

中華民國第 53 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

091011

動態煞車警示燈

學校名稱：花蓮縣私立四維高級中學

作者： 職三 吳承祐 職三 張智鈞 職三 趙 文	指導老師： 黃錦懷 張瑞昌
---	-----------------------------

關鍵詞：加速度感測器

作品名稱：動態煞車警示燈

摘要

現代化的國家行車速度越來越快，很多車禍的發生都是因為未保持行車安全距離，所以在一般道路及高速公路上車禍率頻仍。

基於這種車禍發生原因，在未保持交通部規定的安全離下，後方駕駛容易緊張而緊急踩煞車，造成更後面的駕駛煞車時間縮短，因而發生車禍，在高速公路上，小小的車禍有可能變成連環車禍，不容小視。

所以這次的研究主要針對這類事情來探討，由感測器來感測煞車時的變化量，以不同的閃爍頻率來控制 LED 剎車燈，將此系統裝置在第三煞車燈，這樣可以讓後面的車輛經由 LED 的閃爍速度很清楚的“知道”前方剎車力道預先剎車，而不是“感覺到”剎車不及撞上前車。

此項裝置除了裝在汽車上之外，也能延伸應用在摩托車上或是腳踏車上。



壹、 研究動機

汽車已是現代人主要代步工具之一，也成為現代家庭所必備的交通工具之一，然而，隨著汽車的普及化，除了快速便利，也帶來許多潛在問題。根據衛生署統計，交通意外事故一直列為國人十大死因(平均每一天有 7.8 人喪生)之一；排除大自然造成的意外後，交通肇事事原因大約可分為(1)反應時間太慢(2)酒駕(3)開車不專心、使用手機(4)違反交通規則．．．等，如圖一(92 年台閩地區死亡車禍類道路交通事故肇事因素百分比)，本電路針對第一點「反應時間太慢」作為研究。

現代化國家快速道路與高速公路密集，行車最高速限亦慢慢提高，所以常常可以看見新聞報導 “追撞”、“連環車禍”等交通事故，造成此車禍事故最重要的原因除了 “未與前車保持安全距離”外，還有人類的 “反應時間”。也就是說在對方及我方車子正在行進中，前面車子緊急剎車時，但是我方看不出它的變化量，所以只是輕踩剎車，當發覺 “快要”撞上前車時才緊急煞車，這時候已經來不及了，車禍因而產生。若前方煞車時能藉由剎車燈的閃爍速度來表達訊息，那麼後方來車經由煞車燈號視覺反應就能較快速的控制煞車，以減低追撞事故。

若以動態煞車燈來提醒後方駕駛人，則可以減少 “未注意前車狀況”及 “未保持安全距離、間隔”這兩項因素之肇事率。

在學習感測器之 “加速度感測器”，以及電子電路實習、單晶片控制實習課程中，只要將這些課程結合起來就可以製作出 LED “動態煞車燈”電路，用來作為煞車力道警示，以增加行車安全。

交通事故肇事因素百分比

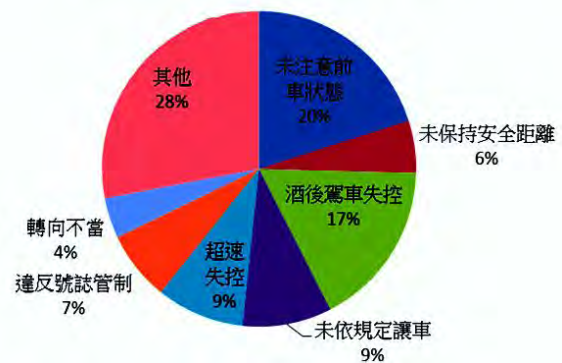


圖 1

貳、 研究目的

一、知識用於實作電路：

自從我們學習資訊、電子的相關知識以來，一直著重於「紙上談兵」直到二年級上實習課實際操作第一個電路「電子鳥」，幾個電阻、電晶體、電容等零件結合以來竟然可以發出這麼美妙的聲音，我們才明白光讀死書是沒有意義的，要能學以致用才是學習的真諦。

二、實作電路運用於日常：

之後陸陸續續接觸到閃光警報器、觸控電路、電池充電器、調光電路、放大器等等，才明白生活中竟然有那麼多看似複雜的電器，只需要我們簡單的應用及組合就可完成。

三、數位生活化：

自從接觸數位邏輯，我們才了解數位可以是很簡單的 0 與 1，也可以是由很多的 0 與 1 組成很複雜的訊號，而我們的生活之所以能如此簡便全賴這數位科技的發達。

四、科技與交通事故：

然而我們在享受科技的同時，卻也產生了許多交通意外上的問題，而我們此次製作的主題便是針對煞車時人類的反應時間結合感測電路及數位電路來減少交通上的事故。

參、 研究設備及器材

一、使用工具：

項目	名稱	規格	數量	用途
電子實習工具	1.尖嘴鉗	電子用	2	焊接電路板
	2.斜口鉗	電子用	1	
	3.烙鐵（架）	20W	1	
	4.剝線鉗	電子用	1	
	5.吸錫器		1	
	6.麵包板		1	電路測試

