

# 智慧環境監控系統

朱鴻棋

朝陽科技大學資訊與通訊系  
hcchu@cyut.edu.tw

陳安希

朝陽科技大學資訊與通訊系  
ttpsk1234@gmail.com.tw

劉晏瑞

朝陽科技大學資訊與通訊系  
warcraft971107@gmail.com

## 摘要

本系統是使用 Arduino 與 XBee 來實作智慧環境監控系統。Arduino，是一個開放原始碼的單晶片微電腦，它使用了 Atmel AVR 單片機，採用基於開放原始碼的軟硬體平台，構建於開放原始碼 simple I/O 介面，並且具有使用類似 Java 或 C 語言的開發環境。本文以 Arduino 平台整合 XBee 節點與溫度、溼度、光照度與紅外線等感測器來開發環境監控系統，並利用紅外線感測器偵測到人員或物體是否移動，並記錄時間以作為日後調閱錄製的影片依據。

**關鍵詞：**Arduino、XBee、環境監控

## Abstract

This system is using Arduino platform and XBee node to implement smart environmental monitoring system. Arduino is an open-source single-chip microcomputer, which uses the Atmel AVR microcontroller, based on open source hardware and software platform. It built on open source simple I / O interface board, and with the use of similar language in Java or C development environment. In this paper, Arduino platform integration with XBee node and temperature, humidity, light intensity and infrared sensors to develop environmental monitoring systems, and uses infrared sensors to detect people or objects are moving, and record the time as future access to the recorded Videos basis.

**Keywords:** Arduino, XBee, environmental monitoring

## 一.前言

在傳統的作法中，我們只能依靠手動來控制一些電器產品，為了操控一個電器產品就得走到它前面，非常的不方便，而

在近幾年來資訊產業開始蓬勃發展，大多數電器產品已經可以使用電腦、手機、無線遙控來操控。現在發展並不是相當的完好，所以我們要藉由著影像監控來控制一些東西，因此，如何設計更方便的操控系統與介面成為了我們研究的動機與目的。

在感測網路中，XBee 是結合 Arduino 的感測節點，其具備短距離無線傳輸、容易操作與應用程式開發、價格便宜及硬體容易取得，所以我們採用 Arduino 搭配各式感測元件來操作智慧環境監控系統。

我們利用 Arduino 搭配溫濕度感測節點、光感 IC\_TL230 感測節點和人體紅外線動作節點還有攝影機來做環境上的監控，在監控環境中可以得到一些節點偵測的資料，我們再把這些收集到的資料利用 XBee 透過多點對單點傳輸來傳送到接收端，並由接收端上傳到資料庫在由網頁方式呈現環境偵測到的資料。

本系統的感測功能包含溫度、濕度感測、光轉頻率 IC\_TL230、紅外線動作感測器(Passive Infrared Sensor Motion Sensor)。其中，溫度、濕度感測器是利用 SHT15 數位溫度溼度感測器來取得環境中相關的溫度與濕度的資料；光轉頻率 IC\_TL230 可以控制 LED 燈的開關燈，當亮度小於設定的標準值的時候就讓 LED 燈亮起；反之，當亮度充足（高於設定的標準值）則可以讓 LED 燈關閉；紅外線動作感測器是可以拿來偵測是否有物體經過偵測範圍，若有物體經過被偵測到則輸出為 1；沒有偵測到任何物體經過則輸出為 0，並當輸出為 1 時記錄此一時間點。

## 二.相關工作

### (一)硬體介紹

#### (a)Arduino 介紹

Arduino 是一塊基於開放原始碼發展出來的 I/O 介面控制板，並且可以使用 Java、C 語言的開發環境，讓使用者可以快速使用 Arduino 語言與 Flash 或 Processing... 等軟體，作出互動作品。Arduino 是在 2005 年 1 月由米蘭互動設計學院的教授 David Cuartielles 和 Massimo Banzi 所設計出來了，原始構想是希望讓設計師及藝術家們，透過 Arduino 很快的學習電子和感測器的基本知識，快速的設計、製作作品的原型，很容易與目前設計系所學的 FLASH，MAX/MSP，Virtool 等軟體整合，使得虛擬與現實的互動更加容易。互動的內容設計才是設計師的主要訴求，至於怎麼拼湊一個單晶片開發板，或是當中涉及如何構築電路之類的知識，就並非設計師需要了解的，因此非常適合不具電子背景的人使用，以設計出各種不同的互動裝置。

