自走車控制設計

黃燕文*、孔光源、彭紹瑋

桃園創新技術學院機械系

摘要

本論文的目的是發展自走車系統之馬達驅動控制、避障與循跡規劃。自走車的控制中心是使用單板電腦，車上硬體包括感測器部分與驅動部分。感測器部分是以超音波感測器與紅外線感測器為主要感測元件；驅動部分是以直流馬達作為自走車的動力來源。在循跡規劃方面，利用裝置在自走車上的紅外線感測器來偵測出自走車與可以沿著電工膠帶貼成的彎曲軌道自動前進的自走車，在避障規劃方面，利用裝置在自走車上的超音波感測器來偵測出自走車與障礙物的距離，讓自走車能行走在未知的環境中，以達成避障的目的。人機控制介面是以Basic Commander單板電腦為基礎，並配合USB傳輸來傳送控制指令和接收從自走車或超音波感測器與紅外線感測器所回傳的資料馬達的驅動控制馬達之目的。

關鍵詞：自走車、單板電腦、紅外線光感測器、超音波感測器、自動導引車(AGV)。

* Email: hyw@tiit.edu.tw Tel: 03-4361070#6409 Fax: 03-4384670

THE AUTOMATIC MOBIL VEHICLE CONTROL DESIGN

Yan-Wen Huang, Kuang-Yuan Kung, Peng-Shao Wei

Department Mechanical Engineering

Taoyuan Innovation Institute of Technology

Jhongli, Taiwan

Abstract

Automatic Mobil Vehicle (AMV) develops the unction of driving control of motor and obstacles avoiding and tracing plan. The AMV uses a single board computer, and its hardware includes the sensing obstacle-avoiding and tracking part and the driving part. The driving power source of the AMV is assembled by two DC motors. The sensing obstacle-avoiding part is assembled by one ultrasonic sensor, and the tracking sensing is assembled by three infrared sensors. The control principle and programming integration is developed to do a self-propelled vehicle autonomy movement. The infrared sensors do the tracking function control to detect the tract on the ground. In the obstacles avoiding plan, the ultrasonic sensor is mounted on the AMV to detect distance the AMV and obstacles. The objective of the avoiding obstacles is enabling AMV moving in the unknown environment. The human-machine interface, using USB communication transmission command and receiving data from AMV or ultrasonic sensor and infrared sensor, has constructed by Basic commander single board computer.

Keywords: Automatic Mobil Vehicle (AMV)、Single Board Computer、Infrared sensor、Ultrasonic sensor 、Automatic Guide Vehicle(AGV)。

* Email: hyw@tiit.edu.tw Fax: 03-4384670 Tel: 03-4361070 ext.6409

壹、前言

近年來，機器人與相關技術的發展，在很多行業的應用被逐漸深入和拓寬，機器人設計有移動機構、傳感器和控制器來組成。工廠自動化搬運系統中最成功也是重要的商品為自動導引車（Automatic Guide Vehicle；簡稱 AGV），AGV 為一種可自動控制行走方向的無人駕駛車，可用來協助企業進行材料、零件的運送、電子廠的零件搬運，且在各產業界也以自動化為導向，除了改善生產效率、更可降低成本。因而引發我們研究。

自走車算是一個具高度整合的控制系統，在控制系統中含蓋許多的次系統，如：驅動系統、轉向控制、傳輸介面、導航系統等，都是可值得深入探討的。以紅外線感測器是在地面依軌道...等，做固定路線行走，都是可值得深入探討的。一般有關自走車的研究均只有循跡或避障(需障礙物移開才能繼續行走)，本論文的設計則是以發展一具單晶片控制應用自走車的運轉，結合紅外線感測器、超音波感測器等做輪型自走車的自主性避障控制動作，可以讓輪型自走車前進、左右、後退等穩定智能控制且降低行駛的危險現象，期使提升未來行車應用的安全性。做智慧型整合應用設計。

貳、研究製作規劃

本論文欲完成一台電腦自動駕駛車，設置 3 個在地面偵測軌道(電工膠帶)的紅外線反射型光感測器，能夠在啟動後循著由黑色電工膠帶貼成的彎曲軌道自動駕駛前進前進、轉彎或停止；原則上，因應業界的應用，無論電工膠帶貼成何種狀態，自走車能循跡前進。另外為了安全著想，自走車裝置超音波感測器，當遇到障礙時，自走車會停止，避開障礙物自走車再繼續循跡前進。

