

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 電子、電機及資訊科

最佳(鄉土)教材獎

091012

自行車預防追撞系統研究與設計

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者：  職三 張曉琦  職三 陳昱璋  職二 彭博緯  職二 房家琪	指導老師：  林己超  楊得明
---	-----------------------------

關鍵詞：超音波、感測器

# 作品名稱：自行車預防追撞系統研究與設計

## 摘要

在所有的交通工具中自行車是一個皮包鐵的機械結構，只要受到輕微的「追撞」都會造成嚴重的安全問題。發生的原因多半是未能及時反應後方有來車，或是後方急駛而來的車輛未能立即反應避開所造成。

本研究為利用超音波的感測元件，應用於自行車上，做為自動偵測後方來車的警示裝置，一方面告知自行車駕駛人後方來車的接近，另一方面對進入危險距離的來車也發出警示，在天色昏暗時可自動開啟尾燈，煞車時可開啟煞車燈，當左、右轉時自動顯示左、右轉燈號，以預防突然遭到後方來車的「追撞」，達到降低事故的發生，增加行車安全的目的。

## 壹、研究動機

近年來單車人口增加，發生單車車禍的社會新聞經常在媒體中出現，例如：

*新聞報導 晚上 6-8 點 騎單車最危險*

*〔記者楊宜中、林相美、黃良傑／綜合報導〕屏東市去年十二月就發生一件六十多歲洪姓老婦騎腳踏車返家，在距家門口不到五十公尺處，遭蘇姓女子騎機車擦撞送醫不治，洪婦家人向屏東地院提告向蘇女索賠一千零二十七萬元，被告指洪婦突然右轉才追撞，只願支付喪葬費五十萬元。法官調查，認為老婦還未到家，右轉不合情理，判賠六百五十萬元。*

*（自由時報，2009-7-31）。*

有鑑於上述之新聞事件，自行車駕駛就在毫無預警下被追撞死亡。但若自行車駕駛能在後方機車追撞前，經由某種方式得知後方機車靠近的距離警示系統，增加認知判斷來避開後方來車，同時也發出警示告知後方來車跟車太近，而在夜間或光線昏暗時系統能主動開啟尾燈，即可以達到降低事故的發生，確保自己與他人的生命安全。

汽車、機車及自行車在行駛時都有所謂視線上的死角，後照鏡也無法提供完善的視角。在不確定的情況下來判斷並做出反應是非常危險的。聯想到蝙蝠在漆黑的夜晚可以利用超音波反射原理來避開前方的障礙物，以及汽車利用倒車雷達的方式來判斷後方物體的靠近程度。因此如果自行車本身能擁有像蝙蝠般的超音波感應，就能夠讓自行車駕駛知道後方來車的接近，同時也提醒後方來車注意行車間距，如此讓自行車駕駛及後方來車有正確的認知判斷去做出適當的反應，這樣將能提高自行車的安全性。故藉由在感測器原理中所介紹的超音波原理，並結合基本電學、電子學、電子電路、數位邏輯的電路原理與實習操作中的應用電路來研究設計自行車預防追撞系統。期望本研究能設計出一新型的裝置可以來輔助自行車駕駛人在有危險情況發生時，能即時提醒駕駛者及後方來車，並採取適當的應變措施，保障行車的安全。

## 貳、研究目的

本研究目的在於設計出一套以超音波原理為基礎的自行車預防追撞系統，具體目的如下所示：

- 一、可明確顯示距自行車後方危險範圍內 1~6 公尺處的靠近的車輛。
- 二、利用 LED 光顯示不同顏色增加自行車駕駛的認知判斷能力。
- 三、利用蜂鳴器的警示聲響輔助自行車駕駛的認知判斷能力。
- 四、利用自行車後方警示 LED 的閃爍程度告知後方駕駛人注意行車間距。
- 五、夜間或光線昏暗時系統能主動開啟尾燈，煞車時可自動開啟尾燈。
- 六、在自行車左、右轉時能主動顯示左、右轉方向燈告知後來來車注意。
- 七、結合自行車發電機提供系統所需充電電源。

## 參、研究設備及器材

一、研究設備：			
	名稱	規格/備註	數量
1	示波器		1 台
2	直流電源供應器		1 台
二、研究器材：			
(一)製作機構所需器材:			
1.	小型手握式電鑽	含鑽頭組	1 支
3	焊槍		1 支
(二)製作電路之材料：			
1	電木洞洞板		1 片
2	穩壓 IC	7805，LM1117-3.3，SOT-223	各 1
3	邏輯 IC	ADC0804，555，7447，7405	各 1
4	單晶片	8051	1 個
5	電容	0.1 $\mu$ ，10 $\mu$ ，330 $\mu$ ，30pF，150pF	若干
6	電阻	10K $\Omega$ ，1K $\Omega$ ，330 $\Omega$ ，220 $\Omega$	若干
7	可變電阻	10K $\Omega$ ，20K $\Omega$	若干
7	發光二極體		若干
9	七段顯示器		若干
10	光敏電阻		1 個
11	IC 腳座	14P，40P	若干
12	石英晶體振盪器	12MHZ	1 個
13	超音波感測器	LV-MaxSonar-EZ1	1 個
14	電力電驛	5V	1 個

## 肆、研究過程或方法

依據研究目的，決定研究步驟的流程圖，如下圖 4-1 所示。經由搜集分析資料中去認識一般自行車的結構，並了解常人在接受刺激時的運動生理的反應時間，以及查閱道路交通相關規則。使系統裝置的研究設計有一概念性的構想，再透過瞭解超音波的原理及應用對感測器有更進一步的認識，並考量系統裝置於實際裝設自行車上的問題，同時測試製作電路與製作所需的機構，最後再經實驗性的系統整合測試，完成研究報告。

