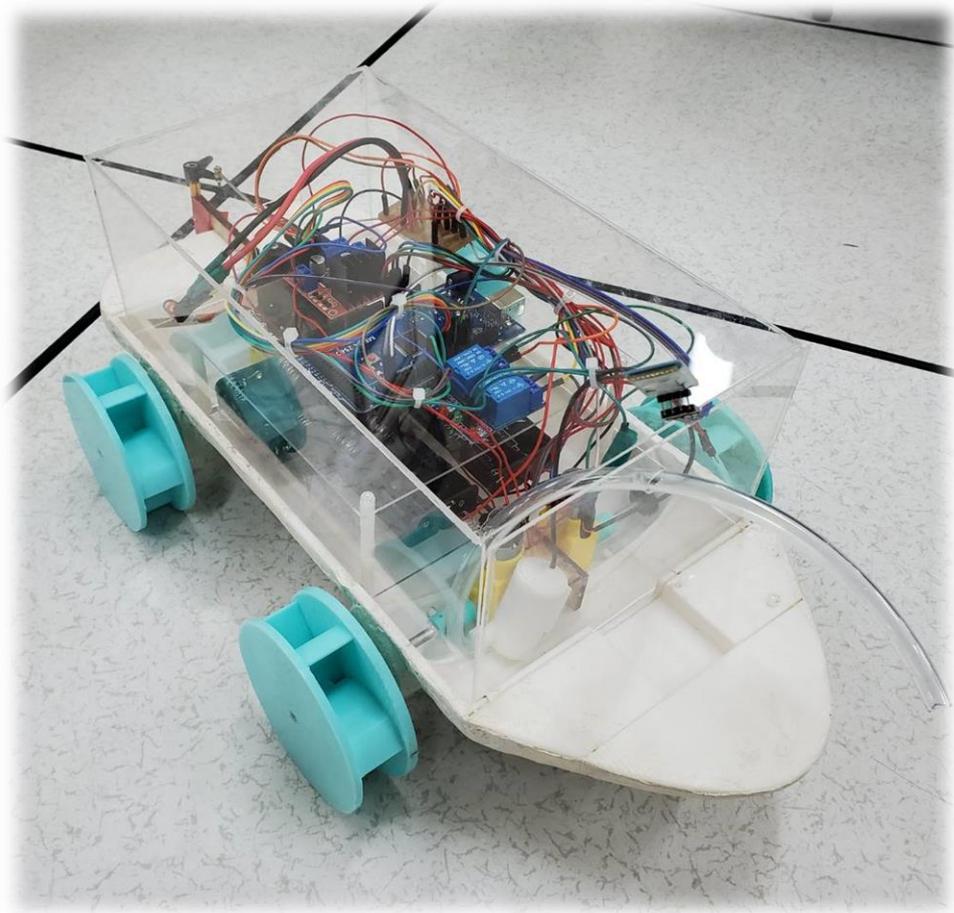


臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽  
「創意組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：水陸兩棲車

關鍵詞：船型車體、水輪式車輪、多馬達控制

## 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、3D 列印 .....	2
二、雷射切割機 .....	2
三、特殊電機 .....	2
四、程式撰寫 .....	2
五、浮力原理 .....	2
六、線路整理 .....	2
肆、研究方法.....	3
一、研究流程 .....	3
(一)、研究步驟 .....	3
(二)、操作流程 .....	4
二、使用材料及工具 .....	5
(一)、零件介紹 .....	5
(二)、介紹 .....	14
伍、研究結果.....	16
一、硬體結構 .....	16
(一)、車體 .....	16
(二)、車輪 .....	16
二、控制端 .....	17
三、成果展示 .....	18
陸、討論.....	19
一、材質選用 .....	19
二、馬達控制 .....	19
柒、結論.....	20
捌、參考資料及其他.....	21

## 圖目錄

圖 1	颱風導致橋損毀 .....	1
圖 2	車輛因淹水無法使用 .....	1
圖 3	研究步驟 .....	3
圖 4	操作流程圖 .....	4
圖 5	Mega2560 開發板 .....	5
圖 6	L298N 模組 .....	6
圖 7	5V 一路繼電器 .....	7
圖 8	HC-06 藍芽模組 .....	8
圖 9	MG996R .....	9
圖 10	直流減速馬達 .....	10
圖 11	MT-R385 直流馬達 .....	11
圖 12	HBCP2-DC3W .....	12
圖 13	聯軸器 .....	13
圖 14	推進螺旋槳 .....	13
圖 15	方向舵 .....	13
圖 16	Arduino logo 及程式撰寫介面 .....	14
圖 17	3D 列印圖檔 .....	14
圖 18	3D 列印成品 .....	14
圖 19	APP 控制介面及程式 .....	15
圖 20	Altium designer PCB 介面 .....	15
圖 21	Altium designer logo .....	15
圖 22	部分車體 .....	16
圖 23	水輪式車輪 .....	16
圖 24	手機 APP 控制介面 .....	17
圖 25	成品展示 .....	18
圖 26	成品展示(車尾) .....	18
圖 27	零件放置規劃圖 .....	19
圖 28	最終成品 .....	20

## 表目錄

表 1	時間分配表 .....	3
表 2	Arduino Mega2560 規格 .....	5
表 3	L298N 規格 .....	6
表 4	繼電器規格 .....	7
表 5	HC-06 規格 .....	8
表 6	MG996R 規格 .....	9
表 7	直流減速馬達規格 .....	10
表 8	直流馬達規格 .....	11
表 9	HBCP2-DC3W 規格 .....	12

