

網址：<http://report.nat.gov.tw/work>
行政院及所屬各機關因公出國報告

(出國類別：考察)

考察『北美數位行動通信系統寬頻新服務功能』

出國報告

出國人員：吳全源

服務機關：中華電信總公司網路處

職稱：工程師

出國地區：加拿大

出國期間：91年10月13日~10月20日

報告日期：92年4月

60/
09/103663

公務出國報告提要

頁數: 43 含附件: 否

報告名稱:

赴加拿大考察北美數位行動電話系統寬頻新服務功能

主辦機關:

中華電信股份有限公司

聯絡人/電話:

姜學民/2344-5405

出國人員:

吳全源 中華電信股份有限公司 網路處 工程師

出國類別: 考察

出國地區: 加拿大

出國期間: 民國 91 年 10 月 13 日 - 民國 91 年 10 月 20 日

報告日期: 民國 92 年 04 月 22 日

分類號/目: G0/綜合(各類工程) G0/綜合(各類工程)

關鍵詞: H6/電信

內容摘要: 本公司已取得第三代行動通信系統執照, 刻正進行網路及服務之建置工作, 本出國考察案於91年10月14~15日兩天參加本公司GSM網路主要提供者北電網絡主辦之「Wireless Engineering Forum」, 內含3G及WLAN相關通信技術及服務之研討。10月16~18日三天參加北電網絡主辦之「User Group Program 2002」, 提供業者討論3G行動通信技術的工程設計、應用服務及運作等議題, 同時也參觀Nortel Network Global Technology Center, 了解B3G的相關技術模型及WLAN與行動通信整合的發展。鑑於CDMA是未來3G所採用的無線進接技術, 透過這種技術可以提供高速度及高品質的多媒體服務, 這種結合語音、數據、影像等多媒體服務是未來通信的趨勢, 面對競爭, 有必要先了解相關的技術。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要：

本公司已取得第三代行動通信系統執照，刻正進行網路及服務之建置工作，本出國考察案於91年10月14~15日兩天參加本公司GSM網路主要提供者北電網絡主辦之「Wireless Engineering Forum」，內含3G及WLAN相關通信技術及服務之研討。10月16~18日三天參加北電網絡主辦之「User Group Program 2002」，提供業者討論3G行動通信技術的工程設計、應用服務及運作等議題，同時也參觀Nortel Network Global Technology Center，了解B3G的相關技術模型及WLAN與行動通信整合的發展。鑑於CDMA是未來3G所採用的無線進接技術，透過這種技術可以提供高速度及高品質的多媒體服務，這種結合語音、數據、影像等多媒體服務是未來通信的趨勢，面對競爭，有必要先了解相關的技術。

內容及項次	頁次
第一章、UMTS 網路標準的演進	
1.1 UMTS 標準現況	3
1.2 R99	3
1.3 R4	5
1.4 R5	6
1.5 結論	9
第二章、WLAN 及與 3GPP 之整合	
2.1 WLAN 之侷限	11
2.2 WLAN 的優勢	12
2.3 WLAN 在 3GPP 技術發展現況	13
2.4 結論	15
第三章、3G 服務	16
第四章、WCDMA 相關技術	
4.1 PA 的選擇	22
4.2 各種服務類型的涵蓋比較	24
4.3 WCDMA 的用戶容量及透通量	32
4.4 WCDMA 各種頻道的對映	32
4.5 共站共構及干擾問題	33
第五章、結論及建議	41
第六章、後記	42

一、 UMTS 網路標準的演進

1.1 UMTS 標準現況

UMTS 系統發展的主要精神，在於整個系統的 IP 化，包括所有服務的 IP 化，以及整個網路架構逐步演進至全 IP 化的策略，IPv6 將在 UMTS 系統中扮演關鍵的角色。

3GPP UMTS 網路標準經多年的努力，目前已有 R99、R4、R5 三個版本完成定稿，其中最新的 R5 版本於 2002 年 6 月完成。三個版本各有特色。

1.2 R99

R99 系統設計的精神，是將 GSM/GPRS 核心網路架構演進到第三代系統的核心網路，並採用傳輸效能更好的無線存取介面 WCDMA 技術，提升服務的能力與種類，同時將核心網路的功能作部分升級。因此，R99 的核心網路係依照原 GSM 系統的架構，將核心網路依服務類別區分為電路交換(Circuit Switch, CS)與分封交換(Packet Switch, PS)兩種網路。核心網路 Core 與無線存取網路 RAN 之間的傳輸介面 Iu 提供 ATM 與 IP 兩種技術選擇。

- (1)USIM 是未來標準的 SIM 卡模組，記錄用戶的身份資料、身份認證方式、認證與加密的 Key；
- (2)UTRAN 是 UMTS 系統中的無線存取網路，由無線網路控制器 RNC 與 Node B(基地台)所組成。RNC 負責控制無線網路的資源分配，每個 RNC 可控制多個 Node B；
- (3)Core Network(CN)核心網路主要是依據與 GSM/GPRS 相容的網路架構來設計，並加入第三代系統特別的網路要求；
- (4)MSC/VLR 提供電路交換 CS 連線的交換功能，儲存在該管轄區域內所有 CS 連線的用戶資料，並負責掌控無線網路端的 RNC；
- (5)GMSC 是 UMTS 系統中 CS 連線對外界 PSTN 的開口；
- (6)HLR 儲存所有系統合法使用者的資料庫；
- (7)SGSN 提供分封交換 PS 連線的路由(Routing)與各種連線的控制功能，如同 MSC/VLR 般，負責該管轄區域內所有 PS 連線的所有功能，並透過 Iu 介面來掌控無線網路端的 RNC。
- (8)GGSN 是 UMTS 系統中 PS 連線對外界 PDN(Internet)的開口。

UMTS 在無線連接部分採用 WCDMA 的技術，即將空間介面寬頻化，

它定義了一個全新的 5MHz 寬頻分碼多重接入(code division multiple access)網，採用功率控制、軟交換及更軟交換等 CDMA 關鍵技術。基地台只做基頻處理和展頻的功能，進接系統的智慧則集中於 RNC 統一管理，引進了適於封包資料傳輸的協定和機制，傳輸速率可達 384Kbit/s，理論上可達 2Mbit/s。

從一般觀點來看，R99 比較成熟，較適用於需要立即部署網路的新業者，同時也適用於擁有 GSM/GPRS 網路的既有行動網路業者，因其充分考慮了對現有產品的向下相容及投資保護。目前的商業部署全都採用了 R99，其主要優點：

- (1) 技術成熟，風險小；
- (2) 多廠商供貨環境形成；
- (3) 互聯互通 IOT(Inter Operability Test)測試基本完成。

但 R99 也存在以下的缺點：

- (1) 核心網路因考慮向下相容，其發展進程會落後於進接網路，無線進接部分已分封化處理的 AAL2 語音，仍須經過編解碼轉換器轉化為 TDM 64K 的電路，降低了語音的質量，致使核心網路的傳輸資源使用率降低；
- (2) 核心網路仍採用傳統的 TDM 技術，未來會存在技術過時，廠家後續開發力度不足，新業務跟不上的困擾；
- (3) 分封交換和電路交換兩種網路並行，不僅投資增加，且網管複雜度提高，網路維護費用較高，演進思路較不清晰；
- (4) 網路智慧仍基於 RNC, MSC, SGSN 等節點，全網部署仍需逐步升級，耗時且成本高。

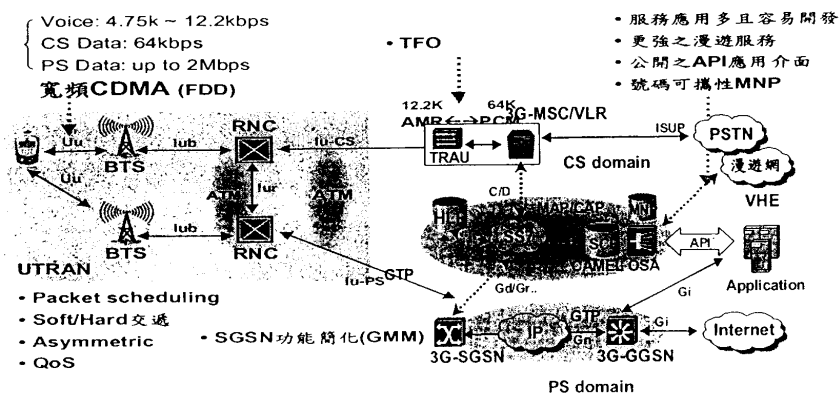


圖 1：R99 參考架構圖

1.3 R4

R4 的角色是將網路的傳輸方式逐漸過渡到 IP，在無線接取網路 RAN 方面除以 ATM 為主外，系統業者也可採用 IP 為基礎的傳輸網路，以提升網路的傳輸效率。

在核心網路方面，將控制層(Control Plane)與用戶實體層(User Plane)分離，即將原來 MSC/VLR 的角色分離為 MGC(Media Gateway Controller)與 MGW(Media Gateway)，前者負責信號的管理 (Communication management)及用戶動態管理(Mobility Management)，因此仍含有 VLR 的功能。後者負責執行實際的交換與介接的功能，例如 Transcoder, Echo Canceller, Modem 等，其他如 CS/PS 轉換的 VoIP 均在此執行。本階段核心網路的變化較大。

相對於 R99 而言，R4 的無線進接網路部分其結構沒有改變，只是一些介面協定的特性和功能的增強，但其核心網路在電路交換部分變化較大，R4 不再提供電路交換方式的語音及數據服務，而是使用以分封為基礎的網路架構，經由中繼線路閘道(Trunk Gateway)介接外部公眾電信網路，以提供分封交換式語音服務、即時性(Real Time)多媒體服務和數據資料服務，主要有：

- (1) 網路由以 TDM 為中心的電路交換型式演進為以分封交換分散式體系架構；
- (2) 網路採用開放式結構，上層的應用層與底層的承載分離，語音封包化，以分封方式承載，UTRAN 與核心網路語音承載方式均由分封方式實現；
- (3) 由於優化了語音編解碼轉換器，改善了 WCDMA 系統網路內部語音封包的時延，提高了語音的質量，編解碼轉換只需在與 PSTN 的公眾網路閘道上實現，同時提高了核心網路傳輸資源的使用率；
- (4) 同時，由於語音採用統計複用方式傳遞，相對於 TDM 64K 靜態電路頻寬分配而言，可提高傳輸網路的使用效率，實現網路頻寬動態分配，避免 TDM 電路擴容時需反覆調配電路的繁瑣程式。

但 R4 相對於 R99 而言，也存在缺點，主要有：

- (1) 全新協議和技術，目前無商用部署的系統；
- (2) 互聯互通有待測試等方面。

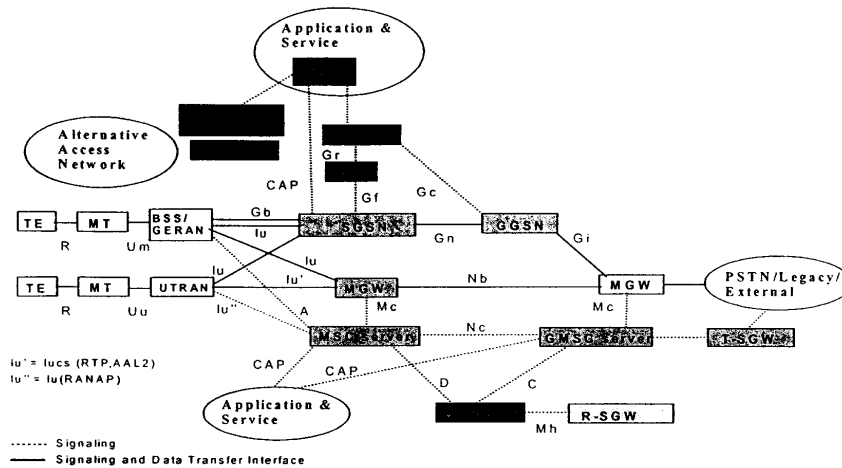


圖 2：R4 參考架構圖

1.4 R5

R5 的精神主要是將整個網路 IP 化，包括無線進接網中引入 IP UTRAN 的概念，傳輸網路的 IP 化，核心網路全 IP 化，並以 Mobile IP 服務為中心，來提供各種服務功能，包含逐步提供 IP 化的多媒體通訊，並將原有的電路交換式核心網路淘汰，最終的希望是包括語音服務都走向 IP 化的目標，同時也支援 IPv4 對 IPv6 的服務。

