

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

無線遙控車之設計與製作

The Design and Implementation of a Remote
Control Car

作者：褚祐丞、王昱峰、蔡尊庭、李宜諺、莊之箴

系級：電機系二年丙班

學號：D9878154、D9877904、D9878078、D9878138、D9878287

開課老師：何子儀

課程名稱：微處理機實習

開課系所：電機工程學系

開課學年：九十九學年度 第二學期



摘要

本專題報告主要是在探討 8051 應用於無線遙控車的運作方式，以及如何控制無線遙控車。我們研究直流馬達、驅動電路、8051 單晶片與無線收發模組等等軟硬體，用組合語言輸入 8051 單晶片做實作，並藉由無線發射器與無線接收器達到無線傳輸效果。而無線收發模組必須搭配編碼器與解碼器，將設定的資料與密碼一同傳送與接收，以避免外部雜訊干擾。最為常用的編碼器及解碼器是 HT-12D(Decoder)與 HT-12E(Encoder)。此組編碼器與解碼器在操作上簡單方便，實用性更是廣泛，故我們選擇這組編碼 IC 來製作我們的無線遙控車。在馬達的選擇上，我們考慮了「步進馬達」和「直流馬達」，其中步進馬達雖然容易控制機械位置，但因其扭力遠比直流馬達要小，所以和助教討論後我們選擇使用「直流馬達」當作車體主要驅動裝置。我們希望藉由 8051 單晶片的便利性與直流馬達的特性，加上編、解碼器和無線收發模組，製作出一台無線遙控車以達到學以致用的目的。相信此作品完成後它所擁有的功能是可以預期的，並且也可讓我們於這一領域有更深了解和突破。最後我們要感謝這段期間同組成員們互相合作探討以及助教們耐心的指導，因為有了這些不可或缺條件才会有此專題作品誕生。

關鍵字：

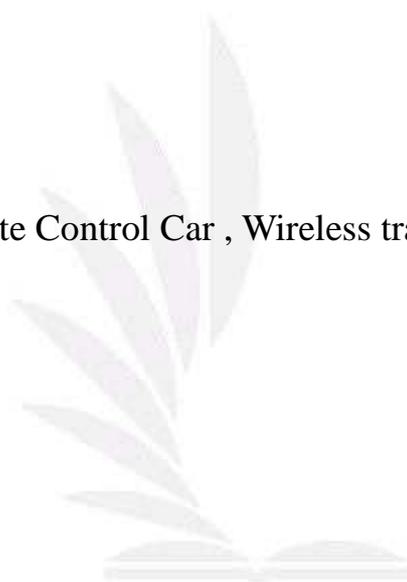
無線傳輸、遙控車、解碼器、編碼器、8051

Abstract

This subject presents a radio-controlled car based on an microcontroller ,8051.The system hardware includes a motor drive ,a radio transmitter and receiver, a microcontroller,8051 and a DC motor. In order to secure the radio communication ,the transmitter and receiver integrated with the encoder and decoder can be set for particular password. The software program is developed made under the keil C development environment. Finally, a prototype of radio controlled car is fulfilled and the experimental results show the superior performance of the system design in this project.

Keyword :

decoder, encoder, Remote Control Car , Wireless transmission, 8051



目錄

摘要.....	1
Abstract.....	2
目錄.....	3
第一章 緒論	1
第二章 硬體架構	3
2.1 硬體架構	3
2.1.1 8051 內部結構介紹.....	4
2.1.2 HD-12D/12E 編碼/解碼 IC 介紹.....	4
2.1.3 TG-11 無線收發模組介紹	7
2.1.4 收發電路說明.....	9
2.1.4 蜂鳴器	10
第三章 軟體架構	12
3.1 主程式.....	12
3.2 馬達模式	13
3.3 音樂模式	14
3.3.1 音樂盒	15
3.4 測試模式	16
第四章 系統功能	17

第五章 實驗結果與操作說明	18
5.1 操作說明	19
5.2 實驗結果	23
第六章 結果與討論	24
6.1 改進方向	24
第七章 組員工作劃分	25
第八章 工作日誌	26
第九章 組員心得	28
附錄.....	36
參考文獻.....	40



第一章 緒論

所謂無線遙控(簡稱 RC)，就是利用無線電波對被控對象進行遠距離控制。無線遙控技術的發展只有幾十年的歷史：本世紀 20 年代，才剛剛出現無線遙控的雛形。那時，人們試圖將遙控技術應用於無人的駕駛飛機和艦船上，但由於技術不夠完善而未能成功。二次世界大戰後，無線遙控技術發展迅速，並逐漸在軍事、國防、工農業生產以及科學技術等方面得到廣泛運用。70 年代後期，模型用的無線遙控設備也以商品的形式逐漸出現。隨著現代電子技術的飛速發展，模型用遙控設備不但實現商品化，可靠性和靈敏度也越來越高，還形成了許多系列和品種，能滿足不同層次的愛好者及不同模型的技術要求。

無線遙控設備是怎樣按操縱者意圖來控制模型車的呢?舉個例子：我們平常收看的電視節目是電視台利用錄音錄像設備把聲音和圖像轉換成電信號，並通過無線電波發射出去；家裡電視機接收到這些信號後再還原成聲音和圖像，這樣我們就看到節目了。無線遙控設備的工作原理也大致如此：操縱者通過拿在手上的遙控發射機(撥動發射機上的旋鈕和搖桿)，將控制模型車前進、剎車(後退)、左右轉彎的指令變成電信號並將其發射到空中，模型車上裝載的遙控接收器收到

這些電信號後再由伺服舵機轉換成機械動作，實現對模型車的遙控。

遙控設備的款式和種類很多，通常按其通道數分類。我們把通行指令信號的道路叫做“通道”，一遙控設備只能允許一種指令信號通行，既只能發射、接收一種指令信號，那麼，這台設備就只有一個通道。模型用遙控設備有兩通道、四通道……甚至十通道等多種。車輛模型一般只控制方向和油門（剎車和倒車與油門共用一個通道），所以只需用兩通道就夠了。按調製方式，遙控設備還可分為調幅（AM）式和調頻（FM）式。調幅式比較簡單實用，價格也便宜；調頻式則性能可靠、穩定，不易受其它信號的干擾。另外還有一種比調頻式更進階的脈衝編碼式（PCM），具有更強的抗干擾性。

遙控設備所使用的頻率都在業餘無線電波範圍內通常有27MHz、40MHz、75MHz 等幾個波段，每個波段都有多種不同的頻率可供使用，愛好者可通過更換遙控設備上的晶體來選擇使用頻率

第二章 硬體架構

本章節將分為硬體架構與軟體架構兩方面進行詳細的介紹。

2.1 硬體架構

本作品是藉由無線發射器與無線接收器傳送資料到 8051 單晶片，使其驅動直流馬達系統，且使模型車能夠執行遙控發射機上的指令，進而達到控制模型車。如圖 2.1 所示，除了在 P2.0~P2.7 腳有馬達驅動電路外，在其他腳位還有蜂鳴器、風扇和閃爍燈等硬體可以使用。

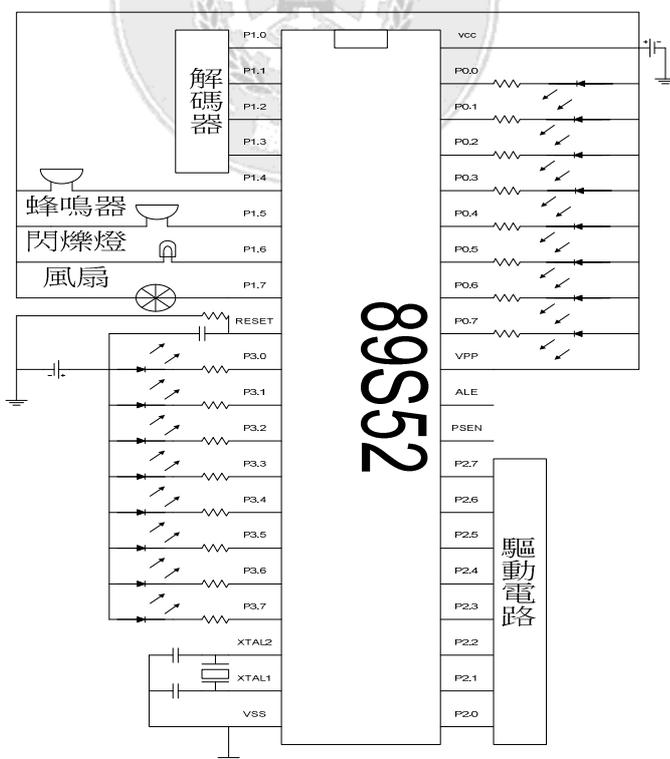


圖 2.1 硬體架構圖

2.1.1 8051 內部結構介紹

8051 為 Intel 公司所推出的 MCS-51 系列產品之一。如圖 2.2 所示，包含 CPU 中央處理位元及時脈產生器等，在本專題主要利用到 P0~P3 腳位以及 TIMER 的功能。

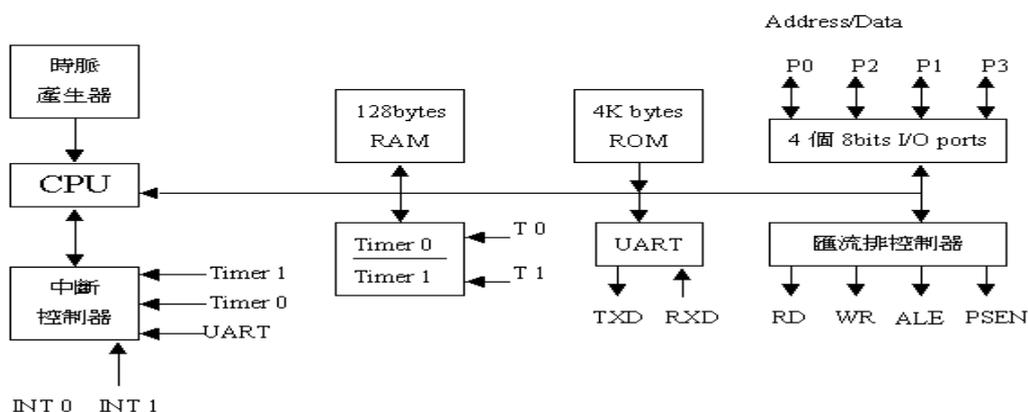


圖 2.2 單晶片 8051 內部構造圖

2.1.2 HD-12D/12E 編碼/解碼 IC 介紹

無線收發模組必須搭配編、解碼 IC，將所設定的密碼與資料一同傳送與接收，以避免外部雜訊干擾，常用 IC 為 HT-12，有一系列編、解碼 IC，其中 HT-12D(Decoder)和 HT-12E(Encoder)的主要特性如下：(1)HT-12E 編碼 IC 有 $2^8=256$ 組密碼設定，可傳送 4 個位元的資料。(2)HT-12D 解碼 IC 具有 4 位元資料輸出，8 位元密碼設定，輸出資料具有拴鎖功能。

