

多型個人無線通訊系統之移動管理

陳祈男 范裕富

C.N.Chen Y.F.Fan
國立成功大學工程科學系

Institute of Engineering Science

National Cheng Kung University Tainan, Taiwan, R.O.C.

e-mail: cnchen@system.es.ncku.edu.tw

摘要

GSM 與 DECT 各有其優缺點與不同的適用性，若將這兩種系統加以整合，讓 GSM 利用 DECT 增加使用者的容量，而 DECT 可藉由 GSM 擴增使用者的移動性，兩者可呈現互補的效果，透過此整合性系統能讓使用者不論在何時何地都能進行通話。論文中提出兩種整合 GSM 與 DECT 系統的架構—GIP 方式與 Coordinate 方式，討論其移動管理、效能分析與適用情形，以提供使用者更廣泛的移動性與更有效率的使用方式為目標。

1. 簡介

隨著個人行動通訊使用者的急速成長，個人無線通訊系統網路的整合將會是未來的趨勢，目前許多的個人無線通訊系統存在著許多各自不同的技術標準，欲使不同系統間彼此能整合，以提供無線通訊使用者更方便的服務，需設計一個完整的整合性環境與架構，而移動管理亦是其中不可或缺之一環。再者，因各個系統服務者有不同的發展方向與要求，有些傾向增加系統的容量，有些則根據使用者的要求而擴增系統的服務功能，這些在整合環境的設計上都需分別加以考慮。

現今一般大眾所熟悉的行動電話系統（如 AMPS、GSM、DCS1800）均屬於 Cellular 系統，可提供使用者大範圍的漫遊，並支援高速移動如汽車、火車上之用戶使用，但基地台的涵蓋面積所能服務的用戶數量較少、難以容納未來個人行動通性時代的用戶成長需求，且其價格昂貴，因此若能整合可容納大量用戶且收費較便宜的 Cordless 系統（如 DECT、PACS），便可提供 Cellular 系統更多的用戶與更有利的選擇。而此整合多種不同個人無線通訊系統的環境或架構，稱為多型個人無線通訊系統（Multi-tier Personal Communication Systems）[1,4]，如下圖 1-1 所示。

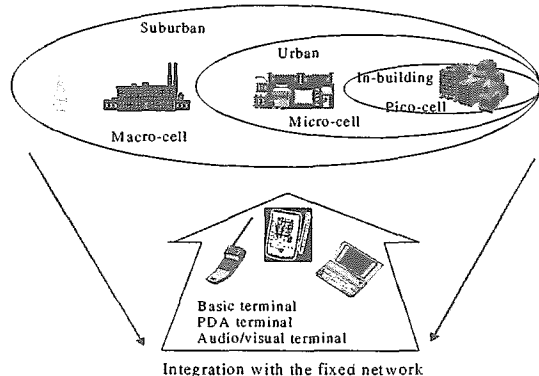


圖 1-1、多型無線通訊系統架構

但 DECT 欲提供使用者在廣大區域間移動，必須具有資料庫的網路架構（如 home and visitor databases），但事實上未必需要建立一個全新的網路端，而可藉由其他個人通訊系統上既有的網路來達

成，例如 GSM 本身已內建完整的移動性函式，可考慮將 DECT 結合 GSM 的網路，而 DECT 視為 GSM 網路的通道閘（gateway），以利用 GSM 內建的移動性函式；換言之，DECT 在一些環境下可以減少 GSM 的流量，而 GSM 可以提供 DECT 的使用者更廣泛的使用範圍，兩者可以相輔相成，成爲一種互補的關係，在實際的應用與發展上具有實質上的意義。

DECT 與 GSM 有許多共同之處，兩者都支援雙向通話、認證、編碼、跨越基地台的交接與必備的註冊動作等，但考慮彼此之間的系統整合時，勢必會遭遇到幾個問題，底下分別加以討論：

- (1) 註冊：High-tier (GSM) 與 Low-tier (DECT) 有各自的註冊資料儲存在不同的資料庫中，例如 high-tier 將資料儲存在 HLR/VL 中，而 low-tier 除了 HLR/VL 之外還可能將資料存於 Access Manager (AM) 或其他控制單元中，當使用者跨越到新的 tier 時，新 tier 的資料庫必須取得使用者的相關資料，必須制訂一套完整的註冊程序，並在連接 DECT 與 GSM 的交換機上提供有效的控制。
- (2) 追蹤：High-tier 與 Low-tier 各自採用不同的交換機，交換機上的運作方式並不相同，當使用者移動到新的 tier 時，將無法正確對使用者做追蹤、連結與建立通話等動作，因此需要一套適當的追蹤程序應用在此新的整合環境下 [5,6]。
- (3) 認證：包含在整合系統中 GSM SIM (Subscriber Identification Module) card 與 DECT DAM (DECT Authentication Module) card 的運用方式，而且手機必須能夠偵測目前所在的系統，送出正確的永久性或暫時性識別碼，並由系統檢查識別碼的正確性，以判定是否有權力來存取此系統，因此需訂定適當的認證程序，這些在做系統的整合時都是必須要考慮的問題。

論文的研究目的在建立有效的 DECT 與 GSM 整合性架構，解決多型個人無線通訊系統環境下所遭遇的問題，尤其當使用者在跨越 tier 的情況，與提出相關的整合系統架構與漫遊協定，例如註冊、追蹤、認證等程序，讓使用者能輕易的在 DECT 與 GSM 間漫遊，達到無接縫的漫遊並提供更方便的服務 [8,13]。

以下，第二節描述國內外對多型個人無線通訊的相關研究，第三節介紹 DECT 與 GSM 的第一種整合性架構—GIP 方式的整合，第四節介紹 DECT 與 GSM 的第二種整合性架構—Coordinate 方式的整合，第五節爲兩種結構的比較，包括評估兩種架構下的註冊成本、追蹤成本與整體成本，最後，第六節對本篇文章作結論。

2. 相關研究

在多型個人無線通訊系統中，如果各個系統彼此之間並不互相覆蓋，則此整合系統的優點在於擴展系統的涵蓋與服務範圍，但如果各個系統相互間有重疊的部分，此整合系統則可運作在不同的頻道，並且增

加使用者的容量，而且隨著各個系統的發展，日後將可提供更多的服務在此整合系統中，例如整合 cellular 與 cordless 系統 [2]，從 cellular 系統的角度來看可提升通話的品質，從 cordless 系統的角度來看可大幅提升使用者漫遊的能力。表 2-1 列出數個 cellular 系統與數個 cordless 系統的整合方式。

