

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

行動資訊服務環境技術之研究與製作(II)：

子計劃七：行動資訊服務環境下無線區域網路對即時性應用之服務提供之技術研究與製作(II)

Real Time QoS Support in Wireless Local Area Networks

計畫編號：NSC 87-2213-E-004-003

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

主持人：蔡子傑 國立政治大學資訊科學系 副教授

Email: ttsai@cherry.cs.nccu.edu.tw

Fax: (02) 2234-1494

一、中文摘要(關鍵詞：頻寬、服務品質、頻道擷取控制、WLAN、Cellular)

無線網路因受有限的、不穩定的頻寬限制，較有線網路速度慢許多，為使傳送反應時間與有線網路匹配和連結，尤其對即時性應用軟體，更需要服務品質的保證，特別是傳送延遲。另一方面，在考慮無線網路應用，可分為兩種架構：獨立自主無線網路及有聯接到有線網路骨架(如internet)。因此在本子計劃中，以探討有效支持即時性交通的頻道擷取通信協定為主題，不論在Cellular類型或Wireless LAN類型的架構下，均能維持此即時性的通信連結(real time connection)，達到上層的服務品質要求。另外，實作平台雛型建置，以達觀念證明可行性，亦大有突破。

英文摘要(Keywords : bandwidth, QoS, medium access control, WLAN, Cellular)

Due to limited, unstable bandwidth, wireless networks are generally much slower than wireline networks. Considering interconnection with high-speed wired networks, wireless networks require quality of service (QoS) guarantee, especially for a real-time connection, in order to maintain a reasonable, comparable response time. On the other hand, the wireless network can be: 1. stand-alone (or wireless LAN), or 2. Connected to the wired backbone such as internet (or cellular type).

Therefore, this subproject will focus on the channel access protocol that can efficiently support real time traffic and match the QoS requirement for upper layers, in either cellular type or stand-alone wireless LAN architecture. In addition, the prototype for implementation platform to have a concept proof is also in great process.

二、計畫緣由與目的

近年來，無線電技術的提昇和PCS構想的提出，使無線行動網路將成為21世紀研究通訊的主流。使用者可以在任何地方、任何時間，透過行動資訊服務系統，可以取得其所需的資訊資源，成為研究行動計算努力的目標。

而無線通訊網路與有線通訊網路，最重要的不同點是有限的、不穩定的通信頻寬，和行動電腦的移動性。其造成的直接影響就是傳送的延遲增大，和總有效容量的縮減。但是，實際世界上，很多資訊的取得是刻不容緩的，例如股票的行情、國際情勢的變化、金融、政治等等都是瞬息萬變的，如不能即時獲得最新資訊，是無法作出精準的決策。因此，行動資訊服務網的成功，除了一方面提高無線電機的傳送速率外，另一方面更需改善無線網路上的頻道存取方式和網路架構的控制，提昇其有效效能，增大容量和降低延遲是重要的研究方向。

目前無線網路與有線網路的連結 (interconnection), 依網路架構的不同, 可區分為單階(single hop)進接(access)和多階(multihop)進接兩種。前者如細胞式(cellular)大哥大電話網路的架構, 行動電腦可直接連結至基地台或一有線網路的進接點(access point), 通常用於廣域網路(WAN)上, 或架線較易之區域。後者行動電腦不僅可單階連結, 更可藉由同伴行動電腦以多階方式連結至進接點。其特點是用於局部區域網路(LAN)上, 可用較少 access point 及架線成本, 因為區域網路上的交通流量較小和傳送距離較短、或對於較難架線之區域, 若為此架設太多高功率、高成本的 access point, 則不甚經濟。如在校園內、建築物中、集會或遊行等特殊事件, 架設行動資訊網路。另外, 此網路也較具機動性和獨立性, 不需進接點或基地台的輔助, 可隨時隨地展開成一獨立自主的資訊網路, 可用於戰時、緊急事故或邊遠及架線不易地區等。

在廣域網路或單階進接網路架構方面, 提供行動資訊即時性的服務, 可藉由現有大哥大通信網和 Mobile IP 的研究著手。為提高容量, 頻道存取方式, 隨著技術的演進, 由 FDMA 到 TDMA 再到近年的 CDMA, 細胞的大小也有 Macrocell 到 Microcell 等研究主題。Mobile IP 和 CDPD 更提供電腦與此電話網路的結合能力與移動性管理。

但在區域網路方面, 由於成本、規模、應用的不同, 其設計理念和考慮則不盡相同。IEEE 提出 802.11 Standard, 即是在為無線區域網路環境, 嘗試訂定一套頻道存取的標準。目前市面上的無線區域網路產品, 均以其所公佈的草案設計而成, 如 Lucent Technology WaveLan 及 Proxim 等。其方式是採 CTS/RTS CSMA/CA(Collision Avoidance)為基礎,