# 【水陸兩棲車】

## 壹、摘要

在現今交通方式越來越多樣化的現代，車與船所能克服的地區越來越廣大，只使用一種交通工具就能克服多樣地形的交通工具已成未來趨勢。然而，為了滿足「一台多用」的多樣化移動需求，同時減少移動時間，如何讓一種交通工具可以克服海、路、空，各種情況所帶來的移動困難，成為了設計工程師的一大挑戰。因此本專題希望能做出一台容易控制，且能直接「水陸兩用」的交通工具，以克服地形所帶來的困難以及提升運輸的效率。

因此，我們決定以能夠印製出多樣化模型的 3D 列印之 PLA 為整個車身主體，不只能減輕重量也能方便做出各種圓滑弧度，並使用 Arduino 撰寫整體控制程式，Arduino 藍芽模組進行遠距離的遙控，讓他擁有無人機的特色，手機控制介面使用 App Inventor 進行控制訊號輸出，製作一輛具有船型車體，不僅能在路上跑，也能在水中航行的水陸兩棲車，以解決上述的問題。

## 貳、研究動機

臺灣位於西太平洋第一島鏈，戰略地位重要。由於地形呈南北向狹長，而河流多為東西流向，因此，發生戰爭時，敵方只要炸毀河流上的橋(如圖 1 的情形)，就能輕易封鎖我方的交通。此時只有同時使用船和車子才能進行雙向交通。然而，事情並沒有那麼單純。台灣西部有 17 條主要的河川，以橋均不能使用的前提下，如果要用車搭配船的方式，從基隆到屏東要交替使用 34 次交通工具，這對分秒必爭的戰爭來說，非常浪費時間。

不僅如此，新聞時常都會報導，在夏秋兩季常有颱風來襲時，在低窪地區造成路面嚴重積水(圖 2)。外加一年四季隨時都有可能發生的地震，若造成地下自來水管破裂，或是引發海嘯，都有可能造成道路嚴重積水，交通道路遭受到嚴重損害，這些都會導致車輛在路上難以通行，在救助傷患或運送救難物資時都會造成嚴重的不便，並且中間需要透過橡皮艇逕行接駁，既沒有效率又拖延時間。

因此，我們希望藉由這次研究，將我們在學校所學習到程式設計，機械結構，電路設計，以及最重要的軟硬體整合，開發完成一個同時具有車以及船的優點的交通工具。



圖 1 颱風導致橋損毀



1 圖 2 車輛因淹水無法使用

## 參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

### 一、3D 列印

在高二的電子學實習中，我們學會使用 Tinkercad 及 cura 來製作 3D 模型的檔案。Tinkercad 是一個用來繪製 3D 模型的線上免費網站，使用方便且容易上手，有許多內建模型，也能自行調整大小及比例，我們使用它來繪製弧形船身。Cura 是一個免費的轉檔軟體，能夠依需求調整實體的密度及各種參數，我們將 Tinkercad 繪製完的檔案放入 Cura 進行轉檔，最後再將檔案存到 3D 列印機的 SD 卡進行列印。

### 二、雷射切割機

在高三的專題實習課程中，我們學會使用雷射切割機軟體 RD WORK 繪製雷射切割機的檔案，將檔案存至 USB 後，即可將檔案放到雷射切割機進行雷切。我們使用雷射切割機來製作車體上支架及外殼。

### 三、特殊電機

我們的水路車在水中要左右轉時，需要依靠車尾的方向舵左右轉動，這時，我們想到了高二的電工機械，在特殊電機這個章節裡，有介紹過一種能透過接受訊號實現迅速及精準地控制旋轉角度的馬達，就是伺服馬達，於是，我們決定用伺服馬達來控制車子在水中的左右轉。

### 四、程式撰寫

在高二的 PLC 實習中，我們對程式語言就已經有了初步的認識，而高三的微處理機實習，我們更是學會用 Arduino 撰寫程式。本次的專題我們透過 Arduino 撰寫程式來控制直流馬達、直流減速馬達，抽水馬達以及伺服馬達。

### 五、浮力原理

在高一的基礎物理中，有介紹浮力的原理及公式。浮力為物體在水中時受到垂直水面向上的力，其大小取決於物體從水面下排出液體的重量，根據公式： $\text{浮力} = \text{液體密度} \times \text{沒入水中的體積}$ ，因此，當我們將船身製做為弧形時，就能將沒入水中的體積增加，浮力也就因此變大。

### 六、線路整理

高一的基本電學實習中，我們學會使用麵包版。麵包版的用途是將設計好的電路進行測試，確認無誤後才會進行焊接以確保電路的正確。高一的我們還花了大量的時間在準備丙級工業配線，因此培養了整線的能力，能將配置好的電路變得整齊，不僅美觀，電路發生故障時也能迅速地找到故障點。

