

# 整合環境監視與自動化控制建置智慧照護系統

陳瑞和，宋文財，賴奇男，張凱炫

國立勤益科技大學電機工程系

chenjh@ncut.edu.tw songchen@ncut.edu.tw w\_trace@hotmail.com ie1394k2001@yahoo.com.tw

## 摘要

本研究之無線環境感測網路是透過多個無線感測器，經由閘道器(Gateway)所組成。本系統中所改良開發之感測器，分別為溫度、溼度、二氧化碳、照度，而感測訊號經 A/D 轉換由微控制器 8051 做訊號處理後，透過 ZigBee 無線傳輸技術，由閘道器(Gateway)做接收，以 Ethernet 傳送至終端進行處理、記錄、查詢等功能，再由終端以 RS-232 對紅外線發射模組下達控制封包，並透過 PPM 紅外線代碼輸出方式給紅外線接收端，進而對室內空調進行控制，以達到自動化監控目的。無線傳輸撲拓方式主要採用星狀網路設計，其優點即便於往後之維護；而其終端介面以 VisualBASIC 圖形視窗的程式設計本系統監控介面；本研究已獲具體成果計有：(1)改良設計模組合：溫度感測模組、溼度感測模組、二氧化碳感測模組、照度感測模組。(2)建構 ZigBee 無線感測網路(3)紅外線發射控制模組的開發完成。(4)介面其內容涵蓋控制、監視、記錄、統計等之功能。(5)系統已達無線化及自動化監控的功能。

**關鍵詞：**ZigBee 無線環境感測、紅外線控制、自動化監控

## 1. 前言

如何取得環境中的物理量值並產生一個具體的量化數值呢？首先是透過感測器將物理量值轉變成電氣量值，而人們經常運用感測器於系統中，主要是為了取得待測物的電氣化數值，做為回授並得以處理及判斷等。

當多個感測器構築於一個特定空間內時，透過傳輸便會形成一個網路，即為感測網路；由於隨著

科技的進步，無線傳輸技術的崛起，將感測網路與無線傳輸技術結合後，其應用性大幅增加，這就是所謂的無線感測網路(Wireless Sensor Network；WSN)。

由於時代的進步，人們對於環境的舒適性上有明顯的要求及轉變，而與人最為密切關係的即為環境上的物理量變化，如：溫度、溼度、照度、各式氣體、聲音等，環境的監控系統即是針對這些物理量變化提供一個有如人體自我調理機制般的調控，而系統最主要依據還是人的感受，所以一個系統通常會建立一個符合人性化的人機介面，愈人性化設計的介面，往往愈能得到親睞。

## 2. 研究動機與目的

由於無線傳輸技術的發展，相較傳統以有線方式傳輸，其優點在拆裝容易便於維修、節省耗材、擴充性適應性強等。近年來無線感測網路(Wireless Sensor Network；WSN)於應用上越來越豐富，透過即時量測，可隨時清楚掌握系統建置環境的情形。

自動化控制技術的進步，帶給人們相當的便利性。目前，發展需求朝向節能與智慧型系統，「智慧型監控」的相關研究更是持續不斷。

目前 WSN 以應用於商業大樓自動控制大宗的 ZigBee 技術為核心，提供特定人物追蹤、無線環境監控、設備管控、安全監控、醫療等服務，ITIS 預估，2008 年 ZigBee 晶片出貨量為 3,400 萬顆，預期 2011 年可達 1 億 8,100 萬顆；而在 2010 年價格降至 1 美元後，無線感測網路市場將開始浮出水面 [1]。

