

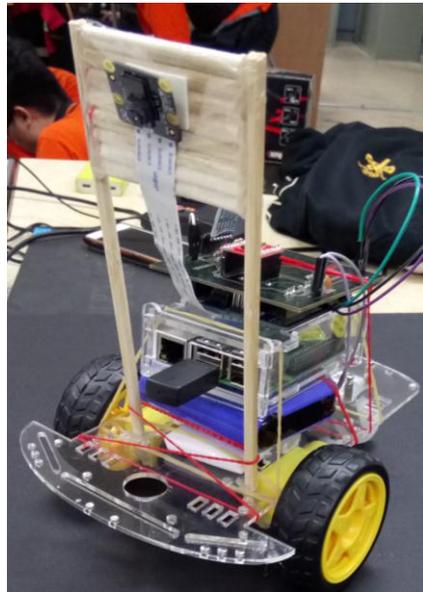
臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

自動駕駛車

Self-driving Cars



學生 組長：陳進銘

組員：林三文

組員：陳柏儒

組員：謝禎峻

指導老師：林家德 老師

中華民國 107 年 1 月 19 日

臺北市立大安高工 電子科

專題報告：

自動駕駛

學生：0404128 陳進銘 _____ (簽名)

0404110 林三文 _____ (簽名)

0404127 陳柏儒 _____ (簽名)

0404140 謝禎峻 _____ (簽名)

期末專題報告合格，特予證明

指導老師：林家德 _____

科主任：黃建中 _____

中華民國 107 年 1 月 19 日

中文摘要

在這個時代中，交通是無可或缺的，但是台灣交通事故頻繁，交通安全也顯得特別重要，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。自動駕駛又稱無人駕駛，具有避免行車距離過近、駕駛員疲勞、心情不佳、危險駕駛等情事，減少交通事故，同時也具行進跟車的功能，縮短行車間距，提高行車速度。

現今特斯拉工廠生產的所有電動車車型都已具備了進行完全自動駕駛的硬體基礎，在安裝自動駕駛系統後，車禍發生率也因此降低了 40%，說明了自動駕駛的可能性，目前特斯拉最新的自動駕駛系統「Autopilot hardware 2.0」加入一套自行研發的視覺處理工具「Tesla Vision」，背後的原理是利用深度神經網絡（Deep Neural Networks），讓電腦對行車環境進行更細緻的分析，能夠在最短時間同時針對路線、道路號誌、對向來車、路燈位置等做出分析判斷，而本專題是利用「電腦視覺」，也就是 OpenCV，達成自動駕駛的功能。

本專題透過 OpenCV 以及 Raspberry Pi 3，將影像處理，並利用 GPIO 接腳，與 Arduino 溝通，使車體行駛於道路中。此外，可透過超音波感測器，能偵測道路狀態避免碰撞，增加行車及行人安全。

關鍵字：自動駕駛、影像辨識、OpenCV、RaspberryPi 3

英文摘要

In this era, traffic is indispensable. However, traffic accidents in Taiwan are frequent and traffic safety is of particular importance. Therefore, a safe and convenient self-driving system is a trend of future development. But there are still many problems that need to be solved and improved, for instance, Uber's autonomous cars once encountered accidents; yet it had safely hidden concerns and uncertainties. Autonomous driving, also known as unpiloted driving, has the functions of avoiding violation of safety distance, driver fatigue, poor mood, dangerous driving, and so on. To reduce traffic accidents and also has the functions of driving with the car, shortening vehicle distance, increasing driving speed.

All electric car models manufactured at Tesla today have the hardware foundation for fully autonomous driving, resulting in a forty percent reduction in the incidence of car accidents after the installation of the autopilot system, indicating the potential for self-driving, currently Tesla Vision, a self-developed visual processing tool, has been added to Tesla's latest autopilot system "Autopilot hardware 2.0". The principle behind this is to make use of Deep Neural Networks to make the computer do a more detailed analysis on the driving environment, to be able to analyze and to judge the route, road signs, an oncoming car and traffic light position etc. simultaneously in the shortest possible time. And our topic is exploit "computer vision", which is called OpenCV, to achieve the function of self-driving.

This project utilized the OpenCV and Raspberry Pi 3 to process image then via GPIO communicate with Arduino to maintain the car driving on the middle of the road. Furthermore, it can detect the condition of the road to avoid collision by ultrasonic sensor so as to increase driving and pedestrian safety.

Keywords : self-driving 、 image recognition 、 Raspberry Pi 3 、 OpenCV

目錄	
中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
1-1 專題製作背景及目的	1
1-2 預期成果	1
第二章 理論探討.....	2
2-1 硬體介紹	2
(一) Arduino UNO.....	2
(二) Raspberry Pi 3.....	5
(三) HC-06.....	8
(四) 馬達驅動模組 TB6612FNG	9
2-2 影像辨識原理.....	14
(一) OpenCV	14
(二) 影像處理流程.....	14
(三) 影像銳化.....	15
(四) 灰階化.....	15
(五) 二值化.....	16
(六) canny 邊緣偵測法	16
第三章 實驗設計.....	17
3-1 系統架構圖.....	17
3-2 進度甘特圖.....	17
3-3 流程圖.....	18
第四章 模擬與實驗成果.....	18
第五章 結論與建議.....	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 研究成員簡歷	29

表目錄

表 1	Arduino UNO 規格表.....	3
表 2	Arduino UNO 數位 I/O 接腳	4
表 3	其他接腳.....	4
表 4	Raspberry Pi 3 硬體規格.....	7
表 5	HC-06 規格.....	8
表 6	TB6612 接腳說明	10
表 7	控制模式.....	10
表 8	H 型電橋工作狀態真值表.....	12
表 9	甘特圖.....	17

圖目錄

圖 1	特斯拉自動駕駛.....	1
圖 2	Arduino UNO.....	2
圖 3	Arduino UNO 相關配置圖.....	3
圖 4	Raspberry Pi 3 (正面)	5
圖 5	硬體基本結構圖.....	6
圖 6	硬體配置圖.....	6
圖 7	GPIO 接腳	7
圖 8	HC-06.....	8
圖 9	TB6612 接腳正面圖	9
圖 10	TB6612 接腳反面圖	10
圖 11	TB6612 與 L298N 的比較	11
圖 12	H型電橋.....	12
圖 13	影像辨識流程圖.....	14
圖 14	影像銳化.....	15
圖 15	灰階化.....	15
圖 16	二值化.....	16
圖 17	高斯模糊化.....	16
圖 18	系統架構圖.....	17
圖 19	熟悉介面的過程.....	19
圖 20	組裝過程.....	19
圖 21	焊接過程.....	20
圖 22	安裝過程.....	20
圖 23	程式撰寫.....	21
圖 24	第一階段成品.....	21
圖 25	刷油漆的過程.....	22
圖 26	程式測試結果.....	23
圖 27	第二階段成品.....	23

圖 28 執行結果 1	24
圖 29 執行結果 2	24

第一章 緒論

1-1 專題製作背景及目的

台灣交通事故頻繁，光是從 102 至 105 年就有 1197199 起車禍事件，造成多人的傷亡、損失，發生之原因絕大部分是人為因素所造成的，欲使事故量減少，自動駕駛是勢在必行的。

自動駕駛車(self-driving)，顧名思義，是能自動感應周圍環境並且無需人干預而自動導航的載具。

想想看，如果有一天，人的交通工具，不再是由人來操作，而是讓電腦來自己駕駛，那會減少多少發生事故機率？會減少多少傷亡人數？又會減少因車禍而支離破碎的家庭？不禁想讚嘆，自動駕駛超棒的啊！

不過自動駕駛雖然方便，但是也有它的弊端，例如：2016 年 5 月 7 日，美國特斯拉自動駕駛(如圖 1)運行的一次失誤，造成嚴重意外等等。次數雖然不多，但仍然顯示這項技術還未完善。

故本次專題將利用樹梅派來做影像識別，用 Arduino 做核心控制，期許可以模擬自動駕駛之工作，使我們能了解自動駕駛工作原理，並從中學習 C++ 語言和複習 Arduino，進而檢驗過去高職一二年級之所學，也希望未來有機會完成安全率接近 100% 的 Self-Driving Car。

1-2 預期成果

將 Camera 所接收的影像進行處理，利用 RaspberryPi 3 的 GPIO 接腳與 Arduino 溝通，且能夠透過手機與藍牙切換模式（遙控模式／自動模式）。



圖 1 特斯拉自動駕駛

第二章 理論探討

2-1 硬體介紹

(一) Arduino UNO

如圖 2 所示，其運作直流電壓為 5V，且至少 2A 電流的輸出，低於 7V 的話，5V 輸出腳位可能電壓不足，導致運作不正常，高於 12V 的話，電壓調節模組可能過熱而損壞控制板。