HT-12E

(1)Pin1~Pin8(A0~A7)作為 8 位元 256 組密碼設定。

(2)Pin10~Pin13(D0~D3)作為 4 位元資料輸入，也就是說設定一組密碼後，編碼 IC 會將此密碼與資料一同傳送出去，當接收端所設定的密碼相同時，讀取 4 位元資料。

(3)Pin17(DATA OUT)是資料發送端。

(4)Pin15(OSC2)與 Pin16(OSC1) 連接電阻產生工作頻率。

(5)Pin14(TE)為編碼致能接腳。如圖 2.3 所示，HT-12E 有 18 個腳位，其可做為傳送資料的輸出端。

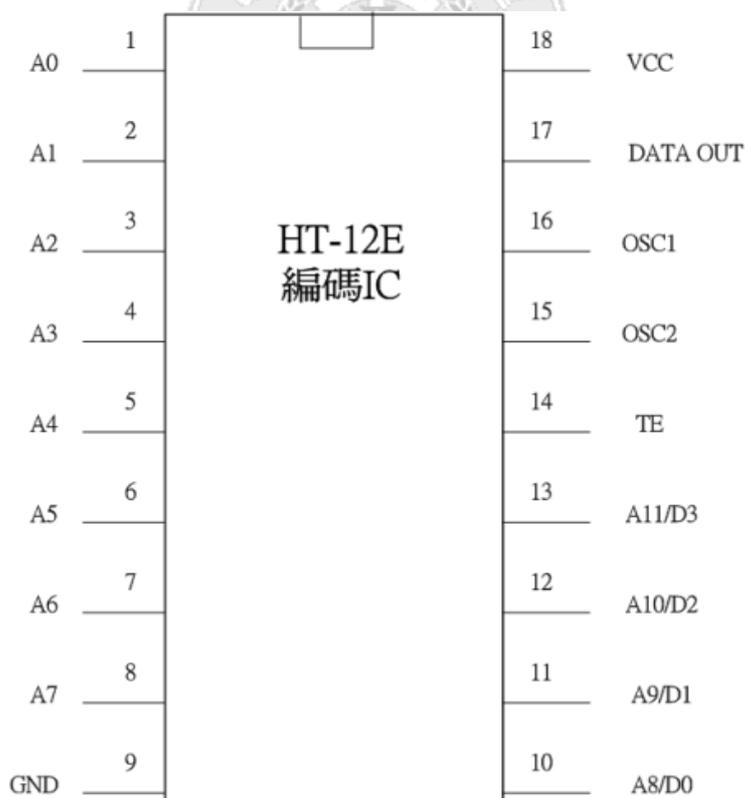


圖 2.3 編碼 IC 的接腳圖

HT-12D

- (1) Pin1~Pin8(A0~A7)作為 8 位元 256 組密碼設定。
- (2) Pin10~Pin13(D0~D3)作為 4 位元資料輸出，當發射端與接收端密碼相同時，編碼電路所傳送的 4 位元資料會顯示在解碼電路 4 位元資料輸出接腳。
- (3) Pin14(DATA IN)為資料接收端。
- (4) Pin15(OSC2)與 Pin16(OSC1)連接電阻產生工作頻率。
- (5) Pin17(VT)為解碼致能接腳。如圖 2.4 所示，HT-12D 有 18 個腳位，其可做為接收資料的輸入端。

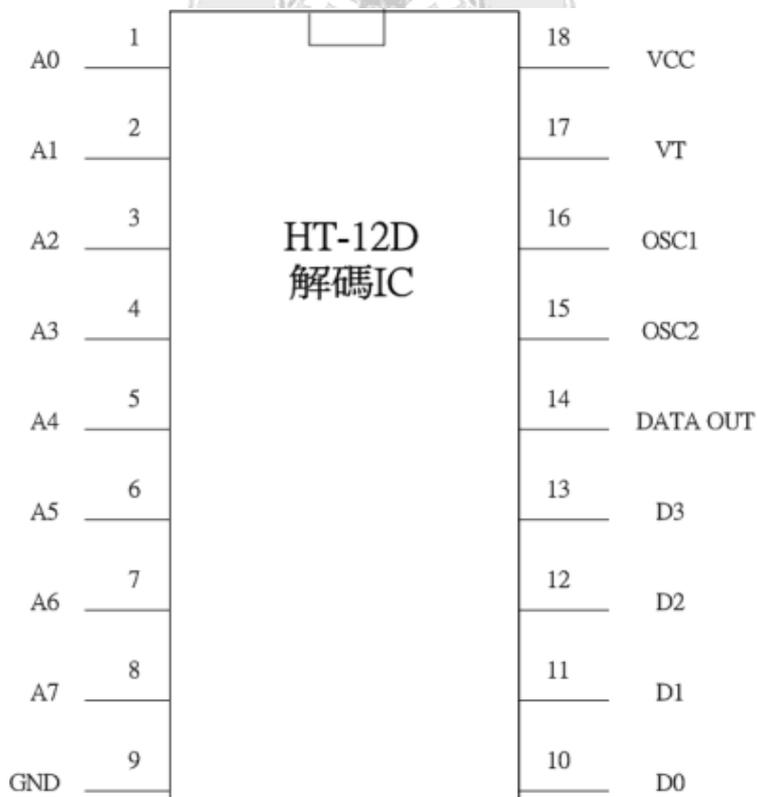


圖 2.4 編碼 IC 的接腳圖

2.1.3 TG-11 無線收發模組介紹

TG-11 無線收發模組是一組由發射器和接收器所組成的模組，可搭配 DIP 開關裝置來調整密碼設定。如圖 2.5 所示，發射端模組有 8 個腳位，用其將資料發射。如圖 2.6 所示，接收端有 6 個腳位，用其將資料接收。

發射端模組

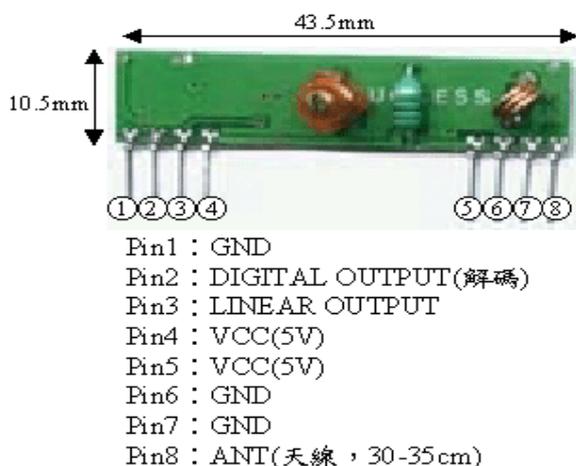


圖 2.5 發射端模組圖

接收端模組

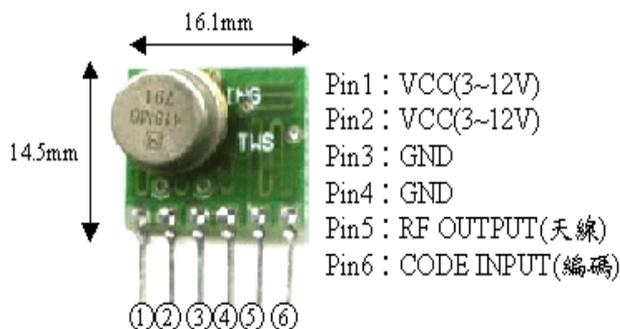


圖 2.6 接收端模組圖

DIP 開關

圖 2.6 為 DIP 開關，8 對腳位，每對腳位都有開跟關的作用，在此可用來設定編碼及解碼端的密碼。

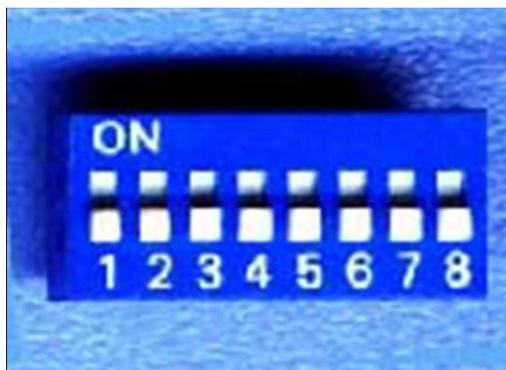


圖 2.6 接收端模組圖



2.1.4 收發電路說明

圖 2.7 為發射模組電路圖，編碼器的密碼由 DIP 開關來設定，並將訊號由編碼器經過發射模組，最後傳到接收模組。而按鈕 1~4 為遙控器上的按鈕，可用來操作遙控車。圖 2.8 為接收模組電路圖，解碼器的密碼與發射端一樣，由 DIP 開關來設定，訊號由接收模組經過解碼器，最後傳到遙控車上，而輸出 1~4 即用來連接遙控車。

