

智慧照明節能系統應用於 ZigBee 無線感測網路

張家濟	陳昱劭	詹智翔	陳予哲	楊宗浩	游麒翰
朝陽科技大學 資訊與通訊系 e-mail: ccchang @cyut.edu.tw	朝陽科技大學 資訊與通訊系 e-mail: s9930020 @cyut.edu.tw	朝陽科技大學 資訊與通訊系 e-mail: s9930026 @cyut.edu.tw	朝陽科技大學 資訊與通訊系 e-mail: s9930044 @cyut.edu.tw	朝陽科技大學 資訊與通訊系 e-mail: s9930064 @cyut.edu.tw	朝陽科技大學 資訊與通訊系 e-mail: s9930076 @cyut.edu.tw

摘要

本研究整合 ZigBee 無線感測網路與 LED 路燈。藉由無線感測網路的傳輸能力及及時接收 LED 路燈耗費的電力數值，並可透過遠端遙控方式去開啟自身與周圍之 LED 路燈，以達到智慧照明節能的功能。LED 控制介面端除了使用 Visual C++ 實現 PC 端的人機介面，同時也使用 Java 實現手機 APP 程式，讓使用者能夠即時地監控 LED 路燈的使用情形，以達到智慧節約能源的目的。

關鍵詞：ZigBee、無線感測網路、LED 路燈、節約能源

Abstract

The purpose of this study is to integrate ZigBee wireless sensor networks and LED lamp systems. Not only can the design access the power of an LED lamp system with wireless sensor networks, but it can control the lamp systems to achieve energy-saving. We use both Visual C++ and JAVA to implement the LED control interface. Users can use the LED control interface to monitor the use of LED lamp systems and to achieve energy-saving.

Keywords: ZigBee, wireless sensor networks, LED lamp systems, energy-saving

1. 前言

近年來地球暖化導致許多氣候異常，甚至是生態出現巨大危機，因此環保議題受到全球的注目，而 LED 路燈逐漸取代傳統路燈的使用是不可避免的，因此本研究將預先製作一套監測 LED 路燈的系統來進行管理。

本研究將透過量測 LED 路燈的各種數值並回傳來檢測是否故障，因為 LED 路燈採用並聯的方式，一枚 LED 路燈的燒毀肉眼難以分辨，而有 LED 燒毀會導致其他 LED 流經的電流下降，如此狀況將影響其他 LED 的運作，並會提高整組燈具毀壞的機率，且會減短燈具的使用壽命。因此我們會將量測到的數值透過無線感測網路來回傳至 PC 與手機端，並讓維護人員能即時的接收到訊息並進行維修。另增設移動式感測裝置，能夠自動偵測是否有行人通過而自動開關路燈的電源，以避免不必要的能源浪費，進而來達到節能減碳的目的。

2. 系統設計

本系統為 LED 智慧型路燈系統，利用 ZigBee 無線感測網路量測 LED 路燈的耗電情形，我們在 LED 路燈內裝置量測電壓與電流的裝置與傳輸裝置，透過無線感測網路進行資料傳遞，利用電腦進行資料分析，以判斷 LED 路燈是否為正常使用。

2.1 LED 智慧型路燈系統

當行人進入到 LED 路燈[5]的感測範圍內，LED 路燈上的 ZigBee 通訊模組會接收到行人身上 ZigBee 通訊模組發送的 ZigBee 封包，微處理器會根據封包上的 RSSI 訊號強度是否選擇開啟 LED 路燈，當行人離開 LED 路燈的感測範圍外一段時間後，LED 路燈將會自動關閉以節省電力損耗，如圖 1 所示。

