

全國高級中等學校專業群科 107 年專題及創意製作競賽
「專題組」作品說明書封面

群 別：電機與電子群

作品名稱：自動板擦機

關 鍵 詞：超音波感測器、3D列印、Arduino

目錄

壹、摘要	2
貳、研究動機	3
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明	4
肆、研究方法	5
伍、研究結果	8
陸、討論	10
柒、結論	11
捌、參考資料及其他	12

壹、摘要

好些年前有則新聞，介紹一種能將整塊黑板擦得一塵不染的自動板擦機。然而細看便能發現，這項產品雖然試圖取代人力清潔板面，卻因價格高昂、動作緩慢，不但沒有解決不便，反而徒增煩惱。因此，我們想要製作出更加人性化的自動板擦機，讓這項發明更理想，不再只是貴而無用。

我們希望達到的目標是：成本低廉，使得將板擦替換為自動板擦機的誘因更大。動作快速，便能更符合實際應用的需要。加入指定清潔範圍的功能，因為很多時候並不需要擦去整個篇幅。

透過 3D 列印，我們能以低廉的成本輸出零件，若有缺失可直接修改，重新輸出。使用 Arduino，便能撰寫出正確的功能，並隨時除錯。以及核心零件——超音波感測器，可以精準地偵測距離，使設定範圍的功能變得可能。

貳、研究動機

在幾年前的新聞影片中，我們看見了市售板擦機的不足；價格高昂、動作緩慢、不能設定清除的範圍，這些確實都是缺失，但是都還有辦法改善。只是，我們無法找到在那則新聞之後的其他資訊，究竟是沒有其他的產品，還是這項發明本身已經失敗了，不得而知。

在我們身邊，就有一位老師曾遭受這樣的不便：有一天出了車禍手臂骨折，過了快一個月才好，在這期間，他只能單手寫板書，單手用板擦，實在是辛苦了。如果有了像自動板擦機這樣的輔助，那這位老師就可以少受一些麻煩了。

由於網路上只有許久以前的新聞，以及外國大學生做出來的原型機（仍然無法指定清除範圍），我們希望若是成功，能在網路上留下一個示範，提供其他人做為啟發。

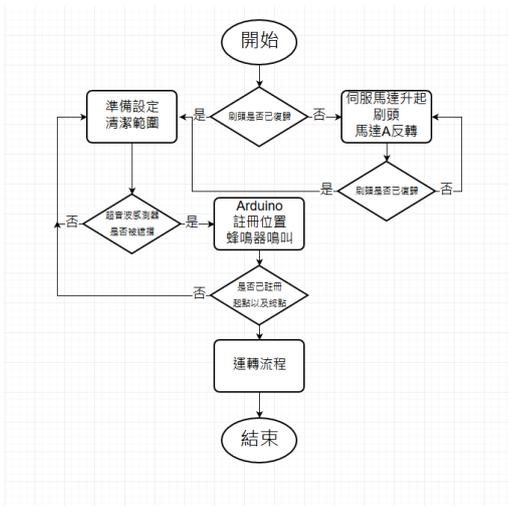
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

- 材料購買（高一、高二專業科目）
- 撰寫程式（高三實習課）
- 雕刻電路板（高三專題製作課）
- 材料加工（高一實習課）

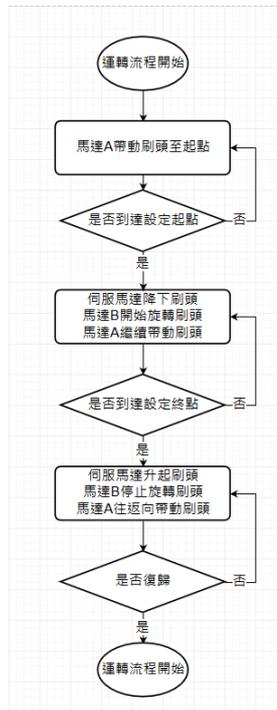
肆、研究方法

月份	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	一月
工作項目							
文書作業	■						
雛型設計	■	■	■	■			
材料購買	■	■	■	■	■	■	■
設計	■	■	■	■	■	■	■
包裝						■	■
測試							■
期末報告						■	■
報告							■
進度百分比(%)	5	15	30	50	75	90	100

