

中華民國第三十九屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)

組 別：國中組

作品名稱：自動晾衣機

關 鍵 詞：衣架、Arduino

編 號：

## 摘要

晾衣服會占用到許多時間，而市面上卻僅有晾衣架，卻沒有自動、定時收衣，且在下雨時能收衣之晾衣機，因此引發我們的研究動機。利用 fusion360 軟體，設計出按壓即能撐開衣架臂的衣架，再使用 3D 列印機列印衣架，以供自動晾衣機使用。再使用木材製作自動晾衣機之軌道，使衣架前後移動。在程式的部分，使用 arduino 控制馬達運轉帶動衣架，衣架碰到限位開關則停止移動，再利用感測器偵測下雨時收衣，並使用 APP INVENTOR 2 編寫手機端之程式，讓手機端可設定收衣時間。此機器可自動將原本在衣架上的衣服收至收衣籃中，使用者便可不用手動收衣。此自動晾衣機可代替現有之晾衣架，減少家庭的辛勞。

## 壹、研究動機

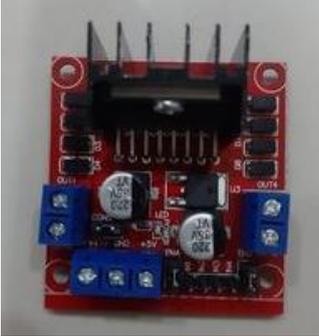
現在的生活有很大部分的人都要求便利，花最少的時間在家事上，而現今很多物品皆有自動化的功能，唯獨晾衣架在市面上沒有推出自動收衣的功能，因此我們嘗試做出一台能夠大大減少晾衣時間的自動晾衣機。為了方便使用者使用，我們決定讓手機利用藍牙與Arduino 連接，設計出可以利用手機控制而且方便於操作，並設定收衣時間，也能定時自動收衣的裝置。

## 貳、研究目的

- 一、製作可供自動晾衣機使用的衣架模型
- 二、製作自動晾衣機的本體
- 三、編寫自動晾衣機的程式

## 參、研究設備及器材

### 一、器材

<p>Arduino Uno</p> 	<p>HC-06(藍芽)</p> 	<p>DS3231 時鐘模組</p> 
<p>限位開關</p> 	<p>水位感測器</p> 	<p>5V 馬達</p> 
<p>按鍵開關</p> 	<p>L298N 馬達控制板</p> 	<p>舵機</p> 
<p>雷射發射器</p> 	<p>光敏電阻</p> 	<p>讀卡機</p> 

3D 列印機	縫衣線	矽膠
		
齒輪(20 齒)	齒輪(100 齒)	齒條
		
十字軸	傳輸線	電鑽
		
杜邦線(母-母)	杜邦線(公-母)	銼刀
		

## 二、程式

Arduino IDE	APP INVENTOR 2	Fusion 360	Cura
			

## 肆、研究過程或方法

### 一、設計可供自動晾衣機使用的衣架模型(使用 Fusion360 構圖)

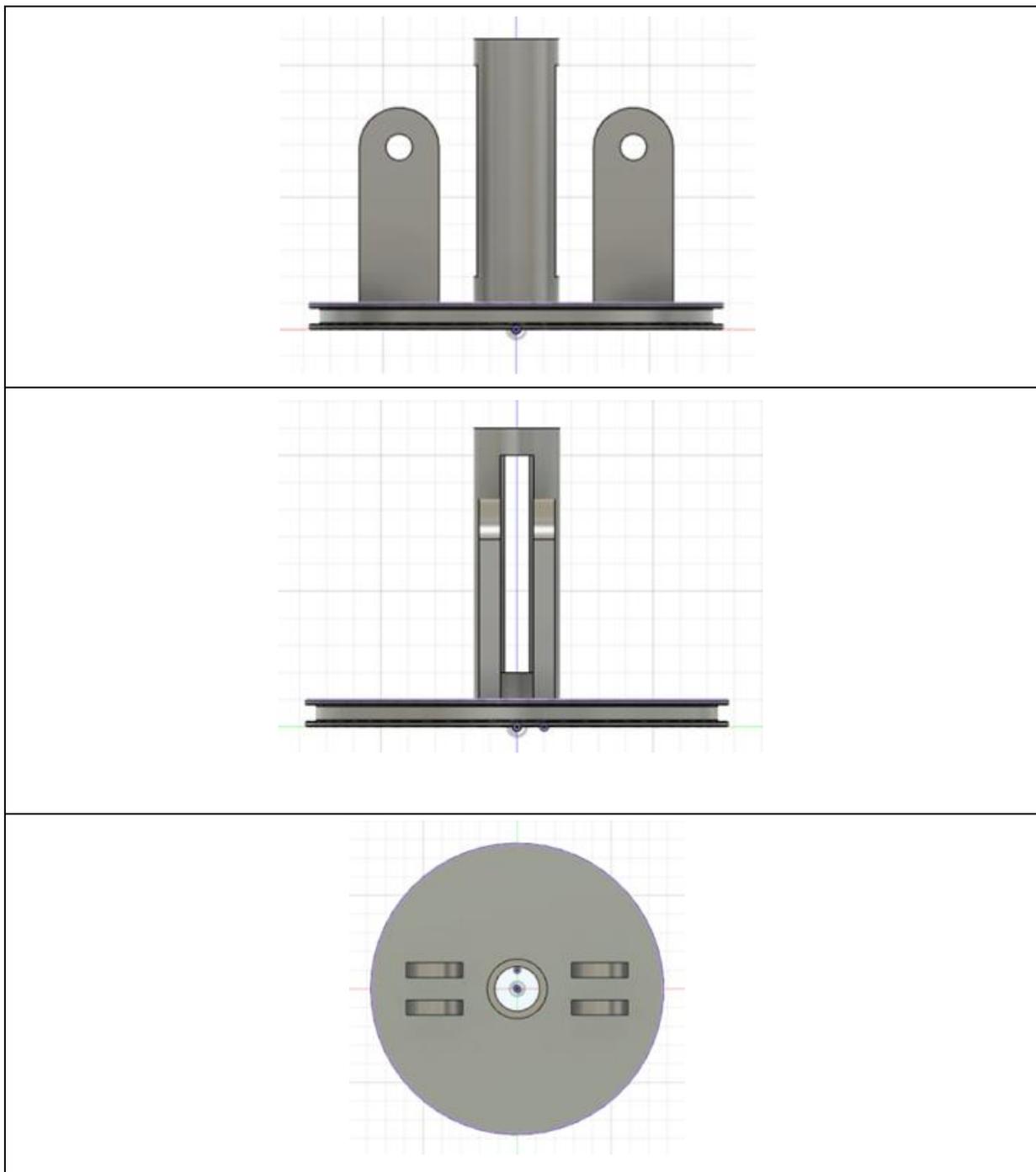
根據紅酒開瓶器的原理(如圖一)，壓下中間的軸便能帶動兩旁的把手張合，所以依據上述方法，並使用 fusion360 軟體，設計出零件的 3D 圖，並導出成 stl.檔案，再以 Cura(3D 打印機的開源切片應用程序)將 stl.檔轉成 gcode.檔，3D 列印出了下列四個零件:晾衣器本體、齒軸、衣架臂、固定釘。組合在一起便能組合為自動晾衣機使用的衣架。



