

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：安心放傘

關鍵詞：防盜、指紋辨識、人性化界面

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.....	2
一、硬體製作.....	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.....	5
二、使用材料及工具.....	6
(一)、外殼設計.....	6
(二)、器材功能簡介.....	6
(三)、軟體介紹.....	9
(四)、使用設備介紹.....	12
伍、研究結果.....	13
一、觸控螢幕及指紋辨識器操作區.....	13
二、直傘門.....	14
三、摺傘門.....	14
四、風扇與環流器.....	15
陸、討論.....	15
一、環流器.....	15
二、滑門組.....	16
柒、結論.....	16
捌、參考資料及其他.....	18

圖目錄

圖 1.傘架的 3D 預想圖.....	1
圖 2.滿地亂丟的雨傘.....	1
圖 3.雷射切割的過程.....	2
圖 4.環流器的 3D 建模.....	2
圖 5.電路板設計.....	2
圖 6.Arduino 程式截圖.....	3
圖 7.研究步驟.....	4
圖 8.時間分配.....	4
圖 9.操作流程.....	5
圖 10.雷射切割設計.....	6
圖 11.HMI 液晶觸控螢幕.....	6
圖 12.Arduino 指紋辨識模組.....	7
圖 13.Arduino Mega 2560 pro mini.....	7
圖 14.繼電器.....	8
圖 15.暴力扇.....	8
圖 16.電磁閥.....	8
圖 17.直流馬達.....	9
圖 18.齒輪螺桿組.....	9
圖 19.Arduino.....	9
圖 20.Autodesk Inventor.....	10
圖 21.RDWorks.....	10
圖 22.Altium Designer.....	11
圖 23.USART HMI.....	11
圖 24.雷射切割機.....	12
圖 25.電路雕刻機.....	12
圖 26.3D 列印機.....	13
圖 27.觸控螢幕及指紋辨識操作區.....	13
圖 28.直傘門.....	14
圖 29.折傘門.....	14
圖 30.折傘滑門.....	14
圖 31.風扇與環流器.....	15
圖 32.環流器.....	15
圖 33.齒輪螺桿組.....	16
圖 34.安心放傘.....	17

【安心放傘】

壹、 摘要

在多雨的台灣，雨傘可說是出門時最需攜帶的物品之一。但相信大家多多少少都經歷過一些令人不愉快的事，像是蒐集許久、限量版的雨傘被偷走，或是晴天了卻需要拿著濕漉漉的雨傘行動、無法收起。因此本專題希望能研發出一個貼心且符合大眾需求的傘架，能夠保護大家的雨傘不被小偷偷走，也能順道風乾雨傘，希望使用者在下雨天心情不要也跟著發霉。

我們以 HMI 觸控螢幕為主體，供使用者操控整個傘架；指紋辨識器為輔助，讓使用者能鎖住雨傘而不用記住毫無意義的數字，也不必冒著被破解的風險。以上元件是經由序列埠以 arduino 程式操控。門鎖的部分則是電磁閥和馬達與螺桿的配合，電磁閥用於直傘的鎖定，馬達與螺桿則是用於控制摺傘門的鎖定及移動。原先建構於思想之上的藍圖，在經過努力後一點一滴的實現、落成，最終結出我們理想中甜美的果實。

貳、 研究動機

台灣是個四面環海的寶島，水氣豐沛，加上中央山脈等高峰的阻攔，水氣不易通過，使得全台全年皆有雨，尤其到了夏季，雨量越發增加，梅雨和午後雷陣雨總讓人吃不消。談到雨，第一個聯想到的，就是雨傘，他不必和雨衣一樣穿穿脫脫，相較之下便利許多。

而提到雨傘，就不得不說說他的好夥伴：傘架。傳統傘架成本低、容納力高，卻有諸多不便之處。以台灣常見的午後雷陣雨為例。有些較無公德心的民眾，遇到突發的雷陣雨，且無事先準備雨傘，情急之下，隨便抓了一把傘就走；許多人為了方便攜帶，都會選擇體積較小的摺疊傘，但傳統傘架幾乎是無法放置摺疊傘的，因此摺疊傘常常散落一地，店家門口凌亂不堪，甚至可能在離開時找不到自己的雨傘；最後，常常用完餐，雨也停了，但雨傘還是濕漉漉，無法收起。綜合了以上三點，我們希望製造出一台具有防盜功能、摺直兩用和風乾功能的傘架。



圖 1.傘架的 3D 預想圖



圖 2.滿地亂丟的雨傘

參、 主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、 硬體製作

我們以機械強度高、具有防水性的壓克力板作為傘架外殼的主要材料。外殼的製造上，因為高一時曾選了製圖科的課後跨領域課程，提前學到了關於 RDworks 的知識及使用方法，因此在繪製切割圖時容易許多。高二實習課時，跟老師學習了雷射雕刻機的操作方式，兩次的學習過程搭配起來，為我們機構製作的過程增添了許多助力。

