

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽

「專題組」作品說明書封面



群別：電機與電子群

作品名稱：AUTO WIPING

關鍵詞：一指操控、零粉塵

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、程式撰寫.....	1
二、硬體製作.....	2
肆、研究方法.....	5
一、研究流程.....	5
(一)、研究步驟.....	5
(二)、操作步驟.....	5
二、使用材料及工具.....	8
(一)、零件介紹.....	8
(二)、軟體介紹.....	10
伍、研究結果.....	11
一、硬體結構.....	11
(一)、硬體結構.....	錯誤! 尚未定義書籤。
(二)、清潔盒.....	11
(三)、清潔動作.....	11
陸、討論.....	11
一、觸發裝置的選擇.....	11
二、機構控制.....	11
三、機構的穩定.....	12
柒、結論.....	12
捌、參考資料及其他.....	12

表目錄

表 1	RF-370DP 規格	8
表 2	L298N 規格	8
表 3	JC-120-12 規格	9
表 4	Arduino Mega 2560 規格	9

圖目錄

目錄

圖 1	程式撰寫 1	2
圖 2	程式撰寫 2	2
圖 3	支架 3d 草圖	3
圖 4	支架成品.....	3
圖 5	雷射切割草圖	4
圖 6	清潔盒成品.....	4
圖 7	時間分配圖	5
圖 8	初始動作流程圖.....	5
圖 9	復歸流程.....	5
圖 10	全部清潔流程	6
圖 11	擦拭流程	6
圖 12	定位觸發塊	6
圖 13	左半清潔流程.....	7
圖 14	右半清潔流程.....	7
圖 15	RF-370DP	8
圖 16	L298N	8
圖 17	長柄極限開關	8
圖 18	短柄極限開關	8
圖 19	JC-120-12	9
圖 20	Arduino Mega 2560	9
圖 21	Arduino Logo	10
圖 22	Arduino 程式撰寫	10
圖 23	Autodesk Inventor 3D 繪圖	10

壹、摘要

黑板和粉筆一直以來都是教育的得力助手，然而清潔黑板時，反覆高舉手臂的動作容易傷害到肩頸的肌肉、長期吸入粉筆灰會傷害呼吸系統，為此我們打造了一台只需要一指操控也可以清潔黑板，而且不會產生粉筆灰，以達到零粉塵的效果，能帶給教師一個安全衛生的教學環境的機器---Auto Wiping。

Auto Wiping 的動作程式是藉由 Arduino 撰寫而成，操作方法只需要按下按鈕，機構就會執行相對應動作。按下清潔動作的按鈕後，機構會先偵測是否完成原點復歸，確保每一次動作都能正確運行，接著清潔盒才會開始清潔動作，在動作過程中若有狀況發生也能按下緊急停止鈕停下動作。

貳、研究動機

高二時的數學老師上課時都是使用濕抹布擦黑板，一開始以為他只是嫌棄用板擦不乾淨，後來才聽說他是因為患有氣喘，如果吸入粉筆灰會導致氣喘發作，即使粉筆灰會造成身體不適，他依然在黑板上解開一道一道的題目，在我們的心中留下深刻的印象。

所以我們想要減少粉筆灰的產生，經過在網路上多方查證，我們發現在擦黑板時產生的粉筆灰是最多，而且飄散範圍最廣的，加上反覆將手臂舉高過頭的動作很容易造成肌腱拉傷，抽筋，但板擦在使用及加工上都不太方便，因此我們以教室的抹布為清潔主體，設計這台能輕鬆安裝，擦黑板不費力，擦拭後零粉塵的自動板擦機。

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、程式撰寫

之所以選擇 Arduino 作為本次專題程式的撰寫軟體，是因為它容易上手且支援的元件種類繁多，網路上教學資源也多，讓我們能夠依功能需求寫出所要的程式(如圖、圖)。另外由於高二時有先學過 Arduino 程式撰寫軟體，打好了良好的程式基礎，讓我們在專題製作時沒有遭遇非常多的困難。

```

Final | Arduino 1.8.19
檔案 編輯 硬體 工具 說明
Final
//左移
void XleftMOVE() {
  digitalWrite(Kin1, HIGH);
  digitalWrite(Kin2, LOW);
}
//上升
void YupMOVE() {
  digitalWrite(Fin1, HIGH);
  digitalWrite(Fin2, LOW);
}
//右移
void XrightMOVE() {
  digitalWrite(Kin1, LOW);
  digitalWrite(Kin2, HIGH);
}
//下降
void YdownMOVE() {
  digitalWrite(Fin1, LOW);
  digitalWrite(Fin2, HIGH);
}
//停止
void XSTOP() {
  digitalWrite(Kin1, LOW);
}

