

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

實習「第三代行動電話系統、網路互運、寬頻 IP 及行動增值服務平台技術」出國報告

	服	務	機	關	職	稱	姓	名
出國人：	中華電信股份有限公司	股			長		何	朝
	中華電信股份有限公司	副			工程師		陳	標
	中華電信股份有限公司	助			理工程師		鄭	宗
	中華電信行動通信分公司	助			理工程師		魏	文
	中華電信行動通信分公司	專			員		高	健
出國地區：	芬蘭—赫爾辛基							
出國期間：	92年9月1日至92年9月14日							
報告日期：	92年11月26日							

系統識別號:C09203419

公務出國報告提要

頁數: 116 含附件: 否

報告名稱:

實習「第三代行動電話系統、網路互運、寬頻IP及行動增值服務平台技術」

主辦機關:

中華電信股份有限公司

聯絡人/電話:

柯志勇/2344-4094

出國人員:

何朝欽	中華電信股份有限公司	網路處	股長
陳標	中華電信股份有限公司	網路處	副工程師
鄭宗鈺	中華電信股份有限公司	規劃處	助理工程師
魏文亭	中華電信行動通信分公司	網維處	助理工程師
高健峰	中華電信行動通信分公司	工務處	專員

出國類別: 實習

出國地區: 芬蘭

出國期間: 民國 92 年 09 月 01 日 - 民國 92 年 09 月 14 日

報告日期: 民國 92 年 11 月 26 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: 第三代行動通信系統, 3G, UMTS, IP, MPLS

內容摘要: 第三代行動通信系統係國際電信聯合會ITU-T IMT2000所定之技術標準，具備更高速之接取速率及服務品質，以提供語音及非語音之通信，及更廣泛之行動增值服務。中華電信公司於91年2月標得第三代行動通信頻段，並於92年1月21日與芬蘭Nokia公司簽訂合約，以建設本公司第三代行動通信系統，為配合系統之規劃設計、網路優化及增值服務平台建置等建設工程，因此，本公司遂指派何朝欽，陳標，鄭宗鈺，魏文亭與高健峰五員組團共赴芬蘭參加設備供應商之訓練，研習第三代行動通信系統相關技術，以實地了解承商之建設經驗、設備功能，網路架構、服務提供及維運優化等技術，俾利本公司建置最佳之第三代行動通信系統，以提供使用者最佳之服務。本報告中除了說明第三代行動通信系統概況、各主要設備商產品架構及功能外，並將實地所見之增值應用服務、產品可用度與使用情形作完整具體之說明。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

第三代行動通信系統係國際電信聯合會 ITU-T IMT2000 所定之技術標準，具備更高速之接取速率及服務品質，以提供語音及非語音之通信，及更廣泛之行動增值服務。中華電信公司於 91 年 2 月標得第三代行動通信頻段及經營執照，並於 92 年 1 月 21 日與芬蘭 Nokia 公司簽訂合約，以建設本公司第三代行動通信系統，為配合系統之規劃設計、網路優化及增值服務平台建置等建設工程，因此，本公司遂指派何朝欽、陳標、鄭宗鈺、魏文亭與高健峰五員組團共赴芬蘭參加設備供應商之訓練，研習第三代行動通信系統相關技術，並實地了解承商建設經驗、設備功能，網路架構、服務提供及維運優化等技術，俾利本公司建置最佳第三代行動通信系統，以提供使用者最佳服務並增添營收。

本報告中除了說明第三代行動通信系統概況、各主要設備商產品架構及功能外，並將實地所見之增值應用服務、產品可用度與使用情形作完整具體之說明。內容摘要如下：

- (1) 第三代行動通信系統網路技術。
- (2) 第三代行動通信系統與 GSM 系統雙模運作。
- (3) 第三代行動通信系統 IP 技術應用能力。
- (4) 寬頻行動數據網路規劃。
- (5) 行動增值服務平台及應用服務。

目 錄

第 1 章	訓練大要	1
1.1	目的.....	1
1.2	行程紀要.....	1
1.3	前言.....	2
第 2 章	第三代行動通信系統網路技術	3
2.1	概述.....	3
2.2	第三代行動通信之標準.....	3
2.3	3G UMTS 網路架構之演進.....	4
2.3.1	R99 網路架構.....	4
2.3.2	R4/R5 網路架構.....	5
2.3.3	Nokia 之 3G 網路簡介.....	6
2.4	UMTS 核心網路.....	8
2.4.1	CS 領域.....	8
2.4.2	PS 領域.....	9
2.5	UTRAN 網路元件.....	9
2.5.1	UTRAN 介面.....	9
2.5.2	3G RAN 設備功能.....	10
第 3 章	第三代行動通信系統與 GSM 系統雙模運作	17
3.1	雙模運作架構.....	17
3.1.1	UMTS/GSM 互運架構.....	17
3.1.2	UMTS/GSM 雙模互運機制.....	20
3.2	UMTS 與 GSM 系統之跨系統選網與細胞重選.....	20
3.2.1	選網概要.....	20
3.3	UMTS 與 GSM 系統之跨系統漫遊.....	24
3.4	UMTS 與 GSM 系統之跨系統交遞.....	28
3.4.1	UMTS/GSM 跨系統交遞概念.....	28
3.4.2	CS 領域之跨系統交遞.....	30
3.4.3	PS 領域之系統間切換 (Inter-System Change).....	34
第 4 章	第三代行動通信系統 IP 技術應用能力	43
4.1	IP 於 3G 之應用.....	43
4.1.1	IP 概述.....	44
4.1.2	行動環境之 IP.....	48
4.1.3	IP 應用於 3G 核心網路電路式 (Circuit-Switched, CS) 領域.....	51
4.1.4	IP 應用於 3G 核心網路分封式 (Packet-Switched, PS) 領域.....	57

