

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：智慧陽傘

關鍵詞：光源感測、自動調整、陽傘

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.....	3
三、馬達選用.....	3
四、程式撰寫.....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究流程.....	4
(一)、研究步驟.....	4
(二)、操作流程圖.....	5
二、使用材料及工具.....	6
(一)、零件介紹.....	6
(二)、軟體介紹.....	8
伍、研究結果.....	12
一、馬達控制.....	12
(一)、傾斜轉動.....	12
(二)、轉動範圍限制.....	13
二、光源感測.....	13
三、控制電路包裝.....	14
四、整體支撐.....	14
陸、討論.....	15
一、材料選用.....	15
二、馬達採用.....	15
三、聯軸設計.....	15
四、穩定精度.....	15
柒、結論.....	16
捌、參考資料及其他.....	17

圖目錄

圖 1 一般陽傘.....	1
圖 2 智慧陽傘.....	1
圖 3 Inventor 繪製介面.....	2
圖 4 3D 列印成品.....	2
圖 5 雷射切割電路包裝.....	2
圖 6 電路雕刻成品.....	3
圖 7 Arduino 程式撰寫.....	3
圖 8 研究步驟.....	4
圖 9 操作流程圖.....	5
圖 10 蝸桿馬達(JGY-370).....	6
圖 11 光敏電阻 (CDS-10mm)	6
圖 12 18650 鋰電池.....	6
圖 13 L298N 馬達驅動板.....	7
圖 14 微動開關 (DM3-01P)	7
圖 15 ATmega328P.....	7
圖 16 Arduino logo	8
圖 17 Arduino 程式撰寫.....	8
圖 18 Autodesk Inventor logo.....	9
圖 19 3D 列印實體組合.....	9
圖 20 Autodesk Inventor 操作介面及機構 3D 模型.....	9
圖 21 Altium Designer logo.....	10
圖 22 電路圖及電路板設計.....	10
圖 23 RDWorks logo.....	11
圖 24 雷射切割圖檔.....	11
圖 25 馬達聯軸器組裝.....	12
圖 26 裝設微動開關.....	13
圖 27 感測器在光線斜射時產生陰影.....	13
圖 28 雷射切割電路包裝.....	14
圖 29 使用到的現成傘架.....	14
圖 30 成品展示.....	16

表目錄

表 1 時間分配表.....	4
表 2 JGY-370 規格	6
表 3 光敏電阻規格.....	6
表 4 L298N 規格	7
表 5 ATmega328P 規格	7

【智慧陽傘】

壹、摘要

由於太陽的斜射及隨著時間的移動，傳統露天座位陽傘下方的位置無法保持在傘面陰影之下，於是我們設計了可自行偵測並自動朝向光源的本專題「智慧陽傘」。

「智慧陽傘」主要有「感測光源」以及「自動傾斜」兩個目的。放置於傘頂的是我們設計由四塊光敏電阻組成的感測器，將進光量轉成類比訊號，由 ATmega328P 讀取並進行比較，來判斷光線的來向，最後以數位訊號透過 L298N 控制兩顆直流蝸桿馬達的正反轉，使支撐桿上的陽傘進行前、後、左、右的傾斜調整，改變陽傘產生陰影的範圍，讓使用者所在的位置免於受到陽光的直射。

貳、研究動機

為了使環境透氣，許多餐廳裝上了頂級的空調，就是希望讓顧客享受空氣流通且舒適的環境，而戶外最自然的清新空氣是再強大的空調都無法比擬的。然而實際到了室外的露天座位時，又會被太陽直曬，所以我們才寧願在人擠人的室內待著。貼心的店家也考慮到了這一點，在露天座位區裝上了大把的陽傘，但若太陽不在陽傘正上方的話，就會看到陽傘下方座位區總有一側仍然被太陽照射著(如圖 1)，以至於我必須隨著時間、太陽方向的變化，不斷的移動我們位子到陽傘的陰影下，因此我們想設計一款可以解決這個問題，做出我只要好好待在原位，它就會自動幫我們遮擋陽光的「智慧陽傘」，如圖 2 所示。



圖 1 一般陽傘



圖 2 智慧陽傘

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

在高一課後參加製圖科跨科選課，我們學會使用 Autodesk Inventor 繪製 3D 的模型(如圖 3)以及動畫模擬，加上科內教的 3D 列印機操作，我們可以依我們的需求設計尺寸剛好的元件，如馬達與傘架之間的連接器以及感測器的模型，若要直接在市面上尋找這些物件，既麻煩且不一定找得到完全符合的，這些問題使用 3D 列印皆可以解決，因此我們用 3D 列印製作，如圖 4 為感測器的實際列印成品。

擺放電路和開關的控制盒，我們使用高三專題製作實習課中學到的雷射切割機進行製作，在 RDWorks 軟體裡設計出空間足夠我們放置線路、電路板以及電源的容器，並在開關和出線接頭的位置設好開口，最後進行切割、組裝，就完成了我們的控制盒，如圖 5 所示。