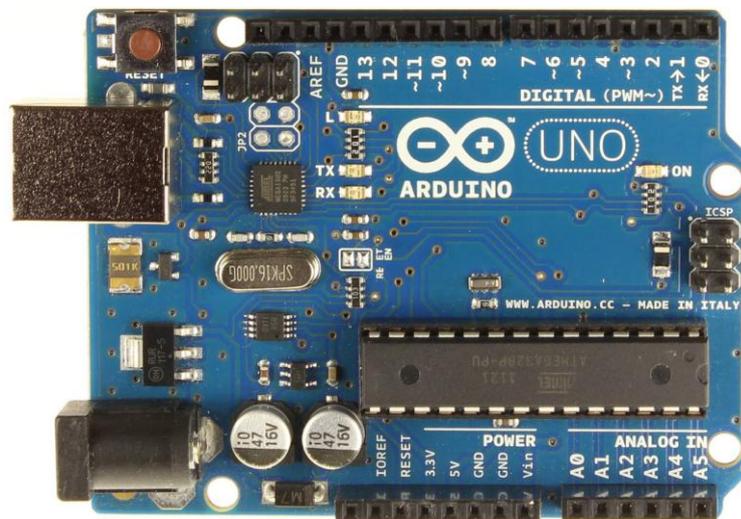


圖 2 Arduino UNO

◆ Arduino 的特色

- (1) 開發簡單，且參考資料多。
- (2) 開發軟體用的 IDE 可免費下載
- (3) 是一個開放原始碼的單晶片微控制器。
- (4) 物美價廉。(Arduino 控制板約略 30 美元左右)
- (5) 不僅軟體是開放源碼(open-source)，硬體也是開放的。
- (6) 可使用 ICSP 線上燒入器，將 Bootloader 燒入新的 IC 晶片。
- (7) 具有使用類似 Java，C 語言的 Processing/Wiring 開發環境。

Arduino UNO 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。

表 1 Arduino UNO 規格表

微控制器	ATmega328
工作電壓	5V
輸入電壓(建議)	7-12V
輸入電壓(限制)	6-20V
數位 I/O Pins	14 支(其中有 6 支腳位可提供 PWM 輸出)
類入 Input Pins	6 支
I/O pin 直流電流	40mA
3.3V pin 直流電流	50mA
Flash 記憶體	32KB, 其中 0.5KB 拿去給 bootloader 使用
SRAM	2KB
EEPROM	1KB (ATMEGA328)
時脈	16MHz

◆ 接腳相關配置圖如圖 3 所示。

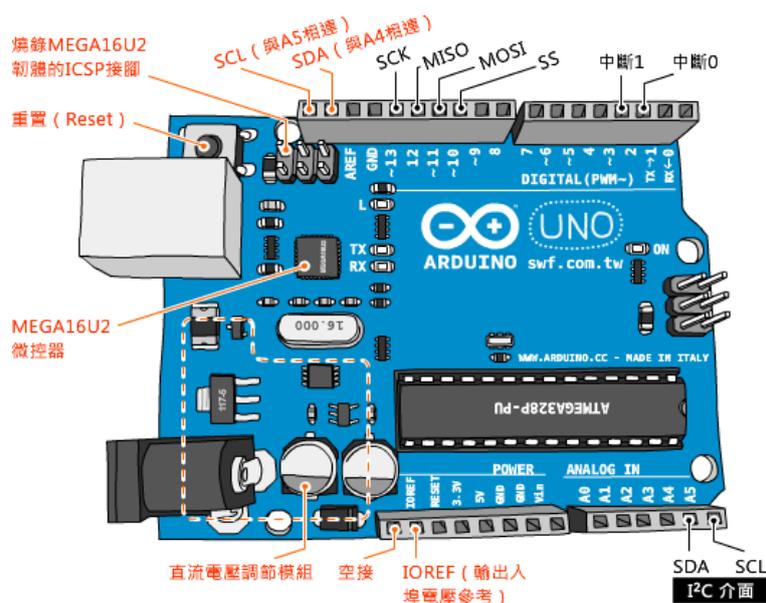


圖 3 Arduino UNO 相關配置圖

◆ 數位 I/O 接腳介紹

Arduino Uno 有 14 支數位 I/O 接腳，可以當作輸入使用，也可以當作輸出使用。使用方法是透過 `pinMode()`, `digitalWrite()`, `digitalRead()` 這幾個函式。其中幾支腳有特殊的功能，如表 2 所示。

表 2 Arduino UNO 數位 I/O 接腳

Serial 通訊	0(RX) 和 1 (TX)這兩支腳。用來接收(RX)與傳輸(TX) TTL 訊號的序列資料。這兩支腳也連接到 USB Converter 晶片中。
外部中斷	2 和 3 這兩支腳。這兩支腳可以利用外部事件觸發中斷。詳細內容請參考 <code>attachInterrupt()</code> 函式。
PWM	3, 5, 6, 9, 10 和 11 共六支腳。透過 <code>analogWrite()</code> 函式可以提供 8-bit 的 PWM 輸出。
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) 和 13 (SCK) 這四支腳。這四支腳搭配 SPI Library 可提供 SPI 序列通訊。
LED	第 13 腳。內建一顆 LED，當 pin 腳為 HIGH 時，LED 打開，當 pin 腳為 LOW 時，LED 關閉。

◆ 類比輸入接腳

Arduino Uno 有 6 支類比輸入腳，標記為 A0 到 A5，每支腳都可提供 10 位元的解析（即 1024 種不同的數值）。這些腳位所用的參考電壓預設為 0 到 5V，不過這些參考電壓是可以透過 AREF 腳和 `analogReference()` 改變的。其中兩隻接腳：「4 (SDA) 和 5 (SCL)」這兩支腳，可以透過 Wire library 提供 I2C 通訊。

◆ 其它接腳如表 3 所示

表 3 其他接腳

AREF	類比輸入的參考電壓，搭配 <code>analogReference()</code> 函式一起使用。
Reset	當 Reset 腳為 LOW 時，微控制器會重置。

(二) Raspberry Pi 3

樹莓派 3 (如圖 4) 是一款基於 Linux 的單板機電腦，由英國的樹莓派基金會所開發，目的是以低價硬體及自由軟體促進學校的基本電腦科學教育。

配備一枚博通開發的 ARM 架構處理器，以 SD 卡作為儲存媒體。面積只有一張信用卡大小，體積約為一個火柴盒大小，可執行像《雷神之鎚 III 競技場》的遊戲和進行 1080p 影片的播放。

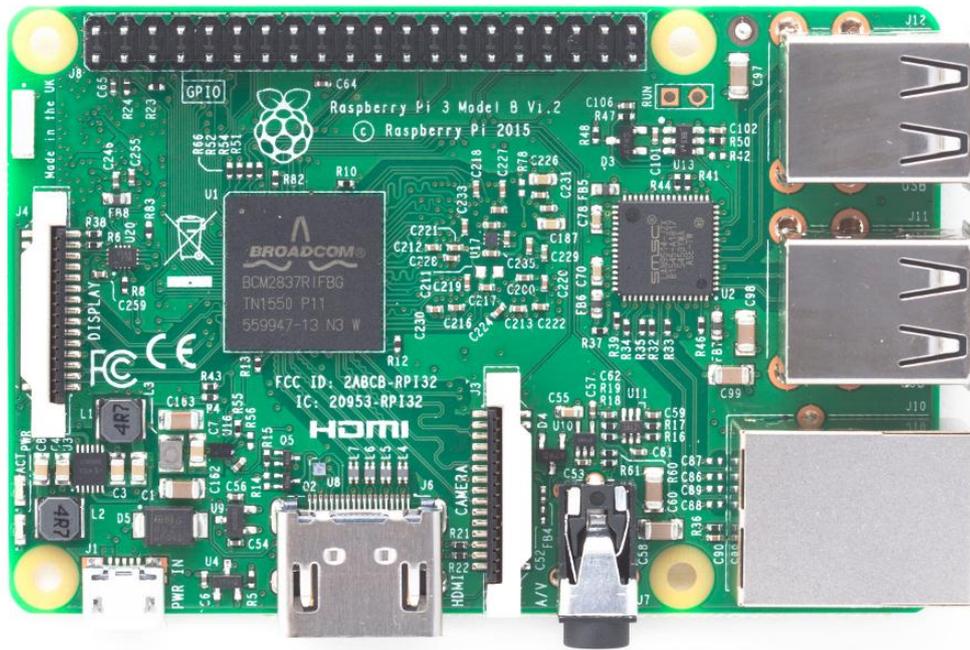


圖 4 Raspberry Pi 3 (正面)

◆ 樹莓派 3 與樹莓派 2 的比較

相較於樹莓派 2，樹莓派 3 的處理器升級為 64 位元的博通 BCM2837，更是首次將無線網路與藍牙功能內建於主機之中，且售價仍然是 35 美元，讓使用者能夠享受夠優異的效能表現與更多元的連接方式。

