

# 二氧化碳濃度偵測—手機結合 QR Code 與藍牙

林虹秀  
朝陽科技大學資訊管理系  
s9914153@cyut.edu.tw

郭宏毅  
朝陽科技大學資訊管理系  
s9914015@cyut.edu.tw

陳榮靜  
朝陽科技大學資訊管理系教授  
crching@cyut.edu.tw

## 摘要

近年來室內空氣健康危害的議題逐漸受重視，科技發達造成二氧化碳含量不斷增加，使氣候劇烈轉變，地球面臨種種危機。二氧化碳濃度含量過高影響環境以及人類，危害人體造成缺氧、手腳發麻、失去知覺甚至陷入昏迷導致窒息而亡。設計此系統主要是希望能夠隨時監控週遭環境的空氣品質，利用二氧化碳探測器結合現今日漸普及的智慧行動裝置及網路，使用者只要透過手機或電腦就可以清楚掌握數據，確認自己是否正處於安全舒適的空間環境，室內空間的二氧化碳濃度及溫度是否正常，並利用此系統有效的控管室內空氣品質及溫度。實驗證明我們所設計的系統，可有效達到二氧化碳濃度的監控，並能進一步結合室內空間設備或解決措施，達到室內空氣品質改善的功效。

**關鍵字：**二氧化碳、室內空氣品質、藍牙

## Abstract

During recent years, indoor air quality is being taken seriously, elevated levels of carbon dioxide after technology developed to make dramatic changes in climate and polar ice sheet disintegration. Global climate is suffering from environmental crises. High concentrations of carbon dioxide levels will have a bad effect on the environment and humans, may cause hypoxia, numb hands and feet, lose consciousness or even death. This system is mainly want to be able to

monitor the ambient air quality at any place, and using carbon dioxide detectors combine the wisdom of mobile devices and networks, users can get information by using a mobile phone or computer, to confirm whether we are in safe and comfortable environment, also we can control the indoor air quality and temperature effectively by the system.

**Keywords:** Carbon dioxide, Indoor air quality, Bluetooth

## 1. 前言

大家都有過冬天因為室外寒風凜凜而緊閉門窗的上課經驗，但經過幾分鐘後，總是會感覺昏昏欲睡，導致上課品質的降低，會造成昏昏欲睡的原因是密閉空間內有太多人，而空氣因為門窗緊閉而無法對流，以致於室內的二氧化碳濃度大幅提升，二氧化碳濃度過高時，易產生頭痛、嗜睡、反射減退、倦怠等症狀，降低學習效率[3]。

本計畫將以二氧化碳偵測儀器結合藍牙遠距離傳輸，進行遠距離監控室內空氣品質，並以學校教室為模擬開發環境，將監測得到的數據資料發佈到智慧型手機，讓身處在環境中的使用者可以了解身邊的空氣是否安全。

此計畫研究首先利用二氧化碳及溫度的探測儀器進行測量室內的二氧化碳含量及溫度，將數據利用藍牙傳輸至電腦、手機或平板中，接著再由主機利用網路傳輸至雲端資料庫中，最後可藉由網頁或 APP 讀取資料庫，顯示測得的時間及溫度與二氧化碳濃度的值，則以顏色簡易區分目前濃度值處於的範圍，顯示藍

色為少量(600ppm 以下)、黃色為適量(600~800ppm)、橘色為過量(800ppm 以上)、紅色則是遠超過標準值(1000ppm 以上)，其超標濃度是參照行政院環境保護署發布[7]，以二氧化碳標準值濃度須為 1000ppm 以內(8 小時值)，來訂定超標警示範圍，若場所內的二氧化碳含量過高或過低均會有警示燈號作為提醒使用者，同時會將狀況向管理者通報。

本計畫研究能夠透過智慧型手機，接收到偵測儀器所發送的濃度與溫度資訊，使了解目前身處環境中的濃度狀況，因此針對藍牙遠距離傳輸與二氧化碳偵測儀器提出以下研究問題：

- (1) 藍牙數據傳輸距離僅數十公尺，如何搜集每間教室的空氣監測資料。
- (2) 智慧型手機如何以便利、快速的前提取得教室的位置資訊。
- (3) 監測到超過邊界值的教室，如何改善空氣品質。
- (4) 除了智慧型手機能看到教室資訊外，還能有那些管道可以發佈。
- (5) 測得的數據如何和資料庫做連接，手機又如何連接資料庫。

