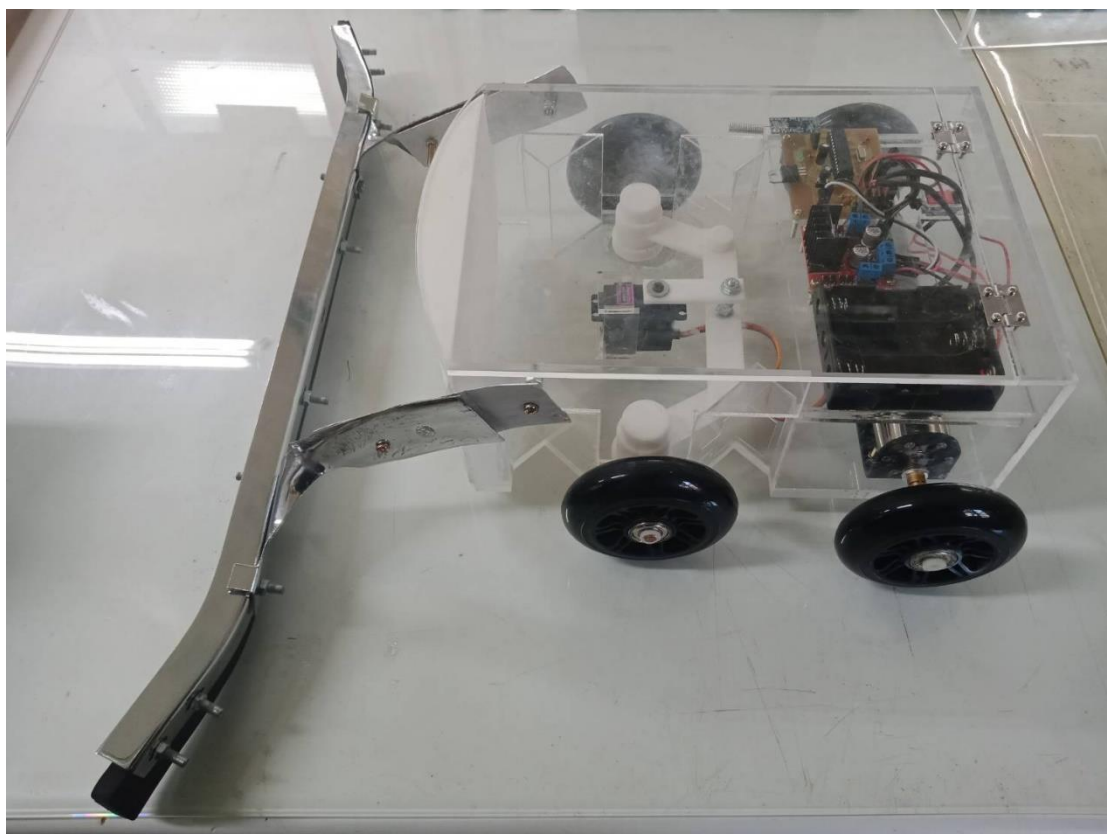


全國高級中等學校專業群科 109 年專題及創意製作競賽
「專題組」作品說明書



群 別：電機與電子群

作品名稱：手勢控制推水車

關 鍵 詞：手勢控制、推水、遙控車

目錄

全國高級中等學校專業群科 109 年專題及創意製作競賽	0
全國高級中等學校專業群科 109 年專題及創意製作競賽	1
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
肆、 研究方法	2
一、 研究流程	2
(一) 時間規劃	2
(二) 研究步驟	3
(三) 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
(三) 電路介紹	10
伍、 研究結果	12
一、 車體結構	12
二、 手勢控制板	12
三、 成品	13
陸、 討論	14
一、 馬達選用	14
二、 阿克曼轉向	14
柒、 結論	15
捌、 參考資料及其他	16

表目錄

表 1、課程對照表	2
表 2、MG996R 規格	5
表 3、XD-37GB555 規格.....	6
表 4、MPU6050 規格.....	6
表 5、HC12 腳位.....	7

圖目錄

圖 1、球場.....	1
圖 2、推水器.....	1
圖 3、研究流程圖.....	3
圖 4、開啟電源.....	4
圖 5、推水車移動.....	4
圖 6、MG996R.....	5
圖 7、XD-37GB555.....	6
圖 8、MPU6050.....	6
圖 9、HC12.....	7
圖 10、L298N.....	7
圖 11、Arduino UNO.....	8
圖 12、ATMEGA328P.....	8
圖 13、阿克曼轉向系統.....	8
圖 14、Arduino.....	9
圖 15、Tinkercad.....	9
圖 16、電腦工作頁面.....	9
圖 17、成品.....	10
圖 18、雷射雕刻機.....	10
圖 19、電路板.....	11
圖 20、電路設計圖.....	11
圖 21、電路佈線圖.....	11
圖 22、車體結構圖.....	12
圖 23、手勢控制板.....	12
圖 24、手板電路圖.....	13
圖 25、手板佈線圖.....	13
圖 26、推水車.....	13
圖 27、阿克曼轉向.....	14
圖 28、阿克曼轉向.....	14

