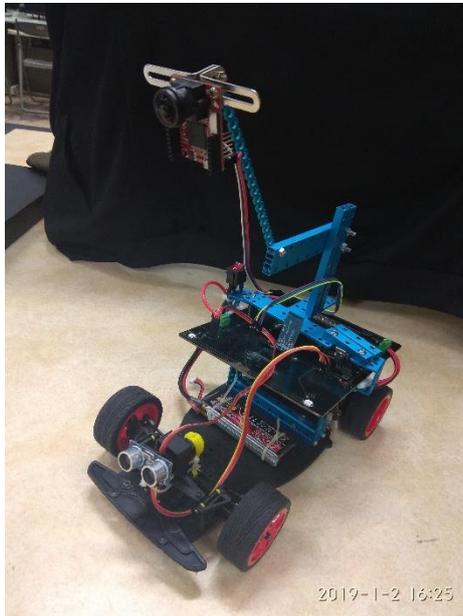


台北市立大安高級工業職業學校
電子科
專題報告
自動駕駛車
Self-driving Cars



學生 組長:吳子帆
組員:吳佳翰
組員:李育銘
組員:馬浩鈞

指導老師:林家德 老師

中華民國 108 年 1 月 8 日

中文摘要

隨著科技的進步，許多廠商開始對自動駕駛車研究，自動駕駛的好處在於能盡量避免人為所造成的交通事故，有時國定假日的時段，經常有塞車的現象，我們就可以利用這項技術，減少所需安全間隔，並且更好管理交通流量，進而增加道路通行能力，藉此還可提高車速限制。因此，安全又便利的自動駕駛系統，是未來發展的一個趨勢，但是仍有許多的問題需要改進，像是 Uber 全自動駕駛車，曾發生意外，尚有安全上的隱憂和不確定性。

綜觀現在的汽車產業，電動化、無人駕駛絕對是兩個炙手可熱的名詞，事實上，BMW 早在 2006 年就啟動了「Project i」投入電動車研發，2013 年就推出第一款純電動 BMW i3，以及混合動力跑車 BMW i8，而近期更是推出了「Vision iNEXT」，結合了自動及無人車的概念，能夠在最短時間針對路況做出分析判斷，而這次專題則是利用 openmv，模擬出類似的功能。

本專題的目標是完成一輛自動駕駛的車輛，運用車載的攝像頭 openmv 以及超音波感測器，將外界的所有資料數據，經 Arduino 核心的運算處理過後，控制車體能有循跡、避障以及識別交通號誌、跟車等功能。

英文摘要

With the advancement of technology, many manufacturers have begun to study autonomous vehicles. The advantage of autonomous driving is that they can avoid traffic accidents caused by humans. Sometimes, during the national holidays, there are often traffic jams. We can use this technology. , reducing the required safety interval, and better managing traffic flow, thereby increasing road capacity, thereby increasing speed limits. Therefore, a safe and convenient automatic driving system is a trend in the future, but there are still many problems that need to be improved, such as Uber self-driving cars, accidents, and security concerns and uncertainties.

Looking at the current automotive industry, motorized and unmanned driving are definitely two hot words. In fact, BMW started the "Project i" in electric vehicle research and development in 2006, and launched the first pure electric BMW i3 in 2013. And the hybrid sports car BMW i8, and recently launched the "Vision iNEXT", combined with the concept of automatic and unmanned vehicles, can analyze and judge the road conditions in the shortest time.

The topic is to use openmv to simulate similar functions.

The goal of this topic is to complete an autonomous driving vehicle, using the car's camera openmv and ultrasonic sensor, and all the data of the outside world, after passing through the Arduino core computing office, control the car body to track and avoid Barriers and functions such as identifying traffic signs and following the car.

目錄	
中文摘要	II
英文摘要	III
目錄	IV
圖目錄	V
表目錄	VII
第一章 緒論	1
1-1 專題製作動機及目的	1
1-2 預期成果	1
第二章 理論探討	2
2-1 ARDUINO MEGA 2560	2
2-2 OPENMV 影像辨識	3
2-3 馬達驅動模組及 MOSFET 馬達驅動工作原理及比較	6
2-4 伺服馬達驅動	10
2-5 藍芽模組 HC-06	11
2-6 超音波感測器	12
第3章 專題設計	13
3-1 系統架構圖	13
3-2 進度甘特圖及流程圖	13
3-3 影像辨識流程與設計	15
3-4 電路設計圖	18
3-5 程式-ARDUINO	19
第4章 專題成果	20
4-1 實驗過程	20
第五章 結論和建議	25
5-1 結論	25
5-2 建議	25
參考文獻	26
附錄	27
附錄一 設備清單	27
附錄二 材料清單	28
附錄三 成員簡介	29

圖目錄

圖 1	自動駕駛	1
圖 2	MEGA2560	2
圖 3	MEGA 2560 相關配置圖	3
圖 4	OPENMV 示意圖	4
圖 5	產品規格	4
圖 6	TB6612 正反面圖	6
圖 7	TB6612 與 L298N 比較	8
圖 8	H 橋電路	8
圖 9	MOSFET IRF640	9
圖 10	MOSFET 電流驅動圖	9
圖 11	連桿及伺服馬達示意圖	10
圖 12	伺服馬達動作原理	10
圖 13	HC-06	11
圖 14	超音波感測器	12
圖 15	系統架構圖	13
圖 16	甘特圖	13
圖 17	流程圖	14
圖 18	影像辨識流程圖	15
圖 19	影像銳化(右側)	15
圖 20	影像灰階化(右側)	16
圖 21	影像二值化(右側)	16
圖 22	影像邊緣檢測(右側)	17
圖 23	影像簡化結果	17
圖 24	電路設計圖	18
圖 25	電路設計圖	18
圖 26	電路設計圖	19
圖 27	伺服馬達	19
圖 28	直流馬達	20
圖 29	PYTHON 介面	20
圖 30	組裝過程	21
圖 31	焊接過程	21
圖 32	測試過程	22

圖 33	撰寫程式	22
圖 34	最後成品	23
圖 35	測試結果 1	23
圖 36	測試結果 2	24
圖 37	測試結果 3	24

表目錄

表 1 ARDUINO 規格表.....	2
表 2 產品規格.....	4
表 3 接腳說明.....	7
表 4 馬達及輸出關係.....	7
表 5 HC-06 規格	11
表 6 參考文獻.....	26
表 7 設備清單.....	27
表 8 材料清單.....	28
表 9 成員簡介-吳子帆.....	29
表 10 成員簡介-吳佳翰.....	30
表 11 成員簡介-李育銘.....	31
表 12 成員簡介-馬浩鈞.....	32

第一章 緒論

1-1 專題製作動機及目的

車輛產業在過去的一百多年來，一直是傳統產業與製造業的代表，並且帶動著許多零組件產業一同向前邁進。隨著車輛逐漸滲透至普羅大眾的生活中，且車輛的功能性日漸複雜，越來越多電子化零部件出現在如今的車輛上，車輛電子零件佔比也逐漸提高。

