

# 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：CAR

關鍵詞：協助搬運、移動裝置、機動性

# 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、動畫模擬 .....	2
三、程式撰寫 .....	3
四、手機介面 .....	3
五、成品外觀 .....	3
肆、研究方法.....	4
一、研究流程 .....	4
(一)、研究步驟 .....	4
(二)、操作步驟 .....	5
二、使用材料及工具 .....	10
(一)、零件介紹 .....	10
(二)、機構原理 .....	14
(三)、軟體介紹 .....	15
伍、研究結果.....	17
一、硬體結構.....	17
(一)、漏斗支架 .....	18
(二)、車體本身 .....	18
(三)、柵欄.....	18
二、軟體通訊架構.....	19
(一)、藍芽傳輸 .....	19
(二)、柵欄控制 .....	19
三、成果展示 .....	20
(一)、獨立模式 .....	20
(二)、合作模式 .....	21
陸、討論 .....	22
一、柵欄鬆緊 .....	22
二、電源供應接腳不足 .....	22
三、雜訊問題 .....	22
柒、結論 .....	23
捌、參考資料及其他 .....	24
一、書本資料 .....	24
二、網路資料 .....	24

## 表目錄

表 1 時間分配表 .....	4
表 2 Arduino Nano 板規格表 .....	10
表 3 Arduino Uno 規格表.....	10
表 4 GA12-N20 規格表.....	11
表 5 HC-06 藍牙模組規格表 .....	11
表 6 紅外線循跡感測模組規格表 .....	12
表 7 紅外線循跡感測模組規格表 .....	12
表 8 18650 充放電模組規格表 .....	12
表 9 HC-SR04 超音波感測模組規格表.....	13
表 10 L298n 馬達驅動模組規格表.....	13
表 11 微動開關規格表.....	14
表 12 LED 紅綠燈規格表.....	14
表 13 18650 規格表 .....	14

## 圖目錄

圖 1 大數據 Big Data Group 製表.....	1
圖 2 主題與課程之相關性或教學單元之說明圖 .....	2
圖 3 成品圖 .....	3
圖 4 研究步驟 .....	4
圖 5 電源啟動與模式選擇(獨立) .....	5
圖 6 手動模式(獨立).....	6
圖 7 循跡模式(獨立).....	6
圖 8 遊戲模式(獨立).....	7
圖 9 合作控制(獨立).....	7
圖 10 電源啟動與模式選擇.....	8
圖 11 手動模式(合作).....	9
圖 12 循跡模式(合作).....	9
圖 13 Arduino Nano 板.....	10
圖 14 Arduino Uno 板 .....	10
圖 15 N20 微型金屬減速馬達 .....	11
圖 16 HC-06 藍牙模組.....	11
圖 17 紅外線循跡感測模組.....	12
圖 18 紅外線循跡感測模組.....	12
圖 19 18650 充放電模組.....	12
圖 20 HC-SR04 超音波感測模組 .....	13
圖 21 L298n 馬達驅動模組 .....	13
圖 22 微動開關 .....	14
圖 23 LED 紅綠燈 .....	14
圖 24 18650 外型 .....	14
圖 25 Autodesk Inventor Logo.....	15
圖 26 3D 繪製介面 .....	15
圖 27 Arduino Logo.....	15
圖 28 Arduino 軟體操作介面.....	15
圖 29 RD works Logo.....	16
圖 30 RD works 軟體操作介面.....	16
圖 31 App Inventor Logo.....	16
圖 32 App Inventor 軟體操作介面 .....	16
圖 33 Fritzing Logo .....	17
圖 34 Fritzing 軟體操作介面 .....	17
圖 35 Inventor 爆炸圖 .....	17

圖 36 漏斗支架 .....	18
圖 37 柵欄.....	18
圖 38 獨立模式通訊關係.....	19
圖 39 合作模式通訊關係圖.....	19
圖 40 獨立模式(手動及循跡) .....	20
圖 41 獨立模式(遊戲).....	20
圖 42 合作模式(手動及循跡) .....	21

# 【CAR】

## 壹、摘要

為了讓大賣場搬運工在搬運貨品時，減少受傷的風險及職業傷害，我們的專題設計出一款可以協助搬運工運輸貨物的移動裝置--CAR，考量到大賣場的貨物琳琅滿目、大小皆不一的緣故，我們增加了 CAR 的機動性及實用性，在搬運小貨品時，可以自行獨立搬運；而在搬運大型貨物時，可以四台合作移動，並藉由柵欄可以調整到貨物適合的長度及寬度。此外，我們還增添了遊戲模式，當大賣場都打烊後，我們的 CAR 就從上班工具變成遊戲車的存在。我們專題兼具機動性、實用性及娛樂性，搬運工可以藉由 CAR，減少不必要的職業傷害並大大增加效率。

CAR 的工作模式分為獨立模式與合作模式，在 CAR 開啟電源後，即自動進入獨立模式，並且可用車身正面的白色按鈕切換移動方式，移動方式有藍牙手動控制、循跡自走移動及遊戲娛樂模式，在藍牙手動控制下，使用者可以利用我們為 CAR 專門設計的 App，藉由藍牙連線來控制 CAR 的前後左右移動，循跡模式則會按我們設計的路線自行移動；當四台 CAR 接上柵欄即進入合作模式，合作模式的手動控制及循跡模式，功能皆跟獨立模式時相同，但更方便我們運送更大型的貨物。

## 貳、研究動機

近幾年勞動部研究指出，運輸及倉儲業是最容易受傷的行業之一，更進一步，我們可以從大數據 Big Data Group 製作的圖表如圖 1，看出運輸及倉儲業在最多人受傷的行業中，占比更高達 13.1%，此行業的範圍很廣，而我們今天主要聚焦在搬運工以及大賣場的傳輸人員身上，這兩項行業其實跟我們的生活息息相關，在這個物流的時代，我們的一些日用品、家具等等，在到達我們消費者手上前，都一定得先經過他們辛苦的搬動及輸送。