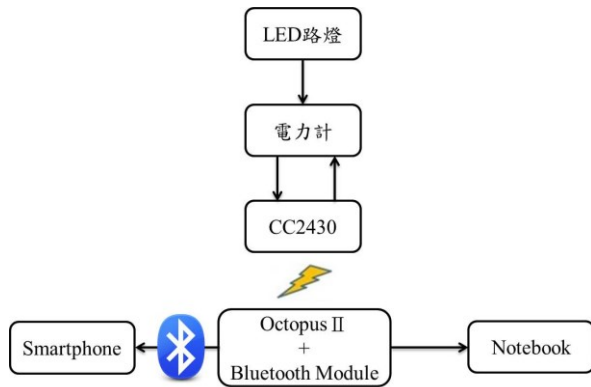


圖 1、LED 智慧型路燈系統

2.2 LED 人機控制介面

行動檢測站可以在桌上型電腦執行，也可以在行動裝置上執行。我們分別用 Visual C++ 去實現執行在桌上型電腦的視窗程式和 JAVA 去實現執行在行動裝置上的應用程式。行動檢測站主要顯示 LED 路燈目前的耗電量情況，包含電壓、電流、目前使用功率等。由於目前行動裝置不支援 ZigBee 無線感測網路，因此我們將 ZigBee 無線封包轉換成藍芽無線封包，以利行動裝置可以順利讀取數據資料。

3. 系統架構

本系統架構可以分成兩個部分：硬體架構和軟體架構。其相關功能說明如下：

3.1 Octopus-II 感測節點

Octopus-II 為國立清華大學發展的無線感測節點[1]，相容於標準無線感測網路規範 IEEE 802.15.4[2]。此無線感測節點主要包含了兩個重要的元件，分別為 16-bit MSP430[3] 以及 CC2420[4]。16-bit MSP430 由美國德州儀器所生產，特點為低耗電但可提供強大的運算能力，內建電源監督電路與 12-bit ADC 類比數位轉換器。CC2420 是 2.4GHz 無線傳輸晶片，符合 IEEE 802.15.4 標準規範，此規範用於無線感測網路，可以 2405MHz~2480MHz 裡切換 16 頻道，128 RX 資料緩衝區和 128 TX 資料緩衝區，如圖 2 所示。

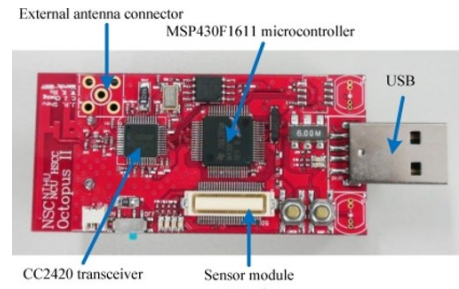


圖 2、Octopus-II 無線感測節點

3.2 電力計

電力計是一個可以用於量測待測物的電壓、電流和目前使用功率的裝置，結合 Octopus-X 無線通訊模組，使其量測數據可以透過 ZigBee 無線通訊封包傳送，如圖 3 所示。Octopus-X 也是國立清華大學發展的無線感測節點，尺寸只有 3cm*3cm。此感測節點搭載一顆美國德州儀器生產的 CC2430，此 SoC 晶片同時整合一顆工業級 8 位元 8051 微處理器和相容於 IEEE 802.15.4 規範的無線傳輸器，如圖 4 所示。電力計提供 CC2430 主要電源 3.3V，並藉由 UART 介面傳輸所需的電量感測資訊。



圖 3、電力計裝置

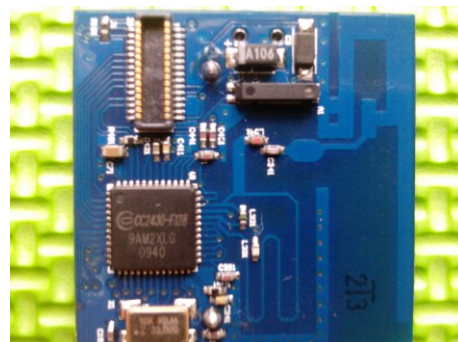


圖 4、CC2430 無線感測節點

3.3 藍牙裝置

市售的行動裝置無法直接接收 ZigBee 通訊封包，只能透過藍牙傳輸進行資料交

換。我們結合 Octopus-II 和 ZigBee 通訊模組，將 ZigBee 封包轉換成藍牙封包傳輸。藍牙通訊可以讓不同的裝置之間進行無線連線，例如連線電腦和外圍裝置。藍牙與 ZigBee 一樣都是使用無需許可的 ISM 頻段的 2.45GHz。圖 5 顯示藍牙通訊模組。