4.1.5	IP 應用於 3G 無線接取網路 (UTRAN)	60
4.1.6	IP 應用於 3G 服務	60
4.1.7	IP 版本	61
4.2	NOKIA 3G 設備之 IP 相關功能	64
4.2.1	電路式核心網路(CS Core)設備	65
4.2.2	分封式核心網路(PS Core)設備	68
4.2.3	傳送/骨幹網路設備及其他 IP 相關設備	71
4.2.4	服務網路與維運網路設備	75
4.2.5	無線接取網路 (UTRAN) 設備	75
4.3	未來發展：全 IP 之網路架構	75
4.3.1	網路架構演進趨勢	75
4.3.2	3GPP R5 網路架構	76
4.3.3	演進至全 IP 網路之衝擊(impact)	79
第 5 章	寬頻行動數據網路規劃	83
5.1	概述	83
5.2	VPN 規劃	85
5.2.1	VPN 類別	86
5.2.2	VPN 規劃及架構	87
5.3	IP/MPLS 骨幹網路規劃	88
5.3.1	網路架構：	88
5.3.2	MPLS 規劃	90
5.3.3	VLAN 規劃	92
5.3.4	IP 路由方式	92
5.4	備援機制與安全性規劃	92
5.4.1	備援機制規劃	92
5.4.2	網路安全性規劃	95
5.5	網路品質	95
5.5.1	IP/MPLS 網路之服務品質：	95
第 6 章	行動增值服務平台及應用服務	98
6.1	MMS 服務	98
6.2	LCS 服務	105
6.2.1	定位方法	105
6.2.2	3G 各種定位方法精準度的比較	109
6.2.3	Nokia 的 mPosition 產品	110
6.2.4	位置要求程序	111
第 7 章	感想與建議	115

第1章 訓練大要

1.1 目的

職等依中華電信股份有限公司九十二年八月二十一日信人二字第 92A3501363 號函、九十二年八月二十日信人二字第 92A3501391 號函、九十二年八月十九日信人二字第 92A3501392 號函、九十二年八月十九日信人二字第 92A3501407 號函及九十二年八月二十二日信人二字第 92A3501424 號函，共同組團赴芬蘭 NOKIA 公司實習『第三代行動電話技術、網路互運及寬頻行動數據增值服務規劃』，此行主要之目的為研習：

- (1) 第三代行動通信系統網路技術。
- (2) 寬頻行動數據服務規劃。
- (3) 第三代行動通信系統與 GSM 系統雙模運作。
- (4) 第三代行動通信系統 IP 技術應用能力。
- (5) 行動增值服務平台及應用服務。

芬蘭 NOKIA 公司為本公司營運中之 GPRS 系統核心網路及建設中之第三代行動通信系統建設案供應商，本實習案內容主要是以第三代行動通信系統之核心網路及增值服務平台為主，但於實際訓練課程中亦含括部分無線接取網路(Radio Access Network)等內容，並實地走訪其設備製造工廠。藉由本次研習，除學習 3G 相關技術、服務外，並可了解其未來發展趨勢，俾利日後規劃、設計及維運工作。

1.2 行程紀要

日期	地點	摘要
92/9/1~92/9/2	台北--赫爾辛基	去程
92/9/3~92/9/12	赫爾辛基	第三代行動電話技術、網路互運、IP 技術應用及寬頻行動數據增值服務規劃研習
92/9/13~92/9/14	赫爾辛基--台北	回程

1.3 前言

GSM 為全球最成功的第二代行動電話系統，它提供了機動性佳、涵蓋良好的語音服務、膾炙人口的簡訊服務以及令商務、旅遊人士連接世界的國際漫遊服務等等，帶給人們極大的方便，也為系統廠商、營運業者、手機業者帶來了輝煌的業績。

但隨著語音業務的逐漸飽和，以及網際網路等數據服務之蓬勃發展，行動數據之業務因而成為各界關注之焦點，第二·五代的無線分封數據服務（General Packet Radio Service, GPRS）於是應運而生。GPRS 雖有理論值之 171.2kbps 高傳輸速率，且具備國際漫遊等能力，手機製造業者亦競相投入此一領域，雖然一度帶給行動一族無限美好的期望，各業者競相建設，可惜實際環境（手機技術、無線系統資源、連線品質、內容提供、用戶使用需求及費率過高等），所提供平均的傳輸速率約 20 ~ 40kbps，限制了行動數據服務的發展與普及，特別是多媒體服務，更是很難於如此低速率低品質的環境下推展，因而 GPRS 始終未能帶動用戶大量成長，營收貢獻度亦仍然偏低。

檢討二·五代難以推動的經驗，速率及品質實為服務推展之關鍵，為了突破此瓶頸，標榜高速率、高品質之第三代行動通信(3G)，遂成未來業者及使用者之新希望及新選擇，為了達到可提供語音、數據及影像等多媒體服務，具備服務品質保證之理想，新系統更為複雜，也含有更多新的規劃、設計、建設、行銷、維運等新技術，需要各相關部門妥善規劃、加緊研習，以建設最先進品質最佳之網路，為客戶提供最佳之服務，也替公司創造出更多之利潤。

第2章 第三代行動通信系統網路技術

2.1 概述

行動通信科技發展極為迅速，行動電話、低功率無線電話等各類無線通信持續成長，而第三代行動通信系統 IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) 已然將成為二十一世紀整合所有行動通信系統的新標準。