Technology	Advantages	Examples
Cellular-Cellular (Overlapping)	Increasing capacity	GSM/DCS1900
Cellular-Cellular Cellular-Cordless Cordless-Cordless (Non-overlapping)	Extending Coverage	IS-136/AMPS IS-95/AMPS IS-95/PACS
Cellular-Cordless Cordless-Cordless (Overlapping)	Increasing capacity Improving circuit quality Increasing the user mobility	GSM/DECT PACS/PHS

表 2-1、Cellular 與 Cordless 的整合方式

多型個人無線通訊系統具有向下相容的能力，亦即屬於整合性系統的使用者可存取整合系統中各個 PCS 所提供的服務，同時，原先屬於各個單獨 PCS 系統的使用者，仍可使用自己 PCS 所提供的服務，而完全不受多型個人無線通訊系統的影響。依據 network 與 radio 的技術不同，分成以下三種的整合方式：

◆ **SRSN (Similar Radio Technology, Same Network Technology)**

例如 GSM (at 900MHz) 與 DCS-1800 (at 2GHz) 的整合，兩系統間的差異只在於不同的使用頻段，radio 的技術皆採用 TDMA/FDD 的方式，network 技術也都是利用 IS-41 通訊協定，而因為使用頻段的不同，在兩系統重疊的地區不會造成干擾的問題，因此採用 SRSN 的整合方式將可有效的增加 PCS 的容量。

◆ **DRS (Different Radio Technology, Same Network Technology)**

例如 IS-54/AMPS 或 IS-95/AMPS，兩系統間 radio 的技術並不相同，AMPS 利用 FDMA 的技術，而 IS-54 與 IS-95 分別利用 TDMA 與 CDMA 的技術，但這些系統在 network 部分都是利用 IS-41 的通訊協定；DRSN 的整合方式其目的在於希望利用新的系統（如 IS-54 或 IS-95）逐漸將舊的系統（如 AMPS）給代換掉，並擴增整合系統的涵蓋範圍。

◆ **DRD (Different Radio Technology, Different Network Technology)**

整合 Cellular (high-tier) 與 Cordless (low-tier) PCS 的系統便是典型的 DRDN 整合方式，例如 GSM/DECT，兩個系統採用不同的 radio 技術（GSM 用 TDMA/FDD，DECT 採用 TDMA/TDD），與不同的 network 技術，DRDN 的優點在於可增加系統的容量、提升通話品質與增加使用者的漫遊能力，其他屬於 DRDN 的整合系統如 AMPS/PACS、GSM/PACS 等。

Bellcor 所提出的多型個人無線通訊系統架構如圖 2-1 所示，架構中包含三種不同的 tiers，分別是 high-tier，low-tier，與 unlicensed low-tier，各個獨立的 tier 有自己的客籍位址暫存器（Visitor Location Registers, VLRs），而各個 tier 間則共用一個本籍位址暫存器（Home Location Registers, HLR），稱為 Multi-tier HLR (MHLR)，各個系統的使用者資訊皆記錄在 MHLR 中，採集中式的管理方式，而各個 tier 間可能選用不同的協定或介面與 MHLR 溝通。

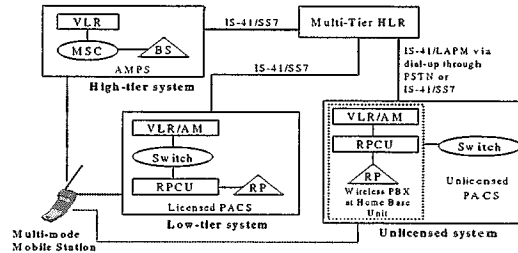


圖 2-1、多型個人無線通訊系統架構

3. GIP 方式的整合性架構

3.1 GIP 方式

GIP (GSM Inter-working Profile) 方式是利用 GSM A-interface 將 DECT 與 GSM 的網路部分相連接，如圖 3-1 所示，在此整合架構下，DECT 的 FP (Fixed Part) 透過 Inter-Working Function (IWF) 並利用 A-interface 與 GSM 的 MSC (Mobile Switch Center) 相連接，並採用 GSM MAP 做為網路部分的通訊協定。

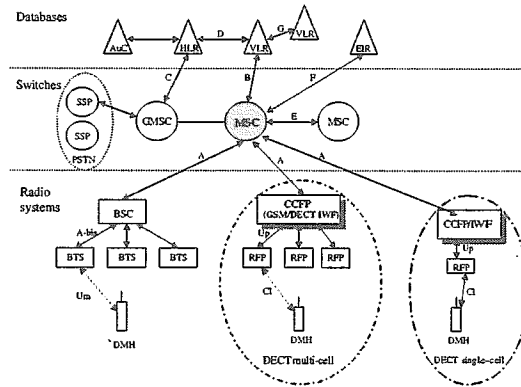


圖 3-1、GIP network architecture for DECT-GSM network integration

在 A-interface 中最高層的 layer 是 SCC (Signaling Connection Control Part)，提供通話控制、註冊與交接等動作，能提供許多必要的移動管理 (Mobility Management, MM) 與連接管理 (Connection Management, CM) 訊息。從另一角度來看，DECT 的 FP 利用 A-interface 與 GSM 的 MSC 連接，因為在 GSM 中 A-interface 是位於 MSC 與 BSC 的介面，因此可將 DECT 的 PP (Portable Part) 視為 GSM 中的 MS，GSM 的 air interface 也間接替換為 DECT 的 CI interface，而 DECT 的固定端 - RFPs 與 CCF 則可視為 GSM 中 BTS 或 BSC (Base Station Controller) 的角色，負責傳遞與 GSM 有關的訊息，DECT 間接成為 GSM 的基地台子系統；其目的在於 DECT 環境下所有的服務功能都能以 GSM 的方式來提供，包括認證、GSM 的移動性管理、短訊服務 (Short Message Service)、增補服務 (Supplementary Service) 等，並提供 DECT 更廣泛的移動能力與解決 GSM 的頻寬問題。

3.2 DECT-GSM 的介接功能

如圖 3-2 所示，DECT FP 中包含了 IWF (Inter-Working Function)，IWF 包括了幾個必要的工作 - DECT 與 GSM 間在 A-interface 上訊息的對應、轉換，使這些訊息成為系統真正可接受的格式，以及訊號的路由與傳遞。圖 3-3 為 multi-cell DECT 與 GSM 的

inter-working model, 由圖可知 IWU 所在的 multi-cell DECT protocol stack sublayer, DECT FP 包括了 RFP (Radio Fixed Part) 與 CCFP (Central Control Fixed Part), 而 IWU 在 CCF 上負責對應 DECT 與 GSM 的 network sublayer。