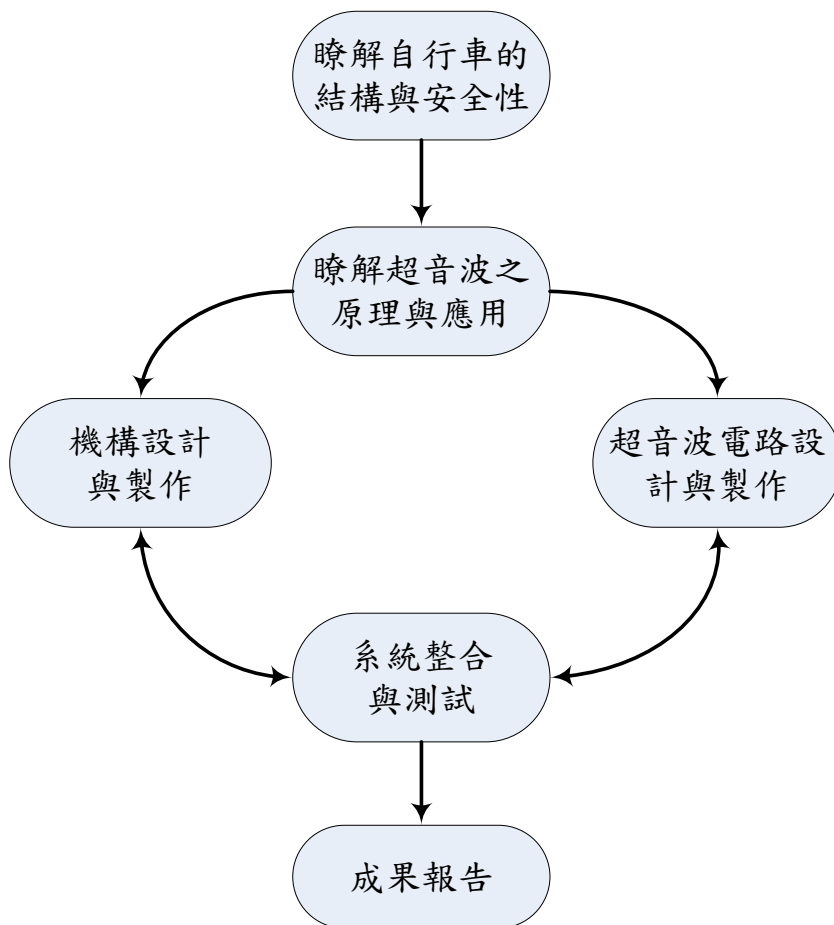


圖 4-1 研究步驟流程圖

## 一、自行車之探討

道路交通事故發生原因中的 90% 以上，都是人為過失所致。為改善人為過失，「法規與作法」一書指出，用路人必須不斷反覆做好「認知」、「判斷」、「動作」三個步驟。而依據日本交通事故總合分析中心的「微細分析資料」，道路交通事故原因都集中在「認知」和「判斷」兩項過失上。因此自行車駕駛人在行駛時，要能預測接近自己的車輛車速及不斷接近自己的車間距離，作為認知判斷的依據。且在運動生理學專家豬飼道夫的研究中，一般人的單純反應時間，如表 4-1 所示，在 0.12 秒~0.22 秒間。

表 4-1 一般人對不同刺激的反應時間

刺激來源	反應時間(秒)
音響	0.12~0.18sec
光線	0.19~0.22sec
電氣	0.12~0.20sec

故自行車駕駛人在認知到後方來車的警示時，做出最簡單判斷反應時間約有 **0.2 秒** 左右。而現行的「**道路交通安全規則**」在九十二年十月十五日修正生效至今，行車速度依速限標誌或標線之規定，無標誌或標線者，無論市區或郊區行車時速均不得超過**五十公里**，但在未劃設車道線、行車分向線之道路，或設有快慢車道分隔線之慢車道，時速均不得超過**四十公里**。

因此列出一般行車時速轉換表，如表 4-2 所示。以一般人單純的反應時間 **0.2sec** 為計算基準，例如：一般市區、郊區的平均時速 **50km/h = 13.89m/s**，求出一般人的反應緩衝距離：

$$\Rightarrow 0.2 \times 13.89 = 2.778m$$

表 4-2 一般行車時速轉換表

公里/小時	公尺/秒	反應緩衝距離(公尺)
80km/h	22.22m/s	4.444m
70km/h	19.44m/s	3.888m
60km/h	16.67m/s	3.334m
50km/h	13.89m/s	2.778m
40km/h	11.11m/s	2.222m
30km/h	8.33m/s	1.666m
20km/h	5.56m/s	1.112m
10km/h	2.78m/s	0.556m

由上表中可知，在設計自行車後方來車警示裝置時，在後方來車與自行車的相對速度在 10km/h~80km/h 時，要有可偵測到 0.556m~4.444m 的距離，來讓自行車駕駛人有充分認知判斷的時間。再加上考量距離太近、太遠、太寬時的警示，反而會造成自行車駕駛的困擾，決定以約自行車的手把寬度，及一定之距離，定出超音波要能偵測的危險範圍，如圖 4-2 所示。並由燈號顯示，以反倒車雷達的顯示方式，在 4m 時亮較多燈號，1m 時最少燈號，讓自行車駕駛人有充分的反應準備。