全國高級中等學校專業群科 109 年專題及創意製作競賽 「專題組」作品說明書內頁

【手勢控制推水車】

壹、摘要

市面上的推水器由於太重不好搬運、體積大不好收納且消耗人力，於是我們就把推水器跟遙控車做結合，這樣不但可以省人力，還可以方便的收納跟搬運，因此我們希望利用所學做出可以長距離控制的推水車，且適合各年齡方便操作。

我們以單晶片控制馬達訊號及 HC-12，透過控制端的 HC-12 進行無線操控。遙控車外殼使用壓克力板，利用兩顆減速馬達做前進後退，再利用伺服馬達搭配阿克曼轉向系統控制轉向，而控制端就利用 MPU6050 做角度變化控制遙控車的移動。

貳、研究動機

下課時間總是會看到一群人拿著球往球場衝，但是衝到球場後，往往會發現雨後的球場滿滿的都是積水(如圖 1)。正當苦惱不已時，有些人會靈機一動地拿出了推水器開始推水。可是推水器(如圖 2)又大又重又難收，且場地過大時，還要手持著推水器繞場地一圈，造成了不少麻煩。

希望能藉由這次的專題將學校所學的馬達控制、人機介面、單晶片控制、電路設計、3D 列印、雷射雕刻以及焊接和配重等技術應用在專題上，並利用這次的研究，改善推水器的缺點，使它能遠距離控制、全方位移動、不僅減輕易搬運、便利易收納，而且安全省力適合各年齡層操作。



圖 1、球場



圖 2、推水器

參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

表 1、課程對照表

課程項目	教學單元	使用功能
電工機械	第三章 直流電機 第十二章 特殊電機	直流減速馬達 伺服馬達
單晶片實習	89S51	程式
專題製作	Altium Designer	電路板
電子學	穩壓 IC	穩壓
基本電學實習	直流電路	電路設計

肆、研究方法

一、研究流程

(一)時間規劃

	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1、購買材料	■					
2、蒐集資料	■					
3、程式設計		■	■	■		
4、電路設計		■	■	■		
5、模擬架構		■	■			
6、車體結構				■	■	■
7、操控手板				■	■	
8、最終架構				■	■	
9、外殼組裝					■	■
10、成品測試					■	■

