

基於 Wi-Fi 之家庭環境監控系統建置

陳響亮* 張書愷

國立成功大學製造資訊與系統研究所

*slchen@mail.ncku.edu.tw

摘要

隨著人們對生活品質與環境的要求越來越高，家庭環境空系統已經成為一熱門之研究議題。其中，臺灣的家庭擁有 Wi-Fi 無線 AP 的用戶數有上百萬戶，以推廣的角度來說，以 Wi-Fi 模組傳輸相較於 Zigbee 傳輸更具有推廣優勢。因此，本研究提出基於 Wi-Fi 之家庭環境監控系統，並設計各項感測器監控功能，包含溫度、濕度和氣體。當溫度感測器讀值超過門檻值時會啟動風扇，濕度感測器讀值超過門檻值時則會開啟除濕機。另外，當檢測氣體(二氧化碳、一氧化碳、甲烷)分別超過門檻值時，會自動發送手機簡訊以警告使用者。本研究之成果主要包含遠端監控系統之建置與成果展示，供使用者隨時掌握家中環境狀況。

關鍵詞：Wi-Fi、家庭監控、簡訊派送、氣體檢測、濕度檢測。

Abstract

Recently academic research on home environmental monitoring system are usually designed based on Zigbee for its low power consumption and cost as the main way transmission. However Wi-Fi has been widely used in families in Taiwan, which has the advantage for design family monitoring systems. In this research, we proposed a monitoring system for family environment based on Wi-Fi and sensor technologies. A system prototype is proposed in this research with experiment results.

Keywords: Wi-Fi, SMS, family monitoring system, gas detection.

1. 研究動機與目的

臺灣的家庭擁有 Wi-Fi 無線 AP 的用戶數有上百萬戶，以推廣的角度來說，以 Wi-Fi 模組傳輸相較於 Zigbee 傳輸更具推廣優勢。本研究提出以 Wi-Fi 高速率傳輸，將感測器資料傳至電腦，透過遠端監控即時監測室內的溫、濕度及氣體的環境值。此外，利用 MPLAB IDE 程式開發工具，將程式寫入 MCU(Microcontroller Unit)，並設定溫、濕度及氣體門檻值。當超過門檻值時，開啟警報系統或是降溫、除濕等設施，最後，本研究利用手機簡訊的派送，當氣體濃度超過標準時便會發布簡訊通知管理者。本研究以 Wi-Fi 無線網路架構為基礎建構家庭

環境監控系統，主要提出之幾項貢獻如下：

- (1) 以資料庫、Wi-Fi 無線網路系統建構家庭環境監控中心。
- (2) 以 Wi-Fi 無線網路為主之家庭溫度、濕度及氣體感測器佈建。
- (3) 針對各項環境變化進行即時性調整室內環境值。
- (4) 建構圖形使用者介面 (Graphical User Interface, GUI) 系統介面平台，監控家庭各項環境影響與自動化設施之啟閉功能。
- (5) 建置於家庭監控之低成本嵌入式感測系統。
- (6) 利用手機簡訊派送，氣體濃度超過標準時通知管理者。

2. 文獻探討

2.1 Zigbee 與 Wi-Fi 之特性比較

Zigbee 是一低速、短距離且採用 IEEE 802.15.4 通信協定的無線網路協定，現今用途除了在軍事上，也能實現在居家照護、環境安全的用途，其傳輸距離約為數十公尺，傳輸速率為 10K 至 250Kbps。Peizhong Yi[1] 等人提出 Zigbee 具有以下特性：

- (1) 省電：透過電池即可支援 Zigbee 長達 6-24 個月左右的使用時間。
- (2) 可靠度高：當有資料傳送需求時則立即傳送，並進行雙向確認，以此方式大幅提高系統資訊傳輸之可靠度。
- (3) 高度擴充性：Zigbee 的網路最多包括有 64000 個網路節點。