## 2. 相關技術

文獻回顧與探討針對以下三個方面手機使用之通訊媒介、MYSQL 資料庫與手機連接、JSR-82 API 藍牙基礎之數據讀取更新系統來做整理：

### (1) 手機使用之通訊媒介

智慧型手機越來越普及，相較於以往其不只是連絡的工具，內建功能越來越多樣化，手機支援的資料通訊方式有很多種，例如：NFC [11]、Wi-Fi [12]、Bluetooth [5]、QR Code [1]。這麼多種的通訊方式必須挑選出符合本計劃便利與快速的需求，來做為智慧型手機讀取教室的位置資訊的方法。

表 1 為本計畫透過測試與資料蒐集以上四種通訊方式之結果，針對其工作範圍、速率、便利性、讀取位置精準度等資訊來比較。

表 1 四種通訊方式比較表

	NFC	Wi-Fi	Bluetooth	QR Code
工作範圍	< 0.2 m	遠	<10 m	30cm<
速率	424 Kbit/s	22 Mbit/s	2.1 Mbit/s	-
便利性	中	高	高	高
讀取精準度	高	中	無法	高
設定程式	< 0.1 s	快	< 6 s	-
功耗	< 15 mA	視範圍而定	< 15 mA	-

我們選用 QR Code 通訊方式，主要能讓使用者減少在手機上輸入文字等資料的麻煩，可以用來儲存位址及網址，也可儲存簡短訊息，並採用 UTF-8 最多可儲存 984 字元。

讀取方式是利用 30 萬畫素以上的照相機，搭配手機內的 QR 碼解碼軟體，對著 QR 碼一照，解碼軟體會自動解讀此訊息顯示於手機螢幕上，NFC 雖也是進行近距離感測，但需較靠近目標芯片，且使用的手機也要支援此功能才可進行，因此相較之下，QR Code 較符合本研究需求。

QR Code 應用於本研究開發的 Android 系統上，只需安裝條碼掃描器便可進行掃描，快速得到教室或所在位置資訊。QR Code 組成如圖 1 所示：

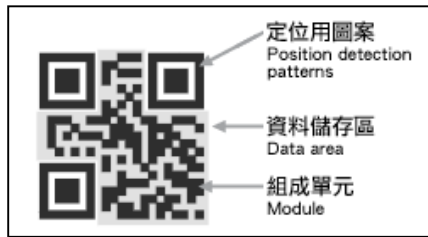


圖 1 QR Code 的標準形式[9]

## (2) MYSQL 資料庫與手機連結

智慧型手機目前皆有裝載 Wi-Fi 技術，透過網路連接資料庫是最快速便捷的方式，整個校區都在 Wi-Fi 的涵蓋範圍內，除此之外也可利用手機搭載的行動數據上網功能，或便利超商 Wi-Fi 熱點分享的據點，讓擁有智慧型手機的使用者皆能方便更新，去查詢偵測到的空氣品質資料。

本計劃利用 Wi-Fi 將智慧型手機讀取的位置資料傳送至 PHP 後端程式，再連結資料庫取出資料，幾乎所有與網頁開發相關的語言都有 JSON (JavaScript Object Notation)[4]函式庫，JSON 是一種輕量級的資料交換語言，屬於 JavaScript 的子集，相較於瀏覽器在速度讀取方面也較 XML 快[6]，且目前得到大部分瀏覽器支援，因此以 JSON 格式將資料庫資料回傳至智慧型手機。

## (3) JSR-82 API 藍牙基礎之數據讀取更新系統

以藍牙接收為主軸，須事先與電腦進行配對，並安裝 IVT BlueSoleil 藍牙驅動程式。藍牙與電腦進行配對後，PC 端的藍牙即可開始接收，PC 端使用 Bluetooth API 中的 JSR-82 API，JSR-82 提供 Java 平台的開發者一個開發的環境，其架構如圖 2 所示，JSR-82 介於作業系統與應用程式間，係作為應用程式與作業系統間的溝通橋樑。