二、使用設備：

項目	名稱	規格	數量	用途
電源設備	可調式雙電源供應器	0 – 30 V 3 A	1	電路電源供應
測試設備	示波器	20M	1	測量輸出波形
	三用電錶	指針式	1	量測電壓
	數位三用表	自動換檔	1	量測電流
	邏輯測試器		1	量測數位信號
	煞車燈	LED 型式	1	測試燈號
	汽車		1	實際測試

三、使用材料：

(一) 感測器電路

項次	元件名稱	元件編號	元件規格	數量	單位
2	電阻器	R1	1.2k Ω ,0.25W	1	只
3	電阻器	R2	1.2k Ω ,0.25W	1	只
4	電阻器	R3	1.2k Ω ,0.25W	1	只
5	電阻器	R4	10k Ω ,0.25W	1	只
6	電阻器	R5	10k Ω ,0.25W	1	只
7	電阻器	R6	10k Ω ,0.25W	1	只
8	電容器	C1	0.1u	1	只
9	電容器	C2	0.1u	1	只
10	電容器	C3	0.1u	1	只
11	電容器	C4	150p	1	只
12	I C	U1	0804	1	只
13	I C座	U1	20 孔	1	只
14	排針		L 型雙排 17P	1	只
15	插座	電源	2 pit	1	只
16	感測器	UB1	Tri-Ax Breakout	1	只

(二) 單晶片電路

項次	元件名稱	元件編號	元件規格	數量	單位
1	L E D			2	只
2	電阻器	R1	10K Ω ,0.25W	1	只
3	電阻器	R2	220 Ω ,0.25W	1	只
4	電阻器	R3	10K Ω ,0.25W	1	只
5	電阻器	R4	10K Ω ,0.25W	1	只
6	電阻器	R5	1K Ω ,0.25W	1	只
7	I C	U1	8951	1	只
8	I C座	U1	40 孔	1	只
10	插座	電源	2 pit	1	只
11	插座	電源	2 pit	1	只
12	石英震盪器	M1	12M Hz	1	只
13	電晶體	UB1	1384	1	只
15	功率晶體	UB3	41C	1	只
16	功率晶體	UB4	7805	1	只

肆、 研究過程

一、 連環車禍的思考？

- (一)、 為什麼在高速公路上出車禍往往都是 “連環車禍” 。
- (二)、 原因：未保持安全距離
 1. 何謂安全距離？安全距離是跟車距離 + 車從開始煞車到完全停下所需的煞車距離. 即 $安全距離 = 跟車距離 + 煞車距離$ 。
 2. 而汽車的 “煞車距離” 往往大於 “跟車距離” 許多。
 3. 當你 “發現” (人的感覺時間) “即將” 要撞到前車時，腳才開始緊急煞車(人的反應時間)，此時前車記在你前面了，所以是無法停住車子，所以就造成連環車禍。
 4. 一般來說，以車子物理性能而言，通常我們無法隨意改變煞車距離，但很容易人為改變跟車距離，所以交通部常會提醒駕駛人 “保持安全距離” 。

二、 車輛煞車安全距離：依據警察學校參考書資料

(一)、 一般道安全距離：

車速 公里/時	10	20	30	40	50	60
跟車距離(公尺)	5	8	12	16	30	35

(二)、 高速公路安全距離：

車速 公里/時	60	70	80	90
大車	40	50	60	70
小車	30	35	40	45
對應車身數	6	7	8	9

(三)、 汽車車速與停車距離：

車速 公里/時	10	20	30	40	50	60	70	80
車速 公尺/秒	2.77	5.55	8.33	11.04	13.08	16.66	19.44	22.22
反應距離 公尺	2.08	4.16	6.24	8.33	10.41	12.41	14.58	16.66
煞車距離 公尺	0.5	2.0	4.5	8.0	12.5	18.0	24.5	32.0
停車距離 公尺	2.58	6.16	10.74	16.33	22.91	30.48	39.08	48.66

反應距離係：反應時間內汽車前進距離

(四)、 反應距離：反應距離是指

「看到前車煞車燈→腳輕踩煞車→煞車開始動作」

的延遲時間車子行近距離，但是如果是在“追撞”情形下，則通常是

「看到前車煞車燈→腳輕踩煞車→煞車開始動作→感覺快速接近對方來車→腳緊踩煞車→緊急煞車」

所以可以知道為什麼高速公路會發生連環車禍的原因即在於此。

(五)、 結論：

另外，由上表可知，反應時間內行車距離如果是在時速 80 公里下，需要大約 16 公尺的距離，而且這是需要“時時注意”前車狀況下的距離。綜合上述理論分析，如果要減少停車距離(煞車距離+反應距離)，如果能夠直接由煞車燈號傳達訊息到人的眼睛中就可以減少反應時間，亦即減少很多反應距離。