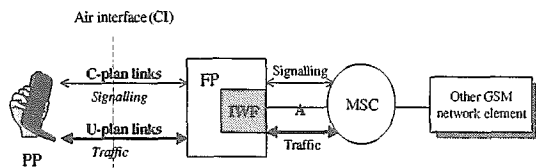


圖 3-2、Position of the inter-working function in DECT-GSM

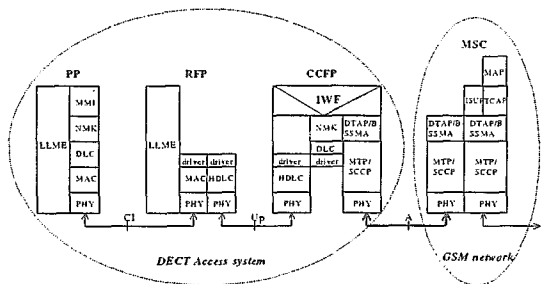


圖 3-3、The Multi-Cell DECT and GSM inter-working model

3.3 DECT-GSM 的漫遊協定

(1) 註冊程序

在 DECT-GSM 系統下, 當 DMH (Dual Mode Handset) 從一個註冊區域移動到另一個註冊區域時, 必須進行註冊的動作, 而依使用者的移動過程可分為三種移動模式— 在 GSM 下跨 BSs 間的移動、在 DECT 下跨 RFP 間移動以及跨越 GSM 與 DECT 的移動 (Inter-tier movement); 而 Inter-Bs movement 的註冊動作可依照 SS 的 Interim Standard-41 (IS-41), 在此不加贅述, 底下將說明 Inter-tier movement 所進行的註冊動作, 另外 IWF 上的訊息對應可參照表 3-1。

如圖 3-4 所示, DMH 從 GSM BS 移動到 DECT RFP2, 而 RFP2 與 BS 皆屬於同一個 GSM MS, 包含有下列幾個步驟, 其 message flow 參考圖 3-5:

- 步驟 1. DMH 送出一個 DECT 的 LOCATE_REQUEST message 給 RFP 2, 此 message 包含可識別此 DMH 的 TPUI (或是 IPUI-R class—defined for GSM attachment), RFP 將此 message 繼續傳到 CCFP。
- 步驟 2. CCF 上的 IWF 需將 DECT 的 LOCATE_REQUEST message 對應 (如表 3-1) 成 GSM 的 Location update request, 並做 routing and relaying, CCF 透過 A-interface 將 Location update request message 送給 GSM MSC。
- 步驟 3. MSC 利用 TCAP MAP_UPDATE_LOCATION_AREA message 透過 B-interface, 將 Location update request message 送給 VLR, 此 message 包括了 MSC 的位址、DMH 的識別碼、CCF 的位址與 RFP 及 RFP 的位址。
- 步驟 4. VLR 更改 LAI/LUI 的欄位, 並送出 MAP_LOCATION_UPDATED message 給 MSC。
- 步驟 5. MSC 送出 Location update accepted message 給 DECT CCF, IWF 會將 GSM acknowledgement

message 對應成 DECT 的 LOCATE_ACCEPT message, 並做 signaling routing and relaying。步驟 6. 最後 CCF 透過 Up 與 CI interface 將 LOCATE_ACCEPT message 送給 DMH。

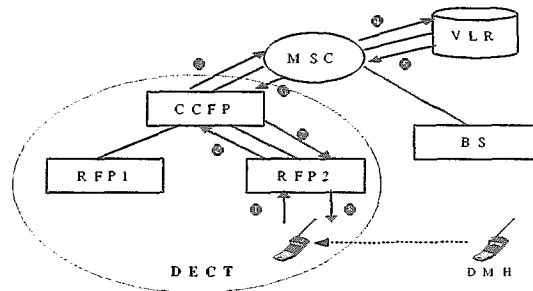


圖 3-4、DMH moves from BS to RFP location update

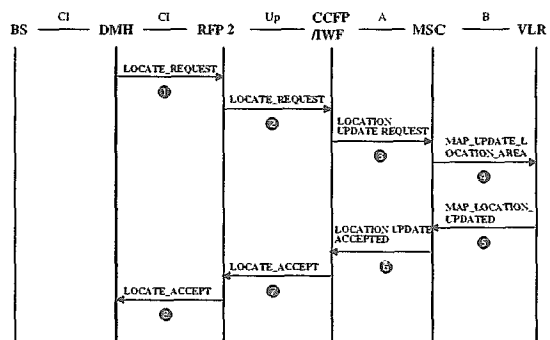


圖 3-5、From BS to RFP location update message flow in GIP approach

另一較複雜的情況如圖 3-6 所示, DMH 從 GSM BS2 移動到 DECT RFP, 但 RFP 與 BS2 分屬於不同的 GSM MSC, 註冊包含下列幾個步驟, 其 message flow diagram 參考圖 3-7:

- 步驟 1. 由 DMH 送出 DECT 的 LOCATE_REQUEST message 給 RFP, 此 message 包含可識別此 DMH 的 TPUI (或是 IPUI-R class—defined for GSM attachment), RFP2 將此 message 繼續傳到 CCFP。
- 步驟 2. CCF 上的 IWF 需將 DECT 的 LOCATE_REQUEST message 對應成 GSM 的 Location update request, CCFP 透過 A-interface 將 Location update request message 送給 GSM MSC1。
- 步驟 3. MSC1 利用 TCAP MAP_UPDATE_LOCATION_AREA message 透過 B-interface, 將 Location update request message 送給 VLR1, 此 message 包括了 MSC1 的位址、DMH 的識別碼、CCF 的位址與 BS2 及 RFP 的位址。
- 步驟 4. 因為 VLR1 先前並未記錄此 DMH 的相關資訊, VLR1 可由註冊訊息中得知 VLR2 的位址, 並由 VLR1 送出 MAP_SEND_IDENTIFICATION message 給 VLR2, 向 VLR2 取得 DMH 的 IMSI, VLR1 並向 HLR 送出 MAP_UPDATE_LOCATION message, 通知 HLR 更改 VLR 的欄位。
- 步驟 5. HLR 送 MAP_LOCATION_UPDATE 給 VLR1, VLR1 產生一個新的 TMSI, VLR1 並將此 message 與 TMSI 繼續傳給 MSC1, MSC 再透過 A-interface 送出 Location update accepted message 給

