

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

無線企業網路及 GSM 網路之應用

Applications of Wireless Enterprise and GSM Networks

計畫編號：NSC 89-2213-E-009-025

執行期限：88 年 8 月 1 日至 89 年 7 月 31 日

主持人：林一平 交通大學 資訊工程系

一、中文摘要

本計畫持續去年國科會計畫"無線私用交換機之資源分配" (NSC87-2213-E-009-079) , 並新增私用交換機與 GSM 服務整合之研究。我們對下列議題做更深入之研究：

- (1) 資源的分配 (Resource Planning Problem) : 根據去年的研究成果, 我們加入整合無線企業網路與 GSM 網路的議題。
- (2) 我們亦探討 AMPS 與 CDPD 在運作上造成的相互影響, 尋找出彼此衝突中的平衡點。
- (3) 我們利用私用交換機模擬環境, 模擬 CTI 交換機的功能, 以新增程式來加入無線電技術及漫遊管理的功能, 達到人們自由移動又可接受語音與資料訊息的目的。
- (4) 本計畫新增私用交換機與 GSM 服務整合之研究, 特別是近年以服務節點 (Service Node) 提供行動電話預付式的服務 (Prepaid Service) 。我們探討如何以私用交換機架設服務節點, 模擬提供顧客預付式服務, 並分析系統效能。

關鍵詞：無線私用交換機、微細胞/巨細胞的架構、雙頻網路、CDPD、CTI 伺服器、預付式服務

Abstract

Modern corporations consider

information and information exchange as important assets that underlie the operation of an enterprise. To create company-wide information utility, i.e., an enterprise network, it is required to provide communications at the corporate and the departmental levels. In office buildings, the typical communication solution is the private branch exchange (PBX) system, a switch that connects the telephone links from an office building to the PSTN (public switched telephone network). Furthermore, changes in the business environment are transforming people's mode of operation and work habits. Many corporate employees spend time away from their assigned wired phones but are still in their offices or other locations of the company. Companies are starting to be aware of the opportunities that mobility offers to increase productivity, provide better customer service, and lead to future cost savings. Thus companies are increasingly adding mobility solutions to their existing networks and continuously integrate them as seamlessly as possible. As the wireless technology advances, wireless products are gradually integrated with enterprise networking to provide employee mobility (or the so-called cordless terminal mobility) in the company and a bridge to the outside world.

Resource allocation is an important issue for WPBX planning. Based on the workload of call traffics and mobility of users, a performance study is required to provide guidelines of distributing the WPBX resource (switch circuits and radio channels). Such a study should include both voice traffic and data traffic.

This project consists of four parts. The first part studies wireline telephone circuit and radio channel allocation for voice traffic. The second part investigates the CDPD mechanism and attempts to adapt this mechanism for WPBX data transmission. The third part implement an wireless PBX experimental environment based on a commercial PBX product to support the study of the first two parts. The last part studies how to utilize PBX to implement GSM services such as pre-paid phone service.

Keywords: Wireless PBX, Resource Allocation, CDPD, GSM

二、緣由與目的

在近幾年的通訊工業中，行動通訊服務廠商開始將注意力延伸到企業型個人通訊服務整合系統，使企業電話系統也具備行動能力。利用結合交換機與無線傳輸技術 -- 無線私用交換機 (Wireless Private Branch Exchange)，便可達到人們自由移動又可接受電話語音訊息的目的。本計畫著重在分析無線私用交換機上資源分配問題、無線資料傳輸的參數設定與漫遊管理的設計，提供參考的依據。

本計畫持續去年國科會計畫"無線私用交換機之資源分配" (NSC87-2213-E-009-079)，並新增私用交換機與 GSM 服務整合之研究。我們對下列議題做更深入之研究：

