

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：Pro Bin

關鍵詞：垃圾桶、自動壓縮、打包

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
二、使用材料.....	9
(一)、元件介紹.....	9
三、使用軟體與服務.....	14
(一)、Arduino IDE.....	14
(二)、SolidWorks.....	14
(三)、Cura.....	15
(四)、Altium Designer.....	15
(五)、RDWorks.....	16
(六)、Makercase.....	16
(七)、Fritzing.....	17
二、使用設備.....	18
(一)、3D 列印機.....	18
(二)、雷射雕刻機.....	18
(三)、電路板雕刻機.....	18
伍、研究結果.....	19
一、主體結構.....	19
(一)、前箱機構.....	19
(二)、後箱機構.....	21
二、成果展示.....	22
陸、討論.....	23
一、底部同步輪的固定.....	23
二、打包的方式.....	23
柒、結論.....	24

捌、參考資料及其他.....	25
一、書籍資料.....	25
二、網路資料.....	25

表目錄

表 1	研究時間分配表.....	4
表 2	Arduino Mega 2560 規格.....	9
表 3	L293D 規格.....	9
表 4	超音波感測器規格.....	10
表 5	直流減速馬達規格.....	10
表 6	霍爾電流感測器規格.....	10
表 7	直流電動推桿規格.....	11
表 8	L298N 規格.....	11
表 9	繼電器模組規格.....	11
表 10	電源供應器.....	12

圖目錄

圖 1	軌道 3D 設計圖.....	1
圖 2	3D 列印成品.....	1
圖 3	RDWorks 軟體.....	2
圖 4	雷射雕刻成品.....	2
圖 5	PCB 電路板成品.....	2
圖 6	Altium Designer 繪製電路圖.....	2
圖 7	智慧居家監控實習的開發板.....	3
圖 8	硬體電路成品.....	3
圖 9	Arduino IDE 程式開發.....	3
圖 10	研究步驟.....	4
圖 11	初始復歸流程圖.....	5
圖 12	壓縮流程圖.....	6
圖 13	打包流程圖.....	7
圖 14	緊急停止流程圖.....	8
圖 15	Arduino Mega 2560.....	9
圖 16	L293D.....	9
圖 17	超音波感測器.....	10
圖 18	直流減速馬達.....	10
圖 19	霍爾電流感測器.....	10
圖 20	直流電動推桿.....	11
圖 21	L298N.....	11
圖 22	繼電器模組.....	11
圖 23	微動開關.....	12
圖 24	電源供應器.....	12
圖 25	T 型螺桿.....	12
圖 26	螺母轉換座.....	12
圖 27	滾珠軸承座.....	13
圖 28	同步輪.....	13
圖 29	皮帶.....	13
圖 30	Arduino IDE 軟體介面.....	14
圖 31	SolidWorks 軟體介面.....	14
圖 32	Cura logo.....	15
圖 33	Cura 軟體介面.....	15
圖 34	Altium Designer 軟體介面.....	15
圖 35	Altium Designer logo.....	15
圖 36	RDWorks 軟體介面.....	16

圖 37	Makercase 網站介面	16
圖 38	Fritzing logo	17
圖 39	Fritzing 接線圖	17
圖 40	電路板雕刻機	18
圖 41	3D 列印機	18
圖 42	雷射雕刻機	18
圖 43	專題成品	19
圖 44	俯視圖	19
圖 45	壓縮軌道	19
圖 46	螺桿頂部微動開關	20
圖 47	螺桿底部微動開關	20
圖 48	電動推桿	20
圖 49	俯視圖	20
圖 50	電熱絲下方微動開關	20
圖 51	上層區域	21
圖 52	下層區域	21
圖 53	操作區	22
圖 54	垃圾袋示意圖	22
圖 55	頂蓋微動開關	22
圖 56	同步輪	23
圖 57	繼電器	23

【Pro Bin】

壹、摘要

本專題為一個兼具自動壓縮及打包的垃圾桶，只要使用市電供電，就能使用 Pro Bin。Pro Bin 能夠解決日常的壓縮垃圾，頂蓋的超音波模組只要偵測到垃圾堆積過高就會自動透過減速馬達配合皮帶及螺桿進行壓縮垃圾，不只如此，按下頂蓋上的壓縮按鈕也能讓使用者隨時都可以進行壓縮，不僅讓垃圾桶更為美觀也能使垃圾袋能容納更多的垃圾。若使用者想進行打包，也只需按下頂蓋的打包按鈕，Pro Bin 就會自動透過電動推桿和電熱絲進行熱封打包，待打包完即可將垃圾袋取出。Pro Bin 的出現為人們帶來更便捷、智慧、衛生的生活，同時省時又省力，全程不與垃圾接觸，將人們與病毒、危險物品隔絕。

貳、研究動機

街道上不難發現滿是垃圾的公共垃圾桶，不僅散發著惡臭招惹蚊蟲，垃圾堆積如山影響市容，甚至垃圾桶內可能還含有像是碎玻璃的危險物品，不僅讓市民避之唯恐不及還造成了打掃人員的困擾，所以我們決定製作一個能夠自動壓縮及打包的垃圾桶，於是 Pro Bin 就這樣誕生了。

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

我們利用空閒時間，自行學習如何使用 Autodesk Inventor(如圖 1 所示)，來繪製我們專題所有用到的元件以及機構，並將設計好的 3D 圖檔輸出連接到 3D 列印機，列印成組件成品如圖 2 所示，進行組裝使用。

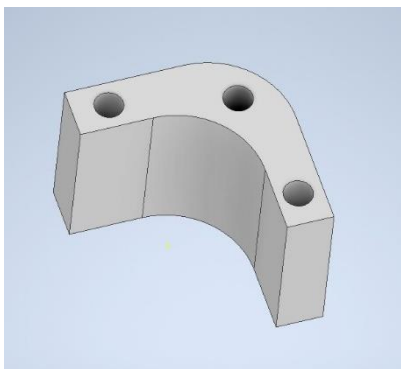


圖 1 軌道 3D 設計圖



圖 2 3D 列印成品

二、雷射雕刻

我們利用高二「智慧居家監控實習」課程中，在上課所學到的 RDWorks 雷射雕刻設計軟體(如圖 3 所示)畫出透明壓克力及超音波感測器固座的設計圖，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(如圖 4 所示)進行組裝使用。

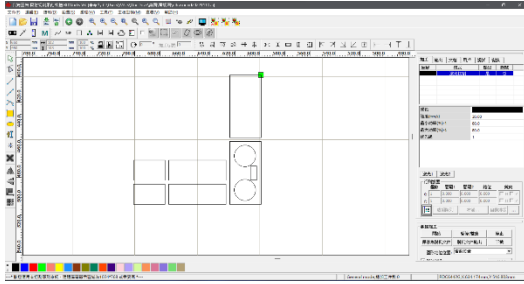


圖 3 RDWorks 軟體



圖 4 雷射雕刻成品

三、電路板雕刻

我們利用高三上學期「專題實作」課程中所學到的 Altium Designer 電路設計軟體(如圖 5 所示)，來繪製電路圖及設計 PCB 電路板，利用課堂中學到電路板雕刻機的操作使用，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，成品如圖 6 所示。