為了改變風向所製造的環流器是利用 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。



圖 3.雷射切割的過程



圖 4.環流器的 3D 建模

二、 電路雕刻

高二的電子學實習中，我們接觸到 Altium Designer。課程中我們學習了如何將複雜的電路簡單化以及操作電路雕刻機的方式。使用較複雜的電路時，相比於麵包板拉線或透過洞洞板焊接，使用電路雕刻能讓電路更加穩定、美觀，在節省空間上，也有非常好的效果。

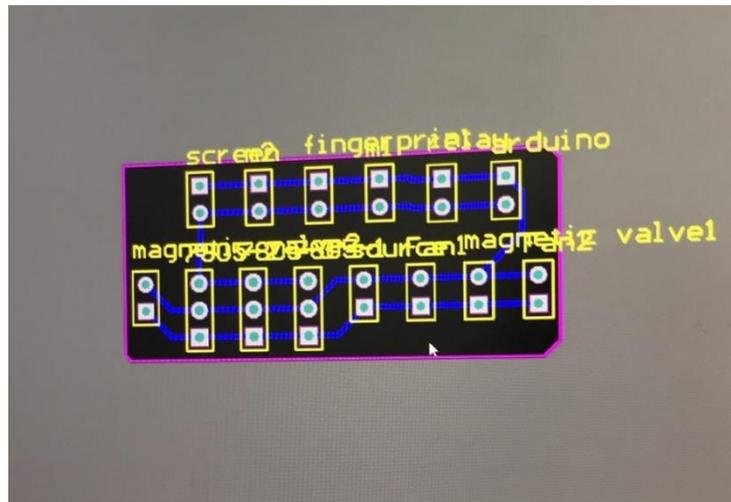
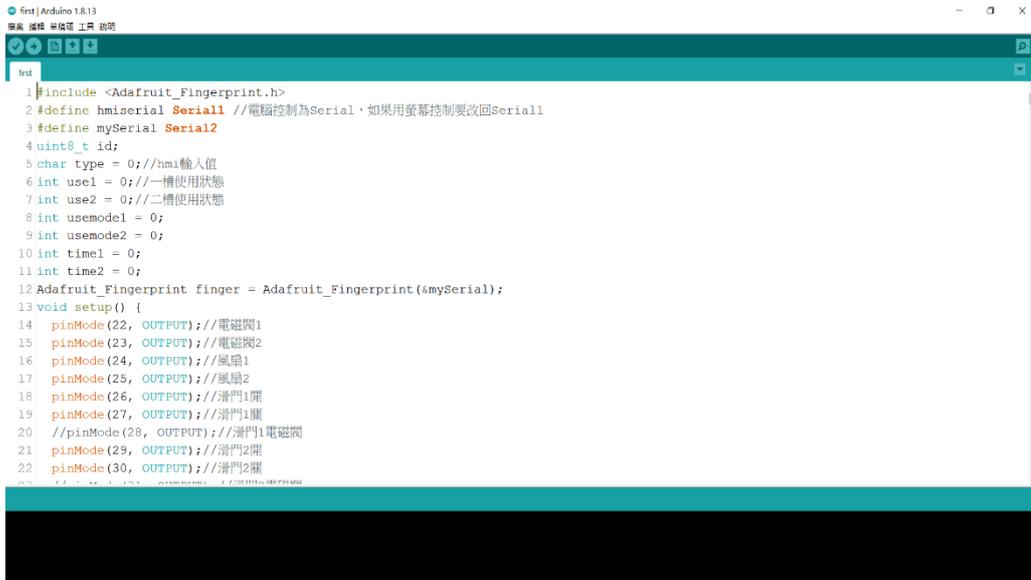


圖 5.電路板設計

三、 程式撰寫

軟體的部分，我們選用了高三專題課學到的 Arduino 來撰寫及控制，Arduino 具有豐富的數位接腳、可模擬的類比接腳以及可以連接數位元件的序列埠，它使用了簡單且易上手的 C 語言撰寫，我們利用它的序列埠來連接 HMI 螢幕以及指紋辨識器，使用數位接腳並且搭配繼電器來達到控制電磁閥等元件的目的。



```
1 #include <Adafruit_Fingerprint.h>
2 #define hmiserial Serial1 //電腦控制為Serial，如果用螢幕控制要改回Serial1
3 #define mySerial Serial2
4 uint8_t id;
5 char type = 0; //hmi輸入值
6 int use1 = 0; //一槽使用狀態
7 int use2 = 0; //二槽使用狀態
8 int usemode1 = 0;
9 int usemode2 = 0;
10 int time1 = 0;
11 int time2 = 0;
12 Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
13 void setup() {
14   pinMode(22, OUTPUT); //電磁閥1
15   pinMode(23, OUTPUT); //電磁閥2
16   pinMode(24, OUTPUT); //風扇1
17   pinMode(25, OUTPUT); //風扇2
18   pinMode(26, OUTPUT); //滑門1開
19   pinMode(27, OUTPUT); //滑門1關
20   //pinMode(28, OUTPUT); //滑門1電磁閥
21   pinMode(29, OUTPUT); //滑門2開
22   pinMode(30, OUTPUT); //滑門2關
23 }
```