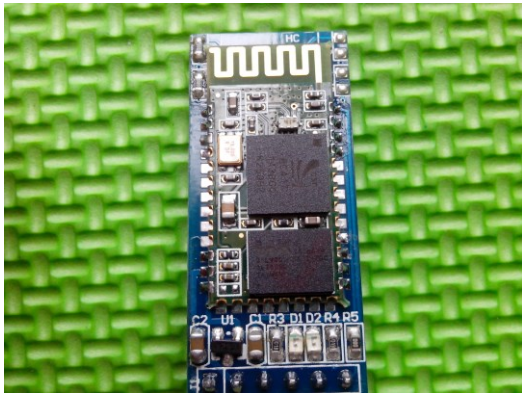


圖 5、藍牙通訊模組

3.4 LED 人機介面設計

3.4.1 PC 端監控介面

PC 端監控介面是使用 Visual Studio 2010 為主要使用，Visual Studio 為美國微軟公司所開發的 IDE (Integrated Development Environment，整合開發環境)。此產品包含基於元件的開發工具如 Visual C#、Visual Basic 和 Visual C++。此專題中我們使用的是 Visual C++。

Visual C++ 是一個撰寫 C/C++ 語言的平台，在此我們使用 MFC (Microsoft Foundation Classes，微軟基礎類別庫) 做為開發視窗程式的基礎。MFC 是一個以 C++ 類別的形式封裝了 Windows API，並包含一個應用程式的框架。並可以用物件導向的方式來呼叫 Windows API，以及應用程式開發的便捷。

3.4.2 手機端監控介面

在手機接收端是使用 Android App 的開發程式 Eclipse 為主，Eclipse 是著名的跨平台的自由整合是開發環境(IDE)。最初主要用來 Java 語言開發，目前亦有人透過外掛程式使其作為 C++、Python、PHP 等其他語言的開發工具。Eclipse 的特色為本身

只是一個框架平台，但是支援眾多外掛程式，使得 Eclipse 擁有較佳的靈活性。因此許多軟體開發商以 Eclipse 為框架來開發自己的 IDE。

另外使用者可以透過 Smartphone、Pad 等智慧型手持裝置來安裝此 APP，並能使用 JDK7.0、Android SDK 2.2 及 Eclipse 編譯軟體來撰寫 APP，如圖 6 所示。



