九十八學年度全國大學院校

嵌入式系統設計競賽

參賽書面報告書

遙控終結者：

高度整合之無線控制暨節電系統

組　　別：創意應用

報名編號：__26____

中華民國　99 年 3 月 31 日

注意：

1. 為維護比賽公平性，請勿於報告中洩露比賽隊伍之身分。
2. 為方便評比，敬請依此格式撰寫報告。
3. 最多以十五頁為上限 (不含封面)，其重點放在參賽作品之功能與設計構想、特色與設計創意、系統軟硬體資源效能運用、系統驗證完整性及可能應用等。
4. 報告須以中文撰寫。

目 錄

一、 摘要.....1
二、 作品功能與構想.....2
三、 系統軟硬體平台簡述與資源運用分析.....3
四、 系統實作內容.....8
五、 預期功能與目標.....13
六、 設計創意.....13
七、 可能遭遇之困難點及解決方法.....14
八、 結論.....15

一、摘要

現代許多家電產品，例如電視、音響等等，大多使用紅外線遙控器進行操控。但是每種裝置都擁有其獨立之遙控器，當使用之電器增加時，遙控器之數目也隨之增加，常會有不知遙控器如何配對或遙控器遺失的情形，使用上不夠便利。隨著手機以及無線通訊的迅速發展，我們構想利用單一的智慧型手機，取代遙控器來控制房間內的設備，讓需要許多遙控器的生活變成只需要一支手機的輕鬆生活。

遙控終結者利用智慧型手機控制房間內各種紅外線遙控裝置。當使用者進入任何建有此環境的房間後，能夠以藍芽通訊的方式進行室內定位，再透過無線傳輸的功能，輕鬆且方便地連上負責裝置控制的主機，而主機則會提供使用者所在房間內的裝置清單列表，並提供使用者下載遙控器程式來控制房間內所想要控制的設備。當使用者按下控制按鈕時，手機可用藍芽或 Wi-Fi 將訊息送至家中主機，再由主機發出無線電控制訊號，接收端收到後將其轉換為紅外線訊號，進而對電器進行操控。

另一方面，遙控終結者亦結合具無線電控制能力之電器開關，可完全關閉電器之電源，節省電器待機時之電力消耗。在使用者使用遙控器發出開啟電源之訊號時，再將電器之電源接通，並開啟電器。最後，遙控終結者也提供紅外線接收器及簡單、易使用的手機遙控介面產生器，讓使用者自行製作出一個適合自己的遙控器介面。

二、作品功能與構想

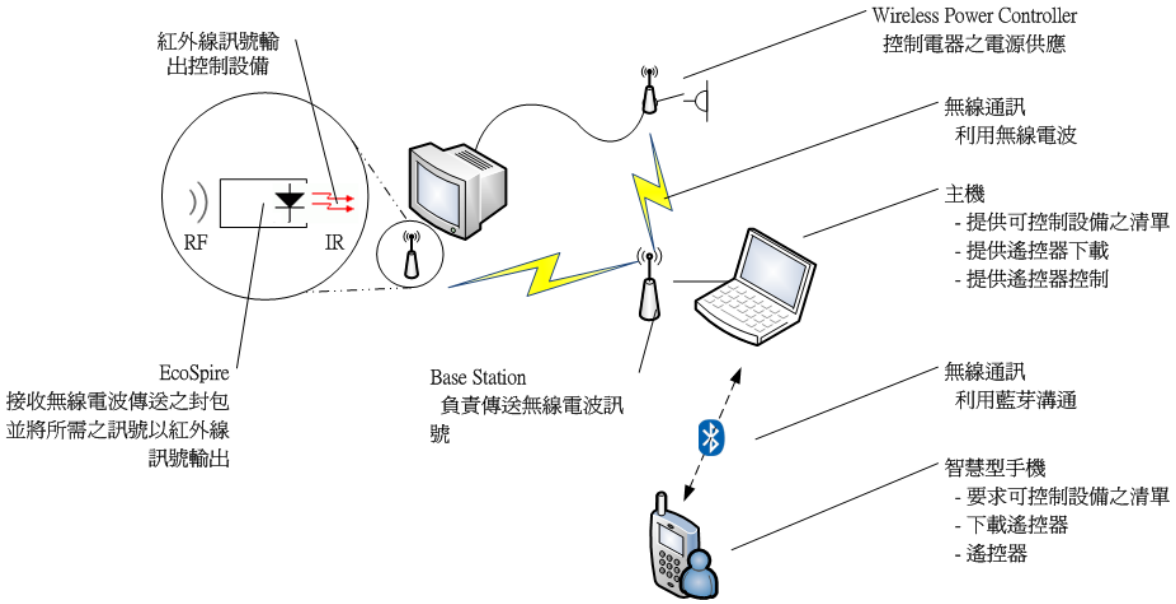
跟著資訊時代的進步，家中的電器產品愈來愈多，而控制電器的遙控器也跟著愈來愈多，常常會有找不到遙控器或是手邊遙控器太多，不知道哪隻遙控器是對應到哪樣電器，使用上非常的不方便。另外，每隻遙控上都需使用電池，也造成更多的污染及浪費。