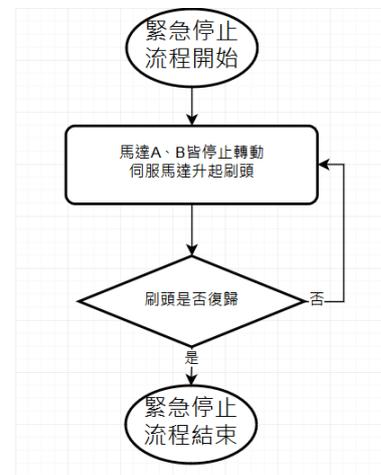
↑ 製作進度



↑ 偵測範圍流程圖

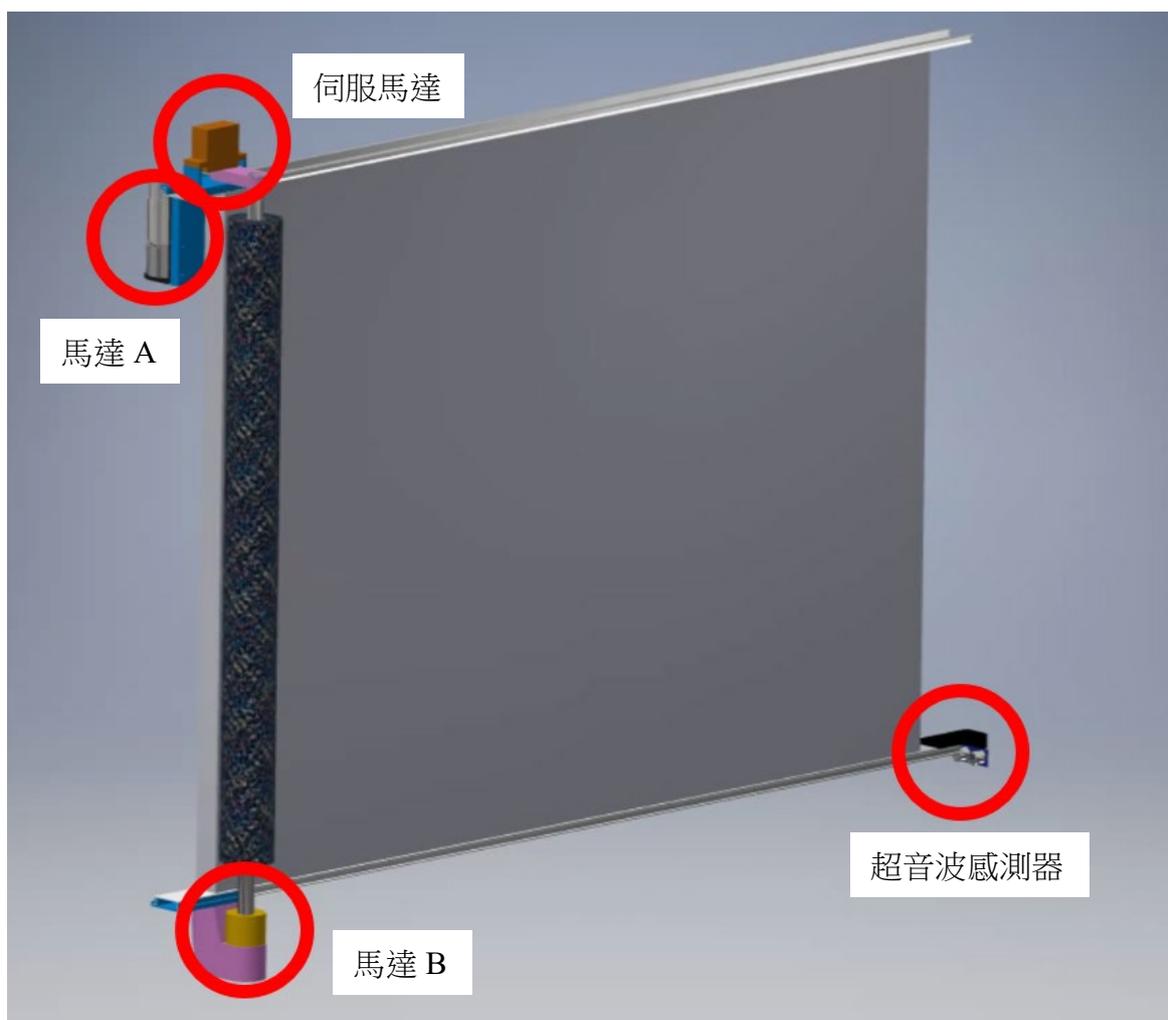


↑ 運轉流程圖



↑ 緊急停止流程圖

自動板擦機



↑整體外觀



↑Arduino Uno 板
作為微控制器，
接收/判斷距離值
，並控制馬達正反轉



↑超音波感測器
偵測距離值，
回傳 Arduino

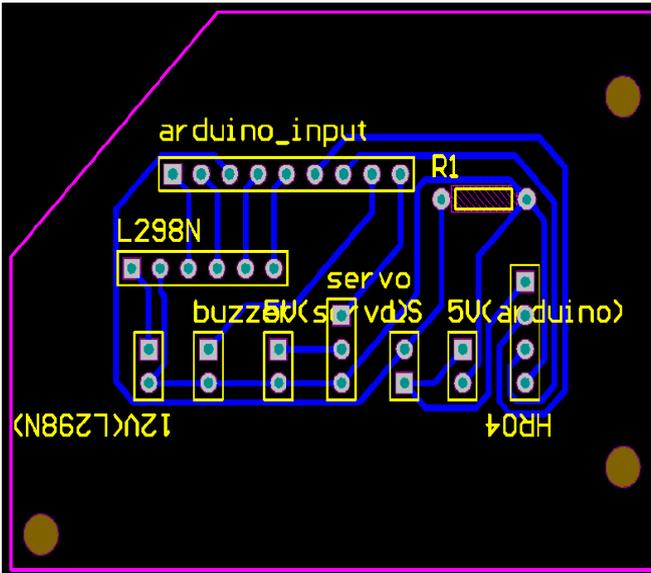


↑馬達
帶動/轉動刷軸

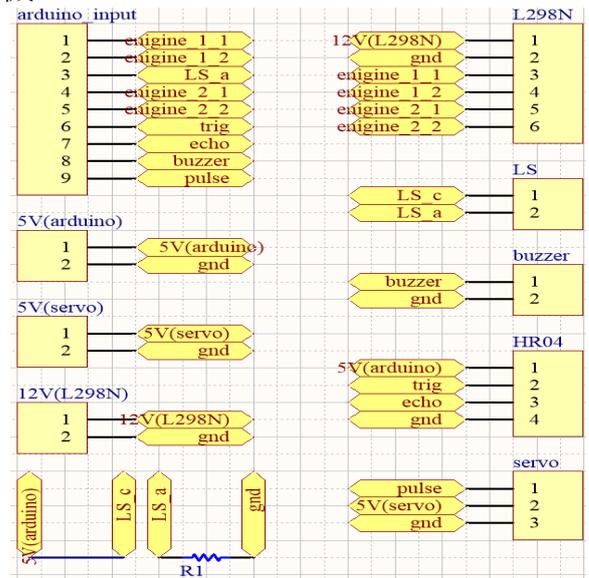


↑伺服馬達
升降刷頭

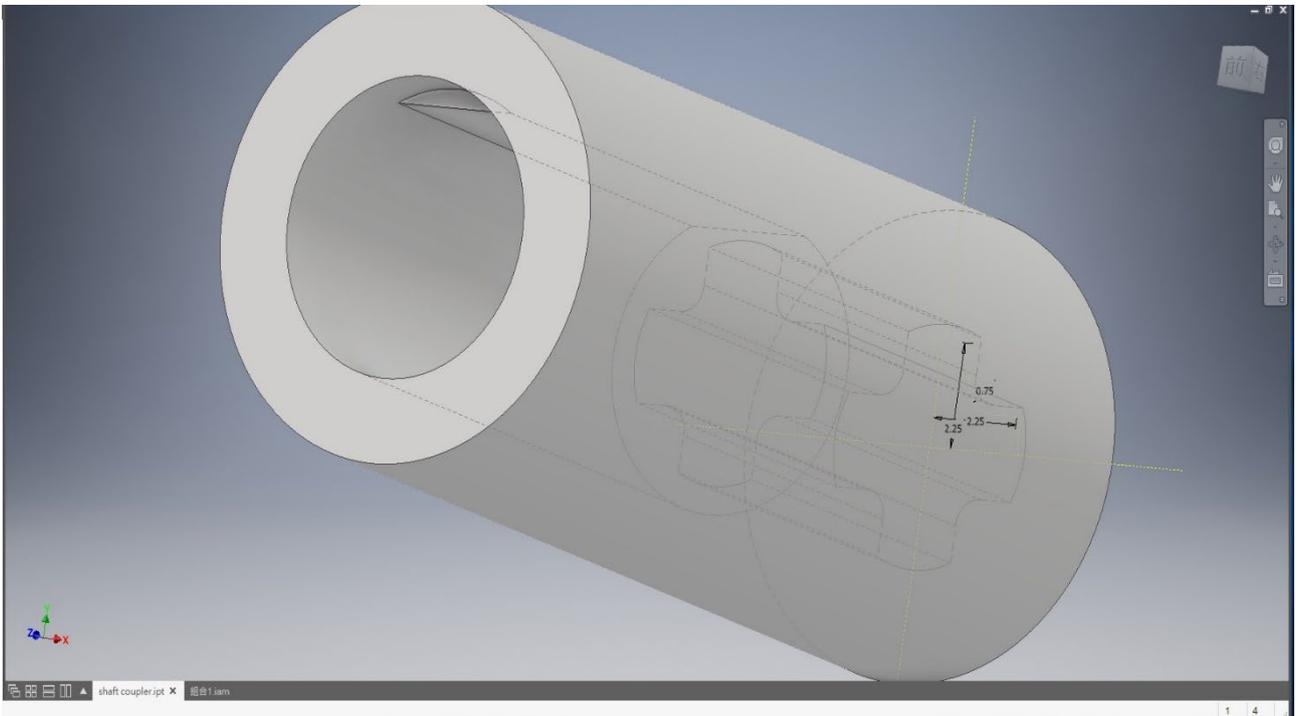
自動板擦機



↑ 電路設計 (Altium Designer)



↑ 電路設計 (Altium Designer)



↑ 零件設計 (Autodesk Inventor)

自動板擦機

```
2019009_1_All | Arduino 1.8.6