圖 6.Arduino 程式截圖

肆、 研究方法

一、 研究流程

(一)、 研究步驟

在七月初決定了專題題目後，便開始著手製作。我們首先從傘架的構造設計開始著手，確認後就開始選擇元件。在機構約成形三分之一時，同時開始撰寫程式和編輯 HMI 螢幕的介面。程式大抵完成後，開始設計電路。由於 Arduino 開發版、馬達、HMI 螢幕和指紋需要 5V 的電源，但我們採用了高功率的 12V 電源供應器，所以搭配 7805 降壓 IC 自製了直流降壓電路。最終將軟硬體整合，以及做一些外觀的修飾，經歷了漫長的除錯過程後，終於在 12 月下旬時完成專題成品。專題的研究步驟及時間分配分別如下圖 7 及圖 8：

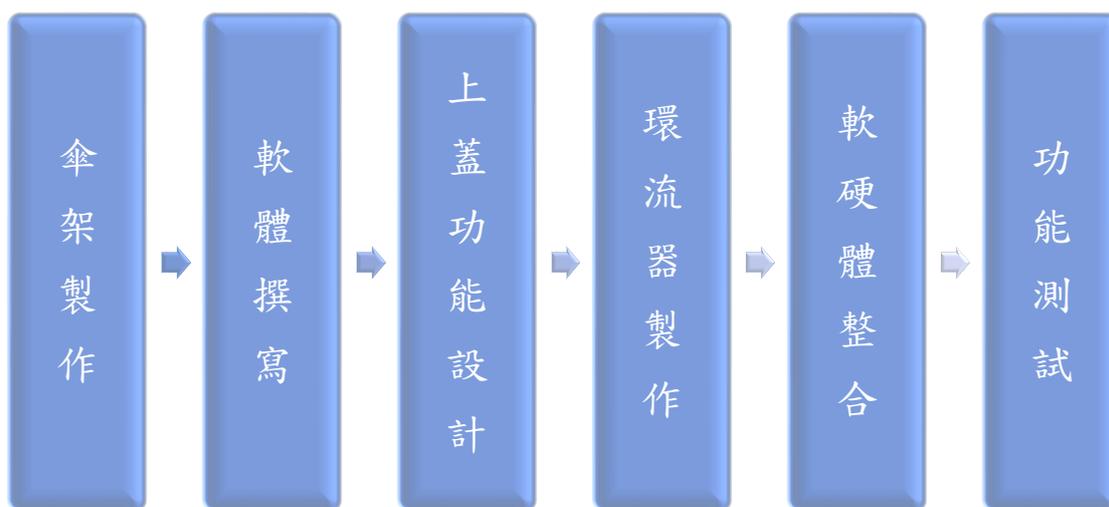


圖 7.研究步驟

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.購買材料							
2.蒐集資料							
3.程式設計							
4.電路設計							
5.手臂製作							
6.手套製作							
7.控制盒製作							
8.成品測試							

圖 8.時間分配

(二)、 操作步驟

安心放傘功能由 HMI 螢幕選擇放傘、取傘以及櫃號，接著指紋辨識後選擇直傘或摺傘，門即開啟。若有另一位使用者選擇一樣的櫃號放傘，螢幕即顯示此槽已被使用。要取傘的使用者讀取指紋後即打開，避免使用者忘了原先選擇的櫃號。取傘若有非放傘使用者的指紋，螢幕會跳回主頁，防止偷傘大盜。動作流程如下圖 8 所示。