```

圖 1 程式撰寫 1

```

Final | Arduino 1.8.19
檔案 編輯 硬體 工具 說明
Final
//狀態動作
switch(m) {
  //STAY
  case 0:
    XSTOP();
    YSTOP();
    motorSTOP();

    if(sta1 == LOW || Y == 2 || m == 2) //開始動作
    if(sta1 == LOW || Y == 3 || m == 1) //左半
    if(sta1 == LOW || Y == 4 || m == 1) //右半
    Y=0;

    break;
  //後陣
  case 1:
    Return();
    if(limit1 == LOW || limit2 == LOW) m=0; //選擇到達定位，目標感測狀態
    Y=0;

    break;
}
//全部//
}

```

圖 2 程式撰寫 2

二、硬體製作

我們使用高三在製圖科跨科課程所學的 Autodesk Inventor 繪圖軟體設計我們的馬達座及滾筒架(如圖 3)，再使用 3D 列印機及 PLA 線材列印零件(如圖 4)。

另外，清潔機構的外殼部分也是使用 Autodesk Inventor 繪製草圖(如圖 5)再匯入至 RDWorks 轉為雷射切割機所適用的檔案形式，使用厚度 3mm 的壓克力作為材料，最後以雷射切割機切出所需零件(如圖 6)。