正因第三代行動通信系統(Third Generation Mobile Telecommunication System, 3G)為一嶄新之新型態通信技術，不但相關標準規範仍持續定義中，各大設備製造商之產品也仍不斷昇版演進。有鑑於此，本分公司亟須了解第三代行動通信系統相關技術，掌握廠商設備進程，及各國第三代行動通信之發展現況，以利本分公司第三代行動通信系統之建設。

2.2 第三代行動通信之標準

國際電信聯盟目前接受的 IMT-2000 標準中，採 CDMA 技術的有 3 種，分別為歐洲與日本提出的 WCDMA，美國提出的 cdma2000 以及中國提出的 TD-SCDMA。國內於第三代行動通信所採技術則有 WCDMA 及 cdma2000 二者。

(1) 寬頻分碼多重存取(WCDMA)

WCDMA 是在歐洲相當普遍的第三代行動通信系統無線接取技術，可以從第二代 GSM/GPRS 系統逐步演變，最高可提供定點 2Mbit/s 的高速數據業務，以劃碼多工方式可於一條無線鏈路上同時傳送多條語音、數據等，提供高速率服務。採用 WCDMA 無線接取技術之系統則稱為 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

(2) cdma2000

cdma2000 是 CDMA 發展組織(CDMA Development Group, CDG)所發展的第三代行動通信標準，由於法展較早，因此技術較成熟，手機型式亦較多，是許多電信業者決定採用的理由之一。

(3) TD-SCDMA

由中國大唐電信集團提出的 TD-SCDMA 標準，是為了解決高人口密度地區頻率資源不足的問題所發展之技術。

2.3 3G UMTS 網路架構之演進

中華電信於國內兩種第三代行動通信標準中選擇採用 WCDMA 技術，其中一重要考量為，中華電信係為既有 GSM 行動電話業務經營者，採用 WCDMA 將有助於同為歐規之 2G 與 3G 之系統整合。本案所研習之第三代行動通信技術及本文所述之第三代行動通信系統，皆針對 UMTS 系統而言。

第三代行動通信系統標準之制定組織為 Third Generation Partnership Project (3GPP)，其所定義之網路架構係由第二代行動通信系統 (GSM/GPRS) 演進而來，而 3GPP 網路架構亦採演進方式，定義了由 R99 (Release 1999) 至 R4/R5 等不同之演進架構，分述如後。

2.3.1 R99 網路架構

如前所述，R99 網路架構係由 GSM/GPRS 演進而來，故而 R99 網路架構基本上與 GSM/GPRS 並無太大差異，於核心網路部分之主要差異在於介面及元件功能的配置。茲將 R99 網路與 GSM/GPRS 之差異說明如下：

表格 1 3G UMTS R99 與 GSM/GPRS 之差異

差異	GSM/GPRS 網路	UMTS R99 網路
CS Domain	<ul style="list-style-type: none"> • A 介面: TDM/BSSMAP • 語音壓縮/解壓縮單元位於 RAN 	<ul style="list-style-type: none"> • Iu-CS 介面: ATM AAL2/RANAP • 語音壓縮/解壓縮單元位於核心網路
PS Domain	<ul style="list-style-type: none"> • Gb 介面: Frame Relay/BSSGP • SGSN 功能以 GMM, SM 為主 • 不支援 IETF 之 IP mobility 功能 	<ul style="list-style-type: none"> • Iu-PS 介面: ATM AAL5/RANAP • 增強 SGSN relay 及 UTRAN 功能 • 支援 Mobile IP (GGSN: FA) • 支援 real time data services
增添服務	<ul style="list-style-type: none"> • 傳統 SS7-based IN 網路元件 (SCP, IP, SN....) 	<ul style="list-style-type: none"> • 增強群呼、廣播、位置服務(LCS) 等相關增添服務所需之網路元件及功能

2.3.2 R4/R5 網路架構

R4/R5 網路架構又係由 R99 網路架構演進而來，原稱為 R00 架構，後細分為 R4 及 R5 網路架構。其網路架構演進差異之處為：

(1) R4 架構

R4 架構與 R99 網路架構之最主要差別在於核心網路部分，將傳輸層及控制層予以分離，用戶之話務、數據資料與網路端之控制訊號分別於不同 plane 上傳送，有利於新功能之引進，並利於 QoS 機制之建立。

R4 架構另一重要改變則是核心網路之 IP 化，無論是話務及訊務，皆可以封包型式加以傳送，且電路交換(circuit switched)式服務及分封交換式(packet switched)服務可共用傳輸骨幹網路，大幅降低網路之複雜度，減少設備成本，並為後續演進至全 IP (All IP)網路預作準備。

(2) R5 架構

R5 架構則為網路之一重大改變，整體網路演進為一 All IP 環境，自用戶終端設備(User Equipment)、無線網路(Radio Network)乃至於核心網路，全數演變為 IP based 之應用環境，此時不再提供電路交換，而改以分封交換方式提供語音及數據服務 (Soft switch)，而以 IP 為基礎之 Server-based 網路控制和服務單元並可利用 API 供業者自行開發相關應用服務。