自 2014 年起開始有部分車輛業者參展，提出了結合安全與便利的自動駕駛車輛，也看得出國際車廠正不遺餘力的提高電子化車用零件比率，由於消費者對於行車安全性的重視，先進駕駛輔助系統等各項功能不再只是選用配備而躍升為標準配備。在 2015 年於美國拉斯維加斯舉行的消費性電子展會上則出現了更多的車廠參展，各車廠的車型不多，但卻紛紛發表結合了高科技產品的概念車或是新型態應用，例如與智慧手錶、平板等行動裝置結合使用遠端操控功能，甚至由矽谷駛入會場的自動駕駛車，讓人們覺得無人駕駛不再如此遙不可及。

1-2 預期成果

本專題的目標是完成一輛自動駕駛的車輛，運用車載的攝像頭以及超音波感測器，將外界的所有資料數據，經核心的運算處理過後，控制車體能有循跡、避障以及識別交通號誌，跟車等功能。

並且希望在製作的過程當中能夠運用平日所學的專業知識，印證在實際的成品上，也在專題製作的過程當中學會彼此溝通、合作聽取他人意見的素養。雖然並未達到類似市面完全的自動駕駛，但未來希望能朝向以設定起始的方向前進。



圖 1 自動駕駛

第二章 理論探討

2-1 Arduino Mega 2560



圖 2 MEGA2560

Arduino Mega 2560 控制板使用 USB 供電，工作的電壓大約 5 伏特正負 0.25 伏特，當輸入的電壓超過限制，Arduino Mega 2560 板當中的穩壓 IC 非常容易產生故障，我們也使用 Arduino Mega 2560 來提供我們的伺服馬達轉向，在 Arduino Mega 2560 的 54 格輸入輸出之中，就有 15 個是支持 PWM 的功能，使用 Arduino Mega 2560 控制板對我們來說非常的適合。

Arduino MEGA 具有 16MHZ 石英晶體震盪器、USB 連接埠、電源插孔、重置按鈕等元件。上述及其他規格如表 1 所示。

微控制器	ATmega2560
工作電壓	5V
輸入電壓(推薦)	7-12V
輸入電壓(限值)	6-20V
數位輸出/輸入引腳	54 腳(其中 15 腳可用於 PWM 輸出)
類比輸入引腳	16 腳
I/O 引腳電流	20mA
3.3V 引腳電流	50mA
FLASH	256KB
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
時脈	16MHz

表 1 Arduino 規格表

接腳配置圖如圖 3 所示

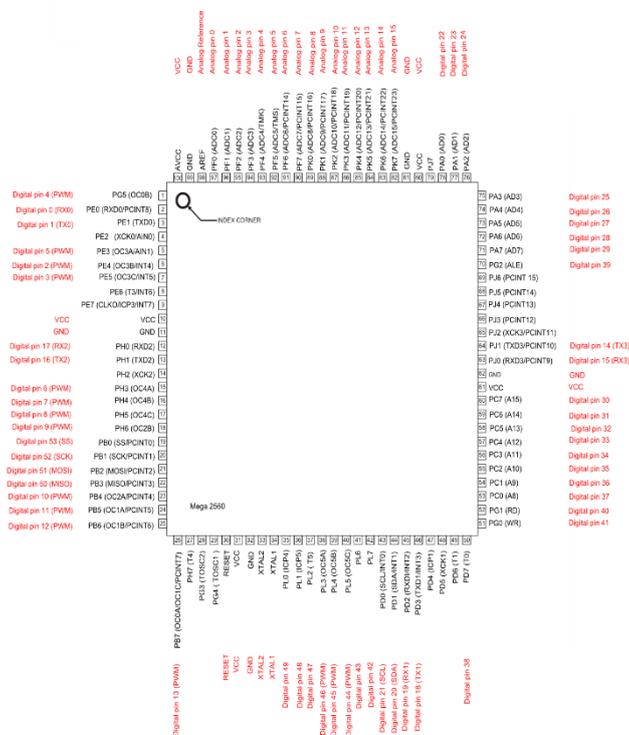


圖 3 MEGA 2560 相關配置圖

2-2 Openmv 影像辨識

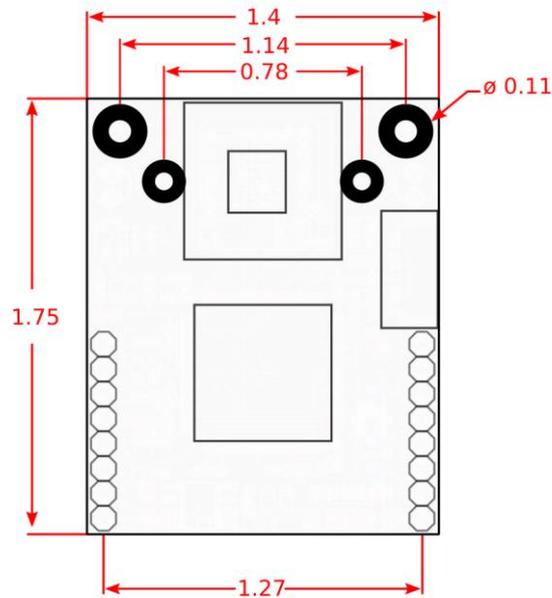
Open MV 是一個結合多功能的智慧型視覺開發控制板，包含臉部辨識、顏色追蹤、色域檢測等多項功能，擁有低功率消耗的攝影模組，並能幫助我們完成判斷目前路況，Open MV 中內置了 Python 編譯器，透過 Python 語言來撰寫程式，完成道路辨識。

這使得更容易處理機器視覺算法的複雜輸出並使用高級數據結構。但是，仍然可以完全控制 OpenMV Cam 及其在 Python 中的 I / O 引腳。可以輕鬆觸發外部事件拍攝和錄像，或執行機器視覺算法，以了解如何控制 I / O 引腳。



圖 4 openmv 示意圖

OPENMV 產品規格：



*All dimensions in Inches

圖 5 產品規格

處理器	ARM®32 位 Cortex®-M7 CPU
支持的圖像格式	灰度、RGB565、JPEG
焦距	2.8mm
光圈	F2.0
角度	115°
儲存溫度	-40°C~125°C
工作溫度	-20°C~70°C

表 2 產品規格

OpenMV 不只是攝像頭板，而是有簡單 IDE 的視覺解決方案，可以方便集成到硬件項目中，可以用你的 OpenMV 通過 I2C，usart，或者 SPI 控制 Arduino 等任何其他微控制器，來控制 OpenMV。它擁有多個 GPIO 引腳包括一個 ADC，DAC，多路 PWM 通道。

而 OpenMV IDE 是個跨平臺且支持 Linux 和 windows、Mac 的工具。可以下載並執行你的腳本，顯示攝像頭所看到的，選擇追蹤目標的模板，調整顏色檢測常量等功能。此外，OpenMV 板子上有一個 Micropython 解釋器，可以在攝像頭模組上執行腳本，可以直接調用機器視覺算法，用支持語法高亮的 OpenMV IDE 編寫 python 腳本。

