用軟體與服務

(一)、Arduino IDE

Arduino IDE 是一個免費的整合式開發環境，使用語法和 C++相似，我們下載網路上的 ESP32 開發環境，並且載入模組化的函式庫，透過查找的教學和範例進行程式的編寫及測試。



圖 21 Arduino IDE 軟體介面

(二)、Visual Studio

Visual Studio 是由微軟開發的生產力工具，可以利用它來整合開發環境 (IDE)，同時也提供了偵錯和單行執行的功能，讓們在錯誤發生前就及時解決，我們利用它來編寫 WiFi 韌體更新 FOTA(Firmware Over the Air)，來達成不用接 USB 就可以燒錄 Code。

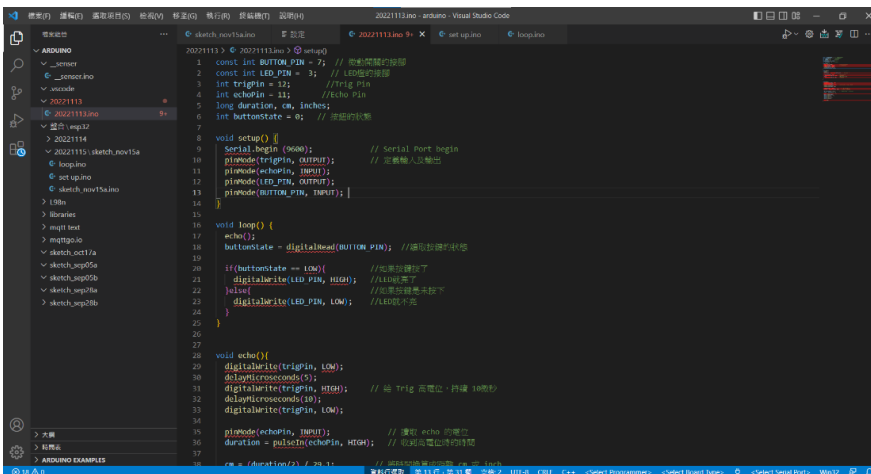


圖 22 Visual Studio 軟體介面



圖 23 Visual Studio logo

(三)、App Inventor

App Inventor 是一個由麻省理工學院所營運的手機應用程式開發軟體，圖形化界面類似小學時學的 Scratch 語言，使用者利用拉模塊的方式進行程式編寫，也可加入 MQTT 等模組來達到訊息傳輸的作用。

