

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

# 思維車

SEGWAY

作者：吳佳甄、戴婉如、蔡岱陵、賴俐雅

系級：電機工程學系 二乙

學號：D0075120、D0075117、D0001535、D0073930

開課老師：何子儀

課程名稱：微處理機實習

開課系所：電機工程學系

開課學年：一百零一學年度 第二學期



## 摘要

隨著科技的進步，各種技術發展也越來越發達，最近幾年流行的智慧型移動設備，大多都有利用 G-sensor 作為水平及加速度之偵測，作為測量儀器以及遊戲用途，並且藉由這項技術運用在更多應用上。本專題主要藉由 AT89S52 微控制器為核心，並設計一 SPI 通訊介面與 G-sensor 溝通，以獲得目前三軸之加速度量值，藉以判斷桿子傾斜之狀態。並且使用兩個馬達驅動電路來控制馬達轉速使車子移動，最後完成一個簡易之 SEGWAY 移動裝置。

另外利用 G-sensor 作為控制器，會較為方便，因為 G-sensor 裝置在桿子上，只要桿子移動，G-sensor 就能感應，會是一個較佳的控制方式。本專題讓我們更加瞭解近期流行的技術以及 G-sensor 之各種應用，並且跟進時代之腳步。

**關鍵字：**G-sensor、SEGWAY、馬達驅動電路

## Abstract

With the growing development of industrial technologies, most of the recent popular smart mobile device, have equipped with G-sensor to detect the acceleration of object. Consequently, this technology has been widely used to the applications for game device and the measurements of instrument.

This main purpose of this project is to design a Segway device based on a microcontroller, AT89S52. An SPI communication interface is designed to communicate with G-sensor. We can get the current three-axis acceleration values, by distinguish the status of the pole tilted. In addition, using two motor drive circuits can control the motor speed so as to make the car move.

In addition, using the G-sensor as a controller is more convenient because G-sensor device on a pole. G-sensor can be sensed as long as the pole moves, this results in the best control for the Segway. Furthermore, the completion of this project brings us to better understand the recent popular technology and the varieties of G-sensor applications, and keep the pace on the modern developments of industrial technologies.

**Keyword** : G-sensor 、 SEGWAY 、 Motor drive circuit

## 目錄

摘要.....	1
目錄.....	3
第一章 緒論.....	4
第二章 系統架構.....	6
第三章 系統功能.....	18
第四章 實驗結果與操作說明.....	19
第五章 未來展望.....	22
第六章 附錄.....	23
參考文獻.....	28



# 第一章 緒論

## 1.1 動機

這學期我們接觸了 AT89S52，也接觸了組合語言，因此，想要了解更多關於微處理機的相關應用知識，而對於上課提到的 G-sensor 特別有興趣，所以決定要設計與製作 G-sensor 相關的主題。

其實 G-sensor 在我們的日常生活中是很常見的，智慧型手機就是一個例子。隨著科技的發展，智慧型手機的功能越來越多，從一開始只能打電話，到後來也具有水平偵測之功能，而 G-sensor 就是其中最重要的元件。

由於智慧型手機的未來發展有前途，因此需要更多人來了解智慧型功能之開發。市場也越來越多人使用智慧型手機，需求量越來越大，而在平時的街道上以及許多場合中，都有許多人利用智慧型手機來打發時間，而最多就是利用手機內的 G-sensor 來偵測手機狀況，來進行遊戲的功能。

一開始想要利用 AT89S52 製作不倒翁，但與學長們及老師討論後，發現不倒翁不但需要花費較長的製作時間，且 AT89S52 之處理速度較其他高階微控制器慢，因此，無法及時將 G-sensor 測量的值做判斷。程式方面，用組合語言寫會比較困難繁雜，而高階語言較容易

寫出。所以經討論後，決定將題目改為與不倒翁相同原理的 SEGWAY。

## 1.2 研究目標

SEGWAY—有別於專門提供給殘障或老弱人士使用、價位高昂的動力輪椅。發明家卡門想到，如果將一樣的想法應用於行動正常的人未嘗不可，他觀察人類走路的姿勢特性，發現人類可以平穩地直立行走，是因為體內的平衡器官可以精確地判斷出身體重心的改變量。因此卡門利用精密的陀螺儀，來代替人類的前庭與耳蝸等平衡器官，以電動馬達與車輪代替人類的雙腳，發展出所謂「動態穩定」的概念，於是有了 SEGWAY 的誕生，主旨是利用動態穩定技術來開發生產一種高效率、零污染的運輸工具。而它聲稱是人類史上第一輛能夠自主平衡的運輸工具。

先前沒有學長姐做過類似 SEGWAY 的應用，因此許多想法與細節和助教討論許久，除了沒有範例可以參考，G-sensor 對我們來說更是第一次接觸。我們先接出電路來測量重力加速度並將它應用在程式上，車體整個建構與推動杆子的方法與材料，我們也需要考量它的材質與重量，方能使車子順利驅動。

## 第二章 系統架構

本專題設計與製作一以 G-sensor 搭配馬達驅動器之 SEGWAY，本章節將分為硬體架構與軟體架構兩方面進行詳細的介紹。

### 2.1 硬體架構

本專題設計之硬體電路主要包含(1)AT89S52、(2)LCD、(3)G-sensor、(4)馬達驅動器、(5)馬達，如圖 2.1 所示為本專題設計之硬體架構圖。

