

屏東縣第 61 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：生活與應用科學科(一)(機電與資訊)

組 別：國中組

作品名稱：**小空間翻被機**

關鍵詞：DHT11、ESP8266、Arduino

編號：B6007

## 摘要

台灣過敏人口眾多，而且 90% 以上患者是塵蟎過敏，其中居家寢室裡的棉被、被單、床單、床墊、枕頭、窗簾等，更是塵蟎喜歡生存的地方，研究發現：即便是整潔的家，平均每張被褥上至少藏有 1500 萬隻蟎蟲，為了除塵蟎，曬被子是免不了常做的家務，去年我們設計出一款自動翻被機來幫媽媽的忙，但此款翻被機需較大空間擺放，掛上棉被的方式也不盡理想，在台灣寸土寸金的都市裏並不適用，因此我們全新設計了一款適合小空間的翻被機，操作更簡便、安全，而且增加了連接物聯網功能，當棉被乾了，或快下雨皆能由手機通知收被。

## 壹、研究動機

去年參加科技創意實作競賽時，我們設計了一款自動翻被機（圖一），雖然獲得了銀牌獎，但是這一款翻被機是針對家裏頂樓曬被場設計的，可曬二床被子，翻轉空間大一些，而且掛上被子時需要旋轉瓦形片（圖二），容易打到人，所以我們這次打算改良翻被機，設計出適合小空間，並改變固定棉被方式，原本要設計上去的物聯網部分，因時間來不及而未做，我們也打算加上，希望創造出新一代功能更齊全的翻被機。



圖一 大空間翻被機



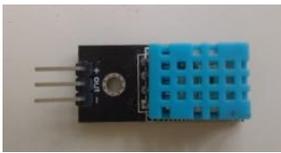
圖二 翻轉瓦形片掛棉被

## 貳、研究目的

- 研究一、找出能節省空間的翻被方法。
- 研究二、根據新的翻被方法設計出主軸。
- 研究三、訂出作品需具備的功能，進而收集需具備的結構及感測器。
- 研究四、根據設計圖，打造出小空間翻被機模型。
- 研究五、根據功能裝上感測器及輸入程式。

## 參、研究設備及器材

			
銼刀	馬達	虎鉗	3mm 螺絲、螺帽

			
圓木棒	3D 列印機	鑽床	木板、木條
			
螺絲起子	橡皮鎚	帶鋸機	木工膠
			
熱融膠槍	608zz 培林	雷射機	布
			
快乾	DHT11 模組	蜂鳴器	線鋸機
			
Arduino UNO	S35/STD 馬達	月曆桿	砂帶機

			
麵包板	LCD 液晶顯示器	極限開關	無痕雙面膠帶
			
繼電器模組	12V 變壓器	ESP8266	motduino

## 肆、研究過程及方法

### 研究一、找出能節省空間的翻被方法。



圖三烤肉架



圖四側框翻被瞬間



圖五家裏曬被場

大空間翻被機的翻被構想源自於烤肉架（圖三），由於被子不是乳豬，不能被刺穿，所以只能掛在主軸上，而且被子是軟的，主軸旋轉無法帶動被子往上翻，所以需要一側框，但是翻了180°後會掉落，所以需要雙主軸，且每個主軸都需要有側框，因此就形成了大空間翻被機（圖四），此翻被機適用於家中曬被場（圖五），但一般家庭大多利用陽台來曬被子，這樣就不適用了，所以我們想到了另一種翻被方式，只要主軸旋轉一圈，再逆轉半圈就能順利翻被，以下以一紅一藍兩枝筆及口罩套為示範。

			
一、紅筆在上，藍筆在下，口罩套米色在外。	二、兩枝筆以紅筆入紙面，藍筆出紙面方向旋轉接近一圈瞬間。	三、旋轉一圈，口罩套紅圈部分掉落內側。	四、反方向旋轉半圈，此時口罩套紫色在外，完成翻面。

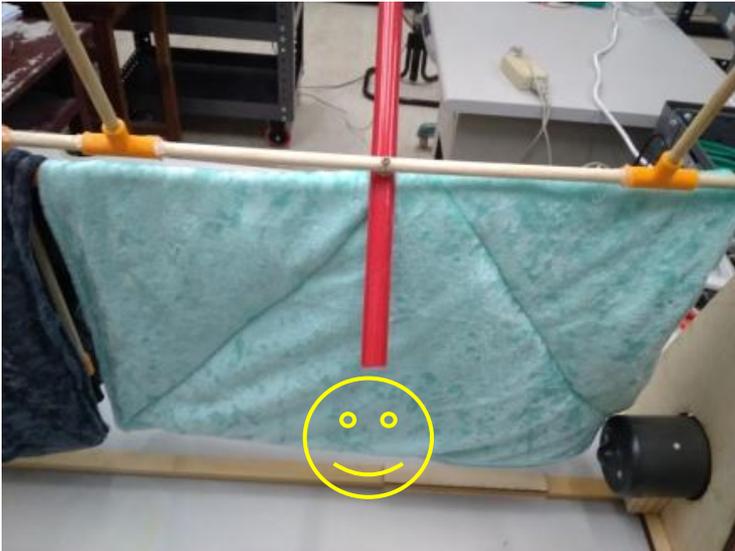
詳細旋轉圈數要視主軸粗細及被子長度、厚度而定，以此種方式翻被就不需要側框，只要

雙主軸就可以，大大的減少了翻被空間。

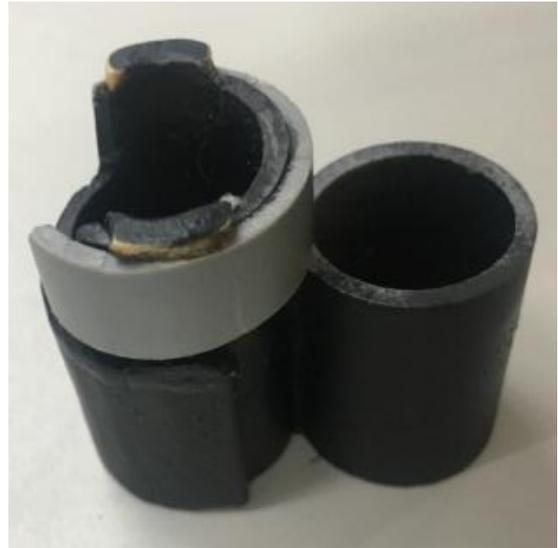
## 研究二、根據新的翻被方法設計出主軸。

### 一、改良掛被方式

大空間翻被機需要旋轉瓦形片，才能將棉被從雙主軸的縫隙間穿過掛上，此時人需站在旋轉與主軸垂直的瓦形片前，這樣非常容易被瓦形片打到，如果是實際尺寸，高度剛好就是眼睛的高度，可能會插到眼睛（圖六），所以我們要設計新的固定棉被方法，我們想到如果將雙主軸設計成可拆卸式，當要掛上棉被時只需要一根主軸，掛上棉被後才將第二根主軸裝上就行了。