有鑑於此，本研究目的在於開發出一套環境的即時監測及自動化控制系統。將 ZigBee 無線感測技術整合於系統中，並透過紅外線技術來做控制，

藉以降低其成本及提升系統穩定性。由於科技的進步，其設備講求體積小功能強大，及運用少量的成本就能夠擁有完善的系統，此亦為本研究宗旨之所在。

### 3. ZigBee 無線網路協定簡介

ZigBee 的區塊結構是由一些階層所組合而成，主要是由 IEEE 802.15.4 與 ZigBee Alliance 這兩個組織，分別制定軟體與硬體的標準。包含實體層(PHY)、媒體儲存控制層(MAC)、網路層(NWK)、應用層(APS)[2]。如圖 1 所示。

ZigBee 的實體層及媒體儲存控制層(PHY/MAC)主要由 IEEE 802.15.4 所制定，而 ZigBee 的網路層及應用層(NWK/APS)則是由 ZigBee Alliance 所制定[2]。

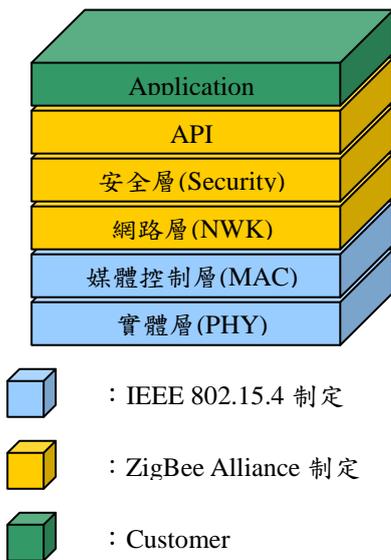


圖 1. ZigBee 之標準規範[2]

ZigBee 的頻段可分為 2.4GHz、915MHz、868MHz，三個頻段[3]。2.4GHz 在高資料傳輸率為提高穿透力，而低頻段的則是減少遠距傳輸的衰減。ZigBee 的網路層又可分為三種型態：星狀網路、樹狀網路與網狀網路，如圖 2 所示。

在 ZigBee 的網路層架構裡所扮演的可分為協調者(coordinator)、路由器(Router)、終端設備(End Device)。

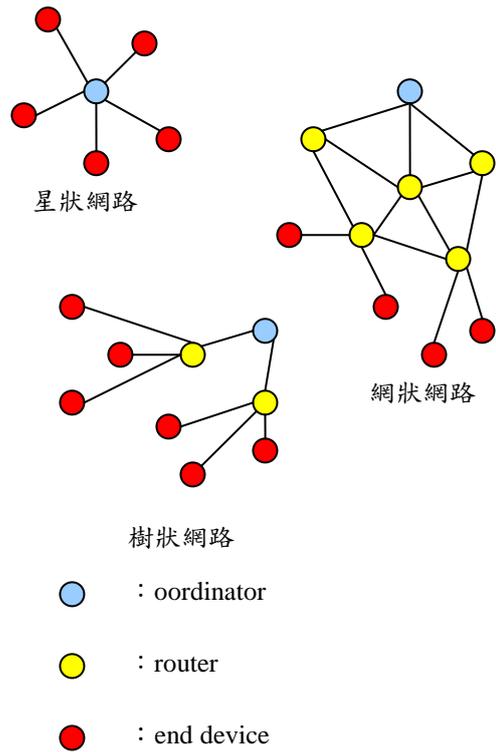


圖 2. 網路撲拓方式

### 4. 紅外線遙控原理簡介

紅外線遙控系統通常是由發射器、微控制器、接收器所組成。微控制器即為紅外線遙控系統的核心部位，它主要負責一個專有對應格式的設計，而此格式則是我們所說的「編碼」。

現行市面上已有各家的遙控器專有的集成電路，即編碼 IC，此間的編碼接收成對。不管是任何一個紅外線編碼 IC 都需要一個震盪電路，一般約在 400kHz~480kHz 之間，震盪頻率經過分頻後，會產生 38kHz~40kHz 的載頻，送至時基產生器與控制電路，透過矩陣按鍵掃描輸入，經由編碼電路調製上載頻透過紅外線發射二極體將訊號發射出去。在接收端，透過紅外線感應二極體將訊號接收後，經過放大、整形、解調等步驟，還原為原來的脈衝調變訊號，完成控制指令的傳遞[4]。