◆ 硬體配置

Raspberry Pi 3 的硬體基本結構圖如圖 5 所示，硬體的配置請參考圖 6。

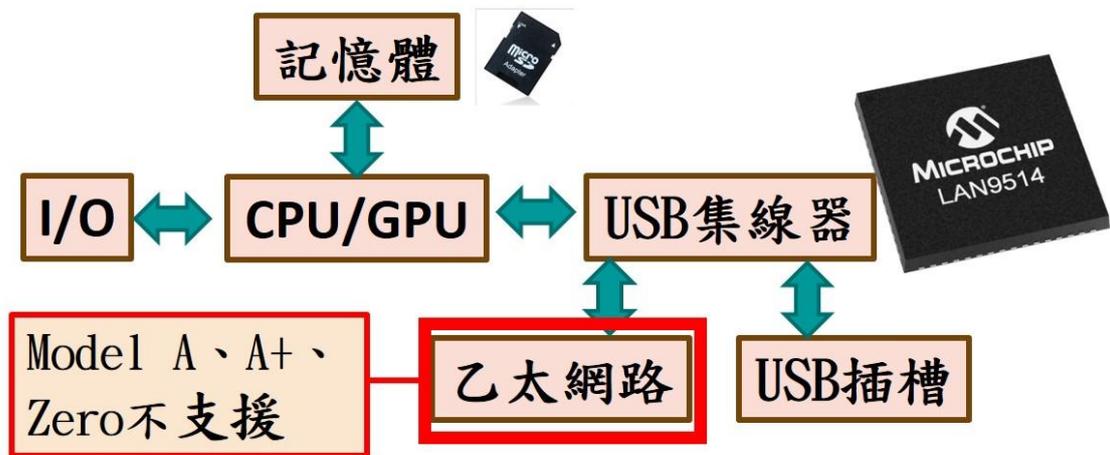


圖 5 硬體基本結構圖

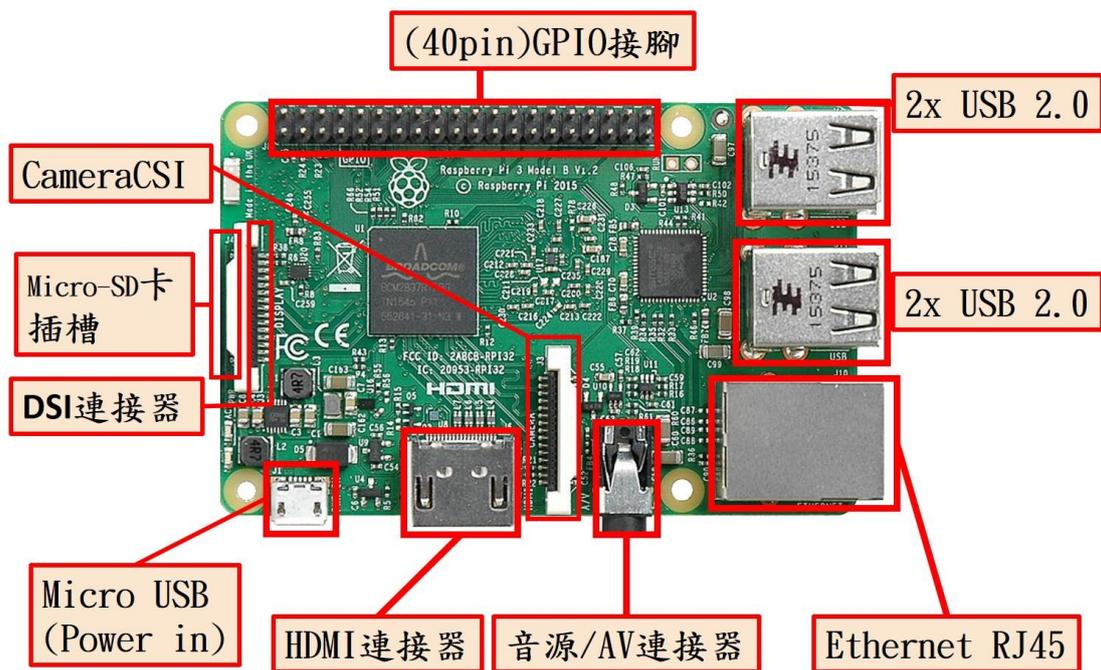


圖 6 硬體配置圖

◆ 硬體規格如表 4 所示

表 4 Raspberry Pi 3 硬體規格

CPU	BCM2837 四核心 64 位元 ARM Cortex-A8
CPU 速度	1.2GHz
GPU	VideoCore IV 3D 繪圖核心
記憶體	1GB
USB	4 個 USB 2.0 版
網路	1 個乙太網路連接器
Wifi	802.11n 無線網路
藍牙	Bluetooth 4.1(且支援低消耗功率模式)
顯示	HDMI 連接器與音源/AV 連接器
電源	Micro-USB 5V 2.5A(至少 2A)
儲存	Micro-SD 卡插槽
介面	CSI 與 DSI
GPIO	40 個接腳

◆ GPIO 接腳如圖 7 所示

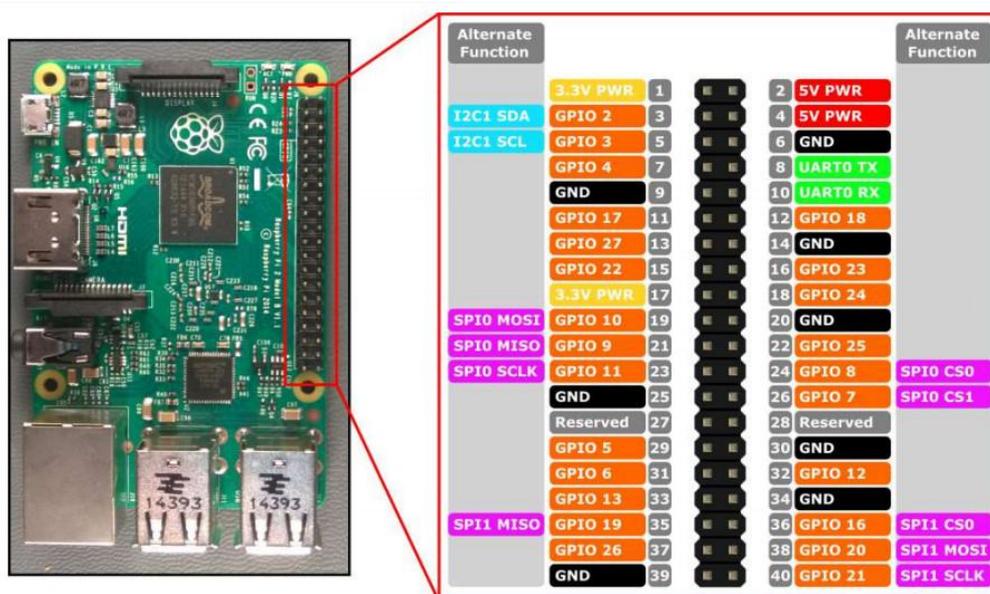


圖 7 GPIO 接腳

(三) HC-06

HC-06 (如圖 8) 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 5 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。

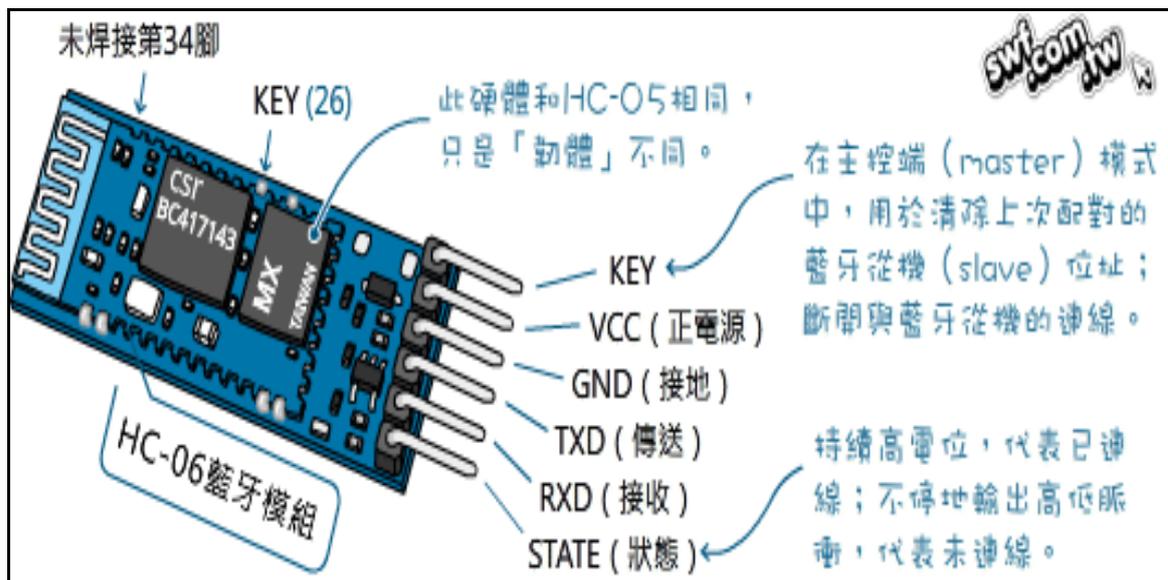


圖 8 HC-06

表 5 HC-06 規格

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)

(四) 馬達驅動模組 TB6612FNG

馬達驅動模組 TB6612FNG (如圖 9) 是東芝生產的馬達驅動與控制 IC，內部包含兩組 H 橋的電路，可驅動和控制兩個小型直流馬達。

◆ TB6612 的特性：

- (1) 每隻接腳最高輸出 1.2 A 的連續驅動電流
- (2) 啟動峰值電流達 2A/3.2 A(連續脈衝/單脈衝)
- (3) 提供 4 種馬達控制模式：正轉/反轉/急煞/停止
- (4) PWM 支援頻率高達 100 KHz
- (5) 片內低壓檢測電路與熱停機保護電路
- (6) 工作溫度：-20~85°C；SSOP24 小型貼片封裝。