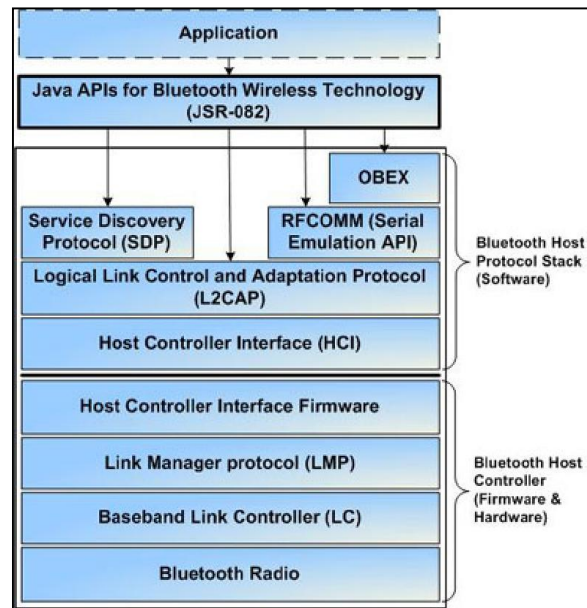


圖 2 JSR-82 API 架構圖[2]

## 3. 研究方法

本系統之研究方法可分為以下三個子系統，包含手機與 QR Code 資訊偵測、建立 MYSQL 資料庫連結 PHP 介面、JSR-82 API 藍牙基礎之數據讀取更新系統。

圖 3 為此研究之架構圖，當二氧化碳儀器偵測到所在教室的濃度與溫度資訊後，將數據資料透過 PC 端傳輸到 Sever，而使用者可由手機端或網頁端，連結到 Sever 取得教室、時間、濃度和溫度等資訊，或是利用掃描 QR Code 的方式，得到目前教室的即時數據資料。

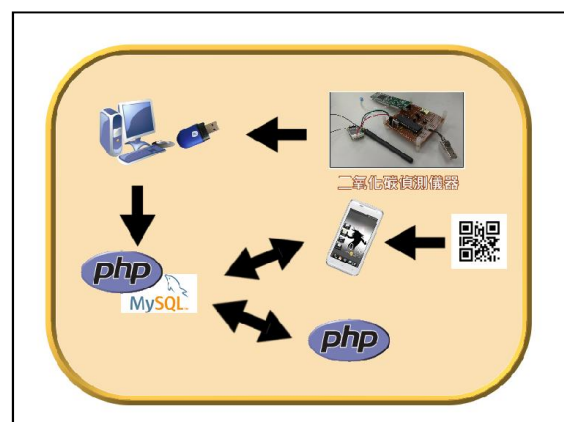


圖 3 本研究之架構圖

### 3.1 手機與 QR Code 資訊偵測

智慧型手機之資料取得可透過以下兩種方式，使用後置鏡頭對準 QR Code 讀取教室資訊，或透過即時偵測功能，利用手機之 Bluetooth 連結來取得數據資訊。

#### 步驟：

- (1) 在每間教室貼上預先設定好各教室詳細資訊的 QR Code。
- (2) 智慧型手機開啟後，點選偵測二氧化碳濃度功能鈕，手機便會移至讀取 QR Code 功能，當手機移至適當距離，QR Code 掃描辨識後，即讀取該教室資訊。
- (3) 取得教室資訊後，手機自動透過行動網路/Wi-Fi 將教室資訊提交至 PHP 後端程式，向資料庫要求提取資料。
- (4) 以 JSON 格式回傳至手機，供手機取出二氧化碳與溫度的資料。
- (5) 將數據以動畫指標方式呈現。
- (6) 或點選即時偵測功能，利用 Bluetooth 連結取得該儀器最新的一筆數據資訊。

### 3.2 建立 MYSQL 資料庫連結 PHP 介面

#### (1) MYSQL 資料庫

二氧化碳偵測儀器長時間進行監測，儀器偵測數據時間以秒為單位，可依使用者需求調整數據更新時間，目前以 5 分鐘新增一筆數據至資料庫的方式作資料儲存，但若長期統計下來，大量的數據恐怕成為資料庫的負擔，因此除了可以調整數據更新時間，亦可固定每間教室的資料儲存量，管控人員需二、三個月對資料數據作備份，數據可用更新方式來替代資料庫中最舊的一筆資料。

本計劃將建立 PHP 與 MYSQL 結合之動態網頁，在動態網頁上可看到校園內，每間教室之空氣品質與室內溫度，並以易辨識的顏色來

區別空氣的優劣，方便使用者與學校管理人員了解學校內的空氣品質的好壞。

#### 步驟：

- (1) 接收 PC 傳來的數據，傳來的數據包含：時間、位置、二氧化碳濃度、溫度。
- (2) 將數據分析後，分門別類更新到該棟大樓與該教室的資料表內。
- (3) 接收智慧型手機傳來的教室資訊，傳來的數據包含：位置資訊。
- (4) 以位置資訊向資料庫提取該教室最新一筆空氣數據，並以 JSON 格式回傳給手機。