而目前 OPENMV 攝像頭可以做得是有：

- Color Tracking 顏色追蹤
 - 你可以使用 OpenMV 在圖像中一次檢測多達 16 種顏色（實際上永遠不會想要找到超過 4 種顏色），並且每種顏色都可以有任意數量的不同的斑點。OpenMV 會告訴您每個 Blob 的位置，大小，中心和方向。使用顏色跟踪，您的 OpenMV Cam 可以進行編程，以跟踪太陽，線跟踪，目標跟踪等等。
- Marker Tracking 標記跟踪
 - 您可以使用 OpenMV Cam 來檢測顏色組的顏色，而不是單獨的顏色。這允許你在對象上放置顏色標籤（2 種或多種顏色的標籤），OpenMV 會獲取標籤對象的內容。
- AprilTag Tracking 標記跟踪
 - 甚至比上面的 QR 碼更好，OpenMV Cam M7 也可以跟踪到 160x120 的 AprilTags，高達約 12 FPS。AprilTags 是旋轉不變，尺度不變，剪切不變和照明不變的最先進的基準標記。
- Line Detection 直線檢測
 - OpenMV Cam 可以在幾乎跑滿幀率的情況下，快速完成無限長的直線檢測。而且，也可以找到非無限長的線段。
- Image Capture 圖像捕捉
 - 你可以使用 OpenMV 捕獲高達 320x240 RGB565（或 640x480 灰度）BMP / JPG / PPM / PGM 圖像。可以直接在 Python 腳本中控制如何捕獲圖像。最重要的是，使用機器視覺的算法，進行繪製直線，繪製字符，然後保存。

2-3 馬達驅動模組及 MOSFET 馬達驅動工作原理及比較

1.

TB6612FNG 是東芝生產的馬達驅動與控制 IC，內部包含兩組 H 橋式電路，可驅動和控制兩個小型直流馬達，或者一個雙極性步進馬達。

TB6612 的特性及規格

- (1) 電源電壓： V_M =最大 15V， V_{CC} = 2.7-5.5V
- (2) 輸出電流： I_{out} = 1.2A（平均值）/ 3.2A（峰值）
- (3) 待機控制可節省電量
- (4) CW / CCW / 短制動/停止電機控制模式
- (5) 內置熱關斷電路和低壓檢測電路
- (6) TB6612FNG 的所有引腳均分為 0.1 “間距引腳
- (7) 工作溫度： $-20\sim 85^{\circ}\text{C}$ ；SSOP24 小型貼片封裝。

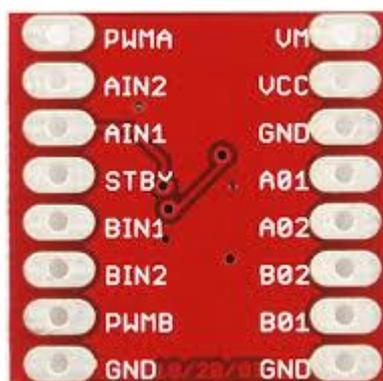


圖 6 TB6612 正反面圖

TB6612 接腳說明表

VCC	模組電源正極
VM	馬達電源驅動正極
GND	共地
STBY	輸入低準位進入待機模式，停止動作 高準位時脫離待命模式，開始動作
PWMA/PWMB	A/B 馬達 PWM 控制訊號輸入
AIN1/AIN2	A 馬達控制模式訊號輸入
A01/A02	A 馬達驅動輸出
BIN1/BIN2	B 馬達控制模式訊號輸入
B01/B02	B 馬達驅動輸出

表 3 接腳說明

下表列舉馬達 A 的輸入及輸出關係(1 為高電位，0 為低電位)

輸入			輸出		模式說明
AIN1	AIN2	STBY	A01	A02	
1	1	1	0	0	煞車
0	1	1	0	1	逆時鐘方向旋轉
1	0	1	1	0	順時鐘方向旋轉
0	0	1	0	0	停止
0	0	0	0	0	待機

表 4 馬達及輸出關係

TB6612 是基於 MOSFET 的 H 橋集成電路，其效率高於晶體管 H 橋驅動器。相比 L293D 每通道平均 600 mA 的驅動電流和 1.2 A 的脈衝峰值電流，它的輸出 負載能力提高了一倍。相比 L298N 的熱耗性和外圍二極體續流電路，它不需外加散熱片，外圍電路簡單，只需外接電源濾波電容就可以直接驅動馬達，利於減小系統尺寸。相對以上 2 款晶元的 5 kHz 和 40 kHz 也具有較大優勢，TB6612 與 L298N 的比較如圖所示。

	TB6612FNG直流馬達驅動板	L298N直流馬達驅動板
馬達工作電壓	2.5V~13.5V	4.5V~46V
晶片工作電壓	2.7V~5.5V	4.5V~7V
單一通道輸出電流	1.2A (極限3.2A)	2A (極限3A)
H橋式電路元件	MOSFET	BJT電晶體
高速切換二極體	晶片內建	外接
高溫保護電路	有	有
效率	91.74%	39.06%

馬達供電6V情況下，輸出功率與輸入功率的比值。

圖 7 TB6612 與 L298N 比較

2. H型電橋

TB6612 主要電路結構為H型電橋，電路圖如圖所示。

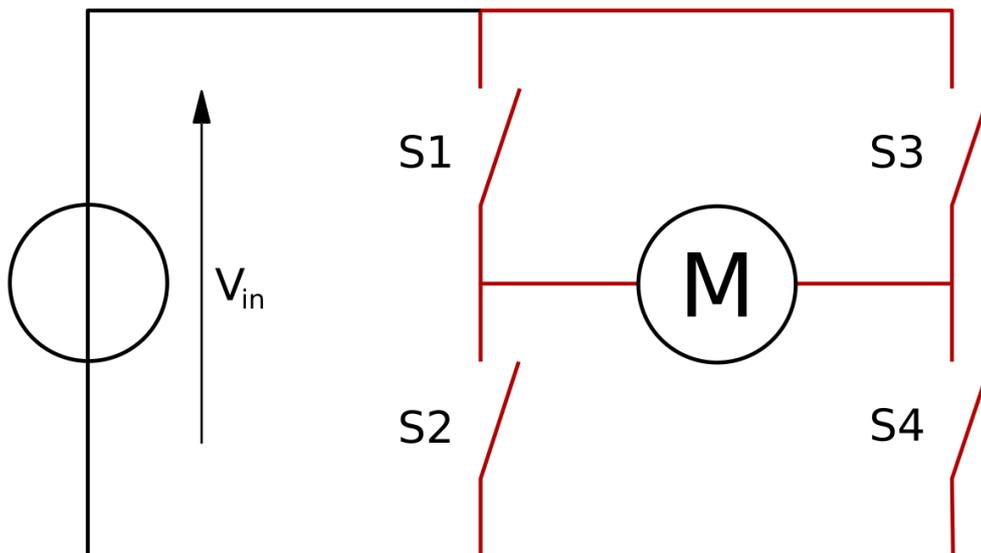


圖 8 H 橋電路

3. MOSFET 電流驅動

剛開始，我們以 H 橋模組去推動馬達，但發現在給予阻力的情況下，推動電流只有 1A，經量測後發現需要 3A 的電流去推動，因此以 10A 的中功率 MOSFET 推動。