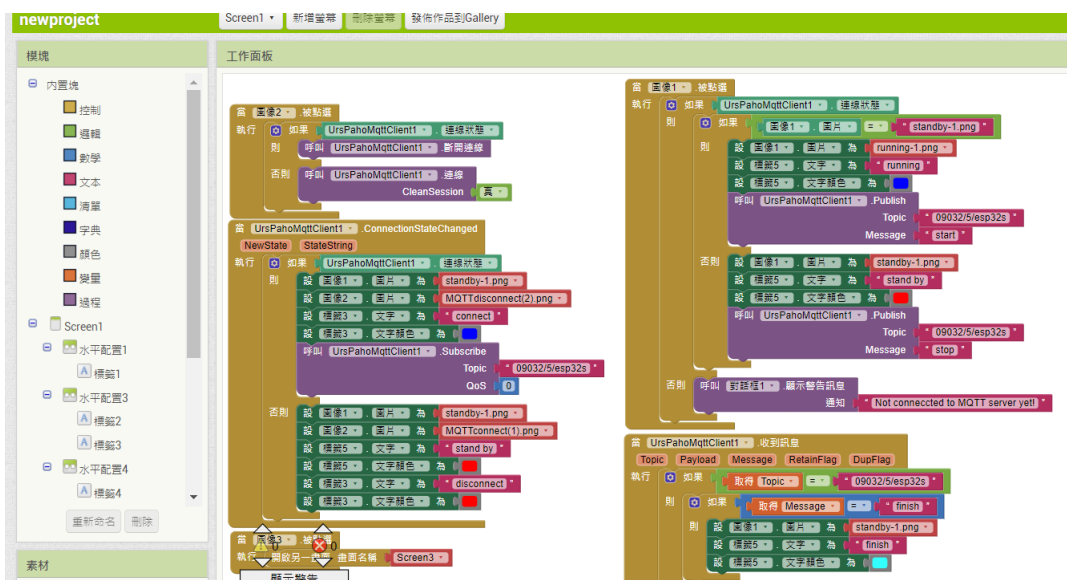


圖 24 App Inventor 編輯介面

(四)、MQTT

MQTT 是一個專為聯網所打造的輕量級通訊協定，和 HTTP 相比沒有冗長的標頭名，不會造成佔用網路頻寬、記憶體、浪費處理時間等狀況；在實際運用上可用不同 IoT 設備或 Sensors，將收集到的數據傳到 MQTT Broker，在發布給訂閱指定主題的客戶端，同樣客戶端也可以發送訊息，形成雙向的通道。



圖 25 MQTT logo

(五)、Altium Designer

Altium Designer 是一款電子設計自動化軟體，用於設計電路原理圖，利用自製或是下載的元件進行電路圖及 PCB 佈線設計，自動跑線後再經過人工修整、轉檔後雕刻出電路板，相比用麵包板接線不只節省大量整線時間，也使電路系統不會短路或受到雜訊干擾。



圖 26 Altium Designer logo

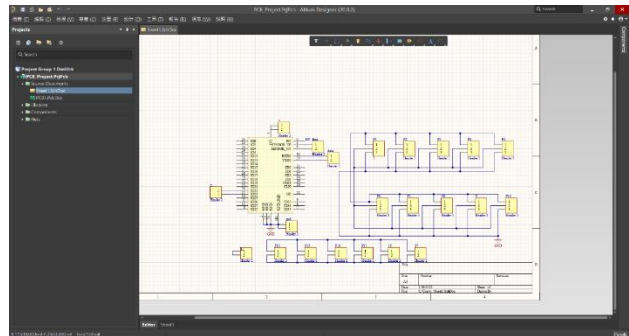


圖 27 Altium Designer 軟體介面

(六)、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一款用於 3D 建模的軟體，利用繪製草圖和擠出等功能完成想要的零件，可以使用 3D 列印機印出實體並組裝，這項軟體也包含了簡單的動畫製作，利用組合可以做出爆炸圖以及動作流程的影片，將想要表達的畫面呈現給觀眾。