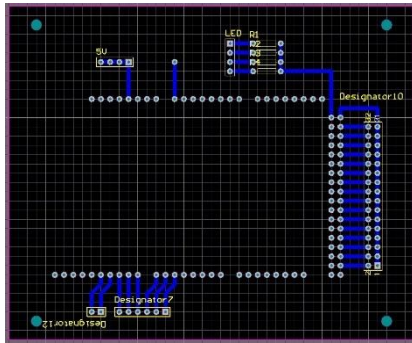


圖 5 Altium Designer 繪製電路圖

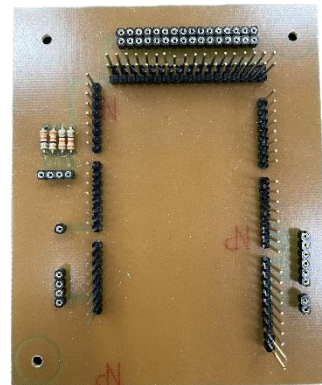


圖 6 PCB 電路板成品

四、硬體電路設計

我們應用高二「智慧居家監控實習」課程所學到的繼電器模組(如圖 7 所示)來控制發熱絲動作，超音波感測器來感測垃圾高度進行壓縮偵測判斷，L293D 控制直流減速馬達帶動皮帶使壓縮桿可以上下移動，L298N 控制電動推桿使垃圾袋推至發熱絲進行加熱，電路成品(如圖 8 所示)。



圖 7 智慧居家監控實習的開發板

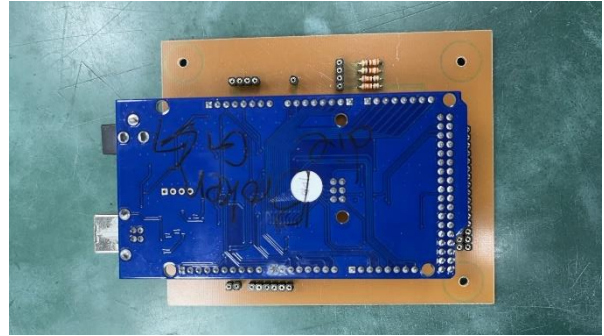


圖 8 硬體電路成品

五、軟體程式撰寫

我們應用高二「智慧居家監控實習」所學到的 Arduino IDE 開發環境(如圖 9 所示)，來開發控制程式；使用 Mega2560 來進行整合控制；應用在高二「可程式控制實習」所學到的步進點知識，來設計打包壓縮的每一步流程；應用在高二「智慧居家監控實習」所學到的 C 語言程式知識，來編寫及整合控制程式。

```
topic | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
專案 編輯 庫管理 工具 說明
topic
pinMode(Ena, OUTPUT); //定義減速馬達驅動輸出
pinMode(In3, OUTPUT); //定義減速馬達輸出
pinMode(In4, OUTPUT);
pinMode(Enb, OUTPUT); //定義減速馬達驅動輸出
pinMode(MC, INPUT_PULLUP); //定義電動閘輸入，放開是1按下是0，取反向
pinMode(FB, INPUT_PULLUP); //定義按鈕輸入，放開是1按下是0，取反向
pinMode(MC_Top, INPUT_PULLUP); //定義減速馬達閘輸入，放開是1按下是0，取反向
pinMode(MC_Bottom, INPUT_PULLUP); //定義壓縮桿底部電動閘輸入，放開是1按下是0，取反向
pinMode(ST, INPUT_PULLUP); //定義停止按鈕輸入，放開是1按下是0
pinMode(FB2, INPUT_PULLUP);
pinMode(MS, INPUT_PULLUP);
pinMode(trigPin, OUTPUT); // 定義超音波輸出
pinMode(echoPin, INPUT); // 定義超音波輸入
pinMode(RE, OUTPUT);
pinMode(I3, OUTPUT);
pinMode(G1, OUTPUT);
pinMode(Y1, OUTPUT);
pinMode(RL, OUTPUT);
pinMode(BL, OUTPUT);
mback();
mback2();
}

void loop() {
digitalWrite(Ena, HIGH); //L298n啟動
digitalWrite(Enb, HIGH); //L298n啟動
int on = digitalRead(FB); //檢測按鈕狀態
int mc = digitalRead(MC); //檢測電動閘狀態
int top = digitalRead(MC_Top); //檢測減速馬達閘狀態
int bottom = digitalRead(MC_Bottom); //檢測壓縮桿底部電動閘狀態
int st = digitalRead(ST); //檢測停止狀態
```

圖 9 Arduino IDE 程式開發

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在八月決定專題題目後，便接著開始分工進行資料蒐集，同時展開元件及材料採購，接著進行壓縮結構的設計及製作，同時展開 Mega2560 的程式設計撰寫，接著進行打包設計及製作，同時開始進行電路板設計，接著進行成品整合，之後進行成品測試與除錯，最後完成專題成品。專題的研究時間分配及研究步驟分別如下表 1 及圖 10：

表 1 研究時間分配

	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. 壓縮製作				■	■		
4. 程式撰寫				■	■	■	
5. 打包製作					■	■	
6. 電路製作					■	■	
7. 成品整合						■	■
8. 成品測試						■	■

