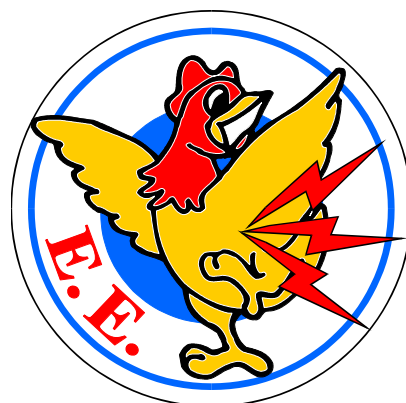
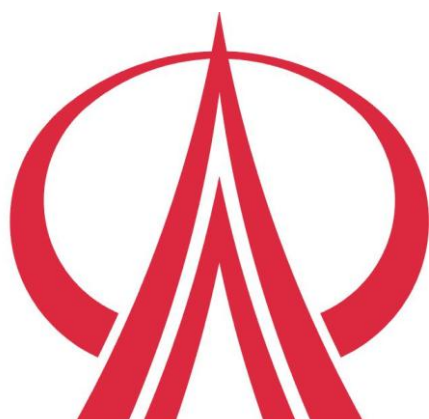


# 修平科技大學 電機工程系

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
HSIUPING UNIVERSITY OF SCIENCE TECHNOLOGY

## 實務專題報告書

機車無線監控裝置



指導老師：劉文韻 老師

專題製作學生：日四技電四甲 劉宏禹 BD97008

日四技電四甲 蔡忠吉 BD97013

中華民國 一 百 年 十 二 月 十 三 日

## 摘要

本作品將使用德州儀器公司的 C C 2 5 3 0 晶片內建 ZigBee 無線模組，結合三軸加速計、溫濕度、照度計、行車紀錄器，與繼電器開關等元件，製作一套機車監控系統。整套系統包括無線機車監控面板、環境感測器、無線搖控器、無線頭盔。這些裝置可配置在目前一般的機車上，提供機車騎士更安全的防護與監控。安全防護功能包括夜間自動啟閉方向燈，機車轉向時自動打方向燈，無線遙控尋車等功能，讓機車操作更具有智慧。

## 目錄

摘要 .....	一
目錄 .....	二
圖片目錄 .....	三
第一章 緒論 .....	1
1. 前言 .....	1
第二章 相關原理介紹 .....	2
2.1 ZigBee 介紹 .....	2
2.2 ZStack 介紹 .....	11
2.3 CC2530 晶片功能介紹 .....	12
2.4 ADXL345 加速度計介紹 .....	14
2.5 HPTCL-150D 光照度感測器 .....	16
2.6 SHT10 溫溼度感測器 .....	17
第三章 系統架構與軟硬體製作 .....	19
3.1 裝置規劃 .....	19
3.2 硬體製作 .....	21
3.2.1 車身主控板硬體及電路製作 .....	21
3.2.2 資訊面板硬體及電路製作 .....	23
3.2.3 安全頭盔硬體及電路製作 .....	25
3.2.4 無線遙控器硬體 .....	27
第四章 機車無線監控裝置功能介紹 .....	28
4.1 功能流程 .....	28
4.1.1 車輛啟動時流程 .....	28
4.1.2 車輛停止時流程 .....	29
第五章 機車無線監控裝置測試 .....	30
車輛啟動時流程實體測試 .....	30
結論 .....	34
參考文獻 .....	35

## 圖片目錄

---

圖一：ZigBee 通訊協定分工圖	4
圖二：ZigBee 實體層使用頻帶	6
圖三：頻段圖	6
圖四：ZigBee 裝置示意圖	7
圖五：網路拓模型態圖	8
圖六：ZigBee 傳輸方式	9
圖七：Z-Stack 以 802.15.4 為基礎	11
圖八：CC2530 方塊圖	12
圖九：CC25302 電路圖	13
圖十：ADXL345 的外型	14
圖十一：內部結構	14
圖十二：使用模組	15
圖十三：晶片搭配電路	15
圖十四：HPTCL-150D 外觀	16
圖十五：HPTCL-150D 模組	16
圖十六：HPTCL-150D 模組電路	16
圖十七：SHT10 元件外觀	17
圖十八：SHT10 模組外觀	17
圖十九：SHT10 模組電路	18
圖二十：系統硬體架構圖	20
圖二十一：車身主控板電路圖	21
圖二十二：車身主控板 PCB 規劃圖	22
圖二十三：車身主控板實體圖	22
圖二十四：資訊面板電路圖	23
圖二十五：資訊面板 PCB 規劃圖	24
圖二十六：資訊面板實體圖	24
圖二十七：安全頭盔電路圖	25
圖二十八：安全頭盔 PCB 規劃圖	25
圖二十九：全頭盔實體圖	26
圖三十：無線遙控器實體圖	27
圖三十一：車輛啟動流程圖	28
圖三十二：車輛停止流程圖	29
圖三十三：機車未起動正常狀態圖	30
圖三十四：夜間機車自動開啟大燈圖	30

圖三十五：自動打左方向燈圖.....	31
圖三十六：自動打左方向燈圖(夜間) .....	31
圖三十七：自動打右方向燈圖.....	32
圖三十八：自動打右方向燈圖(夜間) .....	32
圖三十九：模擬起霧時狀態圖.....	33

# 第一章

## 緒論

### 1. 前言

現在有很多汽機車轉彎時時常忘記打方向燈而發生交通事故，而我們就想到利用三軸加速度計裝置在安全帽上，當轉彎時在看路口時可以順便打方向燈，這樣就可以降低交通事故發生率，再加入無線的方式來控制汽車或機車的一些基本功能，可以方便安裝於交通工具上，免除佈線與拉線的時間。本作品為了增加行車安全的重要性與便利性，提升夜間行車之安全，發生濃霧時也可以提高車輛的安全性防護，因而誕生此專題作品。

## 第二章相關原理介紹

### 2.1 ZigBee 介紹

ZigBee 是一項新興的無線感測器網路(Wireless Sensor Network ; WSN)技術，滿足市場對低資料速率、低功耗、低成本無線網路的需求。其 ZigBee 一詞分別是由 Bee 蜜蜂與 ZigZag 一種字形舞蹈所結合出來的，描述蜜蜂發現食物時以舞蹈方式通知遠方同伴位置與距離等訊息，以此為一個簡單的無線通訊概念而產生的一個方案。

ZigBee 依據 IEEE802.15.4 規範，屬於無線個人區域網路(Wireless Personal Area Network ; WPAN)架構，使用 ISM 2.4GHz（全球）、915MHz（美國），以及 868MHz（歐洲）等 RF 頻帶，傳輸速率則分別為 10kbps、40kbps 以及 250kbps。ZigBee 支援大量網路節點與多種網路拓樸（星形、樹形、網狀等三種通訊架構），每個 ZigBee 裝置都可以擔任中繼路由器(intermediate router)，彼此透過多重跳點(multi hop)的方式傳遞資訊，此無線感測器網路技術已廣泛運用於以嵌入式系統架構為主的相關應用上。