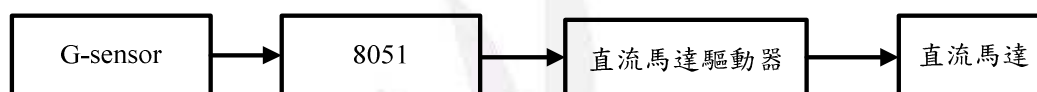


圖 2.1 硬體架構圖

#### 2.1.1 AT89S52

AT89S52 單晶片微控制器是同步式的順序邏輯系統，整個系統的工作完全是依賴系統內部的時脈信號，用來產生各種動作週期及同步信號。在 AT89S52 單晶片中已內建時鐘產生器，在使用時只需接上石英晶體諧振器（或其它振盪子）及電容，就可以讓系統產生正確的時脈信號。

AT89S52 是屬於 MCS-51 單晶片，如圖 2.2 所示。由英特爾公司於 1981 年製造到現在，有更多的 IC 設計商，如 ATMEL、Philips、華邦等公司，相繼開發了功能更多、更強大的兼容產品。

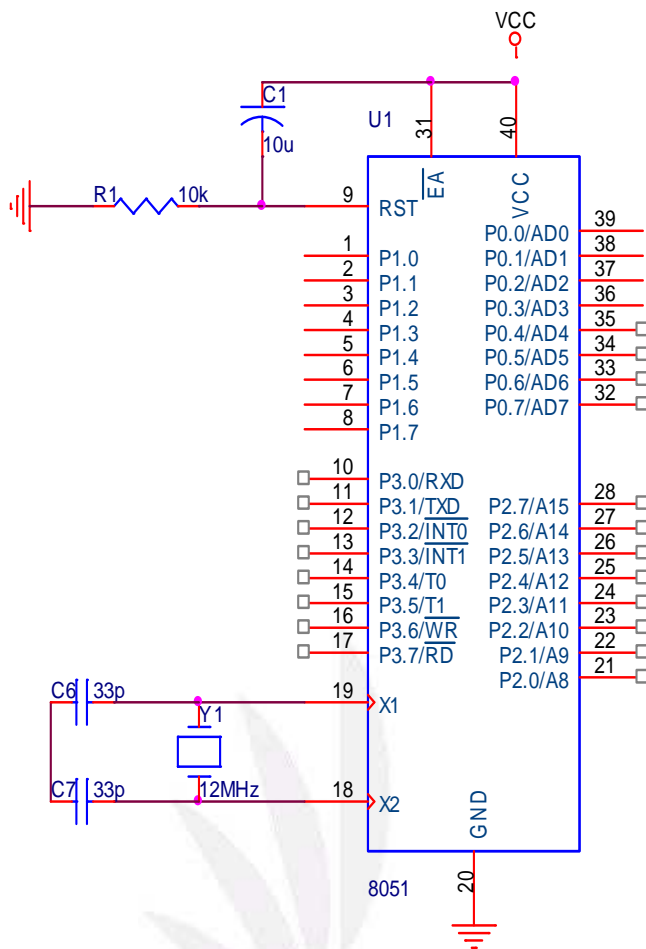


圖 2.2 AT89S52 電路示意圖

表 2.1 AT89S52 之接腳功能表

腳位	接腳名稱	功能簡介
40	VCC	正電源輸入腳，接+5V
39~32	P0.0~P0.7	Port0：埠 0 是一個開汲極 (Open Drain) 雙向 I/O 埠。在存取外部記憶體時，埠 0 具有資料匯流排 (Data Bus) 及低八位元位址線 (A0~A7) 的多重功能。埠 0 在當成一般 I/O 使用時必須加上外部提升電路。



31	$\overline{EA}$	當 $\overline{EA}$ 腳接地時，內部程式記憶體失效，CPU 被迫只讀取外部的程式記憶體(external access enable)。89S52 須接至+Vcc。
20	VSS	系統接地
19、18	XTAL1、XTL2	兩腳間需接一個 12MHz 之石英晶體(crystal)
9	RESET	此腳內部已有一個 50k $\Omega$ ~300 k $\Omega$ 的電阻接地，所以只需接一個電容器至+Vcc 即可在電源 ON 時產生開機重置的功能。但是，我們常會在 RESET 腳用一個 8.2k $\Omega$ 10k $\Omega$ 的電阻接地，以所短開機重置的時間。
1~8	P1.0~P1.7	Port1：埠 1 是具有內部提升電阻器的雙向 I/O 埠
10~17	P3.0~P3.7	Port3：是具有內部提升電阻器的雙向 I/O 埠
21~28	P2.0~P2.7	Port2：是具有內部提升電阻器的雙向 I/O 埠

## 2.1.2 LCD 顯示器模組

LCD (Liquid Crystal Display) 液晶顯示器，是一種平面超薄的顯示裝置。液晶顯示器功率消耗低，因此適用於使用電池的電子裝置。

其應用普遍做為電子電路中的顯示裝置，依照文字顯示方式可分為文字型與繪圖型，本專題中採用前者。其中，文字型 LCD 常見規格為 16 字、20 字或 40 字，顯示行數為 1 行或 2 行，本專題採用 16 字 2 行之 LCD。