資源的分配 (Resource Planning Problem) 是一個重要的課題。系統管理者必須依據話務量的多寡，詳加探討無線私用交換機所能提供的容量 (capacity)，分析各種資源增減對系統影響的模式，進而找出最佳的系統效能來決定資源的分配。根據去年的研究成果，我們加入整合無線企業網路與 GSM 網路的議題。以微細胞/巨細胞的架構 (Microcell/Macrocell Architecture)，形成所謂的雙頻網路 (Dual Band Network)。我們探討雙頻網路上，網路的架設方式與無線電資源的分配，對於服務的提供與系統品質的關聯性，以及研究使用者的移動行為模式與移動管理，如何影響雙頻網路的資源分配與系統效能。

除了處理語音訊息之外，我們也希望以蜂巢式數位封包資料 (CDPD)無線的方式來傳遞數據訊息。CDPD 架構在 AMPS 上，偵測並使用無線電話系統的空間頻道來傳遞資料。但 CDPD 本身是一種層級架構，可夾在不同的語音傳輸技術之間運作。雖然 CDPD 是針對 AMPS 而設計，其原理亦可應用在私用交換機的環境，提供使用者更滿意的數據服務。我們亦探討 AMPS 與 CDPD 在運作上造成的相互影響，尋找出彼此衝突中的平衡點。

若要實際研究無線電資源 (針對語音及數據) 之分配及公共電話網路 (或公共數據網路) 之連接，我們需要真正的電話/數據交換機來模擬測試，然而國內尚無此環境。現有電腦與電話整合 (Computer Telephony Integration, 簡稱 CTI) 的技術，使用電腦來控制電話交換機的運作。我們利用私用交換機模擬環境，模擬 CTI 交換機的功能，以新增程式來加入無線電技術及漫遊管理的功能，達到人們自由移動又

可接受語音與資料訊息的目的，做為本研究計畫的模擬實作環境。

本計畫新增私用交換機與 GSM 服務整合之研究，特別是近年以服務節點 (Service Node) 提供行動電話預付式的服務 (Prepaid Service)。服務節點的優點是系統業者能快速和彈性地提供預約式服務、及時的通話控制與計費，適合對通話費用敏感的企業界使用。我們探討如何以私用交換機架設服務節點，模擬提供顧客預付式服務，並分析系統效能。

三、結果與討論

本計畫係承接去年國科會計畫之研究深入進行，並未做大幅修改。研究計畫之結果與討論敘述如下：

個人通訊服務 (Personal Communications Services 或 PCS) 一詞通常被視為各種無線擷取技術以及個人行動服務的通稱。藉由使用輕巧的無線通信器具，個人通訊服務的最終目標是希望能夠隨時、隨地、以各種型式的通信器具來提供顧客通訊服務。可想而知，未來在合理的通話價格下，每戶家庭甚至每個人都會樂意使用個人通訊服務。因此其未來的無限商機為通信產業界所看好。近年來電信開放，行動電話服務在公平競爭的環境下，服務費用已大幅降低。由於民眾的經濟能力大為改善，無線電通信技術已逐漸成熟，再加上行動電話大為風行的推波助瀾，電通信廠商也開始將注意力延伸到商用行動電話系統上。在商用企業電話市場裡，具行動能力的商用電話市場正快速成長，應用的對象包括：製造業，銀行，展覽場，醫療院所，流通業，財務服務業，旅遊業，一般辦公室，政府機關等。我們將之歸屬於企業型個人通訊服務整合系統的範疇。

在設計一個人通訊服務網路時，資源

的分配是一個重要的課題。行動電話交換機須向電話公司租用外線以向外連接，而內部無線電話部份的配備也需要重大的投資。系統管理者必須依據話務量的多寡，詳加探討行動電話交換機所能提供的容量 (capacity)，分析各種資源增減對系統影響的模式，進而找出最佳的系統效能來決定資源的分配。這樣的過程我們稱之為資源分配的問題 (Resource Planning Problem)。現有個人通訊服務網路資源分配問題的研究，多是著重在無線電資源的部份，或是針對特定的實際的無線電話系統來作討論。本計畫認為若能不針對特定系統，而做普遍性的探討，更能夠真正評估資源的分配對無線私用交換機效能的影響。因此，我們必須提出抽象的數學模式或模擬系統，以了解無線私用交換機的特性。在本計畫我們發表了[8]等一篇期刊論文。