## ZigBee 標準制定

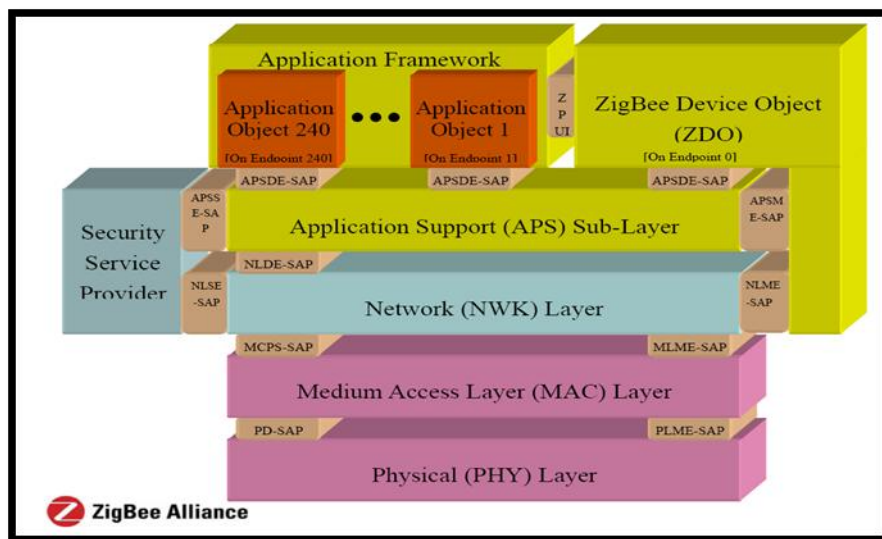
802.15 是一個關於無線個人網絡的通訊的規範，它是在 2002 年初由美國電子和電氣工程師標準協會（IEEE-SA）批准的。其最初版本 802.15.1 是由藍芽規範發展起來的，並且與藍芽 1.1 版本完全兼容。藍芽是一個使用很廣泛的規範，它為便攜式設備，包括筆記本電腦、移動電話、電子設備等之間的通信定義了參數。這個規範還允許到 Internet 的連接。IEEE 802.15 工作組努力改進藍芽技術標準。他們提出兩種 802.15 協定，即：低速率的 802.15.4（TG4）和高速率的 802.15.3（TG3）。

標準制定上為 IEEE 802.15.4 小組主導實體層(PHY)、媒體存取控制層(MAC)、資料鏈結層(Data Link)，以及傳輸過程中的資料加密機制等發展，如圖一所示。ZigBee Alliance 主導軟體標準，並共同針對 ZigBee Protocol Stack 的發展進行研議，未來還能依系統客戶的需求，為不同應用修正其所需之應用介面。

ZigBee IEEE 802.15.4 通訊協定是具有簡單並擁有彈性的協定，他的設計可以滿足傳輸品質的要求，並且對其低傳輸速的的應用達到最佳化的設定，其優勢包含有：可設定調整的網路架構、軟體硬體設計上的複雜度降低、與低耗能的設計使其使用壽命延長。



ZigBee 概念於 1999 年誕生，而 2000 年 IEEE 正式成立小組 IEEE 802.15.4，並且 2001 年 ZigBee 聯盟誕生，其中 ZigBee 規範便是由以上 2 個單位所共同制定。在實體層、媒體儲存控制層、資料鏈結層等發展由 IEEE 主導，而 ZigBee Alliance 負責制定邏輯網路、資料傳輸加密機制、應用介面規範、及各系統產品之間互通規範。



圖一：ZigBee 通訊協定分工圖

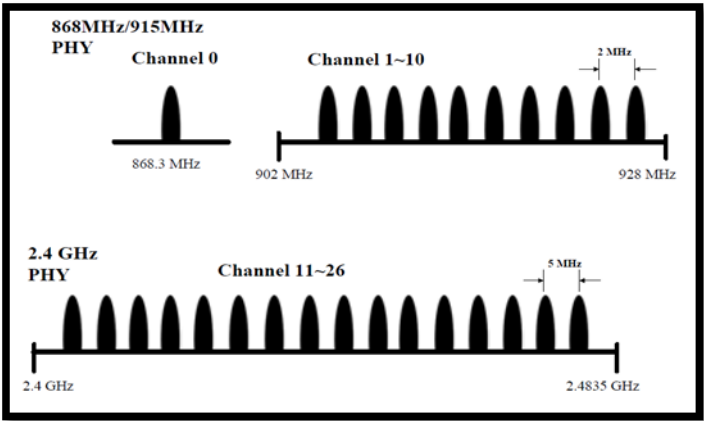
## ZigBee 實體層使用頻帶

ZigBee 提供三種資料傳輸率，即在 800MHz 頻道的 20kbps、在 900MHz 頻道的 40kbps，與在 2.4GHz 頻道的 250kbps。此三種 ZigBee 頻帶的中心頻率與頻道數，為使用於歐洲的 868MHz 單一頻道、使用於美洲的 915MHz 含 10 個頻道，及通用於全球的 2.45GHz 含 16 個頻道，詳細數據如圖二、圖三所示。ZigBee 使用 16bit 短定址與 64bit 擴充定址。實體層主要負責啟動和停止無線電收發器、選擇通道、能量偵測以及封包的傳送和接收等功能。

在多重接入方面，ZigBee 採用具避免碰撞的載頻偵測(Carrier Sense Multiple Access-Collision Avoidance；CSMA-CA)與保證時槽(Guaranteed Time Slots；GTS) 兩種模式，其中 GTS 類似預留的時域多重接入(Time Division Multiple Access；TDMA)。在 GTS 模式下，欲通訊的 ZigBee 元件或裝置可不用經過 CSMA-CA 中的隨機競爭機制，即可取得頻道的接入使用權，這對緊急訊息傳遞的狀況特別有用，例如配有 ZigBee 的警報感測元件。

頻帶 MHz	頻率範圍 (使用地區) MHz	通道 數目	DSSS 展頻參數		資料速率	
			細片率 kchip/s	調變	位元速率 kbps	鮑率 ksym/s
868	868~868.6 (歐洲)	1	300	BPSK	20	20
915	902~928 (美國)	10	600	BPSK	20	40
2450	2400~2483.5 (全球)	16	2000	OQPSK	250	62.6

圖二： ZigBee 實體層使用頻帶

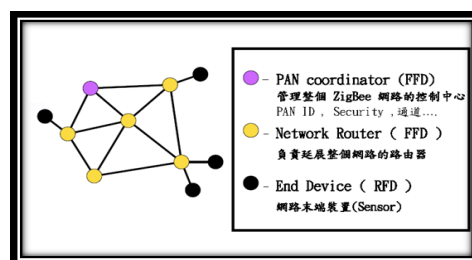


圖三：頻段圖

## ZigBee 裝置模式

在IEEE802.15.4 中的網路設備可分為Full-function Device(FFD) 與 Reduced-function Device(RFD)兩種。一個FFD具有Personal Area Network Coordinator、Coordinator 與RFD等功能，它可以跟其它的RFD 或是FFD 進行資料傳輸。RFD 是一個極其簡單的網路設備，只具備與FFD 進行資料傳輸的功能，如圖四所示。簡而言之，它一次只能跟單一Coordinator 互相結合，同時也沒有大量的資料傳輸的需要，所以它的系統資源可以降到最低。

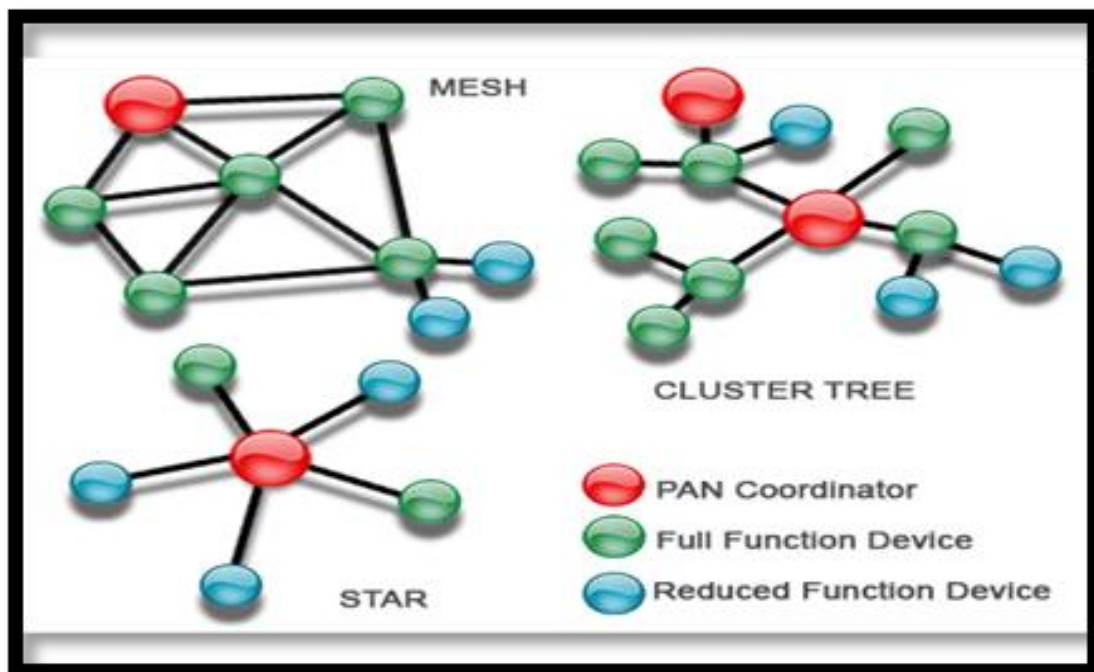
- 協調器(Coordinator)
  - 構成一個 ZigBee 網路 (PAN ID)
- 路由器(Router)
  - 允許裝置加入網路
  - 多點路由
- 終端機(End-Device)
  - 在網路上沒有特殊的責任
  - 允許使用電池模式