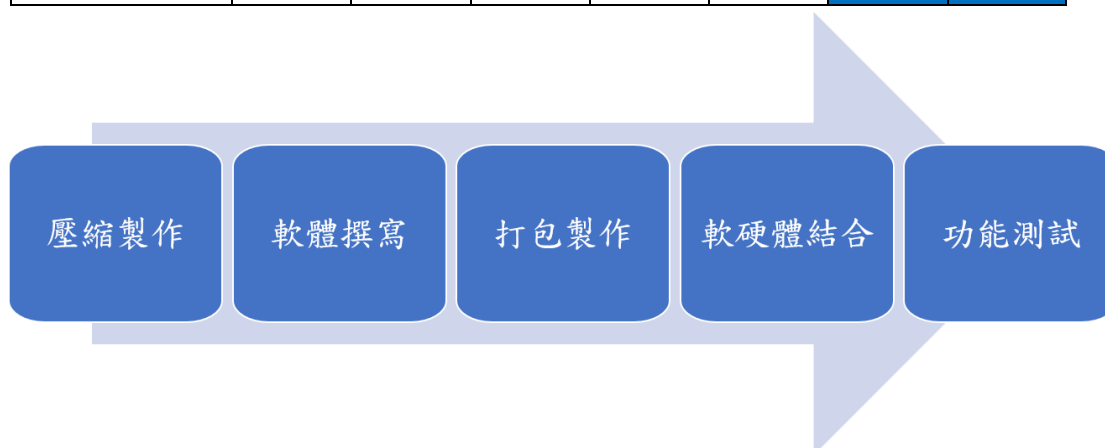


圖 10 研究步驟

(二)、動作流程

1、初始復歸模式

在插上電源線並按下電源開關後，電源指示燈亮表示已通電，壓縮桿及電動推桿便會開始進行復歸，確保程式開始時，兩者位置都在原點，動作流程圖如圖 11 所示。

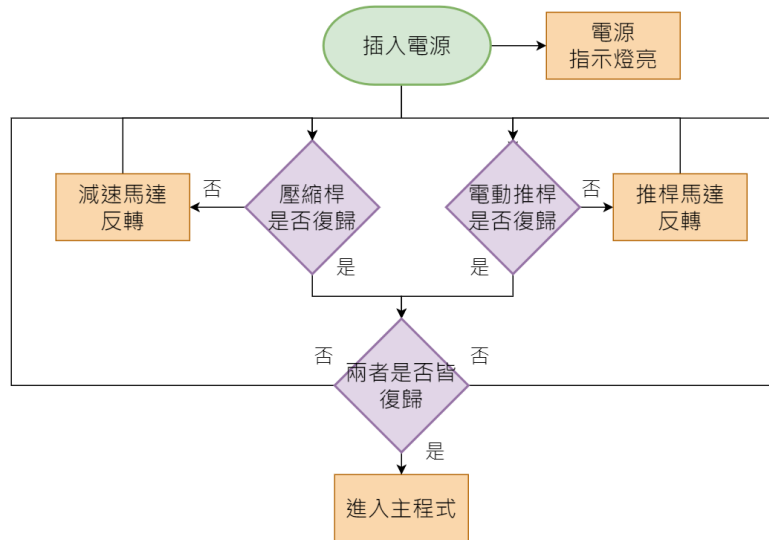


圖 11 初始復歸流程圖

2、壓縮流程，如圖 12 所示

- (1)、按下壓縮按鈕或超音波偵測垃圾高度小於 10 公分。
- (2)、壓縮燈一直進行閃爍直到壓縮動作結束。
- (3)、減速馬達正轉螺桿向下移動。
- (4)、螺桿碰觸到底部微動開關後停止 5 秒後馬達反轉。
- (5)、螺桿碰觸到頂部微動開關後停止動作。
- (6)、壓縮燈熄滅。

3、打包流程，如圖 13 所示

- (1)、按下打包按鈕。
- (2)、螺桿下降至一定高度後電動推桿動作。
- (3)、電動推桿碰到微動開關後停止動作。
- (4)、繼電器導通 1 秒使發熱絲通電加熱。
- (5)、垃圾袋封口完成繼電器關閉。
- (6)、電動推桿收回到一定長度後由內建微動開關自斷電。