最多人受傷的行業		最少人受傷的行業	
運輸及倉儲業	13.1	菸草製造業	0.01
住宿及餐飲業	8.41	產業用機械設備維修及安裝業	0.06
電子零組件製造業	7.9	礦業及土石採取業	0.08
金屬製品製造業	6.74	石油及煤製品製造業	0.08
批發及零售業	6.73	教育服務業	0.17
食品製造業	4.28	電力及燃氣供應業	0.21
醫療保健及社會工作服務業	3.94	飲料製造業	0.23
機械設備製造業	3.5	成衣及服飾品製造業	0.26
營造業	3.14	木竹製品製造業	0.28
支援服務業	3.11	其他服務業	0.32

 發表人數據 Big Data Group | <http://group.dailyview.tw/>

圖 1 大數據 Big Data Group 製表

因為他們，我們才有如今便利的生活，可是他們工作的安危卻鮮少被人們注意，例如搬運工時常需要搬運重物，手、腳甚至是脊椎都非常容易受傷。於是，我們四個組員就一起思考，能否在享受便利生活的同時，又能維護到搬運工們的安全呢?有鑑於此，我們的專題誕生了!藉由我們設計的多種模式，不論是什麼樣的貨物都可以讓「CAR」幫助我們搬運，並且完成我們想要的移動路線送達目的地。當搬運工需要移動任何東西的時候，都能讓「CAR」輕鬆達成。

### 參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

這次專題我們用了許多課程所學的知識如圖 2，以下分成五個部分來介紹。

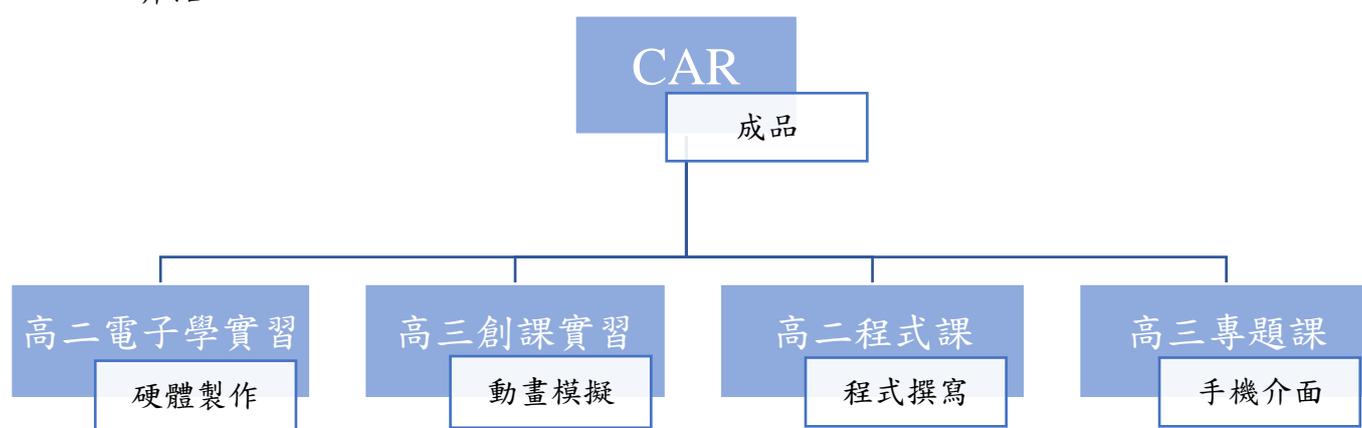


圖 2 主題與課程之相關性或教學單元之說明圖

#### 一、硬體製作

高二電子學實習課，我們學習如何使用 3D 列印和雷射切割。在遊戲模式的支架，我們利用 Inventor 繪製並 3D 列印模型，車子本體則是用 3mm 的壓克力板切割組合而成。

#### 二、動畫模擬

高三創客自造實習課，有學到用 Inventor 繪製機構模型，並透過 Inventor studio 和 Inventor 簡報模擬動畫。我們柵欄的開合，漏斗的架設和車子的組裝都有使用到動畫進行模擬。

### 三、程式撰寫

這次的專題，我們使用 Arduino IDE 來撰寫控制程式，並選用 Arduino Nano 與 Arduino Uno 做為 CAR 和柵欄的開發版。手動模式我們選用藍牙傳訊，使用 HC-06 與手機 APP 溝通，再將訊息回傳給開發板，而 CAR 合作模式的控制我們採實體接線，Uno 板偵測情況後，使用連接用柵欄上的傳輸線對 Nano 板傳遞訊息。

### 四、手機介面

手機 App 我們選用上課教過的 App inventor，因為其使用積木堆疊方式來撰寫程式，對於小型 App 的製作簡易且直觀，並有模擬程式能即時預覽 App 的排版和程式功能。因 CAR 的 App 並非設計為長距離控制，所以我們選用了藍牙傳訊，雖有距離限制，但其對於使用者而言，連接容易且直觀，利於在多台 CAR 之間切換操作。

### 五、成品外觀

我們的 CAR 主要是由 3mm 壓克力板組裝而成，還有柵欄的木材以及少部分的 3D 列印，為了增加 CAR 的機動性，我們可以分為單臺及四臺合作，四臺 CAR 加裝上柵欄後，即變為合作模式，下圖為四臺單獨模式的 CAR，如圖 3。



圖 3 成品圖

## 肆、研究方法

### 一、研究流程

#### (一)、研究步驟

暑假期間找好組員、訂好專題題目後，便開始思考如何設計我們的 CAR，再經過許多意見交流後，四位組員分工合作進行機構、程式的製作，時間分配如表 1，研究步驟如圖 4。

表 1 時間分配表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.資料查詢							
2.元件採購							
3.硬體設計							
4.程式撰寫							
5.通訊連接							
6.動畫製作							
7.成品測試							



圖 4 研究步驟

## (二)、操作步驟

因為我們的 CAR 由許多模式組成，故流程圖皆分項以子流程圖呈現。

### 1、獨立模式

#### (1)電源啟動與模式選擇

當電源開啟後，CAR 會判斷有無連結到柵欄或是遊戲模式的漏斗，如果有，則會自動切換為合作模式或遊戲模式，若皆沒有，即進入獨立模式。在獨立模式下，使用者可利用 CAR 車體上的白色按鈕，於循跡或手動兩種模式間切換，如圖 5。