R5 系統架構制定的原則有：

- (1) 核心網路必須有獨立的傳輸層，可以使用下列幾種傳輸設備，例如，同步傳輸設備、非同步傳輸設備(ATM)和 IP Backbone 等，所提供的傳輸設備與上層的控制單元無關；
- (2) 提供全 IP 基礎模組化的網路控制單元和服務單元，對於行動通信上的訊息、電話呼叫、行動管理和服務控制等均以伺服器為基礎的方式提供，並且具備開放式應用程式介面，供電信服務業者或應用服務開發業者自行開發相關應用服務；
- (3) 支援各種不同形式的行動終端設備，例如，只提供語音的簡單手機、多媒體終端設備、個人數位助理和手提式電腦等；
- (4) 提供獨立於無線進接端的核心網路，期望未來可以介接各種不同形式的無線進接設備，例如，非對稱進接設備、無線區域網路和所有符合 IMT-2000 的無線進接網路。

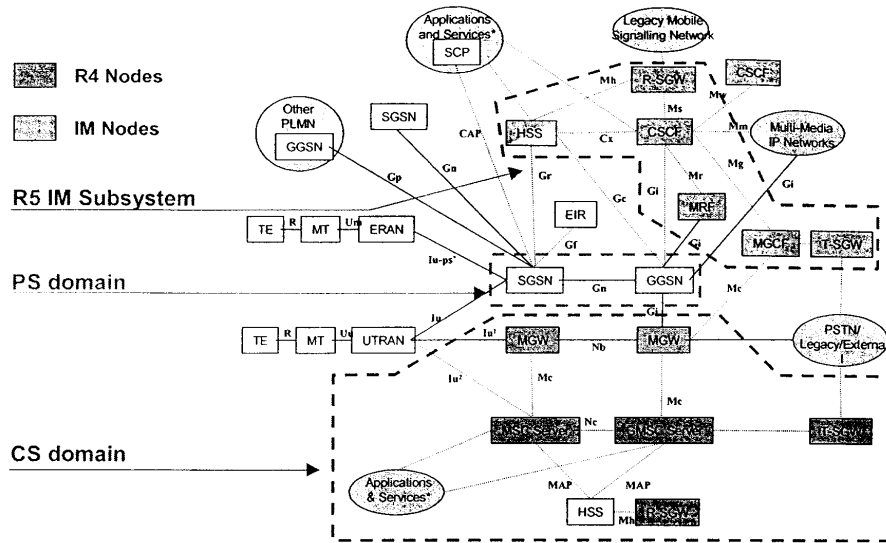


圖 3：R5 參考架構圖

R5 系統參考架構圖如圖 3 所示。在無線連接網路子系統方面，R5 和 R99 在架構上大致相同。在核心網路子系統方面，R5 和 R99 在架構上有很大的不同，R5 核心網路依提供的服務方式可以分成 4 個不同的領域，分別是以分封交換方式支援電路交換式語音服務領域、IP 為基礎的即時性多媒體數據服務領域、IP 為基礎的非即時性數據服務領域和用戶資料與應用服務領域。

- (1) 無線接取網路方面，基地台扮演的是 Router 的角色，同時為因應更高傳輸速率的需求，3GPP 提出了一個新的下鏈傳輸技術 HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)，傳輸速率可達 8~10Mbps。
- (2) 核心網路方面，全面朝向 IP 化服務的方向來設計。除了原來的網路架構外，加入了 IMS(IP Multimedia Subsystem)，同時將 HLR、AAA 伺服器 and 位置伺服器整合為 HSS。使用者原有的 IP 連線仍透過 SGSN 與 GGSN 來負責信息控制與傳送資料。而多媒體服務，包含原有的電路交換式語音與多媒體服務，則改由 PS 網路來傳送用戶資料，且以 IMS 來進行連線控制。

IMS 主要的功能實體有：

- CSCF(Call State Control Function)做為 SIP 伺服器或 H.323 的 GK(Gateway Keeper)；
- MRF(Multimedia Resource Function)負責多方(Multi-party)通訊的功能；

- MGCF 負責 IP 網路與傳統電話網路間的通訊協定轉換，並負責選擇適當的 CSCF 來控制來自公眾網路的多媒體連線；
- T-SGW 負責將 MGCF 轉換的信息對映到公眾網路的信息網路；
- R-SGW 當用戶與 SS7 為基礎的核心網路進行漫遊時，負責做信息傳輸格式的轉換。

(1) 分封交換方式支援電路交換式語音服務領域

支援電路交換式語音服務領域的主要目的是提供支援 GSM 或 3G R99 版本在電路交換式領域的服務，是由行動交換中心伺服器、開道行動交換中心伺服器、媒體開道功能單元、傳輸訊號開道功能單元和漫遊信令開道功能單元所組成。

(2) IP 為基礎的即時性多媒體數據服務領域

以 IP 為基礎的即時性多媒體數據服務領域主要的目的是在以 IP 為基礎的分封網路提供具品質與服務(QoS)保證的即時性語音與多媒體服務，是由通話控制功能單元 CSCF、媒體開道控制功能單元、媒體開道功能單元、多媒體資源功能單元 MRF 和傳輸訊號開道功能單元所組成。

(3) IP 為基礎的非即時性數據服務領域

以 IP 為基礎的非即時性數據服務領域主要的目的是提供支援第 2 代 GPRS 或第 3 代 R99 版本 GPRS 的服務，是由服務 GPRS 支援節點和開道 GPRS 支援節點所組成。

(4) 用戶資料與應用服務領域

R5 標準支援用戶即時性多媒體服務和數據資料服務，提供不同地區的漫遊服務和位置資訊服務功能，同時具備標準的開放式應用程式介面供電信業者開發各種不同的應用服務。用戶資料與應用服務領域是由用戶資料伺服器和各種不同的應用服務伺服器所組成。用戶資料伺服器是一個用來儲存用戶相關資料的大型資料庫，主要內容涵蓋本籍位置記錄器(HLR)的功能、儲存用戶在 R5 系統 IP 網路被允諾提供服務的描述，同時也提供用戶移動資料伺服器，例如，認證、授權、帳號(AAA)功能、網域名稱伺服器(DNS)功能、位置伺服器功能等。R5 可以經由交換控制點(Service Control Point, SCP)介接到智慧型網路，提供智慧型網路服務。其他能提供的應用服務有無線應用軟體協定(WAP)服務、簡訊服務和電信業者開發的無線網際網路服務(Wireless Internet)。

R5 特性有：

- (1) IP 可作為 UTRAN 的信令傳輸和用戶資料承載；
- (2) HSDPA 支援高速下行分封資料接入，應用不同的技術實現峰值資料速率可達 8M-10Mbps；
- (3) 採用混和 ARQII/III 以增強分封資料信號傳輸的可靠性和高效性；
- (4) 支援 RAB 增強功能，對 Iub/Iur 的無線資源管理進行優化；
- (5) 增強了 UE 定位功能；
- (6) 支援相同網域內不同 RAN 節點與不同 CN 節點的交叉連接。

1.5 結論

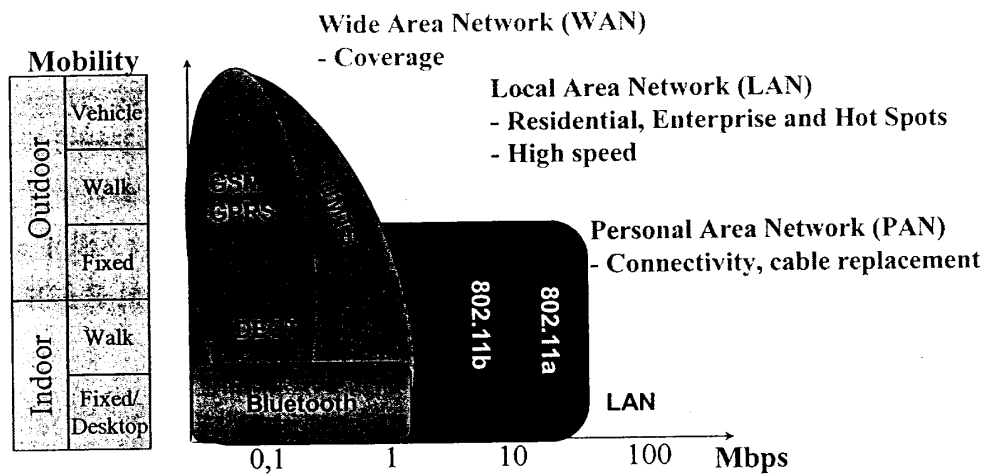
隨著 3GPP R4/R5 UTRAN 架構的演進，無線接取網路架構將可採用 ATM-based 或者 IP-based 傳輸網路。R4 和 R99 在服務方面有很大的差異，R4 不再提供電路交換方式的語音及數據服務，而是以 IP 為基礎的網路架構，經由中繼線路閘道介接外部公眾電信網路提供封包交換式語音服務、即時性多媒體服務和數據資料服務。3GPP R5 除了具有 R4 的功能外，還提供了以 IP 為基礎的即時性多媒體數據服務領域。

隨著高速無線網際網路及無線封包數據服務需求日益增加，3GPP 也提出 HSDPA 及 IP RAN 化的演進，以獲得較佳的網路運用效能及維運成本，在使用 AMC 的技術時，HSDPA 提供下鏈路峰值數率可達到 8~10Mbps，HSDPA 新的功能（如 H-ARQ, FCS, 及 FS 等）將由 RNC 移至 Node B 成新的單元，訊框結構和通道碼也會有修改，而藉由 MIMO 技術也可提高系統傳輸速率，在 HSDPA 種種新的技術（如 AMC、MIMO 等）導入，UE 的複雜度將是重要課題。

相對於 R4，R5 核心網增加了 IMS 多媒體子系統，但由於標準剛定稿，同時大量業務由於時間關係，不得不推遲到 R6 考慮，故 IMS 目前還無法完全取代 R4 分封化的電路交換領域，來支援某些傳統業務和滿足管制規定方面的要求，換句話說，R5 仍然需要 R4 電路交換域的部署，R5 是 R4 的補充和滿足 IP 多媒體業務需求的一個版本。

二、 WLAN 及與 3GPP 之整合

無線上網是一股不可擋的趨勢，資訊業者或機構紛紛提出各種無線數據傳輸技術的規格與標準，其中以採用 802.11 技術標準的 WLAN (Wireless LAN, 無線區域網路) 與傳統有線上網的方式和習慣最相近。在業者強力的推廣下，WLAN 基地台佈建相當快速，越來越多機場、旅館、圖書館，甚至咖啡廳等所謂的熱點(hotspots)與 WLAN 業者合作，以提供使用者無線上網的服務，且連線費率也逐漸降至一般消費者可接受的範圍，因此 WLAN 已儼然成為無線上網的主流之一。



