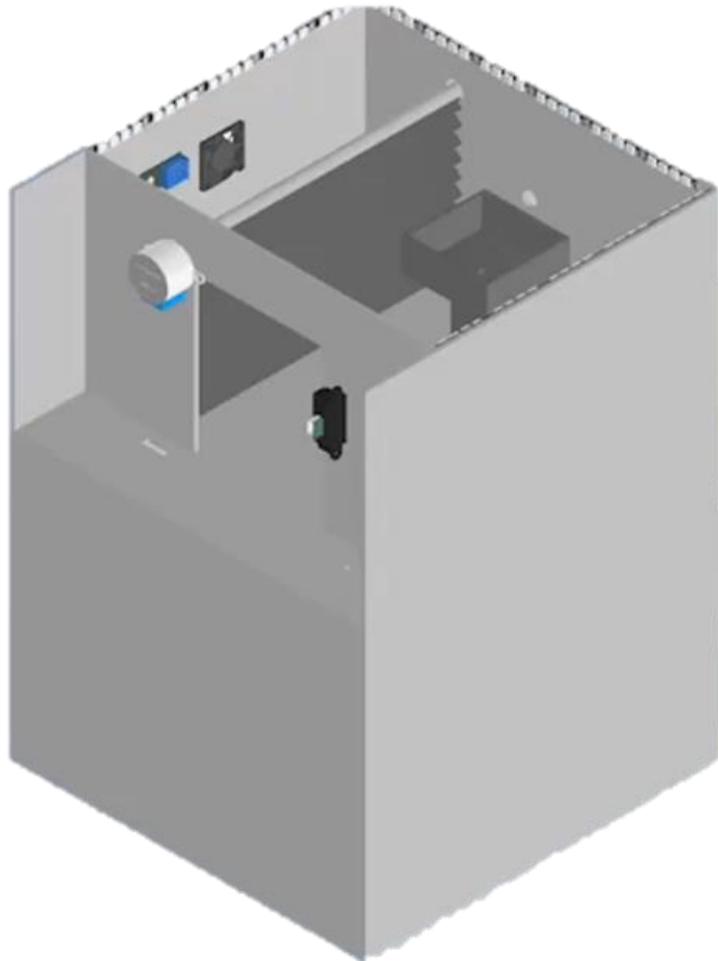


臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：原來浴室可以這麼智慧

關鍵詞：廢水回收、智慧居家、環保

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、程式撰寫.....	2
三、電路雕刻.....	2
四、成品外觀.....	3
肆、研究方法.....	3
一、研究流程.....	3
(一)、研究步驟.....	3
(二)、操作步驟.....	4
二、使用材料及工具.....	5
(一)、零件介紹.....	5
(二)、軟體介紹.....	9
伍、研究結果.....	13
一、硬體結構.....	13
(一)、轉軸.....	13
(二)、除濕機.....	14
(三)、紅外線互鎖.....	14
陸、討論.....	15
一、分工和時間分配.....	15
二、軟體瓶頸.....	15
三、硬體和零件損壞.....	15
柒、結論.....	16
捌、參考資料及其他.....	17
一、網路資料.....	17

表目錄

表 1	時間分配表.....	4
表 2	Mega2560 規格	5
表 3	28BYJ-48 步進馬達規格	6
表 4	紅線感測器規格.....	6
表 5	LRS-50-12 規格.....	7
表 6	62.8inch TFT Touch Shield 規格	7
表 7	繼電器 2 路規格.....	7
表 8	繼電器 4 路規格.....	8
表 9	DHT-11 規格.....	8
表 10	12V 風扇規格.....	8
表 11	Tes1-12706 規格.....	9