圖 9 MOSFET IRF640

下圖是 MOSFET 電流驅動的電路

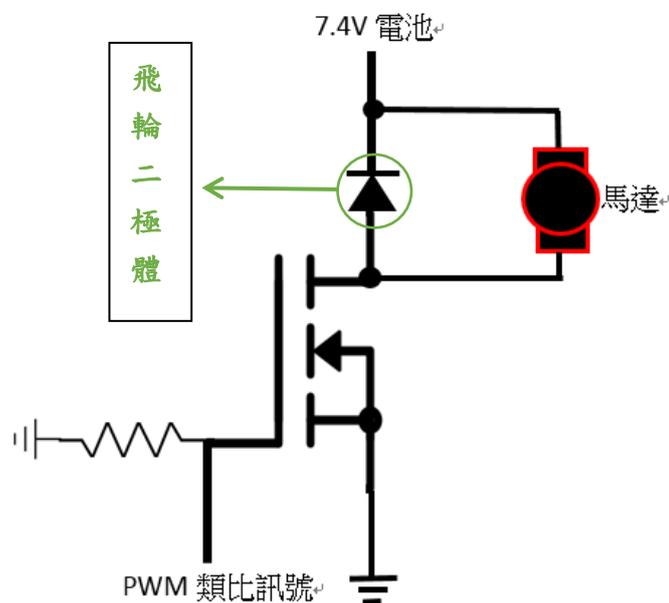


圖 10 MOSFET 電流驅動圖

而續流二極體，又稱飛輪二極體，是一種配合電感性負載使用的二極體，當電感性負載的電流有突然的變化或減少時，電感二端會產生突波電壓，可能會破壞電路中的元件。配合續流二極體時，其電流可以較平緩的變化，避免突波電壓的發生。

2-4 伺服馬達驅動

一般直流馬達只能控制旋轉與否，無法決定角度，因此我們利用伺服馬達來控制旋轉角度，帶動連桿，以此達到車體左右轉之功能。



圖 11 連桿及伺服馬達示意圖

而伺服馬達的動作特性是進行位置定位控制和動作速度控制，其主要特點是轉速可以精確控制，速度控制範圍廣，可以安定平順等速運轉之外，還可以根據需求隨時變更速度。在極低速度也可以穩定轉動。能迅速做出正轉與逆轉，也能迅速加減速。在由靜態改為動態運作或由動態改為靜態運作所需費時極短，而且即便有外力附加仍可以保持位置。並在額定容量範圍內瞬間產生大轉矩，輸出功率大且效率也高。

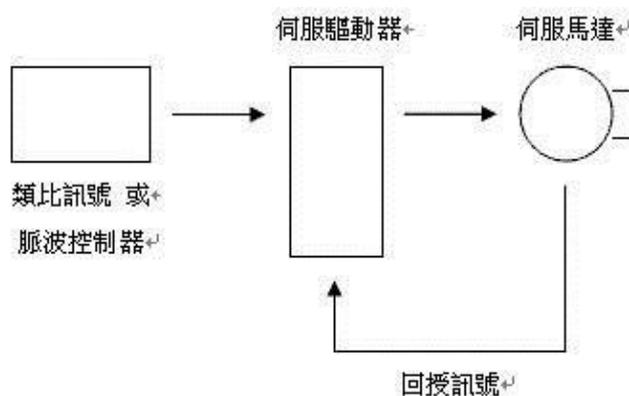


圖 12 伺服馬達動作原理

2-5 藍芽模組 HC-06

HC-06 (如圖) 所示，採用英國劍橋的 CSR 公司的 BC417143 晶片，且支援藍牙 2.1+EDR 規範，只是晶片內部的韌體不同，規格如表所示。

沒有 HC-05 完整，少了很多的 AT 指令可以使用，最重要的是，在沒有進行藍芽配對時就是 AT command mode，不用像 HC-05 必須將 key 設為高電位才能進入 AT command mode。

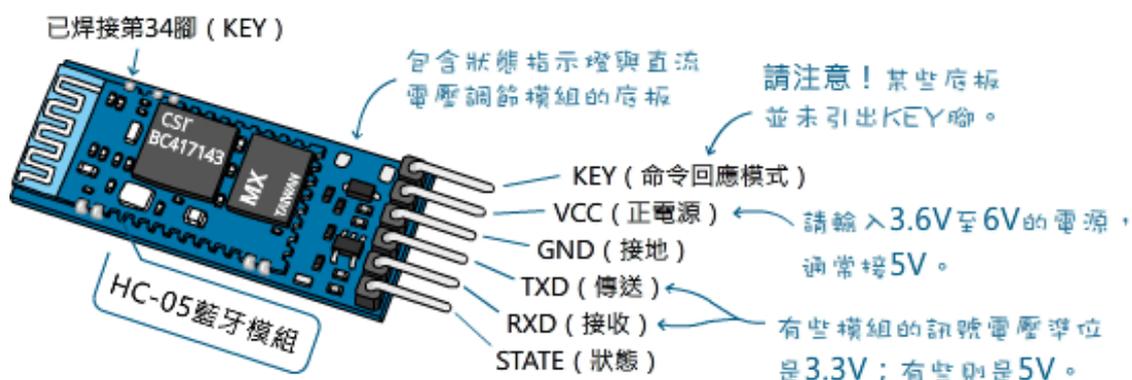


圖 13 HC-06

工作電壓	3.6V-6V
工作電流	配對中 30-40mA，通訊 8mA
工作溫度	-25 至 75 度 C
發射功率	3dBm
尺寸	27mm(H)x 13mm(W)x 2mm(D)

表 5 HC-06 規格

2-6 超音波感測器

距離感測器可用來提供系統判斷距離障礙物或目標物的遠近、水位高低，或是當近接開關，計數貨物數量，一般來說距離量測可使用超音波、紅外線、雷射或 CCD（影像感測）來完成，考慮成本及使用的方便性，本專題選用超音波感測器



圖 14 超音波感測器

元件介紹

一般人耳可聽見的聲頻範圍為 20Hz~20KHz，而超音波是人耳聽不到，頻率大於 20 kHz 的一種機械波。超音波感測器是利用高頻訊號來偵測物質或生物訊號的感測器，常見的應用有超音波測距儀、超音波洗淨器、金屬或鋼材內部缺陷的超音波檢測、醫療用途超音波成像等；超音波感測器依其測量源及用途的不同，需選用不同的聲波頻率，高頻者數 MHz 至 GHz 大多應用在醫療、工業用途，低頻者（20KHz 至數百 KHz）多應用在距離量測。

第3章 專題設計

3-1 系統架構圖



圖 15 系統架構圖

3-2 進度甘特圖及流程圖

工作項目	週次																		負責成員
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
資料蒐集	■	■	■																4. 5. 6. 17
理論探討		■	■																4. 5. 6. 17
車體製作			■	■															4. 6
H 橋及馬達測試				■	■														5. 17
藍牙測試				■	■	■													6. 17
超音波測試											■	■	■						4. 5
規畫程式大綱				■	■	■	■												4. 5. 6. 17
軟體撰寫					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					6. 17
軟體測試							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			6. 17
印刷電路板						■		■											4. 5. 6
整體測試													■	■	■	■			4. 5. 6. 17
報告撰寫							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4. 5. 6
口頭報告						■		■		■		■		■		■			4. 5. 6. 17
預定進度	5	10	15	20	30	35	40	45	55	60	65	80	85	90	92	95	98	100	累積百分比%

