

基於無線網路之目標追蹤系統

許益祥

朝陽科技大學資訊與通訊系

se30522@gmail.com

黃永發

朝陽科技大學資訊與通訊系

yfahuang@cyut.edu.tw

張嘉郡

朝陽科技大學資訊與通訊系

nok1233214@gmail.com

摘要

本文中，應用無線網路訊號量測軟體 Acrylic Wi-Fi 量測附近各個無線網路存取點 (Access Point, AP) 之訊號強度 (Received Signal Strength Indication, RSSI)，並使用互動式網頁將量測數據回傳資料庫，再根據資料庫內的訊號強度數據估計出 Wi-Fi 無線網路系統覆蓋率。在 Wi-Fi 覆蓋範圍良好的環境下，我們透過蒐集每台 AP 的基本服務設定識別碼識別元 (Basic service set identifier, BSSID) 及 AP 擺設位置，並以三角定位法 (Triangulation) 來推估用戶所在位置，呈現在智慧手機上，使原本設計成資料傳輸的設備，變成追蹤的工具。

關鍵詞：Triangulation、Access Point、RSSI。

Abstract

Nowadays, when we turn on our mobile Wi-Fi connection, many SSIDs (Service Set Identifier) can be searched out. Then the high density of APs (Access Points) deployments should be applied for the localization issues. By using an Acrylic Wi-Fi analyzer, the received signal strength indication (RSSI) of each AP connection can measure. In this paper, we at first measured the RSSI on different positions on the fifth floor of management building (T2) in CYUT (Chaoyang University of Technology). Then, we developed a APPs to efficiently upload the measured RSSIs to the Web server. After the collection of the sufficient data, according to these data, we can estimate wireless channel characterization. Then the MATLAB software was used to simulate coverage of Wi-Fi system for the whole area. We found that the coverage of Wi-Fi on the fifth floor of building T2 is excellent. Therefore, when we are on the anywhere on the fifth floor of T2, our position will be localized by the triangulation localization algorithm via the three higher signals of AP. The smart phone imbedded with RSSI measuring APP can be used as a tracking device.

Keywords: Access Point, triangulation, Received Signal Strength, Wireless Channel Model, MATLAB.

1. 前言

從傳統的乙太網路，到現今無線區域網路的蓬勃發展，我們的生活周遭已經有成千上萬的 AP，無線網路技術是使用空氣當作媒介，再利用電磁波來傳接資訊；比較傳統乙太網路，無線區域網路擺脫了空間上的束縛。現在已經有許多企業都設有無線區域網路，將傳統乙太網路與無線區域網路整合，在校園、商家與自家住宅，也都有架設無線網路存取點。

隨著科技的進步，智慧型行動裝置已經成為人們生活中不可或缺的一部分。在智慧型行動裝置越來越普及的情況下，使得傳統網際網路上的服務也逐漸延伸到行動裝置上，而智慧型行動裝置有更多功能讓人們的生活更加便捷。

在 AP 的普及下，Wi-Fi 的覆蓋率大幅度提高，行動上網使用者也跟著大量增加，要求服務的內容變得更加多元，而室內定位技術有分很多種，例如：Wi-Fi 定位技術、RFID 定位技術、藍牙定位、ZigBee 定位技術、紅外線定位技術[5]，也由於本文是在管理大樓 5 樓做研究，而在現有資源中 Wi-Fi 較易取得，因此我們使用 Wi-Fi 定位技術，而此定位技術是以環境內三台 AP 之間的訊號強度來達到追蹤的效果。

2. 目標追蹤系統

目前在 Wi-Fi 環境下進行定位的方式可分為三角定位法與實地測量法兩種。其中三角定位法又可分為收訊時間法 (Time of Arrival, TOA)、收訊時間差法 (Time Difference of Arrival, TDOA)、收訊角度法 (Angle of Arrival, AOA) 與訊號強度法 (Received Signal Strength, RSS) 四種方式。[6][7]