表 2.2 LCD 之接腳功能表

接腳	名稱	功能
1	VSS	接地
2	VDD	電源+5V
3	VC	背光對比調整
4	RS	資料/指令選擇
5	R/W	讀/寫選擇
6	E	致能
7~14	DB0 ~DB7	資料匯流排

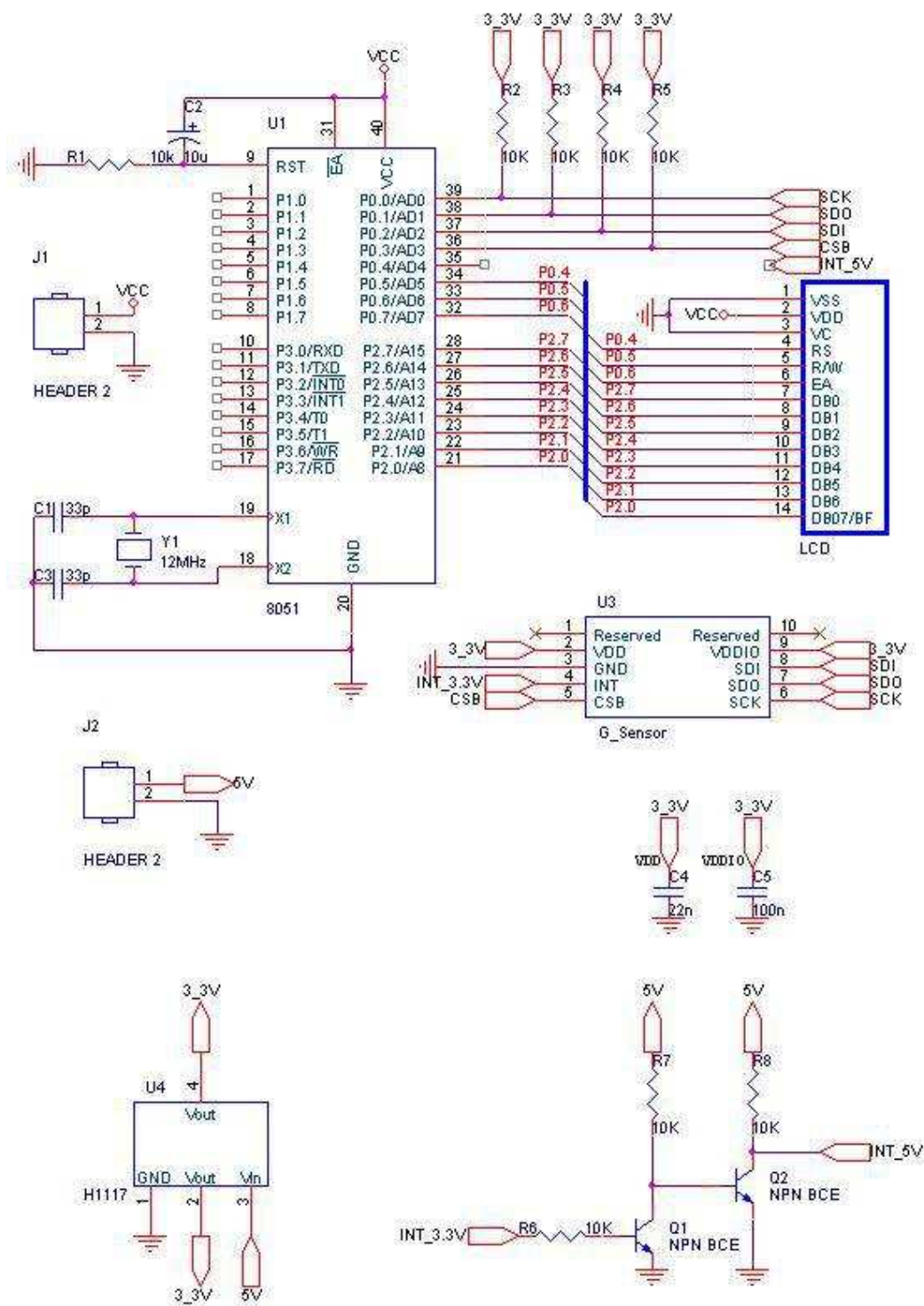


圖 2.3 LCD 顯示器模組電路示意圖

### 2.1.3 G-sensor

重力感測器(g-sensor)，又稱線性加速度計(Accelerometer)，可以提供速度和位移的資訊。我們利用 G-SENSOR 來測量裝置的傾斜角度，並用 LCD 顯示數值。利用程式加以判斷，以使 SEGWAY 能夠前進或轉彎。