以提供 data 的傳送, 主要是避免無線網路的 hidden terminal 問題。研究文獻如 MACA 或 MACAW 均如此。

上述的網路架構, 並未假定用於單階或多階進接的網路, 還頗具彈性考量, 因此市面上的無線區域網路卡, 均以 CSMA/CA 為 MAC 層的標準。但仔細推敲上述協定, 並不提供即時性應用的服務, 因為傳送成功的條件是隨機的(random), 其容量和在重負載下(overload)不穩定(instability)的特性, 早已眾所皆知。雖然, IEEE 目前正研究加入即時性的通訊協定, 但並未公佈詳細細節, 僅知其是由 superframe 模式以 polling 方式架在這 RTS/CTS 協定上面, 效能如何也未獲準確評估。而且, 市面上已有的產品, 也沒有加入此部份的通訊協定。而上述 polling 方式則是僅能用於單階進接的網路架構, 並不同時適合多階的架構。

因此為了支援移動性、快速連結性, 並保證頻寬和延遲的服務品質, 本子計畫研究下列兩個關鍵主題:

1. 網路控制架構的設計。
2. 服務品質的監督和控制管理: 包括頻道擷取控制與服務品質的路徑選擇。

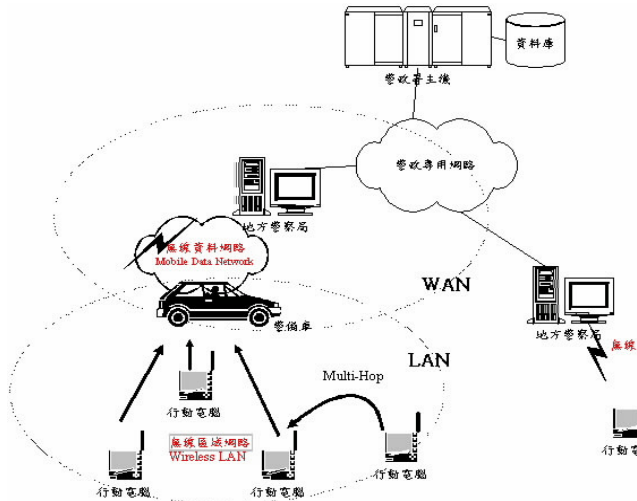
三、結果與討論

本計畫的目標, 除了研究相關的通訊協定外, 最重要的必須配合其他子計畫的需求和系統的整合與實作。

在網路協定方面, 基本上有三點結果, 分別敘述如下:

1. 網路控制架構的設計

為了增加本計畫的應用範圍, 與配合其他子計畫, 我們提出了如下的網路架構, 每個多階無線網路有一個與 internet 的進接點, 但為充分使此無線網路更具移動性, 此進接點進接方式亦為無線, 初步構想可用無線廣域網路如 CDPD 來與網際網路連結。應用之一, 為行動警政資訊系統, 亦即我們將在未來一年研究的重點。



此架構的特性，包括進接點(稱之為 MG: Mobile Gateway)，與多階的無線區域網路。MG 負責它之下的無線區域網路對外國際網路的進接服務與位置管理；多階的無線區域網路必須有提供即時性應用服務能力。每個 client 可以自由在不同 MG 管理範圍 roaming。

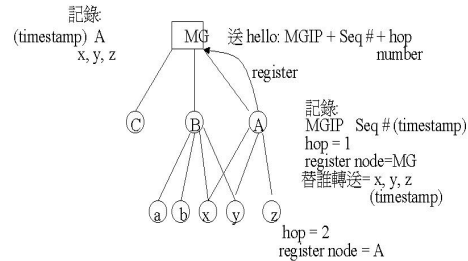
2. 位置管理與路徑選擇

每個行動機必須附屬於至少一個 MG，方才有對外的通訊能力，如同 Cellular 手機必須與基地台控制中心註冊 (register) 一樣。然在多階情況下 client 如何向 MG 註冊且考慮到最有效的方式，我們研究出演算法，摘要如下：

- MG 定期送出 hello 訊息，內含其自己的 IP、Sequence # (每次增加 1)、hop number (為 0)。
- 在 single-hop 範圍內，如下圖 A, B, C 可收到 MG 的 hello，則將其訊息記錄，並將 hop number 增加 1，以及計錄時間 (timestamp)。如此根據距最少 hop 的 MG 向其註冊。MG 收到註冊訊息自然就掌握到其下所有的 client 資訊，計錄其路徑與時間。
- 在 client 向 MG 註冊完畢後，亦再發出 hello 訊息，收到者可利用訊息內 MG 的 Sequence # 與 hop number 判斷是否需要 update 註冊的 MG 或路徑。如果需要，則按最少 hop 的路徑往 MG hop-by-hop 送註冊訊息給 MG。在註冊路徑當中，所有 node 就建置起它之下需 multihop 轉送服務的 node 訊息，routing table 也自然完成。
- De-register 則分別利用 timeout。