目前 WLAN 在資料傳輸方面性能已超越 3G。一般而言，多媒體應用所需頻寬約為 5Mbps，目前 802.11b 速率為 11Mbps，而 802.11a 和 802.11g 則高達 54Mbps，在網際網路頻寬逐漸擴大的今天，VoIP 是許多人國際長途通信的選擇，加上公眾無線區域網路投資相對於 3G 網路便宜許多，且可行動上網的終端設備如 NB, PDA、Notepad 等將日趨普及，此外免付高額競標金、執照費，或無線電頻譜使用費，因此確實威脅第三代行動通信未來之發展。

隨著 WLAN 的應用逐漸起飛，3G 未來的發展則受到關注。其中 3G 結合 WLAN 兩種不同上網方式，搭配 3G/GPRS 網路環境，將可提供完整的網路覆蓋環境，並提供各項資料的接取技術，整合兩者的優點將有利於行動上網市場的推廣。因此開始逐漸受到電信業者的重視。

2.1 WLAN 之侷限

(1)眾所周知，安全性不足是 WLAN 最為人詬病的問題。而安全性又可分成認證(Authentication)、授權(Authorization)、及計費(Accounting)三個部分，即所謂的 AAA。WLAN 在認證方面的問題，指的是企業網路運用 WLAN 時，無論是否同時採用 VPN 的機制，公司內部的資料都很容易遭駭客入侵及竊取。在授權議題方面，當使用 WLAN 進行線上交易時，系統較難辨識上網者的身份，因 WLAN 採用帳號及密碼的授權方式，若進行交易的帳號被盜用，系統管理者是無法辨識的。以上都是 WLAN 無法有效辨識使用者身份所造成安全性不足的問題。

而 GPRS 系統採用的 SIM 卡，因使用 IMSI 並含有 Ki 的加密功能，在空中使用時不容易被複製，目前唯一有可能被複製的方式是用讀卡機讀取 SIM 卡好幾個小時，才能複製 SIM 卡裡面的資訊，所以，以 SIM 卡提供的安全機制是可被接受的。此外，SIM 卡的資訊還需進一步與業者的系統管理端作進一步的認證，可提供雙重保障。所以 GSM 所提供的認證機制是較有保障的。

(2)計費機制

現階段 PWLAN 服務業者所提供的計費方式大致上有兩種，一種是以次或以時間計費，需立即付款，另一種則是預購儲值卡，依連線時間計費，大多是事前付費的方式。若不幸帳號被盜用，用戶無法立即得知而卻早已付費，會降低服務的品質。

然而，在 GSM 系統早已通行的 SIM 卡付費機制，不但可以對用戶身份做認證，而且也可於事後付費，因此若 PWLAN 也採用類似 SIM 卡的計費方式，並將帳單與 GSM 帳單合併，是較有彈性的計費機制。

(3)網路涵蓋範圍

目前 WLAN 的涵蓋範圍尚未普及，不像行動電話在任何地點都能通話。用戶面臨尋找 hotspots 上網地點的問題，或是 A 業者的用戶無法使用 B 業者所建置的 hotspots 來上網等問題，故而延遲了 PWLAN 的普及。因此可藉由 GPRS 整合各家 WISP 業者的熱點，以增加 PWLAN 的涵蓋範圍，或是當用戶無法使用 WLAN 無線上網時，可選擇 GPRS 的連線上網方式。

(4)漫遊機制

PWLAN 的漫遊問題包括兩種層次，一種是用戶在同一家業者不同地點（或 AP）間漫遊時，所面臨身份重新認證的問題；另一種則是用戶使用不同業者所架設的 hotspots 時，業者間的拆帳問題。然而，以 SIM 卡與 GSM 系統來做漫遊的身份認證與計費機制卻早已成熟，因此可以套用至 PWLAN 的架構下。

(5)客戶基礎

無論是行動業者或是 ISP 業者，都希望客戶基礎能愈大愈好，因這代表營收的來源，當然經營 PWLAN 的業者也不例外。目前業者依其屬性不同而有結合 ADSL 或結合 ISP 等不同作法。行動業者可以既有的行動電話用戶為基礎，並提供單一帳單、單一服務為窗口。

2.2 WLAN 優勢

WLAN 與 3G 相較，具有以下四項優勢：

- (1)不需申請執照或經政府許可即可經營；而 3G 所使用的頻段則須經過審議或競標的方式取得；
- (2)WLAN 建置與設備成本遠低於 3G；由於 3G 在基地台以及相關建置方面成本高昂，因此業者的進入門檻亦高；
- (3)WLAN 使用的是公用頻段，亦即不需繳交頻率使用費；而採競標制的國家，3G 業者目前皆處於高執照費率的沉重負擔中；
- (4)WLAN 具有遠高於 3G 之高數據傳輸速度。

儘管 WLAN 擁有諸多的優勢，但仍有一些技術及應用上的缺點需要克服。WLAN 當初在制定通信協定時，部分概念是延伸自乙太網路，講求的是網路資源分享，即使後來發展 WEP 的技術，但是取樣率太低，所以安全性一直堪慮，這是讓用戶卻步的原因之一。而且，不論是現在主流規格 802.11b、還是以高速傳輸為訴求的 802.11a 或 802.11g，受到當初標準制定時優先考慮家庭或企業的內部應用，所以欠缺與電信業相關的漫遊、授權、認證、計費及安全的機制。

因此，基本上，3G 與 WLAN 之利基點，是各有不同的應用範圍，彼此之間是可以相輔相成的。但不容否認，兩者間也有因市場重疊而有相互競爭的地方，一旦 WLAN 逐漸增加其移動性，對於 3G 行動系統的競爭性便會增加。但各國未來發展 WLAN 將是必然的趨勢，雖

然許多國家目前對頻段開放尚處於保守階段，但是未來將逐漸自由化。因此，ISP 業者、行動通信業者、WLAN 設備製造業者均蓄勢待發。尤其行動通信業者應立刻抓緊發展公眾無線區域網路的機會，挾行動通信經營優勢和龐大用戶為基礎，以確保公眾無線區域網路服務領域之主導地位。因此如何整合至行動通信網路將是各國行動通信業者需要研究課題。

2.3 WLAN 在 3GPP 技術發展現況

3GPP 標準組織有鑑於 WLAN 技術蓬勃發展，目前著手考慮 WLAN 系統和 3GPP 網路互連(Interworking)的問題，針對 WLAN 系統和 3GPP 網路互連提出 6 種互連方案，3GPP 系統與 WLAN 系統互連方案的參考示意圖如圖 4 所示，此示意圖說明 3GPP 與 WLAN 系統互連時的網路元件，各個方案說明如下：

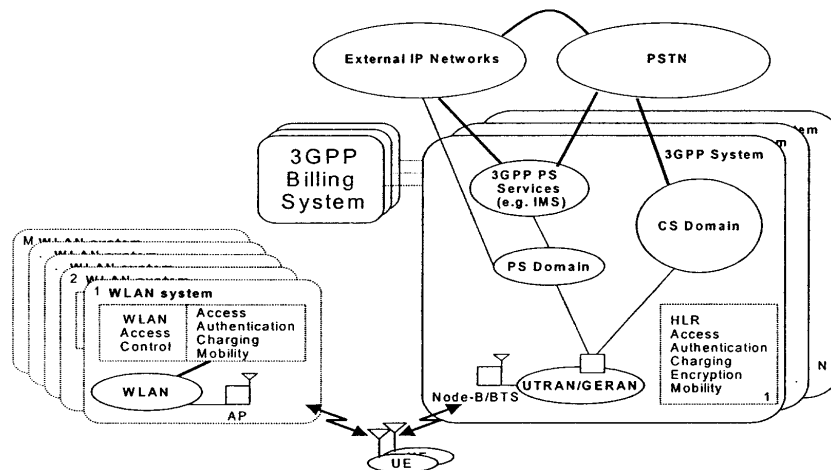


圖 4：3GPP 與 WLAN 系統互連簡單示意圖

(1) Scenario 1: Common Billing and Customer Care

這是最簡單的互連方式，WLAN 和 3GPP 網路間的連接只是簡單的用戶關係，用戶在進行 3GPP 及 WLAN 兩者接取服務後從行動業者收取整合之單一帳單及客服中心，3GPP 及 WLAN 兩者系統之資訊安全可以是彼此獨立。

(2) Scenario 2: 3GPP system based Access Control and Charging

在這方案裡授權、認證及計費機制由 3GPP 系統提供，如圖 5 所示，也就是說 WLAN 用戶之 AAA 等功能是由 3GPP 系統提供，這

種方式可確保用戶授權接取服務時不會有明顯差異，同時也提供行動業者在 3GPP 及 WLAN 兩者平台上有一致的接取計費方式。

對於 3GPP 系統業者及用戶觀點而言，重複利用 3GPP 系統之接取控制設施提供額外好處，首先對於所有 3GPP 系統業者而言，可以最少努力完成現有 3GPP 用戶資料轉換成 WLAN-3GPP 用戶資料，另外用戶資料維護也可以簡單化。

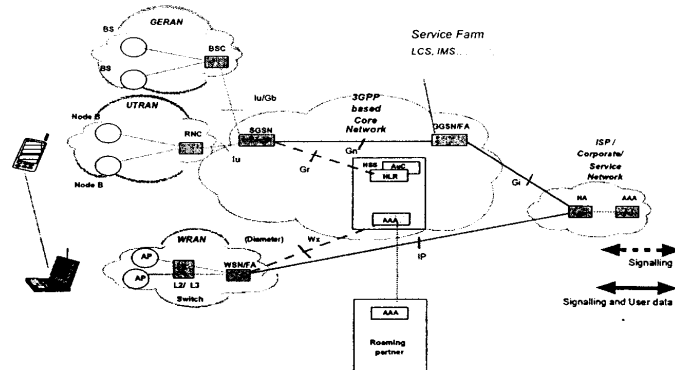


圖 5：3GPP system based Access Control and Charging 架構圖

(3) Scenario 3: Access to 3GPP system PS based services

這個方案的目的是允許業者透過WLAN接取方式進行3GPP系統之分封交換數據服務，如圖 6 所示。這些服務包括 IMS 相關服務、位置相關服務、即時訊息(Instant Messaging)、現場相關服務(Presence based services)、MBMS 服務等。即使如此，3GPP 及 WLAN 兩系統間並未具有服務的連續性。

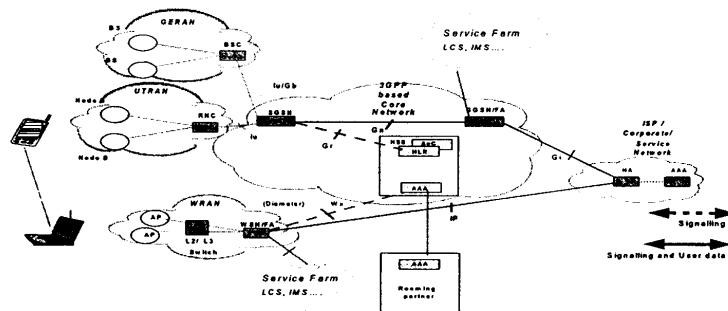


圖 6：Access to 3GPP system PS based services 架構圖

(4) Scenario 4: Service Continuity

這方案之目標是允許在方案(3)的服務在 3GPP 及 WLAN 兩系統間進行接取網路改變時能夠存活，雖然如此，仍然有一些服務無法存活，如圖 7 所示。此種方案提供在 3GPP 及 WLAN 兩系統間服務之連續性，同時也提供不同 WLAN 次網路間之服務連續性。

