

第四章 系統實驗測試與結果

4.1 本章內容

建立遙控車後，我們需對遙控車基本的動作做實驗，以便了解遙控車是否依照我們所給予的指令行進，藉由這些實驗也可找出系統設計時可能造成的誤差。接著再根據前面所闡述的路徑規劃控制遙控車前進，以了解前述的路徑規則是否正確。

4.2 前輪轉向實驗

此節中將測試遙控車前輪的轉向所需相關數值。由於此四輪遙控車的前輪轉動裝置，包含了伺服馬達及傳動結構，因此，我們雖然可以精準的控制伺服馬達於準確的角度，但是當伺服馬達轉動至我們指定的角度時，再透動傳動結構轉動輪子的角度卻不等於馬達轉動的角度，因此有必要了解當伺服馬達轉動角度與遙控車前輪實際轉動角度的關係。以下表 4.1 為前輪右轉之實驗數據，4.2 為前輪左轉之實驗數據：

伺服馬達轉動角度	脈波寬度	前輪轉動角度
右轉 10 度	0.98ms	右轉 10 度
右轉 15 度	0.84ms	右轉 12.5 度
右轉 20 度	0.70ms	右轉 15 度
右轉 25 度	0.56ms	右轉 20 度
右轉 30 度	0.42	右轉 25 度

表 4.1 前輪右轉之實驗數據

伺服馬達轉動角度	脈波寬度	前輪轉動角度
左轉 10 度	1.55ms	左轉 10 度
左轉 15 度	1.69ms	左轉 12.5 度
左轉 20 度	1.83ms	左轉 15 度
左轉 25 度	1.97ms	左轉 20 度
左轉 30 度	2.11ms	左轉 25 度

表 4.2 前輪左轉之實驗數據

因此由以上實驗可知此一車輛前輪最大轉彎角為 25 度。

4.3 後輪行走實驗

本實驗遙控車控制後輪之步進馬達為一二相位馬達，其一步級之轉動角為 1.8 度，因此馬達旋轉一周需要 200 步。而欲使後輪轉動，是由馬達透過皮帶帶動傳動裝置，方使後輪轉動。中間的傳動裝置齒輪齒數為 38 齒，而步進馬達之轉軸齒數為 15，因此可算出步進馬達每轉 2.533 圈時，車輪會轉動一圈。而由於馬達旋轉一周需 200 步，因此馬達每轉動 506.7 步時，車輪可轉動一圈，而車輪輪周長為 17.4 公分，因此我們利用以下實驗了解遙控車實際行走距離與估算出的行走距離的差異。實驗結果如下表 4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8 所示。

實驗別	步進馬達轉動步數	估算行走距離	實際行走距離
1	1000	34.3cm	34.0 cm
2			33.5 cm
3			33.6 cm

表 4.3 步進馬達向前轉 30 圈實驗數據

實驗別	步進馬達轉動步數	估算行走距離	實際行走距離
1	2000	68.8cm	66.7 cm
2			67.1 cm
3			66.6 cm

表 4.4 步進馬達向前轉 40 圈實驗數據

實驗別	步進馬達轉動步數	估算行走距離	實際行走距離
1	3000	103.0cm	99.6 cm
2			100.3 cm
3			100.5 cm

表 4.5 步進馬達向前轉 50 圈實驗數據

實驗別	步進馬達轉動步數	估算行走距離	實際行走距離
1	1000	34.9cm	32 cm
2			33 cm
3			33 cm

表 4.6 步進馬達向後轉 30 圈實驗數據

實驗別	步進馬達轉動步數	估算行走距離	實際行走距離
1	2000	68.8cm	67.3 cm
2			67.6 cm
3			68.0 cm

表 4.7 步進馬達向後轉 40 圈實驗數據

實驗別	步進馬達轉動步數	估算行走距離	實際行走距離
1	3000	103.0cm	100.7 cm
2			101 cm
3			100.5 cm

表 4.8 步進馬達向後轉 50 圈實驗數據

由上述實驗可得知步進馬達在進行相同的轉動步數時造成的誤差非常小。且各實驗實際行走距離與估算的行走距離誤差都在 5 公分以外，因此可說非常準確。

4.4 遙控車轉彎實驗

此實驗則是以車輛進行 90 度轉彎時，測量其轉彎半徑與行進距離，用以比較以式子 3.11 計算出的結果。藉以了解其誤差的程度。

實驗結果如下表 4.9。

前輪轉彎角	轉彎半徑	估算半徑	估計行進距離	實際行進距離
10 度	119.1cm	117.5	187.1cm	195.6
15 度	78.4cm	77.5	123.1cm	130.6
20 度	57.7cm	56.8	90.6cm	100.8