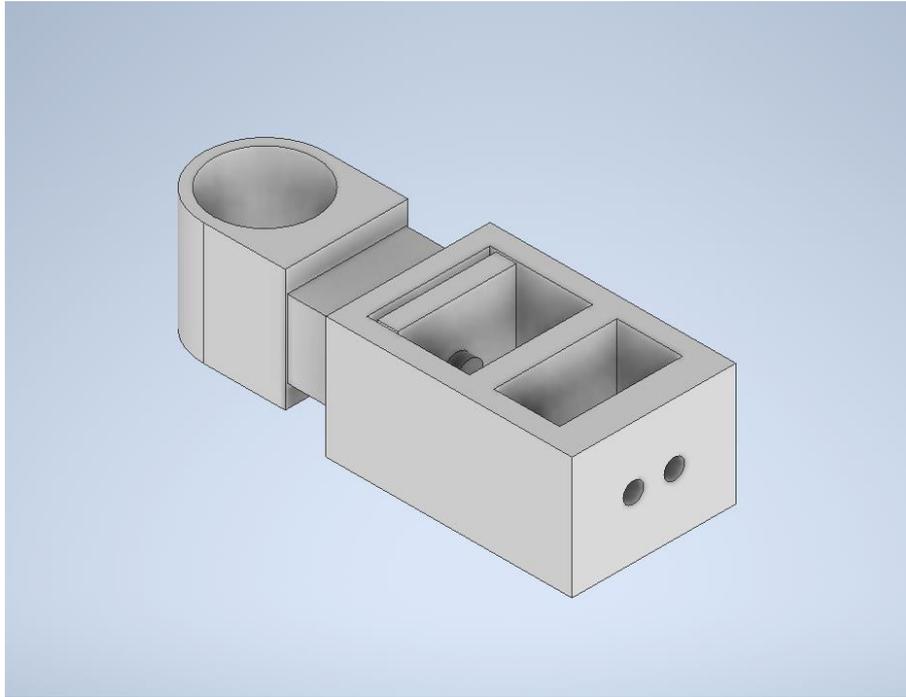


圖 3 支架 3d 草圖

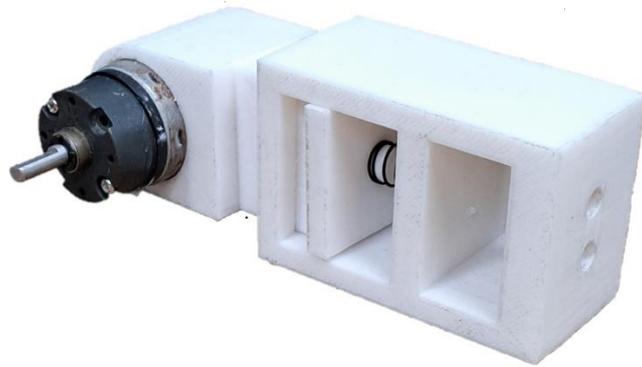


圖 4 支架成品

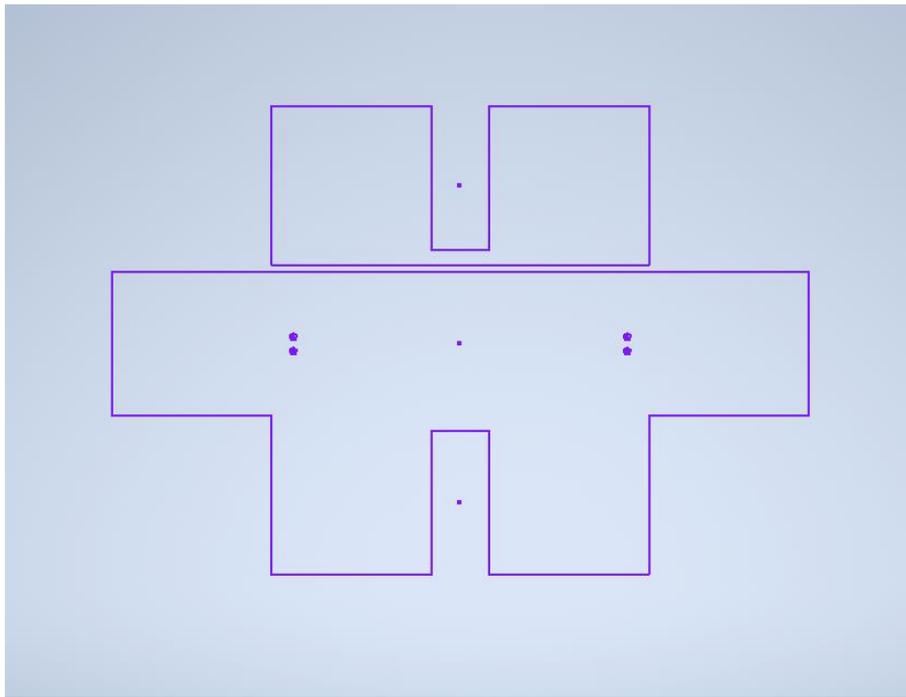


圖 5 雷射切割草圖



圖 6 清潔盒成品

肆、研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

主題確定後，我們分成了程式組與機構組，一邊撰寫所需程式，一邊設計機構和外觀。在基本動作程式完成後，我們又加入了一些功能。到了十月底，終於做出了機構初版，途中遇到了不少問題，經過不斷的搜尋資料與諮詢老師後，在十二月中確定最終版本，開始整合系統。最後在一月完成作品(如圖 7)。

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
專題討論							
結構製作							
電路製作							
程式撰寫							
成品整合							
成品測試							

圖 7 時間分配圖

(二)、操作步驟

1、初始動作(如圖 8)

在插上電源線並開啟電源開關後，按下任一清潔鍵，如未在原點，便會開始進入復歸流程(如圖 9)，確保執行動作時，清潔盒在原點。

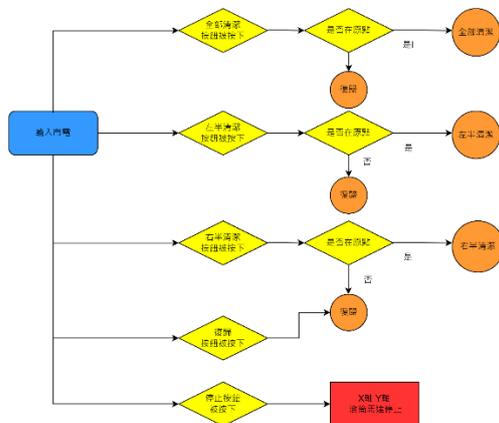


圖 8 初始動作流程圖

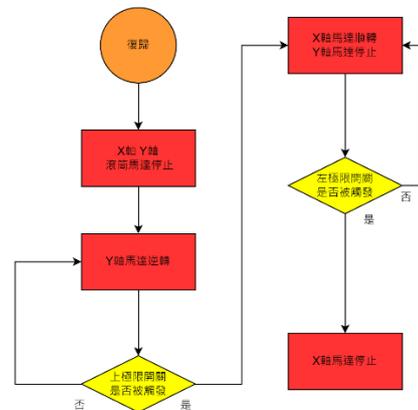


圖 9 復歸流程

2、全部清潔

確認清潔盒位置無誤後，進入全部清潔流程，X 軸馬達逆轉帶動整體清潔機構右移，在清潔機構上方的定位開關觸碰到軌道內側的定位觸發塊(圖 12)時，進入擦拭流程(如圖 11)，擦拭流程結束後，清潔機構繼續右行至下個定位觸發塊，如此循環直至軌道內部的右極限開關被觸發，則進行最後一次擦拭後，進入復歸流程。