圖四：ZigBee 裝置示意圖

## ZigBee 網路層(NWK)

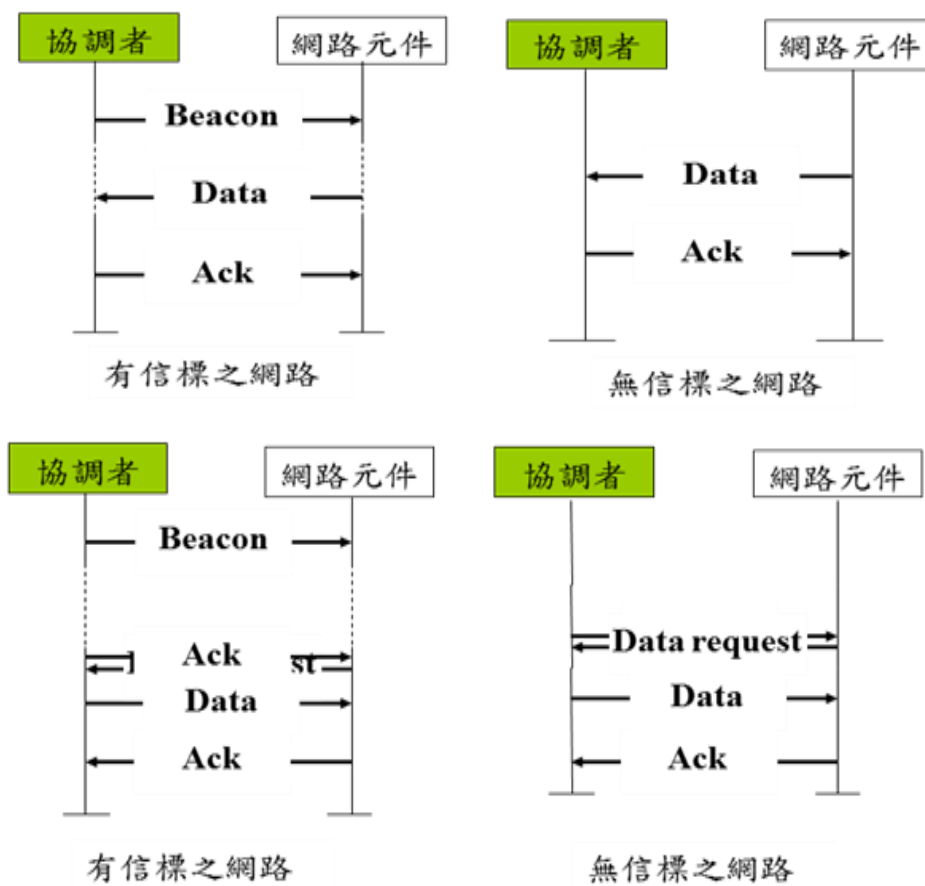
網路拓模型態(Topology)一般大多數的無線網路都只採行 star(星狀、放射狀)方式，而 ZigBee 則較為靈活，除 star 狀外也可用 peer-to-peer(成對配接，如電視配電視遙控器、冷氣配冷氣遙控器)的方式，不過 star、peer-to-peer 是使用應用層面的邏輯拓模，而更底層的實際溝通、聯繫運作的拓模則允許用各種複雜且多樣變化的連接，如 Cluster Tree (叢串樹狀)、Cluster Star (叢串星狀)、Mesh(雜網狀)、Hybrid(雜混狀)。ZigBee 網路最多可支援 65536 個節點，也就是說每個 ZigBee 節點可以與數萬節點相連接。拓模型態如圖五所示。



圖五：網路拓模型態圖

## ZigBee 傳輸模式與速率

ZigBee 資料傳送模式可分為二種模式三種類型，第一種模式同步模式（有信標之網路）：裝置須先取得信標與協調者同步，並以時槽式(slotted CSMA/CA)方式傳送資料。第二種非同步模式（無信標之網路）：裝置利用非時槽(unslotted CSMA/CA)方式傳送資料。三種類中第一為裝置→協調者；第二為協調者→裝置；第三則是裝置(協調者)→裝置(協調者)是將前面兩種運作方式的結合。傳輸方式如圖六所示。



圖六：ZigBee 傳輸方式

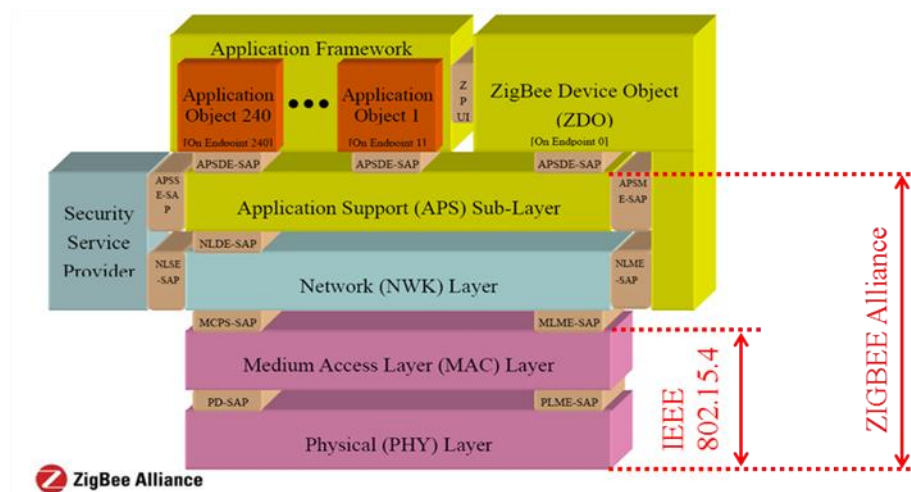
傳輸速率介於 20kbps~250kbps 之間，並隨著傳輸距離的延長而減慢。不過藉著提高發射功率，還是可以達到 100 公尺的傳輸距離內，每秒 250kbps 的傳輸速率。由於具備高鏈結數與低耗電的特性，對於 ZigBee 在感應式網路(Sensor Network)上的使用，就具有相當大的優勢。例如：在工廠內的作業溫度量測及遠端監視、水電瓦斯計度的記錄、保全防護的監控上，業者不需經常更換電池或佈建供電網路，只需極少的人力與設備，即可取得所需的資訊。

#### ZigBee/802.15.4 規範之技術特性

有三種操作頻帶共 27 個通道提供三種資料傳輸速率。低功率消耗因為資料傳輸速率低(傳輸資料量少)，以及極短之執行週期，且有睡眠模式，因此功率消耗非常低。網路連接之拓樸方式可選用星型、叢集型及網狀。使用類似於 IEEE 802.11 之 CSMA/CA 之碰撞避免機制。支援低延遲設備。具有連線品質指示(Link Quality Indication; LQI)功能。