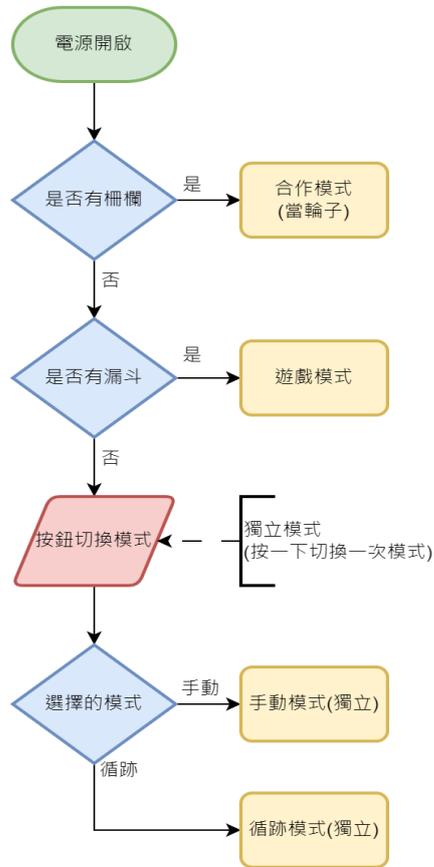


圖 5 電源啟動與模式選擇(獨立)

## (2) 手動模式

在獨立手動模式下，使用者可藉由手機 APP，用藍牙與 CAR 進行連結，並操控 CAR 前後左右移動，如圖 6。

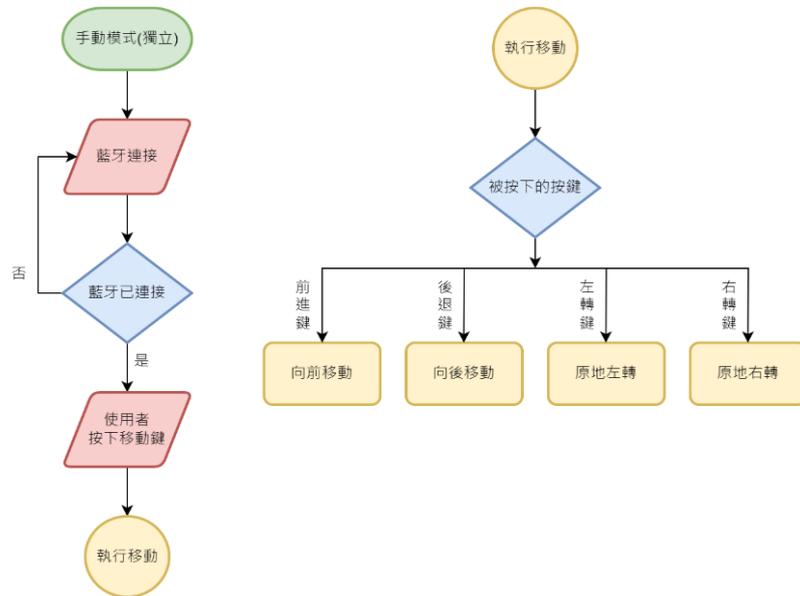


圖 6 手動模式(獨立)

## (3) 循跡模式

獨立循跡模式下，CAR 將根據循跡模組感測到的數值，沿著使用者所畫得黑線進行移動，且若前方有障礙物亦或車身未置於地，將停止移動，直至障礙物被排除，如圖 7。

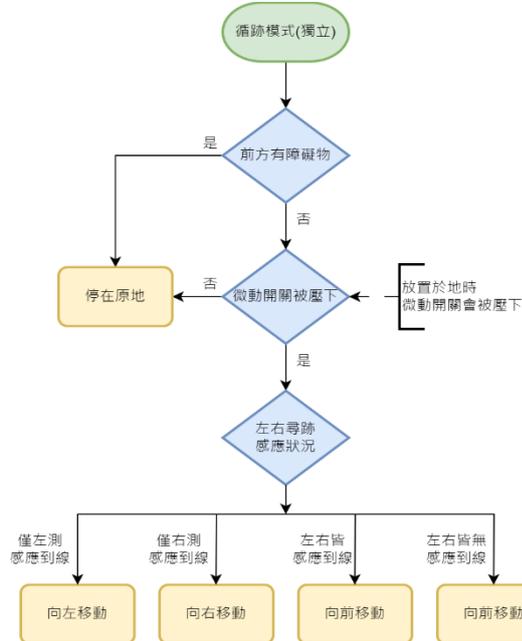


圖 7 循跡模式(獨立)

#### (4) 遊戲模式

當車子於遊戲模式時，會隨機移動，且若前方有障礙物，將會右轉，這時使用者可持續對其車身上的接球漏斗投球，當車身的漏斗有球時，即停止移動，直至球被取出，如圖 8。

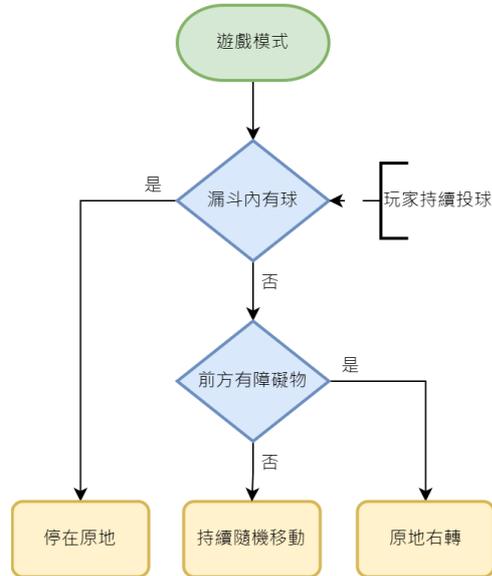


圖 8 遊戲模式(獨立)