此外，於 R5 架構之另一重要改變為 IM subsystem 架構之引進，可支援具 QoS、即時性之 IP 多媒體服務。

茲將 R99 與 R4/R5 網路之差異列示如下：

表格 2 3G UMTS R99 與 R4/R5 網路之差異

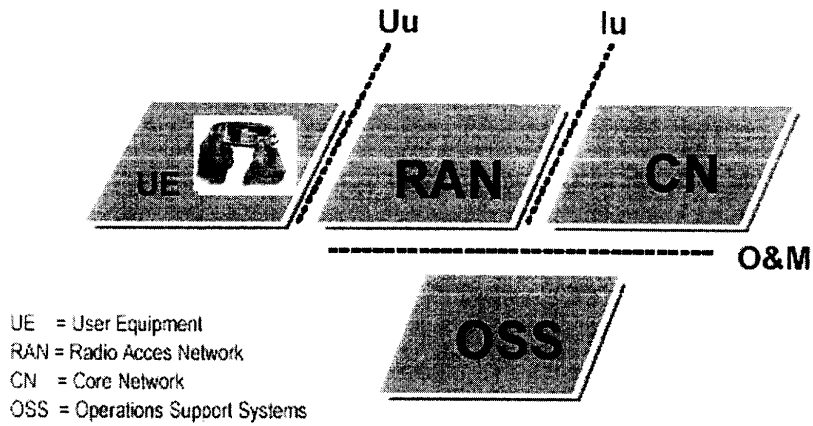
差異	R99 網路	R4/R5 網路
----	--------	----------

	<ul style="list-style-type: none"> • 以既有 GSM/GPRS 網路做為核心網路之基礎 • 尚無法提供完整 end-to-end QoS 	<ul style="list-style-type: none"> • 核心網路具備獨立分離之傳輸層及控制層 • IP 基礎之 Server-based 網路控制和服務單元並可利用 API 供業者自行開發相關應用服務 • 支援各種不同形式的行動終端設備,並提供獨立於無線進接網路的核心網路 • 提出 IM subsystem 架構以支援具 QoS, 即時性之 IP 多媒體服務 • 不再提供電路交換, 而改以分封交換方式提供語音及數據服務 (Soft switch)
--	--	---

2.3.3 Nokia 之 3G 網路簡介

Nokia 的 3G 網路架構亦採用由 3GPP 所定義的 UMTS 系統, 這個網路架構的優點是它非常類似於現有的 GSM 網路, 這使得現有的 GSM 網路業者可以很容易的對它們的網路進行升版和進行服務改善的工作。

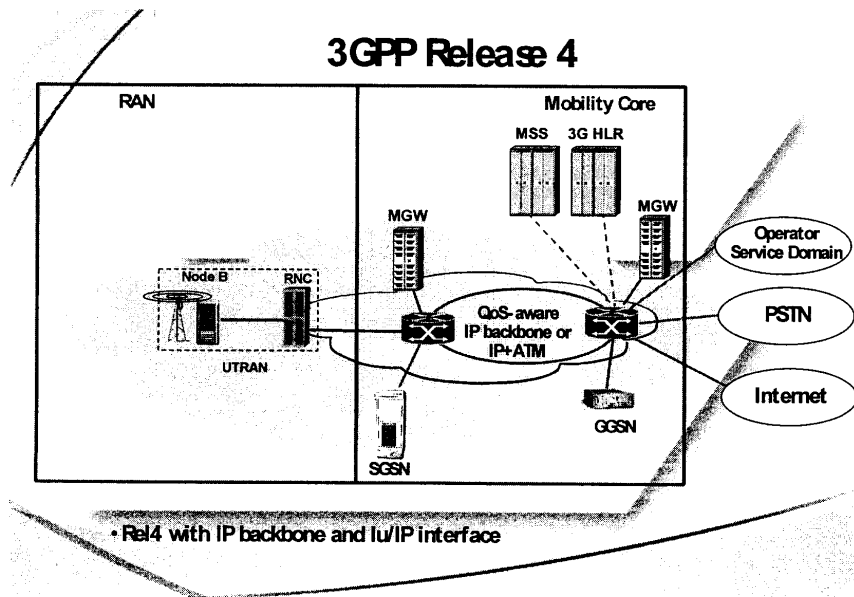
如同在 GSM 一樣, UMTS 也是由許多子系統所構成, 這些子系統包括: UE (User Equipment)、RAN(Radio Access Network)、CN(Core Network)、與 OSS(Operation support systems), 各個子系統間互連的模式詳如下圖:



圖表 1. 3G 網路概念

其中 UE 是由手機和 USIM 卡所構成，而 OSS 則是用以管理 UMTS 網路之各個元件。RAN 則是用以提供連接至 UE 的無線電介面，CN 則是負責網路上的交換功能和用戶資料之處理。

Nokia 之 UMTS 的各網路元件與網路架構詳如下圖。



圖表 2. Nokia 3G R4 網路架構

2.4 UMTS 核心網路

UMTS 的核心網路(CN, Core Network)與 GSM/GPRS 是非常類似的，在兩個系統間的用戶管理與計費機制亦是相同的。因此，CN 仍保留兩個獨立的 domain：即 Circuit-switched (CS) domain 與 Packet-switched (PS) domain。

2.4.1 CS 領域

CS 領域主要的網路元件是 MSC/VLR 與 HLR；

(1) MSC

MSC/VLR 是 CS domain 的最重要元件，Nokia 3G MSC 亦可以用來連接 3G RAN 與 GSM BSS 系統。在 R4 MSC/VLR 則分成控制面 (Control Plane) 之 MSC Server 及用戶面 (User Plane) 之 Multimedia Gateway。

(2) MGW

MGW(Multimedia Gateway)的引進，有助於 GSM 平順演進至 GSM/UMTS。Nokia 3G 的 MGW 是使用 IPA 2800 平台，並使用 ATM 技術進行交換。