而各種電器在待機不使用時的耗電量也非常驚人，根據國際能源總署調查研究發現，先進國家的家庭因為沒有拔插頭所浪費的電力（待機電力），約佔總耗電量的三%到十一%。部分家電，只要產品的開關是關著的，即使插頭未拔除，也不會耗損電力，例如吹風機、電暖爐、除濕機、電扇、吸塵器、電磁爐、電烤箱等。但是卻有一些家電，只要插頭未拔除，處在待機狀態時就會消耗電力，例如音響、收音機、電鍋、電腦、印表機、手機充電器、微波爐、電視機等。如果家中的電鍋、電視機、電腦印表機、手機充電器與微波爐六項家電，每天都待機十二小時的話，一年下來，電費就要多支出約五百七十一元，不可小覷。

為了節約能源，長時間用不到的電器可以將插頭拔掉；但如果是每天經常用到的電器，就不用拔插頭，因為太過頻繁地插拔插頭，可能使插頭插座接觸不良。插頭和插座應該接觸緊密，當插頭與插座接觸不良、鬆動，反而容易提高耗電量，且升高溫度、增加走火風險，特別是耗電量大的電器，容易在插插頭時產生火花，發生危險。

因此，我們提出將遙控器與現今幾乎人手一隻的手機做結合的想法。當使用者進到某個空間例如房間時，房間內的 Server 會自動將房間內可控制的電器資訊傳到手機內，而使用者就像用遙控器一樣，利用點選的方式便可輕鬆的操控各種電器設備，既方便又節省資源，甚至還可以客製化自己的遙控器介面，或是將許多電器的按鍵結合在一隻遙控器上。另一方面，為了達到省電的效果我們也結合無線電器電源開關的想法。其可以在電器待機時，同時關閉電器的總電源，節省不必要的電力浪費。在電器開啟之前，自動開啟電器電源，該使用者不需自行