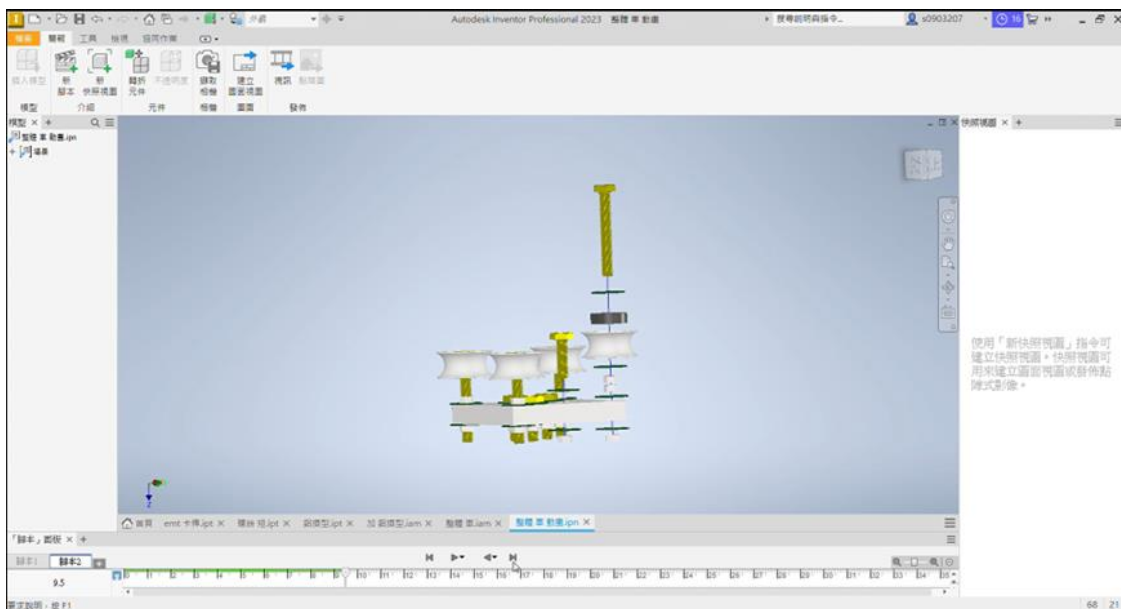


圖 28 Autodesk Inventor 軟體介面

(七)、RDWorks

RDWorks 是一款繪製雷射切割圖的軟體，我們將 Inventor 的草圖

繪製完成後輸出平面成 dwg 檔匯入，改變參數後再匯出成 rd 檔，再雷射切割機上進行材料切割。

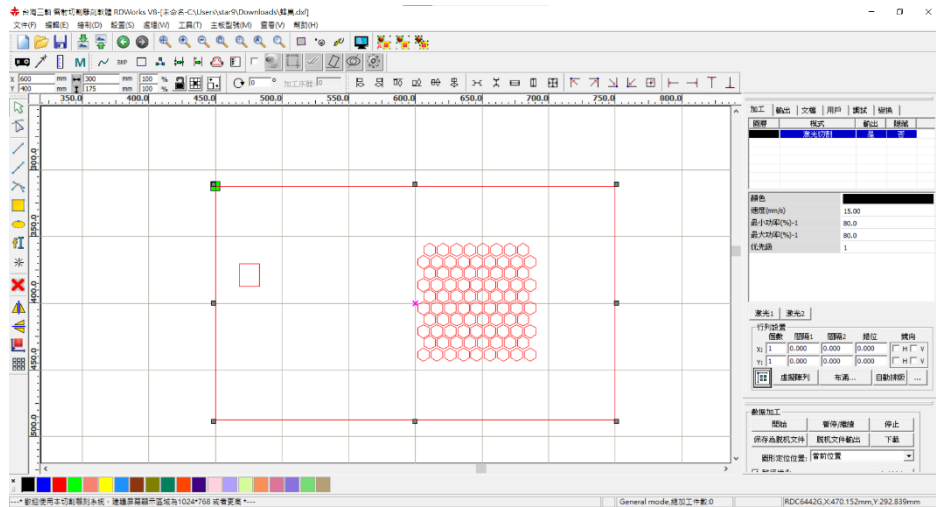


圖 29 RDWorks 軟體介面

(八)、LINE Notify

LINE 是一個日常生活中常用的通訊軟體，而 LINE Notify 作為裡面的一項功能，它可以加入到朋友或群組中進行即時通訊，我們利用它來做下雨的提醒還有完成動作通知。



圖 30 LINE Notify logo

一、使用設備

本專題使用了雷射雕刻機、3D 列印機、電路板雕刻機進行零組件的製作，設備的外觀及功能如下：

(一)、雷射雕刻機

雷射雕刻機是利用高功率的雷射光來進行切割或掃描加工，其加工快速且精準，使我們的機構組件能完美對接，如位於機構底部的支撐架，便是使用雷射雕刻機切割加工的。

(二)、3D 列印機

3D 列印機是將 PLA 線材融化後再擠出列印成所需的形狀，雖然它能夠幫助我們製作出立體的零件，但是其成品機械強度不高，且因線材不同列印出的元件也有不同的特性，良莠不齊，故只能製作輔助零件，而無法製作主要支撐元件。

(三)、電路板雕刻機

位於防水盒裡面的電路板是用 Altium Designer 繪製電路圖及設計 PCB 佈線後，再利用自動換刀電路板雕刻機把覆銅板無線路的地方用各種尺寸的刀頭刮除，最後完成一塊兼具美觀和體積優勢的電路板，因為把元件焊接在電路板上作為線路，因此穩定度遠遠比使用杜邦線連接更好。