發射模組電路

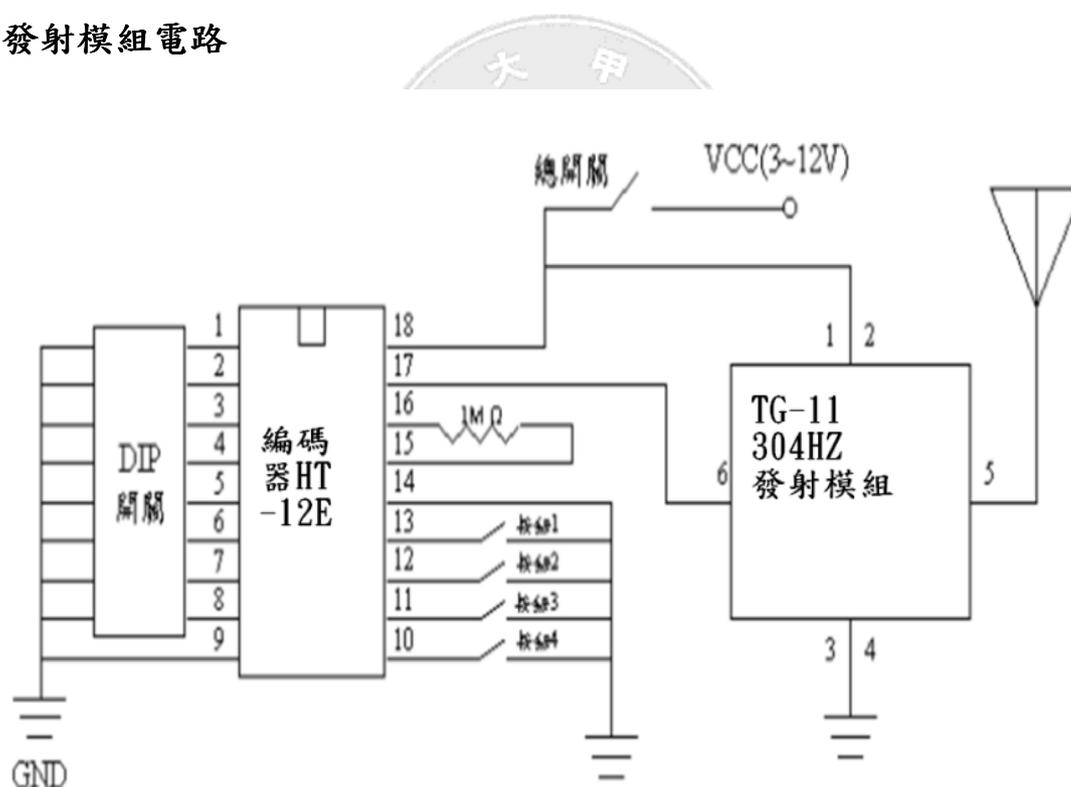


圖 2.7 發射模組電路圖

接收模組電路

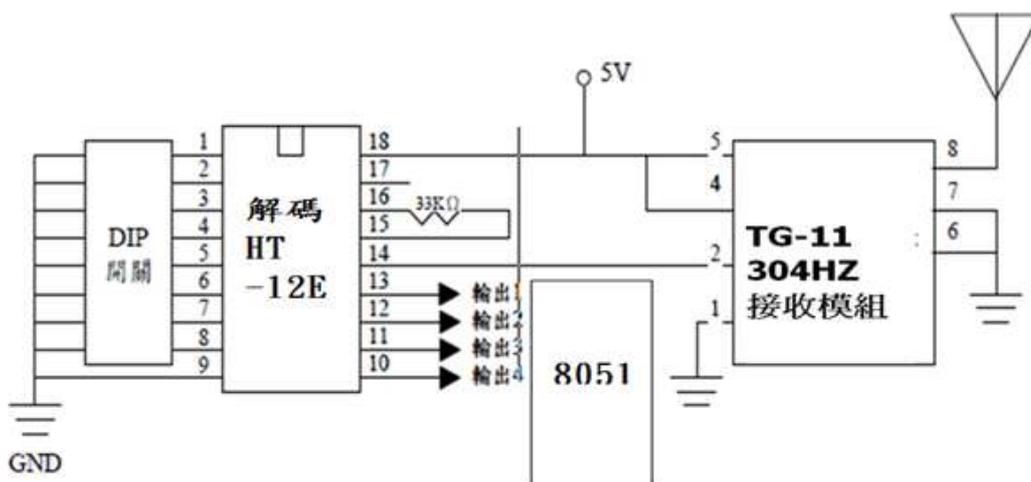


圖 2.8 接收模組電路圖

2.1.4 蜂鳴器

壓電式

半導體電壓轉換陶磁片振動，不能直接加以 DC 電源，需以所要發音頻率之脈動電壓驅動(約 5V~50V)。

- (1) 壓電陶磁為高阻抗，耗電極低。
- (2) 壓電式蜂鳴器可概分為二種：內藏驅動電路/DC 供電與無驅動電路之發音片+外殼。

電磁式

電磁式蜂鳴器由振盪器、電磁線圈、磁鐵、振動膜片及外殼組成。接通電源後，振盪器產生產生的音頻信號電流通過電磁線圈，使電磁線圈產生磁場。振動膜片在電磁線圈和磁鐵的相互作用下，週期性的振動發聲。如圖 2.9 所示即為本專題使用之電磁式蜂鳴器。