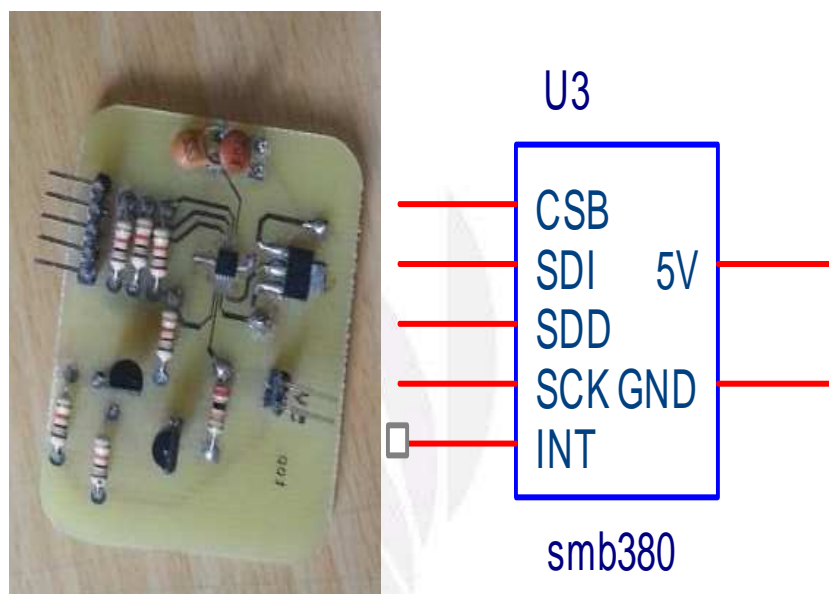


圖 2.4 G-sensor 電路示意圖

### 2.1.4 馬達驅動器

馬達驅動器是利用四個電晶體，不同時間給予 5V 或地來控制馬達運作。舉例來說，將 0、3 電晶體傳輸 5V，1、2 電晶體傳輸接地。DELAY 時間 700us，再將 0、3 電晶體傳輸接地，1、2 電晶體傳輸接地。DELAY 時間 300us。這樣一來就有 70% 的 Duty cycle，可以利用給不同的 Duty cycle 來控制馬達轉速。

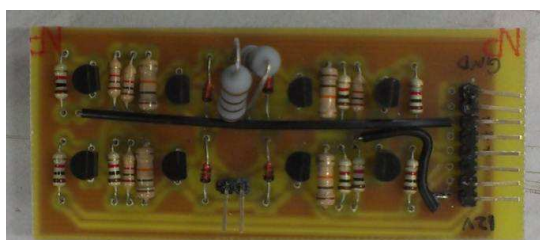
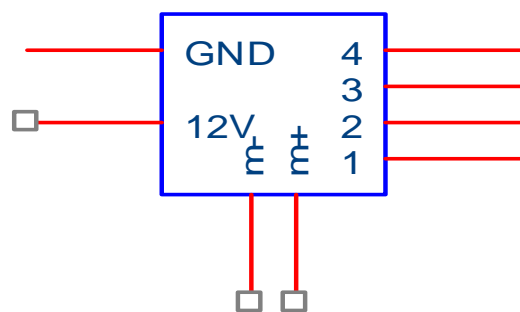


圖 2.5 馬達驅動板示意圖

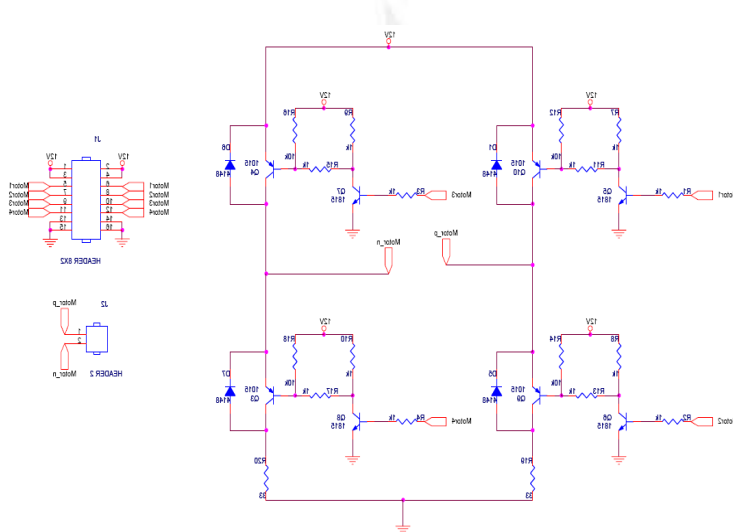


圖 2.6 馬達驅動板電路圖

### 2.2.5 馬達



圖 2.7 PHOTONIC CG-309A 之實體圖

表 2.3 PHOTONIC CG-309A 之規格圖

Output Power Min	5 W
Output Power Max	5 W
Speed Min	6 rpm
Torque	0.8 to 6 kgfam
額定轉速	200 rpm
最高輸入電壓	12 V
負重	0.8 Kg ~ ~ 6Kg
減速比	36 : 1
最大輸出力矩	58.8 N-m
最小輸出力矩	7.84 N-m