若將無線私用交換機定位為室內、小範圍的基地台涵蓋區域 (Cell Size) 之無線通訊系統，那麼公眾無線通訊系統 (例如，GSM) 便包含了室外、大範圍的基地台涵蓋區域 (Cell Size) 的特性，兩者間是互補的結構，結合在一起可提供更佳的服務。我們可以將已廣為研究的微細胞/巨細胞的架構 (Microcell/Macrocell Architecture) 應用於此，成為雙頻 (Dual Band) 無線通訊網路。在這樣雙頻的系統上，基地台的配置、網路的架設方式與無線電資源的分配，對於服務的提供與系統品質有絕對的關聯性，有待進一步的探索。在本計畫我們發表了一篇論文[10]。

我們研究了多種無線數據的數據傳輸方式，包括蜂巢式數位封包資料 (Cellular Digital Packet Data, 簡稱 CDPD) [1,2,3]，GSM HSCSD及GPRS的通信協定。CDPD是一種利用無線電做為傳遞資料的技術，

架構在現存的公眾無線電話系統上 (例如蜂巢式行動電話系統 AMPS), 偵測並使用無線電話系統空間的頻道, 整合使用現有的電話設備進行資料的傳輸。它的一個特點是強調不會影響語音通訊的容量與品質, 只是充分利用現存無線電話系統傳輸空檔來傳遞資料封包。CDPD本身是一種層級架構, 可夾在不同的語音傳輸技術 (例如CDMA與TDMA) 之間運作。目前, CDMA與TDMA正都在發展與CDPD協同運作的技術。

使用 CDPD 的優點在於: 第一, 可使用 AMPS 現有的基地臺設備, 節省系統開發的成本和時間。第二, 可使用 AMPS 現有的頻道, 省略了頻道申請的煩瑣手續和過程。第三, 使用封包傳遞資料, 節省連線建立與中止(Session Establishment and Termination)的時間, 且資料的傳輸以封包為單位, 因此收費低廉。第四, CDPD 網路通訊協定採用 TCP/IP, 方便與網際網路(Internet)接通。第五, CDPD 提供使用者雙向均高達 19.2 kbps 的傳輸速率, 且不像 GSM 有資料字數的限制。第六, 由於語音與資料傳輸的途徑並不相同, 語音與資料傳輸可同時進行而不會相互影響。我們探討 CDPD 在提供處理資料的服務時, 所可能會面臨的問題。例如 CDPD 系統在運作時, 會運用到許多計數器(Counter)與計時器(Timer)。而這些計數器與計時器的設定, 往往會影響到整個系統的效能; 雖然在參考文獻[1]中提供了不少系統參數的設定值, 但也有不少系統參數是開放系統供應者視實際系統狀況自行決定。因此對於系統效能與參數間的互動, 需要深入的評估。在本計畫我們發表了[7]等一篇期刊論文。

GSM Phase 2 支援兩種資料傳輸的服務: 短訊息服務 (short message services) 和送遞訊息服務 (bearer services) 送遞訊

息服務是一種類似 ISDN 服務, 如數據電路雙向傳輸 (data circuit duplex) 與數據分封雙向傳輸 (data packet duplex) 等服務, 但最高的傳輸速度只有 9.6Kbps。手提電腦或個人數位助理 (PDA) 可透過 PC card 與 GSM 手機相連接, 便可要求 GSM 提供數據服務。此時在 GSM 網路端會在手機與公眾電話網路之介面間, 建立一條電路交換式連線 (circuit-switching connection), 以傳送資料。這條連線上的無線電通道與有線線路, 即使不傳送資料也都會一直保留著, 直到使用者終止服務。不傳送資料時也可將電話終斷, 但由於重建 GSM 連線需耗費許多時間及額外之信號傳遞的負擔, 許多應用是無法忍受這樣長時間的延遲。尤其對 Internet 而言, 不論是短訊息服務或送遞訊息服務都不足以提供像 FTP、WWW 這樣的應用。