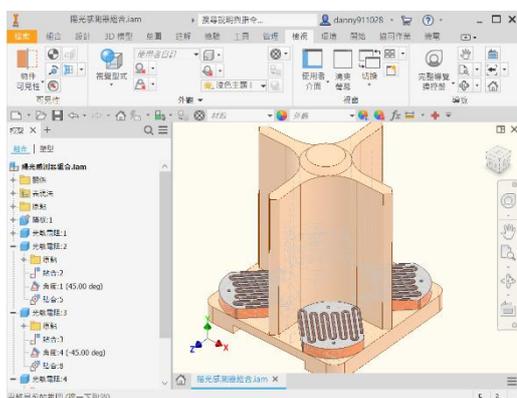


圖 3 Inventor 繪製介面

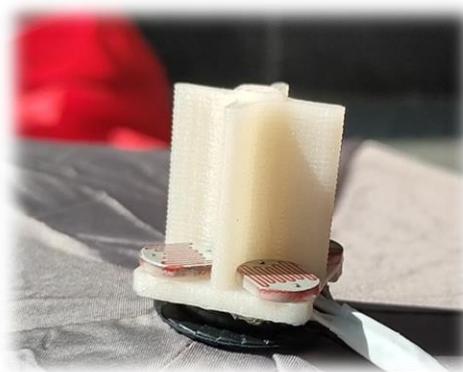


圖 4 3D 列印成品

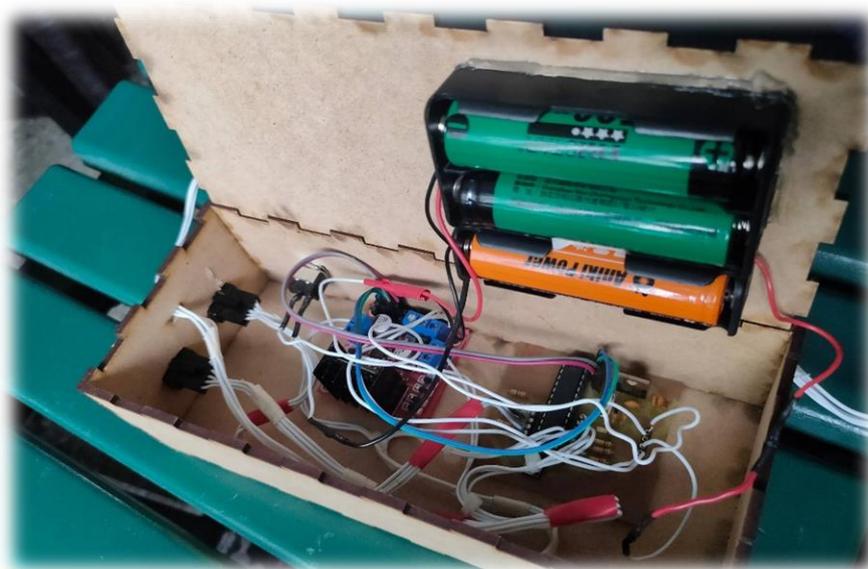


圖 5 雷射切割電路包裝

二、電路雕刻

高二電子學實習課中，我們學到了如何繪製以及雕刻電路板，在 Altium Designer 軟體中設計電路圖並轉為 PCB 檔，轉檔後操作電路雕刻機來刻出電路板。跟在洞洞板或麵包板上拉線相較之下，電路板可以更穩固且更有效的縮小我們線路的體積。雕刻成品如圖 6 所示：

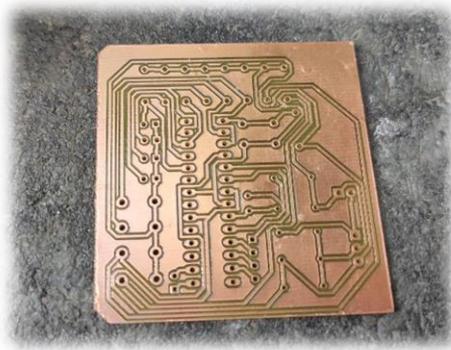


圖 6 電路雕刻成品

三、馬達選用

由於我們的動作要從整支傘下方的傘柄來轉動整支陽傘，需要轉矩極大的馬達才能做到，在高二的電工機械課學了各種馬達的特性，加上參考了機械科的機械原理課本，決定使用直流馬達，並配上減速齒輪箱來增大馬達的扭力到足以控制陽傘向四周的傾斜，而在最後我們選用了自帶減速機的 JGY-370 直流蝸桿馬達。

四、程式撰寫

在高三微處理機控制實習課，接觸到了 Arduino 的程式語法以及基本的程式撰寫，我們在 ATmega328P 中寫入程式判斷輸入信號的差距，如圖 7 所示，並將結果輸出至連接馬達的 L298N 來控制轉向。

```
Serial.println(rain2o);
rain3i = analogRead(A3);
rain3o = map(rain3i, 0, 1023, 0, 255);
Serial.print("Rain3=");
Serial.print(rain3o);
rain4i = analogRead(A4);
rain4o = map(rain4i, 0, 1023, 0, 255);
Serial.print(" Rain4=");
Serial.println(rain4o);
delay(100);

if (rain1o-rain2o>=5 && sw1==0){
digitalWrite(4,HIGH);
digitalWrite(5,LOW);
delay(50);
digitalWrite(4,LOW);
digitalWrite(5,LOW);
}
```

圖 7 Arduino 程式撰寫

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

在七月底定下專題題目後，便開始我們的製作流程。我們從選購馬達開始進行，並配合光敏電阻及 L298N 進去測試，同時做出了基本的動作機構，接著陸續將電路設計、感測器列印以及控制盒拼裝完成，最後將程式與硬體結合，完成我們的專題「智慧陽傘」。專題時間分配及研究步驟分別如下表 1 及圖 8 所示：

表 1 時間分配表

項目/月份	七	八	九	十	十一	十二	一
1.蒐集資料							
2.購買材料							
3.程式設計							
4.機構設計							
5.機構製作							
6.電路設計							
7.成品測試							

