

南臺科技大學

電子工程系碩士班
碩士學位論文

以Raspberry Pi為基礎之遠距無線監控車
Raspberry Pi of Wireless Remote Monitoring Car

研 究 生：陳信榮

指導教授：李博明

中華民國一〇五年一月



南臺科技大學 碩士論文

以Raspberry Pi為基礎之遠距無線監控車

研究生：陳信榮

本論文業經審查及口試合格特此證明

論文考試委員

薛雅馨 薛雅馨 陳培殷 陳培殷

李博明 李博明

指導教授 李博明 李博明

所 長 黎靖 黎靖

摘要

現在科技發展迅速，幾乎每個家庭都有網路、電腦及智慧型手機，大多數人因為工作、就學之因素白天普遍不在家中，為了居家安全，很多人都會在家中安裝保全系統、監視器…等等監控系統，來監控家中情況及安全。

本論文為了減少傳統監視器設備及複雜的線路，使用大多數家庭現有的無線網路，使用開發板為基礎架設攝影機拍攝即時影像，結合遠端控制，能透過網頁控制搭載攝影機的遙控車在家中巡視，由於電力無法連續整天的供應，為了解決續航力的問題，以鋰電池作為電源搭配充電平台，結合超音波自走來尋找紅外線訊號引導至充電平台，達到一個簡易的充電功能。

使用者以網頁來操作影像遙控車，透過網際網路方便查看即時影像，並且能自由移動以減少視野死角，得知居家環境狀況，達成遠端監控。

關鍵詞：Raspberry Pi[1] 、遠端監控、即時影像。

Abstract

Nowadays technology develops in the rapid way. Almost every family gets Internet, computers and smart phones. Most people don't stay at home generally in day time because people need to work and study. In order to keep their home safe and watch the situation, people would set up the security systems, monitorsetc.

In this paper, in order to reduce the traditional monitoring equipment and complex lines, we use the most existing wireless home network, using the development board to set up the camera-based real-time video capture, combined with remote Control can be controlled by remote control car mounted camera and homepage patrol, unable to continue all day due to power supply, in order to solve the problem of endurance to charge lithium batteries as a power source with a platform that combines ultrasound looking infrared signals coming from the boot to the charging platform, reaching a simple charge function.

Users manipulate homepage patrol to remote control the car for easy viewing webcams through Internet, and can move freely in order to reduce vision dead, that the home state of the environment, to achieve remote monitoring.

Keywords: Raspberry Pi[1] 、 Remote monitoring 、 Real-time videos.

目錄

摘要	i
Abstract.....	ii
目錄	iii
圖目錄	v
表目錄	vii
第一章 概論	1
1.1 研究背景及動機	1
1.2 研究目的	2
第二章 背景研究	3
2.1 Raspberry Pi.....	3
2.1.1 Linux 系統軟體.....	5
2.1.2 無線網路	6
2.1.3 即時影像	8
2.1.4 網頁伺服器	9
2.1.5 GPIO	11
2.2 Arduino	13
第三章 研究方法	15
3.1 Raspberry Pi linux 基本環境建置	17

3.1.1	手動無線網路連線設定	20
3.1.2	自動無線網路連線設定	22
3.1.3	GPIO 基本操作測試	24
3.2	即時影像安裝設定	25
3.3	自動充電	31
3.3.1	馬達驅動	32
3.3.2	超音波測距	35
3.3.3	自走巡航	37
3.3.4	紅外線引導	38
3.4	網頁伺服器安裝及設定	41
3.5	Arduino 紅外線發射台	47
第四章	實作成果	49
第五章	結論及未來展望	52
5.1	研究成果	52
5.2	研究總結	52
5.3	未來展望與探討	52
	參考文獻	53
	附錄	56

圖目錄

圖 2-1 Raspberry Pi	3
圖 2-2 USB 無線網卡 TOTO-LINK N150UA	7
圖 2-3 Raspberry Pi GPIO	11
圖 2-4 Arduino UNO	13
圖 3-1 硬體架構圖	15
圖 3-2 系統架構圖	16
圖 3-3 Raspberry Pi raspi-config 設定畫面	18
圖 3-4 開機登入畫面	19
圖 3-5 Logitech C310	25
圖 3-6 影像測試頁面	28
圖 3-7 自動充電流程圖	31
圖 3-8 L293D 馬達驅動電路電路圖	32
圖 3-9 L293D 馬達驅動電路實作(正).....	33
圖 3-10 L293D 馬達驅動電路實作(反).....	33
圖 3-11 馬達驅動測試程式流程圖	34
圖 3-12 超音波偵測示意圖	35
圖 3-13 超音波模組 (HC-SR04)	36
圖 3-14 超音波程式流程圖	36

圖 3-15 自走巡航流程圖	37
圖 3-16 紅外線 38K 接收器	38
圖 3-17 引導示意圖	39
圖 3-18 紅外線引導流程圖	40
圖 3-19 網頁架設測試頁面	41
圖 3-20 Python 主程式流程圖	43
圖 3-21 網頁程式流程圖	44
圖 3-22 網頁按鈕測試圖	45
圖 3-23 網路操控及即時影像整合測試	46
圖 3-24 Arduino IDE 操作介面	47
圖 3-25 ArduinoIDE 操作區塊	48
圖 3-26 紅外線發射臺電路	48
圖 4-1 網頁操控頁面（on 及 off 為自動充電開關）	49
圖 4-2 實際車體成品圖	50
圖 4-3 車體成品及操控畫面	50
圖 4-4 紅外線引導充電平台	51
圖 4-5 平台與車體接觸充電	51

表目錄

表 2-1 Raspberry Pi 規格表	4
表 2-2 802.11 標準	7
表 2-3 GPIO 接腳列表	12
表 2-4 Arduino 規格表	14
表 3-1 馬達狀態表	34
表 3-2 網頁按鍵功能表	43

第一章 概論

1.1 研究背景及動機

現在的家庭普遍都需要外出上班、上學不在家中的時間很長，因此家中的照護及安全監控成為現代人最重要的課題，現今很多家庭都會安裝保全系統或安裝監視器以確保家中的安全並且確認家中狀況，尤其高齡化的社會家中長者狀況比較不穩定，需要隨時注意其狀況以即時通報家人照護。

通常保全及監控設備不僅要在家中各個角落安裝且數量繁多，一般攝影機需要電源線及資料線，連接到特定主機才能使用，根據家中大小安裝需要一定的數量，大量的線路費用累計起來也是相當的可觀，還需要長時間繳服務費或月租費，因此成本相當的高，並且設置許多線路進行連接麻煩又不美觀，看似安全但是設備位置固定只能定點拍攝，視角上的死角成為隱憂。

為了解決一般家用監控系統上成本的問題，增加使用上的便利性與安全性，為此來研究開發便利人們使用的系統。相較於一般監視器以無線且低成本的設計，解決繁雜的線路問題，讓鏡頭可以到處移動來克服死角問題，為了符合大眾的需求以此研究作為解決方案，讓本系統成為家中的一份子，在家中協助監控看照家中情況。

1.2 研究目的

為了解決線路繁雜的問題並且減少成本，使用無線網路連線監控，無須大量繁雜之線材，以方便容易取得的物品進行整合架設節省成本。以現在相對低價的 Raspberry Pi 為基礎，及容易取得的 USB 無線網卡、無線 AP、USB 網路攝影機架設即時影像伺服器，研究以目前大家家中都有的無線網路代為傳輸訊號，不僅可以不必拉雜亂的線路，還取代了一般監視器的功能，此題目以一般玩具車的車體結構進行改造，移除原有的控制電路，換上 Raspberry Pi 來控制，再連接馬達及馬達驅動電路。

電源供應方面使用現在市面常見的行動電源，降低特殊裝置的成本，在物件更換上更加便宜容易，由於行動電源無法持續一整天的電力，為了解決這個問題，設計充電平台搭配自走巡航及紅外線引導功能，在無需移動時，只要按下自動充電就會自動巡航尋找充電底座，透過紅外線引導正確的停放在充電平台上進行充電，以應付長時間的電力消耗。

本產品之架構是將 Raspberry Pi 放到遙控車上以無線操控的模式進行控制，操控介面放到網頁服務上達成遠端操控，讓車子能帶著攝影機在家中自由的移動，成為家中的一成員協助看照家中的情況。由於是可移動式的攝影機，可以到家中各個角落去攝影，因此可以減少家中監視鏡頭數量以達到降低成本之目的，只要一台就能幫您看照家中各個角落。由於此產品是可移動式的攝影機，因此可以控制它到想看的地方，以確認家中狀況，確保家中安全。

使用本論文的遠端操控小車無須月租費，只需一台監控車就可在家自由移動拍攝家中各個角落，製作成本遠低於大量的監視器及主機，也無長時間累積的月租費，使得裝置可自由移動，內部線路變得相當的整潔乾淨，操作方式使用網頁介面控制，大大增加操控性讓視野無死角。在居家安全監控外，也可以用於娛樂用途讓小孩遊玩操控小車，小孩玩的同時家人也可以透過影像得知他周邊的狀況給予適當的照護。

第二章 背景研究

2.1 Raspberry Pi

樹莓派 Raspberry Pi 如下圖 2-1，是一張信用卡大小的單板電腦，由樹莓派基金會設計開發，為了促進學生電腦的基本教育及程式設計，以低單價的硬體成本及自由軟體作為基礎開發而成，只需要 35 塊的美金，就能讓人們可以輕鬆的擁有一台簡易的電腦。

它雖然是低成本但是功能卻相當齊全，使用自由開放原始碼的 Linux[2]作業系統為基礎，硬體方面具有基本的乙太網路孔可供網路線連接，USB 介面可擴充周邊裝置，影像方面具有高解析度的 HDMI 介面輸出，還有一般常見的 3.5mm 音效輸出。在官方網站上有提供多種開放的作業系統及軟體可以使用，滿足一般使用者上網、玩遊戲、播放高畫質影片、音樂...等娛樂用途，而進階使用者能在上面架設網頁伺服器、檔案伺服器或以 Python[3]進行撰寫透過 GPIO 來控制電子設備等應用，是一個能夠輕鬆擁有、省電又不占空間卻功能齊全的一塊小型電腦。

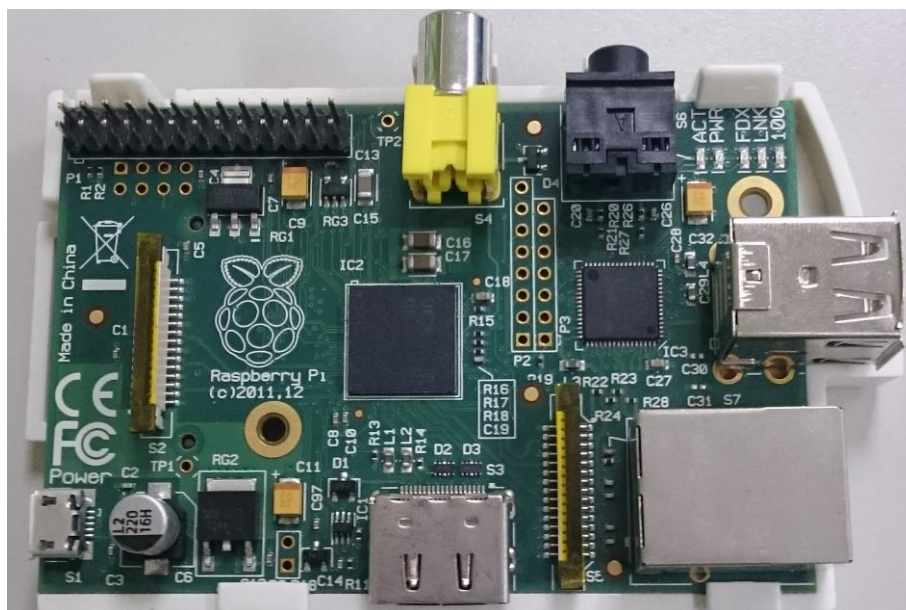


圖 2-1 Raspberry Pi

Raspberry Pi 在 USB 旁邊有 5 個 LED 指示燈其功能分別如下：

ACT：用來表示 SD 卡的狀態，當讀寫時此 LED 將會閃爍顯示。

PWR：電源指示燈。

FDX：若連接網路為全雙通 LED 會亮起顯示。

LNK：當網路連線啟動就會亮起。

100：若乙太網路連線速率為 100Mbps 此燈會亮起。

表 2-1 Raspberry Pi 規格表

SoC	Broadcom BCM2835
CPU	ARM1176JZF-S 700MHz 單核心
GPU	Broadcom VideoCore IV
記憶體	512MB
USB 2.0 介面	2
影像輸出	RCA、HDMI
音訊輸出	3.5 mm、HDMI
儲存裝置	SD
網路介面	10/100 乙太網介面
電源輸入	5V
工作電流	700 mA
尺寸	85.60 mm × 56 mm
重量	45g

2.1.1 Linux 系統軟體

Linux 系統是一種自由及開放原始碼的 Unix 作業系統，只要遵循 GNU 通用公共許可證，即可自由的使用 Linux 底層原始碼進行研究，其原始碼是開放共享鼓勵人們改良軟體的設計，方便使用者自由複製開發使用，建立改良成為專屬自己的 Linux 套件。

Linux 最初是支援個人電腦的一個自由作業系統，經由自由的開發及進步已經可以在各種平台裝置上做使用，大型裝置如伺服器、大型主機、超級電腦...等，世界上前幾名的大型運算電腦都是使用 Linux 為基礎的作業系統，小至嵌入式裝置，如：電視播放器、路由器、電視遊樂器及行動裝置...等裝置。

Linux 作業系統有許多版本，較常見的版本如：Debian[2]、Ubuntu[4]、Fedora[5]、Red Hat[6]、CentOS[7]、OpenSUSE[8]及目前最常見行動裝置上的 Android[9]作業系統也是以 Linux 為基礎開發而成的，而本論文所使用的嵌入式裝置 Raspberry Pi 之作業系統環境是以 Debian 作為開發使用的基礎。

Debian 是一個自由的作業系統，由 3000 個志願者組成維護，接受世界各國的非營利組織的資金支援，並有商標保護組織機構，強調自由軟體精神，提供文件編輯、網路瀏覽、電子郵務、娛樂遊戲及軟體開發等應用，超過 37500 個自由軟體方便使用者安裝使用。

Linux 作業系統具有高穩定性、高安全性、可多人多工操作、低硬體需求等優點，在大型伺服器到嵌入式系統皆有相當高的市佔率，在此系統上可以安裝架設各種伺服器套件應用，如：網頁伺服器、檔案伺服器、郵件伺服器等伺服器功能多元的應用。

2.1.2 無線網路

無線網路指各種形式的無線電電腦網路，無需線路即可在各個裝置上互相連接通訊，一般使用電磁波傳遞訊號資料進行操作，如：Bluetooth（藍芽）[10]、ZigBee[11]、Wi-Fi[12]、WiMAX[12]、GSM（全球行動通訊系統）[13]、PCS（個人通訊服務）[14]等多種的類型，本論文使用的是 Wi-Fi 進行資料的傳輸，在此只針對 Wi-Fi 進行介紹。

Wi-Fi 建立於 IEEE 802.11[15]標準的無線網路裝置，IEEE 802.11 發表於 1997 年，定義了媒體存取控制及實體層。媒體存取控制是區域網路中資料連結層的下層，提供定址與媒體存取的控制，讓不同的裝置在網路節點上不會互相衝突，實體層定義在 2.4GHz 的 ISM 頻段（Industrial Scientific Medical Band）。1999 年再加上了兩個補充版本，為 802.11a 及 802.11b 分別定義 5GHz 及 2.4GHz 在 ISM 頻段 [16]上的資料傳輸速率，2.4GHz 的 ISM 頻段是世界上大多數國家通用的頻段，為了解決符合 802.11 標準的產品的相容性問題，在 1999 年成立了 Wi-Fi 聯盟，認證產品解決相容性問題及制定相關規範。802.11 標準如表 2-2 所示。