圖目錄

圖 1	Arduino 程式撰寫	2
圖 2	電路板成品.....	2
圖 3	整體機構.....	3
圖 4	研究步驟.....	4
圖 5	操作流程.....	4
圖 6	Mega2560.....	5
圖 7	步進馬達 28BYJ-48	6
圖 8	紅外線感測器.....	6
圖 9	電源供應器.....	6
圖 10	HMI 可觸控螢幕.....	7
圖 11	繼電器 2 路.....	7
圖 12	繼電器 4 路.....	8
圖 13	溫溼度感測器.....	8
圖 14	12V 風扇.....	8
圖 15	製冷晶片.....	9
圖 16	Autodesk Inventor logo.....	9
圖 17	3D 列印轉軸模型.....	10
圖 18	Arduino logo	10
圖 19	Arduino 程式撰寫	10
圖 20	成品電路圖.....	11
圖 21	成品雕刻圖.....	11
圖 22	RDWorksV8 logo.....	12
圖 23	Inventor 整體機構圖	13
圖 24	3D 列印轉軸.....	13
圖 25	除濕機構造分解圖.....	14
圖 26	紅外線互鎖分解圖.....	14

【原來浴室可以這麼智慧】

壹、摘要

將省水、智慧居家和浴室作融合，把洗澡、洗手所產生的廢水回收後加以儲存於廢水收集槽中，等到馬桶沖水時，透過抽水馬達以及設計的獨立水路抽至馬桶供給其使用，而沖完馬桶的水將不再三次利用，直接接回居家應有的排水系統排除廢水，並且透過 HMI 人機介面來控制浴室中的潔具以及水循環系統，而燈和除濕採用紅外線感測人員進出進行自啟動。

程式方面，所有零件與機構的控制皆透過 Arduino 編寫；機構部分，整體結構採用上下兩層的方式，上方為浴室主體，下方為線路與兩個水箱，線路採用雕刻電路板整合零件和線材節省空間。

貳、研究動機

根據報告統計，台灣降雨量是世界平均的三倍，然而每人可分配到的水卻只有世界平均的三分之一，受到台灣地形限制，僅僅只有 21% 可以留住，而主要儲水方式就是依靠水庫，但在滿水狀態下卻只夠全國人名使用短短的 44 天，水資源缺乏的問題日漸明顯，節省水資源越來越需要重視，而如何在家也能省水呢？

我們想到最有效省水的地方就是浴室，根據報告統計：家庭用水中，有 60% 的用水發生在浴室，其中 27% 為馬桶沖水。於是我們想到：如果將洗手、洗澡等在浴室使用完所產生的廢水，收集並儲存，馬桶需要沖水時將廢水抽至馬桶來做沖水的動作，不僅兼顧了環保和省水，同時還可以為家裡省下一筆水費，一舉三得！

四、成品外觀

外觀的設計採用上下分層式:上方浴室主體使用透明壓克力方便觀察以及展示動作；下方外觀採用木板，將儲水區和線路區蓋住增加外觀美感，如圖 3。



圖 3 整體結構

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

七月初與老師一同討論專題名稱和方向，定案後便著手開始蒐集資料、討論浴室應該具備的功能與大致結構。決定好以後，分工合作進行機構、程式的製作，研究步驟如圖 4，時間分配如表 1。

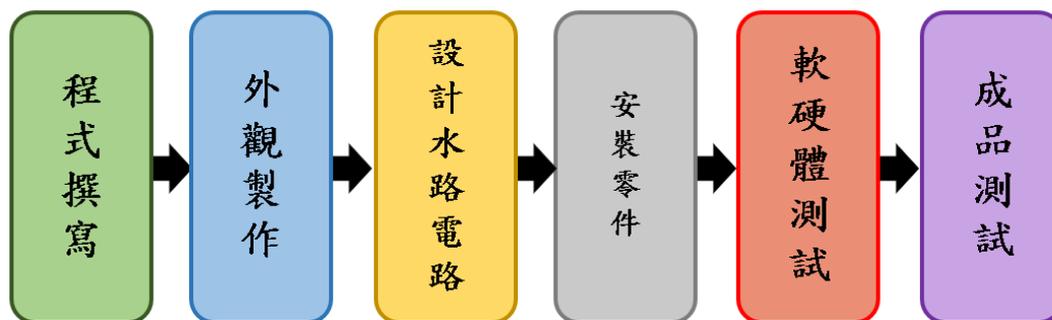


圖 4 研究步驟

表 1 時間分配表

	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.外殼設計							
4.程式撰寫							
5.通訊連接							
6.電路製作							
7.成品測試							