圖 2.9 蜂鳴器圖

第三章 軟體架構

在 8051 軟體部分，我們採用 Keil 軟體撰寫而成，此軟體在官方網站上有試用版可以下載。

3.1 主程式

以程式整體架構來說，可分為三種模式，分別是馬達模式、音樂模式以及測試模式，如圖 3.1 所示。

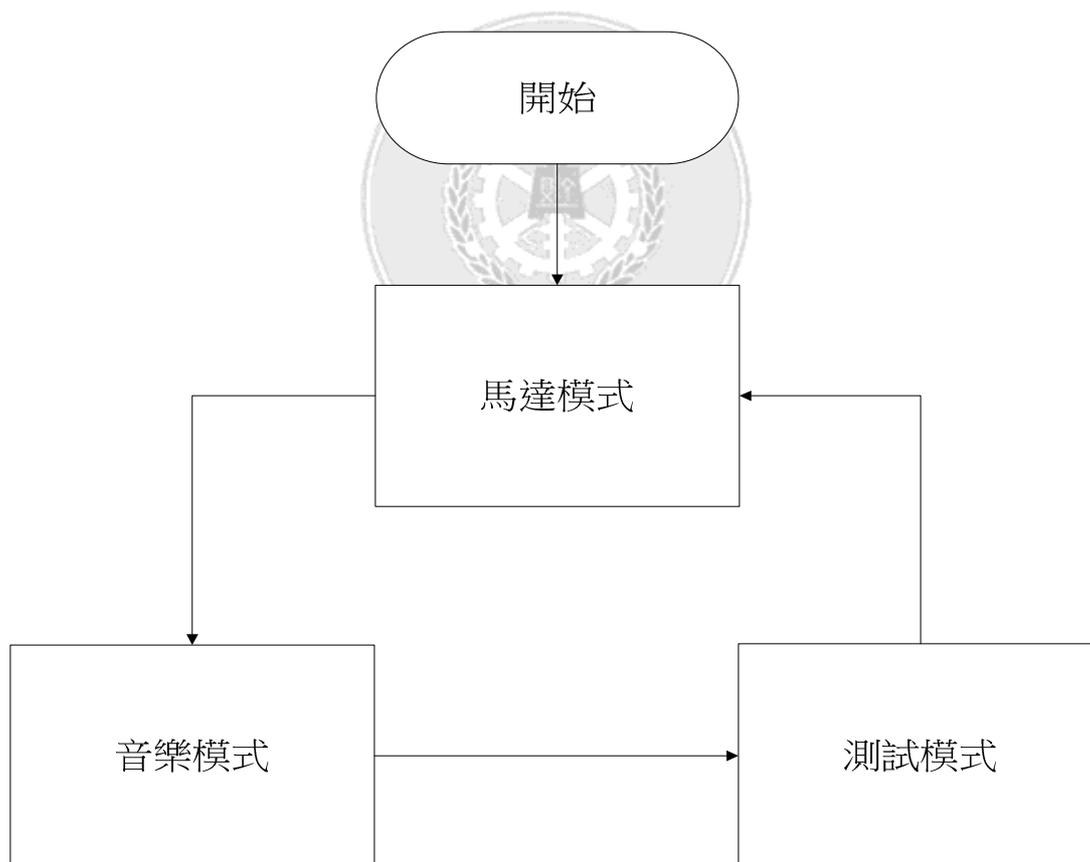


圖 3.1 主程式流程圖

3.2 馬達模式

在馬達模式下，可前進、後退、左轉及右轉，除此之外，如圖 2.11 所示，同時輸入對應的組合鈕，可開啟底盤燈、風扇以及頭燈，再次輸入不同的組合鈕，即可關掉。

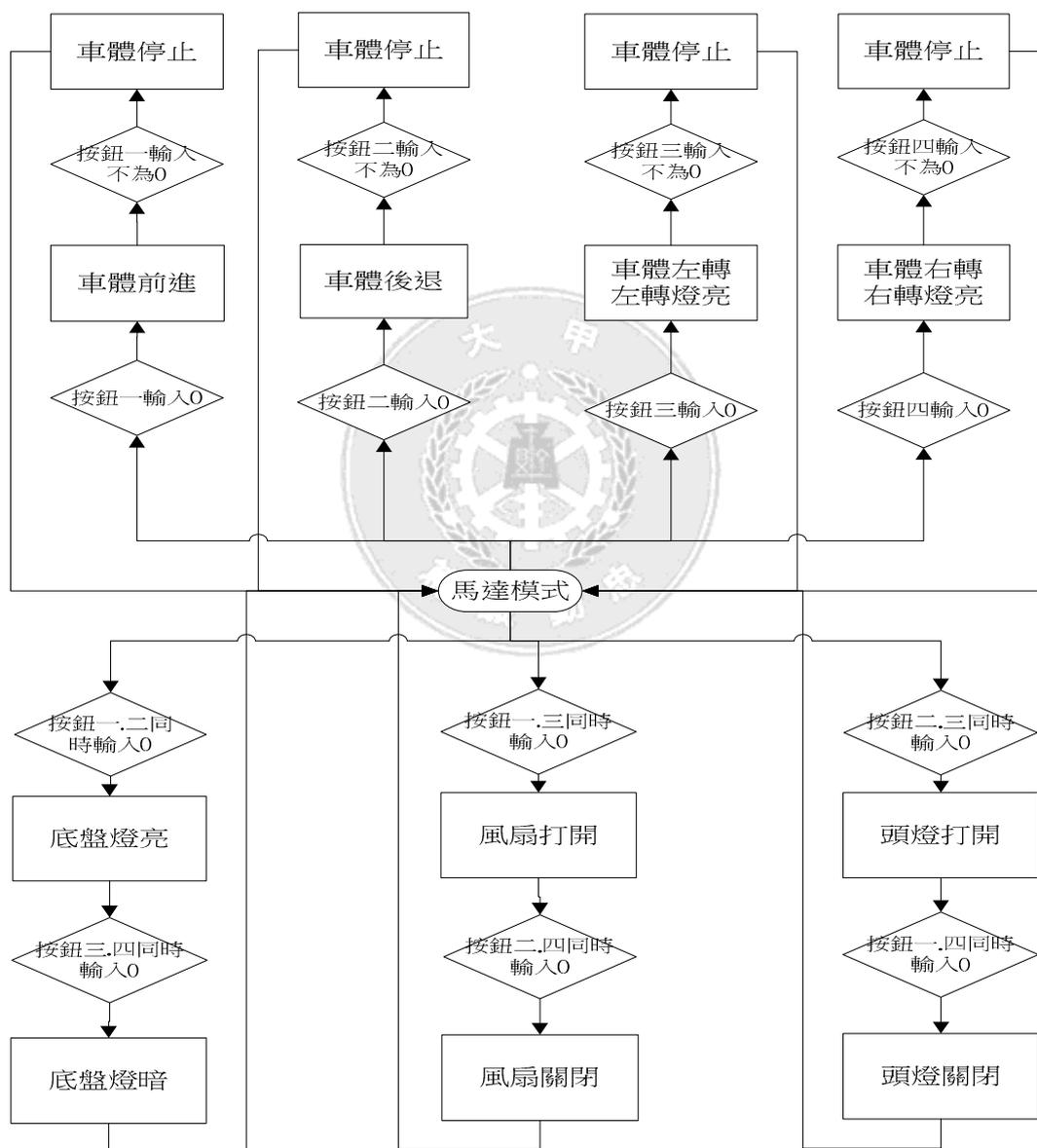


圖 3.2 馬達模式流程圖

3.3 音樂模式

在音樂模式下，可發出相同音色不同的音階，如圖 2.12 所示，

輸入相對應的按鈕，蜂鳴器即會發出不同的音階，總共是 7 個，Do~Si。

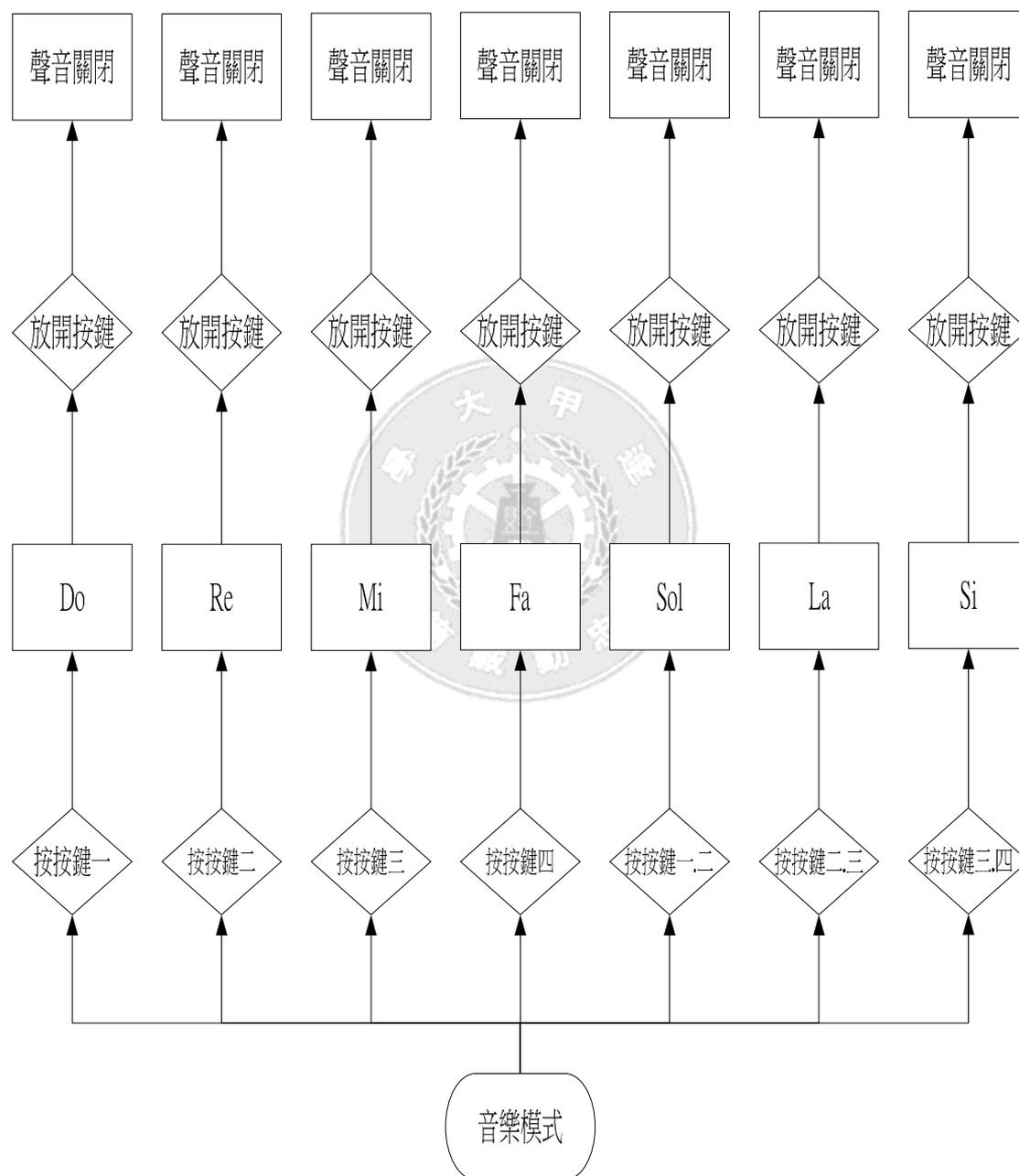


圖 3.3 音樂模式流程圖

3.3.1 音樂盒

音樂盒為在音樂模式下，可使用的一種功能，同時輸入按鈕 123 即可開啟，在音樂盒型態，可以撥放很多首曲子，依據晶片可容納容量來決定，如圖 2.13 所示，按鈕一為撥放音樂、按鈕二為上一首、按鈕三為下一首，最後按鈕四為跳出。

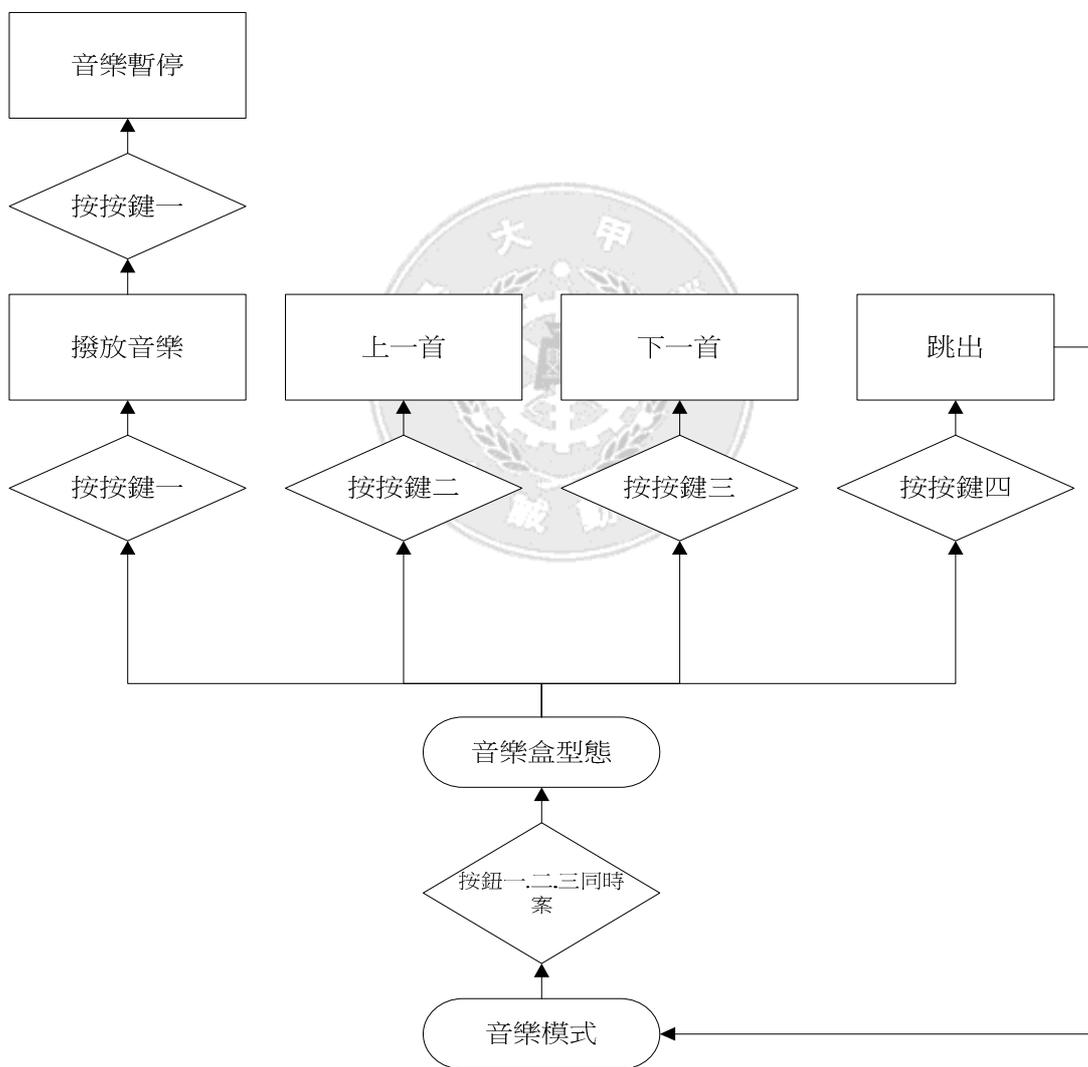


圖 3.4 音樂盒模式流程圖

3.4 測試模式

在測試模式下，可以測試所有食人魚 LED 燈的好壞，包含左轉燈、右轉燈、底盤燈以及頭燈，如圖 2.14 所示，輸入特定的按鈕，即可讓相對應的燈泡亮起。

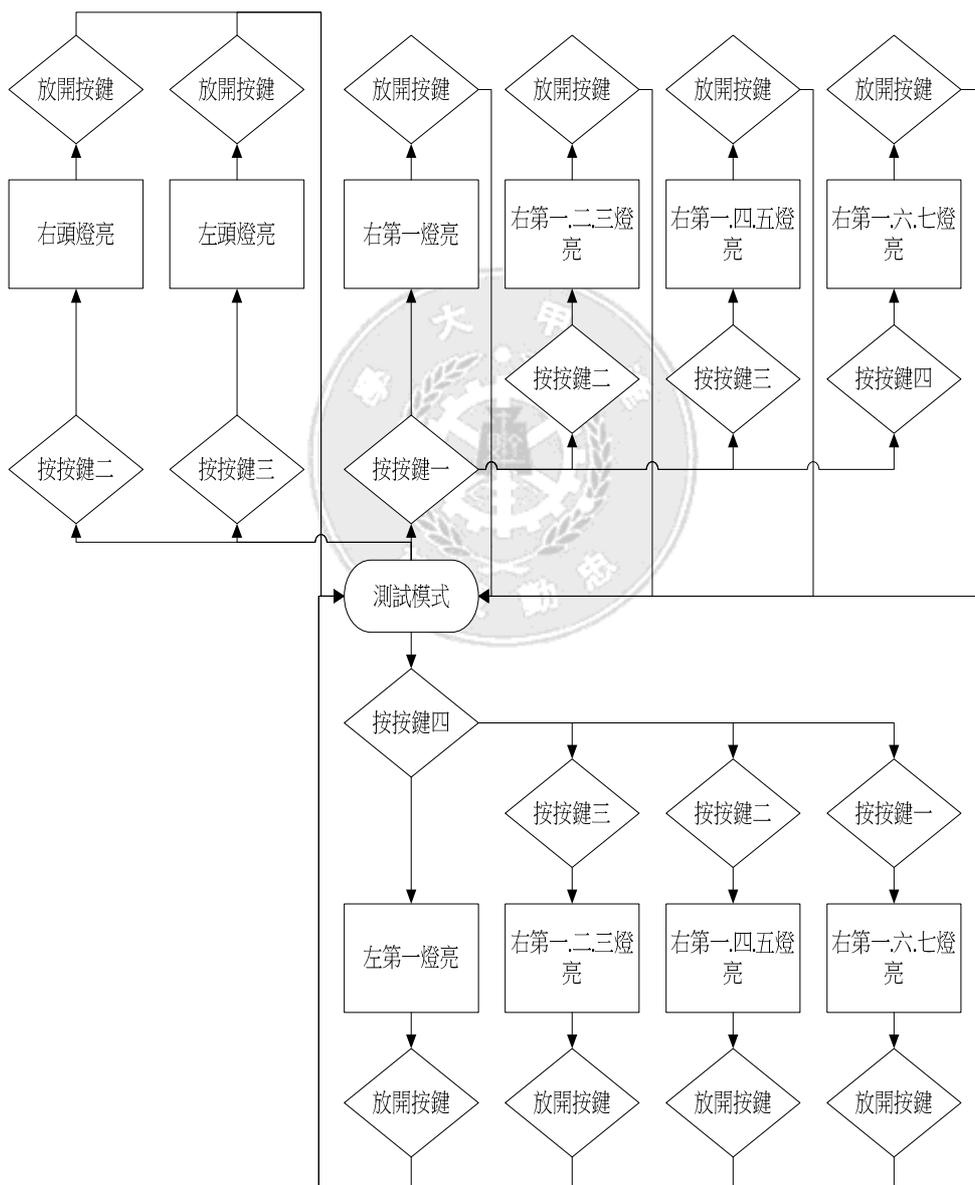


圖 3.5 測試模式流程圖

第四章 系統功能

本作品其主要功能有：

1. 無線遙控：藉由遙控器做到遠端無線傳輸的功能，並將訊號傳達給車體，由遙控器上四顆按鈕到車子前進、後退、左轉以及右轉的功能。
2. 頭燈：用不一樣按鈕組合來控制頭燈開關。
3. 閃爍燈：主要是用計時中斷功能撰寫，達到能突然閃爍之功能。
4. 風扇：降低電池溫度。
5. 播放有音階音樂：利用開和關控制頻率所寫的程式，再經由蜂鳴器發出聲音。