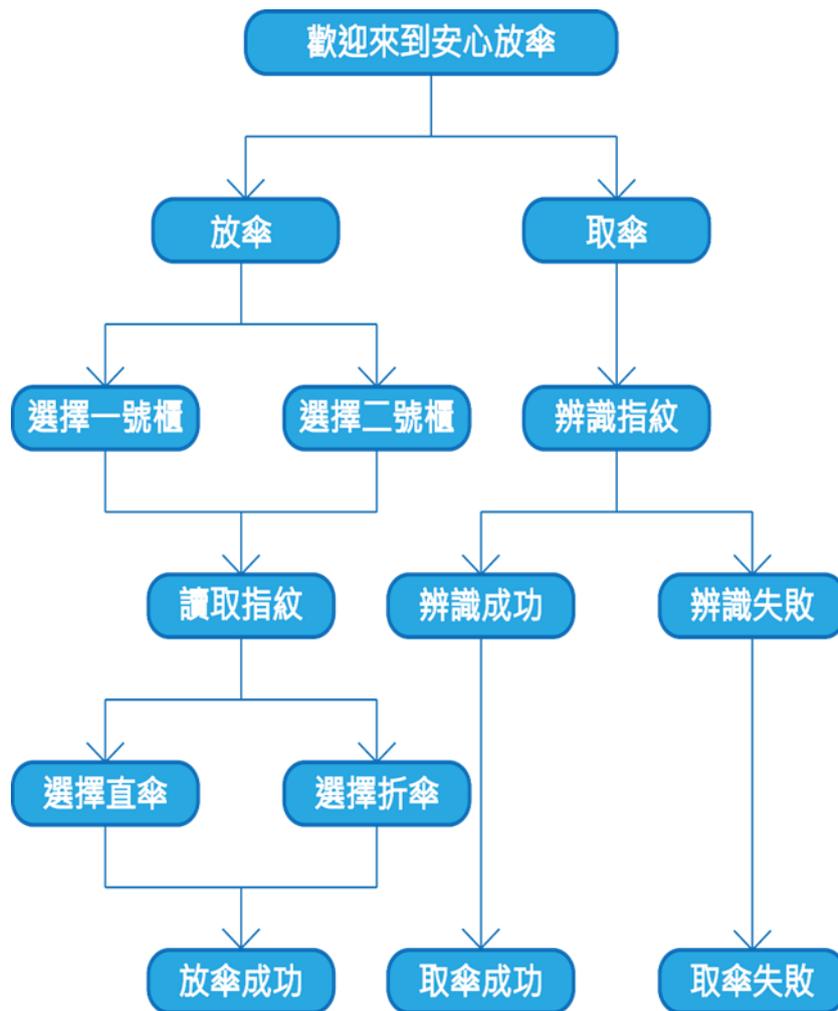


圖 9.操作流程

二、 使用材料及工具

(一)、 外殼設計

主體的部分，為了達到防水及高機械強度，材料選用了 5mm 的壓克力。而壓克力板採用雷射雕刻機進行加工，再以壓克力膠和氣仿進行接著。外殼總共用六片壓克力板，組裝成一個長方體；上方的壓克力板切割了兩個空孔，用以放置 HMI 液晶觸控螢幕及 Arduino 指紋辨識模組。

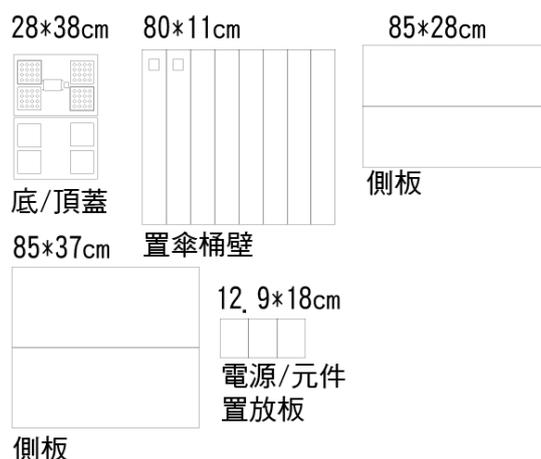


圖 10.雷射切割設計

(二)、 器材功能簡介

1、 HMI 液晶觸控螢幕

我們採用 HMI 液晶觸控螢幕來當作我們的操作介面，透過 USART HMI 這套軟體進行編寫。面板上設有按鍵，可供使用者進行取放雨傘及櫃號等的選擇，也能一步一步引導使用者輸入指紋等。相較於傳統的按鈕操作，只有一個輸入介面更加老嫗能解，能讓使用者不需要學習、不需要閱讀說明書，就能操作整台傘架。



圖 11.HMI 液晶觸控螢幕

2、 Arduino 指紋辨識模組

指紋識別系統通過特殊的光電轉換設備和影像處理技術，對指紋進行採集、分析和比對，能迅速、準確地辨別出個人身份，再以 Arduino 程式的編寫實現自動辨識的功能。由於人的指紋都不相同，因此便排除了安全上的困擾。

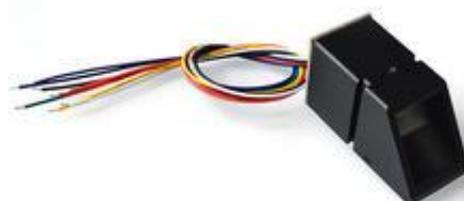


圖 12.Arduino 指紋辨識模組

3、 Arduino Mega 2560 pro mini

Arduino 具有開源、編寫容易及網路資料豐富的優點，Arduino Mega 2560 pro mini 是基於 ATmega2560 的微控制板，有 54 路數字輸入/輸出埠，16 路模擬輸入埠，4 路 UART 串列埠，16MHz 的晶振，USB 連線口，電池介面，ICSP 頭和復位按鈕。簡單地用 USB 連線電腦或者用交直流變壓器就能使用，也是因為接腳夠多才能滿足我們的需求。



圖 13.Arduino Mega 2560 pro mini

4、 繼電器

繼電器具有控制系統和被控制系統，通常應用在自動控制電路中，繼電器實際上是用較小的電流去控制較大電流的一種「自動開關」。故在電路中起著自動調節、安全保護、轉換電路的作用。



圖 14.繼電器

5、 暴力扇

暴力扇轉速約 6200rpm，面積僅 64 平方公分，風壓卻能達到 97CFM。體積小、風量大，恰巧符合傘架之所需。我們另外設計、透過 3D 列印製造了環流器，使風流能轉向 90 度，讓風由水平向轉為垂直向，進而風乾整隻的雨傘。