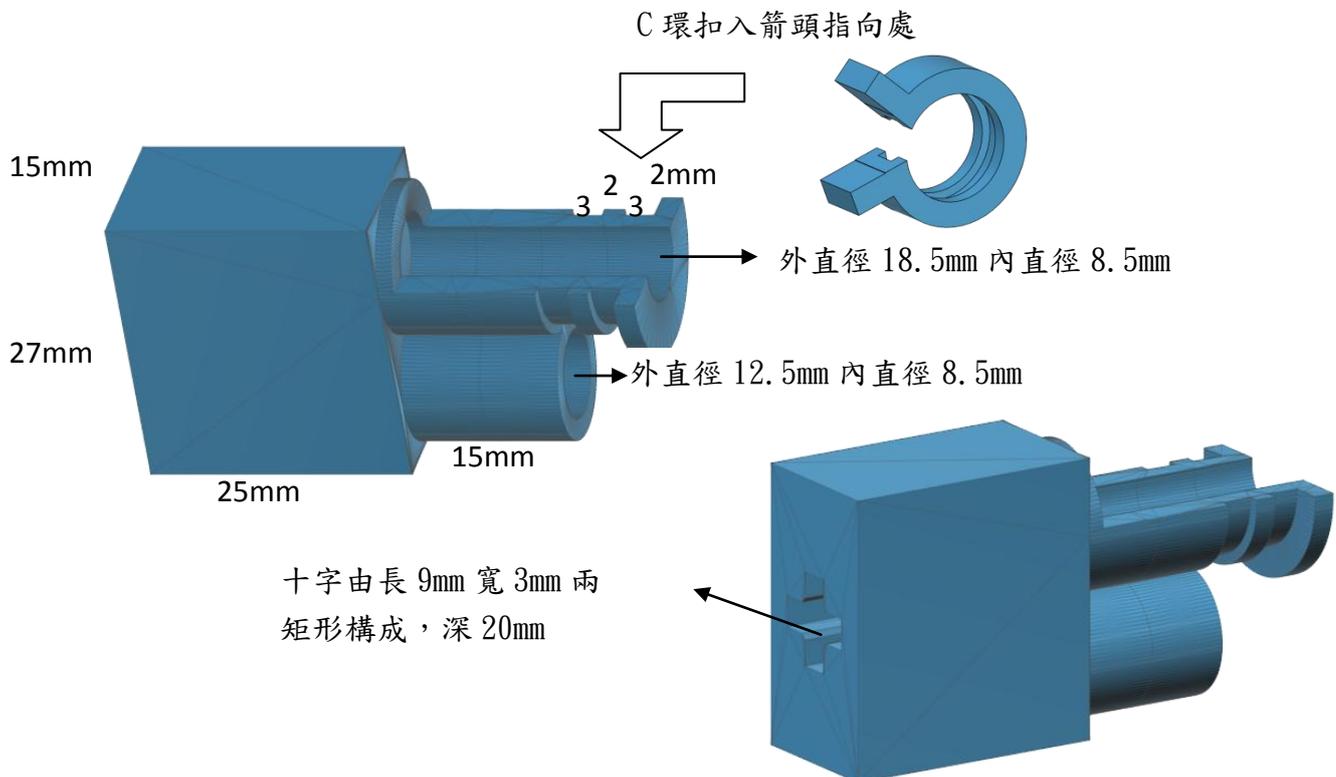


圖六瓦形片易造成意外

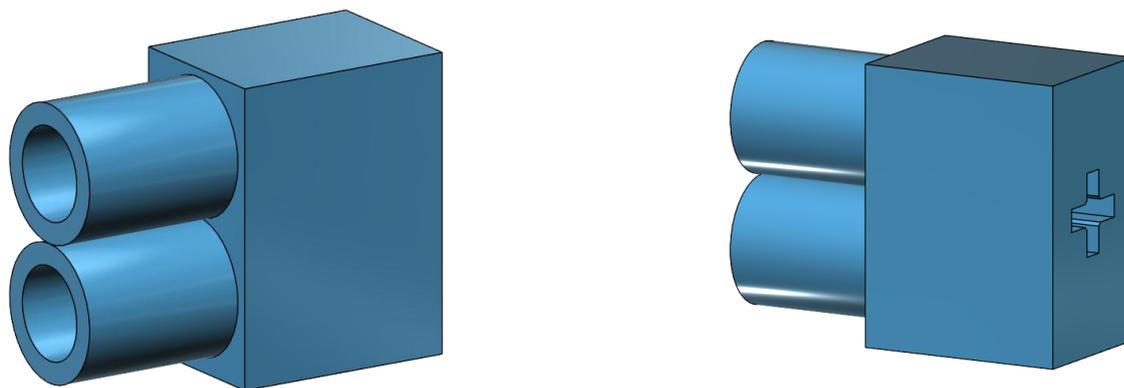


圖七扣件樣本

### 二、設計主軸扣件



圖八活動端扣件尺寸圖



圖九固定端扣件

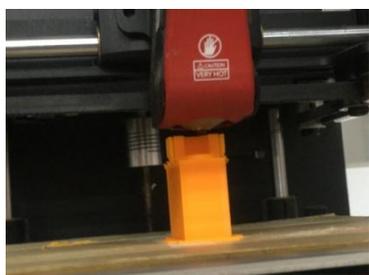
既然要讓主軸可拆卸，那兩根主軸連接培林部分需要設計成一根主軸為固定，而一根主軸可隨意拿取，我們想到可設計成兩相連的圓環，其中一個圓環加上有缺口可旋轉的環，於是我們先用找得到的水管、冰棒棍先試做成一樣本（圖七），可順利旋轉、扣上後再量取主軸直徑，利用 123D Design 畫出主軸兩端扣件，尺寸如圖八、九。

### 三、列印扣件

設計完的扣件以 3D 列印機列印出來（圖十），尺寸不合修正後再列印（圖十一）。

### 四、組合主軸

以橡皮槌、快乾膠組合雙主軸（圖十二），圖十三為活動端扣件打開時情形，此時可以將主軸取出，圖十四為活動端扣件 C 環鎖住時，此時可將棉被牢牢固定。



圖十列印扣件



圖十一扣件



圖十二主軸



圖十三主軸可取出



圖十四鎖住主軸

研究三、訂出作品需具備的功能，進而收集需具備的結構及感測器。

#### 一、作品功能

為了解決媽媽曬被子的困擾，我們所設計的翻被機，它需有下列功能：

- （一）能自動翻被子。
- （二）能根據被子不同種類，及天候設定翻被時間。

- (三) 能感測空氣中溼度，快下雨通知收被子。
- (四) 被子曝曬完成能通知收被子。
- (五) 不曬被子時，能當一般曬衣架使用。

## 二、作品結構

### (一) 能自動翻被子

為了符合這一條件，我們需要馬達、主軸及兩側支撐架，且主軸要能控制旋轉圈數最好使用伺服馬達。

### (二) 能根據被子不同種類，及天候設定翻被時間

為了符合這一條件，馬達的插頭上需加裝定時器或加上其他感測器，例如 DHT11 溫濕度感測器來控制翻被時間。

### (三) 能感測空氣中溼度，快下雨能通知收被子

為了符合這一條件，需有溫溼度感測器和能連接物聯網的晶片，當溼度達到 90% 時，就發出訊息，通知收被子。

### (四) 被子曝曬完成能通知收被子

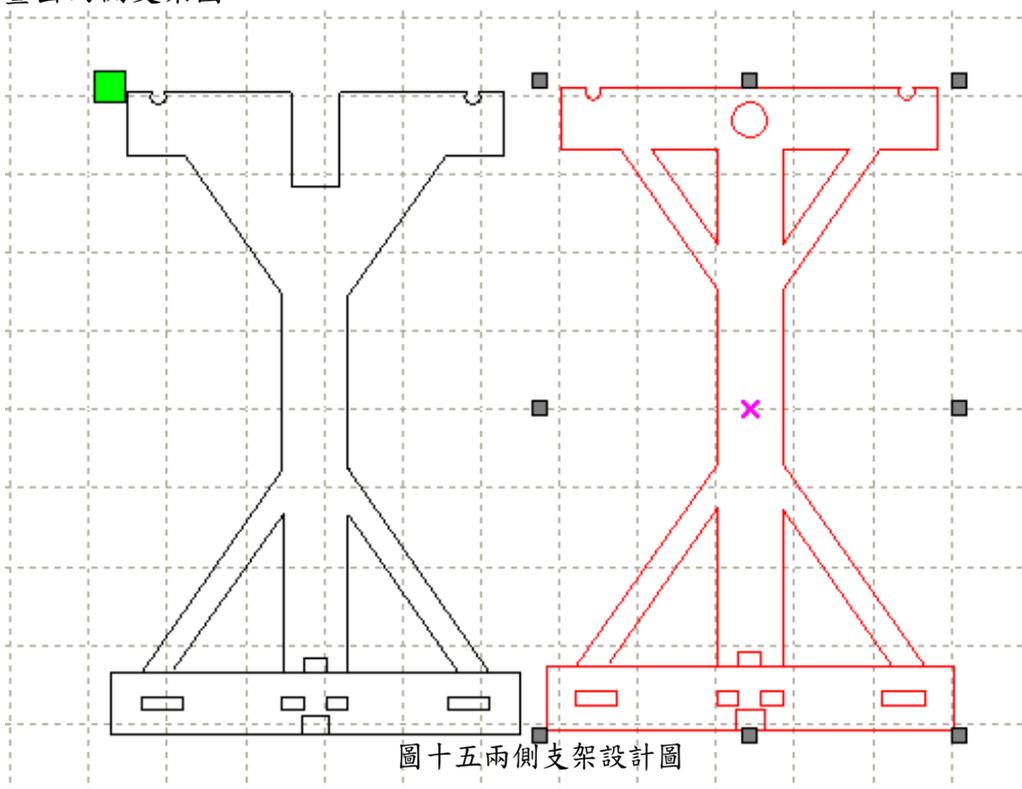
這需要多顆 DHT11 溫濕度感測器才能辦得到，至少感測空氣溼度、被子表面、被子內側各一顆。