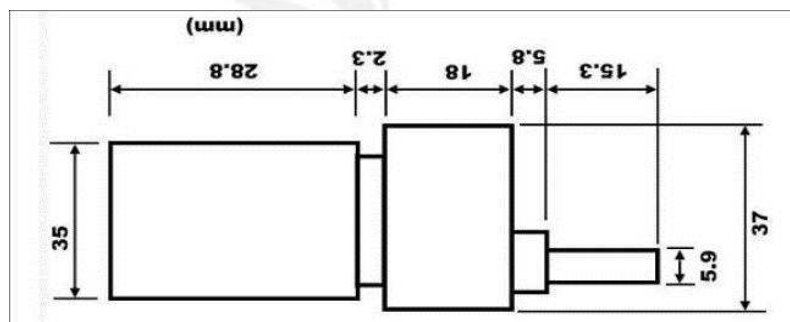


圖 2.8 PHOTONIC CG-309A 之結構圖

## 2.2 軟體架構

本專題設計之軟體流程分為(1)主程式、(2)馬達驅動副程式、(3) G-SENSOR 測量副程式以及(4)計時器中斷副程式等三部份。

### 2.2.1 主程式、馬達驅動副程式以及 G-sensor 測量副程式

如圖 2.8 所示為本專題之主程式流程圖，一開始 G-SENSOR 測量到的角度與預先設定之門檻值做比較，以此判斷馬達是否該轉動或是改變轉速。例如：X 軸角度夠大時，馬達開始轉動。X 軸角度變大時，馬達增加轉速使速度變快。X 軸角度變小時，馬達減少轉速使速度變慢。Y 軸角度夠大時，判斷 Y 軸正負值，決定調整轉速的馬達，使 Segway 轉彎。藉由調整 Duty cycle 的大小來改變馬達轉速。Duty cycle 的值越大，馬達轉速變大。Duty cycle 的值越小，馬達轉速變小。

如圖 2.9 所示，本專題為了使 SEGWAY 能藉由判斷 G-SENSOR 之傾斜情況加以更變運動情形，因此，藉由三個方向之副程式以及一個停止之副程式作為運動方向之控制。藉由更變 AT89S52 之 I/O 導通訊號，並將其訊號饋送至馬達驅動電路，使馬達能達到正確之轉動命令。