#### (5) 合作控制

合作控制時，四臺 CAR 當輪子使用，如果車身置於地，將會根據連接用柵欄傳來的移動訊息，執行相對應的動作，否則停止移動，如圖 9。

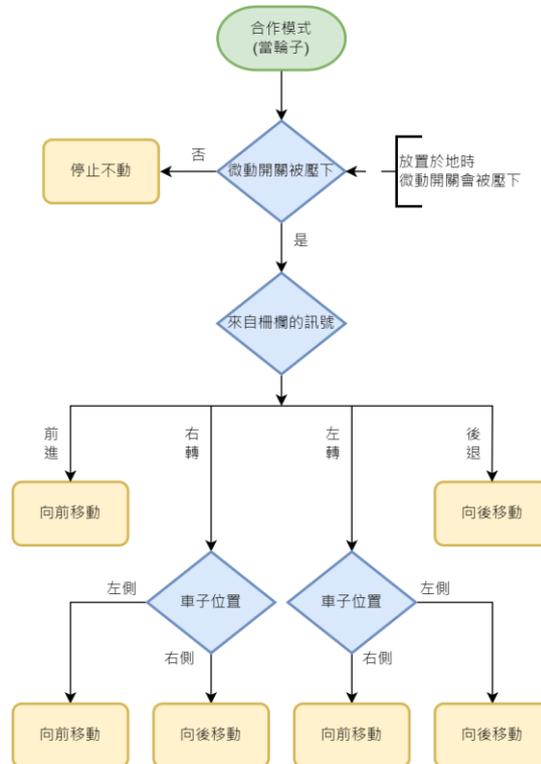


圖 9 合作控制(獨立)

## 2、合作模式

### (1) 電源啟動與模式選擇

使用者能藉由連接用柵欄，將 4 臺 CAR 組成一臺一起載運較大的貨物。當組合完成且啟動電源後，使用者可用柵欄上的切換按鈕於手動和尋跡兩種模式間切換，如圖 10。

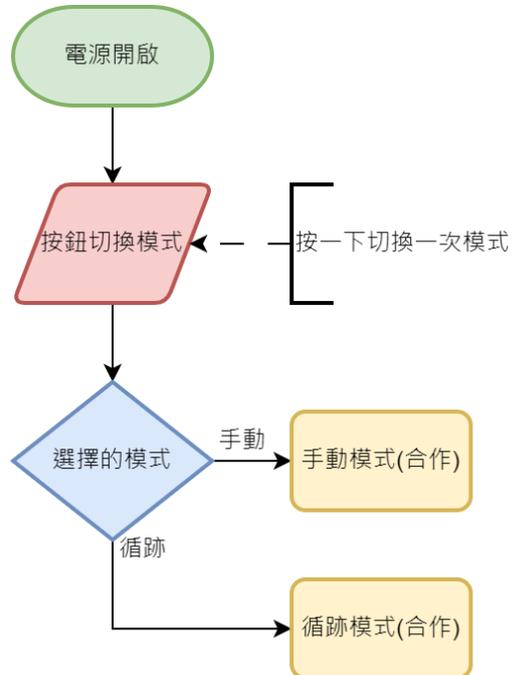


圖 10 電源啟動與模式選擇

## (2) 手動模式

當處於合作手動模式時，使用者可藉由手機 APP，用藍牙與連接用柵欄進行連接，並傳送移動訊息，柵欄將會控制 CAR 進行相對應移動，如圖 11。

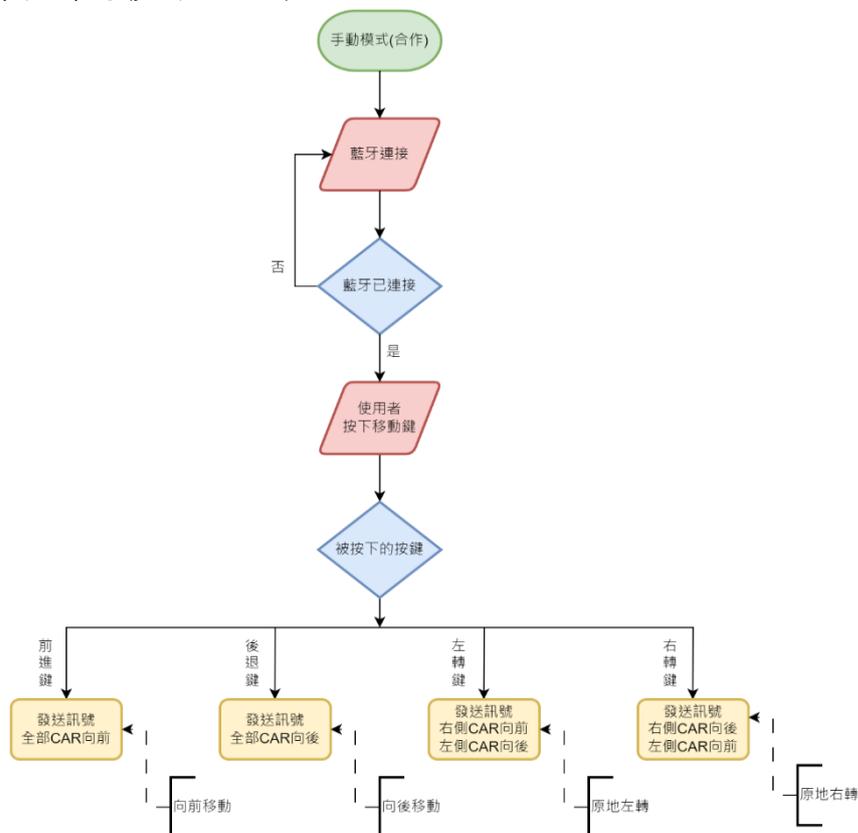


圖 11 手動模式(合作)