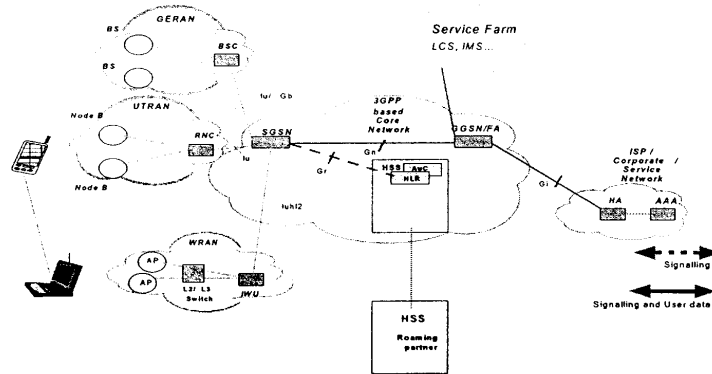


圖 7: Service Continuity 架構圖

(5) Scenario 5: Seamless services

這個方案的目標是對於方案(3)所支援的服務提供不同接取技術間無縫隙服務的連續性，所謂無縫隙服務的連續性是指在切換不同接取技術時其資料流失及時間間斷能降至最低。

(6) Scenario 6: Access to 3GPP CS Services

這個方案的目的是允許業者透過 WLAN 接取方式進行 3GPP 系統之電路交換服務，同時對於 CS 服務也提供無縫隙移動性能力。

2.4 結論

3G 與 WLAN 的市場間有相互重疊之處，但也具有互補的應用服務，並非絕對的互斥關係，一般 3G 產業大多屬於傳統電信業者的市場，若再結合公眾無線網際網路，將可構成一完整之網路架構；因此，WLAN 雖然會對 3G 的收益造成某部分的侵蝕，但若能藉由彼此的優勢以達相互補強的效果，相信彼此之收益也會因此而增加。3GPP 提出 6 個 WLAN 和 3G 網路互連方案，作為整合 WLAN 與 3G 之參考依據，隨 3GPP R6 版本演進，相關規格會逐漸完整。

三、 3G 服務

3G 最迷人的，就是它的服務提供能力，讓人充滿想像空間。3G 除了可提供高速數據傳送能力外，它還提供完善的應用服務開發環境和應用服務可攜環境，讓網路經營者或應用服務開發者可以很方便地開發各項應用服務，也讓 3G 客戶可以很方便的享受多樣化、豐富的各種應用服務。另外，它也提供傳輸品質的保證，讓各種應用服務都可以順利的傳送給客戶。

1、 服務的分類與服務品質的確保

3G 網路除了可提供 2G 網路提供的語音及增添服務（如：限撥服務、來話轉接、話中插接等）外，還可提供比 2G 網路更快的電路交換式及分封交換式服務。為確保服務品質的提供，3G 網路依不同服務類型對傳輸品質的不同要求，將服務分為下列四大類：

(1) 交談型服務(Conversational Class)：

此類型的服務對傳輸延遲的容忍度差（ ≤ 1 秒），需要即時性傳送，如：語音、視訊電話，互動式遊戲等服務。

(2) 互動型服務(Interactive Class)：

此類型的服務可容許少許的傳輸延遲（ < 1 秒），如：語音信箱服務、電子商務及網頁瀏覽等服務。

(3) 串流型服務(Streaming Class)：

此類型的服務可容許較長時間（ < 10 秒）傳輸延遲，如：影片、音樂、圖片傳送服務及檔案下載等服務。

(4) 非即時型服務(Background Class)：

此類型的服務可容許長時間的傳輸延遲（ > 10 秒），如：傳真、簡訊、語音信箱留言告知、電子郵件告知等服務。

3G 網路可依需求，對不同型態的服務，提供其所需的傳輸品質，包括：傳輸速率、傳輸延遲、誤碼率等。如此，既可滿足客戶的需求，也可使網路資源做最有效的運用，綜合上述，整理如表一。

表一 第三代系統服務的類型與特徵

服務類型 特徵	交談類 Conversational	串流類 Streaming	互動類 Interactive	基本類 Background
延遲容許度	低	高	中	高
時間容許度	低	低	中	高
速率需求	低~高	高	低~中	低
數據對稱性	對稱	非對稱	非對稱	非對稱
可靠性容許度	高	高	低	低
典型的應用	電路交換式的語音、影像及視訊會議等	音樂及視訊廣播等	電子商務、位置相關服務、上網瀏覽等	檔案傳送、電子郵件等

2、 虛擬本籍網路環境 VHE

為了提供客戶服務可攜性，3G 網路建構虛擬本籍網路環境 (Virtue Home Environment, VHE)，讓客戶在它網漫遊時或使用不同型式終端設備時，仍然可以得到如同在本網相同的服務。VHE 架構一個讓個人化的服務可以跨越不同網路及不同型式終端設備的環境，讓客戶在任何網路都能維持個人化服務的一致性。

3、 開放式服務平台架構

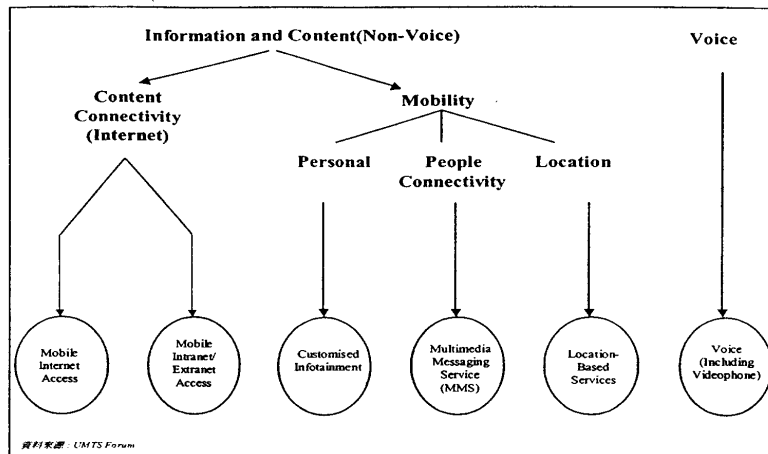
為了方便應用服務的開發，同時支援 VHE 架構的實現，3G 服務網路採用開放式服務平台架構 (Open Service Architecture/ Access, OSA)，所有的應用服務伺服器都可以透過標準的應用程式介面 (Application Programming Interface, API) 介接到開放式服務平台，藉由這種開放式服務平台架構，所有新開發的應用服務，都可以很容易上線服務客戶。

4、 3G 可提供的服務項目

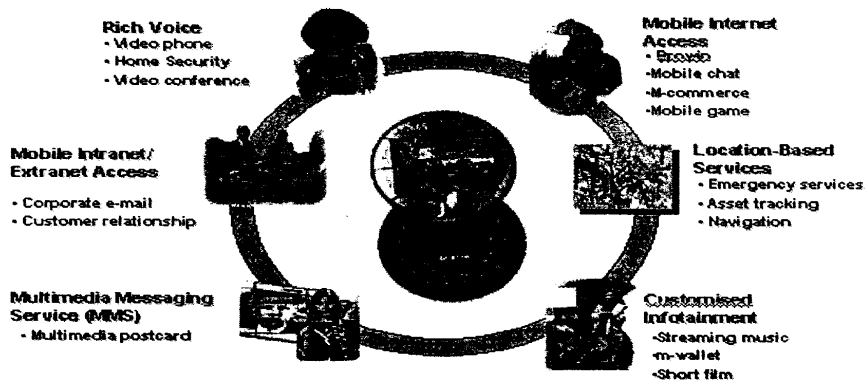
3G 技術推出初始，網路經營者都期盼 3G 能有殺手級的服務 (Killer Service)，以創造營收。但直到目前為止，尚無人能明確說明什麼是 3G 的殺手級服務。不過，縱使 3G 沒有讓所有客戶都歡迎的殺手級服務，但一般人相信 3G 會有各種不同性質的殺手級服務，去滿足不同客戶群的需要。

3G 可以提供多樣化、豐富的應用服務，依 UMTS Forum 的報告，未來五年內 3G 提供的服務可以分為下列六大類：

- 豐富的語音服務 (Rich Voice)
- 多媒體訊息服務 (Multimedia Messaging Service, MMS)
- 個人化資訊、娛樂服務 (Customized/Infotainment Service)
- 行動上網服務 (Mobile Internet Access)
- 位置相關服務 (Location-based Services)
- 行動企業內部網路/網外網路接取 (Mobile Intranet/Extranet Access)



圖九：UMTS Forum 對 3G 服務之分類



(1) 豐富的語音服務 (Rich Voice)

未來數據服務的需求會大幅成長，但是語音服務仍然會是一個重要的服務項目。由於 3G 網路的多媒體傳輸能力及逐步 IP 化，將使得語音服務可以有多樣化的呈現方式。而結合語音及影像的影像電話，更將會是 3G 極受歡迎的一個服務項目。

本類服務可提供的服務項目有：影像電話、視訊會議、VoIP 等。

(2) 多媒體訊息服務：

2G 網路的簡訊傳送量在近年來持續大幅成長，顯示簡訊傳送有龐大的潛在市場商機，而 3G 網路的高速數據傳輸能力，將提供從短

信(SMS)、增強短信(EMS)到多媒體訊息(MMS)的整套訊息業務平臺，提供從超長的 text 訊息到圖片、音頻資訊、視頻資訊的傳送，可即時實現端到端、終端到互聯網或互聯網到終端所傳送包括聲頻、圖片、圖像、動畫和視頻的資訊。使簡訊成為多媒體訊息，將會更受用戶的歡迎。

(3) 個人化資訊、娛樂服務：

手機是每個人的隨身通訊設備，透過手機隨時隨地取得所需要的資訊或娛樂，一向是手機使用者的期盼。3G 網路的高速傳輸及多媒體呈現的能力，將可以促使應用服務提供者，開發出更吸引人的資訊及娛樂服務內容。

3G 技術為用戶提供即時的多媒體業務。輕輕鬆鬆實現用手機看電視、聽音樂、觀賞熱門大片，而且寬帶的傳輸速度使得觀賞質量得到極大的提升。即時多媒體將首先利用 3G 電路域的承載通道實現，在未來將通過全 IP 的方式實現，用戶使用起來將更為得心順手。

本類服務可提供的服務項目有：財務諮詢、股市資訊、個人資訊管理、鈴聲下載、圖像下載、遊戲下載、多媒體娛樂、音樂下載、線上遊戲。

(4) 行動上網服務：

由於網際網路的普及，及網路上資訊的豐沛，使得利用電腦上網幾乎成為一般人生活的一部分。而 3G 網路的高速數據傳輸能力及 always-on 的特性，可以吸引使用 PC 上網者來使用手機上網。因此高速上網服務，將會是 3G 的一項重要服務。3G 技術可以提供行動上網的業務：

- ✓ Web 流覽、新聞、體育、天氣查詢、城市黃頁等各種各樣的資訊服務；
- ✓ 實現各類精彩的遊戲，如 AoD、VoD、卡拉 OK、下載遊戲軟體等；
- ✓ 幫助商業人士提供移動證券、移動銀行、保險、網上購物等電子商務；
- ✓ 提供各種生活資訊，如旅遊、飲食、娛樂的服務地點、費用、時間、方式等。

(5) 位置相關服務：

行動通信的優點就是讓使用者在任何地方都可以通信，若將使用者所在位置與增值服務結合，依使用者的位置提供最適當的服務訊息，將使增值服務內容更具價值，也更能符合使用者需要。

定位業務具有極大的市場和商業前景，目前已經在國內外移動運營商的 GSM、GPRS 網路中開始了商用。在 3G 網路中，隨著各種定位技術的成熟、地理資訊庫的豐富以及定位精度的提高，WCDMA 定位系統可以根據不同的業務和不同的定位精度需求，實現 SAI+RTT (小區)、OTDOA(可觀察的到達時間差)、A-GPS(輔助 GPS)三種定位技術，其中 OTDOA 的精度可達到 75 米以內，A-GPS 的精度可達到 10 米以內。