本論文的自走車，僅針對其中的驅動系統、控制系統以及車體系[2][3][4][5] 等三部分來完成

2.1 驅動系統

驅動系統是指自走車的前進系統，應包含馬達、減速機構、馬達驅動系統等。就小型自走車的應用來說，大都選擇直流馬達具有低功率消耗、力矩大、速度快的優點。

2.2控制系統

控制系統是指自走車的主控制板、導引機構與避障和循跡控制等三部分。

主控制板

因此本專題主電路控制板採用單板電腦(圖1)BASIC Commander當作自走車的核心。BASIC Commander是一個微控制器，可透過USB接至電腦進行線上燒錄(In-System Programming；ISP)的工作。

圖 1 BASIC Commander 外觀與接腳圖

導引機構部分

自走車行進間必須有前進的依據，感測系統進行外界環境偵測，而控制系統則利用此一訊號(例如膠帶、紅外線感測器)進行自動導引作業。

避障部分

主要是利用由超音波發射器發出含40KHz載波的單一脈衝T，經空氣傳播碰到障礙物反射，而由接收器接到此單一脈衝時中間的時間差，來計算障礙物與超音波模組之間的距離(圖2)。其基本關係為

距離D=音速C*飛行時間(t/2)

其中t為發射器發出脈衝到接收器接收到的信號的時間差，飛行時間是指超音波來回飛行的時間，因此需除2；而C是聲音在空氣中傳播的速度，一般為331+0.6T(公尺/秒)，T為環境溫度。

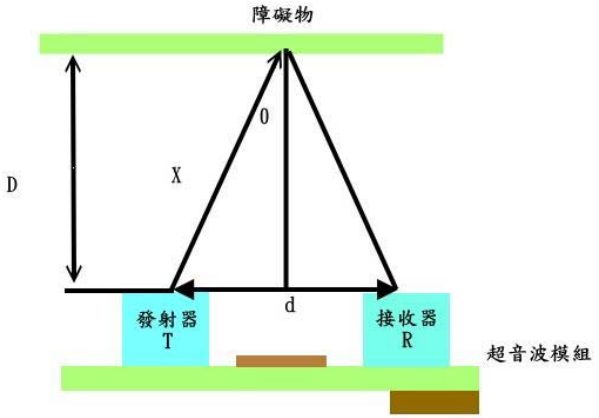

圖 2 超音波距離量測的原理示意圖

2.3車體系統

車身主體構成自走車車身我們選用鋁板，需考慮應用的場合、自走車的載重需求，施工的方便性等。

參、自走車設計

3.1 機構部分

導引裝置的設計考慮路徑規劃的方便性，本專題採用在桌上貼電工膠帶，以電工膠帶的路徑帶領前進方向。機身的設計為裝配的便利性的輪型自走車為基礎，如圖3所示

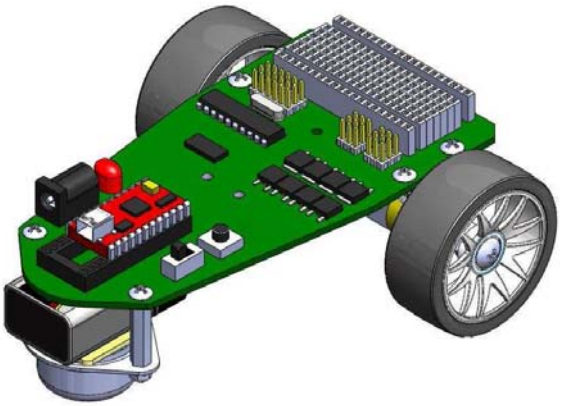

圖 3 自走車的實體設計圖

3.2 感測器裝配位置的設計

1.循跡前進部分

循跡前進的感測器[6]一般都會裝配在車子的前方(圖4)。本論文使用伺服馬達當做動輪，速度不快，因此採用左側、中間、右側三顆即可，每個感測器間的距離為電工膠帶的寬度。

圖 4 感測器裝設位置

2. 避障部分

本專題主要安裝一組超音波感測器[6]偵測障礙物(圖5)。以利基科技的超音波模組，該模組是超音波測距裝置，由超音波發射到接收所花費的時間的長短(t)，估算目標物與發射端之間的(距離(D)=速率*時間)。利基科技超音波模組之外觀，其透過cmdBUS與BASIC Commander連結，因此可以直接以模組命令讀取量測結果，無需理會繁瑣的電路原理與接線。