DECT CCF, IWF 會將 GSM acknowledgement message 對應成 DECT 的 LOCATE_ACCEPT message, 並根據 TMSI 對應成新的 TPUI, 並做 signaling routing and relaying。

步驟 6. CCF 透過 Up 與 CI interface 將 LOCATE_ACCEPT message 與 TPUI 送給 DMH。

步驟 7. 最後由 HLR 送出 Deregistration request message 給 VLR2, 進行反註冊的動作, VLR2 刪除此 DMH 的資料後, 送出 Deregistration response message 給 HLR。

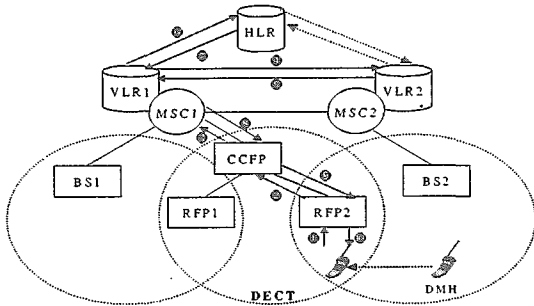


圖 3-6、DMH moves between MSC location update

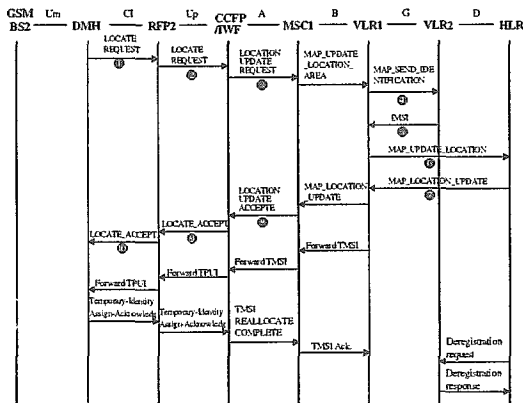


圖 3-7、Inter-MSC location update message flow in GIP approach

Message Coding in DECT	Message Coding in GSM
LOCATE_REQUEST	LOCATION UPDATE REQUEST
LOCATE_ACCEPT	LOCATION UPDATE ACCEPT
LOCATE_REJECT	LOCATION UPDATE REJECT
Temporary-Identity Assign-Acknowledge	TMSI Reallocate Complete
IPUI	IMSI
TPUI	TMSI
LUI	LAI

表 3-1、Message mapping by IWF in GIP DECT-GSM

(2) 追蹤程序

DMH 在 GIP DECT-GSM 架構下由 PSTN 產生的追蹤程序有兩種情形: I. DMH 在 GSM BS 的環境下發生追蹤, II. DMH 在 DECT RFP 的環境下發生追蹤, 前者的追蹤過程可依照 GSM BCT (Basic Call Termination Procedure) 完成, 而後者的追蹤過程如圖 3-8 所示, 包含以下幾個步驟, 其 message flow 參考圖 3-9 所示:

步驟 1. 當 PSTN 的使用者發出 MSISDN (Mobile Station ISDN number), PSTN 的 switch 利用 SS 的 IAM (Initial Address Message) message 送給 GSM GMSC。

步驟 2. GMSC 送出 MAP_SEND_ROUNTING_INFORMATION 給 HLR, 再由 HLR 送出 MAP_PROVIDE_ROAMING_NUMBER 給 VLR, 此 message 包括 DMH 的 IMSI、MSC 位址與其他相關資訊。

步驟 3. VLR 根據 MSC 位址產生 MSRN (Mobile Station Roaming Number) 透過 D-interface 與 C-interface 分別給 HLR 與 GMSC。

步驟 4. GMSC 利用 SS7 IAM message 與 DMH 目前所在的 MSC 建立 voice trunk, 並由 MSC 對 CCFP/RFP2 送出 paging message, 透過 IWF 將 paging 的訊息轉換為 DECT 的格式, 再藉由 RFP 不斷 broadcast 的過程中將 DECT Loc_Request_Page 訊息送給 DMH, 而此訊息中包含 TPUI、IPUI 與 LUI 等。

步驟 5. 接著由 DMH 開始進行認證與語音編碼的工作, 待兩者工作皆完成後, 最後進行通話的建立。

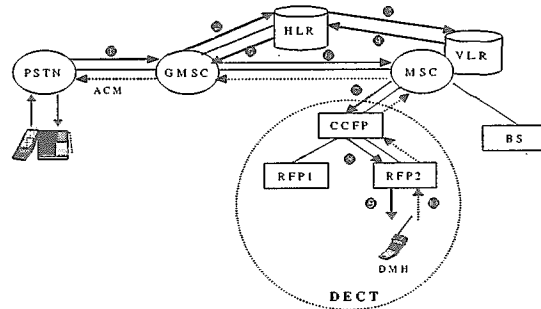


圖 3-8、Call delivery to DECT DMH in GIP DECT-GSM

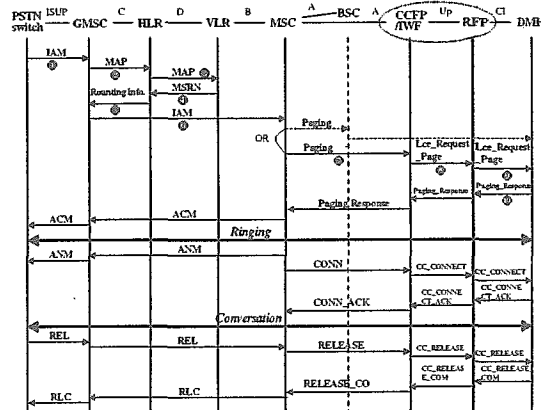


圖 3-9、Call delivery to DECT message flow in GIP approach

4. Coordinate 方式的整合性架構

4.1 Coordinate 方式

Coordinate 方式的架構如圖 4-1 所示, 包含了 GSM 與 DECT 的資料庫、交換機與基地台等部分, low-tier PC (如 DECT) 的網路端架構與 high-tier PC (如 GSM) 類似, 獨立擁有屬於自己的 two-level 架構資料庫, 即 HLRs 與 VLRs, low-tier PC 的使用者相

關資料，如用戶識別與號碼資料、服務資料、漫遊資料與位置資料等，只需記錄在自己的資料庫上，不需在其他的系統資料庫上另存一份，適合應用在多個無線系統營運者的環境，讓各個營運者或服務者各自管理屬於自己的用戶資訊，兼具實用性與安全性。另外，系統間的資料庫必須具備資訊交換的能力，而資料庫之間可利用 SS 的 IS-41 協定做為通訊介面協定，例如當使用者移動至另一 tier 時，在註冊動作上 HLR 需能夠與不同系統的 VLR，彼此之間進行資訊的更新。換句話說，DECT 與 GSM 系統間並無從屬關係，而是以相互合作的方式達到無接縫漫遊的目的。