## 肆、研究方法

### 一、研究流程

#### (一)、研究步驟

我們決定專題題目後，便利用實習課程及課餘後的時間一起討論，訂出表 1 時間分配表及研究步驟如圖 3 所示。

表 1 時間分配表

	7月	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.車體製作							
6.成品測試							

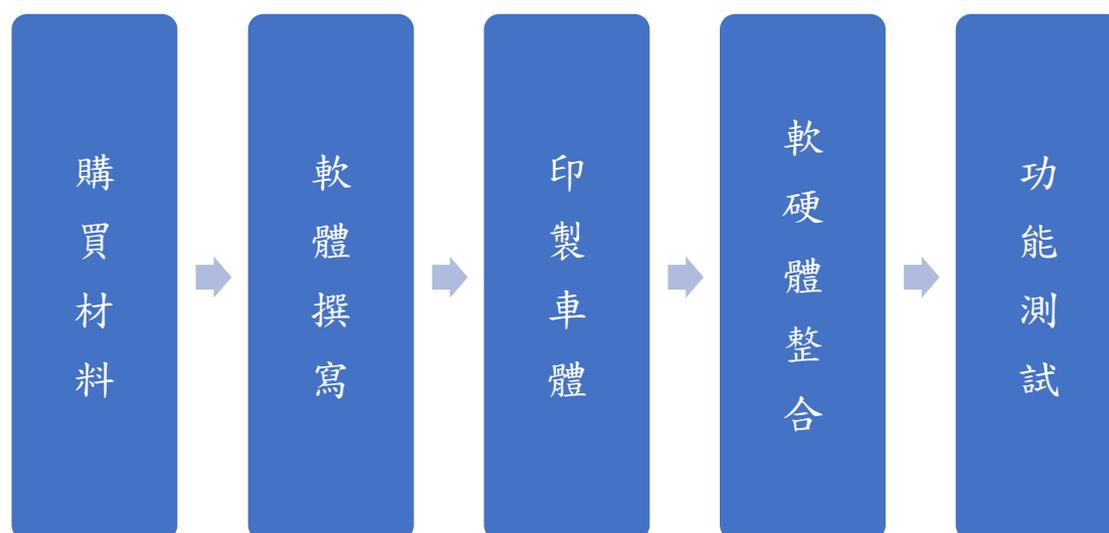


圖 3 研究步驟

(二)、操作流程

水陸兩棲車的 APP 操作流程如圖 4：

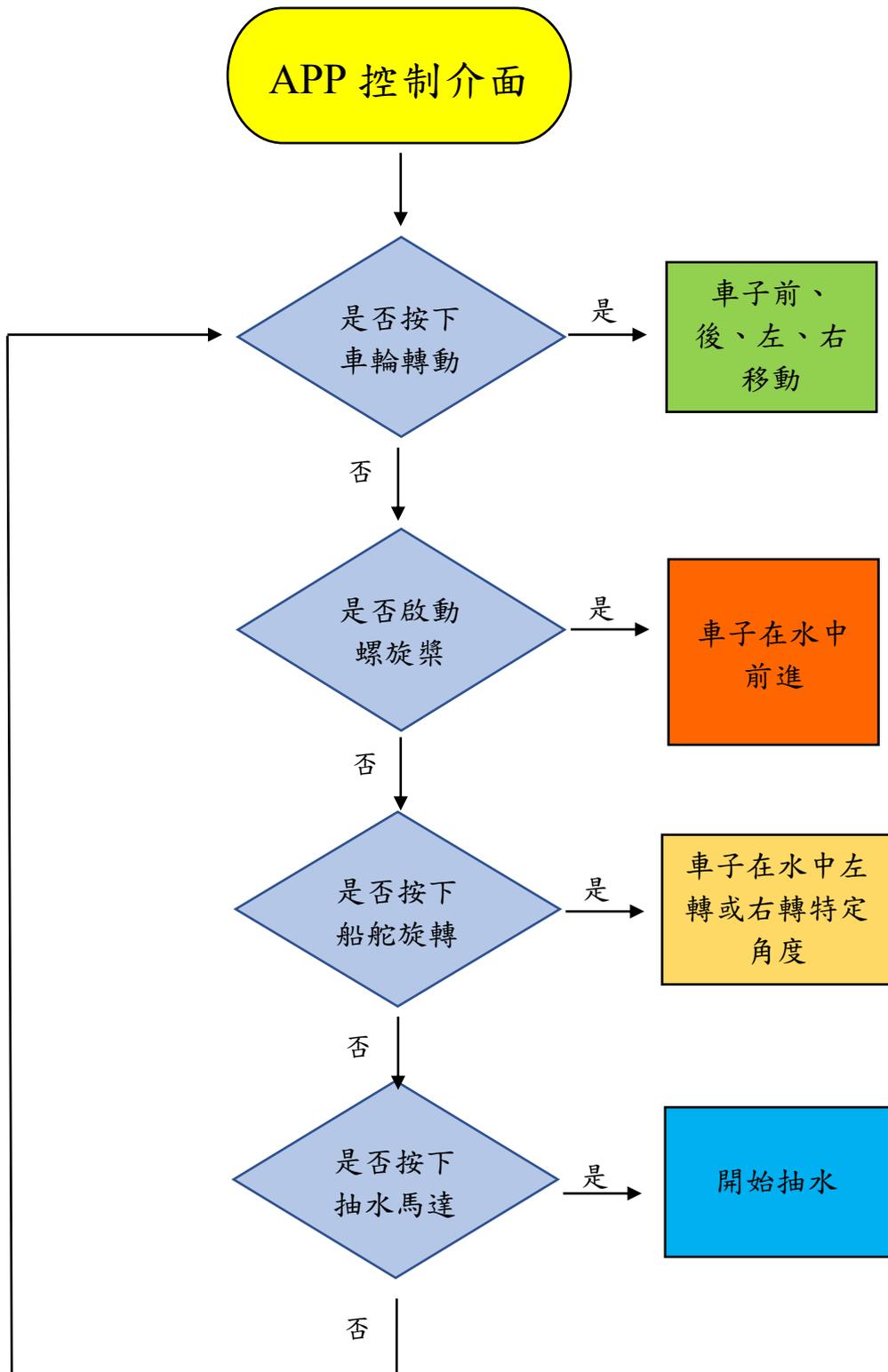


圖 4 操作流程圖

## 二、使用材料及工具

### (一)、零件介紹

#### 1、Arduino Mega 2560 微控制板(ATmega2560)

Arduino 是一家製作開源硬體和開源軟體的公司，具有程式編寫容易、硬體周邊完整、內建資源庫充足等優點。我們使用 Arduino 的 Mega 2560 微控制板(圖 5)作為我們專題的中樞，外接所有模組。規格如表 2：