現今許多的裝置具有 Wi-Fi 的功能，像是智慧型裝置、筆記型電腦等，擁有 Wi-Fi 功能的裝置在有免費公開熱點的公共場所、賣場或商店都能使用，依照個人需求也可以在家中自行安裝無線路由器架設私人熱點。在各個地方都能連接至國際網路，是一個相當常見便利的網路連線方式。

Wi-Fi 的距離有限，以 802.11b 或 802.11g 規範搭配一般的天線，在無障礙空曠的室內空間，訊號範圍約 50 平方公尺，而室外空間訊號範圍約 120 平方公尺，以 802.11n 規範的訊號範圍約可以超過以上兩個數據的兩倍。雖然距離有限，但在本論文居家監控使用上已經相當足夠了。在居家使用通過 Wi-Fi 認證的設備，具有 WPA 與 WPA2 安全加密標準，及 EAP 的認證標準，可以適當的進行加密保護資料，避免遭到入侵及占用。

目前市面上有需多 USB 無線網卡可以選擇使用，容易取得及安裝，價格也較便宜，可根據需求可選擇大功率具備天線的無線網卡，本論文以 TOTO-LINK N150UA[34] 如圖 2-2，為例進行設定。

表 2-2 802.11 標準

802.11	原始標準（2Mbit/s，2.4GHz 頻道）
802.11a	實體層補充（54Mbit/s，5GHz 頻道）
802.11b	實體層補充（11Mbit/s，2.4GHz 頻道）
802.11c	符合 802.1D 的媒體存取控制層橋接
802.11d	根據各國無線電規定做的調整
802.11e	對服務等級的支援
802.11f	基站的互連性
802.11g	實體層補充（54Mbit/s，2.4GHz 頻道）
802.11h	DFS /TPC，通訊頻道（5GHz 頻段）
802.11i	安全和授權方面的補充
802.11n	導入多重輸入輸出和 40Mbit 頻寬技術，802.11a/g 的延伸版
802.11ac	實體層補充（1x1 MIMO，433Mbit/s，5GHz 頻道），80Mbit 頻寬



圖 2-2 USB 無線網卡 TOTO-LINK N150UA

2.1.3 即時影像

隨著科技的進步及網路的發達，即時影像的運用越來越多，如視訊及影片直播串流。人們透過即時影像的方式來與遠方的朋友見面聊天，公司使用視訊開遠端會議，遊戲玩家使用即時影像串流觀看即時對戰的情形。各種的即時影像應用在我們生活中形影不離，縮短人與人之間的距離，協助公司能夠快速的在不同的地點召開會議，幫助人們遠距離見面還可以及時觀看家中的影像確保安全，即時影像縮短了人們的距離。

本論文之操作平台是建置在網頁伺服器上，使用網頁顯示即時影像。網頁即時影像軟體有很多種，在此使用 MJPG-streamer[17]。

MJPG-streamer 是一種影像串流軟體，將每秒所拍攝的影像以圖片方式更新到網頁上，由於更新的速度相當的快因此看起來像是即時的影像，其系統使用占有率更低，運作在 ARM 平臺上相當順暢。

2.1.4 網頁伺服器

網頁伺服器一般指的是提供網頁服務的電腦，在大型或超級電腦上架設網頁服務。網頁伺服器會等待接受網頁瀏覽器的請求，回傳相關的資料或圖片，提供大眾連線瀏覽資訊服務。在伺服器上通常會具有相當大的資料，提供資料查詢及觀看下載等服務，因此伺服器的使用效率都相當的高，需要多核心、極高的運算速度、很多的空間來滿足使用者的需求，因此伺服器需要一個相當強大的運算機器。

隨著科技的進步，網路的需求越來越大，而網路需求大量的增加，許多使用者因為商業需求或個人興趣，也都自行在公司或自家架設網頁服務，提供商業廣告及資訊瀏覽或私人用途，讓網路資訊更多元更豐富。在個人或公司網頁通常不會對外公開，使用的人數較少使用的需求也較低，因此一般個人電腦及現今流行的 ARM 架構電腦都可以拿來架設伺服器，為公司或家庭提供服務。

現今網頁伺服器服務不只有在大型或超級電腦上架設，在個人電腦或 ARM 架構電腦上也有許多的應用，本論文考量為節省成本及方便性選擇在 ARM 架構電腦上架設服務，系統以自由開源的 Debian Linux 來做為系統的基礎，而網頁服務軟體以免費及開放原始碼做評估選擇，以常見的幾種如：Apache[18]、Lighttpd[19] 及 Nginx[20]來考量。

Apache 最有名且最廣泛被使用的網頁伺服器軟體，其支援的協定、認證、撰寫語言介面最為豐富，幾乎可以在各種電腦上運作，支援最新且具有較高安全性的協定及認證。

Lighttpd 是一個開源的網頁伺服器軟體，其特點為輕巧、安全、快速、相容性高，核心及記憶體的使用率都相當低，對於機器的負載較為輕鬆，低效能的機器也能輕鬆勝任。

Nginx 是一個輕量級的網頁伺服器軟體具有相當好的性能及相當高的穩定性，安裝後可立即使用無須重新啟動，既使更新也無需中斷服務。

根據查詢網路上的資料[32]及使用心得分析，Apache 較適合做為後台伺服器，處理較複雜的請求及功能。Lighttpd 較適合作為簡易的網頁或圖片伺服器。Nginx 較適合作為前端伺服器，占用資料較少能處理大量靜態頁面的服務，最終選擇使用較適合作為圖片伺服器的 Lighttpd 來架設服務。

2.1.5 GPIO

Raspberry Pi 上具有兩排 13 隻的排針接腳，共 26 隻的 GPIO (General Purpose Input/Output) 通用型輸入輸出如圖 2-3 及表 2-3，可以經由撰寫程式來控制這些接腳，接腳可以連接各種電子零件，如 LED、按鍵開關、繼電器、邏輯或功率 IC 等，以此來進行操作及各種應用創作。

Raspberry Pi 的 GPIO 程式撰寫部分大多使用 Python、C、Java[21]語言連串寫程式進行控制，也有人使用 PHP[22]語言或 Shell script，操作方式相當的多元。在本論文中選擇較多人使用的 Python 來進行撰寫控制，在硬體連接方面使用上必須特別注意，Raspberry Pi 上的 GPIO 無電路保護且有電流輸出的限制，每個接腳輸出最大 16mA，全部同時輸出最大 50mA，因此有重負載的元件必須配合驅動電路來做操作，否則可能動作錯誤而造成短路燒毀。

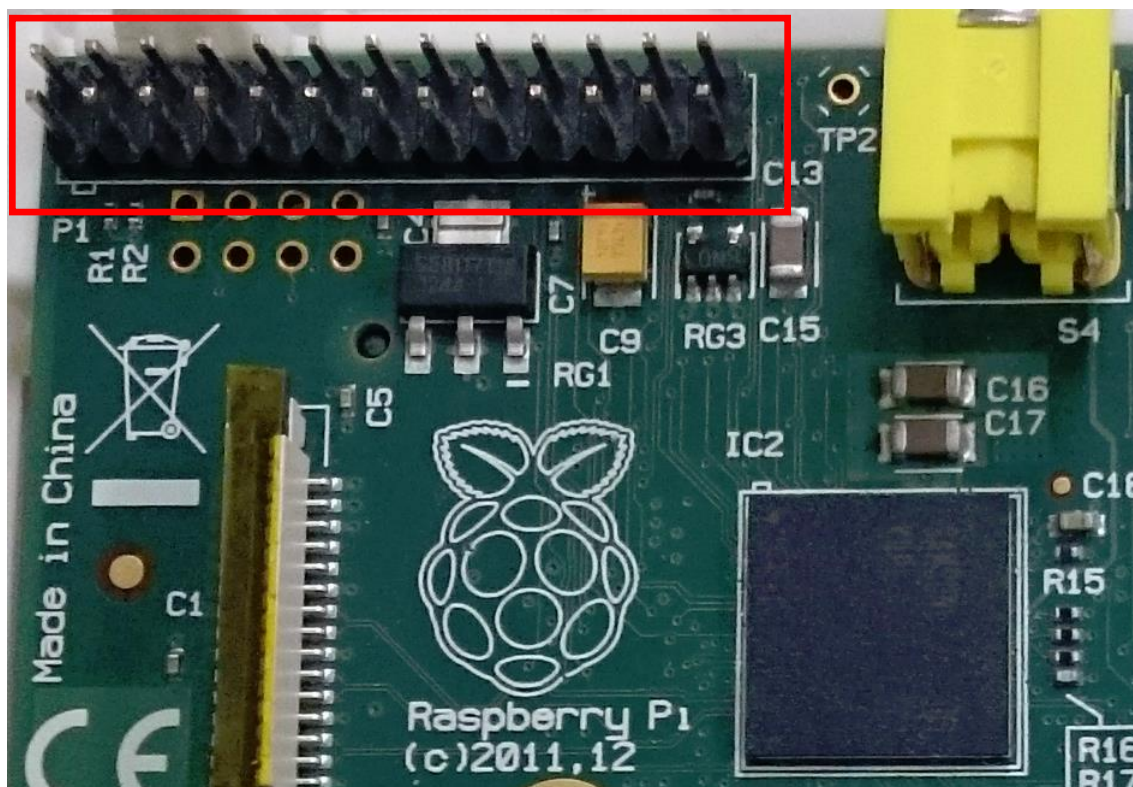


圖 2-3 Raspberry Pi GPIO

表 2-3 GPIO 接腳列表

功能	腳位	腳位	功能
3.3V	1	2	5V
GPIO 2 [I2C_SDA0]	3	4	5V
GPIO 3 [I2C_SCL0]	5	6	GND
GPIO 4	7	8	GPIO 14 [TXD]
GND	9	10	GPIO 15 [RXD]
GPIO 17	11	12	GPIO18
GPIO 27	13	14	GND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24
GPIO 10 [SPI_MOSI]	19	20	GND
GPIO 9 [SPI_MISO]	21	22	GPIO 25
GPIO 11 [SPI_SCLK]	23	24	GPIO 8 [SPI_CE0]
GND	25	26	GPIO 7 [SPI_CE1]

2.2 Arduino

Arduino[23]是一個開放原始碼的單晶片微控制器。以彈性、容易使用的軟硬體為基礎，方便讓有想法的人可以容易的快速實現，其原始碼及電路設計圖皆可以在官方網站上找到，可免費下載開發軟體 ArduinoIDE 來進行撰寫、燒錄及操作，皆使用 USB 來連接控制，可以與各種電子零件連接創作。電源使用 USB 介面，方便且容易取得，若有負載較重的元件也可以使用外部電源輸入來提供電力需求。使用較低廉的微處理控制晶片單板價格較為便宜，因為開放原始碼網路上的資源較多，對使用者相當友善及便利。

本文使用 Arduino UNO 作為充電座之引導平臺，其圖及詳細規格如圖 2-4、表 2-4：

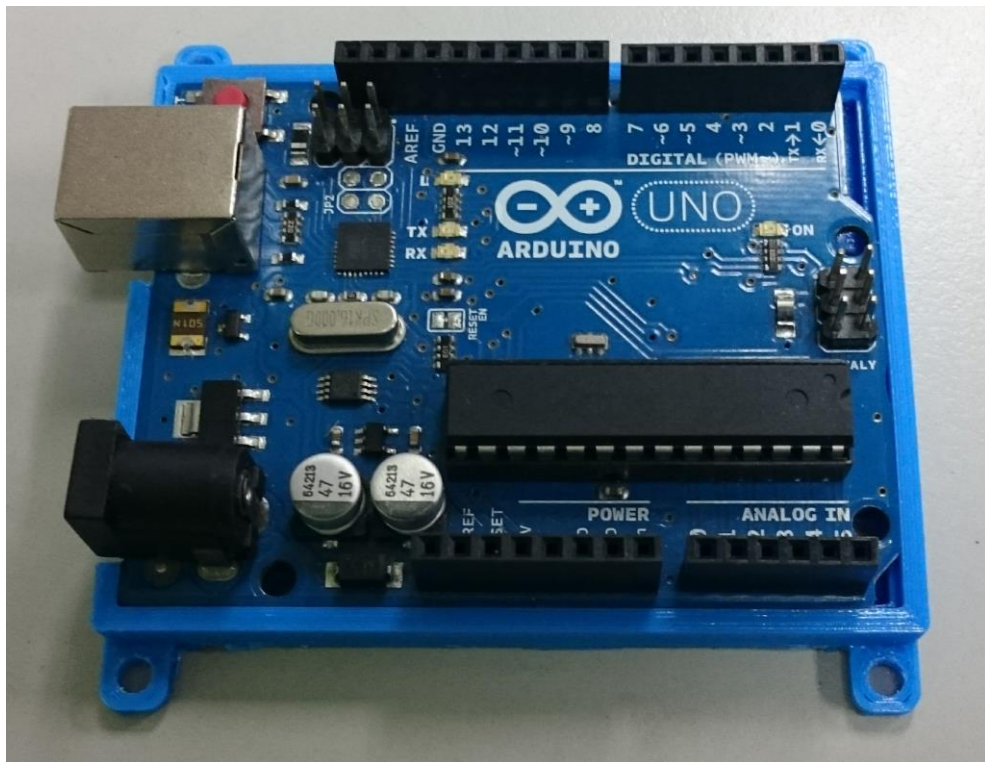


圖 2-4 Arduino UNO

表 2-4 Arduino 規格表

微控制器	ATMEGA328P
工作電壓	5V
輸入電壓	7-12V
數位 I/O 腳	14(其中 6 組為 PWM)
PWM 數位 I/O 腳	6
類比輸入腳	6
每個 I/O 腳電流	20mA
DC 3.3V 腳電流	50mA
Flash Memory	32KB
SRAM	2K
EEPROM	1K
Clock Speed	16MHz
長	68.6mm
寬	53.4mm
重量	25g

第三章 研究方法

本論文是以微型電腦作為基礎架設影像遙控車，遙控車搭載攝影機，讓攝影機能夠自由移動，解決死角的問題並且減少攝影機數量。材料採用普遍易取得的設備，如：常見的網路攝影機、USB 網路卡、行動電源、玩具遙控車、WiFi 基地台及電腦，以此來降低成本，避免使用昂貴特殊的設備。硬體架構圖如下圖 3-1：