「看到前車煞車燈訊息→迅速踩煞車→煞車開始動作」

三、 系統原理與說明

本次電路－動態煞車警示燈。主要是使用加速度感測器(Tri-Ax Breakout)為主要感測原件；將感測出的信號經類比/數位轉換器(ADC0804)轉換成相對的二進位信號，然後由介面電路送至單晶片 AT89S51，經計算後加以應用。

由上述整理，本次專題製作－動態煞車警示燈的硬體架構，應可區分成下列各方塊(如圖 2 所示)。

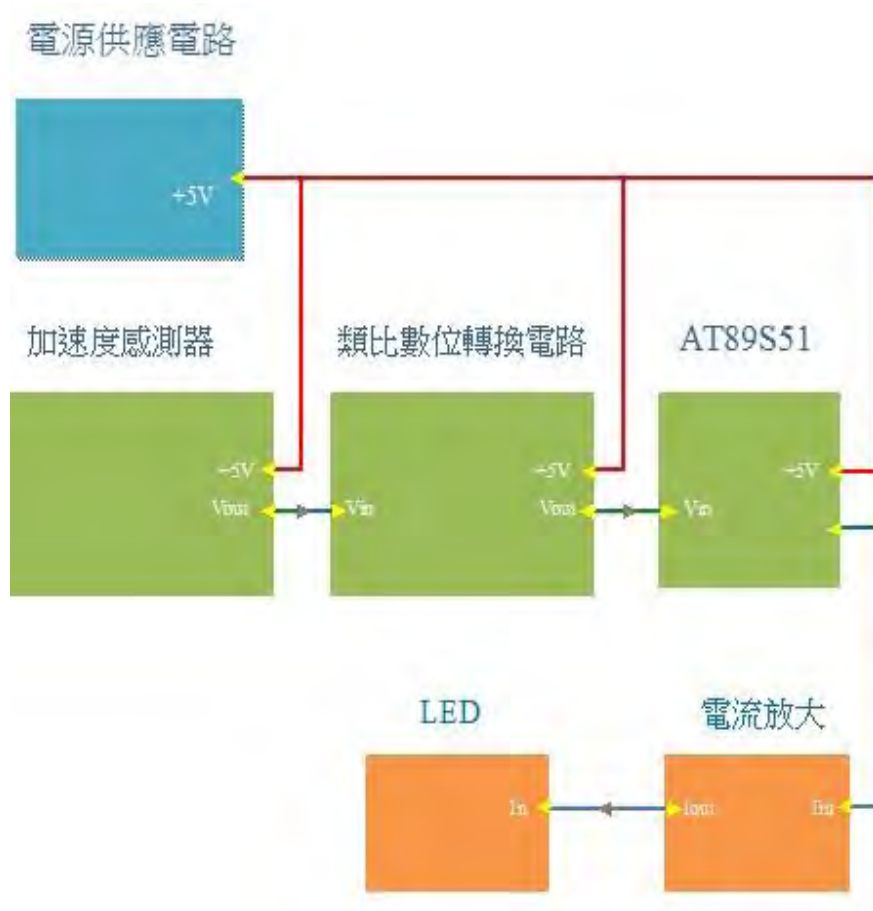


圖 2 動態煞車警示燈系統方塊圖(各方塊間的訊號流程與關係)

(一) 加速度感測器(Tri-Ax Breakout)電路。

加速度感測器是一種能夠測量加速力的電子設備。加速力就是當物體在加速過程中作用在物體上的力，就好比地球引力，也就是重力。加速力可以是個常量，比如 g ，也可以是變數。