3、擦拭流程

X 軸馬達停止(清潔機構停止移動)，同時 Y 軸馬達與清潔滾筒馬達順轉(清潔盒向下移動)直至清潔盒底部的下極限開關被觸發時，Y 軸馬達逆轉(清潔盒上移)，清潔滾筒馬達持續順轉，在機構上方的上極限開關被觸發後，Y 軸馬達與清潔滾筒馬達停止、回歸原本流程。

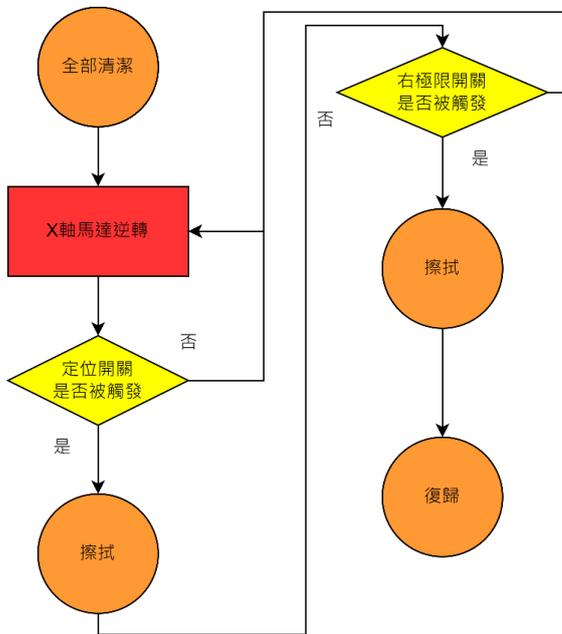


圖 10 全部清潔流程

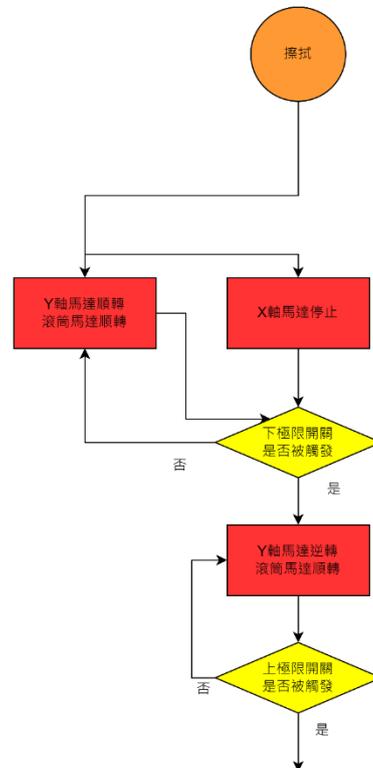


圖 11 擦拭流程



圖 12 定位觸發

4、左半清潔 (圖 13)

確認清潔機構位於原點後，X 軸馬達開始逆轉帶動整體清潔機構右移，在清潔機構上方的定位開關觸碰到軌道內側的定位觸發塊(圖 12)時，進入擦拭流程(如圖 11)，擦拭流程結束後，清潔機構繼續右行至下個定位觸發塊，如此循環直至線軌中央的分區開關被觸發，則進行最後一次擦拭後，進入復歸流程。

5、右半清潔 (圖 14)

確認機構位於原點後，X 軸馬達開始逆轉帶動整體清潔機構右移，在線軌中央的分區開關被觸發前，定位開關觸發無效；線軌中央的分區開關被觸發後，定位開關開始生效，清潔機構上方的定位開關觸碰到軌道內側的定位觸發塊(圖 12)時，進入擦拭流程(如圖 11)，如此循環直至軌道內部的右極限開關被觸發，則進行最後一次擦拭後，進入復歸流程。