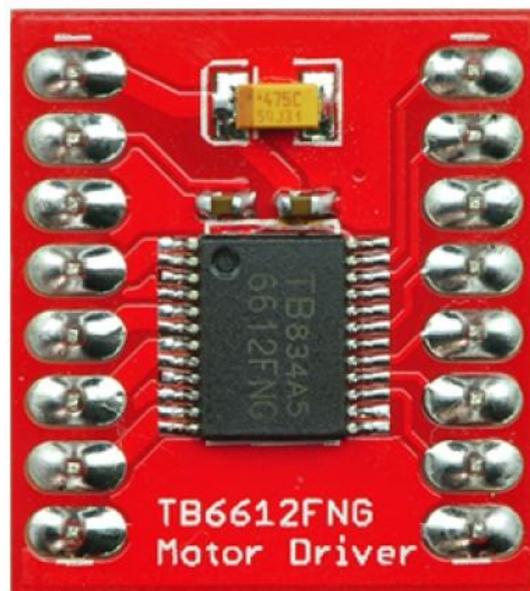


圖 9 TB6612 接腳正面圖

◆ TB6612 的接腳如圖 10 所示，其接腳說明如表 6 所示。

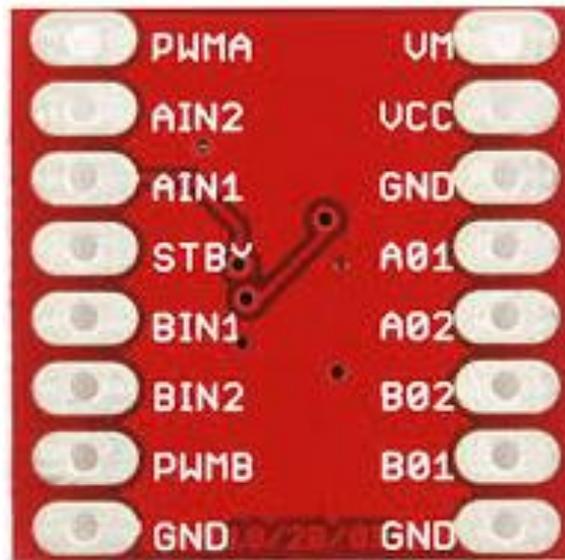


圖 10 TB6612 接腳反面圖

表 6 TB6612 接腳說明

AIN1、AIN2、BIN1、BIN2	控制馬達正反轉
STBY	致能開關，高電位動作
PWMA、PWMB	控制馬達轉速
VM	馬達驅動電源
VCC、GND	IC 控制電源
AO 及 BO	輸出至馬達

◆ 以馬達 A 為例，控制模式如表 7 所示。

表 7 控制模式

輸入				輸出		模式
STBY	AIN1	AIN2	PWMA	AO1	AO2	
1	0	0	X	高阻抗	高阻抗	停止
1	0	1	1	L	H	反轉
1	1	0	1	H	L	正轉
1	1	1	1	L	L	煞車

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 11 所示。

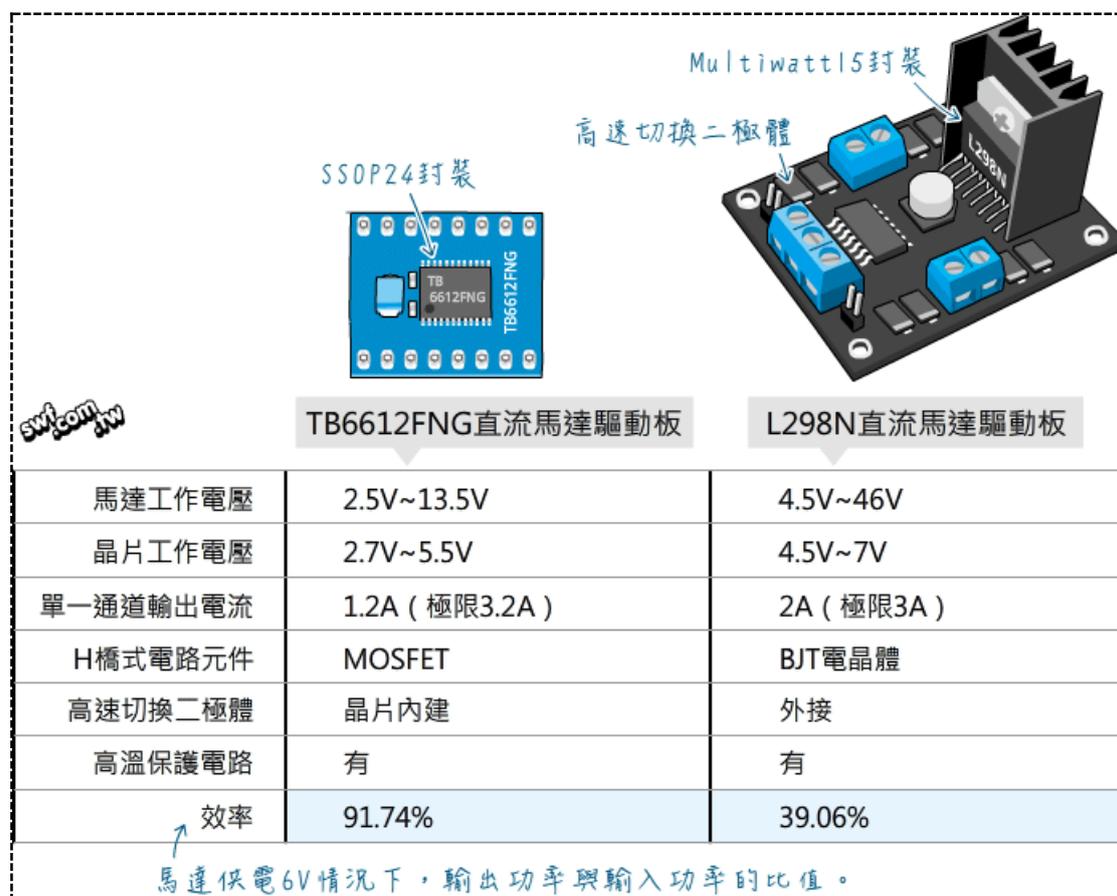


圖 11 TB6612 與 L298N 的比較

◆ H型電橋

TB6612 主要電路結構為H型電橋(如圖 1 2),工作說明如表 8 所示。

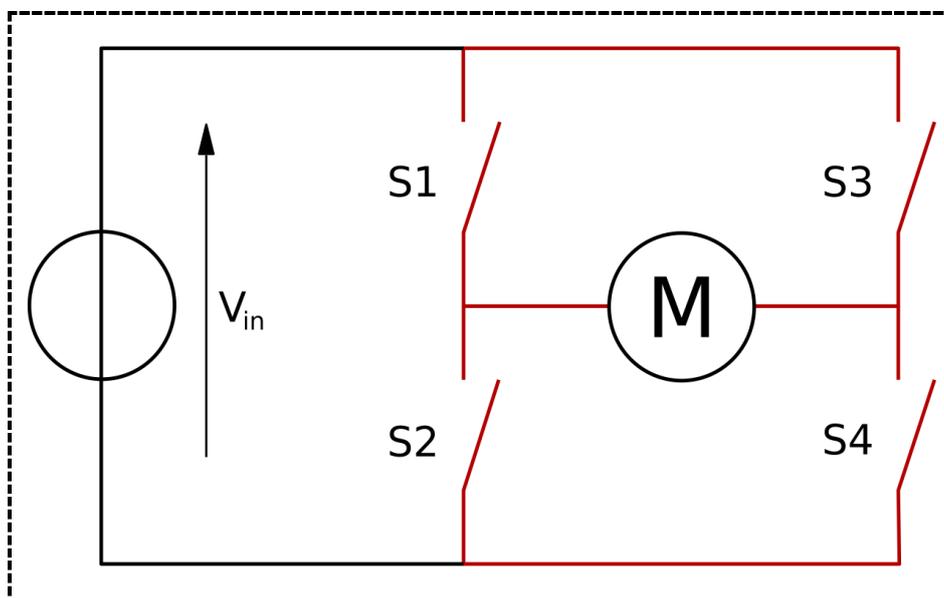


圖 12 H型電橋

表 8 H型電橋工作狀態真值表

S1	S2	S3	S4	工作狀態
0	1	1	0	馬達順向轉動
1	0	0	1	馬達逆向轉動
0	0	0	0	馬達停止

(五) 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（如圖 13）。



圖 13 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。

2-2 影像辨識原理

(一) OpenCV

全名(Open Source Computer Vision Library)，是一種開放原始碼的電腦視覺程式庫，主要用 C++ 語言編寫，它的主要介面也是 C++ 語言，但是仍保留大量的 C 語言介面。

以 Intel 處理器指令集所開發的最佳化程式碼，具有統一的結構和功能定義以及強大的影像和矩陣運算能力，內建強大的繪圖函式，且支援 MS Windows、Linux 兩種平臺。