MGW 的主要功能是在 3G RAN 與 GSM MSC 間提供一介面，以進行 Iu 介面與 A 介面間之轉碼。相關功能包括：

- ATM/TDM Conversion
- Iu-A interface signaling conversion
- transcoding

(3) HLR

在 Nokia 3G 的產品中，相同的 HLR 可用來支援 GSM、3G、和 GSM/3G 雙模的系統。只需要在原有 HLR 的平台上加入一些新功能，原有的 Nokia HLR 即可符合 UMTS 與 GSM 的共同需要。當原有 GSM 用戶申請 GSM/3G 雙模的服務時，只需在原有 HLR 的用戶資料庫中啟動相關功能即可。

2.4.2 PS 領域

PS 領域主要由 SGSN 與 GGSN 構成：

(1) SGSN

Nokia 3G SGSN 所進行的是 PS domain 的交換功能，而這也包含了將 IP 骨幹網路上的協定轉成 RAN 或 UE 上協定、認證、移動管理、計費與統計資料之收集，此外，它亦負責將用戶所送出的資料轉移至適當的 GGSN。

(2) GGSN

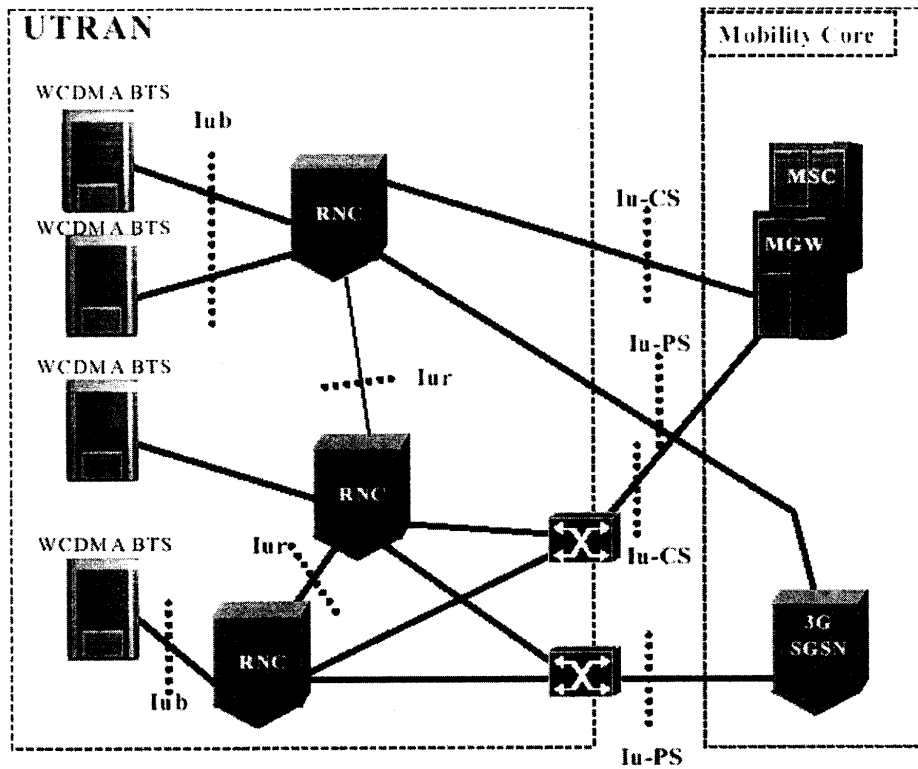
Nokia GGSN 作為 GPRS 網路與外部網路界接之開口，對於外部網路而言，GGSN 只是扮演一個路由器的角色將傳送的資料送至行動台。當 GGSN 收到一個封包時，會先檢查該封包之 IP 位址是否 active，並將 active 的封包轉送至該行動台所在的 SGSN。2.5G 與 3G 網路可使用相同的 GGSN。

2.5 UTRAN 網路元件

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)是 UMTS 網路的一部分，主要由 RNC 與 Node B 所組成。UTRAN 上以 Iu 介面連接 CN，下以 Uu 介面與 UE 空中介面溝通。UTRAN 的主要功能是要完整獨立進行無線電介面的相關處理工作，如交遞(handover)、channel coding、radio resource handling、與 error detection。

2.5.1 UTRAN 介面

3G RAN 中之 Uu 與 Iu 介面均為公開之介面，但其他的介面如 Iur、Iub 尚未完全公開。



圖表 3. UTRAN 介面

2.5.2 3G RAN 設備功能

(1) RNC

Nokia RNC 是架構在 Nokia ATM 平台 IPA 2800 上，用以進行交換與內部通信等之功能。它是由許多分散式的處理單元、網路介面單元、與交換單元所組成。RNC 的主要功能是用來控制並管理 RAN 與無線電頻道。