## (3) 循跡模式

在合作尋跡模式下，連接用柵欄會根據尋跡模組感測到的數值，沿著使用者所畫得黑線操控 CAR 進行移動，如圖 12。

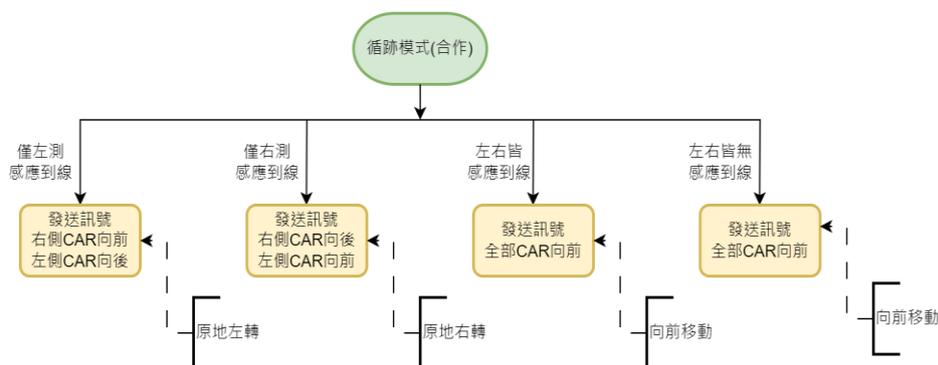


圖 12 循跡模式(合作)

## 二、使用材料及工具

### (一)、零件介紹

#### 1、Arduino Nano 板

Arduino Nano 板是 Arduino USB 接口的微型版本，最大的不同是沒有電源插座，以及 USB 接口是 Mini-B 型的插座，Arduino Nano 板尺寸非常小，且腳位充足，適合放進我們的 CAR 之中，如圖 13，規格如表 2。

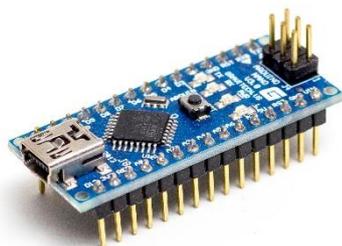


圖 13 Arduino Nano 板

表 2 Arduino Nano 板規格表

微處理器	ATmega328
工作電壓	5V
石英震盪器	16MHz
類比輸入腳	8 支
數位輸出入腳	22 支
PWM 輸出腳	6 支
接腳輸出能力	40mA/每支接腳
PCB 大小	18 * 45mm

#### 2、Arduino Uno 板

Arduino Uno 板最大的特色是採用了另一個微控制器 (MEGA16U2 或 MEGA8U2)，作為 Arduino 與電腦 USB 溝通的序列轉換介面，我們用它來控制四臺 CAR 的行進路線，當切換為合作模式時，如圖 14，規格如表 3。



圖 14 Arduino Uno 板

表 3 Arduino Uno 規格表

微處理器	ATmega328
工作電壓	5V
石英震盪器	16MHz
類比輸入腳	8 支
數位輸出入腳	22 支
PWM 輸出腳	6 支
接腳輸出能力	40mA/每支接腳
PCB 大小	68.6 * 53.4mm

### 3、GA12-N20 金屬微型減速馬達

GA12-N20 為構造簡易，且體積非常小的直流減速馬達，轉速可達 25 rpm，非常適合我們的 CAR 使用，如圖 15，規格如表 4。

表 4 GA12-N20 規格表



圖 15 N20 微型金屬減速馬達

尺寸	12*9*28mm
重量	10g
工作電壓	DC 3V
工作電流	0.15A
無載速度	25rpm
轉矩	0.3 kg/cm

### 4、HC-06 藍牙模組

從裝置模式：工作在從機模式下的藍牙模組只能被主機搜尋，不能主動搜尋。從裝置跟主機連線以後，也可以和主機裝置進行傳送和接收資料，如圖 16，規格如表 5。

表 5 HC-06 藍牙模組規格表



圖 16 HC-06 藍牙模組

尺寸	17*44*7mm
重量	3g
工作電壓	3.3V-6V
工作電流	30mA
通訊	USART 和 TTL 兼容
傳輸模式	Slave

## 5、紅外線循跡感測模組

紅外線循跡感測器模組的紅外發射二極體，不斷發射紅外線，並根據反射回來的紅外線強度輸出高態或低態，我們在製作 CAR 的時候，因應所需使用到兩種紅外線循跡感測模組，在循跡方面我們用的是圖 17，其規格如表 6；而在遊戲模式，放在漏斗支架中用的則是圖 18，其規格如表 7。

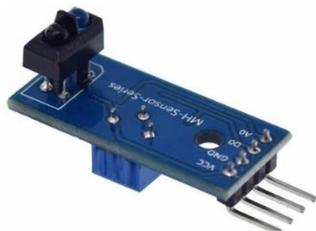


圖 17 紅外線循跡感測模組

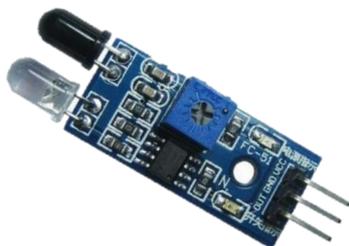


圖 18 紅外線循跡感測模組

表 6 紅外線循跡感測模組規格表

尺寸	3.2cm * 1.4cm
工作電壓	3.3V~ 5V
有效距離範圍	1mm~25mm
有效角度	35 degree
比較器	LM393

表 7 紅外線循跡感測模組規格表

尺寸	3.2cm * 1.4cm
工作電壓	3.3V~ 5V
有效距離範圍	2cm~15cm
有效角度	35 degree
比較器	LM393

## 6、18650 充放電模組

電源供應器提供 12V 電源，12V 用以驅動電磁鎖、主控板最大可輸出 50 瓦特，如圖 19，規格如表 8。



圖 19 18650 充放電模組

表 8 18650 充放電模組規格表

尺寸	3.3 * 2.3 * 0.9cm
輸出電壓	4.5V~8V
輸出電壓	4.3V~27V(可調)
充電電壓	4.2V
充電電流	最大 1A

## 7、HC-SR04 超音波感測模組

HC-SR04 超音波感測模組用來測量前方障礙物的距離，它的運作原理很簡單，模組會送出 8 個 40kHz 的方波，如果前方有障礙物，信號就會返回，模組收到信號後，再利用返回的時間，去計算該障礙的距離，如圖 20，規格如表 9。