既然 GSM Phase 2 無法讓使用者快速任意地擷取無線電資源, 以提供分封交換式傳輸 (packet-switched transmission), ETSI 繼而在 GSM Phase 2+標準。其主要訴求, 就是要提供有效率的數據服務。根據目前既有的 GSM 網路架構, GSM Phase 2+ 分別提出高速電路交換數據 (High Speed Circuit Switched Data 或 HSCSD) 以及一般封包式無線電服務 (General Packet Radio Service 或 GPRS) 這兩項因應的解決方案, 以提供高速檔案傳輸、行動視訊 (mobile video) 與類似電子郵件與 WWW 資料的應用。其中又以 GPRS 採用的分封交換技術較能符合數據傳輸的叢集 (burst) 特性, 特別被看好。

漫遊管理 (Mobility Management) 在行動通訊當中是一個很重要的研究課題。系統必須知道每一個使用者的位置, 即是所謂的漫遊管理。在漫遊管理 (Roaming Management) 裡, 有兩個基本的操作:

註冊 (Registration) 手機通知系統它目前位置的程序。

位置追蹤 (Location Tracking) 系統

確定手機位置的程序。當網路要送一個電話給行動用戶時，位置追蹤是必要的。

在 IS-41 和 GSM MAP 標準裡採用的漫遊管理是屬於兩層式策略。該策略使用本籍和客籍兩階層的資料庫。當用戶訂購行動電話服務時，會在系統的資料庫建立一份記錄，登錄此記錄的資料庫稱做本籍註冊資料庫（Home Location Register 或 HLR），而這個行動電話系統被稱為行動用戶的本籍系統（home system）。HLR 是一個用來儲存行動用戶資訊（例如電話號碼、個人資訊、目前位置、有效期限）的位置記錄資料庫。行動用戶可能離開其本籍系統而漫遊至一客籍系統（visited system）。例如遠傳（北部 GSM 公司）的客戶可能由遠傳服務範圍（本籍系統）漫遊至中部 GSM 公司（例如東信）的服務區（客籍系統）。當行動用戶逗留在客籍系統時，客籍系統會在客籍註冊資料庫（Visitor Location Register 或 VLR）產生一個暫態記錄（temporary record），以儲存這個行動用戶的相關資訊。VLR 是有別於 HLR 的另一種位置記錄資料庫，僅用來儲存漫遊用戶所需的資訊，以使用戶在漫遊時能協助處理該用戶通話。在本計畫我們發表了[9]等一篇期刊論文。

近幾年來行動電話的預付式服務（Prepaid Service）在全球各地正急速地成長。在 1996 年全球約有六千萬 GSM 用戶，只有 8% 的人訂購預約式服務，但專家預估在 2001 年時全球 GSM 用戶將增至一億四千萬，而訂購預付式服務的顧客將成長至 25% [4]。目前在台灣電信公司中，和信於去年九月首先推出“輕鬆打”，接著遠傳於十一月也推出易付卡，中華電信今年亦將推出預付式的服務。

目前預付式服務有帳務系統（Hot Billing）、個人識別模組（SIM Card）、服務

節點（Service Node）與智慧型網路（Intelligent Network）四種方式[4,5,6]，其中以服務節點最為廣泛使用。服務節點架構乃是利用通訊業者提供的交換機和預付式服務伺服器，與既有的行動網路相連接。它的優點是能快速和彈性地提供預約式服務、及時的通話控制與計費。透過服務節點方式還可提供企業界許多新的服務，如：虛擬企業網路（VPN）、個人服務號碼、GSM 短訊息服務等。CTI 架構的私用交換機具備了以電腦管制、監督通話的交換機功能，並且在系統功能和容量上擴充簡易，因此可作為預約式服務的服務節點。我們可直接在私用交換機模擬環境上，設計提供預約式服務、及時的通話控制與計費的服務功能，作為預付式服務的實驗平台。