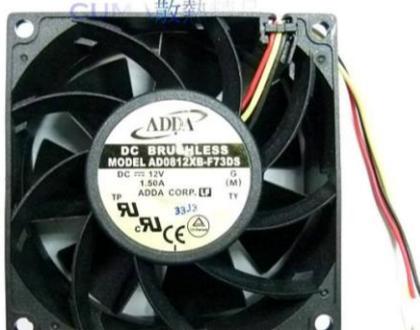


圖 15.暴力扇

6、 電磁閥

電磁閥位於機構上方直傘門的內側，我們利用它通電吸、斷電釋放的特性來做為電控門鎖。當指紋辨識成功，Arduino 會通過繼電器，將電磁閥通電並解開門鎖。



圖 16.電磁閥

7、 直流馬達

我們採用的直流馬達使用永久磁鐵，搭配電刷、整流子等元件。選用直流馬達的主因，首先是它有大起動扭力，能在一開始就克服靜摩擦，使螺桿轉動；其次是其轉速較穩定，滑門復位的過程中，使用者較容易預測手離開的時間。此外，為了帶動滑門，我們使用了齒輪螺桿組(如圖 18)。馬達帶動齒輪轉動之後，齒輪以及螺桿會連動，在螺桿左右固定的情況下，滑門就能夠往前。



圖 17.直流馬達



圖 18.齒輪螺桿組

(三)、 軟體介紹

1、 Arduino

Arduino 的開發環境是以 AVR-GCC 和其他一些開源軟體為基礎，其使用的語法與 c/c++相似。它擁有各式各樣的模組套件及開發版可供選擇，加上語法和過去所學的 c 相似，因此成了本專題編撰軟體的第一選擇。



圖 19.Arduino

2、 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；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。

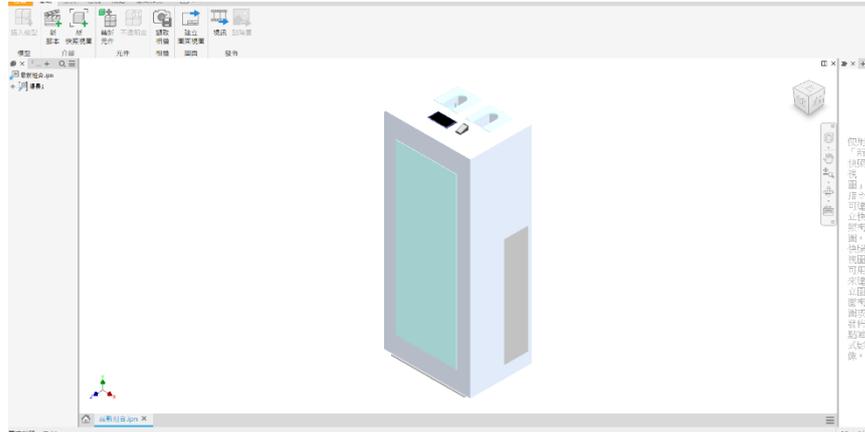


圖 20. Autodesk Inventor

3、 RDWorks

RDWorks 是一款繪製雷射切割圖的軟體，軟體介面簡單、好上手。我們利用這個軟體繪製雷射切割圖，再將切割後的壓克力板黏接、組合成機構。

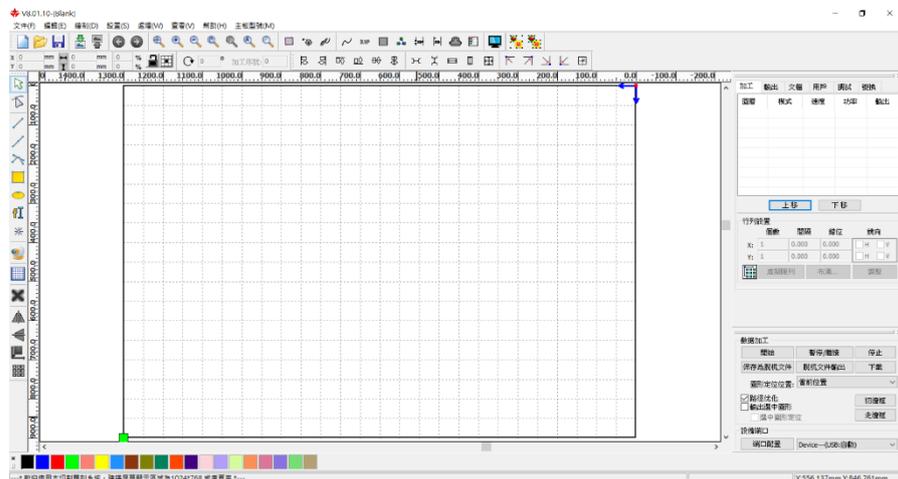


圖 21. RDWorks

4、 Altium Designer

Altium Designer 能編譯多種程式、設計電路圖以及電路板，具有將一個設計方案從概念轉變為最終成品所需的全部功能。在專題中，我們需要一組能將直流 12 伏轉為直流 5 伏的電路，於是我們使用此軟體設計所需電路，完成並轉檔後再使用電路板雕刻機將設計的電路板刻出。在設計較複雜的電路時，相比於使用麵包板，電路板使我們的電路實體更為便利且穩定。