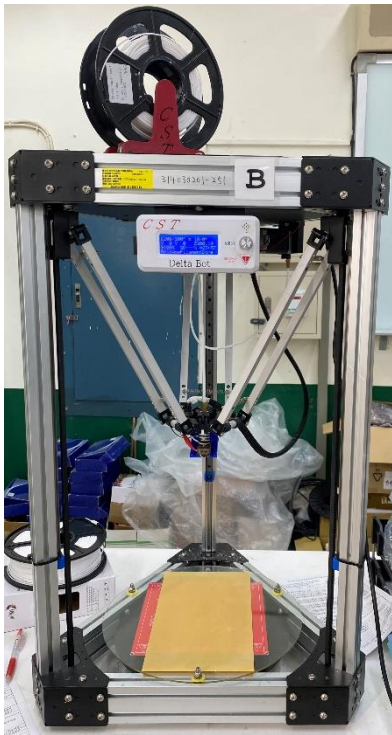


圖 32 3D 列印機



圖 31 雷射雕刻機

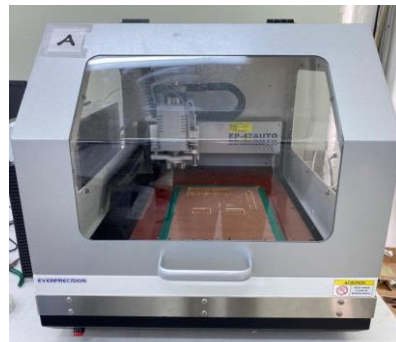


圖 33 電路板雕刻機

伍、研究結果

本專題是一套遠端自動收衣系統，主要可分為主體結構、手機 APP、邏輯電路、電源供應、MQTT 通訊等。

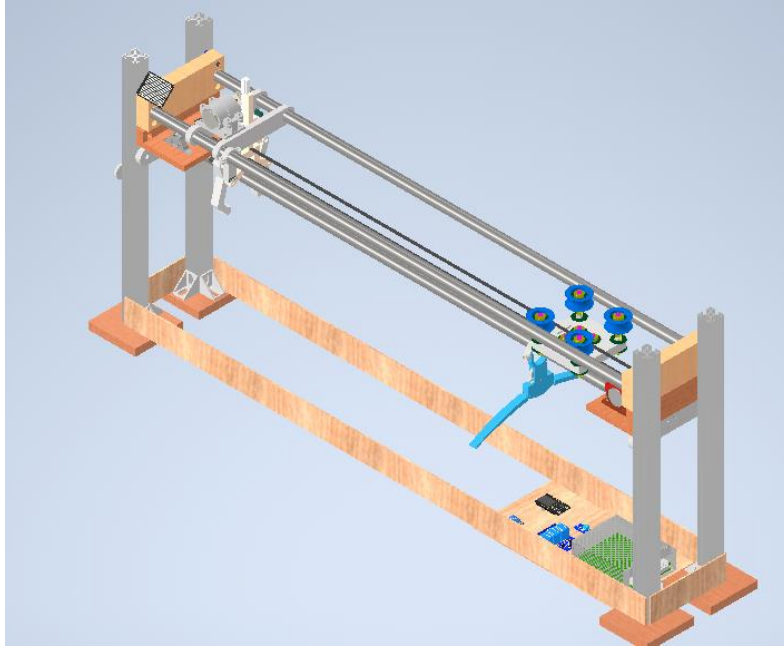


圖 34 專題成品建模

一、主體結構

淋機衣動，主體結構是由 4 根 3030 鋁擠型所支撐的六面體，以上半部分的收衣結構作為主體，依定位區塊可分為滑車、滑軌、曬衣桿、衣架、夾具、防水電路盒。

(一)、滑車

由四個內有軸承的 U 型滑輪構成(如下圖 35)，以木板、螺絲、螺帽、墊片作為支撐，並且把皮帶固定在上方，由皮帶帶動左右滑動，前方有凸起部件可以推動曬衣桿上的衣架，使衣架移動。