Wi-Fi 是一個建立於 IEEE 802.11 標準的無線區域網路設備，也是屬於短距離無線通訊技術。Wi-Fi 速率最高可達 54Mbps，其傳輸距離最高可達半徑 100 公尺，而且 IEEE 802.11 的設備早已安裝在市面上的許多 3C 產品，如個人電腦、遊戲機、MP3 播放器、智慧型手機、印表機以及筆記型電腦...等，Wi-Fi 已經成為主流的標準配置，使用範圍主要在於資料大的網路傳輸，應用上包含移動視訊會議、公共無線上網等消費性電子的無線傳輸，Jin-Shyan Lee[2] 等人提出 Wi-Fi 特性包含：

- (1) 標準已成熟：早在 1997 年，IEEE 就陸續對 Wi-Fi 的使用頻寬、速率、物理層補充等相關技術做了明確的規範，至今日為止，相關規定及整合早已成熟。

- (2) 大眾認知廣：現在 3C 產品幾乎都配有 Wi-Fi 裝置，iPhone 和 Android 等手機可以將自己當成小型路由器，讓周圍的裝置可以上網。
- (3) 干擾少：Wi-Fi 使用的頻率是在 2.4GHz，不會受到藍芽、手機、微波爐等器具的干擾。

2.2 無線家庭監控相關研究

潘貞君等[3]在 2010 是「智慧居家生活」，主要是生活空間內外環境的感測，如溫度、溼度、照度等，以及空間內居住者的活動行為偵測，例如移動或靜止位置、看電視、聽音樂等，並推論適切服務的提供，增加人機互動的多樣性。

Sung-Nien Yu[4]等人提出利用藍牙(Bluetooth)結合 Wi-Fi 並整合感測模組，用來探查使用者的生命跡象以做到病人照護時的可靈活性、移動性以及可行性，讓心電圖等儀器可以帶著走。不過他仍然是用藍芽去做感測器的傳輸，用 Wi-Fi 去連接電腦以及遠端連線，如果他也使用 Wi-Fi 去做感測器的傳輸，在使用 Wi-Fi 的方面可以更全面性。

3.研究方法及步驟

3.1 家庭監控系統架構設計

本研究之智慧型家庭監控著重於家庭的溫、濕度以及氣體環境監控，透過風扇、除濕機以及簡訊警告來達成智慧型監控，本研究之系統之情境示意圖如圖 1。圖中上面為家庭監控中心系統，監控網路由 Wi-Fi 建置而成，感測節點佈置於房間各處，節點上連結各種感測器。佈建感測器於欲感測地點，並擷取其數據，藉由 Wi-Fi 模組將資料透過動態主機設定協定伺服 (Dynamic Host Configuration Protocol Server, DHCP Server) 傳輸至使用端建構出完整的家庭監控中心。

資料庫中心包含伺服器資料庫以及 PC 端，此平台負責存取監控等數據。家庭的監控中心包含使用者介面以及數據資料庫，使用者藉由電腦、平板電腦等平台，並透過設計之人機介面，操作各項自動化設備以及對各項環境因素進行監控。