#### (2) PHP 網頁介面

以動態網頁的方式讓使用者能夠最快速的獲取最新的資料，並使用 jQuery[14]來強化部分網頁的視覺效果，圖 4 為網站進入時的畫面，包含首頁、二氧化碳簡介、聯絡我們、管理者專區四個主功能。



圖 4 網站首頁



#### 步驟：

- (1) 進入系統頁面，首頁左側包含近期濃度異常通知、相關網站、網頁 QR Code 掃描功能。
- (2) 主頁中以三階層下拉式選單的方式，可依大樓、樓層、教室作地點資訊查詢。
- (3) 選擇教室後系統以 GET 的方法將大樓的參數傳至下個頁面，並立即於資料庫中取出大樓每間教室的空氣數據。
- (4) 數據頁面包含地點資訊、時間、濃度、溫度以及濃度與溫度之雙折線圖，並以燈號表示目前濃度狀態。
- (5) 或使用地圖導覽模式，點選所要查詢的樓層與教室，也能夠得到以上的濃度溫度資訊。
- (6) 管理者能夠登入使用者專區來管理網頁後端，進行教室的資訊瀏覽、查詢或刪除。

### 3.3 JSR-82 API 藍牙基礎之數據讀取更新系統

裝置傳輸距離僅數十公尺，無法以一個藍牙裝置就完成一層或是一棟大樓的數據傳輸，但因藍牙裝置非常普遍，以市售的 USB 藍牙傳輸器連接電腦，並以 Java 使用 Bluetooth API 撰寫讀取空氣數據的程式，上傳室內空氣品質的數據。

#### 步驟：

- (1) 讓 Java Project 支援 BlueCove[13]。
- (2) 更改藍牙接收器的名稱為教室位置。
- (3) 啟動程式後，程式開始自動尋找二氧化碳偵測儀器。
- (4) 讀取一組二氧化碳濃度與溫度後，上傳更新至 PHP 後端程式。

## 4. 實驗規劃與測試結果

本研究分別於校內三間大小不同的空間

下做實際測試，其中小型辦公室場域大小約 12×9 (公尺)、研究室約 12×10 (公尺)、專題作品展示教室約 15×13 (公尺)，各放置一組室內空氣品質儀器(如圖 5，其中 1 為藍芽傳輸連線裝置；2 為濃度與溫度判斷裝置；3 為接收二氧化碳濃度 Sensor)。

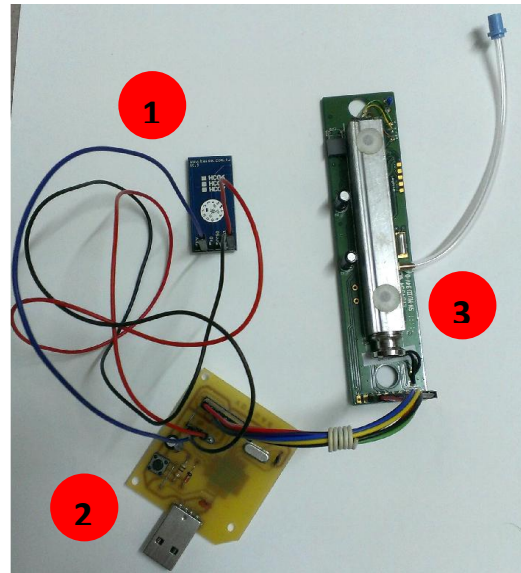


圖 5 二氧化碳濃度偵測儀器

觀察時間除了專題展示教室，不可在非展期時放置儀器外，其他辦公室與研究室中將儀器設置為期 1 週的監控，以下將針對前述不同場域中的實驗結果，擷取部分資料作整理與圖表統計。

### 4.1 實際測試圖表說明

#### (1) 12×9 小型辦公室

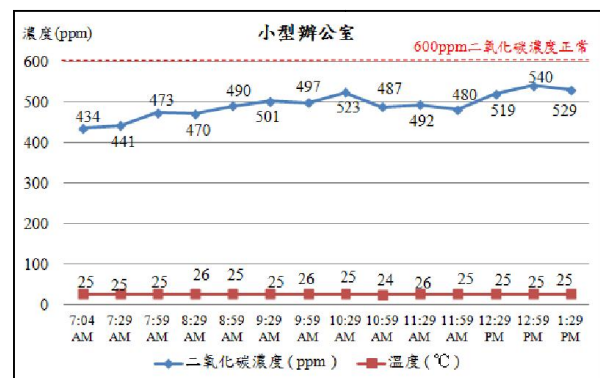


圖 6 部分測試結果折線圖(2013/11/25)