(二)、操作步驟

- 1.進入浴室，觸發紅外線感測，浴室燈接收到訊號後開啟。
- 2.使用 HMI 人機介面控制浴室潔具流程如以下圖 5。

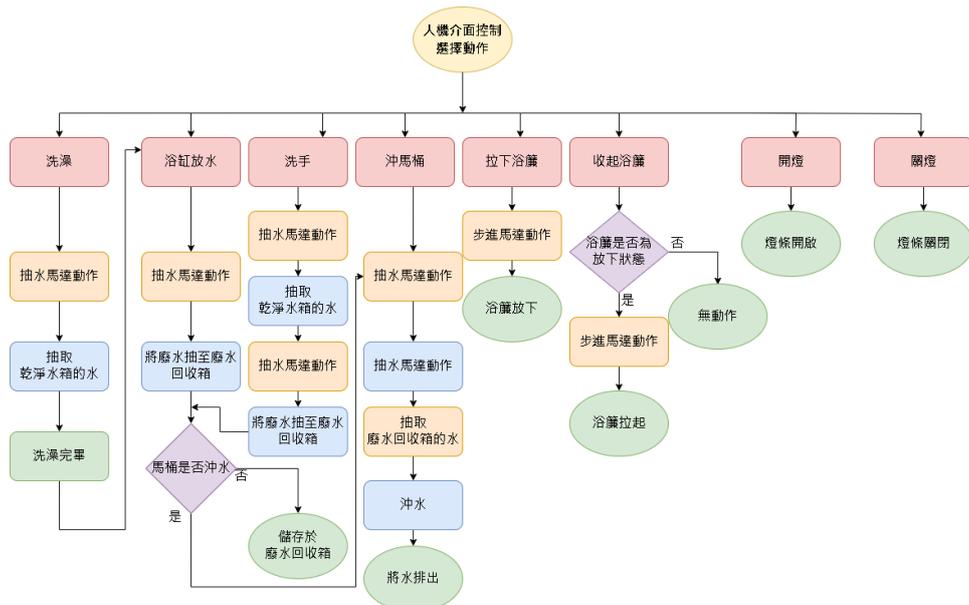


圖 5 操作流程圖 62

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、Mega2560

「Mega2560」是 Atmel 公司的 Mega AVR 系列中，極具代表性的一項產品。它擁有 256KB 的閃存記憶體，進行程式的編寫和儲存，是目前 Arduino 程式編譯中最泛用的一顆單晶片，程式撰寫容易入門，且擁有大量網路資源及模組，對初學者來說，是一片非常友善的開發板。Mega2560 之規格與外型如表 2、圖 6。

表 2 Mega2560 規格

核心處理器	Mega2560
I/O 數	54
程式記憶體大小	256KB
程式記憶體類型	閃存
電壓 - 電源	DC 7V ~ 12V
時脈速度	16 MHz



圖 6 Mega2560

2、28BYJ-48 步進馬達

步進馬達 28BYJ-48 是十分容易購買得到和容易使用的，用途就是要馬達的轉軸按照控制訊號一格一格地移動。用控制浴簾的升降，樣式如圖 7，規格如表 3。

表 3 28BYJ-48 步進馬達規格

尺寸(mm)	軸徑: 5.0, 軸長:8 本體:28 x 20 固定孔距:35
無載速度	15~20rpm
步進角	5.625 / 64
工作電壓	DC 12V
齒輪減速比	1/64
工作電流	2A



圖 7 步進馬達 28BYJ-48

3、紅外線感測器 SHARP GP2Y0A41SK0F

模擬距離傳感器的檢測範圍為 4cm 至 30cm。較短的範圍可以提供更高的分辨率測量結果，距離使得該傳感器非常適合檢測非常接近的物體。距離由模擬電壓指示，使得該傳感器非常易於使用，用於浴室燈的自啟動，樣式如圖 8，其規格如表 4。