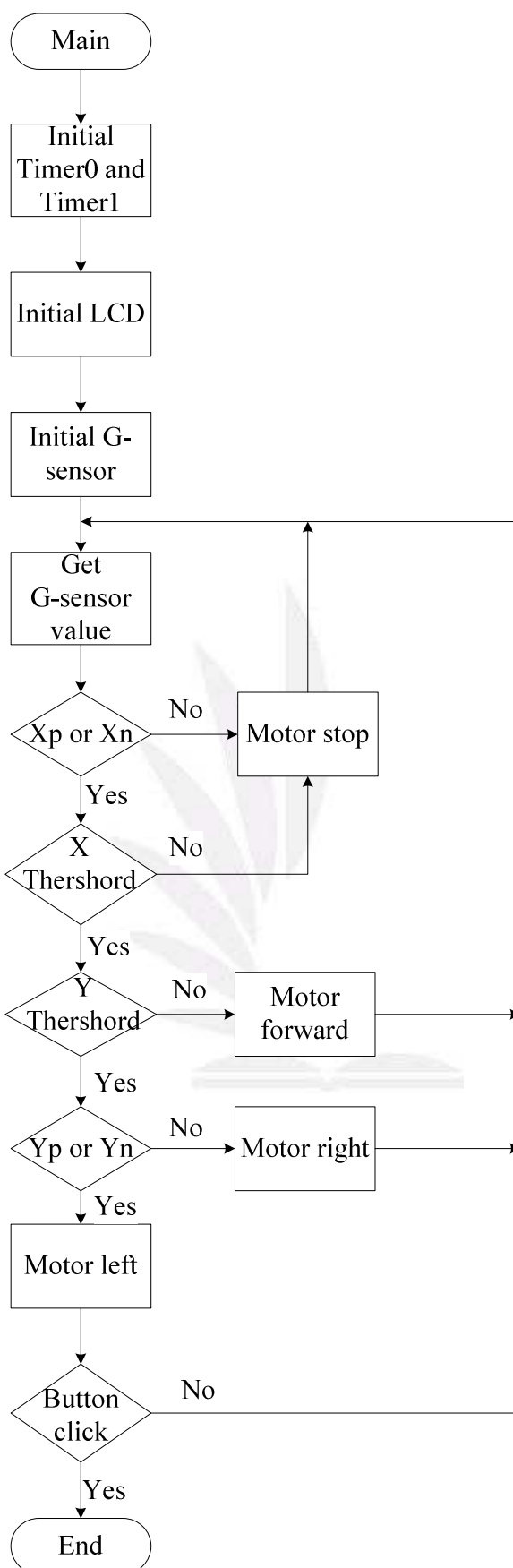


圖 2.9 主程式流程圖



馬達程式流程圖

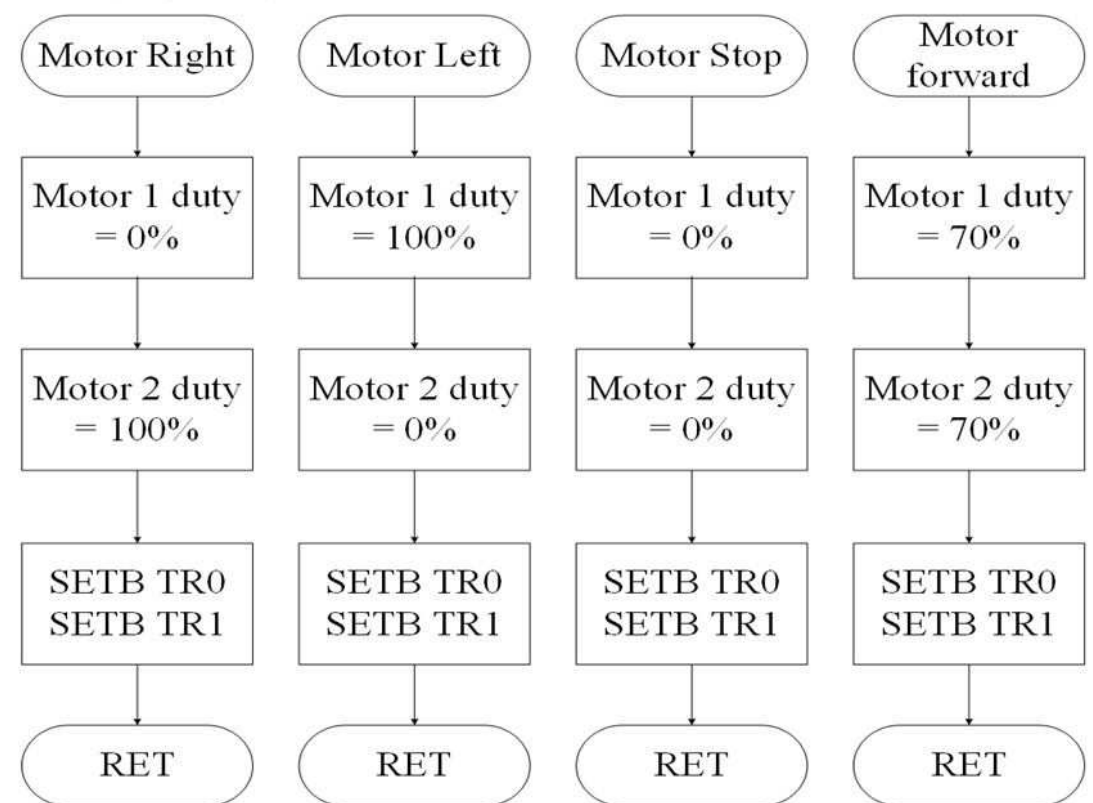


圖 2.10 馬達流程圖

### 2.2.2 計時器中斷程式

本專題利用計時器設計與製作一週期性之脈波寬度調變 (*Pulse width modulation, PWM*) 訊號，因此，可藉由計時器之中斷自動產生週期性之 PWM 訊號，並於其內加以設定其責任週期 (*Duty cycle*)。接著，將其訊號饋送至馬達驅動電路，使其推動馬達旋轉，其計時器中斷服務程式流程如圖 2.10 所示。

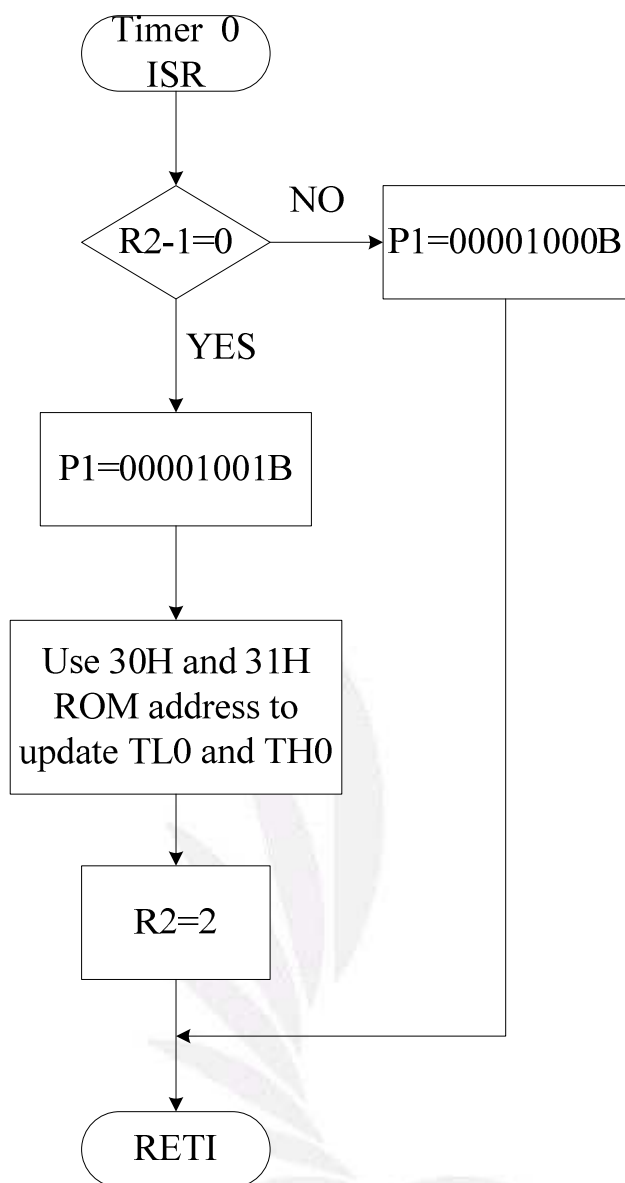


圖 2.11 副程式流程圖

### 第三章 系統功能

在做 SEGWAY 前，先利用文字型 LCD，來測量 G-SENSOR(重力感測器)的傾斜角度，將 X、Y 以及 Z 軸的數值記錄下來，以便寫入程式，讓 AT89S52 控制。