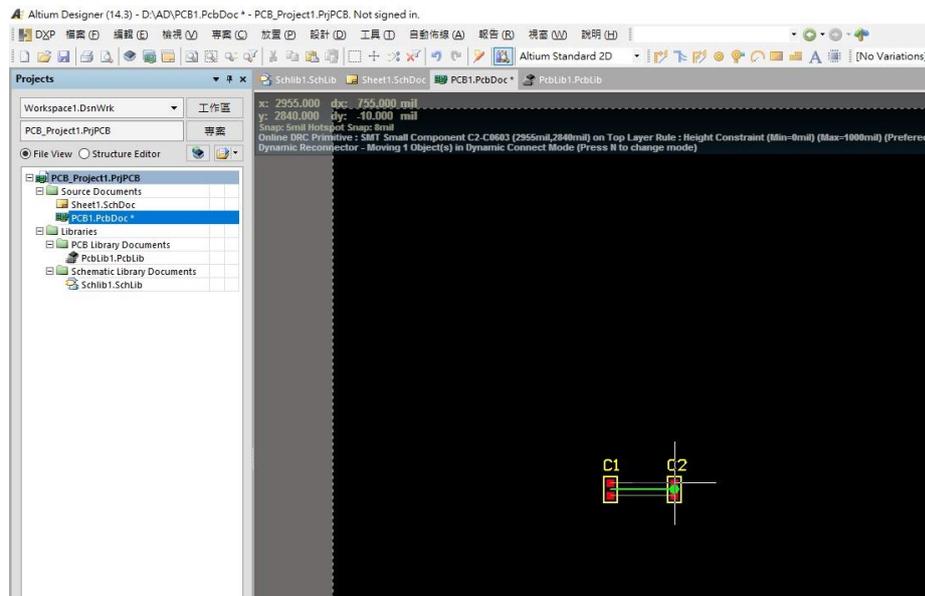


圖 22.Altium Designer

5、 USART HMI

USART HMI 是我們使用的 HMI 螢幕的編輯軟體，不同於其他的 HMI 螢幕，USART HMI 提供簡易的圖形化編輯介面，相較於一般使用程式碼作為介面編寫的方式，不僅較為簡易且更能方便的更改使用需求，達到高度客製化的介面。

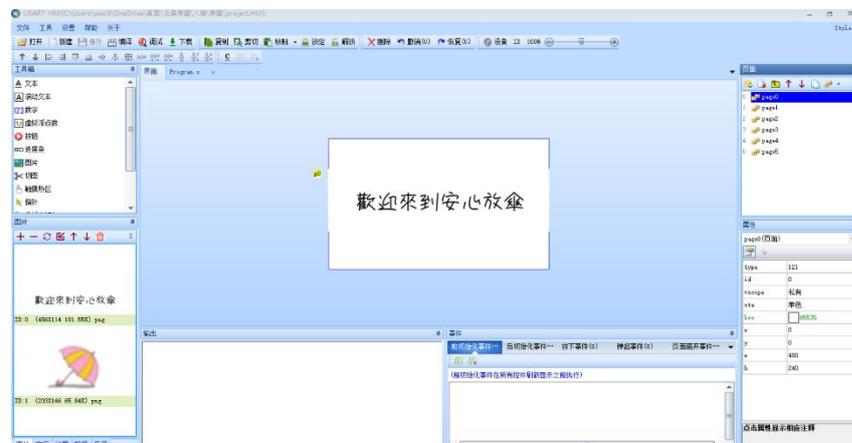


圖 23.USART HMI

(四)、 使用設備介紹

1、 雷射切割機

雷射切割機是使用雷射的熱能對材料進行切割，雷射雕刻機內的雷射管是其核心所在。對於使用手工具或電動工具不熟練的我們，切割木板或壓克力板時常會有毛邊或是直線不直等等的狀況出現；若是使用雷射切割機，因為他是以兩組馬達及皮帶控制雷射頭的動作，只要將設計好的圖檔輸入機器就不會有上述的問題。



圖 24.雷射切割機

2、 電路雕刻機

電路雕刻機可以將我們在 Altium Designer 設計好的電路圖自動雕刻在覆銅板上；我們之所以會需要電路雕刻是因為需要將 12V 電源供應器的電源分配給各個元件並將電壓降至 5V 以供 Arduino 以及直流馬達等電壓需求較低的元件使用，且相較於麵包板或是焊接洞洞板，自己雕刻的電路板有著更小的體積並且也更為美觀。

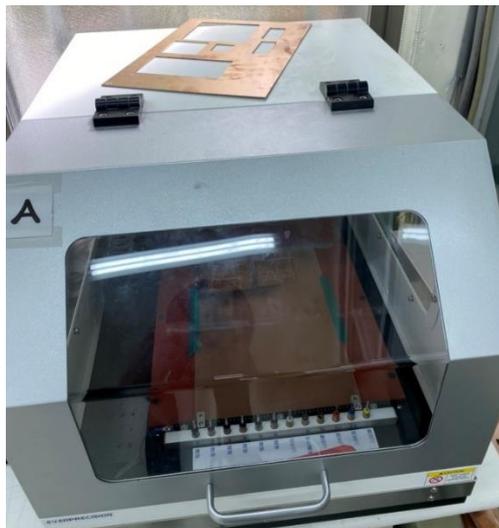


圖 25.電路雕刻機

3、 3D 列印機

3D 列印的原理是以加熱噴頭至比列印材熔點更高的溫度來融化列印材，並且依照 3D 圖樣層層堆疊。相比開模生產有著低廉許多的成本優勢，也較容易印製複雜且精細的部件，我們試驗失敗的增流器以及最後採用的環流器都是以 3D 列印機製造的。