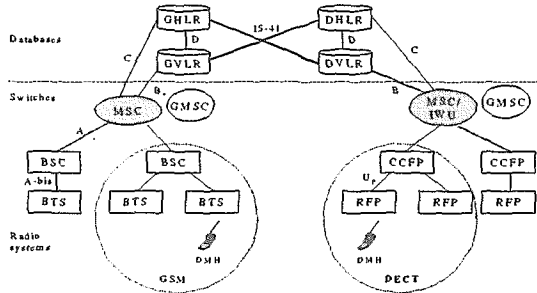


圖 4-1 - Coordinate network architecture for DECT-GSM network integration

4.2 DECT-GSM 的漫遊協定

(1) 註冊程序

依據使用者的移動過程同樣可分為三種移動模式 - 在 GSM 下跨 BSs 間的移動、在 DECT 下跨 RFPs 間移動以及跨越 GSM 與 DECT 的移動 (Inter-tier movement)；第一種移動模式的註冊動作可依照 IS-41 的 BLUP (Basic Location Update Procedure)，而跨越 tier 的移動可細分為兩種情形：I. DMH 從 GSM 移動到 DECT (從 BS 移動到 RFP)，II. DMH 從 DECT 移動到 GSM (從 RFP 移動到 BS)，其詳細註冊過程如下面的說明：

如圖 4-2 所示，當 DMH 從 BS 移動到 RFP 時，必定會跨越不同系統的 MSC，其 message flow 如圖 4-3 所示：

- 步驟 1. DMH 接收到 RFP1 所廣播的訊息(LUI)，送出 IPUI 及註冊要求給 RFP1，經過 CCFP 再上傳至 MSC/IWU。
- 步驟 2. 當 MSC/IWU 收到 DECT LOCATE_REQUEST message，將送出 MAP_UPDATE_LOCATION_ARE 給 DVLR，並由 DVLR 更改 RFP/ LU 欄位。
- 步驟 3. DVLR 送 MAP_UPDATE_LOCATION 給 DHLR，由 DHLR 更改 VLR 與 MSC 的地址，並送出 MAP_LOCATION_UPDATE 給 DVLR。
- 步驟 4. 由 DVLR 產生一新的 TPUI，透過 B interface 將註冊成功的訊息告知 MSC/IWU，MSC/IWU 送出 DECT LOCATE_ACCEPT message 給 CCFP、RFP1 與 DMH。
- 步驟 5. 最後由 DHLR 透過 IS-41 送出反註冊訊息給 GVLR，由 GVLR 刪除關與此 DMH 的相關資料。

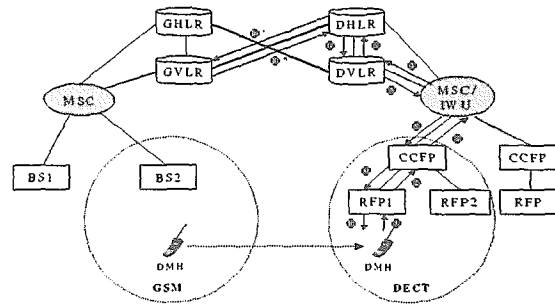


圖 4-2 - DMH moves from BS to RFP location update

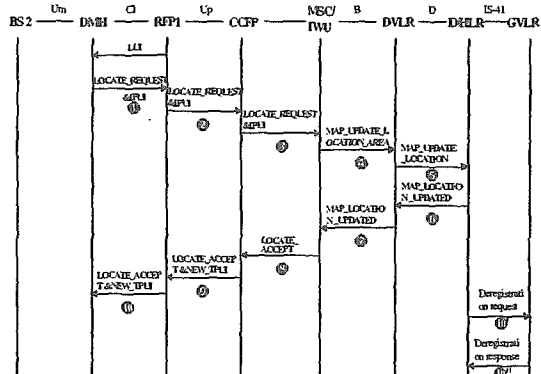


圖 4-3 - From BS to RFP location update message flow in Coordinate approach

另一情況如圖 4-4 所示，當 DMH 從 RFP 移動到 GSM 的 BS 時，DECT 系統下的 IPUI 對 GSM 系統而言是無意義的，DMH 必須送出 IMSI，而且 GVLR 需利用 IS-41 更改 DHLR 以取得 DMH 相關的 Information，其 message flow diagram 如圖 4-5 所示：

- 步驟 1. DMH 接收到 BS1 所廣播的訊息(LAI)，送出 IMSI 及註冊要求，經過 BS2 再傳至 GSM MSC。
- 步驟 2. MSC 送出更改訊息及 IMSI 給 GVLR，由 GVLR 更改 BS 欄位。
- 步驟 3. GVLR 利用 IMSI 透過 IS-41 向 DHLR 詢問此 DMH 的用戶資料，DHLR 確認無誤後，利用 MAP_LOCATION_UPDATED message 送出此 DMH 的相關資料。
- 步驟 4. GVLR 產生一新的 TMSI，經由 MSC 送出 LOCATION UPDATE ACCEPT 給 BS2，最後傳到 DMH。
- 步驟 5. 最後由 DHLR 透過 D interface 送出反註冊訊息給 DVLR，由 DVLR 刪除關與此 DMH 的相關資料。

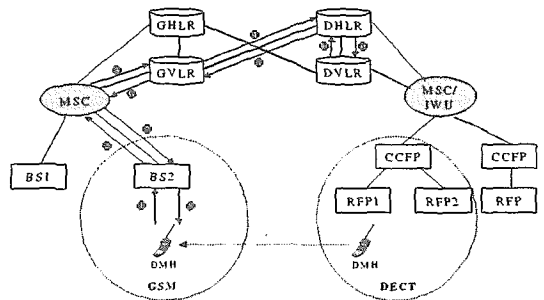


圖 4-4 - DMH moves from RFP to BS location update

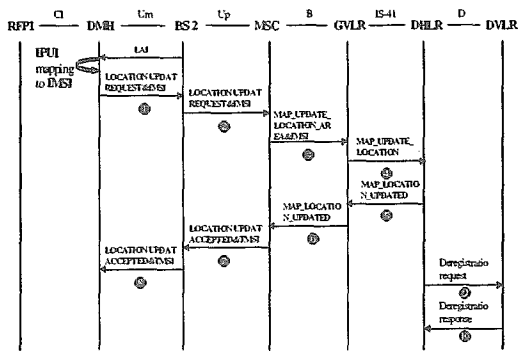


圖 4-5、From RFP to BS location update message flow in Coordinate approach

(2) 追蹤程序

如圖 4-6 所示，DECT DMH1 欲與 GSM DMH2 進行通話，其 message flo 參考圖 4-7 所示：

步驟 1. DMH1 利用 MAP 發出 MSISDN 給 DECT MSC/IWU，MSC 送出 MAP_SEND_ROUTING_INFORMATION 給 DHL R，再由 DHL R 送出 MAP_PROVIDE_ROAMING_NUMBER 給 GVL R，此 message 包括 DMH 的 IMSI、MSC 位址與其他相關資訊。