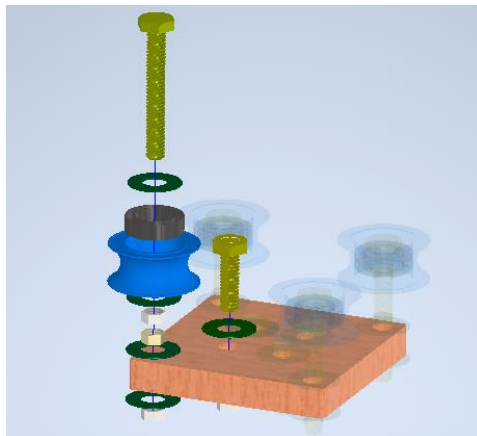


圖 35 滑車建模爆炸圖

(二)、滑軌

用來支撐和引導滑車按預定的方向做往復直線運動，利用兩側的木板架起兩根 EMT 管，在兩側分別放上馬達架和皮帶輪，藉由馬達帶動皮帶，使滑車向指定方向移動。

(三)、曬衣桿

由 EMT 管製成，模擬一般家用曬衣桿結構，並利用 3D 列印的衣架固定器連接曬衣桿與衣架主體。

(四)、衣架

利用卡榫結構，在機關兩側觸發時衣架兩臂鬆落，使上面的衣服得以落下到收衣籃。

(五)、夾具

由 3D 列印的零件組裝而成(如下圖 36)，由四個連桿以及一個滑塊組成滑塊曲柄結構，並製作出齒條結構連接，利用馬達和上下極限開關控制夾取，減速馬達轉動時即可使齒輪帶動夾具將衣服收下。

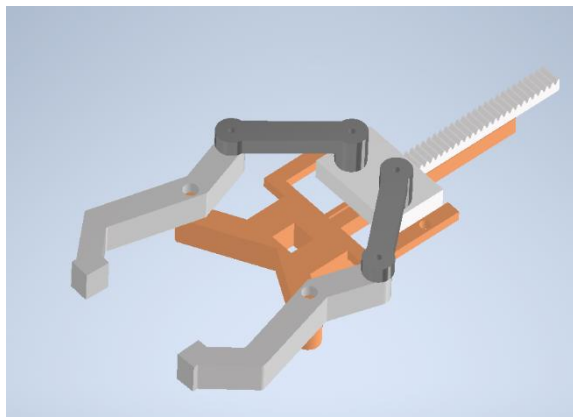


圖 36 夾具建模圖



圖 37 夾具實體圖

(六)、電路盒

內有所有邏輯電路，可謂整台機器的大腦，為使線路能更簡單，我們使用 PCB 電路板簡化了繁瑣的接線，且進行整理，使其不只具備功能，也具備美觀。

二、App 操作介面

以 App Inventor 製作 App 介面並撰寫通訊程式，主要可分為兩大功能區塊，分別為收衣流程控制區和即時監控溫溼度區。

(一)、收衣流程控制區

APP 未連接至 MQTT 伺服器時(如下圖 38)，按下 MQTT connect 鍵後即連接至 MQTT 伺服器(如下圖 39)，接著按下中央啟動鍵即啟動收衣程序(如下圖 40)，收衣流程結束後顯示(如下圖 41)。