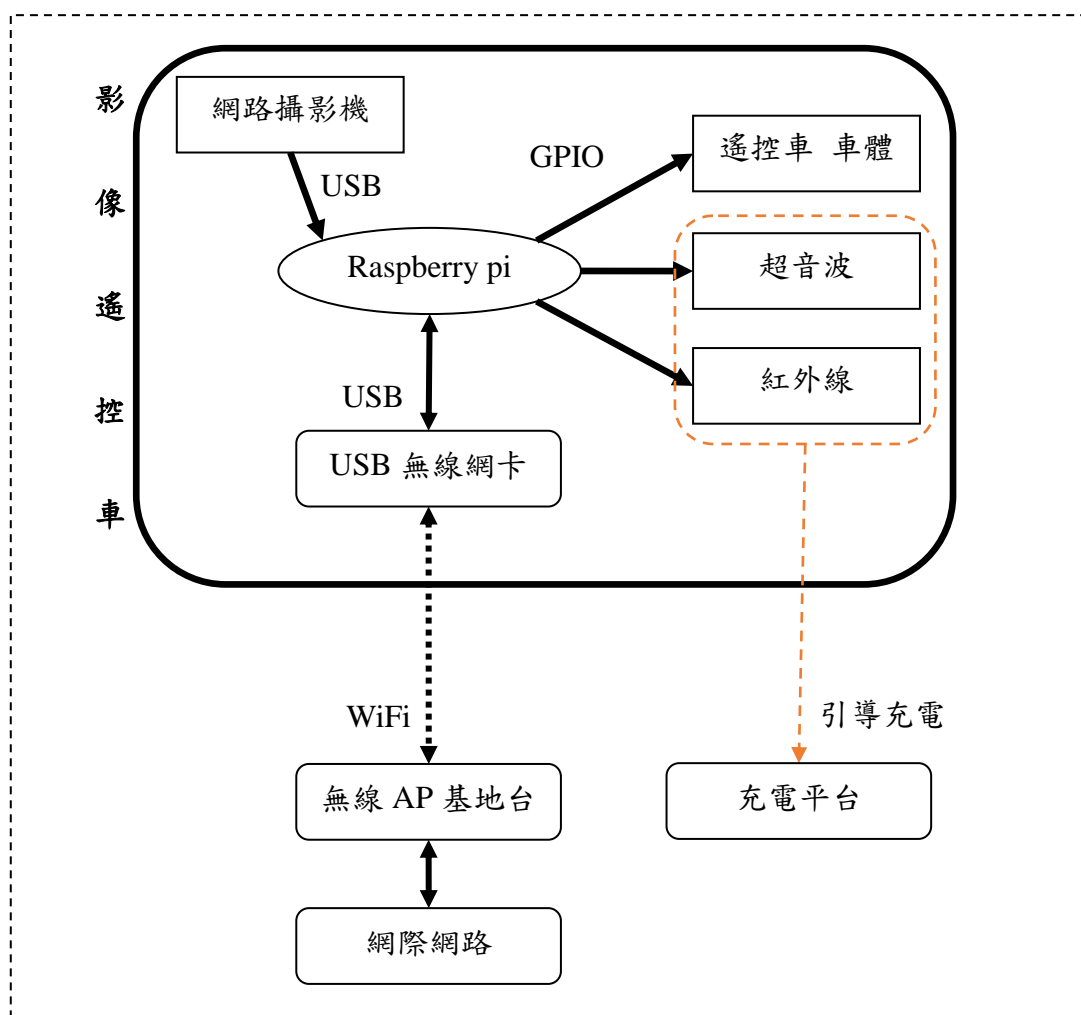


圖 3-1 硬體架構圖

以 Raspberry pi 上之 GPIO 控制遙控車移動，網路攝影機拍攝影像，結合以上功能到網頁伺服器上作為操控介面，以 USB 無線網路卡傳送資料到網際網路上，讓使用者能在電腦上操作使用。

系統架構圖如下圖 3-2，讓使用者能在地透過網際網路連接到家中，開啟網頁操控介面來控制影像遙控車，在家中協助巡視狀況，保障居家安全。

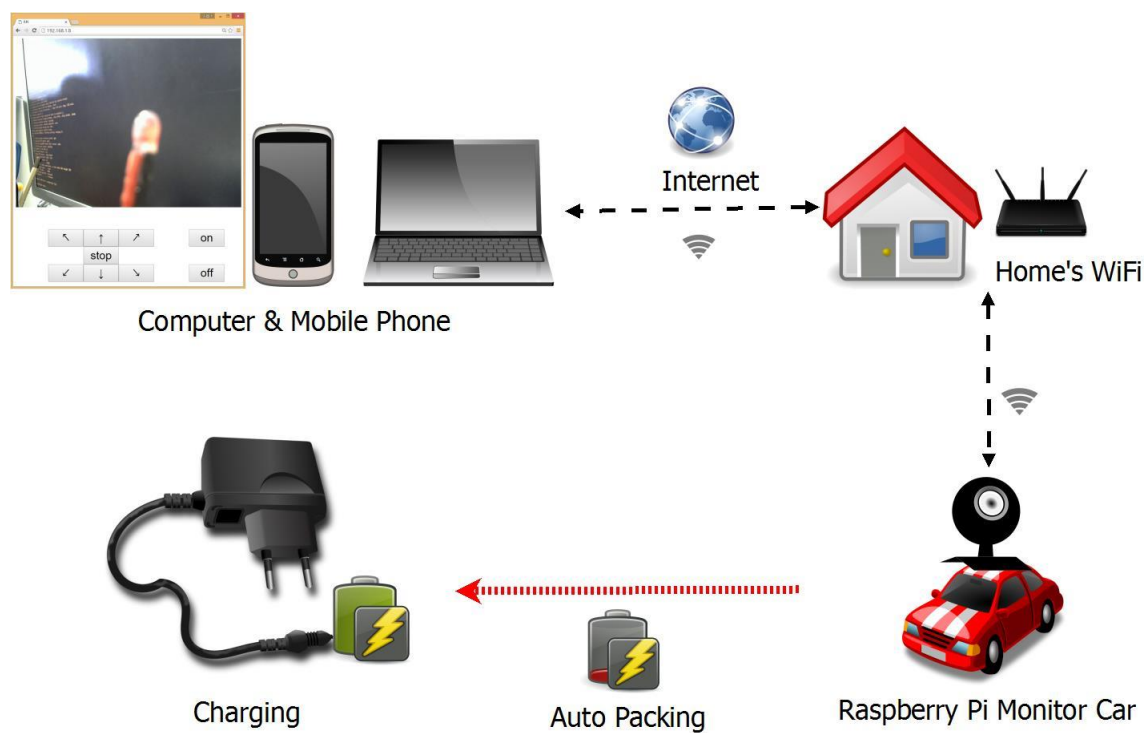


圖 3-2 系統架構圖

3.1 Raspberry Pi linux 基本環境建置

事前準備：

- Linux 環境電腦
- Raspberry Pi
- USB 介面滑鼠
- USB 介面鍵盤
- 具 HDMI 輸入之螢幕
- USB 5V 1A 以上之電源
- SDcard 4G 以上
- Raspbian 映像檔

以官方提供之 Raspbian[24]作為 Raspberry Pi 之系統基礎環境，將下載之檔案進行解壓縮會得到一個映像檔，以超級使用者權限執行 dd 指令將 Raspbian 映像檔寫入 Raspberry Pi 之 SD 卡，詳細指令如下，等待寫入完成後將成為 Raspberry Pi 開機環境使用。

```
~# dd if=raspbian.img of=/dev/sdd bs=4M
```

- if：輸入檔案或裝置
- of：輸出檔案或裝置
- bs：一個區塊的大小，預設為 512 bytes

將周邊配備、寫入系統映像檔之 SD 卡及電源連接安裝完成即可開機。首次開機將會進入以下畫面進行設定如圖 3-3，可根據個人需求及喜好進行設定，完成後選擇 Finish 重新開機，開機進入登入畫面即可使用如圖 3-4。

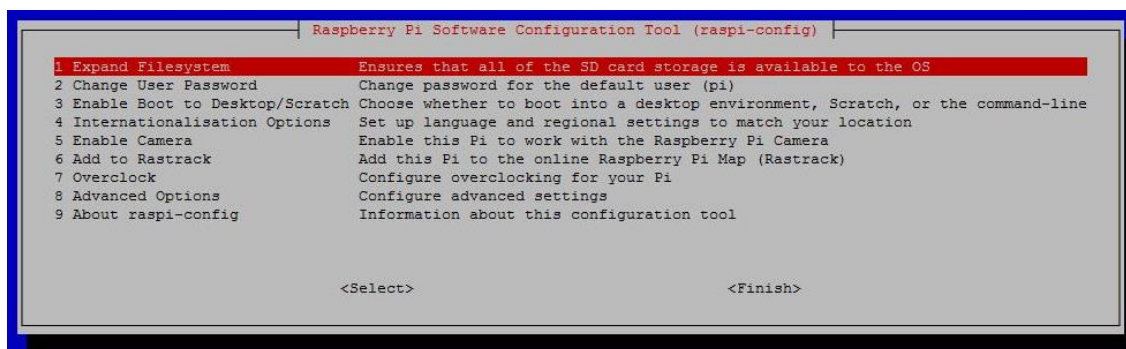


圖 3-3 Raspberry Pi raspi-config 設定畫面

1 Expand Filesystem：規劃延展剩餘空間

2 Change User Password：變更使用者密碼

3 Enable Boot to Desktop/Scratch：設定開機是否進入圖形介面

4 Internationalisation Options：設定語系、時區、鍵盤規格

5 Enable Camera：啟用相機功能

6 Add to Rastrack：加入 Raspberry Pi 社團

7 Overclock：超頻設定

8 Advanced Options：進階選項設定

9 About raspi-config：關於 raspi-config 設定

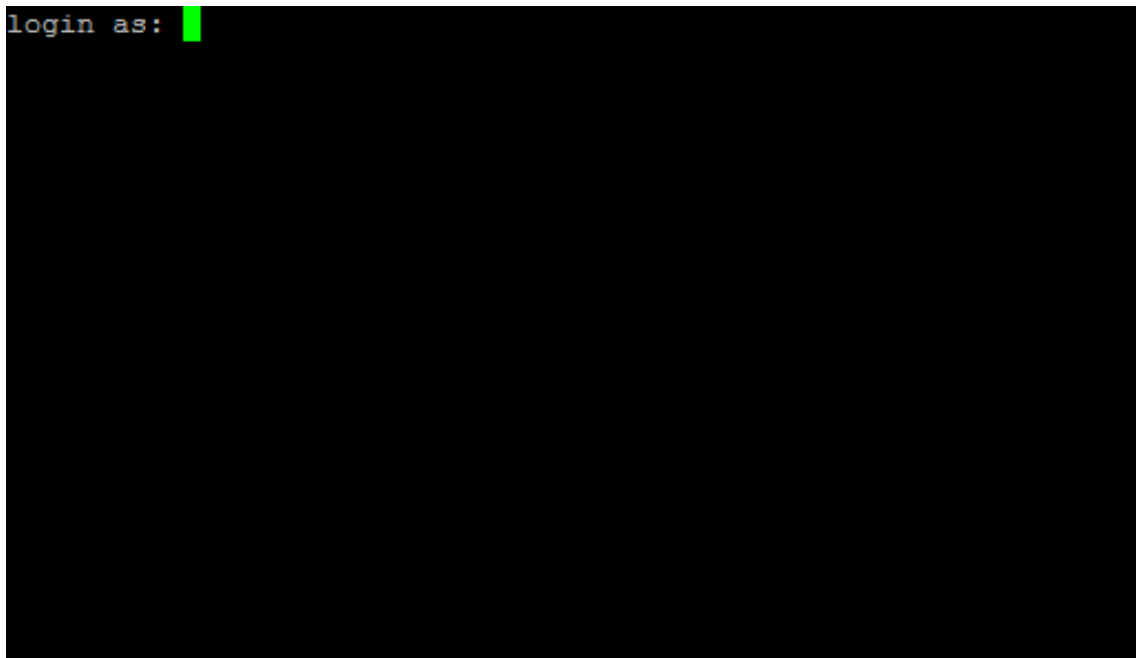


圖 3-4 開機登入畫面

首次開機完成設定後，登入進行資訊更新、軟體更新及所需套件的安裝，指令分別如下：

資訊更新指令如下：

```
~# apt-get update
```

軟體更新指令如下：

```
~# apt-get upgrade
```

套件安裝指令如下

```
~# apt-get install
```

● 可能發生問題及解決方法

輸入可能會遇到符號輸入錯誤的問題，輸入「@」符號可能會變成其他符號，原因是因為初始鍵盤設定錯誤，只要以超級使用者權限編輯/etc/default/keyboard 文件將內容 XKBLAYOUT= "uk"改為 XKBLAYOUT= "us"即可修正此問題。

3.1.1 手動無線網路連線設定

將 USB 網卡連接至 Raspberry Pi 後下達 USB 連接狀態指令：

```
root@raspberrypi:~# lsusb
```

輸出狀態如下：

1	Bus 001 Device 002: ID 0424:9512 Standard Microsystems Corp.
2	Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
3	Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
4	Bus 001 Device 004: ID 05e3:0606 Genesys Logic, Inc. USB 2.0 Hub / D-Link DUB-H4 USB 2.0 Hub
5	Bus 001 Device 008: ID 148f:3070 Ralink Technology, Corp. RT2870/RT3070 Wireless Adapter
6	Bus 001 Device 005: ID 04f3:0103 Elan Microelectronics Corp.
7	Bus 001 Device 006: ID 046d:082b Logitech, Inc.

其中第 5 行為本網卡資訊，其晶片廠商為 Ralink 晶片代號為 RT2870/RT3070 之無線網卡，確認網卡正確連接後，查看網卡連線狀態指令：

```
iwconfig
```

輸出狀態如下：

1	wlan0 IEEE 802.11bgn ESSID:off/any
2	Mode:Managed Access Point: Not-Associated Tx-Power=20 dBm
3	Retry short limit:7 RTS thr:off Fragment thr:off
4	Encryption key:off
5	Power Management:off

此狀態表示網卡已啟動，但第一行 ESSID:off/any 表示尚未連接至無線網路，搜尋是否有可使用的無線網路，搜尋指令如下：

```
iwlist wlan0 scan
```

搜尋後會輸出目前可以連線之無線網路名稱狀、態及其向細資訊，由於詳細內容非常的多，為了方便尋找可連線名稱，在指令後方加上 “|grep ESSID” 後其輸出只會有可連線之名稱，輸出如下：

1	ESSID:"stust_p403"
2	ESSID:"stust_p501"
3	ESSID:"Tenda_227B08"
4	ESSID:"TOTOLINK N300RA"
5	ESSID:"stust_s514"
6	ESSID:"stust_p502"
	ESSID:"S609"

在收尋到的名稱中選擇所知道的網路進行連線，在此以 "stust_p501" 為例，連線指令如下：

```
iwconfig wlan0 essid stust_p501
```

再次以 iwconfig 檢查連線狀態，其輸出內容將會顯示 ESSID: "stust_p501" 代表已連線到 "stust_p501" 但是還無法連線到網路，必須取得網路 IP 才能連線至網際網路，自動取得 IP 指令下：

```
dhclient -v wlan0
```

輸出狀態如下：

1	Internet Systems Consortium DHCP Client 4.2.2
2	Copyright 2004-2011 Internet Systems Consortium.
3	All rights reserved.
4	For info, please visit https://www.isc.org/software/dhcp/
6	Sending on Socket/fallback
7	DHCPREQUEST on eth0 to 255.255.255.255 port 67
8	DHCPACK from 192.168.10.1
9	bound to 192.168.10.102 -- renewal in 279 seconds.