### (五) 不曬被子時，能當一般曬衣架使用

我們可以在設計兩側支架時，預留放置兩枝曬衣桿的孔洞，那麼不曬棉被時就能當三桿曬衣架使用。

## 研究四、根據設計圖，打造出小空間翻被機模型。

### 一、畫出兩側支架圖



我們利用 RDWork 設計出翻被機兩側的支架（圖十五），左側支架矩形缺口為裝設 S35/STD 馬達所預留，右側支架圓形缺口為裝設培林所預留，設計圖上的虛線方格邊長為 5cm。

## 二、以雷切機切割木板

完成支架設計圖後，我們利用雷切機，切割 3mm 椴木板，但是一片木板的強度太弱，我們切割了三份，打算黏合三片木板來增加支架強度。

## 三、黏合組裝好兩側支架

將切割好的支架以木工膠黏合，再以橡皮槌組裝好（圖十六），並以固定鉗固定，直到木工膠乾燥（圖十七），培林以快乾黏合。



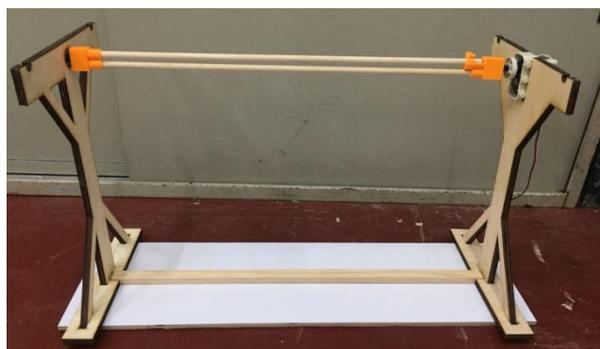
圖十六橡皮槌組合



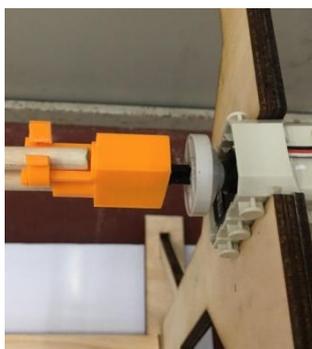
圖十七固定鉗夾住

## 四、完成主體部分

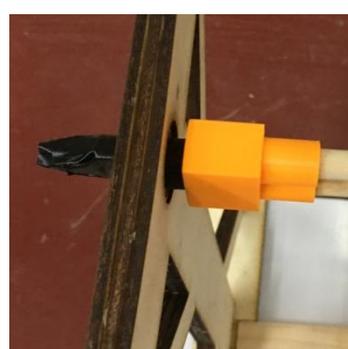
木工膠乾燥後，將主軸、支架、馬達組合，為了增加強度，底座增加一橫桿及木板（圖十八），主軸與培林及馬達接合處，使用樂高十字軸連接（圖十九）避免旋轉時打滑，並捆上電工膠帶（圖二十）。



圖十八主體



圖十九與馬達連接處



圖二十與培林連接處

## 五、完成感應器部分

### （一）感測器功能

1. 裝上一極限開關（button），當棉被掛好後，主軸裝好後，按上開關以通知啟動程式。
2. 裝上 3 個 DHT11 溫溼度感測器，分別位於支架上(RH1)、棉被表面(RH2)及棉被內側(RH3)，

有下列功能：

- (1) 當支架上的 (RH1) 感測到空氣溼度過高 (>90%)，ESP8266 傳 line 至手機通知『下雨了，快收棉被』。
- (2) 當支架上 (RH1) > 棉被表面溼度 (RH2) 時，代表棉被一面已乾，需翻面，此時即啟動馬達旋轉兩圈，並逆轉回一圈完成翻被動作。
- (3) 原本在棉被內側的感測器 (RH3) 此時已翻至表面，當此支架上感測器 (RH1) > 蝸箱 (RH3) 時，即蜂鳴器響通知收棉被，ESP8266 傳 line 至手機通知『棉被乾了』。
- (4) 馬達上設有一 LCD 液晶顯示器，可以清楚得知三顆 DHT11 溫濕度感測器的濕度數據，因而知道棉被曝曬情形。

## (二) Motoduino 程式

```
#include "DHT.h"
#include <Servo.h>
Servo servo_A0;
#define DHTPIN 2 // what digital pin we're connected to
#define DHT2PIN 4 // what digital2 pin we're connected to
#define DHT3PIN 8 // what digital2 pin we're connected to
#define button 7
#define light 13
#define rain 9
#define line 10
#define beep 11
// Uncomment whatever type you're using!
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
// #define DHTTYPE DHT22 // DHT 22 (AM2302), AM2321
// #define DHTTYPE DHT21 // DHT 21 (AM2301)
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
// 設定 LCD I2C 位址
// LED_Fundino 紅色板子用
// LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
// LED_MH 黑色板子用
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
DHT dht2(DHT2PIN, DHTTYPE);
DHT dht3(DHT3PIN, DHTTYPE);
int k1 = 0;
int k2 = 0;
void setup() {
  // 初始化 LCD，一行 16 的字元，共 2 行，預設開啟背光
  lcd.begin(16, 2);
```

```

//
Serial.begin(9600);
dht.begin();
dht2.begin();
dht3.begin();
// 閃爍兩次
for (int i = 0; i < 1; i++) {
    lcd.backlight(); // 開啟背光
    delay(250);
    lcd.noBacklight(); // 關閉背光
    delay(250);
}
lcd.backlight();
// 輸出初始化文字
lcd.setCursor(0, 0); // 設定游標位置在第一行行首
lcd.print("Hello, Maker!");
delay(500);
lcd.setCursor(0, 1); // 設定游標位置在第二行行首
lcd.print("thermometer*3");
delay(1000);
lcd.clear(); //顯示清除
pinMode(button,INPUT);
pinMode(light,OUTPUT);
pinMode(rain,OUTPUT);
pinMode(line,OUTPUT);
pinMode(beep,OUTPUT);
}
void loop() {
    // Wait a few seconds between measurements.
    delay(100);
    // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
    // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
    float h = dht.readHumidity();
    // Read temperature as Celsius (the default)
    float t = dht.readTemperature();
    // Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
    float f = dht.readTemperature(true);
    // 第二個 sensor
    // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
    // Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)

```

```

float h2 = dht2.readHumidity();
// Read temperature as Celsius (the default)
float t2 = dht2.readTemperature();
// Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
float f2 = dht2.readTemperature(true);
// 第三個 sensor
// Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
// Sensor readings may also be up to 2 seconds 'old' (its a very slow sensor)
float h3 = dht3.readHumidity();
// Read temperature as Celsius (the default)
float t3 = dht3.readTemperature();
// Read temperature as Fahrenheit (isFahrenheit = true)
float f3 = dht3.readTemperature(true);
// Compute heat index in Fahrenheit (the default)
float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
// Compute heat index in Celsius (isFahreheit = false)
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
lcd.setCursor(0, 0); // 設定游標位置在第一行行首
lcd.print("RH1  RH2  RH3");
lcd.setCursor(0, 1); // 設定游標位置在第二行行首
    // 如果拔除 sensor1 出現 error
if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
    lcd.print("error");
    return;
}
lcd.print(int(h)); //int(h)取 h 的整數
lcd.print("%  ");
    // 如果拔除 sensor2 出現 error
if (isnan(h2) || isnan(t2) || isnan(f2)) {
    lcd.print("error");
    return;
}
lcd.print(int(h2));
lcd.print("%  ");
    // 如果拔除 sensor3 出現 error
if (isnan(h3) || isnan(t3) || isnan(f3)) {
    lcd.print("error");
    return;
}
lcd.print(int(h3));