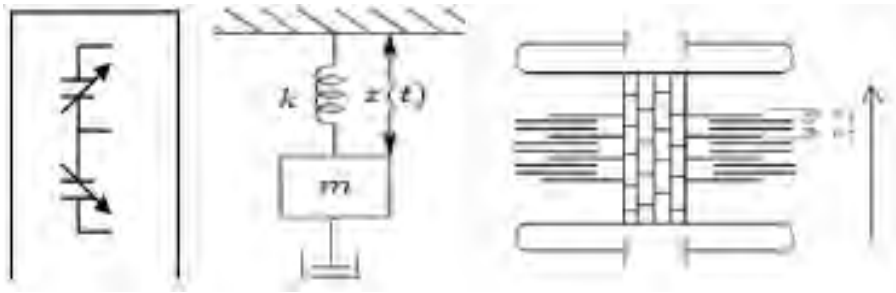


圖 3 機械結構內部電容晶格等效電路

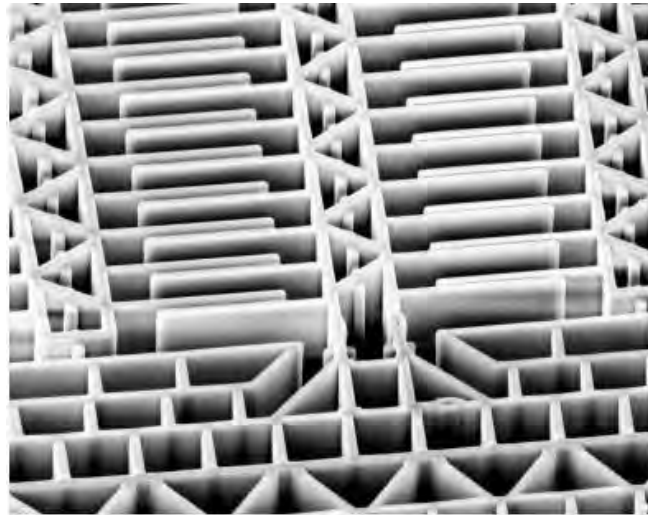


圖 4 機械結構內部電容晶格(圖片提供 Kionix)

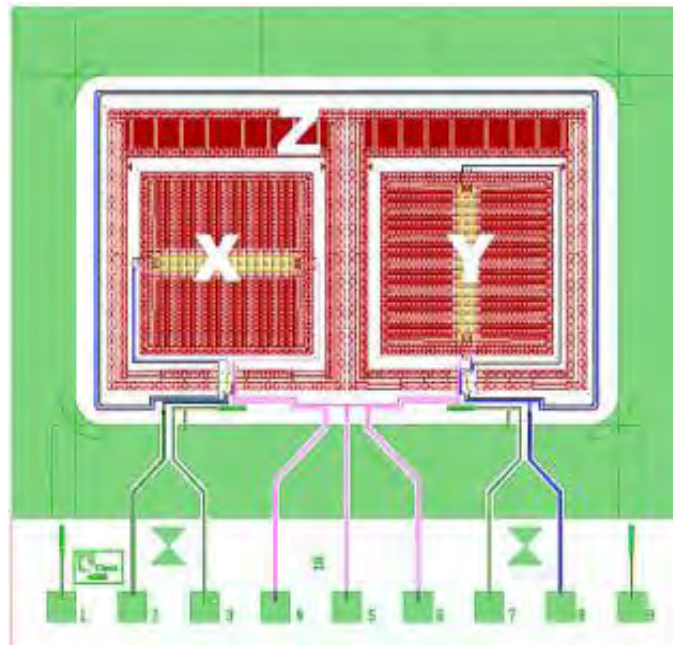


圖 5 內部晶格 3 軸擺放位置

藉由加速度運動造成內部形狀如梳子狀交錯的電容極板移動，極板中的雜散電容量會有等量的變化，收集此電容變化量後經由放大再交 ASIC 轉換後可得到類比式或數位式輸出。

根據牛頓第二運動定律。加速度是指物體速度對時間的變化率，而速度則是該物體的位置對時間的變化率。若以數學方式表示，速度(v)就是位置(s)對時間(t)的微分，加速度(a)則是速度(v)對時間(t)的微分。假定初始速度為零之下，牛頓第二運動定律可以用公式(1)表示：

$$a = \frac{dv}{dt} , v = \frac{ds}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

積分是微分的逆運算，當得知某物體的加速度資訊時，便可利用連續兩次積分將加速度的資訊轉換成位移(Displacement)資訊，如公式(2)，便可計算出 X、Y、Z 每一軸向的位移量，並進一步計算出位置資訊。

$$v = \int a \cdot dt \text{ 和 } s = \int v \cdot dt \dots\dots\dots(2)$$

(二) 類比/數位轉換電路(ADC0804)。

- (1) 解析度為 8 位元。
- (2) 誤差值最大為正負 1 LSB。
- (3) 轉換時間為 100 μ s。
- (4) 差動(Differential)之類比電壓輸入。

ADC0804 為八個位元之類比數位轉換器，輸入範圍設定為 0V 到 +5V，Vref/2 接腳為 2.500V。八位元之類比數位訊號可轉換出 256 階度。零階度為 0V，滿階度為 +5V。256 階度就是從零階度到滿階度共有 256 階度的分割，所以每一階度是 $(+5V-0V)/256=19.53mV$ ，則其每一階度電壓變化量為 19.53mV，近似 20mV。