在第 9 行顯示，此狀態代表有取得 IP，IP 為 192.168.10.102，成功取得 IP 後即可測試連線到網際網路。

3.1.2 自動無線網路連線設定

手動無線網路連線設定後僅能單次連線，開機後就需要再重新設定，因此僅能單次使用或測試網路卡，為了方便使用每次都能自動連線，因此要將設定寫入網路設定檔，開機就能自動連線至網路。

網路設定檔路徑為 `/etc/network/interfaces`，設定內容如下：

1	auto lo
2	iface lo inet loopback
3	auto eth0
4	allow-hotplug eth0
6	iface eth0 inet manual
7	auto wlan0
8	allow-hotplug wlan0
9	iface wlan0 inet manual
10	wpa-conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf

➤ 第 7 到第 10 行，為無線網路設定內容

➤ 第 10 行，為預設之圖形化套件設定，必須進入桌面環境點選套件進行設定才能使用

由於圖形化套件必須每次開機都進入桌面環境點選連線，因此不採用其預設之方式，將其設定拿掉，將設定檔之無線網路設定部分改為以下內容：

1	auto wlan0
2	allow-hotplug wlan0
3	iface wlan0 inet dhcp
4	wpa-ssid "Tenda_227B08"
5	wpa-psk "12345678"

➤ 第 3 行，將原本的 manual 改為 dhcp 自動搜尋 IP

➤ 第 4、5 行，設定要連線之無線網路帳號及密碼

設定檔修改完成後重新啟動網卡即可連線測試。

● 可能發生問題及解決方法

1. 問題：無 iwconfig、iwlist 指令。

解決方法：請安裝 WiFi 工具套件 wireless-tools。

2. 問題：如果 lsusb 有找到 USB 網路卡裝置，但 iwconfig 沒有可以使用的無線網路卡。

解決方法：因為網卡尚未驅動，因此需要到網路卡官方網站下載驅動進行編譯及安裝，或是下載最新的 Linux 核心進行設定及編譯。

3.1.3 GPIO 基本操作測試

在官方的 Raspbian 系統中已經將 RPi.GPIO 模組加入，因此直接撰寫程式即可使用，首先先撰寫一個簡單程式來測試功能，程式內容如下：

1	#!/usr/bin/python
2	import RPi.GPIO as GPIO
3	import time
4	GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
5	ledpin = 21
6	GPIO.setup(ledpin, GPIO.OUT)
7	while True:
8	print "Set Output False"
9	GPIO.output(ledpin, False)
10	time.sleep(1)
11	print "Set Output True"
12	GPIO.output(ledpin, True)
13	time.sleep(1)

- 第 2、3 行，匯入 GPIO 及時間函式庫
- 第 4、5、6 行，設定使用腳位編號模式， ledpin 為第 21 腳為輸出腳位
- 第 7~13 行，主要程式迴圈，印出提示文字及輸出狀態到 ledpin 並延遲一秒

硬體部分先關閉電源，待電路完成再重新啟動避免短路，將 LED 正端連接到第 21 腳，LED 負端串接一個 330 歐姆的限流電阻後再接到 GND，電路完成後以 Python 執行程式，若功能正常 LED 會以亮滅顯示，完成後可做下一步更進階的功能。以 Python 執行程式指令如下：

sudo python test.py

3.2 即時影像安裝設定

硬體部份準備 USB Webcam，本論文以 Logitech C310[35]為例，與 Raspberry Pi 進行連接並下達指令查看 USB 連接裝置：

```
lsusb
```

輸出狀態如下：

1	Bus 001 Device 002: ID 0424:9512 Standard Microsystems Corp.
2	Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
3	Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
4	Bus 001 Device 004: ID 05e3:0606 Genesys Logic, Inc. USB 2.0 Hub / D-Link DUB-H4 USB 2.0 Hub
5	Bus 001 Device 005: ID 04f3:0103 Elan Microelectronics Corp.
6	Bus 001 Device 006: ID 148f:3070 Ralink Technology, Corp. RT2870/RT3070 Wireless Adapter
7	Bus 001 Device 008: ID 046d:081b Logitech, Inc. Webcam C310

第 7 行能看到 Logitech C310 裝置以正確連接使用。



圖 3-5 Logitech C310

軟體部分，到官方網站下載 MJPG-streamer 套件並解開壓縮，此時會得到一個 mjpg-streamer-r63 的資料夾並到此目錄下查看資料，此套件必須將其編譯才能使用，編譯指令如下：

```
make
```

開始編譯後會出現很多的編譯訊息，其中會出現錯誤訊息如下：

```
1 jpeg_utils.c:27:21: fatal error: jpeglib.h: No such file or directory
2 compilation terminated.
3 Makefile:30: recipe for target 'jpeg_utils.lo' failed
4 make[1]: *** [jpeg_utils.lo] Error 1
5 make[1]: Leaving directory '/home/pi/mjpg-streamer-r63/plugins/input_uvc'
6 Makefile:43: recipe for target 'input_uvc.so' failed
7 make: *** [input_uvc.so] Error 2
```

其中第一行提到 jpeglib.h: No such file or directory 是缺少 jpeglib 函式庫，因此到 Debian 官方網站搜尋得知需安裝 libjpeg8-dev 套件，安裝指令如下：

```
~# apt-get install libjpeg8-dev
```

套件安裝完成後即可繼續完成編譯。

編譯完成後會產生以下檔案：

mjpg-streamer	執行套件指令
input_testpicture.so	測試用指令
input_uvc.so	驅動為 uvcvideo.ko 的 webcam
output_file.so	將畫面輸出成檔案儲存
output_http.so	將畫面輸出到網頁伺服器

使用以下指令測試輸出是否正常：

```
./mjpg_streamer -i "./input_uvc.so -n -f 15 -r 1024x768" -o "./output_http.so -n -w ./www"
```

- mjpg-streamer 指令參數有 -i 及 -o，分別為輸入及輸出。

- input_uvc.so 的參數有：

-y：將影像以 YUYV 格式輸出。

-r：解析度設定。

-d：設定使用裝置，預設為/dev/video0。

-f：每秒拍攝張數，預設為 5。

-q：設定影像品質，預設為 80。

- output_http.so 的參數有：

-w：指定網頁目錄位置，預設為 demo 畫面。

-p：指定網頁服務 TCP port 號，預設為 8080。

-c：設定帳號管理加密功能。

-n：關閉可執行指令。

指令若有成功執行會顯示詳細輸入輸出資訊，若有錯誤也會在此時顯示錯誤及原因。

1	i: Using V4L2 device.: /dev/video0
2	i: Desired Resolution: 1024 x 768
3	i: Frames Per Second.: 15
4	i: Format.....: MJPEG
5	o: www-folder-path...: ./www/
6	o: HTTP TCP port.....: 8080
7	o: username:password.: disabled
8	o: commands.....: disabled

此時就可以使用同網域之電腦查看網頁內容將會看到拍攝之畫面，如下圖 3-6 所示：

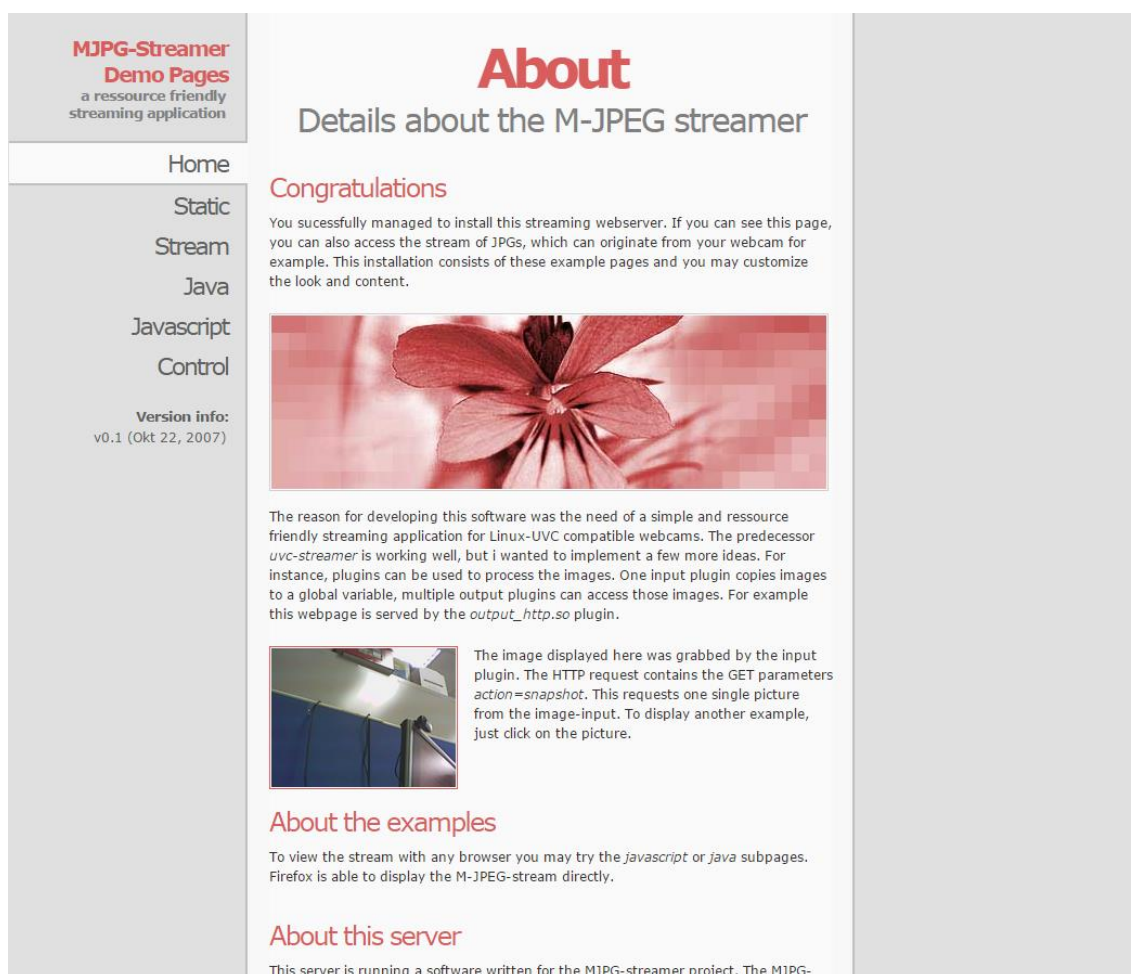


圖 3-6 影像測試頁面

確認影像服務可以正常使用後，可以建立一個 shell 方便做執行，因影像服務啟動的參數及指令相當多且複雜，避免遺漏或忘記參數設定，影像服務成功架設後須加入開機啟動，否則每次開機都需要重新下達指令。在本論文必須開機就將服務啟動，以方便使用者無須再做執行。

首先需要新增一個專屬的使用者給影像伺服器使用，只發配影像的權限，以避免下錯指令傷害到系統的運作或遭到入侵時，此使用者只有影像的權限無法更動主要系統的內容，以保護系統安全，新增使用者指令如下：

```
~# useradd -G video -m stream
```

- -G：設定使用者副群組
- -m：建立使用者家目錄

新增完成後檢查使用者是否正確，以下為檢查使用者 id 指令：

```
id stream
```

輸出如下：

```
1 uid=1001(stream) gid=1004(stream) groups=1004(stream),44(video)
```

確認 groups 是否有 video 否則將無法使用影像功能，確定使用者群組後就可以在此使用者下重新架設影像服務，並撰寫一個 shell 方便做執行，shell 內容如下：

```
1 #!/bin/bash
2 cd /home/stream/mjpg-streamer-r63
3 ./mjpg_streamer -i "./input_uvc.so -n -f 15 -r 1280x960" -o "./output_http.so -n -w ./www" &
```

- 第 2 行，移動到 stream 套件鎖在目錄以方便執行指令
- 第 3 行，影像服務啟動及其參數

完成撰寫後做測試，確認指令無誤可以正確執行後就可以寫入開機執行檔，編輯 /etc/rc.local 文件加入以下內容：

1	/bin/su - stream -c /home/stream/start_mjpg-stream.sh
---	---

➤ su - stream：切換到 stream

➤ -c：只執行一次指令即離開使用者，其後方為執行之指令。在此為執行上一步驟所撰寫之 shell 來執行影像服務

編輯完成開機啟後即可重新開機做測試，確認開機執行是否正確動作，若動作正確即完成影像部分之設定。

3.3 自動充電

為了解決長時間的電力問題，因此必須搭配充電功能來做使用，在未使用的時候停放在充電平台充電以補足電力，需要查看家中狀態時可以自由地移動觀看，使用完畢後點選自動停放充電，以此提供整天的電力來源。

自動充電構想，以超音波避障自走方式沿牆巡航，待前方紅外線接收器收到引導訊號，根據引導訊號的方向移動停放進行充電，構想結構如下圖 3-7：

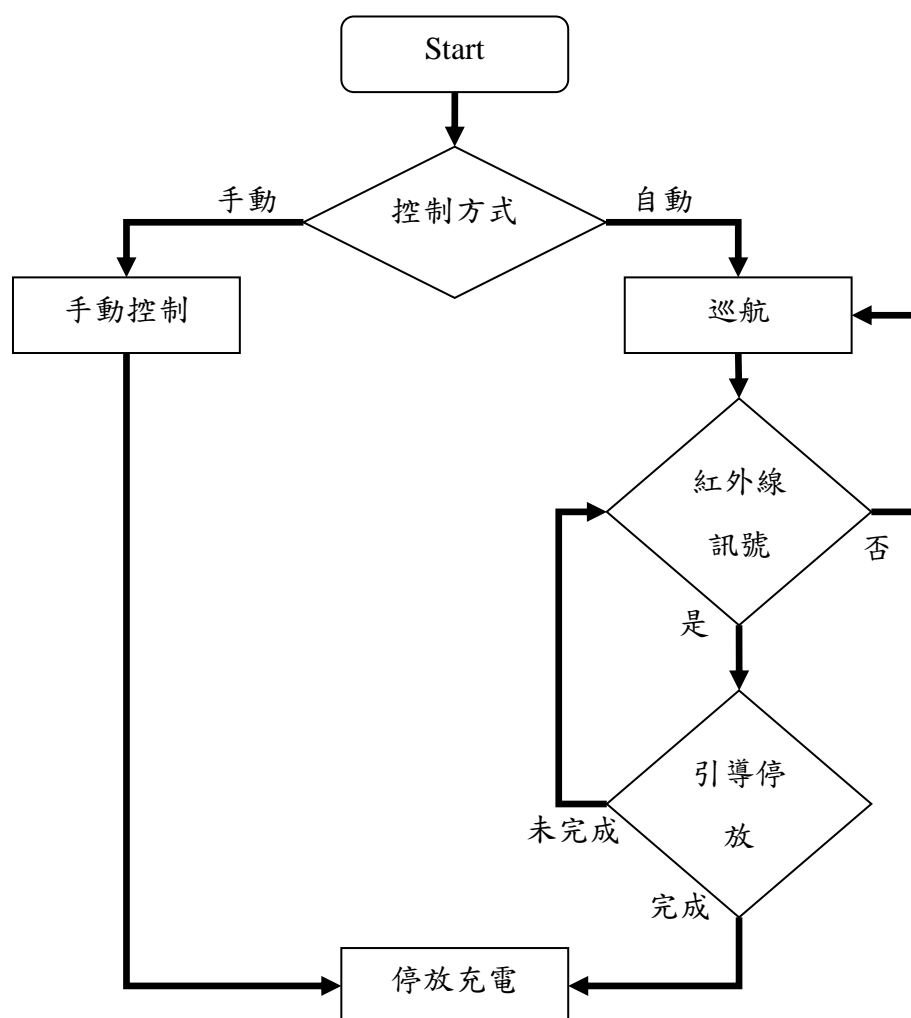


圖 3-7 自動充電流程圖

3.3.1 馬達驅動

使用 GPIO 控制馬達，硬體部分因馬達驅動電流較大需要使用馬達驅動電路，否則無法驅動。本論文使用雙 H 橋電路的 L293D[25]之 IC 來製作驅動電路，使用 IC 之第 8 腳連接外部電源供應避免電流不足，電路圖及實作圖如圖 3-8、圖 3-9 及圖 3-10。