## 2.2 Z-Stack 介紹

Z-Stack 是德州儀器(TI)公司針對 ZigBee 協議所撰寫的堆疊，使用 Z-Stack 來發展 ZigBee 系統，可以縮短專案開發的期程。Z-Stack 應用程式介面(API)函數，包括 OSAL API 、ZDO API 、ZDP API 、AF API 、APS API 、NWK API ，以及 HAL API 。應用程式可透過呼叫這些 API 來完成應用。ZigBee 通訊協定如圖七。



圖七：Z-Stack 以 802.15.4 為基礎

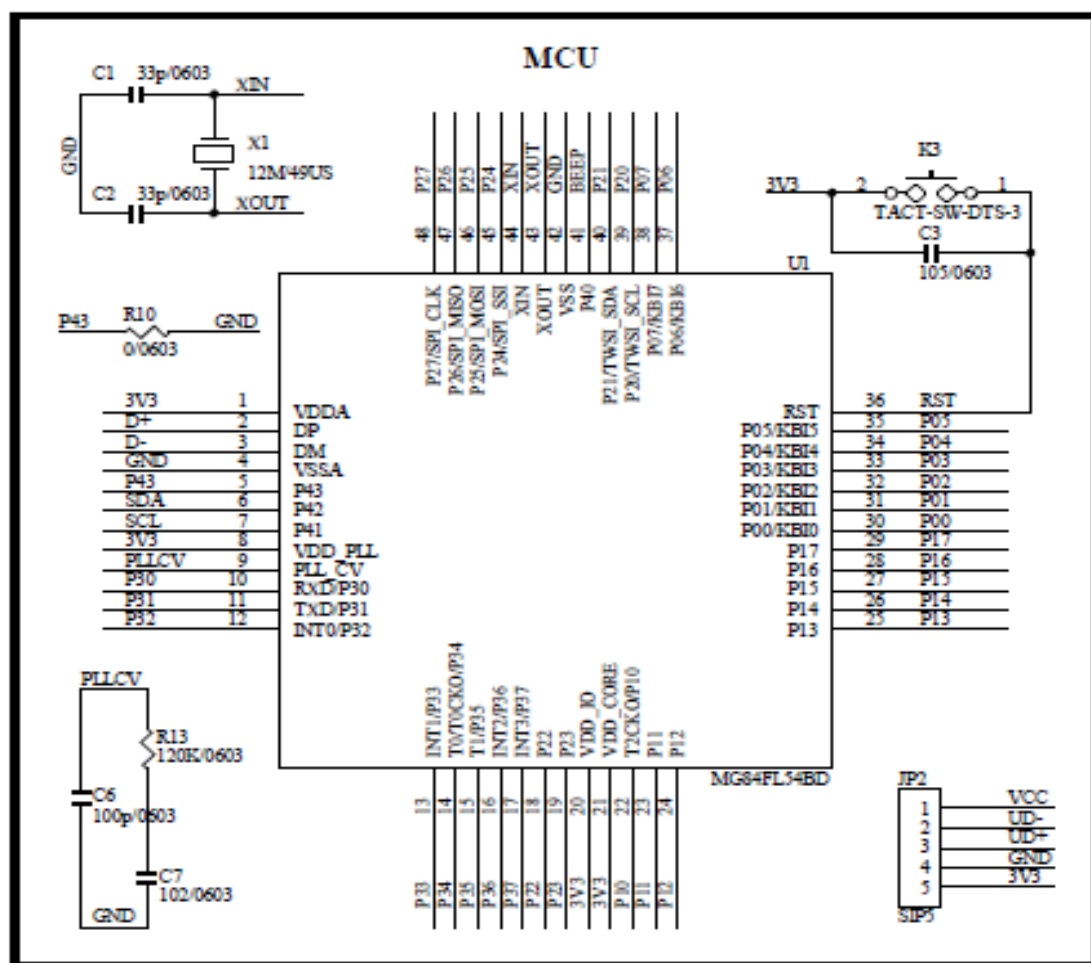


## 2.3 CC2530 晶片功能

本系統的無線感測裝置皆使用德州儀器公司(TI)於2009年推出SOC晶片-CC2530。這顆晶片是TI公司專為IEEE 802.15.4、ZigBee、ZigBee RF4CE與Smart Energy應用量身訂做的SOC晶片，擁有高達256 KB容量的大型快閃記憶體。此外，CC2530將完全整合的高效能RF收發器、8051 MCU、與其他威力強大的功能與周邊相結合，如內建ADC、SPI、USB…等功能，方便與其它感測器連接。CC2530系統晶片架構如圖八所示。圖九為基本電路圖。



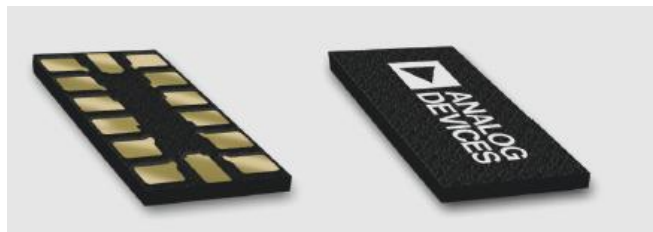
圖八：CC2530 方塊圖



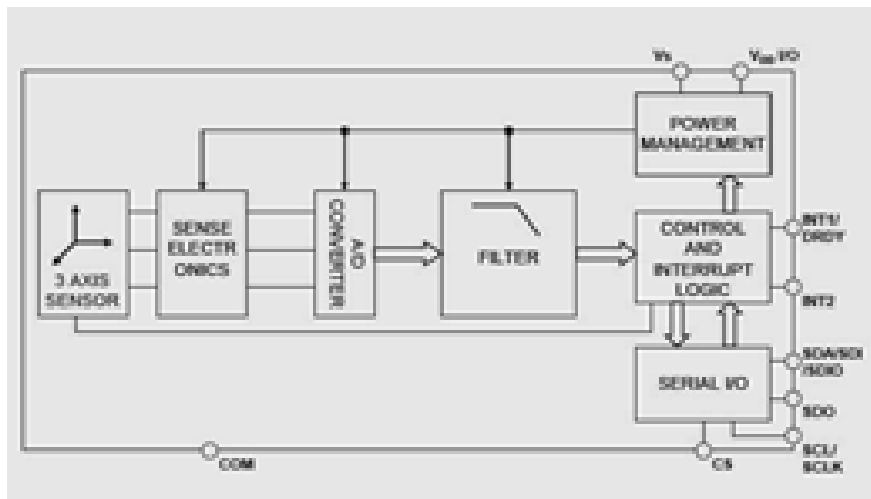
圖九：CC25302 電路圖

## 2.4 ADXL345 加速度計介紹

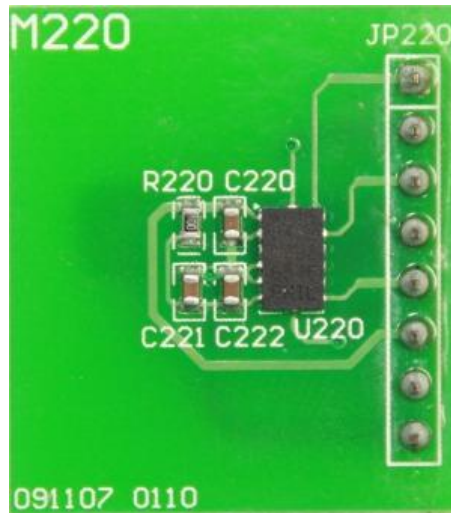
ADXL345 是 ADI 首顆加入數位輸出的高重力加速度感測器，三軸數位運動感測器。它內置一個 FIFO(先進先出)記憶體模組，最多可以存儲 32 個 X、Y、Z 軸採樣資料。最高可支援到 $\pm 16g$ , ADC 可為 10bit~13bit，靈敏度可維持在 4mg/LSB。ADXL345 支援 I2C/SPI 及中斷輸出，可有效減輕 MCU 的負荷。3mm x 5mm 小型化包裝非常適合用於可攜式產品。ADXL345 的外型如圖十、內部結構如圖十一、使用模組如圖十二、與晶片搭配電路如圖十三。