表 2、時間規劃表

(二) 研究步驟

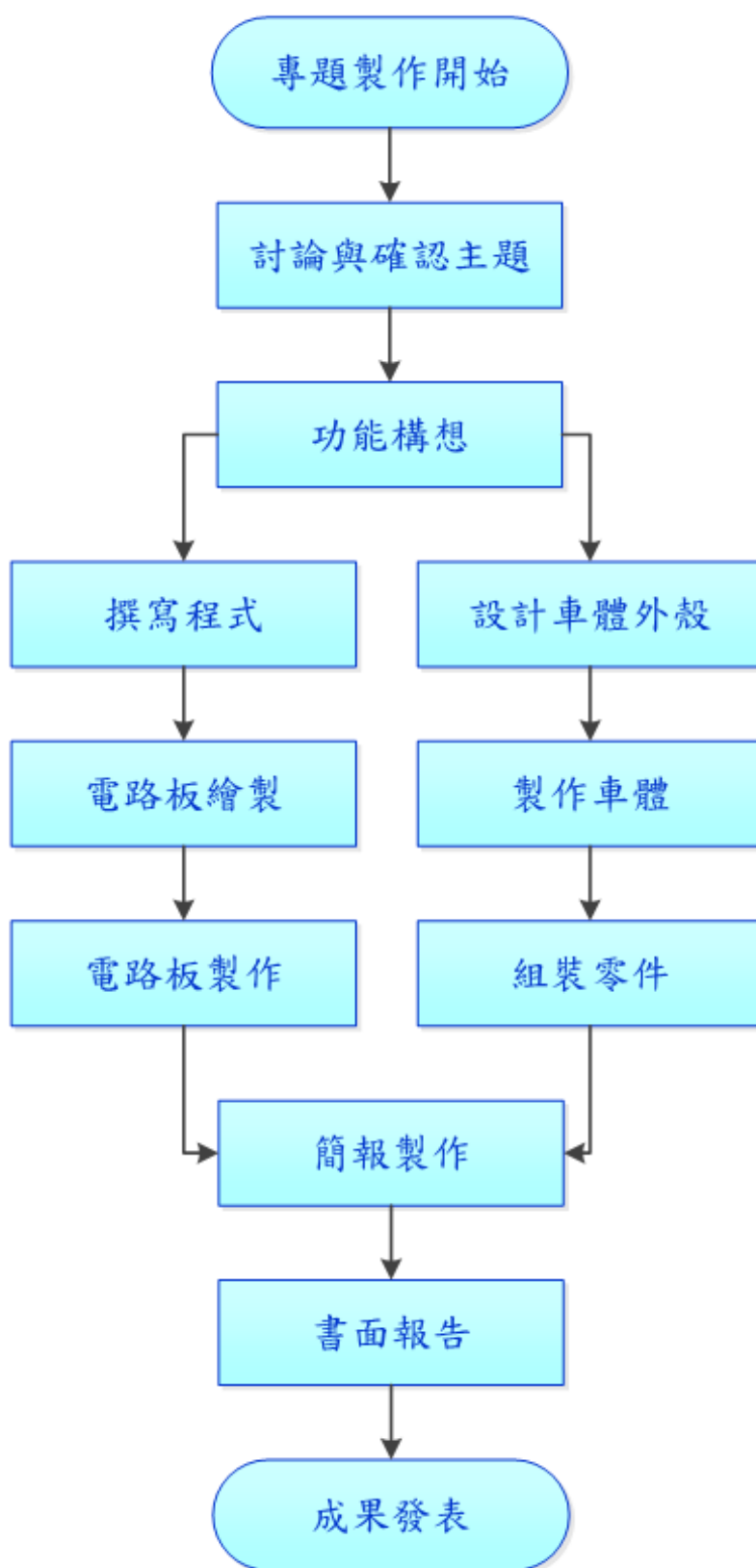


圖 3、研究流程圖

(三) 操作步驟

手勢控制推水車的操作步驟如下圖 2、3：

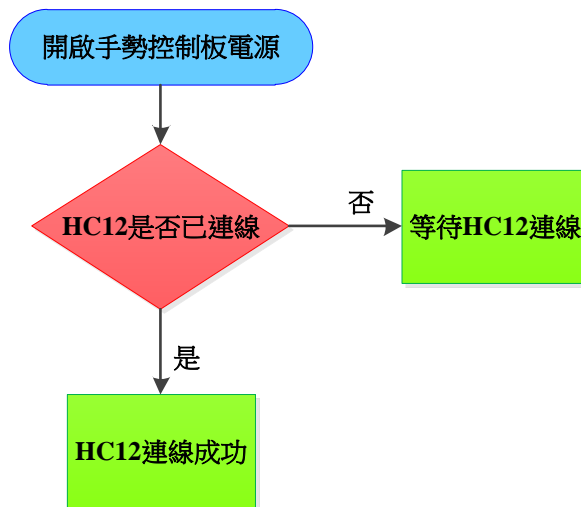


圖 4、開啟電源

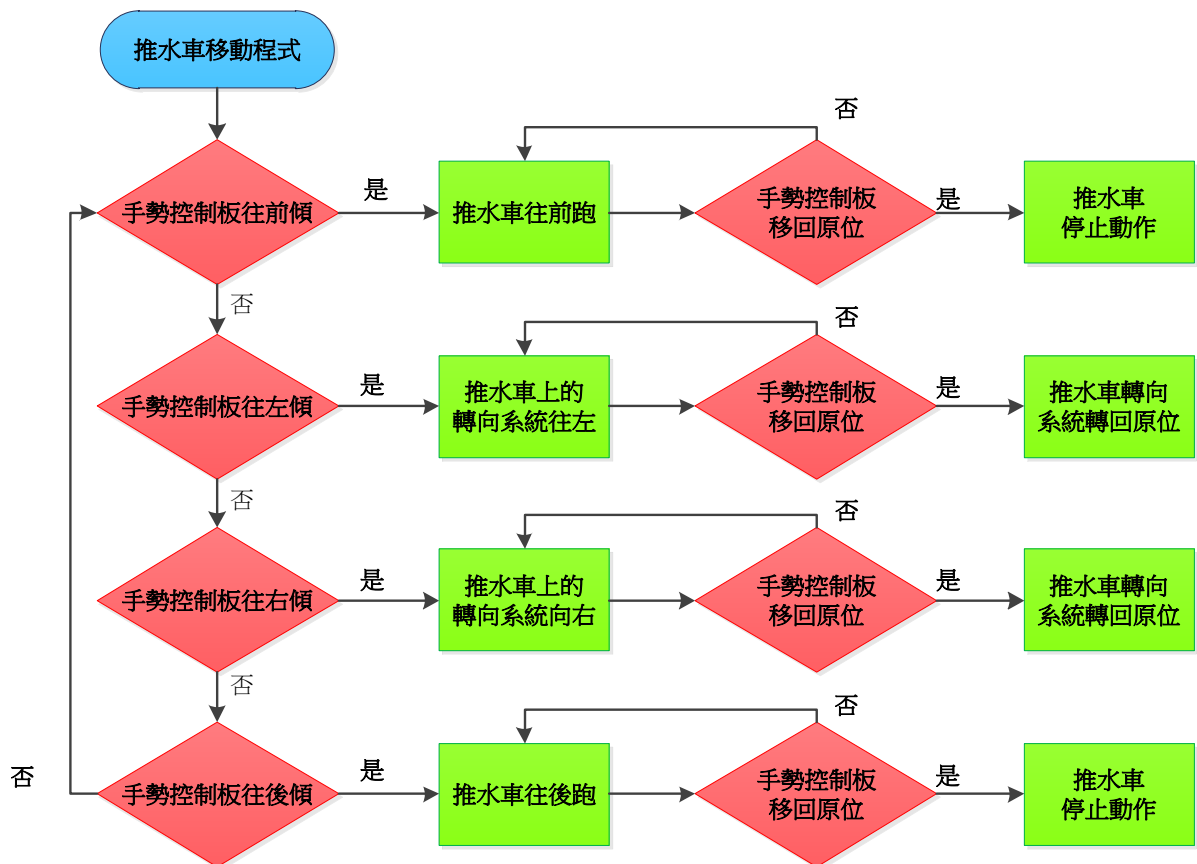


圖 5、推水車移動

二、 使用材料及工具

(一) 零件介紹

1、 伺服馬達(MG996R)

MG996R 伺服馬達(如下圖 6) 經由齒輪箱減速後，可調整適當轉速，並提供更高轉矩，伺服馬達可透過 Arduino 內設計的程式來控制轉軸移動的角度，大約 0 度到 180 度。我們再透過伺服馬達的轉軸，來達到控制阿克曼轉向的效果，MG996R 規格如下表 3。

表 3、MG996R 規格

尺寸	40.7×19.7×42.9mm
轉矩	9.4kg*cm(4.8V) 11kg*cm(6.0V) 13.5kg*cm (7.2V)
操作速度	0.17sec/60degree(4.8v) ; 0.14sec/60degree(6v)
工作電壓	4.8~7.2V
空載工作電流	120mA



圖 6、MG996R

2、 直流減速馬達(XD-37GB555)

這顆馬達(如圖 7)通過在直流馬達的基礎上，加上配套齒輪減速機，實現降低轉速，提升力矩（扭矩）連結設備和產品的減速裝置，減速器設計的減速比不同，可以提供不同的轉速和力矩。經過我們的研究發現，非常適合我們的推水車，XD-37GB555 的規格如下表 4。

表 4、XD-37GB555 規格

額定轉矩	1 公斤·厘米；
額定電流	$\leq 950\text{mA}$
額定轉速	$600\pm 10\%\text{RPM}$;
堵住轉矩	4 公斤·厘米