圖一

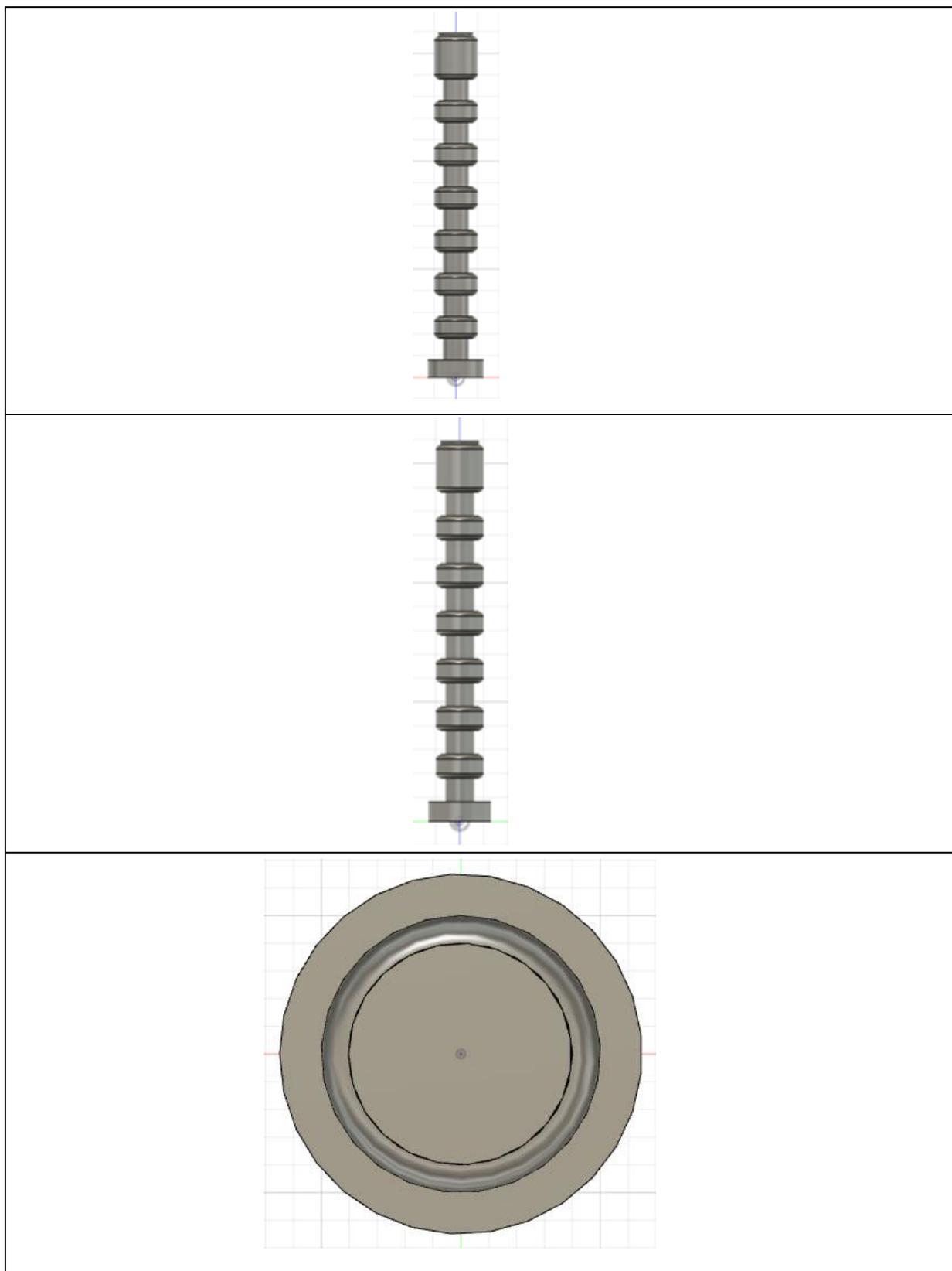
## (一)晾衣器本體

1. 功能:負責帶動齒軸、衣架臂、固定釘移動，中間中空的位置是放置齒軸，兩側旁的空隙是用來放置衣架臂，圓孔則是放置固定釘。而為了要使衣架移動，採用了在晾衣器本體上兩側距圓周 1.2 公分處使用電鑽鑽出一個 0.5 公分的洞，再以縫衣線將三組衣架皆綁在一起，便只要使第一個晾衣器本體移動，便可帶動其餘兩個衣架移動。
2. 三視圖