(二) 影像處理流程

影像處理的部分，可分為銳化、灰階化、二值化、偵測邊緣，如圖 13 所示。

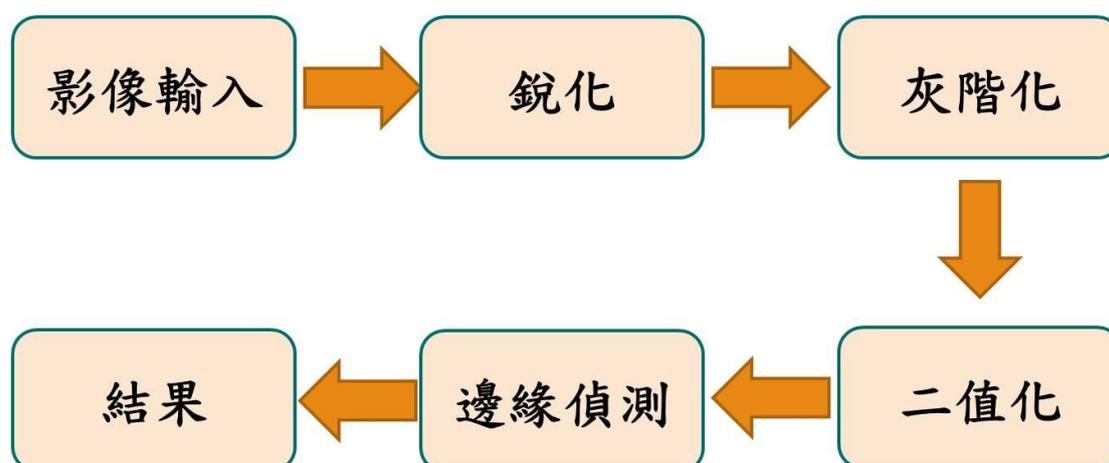


圖 14 影像辨識流程圖

補充：

「電腦視覺」是一個從圖像或者多維資料中取得資訊的人工智慧系統

(三) 影像銳化

讓模糊的影像變得清晰，讓細節更明顯，主要用於增強影像的強度變化，如圖 1 4 所示。(上半部是銳化後的影像)

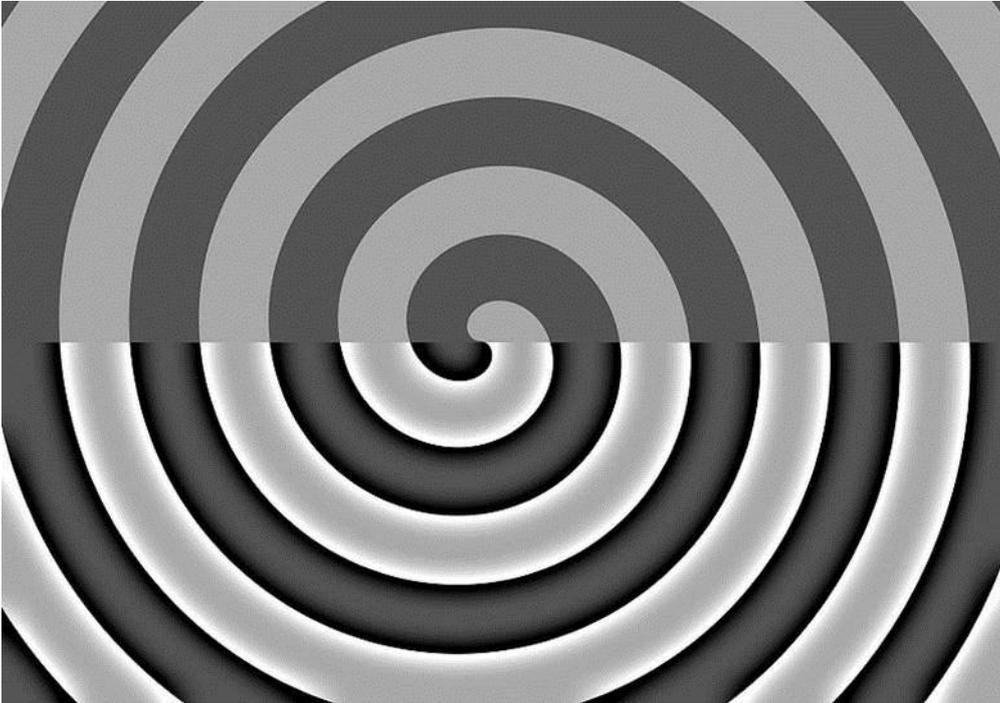


圖 15 影像銳化

(四) 灰階化

每一個像素佔有的資料大小是一個位元組，由最黑到最白之間可有 256 種明亮度，可有效簡化圖片資訊。如圖 1 5 所示。

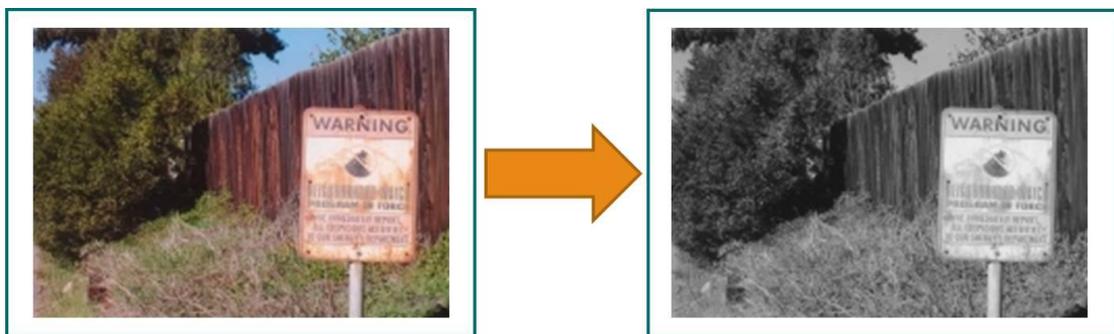


圖 16 灰階化

(五) 二值化

主要的目的是降低彩色影像所帶來的大量資料量，進而提高處理的速度。如圖 1 6 所示。

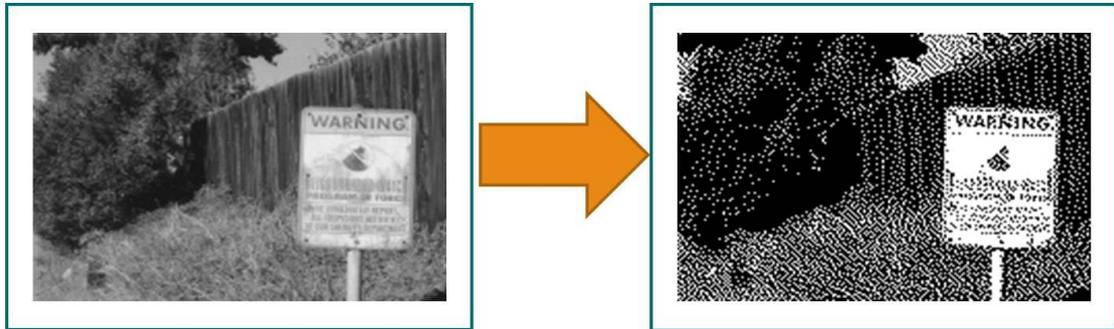


圖 17 二值化

(六) canny 邊緣偵測法

優點：可以有效偵測圖片中所有邊緣，且定位佳，偵測誤差極小。

缺點：會有多重標度所偵測出的多重邊緣，無法有效分離出邊界輪框。

◆ 高斯濾波

如圖 1 7 所示，高斯濾波即是低通濾波，對整幅圖像進行加權平均的過程，每一個像素點的值，都由本身和鄰域內的其他像素值經加權平均後得到，降低影像的雜訊成分。因此可在銳化前，透過高斯模糊化，降低雜訊，再銳化，最後由 canny 找出邊緣。