4、緊急停止流程圖，如圖 14 所示

- (1)、開蓋或停止按鈕按下。
- (2)、所有動作均停止。
- (3)、當蓋子蓋下或停止按鈕再次按下。
- (4)、壓縮桿及電動推桿便會開始進行復歸。

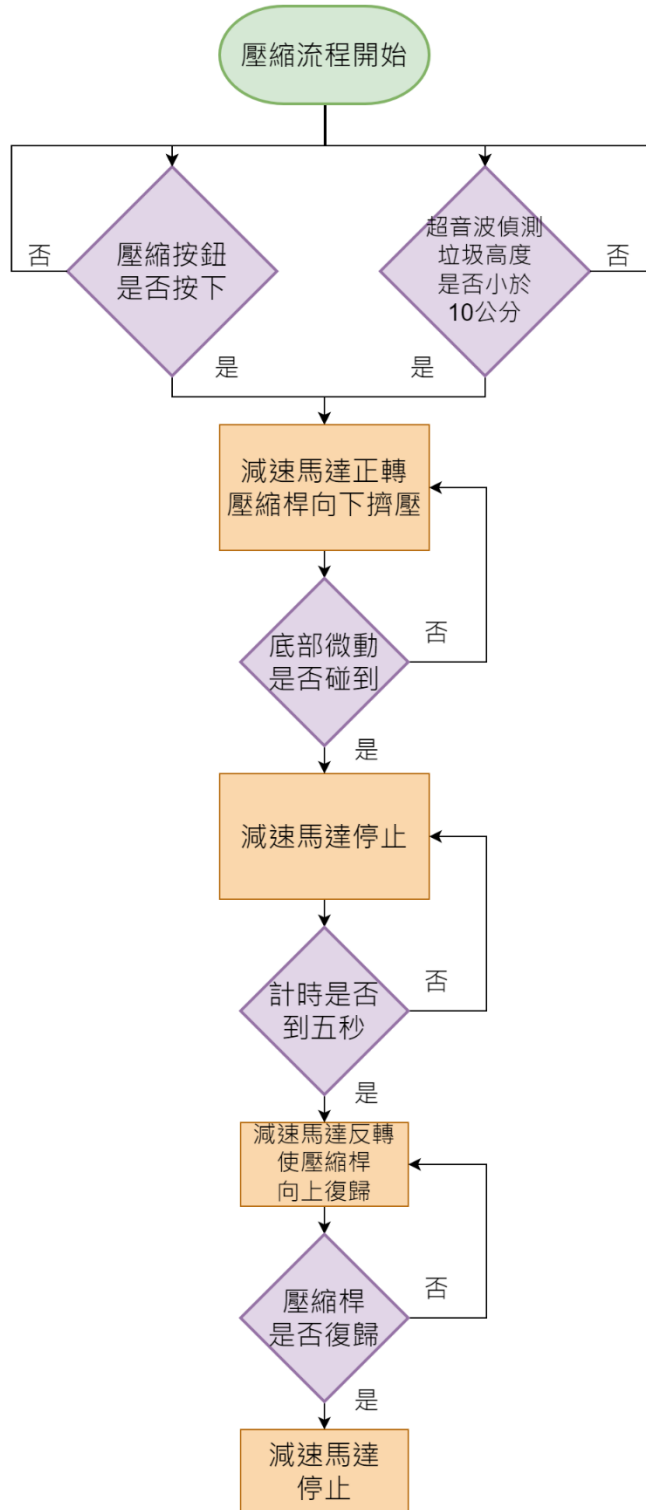


圖 12 壓縮流程圖

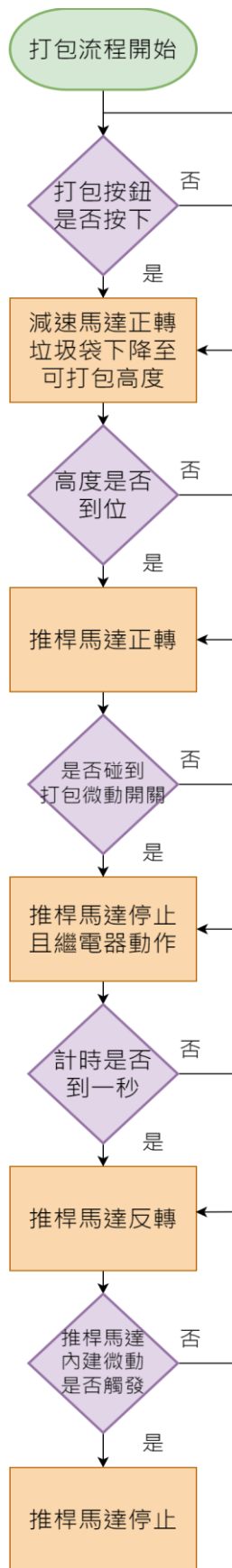


圖 13 打包流程圖

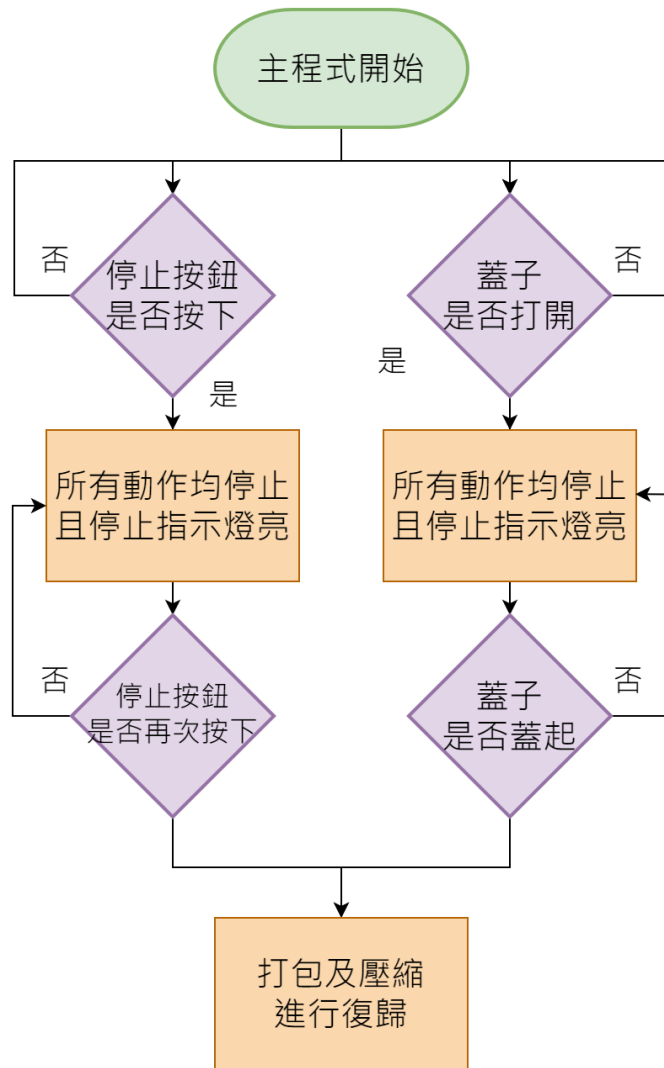


圖 14 緊急停止流程圖

二、使用材料

(一)、元件介紹

1、Arduino Mega 2560

我們使用 Arduino 作為整個專題控制中樞，提供大量數位及類比的輸入輸出，非常適合我們專題的應用，且在程式撰寫方面容易入門，元件如圖 15 所示，其規格如表 2 所示。

表 2 Arduino Mega 2560 規格

產品尺寸	101x53 mm
主控芯片	ATmega2560
工作電壓	DC 5 V
外接電源輸入	DC7V~12 V
數位 I/O 接腳	54
類比輸入接腳	16

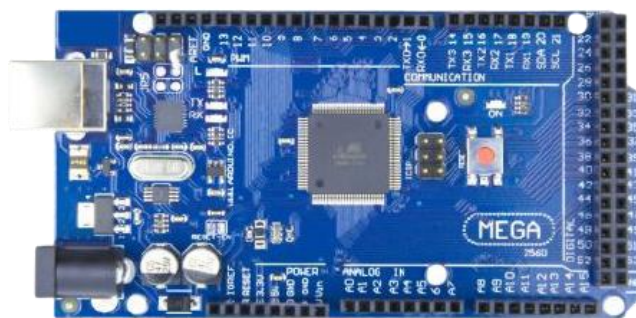


圖 15 Arduino Mega 2560

2、直流馬達正反轉控制 IC (L293D)

為了控制直流減速馬達的正反轉，我們選擇使用 L293D IC，之所以選擇 IC 而不是模組，是為了節省更多空間及充分發揮電路板的空間元件，元件如圖 16 所示，其規格如表 3 所示。

表 3 L293D 規格

產品尺寸	12x10x35 mm
工作電壓	DC 4.5~36 V
額定電流	0.2 A
重量	0.27 g



圖 16 L293D

3、超音波感測器

超音波模組會送出 8 個 40kHz 的方波，如果前方有障礙物，信號就會返回，模組收到信號後，再利用返回的時間，去計算該障礙的距離，類似於聲納的原理，元件如圖 17 所示，其規格如表 4 所示。

表 4 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	±3mm



圖 17 超音波感測器

4、直流減速馬達

直流減速馬達的原理是通過在 DC 直流馬達的基礎上加裝齒輪箱，藉由齒比的調配使馬達擁有低轉速及高扭力的特性，元件如圖 18 所示，其規格如表 5 所示。

表 5 直流減速馬達規格

無載轉速	25rpm
工作電壓	DC 12V
額定電流	40mA



圖 18 直流減速馬達

5、霍爾電流感測器

霍爾電流感測器是靠著電生磁的原理，透過磁場來偵測電流是多少我們利用這個方式來偵測過載的電流，進而達到保護馬達的作用，元件如圖 19 所示，其規格如表 6 所示。

表 6 霍爾電流感測器規格

型號	ACS712
工作電壓	DC 5V
最大偵測電流	5A



圖 19 霍爾電流感測器

6、直流電動推桿

電動直流推桿又稱作電動線性傳動器、電動線性推桿，是將電動馬達的旋轉運作轉換為物理機械性直線移動的電動驅動裝置，使應用物件可以達到線性移動的功能，我們用來當作帶動垃圾袋制發熱絲端的機構，元件如圖 20 所示，其規格如表 7 所示。

表 7 直流電動推桿規格

工作電壓	DC 12V
負載電流	2A
最大推拉力	80kg
空載運行速度	12mm/sec
行程	300mm



圖 20 直流電動推桿

7、直流馬達正反轉控制模組(L298N)

為了控制直流電動推桿的正反轉，我們選擇使用 L298N 模組，是為了能通過更大的負載電流使推桿馬達動作，元件如圖 21 所示，其規格如表 8 所示。

表 8 L298N 規格

型號	L298N
工作電壓	DC 12V
工作電流	2A
邏輯電壓	5V
邏輯電流	0mA~36mA

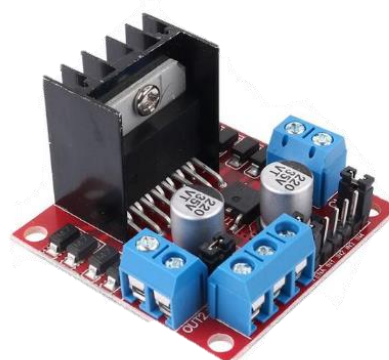


圖 21 L298N

8、繼電器模組

我們使用繼電器模組，作為控制發熱絲的控制開關，已達到利用小電流來控制大電流的作用，且利用程式控制發熱絲的加熱時間，元件如圖 22 所示，其規格如表 9 所示。

表 9 繼電器模組規格

最大開關電壓	AC 250V/DC 30V
額定通過電流	30A
控制接口	1 個
工作電壓	DC 5V



圖 22 繼電器模組

9、微動開關

我們使用微動開關用於偵測頂蓋是否閉合，壓縮桿是否到位，以及推桿是否到位，元件如圖 23 所示。



圖 23 微動開關

10、電源供應器

電源供應器提供兩組正負 12V 的直流電源，其中一組供給電路板、Arduino 開發板，另外一組則是提供給 L298N 及 L293D 當作電源來推動我們的 12V 直流減速馬達以及電動推桿。電源供應器最大可輸出 120 瓦特，元件如圖 24 所示，其規格如表 10 所示。

