

# 使用 Wi-Fi 進行救難環境下的受困者定位

Heng-Yao, Chang (張恆耀) 淡江大學 a89125012@gmail.com	Wei-Tsong, Lee (李維聰) 淡江大學 wtlee@mail.tku.edu.tw	Hsiu-Kuei, Wang (王秀桂) 中山科學院 laura.7@yahoo.com.tw	Wei-Jyun, Wong (翁瑋駿) 淡江大學 aquari-uskm@gmail.com
---	--	---	--

## 摘要

近年來，智慧行動終端系統發展迅速，逐漸的形成了人手一機的趨勢，在行動資訊傳輸上也越來越發達，透過 Wi-Fi 裝置，大多數的手機都可以進行網路資源共享。

由於普遍每個人都會擁有一支具有 Wi-Fi 設備的手機，在這種環境下，我們可以考慮藉由 Wi-Fi 設計一套命名與定位系統。藉由 Wi-Fi 設備，建立區域網路，並透過命名與演算去逐步定位出各個散落的 Wi-Fi 設備，該系統可使用於救難環境中，建立區域網路的 Wi-Fi 設備為救難員，而散落各地的 Wi-Fi 設備則為受困者。

在本論文中將會提出一套定位想法，透過命名的方法達到以方向進行階層式分群，在透過移動演算出第一層級的受困者位置，最後根據方向與第一層級受困者和救難者的關係定位出第一層級後的受困者。

**關鍵詞：**多層級、定位、救難系統

## 前言

網際網路的發展十分迅速，從早期的播接，到現在無線網路的普及，其中，Wi-Fi 更是成為了各大都市的基本配備，甚至幾乎每個人身邊都具有 Wi-Fi 設備，像是電腦、手機、分享器等等，隨著 Wi-Fi 的進步，越來越多的技術相繼的被發明，例如：Wi-Fi softAP[1-6]、Wi-Fi direct 等，其中在 softAP 更因為智慧型手機的普及程度快速演進，現今除了熱點的使用外，越來越多人懂得如何將自己的筆記型電腦與桌上型電腦設定成 Wi-Fi AP。

Wi-Fi 技術的普及，使得我們越來越容易在任意環境中取得 Wi-Fi 的資源，以現今的環境來說，基本上只要有智慧行動終端設備就可以使用 Wi-Fi，於是我們將腦筋動到了救難系統上，在災難環境中，經常是不具備通訊功能，所以基本上會產生無法與外界聯繫的智慧型行動裝置在這個時候我們可以透過，但因為接擁有 Wi-Fi 設備，所以我們可以透過 Wi-Fi 設備去製造出一個區域網路 [7]，而這個網路並不需要對外有所聯繫，只需要能使內部人員溝通即可。

運用無線網路傳輸於災難環境，除了能夠使內部成員能夠彼此聯繫外，還能夠透過無線網路來進行粗略的定位，其中 TOA[8]、Signal Strength[8]的演算法是可以用在這套系統中的，但在實際測試時，我們卻發現 TOA 演算法存在著很嚴重的問題，所以最後結合了 Cell ID 與 Signal Strength 作為定位機制。

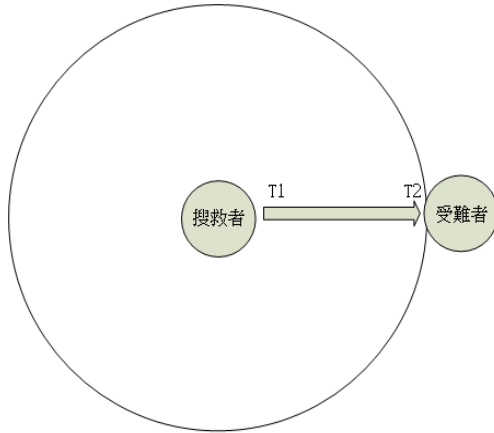
為了加速搜救的能力，我們將提出一種命名與拓樸的方法，透過被尋找到的人架構出階層式的架構[9-12]，擴大搜索圈，並透過命名的方法，快速取得合理的搜救範圍。

## 研究方法與架構

在 TOA 演算法的部分，是透過波的傳送取得時間差去計算出裝置間相對映的距離，其概念如圖一所示，並參考公式(1)(2)，其中 R 為半徑，T1 為搜救者發出訊號時間，T2 為受難者收到訊號的時間。