檔案 編輯 基礎碼 工具 說明
2019009_1_All
#include <Servo.h>

#define board_length 60
#define time_to_cm 58.2
#define servo_start 30
#define servo_end 120
#define servo_delay 12
#define time_per_mm 10

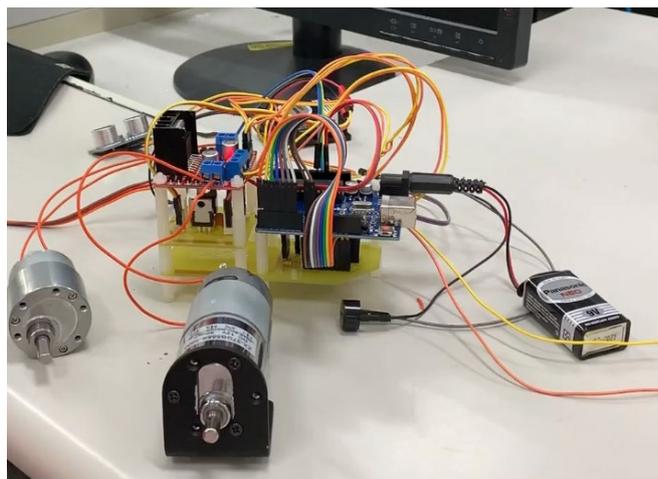
Servo servo;

int engine_1_1=0;
int engine_1_2=1;
int engine_2_1=3;
int engine_2_2=4;

int trig=5;
int echo=6;

Arduino/Genuino Uno COM3
```

↑程式撰寫



↑上電測試

伍、研究結果

藉由電路板的設計和程式撰寫，我們能夠讓 Arduino 做出我們要的動作。使用 3D 列印零件，我們可以將單純的馬達轉動轉換成各種動作，以滿足機械結構的需要。在過程中，我們學到了許多微控制器的技術細節、在設計電路板時該注意的重點、以及如何操作不同儀器。很遺憾的，最後因為時間不足，並沒有將所有成果整合完全，各部分無法適當協調。

在撰寫 Arduino 程式時，我們雖然沒有遭遇太多困難，但是當接上電路板，完全無法動作。後來才知道，所有零件、IC，都要跟微控制器共接地，否則電位不一。馬達的電源，要跟微控制器的電源分開供應，因為馬達啟動瞬間的大電流會造成電壓不穩定，微控制器會因此故障。電路板設計也因此更改數次，甚至重新設計。

在 3D 列印時，我們發現便宜的列印機根本無法輸出精細的特徵，以及零件之間接合時預留的空隙也是沒有標準，負責的同學說這現象跟天氣也有關係。

許多設計上的錯誤，其實都是顯而易見的，然而第一次輸出時並未發現，以致到了整合時無法動作。再加上時間分配上的差錯，沒有時間再加修改，最後無法做出應有的成品。

```
#define board_length 60
#define time_to_cm 58.2
#define servo_start 30
#define servo_end 120
#define servo_delay 12
#define time_per_mm 10
```

