

第 20 屆行動計算研討會

以 ZigBee 感測網路建置物聯網平台

Chiu-Chiao Chung(鍾秋嬌)

南開科技大學數位生活創意系

jen@nkut.edu.tw

Cheng-Min Lin(林正敏)

南開科技大學數位生活創意系

lcm@nkut.edu.tw

摘要

將具備感知能力的設備，以網路全面性互聯互通並且使其更具智慧，這正是物聯網的概念。本研究利用 ZigBee 無線感測網路(Wireless Sensor Network; WSN)與資料庫系統，實作一套以無線網路存取感測資訊的物聯網系統。物聯網系統架構包括：感知層(Sensor Layer)，無線感測器(Wireless Sensor)負責傳遞感測資料；網路層(Network Layer)，藉由 ZigBee 行動通訊協定將各種感測器的資料上傳到伺服器並進行運算；應用層(Application Layer)，使用者藉由平板、智慧手機等行動裝置登入服務入口網站即可進行各種即時狀況的瀏覽與控制。不僅提供使用者及時的資訊瀏覽還可透過後台系統的設定與管理，若發生特殊狀況時，將警示訊息透過 E-mail 的方式發出警告訊息傳送到指定用戶端的手機上以實現智慧生活科技的應用。未來此套系統將應用於智慧農業及智慧工業分別打造智慧植物工廠。

關鍵詞：行動裝置、ZigBee 感測網路、物聯網、智慧生活科技

Abstract

Devices have the ability of perceiving, networking and making things more comprehensive interoperability wisdom, that is the concept of Internet of things (IoT). In this study, an Internet of things system is implemented by using ZigBee wireless sensor network (Wireless Sensor Network; WSN) and database system. The Internet of Things system architecture include: (1) Perception Layer (Sensor Layer), wireless sensor is responsible for delivering the sensed data. (2) Network Layer, with ZigBee protocol data will be uploaded to various sensors servers and computed. (3) Application Layer, users using tablets, smart phones or other mobile devices sign-in the service portal to browse and control varieties of real-time information. System can not only provide users in-time information also supervise the service systems. In case of any special circumstances, the alert message will be emailed to the user's mail box. This system can

be applied to the industrial or agriculture to build wisdom plant factory management.

Keywords: mobile devices, ZigBee wireless sensor network, Internet of things (IoT), Smart living technology

一、前言

一個網路技術的新時代：網際網路從人與人(P2P)的連接到人與物(P2M)的溝通時，下一階段將再深入物與物(M2M)之間的溝通，也就是將實體世界(Physical World)的萬物透過網際網路(Internet)相互連接起來[1]，這將是資通訊時代的終極應用，物聯網(Internet of Things, IoT)的時代。

物聯網是由智慧機器、物件、環境和設備之間進行交互溝通。帶動相關感測器、低功耗微控制器、網通產品的發展。其結果是，產生巨大的數據量，並且這些數據被加工成可以“命令和控制”的有用行為，使生活更容易、更安全，並能減少對環境的影響。

物聯網相關的應用大致可以分為兩大類。第一類的應用是關於利用終端節點的數據(收集來自具感知和連通能力的智慧裝置)，以及針對這些人們行為和趨勢的數據挖掘，以期產生有用的行銷資訊創造更多的商機。問題將著重在資料挖掘的程度，簡單應用例如商家使用智慧手機的 GPS 功能，RFID 和無線標籤等功能，提供電子郵件優惠或“推送”服務的銷售點。

第二類應用構想則在於將數以百萬計的物件透過獨特的 ID 與其他物件、設備與實體環境之間透過“感知”而相互聯繫。在這一類應用中，物聯網扮演了具有遠程追蹤、命令、控制和路由(track, command, control and route, TCC&R) [2]的角色。就這方面而言，物聯網安全和保障將是重要的課題。這些應用的關鍵是延伸這些自動化過程以及物與物(M2M)，物與設備) M2I)和物與大自然(M2N)之間的溝通來協助簡化人們的生活。