Arduino Uno 是基於 ATmega328 微控制器板（資料表）。它有 14 數位輸入/輸出針腳（其中 6 可用作 PWM 輸出）、6 個類比輸入、16 MHz 陶瓷諧振器、USB 連接、電源插孔、ICSP 標頭和一個重新開機按鈕。它包含支援微控制器；所需要的一切只需將它連接到電腦使用 USB 電纜或其電源與交流-直流配接器或電池要開始。Uno 不同於所有前面的板，因為它不使用 FTDI USB-串口驅動晶片。相反，它的特點 Atmega16U2（最新支援版本 R2 Atmega8U2）程式設計作為 USB-串口轉換器。

## (b) XBee

這是一個非常受歡迎的 2.4GHz XBee 模組(Digi formally Maxstream) 並且是一個平價、低功率無線感測網路。這個模組為 IEEE 802.15.4 推疊(以 Zigbee 為基礎)及包覆到簡易使用的 serial command 設置中。這個模組容許微控制器、電腦、系統、任何東西含有 serial port 間非常可靠的及簡單的通訊。點對點及點對多點的支援。

XBee 特色為 ISM 2.4 GHz 工作頻率、1 mW(0 dBm) 低功率消耗(依傳輸距離規格而不同)、最大傳輸距離可達 1.6km(室外) 至 16 mile、含 6 個 10-bit ADC 輸入 pins 及 8 個數位的 I/O pins、具 AT or API 等命令設置

XBee 是 Digi International 的一個無線電模組產品。第一個 XBee 無線電模組是在 2005 年由 MaxStream 品牌所提出。這個產品是基於 IEEE 802.15.4-2003 的標準所設計為點對點和星狀網路使用。最初介紹了兩種模式 — XBee (1mW)和 XBee PRO (100 mW)。XBee 無線電模組可用於數據和數據輸出 (UART)連線。另外，大多數的 XBee 系列有內建流量控制、I/O、A/D 和指標線。

## (c) 溫濕度感測節點 SHT-15

SHT15 數位溫度溼度感測器為高精度低單價且經過校正輸出的感測器，並於長時間運作狀況下提供卓越的穩定輸出，其整合了兩種感測器於一塊晶片上，非常靈敏且可直接使用。有 2 個經校正過的溫度和溼度感測器、兩條數位訊號線介面、可用來做露點計算 (Precise dewpoint calculation possible) 量測範圍為 0~100% RH、絕對的 RH 精確度為  $\pm 2\%RH(10\% \sim 90\%RH)$ 、常溫下的精確度為  $\pm 0.3^{\circ}C @ 25^{\circ}C$ 、快速反應時間小於 4 秒、低功率消耗(typ.  $0.3\mu W$ )。

## (d) 紅外線動作感測器

紅外線動作感測器 (Passive Infrared Sensor Motion Sensor) 或稱人體紅外線感測器，是一種可以偵測物體移動的電子裝置。生活中很多東西都會發射紅外線，例如燈泡、蠟燭、中央空調等，其實人體也會發射紅外線，紅外線動作感測器的原理，便是利用人體發射出來的紅外線的變化，來感應物體的移動。此感測模組具防呆腳位，搭配 gorve 系列 stem 擴充板使用。可用來偵測是否有人經過這個區塊！訊號屬於標準的數位訊號

此模組上，有兩組可變電阻，以方便使用者調整反應時間（0.3S~25S）以及偵測範圍(最大 6m)，偵測角度為 120 度。

### (e)光轉頻率 IC\_TL230

可以感應入射光的強度，並且成正比的將感測到的光源轉換為頻率，並輸出一個脈波或方波。同時採用簡易的 Transistor-Transistor Logic (TTL) 訊號輸出，可以方便使用者將訊號接續到控制器中。