表 4 紅線感測器規格

測量距離	4~30cm
輸出類型	類比電壓
重量	3.6 g
工作電壓	DC 5 V
工作電流	12mA
感應方式	optical



圖 8 紅外線感測器

4、電源供應器(LRS-50-12)

電源供應器提供 12V 電源，12V 用以驅動電磁鎖、主控板最大可輸出 50 瓦特，其規格、外型如表 5、圖 9。

表 5 LRS-50-12 規格

輸入電壓	85~264VAC
輸出電壓	DC12V
額定功率	50.4W
頻率範圍	47~63Hz



圖 9 LRS-50-12

5、HMI 可觸控螢幕(2.8inch TFT Touch)

選擇可觸控室為了用於控制浴室中潔具的動作，並且顯示當前浴室中的溫濕度，其規格、外型如表 6、圖 10

表 6 2.8inch TFT Touch Shield 規格

顯示尺寸(mm)	57.6*43.2
外型尺寸(mm)	73.3*55.3
分辨率	320*240
對比度	RGB.65K.彩色
觸控方式	四線電阻式



圖 10 2.8inch TFT Touch

6、繼電器 2 路

用來控制馬桶跟洗手台的沉水馬達，如圖 11，其規格如表 7。

表 7 繼電器 2 路規格

額定電壓	DC5V
額定電流	10A
尺寸(mm)	50 * 41* 18.5

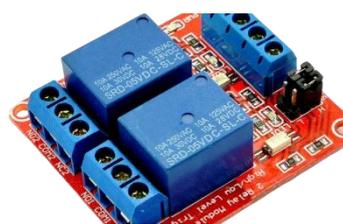


圖 11 繼電器

7、繼電器 4 路

用於控制零件動作，如圖 12，其規格如表 8。

表 8 繼電器 4 路規格

額定電壓	DC10V
尺寸(mm)	73*50*18.5
額定電流	10A
控制接口	4 個



圖 12 繼電器 4 路

8、溫溼度感測器 DHT-11

DHT-11 是一款含有已校準數字輸出的溫溼度複合傳感器，它應用專用的數字模塊採集技術和溫溼度傳感技術，確保產品具有極高的可靠性和卓越的穩定性，用於傳遞當前數值給人機介面，其規格、外型如表 9、圖 13。

表 9 DHT-11 規格

工作電壓	3.3~5V
最大電流	20A
濕度測量範圍	20%~95 % +-5%
溫度測量範圍	0~50 度 +-2 度

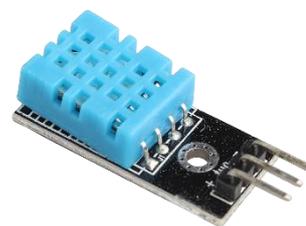


圖 13 DHT-11

9、12V 風扇

用於浴室內的除濕機，使用了兩個，一個負責幫製冷晶片散熱，一個負責抽取浴室中的水氣。其規格、外型如表 10、圖 14。

表 10 12V 風扇規格

產品尺寸	27*40.5*4.5mm
功率	0.7W
額定電壓	DC12V
額定電流	2A



圖 14 12V 風扇

10、製冷晶片 (Tes1-12703)

AS608 指紋模組集成光路和指紋處理部分的一體化指紋處理模塊，具有體積小、功耗低、接口簡單的特點。其規格、外型如表 11、圖 15。

表 11 Tes1-12706 規格

產品尺寸(mm)	30*30*3.6
額定電壓	DC 15.4V
額定電流	3A
最大產冷功率	25.7W
重量	11.1g



圖 15 Tes1-12706

(二)、軟體介紹

1、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor(圖 22)，是一款能夠藉由曲線以及曲面建構 2D 草圖及 3D 物件的繪圖軟體，廣泛應用於工業設計、美術設計、玩具及建築相關等領域。內建曲面工具可以精確地製作動畫、工程圖、分析評估以及生產用的模型。繪製的物件 搭配 3D 列印機，能夠快速地将使用者的構思實體化，非常便捷。Autodesk Inventor，繪製 3D 模型，最後由 3D 列印機印製出浴室中的潔具以及浴簾的轉軸(圖 23)。