再啟動或關閉電器之電源，或是拔插電器之插頭。整個系統架構可參考下圖一的系統示意圖。



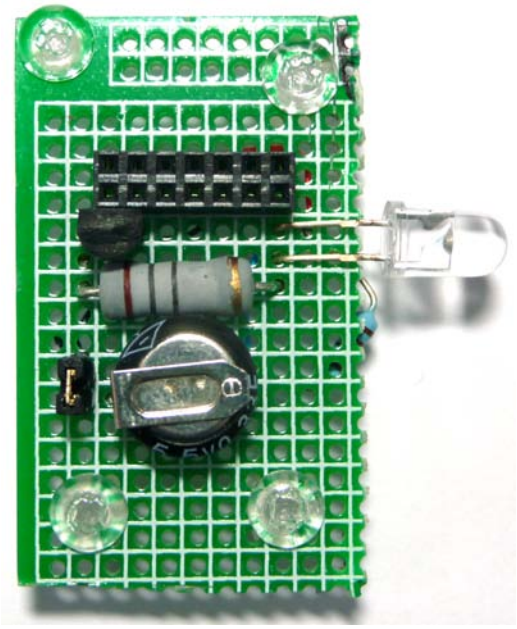
圖一、遙控終結者系統示意圖

三、 系統軟硬體平台簡述與資源運用分析

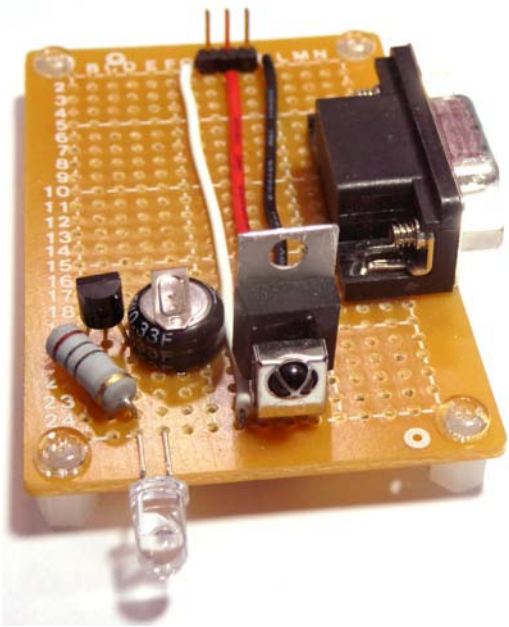
1. 硬體平台：

- IR Transmitter & Receiver

兩者皆為自行開發。IR Transmitter（下圖二）負責 IR 訊號之發送，用來控制各種不同之電器設備。其上連接內建 RF 模組的無線感測平台會根據 server 發送之訊號來控制 IR 送出對應的 command。IR Receiver（下圖三）則可用來錄製不同遙控器之控制訊號，並搭配其他軟體讓使用者可以自行設定手機上之遙控介面。



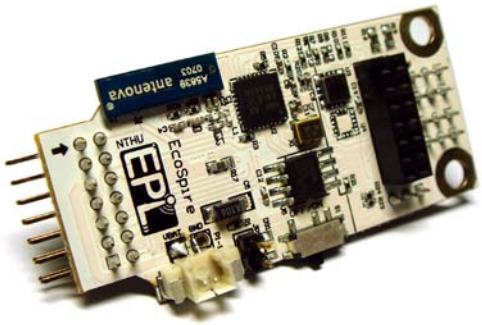
圖二、IR Transmitter



圖三、IR Receiver

- **Wireless Sensor Platform**

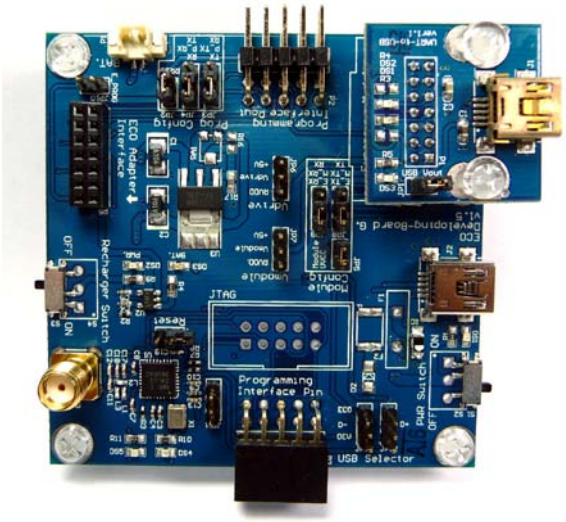
EcoSpire（下圖四）為本實驗室自行設計開發之無線傳輸平台，採用 Nordic nRF24LE1 8052 compatible MCU，時脈為 16MHz，並內建 2.4GHz RF Transceiver 搭配 Enhanced ShockBurst protocol engine，傳輸速率可達 2 Mbps。除此之外，EcoSpire 還具備高擴充性，可利用 Expansion Module Interface（母）和 Programming Interface（公）來外接各種模組。在本系統中，其負責接收 Server 送出內含 IR Command 的 RF 封包，並根據封包內容控制 IR Transmitter 送出 IR 訊號。