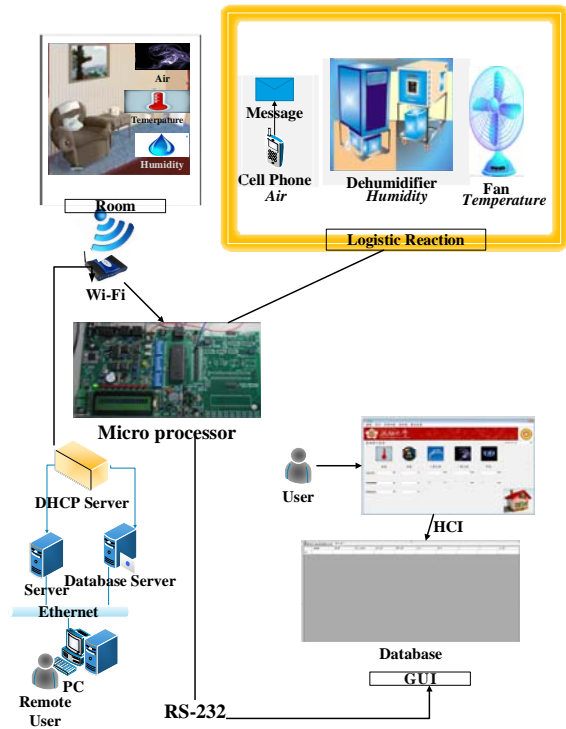


圖 1 情境架構示意圖

3.2 Wi-Fi 虛擬 IP 建置與實作

本研究的感測資料傳輸將透過 Wi-Fi 無線網路，而感測電路結合 Wi-Fi 模組後需要有一個 IP 位址才能經由無線 AP 上網傳輸資料。Wi-Fi 虛擬 IP 建置示意圖如圖 3-2。以基礎架構模式透過 DHCP Server 將無線範圍涵蓋到的 Wi-Fi 模組及行動化設備動態分配虛擬網際協議位址(Internet Protocol, IP)位址，使設備能加入網路並無線上網。這樣可以讓感測器連上網路並將感測資料上傳到資料庫。

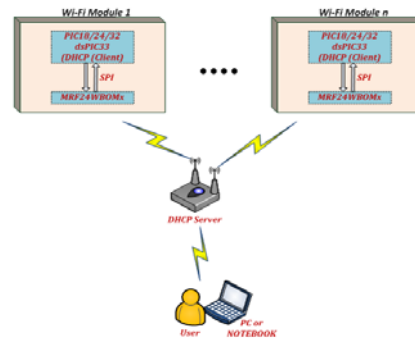


圖 2 Wi-Fi 虛擬 IP 建置圖

3.3 嵌入式系統架構

本研究將須進行資料傳輸的感測系統結合 Wi-Fi 無線網路，而 Wi-Fi 具有高傳輸特性、高傳輸距離與高普遍性不須多點跳躍傳輸資料，相當適合佈建於監控感測網路中。感測器將依環境需求佈建不同感測器，初步規劃以數字信號處理器(digital signal processor, DSP)為核心進行感測資料擷取及資料傳輸工作，電路架構圖如圖 3，中間為感測電

路與核心 DSP，左邊為各項感測器，上面為自動化設施之控制系統，右邊為資料庫及管理者介面。監控感測種類規劃為溫度、濕度、氣體(包含煙霧、一氧化碳及瓦斯)。

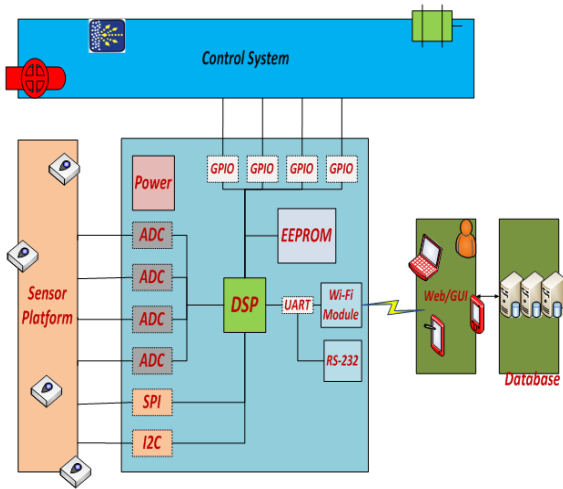


圖 3 感測電路架構圖

3.4 溫度感測器的監控

LM35 是由美國國家半導體公司 (National Semiconductor) 所生產的溫度感測器，感測的範圍是 0°C 到 125°C，靈敏度為 0.25°C，0 度時輸出為 0V，每升高 1 度，輸出電壓增加 10mV。首先我們會設定一個區間值(T,default T=4)，讓溫度會維持在一個穩定的區間內，溫度的上限值(U)和下限值(L)可以手動調整的，其條件為 $U-L \leq T$ and $U > L$ ，當空調開啟之後，為了省電，所以加上把空調做關閉的動作，而當溫度低於下限值後空調會關閉改成送風，等到溫度又高過上限值後冷氣則再度開啟，溫度則會呈現區間震盪的情況。檢測流程如圖 4。