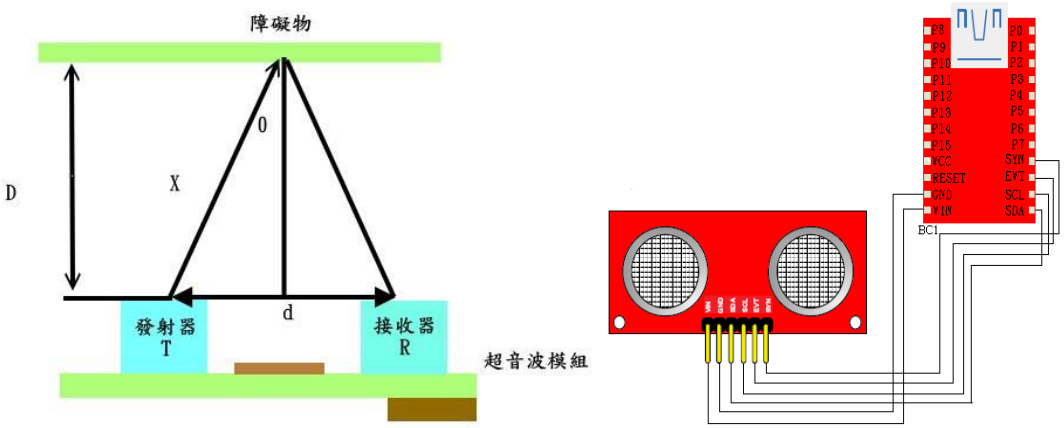

圖 5 超音波電路與原理示意圖

3. 控制方塊圖

圖6所示為自走車的硬體方塊圖，其中伺服馬達、蜂鳴器僅需送控制訊號。

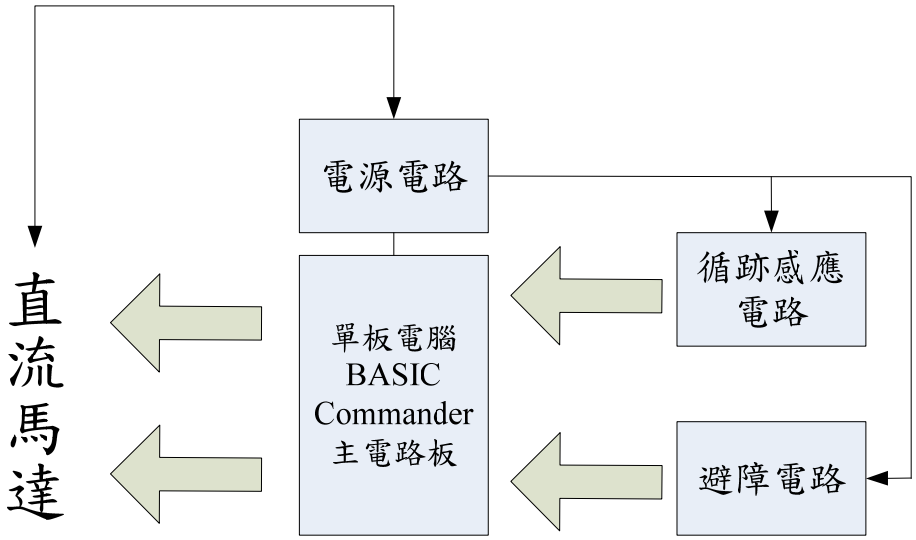

圖 6 自走車控制方塊圖

4. 主電路板與電源電路

本研究的主電路板部分採用利基科技的BASIC Commander單板電腦

5. 循跡電路

本研究的循跡感測電路採用紅外線反射型的光感測器TCRT5000。圖(7)所示為單一偵測點的循跡感測電路，為了讓自走車同時能偵測到更多車子與軌道間的關係，必須提高偵測點的數量，一般最少需要左、中、右等3個偵測點。

感測器位置[6]的影響光感測器的放置位置與導引線間的關係是非常重要的，若三個光感測器L、C、R的位置排列如圖7所示，則因兩個兩個間相距太大，使得自走車行進間偏離導引線很大時才修正，造成車子蛇行；若排列如圖8，則因兩個兩個間距太小，使得自走車隨時修正，造成車子抖行，這也不理想；適當的排列有助於自走車順利行進。