圖表 4. Nokia 3G RNC 機架外觀

RNC 的設置地點可以很有彈性，包括可設置於與所控制的 BTS 同一個現場，或與 MSC 同一個現場。

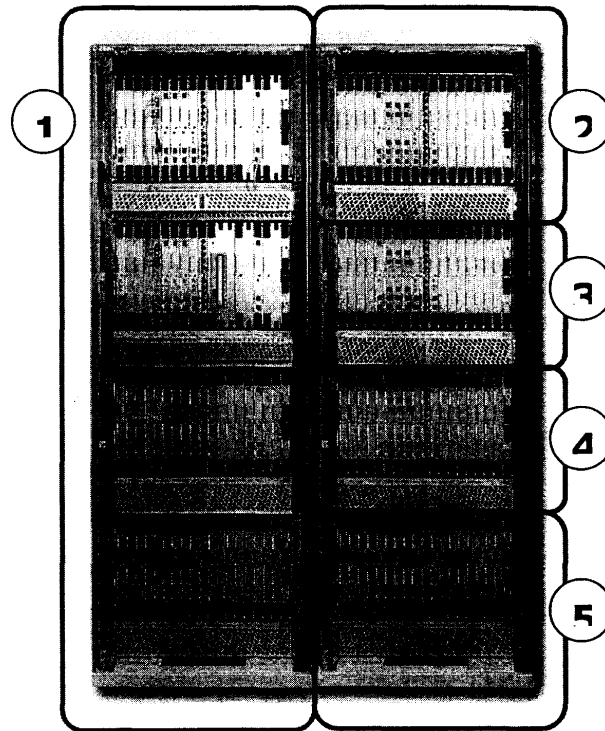
● RNC 之實體規格

RNC 一個機架的實體規格如下：

- Height: 1800 mm
- Width: 600 mm
- Depth: 600 mm
- Weight (fully loaded): 230kg
- Power Consumption: 3.2kW
- Capacity: 48 Mbit/s
- Nominal Voltage: -48 V DC

● RNC 容量

- 48~196 Mbit/s nominal capacity
- Any traffic mix of voice and data
- Fault tolerant redundant structure
- Minimised footprint reduces site space needs



圖表 5. Nokis WCDMA RNC

- RRM 功能

RNC 主要之功能為 RRM(Radio Resource management)，其目的是為了有效運用空中介面的無線電資源，並保證 QoS 等級。為確保某一地區的 QoS 等級，RRM 管理無線頻道的組態，與所使用的话務與訊務之負載。

RRM 相關頻道管理的工作再細分為 code allocation、admission control、load control、power control、handover control、與 packet scheduling 等，相關功能都影響到一個細胞中允許的使用者數目、與每個使用者能接取到的疏通率。

- NEMU

NEMU (Network Element Management Unit)是 RNC 中負責維運管理的相關單元。從維運的觀點，RNC 相關參數的調整、與 RNC 硬體的管理維護，包括障礙排除、重新設定、與軟體更新等，在 RNC 中都是使用 NEMU 來執行。NEMU 有完整的維運管理功能，但它必須在實體上連接於網路元件(RNC)上，並經 Ethernet 連接至外部網路。以下列出 NEMU 的功能：

- Local user interface
- Interface towards the higher level network management system
- Firewall functionality to protect LAN/Ethernet connections to environment
- O&M functionalities which are not handled by other computer units of RNC
- Post-processing support for measurement and statistics
- Peripheral device control

(2) Node B

依據 3GPP 的規格，Node B (或稱為 Base Station)是應用 QPSK 調變技術、實體上負責 WCDMA 無線電介面傳輸的網路元件。

Node B 終結 Iu、和 Uu 兩個介面，並執行以下功能：

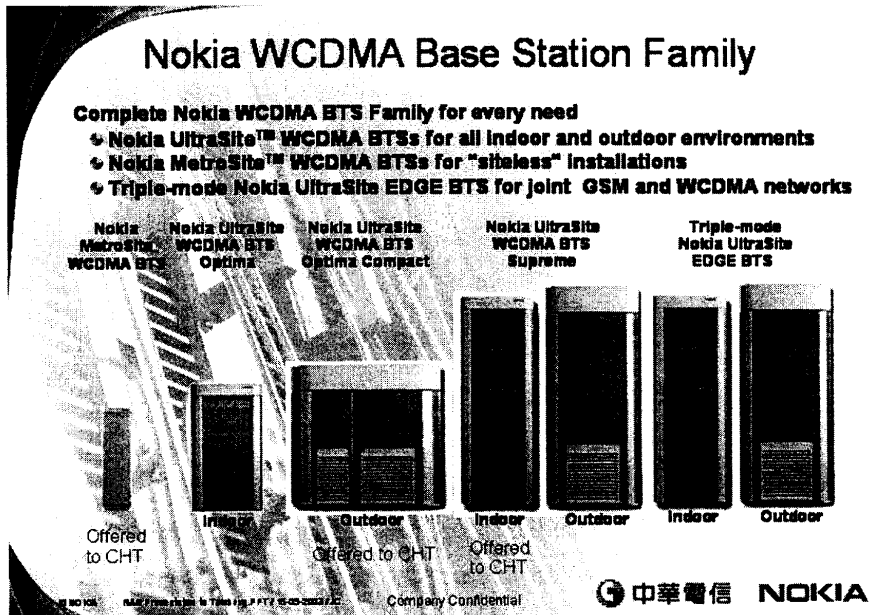
- Transmitter/Receiver functions (Coding, modulation, filtering, etc)
- Uu Interface Channelization
- Micro Diversity
- Channel level functions(Coding, spreading, etc)
- Iub Interfacing(ATM termination, switching)

為了支援未來 3G 服務之蓬勃發展、與新的 3G 服務與應用之需要，Nokia 公司提供了一系列各式各樣、各種大小容量的 Node B，以適應各種不同環境的需要。

當建立網路時，另一個需考量的是傳輸網路的複雜度，Nokia 的 Node B 能適應與不同元件間各種傳輸介面的需要。

Nokia 的 Node B 主要分為兩大類：UltraSite 與 MetraSite。此二類在過去已支援 GSM 與 EDGE，現在並已支援 WCDMA 的載波型式。現有 GSM 的傳輸網路亦可運用於此二類的 Node B 上。

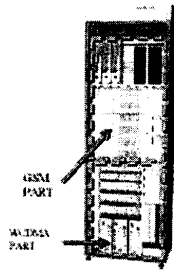
在進行網路規劃的過程中，需審慎考慮該區所預估的容量、地理位置與環境、成本與相關因素，來決定該區域最適合設置之基地台。