第五章 實驗結果與操作說明

本作品實體圖如圖 5.1 所示，可以見到，車子前方有一整排燈，用來當作左轉、右轉燈以及頭燈，下方還有閃爍燈。

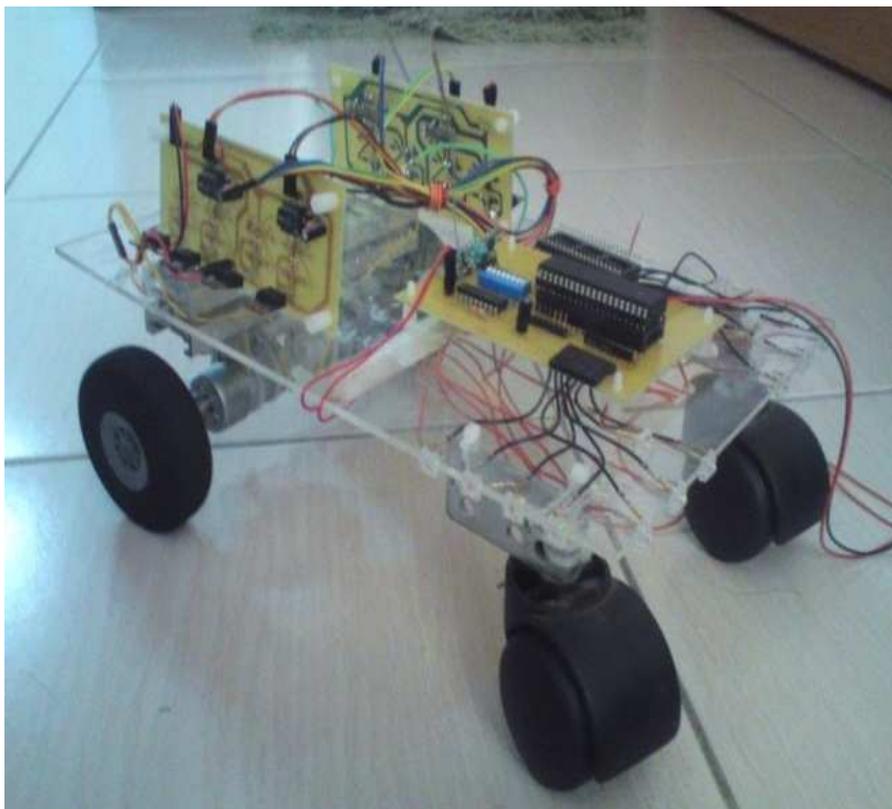


圖 5.1 車體完成圖

5.1 操作說明

1. 左轉鈕按下，如圖 5.2 所示，車子左轉並且發藍光。

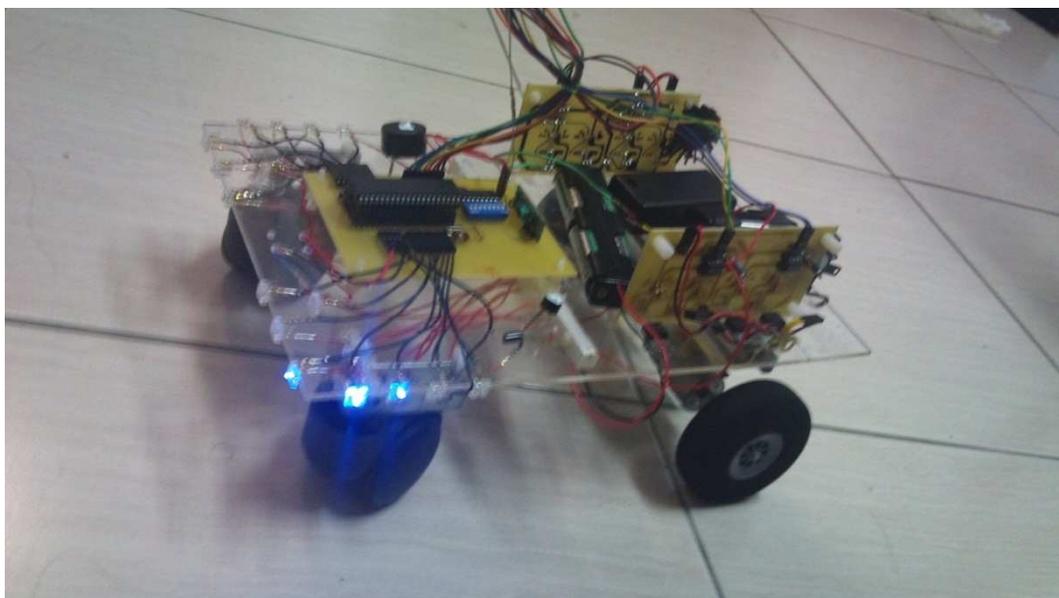


圖 5.2 左轉燈發光圖

2. 右轉扭按下，如圖 5.3 所示，車子右轉並且發紅光。

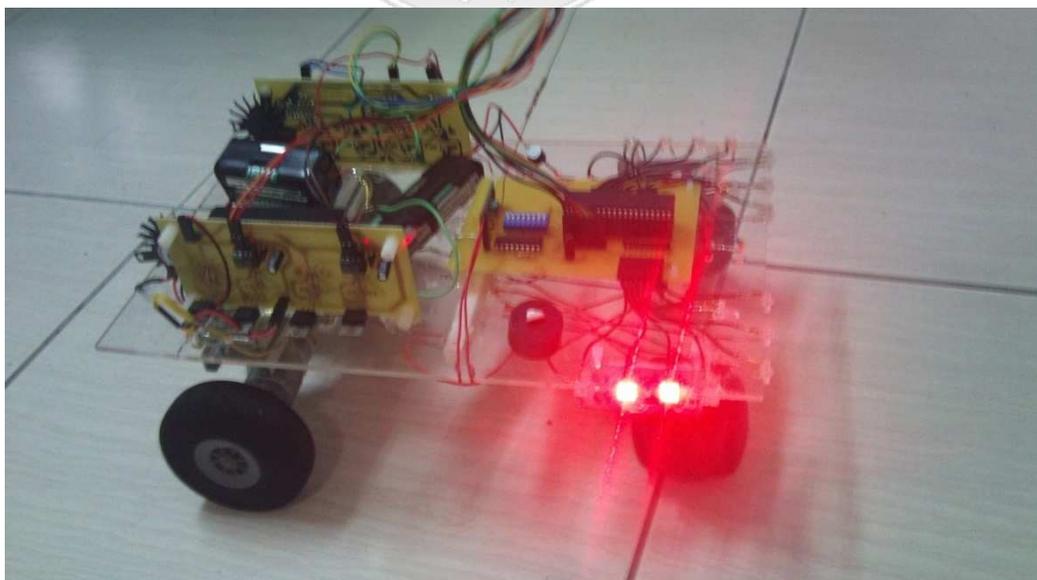


圖 5.3 右轉燈發光圖

3. 頭燈按下，如圖 5.4 所示，車子發出亮眼的白光。

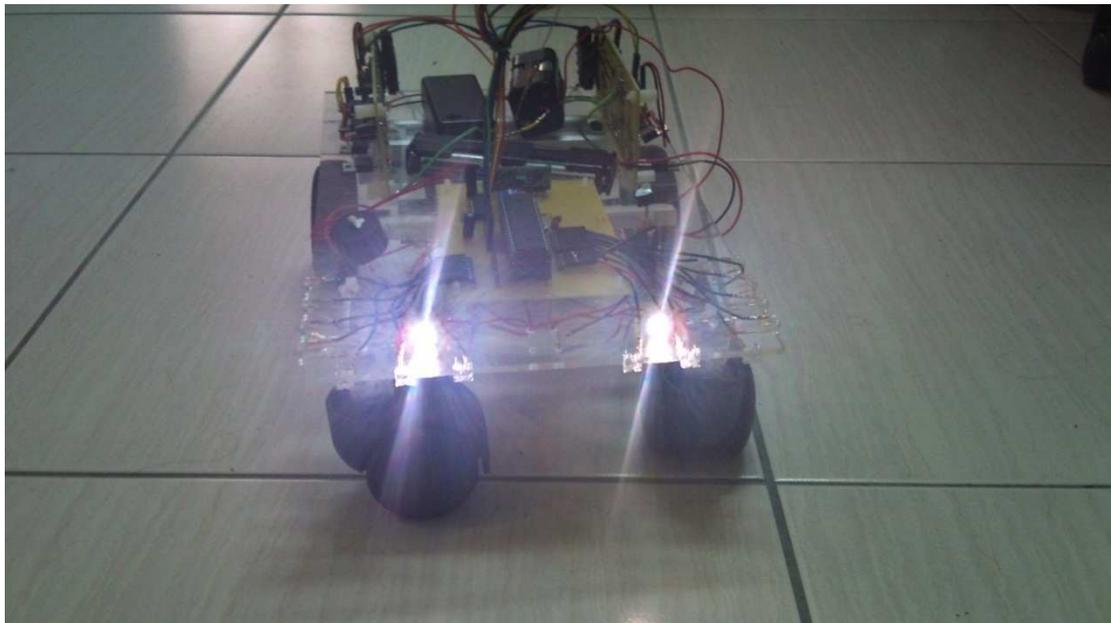


圖 5.4 頭燈發光圖

4. 底盤閃爍燈按下，如圖 5.5 所示，車子發綠色閃爍光。

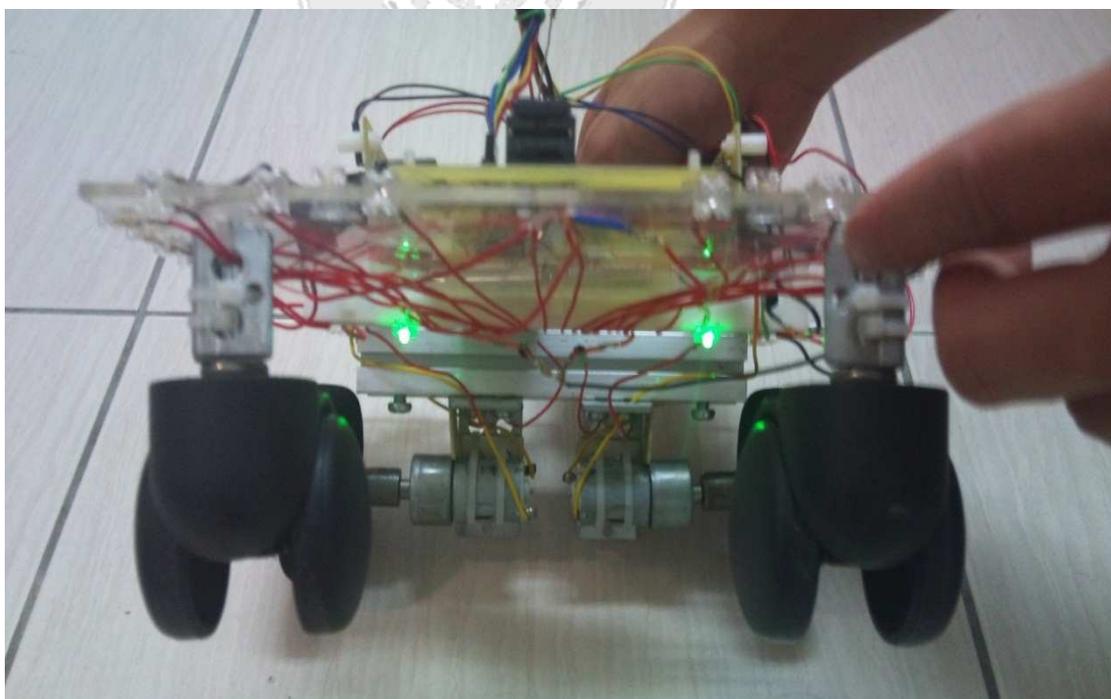


圖 5.5 閃爍燈發光圖

5. 散熱系統，如圖 5.6 所示，風散可降低電池溫度。

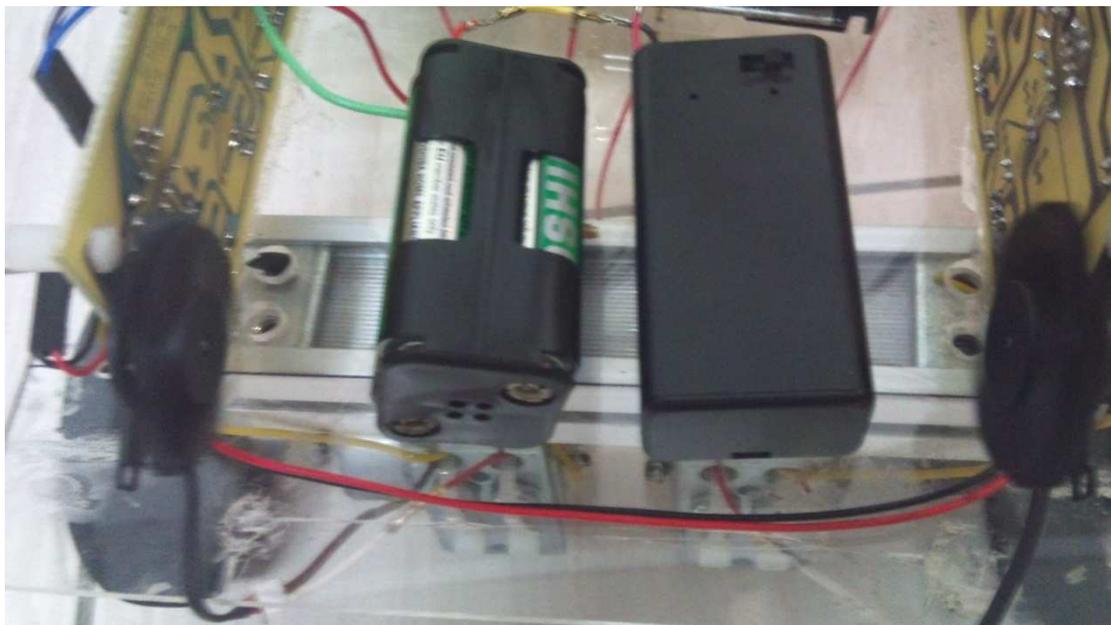


圖 5.6 風扇啟動

6. 警車系統，如圖 5.7 所示，藍光與紅光交替閃爍，還有蜂鳴器會發出警笛聲，以達到警車的效果。

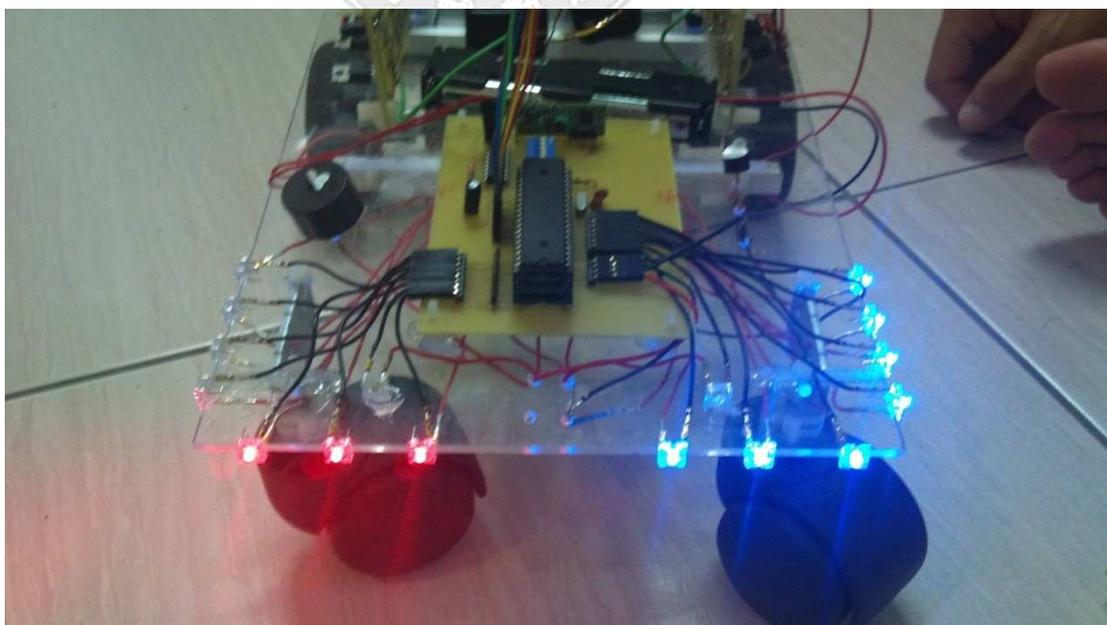


圖 5.7 警車系統模式圖