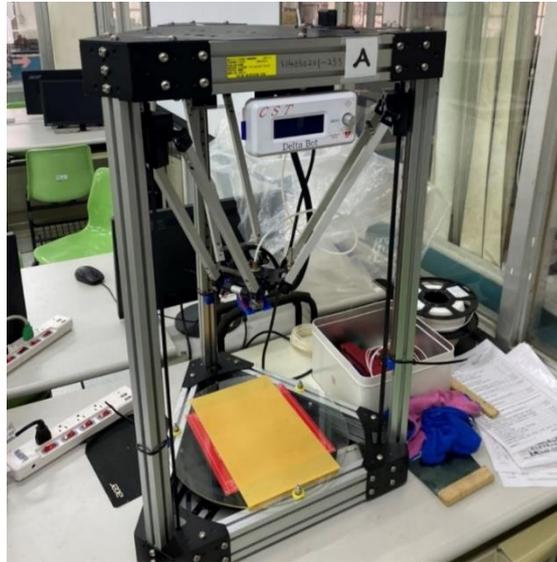


圖 26.3D 列印機

伍、 研究結果

安心放傘的主結構由壓克力組合而成，細部分為觸控螢幕及指紋辨識器操作區、直傘門、摺傘門以及風扇與環流器，說明如下：

一、 觸控螢幕及指紋辨識器操作區

此區為整個主體最為重要的區域，也是操作整個傘架的核心區域，其分為兩大功能包括：

- (一)、 放傘時選擇櫃位、傘的種類以及輸入使用者的指紋。
- (二)、 取傘時自動辨識該指紋所屬的使用者以及其使用的櫃位。

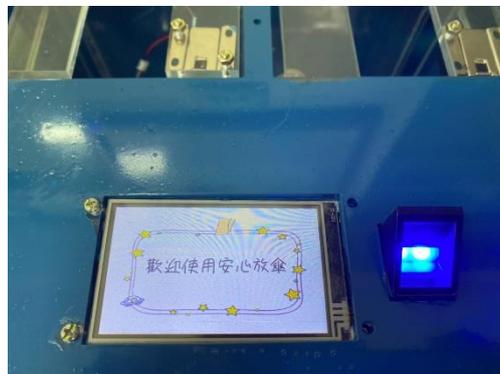


圖 27.觸控螢幕及指紋辨識操作區

二、直傘門

直傘門是傘架的主要元件之一。門上搭配了一顆常時彈出的電磁閥，電磁閥僅在選擇要放傘時、選擇取傘且指紋辨識成功時通電吸起，藉此達到防盜的效果。

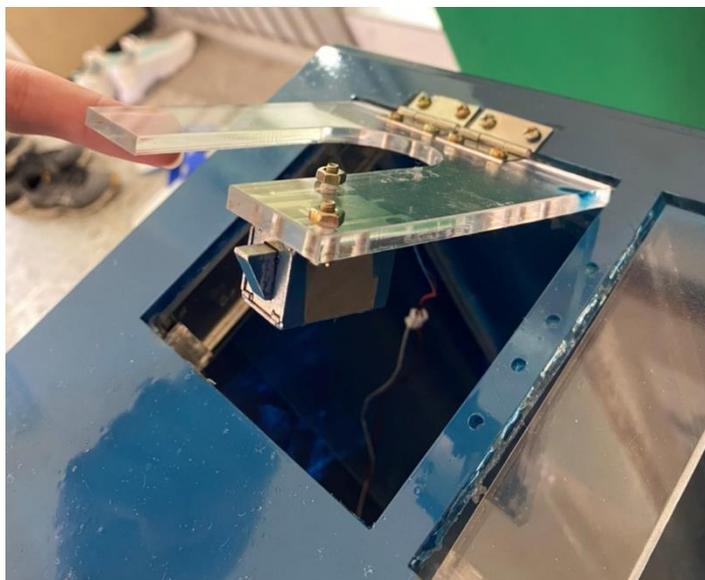


圖 28.直傘門

三、摺傘門

摺傘門與直傘門的目的大致雷同，較為不同的地方是它是在傘櫃的側面。此門的開啟方式與直傘門的開啟方式不同，此門是透過直流馬達帶動一組 1:2 齒比的齒輪使螺桿旋轉，再透過蓋上的螺帽帶動整片蓋子開啟。當通電時，門板自動滑開；無通電時則會死死卡住門，達到防盜效果。



圖 29 折傘門



圖 30.折傘滑門

四、 風扇與環流器

風扇與環流器搭配出的風乾效果是這個這個傘架的主要功能，其目的是將使用者的雨傘風乾。若是只有使用風扇，不僅風扇吹出來的風無法完正將整隻雨傘包覆，更會因為整顆風扇暴露在被雨傘上的水淋濕而造成短路等故障的風險下，因此透過配合環流器將風扇擺在傘櫃的主體內而非與雨傘下，還能使整支雨傘有著平均而穩定的風量而達到風乾的效果。