步驟 2. GVL R 根據 MSC 位址產生 MSRN (Mobile Station Roaming Number) 透過 IS-41 給 DHL R，並告知 MSC/IWU。

步驟 3. MSC/IWU 利用 SS7 IAM message 與 DMH 目前所在的 GSM MSC 建立 voice trunk，並由 GSM MSC 對 BS 送出 paging message，藉由 BS 不斷 broadcast 的過程將 paging message 送給 DMH。

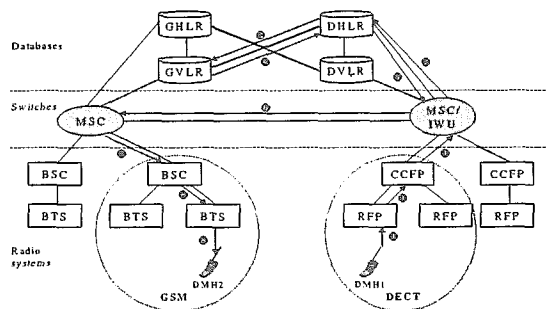


圖 4-6、Call setup to GSM DMH in Coordinate DECT-GSM

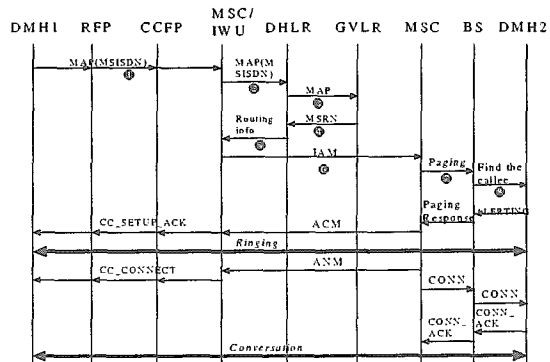


圖 4-7、Call setup to GSM message flow in Coordinate approach

5. 兩種結構的比較

5.1 Cost 比較

表 5-1 為評量註冊成本、追蹤成本與總成本所需的重要參數 [3,12]。

P_G	$0 \leq P_G \leq 1$	Probability of roaming in GSM
P_D	$0 \leq P_D \leq 1$	Probability of roaming in DECT
P_T	$0 \leq P_T \leq 1$	Probability of roaming in Cross-Tier
T_{GT}	8.75 ms	Transmission time of each GSM message
T_{DT}	$T_{DT} \leq T_{GT}$	Transmission time of each DECT message
T_{CT}	$T_{CT} \geq T_{GT}$	Transmission time of each Crosstier message
α_c	$0 \leq \alpha_c \leq 1$	Probability of GSM inter-MSC roaming
β_c	$0 \leq \beta_c \leq 1$	Probability of Cross-Tier inter-MSC roaming
λ_c	$0 \leq \lambda_c \leq 1$	Probability of call delivery to GSM
θ	$0 \leq \theta \leq 1$	Probability of location update in total cost

表 5-1、Performance metrics for cost analysis

(1) 註冊成本

圖 5-1 為 $P_G=0.4, P_D=0.4, P_T=0.2$ 與 $T_{GT}=8.75, T_{DT}=7, T_{CT}=13$ 的情況，觀察註冊成本與 α_c 的關係，當 α_c 越高，不論對 GIP 或 Coordinat 而言註冊成本也越高，此因更新 HLR 的次數也逐漸增加；若針對 GIP 的架構而言，當 β_c 越高，對 HLR 做註冊與對前一 VLR 做反註冊的次數也隨之增加，因此註冊成本便隨之增加；從圖可知，當 α_c 越高，Coordinat 相對於 GIP 而言，其註冊成本增加的比率也越高，此因 Coordinat 需跨越系統對 HLR 做更新，此段時間將高於在原系統下對 HLR 做更新的時間。

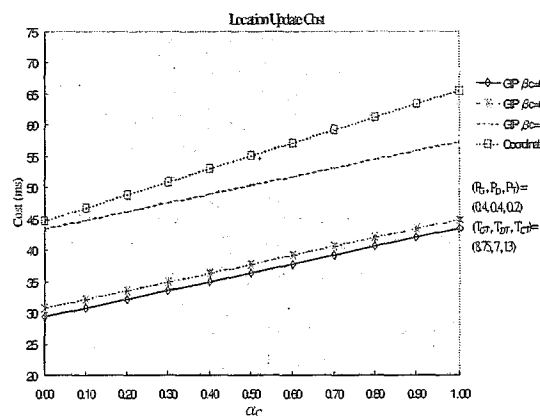


圖 5-1、The location update cost with $P_G=0.4, P_D=0.4, P_T=0.2$

圖 5-2 為 $\alpha_c=0.1$ 與 $T_{GT}=8.75, T_{DT}=7, T_{CT}=13$ 的情況，觀察註冊成本與 P_T 的關係，值得注意的是當 P_T 的值改變時， P_G 與 P_D 亦會隨之改變，在此依循的規則是 $P_G=P_D=(1-P_T)/2$ ；而當 P_T 越高，不論對 GIP 或 Coordinat 而言註冊成本也越高，此因對兩者而言

更新 HLR 的次數也逐漸增加；針對 GIP 的架構而言，當 β_c 的值越高，對 HLR 做註冊與對前一 VLR 做反註冊的次數增加，因此註冊成本也會隨之提高；從另一角度來看，當 P_T 越高，Coordinate 相對於 GIP 而言，其註冊成本增加的比率也越高，此因 Coordinate 跨越 tier 註冊時，須對另一系統的 HLR 或 VLR 做更新的動作，此段時間將高於在原系統下對 HLR 或 VLR 做更新的時間。