```

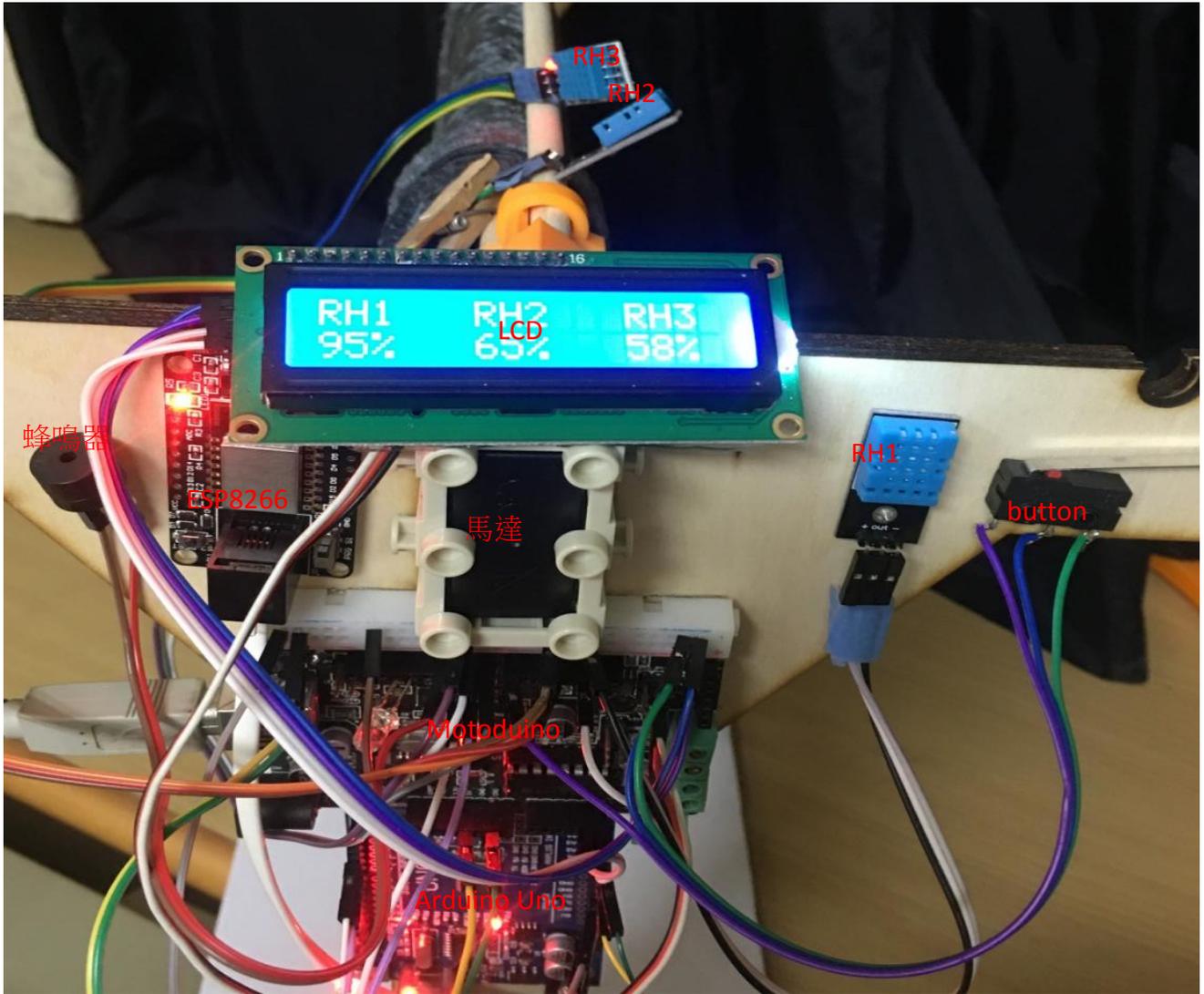
```

lcd.print("% ");
Serial.print(int(h));
Serial.print(" ");
Serial.print(int(h2));
Serial.print(" ");
Serial.println(int(h3));
if (digitalRead(button) == 1)
{
  digitalWrite(light,HIGH);
  k1 = 0;
  k2 = 0;
  while (k1 == 0)
  {
    if (k2 == 0)
    {
      if (int(h) > int(h2))
      {
        for (int i=0; i<=3; i=i+1)
          for (int j=0; j<=70; j=j+1)
          {
            servo_A0.attach(A0);
            servo_A0.write(j);
            delay(15);
          }
        for (int i=0; i<=2; i=i+1)
          for (int j=90; j<=160; j=j+1)
          {
            servo_A0.attach(A0);
            servo_A0.write(j);
            delay(15);
          }
        servo_A0.attach(A0);
        servo_A0.write(90);
        delay(15);
        k2 = 1;
      }
    }
  }
  if (int(h) > int(h3))
  {
    digitalWrite(line,HIGH);
  }
}

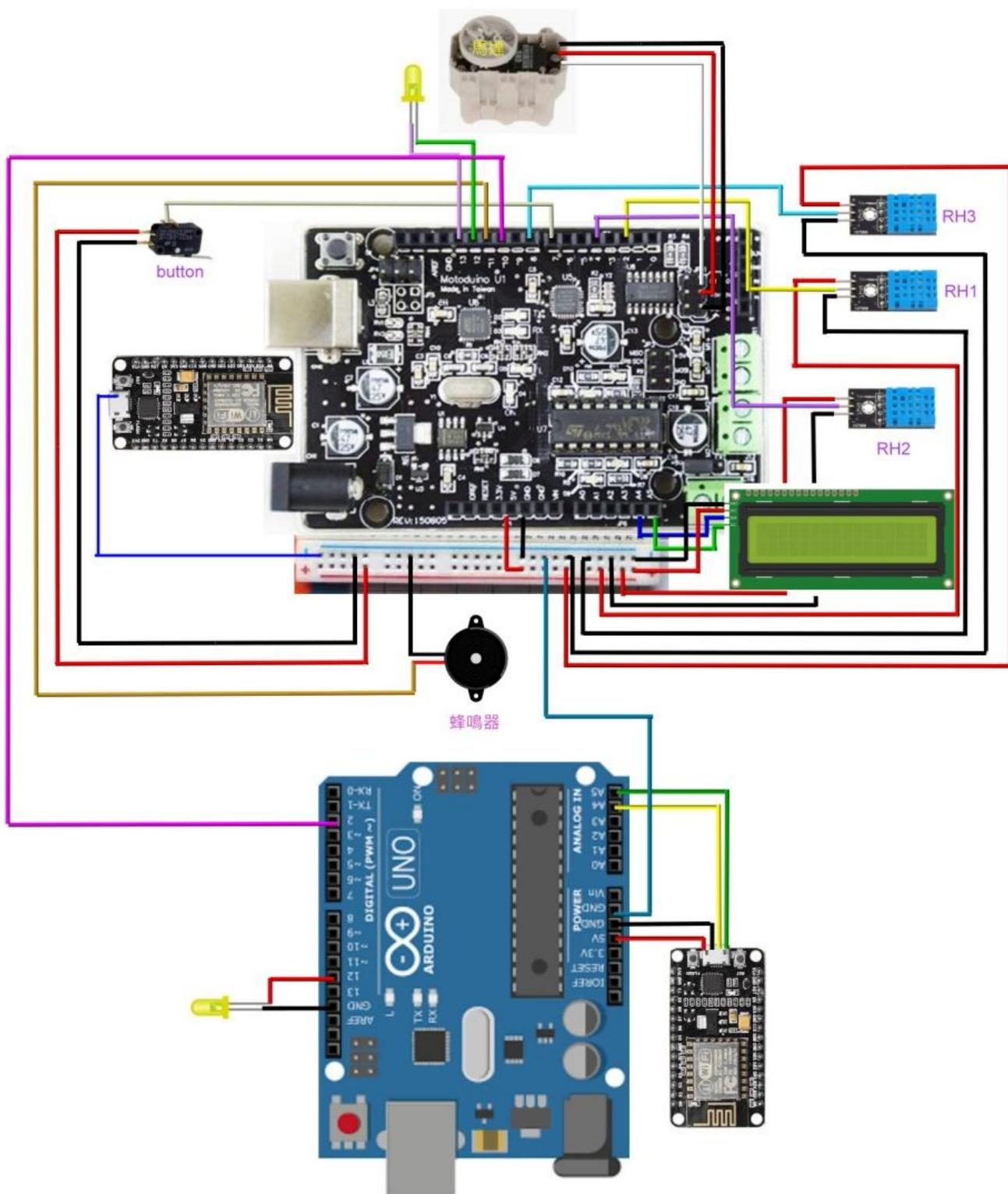
```



