

群組式數據交換技術研究

吳雲漢^{*a}、李維聰^a、周煜^a、翁瑋駿^a、李明堂^b
私立淡江大學電機工程學系^a
中山科學研究院^b

摘要—近年科技蓬勃發展，在通話與訊息傳遞方面，電話與簡訊已慢慢地被相關的行動終端設備的 APP 所取代，隨著網路功能的智慧型手機普及，遂可將救難系統架構在智慧型手機上。

本研究為了改善傳統救難隊通訊使用的手持無線電對講機之缺點，例如重量、體積龐大、天線容易折損...等問題，建立了一套救難用的 APP，採用 Android 系統作為作業系統，建立一個 WiFi-SoftAP 的網路架構，使的救難人員和受困人員透過手機內應用程式進行交流，並在黃金時間內進行搶救。¹

一、簡介

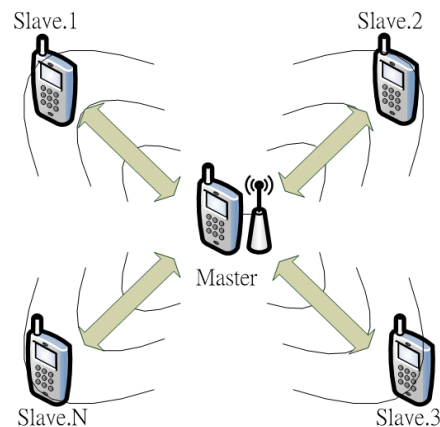
隨著 3G 通訊技術的進步、免費 WiFi 據點的拓展，智慧型手機的持有率不斷上升。智慧型手機輕薄的特性便於攜帶；具有的 3G 網路和 WiFi 功能也讓使用者能隨時隨地上網查詢資料或運用通訊軟體與朋友分享生活。基於以上優點，設計一套救難系統撰寫於智慧型手機上，將可方便受困人員求救，也提升了救難人員的搜救效率。

我們設計了一套網路架構，以 WiFi SoftAP [1]-[4][8] 作為受困人員和救難人員間的傳輸技術。之所以不考慮使用藍芽(Blue Tooth4.0)而採用 WiFi SoftAP 的原因如下面三點；第一、Wifi 聯盟在生活中的普及性甚大於藍芽，因此 WiFi SoftAP 雖然比起藍芽來的複雜，不過因為普及率的問題，採用 WiFi SoftAP 可使系統的延伸性變得更高。第二，傳輸距離與傳輸量大於藍芽，在 WiFi SoftAP 的技術上，傳輸距離為 100 公尺，在傳輸的部分大於藍芽的 60 公尺，傳輸量為 11Mbps 也大於藍芽 2Mbps 的傳輸量；第三，藍芽最主要的傳輸通常還是以一對一短距離傳輸，在本計畫的系統中，最需要的是一對多的功能，在一對一的情況下，藍芽的聲音傳輸也許可以輕鬆負荷，但在一對多的情形下，情況就不同了，而在 WiFi-SoftAP 的技術上，一開始就採用 server 作為 group，建立者建立傳輸平台，client 端連結後形成一對多機制，且傳輸量絕對足以負荷一對多的聲音傳輸。

在 WiFi-SoftAP 技術中，採用軟體的方式讓 WiFi 設備具有 AP(Access Point)的功能。我們用此方法，讓一個 WiFi 設備作為 AP，使在 AP 訊號範圍內的其他 WiFi 裝置和此 AP 連線，形成了階層式群集(Hierarchical Cluster)[5,6,9,10]的網路架構，其中 Master(Cluster Head)為有 AP 功能的 WiFi 裝置，其它不為 AP 功能的 WiFi 裝置為 Slave(Cluster Member)，如圖一描述了此種運用 WiFi-SoftAP 連線形成的階層式群集(Hierarchical Cluster)架構。

本論文將提出一種受困人員端連線到救難人員端的方法，我們模擬受困人員如何和救難人員連線，假設了兩種狀況，狀況甲：受困人員端僅接收到一位救難人員端的訊號；狀況乙：受困人員端接收到多位救難人員端的訊號。在狀況乙中運用了封包傳輸來計算現有 AP 狀況的演算，使的受困人員端能和連線狀況較好的救難人員連線，進而降低資料傳輸的遺失率，並節省手機的電量。