目前可以發揮威力的具體定位業務包括：

- ✓ 車輛調度功能；
- ✓ 位置資訊廣播；
- ✓ 基於位置資訊的服務查詢；
- ✓ 尋人定位、防止兒童走失業務；
- ✓ 緊急事件報告功能；
- ✓ 城市指南業務；
- ✓ 最近點服務
- ✓ 導航業務；
- ✓ 行動黃頁；
- ✓ 道路救援；
- ✓ 被盜汽車追蹤指示；
- ✓ 本地資訊業務；
- ✓ 到達通知業務
- ✓ E911；
- ✓ 區域指定折扣業務等。

其中車輛調度功能的利用價值是十分巨大的。通過利用 LCS 系統建設車輛定位通信系統，通過車載智慧移動資訊終端可以實現對車輛的智慧調度、防劫報警、稅控和即時監控、跟蹤，達到提高計程車輛的有效利用率，保障車輛安全，加強對車輛和駕駛員管理的目的。

(6) 行動企業內部網路/網外網路接取

在前幾年，企業 e 化是許多公司增強競爭力的必備條件，但在行動電話盛行的今天，企業 M 化更是公司提高效率、降低成本的利器。

面向企業用戶可以提供虛擬區域網功能(VPN)接入企業伺服器、內部電子郵件、多媒體會議、資訊發佈等業務。這些資料業務的應用種類繁多，業務提供商利用 3G 網路平臺開發各種各樣的應用，以求最大限度的滿足移動用戶的需求。

(7) 提供智慧業務；3G 技術所具有的移動網路智慧業務，還可以與目前的固定網路相融合，為全業務電信運營商，提供綜合的 3G 智慧業務平臺，既可根據綜合業務運營商的需要，兼容性接入 GSM、GPRS、PSTN、IP 網，也可以獨立支援不同網路的智慧應用平臺。在降低經營成本的同時，也達到擴大服務範圍的效果。

3G 智慧平臺的主要智慧業務包括個人類、家庭類和團體類。

- ✓ 個人類智慧業務有預付費(PPS)、一號通、移動廣告業務(MAD)、親情號碼、被叫付費、電子投票、話費即知、去話篩選業務、用戶追撥業務等。
- ✓ 家庭類智慧業務重點是家庭卡業務，融合了個人類和集團類業務的雙重特點。
- ✓ 集團類智慧業務主要包括移動虛擬專網業務(MVPN)、移動會議電話業務(MCC)。

無論個人、家庭還是公司集團，都可以從這裏享受到高品質的服務。

四、 WCDMA 相關技術

4.1 PA(Power Amplifier)的選擇

(1)PA is the main resource used for coverage and capacity

- Shared among users
- Shared among services

(2)Available traffic power depends on

- Radio propagation profile (environment)
- Interferences
- Equipments: hardware and software

(3)Total required power depends on

- service: packet, circuit(UE Eb/No, processing gain)
- users location within the cell
- network configuration(intra/extra cell interference)
- power for common and control channels

(4)PA 功率的分配至少要考慮以下因素：

1、PA Blocking

- Typically 10% of the PA power
- Power headroom for unusual cases (increase of traffic)
- Avoid UE rejection

2、Soft Handover and shadowing

- taken into account in the link budgets
- impact on path loss→Tx power
- depends on the area selected, more in urban area

3、Orthogonality

- OVSF codes for traffic channels
- depends on environment(urban, rural)
- non-orthogonality→ interference among traffic channels

4、Power control

- maintain proper UE signal/noise ratio
- imperfect
- average case dimensioning→ PA under-dimensioned

5、Common channel and control signaling

- needed for call establishment
- ensure radio link
- pilot channel for beacon, must be decoded anywhere in the cell

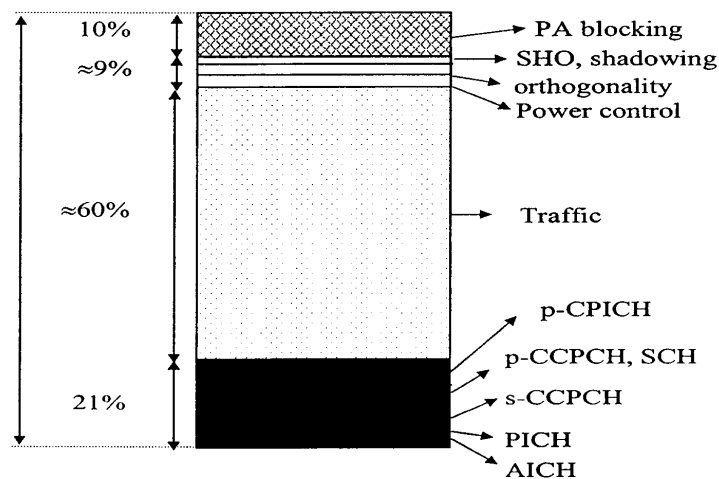
(5) Total power minus margins

- total traffic power
- traffic power per UE depends on service
- Traffic power per service at cell edge

Service	Speech	PS64	PS128	PS384
Rate	12.2	64	128	384
Activity factor	60%	100%	100%	100%
PG dB	25.0 dB	17.8 dB	14.8 dB	10.0 dB
Eb/No DL	9.8 dB	6.2 dB	5.7 dB	5.4 dB
Body loss	3.0 dB	1.0 dB	1.0 dB	1.0 dB
PL DL	138.0 dB	136.0 dB	136.0 dB	136.0 dB

Service	Speech	PS64	PS128	PS384
Rate	12.2	64	128	384
Without Handoff				
P user	3.37 W	7.39 W	12.90 W	33.50 W
Nb user max	16.34	4.46	2.56	0.99
Nb user Served	16	4	2	0
With Handoff				
P user	2.39 W	5.27 W	9.26 W	24.44 W
Nb user max	23.00	6.26	3.56	1.35
Nb user Served	23	6	3	1

結論：PA 功率可依上述分配如下圖，由此可知，與 GSM 系統相較，有很大的不同。GSM 系統採用 TDMA 方式，每個手機(用戶)僅佔用 1/8 的時間，在此間(槽)內，手機是獨佔該發射機的資源。WCDMA 則不同，基地台 PA 的資源是共享的，它不僅供訊務使用，也必須預留 Headroom(約 10%)，供 traffic management；預留 20% 供 common control channel 及 signaling channel 使用；預留 10~20% 供軟交遞等使用，故其結果用於訊務承載使用的僅有 50%(都會區)~60%(鄉村郊區)。而每一訊務含語音及數據所需的功率，會依離開基地台的遠近、訊務別而有所不同。



4.2 各種服務類型的涵蓋比較

細胞半徑的大小取決於基地台與行動台間 RF 信號可被允許的最大路徑損失(Maximum allowable path loss)及其傳播環境特性，前者需透過鏈路預算(Link budget)來求得，後者需選擇適當的傳播模型來做分析。與 TDMA 不同的是，WCDMA 系統其涵蓋區和話務承載有關，一旦話務量需求增加，涵蓋區就會縮小。加以基地台的發射功率比行動台的發射功率來得大，因此，下鏈電路的鏈路預算會比上鏈電路者來得好，故涵蓋區的限制是在上鏈電路，只要上鏈電路的估算符合需求，下鏈電路自然能夠滿足；而基地台的 PA 輸出功率為涵蓋區域內所有手機來分享，其大小依所提供的服務種類、手機與基地台的距離而定，因此，下行方向會受到 PA 的輸出功率大小而影響。即 uplink 是 coverage limited, 而 downlink 是 capacity limited.

Parameter	GSM 900 voice	GSM 1800 voice	12.2kb/sec voice	144kb/sec voice	384kb/sec voice
MS TX Power [dBm]	33	30	21	24	28
MS Antenna Gain [dB]	0	0	0	2	2
Body Losses [dB]	-3	-3	-3	0	0
Vehicle penetration [dB]	-8	-8	-8	0	0
Building Penetration [dB]	0	0	0	-13	-13
BS Antenna Gain [dB]	16	17	18	18	18
BS Cable Losses [dB]	-2	-2	-2	-2	-2
Log Normal FM [dB]	-5.08	-5.08	-5.08	-6.2	-6.2
Fast Fading Margin [dB]	0	0	0	-4	-4
Interference Margin [dB]	0	0	-3	-3	-3
Soft Handover Gain [dB]	0	0	3	0	0
Antenna diversity [dB]	3	3			
BS RX Sensitivity [dBm]	-105	-105	-123.14	-115.44	-112.14
Maximum Allowable Path Loss [dB]	139	137	144.06	131.24	131.94

Nominal cell radii :

GSM 900 :	2.3 km	UMTS-FDD(voice) :	1.5 km
GSM 1800 :	1.05 km	UMTS-FDD(144 data) :	0.65 km
		UMTS-FDD(384 data) :	0.68 km

註：384 data 比 144 data 涵蓋為大，係因假設手機功率不同的緣故。

(1) 上鏈涵蓋區計算

➤ 影響 link budget 的因素與最大路徑損耗

從發射機至接收機，信號會因通道的傳播而造成能量的衰減，為了避免在接收機端因信號能量過低，無法維持理想的鏈路品質，因此發射功率必須足供能量的衰減。以下是鏈路平衡的關係式：

$$UE_{power} - L_{margins} - L_{max} + BS_{gains} = BS_{sens} \quad \text{式 1.1}$$

其中

- UE_{power} : 指行動台的發射功率
- $L_{margins}$: 指信號傳送過程中各種可能的增益或損耗的總和
- L_{max} : 指上鏈的最大路徑損耗
- BS_{gains} : 指基地台的天線增益含纜線與連接器損耗的總和

- BS_{sens} : 指基地台接收機的靈敏度

由此公式即可算出上鏈的最大路徑損耗 L_{max} 。由於最大路徑損耗的計算與鏈路預算的規劃有關，各種參數就顯得相當重要。在這些參數中，有的跟設備有關，有的會隨著環境而改變，因此，鏈路預算可分成 RF 輸入端信號、基地台與行動台以及餘裕(Margin)等參數來討論。

- (a) 載波頻率 f_c (Carrier frequency)

根據 IMT-2000 的規範，基地台接收機的載波頻段從 1,920~1,980MHz，在此設定為 1,980MHz。

- (b) 展頻頻寬 W (Spreading bandwidth)

WCDMA 展頻後的信號頻寬，其值為 3.84MHz。

- (c) 資料率 R (Data rate)，依提供的服務類別而定。

- (d) 處理增益 PG (Processing gain)

將展頻頻寬與資料率代入下式，即可得到處理增益。

$$PG = 10 \log_{10} W / R \quad \text{式 1.2}$$

各種服務類型其處理增益如表 1.1

表 1.1 不同服務類型所對應的 PG

服務類型	PG (dB)
Speech 12.2K	25
LCD 64K	17.8
UDD 64K	17.8
UDD 144K	14.3

➤ 基地台參數

- (a) 熱雜訊 N_0W (Thermal noise)

是一種由溫度所引起的雜訊，會隨著溫度而改變。

$N_0 = 10 \log_{10} kT$ (dBm/Hz)，其中 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ (J/K) 是 Boltzman 常數；常溫下 ($T = 300K$)，代入信號頻寬 $W = 3.84MHz$ ，得 $N_0W = -108dBm$ 。

- (b) 雜訊指數 NF (Noise figure)

用來描述由元件本身引入的雜訊，與設備本身有關，一般介於 3-5dB。本文設定值為 3.0dB。

- (c) 位元能量與總雜訊比 E_b / N_t (Energy per bit to total noise ratio)

為維持良好的通信品質，系統通常會定義可接受的錯誤率，其中 speech 及 LCD(Long Constrained Delay，指的是對 delay sensitive，亦即需要即時性處理的訊息)的誤碼率(Bit Error Rate, BER)分別是 10^{-3} 與 10^{-6} ；而 UDD(Unconstrained Data Delay，指的是對 delay non-sensitive，亦即系統可依現況來動態指配資源的訊息)的區塊錯誤率(Block Error Rate, BLER)則為 10%。表 1.2 是 E_b / N_t 的定義值。