(五) 感測器位置圖



(六) Motduino 與 ESP8266 接線圖



## 六、感測及控制儀器動作步驟

準備曬被：將棉被掛上主軸，另一根主軸放入扣環，鎖上扣環。



按下 button，當  $RH2 \leq RH1$ ，即一面已乾，馬達啟動，旋轉兩圈又逆轉一圈，完成翻被。



當  $RH3 \leq RH1$  蜂鳴器響，ESP8266 傳 line 至手機，表示另一面也乾，通知收被，其間  $RH1 > 90\%$  表示快下雨，ESP8266 也會傳 line 通知收被。

## 伍、研究結果

圖二十一為曬被模式，平時兩側各加上一曬衣桿就變成三桿曬衣架（圖二十二），只要棉被旋轉時不會碰到兩側曬衣桿的衣架，也可中間桿曬棉被，同時兩側桿曬衣服（圖二十三）；通電後原本打算 Arduino Uno 和 Motoduino 兩片電路板只要一條導線將正極相接，連接一條電源線至 5V 豆腐頭就好，結果 Arduino Uno 電力不足，無法傳 line 訊息，只好兩片電路板各接一條電源線（圖二十四），經過修正後，所有感測器皆能依指示完成動作。



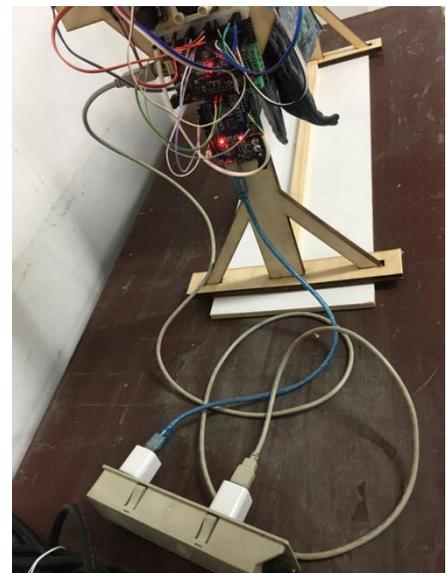
圖二十一曬被模式



圖二十二曬衣模式



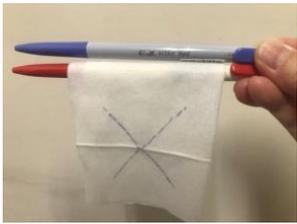
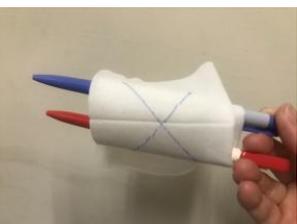
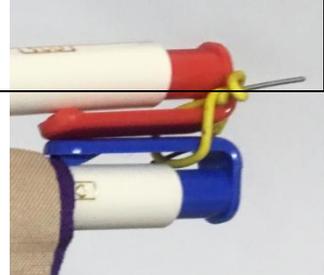
圖二十三同時曬衣、曬被



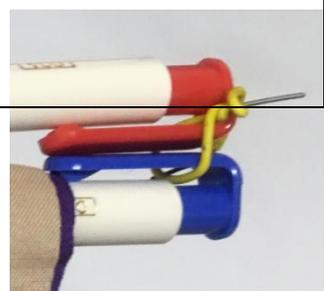
圖二十四接二條電源線

## 陸、討論及結論

### 一、如何想出新的翻被方式？

			
<p>(一) 兩枝原子筆為主軸，藍筆在上，紅筆在下，紙巾有X為正面。</p>	<p>(二) 兩枝主軸旋轉180°，變成藍筆在下，紅筆在上。</p>	<p>(三) 藍筆固定，紅筆越過藍筆，繼續往下。</p>	<p>(四) 直到紙巾翻面。</p>
	<p>(六) 兩枝筆再次旋轉，藍筆往下翻完紙巾，再急回到紅筆上方，又恢復至(一)</p> <p>(七) 可能要用到滑塊曲柄、齒輪、急回等機構。</p> <p>(八) 紅筆進行(四)、(五)步驟時與紙巾產生摩擦，有時會將紙巾扯下。</p>		
<p>(五) 紅筆拉回，回到藍筆上方。</p>			

舊的翻被方式是源自於烤肉架，但翻轉範圍太大，為了想出小空間的翻被方式，我們拿了兩枝筆及溼紙巾，進行比畫，一開始想到上列方式來進行翻被，上述方式雖能翻被，但機構部分太複雜，且棉被易掉落並不適用，無意間，我們隨手將桌上的電線捆綁在筆的一端(圖二十五)，並隨意旋轉，居然找到更簡單的翻被方式。



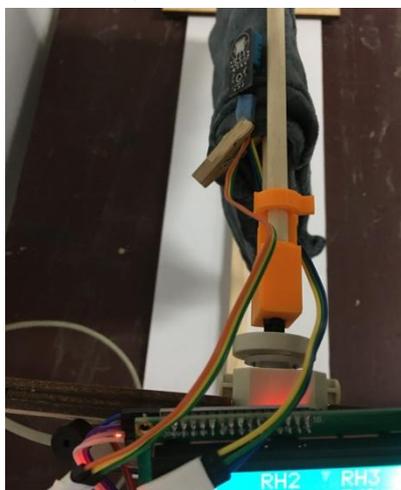
圖二十五電線綁筆

二、此款翻被機雖然旋轉半徑比之前的翻被機小，但是兩側支架對陽台來看，還是佔了不少空間，是否有解決辦法？

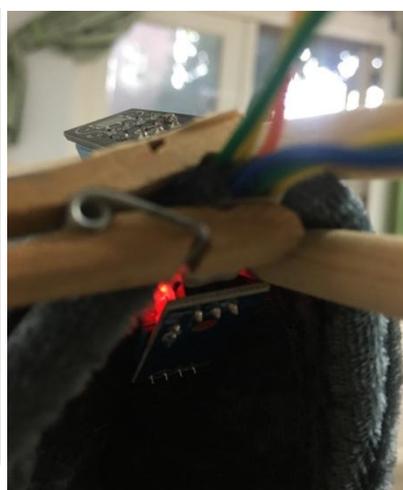
如果要放在陽台，可能要放棄兩側支架，改由陽台天花板垂降下來，並且要配合現在市面上已有的升降曬衣架(圖二十八)，將馬達及感測器裝設於讓衣架穿過的其中一側鐵片上(圖中紅圈處)，另一側裝上培林，如此就能利用升降來增加陽台利用空間，只要保留主軸與天花板適當距離，棉被升上去也能順利翻轉。