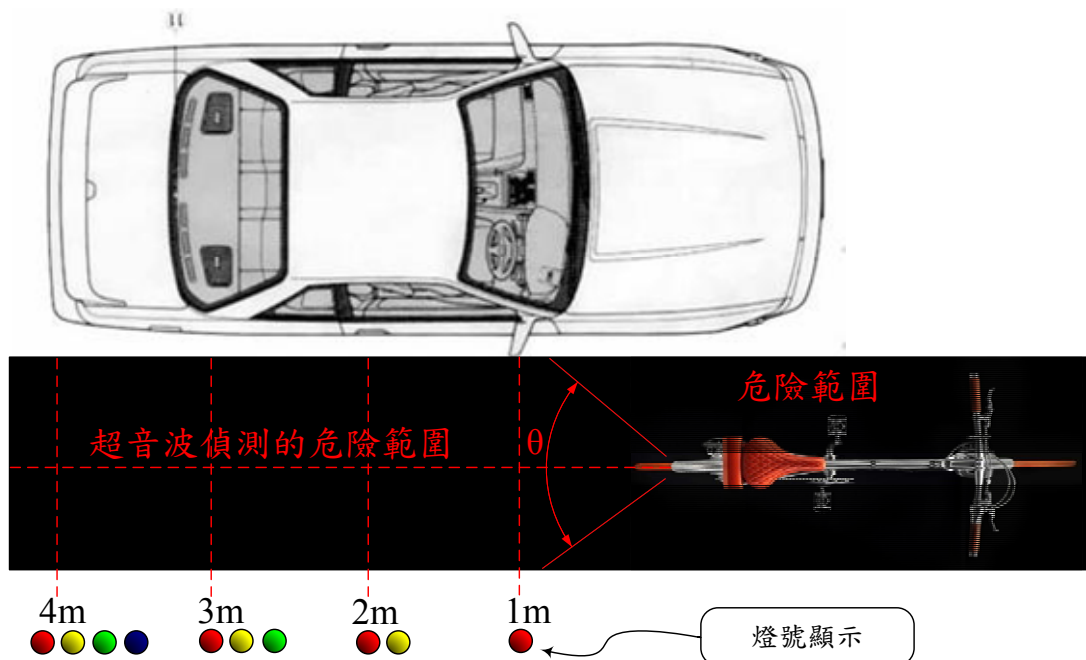


圖 4-2 超音波偵測的危險範圍

## 二、超音波技術之探討

本研究為接續去年的研究成果，在去年的研究探討中了解，自行車的結構、自行車騎乘的相關道路交通規則、超音波感測器的種類，以及常人在接受刺激時的運動生理的反應時間，決定人對聲音的反射時間的換算距離。在研究中決定利用超音波的反射原理，藉由相位差法，來量測自行車後方來車的距離，而在超音波感測器的檢出方式，在去年的研究中是選擇反射型。因經過調查市面上電子材料行所販售的超音波感測器的種類及規格時，發現在新竹、苗栗、台中的電子材料行只有反射型的超音波感測器且只有兩種型號：40T-16W(發射端) 40R-16W(接收端)、MA40B5S(發射端) MA40B5R(接收端)，價格為 150~400 元，而單體型的只有在網路上有販賣，價格在 900 元以上，且訂貨後送貨時間，竟長達二、三個月，一再打電話去廠商確認，廠商推說要從美國運送等……，故在去年的研究中是利用市面上所販售的兩種型號的反射型超音波感測器來製作電路，在設計製作上雖然在麵包板的測試過程中可量測範圍從 50 公分至 300 公分，且每間隔 10 公分量測記錄中其誤差率皆低於 5%。但在焊接完電路後穩定性及反應效果並不理想，且在校正時需利用數位示波器將每一部分的電路依序調整，且電路板因所使用的零件繁多，體積過於龐大不易裝設於自行車上，故今年決定使用單體型超音波感測模組 LV-MaxSonar-EZ1 來重新設計製作預防追撞系統裝置的研究。

### 三、系統機構功能介紹

為設計出可讓自行車駕駛人，方便認知判斷的後方來車警示裝置，且在不會影響自行車本體及駕駛時的安全性上，初部設計的構想示意圖如圖 4-3 所示。主要的電力來源為電池，將來也可輔以自行車充電系統供給電力給控制電路。