不過這個方法是存在著問題的，因為兩個裝置的系統時間往往是不會相同的，而在計算單位方面又是採用光速進行運算，所以些微的系統時間差，可能會導致距離上十分

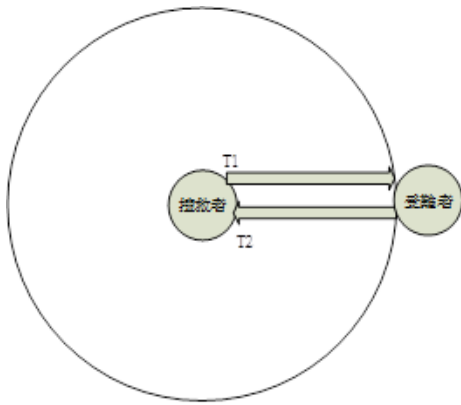
大的誤判，在這個地方我們先進行了小幅度的 TOA 改良，其意識圖如圖二所示，並參考公式(3)(4)，其中 T1 變成了搜救者發出訊號的系統時間，而 T2 成了搜救者接受到受難者回傳訊息到達的系統時間。



圖一、TOA 演算法意識圖

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad (1)$$

$$R = C * \Delta T \quad (2)$$



圖二、TOA 演算法改良意識圖

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad (3)$$

$$R = C * \Delta T / 2 \quad (4)$$

不過即使修改了 TOA 的方法，在實際環境上使用時候，依然不能直接使用公式進行運算，其運算結果得到的距離永遠比真實的距離來的大很多，其最主要原因在於 Socket 的 Send 與 Recv 需要耗掉不少系統時間，而在 Wi-Fi SoftAP 的環境下，傳輸距離

只有 100m，然而即使好一點的移動裝置期時間最小精密度約微 1/40000 毫秒，約略的換算，一個最小精密度時間就已經讓訊息傳遞了 30m，所以使用 TOA 最多差 3 個最小精密度時間差，然而系統執行 Send 或 Recv 就已經使用掉 700~800 個最小精密度時間不等，其浮動量遠遠超過 TOA 原理所帶來的 3 個最小精密度時間差，所已完全無法從中獲得有用的計算資訊。

最後我們使用 Signal Strength 的方法，藉由從裝置中獲取訊號強度，從 Java 提供的 API 中我們可以得到 0~100 的數值，精測試有效值座落在 -30~-76 左右，藉由這個數據的增長來運算出目前的兩裝置的相對距離。

在階層的部分，每一個結點我們都會佈署兩個 Wi-Fi 裝置，其中一個為 Wi-Fi SoftAP 使用，另一個則為一般的 Wi-Fi 接收器，搜救者定義為第一層級，之後被搜救者找到的裝置為第二層級，當進入第二層級後則會自動開啟另一 Wi-Fi 裝置啟動 Wi-Fi SoftAP 功能，並繼續往外搜尋，以此類推，並繼續建立第三到第 N 階層，並在透過資料交換建立一套命名系統，根據命名的結果可以歸納出結點間彼此的關係性。

在命名的規則，主要是結合層級，以多少之幾的格式，例如 1-2-3-2，則表示是第一層級 1 號主機下的二號層級 2 號主機下的第三層級 3 號主機下的 2 號主機，而決定方式主由兩種傳輸行為互相搭配而決定，一種為註冊，另一種為詢問，註冊一般為受難者發起，當受難者發現附近有新訊號源時會發起註冊，在註冊發起的封包中將包含層級與名稱，其封包格式如所示圖三所示，在註冊的時候，會告知對方目前本身屬於第幾層級，名稱是什麼，而當接受到註冊封包的人，則會回覆一個回覆註冊封包，格式同註冊封包，在進行為註冊的同時，也順便計算出了距離，因此在每一個裝置都會紀錄下與之能夠連系的 AP 名稱與距離。另外一種封包則為詢問封包，在詢問封包中主要是詢問對方的座標，其封包格式如下圖四所示，在詢問封包出去的時候，被詢問者可以記錄下詢問者座標，同時回一個回覆詢問封包，封包格式與詢問封包相同，在詢問方接受到的時候也會紀錄下座標，當然，這封包格式中有提到，這個座標值也可能是沒有有效的，有了這兩個動作後，每一台受難者都會產生一個動

封包標頭			
本機資訊標頭		層級數	編碼頭
Level 1編碼	Level 2編碼	Level 3編碼	Level 4編碼
●			
●			
Level N編碼	編碼尾	本機資訊結尾	
封包結尾			