↑ 程式片段 1

```
while(digitalRead(LS)==LOW) {
  for(i=servo.read();i>servo_start;i--) {
    servo.write(i);
    delay(servo_delay);
  }
  digitalWrite(engine_1_1,LOW);digitalWrite(engine_1_2,HIGH);
}
current_position=0.00;
digitalWrite(engine_1_1,HIGH);digitalWrite(engine_1_2,HIGH);
```

↑ 程式片段 2

程式部分已完成，說明如下：

程式片段 1：圖中都是可以調整的參數，依據實際狀況只要在程式開頭修改這些參數便能應用。尤其注意 time_per_mm 參數，最後在測試時，確認只要更改至約 15 便十分精準，且動作相當快速，達成動作快速之目標。

程式片段 2：啟動時如果刷軸未復歸，必定進入此迴圈。伺服馬達升起刷軸，馬達 A 反轉帶動刷軸復歸。緊急停止的功能也是應用重新上電後程式進入此迴圈來達成復歸。

自動板擦機

```
while(buff==false) {
  point_1=board_length - measure();
  if(point_1>1) {
    beep(0);
    buff=true;
  }
}

while(buff==true) {
  point_2=board_length - measure();
  if(point_2>1) {
    beep(1);
    buff=false;
  }
}

if(abs(point_2-point_1)>=3) {
  primary_function(point_1,point_2);
}
else {
  beep(2);
}

point_1=0.00;
point_2=0.00;
current_position=0.00;

buff=false;
}
```

↑ 程式片段 3

運轉流程因過於冗長且繁瑣，在此按下不表。但是還是能得知程式是已經十分完善可隨時應用的。



最後來不及解決的問題如下：

- 1.圖中的刷頭因上下兩邊的滑塊無法同步移動，所以，要有一位同學移動下方滑塊和上方滑塊同步。解決方法為在白板後方將兩滑塊直接連結，如此上下兩邊必定一起移動。
- 2.轉動刷軸的馬達因啟動轉矩不足而無法轉動刷頭。解決方法為購買性能更加的馬達，以及重新設計與其接合的下滑塊。
- 3.伺服馬達的轉矩不足，無法升降刷頭。解決方法也是購買性能更加的产品。

陸、討論

本次專題並未解決一開始所提出的問題，只能算是研究出一條可行的道路，以供其他人做參考。沒有達成預期的結果，頂多只能提供牽涉到相關內容的專題做參考。

簡單說，這次專題製作失敗了，最後遭遇的問題，主要是硬體機構無法順暢配合軟體的命令，導致完全無法動作。然而，在最後的期間遭遇到的問題，其實都可以解決；最大的錯誤，就是在時間分配，也是此次專題製作的缺失。這便顯示了時間分配之重要性，若能妥當安排時間，許多專題都能做出完成度甚高之成品。

這次專題製作遭遇的限制是：

1. 大多零件沒有實體商家在販售，只能網購，買錯了，就只能再等 2~3 天。
2. 對 3D 列印依賴過度，很多時候只能排隊等待列印機有空位。

柒、結論

專題最終並沒有完成，軟體正確運作，而硬體並無法順暢地配合運作。對於一開始設定的目標，我們完成如下：

1.成本低廉：花費約 4500 元，扣除不必要的花費，只需 2500 元，若能將 Arduino 換成其他單晶片、使用更儉省的零件結構、購買其他零件時做更徹底的比價，那就能再節省約 500 元。目的部分達成。

2.清潔快速：由於硬體無法配合，沒有辦法測試，只確定在尚未組裝前的測試是成功的，動作在 30 秒內可以完成，若硬體真的可順暢配合，程式再視情況稍微調整，動作估計約需 45 秒。目的部分達成。

3.指定清潔範圍的功能：在軟體上完成，並將重要參數值撰寫為可隨時更改，以符合各類板面的需求，完全達成。

未來，我們希望在做其他的專題時，都能將時間分配做到最完善。至於自動板擦機，其實只剩小部分問題需要排除，若能完成，我們期待能增加以下特點：

1.更加靈活：在各類板面只需稍微調整就能直接使用。

2.電路簡單：只要一塊電路板便能解決電源供應、接線複雜、體積過大的問題。

捌、參考資料及其他

- 民視新聞(2007)。自動擦黑板機。民視新聞。2007年7月18日。取自：
https://www.youtube.com/watch?v=_2YRRSEb3Sw
- Mc Jerald Blanco(2017)。Automated Whiteboard Eraser(Automatic Whiteboard Eraser)。Mc Jerald Blanco。2017年5月19日。取自：https://www.youtube.com/watch?v=j5ORpB_jUCE
- 楊德明、陳伯爵(2017)。電工機械I。台北市：科友。