訊號強度法須先建立環境的通道模型，才

能藉由訊號強度的衰減來決定無線裝置與 AP 的距離，該行動裝置位於以 AP 為圓心預估距離為半徑所畫的圓之上，因此至少需要有 3 台 AP 方能進行定位，但無線電波在室內傳播時會受到干擾與衰弱影響，而造成預估的距離產生誤差，如圖 1 所示為理想情況。

當接收端接收到無線訊號時，訊號強度會隨著時間變異，主要的影響原因是環境中其他的干擾源與人類的活動，這都會影響到無線訊號的傳播路徑。因此定義 Wi-Fi 訊號強度 RSSI 公式如下[3]：

$$\text{RSSI} = -(10n \log_{10} d + R) \quad (1)$$

其中 d 為定位行動裝置節點與參考 AP 點之間的距離，單位為 m； R 為行動裝置節點與參考 AP 點之間距離為 1m 時所測得的 RSSI 值； n 為訊號衰減因子。[1]

在本文中主要使用訊號強度法作為定位演算法之利用並透過在訊號量測時所記錄的 BSSID 與 AP 架設的位置，先找出目標可能所在的位置，再利用定時器定時更新目前所接收到的無線網路訊號與定位演算法達到追蹤功能。

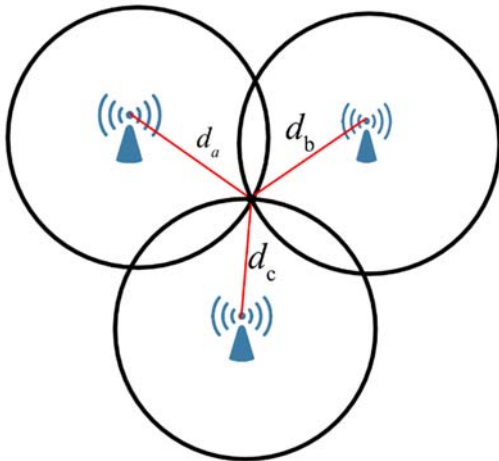


圖 1 理想情況之訊號強度法

定義 AP 的已知參考節點座標為 $A(x_a, y_a)$ 、 $B(x_b, y_b)$ 和 $C(x_c, y_c)$ ，而未知節點座標設為 (x, y) 定位點所對應 RSSI 訊號強度為 R_a, R_b 和 R_c ，而定位點到 AP 的距離為 d_a, d_b 和 d_c ，其公式如下 [1][2]：

$$\begin{aligned} (x - x_a)^2 + (y - y_a)^2 &= d_a^2, \\ (x - x_b)^2 + (y - y_b)^2 &= d_b^2, \\ (x - x_c)^2 + (y - y_c)^2 &= d_c^2. \end{aligned} \quad (2)$$

由式(2)透過矩陣的方式推導出未知節點的位置，其矩陣表示如下：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(x_a - x_c) & 2(y_a - y_c) \\ 2(x_b - x_c) & 2(y_b - y_c) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_a^2 - x_c^2 + y_a^2 - y_c^2 + d_c^2 - d_a^2 \\ x_b^2 - x_c^2 + y_b^2 - y_c^2 + d_c^2 - d_b^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

理論上 3 個圓至少有一個共同交點，但無線 Wi-Fi 訊號在室內的傳播比較複雜，導致 Wi-Fi 訊號覆蓋範圍估計不準確，所以很多情況下 3 個圓只是兩兩相交，如圖 2 所示。