圖 20 HC-SR04 超音波感測模組

表 9 HC-SR04 超音波感測模組規格表

尺寸	45*20*15mm
工作電壓	DC 5V
工作電流	15mA
工作頻率	40Hz
最大範圍	4m
最小範圍	2cm
有效角度	15 degree

## 8、L298n 馬達驅動模組

L298n 是雙 H 橋電機驅動器，可透過改變電流的方向來控制馬達讓其正反轉，如圖 21，其規格如表 10。

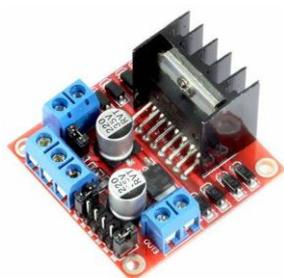


圖 21 L298n 馬達驅動模組

表 10 L298n 馬達驅動模組規格表

尺寸	43*43*27mm
重量	30g
公作模式	H 橋驅動
驅動電壓	5V~35V
驅動電流	2A
最大功率	25W

## 9、微動開關

微動開關是一種施壓促動的快速轉換開關，具有微小接點間隔和快動的機構，我們將它裝在 CAR 的底部，確保 CAR 是被放置於地板上才會啟動，如圖 22，其規格如表 11。



圖 22 微動開關

表 11 微動開關規格表

工作電壓	250V
工作電流	5A

## 10、LED 紅綠燈

LED 紅綠燈方便我們知道車子目前是什麼模式，在獨立模式時紅燈代表藍牙手動模式、黃燈代表循跡模式、綠燈則代表遊戲模式；而在合作模式時，如圖 23，其規格如表 12。



圖 23 LED 紅綠燈

表 12 LED 紅綠燈規格表

尺寸	56 * 21*11mm
工作電壓	5V
LED	5mm * 3
顏色	紅黃綠

## 11、18650 電池

18650 電池是目前最普遍使用的一種圓柱狀鋰電池，「18650」名稱中的「18」代表「直徑 18 公釐」，「65」代表「長度 65 公釐」，「0」指的是圓柱形的電池，我們用來提供 CAR 的電源，如圖 24，其規格如表 13。



圖 24 18650 外型

表 13 18650 規格表

尺寸	1.8cm * 6.5cm
重量	44g
標示電壓	DC 3.7V
額定容量	2600mAh

## (二)、機構原理

利用漏斗和柵欄下方 2\*8 的排針，和車頂的排針母座，不僅能有效的固定，車子也透過程式判斷，自動進入合作、遊戲或獨立模式。



### 3、RD works

RD works 是一款能調整速度、功率和切割種類的雷切軟體，藉由圖層的分類，可以實現切割和掃描，我們使用這個軟體繪製以切割出我們的機構，如圖 29 及圖 30。



圖 29 RD works Logo

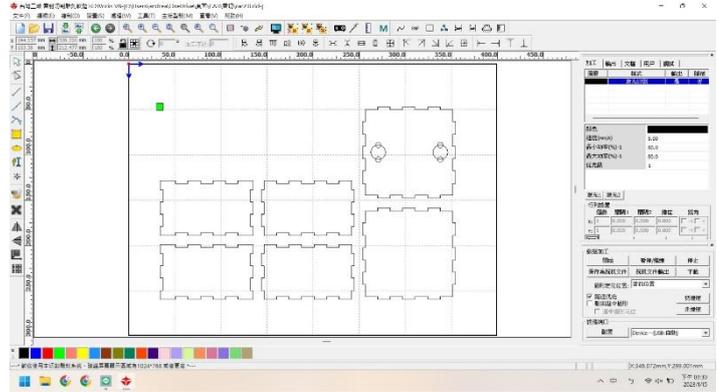


圖 30 RD works 軟體操作介面

### 4、App Inventor

Android 應用開發者 (App Inventor) 是一款卡通圖形界面的 Android 智慧型手機應用程式開發軟體，它可以讓任何熟悉或不熟悉程序設計的人來創造基於 Android 作業系統的應用軟體。它使用圖形化界面，用戶可以拖放圖形對象來創造一個運行在安卓系統上的應用，它就可以在許多手機設備上運行，如圖 31 及圖 32。