圖 16 甘特圖

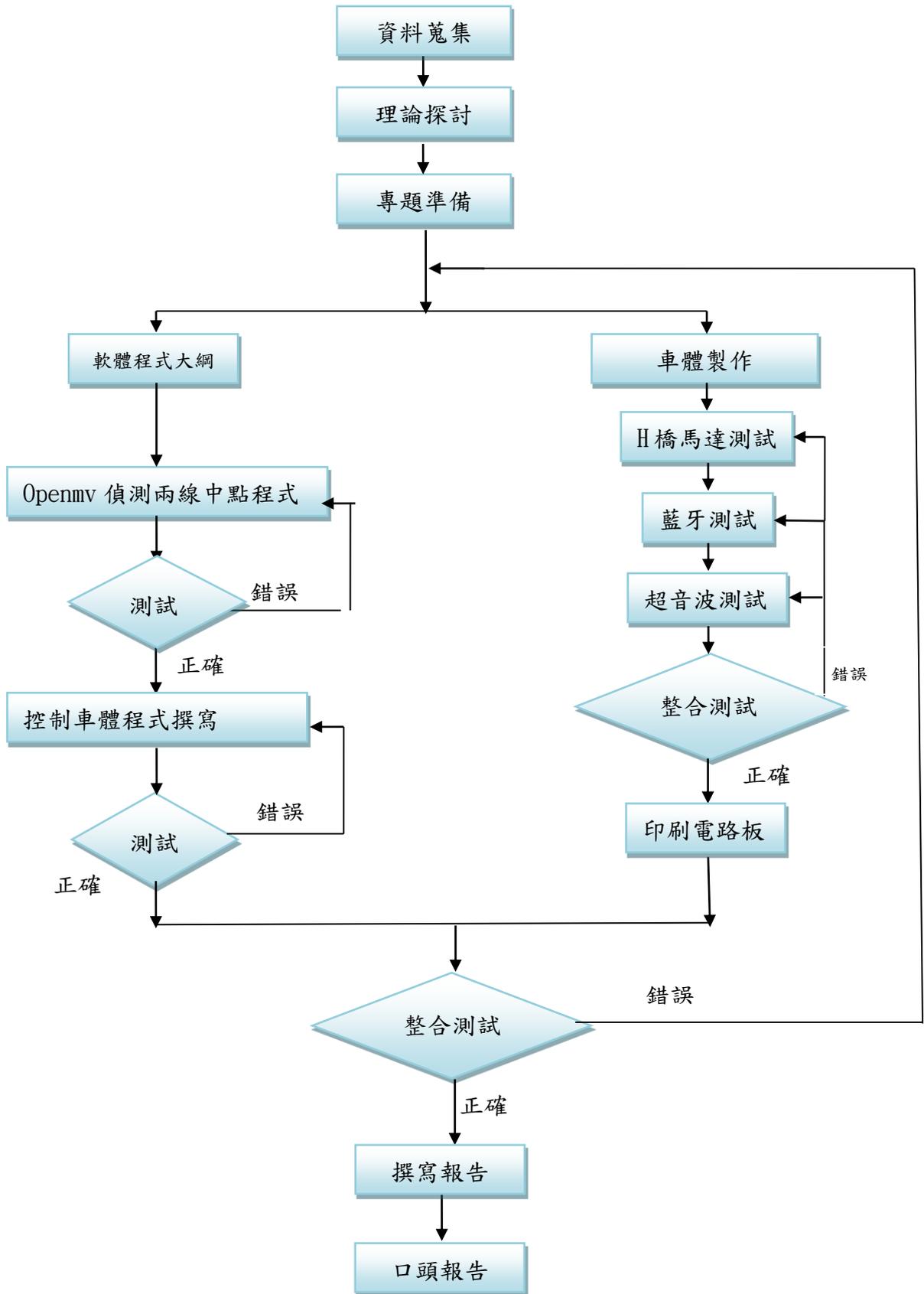


圖 17 流程圖

3-3 影像辨識流程與設計

1. 影像辨識流程

影像處理的部分，可分為銳化、灰階化、二值化、偵測邊緣，如圖所示。

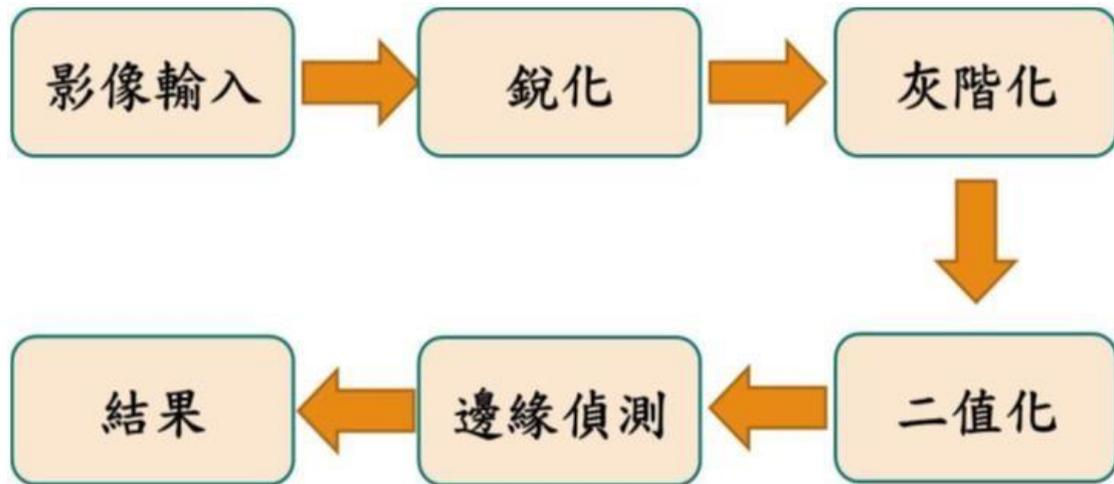


圖 18 影像辨識流程圖

2. 影像銳化

影像銳化是讓模糊的影像變得清晰，讓細節更明顯，並且在後續的邊緣偵測時，得到較佳的結果如圖所示。



圖 19 影像銳化(右側)