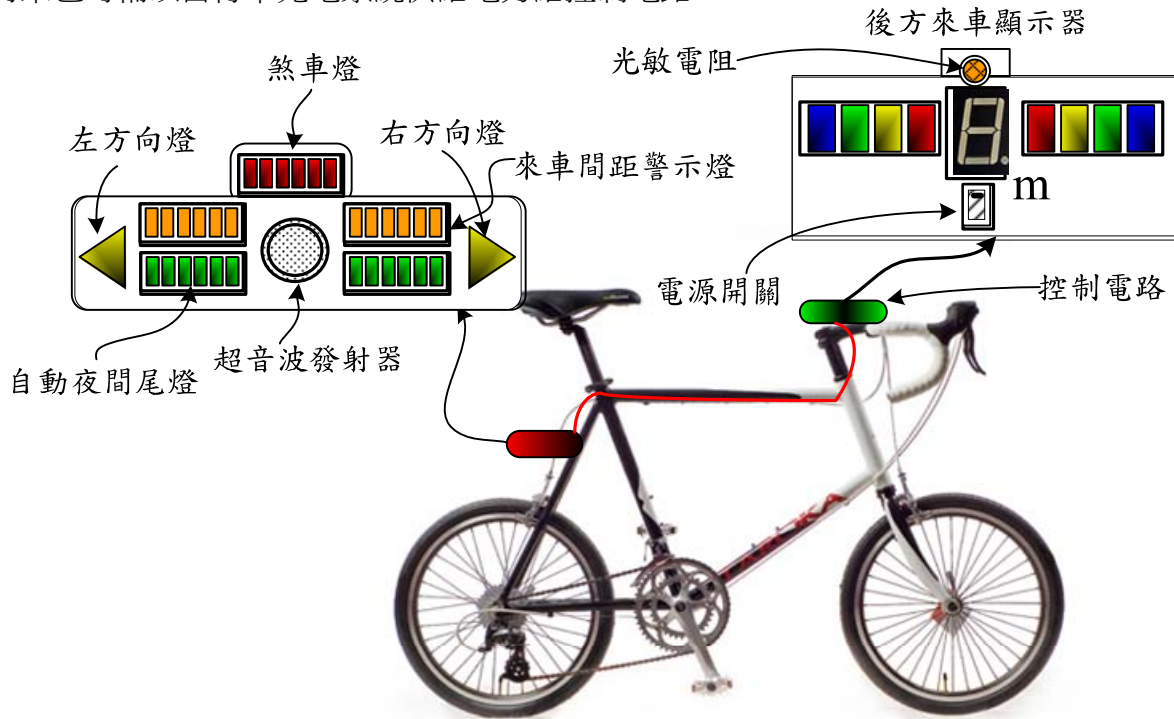


圖 4-3 系統機構示意圖

### 四、電路設計與分析

配合系統機構的示意方式，設計一個系統測距電路原理，如圖 4-4 所示：

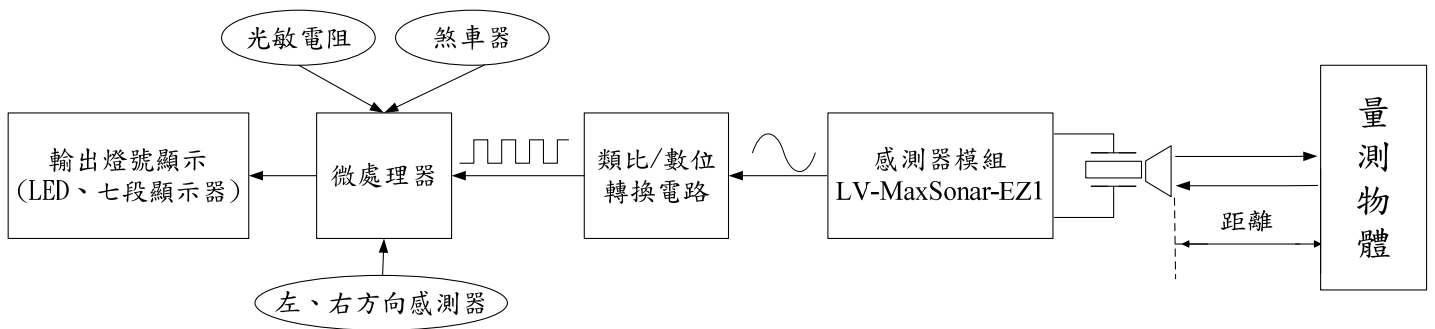


圖 4-4 系統測距電路原理圖

先由單體型超音波感測模組 LV-MaxSonar-EZ1 發射超音波訊號待接收到反射訊號後，模組輸出一類比訊號，經由類比/數位轉換電路將類比訊轉換為數位訊號輸出至微處理器，經由程式撰寫判斷，來驅動輸出的 LED 變化及七段顯示器的數值表示。



(一)類比/數位轉換電路：

EZ-1 感測器輸出的類比電壓為 0 ~ 2.55V，以 10mV / inch 的變化，而感測器內部已使用電壓隨耦器輸出來避免負載效應，只需將此類比訊號傳送至 ADC0804 做為類比轉數位器，偵測輸入的類比訊號，然後以八位元 00H~FFH 予以編碼，將輸入的電壓切割成  $2^8 = 256$  個解析度，做為電路的轉換電路，如圖 4-5 所示。若為配合感測器最大類比電壓輸出為 2.55V 時，則 ADC0804 的參考電壓，依實驗得知可設定為約 1.73V，則可將 0~2.55V 電壓，分成 256 等分，編碼為 00H~FFH，而實際轉換後數值的計算方式如下所示：

∴ EZ - 1輸出電壓為每格10mV / inch共256種變化可與ADC0804解析度互相配合  
 故當輸入電壓：0V → 00H；10mV → 01H；20mV → 02H ……  
 又 ∴ 1 inch = 2.54cm ⇒ 01H → 1 inch = 2.54cm；02H → 2 inch = 5.08cm ……

而研究中所需要量測的切割距離為 1m、2m、3m、4m、5m  
 ∴ 1 m = 100cm ≅ 39.37 inch ⇒ 16進位 ≅ 27 ~ 28H  
 2 m ≅ 78.74 inch ⇒ 16進位 ≅ 4E ~ 4FH  
 3 m ≅ 118.11 inch ⇒ 16進位 ≅ 76 ~ 77H  
 4 m ≅ 157.48 inch ⇒ 16進位 ≅ 9D ~ 9EH  
 5 m ≅ 196.85 inch ⇒ 16進位 ≅ C4 ~ C5H

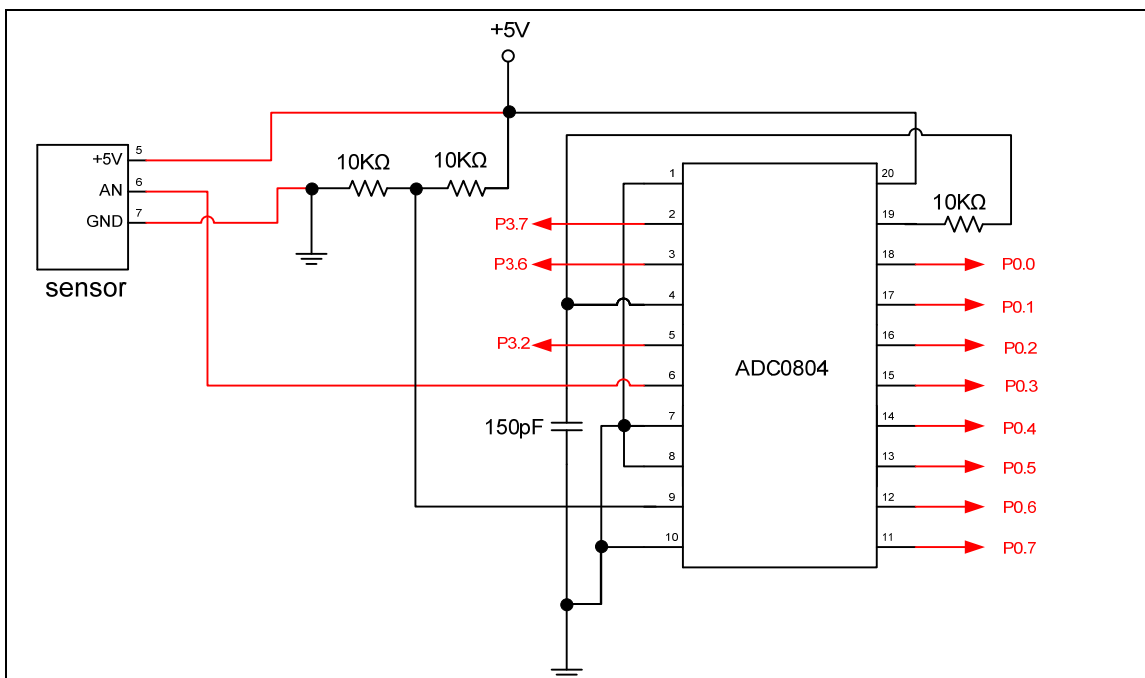


圖 4-5 轉換電路

## (二)微處理器：

微處理器是把中央處理單元、記憶體、輸出入單元整合在一個 IC，為一體積小、成本低、可靠度高的微電腦系統。主要功能是以程式的撰寫來處理數位訊號的輸出、輸入做為設計電路的核心控制中心，而市面上有很多種不同規格的單晶片，因高三的單晶片實習中，我們所使用的是以 89S51 做為微處理器，將 ADC0804 所轉換出來的數位訊號做為微處理器的輸入，並透過 8051 撰寫程式讀取判斷迴圈，並利用所提供的兩個 16 位元的計時器之一，以 12MHz 的計數時鐘脈波，撰寫計時中斷副程式，來控制外部輸出 LED 變化及七段顯示器驅動，如圖 4-6 所示。