輸入電壓：2.7 - 5.5VDC

偵測光源：320nm - 1050nm

消耗電流：2mA@power on、5uA@power off

## (二)軟體介紹

### (a)XAMPP 介紹

XAMPP 是一個把 Apache 網頁伺服器與 PHP、Perl 及 MySQL 集合在一起的安裝包，允許用戶可以在自己的電腦上輕易的建立網頁伺服器。

### (b)PHP 介紹

PHP 原本的簡稱為 Personal Home Page，是拉斯姆斯·勒多夫為了要維護個人網頁，而用 c 語言開發的一些 CGI 工具程式集，來取代原先使用的 Perl 程式。最初這些工具程式用來顯示拉斯姆斯·勒多夫的個人履歷，以及統計網頁流量。他將這些程式和一些表單直譯器整合起來，稱為 PHP/FI。PHP/FI 可以和資料庫連接，產生簡單的動態網頁程式。拉斯姆斯·勒多夫在 1995 年 6 月 8 日將 PHP/FI 公開釋出，希望可以透過社群來加速程式開發與尋找錯誤。這個釋出的版本命名為 PHP 2，已經有今日 PHP 的一些雛型，像是類似 Perl 的變數命名方式、表單處理功能、以及嵌入到 HTML 中執行的能力。程式語法上也類似 Perl，有較多的限制，不過更簡單、更有彈性。

PHP 為 PHP: Hypertext Preprocessor 的縮寫，PHP 是一種跨平台、嵌入式的伺服

器端執行的 script language。適合於網頁的開發，並可內嵌入 HTML 中，PHP 最早是在 1994 年時，由 Rasmus Lerdor 開始發展 PHP 的計畫。起初，PHP 僅僅是個人使用但後來慢慢延伸成為目前炙手可熱的網頁技術，並且獲得許多網路管理者的青睞，利用 PHP 來幫忙做一些網管的工作。PHP 主要功能在於伺服器端的 script 程式，因此您可以用它來做任何 CGI 程式可以做的事，例如收集表單資料、動態產生網頁、或者發送 / 接收 Cookies。

PHP 語言是伺服器端(Server)執行的網頁，不像一般 HTML 網頁，只要單機下開啟檔案就可以檢視網頁；PHP 必須先在伺服器端執行完後，再將結果傳至使用者端(Client)的瀏覽器中檢視結果，所以必須使用網站伺服器，且伺服器要支援 PHP。

### (c)MySQL

MySQL 是一個小型關係型數據庫管理系統，開發者為瑞典 MySQL AB 公司。目前 MySQL 被廣泛地應用在 Internet 上的中小型網站中。由於其體積小、速度快、總體擁有成本低，尤其是開放源碼這一特點，許多中小型網站為了降低網站總體擁有成本而選擇了 MySQL 作為網站數據庫。

### MySQL 的特性

1. 使用 C 和 C++ 編寫，並使用了多種編譯器進行測試，保證源代碼的可移植性
2. 支持 AIX、FreeBSD、HP-UX、Linux、Mac OS、Novell Netware、OpenBSD、OS /2 Wrap、Solaris、Windows 等多種操作系統
3. 為多種編譯語言提供了 API。這些編程語言包括 C、C++、Eiffel、Java、Perl、PHP、Python、Ruby 和 Tcl 等。
4. 支持多線程，充分利用 CPU 資源
5. 優化的 SQL 查詢算法，有效地提高查詢速度
6. 既能夠作為一個單獨的應用程序應用在客戶端服務器網路環境中，也能夠作為一個庫而嵌入到其他的軟件中提供

多語言支持，常見的編碼如中文的 GB 2312、BIG5，日文的 Shift\_JIS 等都可以用作數據表名和數據列名

7. 提供 TCP/IP、ODBC 和 JDBC 等多種數據庫連接途徑
8. 提供用於管理、檢查、優化數據庫操作的管理工具
9. 可以處理擁有上千萬條記錄的大型數據庫

#### (d) Zigbee

ZigBee 主要是由 IEEE 802.15.4 小組與 ZigBee Alliance 組織，分別制訂硬體與軟體標準。它是一種低傳輸速率 (250kbps)、短距離 (一般約為 50-100m，依耗電量之不同，可提昇至 300m)、低功耗、架構簡單的技術。目前制定的頻段為全球的 2.4GHz ISM 頻段、美國的 915MHz 頻段，以及歐洲的 868MHz 頻段。在 2.4GHz 的 ISM 頻段，可使用的通道數為 16 個；在 915MHz 的 ISM 頻段，可使用的通道數為 10 個；在歐洲的 868MHz 頻段，可使用的通道數為 1 個。ZigBee 支援主從式或點對點方式運作，同時最多可有 65536 個裝置鏈結，具有高擴充性。主要應用的方向在於家庭裝置自動化、環境安全與控制，以及個人醫療照護等功能，逐漸成為產業共通的短距離無線通訊技術之一。