一般紅外線發射與接收二極體發射角度約 30~45 度之間，角度越小距離就越短長，一般約莫在 10 公尺左右。

## 5. 系統無線感測網路的設計

本研究之無線感測模組主要是先透過感測元件擷取環境上的物理量，分別為溫度、溼度、照度、一氧化碳，經過放大、壓縮、雜訊處理、整形等，經過 A/D 轉換，搭配一顆 MCU 將訊號先做一層穩定性的處理後，再將處理完的訊號，透過串列傳輸給予 ZigBee 無線晶片，如圖 3 所示。而每顆 ZigBee 皆有一組原廠序號，因此，Gateway 透過序號辨識便可分辨歸類其通道。

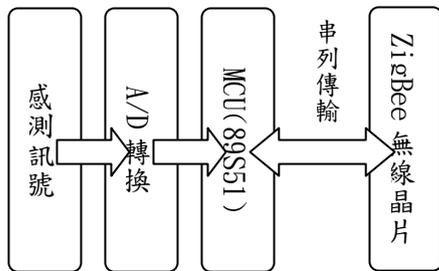
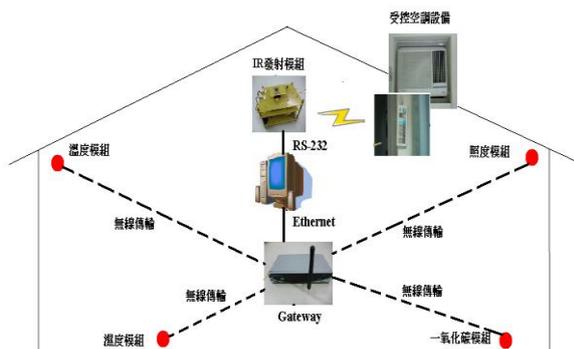


圖 3. 無線感測模組架構

本研究之無線網路撲拓方式目前採以星狀網路，透過放置一空間內的各感測器，收取該空間之物理量值，透過 ZigBee 以無線方式進而將資料集結至 Gateway，感測器上之 ZigBee 即為 End Device 角色，各 End Device 彼此間並無相互通道，而 Gateway 透過判斷 ZigBee 上之序號，這就有如名字一般，給予區別，故各資料間並不會相互干擾，而有所錯誤，且可都透過序號，很快知道故障源所在，這即是星狀網路之優點，便於維護。圖 4 所示。



## 圖 4. 系統無線網路撲拓圖

## 6. 紅外線發射模組設計

本研究中使用紅外線專用編碼 IC 為 HT6221，其紅外線輸出加載 38k Hz 基本載頻，擁有 16bit 的位址代碼，及 8bit 的資料代碼，採用 PPM 的代碼輸出方式。其應用可用於防盜保全系統、車門及車庫門控制、煙霧及火災警報系統等其他遙控系統。

表 1. HT6221 接腳說明

PIN	Pin Name	I/O	Description
6	VDD	I	操作電壓 1.8v~3.5v
8	X2	O	455k Hz 振盪信號輸出腳
9	X1	I	455k Hz 振盪信號輸入腳
5	DOUT	O	資料輸出腳，38kHz 載波
7	D7	I	使資料代碼有效用
10	VSS	-	接地端
11	LED	O	訊號傳送指示
1~4	R1~R4	I	矩陣鍵盤列控制
12~19	C1~C8	I/O	矩陣鍵盤行控制
20	AIN	I	位址代碼低位元掃描輸入