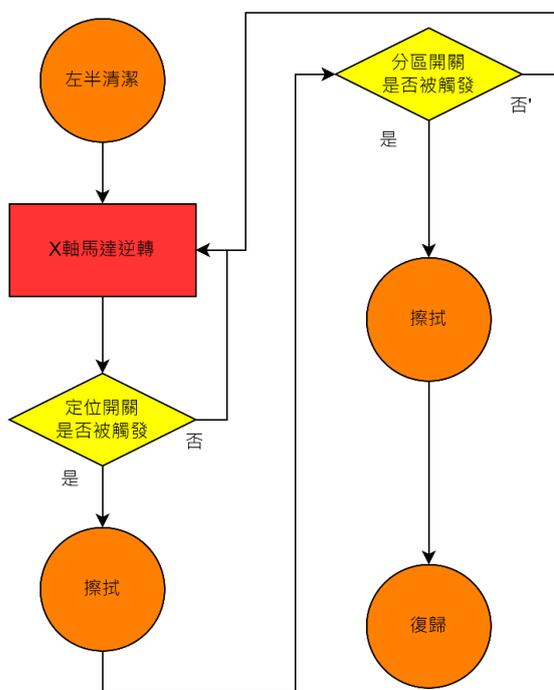


圖 13 左半清潔流程

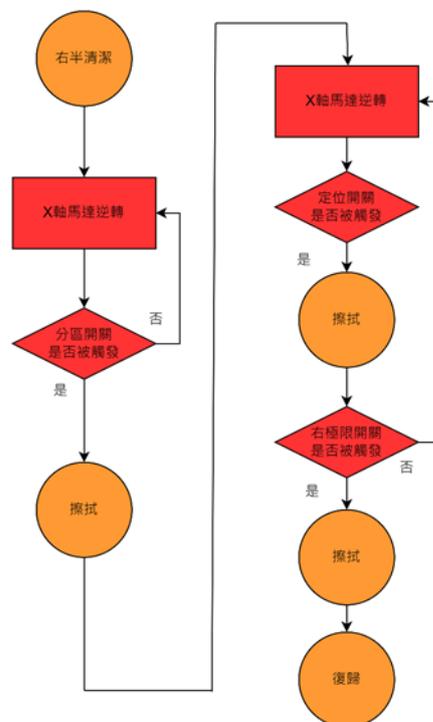


圖 14 右半清潔流程

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、直流減速馬達(RF-370DP)

RF-370DP 為轉矩符合需求的直流減速馬達(如圖 15)，其規格如表 1，內部含直流電機及減速齒輪組，並且擁有 0.68NT/m 的轉矩，足以帶動整個移動機構和清潔盒。

表 1 RF-370DP 規格

無載轉速	280 rpm
額定扭矩	0.68 NT/m
產品尺寸	22×22×59mm
工作電壓	DC 12 V
額定電流	1.00A



圖 15 RF-370DP

2、直流馬達控制模組 (L298N)

為了方便控制馬達的正反轉，我們選擇使用 L298N (如圖 16)，其規格如表 2。之所以選擇模組，是為了節省更多時間及減少製程出錯的可能。

表 2 L298N 規格

產品尺寸	12×10×35 mm
工作電壓	DC 5~35 V
最大電流	2 A



圖 16 L298N

3、極限開關

為了進行清潔機構的位置判定，我們選用兩種極限開關，有長柄(圖 17)與短柄(圖 18)兩種，在稍微進行加工後，長柄用於下極限開關、中央分區開關以及定位開關，短柄用於上極限、左極限與右極限開關。



圖 17 長柄極限開關



圖 18 短柄極限開關

4、直流電源供應器(JC-120-12)

電源供應器(如圖 19)提供 12V 的直流電源,供給 Arduino 開發板,再經過 L298N 供給馬達。電源供應器最大可輸出 120 瓦特,其規格如表 3。

表 3 JC-120-12 規格

產品尺寸	160x110x43 mm
重量	550 g
工作電壓	AC 110 V/220 V
輸出電壓	DC-12V
額定電流	10A



圖 19 JC-120-12

5、Arduino Mega 2560

我們使用 Arduino 作為整個專題控制中樞(如圖 20),其規格(如表 4),提供數位及類比的輸入輸出和足夠的接腳,在程式撰寫方面容易入門,在網路上擁有大量的學習資源,對初學者來說相對容易。

表 4 Arduino Mega 2560 規格

產品尺寸	101x53 mm
重量	37 g
主控芯片	ATmega2560
工作電壓	DC 5 V
外接電源輸入	DC7V~12 V
USB 接口	Micro-USB
數位 I/O 接腳	54 (其中 15 支提供 PWM 輸出)
類比輸入接腳	16