如此，每個 MG 可知其下所有 client 的 IP 與到它的路徑和 hop。每個 client 也根據 hop 選擇與它最近的 MG 註冊。

Location Tracking and Routing



3. 頻道擷取控制與服務品質

有了如上的架構與管理，採用 TDMA 或 IEEE 802.11 中 PCF 的 polling 以提供即時性的服務就有了初步的可行性。MG 的角色可視為 WLAN 的 Access Point，也可視為 cellular 下的基地台。差別就在 MG 是 mobile，而且管理 multihop 網路。因此研究的協定必須 dynamic 的，而且網路頻寬也與路徑選擇有密不可分的關係。所以在進行位置管理訊息交換的時候，可加入 synchronization，和服務品質需求。MG 可收集所有訊息，計算最佳的 slot assignment 與 topology management 達到最高效能。茲將作法略敘如下：

(i) 交通流量 (traffic load) 資訊搜集：在執行位置管理與路徑建置時，每個 node 將其自己與其下的交通流量需求資訊附於其上，向 MG 註冊時沿路徑各 node 可統計其下的總交通流量，而 MG 將會有所有資訊。

(ii) 頻道擷取頻寬的分配：

MG 在作 polling 的頻率或 TDMA slot 的 scheduling 時，可動態調整取其最佳化。Multihop 的控制方法，可用階級性的控制，如某個 single-hop 的 node 被分配到若干個 slot 或 polling，其可再往下對 2-hop 的 node 作 slot 或 polling 的 scheduling。

在實作平台建置方面，最主要包括兩部份，MG 使用兩張無線網路卡、multihop 封包轉送。在實作平台的選擇，依應用與困難程度，循序並行，目前鎖定在 Windows 與 Linux 兩種。進度分敘如下：

(i) Windows：分兩部分

a. http 介面：MG 裝載 Wingate、Sygate 使其能同時控制和使用兩張網路卡，而兩張網路卡各有不同的 IP。MG 本身為 proxy server。Client 裝載 winproxy 亦可為 proxy server。將需轉送服務的 client 的 proxy 指向轉送者的 IP，轉送者的 proxy 又指向 MG，如此則可達成 multihop 功能。而且透過 proxy 基本特性，MG 自然有 cache 的功能。所以，所有經由 http 介面的應用程式，均可運作。缺點是無法動態改變 proxy 的 IP。

b. TCP/IP 介面：目的使所有 IP-based 的應用程式均可運作。我們從 NDIS 著手，我們取得 rawether 的 VxD 程式碼，可以監督和發送封包。透過適度封包位址的修正，與加入 routing 協定，可達成轉送 multihop 功能。現正努力中。

(ii) Linux：這是較易取得 source code 的實作平台。長期來看，所有的通訊協定可較易實作在此平台。目前我們利用 router, bridging 的 source code 已完成修改而達成前述所有要求。現正在加進位置管理與路徑選擇的協定中。

另外，在實際系統中，我們碰到了 IP 不足的問題，所以我們採用 WLAN 部份的 client 使用 intranet 的 IP，而只有 MG 有 legal IP。所以實作上就碰到了 IP encapsulation 問題。所幸我們都一一找到適合軟體解決，但僅止於 single hop，對於 multihop 我們又加入修改，目前 Linux 版已完成，Windows 版仍在努力中。

未來一年，在接替的計畫中，我們除了完成更完整的系統實作平台外，也將有關研究的通訊協定逐一整合，並作展示。另一方面，也會透過一些網管軟體，測量與統計其效能。

四、計畫成果自評

參與本計畫的學生，除了研究與本計畫相關的通訊協定外，也清楚學習到各種不同的無線網路架構與產品，如 cellular、數據網路(mobile data)、區域網路。另外，也針對通訊軟體如 wingate、bridging、router、NDIS、driver 等有深刻的實作經驗。透過與我們合作的公司，如義新、大通、智捷、工研院，參與學生也認識到工業界實際需求與運作情形。同時，我們的成果與研究方向，也促使一家公司投入人力著手開發 TCP/IP 的通訊軟體。

五、發表文獻

[1]"Network Architecture for a Mobile Police Information System", in 1998 Workshop on Distributed System Technologies & Applications, by Yao-Nan Lien, Hung-Ching Jang, Tzu-Chieh Tsai, and Wen-Shyen E. Chen.

[2]碩士論文："A Base-driven Bridging Protocol for Multihop Wireless LANs", 歐陽廣文，國立交通大學資訊科學研究所, June 1998. 指導教授：林盈達博士。

[3]碩士論文："A Distributed Bridging Protocol for Multihop Wireless LANs", 楊東成，國立交通大學資訊科學研究所, June 1998. 指導教授：林盈達博士。

[4]"QoS Routing in Multihop Packet Radio Environment" in The Third IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC'98) Athens, Greece, June 30--July 2, 1998 Published by IEEE. Authors: Hsu Yu-Ching, Tsai Tzu-Chieh, Lin Ying-Dar.