

HSNU—1

高中組應用科學科第一名

台北市師大附中

作者：施俊吉、周凱楓、郭璟曄、洪佳君
指導教師：劉榮耀

一、研究動機

日常生活中，有許多的工作直接由人去做不只勞力，而且具有危險，如在Volcano一片其中有一幕，工作人員到地下道檢測管線，不慎被氣體所傷。另外在家裡亦有一些做不完的工作如掃地等，這些都是我們迫切須要解決的問題。因此，我們便想設計一個Robot，讓生活多一層方便與保障。而這個Robot的能力亦可因我們的需要，有方便的擴充性。

二、研究目的

- (一) 使用履帶做步行工具可行不平坦的地面
- (二) 使用1.比例控制器操作
2.使用電腦操作
- (三) 攜帶CCD攝影機，並用RADIO傳回
- (四) 各式SENSOR用來判斷環境與防止碰撞
- (五) Robot必需擁有人工智慧(AI)，這是自走車的基本要求。

三、研究設備器材

基本電子用儀器：示波器，電表……

一般工業電腦(4M DRAM, INTEL 486D×4-100)電阻、電容、電晶體、IC、SENSOR……

軟體：Assembly, C++, Basic

四、研究過程

- (一) 裝配比例控制器
- (二) 設計製作SERVO的控制介面
- (三) 設計製作SENSOR的電路與控制介面

- (四) 裝配工業用電腦
- (五) 軟體設計
- (六) 測試比例控制器及電腦與軟體配合度
- (七) 裝配CCD與RADIO
- (八) 整體安裝測試
- (九) 完成

五、研究結果

(一) 裝配比例控制器

SERVO motor:

外型：一黑箱形，三條線（紅、黑、白）接到接收器(receiver)，上有一圓盤狀轉子，可轉180度。

內部：有一DC直流馬達，一組積體電路用以控制馬達正反轉，一組齒輪組用以增加馬達扭力。

控制：當我們用搖控器(transmitter)控制時，HORN可轉固定的角度（原因後述），我們利用推桿可控制履帶的前進後退、方向、CCD的方向與介面switch的控制。我們可知SERVO的安裝方式，由於機械設計上的容許誤差很大。

(二) 設計製作SERVO的控制介面：

1.servo的工作原理：

我們設Receiver訊號所生時脈週期 x ，基準時脈週期 y 比較電路控制DC Motor轉動，造成SVR值改變

若 $x-y>0$ 則正轉，SVR調整 y 值使 $x-y=0$ ，馬達停止轉動

$x-y<0$ 則反轉，SVR調整 y 值使 $x-y=0$ ，馬達停止轉動

$|x-y|=a$ 若 a 越大則轉動越快

2.模擬Receiver控制SERVO電路

3.介面Receiver/8255電路：

此電路用來作人工／電腦控制的切換。MCS-51功用為測Receiver下的命令〈中、左、右〉並把資料給8255。其實此電路可不用MCS-51，MCS-51的用途只在減輕CPU的工作量。

(三) 設計製作SENSOR的控制介面：

我們第一階段的設計重點，在於環境辨識中的行走部份，所以首要設計SENSOR為紅外線超音波與碰撞感應器及光碼器。其它如瓦斯、壓

力……則為往後的部分。

1. 紅外線與碰撞感應器

我們在機械人上用了8組碰撞感應器，8組紅外線光遮斷器共需2個Port才夠用。我們在此有二個處理Sensor傳回資料的方法：

(1) Polling 方式：

此方式在此研究上是最簡單的方式，對一個高中生來說也是最穩當的作法，但此方法可能會造成Data loss。此法的電路很簡單，只要把上述基本電路做16次即可。

(2) Interrupt 方式：

不正常的Interrupt的分辨不是很容易，需要一些技術，因此重製一張IBM PC-AT 介面卡，此法好處是可省下8255的Port，有Interrupt亦可馬上反應。SWITCH有反應，透過IRQ中斷CPU並執行服務常式(ISR)、ISR再讀取DATA BUS的資料，《在這之前，SWITCH在中斷時一並把DATA送入DATA BUS》即可判斷那個SWITCH (SENSOR) Interrupt 系統。