3. 影像灰階化

讓輸入的全彩影像變灰階，空間由原本 16bit，縮減為 8bit，能夠簡化圖片資訊如圖所示。

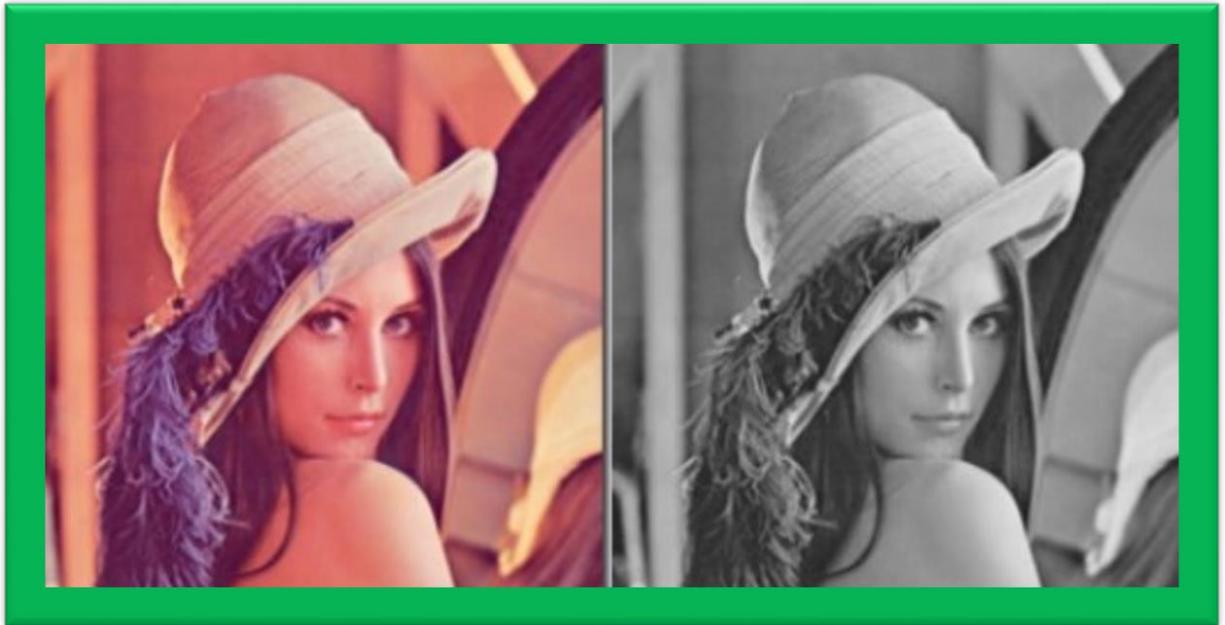


圖 20 影像灰階化(右側)

4. 影像二值化

二值化即是把原本的 256 種黑白組成的漸層，簡化成只剩黑和白兩種，進而提高處理的速度如圖所示。



圖 21 影像二值化(右側)

5. 影像邊緣檢測

圖像邊緣檢測大幅度地減少了資料量，並且剔除了可以認為不相關的資訊，保留了圖像重要的結構屬性如圖所示。



圖 22 影像邊緣檢測(右側)

6. 影像簡化結果



圖 23 影像簡化結果

3-4 電路設計圖

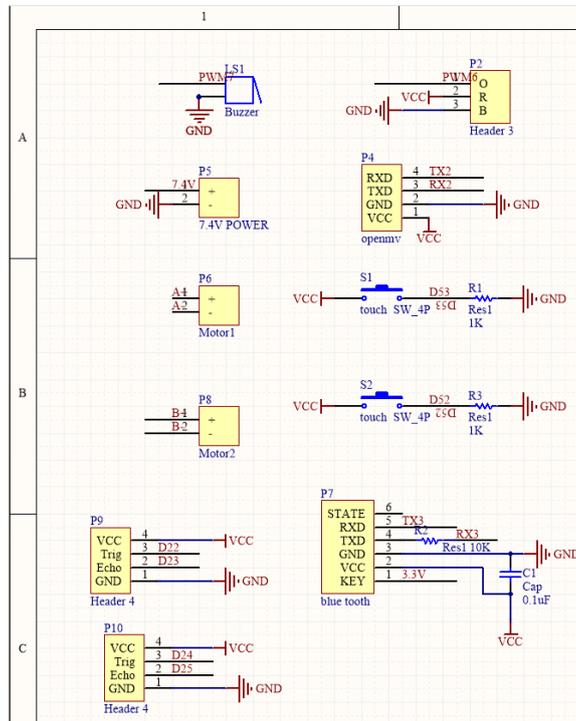


圖 24 電路設計圖

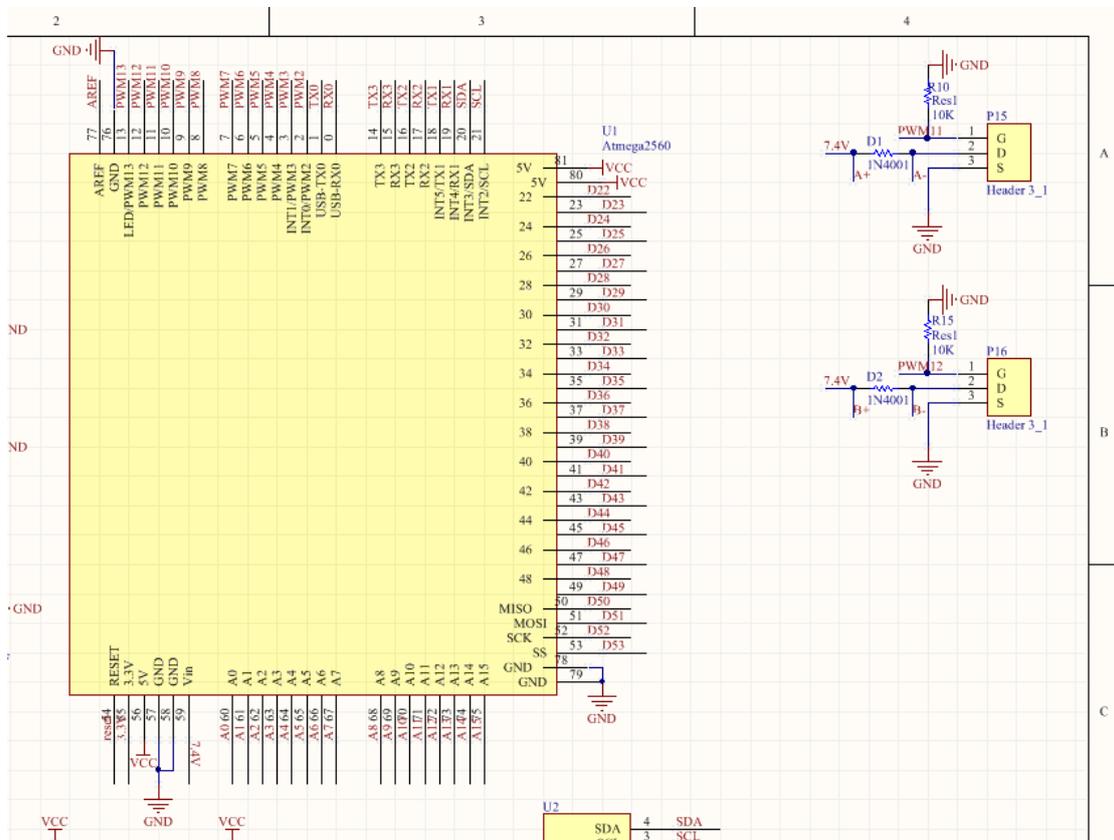


圖 25 電路設計圖

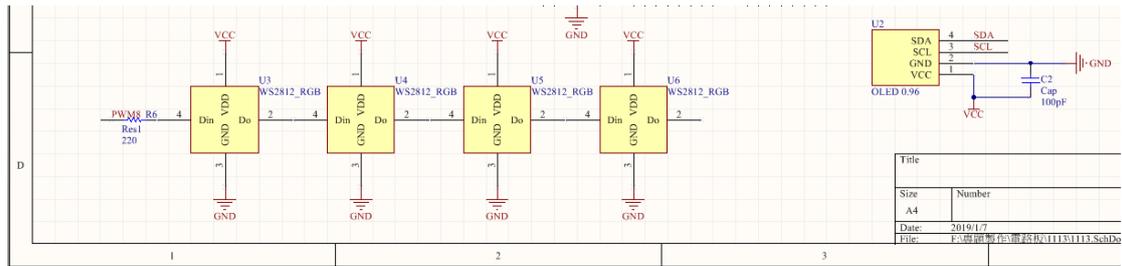


圖 26 電路設計圖

3-5 程式-Arduino

1. 伺服馬達轉向設定(前輪控制方向)

```

void dire(int b) {
  if (b == 1) {
    turndeg = 75 ;
    myservo.write(turndeg);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
    delay(5);
  }
  } else if (b == 2) {
    for (turndeg = turndeg; turndeg <= 95; turndeg += 1) { // goes from 0 degrees to 180 degrees
      // in steps of 1 degree
      myservo.write(turndeg);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
      delay(5);
    }
    // waits 15ms for the servo to reach the position
  } else if (b == 3) {
    for (turndeg = turndeg; turndeg >= 55; turndeg -= 1) { // goes from 180 degrees to 0 degrees
      myservo.write(turndeg);          // tell servo to go to position in variable 'pos'
      delay(5);
      // waits 15ms for the servo to reach the position
    }
  }
}