### (1) DOUT 輸出形式

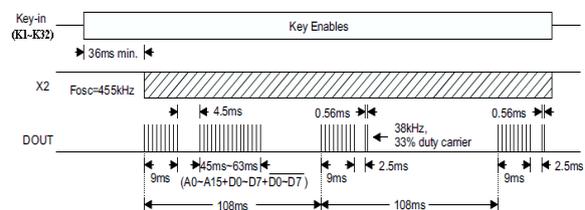


圖 5. Output format the DOUT

如圖 5 所示，當其中一個按鍵被驅動持續超過 36ms，則震盪器被賦予啟動，它將會先有一個 9ms 的啟動碼輸出，經 4.5ms 區間後，再輸出低位組代碼(9ms~18ms)及高位組(9ms~18ms)，還有 8 位元的資料代碼(9ms~18ms)及 8 位元的反資料代碼，最後發射 9ms 的結束碼。

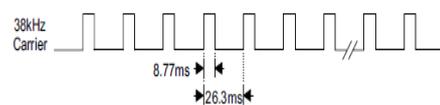


圖 6. 38kHz carrier

HT6221 資料代號傳輸方式是採用 PPM(Pulse Position Modulation)方法，而數位兩個邏輯狀態由”0”(1.12ms)和”1”(2.24ms)，其如圖 7 所示。

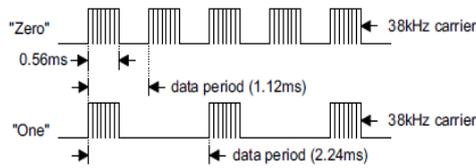


圖 7. Logic states

本研究之重點之一即為自動化控制，因此，我們將其紅外線遙控做了改良，運用 Reed Relay 取代原先按鍵功能，搭配一顆微控制器，透過串列傳輸等模式便可由 PC 端下達控制指令。如圖 8 所示。

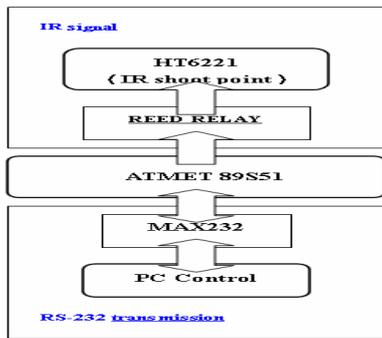


圖 8. 紅外線硬體設計架構圖

## 7. 智慧照護環境監視與自動化控制系統

### 7.1 系統需求及目的

本研究主要在發展室內環境具有恆溫恆濕之控制，以及當室內產生有毒氣體時，能做出一個反應機制，一個具多種感測功能的監控系統。透過自動化控制流程，可省去一些不必要的人力資源浪費，以及提供一個更舒適安全的環境。

因此，本研究透過各無線感測模組之量測到的室內環境物理量數據後（分別為：溫度、濕度、照度、一氧化碳），藉由無線感測技術將數據匯集至閘道器(Gateway)，而閘道器(Gateway)以 Ethernet 將匯集的資料傳給 PC，我們在 PC 以 Visual Basic 來設計我們的監控介面，最後，以 RS-232 傳送紅

外線控制封包給紅外線發射模組，依照所收封包資料，發送對應的控制指令，而受控空調端的紅外線接收儀收到的指令，進行對應的動作。圖 9 為本系統之系統架構圖。

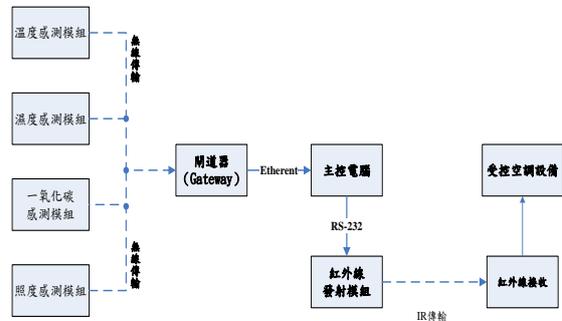


圖 9. 系統架構圖

### 7.2 感測模組之硬體

#### (1) 溫度感測模組

AD590 為電流輸出型的半導體溫度感測元件，因其具備以下特性如，如：具有線性的輸出電流、寬廣的操作溫度範圍 (-55°C~150°C)、寬廣的工作電壓 (+4V~+30V)、良好的隔離特性，故以 AD590 做為本研究溫度感測的元件，而感測硬體的設計可從圖 10 視之。