堵住電流	$\geq 3.0\text{A}$



圖 7、XD-37GB555

3、 MPU6050(陀螺儀)

MPU-6050(如圖 8)是一個整合性 6 軸運動處理模組，包括 3 軸陀螺儀與 3 軸加速器，由 I²C 和 arduino 連接，而我們藉由 MPU-6050 所讀到的角度變化值，來進行遙控我們想做的動作。MPU6050 規格如下表 5。

表 5、MPU6050 規格

供電電源	3~5V
通信方式	標準 I ² C 通信協定
陀螺儀範圍	$\pm 250 / 500 / 1000 / 2000^\circ/\text{s}$
加速度範圍	$\pm 2 / \pm 4 / \pm 8 / \pm 16\text{g}$

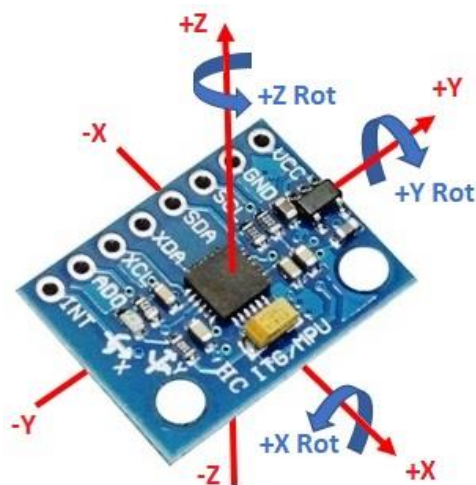


圖 8、MPU6050

4、 無線傳輸(HC12)

HC-12(如圖 9)是一個低功耗遠距離無線傳輸模組，供電電壓大約在 3.2V~5.5V 之間。通訊距離最高可調達到 1000m，工作頻率範圍在 433.4—473.0MHz，多達 100 個通信頻道，而我們藉由手勢控制板的 HC-12 把 MPU6050 讀到的數據傳輸到遙控車上的 HC-12 進行遙控。下表 6 為 HC12 腳位。

表 6、HC12 腳位

低電位	GND
高電位	VCC
SET	3
TX/TXD	4
RX/RXD	5

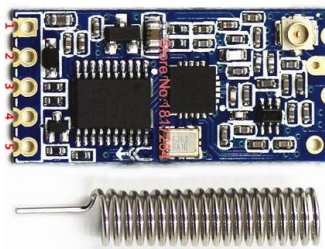


圖 9、HC12

5、 L298N(馬達驅動板)

若要操控推水車，使它能前進及後退，就要操作輪子正轉反轉，因此我們選用了 L298N(如下圖 10)來控制馬達，利用 H 橋電路即能控制馬達正反轉可用於遙控車及其它實作場合中直流馬達的順逆向控制及轉速控制、步進電機控制。可以分立元器件形式搭建，也可以整合到積體電路上。