當我們推動 SEGWAY 上的桿子時，G-SENSOR 依據桿子傾斜角度的不同，使車子跑動、轉彎或停止。當桿子往前傾，車子即開始前進；桿子向右傾，右輪停止，左輪轉動，車子右轉；而向左傾時，左輪停止，右輪轉動，便會左轉。

其主要功能有：

1. G-SENSOR：測量桿子的傾斜角度，並且回傳測量值給 AT89S52
2. AT89S52：判斷測量值，傳輸指令給馬達驅動電路
3. 馬達驅動：接收 AT89S52 指令，使馬達轉動
4. 控制：手給桿子的推力。

## 第四章 實驗結果與操作說明

本專題設計並完成製作一以 G-SENSOR 感應重力並使馬達驅動，其實體圖如圖 4.1 所示。

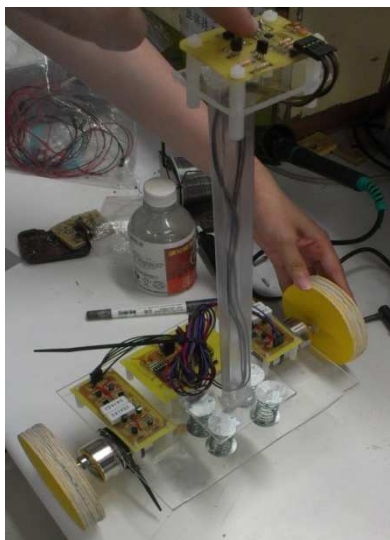


圖 4.1 SEGWAY 之實體圖

### 4.1 操作說明

1. G-SENSOR 向前，如圖 4.2 所示。

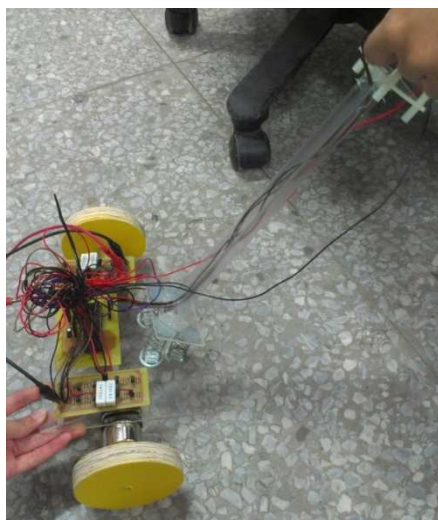


圖 4.2 車子向前

思維車

2. G-SENSOR 向右，如圖 4.3 所示。

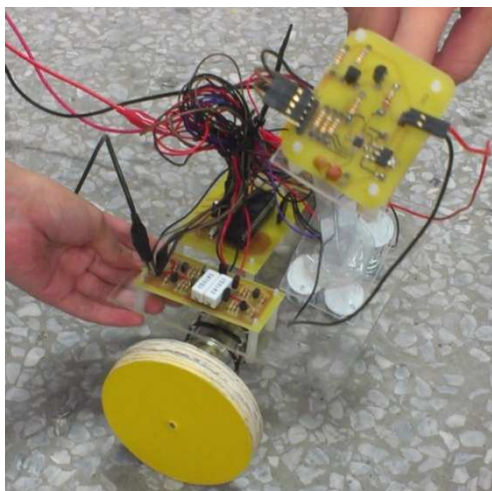


圖 4.3 車子右轉

3. G-SENSOR 向左，如圖 4.4 所示。

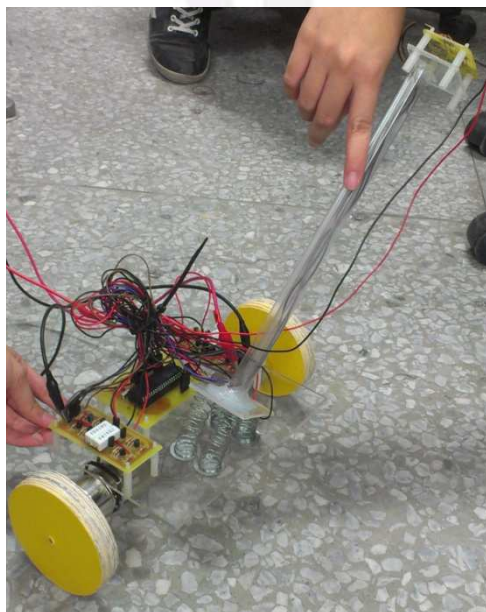


圖 4.4 車子左轉

## 4.2 實驗結果

本專題之硬體包含：(1)AT89S52、(2)LCD、(3)G-sensor、(4)馬達驅動器、(5)馬達等五個部份，其運用為 G-sensor 感應傾斜角度並回傳給 AT89S52，再傳送指令驅動電路，使馬達轉動。軟體包含：(1)主程式、(2)馬達驅動副程式、(3)G-sensor 測量副程式以及(4)計時器中斷副程式等四個部份，以 G-sensor 測量到的角度，以此判斷馬達是否該轉動或是改變轉速，Duty cycle 的值越大，馬達轉速變大，Duty cycle 的值越小，馬達轉速變小。