圖四、EcoSpire Wireless Sensor Platform

- **Eco Development Board (Base Station / Programmer)**

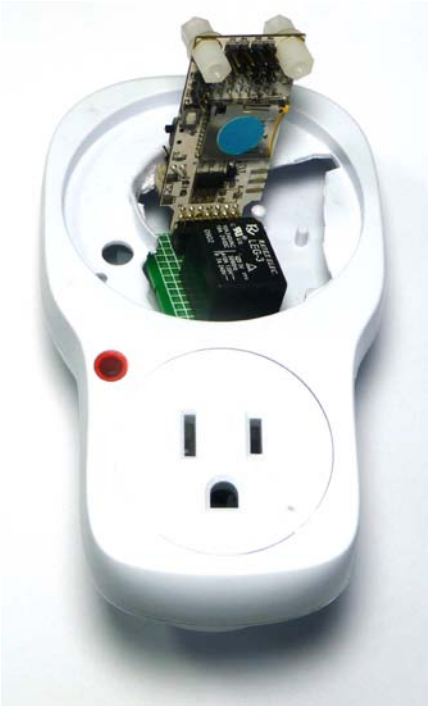
Eco Development Board（下圖五）為多功能用途的開發板，亦是本實驗室自行開發設計。Eco Development Board 有兩種模式，Programmer Mode 是利用 Programming Interface 來對 EcoSpire 進行燒錄；而 Normal Mode 則可將 Eco Development Board 當作 Base Station，用來接收來自 PC 端的 Command 並用 RF 傳給 EcoSpire。



圖五、Eco Development Board

- **無線電器電源開關**

無線電器電源開關（下圖六）結合 Wireless Sensor Platform 和繼電器，EcoSpire 根據接收到的無線訊號內容來控制繼電器，進而達到對電器總電源開關進行控制和省電的效果。