圖二十八升降曬衣架



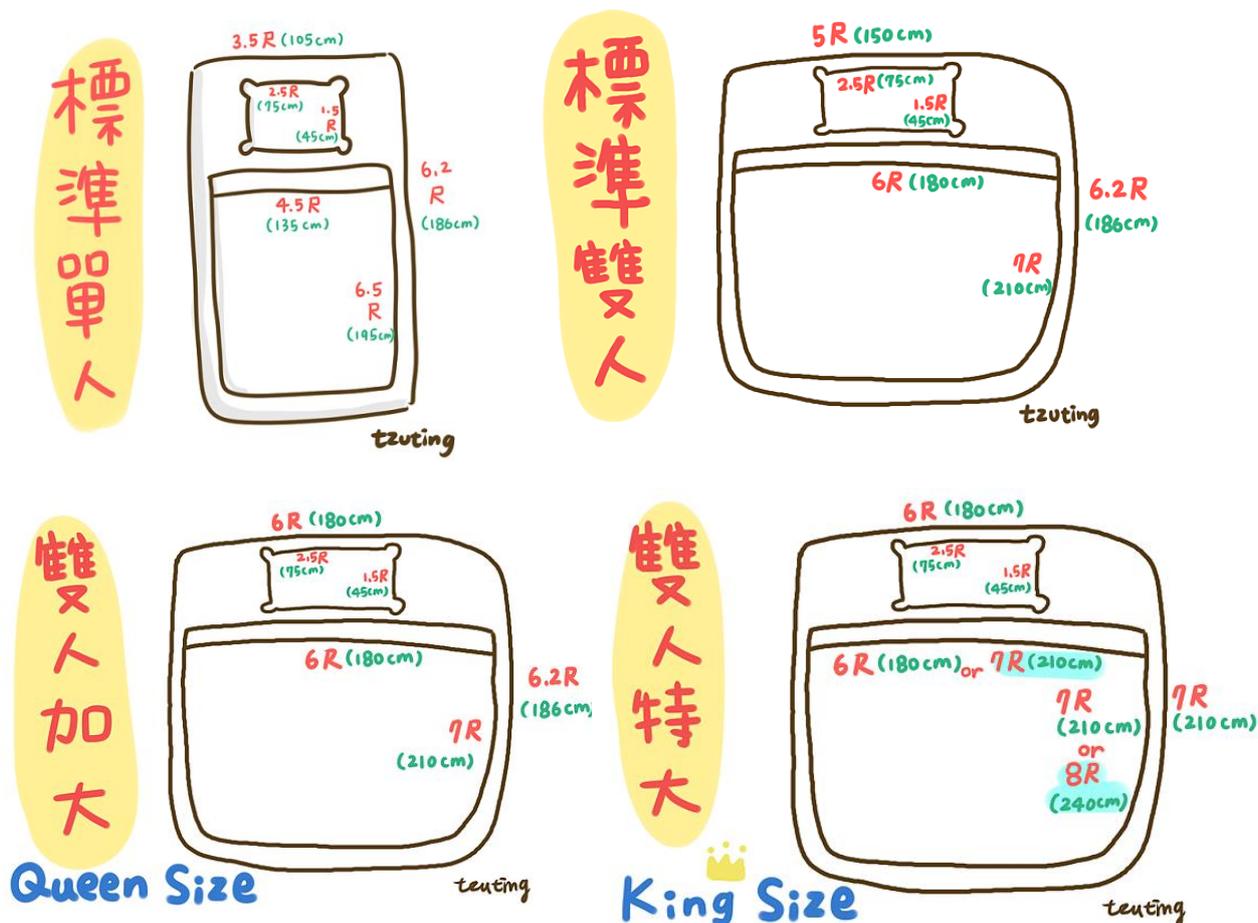
圖二十九感測器導線



圖三十感測器夾被子

三、所有不同尺寸棉被，置於翻被機皆是主軸旋轉二圈再逆轉一圈就能順利翻被？

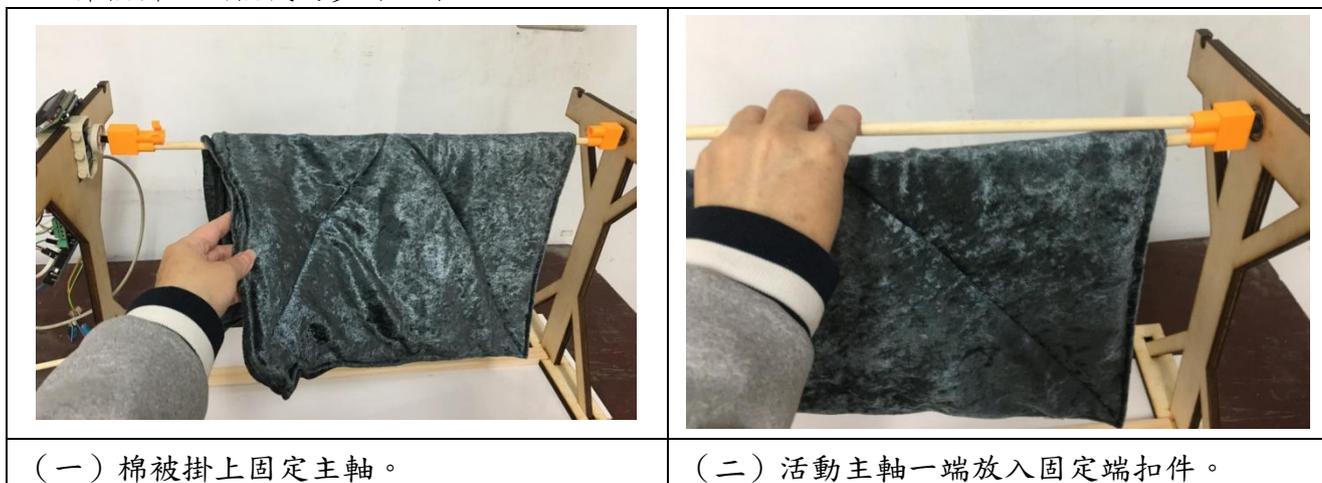
我們發現旋轉和逆轉圈數需視棉被長度、厚度和主軸直徑而定，而旋轉二圈再逆轉一圈是以我們所製作的縮小 1/5 模型為例，反覆測試而得，而市面上的寢具尺寸大小不同(圖二十六)，製作出翻被機後，要經過測試，修改程式內容，才能順利翻被。

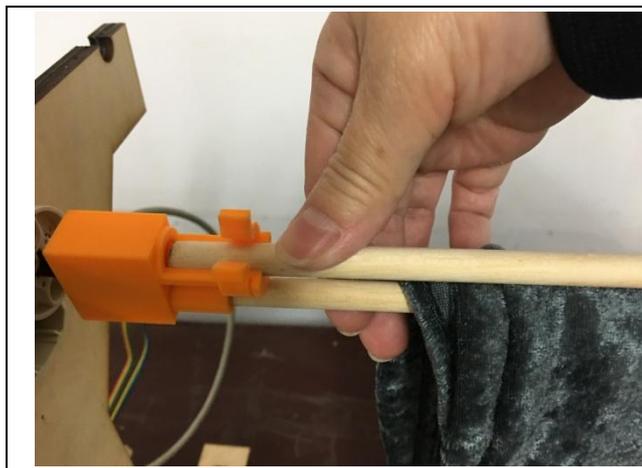


圖二十六寢具尺寸

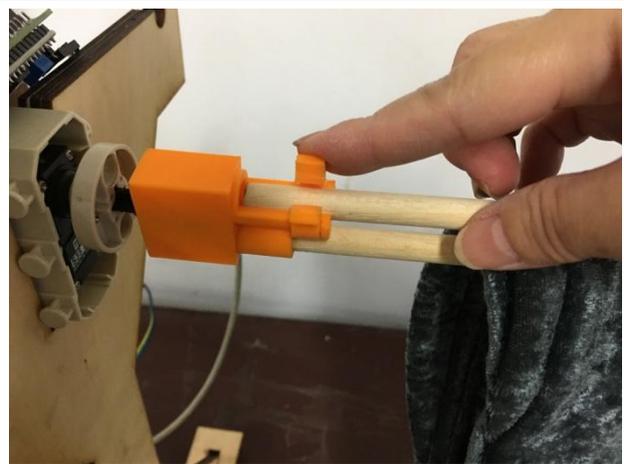
四、如何將棉被掛上翻被機？

棉被掛上翻被機的步驟如下：





(三) 另一端壓入活動端扣件。



(四) 旋轉C環。



(五) 將活動主軸鎖上。



(六) 完成掛被。

### 五、為何設定當 RH1 > RH2 時就進行翻被？

被子種類	曝曬環境	曝曬頻率	每次曝曬時間	翻被時間
棉花	太陽下	3~4 天	3~4 小時	1.5~2 小時
合成纖維 (太空被)		一週	2~3 小時	1~1.5 小時
羊毛	陰影處	15~16 天	2 小時	1 小時
羽毛		30 天	夏天 30 分 冬天 1 小時	夏天 15 分 冬天 30 分
蠶絲		一週	夏天 30 分 冬天 1~2 小時	夏天 15 分 冬天 30 分~1 小時