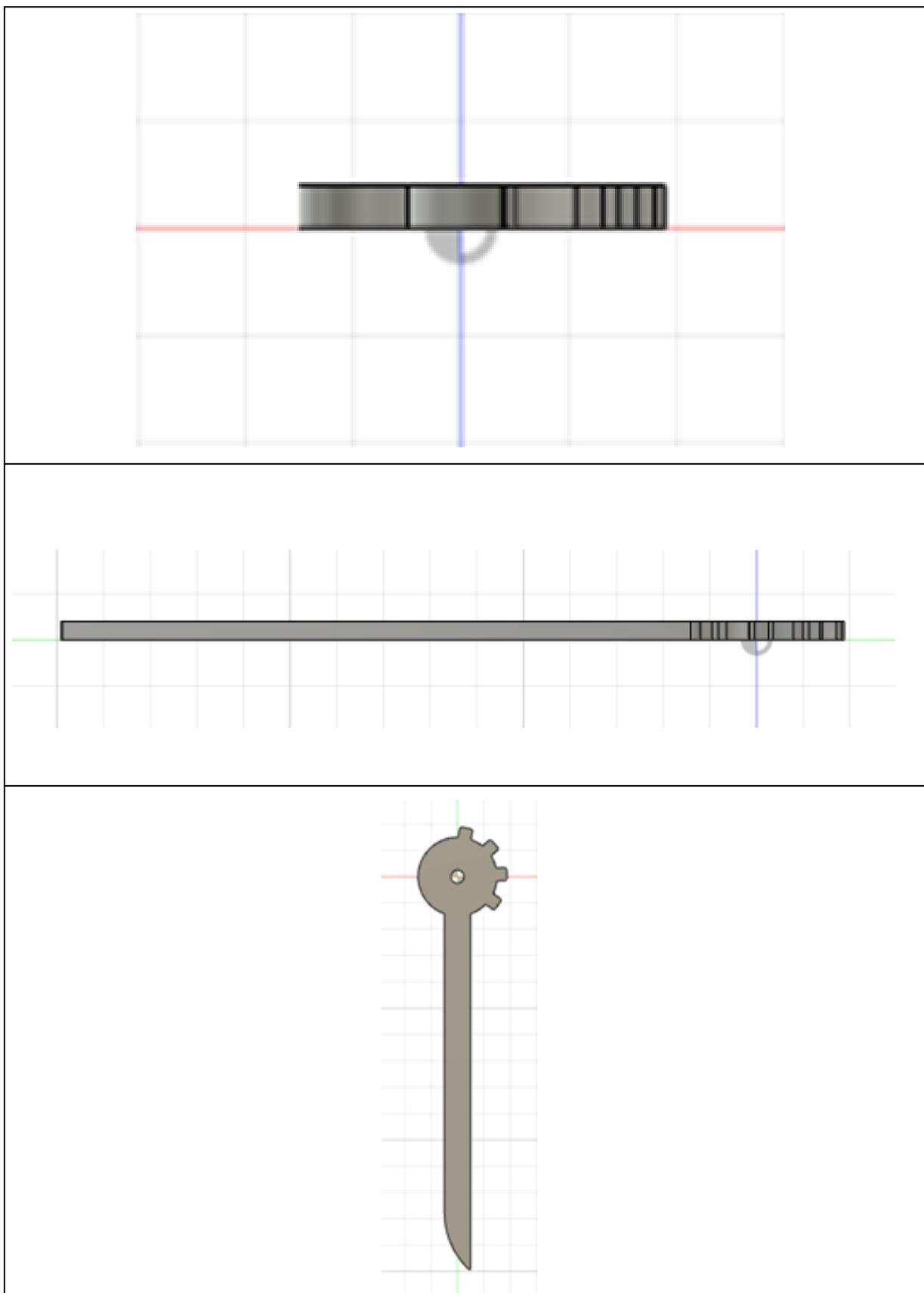
## (二)齒軸

1. 功能:按下時能使兩側的衣架臂撐開
2. 三視圖



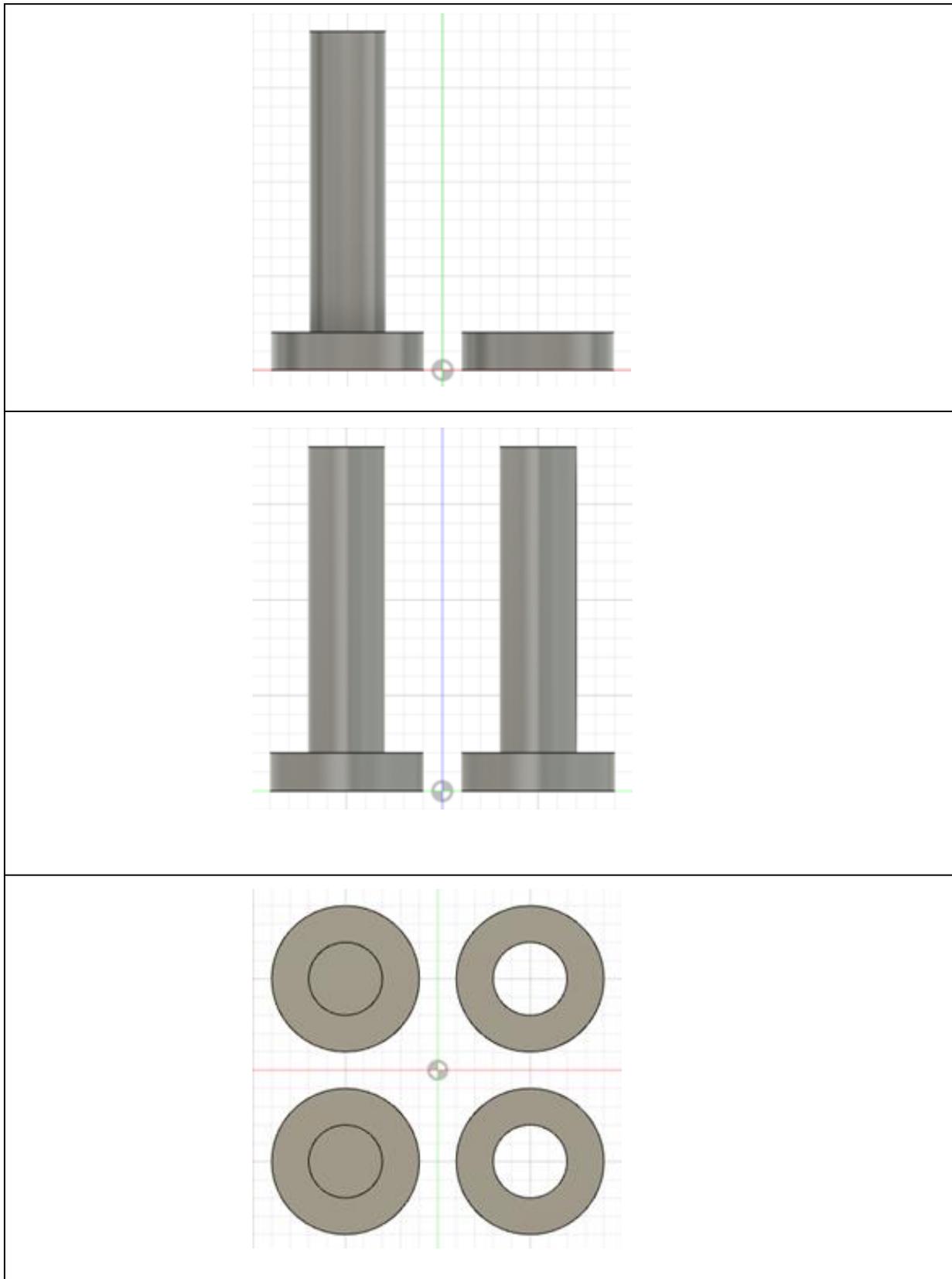
### (三)衣架臂

1. 功能: 組裝在晾衣器本體兩側的空隙中, 隨著齒軸的上升下降會張開收合
2. 三視圖



(四)連接晾衣器本體及衣架臂之固定釘及固定圈

1. 功能: 固定釘放置於晾衣器本體兩側的孔，以連接晾衣器本體和衣架臂
2. 三視圖



## 二、晾衣架模型(皆使用 Fusion360 構圖)

### (一) 支撐架

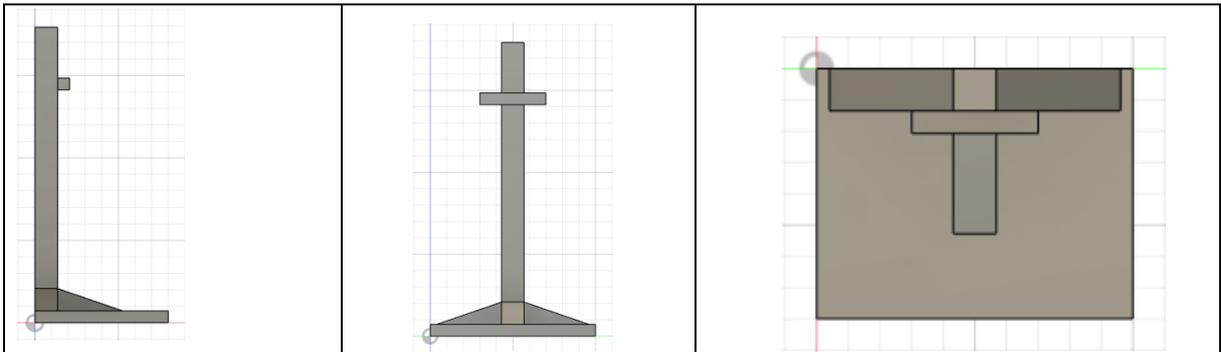
#### 1. 器材使用

- (1) 木柱兩根(43 公分\*3.4 公分\* 3.4 公分)
- (2) 木板兩片(25 公分\*20 公分\*1.8 公分)
- (3) 三角木塊六塊(9.8 公分\*3.4 公分\*3.4 公分)
- (4) 連接木塊二塊(1.8 公分\*1.8 公分\*10 公分)
- (5) 螺絲十二支

#### 2. 組裝

將一根木柱使用白膠固定在木板的長邊(25 公分)，兩旁在餘留 10.8 公分，再用三個三角木塊在木柱的三邊用螺絲加強木柱與木板的連接。連接木塊則是利用釘子固定在距離木條上緣 7.7 公分處以連接軌道，重複兩次即可完成兩旁的支撐架。

#### 3. 三視圖



### (二) 軌道

#### 1. 器材使用

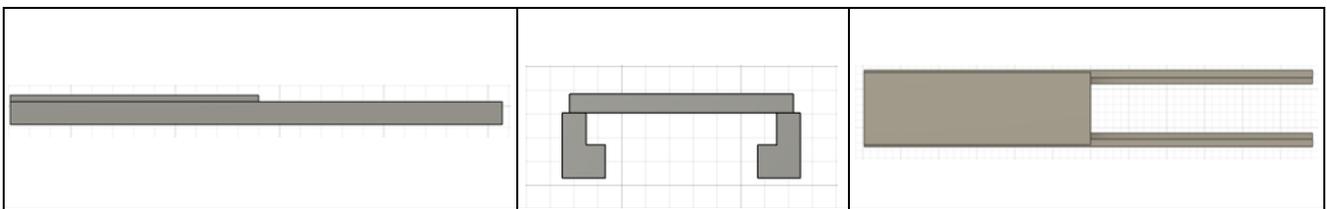
- (1) 軌道木條兩條(1.8 公分\*2.75 公分\*59 公分)
- (2) 木條一條(1.8 公分\*2.75 公分\*29.5 公分)，此木條為防止衣架脫離軌道之裝置，將此木條稱為防翹器