這兩種方式最後選擇何者則在研究後決定！

2. 紅外線電路

3. 超音波：

超音波在此用於測試距離之用。預定裝配一組即可

(1) 裝配方式：

裝作一基座給SENSOR之用，此基座採極座標型（可參閱(3)）

(2) 步進馬達控制電路

(3) 超音波電路：

電路操作過程為，TRG接8255，8255所給信號的長度可影響測試距離，（目前尚在測試中，因此無法給正確數據）8255起動此電路時，一並觸發8253計數，X則接8253做RESET之用。當此電路RESET8253後，系統到8253取得計數值，即可求出正確距離。

設音速 v ，距離 D ，8253導入時脈頻率 f ，8253計數所得數值 n 則所測物體距離為：

$$D = (v \times n / f) / 2 = vn / 2f$$

但音速 $v=331+0.6t$ 所以要有溫度SENSOR補正

(4) 溫度SENSOR 電路：

4. DC Motor 推動電路：

推動整部robot移動的只是一顆直流馬達，配合齒輪箱出力可達10KG以上，但起動所需的安培數卻達10A以上（因地面而不同10A-12A）之後的電流也需保持在7A以上才能正常工作。我們翻閱了不少書籍，甚至到ICC買了控制套件研究，結果還是不斷的燒掉零件最後我們使用了晶體3055才解決了問題。

5.DC Motor Control：

在此我們採用全世界最便宜的D/A轉換之一，大部分情況下可做出不錯的線性效果。

6.Rotary Encoder：

在這部分我們可用軟體方式配合做到角度的控制進而可達到阻尼效果，另外亦可做到PWM（電壓脈波調變），我們盡可能使用MCS-51做這部分控制，這樣可減少8255與CPU的工作，當然，MCS-51亦須受CPU的掌控。

（四）裝配工業電腦：

此部分工作是改造市售之工業電腦，因市售電腦還算不輕，我們拆去其外殼及不必要之零件，Power Supply需供給115V的AC電源，而機械人為了方便行動，只攜帶12V之鉛蓄電池或Ni-Cd，因此我們設計了一個提供DC12V轉DC +12V,5V,-12V,-5V, GND(Com)的電路。

（五）軟體設計：

這部份是機械人的重點所在，RIA(the Robot Institute of America)對機械人的定義是一種可重新設定程式，具有多種功能的操作機，經程式設計以執行各種任務。

1.已知路徑的控制：

我們開發一種語言，讓使用者能方便的控制已知路徑的進行，例如下圖之路徑，我們編輯一個.DIS檔，我們寫一個“看得懂.DIS”的程式即可，不過此程式還必需處理SENSOR的中斷，以防止障礙物出現。

2.無目標自走程式：

這個軟體用來無目標自走之用，只要求閃避障礙物即可。當前方的SENSOR感測到障礙物後向右轉，若無障礙物則前行，否則繼續右轉。在此有個條件幫助測路寬，內容如下：參照首頁附圖，可發現紅外線在頭的部分有3組(A-C)若C、B沒有測到障礙而A有，則改緩慢右轉測試，這樣可增加辨識的準確度。

3.有目的地自走程式：

這個程式比較深入，我們在機械人出發前就給它目的地座標，而其本身為原點，頭為y正向，右方為x正向，一開始朝目的直線前進，遇障礙物時停下，算出目前位置與x正向所夾之角，並以目前方向，位置為原點重設座標系，並求出目的之正確座標。只要需要轉彎時便需停下做這些工作。

4. 含AI的環境辨識自走：

此軟體是否可成功的因素，在於是否有時間寫，請見六、討論

(六) 測試比例控制器及電腦與硬體之配合度：

此部分在於測試軟體與硬體，如8255PORT上的“1”或“0”要持續多久，硬體才能正確運作。又如我們.DIS檔中的FRONT=3, LEFT=30, 6 中3, 30, 6 (3, 6是距離 30 是角度) 軟體要怎樣寫才能讓技術所及的誤差最小。

(七) 裝配CCD與RADIO：

(八) 整體安裝與測試

(九) 完成

六、討論

(一) 為何使用SERVO？

我們只是高中生，不像五專、高職生有這類的知識；例如Transmitter與Receiver我們只能作出較簡單的，3km的要求根本就是個大問題，因此我們採用市面上遙控玩具的FM遙控器，所以就必須使用專用的SERVO。這種SERVO要讓電腦控制實在有點難，不過絕對比設計遙控器簡單。