在開發系統的作業系統上，相較於 IOS，Android 的開發性比較高，限制也比較少，所以我們採用 Android 作為作業系統。在論文中，我們將提出的系統寫入 Android 智慧型手機中，將其實作成使用者介面，分成兩個版本，分別為受困人員端版和救難人員端版兩種。



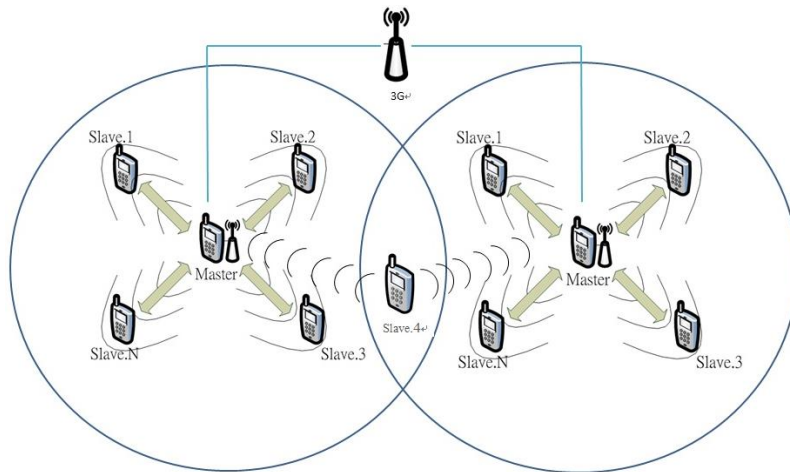
圖一：WiFi-SoftAP 階層式群集(Hierarchical Cluster)架構圖

二、網路架構

2.1 架構介紹

如圖 2 的網路架構中，每個網路連線單元都是一台智慧型手機，其中又分為 Master 和 Slave 兩種角色。Master 的功能是作為 AP 使用，Slave 則是欲連線到 AP 的 WiFi 裝置。將此網路連線架構應用在救難系統中，Master 即為救難人員、Slave 為受困人員。之所以會用救難人員作為 Master、受困人員作為 Slave，是考慮到 AP(Access Point)為無線網路裝置間的中介點，負責無線裝置間的互相連接和資料傳輸，其資料傳輸次數遠遠大於周圍的 WiFi 裝置，所需耗費的電量相對龐大不少，因此做為 AP 的裝置必須要有充足的電量；由於災難現場的狀況，我們無法得知受困人員端的手機電量是否充足，僅確認搜救人員的手機電量是在充足的狀況下進入救災，故選用搜救人員當作 AP 使用。

¹ 本研究由中山科學院贊助，計畫編號 CSIST-0617-V403(102)。



圖二：網路架構圖

此網路架構為三階階層式群集架構 (3-level Hierarchical Cluster)[7]，第一階層為受困人員端；第二階層為救難人員端；第三階層為供給 3G 訊號的電信公司基地台。藉由連線單元間的分群分組，提升了訊息傳輸效率、降低電力損耗，也讓救難人員方便管理整個救災網路系統。此外，在此系統中考慮採用階層式群集架構的一大因素就是可慮到未來系統的成長空間。在此架構下，系統可以透過階層式的方法不斷擴大、成長。

2.2 連線介紹

在此網路架構中，Master 和 Slaver 間是透過 WiFi 來傳輸資料；Master 和 Master 間則是透過 3G 行動通訊技術來傳輸資料。雖然 WiFi 的最大傳輸率為 11Mbps 比 3G 的最大傳輸率 2Mbps 大，但其 100 公尺的理想傳輸距離卻遠遠小於 3G 理想傳輸距離的 3-12 公里。在考慮到災難現場的搜救方式，選定傳輸距離極大的 3G 行動通訊技術作為搜救人員間的資料傳輸方式，進而使搜救圈擴大，能更迅速的和更多的受難人員連線，並執行搜救的動作。

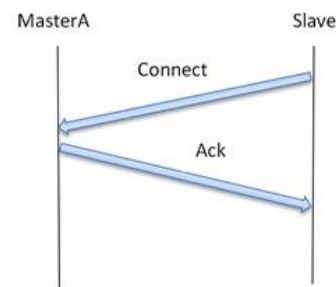
三、 受困人員端連線到救難人員端的方法

受困人員要和救難人員達成連線，須將手機裡的 WiFi 功能打開，並搜尋基地台訊號。在此討論出兩種可能的狀況；狀況甲：受困人員端僅接收到一位救難人員端的訊號，狀況乙：受困人員端接收到多位救難人員端的訊號。