圖表 6. Nokis WCDMA Node B

● UltraSite BTS

Nokia WCDMA UltraSite BTS 由 UltraSite Supreme 與 UltraSite Optima 兩大類組成，前者具有最大之容量，從 Release 1 起即具有 576 code channel；後者之容量可達 384 code channel，其外型較小(compact)。



圖表 7. UltraSite：GSM/EDGE 與 WCDMA 共機架

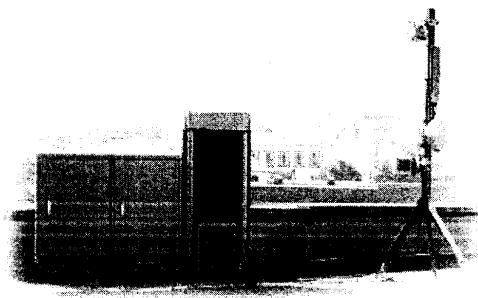
第三種 UltraSite 是 EDGE BTS，其組態可設定為具 6 個 GSM/EDGE TRX 與 3 個 WCDMA 的 TRX，最多可達 160 code channel。

Nokia UltraSite BTS Indoor 與 Outdoor 可提供 1-12 個載波，可設定為多達 6 個 TRX、與一個 Optional 電池備援系統。Optima 版本的 UltraSite Indoor/Outdoor 則可具備 1-6 個載波。

在硬體版本 Release 2 之後，Supreme 可提供 4+4+4+4+4+4 組態，具備共 2304 個頻道。Optima 和 Optima Compact 可分別提供 2+2+2、與 2+2+2+2+2+的容量。

WCDMA 的載波可被加入原有 GSM/EDGE 的 UltraSite BTS 上，但原有 GSM/EDGE 的 TRX 數目將不能超過六個。

將 UltraSite 鏈結(Chain)起來，可以提升容量，最多可以鏈結至四部 UltraSite，在所鏈結的機架間只需設置同步用纜線即可正長運作。

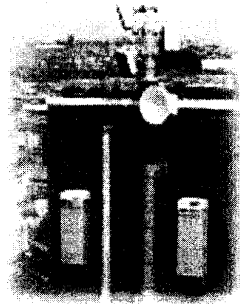


圖表 8. Co-located 的 3G Ultrasite 與 GSM Talk Family

● MetroSite BTS

Nokia MetroSite BTS 是一極小型、安裝上較無障礙的基地台，適合在各種環境下包括屋頂、隧道內、小型空間、與牆壁上快速的安裝。它支援三模的功能、或是單模中提供較高容量。

MetroSite 適合安裝於柱子或牆壁上，並經由智慧型集線器與跳接器連接至 RNC/BSC。下圖即顯示 WCDMA MetroSite 與 GSM MetroSite 共站的情形，且二者均使用相同的傳輸線。



圖表 9. 共站的 WCDMA MetroSite 與 GSM MetroSite 規劃

第3章 第三代行動通信系統與 GSM 系統雙模運作

第三代行動通信系統與 GSM 系統雙模運作之目的，主要在於服務涵蓋區域之延伸。初期 3G 之網路涵蓋較差，當用戶移動至無涵蓋之區域時，為了維持用戶之服務不中斷，3G 必須具備與 GSM 相容互運 (Interoperability) 之能力，以利用 GSM 系統綿密涵蓋之特性，繼續提供用戶服務。

服務之提供可跨系統亦為雙模運作之重點之一，用戶所在乎的是可使用之服務種類、服務品質與價格，而不在意使用何種技術，因此 3G 可提供之服務應包含既有 GSM 系統可提供之所有服務，並且維持其用戶使用習慣，以更高之服務品質與更低廉之費率來吸引客戶。因此跨系統服務運作亦成為重要關鍵技術之一。

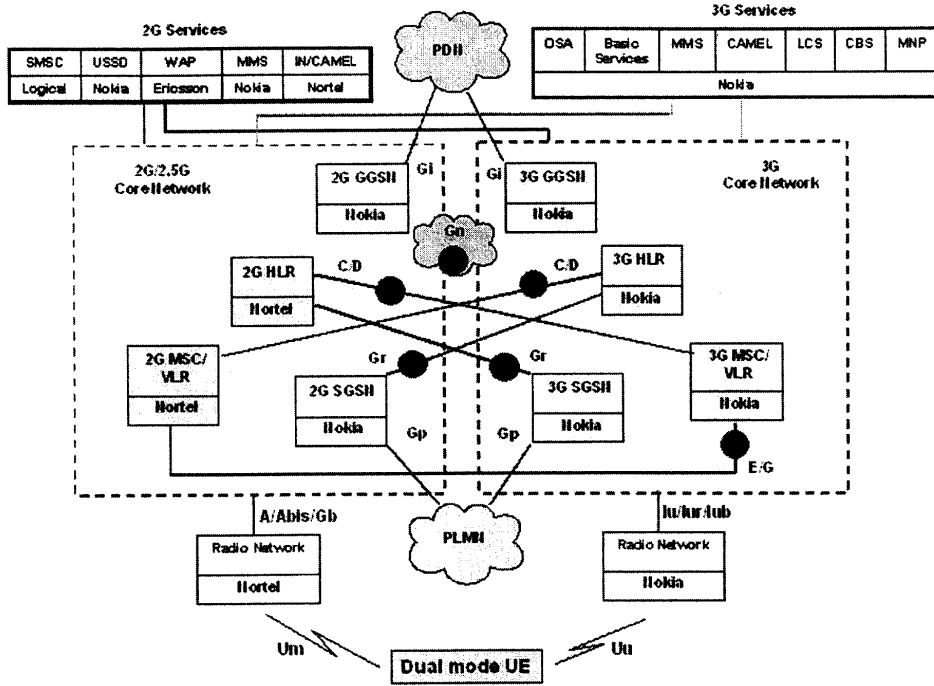
網路資源最佳化為雙模運作更進一步之目標，例如負載交遞 (Load-based Handover)，倘系統容量不足時，原系統可將用戶切換至另一系統繼續提供服務；或服務交遞 (Service-based Handover)，將 3G 之語音等傳統電信服務自動交遞至 GSM，而將 2G 之 GPRS 服務自動交遞至服務品質較佳之 3G，使系統資源可做最有效率之運用，用戶亦可享受更佳之服務。