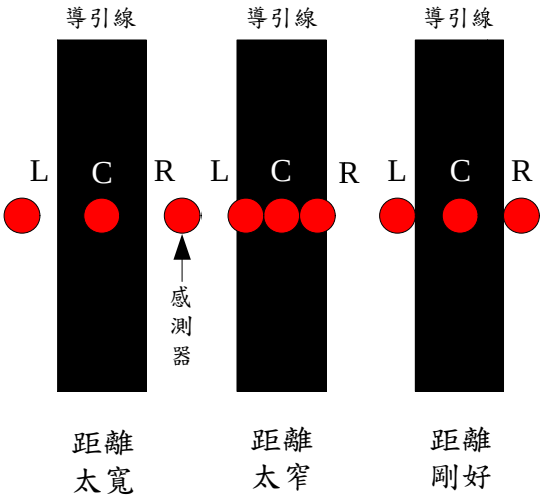

圖 7 光感測器放置位置圖

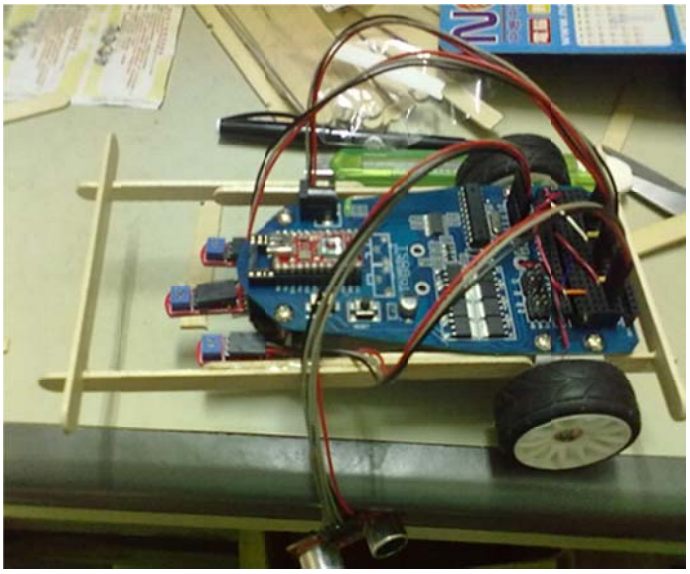

圖 8 TCRT5000 循跡感測模組立

6. 避障電路

自走車行進中會遇到一些障礙物，本論文採用超音波感測，偵測到障礙物時停止，待現場人員進行障礙物排除後或閃離後再繼續前進。

肆、研究控制設計

4.1 主電路圖(圖 9 所示)

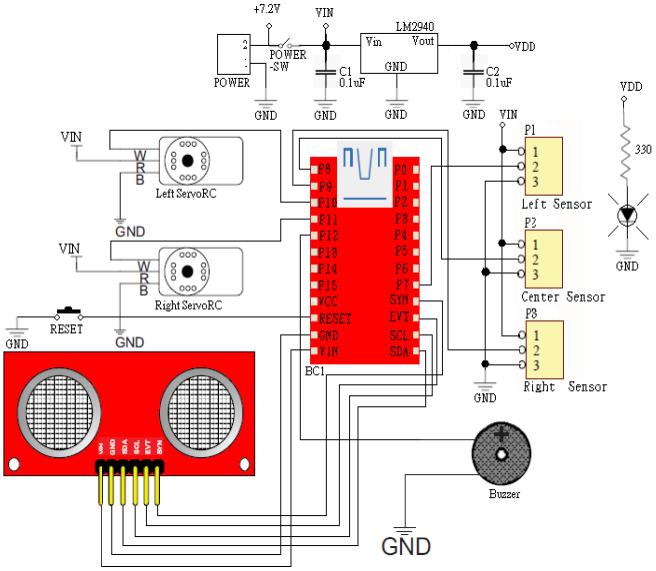

圖 9 主電路圖

4.2 主電路板(圖 10 所示)