表 2 Arduino Mega2560 規格

產品尺寸	102 x 53.6 x 15.3mm
重量	36g
主控晶片	ATmega2560
工作電壓	5V
類比輸入接腳	6 組
數位 I/O 接腳	54(15 支提供 PWM 輸出)
時鐘頻率	16MHz
閃存空間	256KB



圖 5 Mega2560 開發板

## 2、L298N 馬達驅動模組

L298N(圖 6)是用來驅動馬達的晶片，其特點為不需改變接線即可改變，且轉速可透過 Arduino 的程式來調整。除此之外還具備工作電壓高、工作電流大且抗干擾能力佳等優點。由於 L298N 只能同時控制兩組馬達，因此我們將同側的馬達進行並聯，透過兩側馬達正反轉達到轉彎的效果。規格如表 3：

表 3 L298N 規格

產品尺寸	43 x 43 x 29 mm
重量	30g
主控晶片	L298N
工作電壓	5V
驅動電壓	5V~35V
驅動電流	2A
I/O 接腳	4
PWM 控速端	2(A 通道及 B 通道)
馬達控制數	2 組

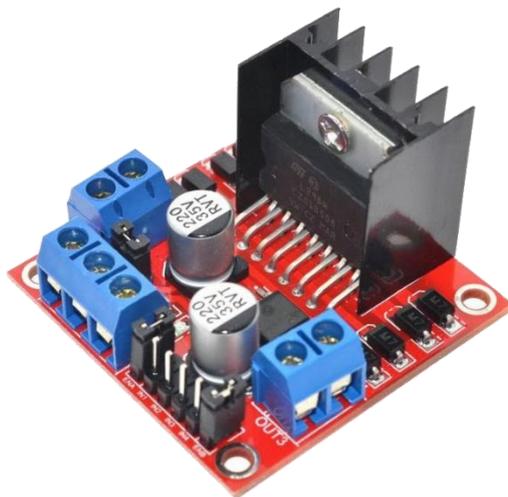


圖 6 L298N 模組

### 3、繼電器(5V 一路)

繼電器又稱電驛，是一種電子控制元件。其原理是透過透過觸發電流，使其產生電磁感應，內部的彈簧片因電磁力做用達成吸與放，進而控制電流是否通過。繼電器時常被運用在自動化的控制電路中，有自動調節、安全保護、轉換電路的功用。我們使用 5V 一路的繼電器(圖 7)來控制抽水馬達的動作，規格如表 4：。

表 4 繼電器規格

產品尺寸	55 x 26 x 18.5 mm
重量	15g
工作電壓	AC250V、DC30V
工作電流	10A
觸發電流	5mA



圖 7 5V 一路繼電器

#### 4、HC-06 藍芽模組

藍芽為一種無線通訊技術標準，用來使裝置在短距離間交換資料。我們希望人人都能簡單、迅速的操控本專題，而在人手一機的現代，幾乎每台手機都內建藍芽晶片，於是我們選用了具有功耗低、連接速度快、操作方便等優點的 HC-06 藍芽模組(圖 8)作為與手機連接的媒介，規格如表 5：

表 5 HC-06 規格

產品尺寸	38x17x4.2mm
重量	4g
工作電壓	3.6~6V
工作電流	通訊中 8mA 配對中 30~40mA
連接距離	10m(空曠)

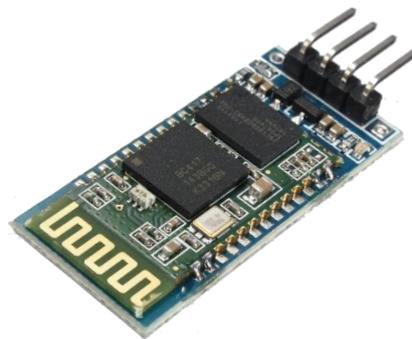


圖 8 HC-06 藍芽模組

## 5、MG996R 伺服馬達

伺服馬達俗稱舵機，透過接收訊號來改變旋轉角度，特點有反應速度快、控制簡單。我們使用的 MG996R 伺服馬達(圖 9)具有轉矩大、低噪音、精度高等優點，市面上普遍被用來做遙控車的轉向及機器人關節的旋轉，我們將它裝在船尾用來控制船舵的轉向，藉由改變水流流向，使車子在水中能轉彎。規格如表 6：

表 6 MG996R 規格

產品尺寸	40x20x38mm
重量	55g
工作電壓	4.8~7.2V
工作電流	空載 120mA 堵轉 1450mA
轉矩	13kg-cm(4.8v) 15kg-cm(6v)
速度	0.2s/60° (4.8v) 0.19s/60° (46v)
響應脈寬時間	<5us



圖 9 MG996R

## 6、Arduino 直流減速馬達

直流減速馬達(圖 10)為一般直流馬達加上特定比例的齒輪組。由於一般的直流馬達轉速太高且轉矩過低，而根據公式:功率=角速度 x 轉矩，當轉速降低後就能在相同的功率下得到更大的轉矩，於是我們選擇了轉速較低的直流減速馬達來帶動四顆車輪。規格如表 7：

表 7 直流減速馬達規格

產品尺寸	70x22x18.5mm
重量	30g
工作電壓	3~7.2V
減速齒輪比	1:48
轉速/轉矩	115rpm/0.7kg-cm(3V) 225rpm/1.2kg-cm(6V) 320rpm/1.5kg-cm(7.2V)



圖 10 直流減速馬達

## 7、MT-R385 直流馬達

直流馬達是依靠直流電產生激磁的馬達，普遍運用在各種小型電器。直流馬達是馬達的始祖，具有轉速高、控速方便的優點。我們使用 MT-R385 直流馬達(圖 11)具有轉速平穩、噪音小、轉矩較大等優點。我們用它來帶動船尾的推進螺旋槳，是車子在水中主要的動力源。規格如表 8：