### 三.系統架構

本文所提之系統架構，如圖 1 所示。其分為 Arduino 搭配 XBee 與 Sensor、Zigbee 通訊、Base Station 接收端。

#### (一)Arduino 搭配 XBee 與 Sensor 部分為:

1. Arduino 搭配 XBee 與溫濕度感測節點為圖一左側第一個感測節點，主要功能為偵測環境中溫度和濕度的改點資料，在透過 XBee 經由 Zigbee 傳輸到 Base Station 接收端。

2. Arduino 搭配 XBee 與紅外線動作感測器為圖一左側第二個感測節點，主要功能為偵測環境中是否有物體移動，若物體有移動就輸出值為 1，沒有物體移動的時候就輸出值為 0，在透過 XBee 經由 Zigbee 傳輸到 Base Station 接收端讓使用者知道輸出為 1 的時間做為調閱影片的時候知道物體移動的時間點。
3. Arduino 搭配 XBee 與光轉頻率 IC\_TL230 為圖一左側第三個感測節點，主要功能為偵測環境中的光照度，若環境中的光罩度小於我們設定的值時候就自動開啟電源讓 LED 燈開啟；若亮度有達到我們所設定的值的時候就自動的關閉電源讓 LED 燈關閉。

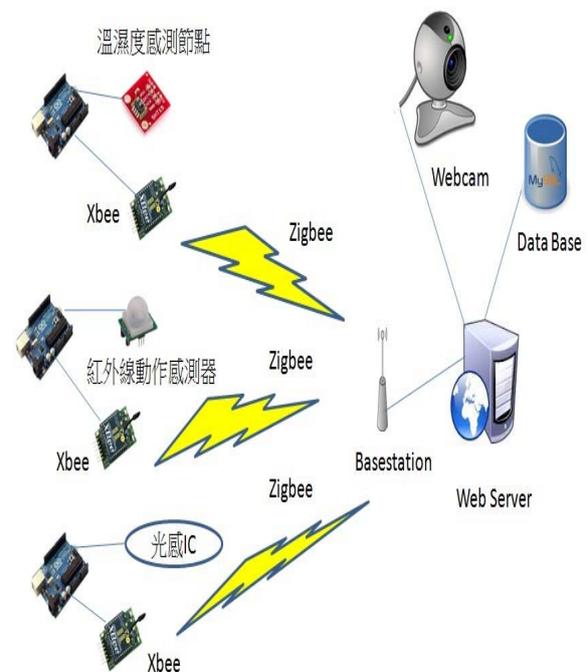


圖 1. 系統架構圖

#### (二)Zigbee

它是一種低傳輸速率 (250kbps)、短距離 (一般約為 50-100 m，依耗電量之不同，可提昇至 300m)、低功耗、架構簡單的傳輸技術。

#### (三)Base Station 接收端

把環境中所收集到的溫溼度、光照度、紅外線動作感測器的三種資料透過 Web Server 來儲存到 Data Base 裡。

## 四.系統展示

### (一) XBee 多點對單點的設定

1. 首先把 PAN ID 都統一為 123，來建立起多點對單點的傳輸通道，如圖 2 所示。
2. 設定接收端的 Function Set 設定為 ZIGBEE COORDINATOR AT，如圖 3 所示。
3. 設定接收端的來源位址 DH 設為 0，DL 設定為 0xFFFF，如圖 4 所示。
4. 設定光照度發送端的 Function Set 為 ZIGBEE ROUTER/END DEVICE AT，如圖 5 所示。
5. 設定光照度傳送端的來源位址，則 DH、DL 設為接收端的 SH:13A200 和 SL:40303464，如圖 6 所示。