圖六、無線電器電源開關

- **Window Mobile Phone**

Window Mobile Phone（下圖七）上面執行自行開發之程式，可透過無線傳輸下載遙控器資訊，點選之後可用來控制各種電器產品。

圖七、Windows Mobile Phone（HTC HD2）

2. 軟體平台及資源應用：

- **Wireless Sensor Platform 程式開發**

  Programming Language：C

  Compiler：SDCC

  IDE：Eclipse

- **手機遙控介面產生器**

  Programming Language：Python（wxPython library）

  Layout：wxFormBuilder

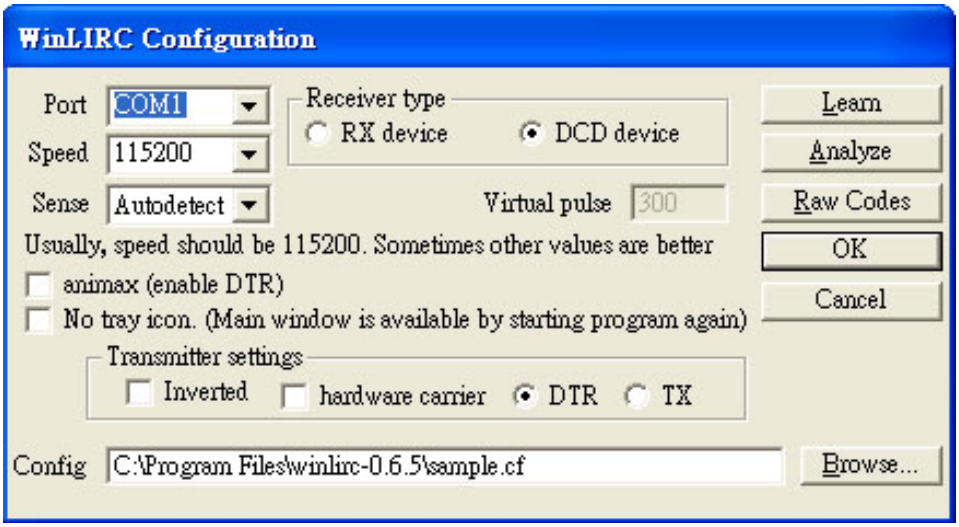
- **Window Mobile Phone 程式開發**

  Programming Language：Visual C#

  IDE：Microsoft Visual Studio 2008

- **WinLIRC[1]控制介面**

WinLIRC 是一個以 LIRC 為基礎並在 Windows 環境發展出來的模組，而 LIRC 是 Linux Infrared Remote Control 的縮寫，是在 Linux 下所發展出來的一個紅外線的遙控模組。我們利用其提供的控制介面（下圖八）來錄製遙控器的訊號並產生特定格式的設定檔供遙控終結者來使用。