表 10 電源供應器

產品尺寸	200 x 97 x 42mm	
重量	459g	
工作電壓 及 頻率範圍	AC 100 ~ 120V 60Hz 與 AC 200 ~ 265V 50Hz	
輸出通道	CH1	CH2
輸出電壓	DC 12 V	DC 12 V
額定電流	10A	10A



圖 24 電源供應器

11、T8 梯形螺桿及螺母轉換座

我們使用導程為 400mm 當作我們垃圾桶可壓縮的長度，且用螺母轉換座當作我們裝壓縮桿的裝置，元件如圖 25 及圖 26 所示。

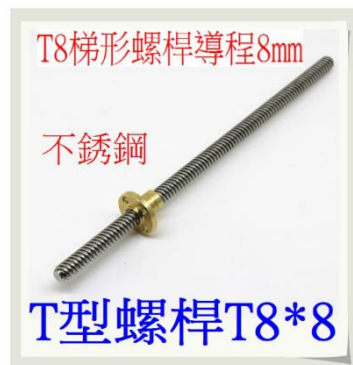


圖 25 T 型螺桿

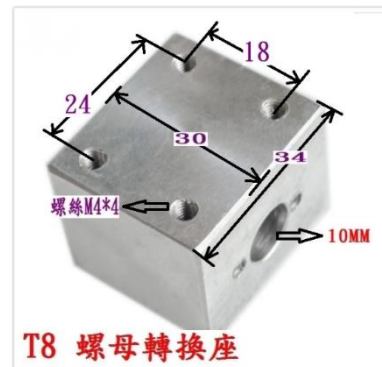


圖 26 螺母轉換座

12、立式及臥式滾珠軸承座

我們採用內孔為 8mm 來配合螺桿的尺寸，臥式用來鎖在底部木板上，而立式則用來鎖在兩側木板上，元件如圖 27 所示



圖 27 滾珠軸承座

13、同步輪及皮帶

我們使用兩個內孔為 8mm 的同步輪用來帶動螺桿，一個內孔為 6mm 來給直流減速馬達使用，而帶寬皆用 6mm 來配合我們皮帶的寬度，元件如圖 28 即圖 29 所示。



圖 28 同步輪



圖 28 皮帶

三、使用軟體與服務

(一)、Arduino IDE

Arduino IDE(如圖 30 所示)是一個免費的整合式開發環境，內建許多模組化的函式庫可供使用，可縮短開發時程，因此我們選用 Arduino IDE 來進行 Arduino Mega 2560 無線模組的開發。



圖 29 Arduino IDE 軟體介面

(二)、SolidWorks

SolidWorks(如圖 31 所示)是一款全面的 3D 設計解決方案，使用者可以更加高效地工作，以便在整個產品開發過程中制定更好的設計方案。SolidWorks 匯集了眾多優點，透過在裝配與繪圖功能、內建模擬、設計成本計算、佈線、影像與動畫創作以及產品資料管理等方面進行各種改進，提高創新和設計團隊的工作效率。

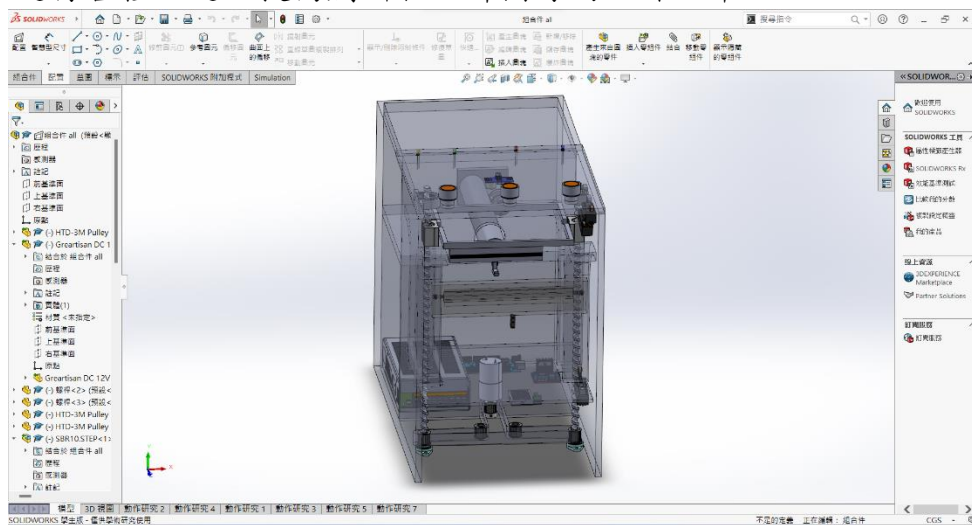


圖 30 SolidWorks 軟體介面

(三)、Cura

Cura (如圖 32 及圖 33 所示)是 Ultimaker 公司設計的 3D 列印軟體，以"高度整合性"以及"容易使用"為設計目標。它包含了所有 3D 列印需要的功能，有模型切片以及印表機控制兩大部分。目前 Cura 可以免費下載使用，而且也可以控制 RepRap 系列的 3D 印表機。



圖 32 Cura logo

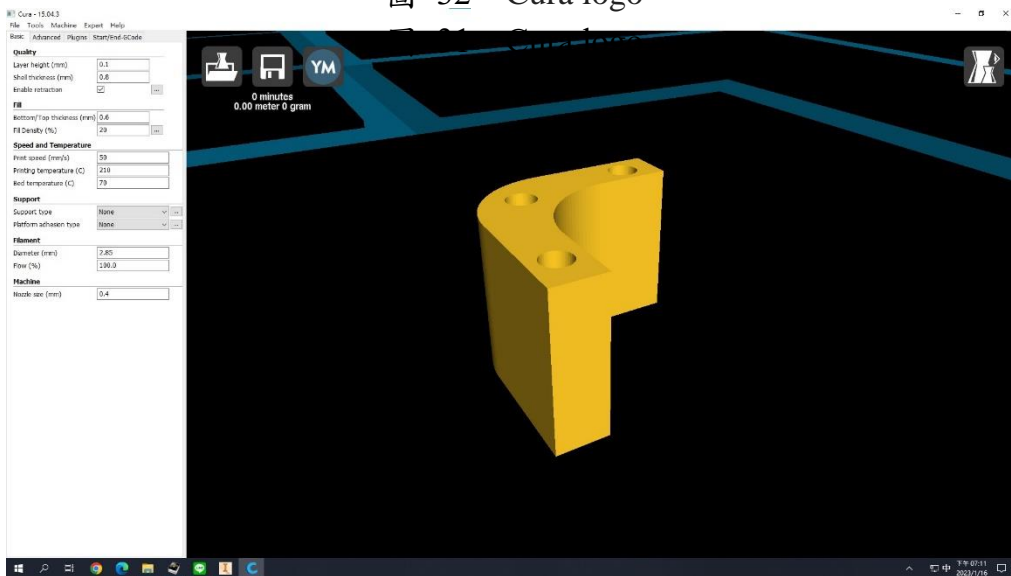


圖 32 Cura 軟體介面

(四)、Altium Designer

Altium Designer(如圖 34 及圖 35 所示)這套軟體通過把原理圖設計、電路仿真、PCB 繪製編輯、拓撲邏輯自動布線、信號完整性分析和設計輸出等技術的完美融合，為設計者提供了全新的設計解決方案，使設計者可以輕鬆進行設計。