圖 31 App Inventor Logo



圖 32 App Inventor 軟體操作介面

## 5、Fritzing

Fritzing 是一款可以精美畫出接線圖的軟體，他有豐富的元件庫可以使用，而且操作十分簡單 所以我們以這個程式來繪製出我們的電路圖，如圖 33 及圖 34。

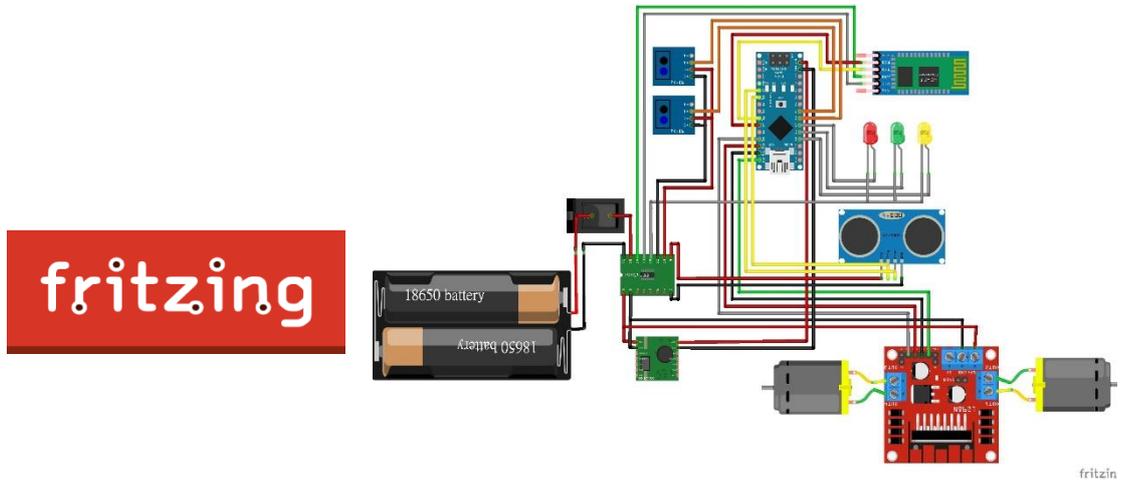


圖 33 Fritzing Logo

圖 34 Fritzing 軟體操作介面

## 伍、研究結果

本專題結構可以分成硬體結構與軟體通訊架構，以下所示。

### 一、硬體結構

本次專題結構，如圖 35

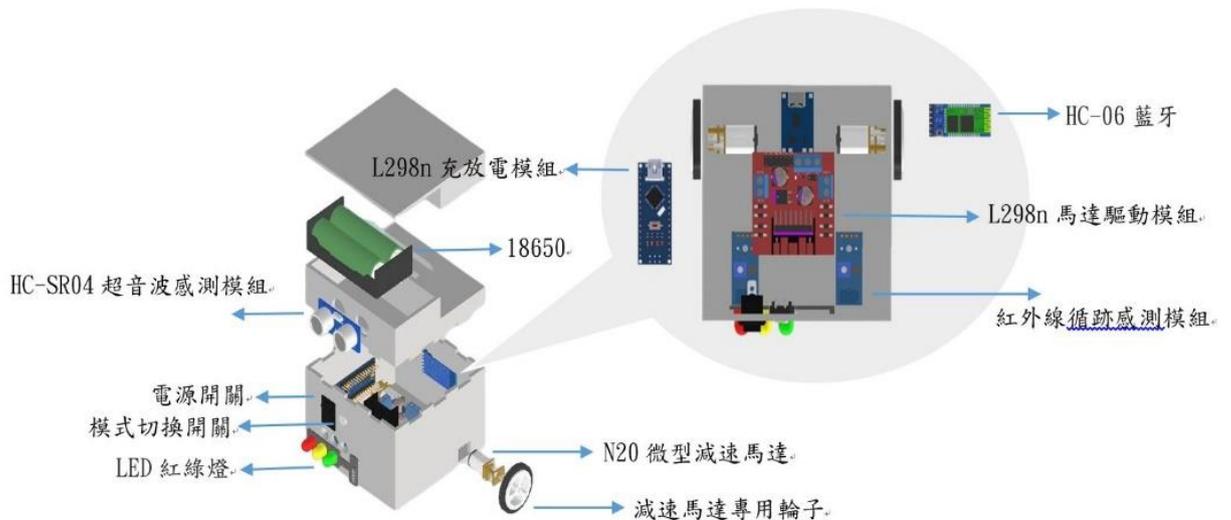


圖 35 Inventor 爆炸圖

### (一)、漏斗支架

透過 3D 列印的支架，結合排針，即可連接漏斗和車子本體，並進行資料的傳遞，是我們遊戲模式的重要機構，如圖 36。



圖 36 漏斗支架

### (二)、車體本身

透過 3mm 的壓克力板，和 MakerCase 的車體設計，使車子面與面之間緊密的連接。

### (三)、柵欄

利用伸縮圍欄的構想，透過雷射切割 5mm 的木板，並結合 M5/12.5mm 的帳簿釘連接，即可調整合作模式下車與車之間的距離，以配合不同大小的貨物，如圖 37。



圖 37 柵欄

## 二、軟體通訊架構

為使使用者容易連接 CAR 與操控裝置，且方便在多臺之間切換，我們選用藍牙作為我們的通訊橋樑。在合作模式時，我們使用連接用的柵欄與藍牙連結，再由柵欄將收到的動作分配給四臺 CAR。獨立模式通訊關係如圖 38，合作模式通訊關係如圖 39。

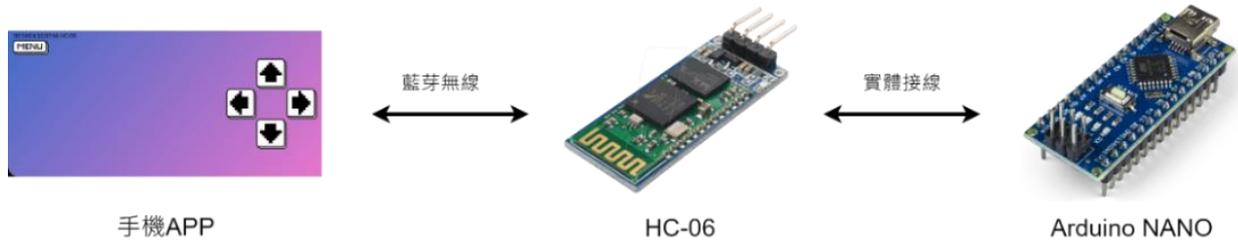


圖 38 獨立模式通訊關係

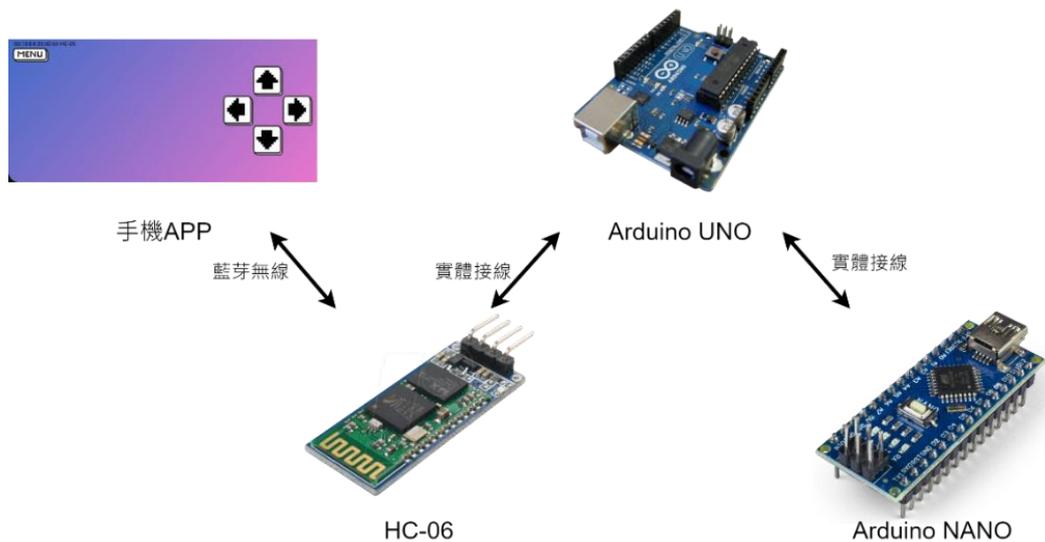


圖 39 合作模式通訊關係圖

### (一)、藍芽傳輸

利用手機藍牙與主控版進行連結，並使用我們用 App inventor 所開發的 APP 進行傳訊控制。

### (二)、柵欄控制

連接用柵欄與每臺 CAR 均有兩條控制移動的傳輸線，因合作模式下，單臺 CAR 的動作只會分為前進，後退與停下，所以我們將控制訊息分為移動速度與移動方向來進行傳輸，CAR 會根據移動方向使用移動速度進行移動。