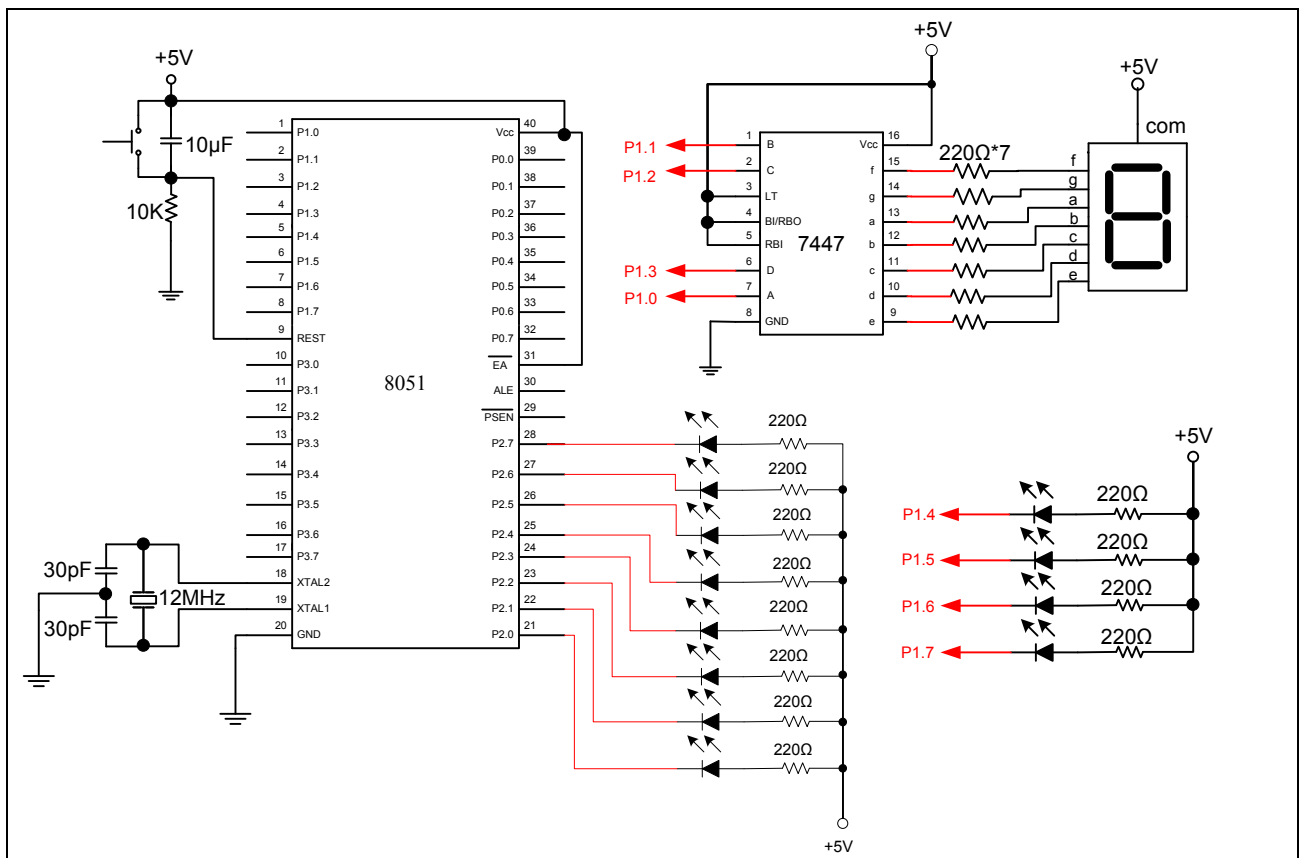


圖 4-6 單晶片與輸出電路

(三)程式撰寫流程：

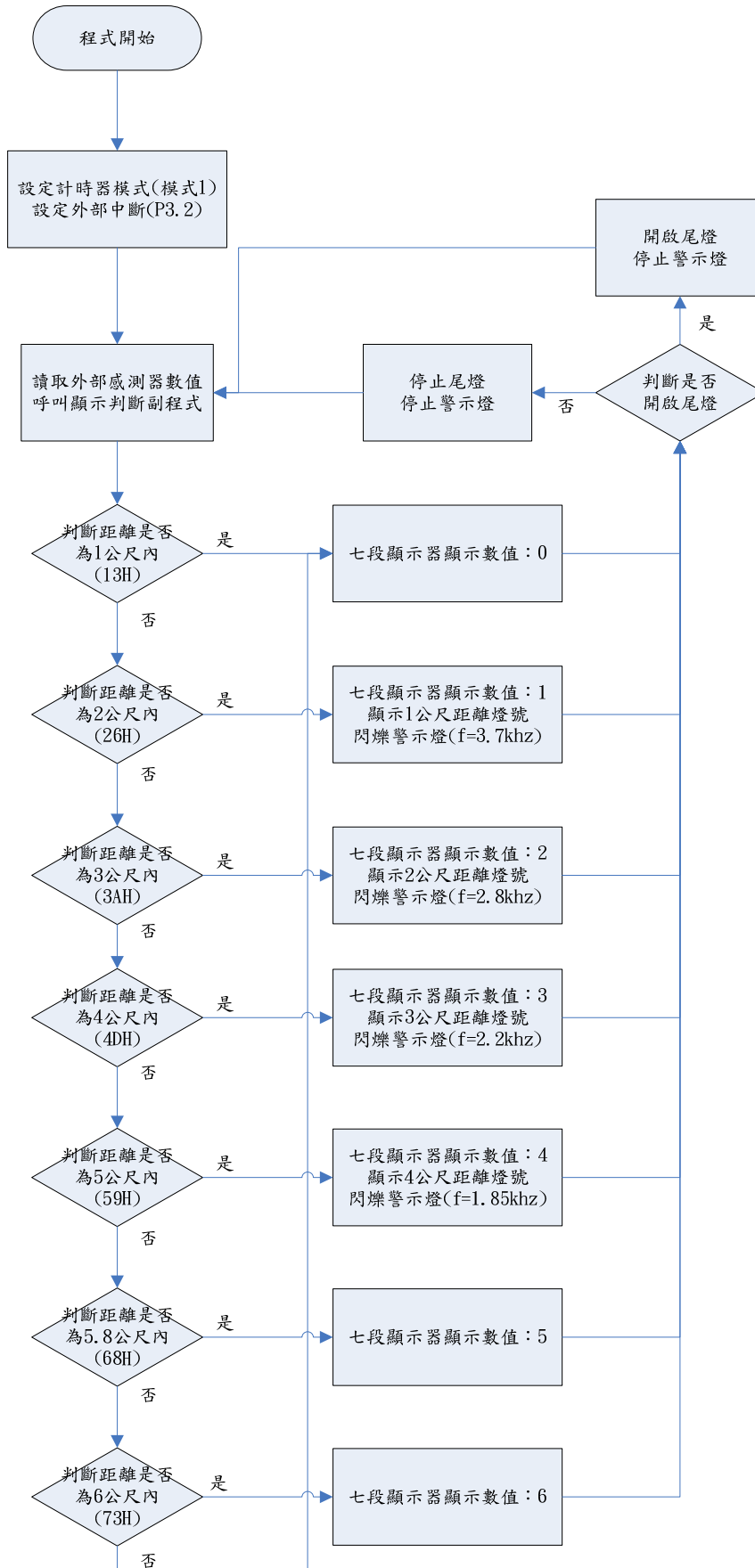


圖 4-7 程式撰寫流程圖

## 伍、研究結果

### 一、成品製作：

圖示	說明
<p data-bbox="150 418 517 454">(一)第一代系統裝置製作：</p> 	<p data-bbox="852 418 1442 981">利用反射型超音波感測器製作，先由觸發控制電路發射一觸發導通訊號給脈波產生電路及標準震盪電路，而脈波產生電路即產生 40KHz 之超音波能量給發射器，發射的信號撞及物體後折返的反射波則由接收器輸入，輸入訊號經由接收電路做放大、檢波處理，再經由比較器及栓鎖電路來比較觸發訊號及接收訊號給標準震盪電路及計數電路，並且利用標準的振盪脈波做時間的計數與距離的轉換，再由解碼電路使二進位的訊號轉換成顯示燈號的變化及七段顯示器的數值表示。</p>
<p data-bbox="150 1039 533 1075">(二) 第二代系統裝置製作：</p> 	<p data-bbox="852 1039 1442 1361">利用單體型超音波感測模組 LV-MaxSonar-EZ1 發射超音波訊號待接收到反射訊號後，經由模組電路處理輸出一類比訊號，再經由類比/數位轉換電路將類比訊轉換為數位訊號輸出至微處理器，經由程式撰寫判斷，來驅動輸出的 LED 變化及七段顯示器的數值表示。</p>

## 二、研究結果：

### (一)第一代系統研究結果：

本研究之超音波測距實驗，以 45cm x 45cm 木板做為被測物體，結果整理於下表 5-1 所示，量測範圍從 50 公分至 300 公分，每間隔 10 公分量測並記錄其精準性。結果顯示本研究設計之超音波測距系統在 3 公尺範圍內誤差率皆低於 5%。

表 5-1 第一代測距實驗結果

日期：98/3/25

實際距離	量測結果	誤差值	誤差率
50cm	50 cm	0	0
60 cm	59 cm	1	1.67%
70 cm	69 cm	1	1.43%