表 8 直流馬達規格

產品尺寸	27.7(截面積)x37.8(高)mm
重量	70g
工作電壓	12V
轉速	10000rpm



圖 11 MT-R385

## 8、HBCP2-DC3W抽水馬達

抽水馬達又稱泵浦，利用馬達加壓液體或氣體，使其產生足過的能量以抵抗位能，進而運送到更遠的地方，廣泛運用在建築物的供水系統。我們使用的 HBCP2-DC3W(圖 12) 是小型的抽水馬達，將它裝設在車身底部，用以預防因突發狀況而產生的進水。規格如表 9：

表 9 HBCP2-DC3W規格

產品尺寸	23(截面積)x43(高)mm
重量	30g
工作電壓	3~4.5V
無負載吐水量	100L/H
揚程	0.35m(3V) 0.5m(4.5V)



圖 12 HBCP2-DC3W

### 9、聯軸器

聯軸器(圖 13)為連接兩個不同機器的軸的機械零件。我們使用 3D 列印製作聯軸器以解決馬達和輪子間軸徑不同及軸不夠長的問題。



圖 13 聯軸器

### 10、推進螺旋槳

螺旋槳(圖 14)在水中透過高速旋轉，產生向前的反作用力，為車子在水中的主要動力源。



圖 14 推進螺旋槳

### 11、方向舵

方向舵(圖 15)在水中透過旋轉特定角度來改變流進螺旋槳的水流方向，達到轉彎的效果。



圖 15 方向舵

## (二)、軟體介紹

### 1、Arduino

Arduino 是一家製作開源硬體及軟體的公司，其宗旨為提供學生及專業人員低成本且簡單的專案環境。Arduino 允許任何人製造及販售 Arduino 版，因此 Arduino 套件之價格多較為低廉，且 Arduino 使用的是 C 或 C++ 程式語言，但又更容易理解。在設計門檻低及設備價格低廉的條件下，我們選擇了 Arduino 來設計軟體，如圖 16：



圖 16 Arduino logo 及程式撰寫介面

### 2、Tinkercad

Tinkercad 是一個線上免費建模軟體，內建許多模型，透過拖曳這些模型和調整大小比例就可以組件自己的 3D 圖了 (圖 17)，非常容易上手。我們使用 tinkercad 繪製弧形的船身，成品如圖 18：

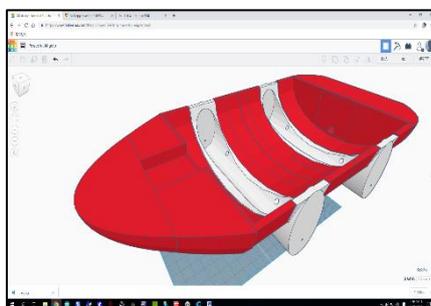


圖 17 3D 列印圖檔

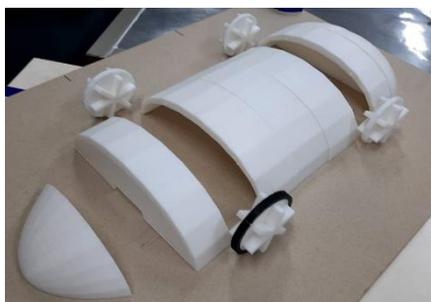


圖 18 3D 列印成品

### 3、APP Inventor

APP Inventor 是一個線上開發的程式環境。相較於以往的程式碼，在 APP Inventor 中使用的是類似樂高積木堆疊法的方式設計 Android 程式，只要掃描程式的 QR code，就能在任意手機下載該程式。我們使用 APP Inventor 設計手機的控制介面，再連結 Arduino 的程式，就能在手機上控制我們的車子了。如圖 19：

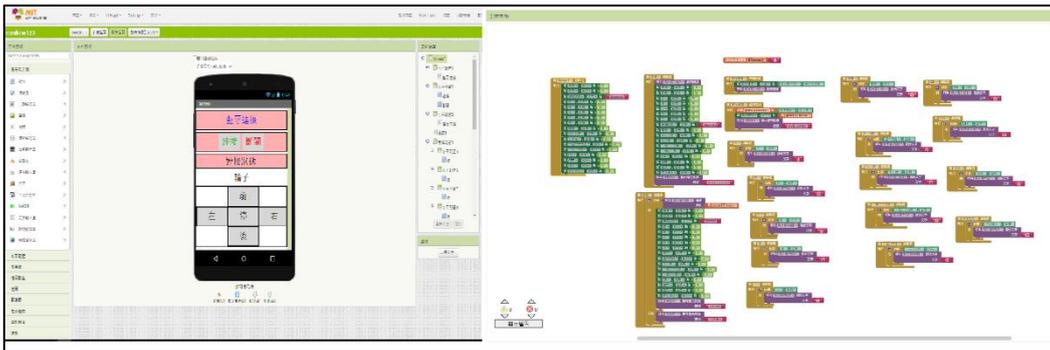


圖 19 APP 控制介面及程式

### 4、Altium designer

Altium designer(圖 21)是一款自動化電路設計軟體，具有將電路圖從設計概念到生產出成品的所有功能。比起用麵包板接線，使用 Altium designer 設計出的電路板不僅體積較小，其自動佈線的功能也能避免徒手接線會接錯的風險。其電路設計圖如圖 20：