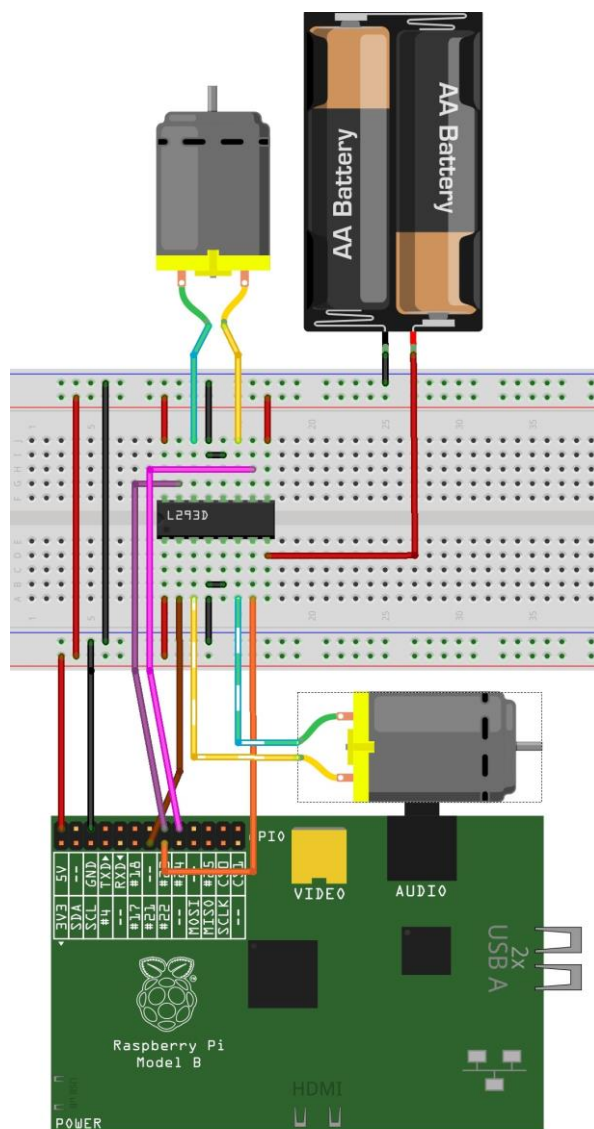


圖 3-8 L293D 馬達驅動電路電路圖

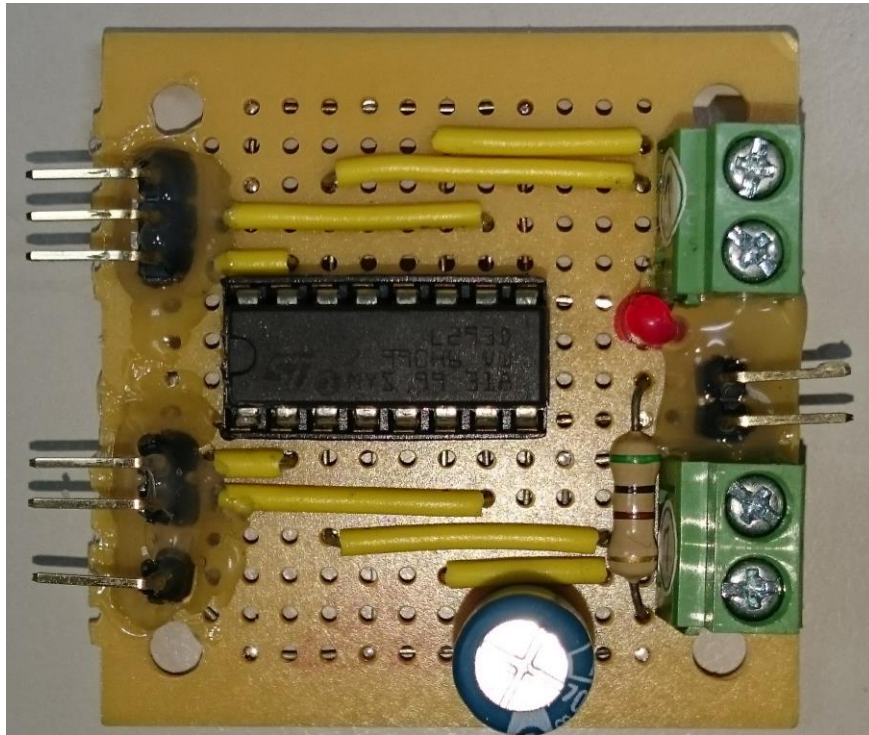


圖 3-9 L293D 馬達驅動電路實作(正)

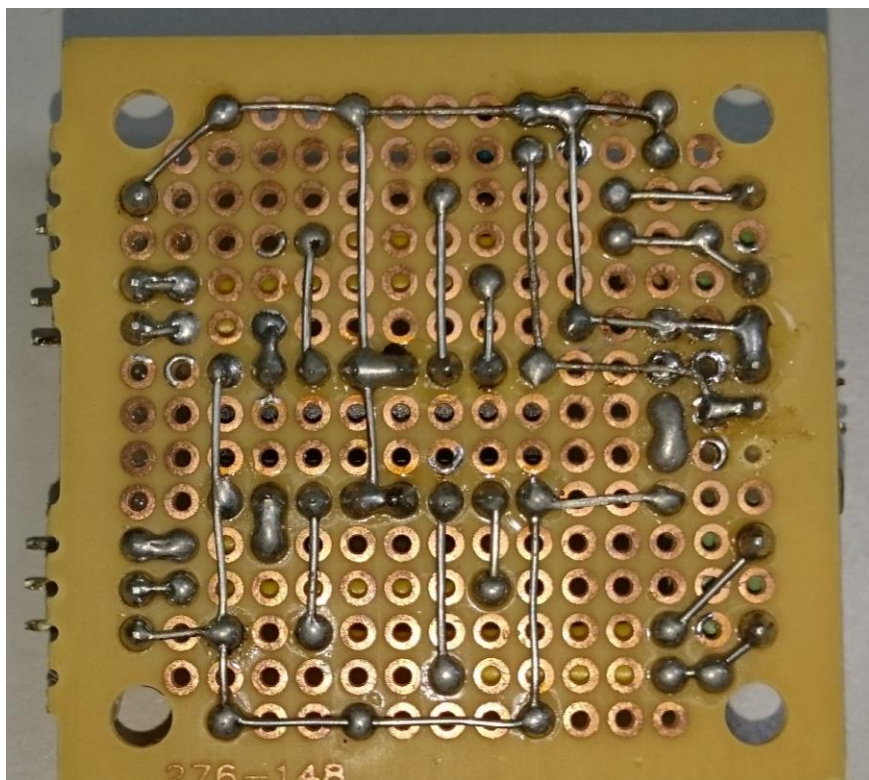


圖 3-10 L293D 馬達驅動電路實作(反)

程式部分，撰寫一個簡單的程式來測試，分別讓馬達正轉及反轉測試，馬達動作狀態及程式流程如表 3-1 及圖 3-11。

表 3-1 馬達狀態表

輸入 1	輸入 2	馬達狀態
0	0	停止
0	1	正轉
1	0	逆轉
1	1	停止

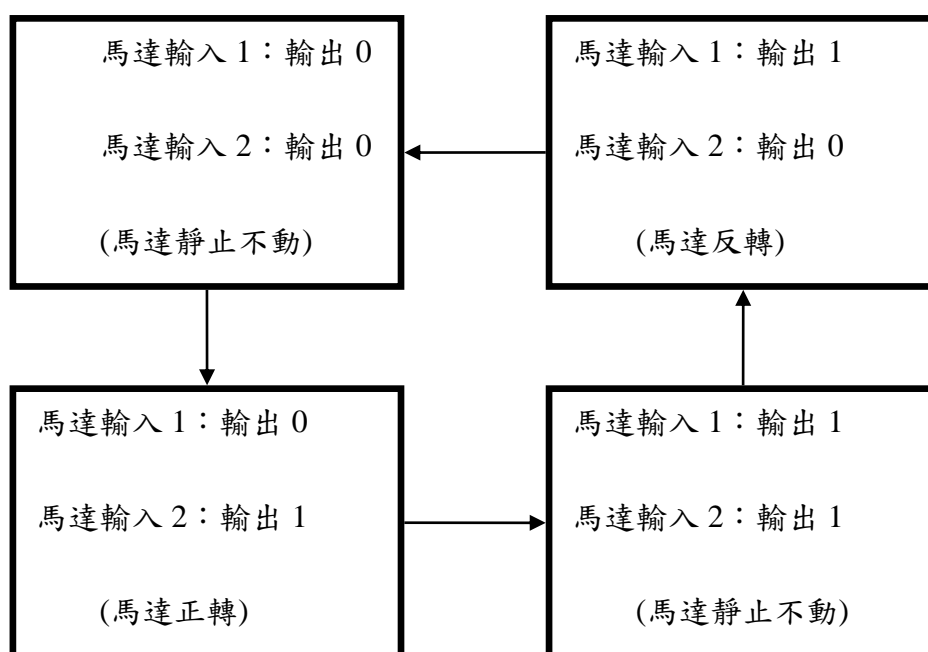


圖 3-11 馬達驅動測試程式流程圖

3.3.2 超音波測距

超音波是指超過人的耳朵所能聽到的聲波或震動頻率，如海豚及蝙蝠都是透過超音波來得知獵物及障礙物距離，以此來移動位置或準確捕捉獵物。本論文使用超音波模組來偵測前方距離，以音波訊號偵測前方障礙距離提早轉向達到避障及自走。

超音波一般在空氣中的速度為 340m/s，測量距離的方式如圖 3-12，發射一個音波訊號後開始計時至收到反射訊號為止，將其時間差透過運算得知與障礙物之距離，但此距離為聲音訊號的一去一回的距離，要得到實際的距離必需要將計算得知的距離除 2 才是實際的距離。以此距離來參考並判斷車子下一個行進的方向。計算公式如下：

$$\text{距離} = (\text{時間差} \times \text{音速}) / 2$$

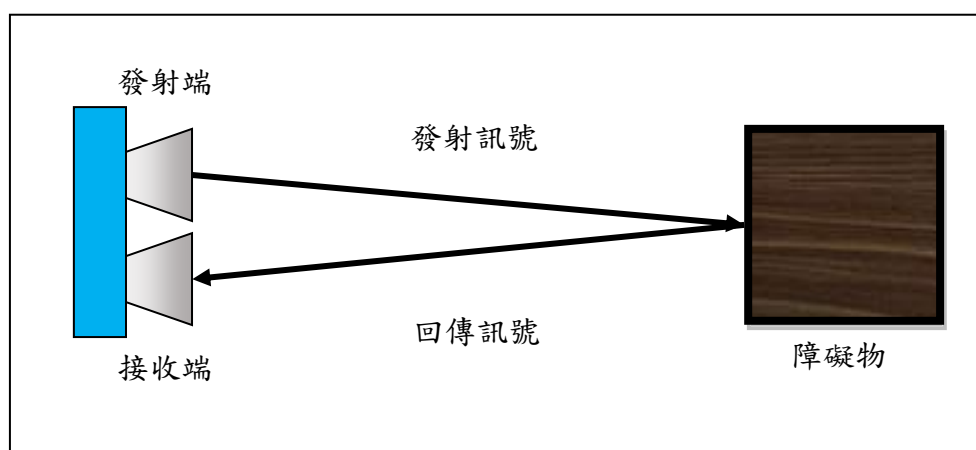


圖 3-12 超音波偵測示意圖

本論文所採用之超音波模組為 HC-SR04[26]，如圖 3-13 所示：



圖 3-13 超音波模組 (HC-SR04)

超音波模組 (HC-SR04) 的探測距離為 2 公分到 4 公尺，精度為 0.3 公分，感應角度為 15 度，其接腳功能如下：

- Vcc：電源端
- Trig：訊號發射端
- Echo：訊號接收端
- Gnd：電路接地端

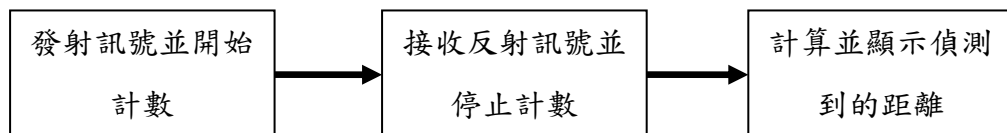


圖 3-14 超音波程式流程圖

3.3.3 自走巡航

在遙控車上安裝超音波元件，量測各個方向牆壁及障礙的距離，以避障自走距離牆壁約 30 公分行走，沿牆巡航等待引導訊號，自走的程式流程如下圖 3-15：

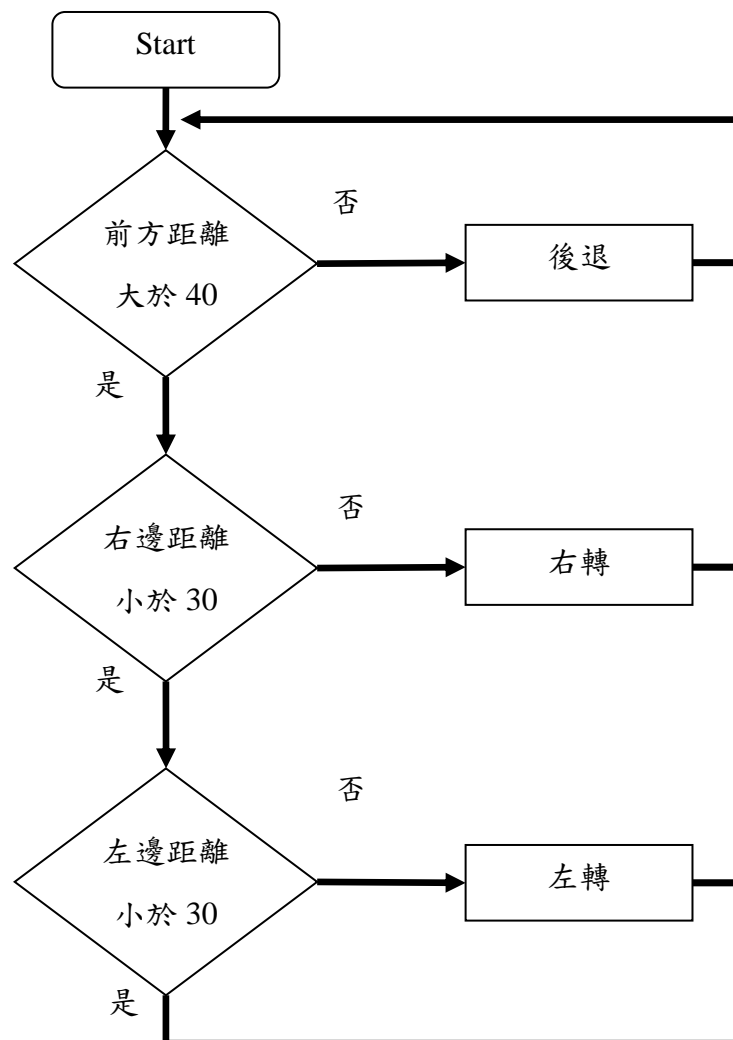


圖 3-15 自走巡航流程圖

3.3.4 紅外線引導

為了引導遙控車至充電處充電，使用具有方向性的紅外線來引導。在遙控車前方安裝兩個 38K 紅外線接收器來判斷引導方向，先使用超音波自走來搜尋紅外線訊號，收到訊號後再朝向紅外線的方向前進，接收器如圖 3-16：



圖 3-16 紅外線 38K 接收器

1. 訊號輸出端 (4.5 V ~5.5V)
2. 接地端
3. 電源端 (4.5 V ~5.5V)