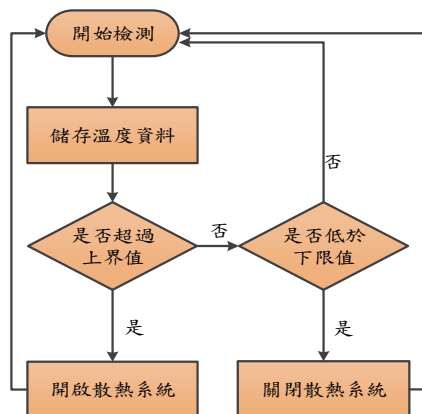


圖 4 溫度檢測流程

3.5 濕度感測器的監控

本研究選用 Arduino 公司所生產的 HR-31 型號之濕度感測器，其特色為感應濕度範圍寬廣，感測

的溼度範圍為 20% 到 80%，長期使用上的穩定度也較高，可以使用於倉儲、家庭、車內等室內環境的空氣品質的檢測，檢測流程圖如圖 5，首先會把當下溼度的數值儲存後去做判讀，當超過臨界值後便會開啟除濕的條件，當濕度低於下限值時，便會將除濕機關閉，並且將全部的資料儲存。

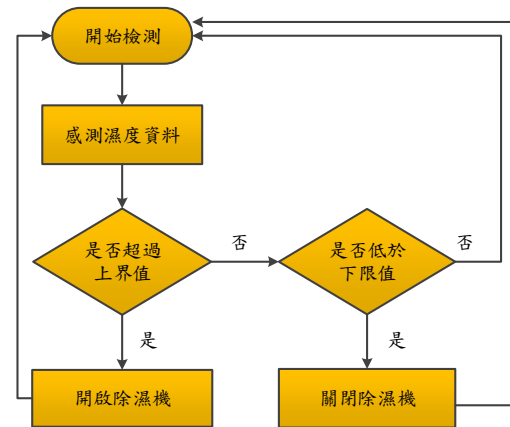


圖 5 濕度感測流程

3.6 一氧化碳、煙霧、以及瓦斯監控

本研究使用的一氧化碳感測器為 Arduino 公司所生產的 MQ-7 氣體傳感器而煙霧及瓦斯感測器是 Arduino 公司所生產的 MQ-2 氣體傳感器，檢測的靈敏度為 10ppm 到 10000ppm 對於家庭氣體檢測的範圍是足夠的。檢測流程如圖 6，當濃度超過門檻值後就會發布簡訊直到判定不用發布警報才將其關閉。

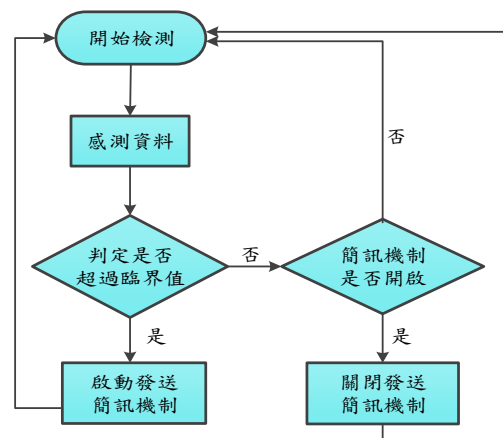


圖 6 氣體(一氧化碳、煙霧、瓦斯)感測流程

3.7 GUI 人機介面

本研究將以 Visual C# 開發程式進行家庭監控系統介面設計，如圖 7，其介面可分為三項子項目，分別為：監控系統介面設定、監控系統以及各項感測器資訊之資料庫，其監控系統介面的設定參照 3.4 到 3.6 所討論的各項內容，而各項指標的安全值、