圖 38 未連線畫面



圖 39 已連線畫面



圖 40 流程中畫面



圖 41 完成後畫面

(二)、即時監控溫溼度頁面

點擊主畫面左下角溫度計按鈕進入溫溼度監控畫面如下圖 42，點下右側刷新鍵後即可取得即時溫濕度如下圖 43，點擊左側遙控鍵可會到主頁面。

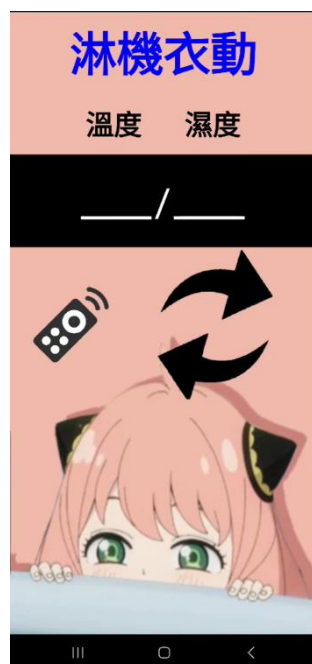


圖 42 溫溼度頁面

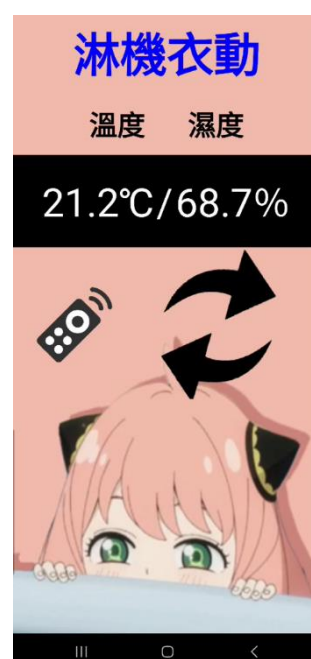


圖 43 溫溼度顯示

三、邏輯電路

邏輯電路主要可分為二大區塊，包含馬達驅動系統以及驅動訊號系統。

四、電源供應

利用直流電源供應器提供 5V 和 12V 直流電源，5V 提供 ESP32 無線模組輸出，完成電路上的控制，而 12V 則是連接繼電器模組，來控制減速馬達的正反轉。

五、MQTT 通訊協定

我們使用 Mosquitto 作為伺服器軟體，把固定 IP 透過分享器設定，將 1883 埠導至伺服器上，實現不限距離的無線傳輸。只要在撰寫程式時，定義好網頁端和硬體端的通訊協定，就可以達成利用網頁來監控系統，並且在未來更新時，擁有良好的擴充性。