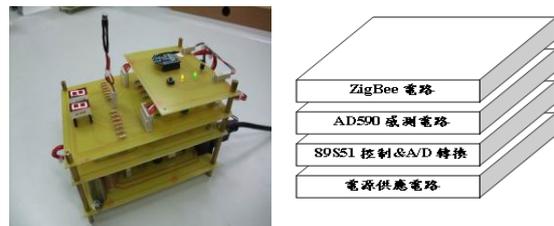


圖 10. 溫度感測模組

#### (2) 濕度感測模組

由於濕度感測元件必須在前端加一震盪電路，且濕度感測元件容易受到環境的溫度及粉塵等影響。濕度感測器必須具備穩定性高、響應快、誤差少、測量範圍寬等特性，而本研究所用的濕度感測元件為 C2-M3，硬體設計由圖 11 視之。

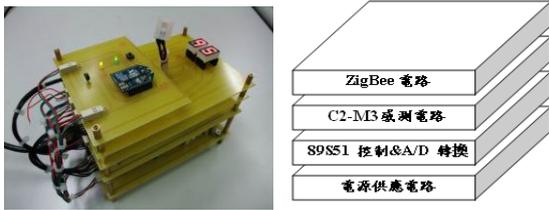


圖 11. 濕度感測模組

### (3) 一氧化碳感測模組

TGS 800 費氏(Figaro) 具有良好的靈敏度和偵測氣體寬廣範圍的特性，可適用在測試甲烷、丙烷、天然氣和一氧化碳，屬於通用型氣體感測元件。具有以下優點：加溫期最短、具有最低的雜氣感應能力、加熱電壓與電路工作電壓可同時設在 5V(AC 或 DC)等。硬體設計由圖 12 視之。

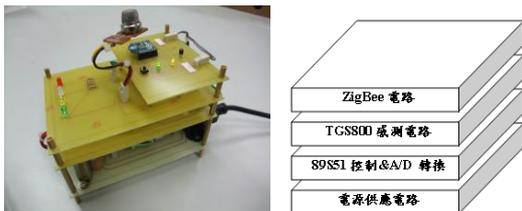


圖 12. 一氧化碳感測模組

### (4) 照度感測模組

光敏電阻 (CdS) 的阻值與光線有著相當直接的關係，當光線照射時，電阻內原本穩定的電子會受到激發，而成為自由電子，故當光線越強時，則電阻會越小。而本研究選用光敏電阻 (CdS) 是因具有下列優點：內部的光電反應與極性無關、靈敏度與射入波常有關係、便宜而易於使用等。硬體設計由圖 13 視之。

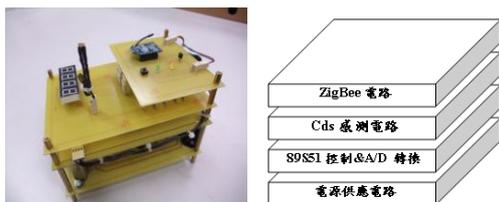


圖 13. 照度感測模組

## 7.3 紅外線模組之硬體

在我們日常生活中，紅外線被應用的範圍相當的廣泛，舉凡如：家電遙控、防盜警報系統、煙霧及火災警報系統、車庫門控制、車門控制、汽車防盜系統、安全系統、其他等須遙控的系統。紅外線由於價格相較於其他方式遙控來的便宜，所以這也是紅外線之所以目前被應用如此普及的原因之一。不過，紅外線依然有些小小的缺點，如：發射角度限制、易受遮蔽物影響等，但這些小缺點，只要在架設紅外線之時注意到其架設位置，則可大幅降低此一缺失，所以，紅外線仍是在無線控制上占有它的一席之地。圖 14 為本研究之紅外線發射模組。