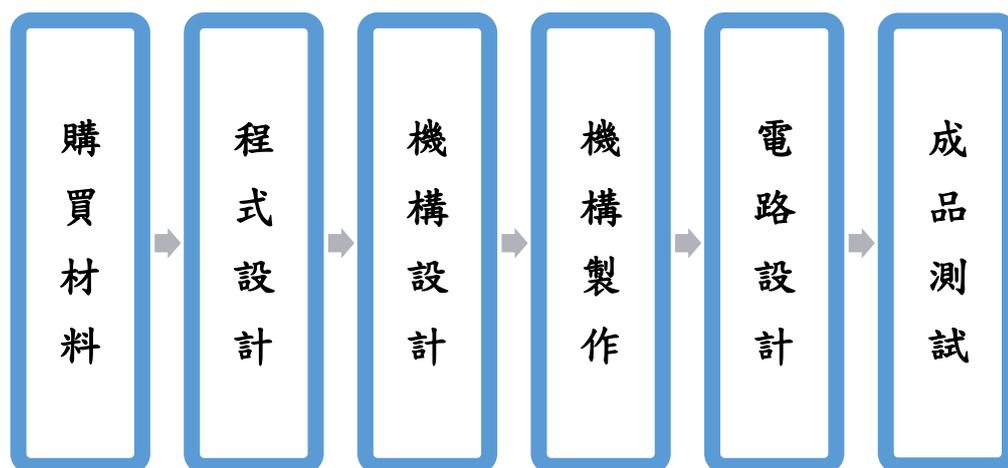


圖 8 研究步驟

(二)、操作流程圖

當總開關開啟後，ATmega328P 將不斷讀取感測器上四塊光敏電阻的電阻值，對角端的電阻兩兩一組進行比較，分別控制前、後和左、右兩顆馬達，一旦偵測到數值不同就代表傘面尚未朝向光源，這時只要使馬達向接收到光源較多的那一側進行轉動，一直轉動到正向光源時四塊光敏電阻進光量也會相同，這時馬達將停止轉動，直到下次接收到差值再次轉動。而為了防止馬達轉向過頭，裝設了微動開關限制馬達轉動範圍，在轉動前必須先判斷是否有按壓到該方向對應的微動開關。操作流程圖如圖 9 所示：

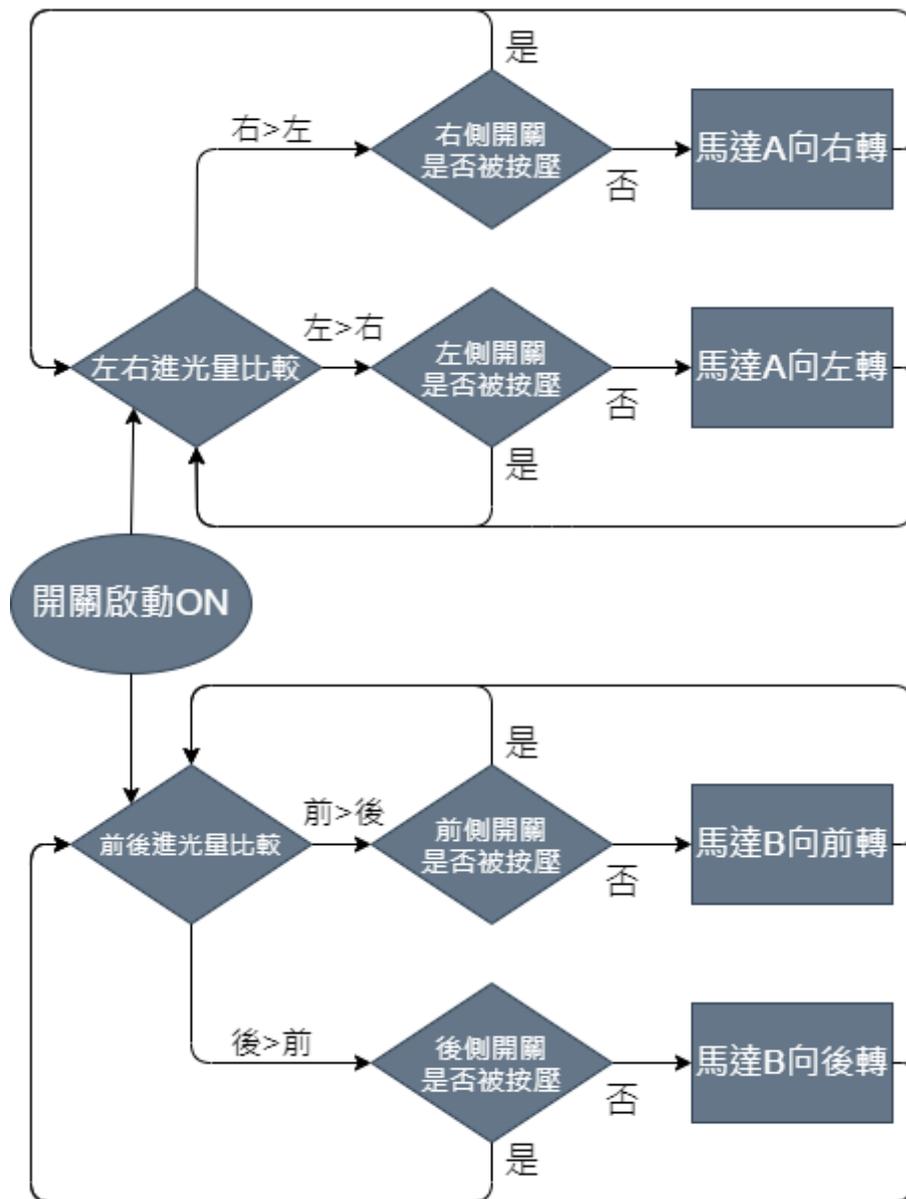


圖 9 操作流程圖

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、 蝸桿馬達(JGY-370)