圖 44 MQTT dash logo

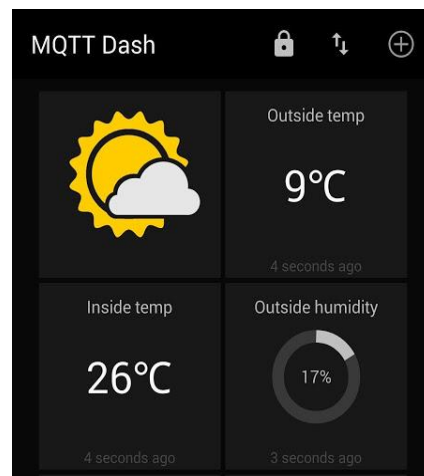


圖 45 MQTT dash 軟體介面

六、成果展示

(一)、成品外觀

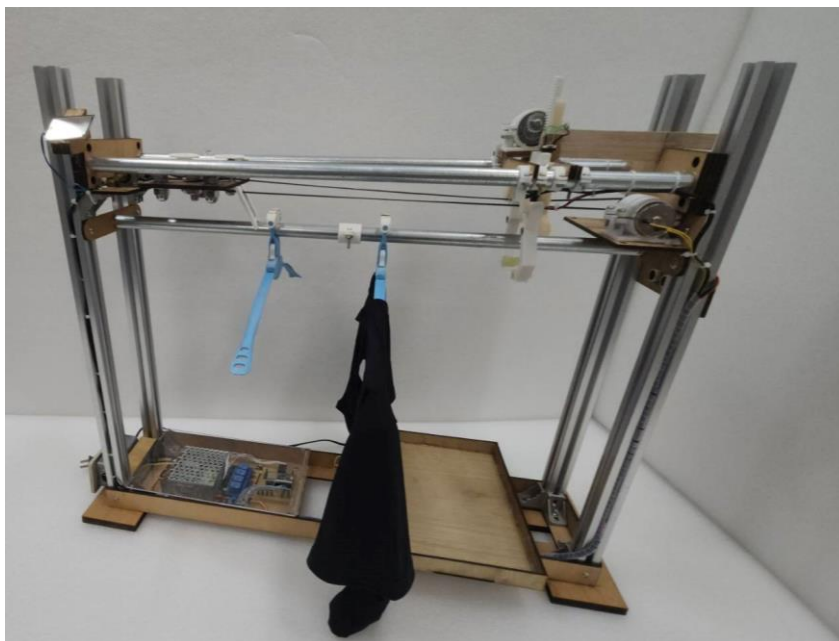


圖 46 成品圖

(二)、APP 介面



圖 48 APP 主畫面

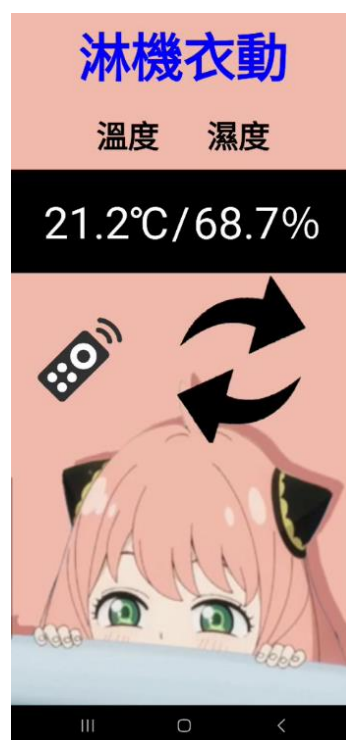


圖 47 溫溼度監控畫面

(三)、LINE Notify 通知

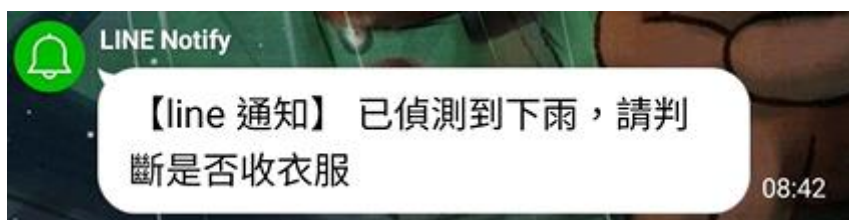


圖 49 下雨通知

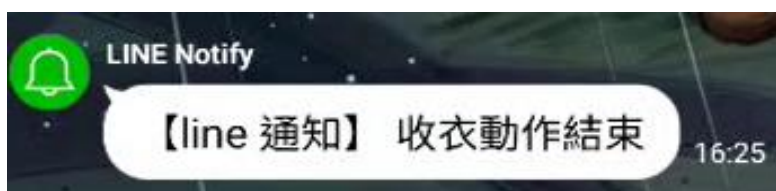


圖 50 完成通知

陸、討論

一、機械強度

我們使用鍍鋅無牙配線管(EMT 管)製作導軌和曬衣桿，有部份的原因是因為較好取得而且可以裁切改變長度，但我們專題研究的方向是希望能夠應變各種環境改變其長度及間距，以便適應各種市售曬衣桿，在程式的部份我們是使用手動的方式改變變數，我們希望未來能夠增加人機介面，利用設定的模式因應不同的環境情況。

二、馬達驅動

我們一開始是使用 L298N 馬達驅動模塊(如下圖 51)驅動減速馬達，但是發現若使用 PWM 訊號驅動太過複雜，且本研究並無調整馬達轉速的需求，故我們利用馬達電源極性對調即可反轉的特性，利用繼電器(如下圖 52)進行電源極性對調以利馬達驅動，並簡化電路設計及程式難度。

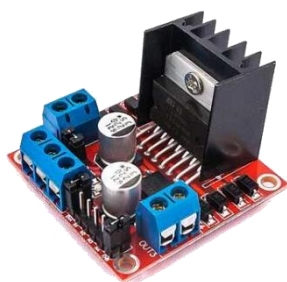


圖 51 L298N 馬達驅動模組

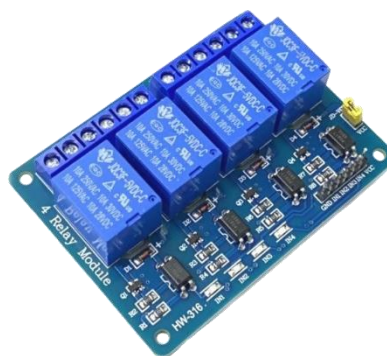


圖 52 四模繼電器模組

三、通訊方式

我們使用 EMQX 作為 MQTT Broker，它提供管理介面可以使用，並且不需要用樹梅派自己架設伺服器，只要在撰寫程式時，定義客戶端的參數、連接網路、訂閱主題後，透過偵測主題的更新，抓取所需要的信息。在程式測試階段時，利用 MQTT dash 手機測試軟體來做訊息的監測。