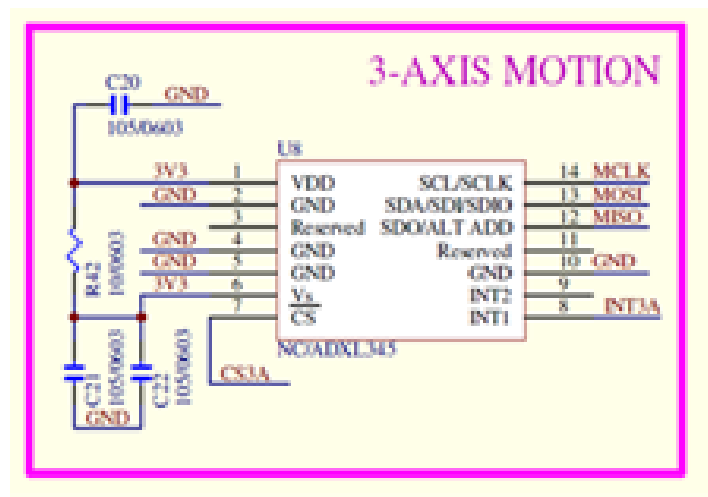
圖十：ADXL345 的外型



圖十一：內部結構



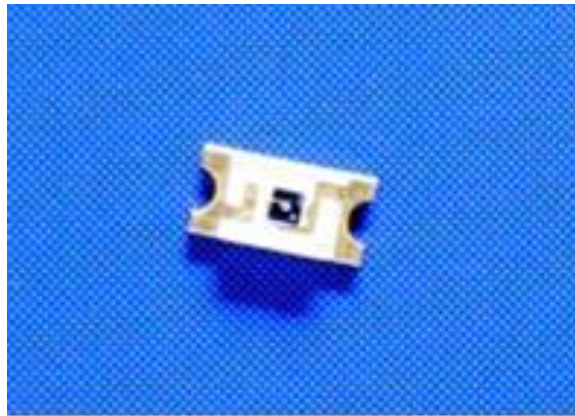
圖十二：使用模組



圖十三：晶片搭配電路

## 2.5 HPTCL-150D 光照度感測器

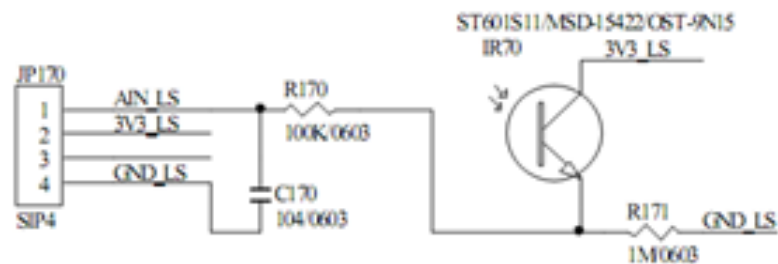
光照度感測器 HPTCL-150D 是 ADC 轉換界面傳輸。輸入電壓：5V，波長靈敏度  $\lambda$ ：500nm~1100nm，感應範圍：0.19mm<sup>2</sup>。外觀、模組、與模組電路如圖十四、圖十五、圖十六所示。