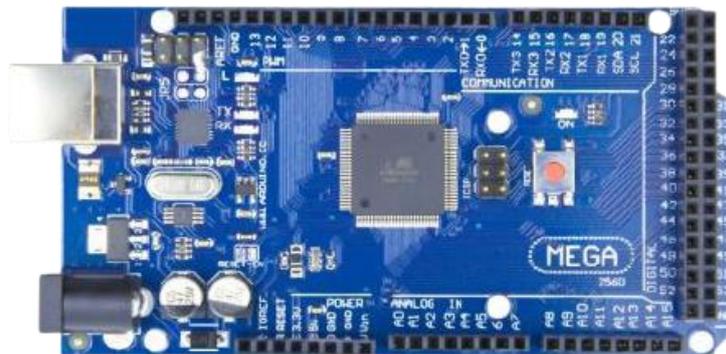


圖 20 Arduino Mega 2560

(二)、軟體介紹

1、Arduino

Arduino(如圖 21)，是一款開放原始碼的單晶片微控制器，不僅在市面上有許多元件、模組，在網路上也有大量的函式庫、範例程式供使用者學習、運用，其另一個特點是編寫程式容易，主要使用類似 C/C++的語法編寫，但功能更多樣化，對我們來說更容易理解以及運用，所以最終選用 Arduino 作為我們編寫程式的軟體。(如圖 22)



圖 21 Arduino Logo

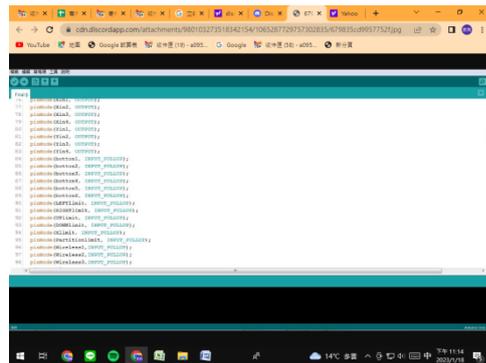


圖 22 Arduino 程式撰寫

2、Autodesk Inventor

Autodesk Inventor 是一個電腦輔助設計（電腦輔助製圖）應用程序，用來進行 3D 機械設計、模擬、顯示與儲存，因此被普遍使用在建築設計、工業設計及模具設計等層面。在這次專題中我們使用 Autodesk Inventor 繪製整體的機械架構(如圖 23)，輔助機構元件介紹及動作介紹，並且把設計出的元件固定器由 3D 列印機印出成品。



圖 23 Autodesk Inventor 3D 繪圖

伍、 研究結果

一、 硬體結構

Auto Wiping 整體機構的運作方式可以分為橫向移動、清潔兩種動作。說明如下

(一)、清潔盒

我們先以兩條 C 型槽分別置於黑板上下作為軌道，放入與鋁擠型固定好的滑車，再將同步帶與滑車連接並套上馬達，做為橫向移動的機構。

(二)、清潔動作

將同步帶與滑動平台連接後，鋁擠型上方的減速馬達會帶動清潔盒縱向移動，同時盒中的減速馬達開始轉動滾筒，進行清潔。

陸、 討論

一、 觸發裝置的選擇

我們為了要偵測裝置是否到達定點，選用夾式光遮斷感測器(SG-23FI)，但實測後發現，若機構在動作過程有晃動，很容易會超出偵測範圍，導致程式在錯誤的時間被觸發或沒有被觸發，於是改用偵測範圍為指向性的循跡感測器模組(TCRT5000)，但是在實驗過程中不幸損壞，也讓我們意識到精密度和耐用程度的取捨，最後決定使用極限開關搭配 3D 列印的定位塊觸發結構，在不失精確的同時減少偵測器損壞的可能。

二、 機構控制

我們的硬體很早就定型了，我們為了要能夠達到清潔部分黑板的目的，我們將移動分為橫向以及縱向，清潔機則是以小範圍多次移動取代大面積一次擦拭，橫向部份我們用上下各一條 C 型槽，將滑車連接上鋁軌和同步帶後，放入軌道並使用馬達拉動同步帶的方式帶動，縱向部分，我們決定用一根鋁軌當作軌道，將清潔機安裝於滑動平台上，使用和橫向機構一樣的方式帶動清潔機。