7. 測試右排燈，如圖 5.8 所示，紅燈全部正常顯示，測試結果正常。

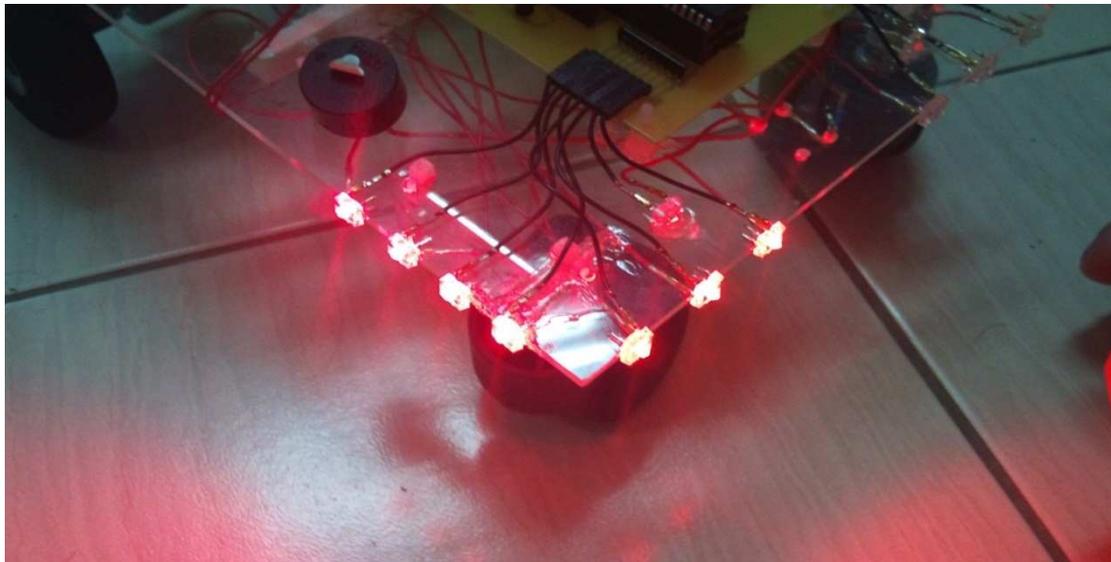


圖 5.8 右排燈正常顯示圖

8. 測試左排燈，如圖 5.9 所示，藍燈全部正常顯示，測試結果正常。



圖 5.9 左排燈正常顯示圖

5.2 實驗結果

1. 前後左右正常。
2. 頭燈很帥很亮，晚上都不怕暗。
3. 底盤閃爍燈超屌超好看。
4. 天氣很熱，風扇很涼而且不會吵。
5. 音樂卡農很好聽，聽不膩。
6. 測試模式檢查一切錯誤正常。



第六章 結果與討論

我們生活在一個科技發達的時代中，許多科技產品也都是隨時推陳出新，包括我們曾經玩過的遙控車亦不例外。還記得在我們年幼時，當時所玩過的遙控車功能頂多就只是很普通的令其前進後退及左右轉而已；可是於現代，無線遙控方向只變成遙控車所「必須要擁有」的功能，現在市面上所販售的遙控車所擁有的功能甚至都還能夠做出一些高難度動作，像是甩尾、360 度翻滾及單輪旋轉...等等。

6.1 改進方向

因此，我們希望不單只是如期完成一台無線遙控車，還能夠藉由在微處理機課堂中所學到的一些相關知識進而在模型遙控車上加裝如前後燈及左右轉燈，車體在驅動時能撥放有音階音樂等等功能，而這些我們都做到了。

第七章 組員工作劃分

組員姓名	工作分配
王昱峰	材料購買、資料搜尋、文書處理、車體測試。
蔡尊庭	材料購買、畫電路圖、車體測試、洗板及焊接。
李宜諺	資料搜尋、畫電路圖、車體測試、洗板及焊接。
褚祐丞	資料搜尋、程式撰寫、車體測試。
莊之箴	程式撰寫、車體測試、LAYOUT。