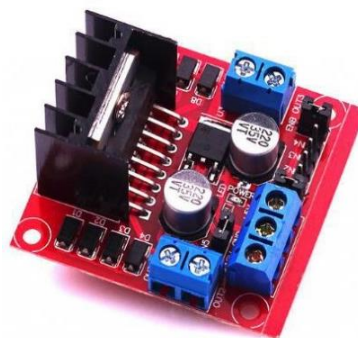


圖 10、L298N

6、 ATMEGA328P(Arduino 微控制器)

Arduino 是一個開放原始碼的單晶片微控制器，它使用了八位元的 AVR 精簡指令型微控制器，並且結合了具有讀寫功能的 32KB ISP 閃存，2KB SRAM，1KB EEPROM，32 個通用工作寄存器，23 個通用 I/O 線，剛開始我們使用 Arduino 板(如圖 11)來設計電路，再把電路設計好自行刻出，使用的是 ATMEGA328P(如圖 12)。



圖 11、Arduino UNO

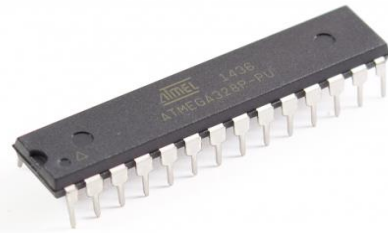


圖 12、ATMEGA328P

7、 阿克曼轉向

若要使推水車能夠轉彎，我們選擇使用阿克曼轉向系統來達到左轉及右轉的效果，沿著彎道轉彎時，利用四連桿雙曲柄結構，使四個輪子路徑的圓心大致上交會於後軸的延長線上瞬時轉向中心(如圖 13)，讓車輛可以順暢的轉彎。

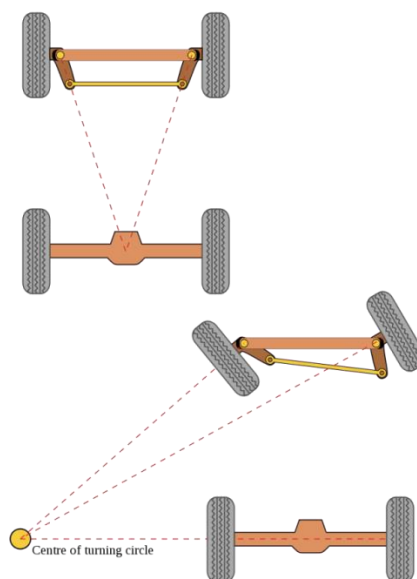


圖 13、阿克曼轉向系統

(二) 軟體介紹

1、 Arduino

Arduino(如圖 14)的開發環境是開放原始碼，可以在官方網站免費下載，通常是使用 c 語言來撰寫程式，不但能控制周遭裝置，Arduino 電路也可獨自運作，還可以搭配電腦運作，跟電腦溝通，值得學習。



圖 14、Arduino

2、 Tinkercad

Tinkercad(如圖 15)是一款用於 3D 建模的線上軟體，它的特點是操作起來很簡單，非常適合新手去自己研究、探索，不會操作的話還有提供使用教學，可以說是設計得十分完善。(下圖 16)為電腦工作頁面。(下圖 17)是列印出來的成品。



圖 15、Tinkercad



圖 16、電腦工作頁面

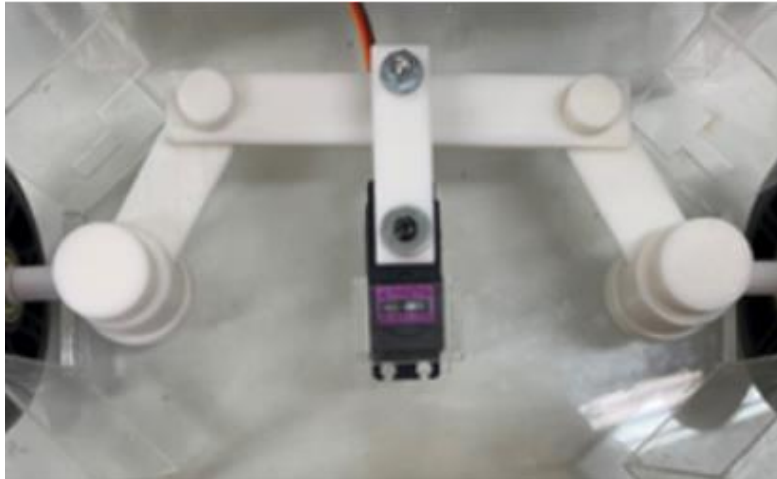


圖 17、成品

3、 雷射雕刻機

其原理主要是透過雷射激光之功率及雷射激光光束密度之不同，可以產生各種不一樣的效果，它的特色有雕刻範圍廣、雕刻速度快以及雕刻品質高。(下圖 18)是雷射雕刻機。



圖 18、雷射雕刻機

(三) 電路介紹

1、 ATMEGA 單晶片控制電路

如圖 19 是推水車上的電路板，負責程式控制、HC-12 的連線。我們以 ATMEGA328 為核心、HC-12 和手勢控制板上的 HC-12 連線傳遞使用者的指令。藉由雕刻機刻製，減少了電路線的使用使體積縮小，且方便進行維修。(下圖 20)是電路設計圖，(下圖 21)是電路佈線圖。