80 cm	79 cm	1	1.25%
90 cm	87 cm	3	3.33%
100 cm	98 cm	2	2.00%
110 cm	108 cm	2	1.82%
120 cm	117 cm	3	2.50%
130 cm	128 cm	2	1.54%
140 cm	136 cm	4	2.86%
150 cm	146 cm	4	2.67%
160 cm	156 cm	4	2.50%
170 cm	164 cm	6	3.53%
180 cm	174 cm	6	3.33%
190 cm	184 cm	6	3.16%
200 cm	192 cm	8	4.00%
210 cm	202 cm	8	3.81%
220 cm	214 cm	6	2.73%
230 cm	220 cm	10	4.35%
240 cm	231 cm	9	3.75%
250 cm	240 cm	10	4.00%
260 cm	249 cm	11	4.23%
270 cm	260 cm	10	3.70%
280 cm	270 cm	10	3.57%
290 cm	281 cm	9	3.10%
300 cm	298 cm	2	0.67%

(二)第二代系統研究結果：

本研究之超音波測距靜態實驗，以 45cm x 45cm 木板做為被測物體，結果整理於下表 5-2 所示，量測範圍為 1~6 公尺，每間隔 1 公尺量測並記錄其輸出電壓值，雖然測量結果與 EZ-1 所提供的規格表(datasheet)的電壓值有誤差率 3.05% ~ 5.46%，但可用以調整程式撰寫時的判斷參數，而 ADC0804 以參考電壓 5V 為基準時，則每一步階為  $\frac{5}{256} = 0.01953V = 19.53mV$ ，理論值為  $\frac{\text{類比電壓值}}{19.53mV}$ ，再轉換為 16 進制，根據實驗量測結果電壓轉換，如表 5-3 所示為類比/數位輸出結果表，經重新設定程式後，如表 5-4 所示，面板可正確顯示實際距離，而與第一次量測電壓值誤差率為 0~2.55%，顯示本研究所設計之超音波測距系統在 6 公尺範圍皆能反應出實際距離的數值。