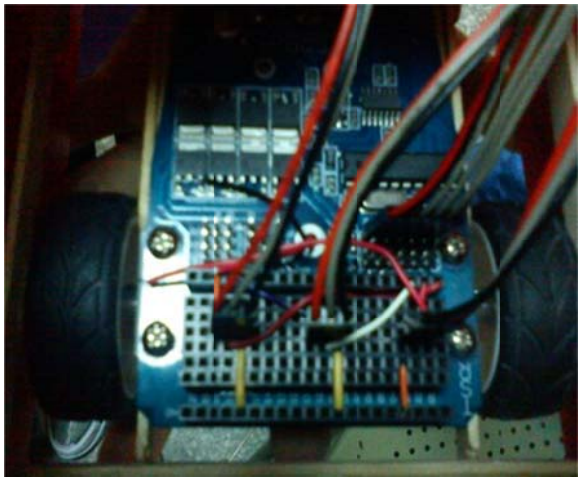

圖 10 使用利基教育板製作的主電路板

4.3 循跡前進程式設計流程圖(圖 11)

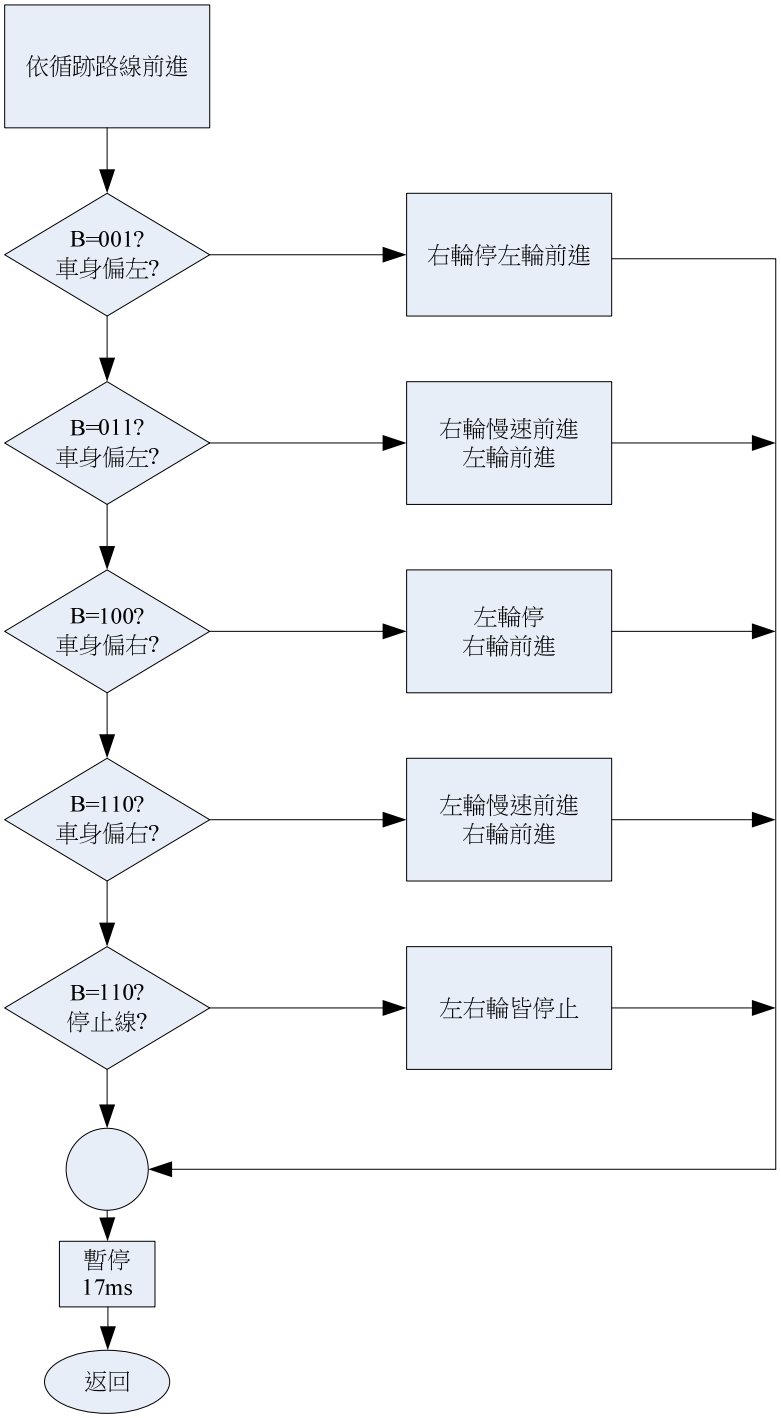

圖 11 循跡前進控制流程圖

4.4 循跡及避障程式設計流程圖(圖 12)