圖十四：HPTCL-150D 外觀



圖十五：HPTCL-150D 模組



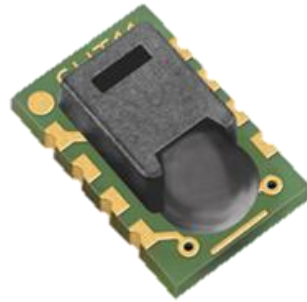
圖十六：HPTCL-150D 模組電路

## 2.6 SHT10 溫溼度感測器

溫濕度雙功能感測元件，在晶片上整合感測元件及 A/D 轉換器，其資料讀取介面為數位兩線式，簡化了產品應用設計的時程。

特色：低消耗功率、使用前無須校準、精準露點計算、高精度兩線式數位輸出、使用 I2C 通訊介面

元件外觀如圖十七、模組外觀如圖十八、模組電路如圖十九。

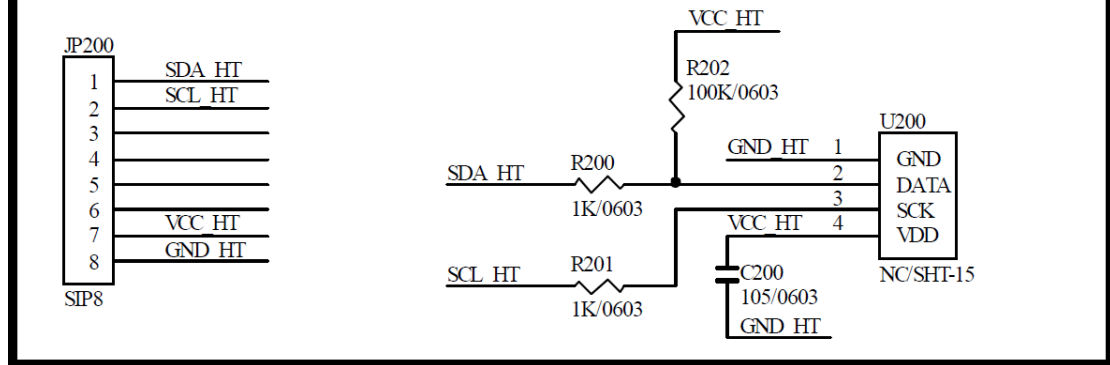


圖十七：SHT10 元件外觀



圖十八：SHT10 模組外觀

## M200 溫濕度偵測 ( I2C )



圖十九：SHT10 模組電路

## 第三章

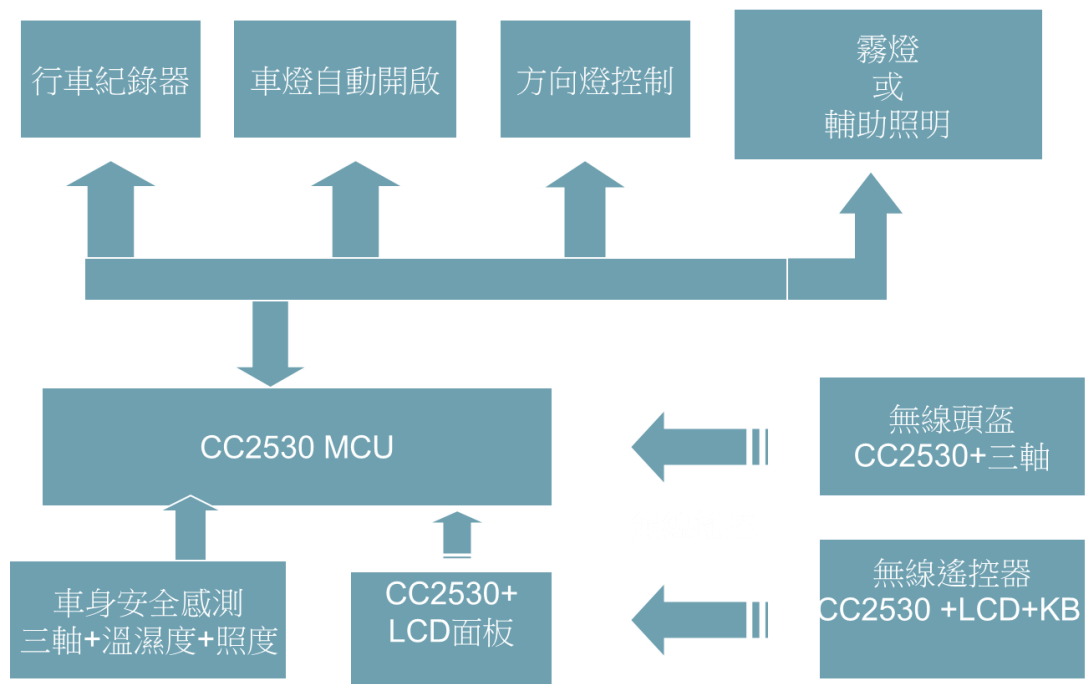
# 系統架構與功能

機車無線監控裝置的研製步驟包括：裝置規劃、硬體電路製作、硬體電路佈置、與晶片韌體程式的開發，詳細說明如下：

### 3.1 裝置規劃

機車無線監控裝置主要是利用 CC2530 當作主要的 MCU，它具有無線傳輸訊號的功能，所以我們將在安全頭盔及車身主控板、資訊看板、隨身遙控器各裝置一顆 CC2530 晶片。車身主控板搭配 ADXL345 三軸加速度模組、HPTCL-150D 照度感測模組、SHT10 溫溼度模組來偵測車身環境及狀況，再另外加上八個開關電路來控制車上的電器及輔助照明。安全頭盔搭配 ADXL345 的三軸加速度計模組，用來偵測頭部轉動狀態，以判斷方向燈該往左方或右方閃爍，作為方向燈的控制數據，再將數值傳回車身主控板的 MCU 來開關控制方向燈。而在資訊面板使用 16\*2 的 LCD 與 CC2530，接收車身主控板的開關及環境狀態。遙控器部分是由鍵盤及 LCD 組成的無線遙控器，用來設定及遙控車身主控板的開關及設定防盜功能，系統硬體架構如圖二十所示。



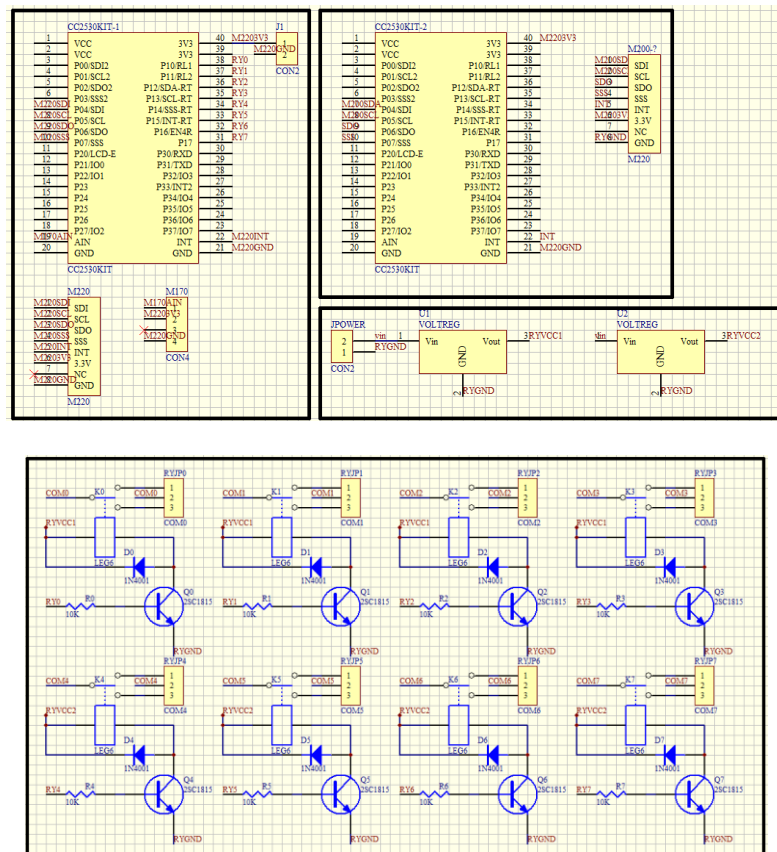


圖二十：系統硬體架構圖

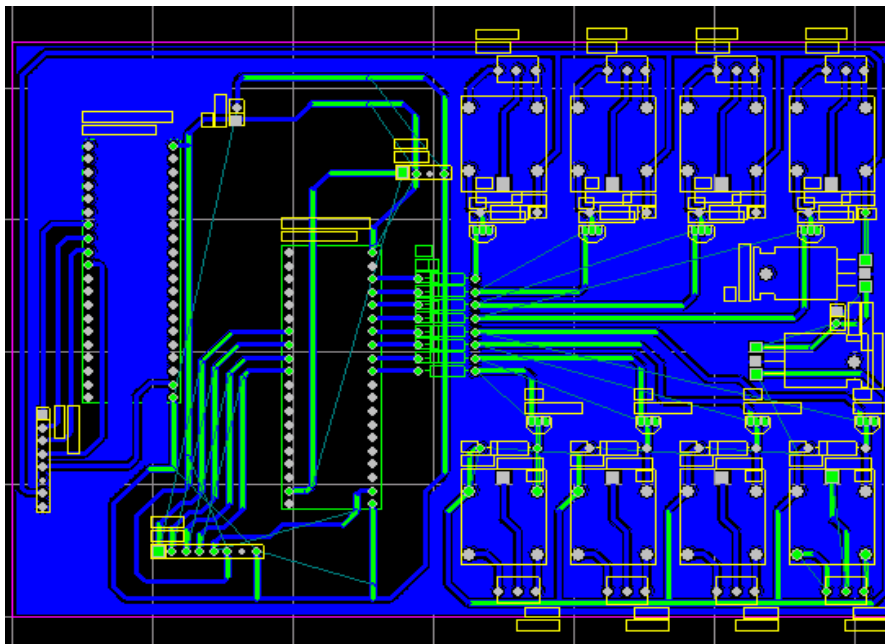
## 3.2 硬體電路製作

### 3.2.1 車身主控板硬體及電路製作

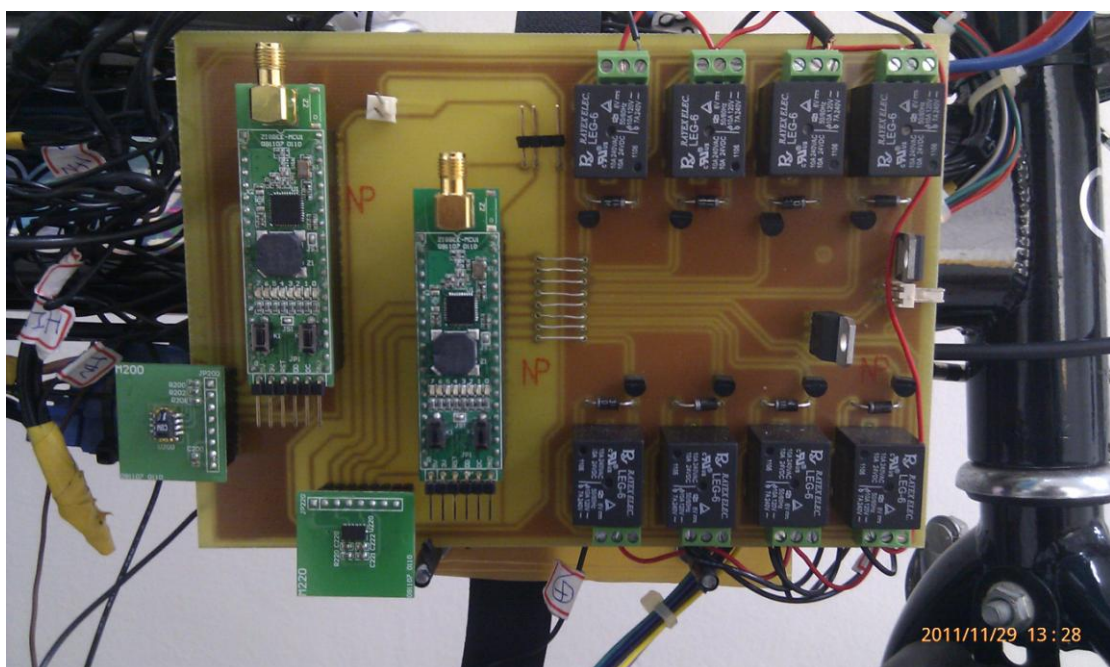
在實際的硬體電路製作上，在車身主板部分，我們將 CC2530 與環應感測模組與開關電路整合在同一塊 PCB 電路板上。電路圖如圖二十一、PCB 規劃配置如圖二十二、與實體圖如圖二十三。