JGY-370 是一顆具有減速箱的直流馬達(圖 10)，擁有 45kg/cm 的扭矩，內部由直流馬達、減速齒輪和螺桿組成，具有足夠的轉矩以及自鎖性質，符合我們需要支撐及轉動陽傘的需求，因此我們將其使用在主要的控制結構上。JGY-370 蝸桿馬達之規格如下表 2：

表 2 JGY-370 規格

產品尺寸	80×120x32mm
重量	160g
無載速度	6rpm
最大轉矩	45kg/cm
工作電壓	12V



圖 10 蝸桿馬達(JGY-370)

2、 光敏電阻 (CDS-10mm)

光敏電阻是一種特殊的電阻(圖 11)，它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻變小；光強度減弱，則電阻變大。我們使用的光敏電阻利用環氧樹脂封裝，可靠性好，體積小，靈敏度高，反應速度快，光譜特性好，可以迅速感應光源。CDS-10mm 光敏電阻之尺寸如下表 3：

表 3 光敏電阻規格

產品尺寸	直徑 10mm
工作模式	類比
阻值範圍	8KΩ~1MΩ



圖 11 光敏電阻 (CDS-10mm)

3、 18650 鋰電池

18650 鋰電池 (圖 12)具有容量大，壽命長，不爆炸，不燃燒；無毒，無污染，耐高溫性能好，電壓一般都在 3.6V、3.8V 和 4.2V。沒有記憶效應在充電前不必將剩餘電量放空，使用方便。



圖 12 18650 鋰電池

4、馬達驅動板(L298N)

L298N 是一種高電壓、大電流電機驅動晶片(圖 13)，內含兩個 H 橋的高電壓大電流全橋式驅動器，可同時驅動兩台馬達，利用 HIGH 跟 LOW 的狀態變化，進行正反轉的控制。L298N 馬達驅動板之規格如下表 4：

表 4 L298N 規格

產品尺寸	43x43x29mm
重量	30g
驅動電壓	5~24V
驅動電流	2A
工作溫度	-20~135 度
最大功率	25W

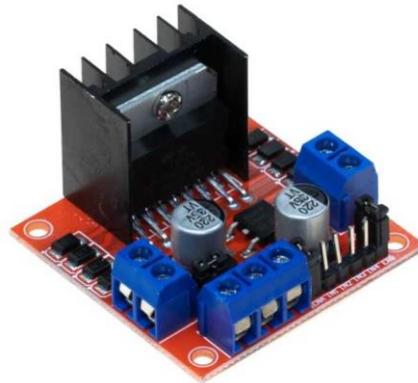


圖 13 L298N 馬達驅動板

5、微動開關 (DM3-01P)

由於我們使用的馬達是直流馬達，故無法控制轉動角度，因此決定藉由微動開關(圖 14)的特性進行限制，以達到類似伺服馬達回授的效果。



圖 14 微動開關 (DM3-01P)

6、ATmega328P

ATmega328P 是一顆八位元 AVR 精簡指令型微控制器(圖 15)，具備寫入同時讀取能力的閃存記憶體，可用於燒錄在 Arduino 軟體中撰寫的程式。ATmega328P 之規格如下表 5：

表 5 ATmega328P 規格

工作電壓	1.8~5.5V
產品尺寸	34.8x7.49x4.57mm
重量	20g
工作溫度	-40~85 度
核心尺寸	8 位元
速度	20MHz
記憶體大小	32KB