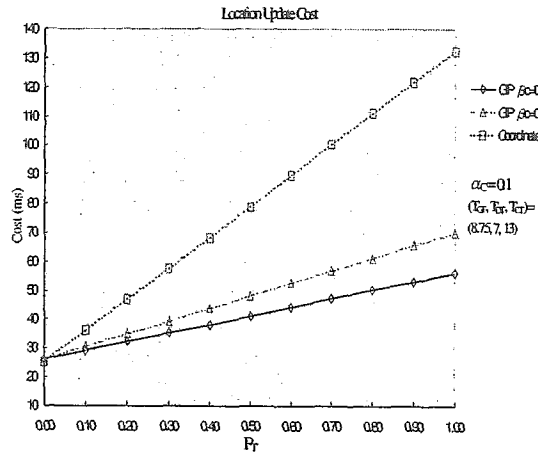


圖 5-2、The location update cost with $\alpha_c=0.1$

(2) 追蹤成本

圖 5-3 為 $T_{GT}=8.75, T_{DT}=7, T_{CT}=13, T_{ST}=15$ 與 $P_{GT}=100, P_{DT}=100$ 的情況，觀察追蹤成本與 λ_c 的關係，由圖可知兩條斜線的交會點在 λ_c 等於 0.29 附近，需分成兩部分加以討論，當 λ_c 小於 0.29 時，表示 DMH 停留在 DECT 時接收追蹤的機率較高，GIP 的追蹤成本將高於 Coordinate，此因 GIP 在追蹤過程中，MSC 至 CCF 的傳送訊息時間將高於 Coordinate；而當 λ_c 大於 0.29 時，表示 DMH 停留在 GSM 時接收追蹤的機率較高，GIP 的追蹤成本將低於 Coordinate，此因 Coordinate 在追蹤過程中，DECT HLR 需跨越另一系統查詢其 VLR，此跨越 tier 所花的傳送時間將高於在同一系統下查詢自己 VLR 所花的時間，而且當 λ_c 越大，兩者在追蹤成本上的差異也越大。圖 5-4 為 $P_{GT}=100, P_{DT}=70$ 的情況，與圖 5-3 比較在 DECT 下 paging 一個 DMH 所花時間的長短對於追蹤成本的影響，兩條斜線的交會點同樣在 $\lambda_c=0.29$ 附近。

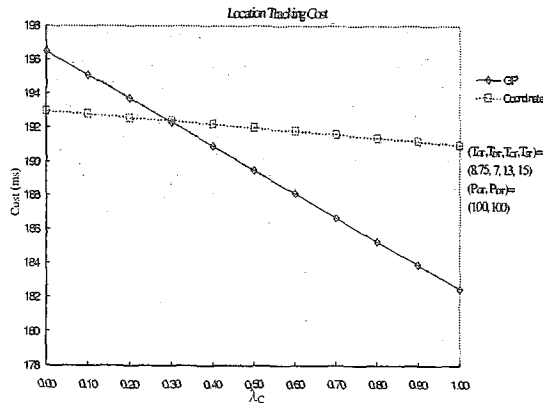


圖 5-3、The location tracking cost with $P_{GT}=100, P_{DT}=100$

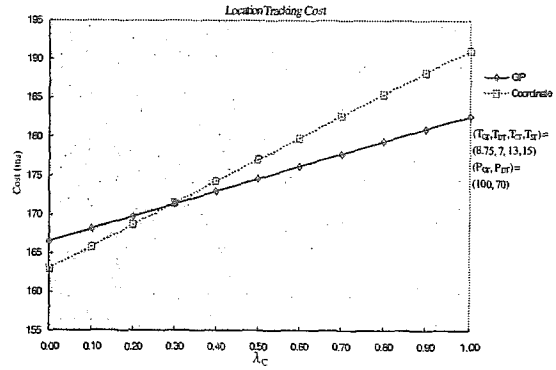


圖 5-4、The location tracking cost with $P_{GT}=100, P_{DT}=70$

(3) 總成本

圖 5-5 為 $P_G=0.4, P_D=0.4, P_T=0.2$ 與 $\alpha_c=0.1, \beta_c=0.1, \lambda_c=0.5$ 的情況，觀察總成本與 θ 的關係，當 θ 越高，表示註冊成本佔總成本的比例越高，其所代表的現象為 DMH 常處於移動狀態，但發生追蹤的情況較少，不論對 GIP 或 Coordinate 而言其總成本將越低，此因註冊所花時間相對於追蹤所花的時間較短；從另一角度來看，當 θ 值越高，GIP 的總成本將比 Coordinate 的總成本降低越多，此因 GIP 的註冊成本低於 Coordinate 的註冊成本，所以 GIP 的總效能較佳。圖 5-6 為 $\alpha_c=0.3, \beta_c=0.1, \lambda_c=0.7$ 的情況，與圖 5-5 比較在增加 GSM 移動時跨越 MSC 的機率，與增加使用者在 GSM 系統下發生追蹤的機率情況下，對於總成本的影響。