圖 6 手機 APP 展示圖

4. LED 路燈行動檢測站實作

LED 路燈行動檢測站的操作流程敘述如下：

步驟一、軟體部分首先將先前建立好的電腦端程式燒入至 Octopus II 中，另一部分則將手機端的 Android App 下載完成。

步驟二、硬體部分則將電力計與 CC2430 裝置於 LED 路燈線路中，並將 LED 路燈接上電源，隨後就可開啟筆電端與手機端的接收程式。

步驟三、找個實驗場地，之後就可進行實驗，由一位同學做為行人的角色，測試進入及離開路燈的感測範圍時，路燈是否會正確的開啟即關閉。

步驟四、最後即可監看電腦端及手機端是否有正確接收到 LED 路燈傳回的數值。

4.1 監控介面功能介紹

4.1.1 電腦端監控介面功能介紹

本程式設置了 4 個按鈕、2 個下拉選單以及輸出顯示部分。如圖 7 所示。

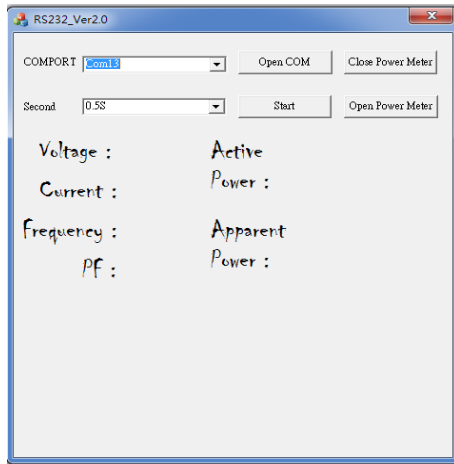


圖 7、電腦端監控介面

4.1.2 手機端端監控介面功能介紹

本 APP 設置 10 個 Button 來做觸碰使用、6 項 Textview 用來顯示所接收到的資料。按鈕分兩大部分，第一部分是屬於手機與藍牙模組的建置，依照功能需求觸碰按鈕 1 到按鈕 4 即可使用上述功能，第二部分則是控制電力計以及讀取資料，依照功能需求觸碰按鈕 5 到按鈕 10 即可使用上述功能，如圖 8 所示。

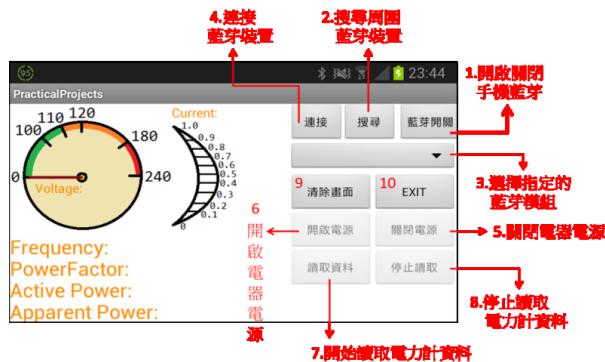
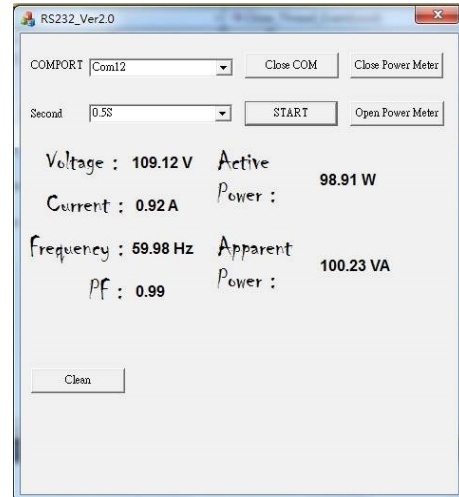


圖 8、手機端 APP 監控介面

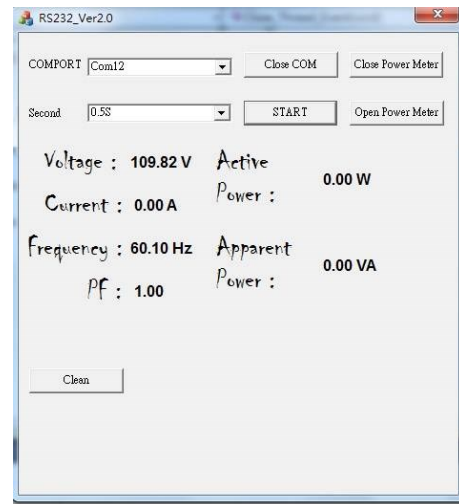
4.2 監控介面執行流程

4.2.1 電腦端監控介面流程

讀取資料的步驟首先選擇要開啟的 COM，選擇好後按下 Open COM，然後選擇秒數後，即可按下 Start 便會開始讀取。開關電器的步驟為先選擇要開啟的 COM，然後按下 Open COM，之後選擇 Close power meter 或是 Open power meter，如圖 9 所示。