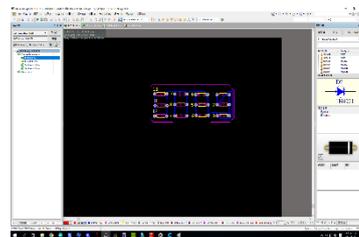


圖 21 Altium designer logo 圖 20 Altium designer PCB 介面

## 伍、研究結果

### 一、硬體結構

#### (一)、車體

水陸兩棲車之車體結構由 3D 列印的 PLA 材質構成，車底呈現圓弧形。車體兩側有四個孔，用來連接馬達及車輪。車尾也有一個放置螺旋槳的貫穿設計。由於車體的大小遠超 3D 列印機的列印極限，因此，我們將 Tinkercad 檔案裡的車體分為十等分，並在每一部分的接合處都設計一個卡榫，配合粘性極強的 AB 膠進行連結。成品如圖 22：

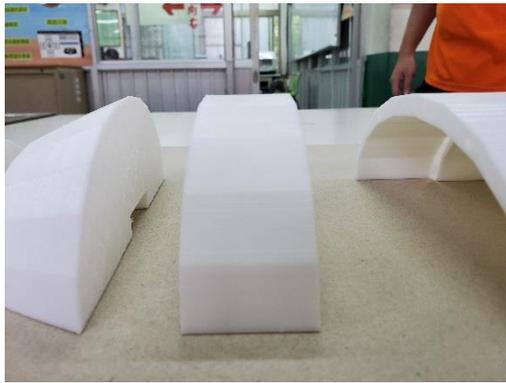


圖 22 部分車體

#### (二)、車輪

我們希望車輪在水中時能夠提供動力，而不是造成阻力的累贅，我們從 18 世紀的明輪船得到靈感，將輪子設計成水輪的形狀，並在內部設計許多孔洞用以排水，希望藉此提高輪子的利用率。成品及設計圖如圖 23：

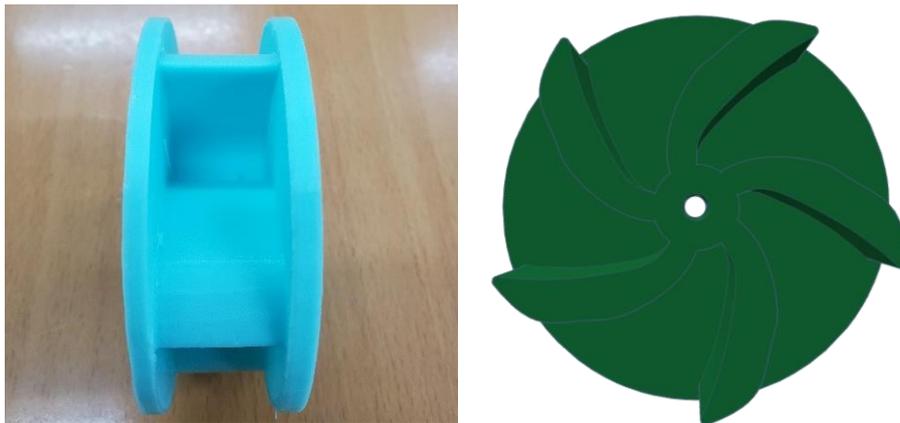


圖 23 水輪式車輪

## 二、控制端

水陸兩棲車的控制端為下載了 APP 的手機，如圖 24 所示，在陸地時透過上半部的五個按鈕控制方向。在水中時則透過船舵及螺旋槳控制方向。抽水馬達則是為了應付水中的突發狀況，如果發生進水的情況能迅速抽光車內的水。