發射端以紅外線發射元件搭配 Arduino 提供訊號進行發射，以下為引導原理及想法實現如圖 3-17，及程式流程如圖 3-18。

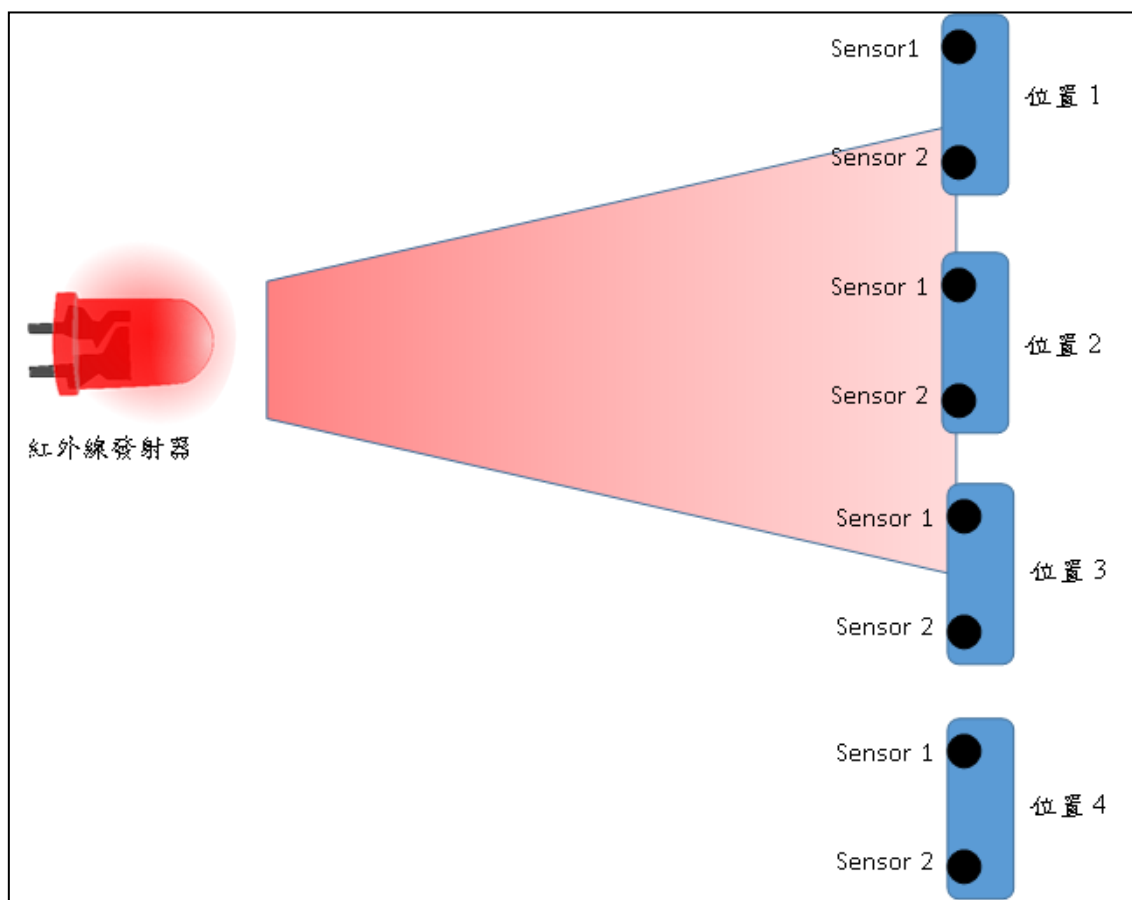


圖 3-17 引導示意圖

- 在位置 1 時，sensor1 未收到訊號，sensor2 收到訊號，sensor2 方向移動
- 在位置 2 時，sensor1 收到訊號，sensor2 收到訊號，直線前進
- 在位置 3 時，sensor1 收到訊號，sensor2 未收到訊號，sensor1 方向移動
- 在位置 4 時，sensor1 未收到訊號，sensor2 未收到訊號，繼續超音波尋航搜尋

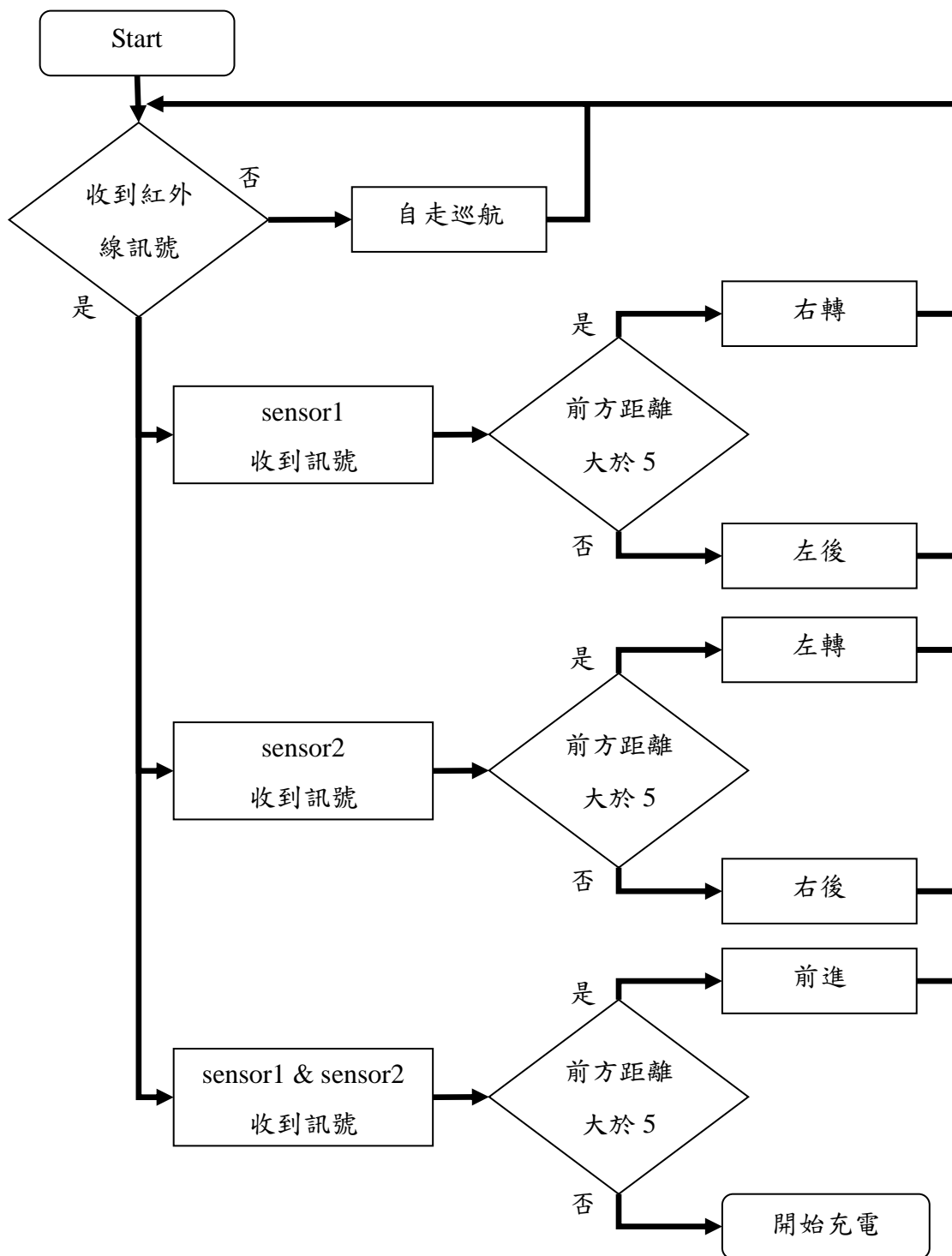


圖 3-18 紅外線引導流程圖

3.4 網頁伺服器安裝及設定

本論文所架設的環境為嵌入式平台，平台的處理能力相當有限，因此選擇輕巧型的 Lighttpd 網頁伺服器套件來使用，首先安裝 Lighttpd 套件再進行設定並撰寫一個簡單的網頁測試，安裝指令如下：

```
~# apt-get install lighttpd
```

編輯網頁內容要編輯 /var/www/index.html 之內容，內容如下：

```
1 <html>
2   <head>
3     <title>Hello world </title>
4   </head>
5   <body>
6     <h1>Hello world RPIcar</h1>
7   </body>
8 </html>
```

若架設成功，使用網頁瀏覽器連結自己的 IP 會看到下圖圖 3-19：

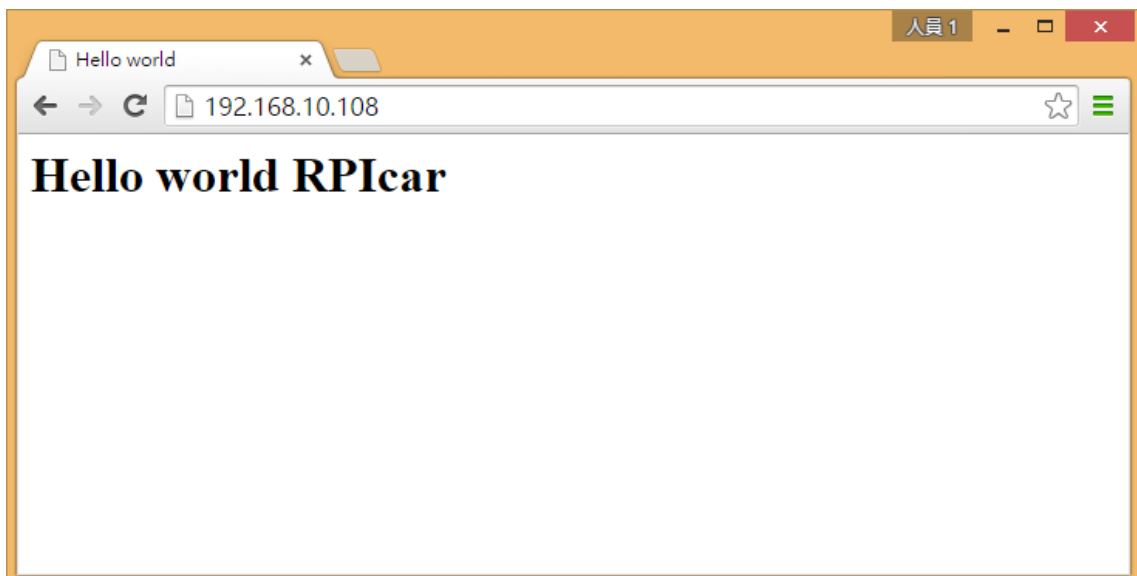


圖 3-19 網頁架設測試頁面

在此 GPIO 是使用 Python 控制，因此要讓 Python 與網頁伺服器連接，才能達到網頁控制。在此需要一個工具套件，以下為安裝套件指令：

```
~# apt-get install python-flup
```

接下來

要讓網頁伺服器可以執行 Python 控制 GPIO，Python 一般是任何使用者皆可執行讀寫，在此要做連接讓網頁伺服器使用，要特別注意其權限避免被攻擊破壞。因此要將不必要的寫入權限關閉留下執行讀的權限，若直接變更會影響其他使用者使用。因此將此指令複製一份專門給網頁伺服器使用，指令如下：

```
~# cp /usr/bin/python2.7 /usr/bin/pythonRoot
```

透過 Python 來控制 GPIO，但是 GPIO 的控制只有超級使用者才能使用，因此需要開一個例外的權限給他，指令如下：

```
~# chmod u+s /usr/bin/pythonRoot
```

接下來，編輯網頁設定檔 /etc/lighttpd/lighttpd.conf，加入模組並在模組內容設定 Python 主程式的位置，讓網頁伺服器能夠執行主程式，所增加內容如下：

```
1 fastcgi.server = (  
2     ".py" => (  
3         "python-fcgi" => (  
4             "socket" => "/tmp/fastcgi.python.socket",  
5             "bin-path" => "/var/www/run.py",  
6             "check-local" => "disable",  
7             "max-procs" => 1)  
8     )  
9 )
```

設定完成後編輯 Python 主程式，編輯完成後必須注意權限，讓網頁伺服器可以執行，程式結構流程如圖 3-20。

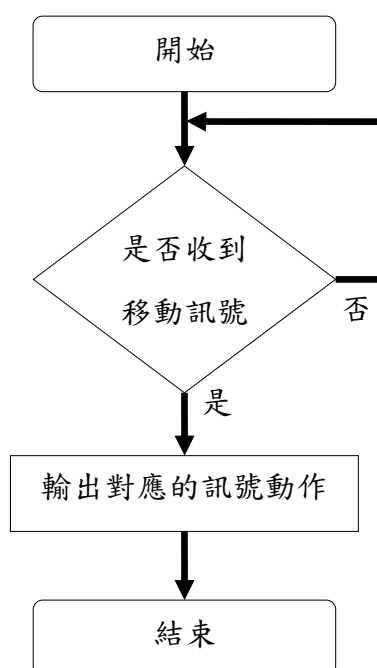


圖 3-20 Python 主程式流程圖

網頁控制主要為按鈕及即時影像構成，按鈕針對滑鼠的事件有以下幾種，如

表 3-2。

onmouseout	滑鼠指標離開 HTML 標籤
onmouseover	滑鼠指標進入 HTML 標籤
onmousemove	移動滑鼠
onclick	滑鼠左鍵點擊
ondblclick	滑鼠左鍵雙擊
onmousedown	滑鼠按下
onmouseup	滑鼠放開