(a) 開啟 LED 路燈的耗電量情況



(b) 關閉 LED 路燈的耗電量情況

圖 9、電腦端監控介面圖

4.2.2 手機端監控介面流程

首先需搜尋正確的藍牙裝置，因為周圍或許會有其他的藍牙正被開啟，所以需要利用搜尋按鈕來正確連接我們指定的藍牙模組，如圖 10 所示。

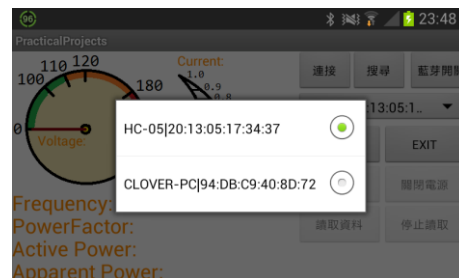


圖 10 選取系統指定之藍牙模組

當 APP 正確連接到系統所指定的藍芽

模組後，方可啟動開啟電源、關閉電源、讀取資料、停止讀取等四個按鈕。按下開啟電源時可開啟 LED 路燈之電源，反之按下關閉電源時則可關閉 LED 路燈之電源。按下讀取資料的按鈕即可馬上讀取 LED 路燈的資料，在讀取資料的期間會以一個固定的間隔時間隨時更新讀取的資料，因此在開啟與關閉電源方面即無法有動作，在按下停止讀取後，就可再進行開關電源的動作，如圖 11 所示。

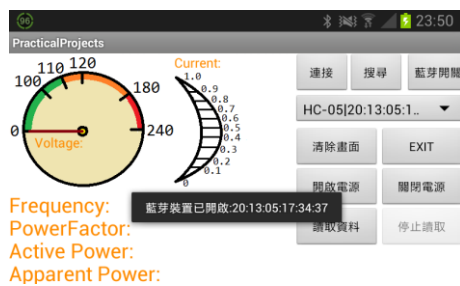


圖 11，成功連接至指定藍牙模組

4.3 實驗結果

實驗的結果顯示在經過 LED 路燈時會自動感應後開啟路燈，且能正確的接收到 LED 路燈各種數值，經過比對與分析後，目前並無數值的太大落差，結果顯示 LED 路燈目前一切正常，並無損壞。如圖 12、所示。

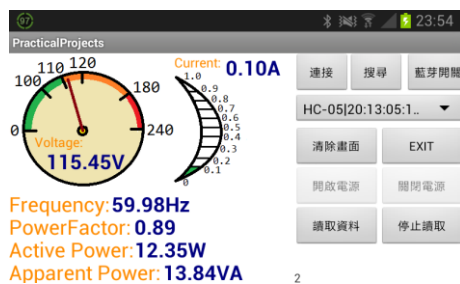


圖 12 進入感測範圍後路燈成功開啟

5. 結論與討論

本研究成功整合 ZigBee 無線感測網路、電力計和 LED 路燈系統。利用電力計去量測 LED 路燈的使用狀態，特別是耗電量狀態以判斷 LED 路燈是否損壞。無線感測模組發送的通訊封包裡的訊號強度可以判斷是否開啟 LED，以節省 LED 電力損耗。本系統也完成 LED 控制人機介面-行動檢測站。此行動檢測站可以在筆記型電腦

上執行，也可以在行動裝置上執行。未來本系統可以有效減少維修人員作業負擔，減低維修成本，在環保節能上具有高效益。

致謝

本文為國科會補助之專案研究計畫，對於其在研究過程的補助與協助，本文作者謹此致謝。國科會研究計畫編號 NSC102-2221-E-324-006[計畫名稱：無線感測陣列應用於車內空氣品質監測與駕駛行為警示]。

參考文獻

- [1] 許健平, 張家濟, “無線感測網路平台設計與實作,” 科學發展, 447 期, pp.22-27, 3 月 2010
- [2] IEEE Standards Association, IEEE 802.15.4c: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs), <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4c-2009.pdf>
- [3] Texas Instruments Incorporation, 16-bit MSP430, <http://www.ti.com>
- [4] Texas Instruments Incorporation, 2.4 GHz IEEE 802.15.4/ZigBee-ready RF Transceiver CC2430, <http://www.ti.com>
- [5] Octopus 台灣使用者技術支援網, <http://163.13.128.59/>