本計畫主要著重在分析個人通訊系統上資源分配的問題、無線資料傳輸的參數設定與漫遊管理的設計。並深入探索無線交換機的運作模式，瞭解加入無線數據傳輸與漫遊管理，對系統的影響。並探討如何將私用交換機的技術，應用到 GSM 之服務（例如預付卡之 Service Node）。目的是針對個人通訊服務的整合與行動通訊智慧型網管，提供參考的依據，以利有意投入此領域者做出正確的決定。國內業者在有線電話系統如私用交換機與顧客端用戶設備（Customer Premise Equipment）等已建立起不錯的基礎，未來必然是朝向無線私用交換機與智慧型網管的結合，生產高附加價值的商用系統。此計畫探討個人通訊服務整合系統所獲得之研究經驗，可提供國內相關產業進入系統整合發展的技術。在本計畫我們發表了一篇論文[11]。

四、成果自評

無線通信在目前國內是蓬勃發展的新興產業，預計日後將帶動數百億元的產值。而早年因電信管制與市場壟斷使得無

線通信相關學科的研究相當匱乏，且與國外先進國家的技術落後了一段距離。本計畫的研究成果，可轉移到相關的產業之上，並帶動相關領域的學術研究，縮短與先進國家無線通信技術的差距。

本計畫的內容涵蓋了語音傳輸、數位資料傳輸、無線/有線資源管理、漫遊管理、網路管理、智慧型網路、私用交換機與 GSM 服務結合等議題。本計劃的研究成果，不只限於無線私用交換機系統，同樣可提供公眾無線電話系統之學者與業者作為參考。以最少的成本，獲致最大的利益。

五、參考文獻

- [1] CDPD Forum, "Cellular Digital Packet Data system Specification: Release 1.1", Tech. Rep., CDPD Forum, Inc., January 1995.
- [2] Sreetharan, M., and Kumar, R., "Cellular Digital Packet Data", Artech House, 1996.
- [3] Yi-Bing, Lin. "Cellular Digital Packet Data: A Tutorial", Vol. 16, No.3, pages 11-13, IEEE Potentials, PCS-NCTU-96-10.
- [4] D. Edwards. "Pay Now, Call Later", Telecommunications, Mar., 1998.
<http://www.telecommagazine.com/issues/199803/tci/edwards.html>.
- [5] A. Arteta. "Prepaid Billing Technologies- Which one is for you?", Billing World, Feb., pages 54-60, 1998.
- [6] R. Pilcher, "Intelligent Networks Move Advanced Services Ahead", Telecommunications, Nov., 1998.
<http://www.telecommagazine.com/issues/199811/tci/pilcher.html>.
- [7] Lin, Y.-B. and Tsai, W.-N., "A Performance Study of CDPD". Accepted and to appear in Information Sciences: An International Journal.
- [8] Lai, W.-R., and Lin, Y.-B. "Effects of Cell Residence Times on Wireless PBX Systems". Accepted and to appear in ACM/Baltzer Wireless Networks, 1999.
- [9] Haas, Z. and Lin, Y.-B. "Demand Re-registration for PCS Database Restoration". Accepted and to appear in ACM/Baltzer Wireless Networks.
- [10] Lai, W.-R., Lin, Y.-B. and Rao, C.-H. "Modeling and Analysis of Dual-Band GSM". To appear in KICS/IEEE/IEICE Journal of Communications and Networks.
- [11] Ming-Feng Chang, Yi-Bing Lin and Wei-Zu Yang. Performance of Hot Billing Mobile Prepaid Service. To appear in Computer Networks Journal.