表 3-2 網頁按鍵功能表

編輯網頁程式，程式結構如以圖 3-21。

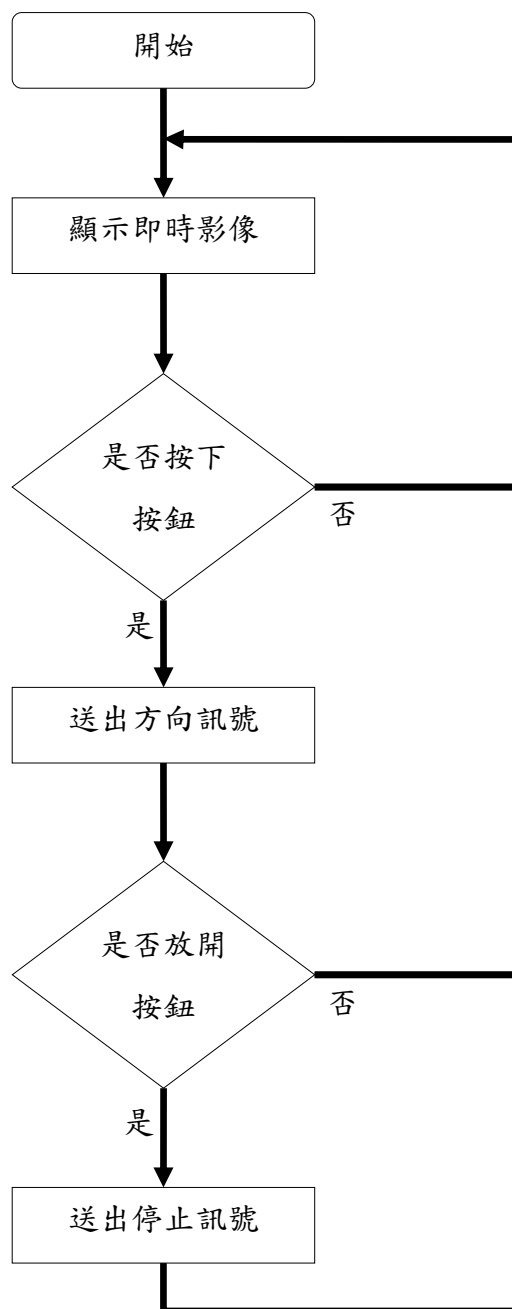


圖 3-21 網頁程式流程圖

撰寫完成後，重新啟動網頁服務，再使用網頁瀏覽器瀏覽會看到以下畫面，
如圖 3-22，在此可以測試功能是否正確。

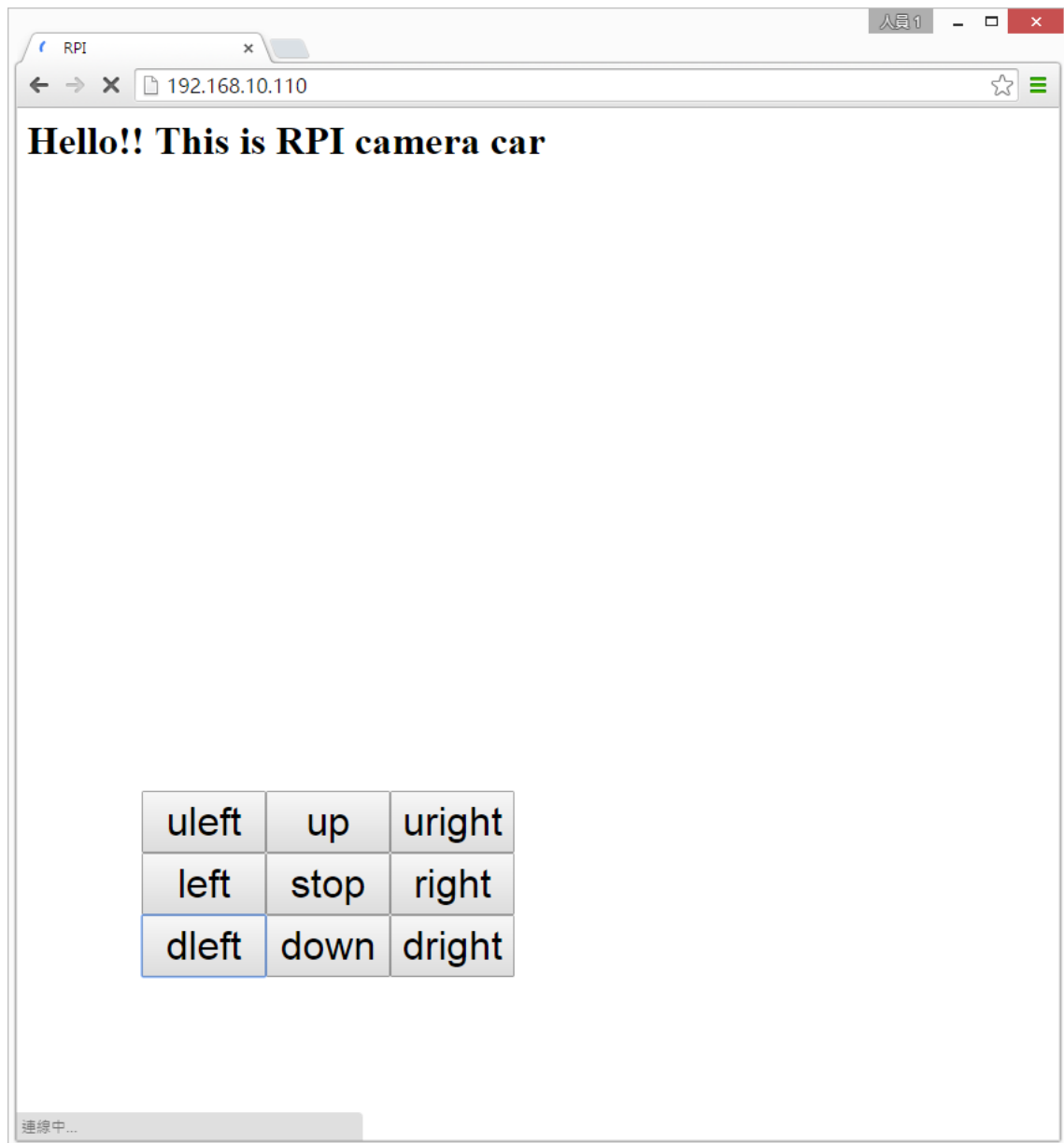


圖 3-22 網頁按鈕測試圖

接下來將前面架設的網頁影像加進來，在網頁內容加入讀取網頁即時影像伺服器之圖片，加入後如圖 3-23。

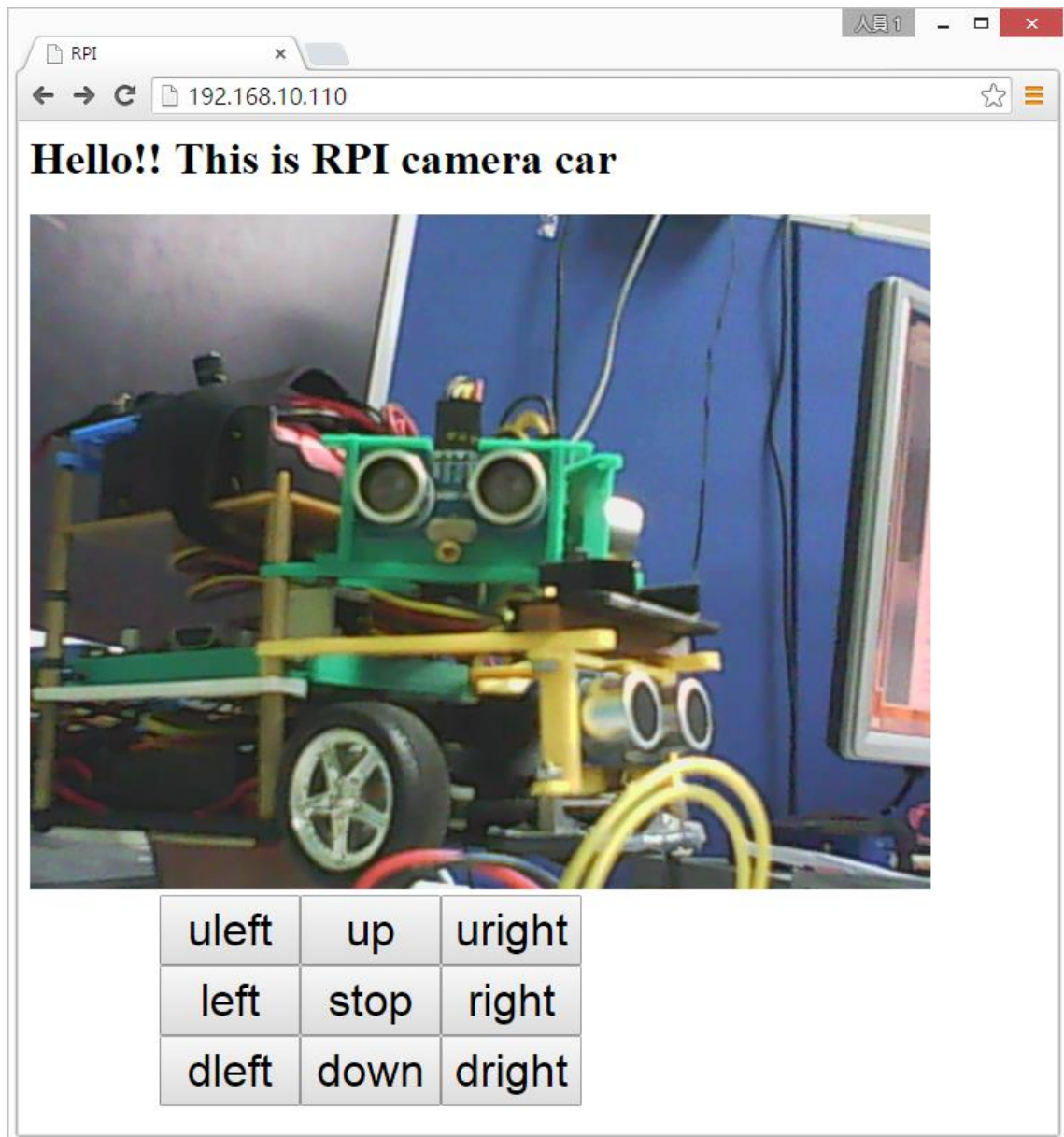


圖 3-23 網路操控及即時影像整合測試

3.5 Arduino 紅外線發射台

本論文使用 Arduino 來當作紅外線發射器之控制器，以紅外線訊號引導遙控車來進行停放。首先到官方網站下載驅動應用軟體，連接 Arduino 安裝驅動及軟體，使用官方所提供的 Arduino IDE 軟體撰寫程式，可以在此軟體上撰寫、編譯、燒錄，若程式有問題會在下方黑色區塊顯示訊息相當簡單便利，Arduino IDE 操作介面如圖 3-24。

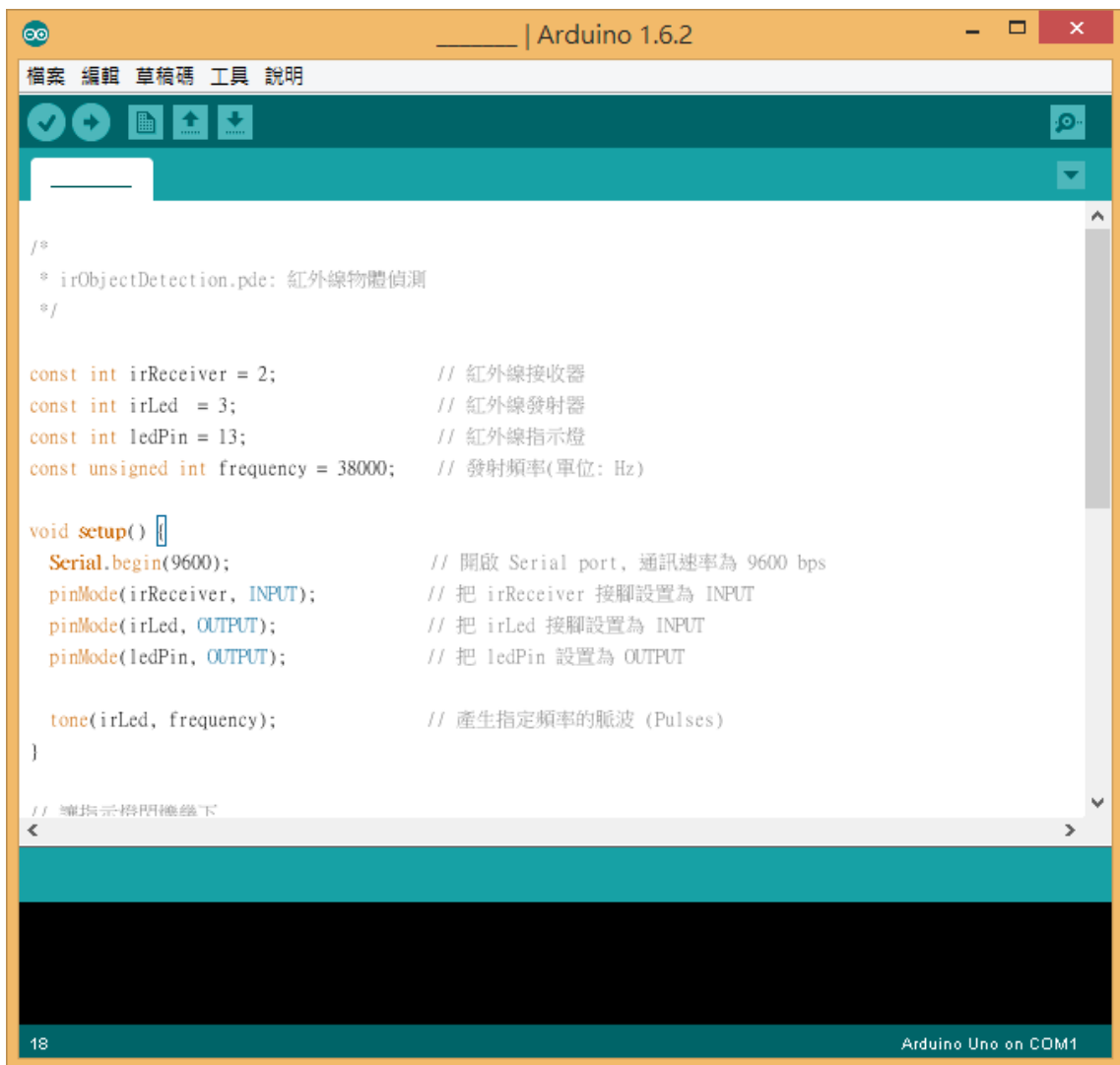


圖 3-24 Arduino IDE 操作介面

撰寫程式之前要先點選“工具”選擇正確的 Arduino 版本及連接埠，接下來撰寫一個 38K 的訊號輸出給紅外線 LED 發出訊號，撰寫完成後進行驗證及燒錄，確認無誤後即可實際測試，圖 3-25 為 Arduino 操作區塊，程式之測試電路為圖 3-26。



圖 3-25 ArduinoIDE 操作區塊

1. 驗證：檢查程式宣告、變數、語法是否正確，及是否超過 Arduino 記憶體大小。
2. 燒錄：將撰寫之程式燒錄至 Arduino。
3. 新增：新增一個程式撰寫視窗。
4. 開啟：開啟舊檔。
5. 儲存：儲存撰寫之程式。
6. 序列埠監控視窗（Serial Monitor）：開啟後設定相對應的頻率可以觀察程式的輸出狀態。

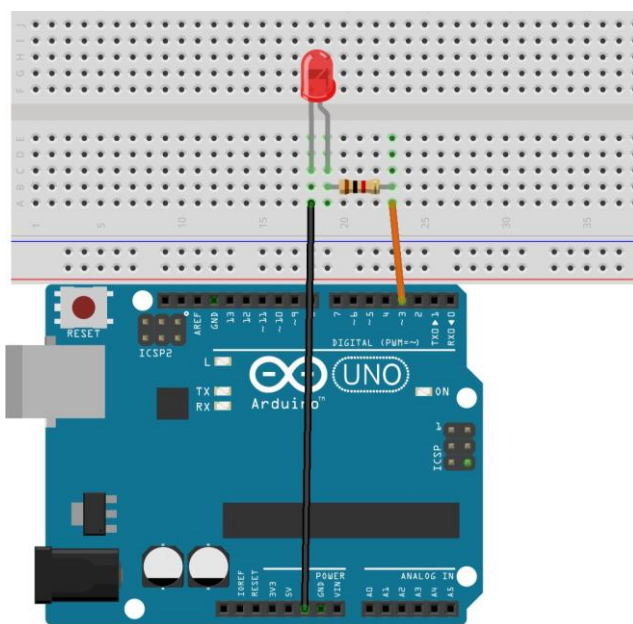


圖 3-26 紅外線發射臺電路

第四章 實作成果

使用容易取得的 USB 網路攝影機來拍攝影像、Raspberry Pi GPIO 來控制車體移動及 USB 網路卡作為連線的媒介，以網頁來操作及監看達成遠距監控的功能，搭配充電座及自走引導停放，以供應整天的電力來源，以下為實際成果展示如圖 4-1 至圖 4-5 所示。