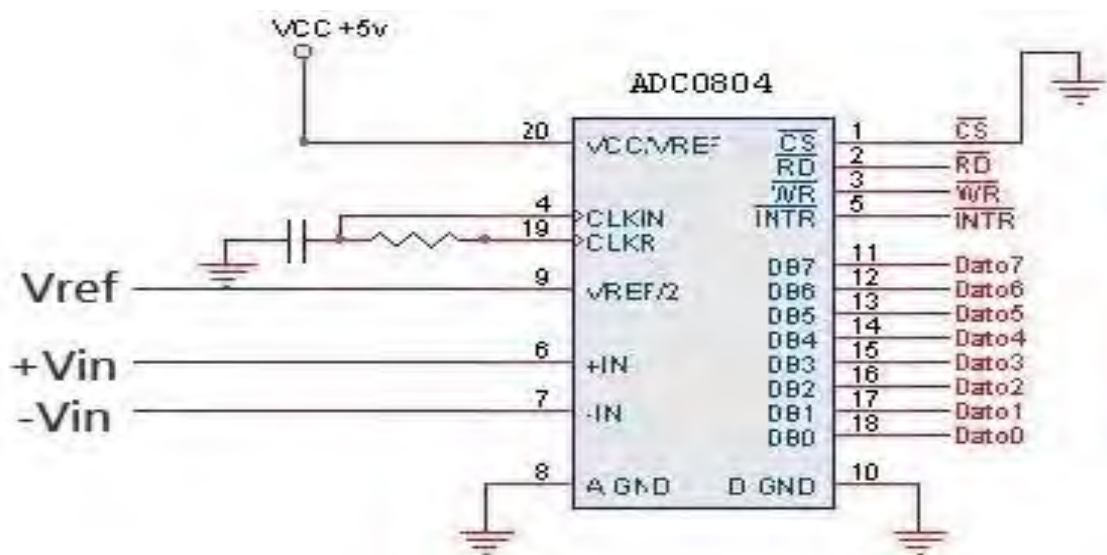


圖 6 加速計 ADC 轉換電路圖

(三) 單晶片 AT89S51。

AT89S51 內含 4k Bytes ISP(In-system programmable)的可反覆擦寫 1000 次的 Flash 只讀程序存儲器，器件採用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存儲技術建造，兼容標準 MCS-51 指令系統及 80C51 引腳結構，蕊片內集成了通用 8 位中央處理器和 ISP Flash 存儲單元，功能強大的微型計算機的 AT89S51 可為許多嵌入式控制應用系統提供高性價比的解決方案。

AT89S51 擁有 40 隻接腳，4k Bytes Flash 片內程序存儲器，128 bytes 的隨機存取數據存儲器(RAM)，32 個外部雙向輸入/輸出(I/O)口，5 個中斷優先及 2 層中斷嵌套，5 個 16 位元可編成定時計數器 2 個全雙工串型通信口，此外 AT89S51 設計和配置了震盪頻率可為 0HZ 並可通過軟件設置省電模式。AT89S51 在空閒模式下，CPU 暫停工作，而 RAM 定時計數器，外中斷系統可繼續工作，可適應不同產品的需求。