表 1.2 不同服務類型與環境所對應的基地台 E_b / N_t

E_b / N_t (dB)	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
Speech 12.2K	3.7	3.7	4.7	6.5
LCD 64K	3.4	3.4	4.45	4.8
UDD 64K	1.85	1.85	2.95	3.95
UDD 144K	1.4	1.4	2.4	3.4

(d) 接收機靈敏度 BS_{sens} (Receiver sensitivity)

指維持接收機正常運作所須的最低接收功率。組成要素為 E_b / N_t 、 NF 、 N_0W 以及 PG ，計算公式如下：

$$BS_{sens} = E_b / N_t + NF + N_0W - PG \quad \text{式 1-3}$$

當考慮不同的資料率 R 與 E_b / N_t 值時，可得到如表 1.3。

表 1.3 不同服務類型與環境所對應的 BS_{sens}

BS_{sens} (dBm)	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
Speech 12.2K	-126.3	-126.3	-125.3	-123.5
LCD 64K	-119.4	-119.4	-118.3	-118.0
UDD 64K	-120.9	-120.9	-119.8	-118.8
UDD 144K	-117.9	-117.9	-116.9	-115.9

(e) 天線增益 G_{BS} (Antenna gain)

一般設定值為 18dBi。

(f) 纜線與連接器損失 L_c (Cable and connector loss)

一般設定值為 3dB。

➤ 行動台參數

✓ RF 信號的發射功率 UE_{power}

根據 3GPP 規範，行動台發射功率分成 4 個等級，分別為 33、27、24 以及 21dBm，一般常用的有 24 及 21 dBm，本文語音部分採用 21dBm，數據部分是 24dBm。

✓ 餘裕參數

人體損失 BL (Body loss)

靠近頭部接聽電話是一般人使用行動台的習慣，根據行動台的使用情況，若傳送的是 speech，則 $BL = 3\text{dB}$ ，若傳送的是 data， $BL = 0\text{dB}$ 。

(g) 傾斜損失 SL (Slant loss)

交叉極化(Cross-polarized)天線的垂直極化所提供的電波傳播特性優於水平極化，當基地台使用此種 45° 傾斜的極化天線，便要考慮 1.0dB 的傾斜損耗。

(h) 汽車或建物穿透損失 CPL/BPL (Car/Building penetration loss)

在細胞涵蓋區規劃時，除了針對室外的情況做評估外，室內的電波傳播必須列入考慮。以鄉村來講，通常只考慮車體的穿透損耗，典型值為 5dB。至於在高樓林立、人口密集的都會區，於室內通話的情形較為普遍，使得電波遭受阻擋及穿透的可能性更大，會造成較大的損耗，典型值為 20dB。4 種不同環境的穿透損耗如表 1.4 所示：

表 1.4 各種環境下的 CPL/BPL

地形環境	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
CPL/BPL (dB)	20	15	10	5

(i) 功率控制餘裕 PC_{mar} (Power control margin)

當行動台緩慢移動接近細胞邊緣時，此時若有一個瞬間的衰落 (fading) 產生，行動台的功率放大器 (Power Amplifier) 在輸出功率有限的情況下，將無法適時提供足夠的功率將衰落補償回來。因此，在計算鏈路預算時，通常會將 PC_{mar} 一併考慮進去，典型值是 0.5dB。倘若行動台呈高速移動，使得通道變成一個快速衰落通道時，則不用考慮 PC_{mar} 。

- (j) 對數常態分佈標準差 σ (Lognormal standard deviation)
 在無線環境中，信號除了因距離的因素而產生路徑耗損外，也會受地形或地物阻擋而導致路徑耗損緩慢的變化，這種現象稱為遮蔽(Shadowing)。如果將路徑耗損的單位取對數，則可視為一個常態分佈，因此又稱為由遮蔽效應所造成的對數常態分佈。從表 1.5 的結果，可以發現都會區與密集都會區遮蔽效應的現象較為嚴重。

表 1.5 各種環境下的 σ

地形環境	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
σ (dB)	12	12	10	8

- (k) 細胞邊緣或細胞涵蓋可靠度 P_e / P_a (Cell edge/area reliability)

P_a 是指不管任何時刻，整個細胞涵蓋區域內用戶的信號強度能夠維持一定通信品質的機率，典型的需求值是 0.90~0.95，對應來自細胞邊緣滿足此通信品質的機率值 P_e 則為 0.75~0.85。

- (1) 對數常態分佈衰落餘裕 LNF_{mar} (Log-normal fade margin)
 為增加細胞邊緣接收信號能量大於臨界值(Threshold)的機率，必須預留足夠的衰落餘裕來對抗遮蔽效應所造成的耗損，因 P_e 呈常態分佈，將 $P_e=0.85$ 的值及表 1.6 的 4 種 σ 代入，可算出不同環境下的 LNF_{mar} ，如表 1.6 所示。

$$P_e(z) = P_r[Z < z] = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx \quad \text{式 1.4}$$

表 1.6 各種環境下的 LNF_{mar}

地形環境	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
LNF_{mar} (dB)	12.44	12.44	10.36	8.29

- (m) 上鏈軟性交遞增益 SHG_{UL} (UL soft handover gain)
 行動台一旦進入軟性交遞的區域，會同時與多個細胞建立鏈路，形成所謂的路徑分集(Path diversity)或巨分集(Macro diversity)，如此，可降低行動台的發射功率及系統的干擾量，此即軟性交遞所貢獻的增益，典型值為 5dB。

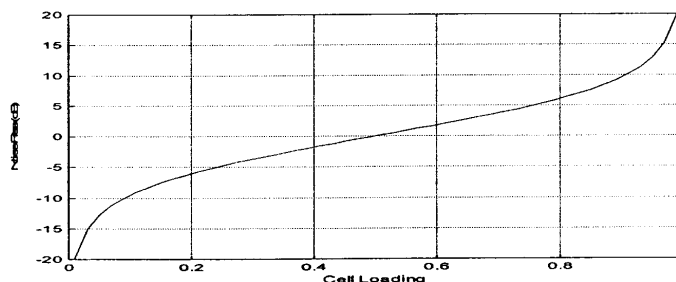
(n) 細胞負載 L (Cell loading)

細胞負載是指單一扇區實際的用戶數相對於可提供的最大用戶數的百分比。隨著用戶數的增加，系統的總干擾量會跟著增加，此時總干擾量相對於熱雜訊的上升量與細胞負載會呈一非線性關係，如圖 1.2 所示，為避免干擾量過大增加阻塞的機率，一般採用 50% 的細胞負載。

(o) 上鏈干擾餘裕 I_{UL} (UL interference margin)

假設基地台收到各行動台的信號強度相同，當細胞負載增加時，基地台的干擾量將上升，為對抗干擾，勢必要求提高來自行動台信號的能量，故涵蓋區會縮小。將 $L=0.5$ 代入下式，可得到 I_{UL} 值， $I_{UL}=3\text{dB}$ 。

$$I_{UL} = 10 \log \left(\frac{1}{1-L} \right) \quad \text{式 1-5}$$



上圖表示細胞負載相對於干擾量上升值關係圖

依照下式，將所有的餘裕及損耗參數合在一起，即可得到上鏈餘裕參數的總和。

$$L_{\text{margins}} = BL + SL + CPL / BPL + LNF_{\text{mar}} - SHG_{UL} + I_{UL} + PC_{\text{mar}} \quad \text{式 1-6}$$

表 1.7 各種服務類型與環境所對應的 L_{margins}

L_{margins} (dBm)	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
Speech 12.2K	31.95	29.95	22.87	15.8
LCD 64K	28.95	26.95	19.87	12.8
UDD 64K	28.95	26.95	19.87	12.8
UDD 144K	28.95	26.95	19.87	12.8

再將上面各種鏈路預算的參數值代入公式 1.1 中，即可得到上鏈電路的最大路徑損耗 L_{max} ，如表 1.8 所示。

表 1.8 各種服務類型與環境所對應的 L_{\max}

L_{\max} (dB)	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
Speech 12.2K	127.33	129.33	135.41	140.68
LCD 64K	126.43	128.43	134.46	141.18
UDD 64K	127.98	129.98	135.96	142.03
UDD 144K	124.91	126.91	132.99	139.06

1.3 電波傳播模型

本節討論如何將最大路徑耗損透過一個合理的傳播模式，轉換成細胞半徑。由於無線通道的環境瞬息萬變，光靠理論導出的模型並無法反應所有的現象，因此，絕大部分的傳播模型都有條件上的限制。以 WCDMA 的使用頻段為例，目前普遍用來計算細胞半徑的傳播模型有 COST 231-Hata 及 COST 231-Walfish-Ikegami 兩種。前者是 Hata 模型的延伸，把頻率提升至 2GHz，適用在大細胞的地區；後者推導過程比較複雜，但把視線(Line of sight, LOS)與非視線(NLOS)兩種情形合併考慮，其精確度更能反應密集都會區的實際情況。

➤ COST 231-Hata 模型

Hata 模型原僅適用於頻率 1.5GHz 以下的系統，為因應個人通信，COST-231 重新修訂，將頻率提升至 2GHz。

$$\begin{aligned}
 L_{\max} (dB) = & 46.3 + 33.9 \log f_c - 13.82 \log h_b \\
 & - [(1.1 \log f_c - 0.7)h_m - (1.56 \log f_c - 0.8)] \\
 & + [44.9 - 6.55 \log(h_b)] \cdot \log(d) \\
 & - \begin{cases} 0, & \text{city (urban)} \\ 2[\log(f_c / 28)]^2 + 5.4, & \text{suburban} \\ 4.78(\log f_c)^2 - 18.33 \log f_c + 40.94, & \text{open (rural)} \end{cases}
 \end{aligned}$$

式 1-7

式中 h_b 與 h_m 分別是基地台與行動台的天線高度 (m)， $2[\log(f_c / 28)]^2 + 5.4$ 與 $4.78(\log f_c)^2 - 18.33 \log f_c + 40.94$ 分別是計算次都會區與郊區細胞半徑時的修正因子(correction factor)， d 是細胞半徑(km)。另外，使用 COST 231-Hata 模型時，必須注意其條件限制： f_c

介於 1,500MHz 和 2,000MHz 之間， h_b 介於 30m 到 200m 之間， h_m 介於 1m 到 10m 之間， d 介於 1km 到 20km 之間。

1.3.1 涵蓋區面積

考量細胞涵蓋區規劃的準確性，將半徑較大的三種環境如郊區、次都會區以及都會區使用 COST 231-Hata 模型；將半徑較小的密集都會區使用 COST 231-Walfisch-Ikegami 模型。

表 1.9 郊區、次都會區以及都會區的細胞半徑

d (km)	都會區	次都會區	郊區
Speech 12.2K	0.71	1.59	3.65
LCD 64K	0.67	1.50	3.77
UDD 64K	0.74	1.65	3.97
UDD 144K	0.61	1.37	3.30

表 1.10 密集都會區的細胞半徑

d (km)	密集都會區
Speech 12.2K	0.65
LCD 64K	0.48
UDD 64K	0.53
UDD 144K	0.44

將表 1.9 與表 1.10 求得的半徑代入以下公式，即可得到三個扇區基地台的涵蓋區面積，如表 1.11 所示。

$$A = \frac{9}{8} \sqrt{3} d^2 \quad \text{式 1.11}$$

表 1.11 3 個扇區基地台的涵蓋區面積

A (km ²)	密集都會區	都會區	次都會區	郊區
Speech 12.2K	0.82	0.98	4.96	25.98
LCD 64K	0.45	0.87	4.40	27.64
UDD 64K	0.55	1.07	5.32	30.71
UDD 144K	0.38	0.71	3.65	21.26