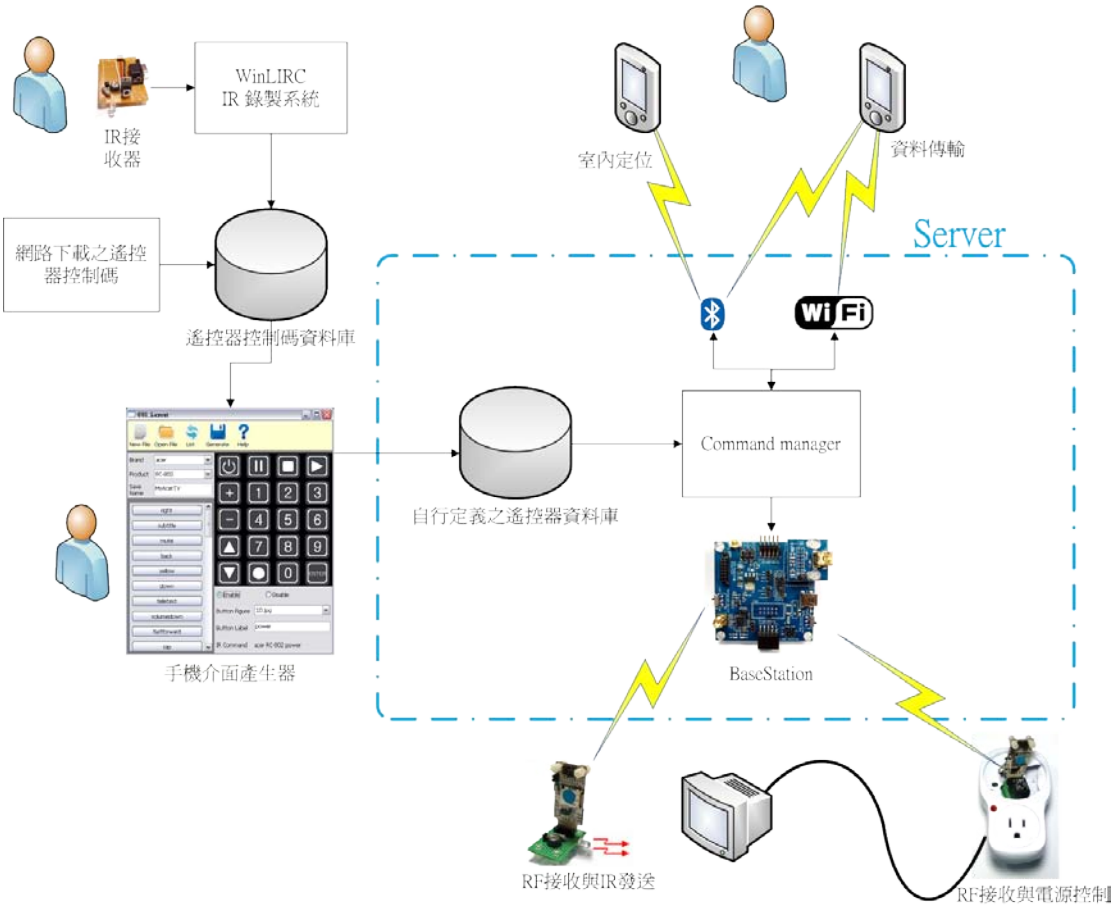


圖八、WinLIRC 控制介面

[1] http://winlirc.sourceforge.net/

四、 系統實作內容

下圖九為遙控終結者之運作流程示意圖，接下來說明使用者需做的前置作業以及實際對電器控制的流程。



圖九、遙控終結者系統運作流程示意圖

- **控制前的前置作業**

首先我們利用免費的 WinLIRC 控制介面軟體和自製的 IR Receiver 來錄製遙控器的 IR 訊號，使用者必須將 IR Receiver 與電腦的 COM port 連接，設定好 Port Number 和 Baudrate 後便可依序將遙控器的每個按鈕錄下來，錄好之後會產生對應的 config 檔（下圖十）並存入遙控器控制碼資料庫。另一方面，我們也將從網路上下載了近 2000 種不同廠牌的遙控器資訊放入資料庫中供使用者來使用。

```
begin remote

  name  Sampo
  bits           16
  flags SPACE_ENC
  eps            30
  aeps          100

  header       9003  4480
  one           571   548
  zero          571  1672
  ptrail        571
  repeat       8994  2249
  pre_data_bits   16
  pre_data      0xFF00
  gap          39933
  toggle_bit       0

  begin codes
      Power                     0x0000000000003FC0
      Water_cool                0x000000000000F50A
      Mode                      0x0000000000000FF0
      Timer                     0x0000000000002FD0
      Fan_Direction             0x00000000000037C8
      Speed                     0x0000000000001FE0
  end codes

end remote
```

遙控器使用的IR protocol資訊

遙控器每個按鈕對應的 IR code

圖十、錄製完成產生的Config file

錄製好後，使用者便可開啟手機遙控介面產生器（下圖十一）來設計自己喜歡的遙控器介面。首先使用者從控制碼資料庫中選擇一隻遙控器的Config檔，選好後介面產生器便會 parse 該 config 檔並將裡面錄製了哪些按鈕的資訊列在左下方的 Button 列中。接著，使用者便可開始編輯右方 20 按鈕的資訊，包含是否要顯示在手機上、按鈕圖案、按鈕文字以及對應到左下方哪個遙控器的按鈕等等。當然，使用者也可從左方重複選取不同的遙控器資訊，把家中常用的電器按鈕全部整合到同一隻遙控器上面。設定好後按下上方的"〝Generate〞鍵便可產生對應的 ctrl 檔並存入另一個由使用者自行定義之遙控器資料庫中，這樣前置作業就算是完成了。另外，如果使用者不滿意之前設計的介面也可按上方的〝Open File〞鍵，載入之前儲存的 ctrl 檔來修改。

圖十一、手機遙控介面產生器

- **實際控制電器流程簡述**

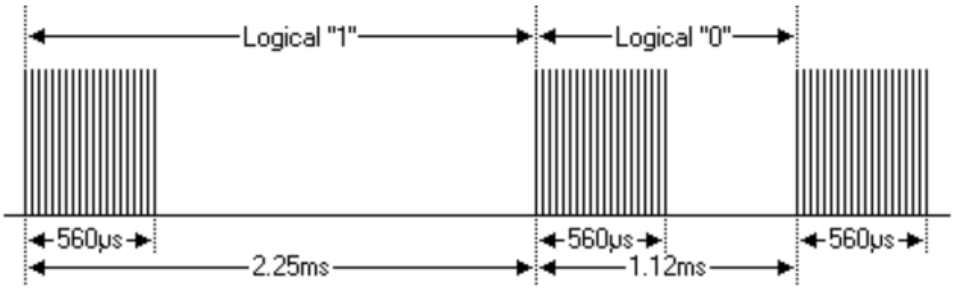
首先，使用者需在手機內放入我們撰寫的無線通訊軟體，負責和房間內的 Server 溝通，連線之後便可利用藍芽自動從 Server 取得房間內可遙控的設備清單（下圖十二，左），使用者可下載其所需之遙控器設定檔（.ctrl），此檔包含了此遙控器所用的 IR protocol 內容和有哪些按鈕可使用。藉由下載的設定檔之讀取，可以在手機上自動顯示各個由使用者預先設計之按鈕(下圖十二，右)，並且可以立即使用此一遙控器。此一通訊軟體可以輕鬆且迅速的切換設備清單及各個遙控器，不必再和房間內的 Server 重新建立連線。另外在尋找藍芽主機連線及設備清單提供之部分有重新整理之功能，方便使用者即時更新房間的最新狀態。另外，使用者也可利用手機的 Wi-Fi 遠端取得設定檔並送出使用者的 Command 資訊回來給 Server，達到遠端控制的效果。