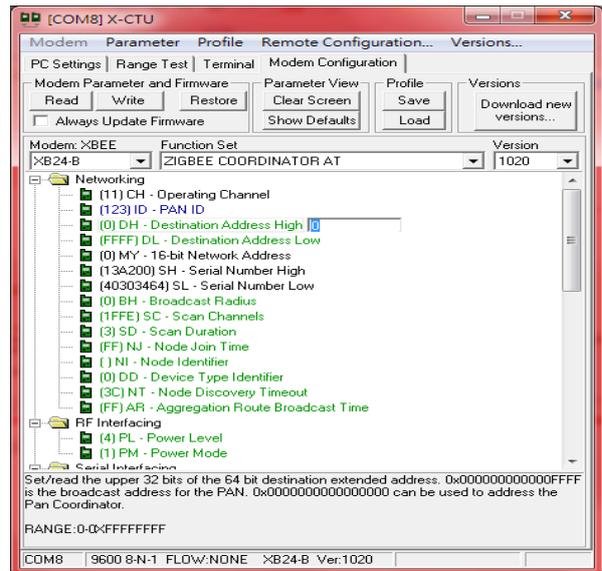


圖 4. 設定來源位址設成 DH 為 0 DL 為 0xFFFF

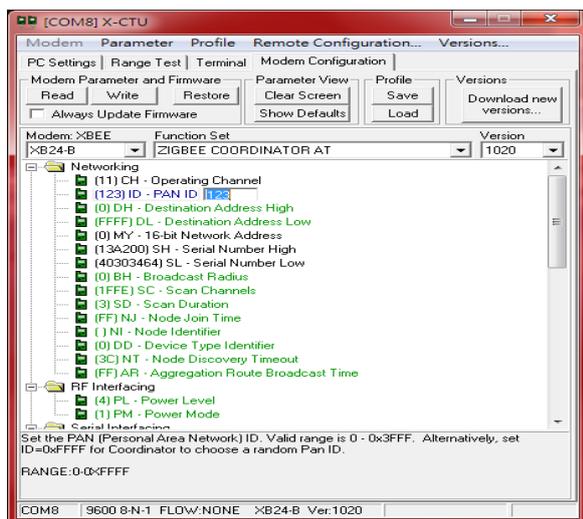


圖 2. 所有節點的 PAN ID 設為 123

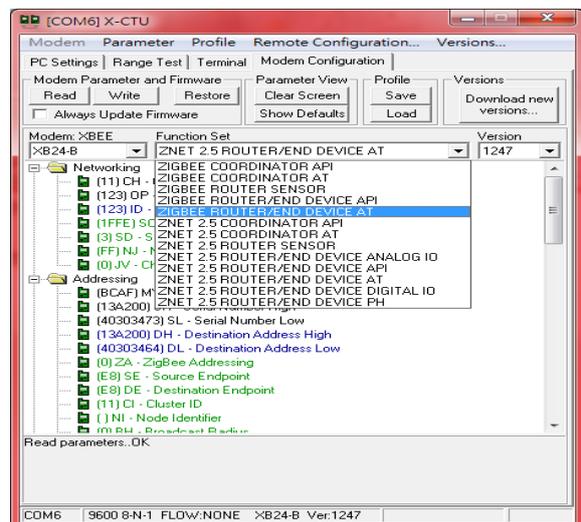


圖 5 設定發送端的 Function Set

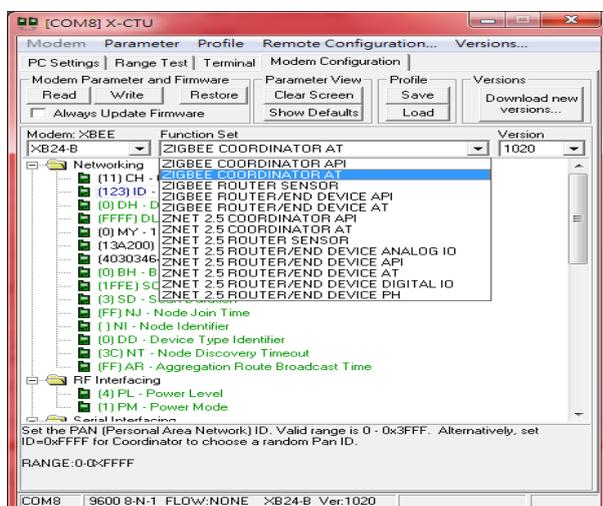


圖 3. 設定接收端的 Function Set

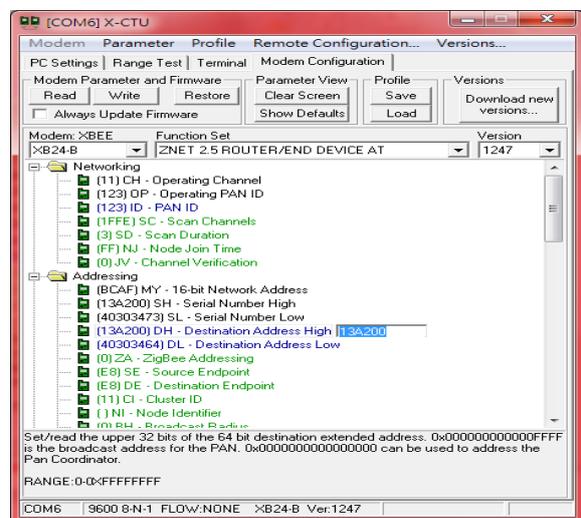


圖 6 設定傳送端的來源位址

## (二) 網頁畫面和登入後的功能介紹

1. 本系統網頁一開始要登入的畫面，要輸入正確的帳號密碼後才能作登入動作，如圖 7 所示。
2. 登入系統網頁後的畫面，如圖 8 所示。左側是功能的選擇；功能則有即時監控、節點監控、瀏覽紀錄的紀錄查詢。
3. 點選左側之即時監控功能，可以讓使用者即時的監控到環境中的即時動態，如圖 9 所示。
4. 點選左側之節點監控中的光照度功能，在環境中感測到的數據呈現在網頁上的擷取圖，若光照度小於我們設定的值時候，則 LED 燈就會自動的開啟；若是光照度大於我們設定的值，則 LED 燈就會自動的關閉，如圖 10 所示。
5. 點選左側之節點監控中的紅外線動作感測器因為在環境中沒有物體經過，所以網頁上看到的值為 0，如圖 11 所示。
6. 點選左側之節點監控中的紅外線動作感測器因為在環境中有物體經過，所以網頁上看到的值為 1，如圖 12 所示。
7. 點選左側之節點監控中的溫溼度感測節點，網頁上顯示的就是環境目前所感測到的值，如圖 13 所示。
8. 點選左側之瀏覽紀錄的功能，這個功能可以記錄使用者的登入 IP，如圖 13 所示。