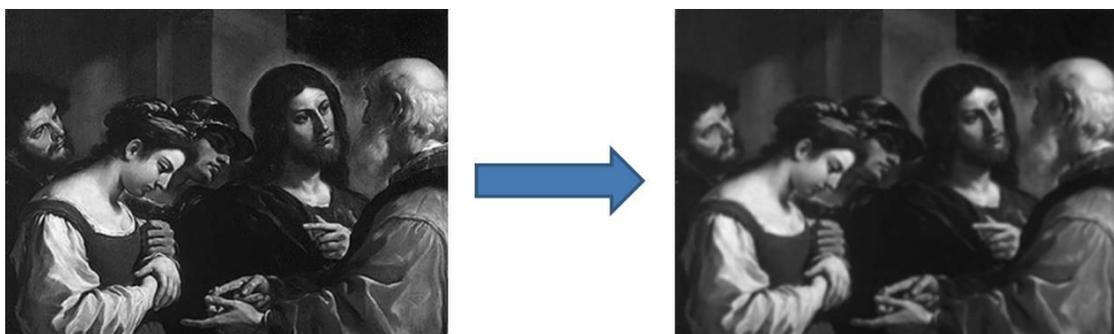


圖 18 高斯模糊化

第三章 實驗設計

3-1 系統架構圖

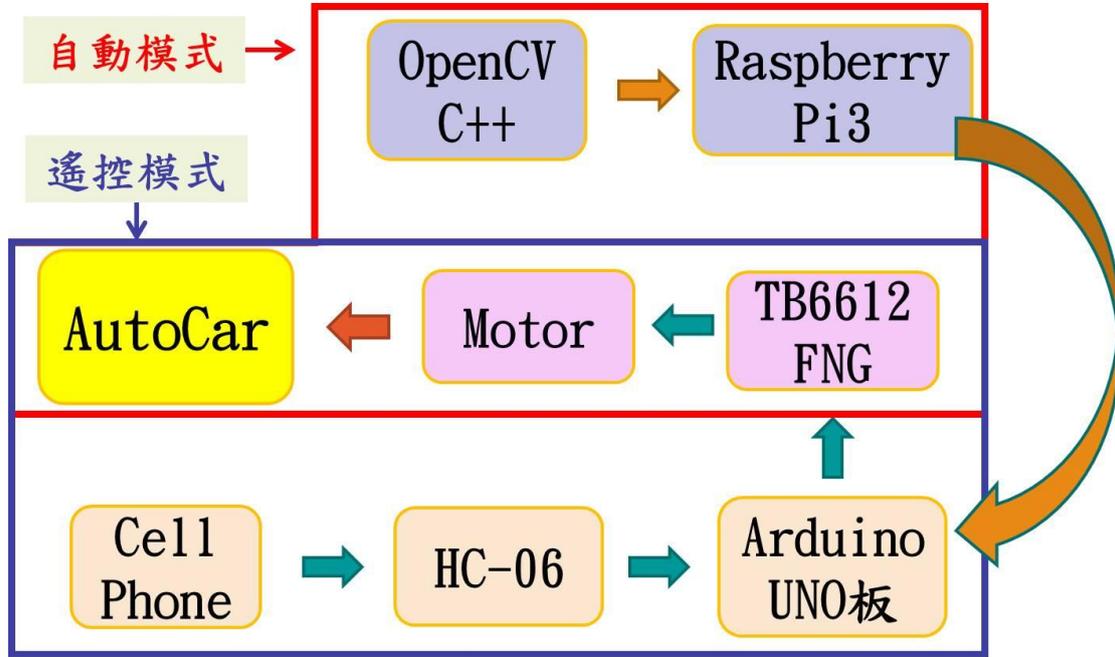


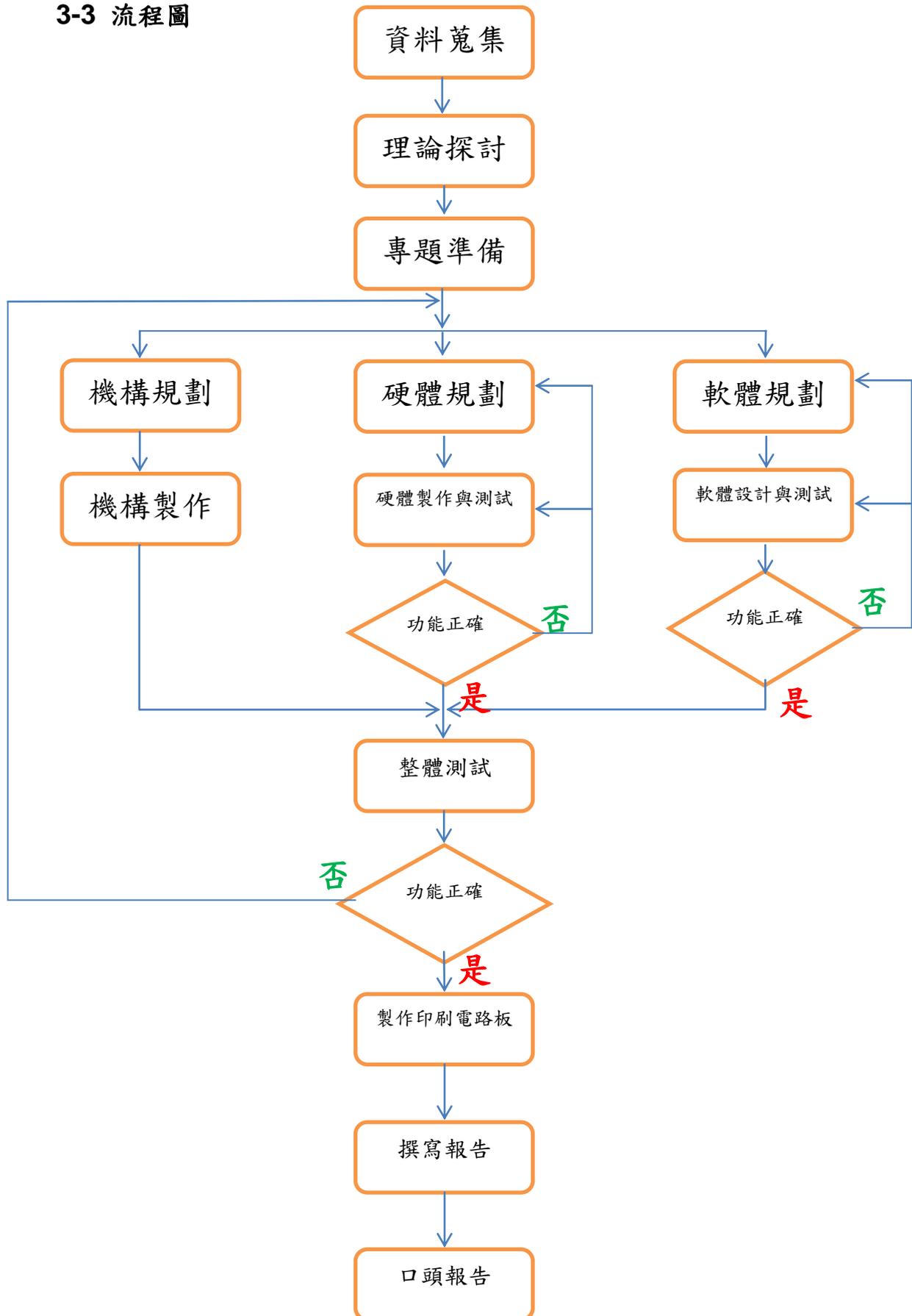
圖 19 系統架構圖

3-2 進度甘特圖

表 9 甘特圖

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	■	■	■																全體組員
理論探討	■	■	■	■															全體組員
專題準備			■	■	■														全體組員
機構規劃				■	■	■													儒、謝
機構製作				■	■	■													儒、謝
硬體規劃			■	■	■														儒、謝
硬體製作及測試			■	■	■														儒、謝
軟體規劃			■	■	■	■	■	■	■	■									三、銘
軟體規畫及測試									■	■	■	■							三、銘
整體測試															■	■	■		三、銘
製作印刷電路板												■	■	■					儒、謝
報告撰寫				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	全體組員
口頭報告						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	全體組員
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	100	累積百分比%	