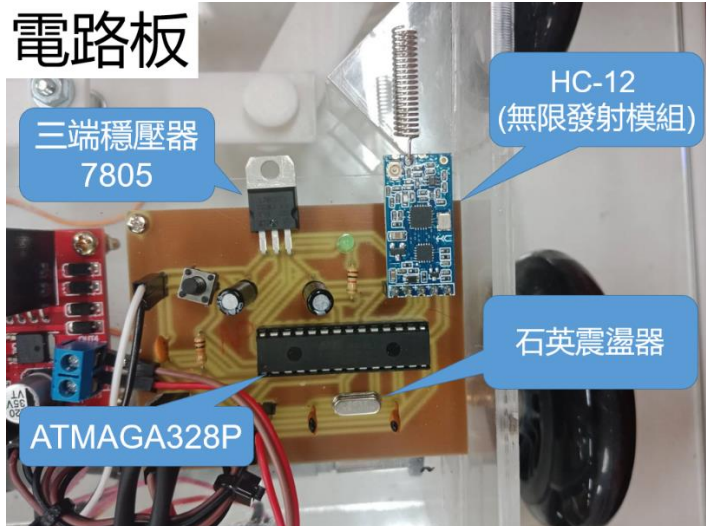


圖 19、電路板

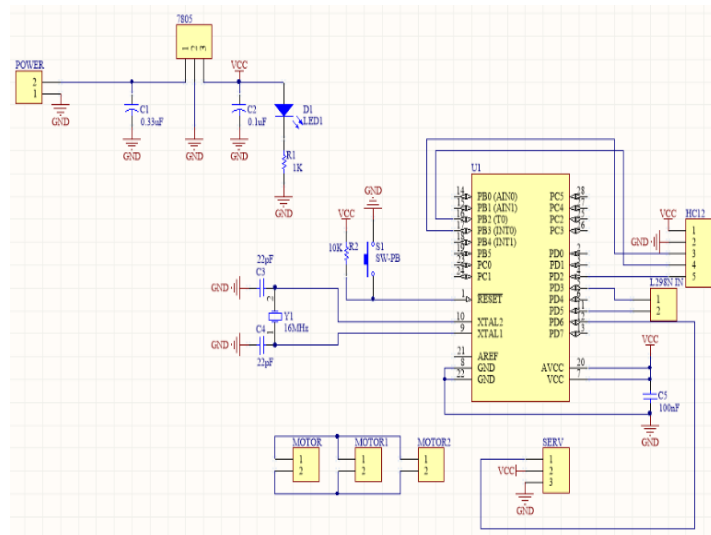


圖 20、電路設計圖

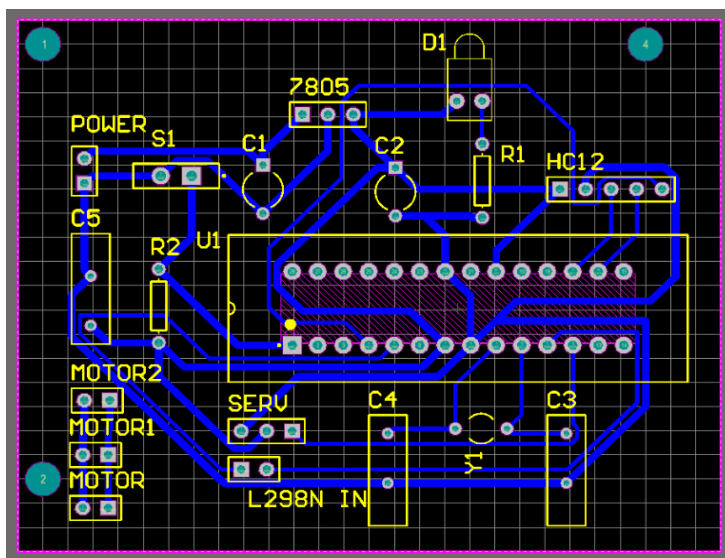


圖 21、電路佈線圖

伍、 研究結果

一、 車體結構

手勢控制推水車的車體結構有三部分(如圖 22)，分為前方推水器、中央的阿克曼轉向系統，以及後方控制輪子前後的馬達驅動電路。前方的推水器經過切割之後可以成功裝上，中央裝有伺服馬達(MG996R)，用來帶動控制前輪左右的阿克曼轉向系統，後方的馬達驅動電路有兩層，第一層是放置直流減速馬達(XD-37GB555)及輪子，第二層是放置控制電路板、馬達驅動板(L298N)、及電源。