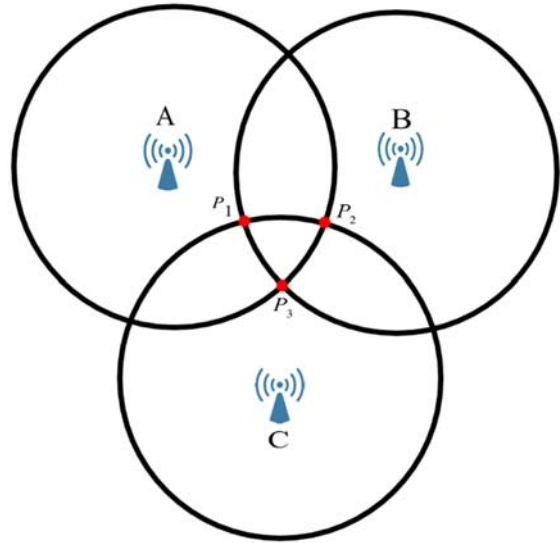


圖 2 Wi-Fi 訊號實際可能覆蓋情況

2.1 系統架構

如圖 3 所示，當開啟電腦的 Wi-Fi 功能後，我們使用 Acrylic WiFi 作為 Wi-Fi 訊號量測軟體，並將結果傳送至 MySQL 資料庫儲存，再利用 MATLAB 將資料庫當中的數值作為計算覆蓋率的訊號依據。



圖 3 涵蓋範圍分析系統架構圖

另外撰寫 APP 程式在 Android 手機上量

測 Wi-Fi 訊號強度，再透過這些數據尋找出目標可能的位置並隨時追蹤，最後再將結果傳送至 MySQL 資料庫。

2.2 訊號量測

如圖 4 使用 Acrylic WiFi 來蒐集管理大樓 5 樓各個 AP 的 BSSID 與教室內、外取若干點來量測 AP 所發射出來到筆記型電腦中接收到的 RSSI，再將 Acrylic Wi-Fi 軟體測得的數值透過互動式網頁紀錄。

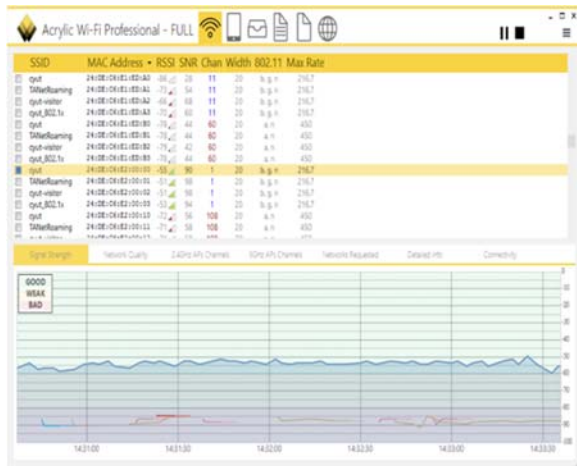


圖 4 訊號量測軟體 Acrylic 量測介面

在模擬結果顯示在管理大樓 5 樓的覆蓋率已達 100%，當中計算覆蓋率的門檻值定義在 -80dBm。

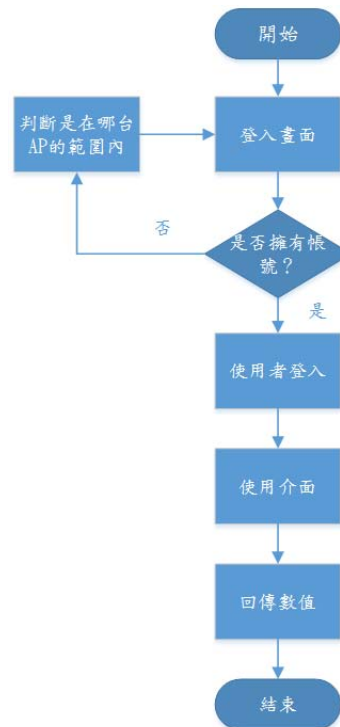


圖 5 註冊流程圖

2.3 網頁彙整量測訊號

將 Acrylic Wi-Fi 軟體將測得的資訊透過互動式網頁紀錄，但網頁需輸入帳號和密碼登入，若是尚未擁有帳號則進入註冊介面註冊帳號與密碼，反之則直接進入使用介面開始記錄 Wi-Fi 資訊，如圖 5 所示。