四、衣架固定

因為專題成品滑軌和曬衣桿的間距固定，最終衣架固定器是以兩件套的型式貼合衣架，為了讓衣架和滑軌間距符合機械結構，衣架固定處和曬衣桿位置幾乎平型，這種情況很難設計成單一元件，我們改使用卡扣結構設計並用圓柱體固定避免分離。

柒、結論

本專題原先是為減輕現代人的生活負擔而生的，原先我們的構思是偵測到下雨後要自動收衣並烘乾，但考量到烘乾機的機構不易模擬外，也增加了許多的變因，於是最後我們決定讓衣服掉下來就好，為此我們特地上網尋找符合我們需求的衣架，然而市售的衣架卻有種種問題等待著我們解決、改善。

隨著專題不斷地進行著，我們遇到的困難也越來越多，第一個遇到的便是如何推動衣物，畢竟濕衣服是非常重的，且機構位於室外，還須以防水作為考量之一，於是我們最後決定使用減速馬達拉動皮帶，不但能推動衣物，也解決了防水的問題。本專題核心採用 ESP32-S 開發板作周邊電路的控制，而他也帶有 WIFI 功能，能夠讓我們使用一塊板子解決所有電路需求，無須外加 WIFI 模組，在夾具的部分原先我們採用步進馬達，沒想到轉矩不足，最後改採減速馬達才解決這個問題，而把衣架固定在曬衣桿上的 3D 列印部件更是反覆測試了多次才做出完全符合我們需求的零件，為了使整體電路簡單美觀，我們也花了非常多時間在設計線路，能簡化的部分都盡量去除，且於最後花了很多時間整線，這不只是我們對於美觀的要求，也是我們對於本專題要求做到盡善盡美的態度。

本專題的研究非侷限應用在居家遙控收衣，只要依照使用場合與環境，改選用合適的滑車固定方式，如懸臂自走式或現在的皮帶式，再結合相關硬體控制，就可以更廣泛地應用在流行服飾店、成衣工廠生產線等場所，成為多功能的淋機衣動，倘若能再結合網路資料庫大數據分析與陽光強度感測模組，也可增加預測衣物所需晾曬時間之功能，相信本專題未來的發展是無上限的。期望未來進入科技大學就讀時，能深入學習大數據分析及相關演算法，並加強通訊及軟體開發能力，進一步擴增本專題成果，延伸本研究結果並應用於更多場所。

捌、參考資料及其他

一、書籍資料

1. 尤濬哲(2021.08)。IoT 物聯網應用 - 使用 ESP32 開發板與 Arduino C 程式語言。新北市：台科大圖書股份有限公司。

二、網路資料

1. Android #36 IoT 基本程式庫 Wifimanager FOTA MQTT (IOT Essential Code base with wifimanager, ElegantOTA, & MQTT)。
2022 年 08 月 14 日。取自
<https://stonez56.blogspot.com/2022/08/android-36-iot-wifimanager-fota-mqtt.html>
2. Day19 - 物聯網基礎傳輸協議 - MQTT。
2019 年 10 月 04 日。取自
<https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10224407>
3. DHT11 入門+結合 1602 LCD，Arduino 簡易溫濕度計。
2020 年 02 月 20 日。取自 <https://blog.jmaker.com.tw/dht11-lcd/>
4. 【CYcooler】300 元制作一台电控滑軌。
2018 年 11 月 25 日。取自
<https://www.youtube.com/watch?v=i5lg36o6FLY>
5. Android #34 用一塊 ESP32 來學 IOT - Android 手機也能通 (Learn IOT with an ESP32 / remote control w/ MQTTDash)。
2022 年 04 月 23 日。取自
<https://stonez56.blogspot.com/2022/04/android-34-esp32iot-android-learn-iot.html>