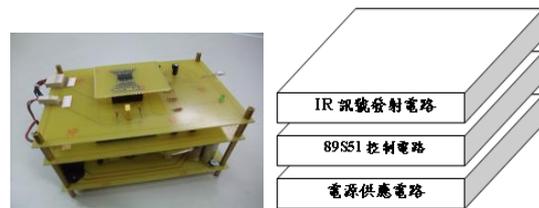


圖 14. 紅外線發射模組

## 7.4 系統介面介紹

自動化監控系統介面主要強調於無線資料傳輸處理及全自動化的特點。

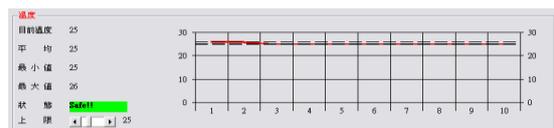
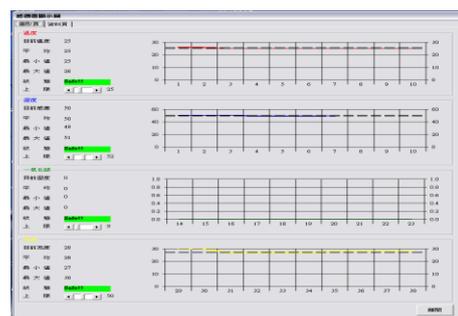


圖 15. 無線監控介面及溫度顯示視窗

本研究之自動化監控系統介面是以 Visual Basic 圖形視窗程式所設計。而此監控介面主要顯示四個感測模組所量測到的數值及變化量曲線

圖，並且可依照設定，顯示目前狀態，主要分為安全 (Safe) 或警報 (Alarm) 兩種，其圖形由上而下為溫度、濕度、一氧化碳以及照度，如圖 15 上圖所示。以溫度為例，可顯示目前感測值、均值、最大值、最小值、狀態、設定捲軸以及量測曲線圖，如圖 15 下圖所示。



圖 16. 數值設定捲軸

透過捲軸可設定使用者所需要的數值，設定完成後系統便會依據所設定的值作為參考值，如圖 16 所示。



圖 17. 視窗切換鍵圖

利用監控介面左上角的視窗切換鍵，可將監控介面與資料介面交互切換使用，如圖 17 所示。

編號	名稱	數值	時間	日期	事件
1	溫度	29	上午 11:42:19	2010/07	溫度過高
2	溫度	29	上午 11:42:10	2010/07	溫度過高
3	一氧化碳	114	上午 11:41:59	2010/07	瓦斯濃度過高
4	溫度	29	上午 11:41:57	2010/07	溫度過高
5	溫度	23	上午 11:41:57	2010/07	溫度過低
6	溫度	23	上午 11:41:50	2010/07	溫度過低
7	溫度	29	上午 11:41:46	2010/07	溫度過高
8	照度	38	上午 11:41:33	2010/07	有人經過
9	一氧化碳	122	上午 11:41:14	2010/07	瓦斯濃度過高
10	溫度	29	上午 11:40:59	2010/07	溫度過高
11	溫度	23	上午 11:40:45	2010/07	溫度過低
12	溫度	30	上午 11:40:43	2010/07	溫度過高
13	溫度	23	上午 11:40:35	2010/07	溫度過低
14	溫度	30	上午 11:40:32	2010/07	溫度過高
15	溫度	30	上午 11:40:19	2010/07	溫度過高
16	溫度	23	上午 11:40:17	2010/07	溫度過低
17	照度	38	上午 11:40:01	2010/07	有人經過
18	一氧化碳	133	上午 11:39:56	2010/07	瓦斯濃度過高
19	溫度	31	上午 11:39:52	2010/07	溫度過高
20	溫度	23	上午 11:39:43	2010/07	溫度過低
21	溫度	31	上午 11:39:39	2010/07	溫度過高
22	照度	39	上午 11:39:18	2010/07	有人經過
23	一氧化碳	159	上午 11:39:11	2010/07	瓦斯濃度過高
24	溫度	22	上午 11:38:54	2010/07	溫度過低
25	溫度	23	上午 11:38:49	2010/07	溫度過低