表 5-2 第二代測距實驗結果

日期：99/3/16

實際距離	理論電壓值	量測結果	誤差值	誤差率
1m	393mV	381mV	12mV	3.05%
2m	787mV	744 mV	43mV	5.46%
3m	1181mV	1154 mV	27mV	2.28%
4m	1574mV	1520 mV	54mV	3.43%
5m	1968mV	1880mV	88mV	4.47%
6m	2362mV	2260mV	102mV	4.32%

表 5-3 類比/數位輸出實驗結果


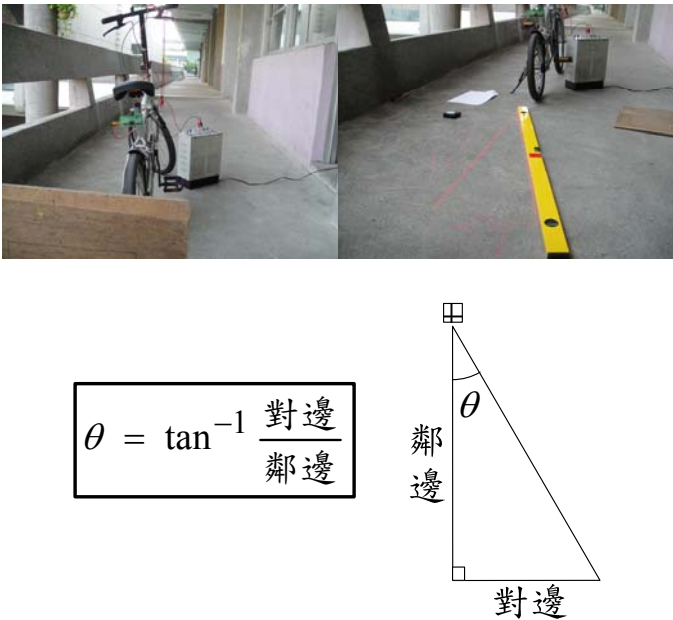

類比電壓	理論值	實驗值
381mV	13~14H	13H
744 mV	26~27H	26H
1154 mV	3B~3CH	3AH
1520 mV	4D~4EH	4DH
1880mV	60~61H	60H
2260mV	73~73H	73H

表 5-4 程式參數修改後實驗結果

實際距離	面板顯示	第一次電壓值	修改後量測電壓	誤差值	誤差率
1m	1m	381mV	381mV	0mV	0.00%
2m	2m	744 mV	763 mV	19mV	2.55%
3m	3m	1154 mV	1136 mV	18mV	1.56%
4m	4m	1520 mV	1518 mV	2mV	0.13%
5m	5m	1880mV	19000mV	20mV	1.06%
6m	6m	2260mV	23100mV	50mV	2.21%



(三)實車測試結果：

圖示	說明
<p>1.自行車靜態測試：</p> 	<p>以 45cm x 45cm 木板做為被測物體，可在七段顯示器上明確顯示自行車後方 1~6 公尺處的障礙物，LED 燈號顯示明確，後方來車間距警示燈依間距不同可顯示不同閃爍程度，依據需求可開啟或切斷輔助警示用蜂鳴器，在光線昏暗時可自動啟動自行車尾燈。</p>
<p>2.超音波感測器射束角度測試：</p> 	<p>在一公尺處以木板平行移動至感測器反應恰巧變動時，記錄位置點，劃出以感測器為中心的直角三角形，在利用反三角函數，計算出射束角度範圍。</p> <p>計算如下所示：</p> $\theta = \tan^{-1} \frac{29}{103} \cong 15.724^\circ$ <p>故射束角度約為 31°，接近規格表 36° 的範圍。實際測試後在 1~4 公尺處，在角度範圍內容易造成感測器的動作。但最好的感應範圍與感測器成直線距離。</p>
<p>3.後方機車接近測試：</p> 	<p>在動態測試中，一開始以時速 10km / hr 接近可準確測試到後方來車接近；在時速增為 20km / hr 時，即出現反應不及的問題，經由反復實驗，得知，後方有物體快速移動下時，若被測物體的表面沒有與射束垂直時在 2 公尺後無法快速反應，在將機車前方裝設與射束方向垂直的木板，再進行測試，在 30km / hr 以下都有正確反應，而 30km / hr 以上，因速度太快有危險的考量，無法進行。</p>

## 陸、討論

### 一、電路與電池電力

電路的設計從麵包板的測試時都是利用電源供應器所提供，因此可以得到穩定的輸出，但在裝置的設計上為了方便使用人拆裝以 9V 電池去供給，在電路焊接後在推動的小功率 LED 及七段顯示器電力表現穩定，功能也正常。但在加裝其它負載後即發生穩壓 IC 過燙；電流輸出不穩定的現象，發現原因為裝接了高亮度的 LED 及利用多顆繼電器做為閃爍動作，造成電流大量提高使閃爍功能消失。經過與老師的討論，決定利用程式的中斷計時來代替多顆繼電器的不同速度的閃爍功能，而穩壓 IC 選用中功率型加裝散熱片，並且在所有 IC 的電源處並接大容量的電容器使供給的電源更穩定，電池的電力問題也得到改善，消耗功率為 0.52W~0.95W，消耗電流為 62.3mA~113.2mA。之後裝置的電力研究期望能結合自行車免電力的發電器來提供電源，配合充電電池，這樣就可以讓裝置的電力提供更穩定，也可節省電池的使用，延長裝置的電力提供，並可利用 Orcad 軟體製作印刷電路板，簡少利用 OK 線連接縮小電路板，以免因焊接能力的因素產生的線路消耗壓降問題。