在國內外已有相當多的無線感知器之應用，如文獻[3]提出以 Android 智慧型手機作為監控溫室環境的終端設備之可行性，

結合 ZigBee 應用的相關研究，例如 Peng Qiu(2009)發表文獻[4]，利用 ZigBee TI CC2430 應用於監測蓄電池狀況、感測森林火勢防災，以及 Guoqiang Lou(2010)發表文獻[5]等，透過 RS232 傳送到電腦主機進行包括溫度、亮度、濕度、紫外線等感測器資料的收集與傳送，可達到預防性的監測功能。此監測系統工作穩定，並具有低功耗、精準度高等優點。而為了達到高效能和全面的數據收集、監測和控制，Xiao Chen(2009)發表文獻[6]，利用 ZigBee 多個節點的硬體設計和實施，透過 ZigBee 無線感測器網路即時監測電機系統，實驗結果展示不同的工作條件等。

本研究嘗試將以物聯網第一類的應用為主，建置 TCC&R 物聯網所需的技術和裝置的相關議題探討。收集感測器網路所感測的資訊，利用 Linux 為架構存取 MySQL 資料庫，透過網路瀏覽以監控感測的數值；建置使用者操作的即時互動平台，其中包括設定感測數值的上下限值與警告的通報動作。

二、系統建置與實作

物聯網發展的關鍵技術在於創造人、事、時、地、物都能相互聯繫與溝通的物聯網環境，其中技術包括：1) 無線感知網路(Wireless Sensor Network, WSN)，是一種可以測得週遭環境變化狀況的無線技術[7]。此技術透過感知器(Sensor)和無線網路的結合，提供週遭環境各種不同變化的數據，讓遠端的人員透過這些數據判斷環境發生的狀況。2) 嵌入式技術(Embedded System)，結合軟體和硬體裝置的應用，舉凡行動電話、遊樂器、數位家電...等各種類型的設備皆可透過嵌入式技術使其具備具備接受、傳遞與處理資訊的能力[8]。

本研究建置的系統包括：感知層，無線感測器(Wireless Sensor)負責傳遞感測資料；網路層，藉由 ZigBee 行動通訊協定將各種感測器的資料上傳到伺服器，藉由資料庫管理工具 MySQL 來建立無線感測網路的資料並進行分析，最後藉由應用層，使用者藉由平板、智慧手機等行動裝置登入服務入口網站，藉由資料庫網頁伺服器建立 Web 網頁來呈現感測的資料即可進行各種即時狀況的瀏覽與控制。系統架構如圖 1 所示，其中無線感測節點(Sensor)將接收到的資料經由協調器(Coordinator)，以 USB 到 RS-232 介面轉換連接至主機，主機中已安裝的資料庫管理工具 MySQL 進行資料的

分析。透過網際網路傳輸方式連線至網頁伺服器來呈現感測節點上的資料。

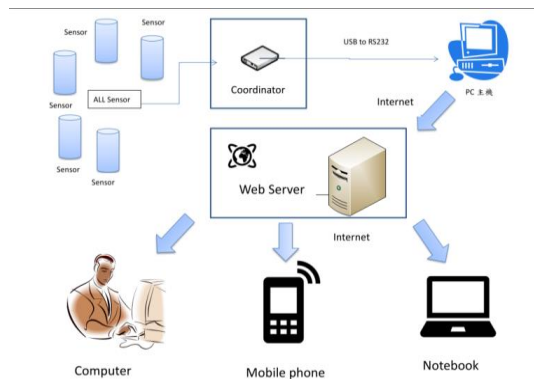


圖 1 系統架構圖

無線感知網是由分佈在空間中許多感測器的自動裝置組成的一種無線通訊計算機網路，而這些裝置透過各種感測器去監控不同位置的物理或環境狀況。這些節點網路所使用的為 ZigBee 無線技術，建立於 IEEE802.15.4 的基礎上，低速個人無線區域網路的物理層和媒體存取控制。ZigBee 網路架構的優勢為低成本、低傳輸率、低功率的設備，建構一個無所不在的通訊環境。本實作的硬體設備即使用德州儀器(TI)的 ZigBee 開放標準來開發的 CC2430 模組包括：ZigBee 協調器，用以收取來自路由器或終端設備的資料；TI CC2430 感測板以及 TI CC2430 電路模組傳送到協調器[9]。

由 ZigBee 感測器接收所感測的資訊，經由電腦主機與人機介面使用 RS-232 轉 USB 的轉換與處理[10]，送至伺服器的資料庫。ZigBee 傳出來的字串資料透過電腦主機收集是以 Ascii 碼呈現，所以必須轉換成使用者簡易明瞭的數值；經解碼後可看到亮度、濕度、溫度等數值如圖 2 所示[11]。