圖 18. 狀態異常資料儲存介面

本系統會將狀態警報 (Alarm) 發生時的時間、感測類別、狀態記錄下來，如圖 18 所示。



圖 19. 監控介面警報圖

當各感測模組所測得值之均值等於設定軸所設定的值時，狀態顯示安全 (Safe)；而當均值大於設定軸所設定的值時，狀態則會顯示警報 (Alarm)。如圖 19 中藍線圈起處所示，當忽然有一變化量大於所設定的值時，其狀態就會改變，由綠色轉為紅色。

## 7.5 系統控制流程

當感測器上之 ZigBee 晶片做傳輸時，會產生所謂收發確認的訊號，藉由這一訊號便可用中斷模式進行資料接收，當四個感測器其中某個觸發，則終端便進行接收資料任務，並藉由每顆 ZigBee 晶片彼此間之序號區別，便可區別其所屬值。如圖 20 所示。

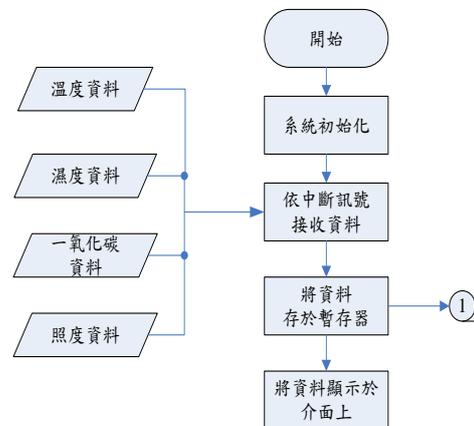


圖 20. 無線資料接收儲存流程圖

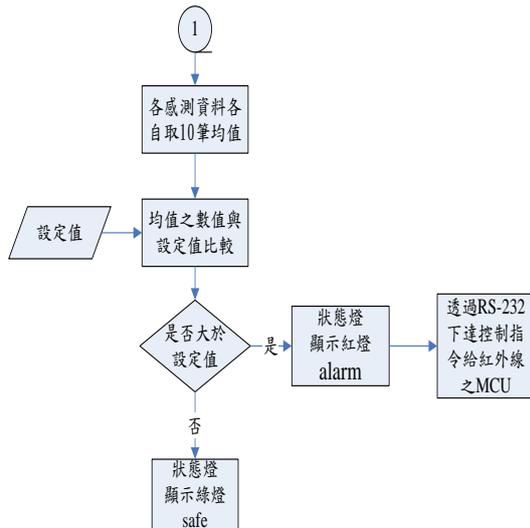


圖 21. 狀態燈的顯示

於終端，將接收之資料與輸入之參考值進行判斷，進而改變其狀態顯示，而當狀態顯示改變為 alarm 之時，便會產生一個訊號，藉由此訊號可用中斷模式，以 RS-232 下達對應的控制指令，且優先權部份其最高優先為一氧化碳之狀態，次之為冷氣，最後為濕度。如圖 21 所示。

表 2. 控制的指令對照表

狀態 感測	alarm	safe
一氧化碳	強風及送風	弱風及送風
溫度	強風及冷氣	弱風及送風
濕度	強風及除濕	弱風及送風

表 2 為本系統進行空調控制時所發送的控制狀態，本系統能紅外線遙控三個主控空調狀態，分別為：冷氣、送風、除濕，及兩個附屬空調狀態：強風、弱風；故當某一感測之狀態為 alarm 時，便會依照所屬之對應以 RS-232 下達控制封包，紅外線發射器上之 MCU 接收到封包後，進行解封包動作，對空調下達狀態控制。