圖 16 Autodesk Inventor logo

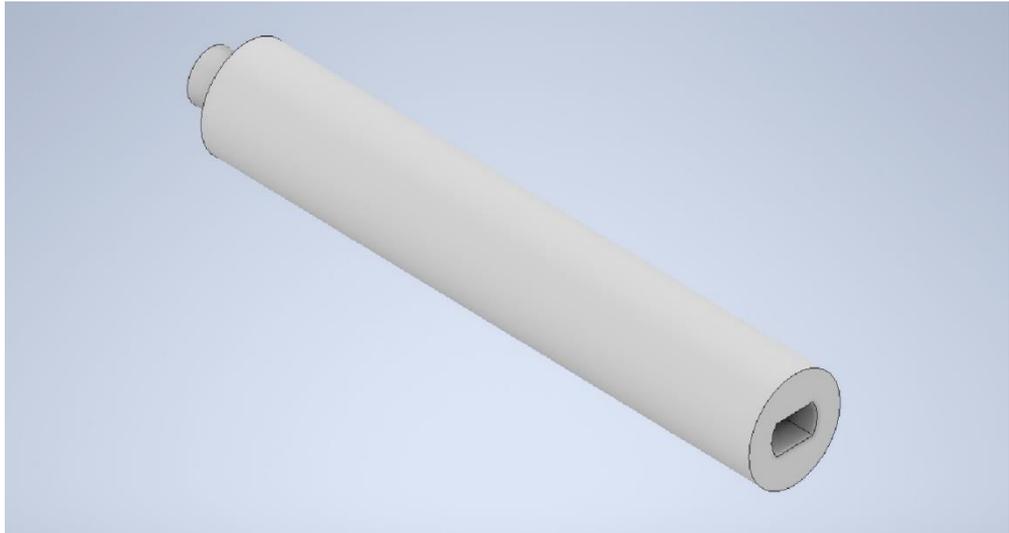


圖 17 Autodesk Inventor 3D 轉軸模型

2、Arduino IDE

Arduino IDE 是一個開放原始碼的硬體程式語言編寫軟體，它兼具類似 java、C 等後端伺服器語言的開發環境，且擁有許多已模組化的套件與函式庫，提供初學者使用。由於它在控制單晶片的方便性，可以輕鬆連結硬體套件及通訊系統，所以我們選擇 Arduino IDE 作為硬體程式編寫的軟體。



圖 18 Arduino logo

```
void loop() {
  int h = dht.readHumidity();
  int t = dht.readTemperature();
  float f = dht.readTemperature(true);
  unsigned long rT = millis(); //現在時間
  unsigned long rOT = millis();
  static int curtain = 0;
  redvalue = analogRead(red); //檢測紅外線數值
  redvalue1 = analogRead(red1); //檢測內紅外線
  //紅外線感測-----
  if (redT == 1) //外紅外線感測器讀取允許
  {
    if (redvalue > 400) //外紅外線感測器值測到時
      redsw1 = 0; //讓內紅外線感測器先不要讀取
      Serial.println("外紅外線感測器讀取");
      delay(100);
    if (redvalue1 > 400) //當內紅外線感測器有沒有讀取到
      Serial.println("內紅外線感測器讀取");
      delay(100);
      Serial.println("人數+1");
      couple = couple + 1; //有的話人數+1
      delay(1500);
    }
  }
  if (rOT - rT > 2000) //隔兩秒
  {
    if (redvalue1 <= 400) //內紅外線感測器沒讀取到時
      Serial.println("沒讀取到");
      redsw1 = 1; //當內紅外線感測器
```

圖 19 Arduino 程式撰寫

3、Altium Designer

Altium Designer 是由 Protel 的軟體開發商：Altium 公司推出的電子電路開發系統，這套軟體能進行原理圖設計、電路仿真模擬、PCB 繪製、電路板自動佈線、信號完整性分析和設計輸出等技術，為使用者提供了一個簡便的電子電路設計方式，輕鬆進行繁雜的電路板設計，熟練使用這一軟體將使電路設計的質量及效率大大提升。