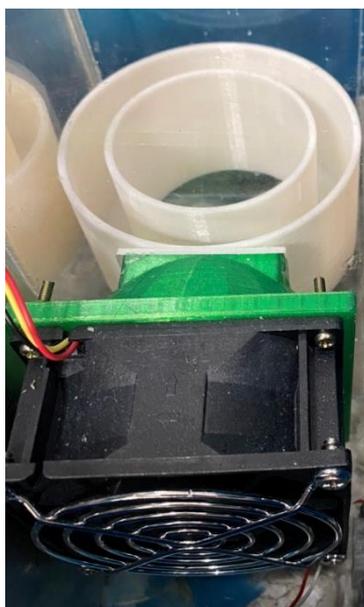


圖 31.風扇與環流器

陸、 討論

一、 環流器

為了使暴力扇吹出的風由水平向轉為垂直向的往上吹，並且同時還要擁有足夠的風力來風乾雨傘，我們一開始使用 3D 列印製作了一個增流器，將風的出口縮小，希望能增強風力，但卻因風阻太大，無法奏效。最後在諮詢物理老師後，決定製造環流器，僅改變風向，並以不耗損風力為唯一原則，簡而言之，就是一個風的轉接頭。



圖 32.環流器

二、 滑門組

原先預定摺傘門要由使用者手動滑開，但為了增加安心放傘的便利性，決定將滑門由手動改為自動。我們在滑門下方裝了螺桿，之後麻煩機械科主任幫忙攻牙、將螺桿與齒輪組合，以馬達帶動齒輪和螺桿轉動，讓滑門產生相對運動。

另外，我們發現只有螺桿的話，因負載過重且行進時不穩定，無法順利帶動滑門，所以在滑門上方搭配了滑軌，解決了以上兩個問題。



圖 33.齒輪螺桿組

柒、 結論

安心放傘在經過不斷的嘗試與改進後，機構方面我們以壓克力板作為機構的主體，雖價格比木板昂貴，但具有足夠的機械強度、防水性且美觀等效能，是木板做不到的；在置傘桶底部利用環流原理，將暴力扇產出的風由水平向轉為垂直向的往上吹，為風乾雨傘的一大助力；滑門上方裝設的滑軌搭配馬達、齒輪及螺桿的結構，讓側門自動滑開。

操作部份，我們以 HMI 螢幕取代了傳統的按鈕，面板上設有按鍵，可供使用者進行取放雨傘及櫃號等的選擇，也能一步一步引導使用者輸入指紋等。相較於傳統的按鈕操作，只有一個輸入介面更加淺顯易懂，能讓初次碰到安心放傘的使用者不需要學習、不需要閱讀說明書，就能操作整台傘架。

雖然在專題中，我們成功將安心放傘達到防盜及風乾功能，也成功讓安心放傘成為實用、易操作的機器，但仍有許多可以更加精進的部分。期許未來有機會能夠在傘桶旁設置惡意破壞觸電系統，避免有惡意人士強行拆解機構後進行偷竊；並在店家門口設置人臉辨識系統，讓使用者在離開店家時，可直接透過人臉辨識開啟傘架，讓使用者更有效率的取傘。

一個完整的專題所需的，絕不只是單一領域的能力。在專題製作過程中，有很多零件和硬軟體上的知識，是我們先前從未接觸過的，像是不熟悉風的特性，讓風乾雨傘這個看似簡單的問題成為專題中的大難題。程式撰寫及如何使用各大軟體，皆是我們不斷的上網找資料、自己嘗試，在許多大大小小的錯誤中，一步一步往上爬、接近夢想；也相信藉由這次專題的經歷，大家都增強了自學的能力，培養了團隊中該有的分工合作，增進了彼此之間溝通的重要性的能力。許多課堂上學不到、無關技術層面的知識，成了專題帶來意想不到的一筆大收穫。



圖 34.安心放傘

捌、 參考資料及其他

- 馬達。2020 年 11 月 19 日。取自
<https://www.cyei.com.tw/cht/%E5%B0%8F%E5%9E%8B%E7%9B%B4%E6%B5%81%E9%A6%AC%E9%81%94.htm>
- 齒輪。2020 年 11 月 10 日。取自
https://www.khkgears.co.jp/tw/gear_technology/pdf/gear_guide1.pdf
- 白努力定理。2020 年 10 月 26 日。取自
<https://aerolife123.blogspot.com/2011/08/5.html?m=1>
- 乾手機原理。2020 年 10 月 29 日。取自
<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E6%84%9F%E6%87%89%E7%83%98%E6%89%8B%E6%A9%9F>
- Arduino。教學 2020 年 9 月 27 日。取自
<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-tutorials-1/amp/>
- Arduino mega 2560 介紹。2020 年 8 月 28 日。取自
<https://www.itread01.com/content/1550268552.html>
- 黃仲宇、梁正 (2016)。基本電學。台北市：台科大圖書。
- 楊得明、陳伯爵 (2015)。電工機械。台北市：科友出版社
- 江戶川 (2016)。快學 89S51。台北市：政府出版社。