### 三、 成果展示

#### (一)、獨立模式

獨立模式分為三個部分

##### 1、手動

電源打開進入藍牙模式，車子上的紅燈亮起，接著透過手機 app 連接車子上的藍牙晶片來操控車子，如圖 40。

##### 2、循跡

按一下車子上的按鈕，車子上的黃燈亮起，放在有劃黑線的地方自動開始行走，如圖 40。

##### 3、遊戲

當裝上漏斗，車子上的綠燈亮起，開始依照已規劃的路線行走，玩家把乒乓球投進幾可使車子停下，如圖 41。



圖 40 獨立模式(手動及循跡)



圖 41 獨立模式(遊戲)

## (二)、合作模式

裝上柵欄即進入合作模式，如圖 42，可分為兩種模式：

### 1、手動模式

透過手機 app 連接柵欄上的藍牙晶片來操控所有車子。

### 2、循跡模式

按一下柵欄上的按鈕，柵欄上的 LED 燈亮綠燈，放在有劃黑線的地方自動開始。



圖 42 合作模式(手動及循跡)

## 陸、討論

### 一、柵欄鬆緊

一開始，我們選用和柵欄厚度相同的 1mm 帳簿釘連接，但因尺寸太過吻合，在伸縮過程中容易脫落。因此我們改用 12.5mm 的帳簿釘，並透過 2mm 的壓克力板雷射切割自製墊片，以達到流暢的開合。

### 二、電源供應接腳不足

我們因使用了開關和為了判定是否有安裝連接用柵欄或是接球用漏斗所以有使用到大量的低態觸發和上拉電阻，因而導致我們的電源接腳不足，後來我們採用自製分接用杜邦線來解決這問題。

### 三、雜訊問題

上課時就有聽老師講過雜訊的惡名，但當實際做的時候才深有體會，我們機構因設計為可組裝式，而在未組裝時傳輸和偵測接腳將會暴露於空氣中，這時就會接收到雜訊導致誤判執行錯誤的動作，後來我們採取低態觸發和上拉電阻設計，用以固定電壓和除去雜訊。

## 柒、結論

CAR 在合作模式時，四臺如何彼此通訊一直是困擾我們很久的問題。後來經過組員間的討論以及可行性評估後，我們最終決定使用 Arduino Uno 板作為我們合作模式的控制中樞，藉由使用可伸縮柵欄搭配實體接線，來達到多台可拆裝合作的效果，拆裝接合處，我們採用排針以及排針母座，因為其使用容易且組合後牢固不易掉落。原先設計供電電路時，設計為由 CAR 車體內電池提供控制用 UNO 板電源，但後來考量到供電用載流導線需較粗，而伸縮柵欄為可動結構不適合太粗的導線，因此將 UNO 板的供電獨立出來安裝於柵欄上省去了由 CAR 拉至 UNO 板的電源線。

專題製作的過程中，我們學習到如何把實習課，老師所教的東西化為自己想要的東西，實習課都是老師出題目而我們做出來，這些東西大部分都是單項寫程式或是做機構，但是做專題是完全不同的情況，必須從無到有並思考各種可能發生的情況，而且也不是每件事老師都可以給予解答，必須自己與隊友們一同去摸索與找尋解決之道，而這時候就顯現出隊友溝通的重要性了，因為四個人對同一件事會有不同的看法及意見，但是大家都很想解決問題，所以這時候最重要的是停下來多點傾聽，一起尋找正確的方向，一個專題的製作，從硬體到軟體，零件的採買和機構設計，亦或是專題發表和書面報告，如此繁多的事務絕非一人能完成。並且在幾個月的專題製作過程中，我們更領悟到，分工不代表每個人只針對拿手的項目努力，彼此配合才是更重要的，一個團體須彼此配合進度，單獨一人的超前或落後都會影響整體團隊的運行，而且即使是分工，也不能對其它隊友所負責的領域毫無了解，即便不是自己的領域，也要有一定程度的了解才知道如何配合，或是在進度落後時提供幫助，經過這次的專題我們都受益良多，也會繼續精進各方面的能力！

## 捌、參考資料及其他

### 一、書本資料

- 1.黃信雄、蘇景暉、李齊雄(2011)。循跡迷宮鼠設計實務。藍海文化。
- 2.張榮洲、張宥凱(2020)。電子電路及 Arduino 應用。全華圖書股份有限公司。
- 3.黃穎豐、陳明鈺(2019)。Autodesk Inventor 2018 特訓教材基礎篇。全華圖書股份有限公司。

### 二、網路資料

- 1.循跡/L298n 驅動 Arduino 小車/紅外線循跡感測模組。  
取自：<https://sites.google.com/view/rayarduino/l298n-car-follow-track?pli=1>
- 2.如何使用超音波測距感測器。  
取自：<https://crazymaker.com.tw/arduino-how-to-use-ultrasonic-distance-sensor/>
- 3.Arduino Uno 控制板簡介。  
取自：<https://swf.com.tw/?p=569>
- 4.Arduino Nano 介紹及原理圖。  
取自：<https://swf.com.tw/?p=569>
- 5.循跡自走車。  
取自：<https://steam.oxxostudio.tw/category/microbit/mooncar/follow-car.html>