第八章 工作日誌

五月一號	五月二號	五月三號	五月四號
報告製作	思考和休息	思考和休息	企劃書報告
五月五號	五月六號	五月七號	五月八號
LED 遠端測試	報告繳交	思考和休息	思考和休息
五月九號	五月十號	五月十一號	五月十二號
思考和休息	思考和休息	資料查詢	小組討論及程 式撰寫
五月十三號	五月十四號	五月十五號	五月十六號
製作遙控車體	思考和休息	思考和休息	思考和休息
五月十七號	五月十八號	五月十九號	五月二十號
思考和休息	製作遙控車體	小組討論	至實驗室提問
五月二十一號	五月二十二號	五月二十三號	五月二十四號
遠端車體資料 傳輸測試	思考和休息	思考和休息	思考和休息
五月二十五號	五月二十六號	五月二十七號	五月二十八號
前後左右測試	小組討論	結果與改進	思考和休息

五月二十九號	五月三十號	五月三十一號	六月一號
思考和休息	打程式及車體 測試	打程式及車體 測試	打程式及車體 測試
六月二號	六月三號	六月四號	六月五號
打程式及車體 測試	打程式及車體 測試	打程式及車體 測試	打程式及車體 測試
六月六號	六月七號	六月八號	六月九號
打程式及車體 測試	打程式及車體 測試	打程式及車體 測試	打程式修改 BUG
六月十號	六月十一號	六月十二號	六月十三號
打程式修改 BUG	程式完成、車體 製作完成	報告製作 報告繳交	上台報告

第九章 組員心得

王昱峰：曾聽古人常說：「有志者事竟成，鐵杵也可磨成繡花針...。」這例子的確深深映證在我們身上。記得經由助教們的播放歷屆成果介紹那刻開始，小組討論後就決定一個以硬體為主的8051單晶片設計的專題—無線遙控車。起初，許多人都認為，以我們現在大二身分要製作出一台無線遙控車，當真是個遙不可及的夢想。可是在這次微處理機專題實作中，我們學習到如何以硬體描述語言來設計出一個完整的作品，同時也體驗到如何在程式規劃中去協調軟硬體之間的搭配。更令我們興奮的是，經由此堂課的學習漸漸覺得要製作遙控車當真已經不再是個夢想！至今本學期即將結束，我們也已完成一台無線遙控車的雛形。8051單晶片的應用真的是非常廣泛，像是我們日常生活中所用到的電視機、電冰箱、冷氣機、洗衣機、通訊設備及醫療用品...等等都有所相關應用，其例子真的是不勝枚舉，而且利用微電腦所製作的商品，也是逐年漸增，絲毫沒有減少趨向。今天真的覺得很幸運也很榮幸得有機會能夠學習到利用8051單晶片來製作遙控汽車，在此我們由衷的感謝我們專題老師及助教們的教導，謝謝他們不厭其煩的幫我們解答與不吝指教。

蔡尊庭：第一次做專題，感覺真的很不一樣，剛開始上微處理機實習的時候，聽到說要做專題，整個就很害怕，根本不知道要怎麼做，經過了一學期助教的教導，從剛開始的洗板子，洗好後要焊接元件，失敗了之後還要找出哪裡沒有焊成功，這都是我剛開始認為自己做不到的事情，後來也都學會了，雖然說之前有學過其他的語言，這次還是第一次碰到組合語言，剛開始還在懷疑說，這些東西怎麼可能讓原本不亮的 LED 燈按照我想要的方法亮，更可以做出倒數計時器，做成成功之後，真的覺得很神奇，我竟然也可以做出在馬路上就可以看到的紅綠燈倒數計時器，以前都認為製作紅綠燈的人真的好厲害，怎麼控制它的，學了微處理機之後，其實它根本就沒什麼，我也可以做得出來，只是不能放在外面讓它風吹雨打而已，我們要做的專題是遙控車，剛開始還在想說要怎樣才可以讓馬達動，後來去問助教，才知道說驅動馬達電路超出了我們能力範圍，會直接給我們，讓我心中的大石頭放了下來，車體也直接給我們，只能說助教們揪甘心，經過了無數次的測驗，先從麵包板上測試，到後來的洗板子，把元件焊上去，慢慢的成功，一步一步邁向專題完成之路，後來終於完成了，雖然說現在還有一點點的小問題，那就是按鍵要按兩下馬達才會驅動，但真的覺得我們已經做得非常的好了，要感謝助教一學期來辛苦的教導，

也因為我們常常要延後吃飯的時間，也常常在實驗室陪我們待到很晚，最後要感謝我們的組員，每個人都很認真地一起完成了這個作品，讓我們能做出這人生中第一個專題，第一台自己製作的遙控車。



李宜諺：想選擇製作遙控車的動機，因為市面上的遙控車都是利用遙控器的電波來操控遙控車，方向鍵和前進倒退鍵通常都是做成分別的搖桿上來操作，而想突破的就是遙控車本身可以有其他的功能，不單只是前後左右，增加遙控車的趣味性，在應用直流馬達原理和無線電模組等硬體，單晶片擁有完整的硬體結構和週邊設備，功能強大的指令群可用來當中樞控制系統的控制器，由接收發射模組來做控制，而其他功能開發，可以用按鈕的多種組合按法達成，例如：四個按鈕同時按下是切換馬達模式和音樂模式互換，也可以做到兩個功能同時工作，例如：左轉時，左轉燈跟著打開。這次小專題的製作，學習到很多，跟組員要如何配合，把自己該完成的部分完成，這樣才不會讓其他組員的進度無法進行，一剛開始，做測試時，時常產生困難點，就是會找不出問題的原因，多次詢問助教，助教細心的指導，也對於整個(無線遙控車)的製作有了點方向，知道該做甚麼，而測試馬達時，因為直接輸入電壓，而造成馬達電路上有元件燒毀，也了解了直流馬達直輸電壓是容易造成燒毀，所以，後來做了修正，燒錄一支小程序，用 8052 控制，讓電壓不直接進入到馬達電路，從無到有，車子可加裝了許多東西，左右轉燈、頭燈、蜂鳴器、風扇，讓我收穫最多的是，不再是單單吸收教授給的知識，需要自己活用思考，想說

怎麼用 8051 控制、LAYOUT 怎樣減少面積，編碼解碼怎麼使用，這些都要自己仔細的想，去找助教討論，才可以使功能可以順利呈現出預期的結果，一切都要以組員合力去完成工作，不管懂不懂如何做，這樣讓我覺得學得比課堂上的還要多，還要更踏實。



褚祐丞：專題「遙控車」終於完成了，感謝我們的助教、我們的老師，最重要的是謝謝我的組員們，你們辛苦了。微處理機，從最基礎的概念開始學起，從什麼都不會開始，一切都是那麼的盲目，老師當時說要做專題，對於這樣的我們來說，老實說實在是不知道該何去何從，完全不知道該從何下手。在經過幾個禮拜之後，對於基礎的概念終於有些了解，每當努力完成一件小程式作業時，會有一種很開心的感覺，就像「小朋友折了很久的紙飛機終於可以翱翔天際的那種心情」。到了選專題的時候，有紅綠燈、矩陣 LED 等等，可是我們這組選了個比較不一樣的專題來做，那就叫做「遙控車」。開始做專題的時候，我發現到，對於第一次當組長的我，有很大的衝擊跟挑戰，專題不是只要學習如何打程式、接電路，我想更重要的是如何跟自己的組員們相處，我相信我們難免都會有些摩擦、有些意見不合的時候，就像再要好的朋友，不管怎樣都會起爭執，如果我有說錯話傷到你們的時候，請你們多包涵，組長我真的當的很差勁。經過無數個不眠不休的夜晚，我們終於把專題完成了，大家都應該給自己最熱烈的掌聲，最後，在一次謝謝我的組員們，沒有了你們我甚麼也做不到。

莊之箴：修習了一學期的微處理機實習課，真的覺得很充實。在課堂上學到了許多微處理機的專業知識，最後，更透過了小專題報告來驗證自身所學，完成作品時心頭頓時湧上了一股難以言喻的成就感「啊！原來只要一起合作，我們也做的到。」我們這組所做的是遙控車，但在選擇專題的當下，實在是猶豫萬分。雖然遙控車在夜市的攤位上，又或是在公園裡小朋友的嬉鬧聲中都隨處可見，但我們可否明瞭控制遙控車的原理？更遑論去設計出一台真正能在草地上奔馳的遙控車。最後，我們還是決定挑戰一番，畢竟未戰先降就是在污辱自己在這一學期所學所獲，而選擇開始，就是成功的一半。

一開始在企劃專題時，我們在圖書館和網路上收集資料，發現其實做一台「能動」的車子並不是如我們想像中的如此複雜，程式看來只須短短數行，電路和車體的架設更是輕鬆寫意，我們的前方似乎透出了一絲曙光。直到實際動手打程式、設計電路，才明白自己的愚蠢，與看待專題的膚淺心態。在實作的過程中，我們遇到了許多挫敗，舉凡天線接收不到訊號、馬達無法驅動、風扇供電不足、LED燈不夠亮、蜂鳴器無法發出正確的音頻，甚至差點燒掉了電池盒，還自掏腰包買了許多材料。我們將所有問題細心檢查，並請教助教，逐一解決——一切，只為了做出一台專屬於我們第九組的遙控車。