圖十二、Window Mobile Phone 使用者介面

接著，Server 的 Command Manager 收到使用者送來的 Command 後，會先去遙控器資料庫中找尋對應的 Config 檔，取得此 Command 所屬之遙控器所使用的 IR protocol 資訊，並將其轉為我們自行定義的 RF 封包格式，然後透過 UART 傳給 Base Station。

Base Station 收到 Command Manager 傳來的封包資訊後，會先判斷使用者按下的是否為電源開關，如果是的話會先送一個 RF 封包給無線電器電源開關上的 EcoSpire，EcoSpire 收到封包後利用 I/O pin 來控制無線電器電源開關上的繼電器，進而對電器的電源進行開關控制，以達到 0 待機耗電之目標。此步驟完成後，Base Station 便會把收到的封包內容利用 RF 傳給 IR Transmitter 上的 EcoSpire。

最後，IR Transmitter 上的 EcoSpire 收到 RF 封包後便會根據封包的內容並利用一支 I/O pin 來控制 IR Transmitter 送出 IR 訊號。控制方法以常見的 NEC protocol 為例，其 Modulation 如下圖十三所示，一個 logical "1" 時間為 2.25ms，前四分之一是由 38kHz 的 pulse 組成；而一個 logical "0" 時間為 1.12ms，前二分之一是由 38kHz 的 pulse 組成。因此在 EcoSpire 上我們使用了 2 個 Timer，一個頻率較快用來模擬 38kHz 的 pulse，另一個較慢的 timer 則用來模擬 logic 0 或 1。



圖十三、The modulation of NEC protocol

除了要知道 Modulation 之外，我們還需根據每種 protocol 的格式來送出 IR Command。以 NEC protocol 來說送出 Command 之前要先送持續 9ms，頻率為 38kHz 的 pulse 和 4.5ms 的 Space，之後才是 Address 和 Command 的值（下圖十四）。由於每種 IR protocol 的 Modulation 方式和 pulse train 都不盡相同，所以我們必須在 Base Station 先判斷使用者按下的遙控器所使用的 protocol 為何，然後再將其資訊包在 RF 封包內送出，這樣 EcoSpire 只需 Parse 封包內容設定 timeout 時間間隔等即可。

圖十四、 The pulse train of NEC protocol

五、 預期功能與目標

1. 利用智慧型手機透過無線通訊遙控紅外線遙控裝置之環境。
2. 智慧型手機遙控應用程式產生程式,可整合多款不同電器之遙控器功能於單一遙控器介面上，增加使用之便利性。
3. 未來可將 EcoSpire 整合至各式電器中，即可結合電源控制與遠端遙控功能於單一感測平台內，同時達到省電與低成本之目標。
4. 可將電器之操作手冊與使用說明儲存於 EcoSpire 內，讓使用者可以隨時瀏覽使用，同時節省紙張之浪費。
5. 透過 EcoSpire 可簡單得知電器之使用情況，並提供耗電資訊供使用者作參考。

六、 設計創意

利用藍芽傳輸距離短的特性進行室內定位來取得遙控資訊，並結合 Wi-Fi 進行遠距離遙控。現在的手機幾乎都支援藍芽和 Wi-Fi 技術，而藍芽所能通訊的範圍大多為 10 公尺左右，恰恰好約是一間房間之大小，且手機利用藍芽技術和其他藍芽設備的連線又極為的簡單、好操作，非常適合進行室內定位及手機之短距離傳輸。另外，當使用者想要遠距離遙控設備時，也可利用傳輸距離較遠的 Wi-Fi 和 RF 來達成。現有之遙控器大多只能針對配對之電器進行控制，為了能夠對各種不同之電器進行操控及無線之控制,本作品結合無線電之遠距離傳輸與紅外線發送器之控制能力,可對各種不同之電器進行操控,不受遙控距離之限制。