3.1 狀況甲：受困人員端僅接收到一位救難人員端的訊號

受困人員打開 WiFi 後，僅能搜尋到一個救難人員端的訊號(基地台訊號，MasterA)，這表示此受困人員(Slave) 僅被一個基地台訊號所覆蓋。救難人員將 WiFiAP 功能打開後，在 WiFiAP 內產生一個預設的虛擬 IP，且對四周發出既定名稱訊號，受困人員經由 MasterA 所發出的信號而連線到我們指定的 AP 名稱，獲得一個虛擬 IP，形成一個區域網路。

此時如圖 3 狀況甲，受困人員藉由 MasterA 所預設的虛擬 IP，依照此 IP 位址向 MasterA 連線，並發出 Connect 訊號請求連線，MasterA 收到 Connect 訊號後，向受困人員發出 Ack(Acknowledgement，資料傳輸確認)。受困人員成功地與唯一一個救難人員端達成連線，形成一個溝通管道。



圖三：狀況甲：受困人員端僅接收到一位救難人員端的訊號

3.2 狀況乙：受困人員端接收到多位救難人員端的訊號

狀況乙不同於狀況甲的地方在於，受困人員將手機 WiFi 功能打開後，能搜尋到多個救難人員端的手機訊號(基地台訊號)。此時受困人員必須選擇連線狀況較好的基地台進行連線，因此需要用到丟接封包算取時間差的技術所設計的 ΔT 演算法，計算受困人員到搜尋各個基地台的傳輸時間差，選擇最近的基地來進行連線的動作。

3.2.1 ΔT 演算法

ΔT 演算法是運用來回時間差來決定最佳傳輸速率的一種演算法，首先參考(1)，其中 T_{n1} 比 T_{n2} 時間早，由 T_{n2} 減去 T_{n1} 得到單次傳送封包的時間差。

$$\Delta T_n = T_{n2} - T_{n1} \quad (1)$$

在此賦予 T_{n1} 與 T_{n2} 的實質意義， T_{n1} 代表受困人員端向救難人員端(基地台)丟出封包的時間、 T_{n2} 代表受困人員端收到就難人員端(基地台)封包的時間。丟接封包所需要的時間越長，代表受困人員端和基地台間的傳輸狀況越

差；反之，丟接封包所需要的時間越短，代表受困人員端和基地台間的傳輸狀況越好，由此基本公式可獲得受困人員找出傳輸狀況最好的基地台，以便進行連線通訊。

$$T_{total} = \sum_{n=1}^k \Delta T_n \quad (2)$$

$$\bar{T} = \frac{T_{total}}{k} \quad (3)$$

當然，為了時間差的準確度與穩定度，我們運用基本公式來做之後深化的處理，首先先如(2)、(3)所示，我們運用丟接封包的次數不僅僅一次，運用多次的傳送封包的時間差加總起來再取得一個平均值，這樣，我們就可以獲得一個平均時間差，如此，就可以加強選擇傳輸狀況較好的基地台的準確度。

$$\Delta T_n \gg \bar{T} \quad (\Delta T_n \in S_T) \quad (4)$$

但是光是這樣的運算是不足以處理環境狀況改變時所產生的突波現象，這時我們延續到(4)，在每一次傳遞封包的同時，將會計算每一次的平均值，但此時產生突波現象，便會使得這平均值會遠大於先前平均值的情形，這將會影響我們演算法中所追求的穩定度與準確度，所以當如果發現此平均值遠大於先前平均值(大於 5 倍數值以上)，我們將會把這項數據排除在我們的時間差集合內，並且再次傳遞封包來計算來回的時間差，之後達到我們所需的穩定次數集合(穩定時間差高達 5 次)時，計算平均而得出最後的時間差結果。