- (3) 木板一片(0.8 公分\*9.4 公分\*29.8 公分)，此木板使衣架持續張開，才不會突然收合，讓衣物掉落，將此木板稱為防收器
- (4) 限位開關三個

軌道木條	防翹器木條

## 2. 組裝

將軌道木條相隔 6.4 公分，再利用白膠將防收器木板固定在木條的邊緣，軌道木條會餘留 27.5 公分，再用釘子加強連接木條及木板。防翹器則使用釘子固定在餘留的 27.5 公分(固定在一邊即可)。限位開關則是使用釘子固定於防收器木條距離寬邊 5 公分處，以及馬達控制處邊緣)兩處

## 3. 三視圖



## (三) 馬達控制區

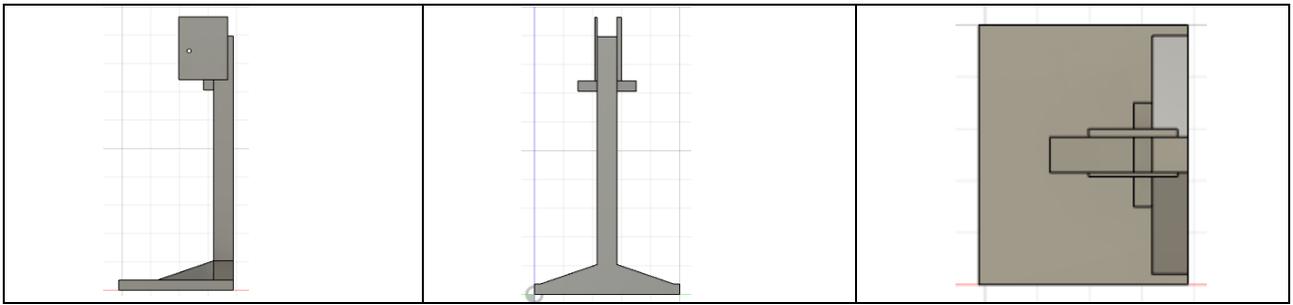
### 1. 器材使用

- (1) (0.8 公分\*8.5 公分\*11.1 公分)的厚木板一片
- (2) (0.4 公分\*8.5 公分\*11.1 公分)的薄木板一片
- (3) 齒輪組(十字軸、齒輪(100 齒)、齒輪(20 齒))
- (4) 縫衣線
- (5) 馬達

### 2. 組裝

將兩片木板在距離長邊 1.8 公分，寬邊 6 公分的位置上，使用電鑽鑽出 0.7 公分的洞(放置十字軸)，薄木板則須在距離長邊 3 公分，短邊 2 公分處，再多鑽一個 0.5 公分的孔，以放置馬達。並且使用釘子固定兩片木板在支撐架的上方 7.4 公分處，離支撐架的高邊餘留 1 公分的位置處。

### 3. 三視圖



#### (四) 撐開衣架區

##### 1. 器材使用

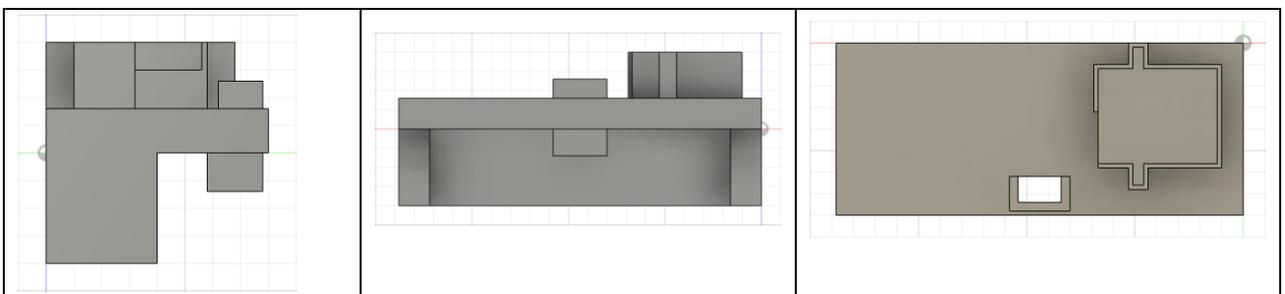
- (1) 下壓器
- (2) 舵機
- (3) 齒條
- (4) 齒輪(20 齒)
- (5) 連接舵機與齒輪之卡榫