4.3 WCDMA 的用戶容量及透通量

基地台下行方向決定細胞容量的大小，對於不同服務型式，一個 5MHz 所能提供的容量(以 Kbps 來表示)及可承載的用戶數，如下表所示。與 GSM-TDMA 技術不同的是，GSM 系統容量受限於 TRX 的時槽數，稱為 hard capacity；而 CDMA 則與系統所受的干擾息息相關，稱為 soft capacity，其細胞負載(cell loading)一般以 50%來規劃。

Parameter	Voice(12.2Kbps)	Real Time 64Kbps Data	Real Time 144Kbps Data	Non-Real Time 384Kbps Data
Activity	0.5	1.0	1.0	1.0
Eb/Nt(dB)	5	4	3	2
I _{adj}	1.54	1.54	1.54	1.54
Orthogonality	0.3	0.3	0.3	0.3
N(用戶數)	108.18	12.98	7.26	3.43
50%負載用戶數	50~60	10	5	2
總透通量 Kbps	660	831	1,024	1,317

4.4 WCDMA 各種頻道的對映

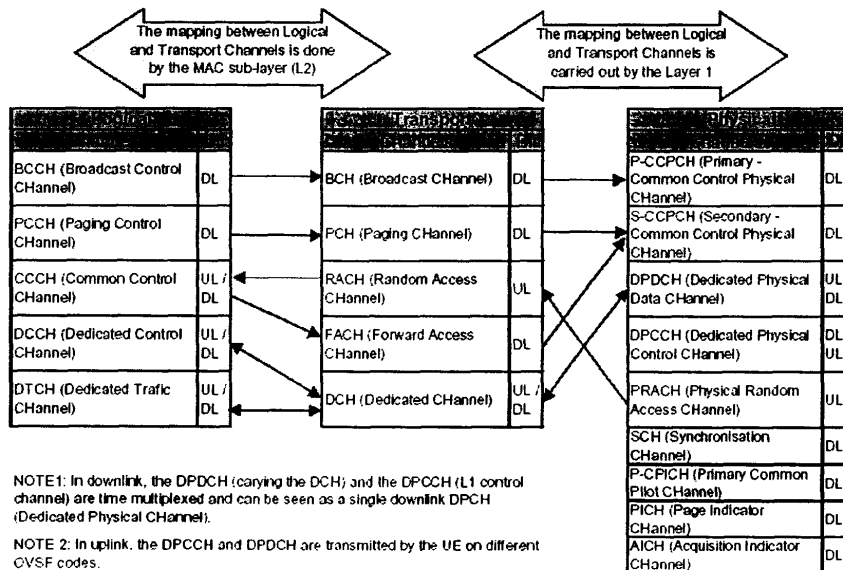
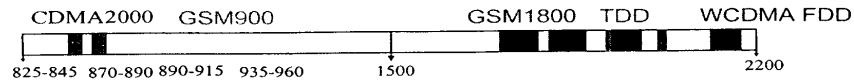


Figure 1: Channel Mapping

4.5 共站共構及干擾問題



System	UL(MHz)	DL(MHz)
WCDMA FDD	1920-1975	2110-2165
CDMA2000	825-845	870-890
GSM900	890-915	935-960
GSM1800	1710-1785	1805-1880

有關干擾問題會影響系統品質，因此共站或共構必須考慮同性質系統(如 WCDMA 系統不同業者)，與非同性質系統(如 WCDMA 與 GSM1800，GSM900 與 cdma2000)間的干擾及互調。結論如下：

一、GSM900 與 cdma2000 共站共構

1. 對 GSM900 與 cdma2000 而言，兩系統應至少有 3~4 MHz 的保護帶，否則，cdma2000 基地台發射機會干擾 GSM900 基地台接收機。
2. 即使在有保護帶的情況下，cdma2000 發射天線仍應與 GSM900 接收天線隔愈遠愈好，最好是基地台能在彼此的細胞邊緣。
3. 即 GSM900 與 cdma2000 兩系統不宜共站。
4. 如要共站，則應在 cdma2000 的發射路徑或在 GSM900 的接收路徑加裝干擾消除設備。
5. 如兩系統要共構，則應 cdma2000 TX 與 GSM900 TX，cdma2000 RX 與 GSM900 RX 共用天線，因彼此間有 45 MHz 的隔離。

二、WCDMA 系統間共站共構

1. WCDMA 系統因規格制定時已考量與 GSM 共站共構的問題，一般而言，干擾 GSM 系統問題並不嚴重。
2. 本公司 GSM 系統採用 S8000 型的基地台居多，其 spurious emission 在 GSM900 為-146dBm/Hz，而在 GSM1800 則為-136dBm/Hz，輸出功率為 20 瓦，同時在 duplexer 也加裝 55dB 的 filter。但部分早期購買的 S8000 可能有問題。S8000 Receiver Blocking 值為-40dBm。
3. Power control 是 UMTS 系統很重要的議題，它用以降低系

統的干擾，使每一個手機不管離基地台遠近，其在基地台的接收功率為一致。為克服遠近效應(Near-far effect)問題，避免當一手機離自己系統的基地台較遠時而以全功率發射，恰好落在鄰近的其他業者基地台，而產生鄰頻干擾，即所謂的遠近問題，3G 業者應儘量利用共站方式。

三、WCDMA 與 GSM 系統共站的問題

為加速 3G 系統建設，利用既有站台設備是多數業者的做法，但其衍生的問題及如何避免問題發生，分析如下：

以下定義干擾有關的用語：

- **Wideband noise:**

The jamming transmit part can generate wideband noise in the receive part and can raise the noise level of this latter. Wideband noise depends on the frequency separation between the transmit carrier and the receiving band.

- **Spurious emissions:**

The spurious emissions are emissions which are caused by unwanted transmitter effects such as harmonics emissions, parasitic emission or intermodulation products. So, the spurious emissions issued from the transmit part can jam the receiver, as parasitic signal. Spurious emissions are measured at the base station RF output port.

- **Blocking:**

The receiver can be blocked by the normal transmitted carriers of the transmitter, that simply means that reception can be disturbed in presence of a strong interfering signal.

- **Intermodulation products:**

Intermodulation products generated by the jamming transmitter can fall in the receiver band and cause jamming. However, since the transceiver is complying with the recommendations, the intermodulation products will have a level below a certain limit.

- **High signals:**

High signals, issued from the transmitter, can induce intermodulation products inside the receiver RF parts and causes degradation in reception. A maximum level of these interfering signals has been defined in GSM and UMTS recommendations, guaranteeing the good reception.

UMTS and GSM standards define the maximum level of interfering signals, measured at BTS antenna connectors. So required isolation must be determined for each system. This isolation depends on the antenna performances (antenna isolation, antenna rejection) and of the BTS performances.

From Standards, the interference criteria for blocking of each system is:

UMTS	GSM900	GSM1800
-15 dBm	8 dBm	0 dBm

With the known modulated useful signal at full power in Tx channel, we can deduce the isolation requirement for blocking:

	Jamming system Tx UMTS	Victim system Rx GSM900
Transmit output power	48 dBm	
Blocking point		8 dBm
Necessary isolation between antenna connectors	40 dB	

	Jamming system Tx UMTS	Victim system Rx GSM1800
Transmit output power	48 dBm	
Blocking point		0 dBm
Necessary isolation between antenna connectors	48 dB	

	Jamming system Tx GSM900/GSM1800	Victim system Rx UMTS
Transmit output power	43 dBm	
Blocking point		-15 dBm
Necessary isolation between antenna connectors	58 dB	

UMTS standard 25.104 specifies the maximum level of spurious emissions in the GSM Rx band equal to:

$$- 98 \text{ dBm} / 100 \text{ kHz} = -148 \text{ dBm} / \text{Hz}$$

GSM standard 05.05 specifies the maximum level of spurious emissions in the frequency band 1-12.5 GHz, including the UMTS Rx band, equal to:

$$- 30 \text{ dBm} / 3 \text{ MHz} = -95 \text{ dBm} / \text{Hz}$$

According a new requirement added to GSM 05.05, the maximum level of spurious emissions (only for GSM BTSs R'99 or later) in the UMTS Rx band is equal to:

$$- 96 \text{ dBm} / 100 \text{ kHz} = -146 \text{ dBm} / \text{Hz}$$

So, the max tolerable interfering level for each system is:

UMTS	GSM
-178 dBm/Hz	-177 dBm/Hz

So the required isolation is the difference between the maximum level of spurious emission and the maximum tolerable interfering level:

	Jamming system Tx UMTS	Victim system Rx GSM900
Max level of spurious emissions	-148 dBm /Hz	
Max tolerable interfering level		-177 dBm /Hz
Necessary isolation between antenna connectors	29 dB	

	Jamming system Tx UMTS	Victim system Rx GSM1800
Max level of spurious emissions	-148 dBm/Hz	
Max tolerable interfering level		-177 dBm/Hz
Necessary isolation between antenna connectors	29 dB	

	Jamming system Tx GSM (R'99)	Victim system Rx UMTS
Max level of spurious emissions	-95 dBm/Hz (-146 dBm/Hz)	
Max tolerable interfering level		-178 dBm /Hz
Necessary isolation between antenna connectors	83 dB (32 dB)	

To summarize, we have the following theoretical isolation requirements:

	29 dB	29 dB	83 dB (32 dB for BTSs R'99 or later)
	40 dB	48 dB	58 dB

If GSM BTS is S8000, we know that its spurious emission is equal to -136dBm/Hz for GSM1800 and equal to -146 dBm/Hz for GSM900. And the max power signal is 43 dBm.

And for the Nokia's UMTS BTS, the dual duplexer module performances add a filter of 55 dB(?) in the band 0-1880 MHz. And the blocking reception point of this BTS is equal to $-40\text{ dBm}(?)$.

So the isolation requirements become:

Specification requirements	UMTS Tx to GSM 900 Rx	UMTS Tx to GSM 1800 Rx	GSM 900 or GSM 1800 to UMTS Rx
Spurious emissions / Intermodulations products	14 dB	14 dB	32 dB (GSM900) 42 dB (GSM1800)
Blocking	0 dB	3 dB	28.5 dB

Co-location solutions

These isolation values can be obtained by 3 methods:

- Antenna separation (decoupling between antennas) + Filters (if antenna separation is not enough)
- Diplexer (or triplexer)
- Add Enhanced combiner in S8000 (in case of co-siting UMTS-GSM)

A. First solution: Antenna separation

Antenna decoupling

The antenna decoupling is defined as the attenuation factor inflicted by a signal from the transmitting antenna connector to the receiving antenna connector, between two connectors working in the same band or two different frequency bands.

In this latter case, the antenna decoupling is obtained:

- by space separation
- by band filtering

But, it also depends on the antennas types, gains, radiation patterns, and frequency bands.

The antenna decoupling is not calculable. It must be measured in laboratory or simulated. Some measurements are done to evaluate the decoupling between:

- one GSM 900 cross or vertical polarization antenna and one UMTS cross polarization antenna,
- one GSM 1800 cross or vertical polarization antenna and one UMTS cross polarization antenna,
- one dual band GSM 900 / GSM 1800 cross polarization antenna and one UMTS cross polarization antenna.

It is easy to obtain a decoupling antenna of 50 dB with a vertical or horizontal separation higher than 50 cm (figure 1 to figure 3).