規範和使用者的設定則是 3.8 去做討論。



圖 7 GUI 人機介面

3.8 環境項目檢測指標之設定

一氧化碳的產生是由於燃料的不完全燃燒，另外瓦斯爐或熱水器滲漏，交通廢氣及室內人員抽菸也是室內一氧化碳的主要來源。因此本研究對一氧化碳的濃度極限值設定為 5ppm。

煙霧低濃度的環境下是無毒的，而根據行政院環保署的建議值，室內空氣的煙霧要在 700ppm 以下。因此本研究對煙霧的濃度極限值設定為 700ppm。

瓦斯可分為天然氣(CH₄)和液化石油氣(C₃H₈)，一般瓦斯要達到爆炸的極限值只要佔室內空氣的 5%就有可能引發爆炸的。一般而言，我們對瓦斯的濃度的測定是以 0.1%(1000ppm)為極限值。[5]

由於每個人對於環境的溫、濕度的體感是不一樣的，因此可由使用者去決定他理想標準值。對於溫度的部分我們預設值參考行政院環保署對於室內溫度的建議值為攝氏二十五度，相對濕度為百分之五十五。詳細的溫度和濕度的上下限值以及預設值如表 1。

表 1 溫度和濕度的設定值

	溫度	濕度
上限值	28°C	70%
預設值	26°C	55%
下限值	18°C	40%

4. 實驗結果

圖 8 是本研究的實驗完整架構圖，實驗的部分我們會分成三個實驗的區塊去做討論，分別為溫度(4.3 節)、濕度(4.4 節)以及氣體(4.5 節)。

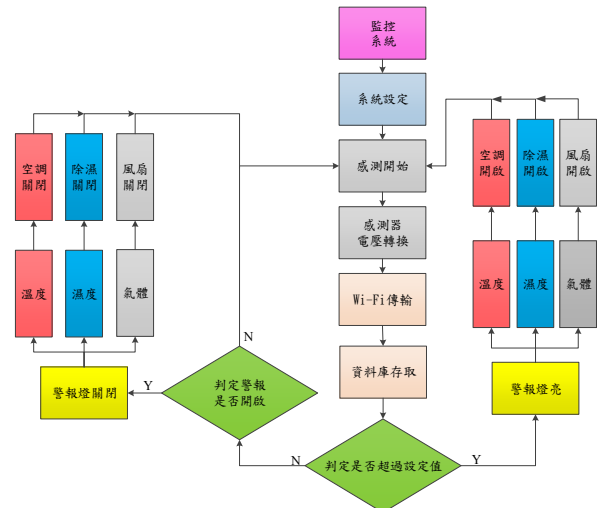


圖 8 系統架構圖

4.1 Wi-Fi 連接結果

圖 9 為 Wi-Fi 尚未連接完成的圖片，最左邊亮起了紅光代表連線尚未接通。此時我們使用 tera term 軟體把電腦當成終端機來連線，透過 COM port 來連接嵌入式系統的開發平台。



圖 9 Wi-Fi 尚未連結完成

打開 Tera Term 之後，選擇 Serial 的 Port 按 OK 後就可以執行連線；如果電腦本身沒有連到無線網路的情況下可以選擇輸入"Scan"去搜尋可以使用的無線網路，選定後輸入"Join"並且加入欲連接的名稱就可以連上線。連線成功時 Wi-Fi 模組的圖片就會如同圖 10 一般。