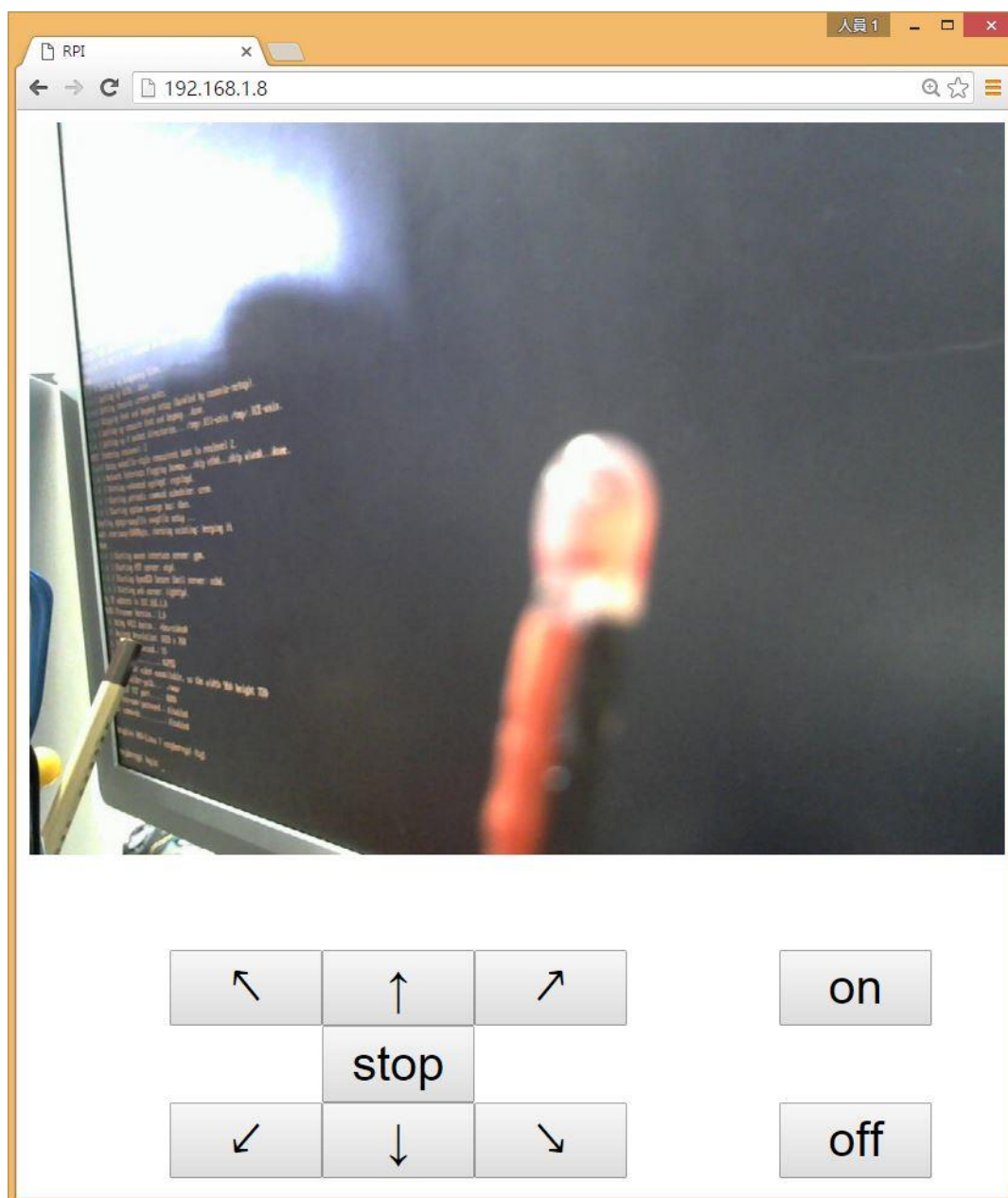


圖 4-1 網頁操控頁面（on 及 off 為自動充電開關）

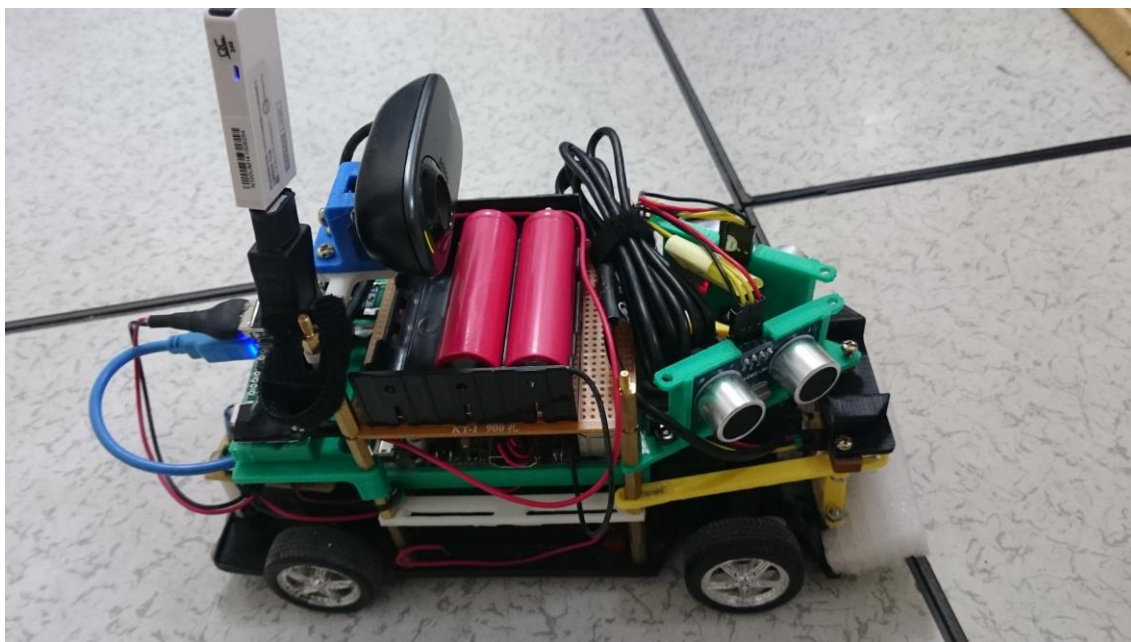


圖 4-2 實際車體成品圖



圖 4-3 車體成品及操控畫面

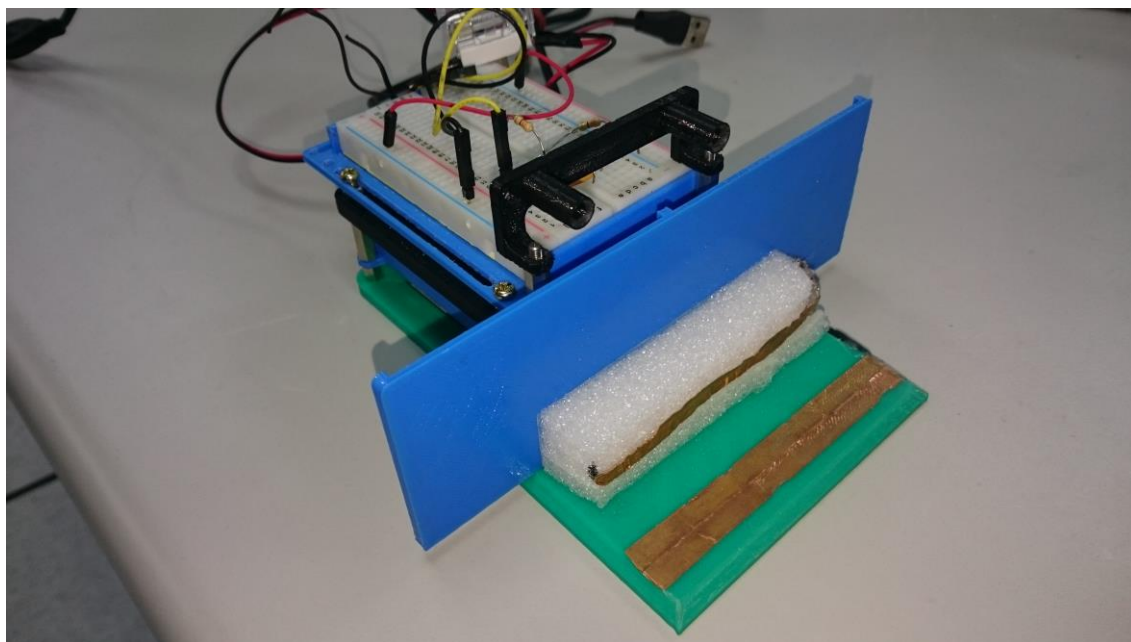


圖 4-4 紅外線引導充電平台

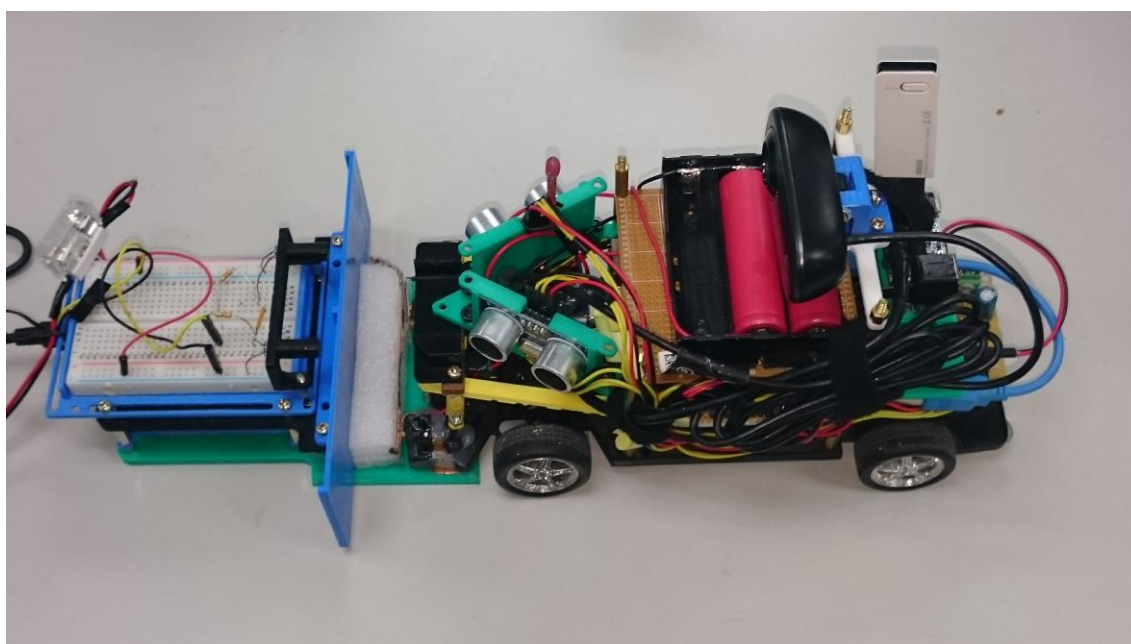


圖 4-5 平台與車體接觸充電

第五章 結論及未來展望

5.1 研究成果

本論文之研究成果如下：

1. 論文刊登：

李博明、陳信榮，“以 Raspberry Pi 為基礎之遠距無線監控車”，2013 智慧電子應用設計研討會，2013 年 12 月 13 日，台中。

5.2 研究總結

本論文使用無線網路來取代線路，確實改善了線路的問題，沒有雜亂的線材，也降低了許多成本，在使用上也較為方便，操作上使用電腦或手機即能觀看及控制，能看到家中各個角落，但是遙控車在地面上，若有人在家行走可能會有危險及較高的桌面及樓梯較無法克服，或許是未來可以改善的地方。

在電力上使用電池作為電源，無法持續整天的電力，因此設計充電座及搭配自走引導功能，自走的部分可能還需要稍微修正其行駛的穩定性，而引導功能此部分相當的成功，停放若有偏移可自動修正停放位置，達到自動充電功能。

5.3 未來展望與探討

未來可以在上面增加視角控制，讓監控的過程中更靈活便利，增加影像辨識減少感測元件降低重量及成本、提高自走的穩定性。考慮無線充電功能，若未來能有較好的效率及充電速度將會更便利。這些都是未來可以嘗試的方向，讓未來居家更智慧便利。

參考文獻

- [1] 周均健、謝瑩霖譯，Raspberry Pi 快速上手指南，泰電電業出版，中華民國 102 年 3 月。
- [2] 李博明，Debian Linux 作業系統實務，滄海書局，中華民國 102 年 9 月。
- [3] 黃銘偉，Python 錦囊妙計，碁峰資訊，中華民國 103 年。
- [4] Ubuntu 官方網站，“Ubuntu 正體中文站，”
<http://www.ubuntu-tw.org/>，2016 年 1 月。
- [5] Fedora 官方網站，“Fedora 首頁，”
https://getfedora.org/zh_TW/，2016 年 1 月。
- [6] Red Hat 臺灣官方網站，“Taiwan | Red Hat，”
<https://www.redhat.com/en/global/taiwan>，2016 年 1 月。
- [7] CentOS 官方網站，“CentOS Project，”
<https://www.centos.org/>，2016 年 1 月。
- [8] OpenSUSE 官方網站，“OpenSUSE 首頁，”
<https://zh-tw.opensuse.org/>，2016 年 1 月。
- [9] Android 官方網站，“Android 首頁，”
<https://www.android.com/>，2016 年 1 月。
- [10] 松田俊介著；曾美娟譯，Bluetooth：無線網路的關鍵技術，普林斯頓國際，2003 年。
- [11] 孫棣，ZigBee 開發手冊，全華圖書，2009 年。
- [12] 魯大德，無線寬頻存取技術及應用－WiMAX 與 WiFi，全華圖書，2007 年。
- [13] 程懷遠、程子陽，最新數位通訊系統實務應用與理論架構-GSM、WCDMA、LTE、GPS(第二版)，全華圖書，2013 年。
- [14] TechTarget，“PCS (personal communications service) definition，”
<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/PCS>，2016 年 1 月。
- [15] Gast, Matthew S.，802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide，Oreilly & Associates Inc，2015 年。

- [16] Techopedia , “Industrial, Scientific and Medical Radio Band (ISM Band) , ”
<https://www.techopedia.com/definition/27785/industrial-scientific-and-medical-radio-band-ism-band> , 2016 年 1 月。
- [17] Sourceforge , “MJPEG-streamr , ”
http://sourceforge.net/projects/mjpeg-streamer/?source=typ_redirect , 2016 年 1 月。
- [18] Apache 官方網站 , “Arduino-Home , ”
<http://httpd.apache.org/> , 2016 年 1 月。
- [19] Lighttpd 官方網站 , “Home - Lighttpd , ”
<http://www.lighttpd.net/> , 2016 年 1 月。
- [20] Nginx 官方網站 , , “Nginx - About , ”
<http://nginx.org/en/> , 2016 年 1 月。
- [21] Patrick Niemeyer, Daniel Leuck 著 ; 劉佳琪譯 , JJava 學習手冊 , 碁峰資訊 , 2014 年。
- [22] Kevin Tatroe, Peter MacIntyre, Rasmus Lerdorf 著 ; 林耕溥譯 , PHP 程式設計 , 碁峰資訊 , 2014 年。
- [23] Arduino 官方網站 , “Arduino-Home , ”
<https://www.arduino.cc/> , 2016 年 1 月。
- [24] Raspbian 官方網站 , “Raspberry Pi +Debian=Raspbian , ”
<https://www.raspbian.org/> , 2016 年 1 月。
- [25] IHS Datasheets360 , “L293D L293DD , ”
<http://www.datasheets360.com/pdf/624709677179081801> , 2016 年 1 月。
- [26] ELEC Freaks , “Ultrasonic Ranging Module HC - SR04 , ”
<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf> , 2016 年 1 月。
- [27] ALLDATASHEET.COM , “PL-IRM0208-A538 Datasheet , ”
<http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/114964/ETC1/PL-IRM0208-A538.html> , 2016 年 1 月。
- [28] 硬派 Pi 製作 , “【Raspberry Pi 樹梅派】硬派 Pi 製作 - 首頁 , ”
<https://sites.google.com/site/raspberrypidiy/home> , 2016 年 1 月。
- [29] 智慧生活科技專業社群 , “Raspberry Pi 硬體控制-- Python 語言篇 , ”
<http://cheng-min-i-taiwan.blogspot.tw/2013/04/raspberry-pi-python.html> , 2016

年 1 月。

- [30] 雄， “ Raspberry PI : Webcam + MJPG-streamer 變 Webcam Streamer ， ”
<http://gsyan888.blogspot.tw/2013/04/raspberry-pi-webcam-mjpg-streamer.html> ，
2016 年 1 月。
- [31] BobTech， “PiEye - streaming webcam in format M-JPG cu Raspberry Pi，”
<http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fwww.bobtech.ro%2Ftutoriale%2Fraspberry-pi%2F78-streaming-webcam-in-format-m-jpg-cu-raspberry-pi&sa=D&usq=AFOjCNGfNBWNQSZhoEbnBkgSlpvr1DXI7g> ，2016 年 1 月。
- [32] 麥克筆記， “apache / httpd / nginx 三大開放 WEB 伺服器比較，”
<http://mike7120.blogspot.tw/2011/02/apache-httpd-nginx-web.html> ，2016 年 1 月。
- [33] Openclipart 開放式圖庫， “Clipart – High Quality, Easy to Use, Free Support，”
<https://openclipart.org/> ，2016 年 1 月。
- [34] 台灣 TOTOLINK 官方網站， “N150UA_V2 高增益 USB 無線網卡(新版)，”
[http://www.totolink.tw/Product/ProductDetails/N150UA_V2_%E9%AB%98%E5%A2%9E%E7%9B%8AUSB%E7%84%A1%E7%B7%9A%E7%B6%B2%E5%8D%A1\(%E6%96%B0%E7%89%88\)?ProductID=SPFsq6YXC1](http://www.totolink.tw/Product/ProductDetails/N150UA_V2_%E9%AB%98%E5%A2%9E%E7%9B%8AUSB%E7%84%A1%E7%B7%9A%E7%B6%B2%E5%8D%A1(%E6%96%B0%E7%89%88)?ProductID=SPFsq6YXC1) ，2016 年 1 月。
- [35] Logitech 羅技， “HD 網路攝影機 C310，”
<http://www.logitech.com/zh-tw/product/hd-webcam-c310> ，2016 年 1 月。

附錄

參賽成果



南臺科技大學第十六屆校慶學生專題競賽 優等獎

獎 狀

南臺科技大學

2013年專利研發成果加值競賽展

「Linux好好玩」隊伍榮獲

第三名

特頒此狀以茲鼓勵

作品名稱：以 Raspberry Pi 為基礎之遠距無線監控車

指導老師：李博明

隊伍成員：陳信榮

南臺科技大學

校 長

戴

謙

中 華 民 國 102 年 12 月 14 日



南臺科技大學 2013 年專利研發成果加值競賽展第三名