### 二、超音波感測器

超音波感測器的選用對於裝置測量的穩定性、精準度有很大的關聯，在去年的研究中使用反射型的感測器測量雖然製作成本較便宜，但實際的反應穩定性、實用性不佳，今年使用的單體型感測器有了很大的進步，反應性、穩定性都有不錯的表現，在後方來車車速不快下可有效顯示，而在車速較快的情形因無安全的防護設施下不易測量裝置的實用成果。但可以確認的是感測器能測量的距離長短、反應速度、反應範圍、對天氣溫溼度穩定好壞是決定能否更且實用性裝置的因素，而在做實車測試中，了解本研究的預防追撞的概念是具體可行性的，只要有適合的超音波感測器具有射束能量夠集中且能偵測至少 4~5 公尺的距離，即能達到實用性的產品，在研究中查閱相關資料也得知，若能使用雷射感測器或雷達(微波)感測器就能達到更具實用性的發展，只是成本相對就提高許多，因雷射感測器、雷達感測器的感測速度是以接近光速的速率反射且雷射感測器的射束能量最為集中準確，但雷射感測器為大功率雷射在實用上太危險，如不小心射入人眼易造成傷害，最適當的為雷達感測器，測量的距離除了可提高且對天氣溫溼度的穩定性也很好，建議之後的研究可以利用雷達感測器偵測後方來車在一定危險距離下，來量測後方來車的接近距離，更準確的方式為測量後方車輛接近的時速大小，由後方接近車速的資訊使微處理器來選擇判斷顯示方式告知，如此一來不止預防追撞的系統可用於自行車，也可使用於機車與汽車上。



### 三、後方來車的車速控制

在將系統裝置配於自行車上後，以靜態方式測量的研究結果可以達到完善的顯示結果，反應速度也很即時的可以得到變化。之後利用 50cc 的機車以時速 10~30 公里接近停止的自行車，於約 1~2 公尺處剎車，預防追撞系統可立即得到相對的反應結果，但在時速超過 30 公里的測試因考量安全性的問題，無法得知裝置是否也能快速反應結果。從實驗中，發現以聲波  $344m / sec$  換算成感應時間為  $172m / sec$ ，要反應至  $100km / hr = 27.78m / sec$  應該不是問題，但卻無法快速反應的原因，經由資料查詢與探討原因有二：(1)超音波的發射與反射的能量不足，造成當被測物體的表面沒有與感測射束垂直時，不易快速偵測反應。(2)因被測物體的表面沒有與感測射束垂直的關係，若射束可與被測物體垂直，該裝置應能產生有效的功用，就能利用遙控車的移動代替自行車的移動將預防追撞系統裝設於遙控車上模擬，以防止實驗意外的發生。但在實用上僅在  $10km / hr$  左右產生功用，目前建議的研究方向為改良感測器射束角度問題，將射束能量集中發射，曾嘗試用泡棉、pvc 管套自行製作感測器套筒減少射束角度，使能量集中，但效果不彰，而在該產品中有販售集中射束用套筒，將來的研究可增加經費來測試集中後的實用問題。

## 柒、結論

這次的研究為接續去年的超音波感測器的應用，回想去年的電路設計為了能利用反射型的感測器，以多個邏輯電路、數位電路、振盪電路…。距離的偵測判斷方式完全利用多個數位邏輯閘 IC 的放大、組合，電路複雜，校正繁鎖，以及為了考量裝置要裝於自行車上，電路的焊接體積大小的問題，零件的配置問題，造成電路焊接完後穩定性不佳，校正多次只有一片功能較為正常，電路重焊多次，那時深刻體會到感測器原件選用的差別，但在經費有限下也只能如此克難的研究製作，畢竟人生的道路總是要有些逆境挑戰，才能有所成長。為了讓研究成果有比較具體的成效，決定使用較高成本的單體型感測器，電路的設計簡化許多，利用單晶片的程式撰寫來控制輸出反應，即可達到比去年更有效的成果，電路體積也因此簡化許多。而在重新設計製作過程中，也多了一些新想法，讓系統能更完善，故又增加其它的輔助功能，沒想到在過程中，不幸在一次的測試中，把價值 1000 元的感測器燒毀掉。讓研究進度又再度中斷二、三個月，最後雖然順利的完成設計的系統功能，從中也有新的想法可以再去研究加強，但另一方面也發現做研究真的是很花時間、金錢，也好像永無止境，從研究中可以一直體會到一些新的 idea，但身為一個學生，在學校經費拮据及兼顧學業的準備下，真的要感謝老師、同學太多了，才有這個機會去好好學習成長。

## 捌、參考資料及其他

- [1] 張義和、陳敵北。例說 8051。台北縣：新文京開發。2004。
- [2] 蔡朝洋。單晶片微電腦 8051/8751 原理與應用。台北市：全華。1996。
- [3] 陳清良，電子電路。台北縣：龍騰文化。2002。
- [4] 邱佳椿、詹耀仁。數位邏輯實習。台北縣：龍騰文化。2007。
- [5] 楊仁元、李月娥。電子學實習Ⅱ。台北縣：龍騰文化。2007。
- [6] 黃國軒、陳美汀。電子學實習Ⅰ。台北市：全華。2005。
- [7] 林謝興。感應器應用電路的設計製作。台北市：文笙書局。1991。
- [8] 黎慧玉。感測與轉換應用電路設計與實習。台北市：高立圖書。1998。
- [9] 黃宏彥、余文俊、楊國輝。感測器原理與應用電路實習。台北市：高立圖書。1998。
- [10] 警政署全球資訊網 <http://www.npa.gov.tw/NPAGip/wSite/mp>
- [11] 國立彰化社會教育館(2006)。老人道路交通安全教育教學資源手冊。彰化市：作者。
- [12] 國立科學工藝博物館 (2007)。自行車運動休閒專刊。高雄市：作者。
- [13] 台北縣政府 (2006)。95 學年度交通安全教育補充教材。台北縣：作者。
- [14] 格蘭特 (2004)。自行車聖經。(黃小萍譯)。台北市：貓頭鷹。(原著出版年：1998)。
- [15] 科學名人堂愛迪生 [http://www.bud.org.tw/museum/s\\_star02.htm](http://www.bud.org.tw/museum/s_star02.htm)
- [16] 自由電子報 <http://www.libertytimes.com.tw/2009/new/jul/31/today-life9.htm>
- [17] 吳顯堂。OP 放大器之寬頻帶電路設計。台北市：全華。1987。
- [18] 林正常譯。運動生理學。台北市師大書苑。1973。

## 【評語】 091012

- 1.自行車預防追撞系統可以降低意外事故的發生，非常具備鄉土風情。
- 2.電路軟硬體的設計略為簡單。
- 3.系統功能應更加強，如防撞距離、防撞角度及車速因素等。
- 4.系統模組化方可降低成本。