圖二十一：車身主控板電路圖



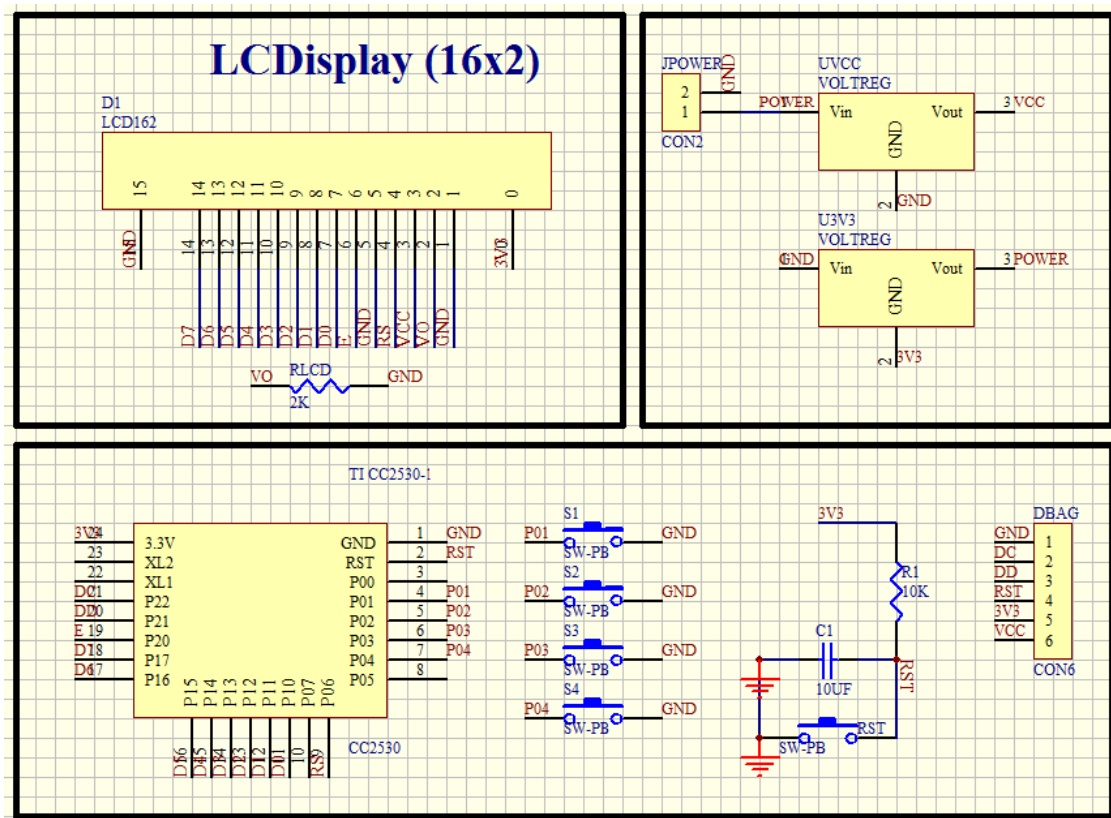
圖二十二：車身主控板 PCB 規劃圖



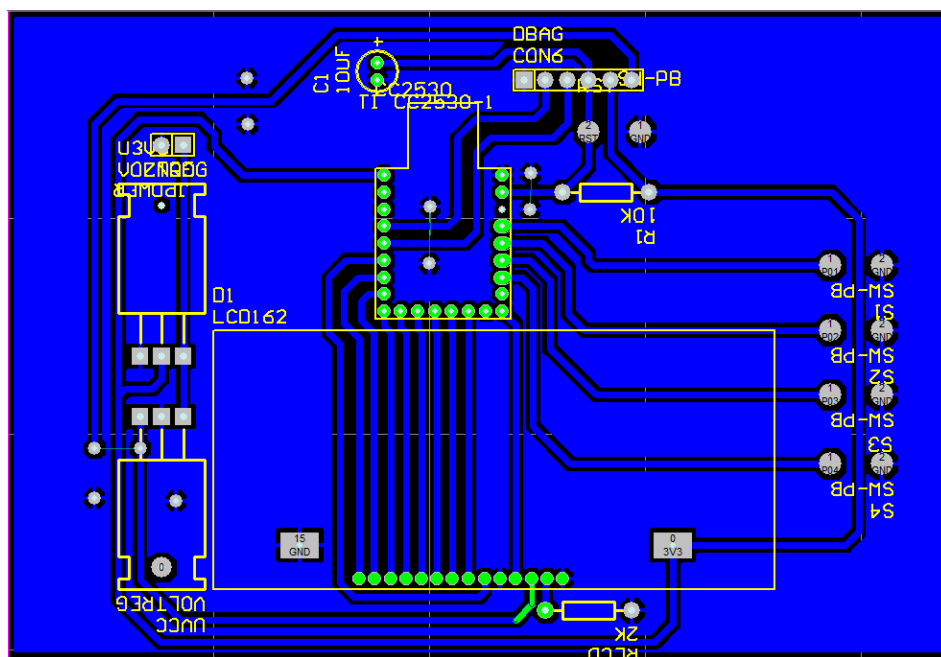
圖二十三：車身主控板實體圖

### 3.2.2 資訊面板硬體及電路製作

在資訊面板部分我們使用 16\*2LCD 與 CC2530 結合在一塊 PCB 上，利用 CC2530 的 ZIGBEE 功能來完成資料傳輸的功能。電路圖如圖二十四、PCB 規劃配置如圖二十五、與實體圖如圖二十六。



圖二十四：資訊面板電路圖



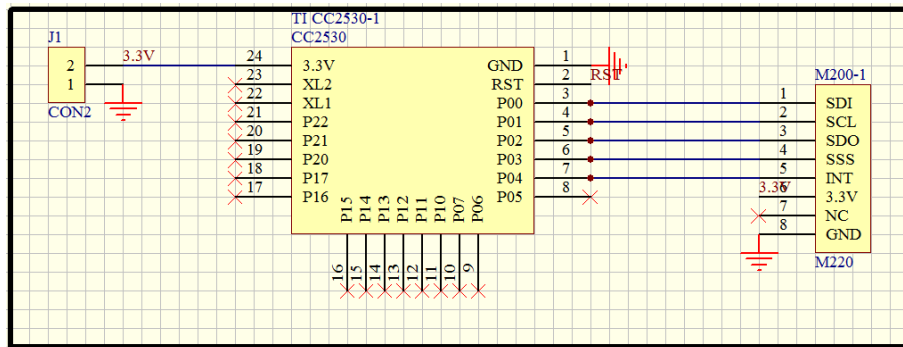
圖二十五：資訊面板 PCB 規劃圖



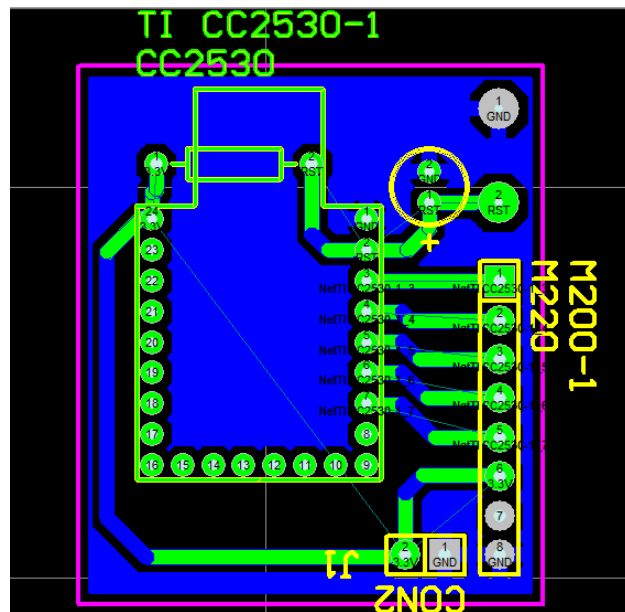
圖二十六：資訊面板實體圖

### 3.2.3 安全頭盔硬體及電路製作

在安全頭盔部分，我們使用 CC2530 與三軸加速度計模組結合在一塊 PCB 上，利用 CC2530 的 ZIGBEE 功能來完成資料傳輸的功能。電路圖如圖二十七、PCB 規劃配置如圖二十八、與實體圖如圖二十九。