圖 7. 網頁初始登入畫面

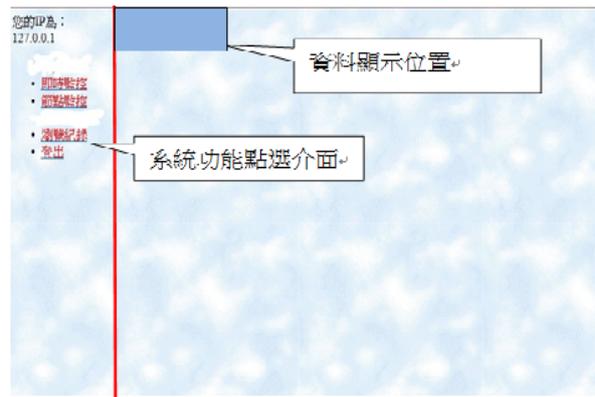


圖 8. 為系統登入後畫面



圖 9. 環境即時監控的畫面



圖 10. 光照度在網頁上呈現數據

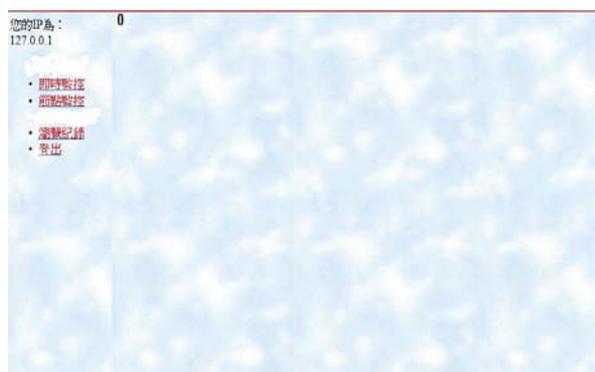


圖 11. 紅外線動作感測器在環境中沒物體經過時傳回資料圖

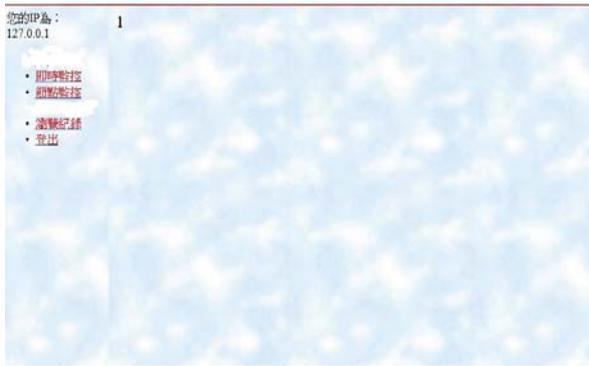


圖 12. 紅外線動作感測器在環境中有物體經過時傳回資料圖

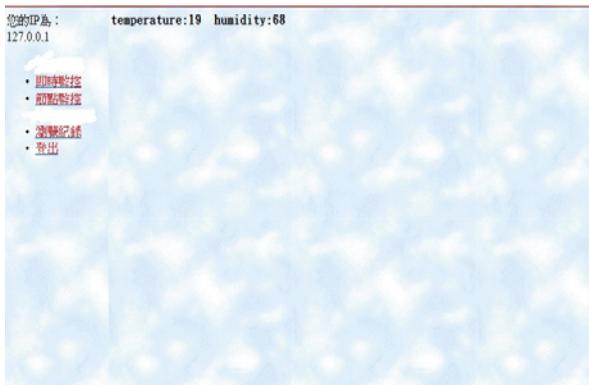


圖 13. 溫溼度感測節點在環境感測到的資料在網頁上呈現

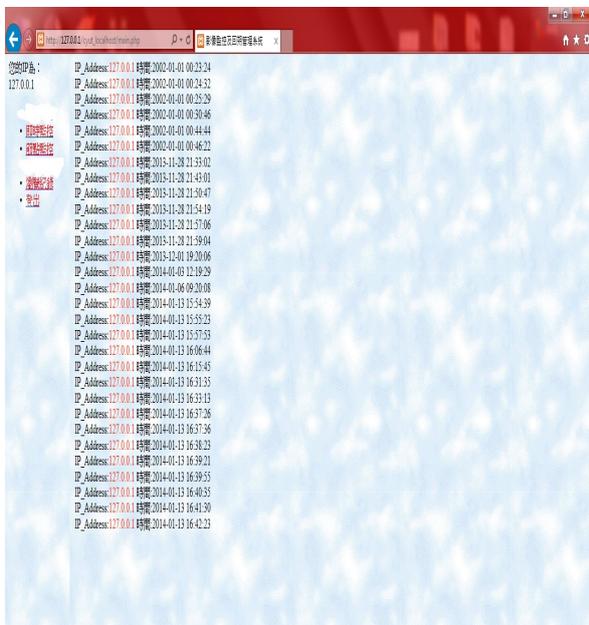


圖 14 IP 登入的瀏覽紀錄