圖 34 Altium Designer logo

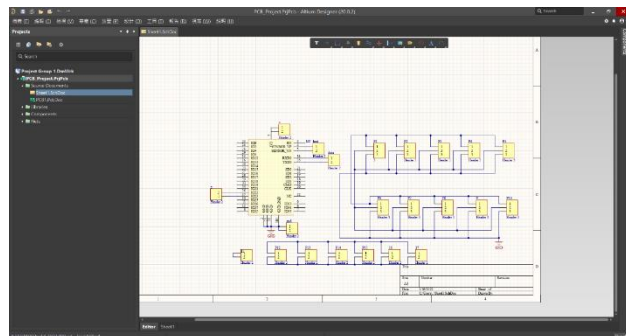


圖 35 Altium Designer 軟體介面

(五)、RDWorks

RDWorks (如圖 36 所示) 是一款來自國外功能強大的雷射切割軟體，軟體的操作介面是中文的使用介面，包括了各種文檔的查看，使用者連結、輸出的設置、加工的設置等，可定義軟體語言及使用類型，可以對螢幕的解析度進行快速的設置，軟體還可以根據自己的需求進行各種顏色的調整及手繪圖案，直觀的使用者介面可以讓您輕鬆的完成對軟體的上手。

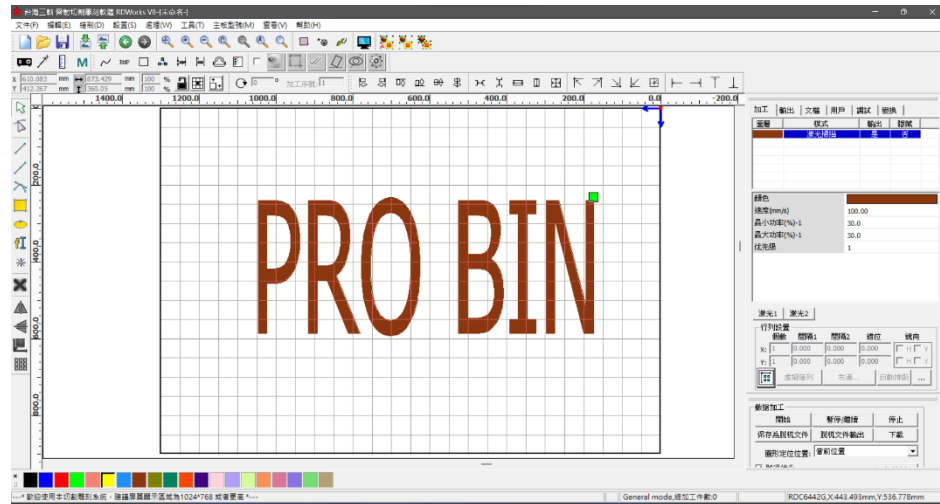


圖 36 RDWorks 軟體介面

(六)、Makercase

Makercase(如圖 37 所示)是一款只需輸入數值就可以產出盒子設計圖的網站，我們利用 Makercase 將我們外殼的盒子設計圖匯出之後，我們再利用 RDWorks 做出雷射機要的檔案並用雷射機做出我們要的外殼。

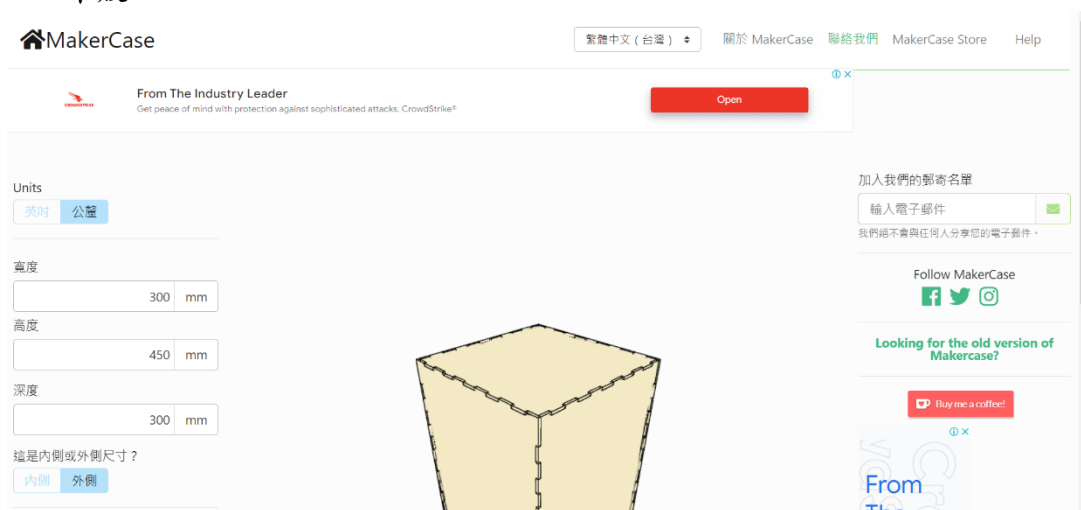


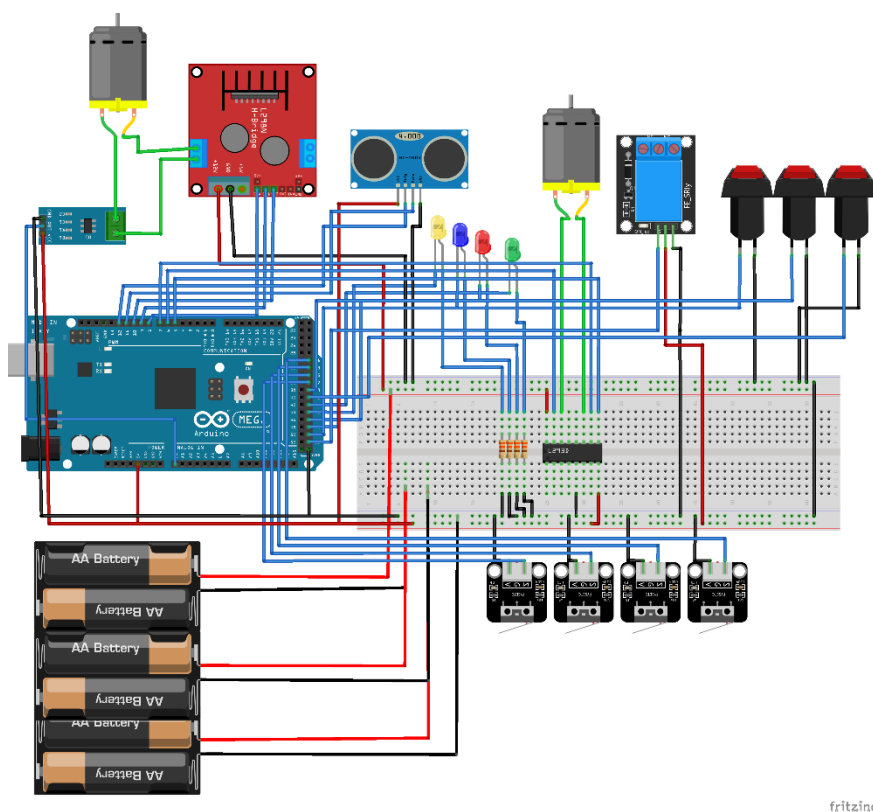
圖 37 Makercase 網站介面

(七)、Fritzing

我們使用 Fritzing(如圖 38 所示)繪製線路圖讓我們可以更清楚知道接線方式，不須看如實體那麼複雜的電路，就可以更容易知道我們怎麼接線，在實際接線完成後也能對照線路圖(如圖 39 所示)再次確認接線是否正確。