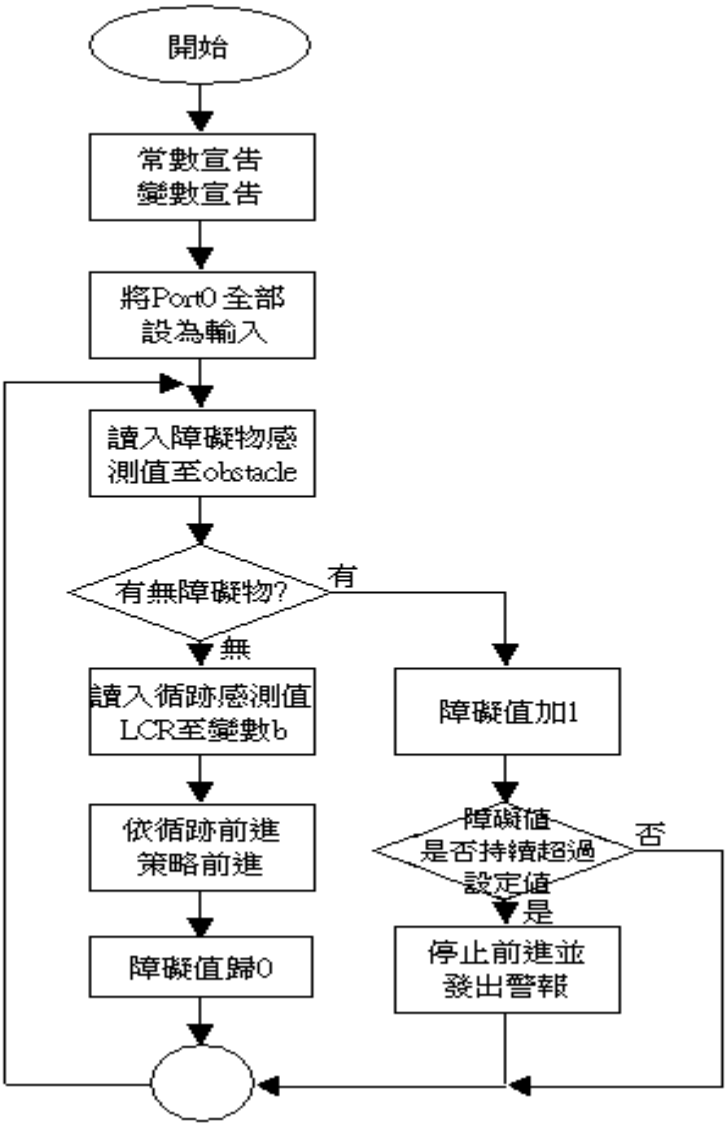

圖 12 自走車主程式設計流程圖

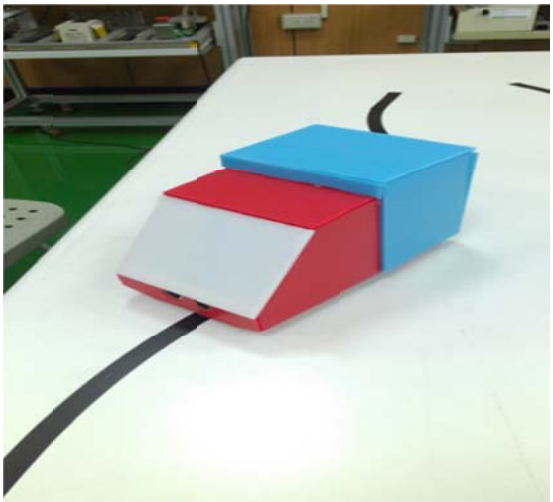

圖 13 自走車循跡的測試

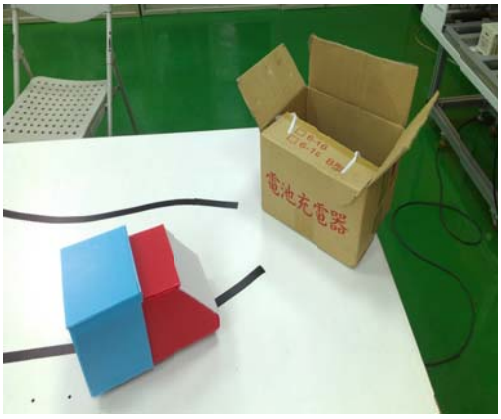

圖 14 循跡前進時遇到障礙物避障測試

4.5 控制程式

```
1  #DEFINE NORMAL_SPEED    40
2  #DEFINE ERROR_1         60
3  #DEFINE ERROR_2         30
4  #DEFINE ERROR_3         10
5  #DEFINE ERROR_4         0
6  #DEFINE ERROR_5         -10
7  #DEFINE ERROR_6         -30
8  #DEFINE ERROR_7         -60
9  Peripheral MySonar As SonarA @ 3
10 Sub Main()
11 Dim Distance As Word =0
12 Dim J As Byte
13 Dim I,Sensor As Byte
14 Dim R, L, Err As Integer
15 Low 10: Low 11
16 DO
17     Sensor=(In(7)<<2)+(In(8)<<1)+In(9)
18     Select Sensor
19         Case &B100
20             Err = ERROR_2
21         Case &B110
22             Err = ERROR_3
23         Case &B010
24             Err = ERROR_4
25         Case &B011
26             Err = ERROR_5
27         Case &B001
28             Err = ERROR_6
```

```
29          Case &B000
30              If Err<0 Then
31                  Err = ERROR_7
32              Elseif Err>0 Then
33                  Err = ERROR_1
34              End If
35          Case &B111
36              Err = ERROR_4
37              Pause(2000)
38              For I=1 To 20
39                  Pulseout(10,300-NORMAL_SPEED)
40                  Pulseout(11,300+NORMAL_SPEED)
41                  PAUSE(16)
42              Next I