整合各種遙控器介面和功能至手機上，並提供自訂遙控器介面的功能。使用者可透過我們開發之手機遙控介面產生器,自己設計喜歡的遙控介面和每個按鈕對應的功能和圖案，並依其需求、想法，自行設定遙控器按鈕在手機螢幕上顯示之位置，並且可以自行定義按鈕之文字。設計完成後會存成特定的.Ctrl 檔格式，利用手機連線到 Server 下載後便可顯示在手機螢幕上。此時手機就變成像

遙控器一般，使用者只需點選螢幕上之按鈕便可送出事先對應好的 IR command。

運用體積小、低成本的 Sensor 來模擬 IR 訊號和進行電器電源控制，進而突破 IR 遙控距離和方向性的限制。一般 IR 的傳輸距離約為 5~8 公尺，並有方向性的限制，收送兩端沒有對準或是中間有障礙物很容易會收不到訊號。相反地 RF 傳輸無方向性且可達 10 公尺以上，如需更長距離的傳輸也可套用 Multi-Hop(多跳)的技術或更換傳輸功率較高之天線，將訊號傳的更遠。另一方面，低成本的 Sensor Node 也適合做大量的佈建，搭配自製的 Power Controller 能對電器的電源做更好的控管，進而達到省電的目的。

七、 可能遭遇之困難點及解決方法

1. 室內定位：

要如何定位使用者的所在位置是一大難題，我們希望當使用者走到電器的附近時便可自動取得周圍電器的遙控資訊。起初我們使用 Wi-Fi 來與 Server 進行溝通，但是發現 Wi-Fi 傳輸距離較遠，使用者取得的列表過於龐大且多餘。所以後來我們加入藍芽來進行室內之定位，利用藍芽傳輸短距離的特性，讓我們可以對 Server 進行設定，進而更精確的提供使用者其所在之位置，其誤差範圍會因為藍芽傳輸範圍的限制而變得很小。

2. 電器控制通訊協定之取得：

由於 IR 沒有統一的標準，現今各家廠商遙控器使用的 protocol 並不一致。為了增加本作品的實用性，我們除了提供 500 個廠牌近 2000 遙控器的資訊之外，更自製了 IR receiver 並搭配網路上的免費軟體 — WinLIRC 來錄製各種電器的 IR 資訊，真正達到取代各種遙控器的目的。

3. RF 傳輸之限制：

我們所使用的 EcoSpire 平台上搭載的是運行在 2.4GHz 頻帶的 RF 模組，由於是免費的頻帶因此容易受到干擾而導致封包 loss。因此，我們利用 RF 模組提

供之 Auto ACK 和 Auto Retransmit 功能，由硬體來做 ACK 且當封包 loss 時會自動重傳，如果重傳一定次數（MAX ＝ 15）仍無法將封包正確傳遞到 IR Transmit 上時，Server 會回送警告訊息通知使用者檢查 Node 是否沒電或是附近有其他干擾導致訊號不良。

八、 結論

遙控終結者不只提供了便利之電器遙控功能，也整合了無線電器電源開關來達到節能省碳之目的。此外，本系統也提供了智慧型手機遙控應用程式產生程式，可整合多款不同電器之遙控器功能於單一遙控器介面上，增加使用之便利性。

未來 EcoSpire 整合至各式電器中，即可結合電源控制與遠端遙控功能，同時達到省電與低成本之目標。另外可將電器之操作手冊與說明儲存於 EcoSpire 內，讓使用者可以隨時瀏覽使用，節省紙張之浪費。亦可透過 EcoSpire 得知電器之使用情況，提供耗電資訊供使用者作為用電量或電費計算之參考。