圖三、註冊封包格式

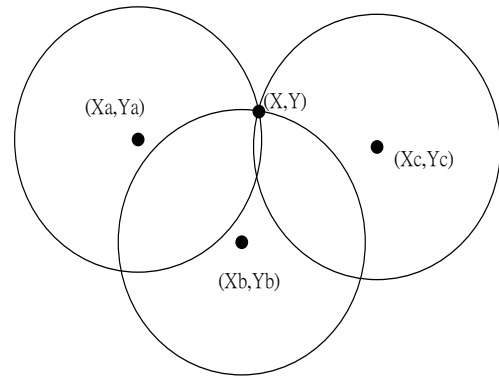
態資料庫，並根據這個動態資料庫去做運算，從同時有座標與距離的點去計算自己的相對座標。

封包標頭			
本機資訊標頭		層級數	填充封包
Level 1編碼	Level 2編碼	Level 3編碼	Level 4編碼
●			
●			
Level N編碼	填充封包	本機資訊結尾	
本機座標標頭			有效值
本機座標X			
本機座標Y			
本機座標結尾			
封包結尾			

圖四、詢問封包格式

在座標的決定上，在搜尋的部分，搜救者會在開啟的同時將自己所在的位置定為(0,0)，之後開始移動，隨著移動變化持續改變，所以一開始整個系統只有搜救者的X,Y座標為有效值。

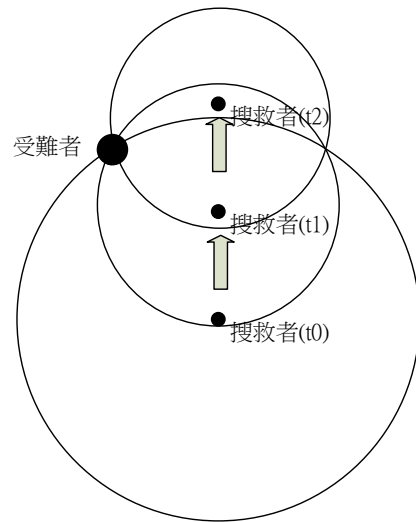
在定位的方法上，根據上敘的各種交流，每一台機器上都會紀錄下可連繫點的距離，座標，與名稱，一但座標為有效值的同時，就將這筆資料放入運算用資料庫，運算量資料庫中出現三筆資料時，立即採用三點定位標出自己的有效座標，三點座標定位如圖五所示，並參考公式(5)。



圖五、三點定位意識圖

$$\min(x, y) = R(x_a, y_a) - r_a + R(x_b, y_b) - r_b + R(x_c, y_c) - r_c \quad (5)$$

由於搜救者會持續移動，所以第一層的人會獲得多份搜救者的運算資訊，當產生三筆資訊時，第一層的人員就會自行產生座標，其原理如圖五所示、第一層以後的人員如果與其它人員的相依性夠高的時候就能夠透過其他人演算出位置，即使相依性不高最後也能透過搜救者的接近去演算出自己的位置。



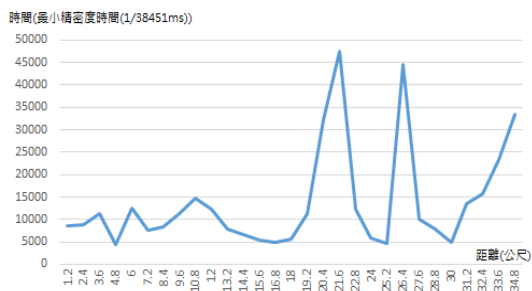
圖五、移動搜尋原理圖

最後每一台機器都有著一個向上傳遞的機制，當自己的位置產生的時候就會進行向上傳遞，一但上一層的人收到向上傳遞封報後會自動在將其往上轉傳，直到傳到搜救者為止，向上傳遞封包的格式與詢問封包的格式相同，只有在本機資訊標頭裡的幾個位元改變而已。

## 實驗環境與分析

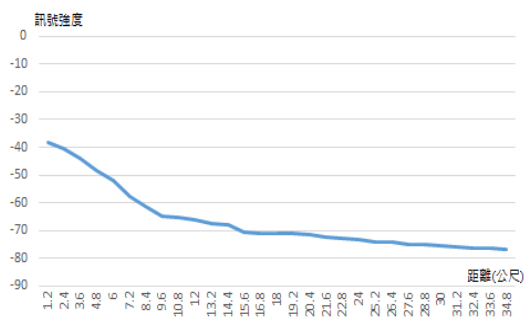
在架構得部分，由於目前的手持行動裝置依然只有單一 Wi-Fi 裝置，但相信在未來網路的需求越來越龐大的時候，與網路架構越來越複雜的情形下，智慧型手機也將會有多重網路介面，所以暫時使用筆記型電腦做為我們的行動裝置，在此我們使用四台筆電進行佈署與測試。