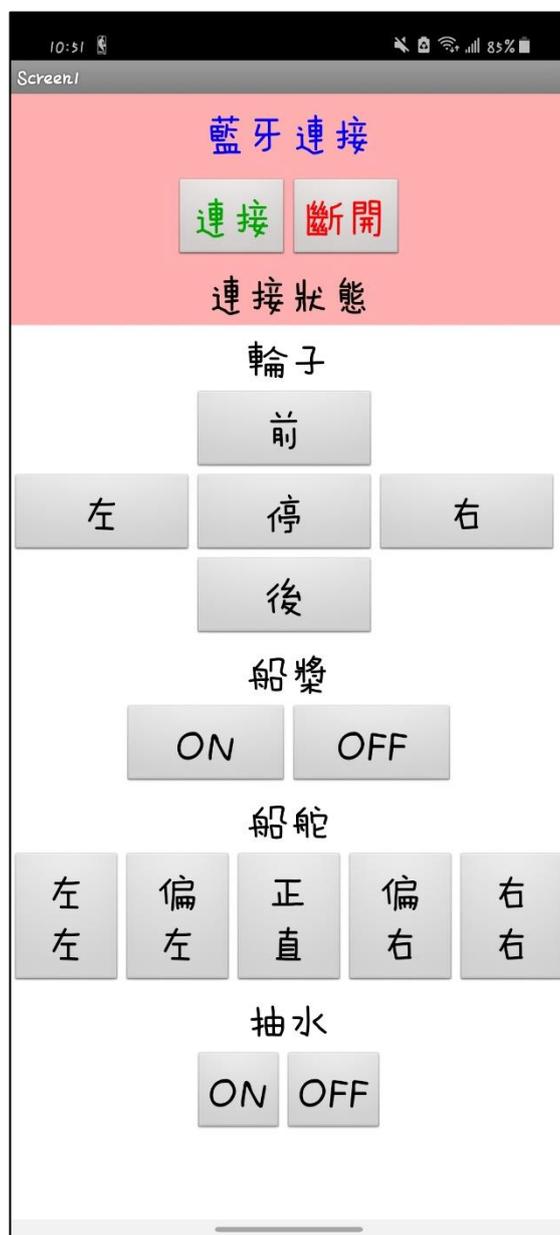


圖 24 手機 APP 控制介面

### 三、成果展示

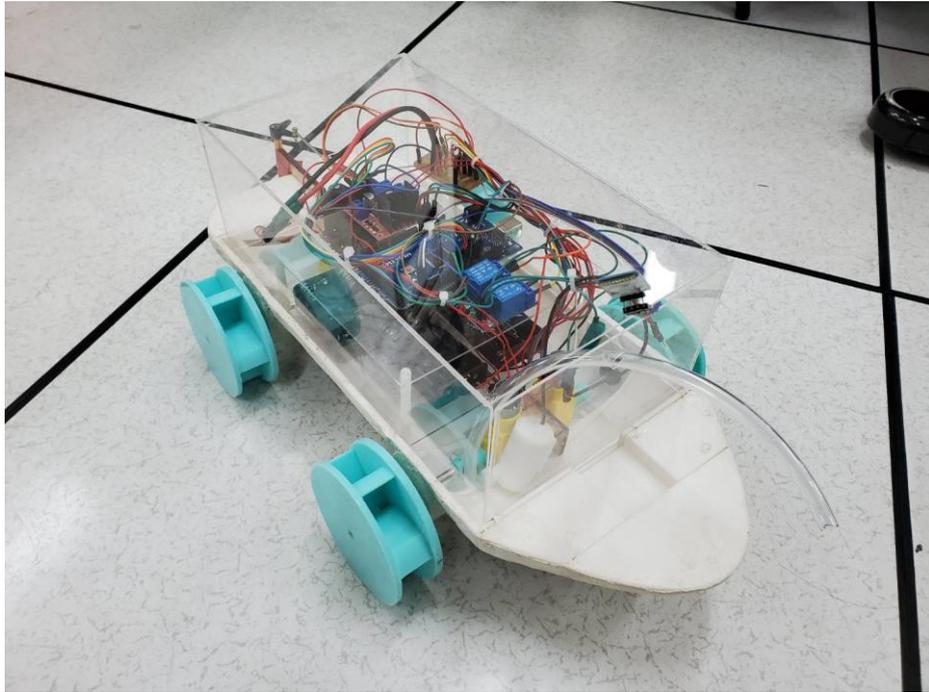


圖 25 成品展示

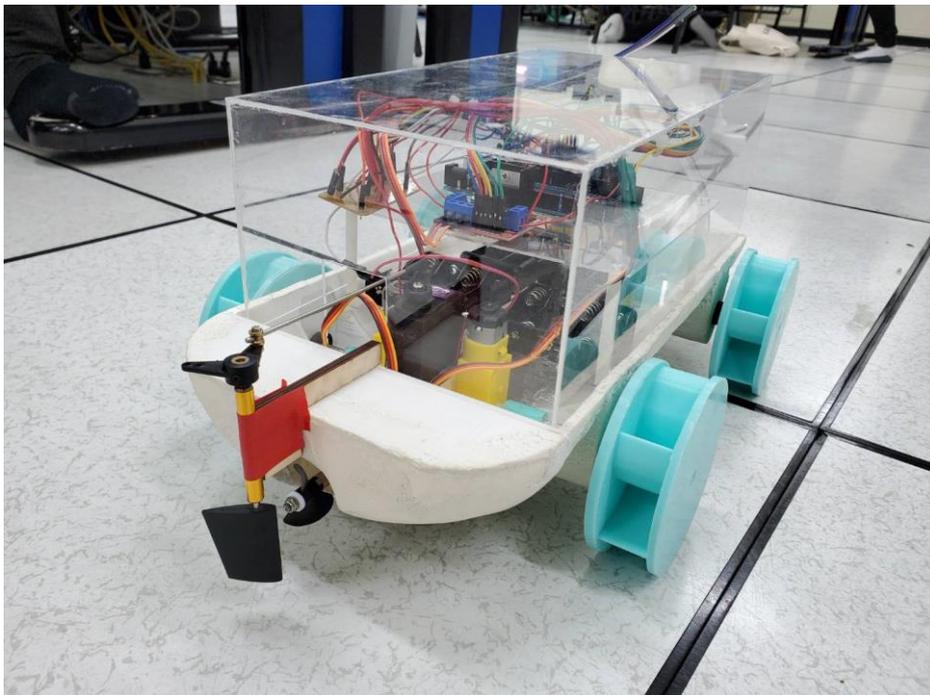


圖 26 成品展示(車尾)

## 陸、討論

### 一、材質選用

在材料的選用上，原本是想使用木材的材質當作整個車身，因為木材本身就具有良好的浮力能夠支撐所有的元件，使車身不容易下沉，但相較起來 3D 列印能做出更精確的彎曲程度，規格、厚度更容易統一，在連接處也能做更準確的設計，且列印前可選擇各個車身結構的弧度、密度、大小，在最後組合時，元件間可以更加貼合，在分配元件擺放位子時能有精準的定位，以及為各零件設計特殊的固定結構。因為 3D 列印可選擇密度，讓整個車體中間呈現半中空的型態，既增加浮力也能同時保持車體的堅硬度。

### 二、馬達控制

在車輪的控制上，為了同時具有穩定轉速以及足夠強力的轉矩來帶動馬達運轉，因此我們採用了齒輪箱的構造，透過齒輪的互相配合以及齒輪數之間的差距，犧牲些微轉速換來穩定的轉矩輸出，再透過 L298N 進行馬達正反轉的控制。