```

圖 27 伺服馬達

2. 直流馬達驅動(後輪控制速度)

```
void motor(int i, int x, int y, int p, int a) {  
  if (a == 0) {  
    analogWrite(y, p);  
    digitalWrite(i, LOW);  
    digitalWrite(x, LOW);  
  }  
  if (a == 1) {  
    analogWrite(y, p);  
    digitalWrite(i, HIGH);  
    digitalWrite(x, LOW);  
  }  
  if (a == 2) {  
    analogWrite(y, p);  
    digitalWrite(x, HIGH);  
    digitalWrite(i, LOW);  
  }  
}
```

圖 28 直流馬達

第 4 章 專題成果

4-1 實驗過程

本專題所用的主核心為 openmv 和 Arduino
為了熟悉 openmv 而使用 python 介面的過程，如圖所示。

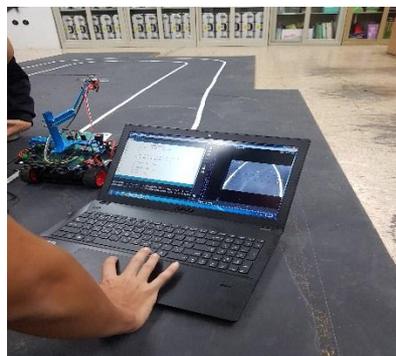


圖 29 python 介面

本專題所用的車體為博思威龍 c1 模型車，組裝過程如圖所示。



圖 30 組裝過程

第一個實驗板焊接之過程，如圖所示。



圖 31 焊接過程

利用麵包板測試H橋模組的過程，如圖所示。



圖 32 測試過程

撰寫 Arduino 程式來控制馬達及藍芽接收，如圖所示。

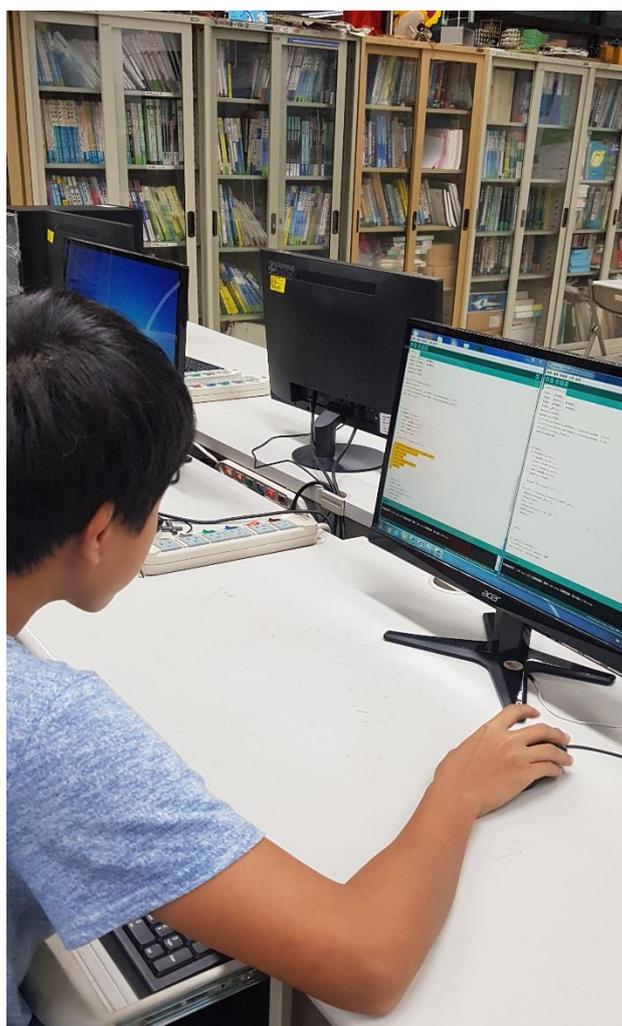


圖 33 撰寫程式

圖為第二階段成品

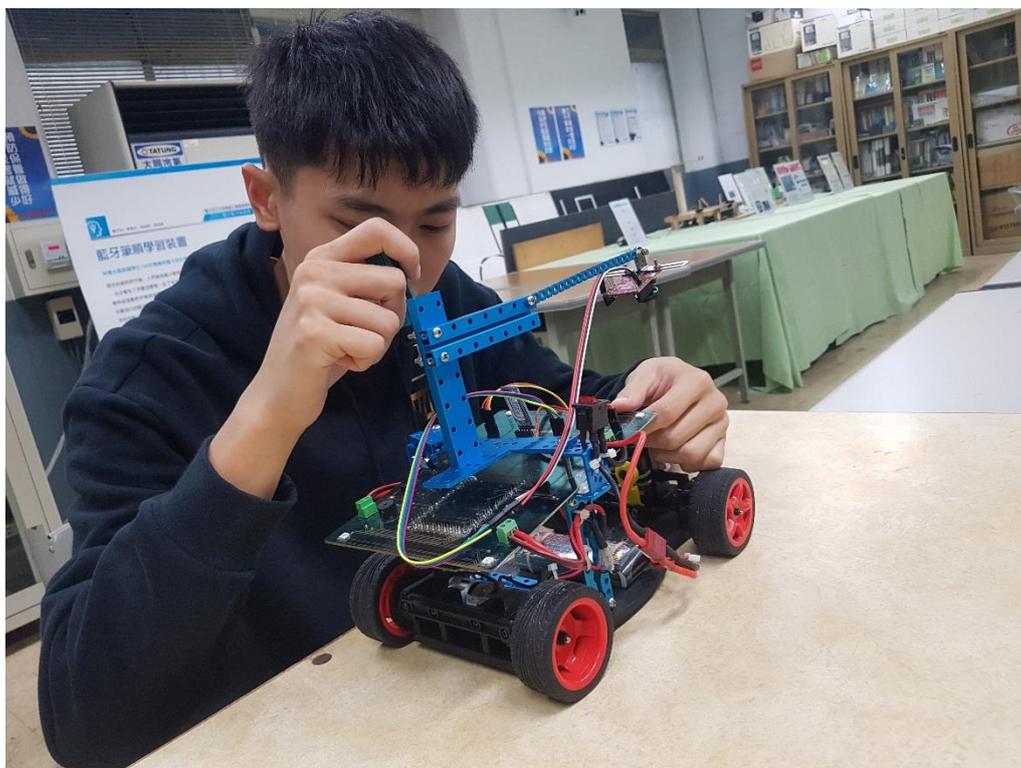


圖 34 最後成品

圖為測試結果 1

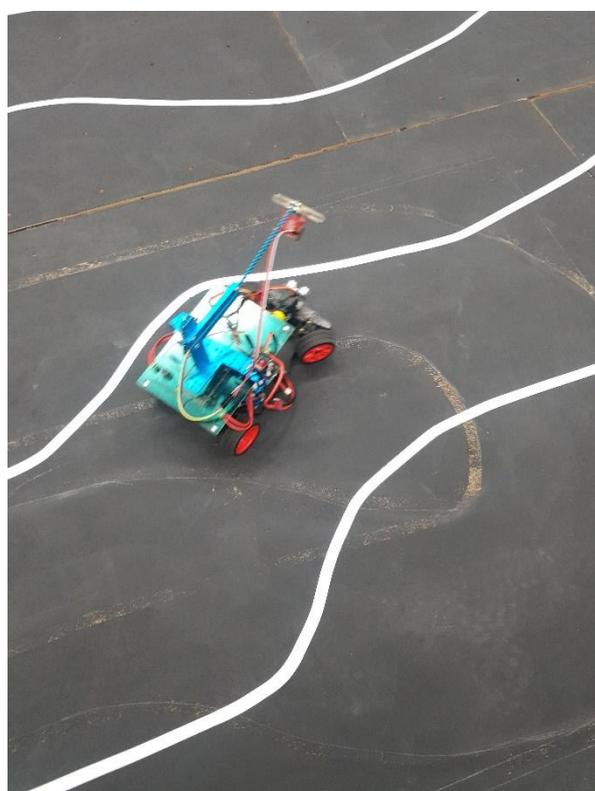


圖 35 測試結果 1

圖為測試結果 2



圖 36 測試結果 2

圖為測試結果 3



圖 37 測試結果 3

第五章 結論和建議

5-1 結論

透過這次的專題讓我們學到了許多事情，尤其是分工合作及處理問題時的能力，過程中也因考試及瑣事而斷斷續續的，而電路板的部分更是花了我們大部分的時間，幸好在程式方面有老師的幫助及同學的努力，不用在花太多的時間去解決。總結來說，雖然這次的完整體與原本預想的還有一段落差，但至少已經完成了基本的循線及遙控功能，可以大致模擬出自動駕駛的架構，對我們來說也是一種進步。

在最後的部分，非常感謝林家德老師給我們的指導，還鼓勵我們去參加自走車的比賽，讓我們能擴展視野，並從中記取教訓，也謝謝給予過我們指導的所有老師，經常在我們遭遇瓶頸時，能適時的給予幫助，讓我們能繼續地完成專題。

5-2 建議

1. 分配好專題與課業的時間
2. 量力而為
3. 車體底盤能用高一點，以防止上坡無法上去的問題
4. 前置作業必須花更多時間
5. 在使用 AD 繪製電路圖時，要仔細一點
6. 對於執行的場地要用基本的構想及能力
7. 利用扭力大的馬達提高執行的穩定性

參考文獻

NO.	技術或知識名稱	預計取得來源
1	H橋資料	https://swf.com.tw/?p=1066
2	Open MV	http://book.myopenmv.com/mvbackground/image-operation.html
3	Python 學習	http://darren1231.pixnet.net/blog/post/328443678-python-%E6%96%B0%E6%89%8B%E7%9A%84%E6%95%91%E6%98%9F--anaconda%E4%BB%8B%E7%B4%B9%E8%88%
4	葉難Arduino	http://yehnan.blogspot.com/2012/02/arduino_21.html