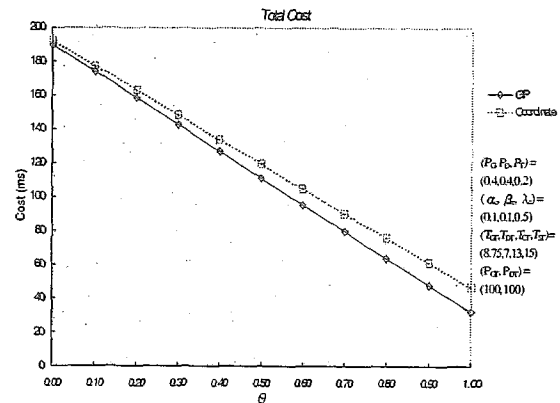


圖 5-5、The total cost with $\alpha_c=0.1, \beta_c=0.1, \lambda_c=0.5$

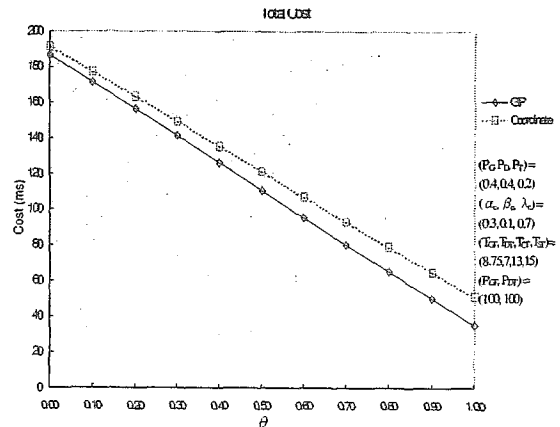


圖 5-6、The total cost with $\alpha_c=0.3, \beta_c=0.1, \lambda_c=0.7$

5.2 營運與實作的比較

首先就管理層面而言，相較於 GIP 方式而言，Coordinate 的整合方式對於系統的營運者而言會是比較可行的方式，因 Cellular 與 Cordless 系統可能分屬不同的系統營運者，採用 Coordinate 方式各個無線通訊系統的營運者可保有自己的客戶相關資料，包括使用者的移動資訊、服務提供、個人資料與安全性等，這些資料將不需與其他的系統營運者共用，在實際的商業發展與應用上較為合理，但部分 Cordless 系統原先並不具備類似 Cellular 的資料庫與交換機系統，在硬體尚須另外加以擴充，將造成額外成本的增加。從另一角度來看，GIP 整合方式可應用在只有單一一個無線通訊系統營運者的情況，若營運者原先只擁有 Cellular 系統，利用 GIP 的方式來整合 Cordless 系統，將能有效的解決頻寬問題，並提供更好的語音品質與更高的資料傳輸；對於原先只有 Cordless 系統的營運者而言，增加 Cellular 系統更可大幅提升使用者的漫遊能力，並可在高速行進中進行通話，具有相當高的應用價值。

而就實作設計發展而言，GIP 的整合方式相對於 Coordinate 而言，在設計與實際整合應用上較為簡單而快速，因 GSM 系統將 DECT 視為是基地台的子系統，相對的 Coordinate 方式需要增加其他的交換機或資料庫，無疑的會增加硬體設備的成本，且需自訂一套完整的整合標準與架構，在實作上較為複雜。

6. 結論與未來工作

本論文提出 GIP 與 Coordinate 方式的多型個人無線通訊系統之移動管理，其貢獻在於整合 GSM 與 DECT 的優點彌補單型個人無線通訊系統的缺點，分別探究兩種方式的多型個人無線通訊系統之架構與移動管理協定的設計，以解決使用者在整合架構下所面臨的各種漫遊問題，達到無接縫的漫遊、更方便的服務與更廣泛的移動性，並對兩種整合方式完成各程序的效能分析，及營運與實作方面評估其優缺點與適用情況。

目前的許多個人無線通訊系統均存在著各種不同的技術標準，為使這些不同系統彼此間能有效的整合，因此多型個人無線通訊系統的研究是迫切而必須的，在未來的研究方向包括以下幾點：(1) 資料庫的容錯處理—在多型個人通訊系統中當 HLR 或 VLR 發生毀損時，應提供一有效而快速的處理機制。(2) 在多型個人無線通訊系統上發展高傳輸速率的語音、資料及視訊等服務，以達成行動式多媒體通訊之需求 [16]。(3) 讓多型個人通訊系統能同時與多種不同網路相連接，讓使用者擁有更廣泛及更有彈性的通訊環境。

誌謝

本文的部份工作接受工研院電通所的支助，特此誌謝。計劃編號:G4-87029-C.

References:

- [1] Rizzo, J.F.; Sollenberger, N.R. "Multitier wireless access," *IEEE Personal Communications*, Vol. 2, Issue 3, pp.18-30, June 1995.
- [2] W.H.W. Tuttlebee. "Cordless telephones and cellular radi : synergies of DECT and GSM," *ELECTRONICS & COMMUNICATION ENGINEERING JOURNAL*, pp.213 -223, OCTOBER 1996.
- [3] R.W.Tzeng. " A performance study on multi-tier database systems for personal communication

services," Master thesis, Dept. of Computer and Information Science, National Chiao Tun University, June 1996.

- [4] Yi-Bing Lin. "A Comparison Study of the Two-Tier and the Single-Tier Personal Communication Services Systems," *ACM/Baltzer Mobile Networks and Applications*, pp.29-38, 1996.
- [5] Yi-Bing Lin and Wen-Nung Tsai. "Location Tracking with Distributed HLRs and Pointer Forwarding," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, pp. 58-64, Feb. 1998.
- [6] Kuen-Liang Sue; Chien-Chao Tseng. "One-Step Pointer Forwarding Strategy for Location Tracking in Distributed HLR Environment," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, pp.1455 -1466, Oct. 1997.
- [7] Teddy O'Connell. "DUAL MODE GSM/DEC HANDSET," *IEE Colloquium on Radio Frequency Design in Mobile Radio Transceivers*, pp.5/1-5/7, 1994.
- [8] S. Ghaheri Niri, R. Tafazolli, and B.G. Evans "Wide Area Mobility for DECT," *Global Telecommunications Conference GLOBECOM '96*, vol. 2, pp.1119-1125, 1996.
- [9] Markoulidakis, J.G.; Lyberopoulos, G.L.; Tsirkas, D.F.; Sykas, E.D. "Inter-Operator Roaming Scenarios for Third Generation Mobile Telecommunication Systems," *IEEE Symposium on Computers and Communications*, pp.626-630, July 1997.
- [10] Ermanno Berruto, Giovanni Colombo, Pantelis Monogioudis. "Architectural Aspects for the Evolution of Mobile Communications Toward UMTS," *IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS*, VOL. 15, NO. 8, OCTOBER 1997.
- [11] John C. Francis, Arik Elberse, Roberta Gobbi, Peter Rogl, Maria C. Ciancetta, Pantelis Monogioudis, John Nelson. "Evolutionary Mobility and service Support in DECT Access Networks," *IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS*, VOL. 15, NO. 8, OCTOBER 1997.
- [12] Lin, Y.-B., Chang, L.F., Noerpel, A.R., and Park, K. "Performance Modeling of Multi-Tier PCS System," *Intl. J. of Wireless Information Networks* 3(2):67-78.
- [13] Timothy X Brown and Seshadri Mohan. "Mobility Management for Personal Communication systems" *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, pp.269-278, MAY 1997.
- [14] Whinnett, N.W. "Handoff Between Dissimilar Systems: General Approaches and Air Interface Issues for TDMA systems," *IEEE 45th Vehicular Technology Conference*, pp.953-957, July 1995.
- [15] Noerpel, A.R.; Lukander, P.; Chang, L.F.; Varma, V.K.; Lipper, E.H. "Supporting PACS on a GSM MSC," *IEEE Communications Magazine*, pp.114-123, Sept. 1996.
- [16] Knuutila, J.; Hamalainen, J.; Sipila, T. "Data Possibilities of DECT/GSM Dual Mode Terminals," *IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, pp.683-687, Oct. 1996.