Horizontal separation

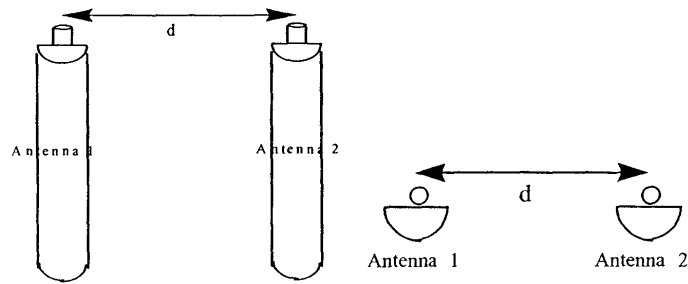


Figure 1: Horizontal separation

In this case the two antennas are oriented in the same direction. In the following table, we can see the decoupling values for a 50 cm horizontal separation:

Antennas	Decoupling for a horizontal separation of 50 cm	
GSM900 - UMTS	65 dB	
GSM1800 - UMTS	50 dB	
Dual band - UMTS	GSM1800 50 dB	GSM900 50 dB

Vertical separation

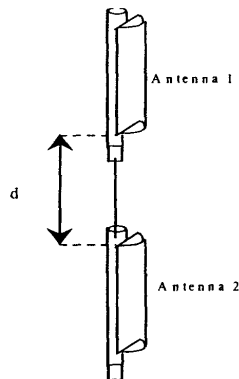
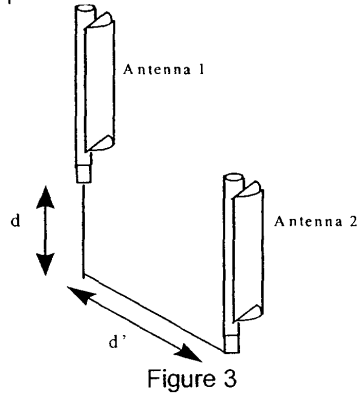


Figure 2: Vertical separation

The two antennas are oriented in the same direction. In the following table, we can see the decoupling values for a 50 cm vertical separation:

Antennas	Decoupling for a 50 cm vertical separation	
GSM 900 - UMTS	70 dB	
GSM 1800 - UMTS	55 dB	
Dual band - UMTS	GSM-1800 60 dB	GSM-900 65 dB

Horizontal – vertical separation



In the following table, we can see the decoupling values for a 150 cm vertical separation and a 50 cm of horizontal separation:

Antennas	Decoupling for a vertical separation of 1.5m and a horizontal separation of 50 cm	
GSM 900 - UMTS	70 dB	
GSM 1800 - UMTS	60 dB	
Dual band - UMTS	GSM-1800 60 dB	GSM-900 65 dB

First solution

We can use antenna decoupling to reach the required isolation. So antennas of different system can have a decoupling value of α dB with a horizontal or/and a vertical separations (figures 4 and 5).

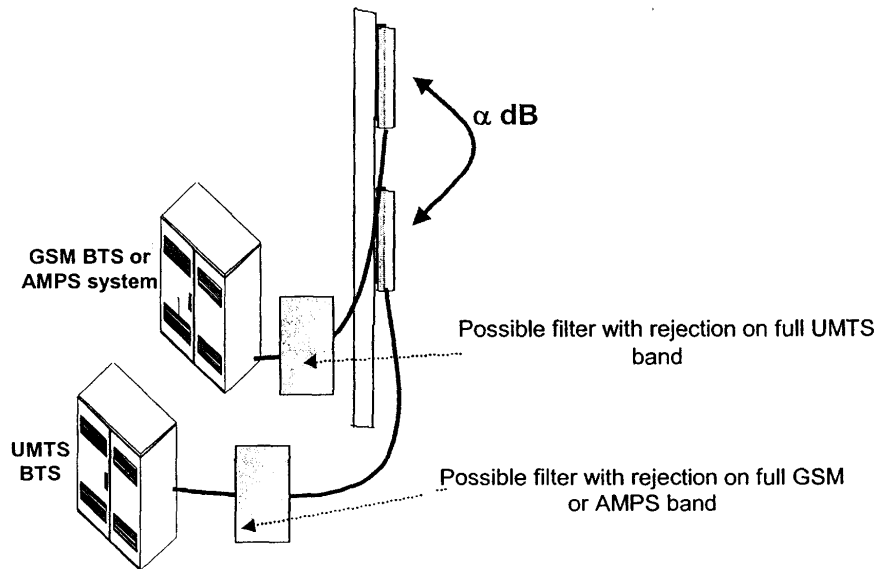


Figure 4: Vertical separation

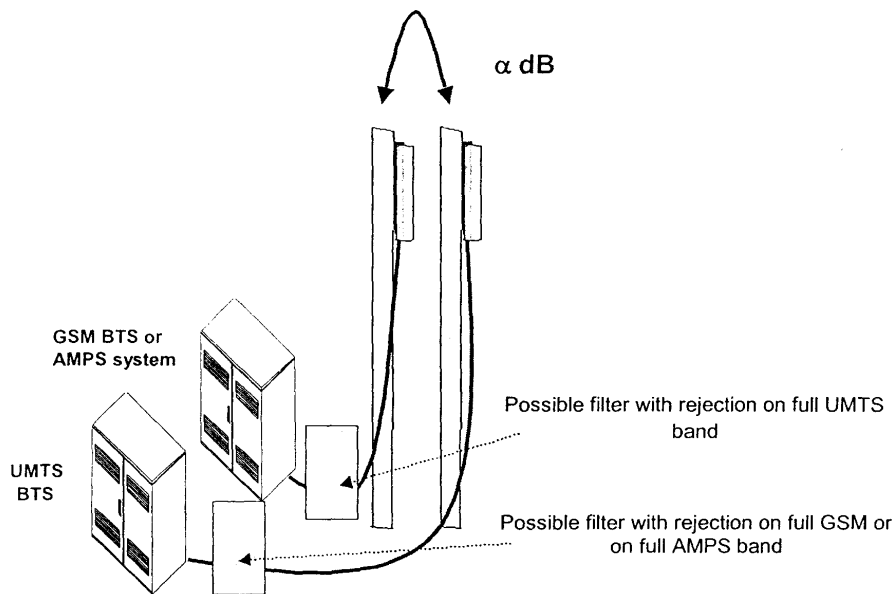


Figure 5: Horizontal separation

➤ Second solution: Diplexer (or triplexer)

To use a diplexer / triplexer in case of co-locating. One function of this diplexer / triplexer is to share the same feeder for all the systems (GSM 900 / GSM 1800 / UMTS).

But, the diplexer / triplexer also provides filtering of the transmit and receive signals in order to co-locate GSM 900, GSM 1800 and UMTS BTS. Indeed, a diplexer / triplexer is actually two / three filters in one box:

- a filter at GSM900 side is characterized by attenuation on full UMTS band (1920 to 2170 MHz)
- a filter at GSM 1800 side is characterized by attenuation on full UMTS band (1920 to 2170 MHz)
- a filter at UMTS side with attenuation on full GSM 1800 band (1710 to 1880 MHz) and on full GSM 900 band (890 to 960 MHz).

五、結論及建議

1. IOT 測試攸關 3G 的成敗

Yankee Group 曾調查營運商採購 3G 設備的 Purchasing Criteria，依其重要性列出十大優先順序：Interoperability (IOT)，Features/Functionalities，Implementation，Equipment Cost，Carrier Expertise，Limiting Number of Vendors，Financial Stability，Vendor Financing，Familiarity with Vendor，Equipment Leasing，Diversity Vendors。顯示 Interoperability(IOT)至為重要。

尤其本公司 3G 的供應商為 Nokia 與 GSM 系統的供應商 Nortel 不同，且所採用的設備版本 R4 為更具有前瞻性，但與目前絕大多數的營運商採用的版本 R99 不同，因此 IOT 測試更形重要。

2. WLAN 與 GPRS/3G 的整合

WLAN 的快速成長會帶動 Discontinuity in Telecom technology and business，其與 GPRS/3G 的整合預期會成為主流。WLAN 的發展與傳統電話不同的是，不需要有外部的群聚效應，但它卻能建立起使用行動數據業務的習性，對未來 3G 業務的發展起帶頭作用。

依 UMTS Forum 對 3G 服務的分類，顯示與 mobility 有關的服務如客製化服務、多媒體服務及位置資訊服務等以行動通信來提供較合適；但與 internet 銜接有關的行動上網、行動企業網內/網外服務，仍以透過 WLAN 較適合，所以兩者間是互有所長的互補關係。尤其行動通信在認證、授權、計費及安全、漫遊、涵蓋、用戶數方面的優勢，加上本公司是惟一擁有兩種網路的業者，更應當整合，發揮它的綜效。

3. 基地台共站共構與干擾

依電信總局規定，基地台共站共構應有一定的比例。惟考量不同系統與業者間的干擾，頻率的規劃與協調是很重要的，尤其是 cdma2000 與 GSM900 系統間，WCDMA 不同業者間，GSM1800 與 WCDMA 系統間，均存在可能的干擾，有的共站較適合，有的不宜共站，有的共構時要考慮送/收天線如何配置，均應審慎規劃。尤其 CDMA 系統一有干擾時，涵蓋、容量及品質均大受影響，規劃時不可不慎。

4. 厚植 3G 的相關技術

3G 在無線介面採用 WCDMA 的技術，與 GSM 系統 TDMA 的技術，在系統規劃上有很大的不同。另核心網路及進接網路亦逐步演進到 All-IP(IPv6)的環境，相關的管理機制均須逐步建立。

六、後記

奉派前往加拿大蒙特婁(Montebello, Quebec)參加 NORTEL 公司舉辦「Nortel Networks Wireless Engineering Forum & GSM/UMTS User Group」研討會議。本會議受邀對象為 NORTEL 公司全球之客戶及其相關員工。主持人、主講人為法國、加拿大、美國等 NORTEL 公司 Wireless 及 GSM & UMTS 部門之高階主管及高級專業技術研究人士，均為 NORTEL 公司在這領域之專才，客戶有來自全球使用 NORTEL 公司的行動電話業者，涵蓋 GSM900/1800/1900、AMPS、cdma2000、3G/UMTS 等，及部分協力廠商。

在近一週的時間，來自全球與會人士兩、三百人，齊聚於 Fairmont Chateau Montebello 議事廳，進行技術研討、經驗交流，NORTEL 公司就其近年來的研發成果及經驗向其客戶作一番報告及推銷，其中有不少值得借鏡的寶貴資料；設備商與客戶有此面對面的溝通機會，相得益彰，對雙方有莫大助益。

Fairmont Chateau Montebello 距蒙特婁市區約 130 公里，為一瀕臨渥太華河畔之飯店，鄰近未有住家、村落，環境單純幽靜，擁有廣大的草坪、樹林及遊艇碼頭，為一四季宜人的渡假勝地，多年前曾在此舉辦 G7 高峰會議。本次會議期間正逢加拿大深秋楓紅季節，舉目所望，藍天白雲，碧草如茵，間以五彩繽紛的楓葉，或火紅、或嫩黃、或赭赤，穿插青翠的蒼松綠柏，美不勝收，雖有連續五天緊湊的行程，但在這幽美的環境下開會研討，倒也覺得興趣昂然、頗有收穫。

印象最為深刻的是，安排至渥太華市郊 NORTEL 公司之 Carling Labs，此地為該公司無線部門技術研發中心(Global Technology Center)，約有六、七千位工作人員，在九棟頗具規模的實驗大樓，從事無線相關設備之研發。大會準備五間 Showroom 展示 NORTEL 公司 3G/UMTS 原型設備之實際使用效果。並參觀在實驗室運作測試之 3G/UMTS 原型 Node-B/RNC 及 e3/BSC 等等實物。

本份報告，除參考本次 NORTEL 公司研討資料外，並廣泛蒐集相關資料，適逢本公司展開 3G 建設工程，有關該系統引進後如何與既有 GSM 系統共存之建言，期對本公司行動電話業務有所助益。