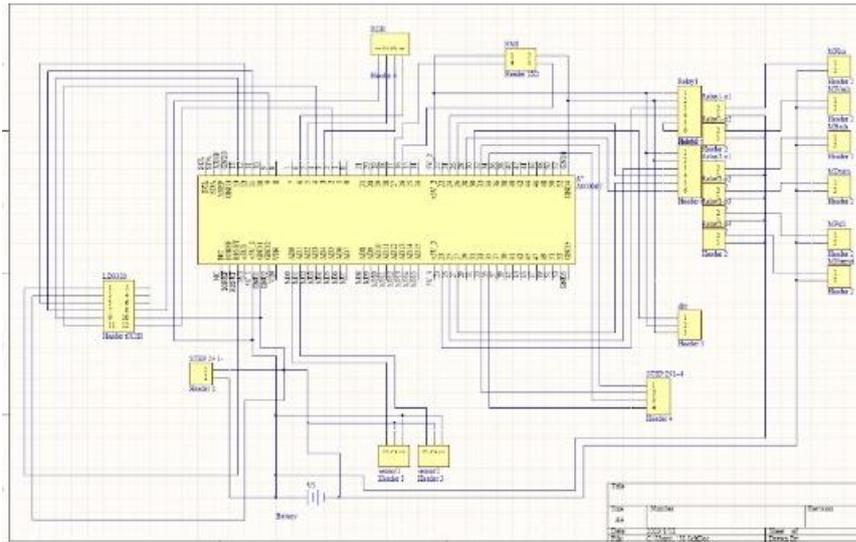


圖 20 成品電路圖

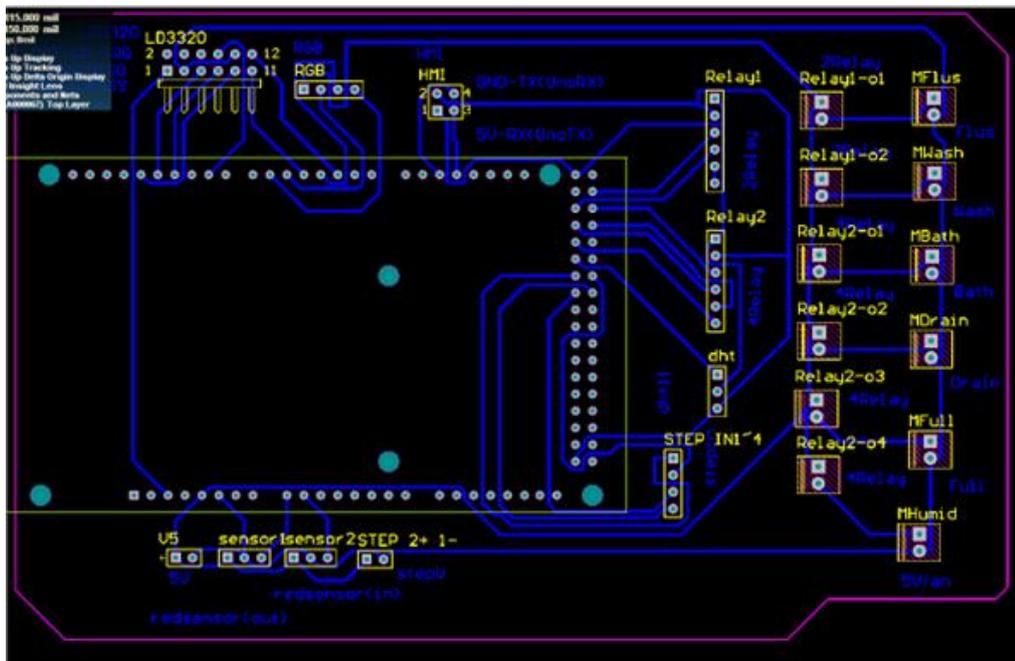


圖 21 成品雕刻圖

4、RDWorksV8

RDWorksV8(圖 30)是一款用來控制雷射切割機的操作及設定的軟體，利用分色可同時執行切割、雕刻、畫線，不需另外安裝繪圖軟體，可直接在介面中開啟，也能進行簡易繪畫。並直接透過 USB 與網路連線來和該系統連結。