表 4.9 不同的前輪轉彎角的估計半徑、步數與實際行走半徑、步數

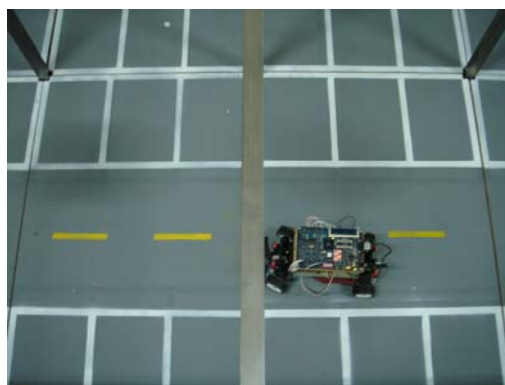
以上實際行距離即以馬達轉動步數乘以馬達轉動一步帶動遙控車行進的距離的結果。

4.5 遙控車變換車道實驗

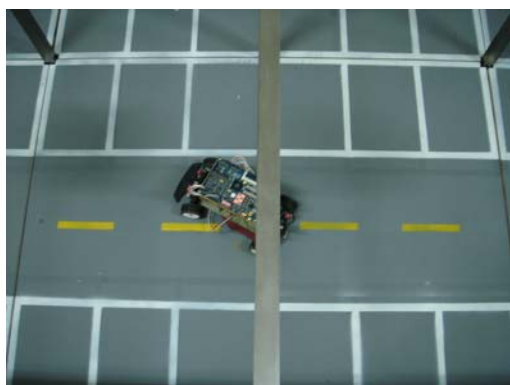
由於本實驗室有一停車場模擬場，因此變換車道實驗即利用此一場地做測試。此一模擬場的車場寬為 20 公分，圖 4.1 為遙控車進行車道變換之的分解圖。



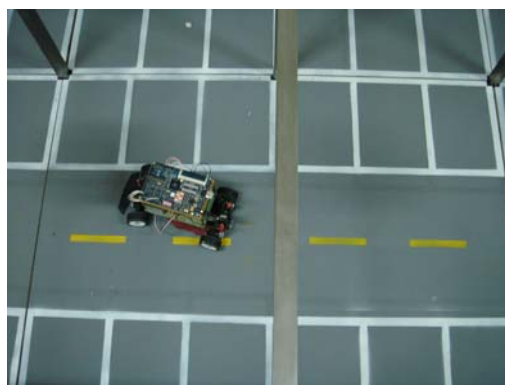
(a)



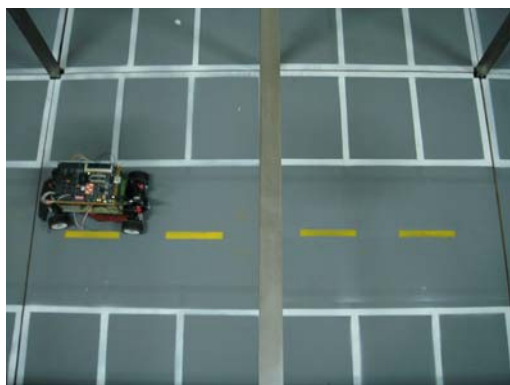
(b)



(c)



(d)



(e)

圖 4.1 遙控車變換車道動作分解圖

(a)->(b)->(c)->(d)->(e)

4.6 誤差分析

由以上幾個實驗可發現遙控車在進行控制者給予的動作，仍有些許的誤差，我們做了以下的討論：

測量遙控車距離時誤差：

由於在做各項實驗時，測量遙控車所轉彎的角度及前進的距離均是由人工去測量，雖然用尺規測量數據，但由於經由目視所得結果，因此這是造成誤差的因素之一。

遙控車起始點誤差：

在實驗時，由於求得可能因素造成量測的錯誤，因此我們均將遙控車的起始點放置於同一位置，但是於放置時可能由於車身位置與角度無法每次均正確擺放，因此這裡也是造成誤差的可能因素之一。

車輛本身因素造成的誤差：

由於每次實驗後，車輛自身因素的改變而造成實驗誤差的造成，例如車上避震器的調校，此一因素可能造成車輛行走時產生歪斜的情形。而且車輛上的前後輪轉動均是透過傳動裝置帶動，因此在車輛運作時也可能造成理想的車輪轉動距離與角度跟實際的車輪動作有些許的誤差。

環境造成的誤差：

由於在進行路徑設計時，我們已先減少環境對遙控車行走時所造

成的影響，是由於為方便推導車輛之運動方程式之故，但環境因素仍是會於遙控車實際行走時成為影響的因素之一，例如車輪與地板產生滑動、地面為傾斜路面等…。