表一被子曝曬時間、頻率

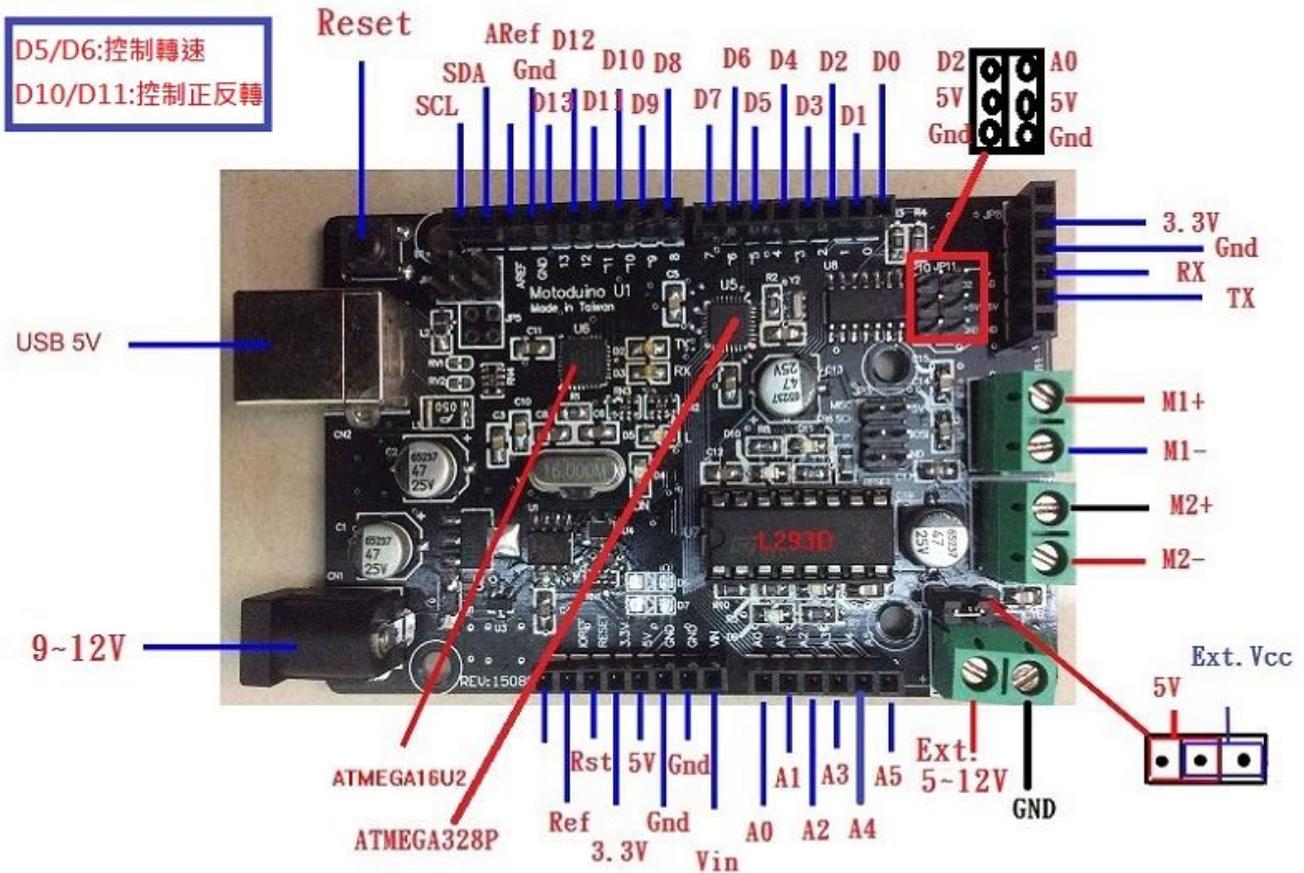
根據我們查到的為了消滅塵蟎，被子曝曬環境、時間、頻率如表一，由表中可以看出，要消滅塵蟎並不是被子曬乾就可以，還要適當時間來進行曝曬，而且不同種類被子，曝曬時間也不同，我們覺得這個表格所指的被子應該是被胎，被胎一般是不水洗的，只能靠曬太陽來殺菌，如果曬的是被胎，就不需要 RH2、RH3 感測器了，只要根據棉被種類，在程式中輸入翻被延遲時間和翻完後通知收被時間，只留 RH1 偵測是否快下雨通知收被就可，而我們所設計的翻被機是

針對薄被、被套、毯子、床單...等，需水洗的寢具而設計，所以設定一面乾時就翻被，當然經過修改後也能曬被胎。

### 六、為何使用了 Motduino 及 Arduino Uno 兩塊電路板？

我們很多電子零件及感測器都是向機器人社團借來的，當初要連接伺服馬達，社團老師建議使用 Motduino (圖二十七)，因為它的 D2 與 A0 有和 5V、Gnd 一起的插槽，方便馬達插入，但我們找到的物聯網程式為積木程式，雖可以換成 Arduino 程式碼，但是如何將它與之前的程式結合，我們實在搞不定，只好又拿了一片 Arduino Uno 來與 ESP8266 連接，並輸入積木程式。

## Motduino U1



圖二十七 Motduino 接腳圖

### 七、極限開關在整個感測系統裏功用為何？

為了避免感測器通電後，棉被、RH2、RH3 還未掛好或安裝於棉被表面及內側，翻被機就啟動，所以加裝了一極限開關，當極限開關按下，Motduino 接收到一高電位，才開始後面的程式，根據由感測器接收到的訊息而作出一系列動作。

### 八、輸入 Motduino 及 Arduino Uno 的程式是如何寫出來的？

之前在機器人社團有接觸到一些程式，各類感應器也曾使用過，所以我們先上網找出各感應器功能程式，例如 DHT11 顯示於 LCD、伺服馬達正反旋轉角度、Line notify...等個別程式，再將每一程式作一修改，例如我們找到的是二個 DHT11 顯示於 LCD，我們就將它修改為三個 DHT11

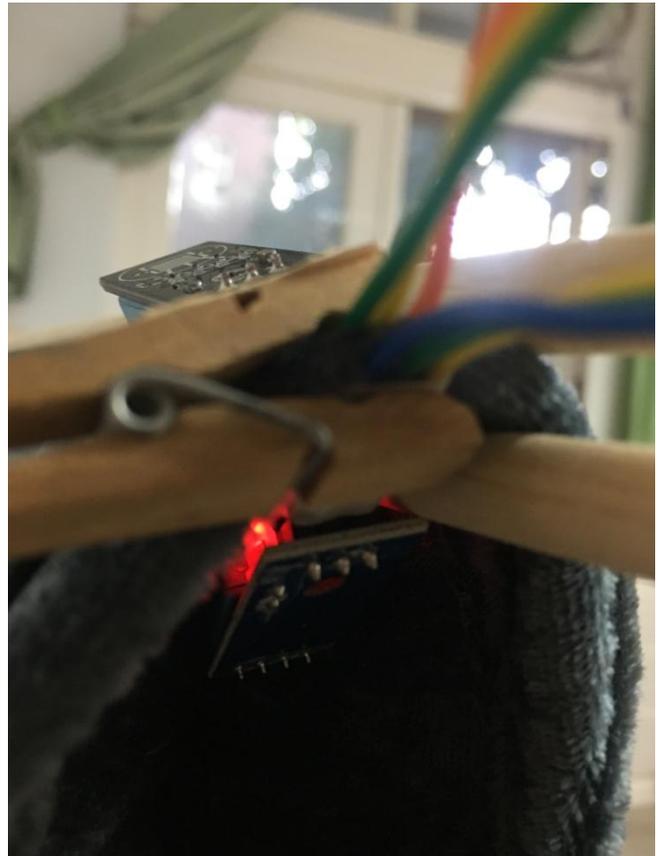
顯示於 LCD，最後作一統整結合，並加上條件，過程中當然遇到不少問題，除了繼續上網找解決方式外，也請教了指導老師。