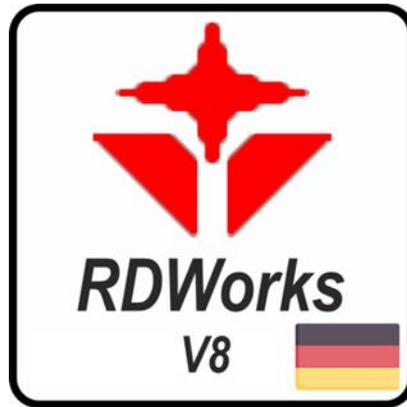


圖 22 RDWorksV8 logo

伍、研究結果

本專題硬體結構，以下所示。

一、硬體結構

本次專題機構，如圖 23，其說明如下。

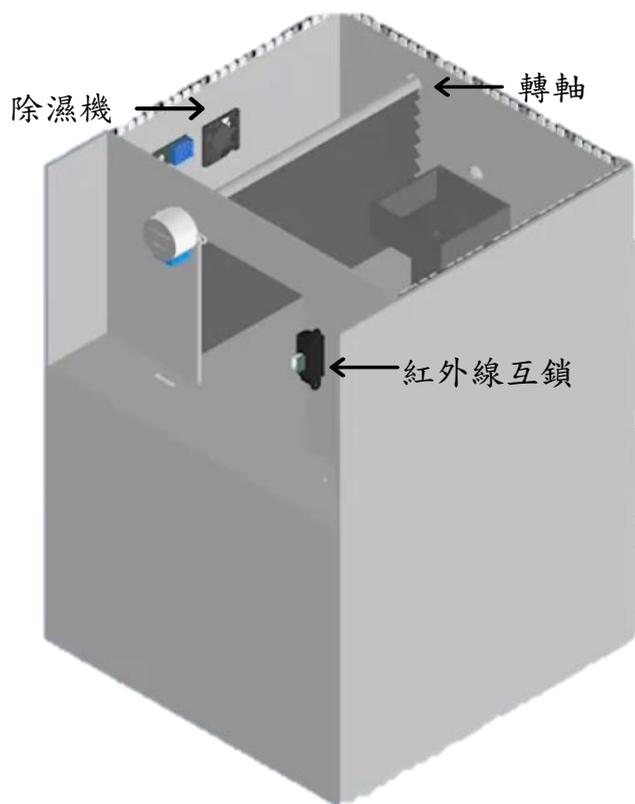


圖 23 Inventor 整體機構圖

(一)、轉軸

透過 3D 列印製作的轉軸如圖 24，透過步進馬達帶動，再配合轉軸兩端安置的培鈴，結合後使浴簾整體轉動更流暢。



圖 24 3D 列印轉軸

(二)、除濕機

為了模擬浴室除濕運作的動作，我們選擇用兩個 12V 風扇中間夾一片製冷晶片，如圖 25，因為製冷晶片有一面在製冷過程中會產生高熱能，所以我們的風扇一個是為了抽取浴室中的濕氣，一個是為了幫助晶片散熱，延長除濕機運作時長。



圖 25 除濕機構造分解圖

(三)、紅外線互鎖

模擬家中可能有小孩，若是在浴室門口戲耍，導致浴室燈和除濕機不斷啟動關閉，造成損壞，因此將紅外線感測器分成內外兩個，如圖 26，採用兩個紅外線順序啟動，當外部紅外線動作時，一定要按順序觸發紅外線才可動作，以此類推。