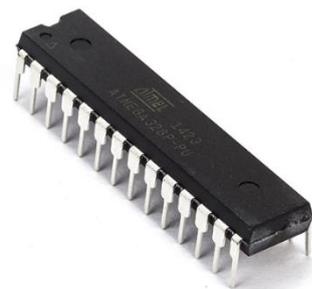


圖 15 ATmega328P

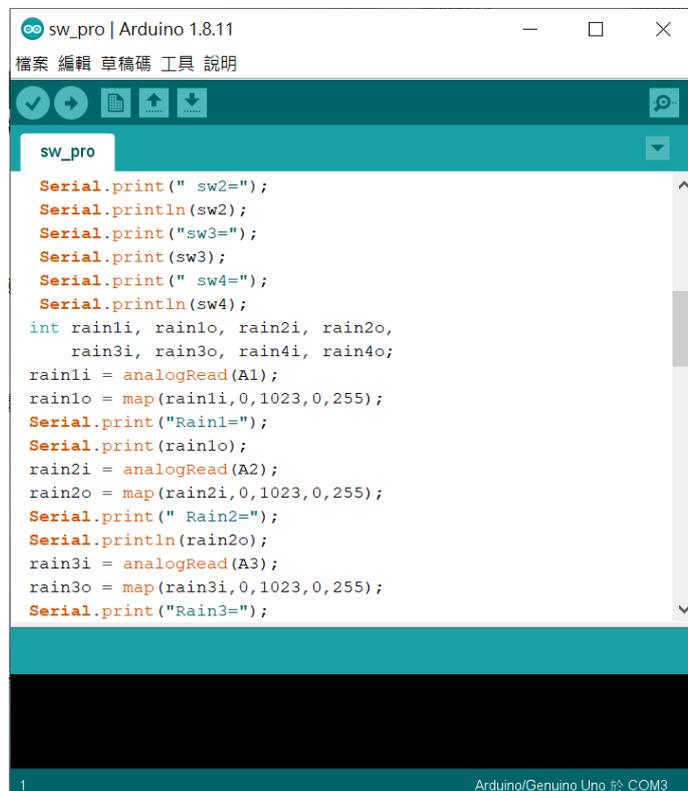
(二)、軟體介紹

1、Arduino

Arduino(圖 16)是一個開放源碼的開發環境，擁有許多函式庫及模組套件供開發者應用，也使軟體設計及電子裝置的應用更為便捷。撰寫的語法與 C 及 C++相似，但較容易理解，因此在進入門檻低且使用極為廣泛的特性下，我們選用 Arduino 作為我們程式設計的軟體。Arduino 程式以 setup()及 loop()兩個函式為主體(圖 17)，可隨編寫者需求加上副程式以及函式庫。軟體編譯成功後，將程式燒錄至 ATmega328P 中，即可與外部電路和感測器做整合，完成實體。



圖 16 Arduino logo



```
sw_pro | Arduino 1.8.11
檔案 編輯 草稿碼 工具 說明
sw_pro
Serial.print(" sw2=");
Serial.println(sw2);
Serial.print("sw3=");
Serial.print(sw3);
Serial.print(" sw4=");
Serial.println(sw4);
int rain1i, rain1o, rain2i, rain2o,
    rain3i, rain3o, rain4i, rain4o;
rain1i = analogRead(A1);
rain1o = map(rain1i, 0, 1023, 0, 255);
Serial.print("Rain1=");
Serial.print(rain1o);
rain2i = analogRead(A2);
rain2o = map(rain2i, 0, 1023, 0, 255);
Serial.print(" Rain2=");
Serial.println(rain2o);
rain3i = analogRead(A3);
rain3o = map(rain3i, 0, 1023, 0, 255);
Serial.print("Rain3=");
```

1 Arduino/Genuino Uno 於 COM3

圖 17 Arduino 程式撰寫

2、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor (圖 18)是一款允許使用者在一個單一環境中，整合 2D 和 3D 數據，創建一個虛擬的產品，使用戶能夠在產品正式生產前，驗證和調整產品的屬性。也包含數據、直接編輯和自由的建模工具，以及不同 CAD 檔案的轉檔能力。在我們的專題中使用 Autodesk Inventor 繪製支撐架小部件的設計圖(圖 20)並且由 3D 列印機印出成品(圖 19)。



圖 18 Autodesk Inventor logo

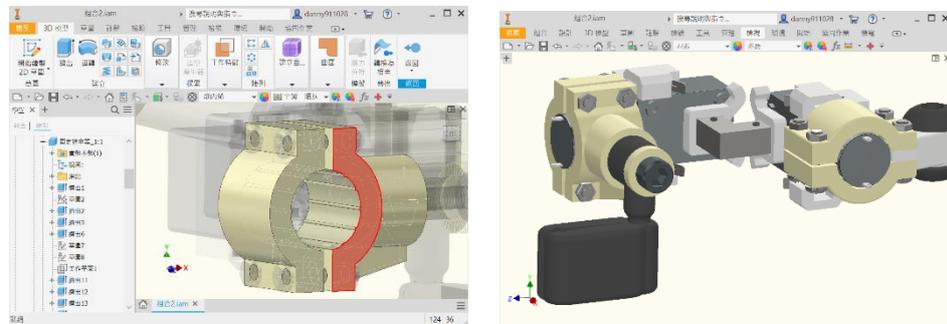


圖 20 Autodesk Inventor 操作介面及機構 3D 模型

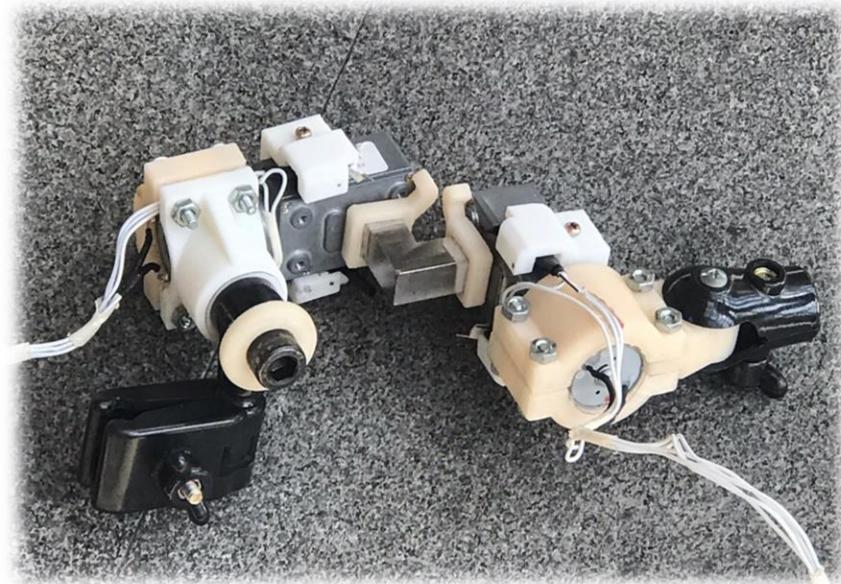


圖 19 3D 列印實體組合

3、Altium Designer

Altium Designer(圖 21)可用於元件及電路圖的設計(圖 22)，在電路圖設計完後進行元件位置的安排，並進行線路的佈置，轉檔後傳入電路雕刻機中進行雕刻。在我們專題中電路板製作使用這個軟體，相較於在洞洞板或麵包板上拉線，電路板雕刻可以更穩固且更有效的縮小我們線路的體積。