##### 2. 組裝

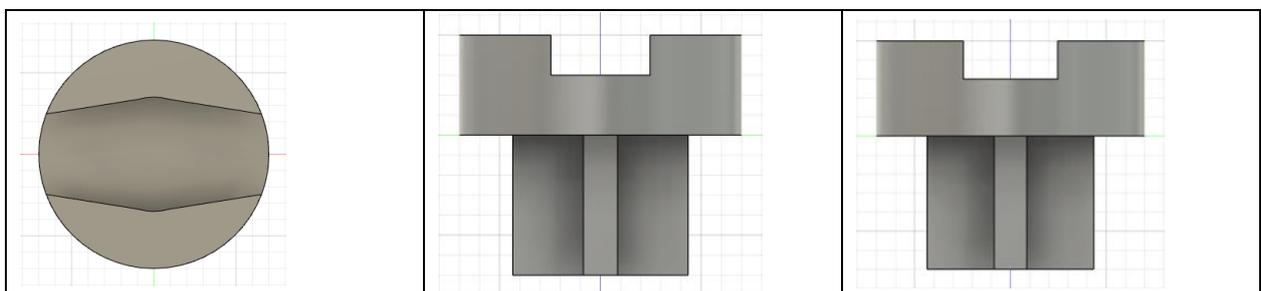
利用 Fusion360 設計出可放置舵機，並固定齒條位置的裝置，以及可連接舵機與齒輪之卡榫，再以 3D 列印機列印出下壓器以及此卡榫，再利用白膠將此裝置固定在軌道的防收器上。

##### 3. 三視圖

###### (1) 下壓器

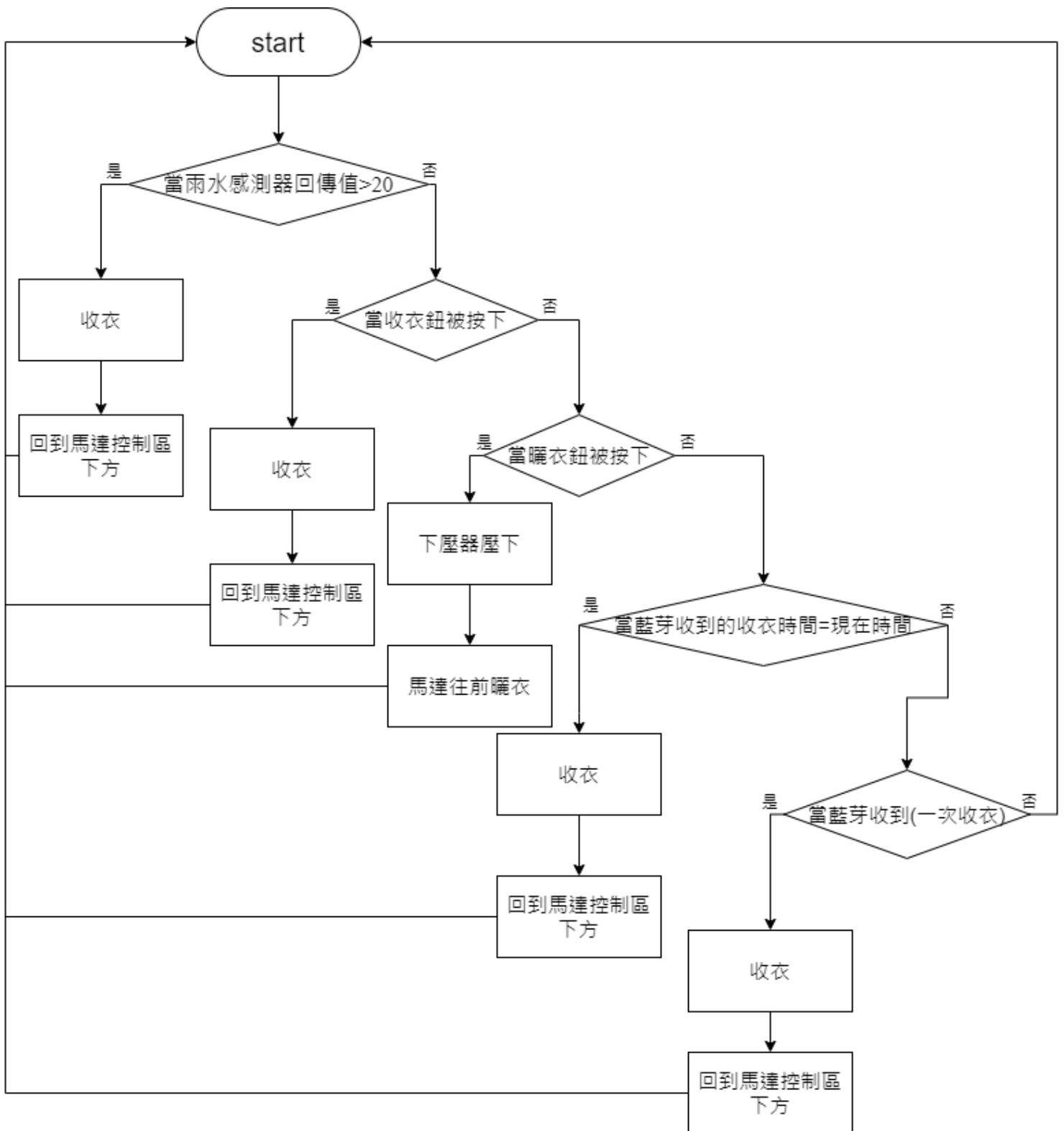


###### (2) 連接舵機與齒輪之卡榫



### 三、程式

(一)晾衣流程圖



## 伍、研究結果

### 一、設計可供自動晾衣機使用的衣架模型

#### (一) 晾衣器本體(如圖二)

負責帶動齒軸、衣架臂、固定釘移動，中間中空的位置是放置齒軸，兩側旁的空隙是用來放置衣架臂，圓孔則是放置固定釘。而為了要使衣架移動，採用了在晾衣器本體上兩側距圓周 1.2 公分處使用電鑽鑽出一個 0.5 公分的洞，再以縫衣線將三組衣架皆綁在一起，便只要使第一個晾衣器本體移動，便可帶動其餘兩個衣架移動。