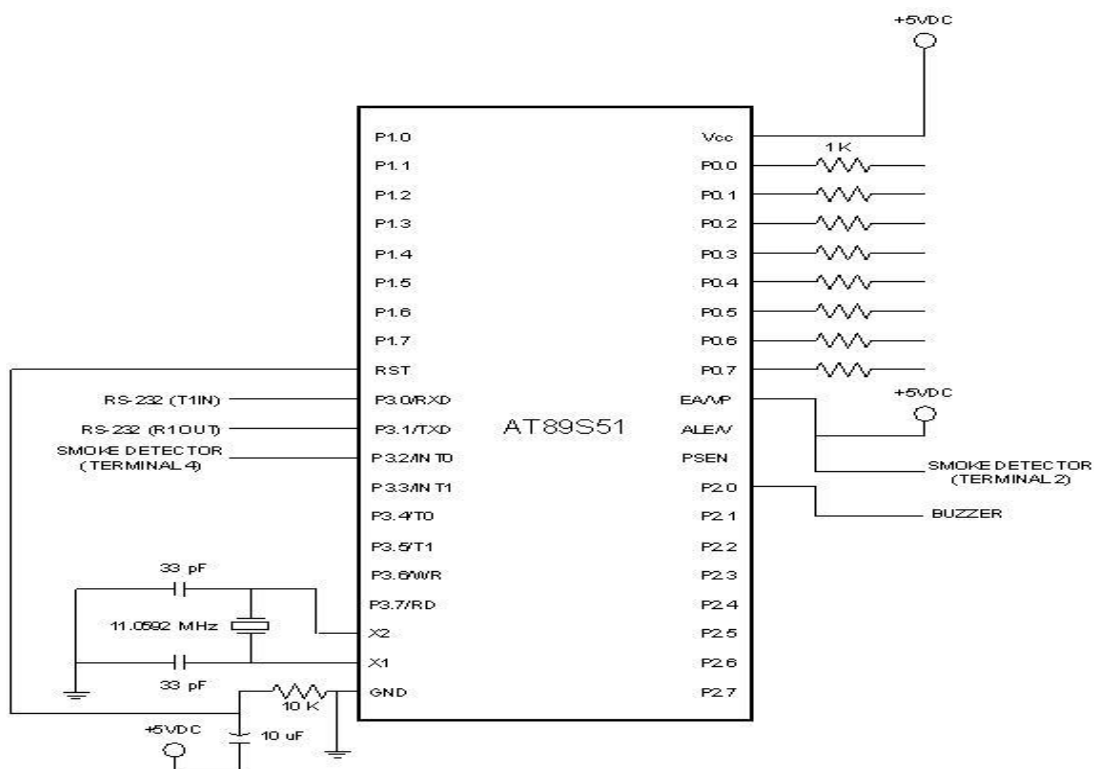


圖 7 單晶片 AT89S51 控制板電路圖

(四) 輸出顯示：

使用加速度感測器造成的電壓變化量，控制 LED 閃爍快慢。

四、 實驗：

決定好這次要做的專題之後我們就開始著手資料的蒐集及電路的實驗，我們將小隊分為兩組，一組負責寫報告，一組負責做電路，一開始我們先做加速度感測器，由於最後的成品是要裝置在車子上，還沒有汽車駕照的我們只好請老師負責駕車以蒐集實驗用的數據，分別作了以下的實驗：

- (1) 加速到 40km/h 時緩慢減速
- (2) 加速到 40km/h 時緊急煞車
- (3) 加速到 60km/h 時緩慢減速
- (4) 加速到 60km/h 時緊急煞車

表格 1 加速計時速-電壓對照表

	40h/km 時減速	60h/km 時減速	40h/km 時減速	60h/km 時減速
速度變化量(s/m)	5 (s/m)	3 s/m	10 s/m	10 s/m
電壓變化量(V)	0.2 V ↓	0.2 V ↓	0.2~0.4 V	0.4~0.6 V
LED 閃爍速度	2.5Hz	2.5Hz	7Hz	13Hz

由於一般的道路 60km/h 已經很快速了，所以緊急煞車時，視為最緊急煞車，更高速的行車速度皆依此數據來當結果。

加速度感測器是類比輸出，所以必須將類比訊號轉換成數位訊號，才能方便單晶片的執行，這次類比/數位轉換器採用 IC ADC0804，在這個區塊使用到數位邏輯全部所學，例如:如何將類比訊號轉成數位訊號、類比訊號的變化量多大時數位訊號會有變化...但理論跟實際又有誤差，所以必須不斷校正才能得到比較正確的輸出結果。

伍、 研究結果

一、 動態煞車警示燈控制程式

```
#include <reg51.h>
sbit INTR=P3^3;

sbit LED=P0^0;

unsigned char xdata adc;
unsigned char _adc;
unsigned char disp[4]={0,1,6,8};
unsigned char _adc;
unsigned char led;
unsigned int RES;
void dataproc(unsigned char);
void delay(int);
void delay1ms(int);

main()
{

while(1)

{

if ((RES<255)&&(RES>210))
    {led=0;}

else if ((RES<=219)&&(RES>209))
    {led=1;
    LED=~LED;
    delay1ms(300);}

else if ((RES<208)&&(RES>190))
    {led=1;
    LED=~LED;
```

```

        delay1ms(200);}

else if ((RES<180)&&(RES>1))
    {LED=1;
    LED=~LED;
    delay1ms(30);}

//P1=~led;
//delay1ms(1);
/*P1=~P1;
delay1ms(500);*/

_adc=adc;
adc=0xff;
while(INTR==1);
_adc=adc;
dataproc(_adc);

}
}
void dataproc(unsigned char data_in)
{int results;
  results=data_in*2;
  RES=results;
}

void delay1ms(int x)
{int i,j;
  for(i=0;i<x;i++)
    for(j=0;j<120;j++);
}