圖 21 Altium Designer logo

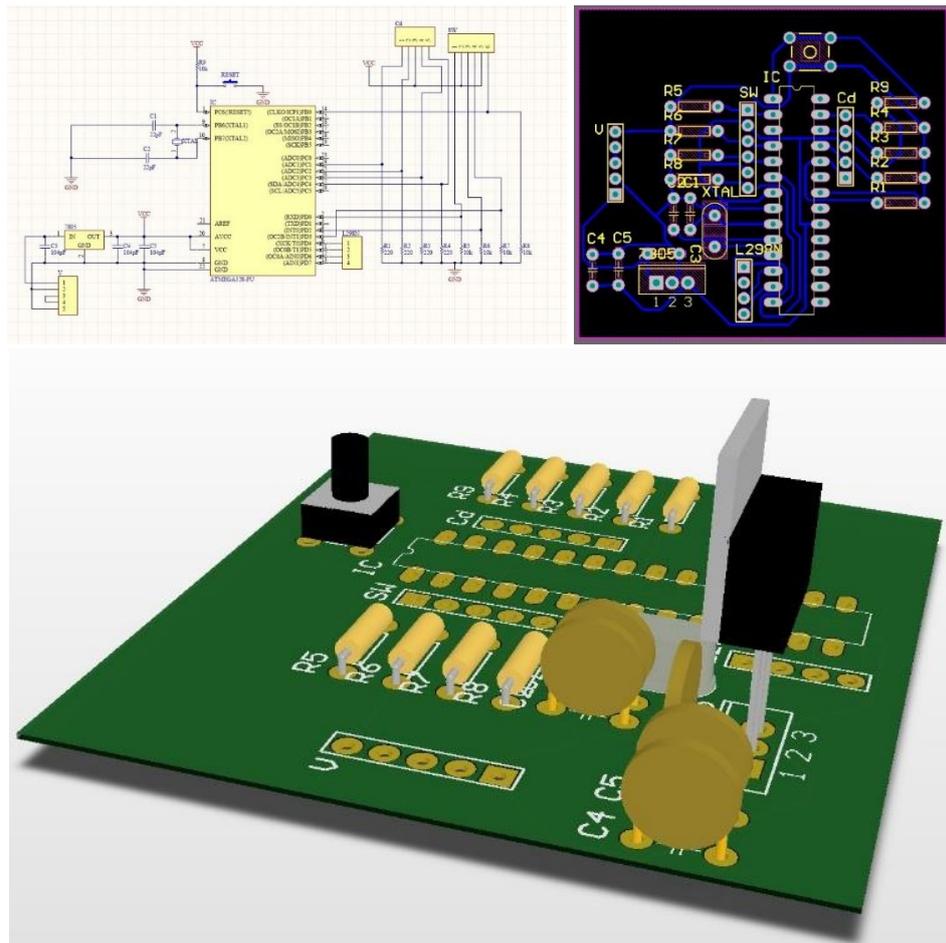


圖 22 電路圖及電路板設計

4、RDWorks

RDWorks(圖 23)是我們用來設計雷射切割圖形和字樣的軟體，利用分色可同時執行切割、雕刻、畫線等功能，配合控制主機板可離線操作，在操作使用上相當便利。如圖 24 為我們繪製的雷射切割圖檔：



圖 23 RDWorks logo

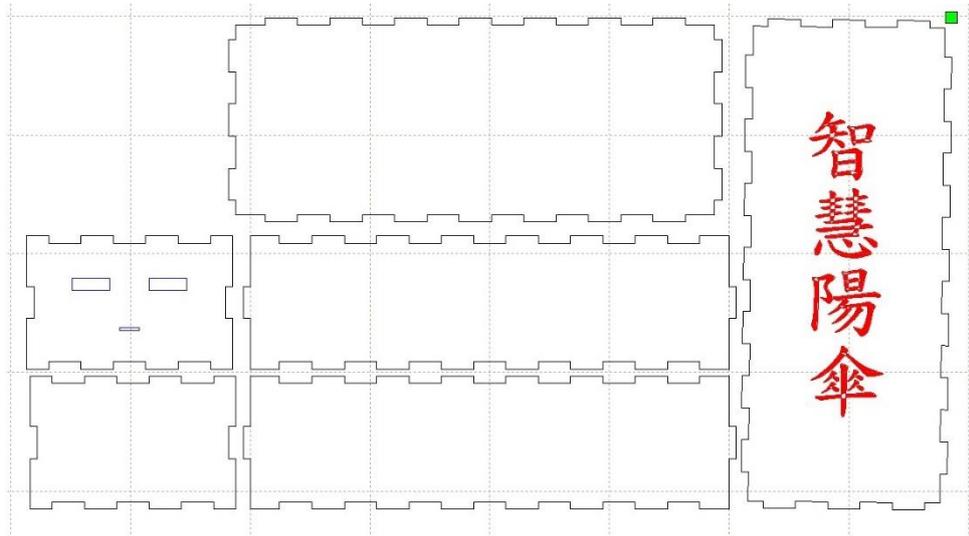


圖 24 雷射切割圖檔

伍、研究結果

一、馬達控制

為了讓陽傘能傾斜到任何陽光有機會照射過來的方向，我們使用了兩顆大轉矩的直流蝸桿減速馬達，說明如下：

(一)、傾斜轉動

需要全方位無死角的轉動，就好比在撐傘時我們用手腕的前、後傾斜以及左、右的扭動來控制整支傘的角度，那本專題也分別用了兩顆馬達模擬了我們的手腕來分別控制前、後向以及左、右向的轉動。至於兩個馬達之間的連接需要較大的機械強度，我們設計了L型金屬馬達聯軸器進行連接（如圖 25）。