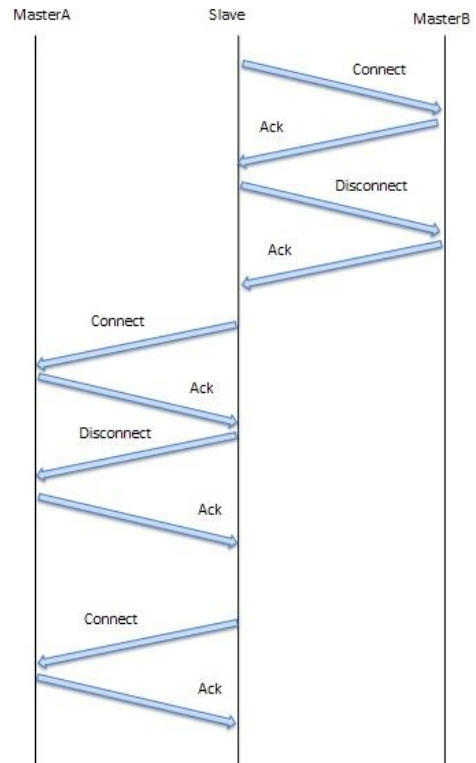
綜觀(1)~(5)，我們便可取得一個穩定度及準確度高，傳輸環境狀況最好的基地台作為傳輸對象。

3.2.2 ΔT 演算法的應用

在狀況乙中，受困人員將 WiFi 功能打開後，能搜尋到多個救難人員端的訊號(Master，基地台訊號)，表示此受困人員(Slave)被多個基地台訊號所覆蓋。受困人員須運用 ΔT 演算法，求出各個基地台的 ΔT ，比較各個基地台的 ΔT 後，找出最小的基地台 ΔT ，並向此基地進行台連線。

在圖 4 以受困人員被兩個基地台訊號覆蓋為例，受困人員的 WiFi 藉由 MasterB 所發出的 AP 訊號連結至 MasterB，形成一區域網路，此時 Slave 紀錄發出 Connect 前的時間差 $T_{丟出封包}$ ，並發出 Connect 訊號後，MasterB 收到 Connect 訊號像受困人員發出 Ack (Acknowledgement，資料傳輸確認)。當 Slave 收到 MasterB 的 Ack 時，再次紀錄時間 $T_{收到封包}$ 。Slave 將 $T_{收到封包} - T_{丟出封包}$ 計算出來得到 ΔT_B ，將 ΔT_B 儲存以便之後比較。因為一台智慧型手機只有一個 WiFi 裝置，無法同時連接 MasterA 和 MasterB，所以要測量 MasterA 的 ΔT 必須先將和 MasterB 的 WiFi 連線斷線後，才可和 MasterA 進行連線並計算 ΔT_A 。因此，Slave 向 MasterB 發出 Disconnect 訊號，MasterB 接到後回傳 Ack，Slave 和 MasterB 已成功斷線。成功斷線後

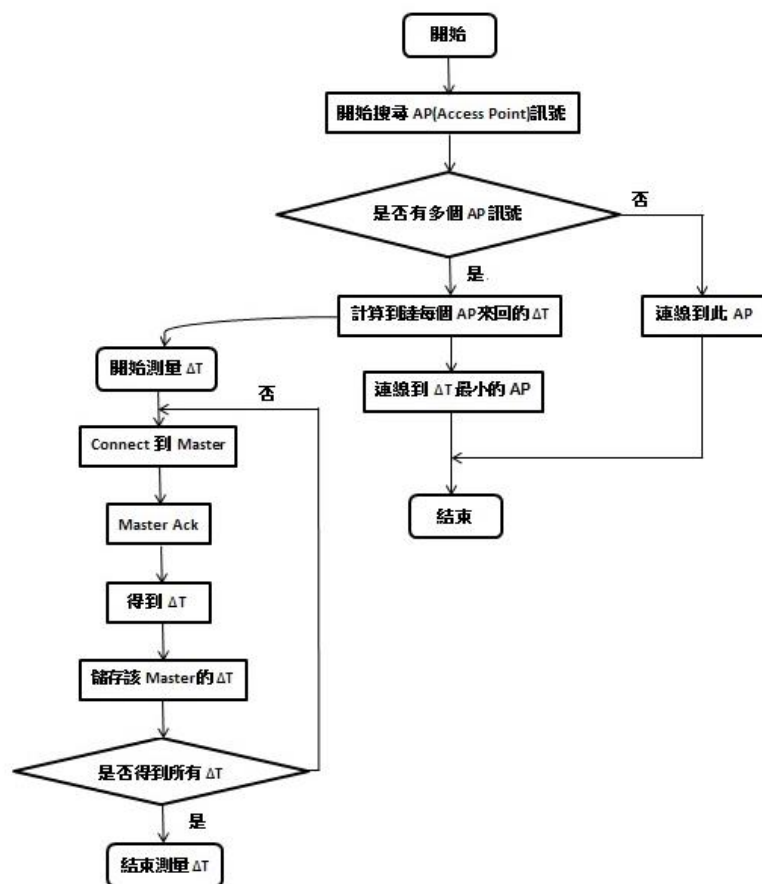
繼續與 MasterA 做出一樣的過程，產生 ΔT_A 並再度儲存，確認所有 AP 計算完之後，將 ΔT_A 與 ΔT_B 相互比較後，得出時間較短的 ΔT ，假設如圖四所示， $\Delta T_A < \Delta T_B$ ，我們將選擇 MasterA 作為連線的對象再度請求連線。