圖 26 紅外線互鎖分解圖

陸、討論

一、分工和時間分配

一開始，我們不理解自己在團隊中的定位是甚麼，導致分工嚴重不均，嚴重延遲整體製作進度，導致在專題前幾天甚至還在趕工，時間分配也造成同樣的問題，加上大部分時候大多數人都會遲到，一樣造成了進度上的延遲。

二、軟體瓶頸

原本計畫智慧浴室應該要配備著聲控的操作方式，但是嘗試了很久依舊無法精確的便是語音指令，甚至還會衝突到前面寫好的程式，也有試過使用其編寫程式的軟體來嘗試，最後還是以失敗告終，所幸移除了聲控浴室的想法。

三、硬體和零件損壞

原本浴室主體是使用木頭做為牆壁，但後來發現容易受潮發霉而且也不方便進行整體動作測試的觀察，便改用了壓克力板作為新的牆壁材料，好不容易換好後，又突發了技術上的失誤導致壓克力板幾乎斷裂，只能用三秒膠來做補修，在美觀上留下了遺憾。

零件方面，因為電壓設定數值過高，以及接線上的失誤 MEGA2560 整片全毀，這導致我們只好重新購入一片，大幅增加了經費上的支出也延後了整體專題的進度。

柒、結論

最初討論專題內容的時候，我們並沒有花費太多時間討論內容，非常迅速就定案了，可是一開始覺得時間很長就沒有在意分配工作以及進度，導致我們後來非常匆忙，遲到的問題也很嚴重，約 8 通常都要 10 點過後才可以全員到齊，浪費了太多時間，後來各個部分都陸續碰到了障礙，包括報告者的流暢度不足、程式上編寫的困難、機構的配置以及線路的問題，種種因素導致組員衝突不斷，不管事口頭上的還是肢體上的衝突，最後都只能靠老師調節或是靠時間淡化。

還有線路以及水線，因為水路跟線路要藏起來的關係，只能放在同個地方，於是花了大把的時間在整理線路以防發生意外，值得高興的是並沒有發生這方面的意外，非常值得慶幸。零件方面的選購也有發生一點小狀況，像是跟廠家沒有溝通好，導致買到得型號不適我們要的，最後也都有退貨成功並且重新置購我們想要的零件

而我們因為時間上的關係，完全沒有注意美觀上的問題，大多數雜亂為家中浴室不會出現明線，而我們因為當時定位打孔的時候，並沒有計算得很精確，使有些孔位置不理想或是過大，影響了整體美觀。

專題製作，是我們三年高職生涯中，第二重要的里程碑，他最終要的意義並不是在獲得第一名，而是統合了每個人這三年來所獲得的能力，有人擅長程式編寫、有的擅長硬體設計，唯有透過分工合作，才會讓這個專題得以完成，每個人都不是完美的，同心協力、分工合作才是本次專題最重要的收穫。過程中的討論非常重要，有的時候在各各有各的想法的情況下，發言時的口氣以及表達過於直接，從討論演變成爭論，老師在這方面給了相當大的幫助，每件事情不能都靠老師，像是程式編寫遇到困難，上網查詢便可看到其他人的想法，加以改良形成我們要的東西。專題能將我們所學應用在實體上，並且轉換成對生活有幫助的技能，都是我們進步的動力。

捌、參考資料及其他

一、網路資料

1. 沖水馬桶工作原理。取自：
<https://read01.com/Ey36o2k.html#.Y1itl9IzaUk>
2. Autodesk Inventor 零件庫。取自：
<https://www.snapeda.com/>
3. HMI 程式書寫方法。取自：
https://github.com/prenticedavid/MCUFRIEND_kbv
4. 除濕機製作方法。取自：
<https://blog.xuite.net/raylue/blog/61096565>
5. Dht11 程式書寫方法。取自：
<https://a091234765.pixnet.net/blog/post/400005313-%5B%E7%AD%86%E8%A8%98%5Darduino%E5%AF%A6%E9%A9%97%E5%8D%81%E4%B8%80%3Adht11%E6%95%B8%E5%AD%97%E6%BA%AB%E6%BF%95%E5%BA%A6%E5%82%B3%E6%84%9F%E5%99%A8>