圖 38 Fritzing logo



fritzing

圖 39 Fritzing 接線圖

二、使用設備

本專題使用了 3D 列印機、雷射雕刻機及電路板雕刻機等三款設備進行加工，設備的功能說明及外觀如下：

(一)、3D 列印機

3D 列印機(如圖 40 所示)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。

(二)、雷射雕刻機

雷射雕刻機(如圖 41 所示)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。

(三)、電路板雕刻機

電路板是用 Altium Designer 繪製電路圖及設計 PCB 佈線後，再利用電路板雕刻機(如圖 42 所示)把覆銅板不用的地方用各種不同尺寸的刀頭刮除，最後完成一塊兼具美觀和體積優勢的電路板，因為是用固定在 PCB 上的銅板來當成線路，因此穩定度遠勝於用杜邦線插麵包版。

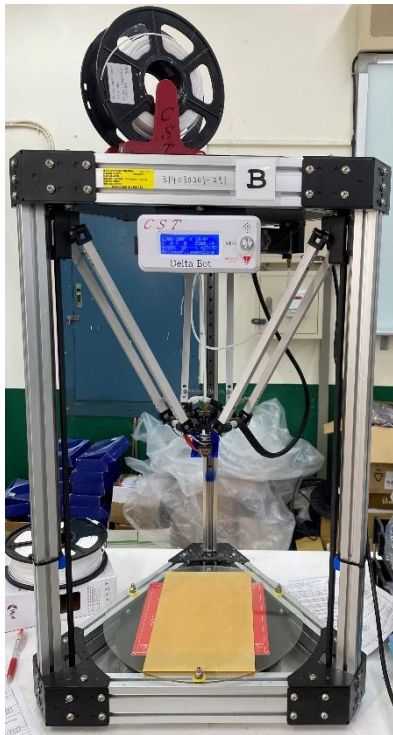


圖 40 3D 列印機



圖 41 雷射雕刻機

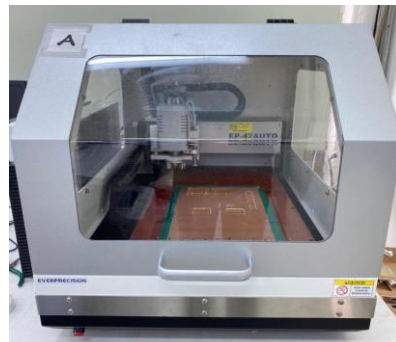


圖 42 電路板雕刻機

伍、研究結果

一、主體結構

整體結構由雷射切割 5mm 木板組成，外殼分別為兩個各使用五片互有相應卡榫的木板組成的箱體，並將其結合為一，並由結合面區隔出前後兩個空間，並以雷射切割機在前後箱體結合處切出合適的洞，使電動推桿能從其中往另一箱體延伸。Pro Bin 主要分為前後兩大部分，左方為執行壓縮、打包、停止及放置垃圾的區域，右方則是放置電路以及電動推桿區域，如圖 43 所示。



圖 43 專題成品

(一)、前箱機構

1、壓縮結構

整體壓縮結構主要由最下方的直流減速馬達搭配同步輪拉動皮帶及螺桿並帶動最上方的口型壓縮桿以進行壓縮，為使其壓縮桿下降時的軌跡正確且能完全閉合，我們使用 3D 列印機印出軌道並搭配木塊固定於兩側(如圖 45 所示)，以達到固定其軌跡的作用。另外我們也在上下方的螺母轉換座旁各放置一個微動開關(如圖 46 及 47 所示)以偵測壓縮是否到位，結構如圖 44 所示。

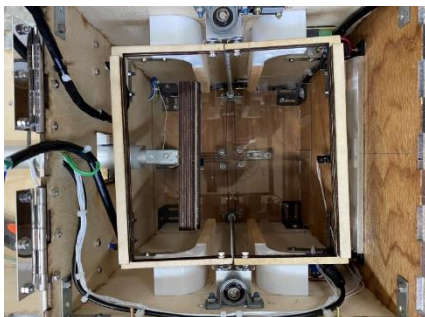


圖 44 壓縮結構俯視圖



圖 45 壓縮軌道



圖 46 螺桿頂部微動開關



圖 47 螺桿底部微動開關

2、打包結構

我們將電動推桿放置於後側箱體，並在前方箱體的最前方放置電熱絲，當電動推桿(如圖 48 所示)推到位並觸發至電熱絲下方的微動開關(如圖 50 所示)，繼電器便會動作並使電熱絲加熱來達到打包垃圾的動作，結構如圖 49 所示。



圖 48 電動推桿



圖 49 打包結構俯視圖



圖 50 電熱絲下方微動開關

(二)、後箱機構

使用四個內角鐵固定住木板,以此來區分上、下層。

1、上層區域

電動推桿放置於此處,並在前後兩個箱體的接合處使用雷射切割機切出一個 5cm*5cm 的正方形使電動推桿能推至前方進行打包動作,如圖 51 所示。



圖 51 上層區域示意圖

2、下層區域

擺放電源擺放電源供應器、Arduino Mega 2560、電路板、L298N、L293D 和霍爾電流感測器的區域,並將其整合,如圖 52 所示。



圖 52 下層區域示意圖

二、成果展示

Pro Bin 自動壓縮打包垃圾桶是將自動壓縮及打包兩項功能結合為一的垃圾桶，使用者只要將電源線接上電源，在操作區(如圖 53 所示)會看到電源指示燈亮起，此時最上方的超音波感測器便會開始執行間斷偵測，時間約為 15 秒，倘若垃圾量高於距離頂蓋 10cm 處，Pro Bin 便會開始進行自動壓縮，此時壓縮指示燈亮起，倘若垃圾量沒有高於 10cm 也可按下頂蓋的壓縮鈕進行手動壓縮，此時壓縮指示燈也會亮起。若想執行打包，按下頂蓋上的打包鈕，Pro Bin 便會執行打包動作，打包燈也隨之亮起，此時壓縮桿將會帶動整體垃圾，使其下降到一定高度後再進行打包動作，打包完成後垃圾袋便會封口，此時只需等待整體復歸後，便能將垃圾取出。執行上述任一動作時，倘若按下緊急停止鈕以或將頂蓋掀起微動開關(如圖 55 所示)偵測到開蓋，此時所有動作將停止，以確保使用者的安全。