### (三) 節點感測利用 X-CTU 呈現畫面

1. 在環境中溫濕度感測節點所實際感測溫度及濕度的資料，如圖 15 所示。

2. 系統在環境中光照度節點感測到的光照度在 X-CTU 上傳輸的擷取圖，若光照度小於我們設定的值時候，則 LED 燈就會自動的開啟；若是光照度大於我們設定的值，則 LED 燈就會自動的關閉。如圖 16 所示。
3. 系統多點對單點的傳輸資料擷取圖，如圖 17 所示。圖中的 temperature 為溫度感測資料；humidity 為濕度的感測資料；lux 則為光照度的資料，圖中的 0、1 則是紅外線動作感測器(Passive Infrared Sensor Motion Sensor)的感測資料，0 代表沒有物體經過；1 則代表有物體經過。

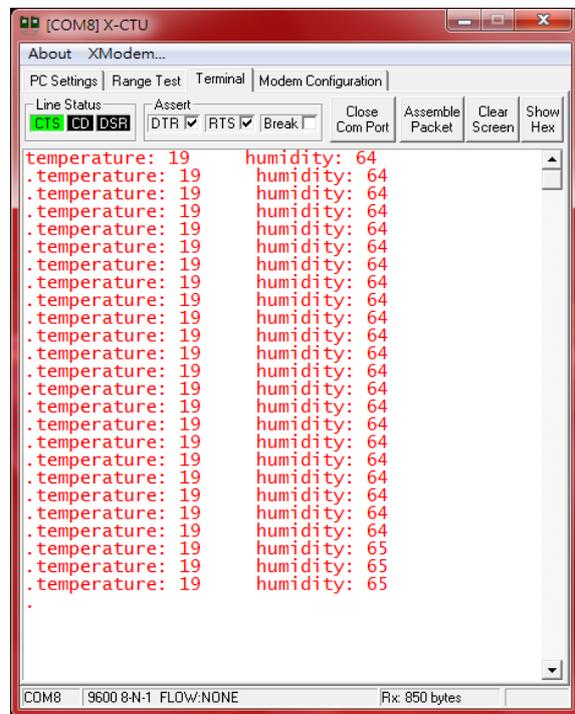


圖 15 環境中溫濕度感測到的資料