圖 10 Wi-Fi 模組連線成功

4.2 資料庫建置

在按下圖 7 之中的「啟動」的按鈕之後，選擇「資料庫」裡的「建置資料庫」按鈕，就可以打開

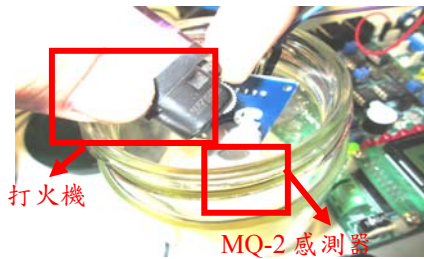


圖 20 模擬充滿瓦斯環境圖

本實驗製造一個充滿各種氣體的環境如圖 18 到圖 20，點燃線香後放在裡瓶子裡面讓它產生燃燒不完全的一氧化碳；點燃線香讓它產生煙霧；按著打火機使其產生瓦斯，系統將主動派送簡訊警告使用者，如圖 21。



圖 21 發送簡訊文字內容(以一氧化碳為例)

5. 結論

臺灣的家庭擁有 Wi-Fi 無線 AP 的用戶數有上百萬戶，以 Wi-Fi 模組傳輸相較於 Zigbee 傳輸更具有推廣優勢。本研究提出之家庭監控系統，能夠有效的監測家庭的各項設定的環境指標。本研究實作之成果如下所述：

- (1) 以資料庫、Wi-Fi 無線網路系統建構家庭環境監控中心。
- (2) 以 Wi-Fi 無線網路為主之家庭溫度、濕度及氣體感測器佈建。
- (3) 針對各項環境變化進行即時性調整室內環境值。
- (4) 建構圖形使用者介面 (Graphical User Interface, GUI) 系統介面平台，監控家庭各項環境影響與自動化設施之啟閉功能。
- (5) 建置於家庭監控之低成本嵌入式感測系統。
- (6) 利用手機簡訊派送，氣體濃度超過標準時通知管理者。

表 2 整理出本篇論文的 Wi-Fi 導入本系統前後的差異。

表 2 Wi-Fi 導入此系統前後特性比較

項目	導入前	導入後
方便性	靠自己去做調整，方便性差。	透過電腦事前設定就好。
安全性	因為自己使用疏忽而產生安	能夠透過手機發送簡訊，安全性較高。

	全上的疑慮。	
訊息即時性	無法在家裡以外的地方掌握家中的狀況。	可以透過遠端監控及資料庫了解家中狀況。
使用性	Wi-Fi 仍然維持一般上網的功能。	Wi-Fi 能夠將感測因子的資訊收集並且調整室內環境，Wi-Fi 的使用性更廣泛。

未來之研究目標以安全性為主要考量。例如：門禁管理功能。此外，也可以針對經濟型去作改良，例如節電管理。甚至可加入舒壓機、音響燈光等設備，依照使用者喜好調整的舒適程度。

致謝

感謝高科技設備前瞻技術發展計畫編號 302205501 與國科會編號 NSC 102-2221-E-006-107-之計畫，對本研究之經費提供與技術支援，使本研究得以順利進行，特此致上感謝之意。

參考文獻

- [1] Pei-Zhong Yi, Student Member, IEEE, Abiodun Iwayemi, Student Member, IEEE, and Chi-Zhou, Senior Member, IEEE(2011), "Developing ZigBee Deployment Guideline Under WiFi Interference for Smart Grid Applications," IEEE Transactions on Smart Grid, VOL. 2, NO. 1, March 2011, pp 1-2.
- [2] Jin-Shyan Lee, Yu-Wei Su, and Chung-Chou Shen (2007), "A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi," The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON) Nov. 5-8, 2007, Taipei, pp.1-5.
- [3] 潘貞君、林志廷、吳文中、郭茂坤，"無線感測器網路平台及應用"，科學發展雜誌，行政院國家科學委員會，447 期，pp.16~21，2010 年 3 月。
- [4] Sung-Nien Yu and Jen-Chieh Cheng(2005), "A Wireless Physiological Signal Monitoring System with Integrated Bluetooth and Wi-Fi Technologies," Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China, September 1-4, 2005, pp 2-3.
- [5] Hanwei Eletronics co., LTD "MQ-2 Semiconductor Sensor for Combustible Gas," Retrieved June 9th, 2013, from <https://www.hwsensor.com>.