九、RH2、RH3 是夾在棉被上，會隨著主軸和棉被旋轉，那翻轉多次後，會不會有導線纏繞的問題？

由於我們的模型翻被時是正轉兩圈再反轉一圈，所以如果連續翻被會造成導線纏繞，還好一床棉被乾燥只要翻被一次就行，只需預留較長導線（圖二十九）就可解決這個問題，且兩個感測器是夾在被子上的（圖三十），收被時需將二個感測器拿下，這時可順便將導線整理好，以待下次曬被再夾上。



圖二十九 RH2、RH3 導線



圖三十棉被內外感測器

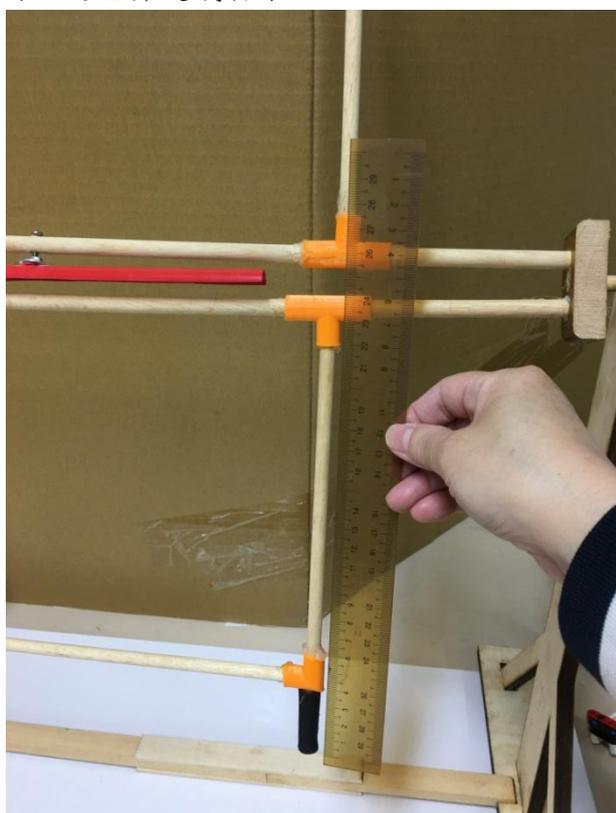
十、前後兩代翻被機模型有何異同？

比較項目	大空間翻被機	小空間翻被機
掛被方法	旋轉瓦形片與主軸垂直，再將棉被由兩主軸間穿過	拿掉活動主軸，將棉被掛上固定主軸，裝上活動主軸，扣環鎖住 <b>勝</b>
啟動方法	按下 button 讓曬衣模式轉換成曬被模式，關掉馬達電源，掛上棉被、RH2、RH3 後才能打開馬達電源	掛上棉被、RH2、RH3 後，按下 button 即可 <b>勝</b>
是否適用所有尺寸棉被	側框大小需隨棉被尺寸改變，才可順利翻被。	只要修改程式旋轉圈數就能順利翻被。 <b>勝</b>
可曬棉被數	2 床 <b>勝</b>	1 床，如果陽台夠長，也可設計成兩床
翻被條件	RH1 > RH2	RH1 > RH2

翻被所需半徑	25cm (圖三十一)	5cm (圖三十二)	勝
翻被旋轉圈數	半圈	正轉兩圈，反轉一圈	勝
可否轉換曬衣模式	可轉換	不需轉換可同時	勝
RH2、RH3 導線翻被 是否有纏繞情形	不會，因為只在兩個極限開關間旋轉半圈	會，因此導線要長些，每次收被要順便整理導線	勝
下雨通知方式	蜂鳴器響	傳 line5 秒訊息至手機顯示快下	勝
棉被乾通知方式	蜂鳴器響	蜂鳴器響，並且傳 line5 秒訊息至手機顯示棉被乾	至勝
電子零件	LCDx1、極限開關x3、DHT11x3 Arduino Unox1	LCDx1、極限開關x1、DHT11x3 Arduino Unox1、Motoduinox1 ESP8266x1	

表二

由表二可清楚看出，我們所改進的小空間翻被機確實優於原本的大空間翻被機，那我們這次的改造也算是成功了。



圖三十一大空間翻被機旋轉半徑



圖三十二小空間翻被機旋轉半徑

## 捌、參考資料及其它

- 一、陳婉箏 (2019 年 10 月 7 日)。哈啾！過敏人口變多一次搞懂 2 大過敏原。今週刊。取自：  
<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/80731/post/201910070009/>
- 二、譚敦慈 (2020 年 5 月 31 日)。起床先別摺被子！譚敦慈不用除蟎機，這幾個步驟就能清除塵蟎。元氣網。取自：<https://health.gvm.com.tw/article/73046>
- 三、生活百腦匯(2017 年 10 月 24 日)。換季換被子啦！被子隨便曬曬就能蓋？這些細節要注意！。

每日頭條。取自：<https://kknews.cc/home/eze5jo4.html>

四、一起扣扣網。自制烤羊架尺寸。取自：<https://j.17qq.com/article/swausthqx.html>

五、高雄軟體園區研發中心（2017年8月19日）。開發板介紹。UNU-WF8266R 實作學習平台。  
取自：

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiluozeyejrAhVeyIsBHcHPAR8QFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwf8266.com%2Fwf8266r%2Ftutorials%2F00\\_Intro&usg=A0vVawlyuwzYlXu923mWBp42xfGV](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiluozeyejrAhVeyIsBHcHPAR8QFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwf8266.com%2Fwf8266r%2Ftutorials%2F00_Intro&usg=A0vVawlyuwzYlXu923mWBp42xfGV)

六、中文資訊科普教育網（2018年5月18日）。【Arduino】溫濕度感測器與 LCD 模組。取自：  
<http://drho.club/2018/05/arduino-unit-13/>

七、蔡智恆（2017年12月12日）。Arduino 溫濕度計輸出 LCD（四）雙偵測器顯示。取自：  
<http://orangevblog.blogspot.com/search/label/81arduino?updated-max=2018-08-23T03:05:00-07:00&max-results=20&start=4&by-date=false>

八、motoBlockly。伺服馬達。Line notify。積木示範例。取自：  
[https://www.motoduino.com/wp-content/themes/storefront/moto\\_iot\\_blockly\\_v46/demos/code/index.html#](https://www.motoduino.com/wp-content/themes/storefront/moto_iot_blockly_v46/demos/code/index.html#)

九、明大棉被寢具名店（2016年6月1日）。寢具尺寸大小讓我告訴你！。取自：  
<https://kj051955jay12.pixnet.net/blog/post/89307698-%5B%E6%A3%89%E8%A2%AB%E3%84%9F%E5%81%B6%E7%B4%B0%E7%B4%97%5D-%E5%AF%A2%E5%85%B7%E5%B0%BA%E5%AF%B8%E5%A4%A7%E5%B0%8F-%E8%AE%93%E6%88%91%E5%91%8A%E8%A8%B4%E4%BD%A0-%21>

十、翻被機（2020年12月25日）。取自：屏東縣科技競賽企畫書