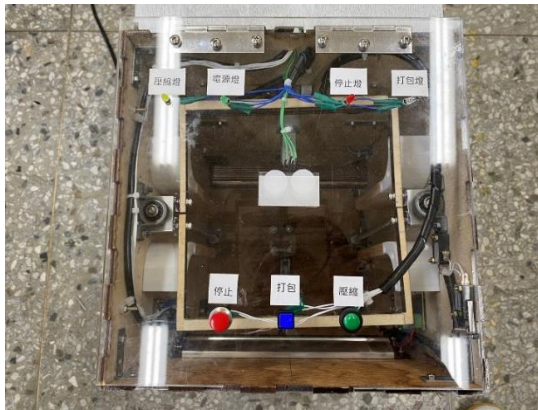


圖 53 操作區示意圖



圖 54 垃圾袋示意圖



圖 55 頂蓋微動開關示意圖

陸、討論

一、底部同步輪的固定

一開始製作時，為了要固定底部同步輪，我們只使用螺絲搭配墊片將其鎖緊，但隨著測試次數增加，螺絲已不再能夠支撐皮帶強大的拉力，以至於同步輪不再被固定，於是我們使用壓克力板將中間四個同步輪固定住(如圖 46 所示)，如此一來，同步輪就能更穩固並且不會隨著測試次數的增加而失其穩固性。



圖 56 同步輪

二、打包的方式

我們曾想過使用現在市面上就能取得的環保無針釘書機進行打包，但進行測試後發現無針釘書機並沒有辦法使得現在的專用垃圾袋封口，所以我們採用了瞬熱式封口機。瞬熱式封口機的原理是使用可變電阻控制電熱絲的預熱時間，以達到預想封口的程度，而我們則將其拆解成橡膠條及電熱絲兩個部分，並加裝繼電器(如圖 47 所示)以控制電熱絲的加熱時間，以此確保垃圾袋不被熔斷，其中橡膠條將其綁於電動推桿上，當電動推桿推出並觸發電熱絲下方的微動開關時繼電器便會動作並進行加熱，如此一來便能有效的達到打包的目的。



圖 57 繼電器位置示意圖

柒、結論

此專題的研發目的是讓市區各個角落或家中的垃圾桶的使用者或清潔人員不會再被要一直壓垃圾來騰出垃圾桶的空間及打包時會弄髒雙手等問題所困擾，並且實現輕鬆的一鍵壓縮及打包，甚至透過超音波的運用來讓使用者清楚的了解到垃圾的高度，讓使用者決定是否要進行壓縮或打包作業。

Pro Bin 自動壓縮打包垃圾桶，在經歷我們的不斷修改與調整之後，最終以現在這樣的形式呈現了出來，然而目前需要改善的問題大致有兩點。首先是材質問題，以目前的材質來說，若在此垃圾桶當中放入了潮濕、容易發霉、尖銳或材質較堅硬的垃圾，很有可能導致木頭部分的損毀，使得垃圾桶無法正常運行；再來是空間性問題，就現在的打包空間來說，我們的垃圾筒只能打包到大約六成的空間，超過的話就有可能導致打包過程出現異常，最嚴重的情況，垃圾會和垃圾袋一同被封口機加熱，使未知的危險情況發生。另外，現在整體垃圾桶的空間中，有一半只是為了放推桿而已，然而這樣的空間都足以讓我們做出第二個壓縮機構，造成了大約四分之一的空間浪費。針對以上兩點，我們希望未來能改善壓縮桿的材質及外殼材質，來實現防潮和能壓縮較硬材質之垃圾的問題，並調整推桿的位置及改善打包的機構，來讓我們的垃圾桶空間能夠效益最大化。

最後我們也希望此專題可以再更加人性化，能進行全自動壓縮及打包並在完成流程後透過網路發送訊息給各個獨立裝置，讓使用者或清潔人員能清楚現在垃圾桶的狀況，提高更多的效率。

捌、參考資料及其他

一、書籍資料

1. 趙英傑(2020)。超圖解 Arduino 互動設計入門第四版。旗標出版社。
2. 周忠信、吳奕宏、謝翰誼(2018)。Arduino 初學完全指南。碁峯資訊出版社。
3. 張志良(2017)。PCB Layout 印刷電路板設計(基礎篇)。全華科技圖書有限公司。

二、網路資料

1. 減塑好幫手! 特製【垃圾桶】竟能降低3倍垃圾使用率。2021年12月11日。取自
<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2350772>
2. 使用 L293D 驅動馬達。2021年12月12日。取自
<https://atceiling.blogspot.com/2014/02/raspberry-pi-l293d.html?>
3. 軸承座的圖示。2021年9月30日。取自
<https://shopee.tw/T%E9%9B%BB%E5%AD%90-%E7%AB%8B%E5%BC%8F-%E8%87%A5%E5%BC%8F-%E6%BB%BE%E7%8F%A0%E8%BB%B8%E6%89%BF%E5%BA%A7-%E7%AB%8B%E5%BC%8F-%E5%85%A7%E5%BE%918-10mm-KP08-KP000-KFL000-KF08-i.26670212.2353859450>
4. 螺母轉換座的圖示。2021年9月30日。取自
<https://shopee.tw/T%E9%9B%BB%E5%AD%90%E7%8F%BE%E8%B2%A8-%E5%8F%B0%E7%81%A3%E5%87%BA%E8%B2%A8-T8%E8%9E%BA%E6%AF%8D%E8%BD%89%E6%8F%9B%E5%BA%A7T8%E6%B6%88%E9%96%93%E9%9A%99%E5%B0%88%E7%94%A8%E8%9E%BA%E6%AF%8D%E8%BD%89%E6%8F%9B%E5%BA%A7-i.26670212.1303092904>
5. 螺桿的圖示。2021年9月30日。取自
[https://shopee.tw/T%E9%9B%BB%E5%AD%90-%E7%8F%BE%E8%B2%A8-%E4%BB%BB%E6%84%8F%E9%95%B7%E5%BA%A6-T8*8-\(%CE%A68mm%E5%B0%8E%E7%A8%8B8mm\)%E4%B8%8D%E9%8A%B9%E9%8B%BC%E8%9E%BA%E6%A1%BF%E5%B0%8E%E8%BB%8C-%E7%9B%B4%E7%B7%9A-%E5%8D%B0%E8%A1%A8%E6%A9%9F-%E5%89%B5%E5%AE%A2-i.26670212.1417442925](https://shopee.tw/T%E9%9B%BB%E5%AD%90-%E7%8F%BE%E8%B2%A8-%E4%BB%BB%E6%84%8F%E9%95%B7%E5%BA%A6-T8*8-(%CE%A68mm%E5%B0%8E%E7%A8%8B8mm)%E4%B8%8D%E9%8A%B9%E9%8B%BC%E8%9E%BA%E6%A1%BF%E5%B0%8E%E8%BB%8C-%E7%9B%B4%E7%B7%9A-%E5%8D%B0%E8%A1%A8%E6%A9%9F-%E5%89%B5%E5%AE%A2-i.26670212.1417442925)