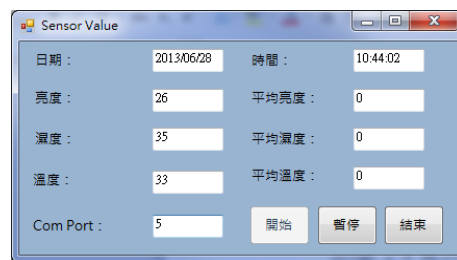


圖 2 人機介面顯示的感測資料輸出

本實作系統軟體部分採用 phpMyAdmin 的 MySQL 圖形化顯示介面，建立的資料庫名稱為 sensor，底下分別建立：admin(管理者資料)、sensor_data(感測資料)、sensor_minute(每分鐘傳回資料)、user(使用者)等資料表，如圖 3 所示[12]。

感測器資料匯入資料庫後，接著進行網頁和資料庫的連接。為了讓資料庫與網頁之間的互動可以依照使用者的需求呈現表格或圖形化顯示，以及進行數據遠程追蹤、命令、控制和路由(TCC&R)的應用，本研究採用 Apache2 與 Tomcat 7.0 工具以其符合相容性的問題。Apache2 用來負責管理 phpmyadmin，而 Tomcat 7.0 負責處理 JSP，在 Tomcat 中，lib 目錄下面存放.jar 檔案，值得注意的是 JSP 連結 MySQL 檔案 mysql-connector-java-5.1.24-bin.jar 存放在此處，負責 JSP 連接 MySQL 的驅動。

想在網頁上完整呈現資訊，最基本的必須連接資料庫裡尋找資料，Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver")；最先導入驅動程式，接著透過 SQL 語法比對資料庫、使用者、密碼，然後開啟資料庫連接。透過 login.jsp 成功登入後，使用者的 id 都會自動記錄在 session 裡，在後續網頁都會依此判斷使用者的 id 是否已經紀錄在 session 中。

建置系統的通報流程如圖 4，若是在安全值內則顯示「安全」(說明如圖 5)。當使用者設定上下限值超過臨界點，系統會顯示通報狀態，並且寄出電子郵件。通報狀態會在網頁顯示「已發信」的警告訊息(說明如圖 6)。此功能是在系統內建置一個及時監測功能，JSP 會將上下限資料與實際感測數值做比較，只要低於或超出系統的預設值都會透過 Gmail-SMTP 程序：

email.setFrom("cce2812@gmail.com", "網站客服中心")；及

email.setMsg(message)；

寄送電子郵件進行通報動作通知使用者，如圖 7 所示。

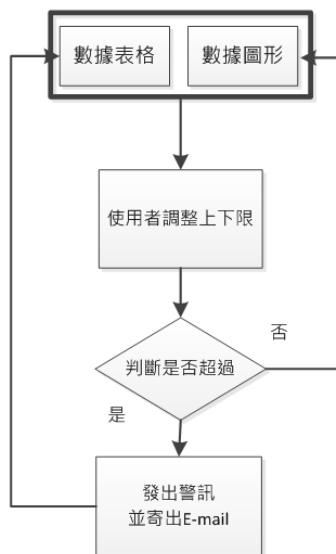


圖 4 通報流程



圖 5 通報狀態顯示「安全」的訊息



圖 6 通報狀態為「已發信」的警告訊息



圖 7 收到的通報郵件

三、結論

本研究將 ZigBee TI CC2430 模組應用在環境感測系統上，經由 ZigBee 無線感測網路

和網際網路之間的連接，成功的讓使用者可以隨時隨地的在家使用電腦、筆記型電腦、平板電腦、智慧手機等設備監測環境數值，建置物聯網的簡易實作平台。藉由人機介面將收集到的感測數據，透過架設資料庫和伺服器的系統處理核心，管理者可以使用 SSH、phpMyAdmin 就能遠端管理伺服器。將接收的溫度、濕度與亮度等感測器數值傳送到 MySQL 資料庫，系統伺服器採用動態網頁的方式呈現感測環境的數值。