## 8. 結論與未來展望

本研究目前已改良設計感測模組，模組化之感測器更便於往後的發展，並且透過無線傳輸技術與閘道器 (Gateway)，架設我們的無線感測星狀網路；系統介面更可一次看到四個感測模組收取環境數值之情形且記錄異常狀態，並透過設定便可以紅外線發射模組對空調進行控制；因此，我們只要在介面上設定好自己想要的數值，即可依所設定之數值進行恆溫恆濕及一氧化碳偵測並反應的自動化監控機制。

我們仍然持續在對介面及以 ZigBee 無線晶片對 ZigBee 無線晶片的控制進行研究；於未來我們期望發展出低成本、低耗能、具節能控制、智慧且付人性化的智慧型環境控制系統。後續目標本研究將與實驗室他組，分別為生理訊號感測系統及 RFID 人員監控系統進行系統整合，進而發展低成本、高穩定、具有更人性化的智慧型醫療照護環境系統，並透過網路技術，來達到遠端照護與居家照護等的目標。

屆時，運用少量的人力資源，就可達到最佳的醫療照護，透過遠距照護，讓偏遠地區的醫療進而提升；透過自動化控制與監視的功能，來達到一對多的多工系統，減少醫護人員的工作負擔，亦可創造更智慧便利的生活環境，提升生活品質，節約能源等的優良科技生活。

## 9. 參考文獻

- [1] 撲拓產業研究所，”無線感測網路 智慧化美麗境界”，2009  
<http://www.topology.com.tw/tri/>
- [2] 李俊賢博士，”無線感測網路與 ZigBee 協定簡介”，工研院電通所，2006。
- [3] 蔡佳宏、曾煜棋 教授，“電信國家型科技計劃 NTP 無線感測網路之通訊協定與應用前景”，國立交通大學資訊工程系。
- [4] 淺談紅外線遙控發射器  
<http://blog.youthwant.com.tw/nzfzoo/remote/4/>
- [5] 張義和、王敏男、許宏昌、于春長，“89S51-C 語言”，文京圖書股份有限公司，台北，2007。

- [6] 賴麒文, "C 與 8051 單晶片實務設計—使用 keil C", 文魁資訊股份有限公司, 台北, 2006
- [7] 戴佳、戴衛桓, "8051 單晶片 C 語言應用程式設計實例詳解", 文魁資訊股份有限公司, 2007。
- [8] 蔡朝洋、蔡承佑, 單晶片微電腦 8051/8951 原理與應用, 全華圖書, 2008。
- [9] 陳瑞和, "感測器", 全華圖書股份有限公司, 台北, 2006。
- [10] 劉宏煥、林世儀, "無線感測網路介紹與溫度感測網路製作", 中原大學電子工程系, 2007。
- [11] 江叔盈 陳弘斌 林重州 羅雅畔 楊靜安 李郁溥, "無線感測網路於環境及居家生活之應用", 銘傳大學電腦與通訊工程學系。
- [12] 鄭凱陽, "無線感測網路應用於智慧型監視系統及其事件偵測延遲事件分析", 國立交通大學資訊工程系, 2005。
- [13] 林俊良, "研發無線感測網路用於居家健康照護", 國立交通大學電機與控制工程學系, 2006。
- [14] 李展宏, "基於 ZigBee 無線網路之智慧型照明環境設計與實作", 國立成功大學電機工程學系, 2007。
- [15] 童建樺 博士, "智慧型監控系統", 弘光科技大學資訊工程系
- [16] 行政院經濟建委員會  
<http://www.cepd.gov.tw/m1.aspx?sNo=0012580>