圖二十七：安全頭盔電路圖



圖二十八：安全頭盔 PCB 規劃圖





圖二十九：全頭盔實體圖

### 3.2.4 無線遙控器硬體

本專題使用的遙控器是業文學長在之前所製作，我們利用學長的成品接續使用，遙控器上有 LCD 顯示幕、4X4 鍵盤、與 CC2530 模組，使用上極為方便。實體圖如圖三十。



圖三十：無線遙控器實體圖



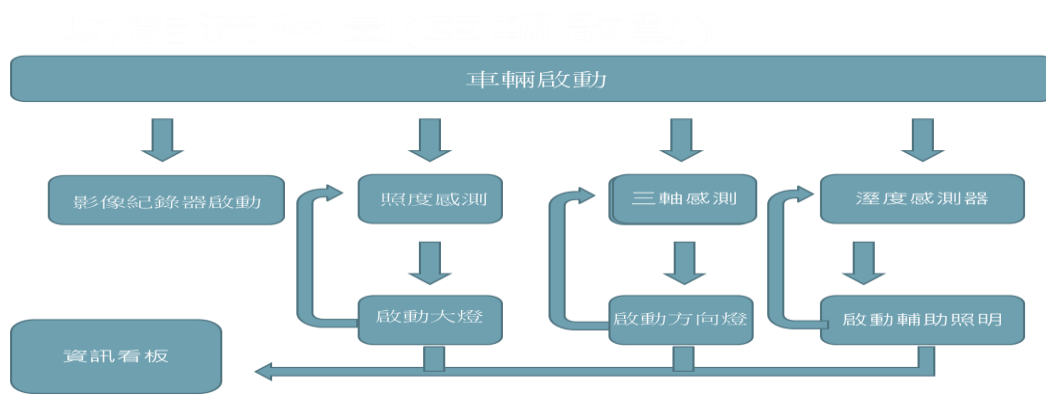
## 第四章

# 機車無線監控裝置功能介紹

### 4.1 功能流程

#### 4.1.1 車輛啟動時流程

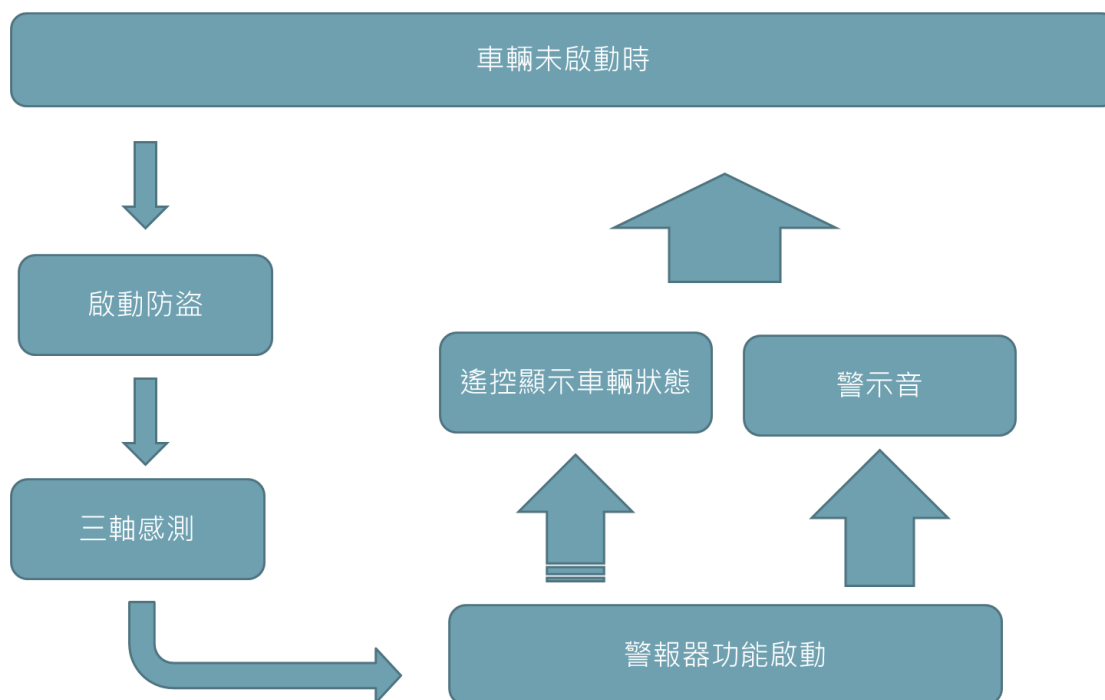
- 車輛啟動時會自動啟動行車紀錄器，停止時立即關閉行車紀錄器。
- 車輛啟動時照度感測起開始偵測，當照度與夜晚相同時，立即開啟大燈，照度與白天相同時關閉大燈。
- 車輛啟動時加速度計立即開始偵測，當三軸 X 值為+30 以上時打右邊方向燈，-30 以下時打左方向燈。
- 當車輛啟動時溫溼度感測器開始偵測，當濕度達 100%時溫度低於 18°C 時(濃霧條件成立時)，立即啟動霧燈。
- 以上所有的資訊都會顯示於資訊看板上。



圖三十一：車輛啟動流程圖

### 4.1.2 車輛停止時流程

- 當車輛靜止時，利用遙控器啟動防盜功能，三軸加速度計立即感測狀況，當車身偵測到搖晃立即啟動警報器，同時通知車主身上遙控器，顯示車輛受到搖晃。



圖三十二：車輛停止流程圖

## 第五章

# 機車無線監控裝置實體功能測試

### 車輛啟動時流程實體測試

圖三十三為車輛白天光線充足時啟動的外觀狀態。圖三十四為夜間啟動車輛的狀態圖，大燈及後方警示燈亮起。



圖三十三：機車起動在正常狀態圖



圖三十四：夜間機車自動開啟大燈圖

圖三十五及圖三十六，分別為白天及夜晚安全帽像左方且球後的左方向燈亮起時的狀態圖。



圖三十五：自動打左方向燈圖



圖三十六：自動打左方向燈圖(夜間)



圖三十七及圖三十八，分別為白天及夜晚安全帽像左方且球後的左方向燈亮起時的狀態圖。



圖三十七：自動打右方向燈圖



圖三十八：自動打右方向燈圖(夜間)

圖三十九為模擬起霧狀態時的狀況，將環境濕度加到相對溼度 100% 時的狀態圖。



圖三十九：模擬起霧時狀態圖

## 結論

本專題研製完成，測試結果功能動作皆能正常運作。因此本專題可配置在目前一般的機車上，提供機車騎士更安全的防護與監控。

驗證這套無線防護與監控的功能，未來應用將可擴大在醫療用品上，例如輪椅，針對患者不便區域，提供防護的安全性，可以增加患者的便利性，提高用路人的安全。

# 參考文獻

- [1] 徐愛帝，“無線感測網路應用模式研究-應用形態與市場分析” 工研院產經中心，2009/03/20
- [2] 李俊賢，“無線感測網路與 Zigbee 協定簡介”，電信國家型科技計畫，vol. 77，2006 年 1 月