5	Word 2016 表格調整	https://officeguide.cc/word-insert-picture-into-fixed-column-width-table/
6		
7		
8		
9		
10		

表 6 參考文獻

附錄

附錄一 設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	個人電腦	1. 進行電路模擬 2. 電路圖繪製 3. 程式撰寫 4. 資料查詢
硬體	手機	1. 紀錄專題製作過程 2. 紀錄專題成果
硬體	黑白雷射印表機	繪製電路圖列印
硬體	電路蝕刻機	電路板蝕刻. 成型
硬體	鑽孔機	電路鑽孔
軟體	Altium designer	電路板繪製
軟體	Arduino IDE	控制程式進行
軟體	Python	Open MV 應用
軟體	Chrome	資料查詢
軟體	MS office 2016	1. 計畫書撰寫 2. 資料整理
軟體	MS PowerPoint 2016	簡報呈現

表 7 設備清單

附錄二 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
IC	HC05	個	1	藍牙模組控制	
IC	TB6612FNG	個	1	控制後輪馬達正反轉	
感測器	HC-SR04	個	2	偵測前後障礙物並測距	
IC	Atmega2560	個	1	主控版，控制程式進行	
照明	WS282_RGB	個	4	提供車子照明	
按鍵	Push button	顆	2	選擇模式	
顯示板	OLED 0.96"	個	1	顯示速度、距離等數據	
蜂鳴器	AX1005LF	個	1	提供警示音	
相機	Openmv	個	1	偵測兩側黑線、障礙物等	
電池	2250mAH 7.4V 78.75A	個	1	提供馬達運作所需電力	
伺服馬達	BDS1000M	個	1	前輪方向控制	
後輪馬達	SMHN227521	個	2	後輪驅動	
車體	BDS 03-361-1	台	1	車體架構	
電路板	GD1015	片	1	電路繪製	

表 8 材料清單

附錄三 成員簡介

姓名	吳子帆	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機實習 5. 電子電路與實習			
參與專題工作項目	資料蒐集 理論探討 車體製作 超音波測試 規劃程式大綱 印刷電路板 程式測試 整體測試 報告撰寫 口頭報告			
經歷簡介	擔任工場工具管理員 擔任工場材料管理員 擔任工場領班			

表 9 成員簡介-吳子帆

姓名	吳佳翰	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機實習 5. 電子電路與實習			
參與專題工作項目	資料蒐集 理論探討 H橋及馬達測試 超音波測試 規劃程式大綱 印刷電路板 程式測試 整體測試 報告撰寫 口頭報告			
經歷簡介	擔任風紀 擔任班長 擔任工廠安全 擔任電子科優良學生			

表 10 成員簡介-吳佳翰

姓名	李育銘	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機實習 5. 電子電路與實習			
參與專題工作項目	資料蒐集 理論探討 車體製作 藍牙測試 規劃程式大綱 軟體撰寫 軟體測試 印刷電路板 程式測試 整體測試 報告撰寫 口頭報告			
經歷簡介	擔任風紀 擔任工場工具管理員 全國技能競賽北區初賽選手			

表 11 成員簡介-李育銘

姓名	馬浩鈞	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	1. 基本電學與實習 2. 電子學與實習 3. 數位邏輯與實習 4. 微處理機實習 5. 電子電路與實習			
參與專題工作項目	資料蒐集 理論探討 H橋及馬達測試 藍牙測試 規劃程式大綱 軟體撰寫 軟體測試 印刷電路板 程式測試 整體測試 口頭報告			
經歷簡介	擔任工場領班 全國技能競賽北區初賽選 手擔任衛生 擔任總務 擔任環保義工 擔任五餅二魚副社長			

表 12 成員簡介-馬浩鈞