43           End Select
44          R = (300+NORMAL_SPEED) + Err
45          L = (300-NORMAL_SPEED) + Err
46          Pulseout(10,L): Pulseout(11,R): PAUSE(16)
47
48
49
50      If (Distance>12 Or Distance=0 ) Then
51
52          MySonar.Ranging()
53          Pause(16)
54          MySonar.GetDistance(1,Distance)
55      Else
56      For J=1 To 58
57          Pulseout(10,250):Pulseout(11,250)
58          Sound(12,16,5000)
59
60      Next J
61          Distance=0
62      End If
63  Loop
64  End Sub
```

伍、結果與討論

將寫好的程式透過 USB 下載至 BC1 後，即可開始自走車的循跡前進實驗；透過實驗結果可觀察出循跡行走狀況良好，並在遇到障礙物時會停止前進，且除了避障、停止之外，避障離開導引線，之後返回導引線繼續工作的功能。會自行避開障礙物再循跡回原規劃的路徑行走，同時發出警告聲告知現場人員，確實達到循跡兼避障成果要求。

本研究創意功能除了循跡、避障、停止之外，和老師與大家一起研究出能循

跡、避障離開導引線，之後返回導引線繼續工作的功能。

陸、結論與未來發展

自走車防撞設計對人類生活上都有很大幫助，本論文加上晶片控制，讓自走車的自主性控制得以更靈敏，可讓自走車自動避障，且自動校正繼續循跡行駛，讓自走車可以在行駛中自我避開危險，真正落實於實務系統中，若能引入汽車行駛中，相信對汽車的操控性安全駕駛有相當的助益。汽車業的多功能性一直提升，從傳統的機械變速一直到現在的電子式控制變速，顯示科技的進步與改善；但是汽車行駛的安全性一直是重要課題，汽車在高速行駛下只要稍不留神，會造成相當大的傷亡，因此若能將本研究觀念落實於汽車行駛控制中，對駕駛或其他乘客有相當的保障，且再加入定速器的功能，對目前的交通事故會有相當大的改善。

柒、參考文獻

[1] 林家德，2011 年，《Inno Basic 單板電腦專題製作》，台科大圖書股份有限公司。

[2] 許哲源，2003 年，《自走車之驅動控制與避障》，國立成大學工程科學系碩士論文。

[3] 孫任範，2007 年，《小型自走機器人動力驅動及相撲設計》，台灣科技大學電機工程碩士論文。

[4] 蔡佳宏，2009 年，《無人自動飛行載具駕駛系統之模糊邏輯控制器設計》，正修科技大學機電研所。

[5] 郭鳳瑞，1996 年，《農業用自動導引車之研究》，台中國立中興大學農業機械工程學研究所。

[6] 利基應用科技股份有限公司，使用手冊。

[7] 利基應用科技股份有限公司，BASIC Commander 及 innoBASIC Workshop，使用手冊。