我們以管理大樓 505 教室內之目標為例，此時，系統先選擇 505、506、507 三個 AP，如圖 6 所示，再將 Acrylic WiFi 軟體中三台 AP 的 RSSI 分別為 -55dbm、-58dbm 與 -69dbm 輸入在網頁中，並按下 upload 將剛輸入的數值回傳至後端資料庫。

2.4 MATLAB 模擬

這個覆蓋率分析系統的運作流程如圖 7 所示，當中管理大樓平面圖用 MATLAB 軟體畫出，等比例呈現在 MATLAB 中，再抓取 MySQL 資料庫裡實際測量的無線訊號強度數據並應用式(1)算出近似管理大樓的訊號衰減程度，再將結果模擬在平面圖上，產生出 AP 的覆蓋範圍並呈現在 MATLAB 的畫面上，如圖 8 所示。

Id	MAC
T2-509	24 DE C6 2B A9 C0
T2-509.1	24 DE C6 2B AB 40
T2-508	9C F3 7F 51 8E A0
T2-507	24 DE C6 F1 88 80
T2-506	24 DE C6 E2 00 00
T2-505	9C 1C 12 E3 E9 20
T2-504	24 DE C6 E1 ED A0
T2_SF_outside	24 DE C6 DC E5 E0
T2-519	00 1A 1E 48 FC 70

圖 6 以管理大樓 505 教室之目標之紀錄畫面



圖 7 覆蓋率分析系統流程圖

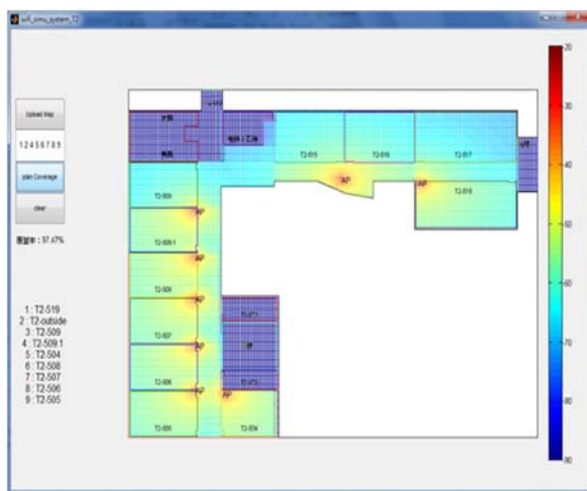


圖 8 覆蓋率分析系統

3. 實測結果

透過第 2.4 節的內容發現管理大樓 5 樓無線網路覆蓋率可高達 100%，即代表在教室與走廊上都會有 Wi-Fi 網路覆蓋，因此我們利用 Android Studio 撰寫出一個 APP 來實現室內追蹤的功能，APP 系統運作流程如圖 9 所示。

3.1 訊號量測與定位 APP

我們實際在管理大樓五樓環境中利用此 APP 收集所在位置附近的 AP 資訊，並將所量測到 AP 顯示在手機畫面上，以方便觀看 AP 的訊號強度，當中根據所接收到的訊號強度作為