說明：

在小型辦公室放置一個禮拜的監測中，其中菱形曲線表示二氧化碳的濃度值；方形曲線表示溫度的值。

取 7:00AM~1:30PM 階段(6 個小時半)，擷取其中每半個小時的值進行統計結果如圖 6，上班時間 8:00AM 在此時段之前並無人員進出，濃度值保持在 450ppm 以下，空間內約放置 6 台電腦，門窗緊閉狀態。

從 8:00AM 起始為辦公時間，濃度值些微上升，室內辦公人員 4 人，空調與風扇設備未啟動，門窗開啟且有人員流動，因此濃度穩定在 600ppm 以下，升降幅度不大。

## (2) 12×10 研究室

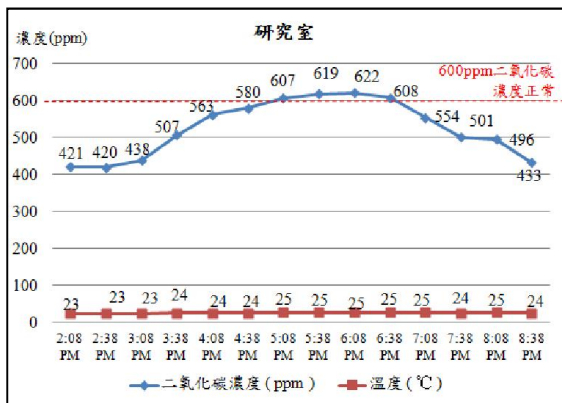


圖 7 部分測試結果折線圖(2014/01/01)

說明：

如圖 7 在研究室的監測中，其中菱形曲線表示二氧化碳的濃度值；方形曲線表示溫度的值，取 2:00PM~9:00PM 階段(7 個小時)，擷取其中每半個小時的值進行統計，2:00PM 時室內人員 2 人，室內開啟 6 台電腦，空調與風扇設備未啟動，門窗緊閉但有開啟窗戶，約 3:00PM 後人員到研究室進行研究討論，室內人數增至 5 人，濃度值由 438ppm 逐漸上升到最高 622ppm。從 7:00PM 開始人員紛紛下班，室內濃度逐降到 433ppm，之後維持穩定狀態。

## (3) 15×13 專題作品展示教室

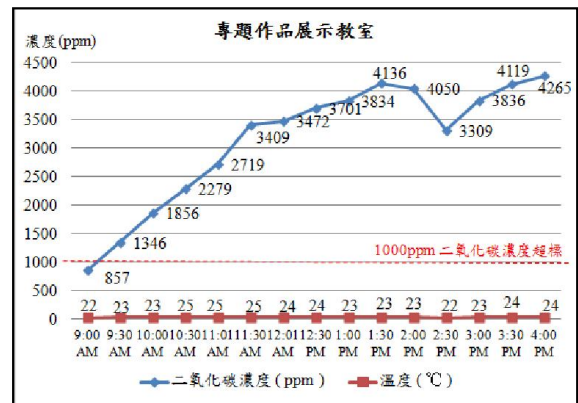


圖 8 部分測試結果折線圖(2013/12/05)

說明：

在專題作品展示教室的開放參觀期間將儀器設置並進行偵測，其中菱形曲線表示二氧化碳的濃度值；方形曲線表示溫度的值，取 9:00AM~4:00PM 階段(7 個小時)，如圖 8 為擷取其中每半個小時的值進行統計的結果。展場開放時間為 9:00AM，初始濃度數值為 857ppm，開啟前後兩扇門，窗戶緊閉但有開啟空調設備。

展場開放後室內工作人員人數約 35 人，其中有人員流動以及參訪人員進出，室內濃度因人數增加而上升速度變快。

圖中 1:00PM 後有團體參訪人員進入，此時濃度上升到 4136ppm，約 2:00PM 時參訪人員減少而濃度半小時內下降到 3309ppm，在 2:30PM 有另一團參訪人員，此時濃度慢慢攀升，4:00PM 時濃度到最高到達 4265ppm。

## 4.2 測試結果分析

以上實際測試結果中，發現濃度的高低與室內空氣流通程度和人員多寡有直接關係，在小型辦公室中由於室內人數少，門窗也是開啟狀態，因此空氣流通讓濃度穩定維持在正常階段。在研究室裡門窗緊閉狀態下，濃度數值隨人數增減而改變，因會議進行於密閉空間，且無空氣流通因此濃度明顯上升。而專題作品展