```

二、 執行流程圖

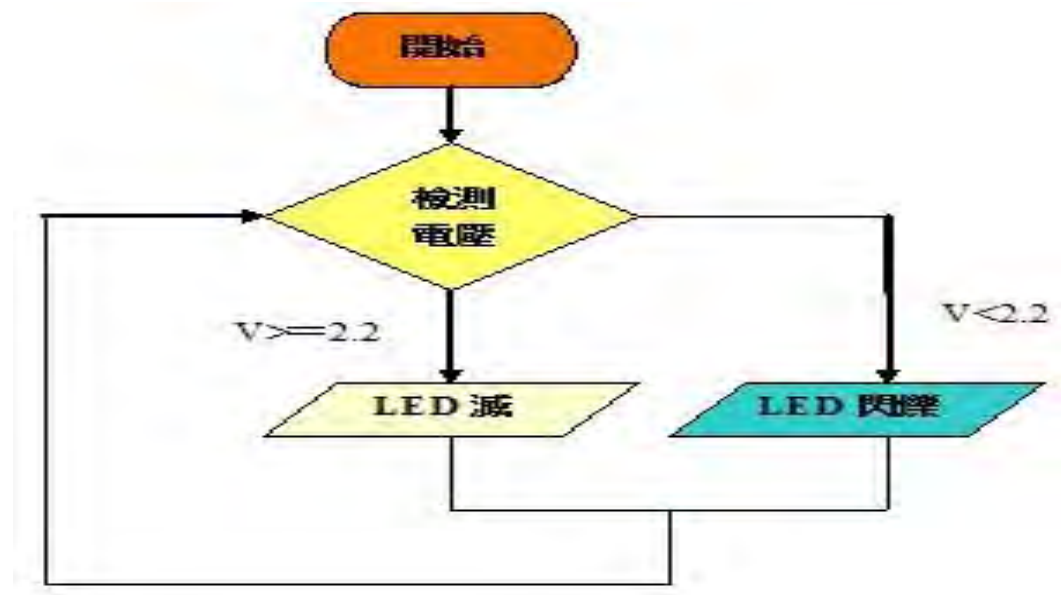


圖 8 執行流程圖

三、 動態煞車警示燈成果



圖 9 加速感測器及 ADC 轉換電路

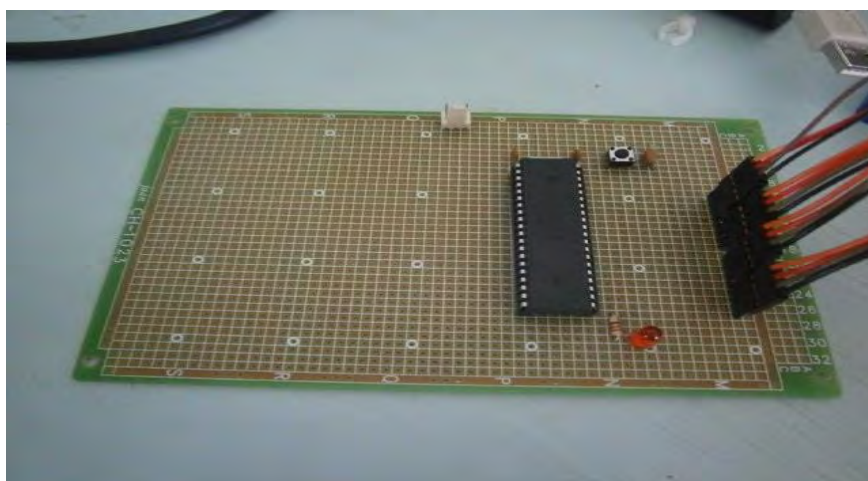


圖 10 單晶片 AT89S51 控制電路

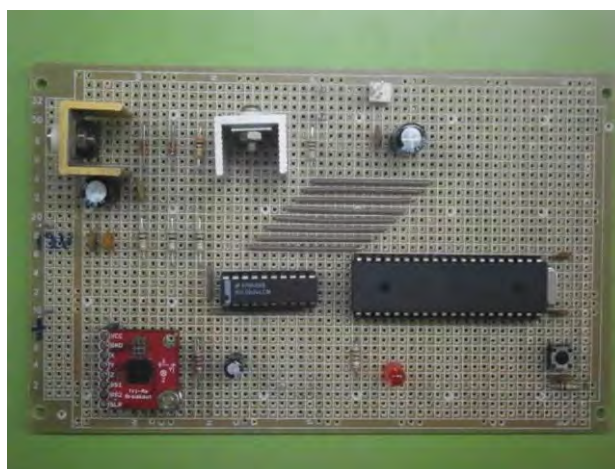


圖 11 將圖 9 兩塊電路板濃縮成一塊

陸、 討論

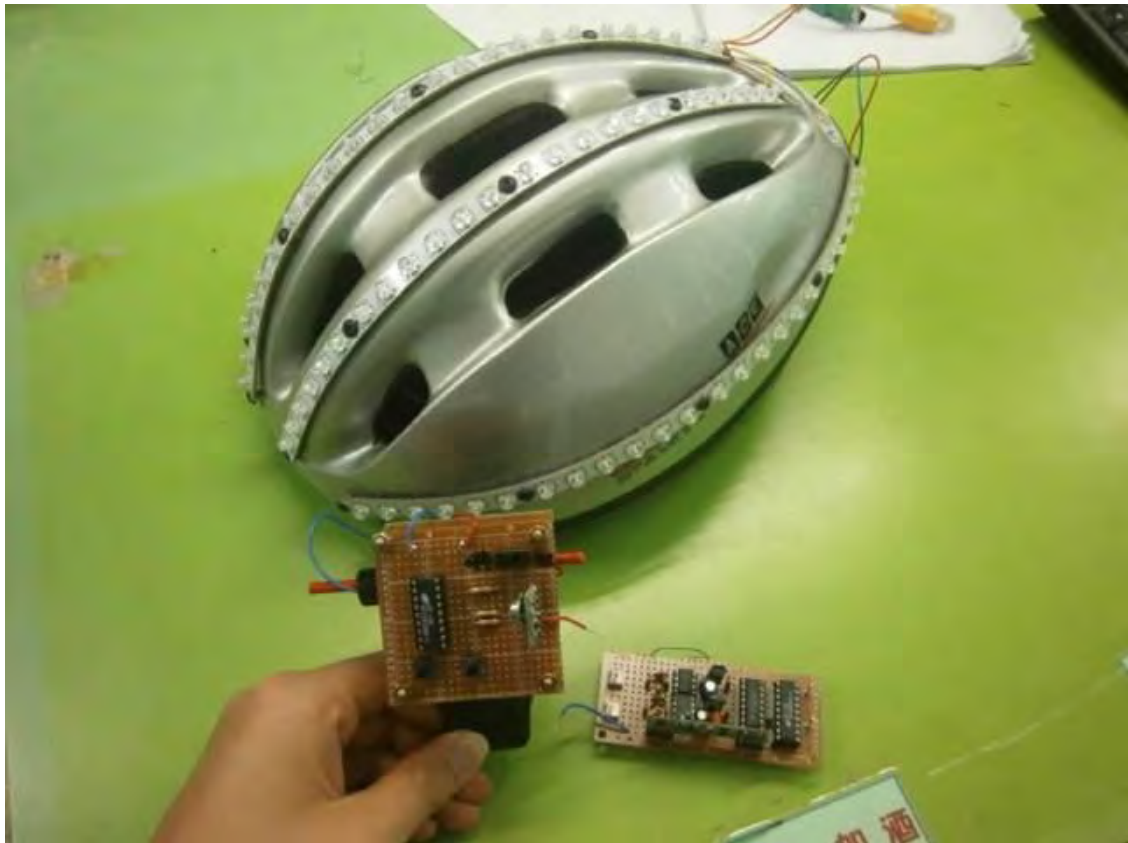
為何在現今的新聞及報紙上都常常會看到許多跟交通意外事故有關的事情呢？也因為這些不幸的事情，時常導致一些原本幸福美滿的家庭瞬間失去了原有的笑容。這都是因為有不少的人常常為了自身的利益所導致的，例如：為了省計程車錢而酒駕、為了省時間而超車以及都非常疲倦了還繼續開車等，所造成的車禍。這些都是因為自己的一時疏忽，而導致別人的不幸。而我們所製作的加速度感測器，就是希望能把它放在汽機車上，並且防止類似的不幸事故再度發生。

柒、 結論

在研究的過程中我們遇到的問題，大部分是程式的問題，但這次的專題所需的數值都要非常的精確，所以在編輯程式的時候，並不是很順利，常常因為數值的影響而導致每次的實驗結果都不一樣，在程式編輯這個區域裡面一直難有進展；在此我們要感謝主任們細心的教導，對於我們在編輯程式這方面有很大的幫助，才能讓我們順利的寫出程式；在報告方面我們要感謝老師們在忙碌的日子裡能夠撥空幫我們審查以及給我們指導。

捌、 延伸討論