#### (二) 齒軸(如圖三)

按下時能使兩側的衣架臂撐開

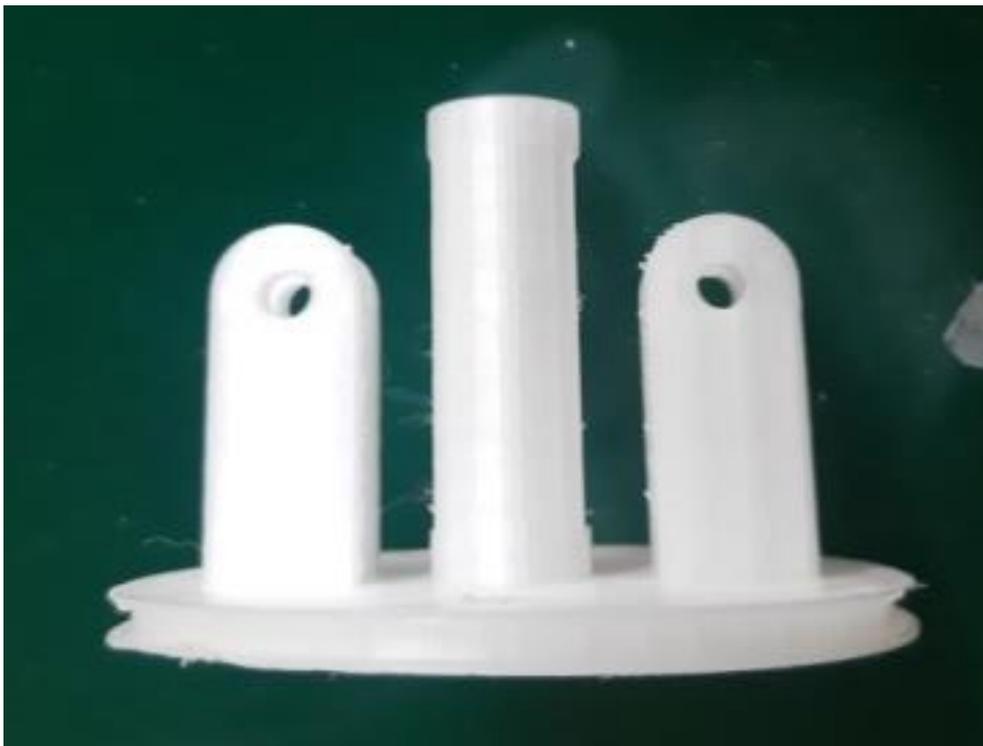
#### (三) 衣架臂(如圖四)

組裝在晾衣器本體兩側的空隙中，隨著齒軸的上升下降會張開收合

#### (四) 固定釘及固定圈(如圖五)

固定釘放置於晾衣器本體兩側的孔，以連接晾衣器本體和衣架臂。

#### (五) 組合後成品(如圖六)



圖二



圖三



圖四



圖五



圖六

## 二、製作自動晾衣機的軌道模型

### (一)支撐架(如圖七)

支撐軌道、馬達控制區以及撐開衣架區

### (二)軌道(如圖八)

運輸衣架至晾衣區

### (三)馬達控制區(如圖九)

放置馬達，帶動齒輪組，使衣架能前後移動。

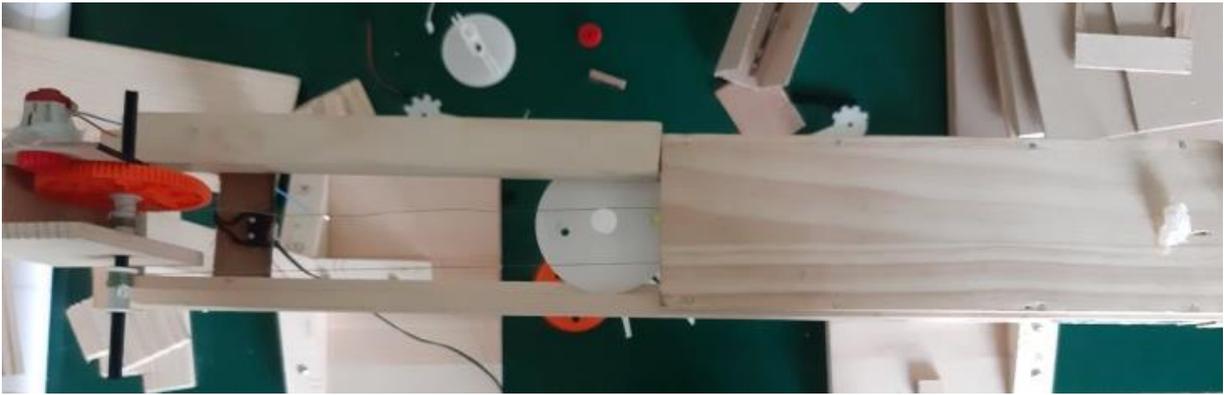
### (四)撐開衣架區

原本齒條無壓下，因此衣架為收合狀態(如圖十)，而舵機帶動齒輪再帶動齒條，即壓下齒軸，使兩側的衣架臂撐開(如圖十一)。在下壓器下方有使用雷射發射器，以及光敏電阻，當衣架經過雷射發射器所發射的雷射處時，光敏電阻則收不到雷射光，因此所感測之數值較感測到雷射光之數值低，衣架便會停止移動。