3-3 流程圖



第四章 模擬與實驗成果

本專題所的主核心為 Raspberry Pi 和 Arduino

為了熟悉 Raspberry Pi 介面的過程，如圖 19 所示。

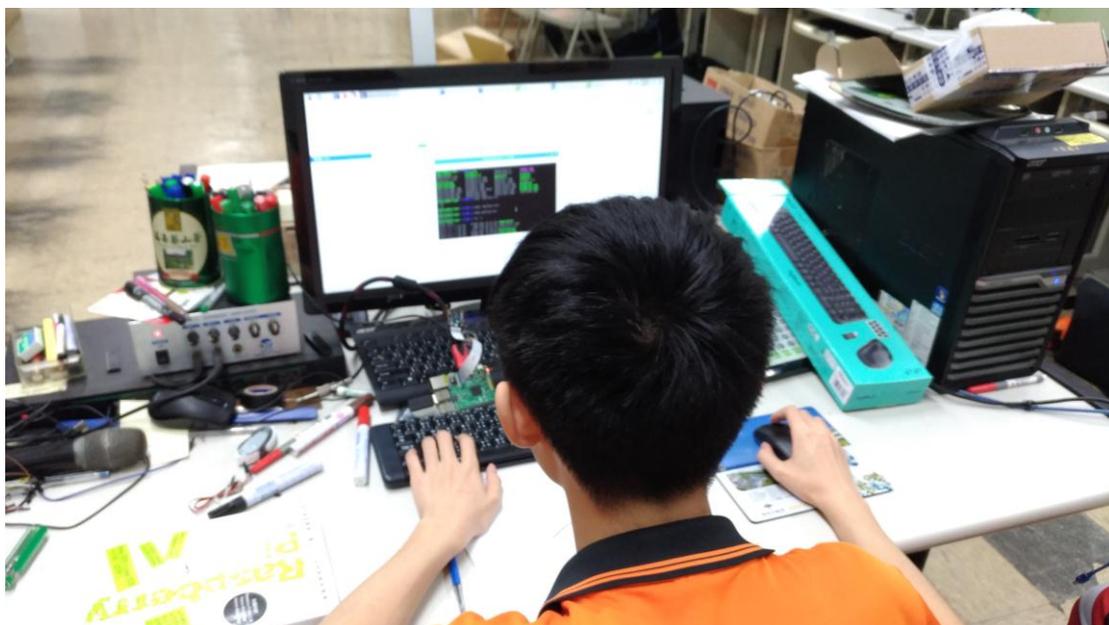


圖 20 熟悉介面的過程

本次專題所使用的車體為 Raspberry Pi 的寵物小車，組裝過程如圖 20 所示。

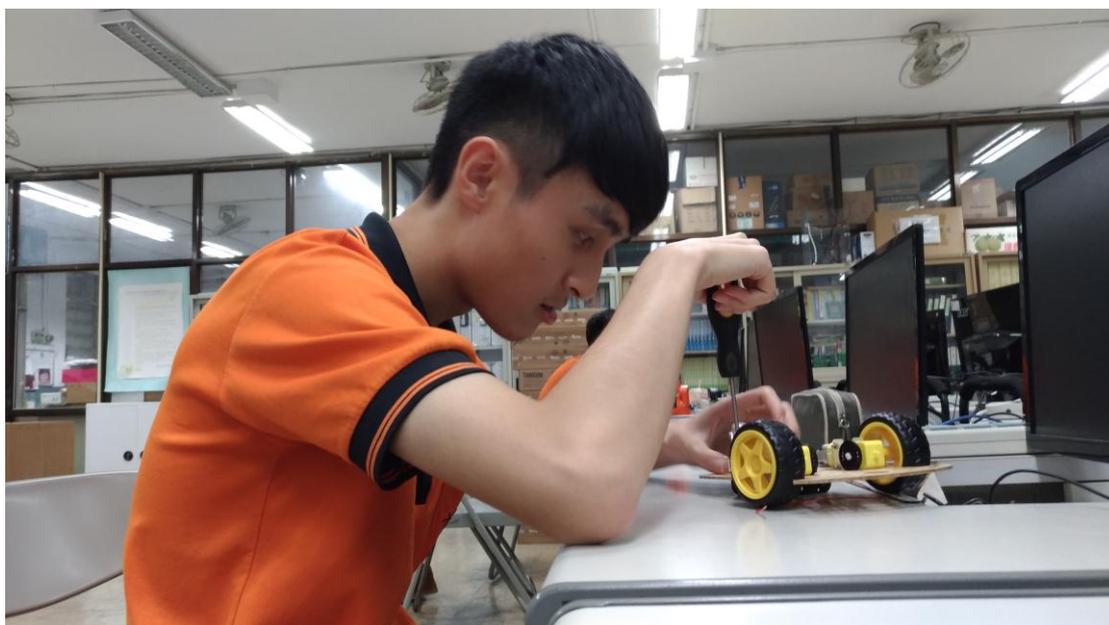


圖 21 組裝過程

第一個實驗板焊接之過程，如圖 2 1 所示。



圖 22 焊接過程

為焊接好的實驗板安裝上本次專題所使用的元件。

如:TB6612FNG、HC-06、Arduino Uno。如圖 2 2 所示。

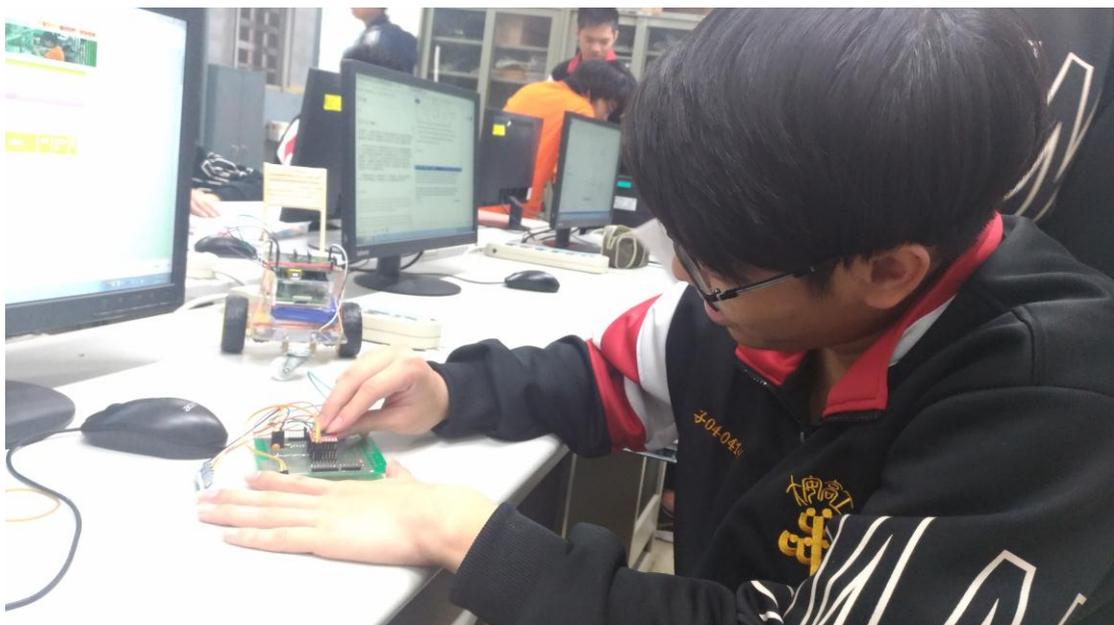


圖 23 安裝過程

撰寫 Arduino 程式以便控制馬達之動作和藍牙之傳輸接收。如圖 2 3 所示。

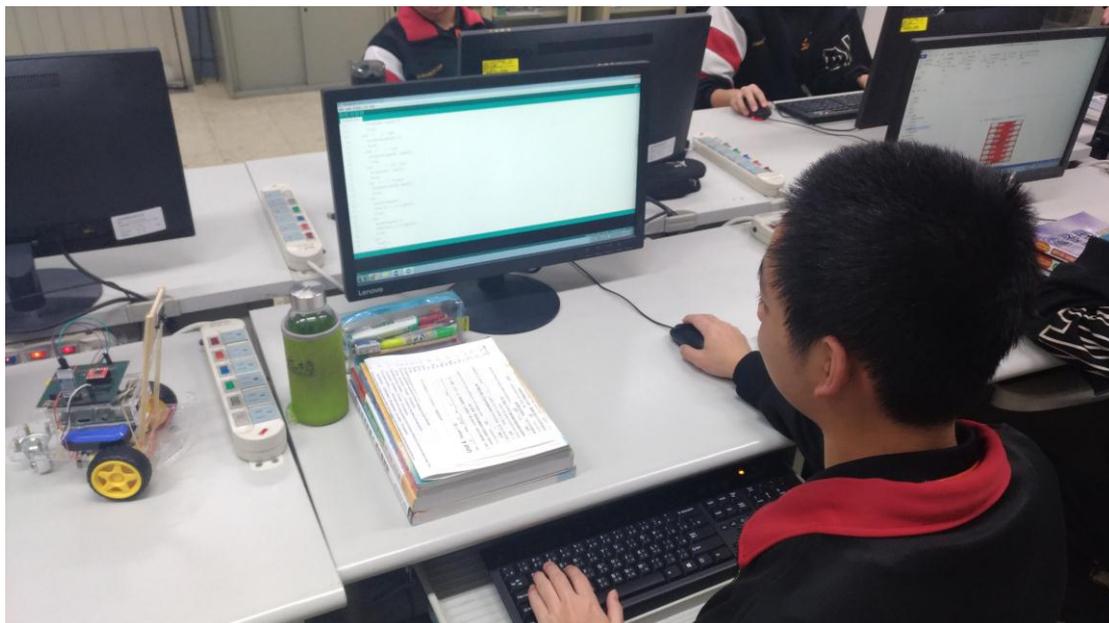


圖 24 程式撰寫

圖 2 4 為第一階段之成品

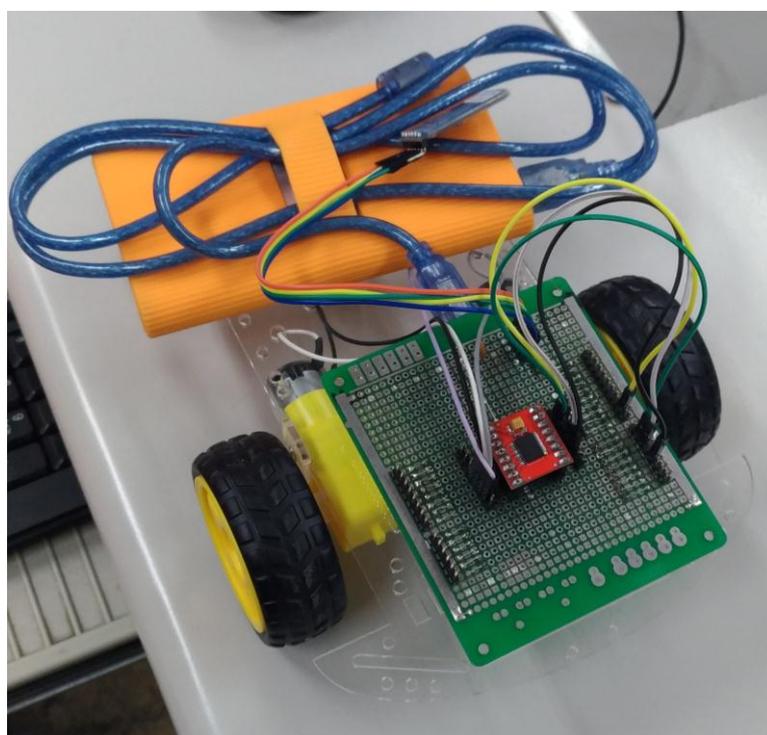


圖 25 第一階段成品

我們將木板漆為黑色（如圖 2 5）以便使本專題所使用的道路能模擬馬路



圖 26 刷油漆的過程

圖 2 6 為影像識別的程式測試結果

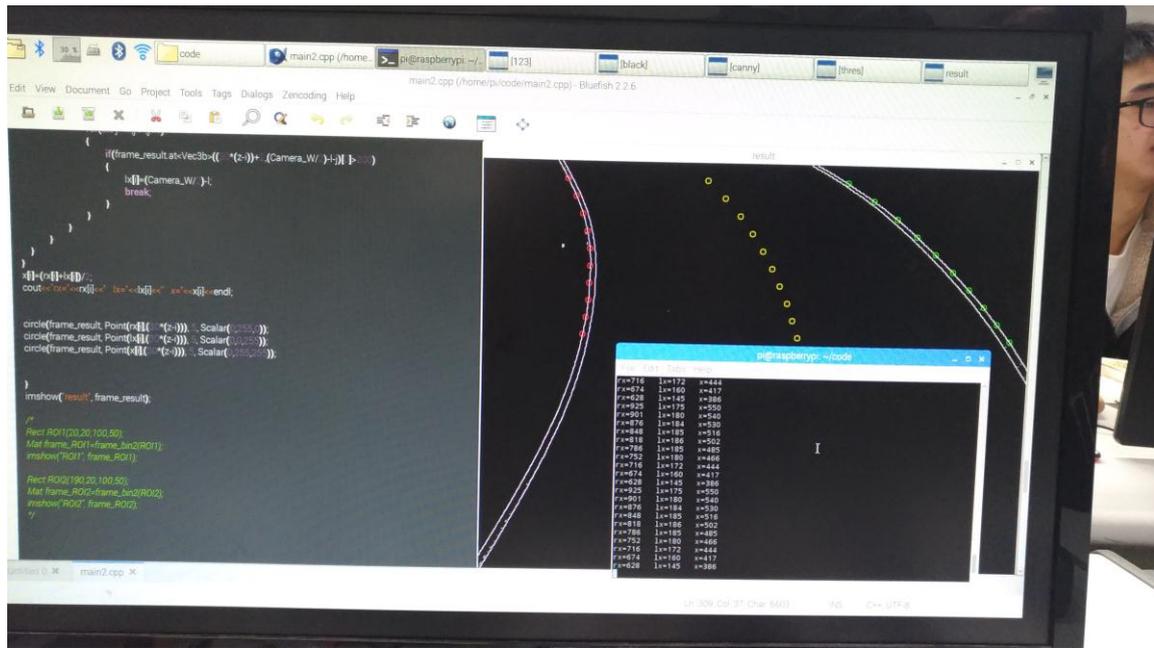


圖 27 程式測試結果

圖 2 7 為第二階段成品

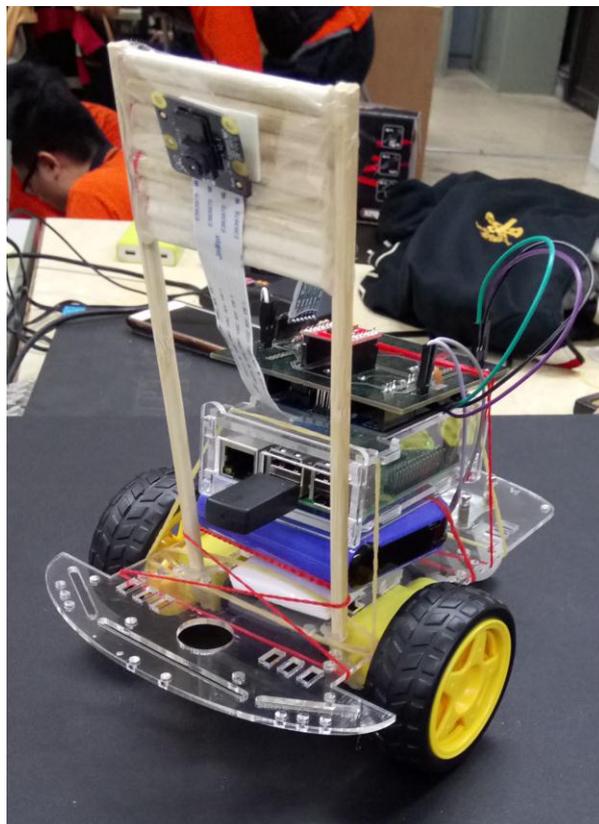


圖 28 第二階段成品

圖 28 為執行結果 1



圖 29 執行結果 1

圖 29 為執行結果 2

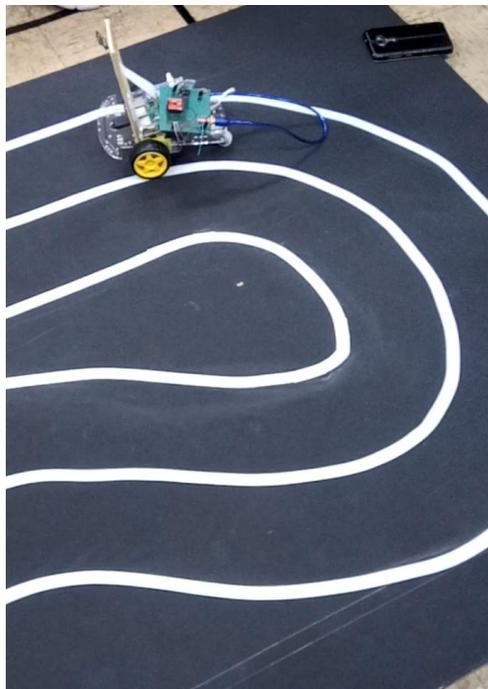


圖 30 執行結果 2

第五章 結論與建議

5-1 結論

透過這次專題，讓我們成長許多，包含情緒上的管理、解決問題的能力，過程中，也因考試壓力、進度停滯，而感到煩躁，在解決 Arduino 與 RaspberryPi 3 的溝通問題，花了我們不少時間，程式的部分也多虧我們的兩個負責程式的組員，一起努力完成，最後也終於完成基本功能，本來還妄想做出自動停車的功能，結果雖然只有自動駕駛和遙控車的功能，但也滿足了，因為學到不少課堂上無法教我們的東西，拓展了我們的視野，也看著每一位成員的努力，為專題煩惱，正視自己的不足，而更加進步。

即使車子的功能不是那麼的完美，但是這段時間，也給了我們很多的回憶，像是一起留校做專題、拜託皮遠鋒老師指導我們，還直接到某位成員的家裡做專題，這些過程中，雖然犯下無數次的錯誤，卻也獲得寶貴的經驗，即便我們有過幾次的不愉快，但一下子又可以自然的玩鬧，並一起合作完成專題，這些種種的努力，是最甜美的果實。

最後特別感謝林家德老師提供我們專題相關的資訊，並在一旁協助我們，也非常感謝皮遠鋒老師以及黃建中主任給予我們相關的指導，也很感謝廖淑真老師以及張洧老師體諒我們，放慢教學速度，並給予我們適當的休息，也感謝班導薛元陽老師適時的提醒與關心，也謝謝曾與我們討論的同學們。

5-2 建議

- 1.量力而為
- 2.使用廣角鏡頭
- 3.前置作業 study 要詳細一點
- 4.善用藍牙修改參數，以提高做專題的效率

參考文獻

NO.	技術或知識名稱	預計取得來源
1	Arduino	Arduino 微電腦控制實習 (梅克克工作室 編著)
2	TB6612FNG 雙馬達控制	IPOE A1 輪型機器人應用與專題製作 (梅克克工作室 編著)