我們將此概念延伸到安全帽上面，並且使用無線收發模組來當作方向燈的控制，所以一個安全帽上除了有煞車燈，也有方向燈，此設計有個特點，就是遙控器可以跟著安全帽走，隨時插拔，若將安全帽使用在單車族上，在晚上時更為明顯，安全更有保障。



玖、 參考資料及其他

(一)、 書籍：

1. 施純協 策畫、黃俊廷 編著(民國 95 年)。電子電路實習。知行文化事業股份有限公司。。
2. 張義和·王敏男·許宏昌·余春長編著(民國 96 年)。例說 89S51 – 語言。新文京開發出版股份有限公司。
3. 鄭立鴻 編著(民國 96 年)。計算機概論。台科大圖書股份有限公司。

(二)、 網路資源：

1. 加速度感測器，取自
http://www.robotworld.org.tw/data/for_trade1-d.php?News_ID=94。
2. 可攜式速度感測系統設計與製作，取自
<http://www.auto.fcu.edu.tw/wSite/publicfile/Attachment/f1254446655529.pdf>
3. MEL 8051 單片機系列 AT89C51 AT89S51 單片機簡介，取自 <http://www.icsourse.com/IC-datasheet/AT89C51jianjie.html>

【評語】 091011

1. 作品題目明確且確實完成煞車警示燈雛形系統，同學分工合宜，值得肯定。
2. 安全輔助駕駛是一重要研究課題，然而動態煞車警示的重要性有待證實。建議可從文獻中找出佐證資料，以建立本研究之必要性。
3. 最佳動態煞車警示方式宜進一步探討，如閃燈間隔長短對於後車注意力之影響，或車速、減速及閃燈快慢的關聯等，都宜進一步研究實驗。
4. 建議海報與口頭報告要多注重科學探究與實驗層面的討論，避免僅為實作作品的呈現。