圖四:狀況乙：受困人員端接收到多位救難人員端的訊號(在此以兩位救難人員端為例)

3.3 受困人員端連線到救難人員端的程式流程圖

討論狀況甲和狀況乙後，將此兩種狀況整合成受困人員端連線到救難人員端的程式流程圖，讓撰寫 Android 程式時邏輯更為清晰。在此詳述圖 5 程式流程圖，受困人員端(Slave)開始搜尋救難人員端(AP)發出的訊號，在搜尋完所有 AP 訊號後，Slave 會判斷是否接受到多個 AP 訊號。若答案為否，即 Slave 僅收到一個 AP 訊號，Slave 會直接和此 AP 進行連線。若答案為是，即 Slave 接收到多個 AP 訊號，Slave 須判斷其與哪個 AP 的連線狀況較好，並選擇和此連線狀況較佳的 AP 連線。於圖 5 的左側，將 Slave 計算到達每個 AP 來回的 ΔT 之方法拉到左側做詳細解釋，Slave 先 Connect 到一個 Master(AP)，並記錄 Connect 時間；當 Master Ack 時，紀錄 Ack 的時間。隨後，將 Ack 的時間減去 Connect 的時間，得到了到達此 Master 來回的 ΔT ，並儲存 Master 的 ΔT 。此時 Slave 會判斷是否已經取得所有到達 Master 的來回 ΔT ，若答案為否，即還沒取得所有到達 Master 來回的 ΔT ，Slave 必須重複上述方法取得其他 Master 來回的 ΔT 。若答案為是，即已取得所有到達 Master 來回的 ΔT ，則可以結束測量 ΔT ，並開始比較所有到達所有 Master 的 ΔT ，選擇擁有最小 ΔT 的 Master 進行連線動作。



圖五: 程式流程圖

四、 結論

我們設計了一套網路架構，以 WiFi softAP 作為受困人員和救難人員間的傳輸技術，在 WiFi SoftAP 技術下，我們可以在一對多的情形之下形成一個 group 來達到相互傳輸的技術。

於是我們的研究結果如圖 6 所示，救難人員開啟 WiFi AP 及啟動程式，救難人員便會等待受困人員連線進入，當受困人員啟動程式時將連線至救難人員的 AP 及進入使用者介面內，此時如圖 6 左圖所示，救難人員便會產生受困人員進入的訊息顯示，這時救難人員必須得知誰需要救助，發出“Who help”的訊息讓受困者全體收到，如受困人員收到此一訊息，就會發出求救訊息“help”給全體在這 group 裡的所有裝置，而就難人員收到此一訊息後，便可再詢問相關資訊以方便搶救受困人員。

五、 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] Jae Ho Chung et al., 2012. Wireless access point device and method for detecting unauthorized wireless lan node. World Intellectual Property Organization Patent Application WO 2012161386.
- [3] Erich Dondyk and Cliff C. Zou. “Denial of Convenience Attack to Smartphones Using a Fake Wi-Fi Access Point”. Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2013 IEEE, Jan. 2013, pp.164-170.. B. Author, Title of Book, ABC Press, Taichung, Taiwan, 2005, pp. 100-106.
- [4] John M.Cotton et al.,2006. Wireless access point network system supported through existing transmission lines. U.S. Patent No.8259707.
- [5] Li, Kejiiong 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Xiaobo SU et al., 012. Access method for wifi access point , wifi access point and wifi system. World Intellectual Property Organization Patent Application WO 2013056675.
- [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] Zahariev, 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.