### (五)組合後成品(如圖十二)



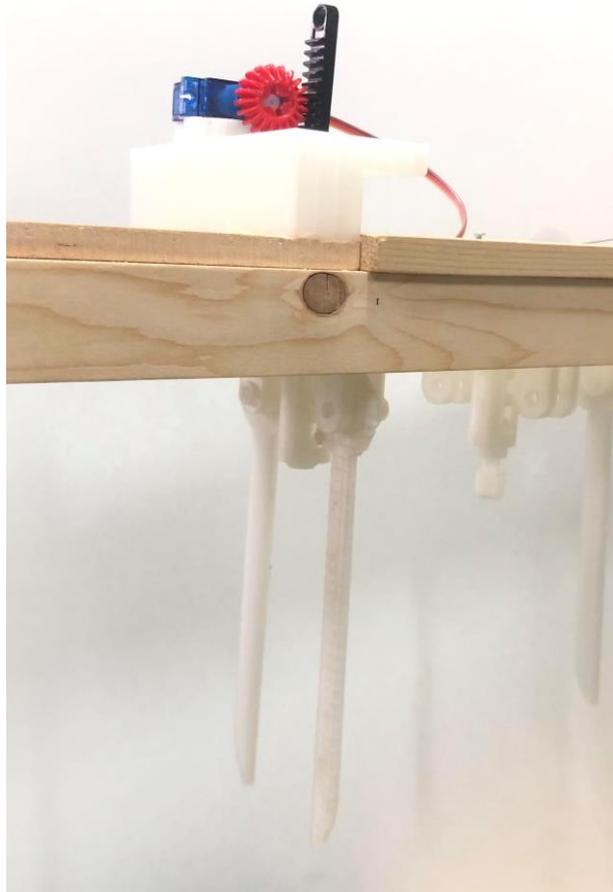
圖七



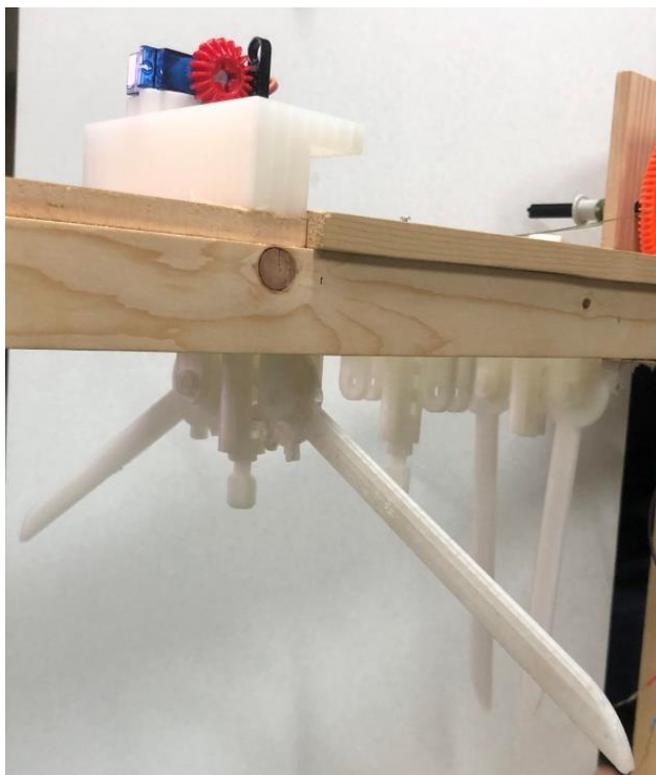
圖八



圖九



圖十



圖十一



圖十二

### 三、設計自動晾衣機的程式



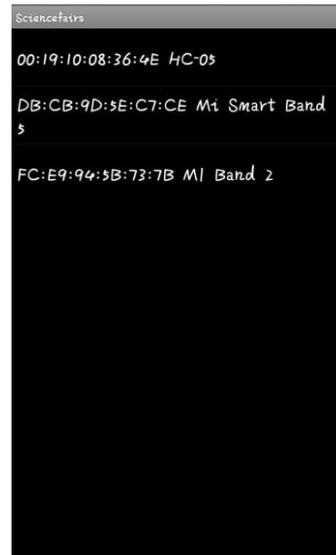
<http://ai2.appinventor.mit.edu/b/p7a>

APP INVENTOR 二維條碼 PNG 檔

#### 四、手機螢幕截圖



點擊連接藍芽裝置



進入選擇藍牙模組介面，點擊配對藍芽裝置，以連接藍牙



進入主控介面，斷開連結鈕為與藍芽模組斷開連結



可在文字輸入盒內輸入收衣時間，並上傳，以調整收衣時間；一次收衣則直接使用自動晾衣機收衣

## 陸、討論

一、在製作自動曬衣服機的過程中遭遇了許多困難，以下為克服方法:

因方便於展示，所以製作符合科展規格之晾衣架，以便在會場操作。

製作軌道的木材太容易損壞，則採用實木的角材及木板，且釘釘子時要輕輕慢慢地釘，防止木頭裂開；或以 3D 列印以代替木材。而為了要使衣架本體能在軌道上移動，因此參考窗簾的運作方式，將衣架本體在兩側使用電鑽鑽洞，再用毛線將三個衣架本體串聯起來，使得衣架可以一起移動。由於馬達轉速過快，因而導致衣架本體容易衝出軌道，因此在馬達控制區上加裝減速齒輪組，並使用 L298N 馬達控制板控制馬達的速度，防止移動速度過快而導致脫軌，或使光敏電阻偵測不到衣架移動。

由於衣架主體要能在軌道上移動，並要使衣架自動開合，因此將衣架修改為圓盤狀，使其在軌道移動時可移動的更順暢。而在參考文獻中自動晾衣機之衣架皆為現成之衣架，而此自動晾衣機之衣架於紅酒開瓶器上獲得靈感，在衣架本體上放入齒軸，當馬達齒軸下壓時，可帶動有齒輪的衣架臂開合。而此機構可當衣架脫離晾衣區時，衣架會因為齒軸沒有壓下，衣架臂因而呈現收合狀態，原本在衣架上的衣服則會掉落至收衣籃中，自動收衣，使用者便可不用手動收衣，增加便利性。

## 柒、結論

經過數次的改良，我們製作出的自動晾衣機有以下功能:

- 一、衣架可以順暢的在軌道上移動。
- 二、使用者可以透過程式控制前進、後退。
- 三、可透過程式控制衣架的停止或移動。
- 四、可透過程式控制馬達將有齒軸壓下使得衣架自動開合。
- 五、可透過程式自動調整收衣服的時間，不須手動收衣服。
- 六、此自動晾衣機可自動將衣服收至收衣籃內。
- 七、此自動晾衣機可替代現在許多家庭的曬衣架，減少家庭的辛勞。

## 捌、文獻探討

一、109 年度校內專題展優勝：智慧曬衣架 徐榮璟。(民 109 年 6 月 3 日)

取自 [https://www.youtube.com/watch?v=N0EqujMBk\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=N0EqujMBk_s)

二、台學生科展創意 晴雨自動曬收衣。(民 100 年 5 月 20 日)