在距離計算的部分，我們對 TOA 的方法進行了分析，得到結果為圖六，如圖六所示，我們可以發現，其得到時間差與真實距離沒有任何關係存在，其可使用程度非常的低。經過分析得到浮動結果之所以這麼大的原因是因為傳輸所花的時間遠小於系統執行其它事務所花的時間，所以基本上得到的時間都是系統執行的時間而非傳輸的時間。



圖六、TOA 實測

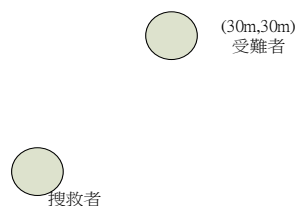
之後我們採用了 Signal Strength 得方法進行測試，其結果如圖七所示，可以發現



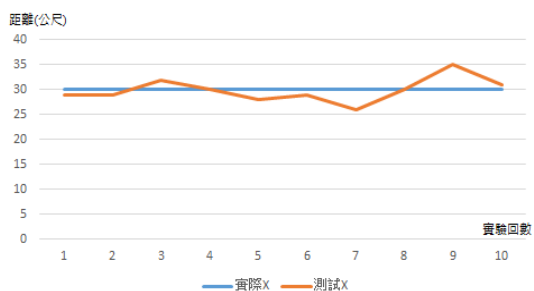
圖七、Signal Strength 實測

距離與訊號強度有相對映的關係，根據這個結果我們將設計一轉換表讓每個訊號強度對映到其距離，不過從這邊可以發現訊號的區分度，當距離拉長以後就越來越不明顯，所以當訊號強度為-80 後，我們就要不讓它產生有效的距離值，因此如果是-80 以後的訊

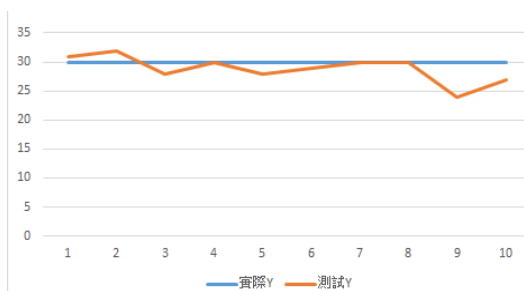
號強度，那就不會列入運算資料庫中進行運算。



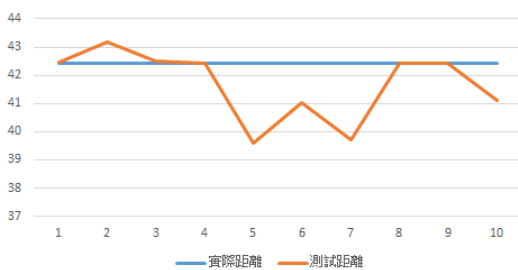
圖八、測試環境一



圖九、環境一\_X 比較



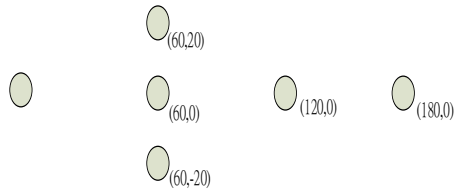
圖十、環境一\_Y 比較



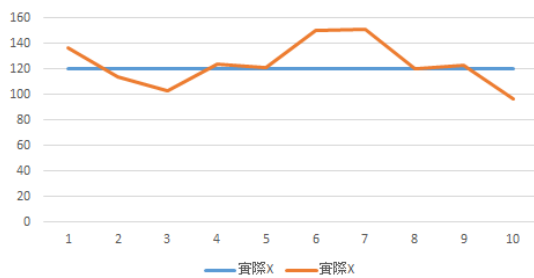
圖十一、環境一\_距離比較

在測試時首先我們先測試為單台尋找結果，圖八為第一個測試環境，搜救者與受難者距離，進行十次的測試，其結果如圖九、

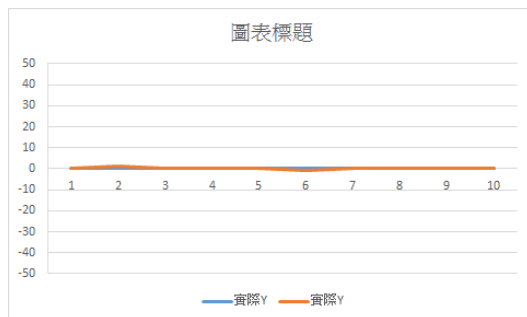
十、十一所示，分別為 X 與 Y 和距離的分析比較。從結果上我們可以發現其誤差都在上下 10%，從這個結果上來看大致上算是準確的。