三、機構的穩定

起初我們就是以同步帶來帶動整體機構，但發現同步帶一旦被卡住，就會導致馬達卡死或滑脫，所以我們加上緊張器，繃緊同步帶避免滑脫。後來在成品測試時，因為機構上下的摩擦力不均，導致機構運行中，會微微向側面傾斜，造成定位用的極限開關無法正常被觸發，甚至被定位塊卡住造成上方金屬片脫離，這個問題在調整鋁擠型和下方滑車的間距後已解決，但依然會有傾斜問題。

柒、 結論

AUTO WIPING 使用鋁擠型鋁軌作為軌道，在堅固之餘也不用擔心重量問題，清潔盒以壓克力做為外殼材料，不需要擔心潮濕問題，按鈕控制讓你第一次使用也能輕鬆上手。

目前成品有達到我們的預期，不過還有許多地方可以改進或新增功能，例如：如果抹布太溼，會有擦拭過後無法立刻使用黑板的問題，加上風扇後可以幫助水分蒸發；拆裝抹布的時候要自己找接縫、將抹布貼平，若能在更換動作持續緩慢轉動，無論是拆或裝抹布都會方便許多；目前的分區清潔都是事前劃分好的，在使用上多少有些受限制，加上自定義邊界的功能的話，就不用煩惱範圍的問題。

透過本次專題製作學會許多專業能力，像是 3D 繪圖、程式除錯、影片剪輯和簡報製作等，也因此看見自己的缺點，縱使硬體、程式甚至報告都難不倒你，但不可能一人多工，這時團隊的溝通與合作顯得更加重要，相信你的組員，將工作託付給他們。或許過程中會有想法和意見大不相同而起爭執的時候，所幸同組的人都很好溝通，不用多久就能達成共識。雖然專題加上高三的課業把我們壓到快喘不過氣，甚至會想逃避現實，過了一兩個月漸漸習慣這種生活模式，對心理的影響也漸漸淡化，最重要的是要享受和組員一起跨越難題時的喜悅。

捌、 參考資料及其他

- 程兆龍、張義和(2016)。Arduino 微控智學創新。新文京開發出版社
- 烏諾、施麥爾(2015)。Arduino 微控好好玩。新文京開發出版社。
- Arduino 官方網站。
<https://www.arduino.cc/>
- Arduino 教學：去除按鈕彈跳的應用

<https://hackmd.io/@yizhewang/ryPEJ6a4E>

- RF-370DP 規格。取自

<https://shopee.tw/RF-370DP->

[%E6%B8%9B%E9%80%9F%E9%9B%BB%E6%A9%9F-DC.3v-12v-](https://shopee.tw/RF-370DP-%E6%B8%9B%E9%80%9F%E9%9B%BB%E6%A9%9F-DC.3v-12v-)

[%E3%80%904mmD%E8%BB%B8%E3%80%91%E6%85%A2%E9%80%9F%E9%A6%AC%E9%81%94-](https://shopee.tw/RF-370DP-%E3%80%904mmD%E8%BB%B8%E3%80%91%E6%85%A2%E9%80%9F%E9%A6%AC%E9%81%94-)

[%E5%85%A8%E9%87%91%E5%B1%AC%E7%A2%B3%E9%8B%BC%E8%A1%8C%E6%98%9F%E9%BD%92%E8%BC%AA%E7%B5%84-](https://shopee.tw/RF-370DP-%E5%85%A8%E9%87%91%E5%B1%AC%E7%A2%B3%E9%8B%BC%E8%A1%8C%E6%98%9F%E9%BD%92%E8%BC%AA%E7%B5%84-)

[%E5%8F%AF%E6%AD%A3%E5%8F%8D%E8%BD%89%E9%A6%AC%E9%81%94-](https://shopee.tw/RF-370DP-%E5%8F%AF%E6%AD%A3%E5%8F%8D%E8%BD%89%E9%A6%AC%E9%81%94-)

[%E5%A4%A7%E6%89%AD%E7%9F%A9%E9%9B%BB%E6%A9%9F-i.9518251.1876524148](https://shopee.tw/RF-370DP-%E5%A4%A7%E6%89%AD%E7%9F%A9%E9%9B%BB%E6%A9%9F-i.9518251.1876524148)

- Mega 2560 規格。取自

https://www.geeetech.com/wiki/index.php/Arduino_Mega_2560