取自 <https://anasa.vvs.tw/rewrite.php/read-476.html>

## 附錄

Arduino IDE 程式

```
#include <RtcDS3231.h>//導入函式庫

#include <Wire.h>           //導入函式庫

#include <Servo.h>         //導入函式庫

RtcDS3231<TwoWire> Rtc(Wire);//初始化 DS3231 時鐘模組

String f;           //設定變數 f

String a;           //設定變數 a

Servo servo_5; //設步進馬達為腳位 5

void setup(){           //初始化

    Serial.begin(9600); //波特率為 9600

    Rtc.Begin();        //時間模組開始運作

    Rtc.SetIsRunning(true);

    f = "";             //設變數 f 為字串

    a = "";             //設變數 a 為字串

    pinMode(12, OUTPUT);//設腳位 12 為輸出端

    pinMode(9, OUTPUT);//設腳位 9 為輸出端

    pinMode(10, OUTPUT);//設腳位 10 為輸出端

    pinMode(13, INPUT);//設腳位 13 為輸入端

    pinMode(3, INPUT);//設腳位 3 為輸入端

    pinMode(8, INPUT);//設腳位 8 為輸入端

    pinMode(2, INPUT);//設腳位 2 為輸入端

    servo_5.attach(5); //設步進馬達為腳位 5
```

```
}
```

```
void loop(){          //執行  
    digitalWrite(12,HIGH);    //紅外線開  
    if (analogRead(A3) > 20) { //判斷是否有下雨  
        do{                //執行  
            digitalWrite(9,HIGH); //馬達正轉  
            digitalWrite(10,LOW);  
            analogWrite(11,100);   //馬達速度 100  
        }while((digitalRead(13) == 0)); //直到碰到限位開關  
        do{//執行  
            digitalWrite(9,LOW); //馬達反轉  
            digitalWrite(10,HIGH);  
            analogWrite(11,100); //馬達速度 100  
        }while(!((analogRead(A4) < 900))); //直到回到下壓器下方  
        while (!(analogRead(A3) < 20)) { //執行直到雨停  
            digitalWrite(9,LOW); //馬達停止轉動  
            digitalWrite(10,LOW);  
            analogWrite(11,0); //馬達速度 0  
        }  
    }  
  
} else {    //如果沒有下雨  
    if (digitalRead(8) == 0) { //判斷是否按下一次收衣鈕  
        do{//執行  
            digitalWrite(9,HIGH); //馬達反轉  
            digitalWrite(10,LOW);  
            analogWrite(11,100); //馬達速度 100
```

```
}while((digitalRead(13) == 0)); //直到碰到限位開關
do{//執行
    digitalWrite(9,LOW); //馬達反轉
    digitalWrite(10,HIGH);
    analogWrite(11,100); //馬達速度 100
}while(!((analogRead(A4) < 900))); //直到回到下壓器下方
digitalWrite(9,LOW); //馬達停止轉動
digitalWrite(10,LOW);
analogWrite(11,0); //馬達速度 0

} else if (digitalRead(2) == 0) { //判斷是否按下按鈕
    servo_5.write(0); //步進馬達轉道角度 180
    delay(1000); //延遲 1 秒
    digitalWrite(9,LOW); //馬達反轉
    digitalWrite(10,HIGH);
    analogWrite(11,100); //馬達速度 100
    delay(200); //延遲 0.2 秒
    servo_5.write(100); //步進馬達轉到角度 100
    delay(1000); //延遲 1 秒
    do{ //執行
        digitalWrite(9,LOW); //馬達反轉
        digitalWrite(10,HIGH);
        analogWrite(11,100); //馬達速度 100
    }while(!((analogRead(A4) < 900))); //直到回到下壓器下方
    digitalWrite(9,LOW); //馬達停止轉動
    digitalWrite(10,LOW);
    analogWrite(11,0); //馬達速度 0
```

```

} else if (Serial.available() > 0) { //判斷藍牙是否有讀到東西
    f = Serial.readStringUntil(';'); //設變數 f 為藍芽讀取的數據
    a = String(Rtc.GetDateTime().Hour()) + String(Rtc.GetDateTime().Minute()); //設變數 a 為時間
(時分)
    if (f == a) { //如果變數 f 等於變數 a
        do { //執行
            digitalWrite(9, HIGH); //馬達正轉
            digitalWrite(10, LOW);
            analogWrite(11, 100); //馬達速度 100
        } while ((digitalRead(13) == 0)); //直到碰到限位開關
        do { //執行
            digitalWrite(9, LOW); //馬達反轉
            digitalWrite(10, HIGH);
            analogWrite(11, 100); //馬達速度 100
        } while (!(analogRead(A4) < 900)); //直到回到下壓器下方
        digitalWrite(9, LOW); //馬達停止轉動
        digitalWrite(10, LOW);
        analogWrite(11, 0); //馬達速度 0
    } else if (f == "a") { //如果變數 f 為 49
        do { //執行
            digitalWrite(9, HIGH); //馬達正轉
            digitalWrite(10, LOW);
            analogWrite(11, 100); //馬達速度 100
        } while ((digitalRead(13) == 0)); //直到碰到限位開關
        do { //執行
            digitalWrite(9, LOW); //馬達反轉

```

```
digitalWrite(10,HIGH);  
analogWrite(11,100);//馬達速度 100  
}while(!((analogRead(A4) < 900)));//直到回到下壓區下方  
digitalWrite(9,LOW);//馬達停止轉動  
digitalWrite(10,LOW);  
analogWrite(11,0);//馬達速度 0  
}  
}  
}  
}
```

## APP INVENTOR 2 程式

初始化全域變數 DHTlist 為  建立空清單

初始化全域變數 DHTdata 為  " "

初始化全域變數 time 為  " "

當 Screen1 初始化

執行

- 設 藍芽裝置 . 啟用 為 真
- 設 水平配置1 . 可見性 為 假
- 設 斷開連結 . 可見性 為 假
- 設 上傳 . 可見性 為 假
- 設 一次收衣 . 可見性 為 假
- 設 時 . 可見性 為 假
- 設 標籤 . 可見性 為 假
- 設 分 . 可見性 為 假

當 藍芽裝置 選擇完成

執行

- 如果  呼叫 藍芽客戶端1 . 連線 地址 藍芽裝置 . 選中項
- 則
- 設 藍芽裝置 . 啟用 為 假
- 設 水平配置1 . 可見性 為 真
- 設 斷開連結 . 可見性 為 真
- 設 上傳 . 可見性 為 真
- 設 一次收衣 . 可見性 為 真
- 設 時 . 可見性 為 真
- 設 標籤 . 可見性 為 真
- 設 分 . 可見性 為 真

當 藍芽裝置 準備選擇

執行 設 藍芽裝置 . 元素 為 藍芽客戶端1 . 地址及名稱

```
如果 藍牙客戶端1 . 連線狀態
則
  如果 呼叫 藍牙客戶端1 . 取得接收位元組數 > 0
  則
    設置 global DHTdata 為 呼叫 藍牙客戶端1 . 接收文字位元組數 ( 呼叫 藍牙客戶端1 . 取得接收位元組數 )
    設置 global DHTlist 為 取 global DHTdata
    設 現在狀況 . 文字 為 取 global DHTlist
    設置 global DHTdata 為 " "
    設置 global DHTlist 為 建立空清單
```

```
當 斷開連結 . 被點選
執行
  呼叫 藍牙客戶端1 . 斷開連線
  設 藍牙裝置 . 啟用 為 真
  設 水平配置1 . 可見性 為 假
  設 斷開連結 . 可見性 為 假
  設 上傳 . 可見性 為 假
  設 一次收衣 . 可見性 為 假
  設 標籤 . 可見性 為 假
  設 時 . 可見性 為 假
  設 分 . 可見性 為 假
```

```
當 一次收衣 . 被點選
執行
  呼叫 藍牙客戶端1 . 發送文字
  文字 " a "
```

```
當 上傳 . 被點選
執行
  設置 global time 為 合併文字 ( 時 . 文字 , 分 . 文字 )
  呼叫 藍牙客戶端1 . 發送文字
  文字 取 global time
```