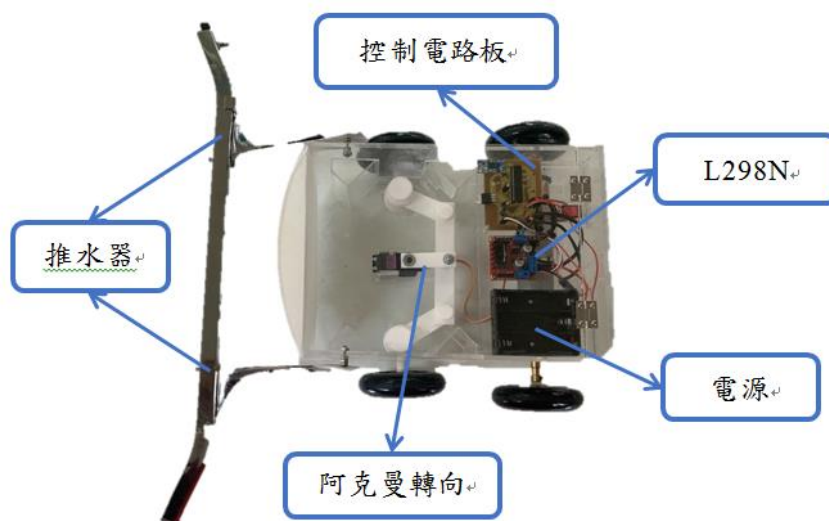


圖 22、車體結構圖

二、 手勢控制板

如圖 23 是我們利用 Altium Designer 做出來的電路板，電路板上放了 9V 電池、MPU-6050、HC-12 和 Arduino Nano，開啟電源，按下重置鍵重置 MPU-6050 的原點，等待大約 3 秒，即可操控推水車。下圖 24、25 是電路設計圖。

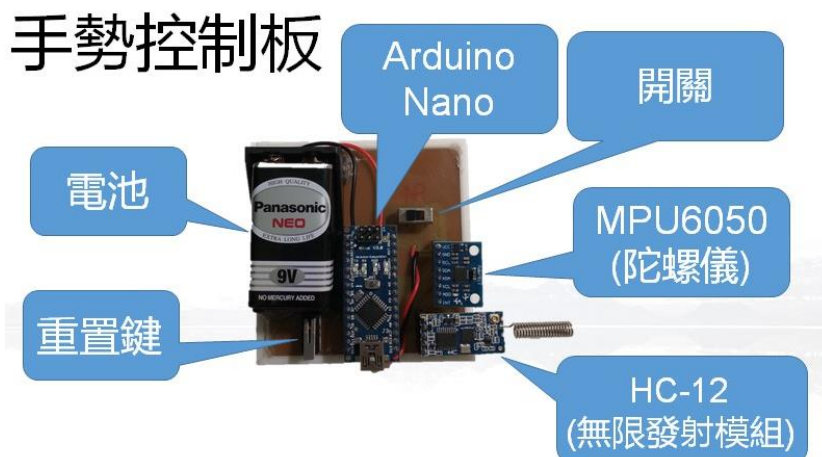


圖 23、手勢控制板

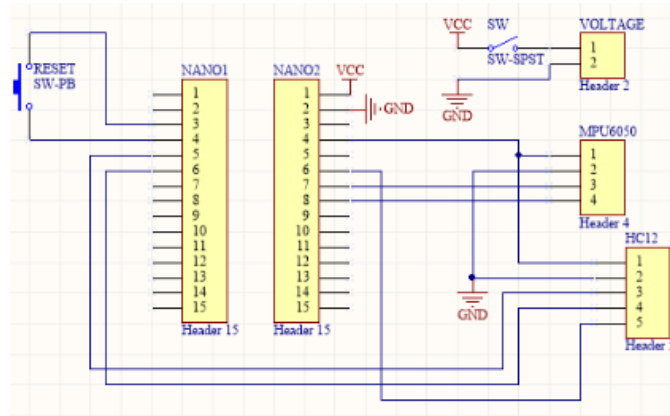


圖 24、手板電路圖

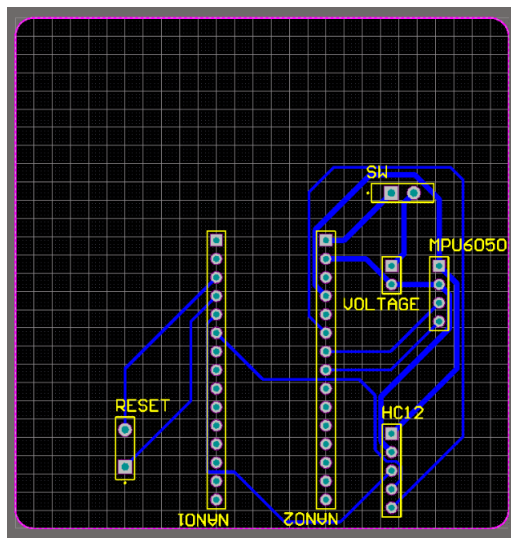


圖 25、手板佈線圖

三、成品

手勢控制推水車經過修飾後如下圖 26。



圖 26、推水車

陸、討論

一、馬達選用

為了要讓推水車在潮濕的地上能成功推水，於是我們就測試了許多馬達，發現每一個地板的摩擦力不同，需要的輸出轉矩也不同，因此我們就選擇防水且高輸出轉矩的直流減速馬達(XD-37GB555)。