圖十二、測試環境二



圖十三、環境二\_X 比較



圖十四、環境二\_Y 比較

接著測試多人系統下，是否有受難人員能在搜救者沒有經過的情況下便被尋找出來，其中測試環境二如圖十二所示。總共有五位受難人員，我們部屬在圖中的位置，當位於(120, 0)還沒連繫到搜救者，而搜救者就收到向上傳遞封包的情形確實存在，這是因為中繼的訊號強度有機會落在不被納入有效測時的區間，以這個測試環境來看，在 10 次中的測試裡不存在著失敗，但把(120, 0)移到(140, 0)的時候成功次數便降為了 2 次，至於(180, 0)這個位置就從來沒有在連繫到搜救者前發出向上傳遞封包，從這裡可以得知，根據我們提出的方法，的確可以加快搜救的行為，當受難人員在同一個方向上的密集度越

高越能夠自動定位出位置並提供給救難人員參考與搶救。圖十三與十四為(120, 0)所傳出的向上傳遞訊號的 X 與 Y，雖然在 X 的部分明顯有時會誤差超過 10% 以上，但在我們真實測試的時後發現 10 幾公尺的誤差其實不太影響搜救，因為雖然有 10 幾公尺的誤差，但是方向性卻是存在的，在確認方向以後，這點誤差的影像性較小。

## 結論

在本論文中，我們提出了一整套新的協議方法並配合過去一些成熟的定位方法來完成系統是定位，並成功的擴展了搜救範圍，但雖然最後的機會透過搜救者搜尋到，但對於密度比較低的區塊，這個方法的最大優點就很難發揮，而且目前在訊號強度的使用運作上會發現依然有許多可以繼續突破的地方，為了有機會，我們會考慮再配合更多的定位方法，然後透過更多交握行為交換資訊與比對，找出更準確與完整的方法。

## 致謝

首要感謝國防部軍備局中山科學研究院 CSIST-0617-V403(102)- 群組式數據交換技術研究計畫提供了我們這個研究的機會，並感謝，另外感謝李維聰教授在技術與方向上的諮詢與建議。

## 參考文獻:

- [1] Biplab Sikdar. "A study of the environmental impact of wired and wireless local area network access". Consumer Electronics, IEEE Transactions on Vol.59, No.1, February 2013, pp.85-92.
- [2] John M.Cotton et al.,2006. Wireless access point network system supported through existing transmission lines. U.S. Patent No.8259707.
- [3] Li, Keji et al., "Location estimation in large indoor multi-floor buildings using hybrid networks". Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2013 IEEE, April 2013, pp.2137-2142.
- [4] Seema Bandyopadhyay and Edward J. Coyle. "An energy efficient hierarchical clustering algorithm for wireless sensor networks". INFOCOM 2003. Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, Vol.3, April 2003, pp.1713-1723.

- [5] Uhjin Joung and Dongkyun Kim. "2-Level hierarchical cluster-based address auto-configuration technique in mobile ad-hoc networks". UIC'07 Proceedings of the 4th international conference on Ubiquitous Intelligence and Computing, 2007, pp.309-320.
- [6] Xiaobo SU et al., 012. Access method for wifi access point , wifi access point and wifi system. World Intellectual Property Organization Patent Application WO 201305667.
- [7] 洪振展, 適於社區老人健康照護的網路系統設計, 亞洲大學電腦與通訊學系碩士論文, 2004.6
- [8] 鍾世一, 蜂巢式無線網路混合式行動定位方法之研究, 國立交通大學電信工程所碩士論文, 2002.7
- [9] Yung-Fa Huang et al., "Performance of a Hierarchical Cluster-Based Wireless Sensor Network". Sensor Networks, Ubiquitous and Trustworthy Computing, 2008. SUTC '08. IEEE International Conference on, June 2008, pp. 349 – 354.
- [10] Zahariiev, P.Z. et al., "An approach towards balanced energy consumption in hierarchical cluster-based wireless sensor networks". Information Technology Interfaces (ITI), Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on, June 2012, pp. 123 – 128.
- [11] Li, Kejong et al., "Location estimation in large indoor multi-floor buildings using hybrid networks". Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), 2013 IEEE, April 2013, pp.2137-2142.
- [12] Seema Bandyopadhyay and Edward J. Coyle. "An energy efficient hierarchical clustering algorithm for wireless sensor networks". INFOCOM 2003. Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications. IEEE Societies , Vol.3, April 2003, pp.1713–1723.