經實驗結果，將桿子前傾，車子往前直行，將桿子向右傾，右輪停止，左輪轉動使車子向右轉，將桿子向左傾，左輪停止，右輪轉動使車子向左轉。

## 第五章 未來展望

1. 將機構以更穩固之材料取代。
  - (1.) 輪子不要用紙做，改用較堅固的橡皮輪子。
  - (2.) 塑膠桿子連接部分容易脫落，可用螺絲栓住。
  - (3.) 線太凌亂，佈線應該更多加考慮。
2. 以高轉速及高轉矩之馬達取代現有之直流馬達。
3. 程式部分記得加註解，以方便除錯、修改。



## 第六章 附錄

### 附錄 A : .asm 檔

```
LCDDBP      EQU      P2
LCDBF       EQU      P2.7
LCDRS       EQU      P0.5
LCDRW       EQU      P0.6
LCDEA       EQU      P0.7
CSB         EQU      P0.3
MOSI        EQU      P0.2
MISO        EQU      P0.1
SCK         EQU      P0.0
            ORG      0000H
            AJMP     MAIN
            ORG      000BH
            AJMP     MOTOR0PWM
            ORG      001BH
            AJMP     MOTOR1PWM
MOTOR0PWM:
            DJNZ     R2,CONVERTELOW0
            MOV      TL0,50H
            MOV      TH0,51H
            MOV      P1,#00001000B
            MOV      R2,#2
            RETI
CONVERTELOW0:
            MOV      P1,#00001001B
            RETI
MOTOR1PWM:
            DJNZ     R3,CONVERTELOW1
            MOV      TL1,52H
            MOV      TH1,53H
            MOV      P3,#00001000B
            MOV      R3,#2
            RETI
CONVERTELOW1:
```



思維車

```
        MOV        P3,#00001001B
        RETI
MAIN:
        MOV        R2,#2
        MOV        R3,#2
        MOV        TMOD,#00010001B
        SETB       ET0
        SETB       ET1
        SETB       EA
        ; ACALL    LCD_INITIAL
        ACALL      GSENSOR_INITIAL
LOOP:
        ACALL      GSENSOR_READ_THREE_AXIS
X_AXIS:
        MOV        R0,#00H
        MOV        R1,40H
        ; ACALL    LCD_WRITE_NUMBER
        MOV        R0,#40H
        MOV        R1,30H
        ; ACALL    LCD_WRITE_NUMBER
Y_AXIS:
        MOV        R0,#05H
        MOV        R1,41H
        ; ACALL    LCD_WRITE_NUMBER
        MOV        R0,#45H
        MOV        R1,31H
        ; ACALL    LCD_WRITE_NUMBER
LOC  OBJ          LINE      SOURCE
          1
          2
00A0          3      LCDDBP      EQU
P2
00A7          4      LCDBF       EQU
P2.7
0085          5      LCDRS       EQU
```

思維車

P0.5

0086 6 LCDRW EQU

P0.6

0087 7 LCDEA EQU

P0.7

8

9

0083 10 CSB EQU

P0.3

0082 11 MOSI EQU P0.2

0081 12 MISO EQU P0.1

0080 13 SCK EQU

P0.0

14

15

0000 16 ORG

0000H

0000 0141 17 AJMP MAIN

000B 18 ORG

000BH

000B 011D 19 AJMP

MOTOR0PWM

001B 20 ORG

001BH

001B 012F 21 AJMP

MOTOR1PWM

22

23

001D 24 MOTOR0PWM:

001D DA0C 25 DJNZ

R2,CONVERTELOW0

001F 85508A 26 MOV

TL0,50H

0022 85518C 27 MOV

TH0,51H

0025 759008 28 MOV

P1,#00001000B

思維車

0028 7A02	29		MOV	
R2,#2				
002A 32	30		RETI	
002B	31	CONVERTELOW0:		
002B 759009	32		MOV	
P1,#00001001B				
002E 32	33		RETI	
	34			
	35			
002F	36	MOTOR1PWM:		
002F DB0C	37		DJNZ	
R3,CONVERTELOW1				
0031 85528B	38		MOV	
TL1,52H				
0034 85538D	39		MOV	
TH1,53H				
0037 75B008	40		MOV	
P3,#00001000B				
003A 7B02	41		MOV	
R3,#2				
003C 32	42		RETI	
003D	43	CONVERTELOW1:		
003D 75B009	44		MOV	
P3,#00001001B				
0040 32	45		RETI	
	46			
	47			
0041	48	MAIN:		
0041 7A02	49		MOV	
R2,#2				
0043 7B02	50		MOV	
R3,#2				
0045 758911	51		MOV	
TMOD,#00010001B				
0048 D2A9	52		SETB	ET0
004A D2AB	53		SETB	ET1
004C D2AF	54		SETB	EA
	55		ACALL	
			;	

思維車

LCD\_INITIAL  
004E 3138  
GSENSOR\_INITIAL

56

ACALL

57



## 參考文獻

- [1]. <http://dolphinwing.pixnet.net/blog/post/26890302-%5b%E7%A1%AC%E9%AB%94%5d-g-sensor%28%E9%87%8D%E5%8A%9B%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8%29>
- [2]. <http://zh.wikipedia.org/wiki/Segway>
- [3]. <http://www.auto.fcu.edu.tw/wSite/publicfile/Attachment/f1254187064570.pdf>
- [4]. <http://shop.cpu.com.tw/product/5340/info/>
- [5]. <http://goods.ruten.com.tw/item/show?21304053240970>
- [6]. 單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用