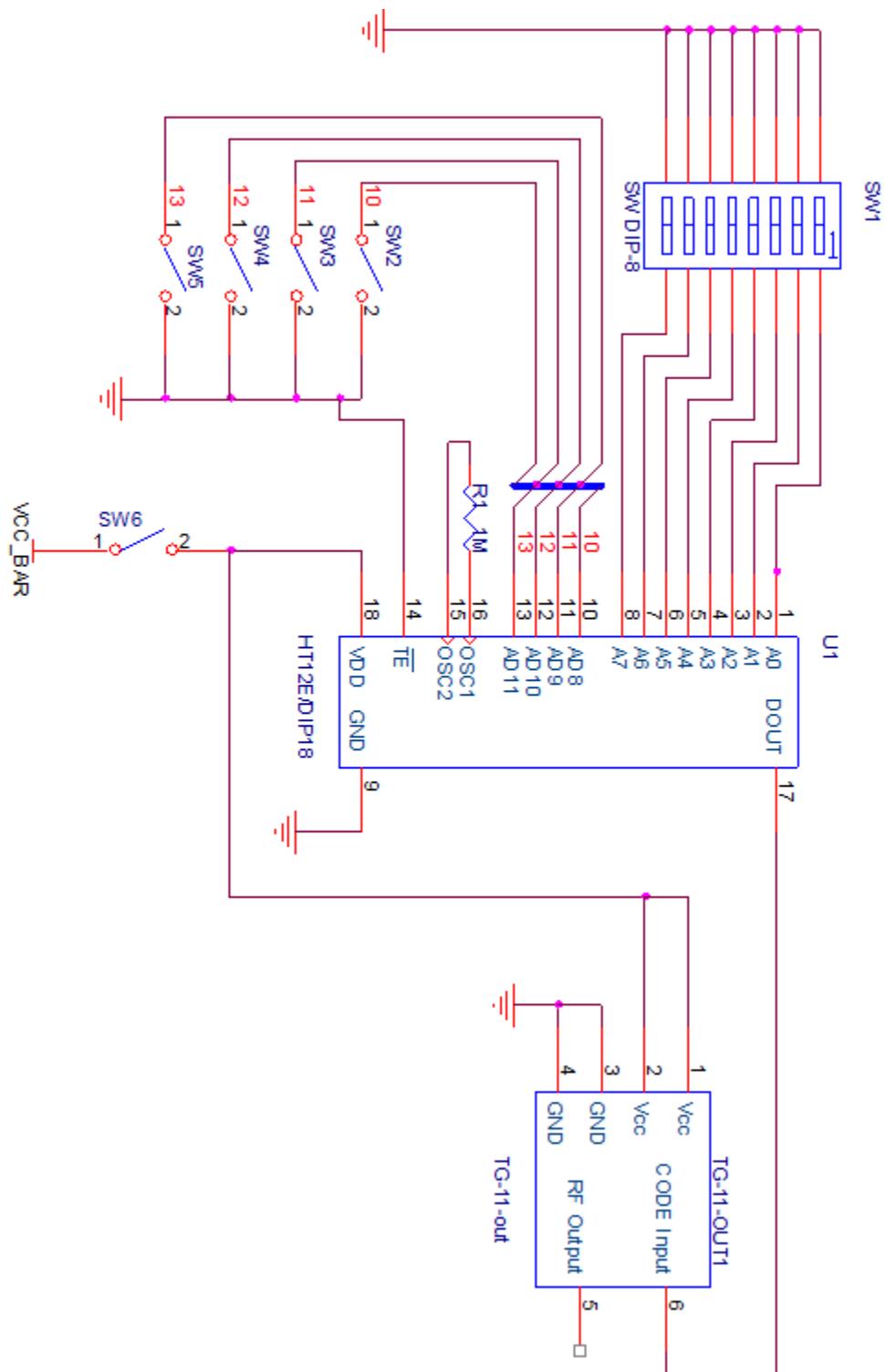
回想這次的專題製作，除了專業知識外，我覺得我學到更多的是「團隊合作」。一場球賽，如果投手無法壓制對手，打者無法擊出安打，選手們無法分工合作、各司其職，最終必將難逃輸球的命運；一個小組若無法齊心協力、互相包容、討論意見或沒有想做好一切的決心與意志力，最後所組出的遙控車定然也將支離破碎。

感謝老師和助教的悉心指導，讓我們能成功的完成這次的專題製作，有了這次難得的經驗，相信往後我們在其它不同的課程中，更能發揮自身所學，解決各種難題。

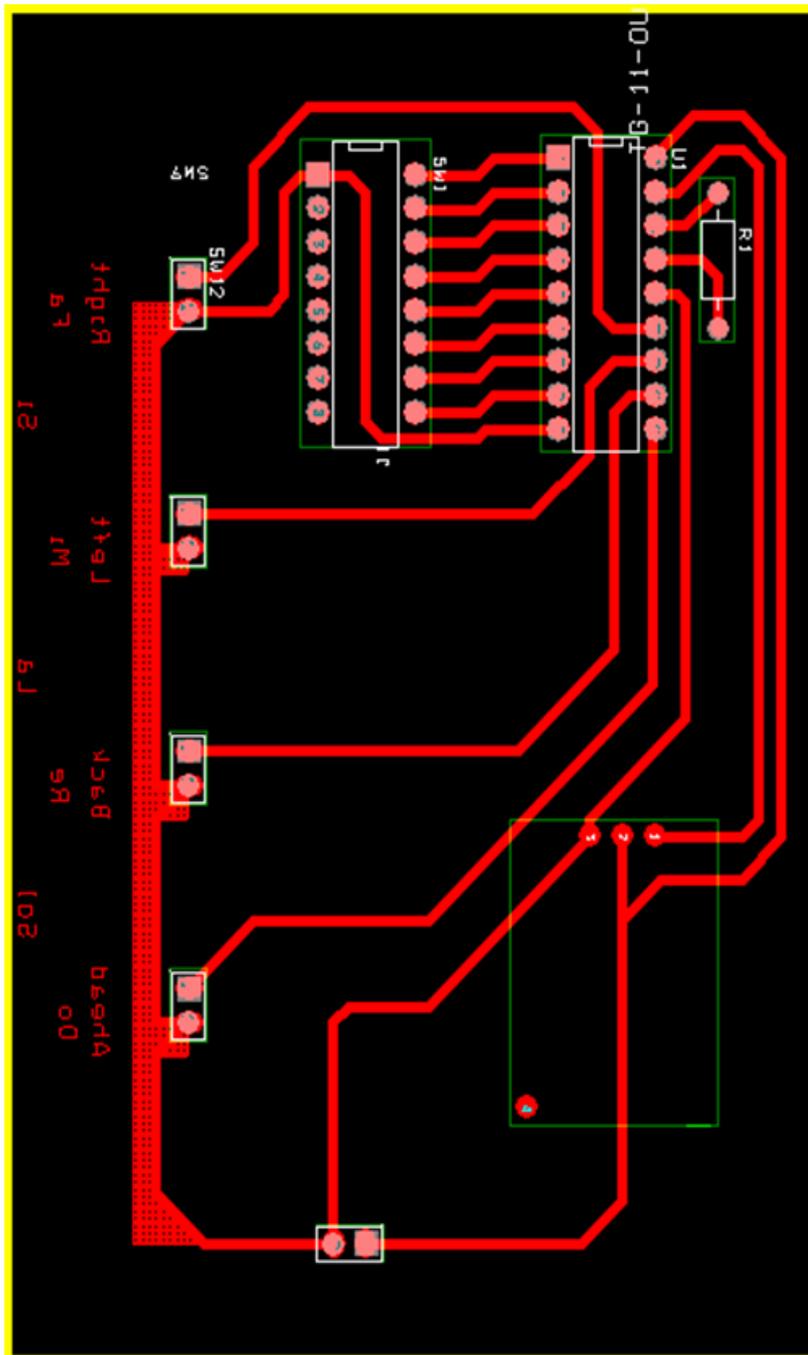


附錄

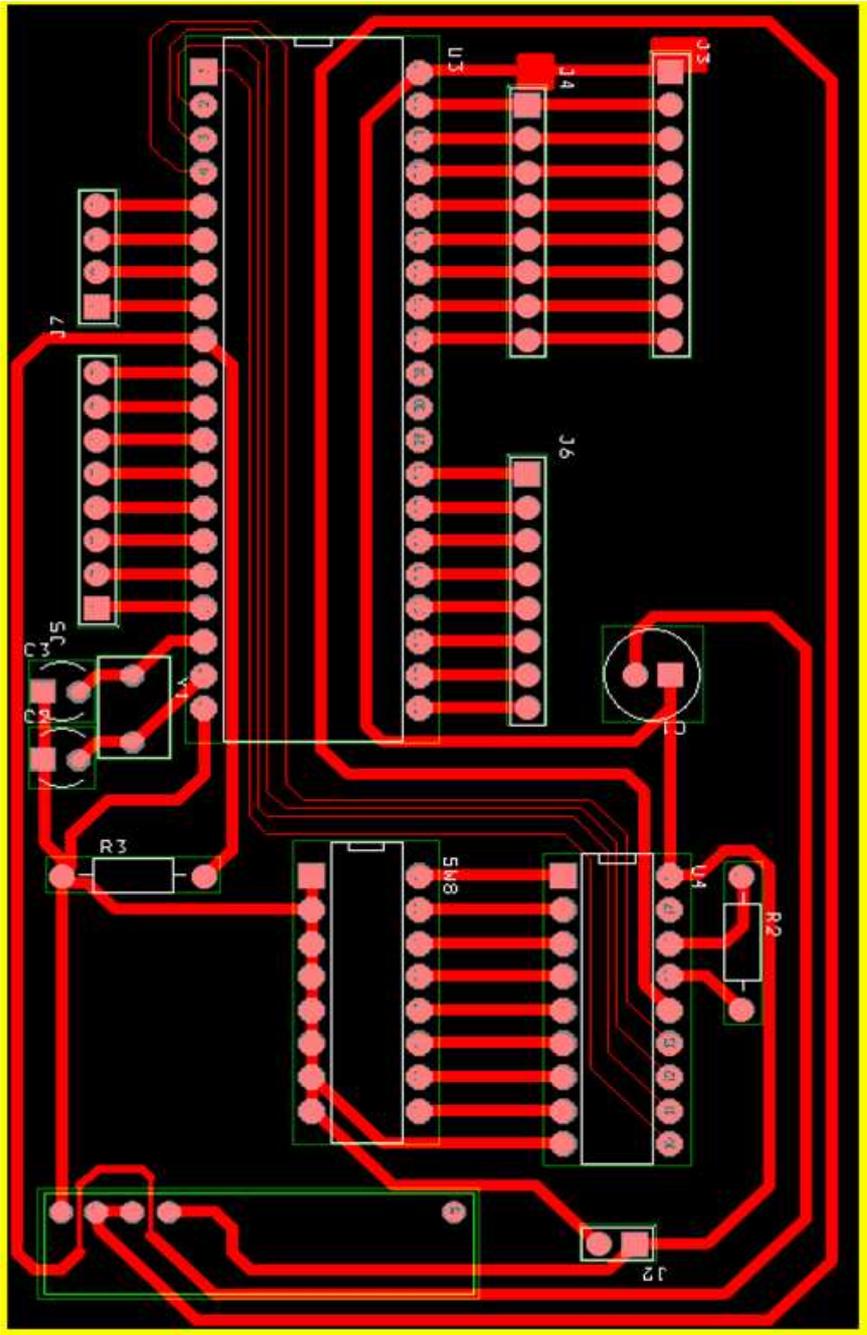
Car_Iutput Capture



Car_Output Layout



Car_Input Layout



參考文獻

- [1].HT-12D/12E 編碼/解碼 IC 介紹
(<http://210.60.84.132/stwave/data/HT12DE.pdf>)
- [2].無線電收發模組電路製作介紹
(<http://grc.yzu.edu.tw/OptimalWeb/articlesystem/article/compressedfile/%22001-08-330%29%20%E7%84%A1%E7%B7%9A%E9%9B%BB%E6%94%B6%E7%99%BC%E6%A8%A1%E7%B5%84%E9%9B%BB%E8%B7%AF%E8%A3%BD%E4%BD%9C%E4%BB%8B%E7%B4%B9.pdf>)
- [3].遙控車的靈魂--無線電遙控設備簡介
(<http://m98.cn/html/62/n-362.html>)
- [4].8051 單晶片介紹
(<http://elearning.stut.edu.tw/mechelec/ch1.htm>)
- [5].蜂鳴器介紹
(<http://www.jin-hua.com.tw/group.asp?id=3304>)
- [6].《單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用》 第七版 蔡朝洋編著