使用者可以使用平板電腦或智慧手機等行動裝置建立帳號進行遠端資料查詢，還可以透過後台系統的設定與管理及時的資訊瀏覽，一旦發生特殊狀況時，可將警示訊息透過 E-mail 的方式發出警告訊息傳送到指定用戶端的手機上以實現互聯網智慧生活科技的應用。預期未來此套系統將應用於智慧農業及智慧工業分別打造智慧植物工廠。

參考文獻

- [1] 楊采蓉, “IoT 物聯網市場趨勢與最新技術應用”, DIGITIMES 中文網, 四月, 2015.
- [2] freescale.com/IoT, What the Internet of Things (IoT) Needs to Become a Reality. INTOTHNGSWP REV 2, May, 2015.
- [3] M. Toyama, H. Joon, K. Terada, and E. Y. Chen, “Android as a Server Platform,” IEEE on Consumer Communications and Networking Conference, pp. 1181-1185, Jan. 2011
- [4] Peng Qiu, Ung Heo, and Jaeho Choi, “The Web-Sensor Gateway Architecture for ZigBee”, IEEE 13th International Symposium Consumer Electronics, pp.661-664, May 2009.
- [5] Guoqiang Lou, Shubo Qiu, and Yuan Xu, and Qiang Wang, “A Monitoring System for the Condition of Storage Batteries Based on Zigbee”, 2010 12th IEEE International Conference on Communication Technology (ICCT), pp.163-166, Nov. 2010.
- [6] Xiao Chen, Fulin Yan, “Wireless Ultrasonic Data Transmission Based on CC2430 Chip”, International Conference on Test and Measurement, 2009. ICTM '09, pp.339 -342, Dec. 2009.
- [7] 竇其仁、林正敏等, “ZigBee 無線感測網路應用於監測現地浮塵濃度之研究”, 第 10 屆離島資訊技術與應用研討會論文, 台東、綠島, 台灣, 5 月 13-14 日, 2011。
- [8] 高佑嘉, “下一波資訊發展浪潮：物聯網時代即將降臨,” 資策會 Find, 04/20/2010.
- [9] Cheng-Min Lin, His-Ping Lee, etc. “Design of Wireless Dust Sensor Designed by Optical Sensor and CC2430 of ZigBee”, 15th Optoelectronics and Communications Conference, Sapporo, Japan, Jul 5-9, 2010.
- [10] 黃靖元, “使用擴增實境與無線感知網研製以 Android 為基礎的情境感知系統”, 碩士論文, 南開科技大學電機與資訊研究所, July 2012
- [11] 翁偉翔, “經由 IP 網路遠端存取 ZigBee 感測網路之實作”, 碩士論文, 南開科技大學電機與資訊研究所, July 2012
- [12] 吳政達, “雲端感測多重存取之監控平台研製”, 碩士論文, 南開科技大學電子工程研究所, July, 2013

The screenshot displays the phpMyAdmin interface for a MySQL database named 'sensor'. The left sidebar shows the database structure with tables: admin, sensor_data, sensor_minute, and user. The main area shows the 'admin' table structure and data. The 'sensor_data' table is highlighted with an orange box, and its data is shown in a separate window. The 'user' table is also highlighted with a green box, and its data is shown in another window. Arrows indicate the relationships between the tables and the data rows.

admin_id	admin_pw	warning_down	warning_up	mail
god	god	10	36	cce2812@gmail.com

date	time	light	humidity	temperature	uv
2012-11-22	15:45:32	33	45	25	0
2012-11-22	15:45:34	34	41	25	0
2012-11-22	15:45:35	32	41	25	0
2012-11-22	15:45:37	32	45	25	0
2012-11-22	15:45:39	33	41	25	0
2012-11-22	15:45:40	32	41	25	0
2012-11-22	15:45:42	32	41	25	0

date	time	light	humidity	temperature	uv
2012-11-22	15:45:48	33	42	25	0
2012-11-22	15:46:31	33	42	23	0
2012-11-22	16:11:10	33	40	25	0
2012-11-22	16:12:45	37	40	25	0
2012-11-22	16:26:54	33	42	25	0
2012-11-22	16:27:56	34	44	25	0

id	password	mail	userup	userdown	power
123	123	cce2812@gmail.com	30	10	2
jen	jen	jen9339@gmail.com	20	10	2
111	111	cce2812@gmail.com	30	10	2
222	222	cce2812@gmail.com	25	15	1

圖 3. MySQL 資料庫結構