二、阿克曼轉向

我們在網路上尋找阿克曼轉向的結構與轉向角度，再從母版中設計出能夠讓配重平衡，順利左轉右轉的阿克曼轉向系統。圖 27 是完成的轉向系統，兩短軸交點能成功交於後軸中心，圖 28 是左轉右轉的時候，要達到最佳轉向角度的話，兩前輪面延長線的交點會交與後軸延長線，可是因為以我們現在所學的東西，要做到完全精密是有困難的。

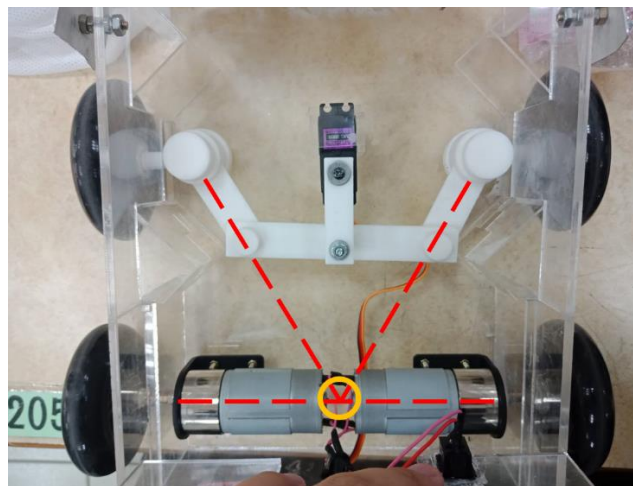


圖 27、阿克曼轉向

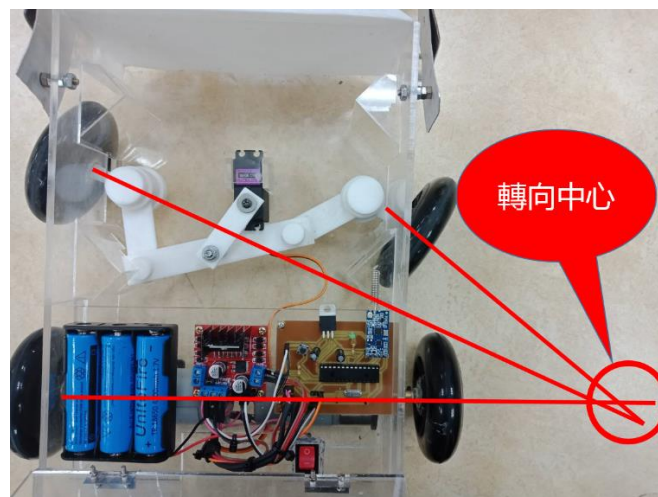


圖 28、阿克曼轉向

柒、 結論

「手勢控制推水車」以壓克力板做為車身，經過多次的改良，增加了機械強度，也延長了使用壽命，又經過降低母板高度及平衡配重後，增加了行進的穩定度，使得手勢控制推水車能更完善的推水，手勢操作也更為便利，與我們當初設備安全及適合各年齡操作的目標相符。

「手勢控制推水車」這個專題在研究的過程中會遇到許多困難，不管是程式設計還是車體上，還有結構、程式操作、空間的間距、供電、馬達輸出轉矩不夠等許多問題，甚至有時候需要捨棄成品的優點去改進更大的缺陷。而在團隊合作中，還需要適當的工作分配及人力調配，如何讓組員同心協力、解決意見分歧的情況，同時也將成品做出，是最困難的課題，而我們也順利地克服了這點，完成了專題。

捌、參考資料及其他

MG996R 伺服馬達參考資料，取自：

<https://www.taiwaniot.com.tw/product/mg996r-55g-%E9%87%91%E5%B1%AC%E9%BD%92%E8%BC%AA%E4%BC%BA%E6%9C%8D%E5%99%A8-%E8%88%B5%E6%A9%9F/>

L298N(馬達驅動板)參考資料，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>

MPU6050(陀螺儀)參考資料，取自：

<https://shop.cpu.com.tw/product/45284/info/>

<https://gogoprivateryan.blogspot.com/2014/07/mpu-6050-google.html?m=1>

<http://mt7688jackychi.blogspot.com/2016/08/ameba-arduino-mpu6050-mpu6050.html?m=1>

無線傳輸(HC12)參考資料，取自：

<http://www.alselectro.com/hc12---433mhz-long-range-rf.html>

http://www.electrooobs.com/eng_arduino_tut96.php

<https://www.yiboard.com/thread-998-1-1.html>

阿克曼轉向參考資料，取自：

<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/090902.pdf>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%BF%E5%85%8B%E6%9B%BC%E8%BD%89%E5%90%91%E5%B9%BE%E4%BD>