排序依據並依序排列，如圖 10 所示。

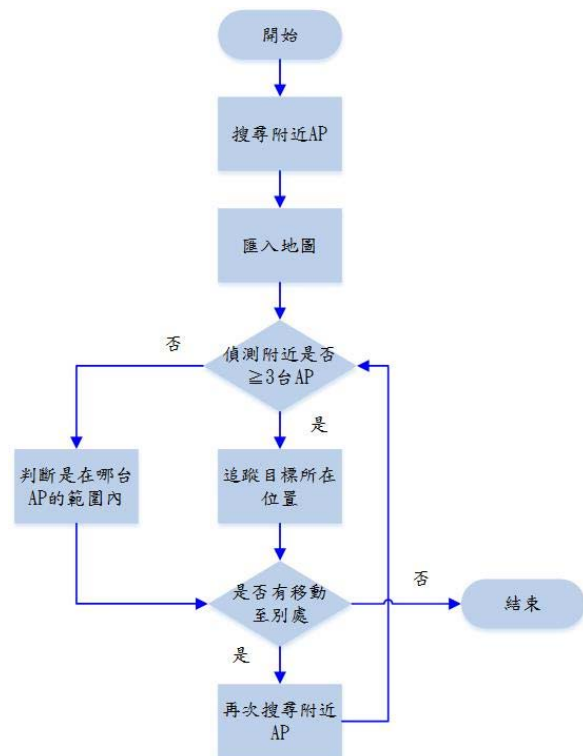


圖 8 系統流程圖



圖 9 搜尋 AP 資訊

根據前面所量測的 Wi-Fi 資訊，利用三個最強的 RSSI 與 AP 的座標位置代入式(3)進行運算，找出目前最有可能的位置並顯示在 APP

畫面上，如圖 10 所示。

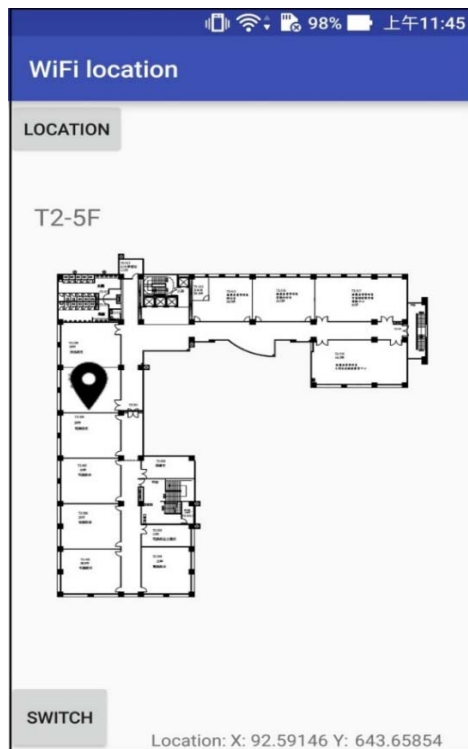


圖 10 追蹤目標位置介面

4. 結論

本文中，我們使用 Acrylic Wi-Fi 軟體量測訊號強度(RSSI)及蒐集 MAC 地址，再透過網頁紀錄這些數據傳回資料庫將訊號強度。我們使用 MATLAB 來模擬出真實的覆蓋情況，可以了解環境下的 Wi-Fi 覆蓋率是否良好，若是訊號覆蓋範圍甚佳，實現 Wi-Fi 室內追蹤的準確度較高。藉由收集到 3 台(以上)AP 的資訊後，透過訊號強度法在螢幕上呈現使用者當前位置，未來更可以結合 Wi-Fi 晶片，方便管理者快速知道目標所在位置。

參考文獻

- [5] 室內定位技術介紹-
<http://www.hope.com.tw//DispNews-tw.asp?O=HJWC6A09T98SAA0MEP>
- [6] Yang, Chouchang, and Huai-Rong Shao. "WiFi-based indoor positioning," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 53, No. 3, p.p.150-157, 2015.
- [7] Su, Hui-Kai, et al. "A hybrid indoor-position mechanism based on Bluetooth and WiFi communications for smart mobile devices," *2015 International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB)*, 2015
- [1] 秦建息，**基於三角定位算法的 Wi-Fi 室內定位系統設計**，廣西科學院學報，pp. 59-61，2016。
- [2] 郭清智，**應用 Wi-Fi 與 GPS 技術室外定位之研究**，國立政治大學地政學系，2011。
- [3] 彭元毓，**無線區域網路使用波紋定位方法之分析與應用**，龍華科技大學電機工程研究所，2011
- [4] 葉生正，**”適用於不同的行動終端設備之室內定位系統研究”**，**第十四屆離島資訊技術與應用研討會**，pp. 94-99，2015。