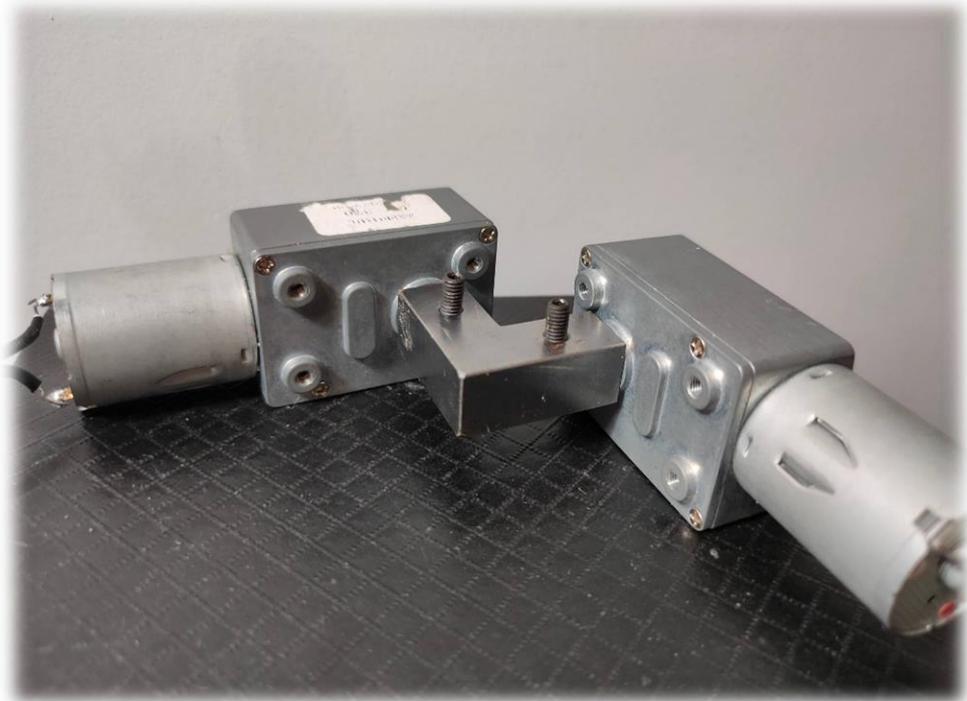


圖 25 馬達聯軸器組裝

(二)、轉動範圍限制

馬達轉向過頭可能造成機構的卡死、破壞，且使馬達壽命減短，原本打算使用伺服馬達透過程式控制轉動角度的範圍。但由於市面上一般的伺服馬達無法滿足本專題所需的較大轉矩，而轉舉夠大的則有體積和供電上的問題，故我們最終選用直流減速馬達 JGY-370 以解決轉矩問題，並於馬達的兩側加裝微動開關，以及在聯軸器上設計了超出轉動範圍時會觸碰到開關來回傳信號的觸發器，這樣一來就能模擬伺服馬達的回授信號來進行控制。如圖 26 所示：



圖 26 裝設微動開關

二、光源感測

感測器的設計，我們將四個光敏電阻放置於設有隔板的 3D 物件上，在當光源斜著照射過來時中間的隔板會在感測器的另外一側產生陰影(圖 27)。兩測光敏電阻的進光量會由於被陰影遮擋的有無而有所落差，讀取後將信號傳出使馬達向進光量較大的那一側轉動，一直傾斜到傘面正向光源、所有光敏電阻讀值相同時，馬達就停止動作。



圖 27 感測器在光線斜射時產生陰影

三、控制電路包裝

電路雕刻、程式設計與接線皆完成後，為了避免接線碰撞鬆脫以及美觀我們將其封裝，使用 RDWorks 軟體裡設計出空間足夠我們放置線路、電路板以及電源的容器，並在開關和出線接頭的位置設好開口，並進行切割、組裝，完成了我們的控制盒。如圖 28 所示：