正後方的推進螺旋槳，透過一顆直流馬達進行帶動，透過超高的旋轉搭配螺旋槳的設計，產生一個強勁的向前推進水流，透過作用力與反作用力的物理定律，帶動整體船向前推進。

在後方輔助方向舵的部分，採用了 MG996R 伺服馬達進行精準的角度控制，用來改變推進水流的推進方向，透過水流推力的改變，讓船在水上能有轉向的推力。

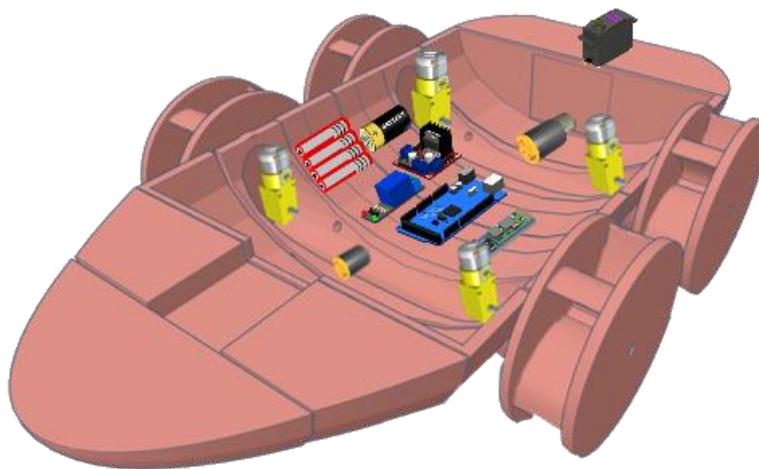


圖 27 零件放置規劃圖

## 柒、結論

水陸兩棲車在經過不間段的嘗試與討論過後，我們選擇 3D 列印做為我們車身的主體，不僅提供了高穩定性，也達成重量輕且堅固耐用的特性。水輪的部分，在老師的建議下，我們結合了機械科的機械原理與製圖科的精細構圖，製作出了我們腦海中的原型。程式部份我們選用 APP Inventor 及 Arduino 作為我們程式撰寫的主力，透過在網路上大量的瀏覽知識及四處請教，再經過許多次的測試、調整後，達成了我們想要的所有動作，雖然程式在執行時會有些許延遲，但並不會影響我們整個專題的動作成效。

為了讓使用者能夠輕鬆上手，我們的操控方式為透過手機連線藍芽，以達到遠端遙控的目的，但要真正運用在現實中，我們在傳輸距離以及穩定度還有再改進的空間。期許未來有機會可以改成使用網路進行訊號傳輸，不僅增加操作的穩定度，也大大提升了遙控距離，往無人機的方向更進一步。

製作出一個完整的專題，需要有許多方面的能力，從一開始的設計規劃，零件選購，程式設計，到後來將這些全部整合再一起，這當中許多的專業知識是我們第一次接觸到的，譬如零件選購時對於不熟悉零件特性，藍芽連接時不懂程式如何撰寫，遭遇最大的困難便是最後在全功能整合時，雜訊的干擾導致訊號不穩定，難以做出預期動作。在遭遇到問題時，我們透過上網搜尋資料、查閱書籍及四處請教，抱持著永不放棄的精神，我們不斷地汲取錯誤的經驗，一次次地進行修正，在經歷不斷的嘗試和挫敗後，最終，才得以使我們的專題有如此高的完成度。

經歷了這次的專題，我們不單增強了自身的主動學習能力，也培養了團結不放棄的做事精神，我們相信在未来的道路上不論經歷什麼困難，我們一定都能和這次的專題一樣，化阻力為助力。

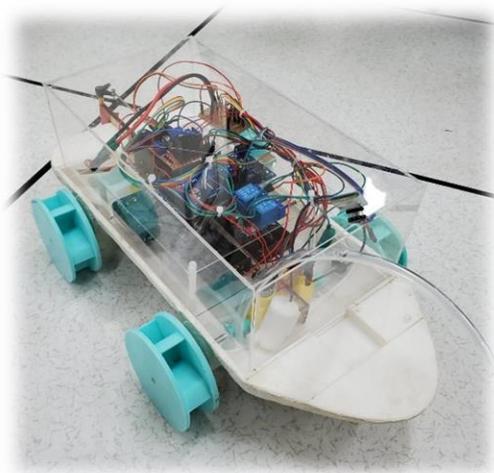


圖 28 最終成品

## 捌、參考資料及其他

- Arduino mega2560 規格。2020/1/20。  
<https://www.itread01.com/content/1549944019.html>
- L298N 規格。2020/1/20。  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?21845948333842>
- MG996R 規格。2020/1/20。  
<https://www.playrobot.com/20kgf-cm/1150-standard-servo-mg996r.html>
- 5V 一路繼電器規格。2020/1/20。  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?21928058006764>
- HC-06 藍芽模組規格。2020/1/20。  
<https://www.raspberrypi.com.tw/12761/1412/>
- MT-R385 直流馬達規格。2020/1/20。  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?21805654258882>
- HBCP2-DC3W 抽水馬達規格。2020/1/20。  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?21912335414498>
- 直流減速馬達規格。2020/1/20。  
<https://www.ruten.com.tw/item/show?22032062427640>
- 聯軸器原理。2020/1/20。  
<http://www.sunhoist.com.tw/shaft-coupling.html>
- 浮力原理。2020/7/2。  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%98%BF%E5%9F%BA%E7%B1%B3%E5%BE%B7%E6%B5%AE%E9%AB%94%E5%8E%9F%E7%90%86>
- 明輪船構造。2020/8/15。  
<https://kknews.cc/zh-tw/history/nvzea4q.html>
- Tinkercad 網站。2020/9/30。  
<https://www.tinkercad.com>
- 船型構造。2020/7/10。  
<https://kknews.cc/zh-tw/education/mmoykrp.html>
- 水車構造。2020/1/20。  
<https://kknews.cc/zh-tw/history/8g9z9ze.html>
- Arduino 伺服馬達控制。2020/9/5。  
<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-servo-sg90/>
- Arduino 直流馬達正反轉。2020/9/5。  
<https://sites.google.com/site/zsgititit/home/arduino/arduino-shi-yongl298n-qu-dong-liang-ge-ma-da>
- APP Inventor 網站。2020/10/1。  
<https://appinventor.mit.edu/>