(二) RADIO的雜訊問題：

(三) 有目的自走之路徑模擬與探討：

我們假設一個最簡單的問題，有一障礙物在前方，而目的在其之後。障礙出現在前方D1處時停下並右轉，右轉 θ 後測試是否有障礙物在前方。前進到左側d1內無障礙時左轉補正方向，前進到目的（可參照前述之流程方塊）則可得虛線所示之折線。在圖中有I、II兩條線，是因機械人會對正目的而走出I的方向，但會碰上B點，故右轉 $\rho\theta$ 到II的方向並走II線。（此為履帶一邊正轉一邊反轉的路徑）

這一個為履帶只轉一邊的路徑，方塊流程與上例同，且比較簡單，原因為轉彎時的不動點。

模擬圖中有下列幾個問題：

1. D1、D2的求法：

兩者相較，雖然後者比較簡單，但並非是好的。一有兩個物體時就有問題了，因D2它的設計值較大，但不一定要如此大才能走過，可能因此卡在某處。

2. d1、d2的求法：

為任意值。

3. θ 值的求法：

這和SENSOR的指向性有關。由於 -20° 、 0° 有 40° 左右，所以 $\theta=40^\circ$ 即可。不過我們在SENSOR前透鏡聚光，所以指向性更佳， $\theta=10^\circ$ 即可。

4. θ 與路徑之關係：

θ 越小會越接近弧形，這樣會越接近越短路線。在行走狹路亦更容易些。

5. 對電腦鼠的世界難題：

由於邏輯方面的問題，我們似乎也有麻煩了，不過用我們的第一個程式處理一定有解，而且可試著走技術上的最短路徑。

(四) 有AI的軟體：

以上的難題(1)來說明，在此軟體中，須配合超音波測距才行，因為我們不知馬蹄形的寬度，無法設定安全距離。此外基本邏輯與程式3同，會朝目標前進，但當機械人走到x處超音波SENSOR會告訴它四周都有障礙物。在記憶中有一陣列記錄了障礙位置（如圖表一）因誤差使畫出來為一接近馬蹄形的東西，經由Fuzzy systems運算可猜出其接近馬蹄形。判斷成功後尋找過去記憶，若無法找出，則可在記憶體中找出最短路徑。這過程可用Neural networks學習，用Genetic Algorithms來找尋最佳解。

在此亦有一個很容易的AI說明如下：

我們依距障礙物遠近在陣列中標出1, 2, 3……到時候Robot沿著數字最大的地方跑就一次OK啦！簡單吧！精確度在於超音波測距是否準確與陣列是否夠大！

七、結論

對一個高中生來說，設計及完成這個機械人，是一大挑戰。除了硬體外，在

軟體方面亦有很大的發揮空間，配合加上的各類感應器如瓦斯感應器等；及各類工具等如吸塵器等，相信必能發展出一個人類日常生活裡實用的好幫手。

八、參考書籍

- (1)王玫友……一·無線電遙控接收機電路解析……無線電遙控電路專集 P16，59……83/8
- (2)鄭振東……11.1利用光二極體所構成的光電感測電路……感測電路設計手冊P21820……80/11
- (3)牛頓雜誌社……TAIWAN SPECIAL 機器人，人造人可能嗎？……中文版 P121..1984/10/15
- (4)吳金戌、沈慶陽、郭庭吉……8051單晶片微電腦實習與應用……1995/7
- (5)編輯部……微電腦應用—機械人與電腦鼠……82/11
- (6)蘇木春，張孝德……機器學習類神經網路，模糊系統以及基因演算法則 86/12
- (7)唐新民……簡介……超音波是什麼？……超音波入門及應用P19……85/7
- (8)許書務……感應器規格表……84/7
- (9)鍾富昭……第八部份光碼直流伺服機設計……8048/8049高級專題製作 80/12
- (10)各類零件說明書

評語

本作品是一項複雜度相當高的系統計，包含了車輛的伺服控制、無線遙控、超音波測距、紅外線感測及溫度感測等硬體設計，並以486電腦裝在此無人車上，作軟體設計，具有行進路徑之預設、障礙物之迴避等功能，雖然這些硬體設計與功能都屬已知技術，但以高中學生而言，能團隊合作，將這些硬軟體整合成一個系統，而且應用一些人工智慧的技術，這樣的設計，誠屬難得。