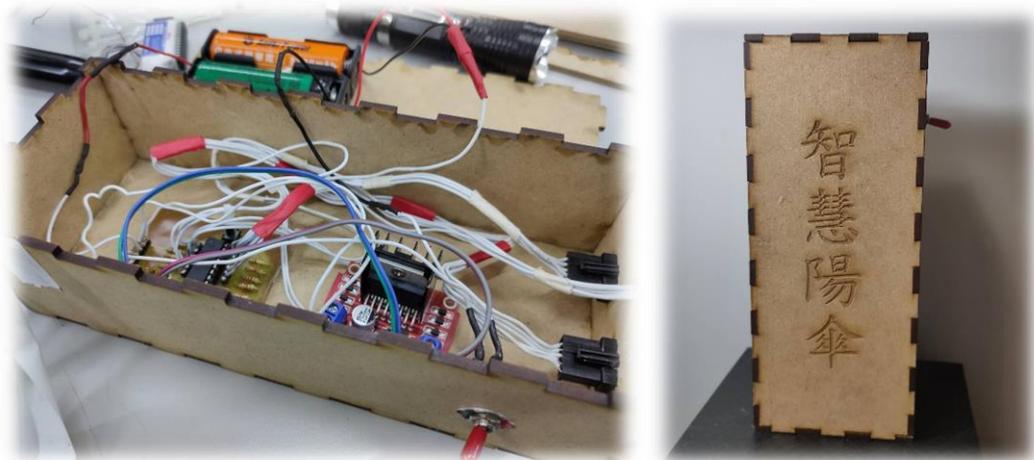


圖 28 雷射切割電路包裝

四、整體支撐

支撐整個機構與陽傘的是現成的 L 型伸縮傘架(圖 29)，我們將馬達等機構安置於傘架的握傘器和支架之間連接處，這麼一來可依需求轉動支架來微調長度及角度，而整支陽傘也可以透過握傘器來進行快速的拆裝。



圖 29 使用的現成傘架

陸、討論

一、材料選用

在元件的組裝上我們使用 3D 列印的 PLA 材質作為連接各個元件的主要材料，因為每個元件的尺寸不一，無法在市面上找到我們所需要的物件，因此我們才選擇使用 3D 列印，因為可以依照我們的需求自行繪製 3D 圖形進行列印。

二、馬達採用

原先擔心只使用減速馬達來支撐陽傘扭力不足，而採用減速馬達帶動螺桿為主要控制方式，之後發現有自帶減速機且轉矩足夠的直流蝸桿馬達，但因其不像伺服馬達可以準確的控制轉動範圍，於是在馬達兩側加上微動開關進行角度的限制。

三、聯軸設計

因為找不到我們所需的 L 字型馬達聯軸，且 3D 列印的機械強度不足，故我們畫好設計圖後親自前往機械科請教，最後製作出了現在所使用的金屬聯軸。

四、穩定精度

由於目前的感測方式，會因些許外在因素以至於偵測到的光源方向不斷的變化，並傳送訊號給馬達，造成馬達轉動時會有些微的晃動導致不必要的耗能，且容易減少馬達壽命。在未來有機會進一步研究的情況下，我們希望能夠使感測元件更精準的偵測，另外也希望增加偵測時間的間隔，來改善這個問題。

柒、結論

為了使陽傘跟隨著光源傾斜轉動，達到自動調整角度來為我們遮陽的「智慧陽傘」，最初的轉動問題我們找到轉矩足夠的馬達加上微動開關成功動作；在 3D 模型的設計使每個元件牢固的接合；透過比較四塊光敏電阻進光量的不同來感測光源；安排兩顆蝸桿馬達之間的配合動作，使整支陽傘可以向四周轉動，每個環節都經過無數的失敗與調整，得以將最初的目標付諸實現，期許未來能進一步增設太陽能以及 USB 充電的功能，讓電路板和馬達供電方面可以更加的穩定，不必擔心使用到一半會有沒電的問題產生。

專題製作需要長時間的思考及規劃，還需要適當的工作分配，而且一個完整的專題所需的，絕對不只是單一領域的能力，有很多專業知識是我們先前從未接觸過的，像是不熟悉電子零件的使用、軟硬體整合的設計等，我們都是藉由不斷的蒐集資料，以及主動詢問擁有不同專長的老師們，才能順利將問題逐一的解決。在研究過程中難免遇到意見分歧的時候，可能還一發不可收拾，但可貴的是大家都願意冷靜下來，說出彼此的想法，好好溝通，一起為下一個階段努力，完成最後的成品。相信藉由這次專題的經歷，不僅增強了自學的能力，更是培養我們做事的態度，對日後不管是在職場上，或是在生活中絕對是受用無窮的。



圖 30 成品展示

捌、參考資料及其他

- JGY-370 規格。2020 年 10 月 6 日。取自
<https://www.ruten.com.tw/item/show?22046913671854>
- Arduino 電路圖。2020 年 11 月 30 日。取自
<https://swf.com.tw/?p=264>
- 光敏電阻。2020 年 8 月 11 日。取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E6%95%8F%E7%94%B5%E9%98%BB>
- 微動開關電路。2020 年 11 月 21 日。取自
<http://dshps.blogspot.com/2017/01/blog-post.html?m=1>
- 聯軸器。2020 年 11 月 30 日。取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%81%94%E8%BD%B4%E5%99%A8>
- 7805 電路原理。2020 年 12 月 1 日。取自
<https://www.amobbs.com/thread-4063417-1-1.html>
- L298N 介紹。2020 年 10 月 27 日。取自
<http://web.htjh.tp.edu.tw/B4/105-2robot/L298N%E9%A6%AC%E9%81%94%E9%A9%85%E5%8B%95%E6%A8%A1%E7%B5%84%E4%BB%8B%E7%B4%B9.pdf>
- ATmega328。2020 年 11 月 23 日。取自
<https://zh.wikipedia.org/wiki/ATmega328>
- Arduino Uno 功能簡介。2020 年 9 月 17 日。取自
<https://openhome.cc/Gossip/Books/mBlockArduino1-3and1-4.html>
- 楊得明、陳伯爵(2018)。電工機械 I。新北市：科友圖書。
- 高橋麻奈(2008)。最新 C 語言程式設計實例入門。新北市：博碩文化。
- 柯雲龍、潘建安(2012)。機械原理 II。台北市：台科大圖書。