3	Raspberry Pi 樹莓派	Raspberry Pi 樹莓派 (陳會安 著)
4	C & C++	C&C++程式設計入門 (巨匠電腦)
5	Altium Designer	新例說 Altium Designer (張義和 編著)
6	Open CV 影像辨識	https://medium.com/@hsinchengchao
以下空白		
7		
8		
9		

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. 程式設計與執行 2. 資料蒐集 3. 文書處理
硬體	手機	1. 拍照 2. 藍芽測試 3. 聯繫成員
硬體	PCB 相關設備	製作電路板
軟體	Arduino IDE	程式設計
軟體	Raspberry Pi 3	程式設計
軟體	Microsoft Office	1. 撰寫專題計畫書 2. 製作報告投影片
軟體	Altium Designer	電路板設計
軟體	Google Drive	儲存檔案
以下空白		

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
控制板	Arduino UNO	片	1	自動駕駛車控制核心	
控制板	RaspberryPi 3 Model B	片	1	影像識別	
控制板	TB6612FNG	個	1	雙馬達控制	
藍牙	HC-06 藍牙模組	個	1	連接手機控制	
主體	單層自走車	個	1	主體	
攝影機	RaspberryPi 3 紅外線攝影機 V2	個	1	連接 Raspberry Pi3	
以下空白					

附錄三 研究成員簡歷

姓名	陳進銘	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	基本電學、基本電學實習 數位邏輯、數位邏輯實習 電子學、電子學實習 微處理機、微處理機實習 電腦輔助設計實習 程式設計實習 專題製作實習			
參與專題工作項目	文書處理、簡報製作、口頭報告			
經歷簡介	(1)工業電子丙級技術士 (2)105 學年擔任輔導股長 (3)106 學年擔任副班長			

姓名	林三文	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	基本電學、基本電學實習 數位邏輯、數位邏輯實習 電子學、電子學實習 微處理機、微處理機實習 電腦輔助設計實習 程式設計實習 專題製作實習			
參與專題工作項目	Arduino 程式撰寫、協助樹莓派程式撰寫、口頭報告			
經歷簡介	(1)工業電子丙級技術士 (2)105 學年擔任外掃衛生股長 (3)105 校內技藝競賽工業電子第四名 (4)106 學年擔任數學小老師 (5)2017 人工智慧鼠家居機器人國內第三名			

姓名	陳柏儒	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	基本電學、基本電學實習 數位邏輯、數位邏輯實習 電子學、電子學實習 微處理機、微處理機實習 電腦輔助設計實習 程式設計實習 專題製作實習			
參與專題工作項目	樹莓派程式設計、協助硬體相關設計、口頭報告			
經歷簡介	(1)工業電子丙級技術士			

姓名	謝禎峻	班級	電子三甲	
曾修習專業科目	基本電學、基本電學實習 數位邏輯、數位邏輯實習 電子學、電子學實習 微處理機、微處理機實習 電腦輔助設計實習 程式設計實習 專題製作實習			
參與專題工作項目	硬體相關設計、焊接零件、口頭報告			
經歷簡介	(1)工業電子丙級技術士 (2)105 學年擔任內掃衛生股長 (3)106 學年擔任總務股長			