示教室中，只開啟兩扇門，人員進出數量多，對於濃度有急遽升降的影響，展示空間內雖開啟空調設備，但並無調整溫度，以送風狀態讓空氣流通，且室內人數多相對空間也不寬敞，使濃度在人潮來臨時大幅上升，參訪人潮離開則明顯下降。

## 5. 結論與未來展望

本研究設計此二氧化碳偵測系統，主要是方便讓大家注意週遭室內環境的空氣品質，透過手機或電腦查詢，就可以馬上知道自己是否正處於安全舒適的空間環境下，或是即將前往室內空間的二氧化碳濃度及溫度是否正常，亦可在室內空間外加裝平板或資訊顯示器，顯示此間會議室或空間內最新的濃度、溫度資訊，以利使用者在進入空間前，已先了解目前空氣品質狀態。

另外在企業、公司或居家生活中，可以藉由此儀器所蒐集的數據，進行改善空氣品質的計畫，或者依超標通知來統計哪些空間的濃度經常異常，將空間列入管控中心。只要透過便利取得資訊的方式，就能讓室內空氣品質作更有效的控管，藉此提醒我們空氣品質的重要性，提高人們對高濃度的二氧化碳將有害人體的警覺，並希望能因此降低人們對空氣的汙染，策劃如何減少二氧化碳的排放量，減輕地球的負擔，並且讓使用者可以建立減碳的生活模式，共同為節能減碳貢獻心力，進而達成全國二氧化碳排放減量，符合國家節能減碳總體計畫[8]既定目標。

在本研究中目前除了能夠便利得到資訊作為警訊外，期望能夠於企業或公司中，結合中控系統來實際執行改善的方案，例如二氧化碳超標濃度警訊提示後，即啟動該間室內之全熱式交換器(HRV)[10]，對通過的清淨外氣與排出廢氣進行濕氣、溫度的交換，降低室溫改變以維持舒適的環境，或者啟動空調設備來加速空氣流通，讓我們在自動調控的空間下，適時

改善與創造安全的生活環境。

本研究的空氣品質偵測儀器，可更換 Sensor 來進行其他氣體的偵測，因此未來能夠往結合二氧化碳與一氧化碳濃度偵測器的方向，進一步監控室內空氣品質以及居家安全的管控。

## 6. 致謝

本計畫受國科會計畫編號 NSC102-2815-C-324-013-E 之經費補助，提供此機會與補助，讓研究計畫能夠順利圓滿完成。

## 參考文獻

- [1] 方柏人，*運用 Kano 與 Refined Kano 模式探討企業導入 QR Code 對服務品質之影響*，朝陽科技大學企業管理系碩士論文，2011
- [2] 圖 2 *JSR-82 API 架構圖*，2013/01/28  
http :  
//www.sf.org.cn/j2me/OptionalPackage/19905.html
- [3] 粘金傳，*室內二氧化碳濃度偵測分析研究—以彰化縣國民中小學電腦教室為例*，大葉大學工學院碩士在職專班碩士論文，2011。
- [4] 花金地，*支援目標驅動觀點強化循序圖生成觀點導向程式碼之工具*，國立中央大學資訊工程研究所碩士論文，2012
- [5] 洪哲勝，*應用 Wi-Fi 無線通訊技術於位置追蹤之研究*，亞洲大學電腦與通訊學系碩士論文，2005
- [6] 簡偉民，*Android 應用程式功能開發與連線技術實作*，國立臺灣海洋大學碩士論文，2013

- [7] 行政院環境保護署室內空氣品質管理法，**室內空氣品質標準**，2013。      **以博物館導覽系統為例**，國立暨南國際大學資訊管理學系碩士論文，2013
- [8] 行政院，**國家節能減碳總計畫**，2010。      [12] 維基百科：**Wi-Fi**，2013/01/28  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
- [9] 陳相如，**結合 QR code 與彈性化網頁框架通訊平台之建置**，佛光大學資訊學系碩士論文，2012      [13] The Official Website of **BlueCove**，  
<http://bluecove.org/>
- [10] 陳致嘉，**全熱型交換機應用於小型住宅室內空間熱舒適環境之研究-以高雄市恆上君悅為例**，樹德科技大學碩士論文，2010      [14] The Official Website of **jQuery**，  
<http://jquery.com/>
- [11] 吳芸喬，**基於群組之NFC通訊應用模式：**