3GPP 規格對於 UMTS 與 GSM 之雙模運作需求概念系統端係定義於 TS 22.129 與 TS 23.221 中，UMTS 必須支援 UMTS/GPRS 雙向交遞之能力，手機端亦須具備雙模運作之能力 (定義於 TR 31.900 中)，使 UMTS 與 GSM 系統可順利互運。

3.1 雙模運作架構

3.1.1 UMTS/GSM 互運架構

UMTS 與 GSM 系統之雙模運作架構如下圖所示：



圖表 10. 雙模運作架構

UMTS 之核心網路部分係由 GSM/GPRS 演進而來，功能與介面差異較小，因此就標準面而言，雙向之雙模運作是必須具備之功能，這也是 3G 核心網路採用演進 (evolution) 而非革命 (revolution) 之目的之一。

無線接取部分 UMTS 採用全新之 WCDMA 技術，與 GSM 採用之 TDMA 技術無法相容，因此須配合可支援雙模運作之手機，才能使 UMTS 與 GSM 系統可順利互運。然而在標準中並未明定切換無線接取方式之時機或是參數測量等，僅制定標準之訊息流程，因此實際執行仍靠各廠商之設計與經驗，增加互運之困難度。

服務部分由圖可知應皆可供 2G 及 3G 所使用，差別僅在於 3G 有較佳之服務品質。惟部分本公司特有 (Proprietary) 之服務，因非以 3GPP 標準之方式提供，因此此部分服務之延續須進一步自行開發以供不同之系統所使用。

就本公司現況 3G 與 2G 係為 multi-vender 之環境，承商 Nokia 係負責 3G 整個系統之建置，與 GSM 系統之設備供應商 Nortel 為不同之廠商，更增加互運之複雜度。由上圖可知，核心網路之部分雖介面大多相同，但因 multi-vender 環境使諸多介面（標示紅點之介面）仍須經過測試，才可確保其運作，反而成為 UMTS 與 GSM 系統互運最龐雜之部分。

為了確保不同系統及 multi-vender 設備間可正常雙模運作，必須通過互運測試（Inter-Operability Testing, IOT），以找出障礙可能的原因、優化相關系統參數，並共同解決可能之問題。此部分本公司亦以合約方式（3G 採購案及 GSM 第五次擴充案）要求承商必須完成 IOT，以確保服務可跨網順利運行。

在用戶端方面手機必須支援雙模方式運作，搭配用戶識別卡（SIM/USIM）之情形則如下圖：

	GSM-only-environment	3G environment
GSM mobile + SIM	- working	- no access
DUAL mobile + SIM	- working	- works, if operator allows access with SIM
GSM mobile + USIM	- works, without any updates in GSM networks network elements	- no access
DUAL mobile + USIM	- working	- working

圖表 11. 手機及用戶識別卡於不同環境下之運作

由上可知用戶在不同之系統中亦可能使用各型之手機，更可增加服務提供之彈性，不必強迫用戶必須更換手機以使用 3G 服務。惟雙模手機是否可與系統正常互運，尚必須仰賴手機製造商是否依照標準製造其手機。

3.1.2 UMTS/GSM 雙模互運機制

有關 UMTS 與 GSM 系統之雙模運作機制，重要者有下述幾點：

- (1) 跨系統選網 (PLMN selection) 與細胞重選 (cell reselection)：係指用戶在涵蓋重疊時如何選擇/重選所接取之系統。
- (2) 跨系統漫遊 (Roaming)：係當用戶處於待機狀態 (idle)，而漫遊至涵蓋區外之不同系統。
- (3) 跨系統交遞 (Handover)：係指用戶於服務進行中如何切換至不同之系統。隨著服務之不同型態之又可分為電路式跨系統交遞 (Inter-System HandOver, ISHO) 與分封式之跨系統切換 (Inter-System Change) 兩種模式。

Nokia 3G 系統對於上述 UMTS/GSM 雙模運作機制其做法簡要敘述如下：

3.2 UMTS 與 GSM 系統之跨系統選網與細胞重選

由上可知，若純就 UMTS 之選網機制而言，與 GSM 系統類似，但在 UMTS 與 GSM 系統同時存在的環境下，加上雙模手機及不同之用戶識別卡 (USIM 或 SIM)，就使整個選網狀態 (scenario) 變成十分複雜，特別是當大部分業者為了簡化國際漫遊的複雜度，選擇 3G 與 2G 共用相同 PLMN 網路碼時，如何選網將顯得更為重要。

3.2.1 選網概要

當雙模手機 (UE) 開機時，會嘗試以無線進接技術 (Radio Access Technology, RAT) 與公眾陸地行動網路 (PLMN) 進行聯繫。UE 首先會到選擇之公眾陸地行動網路內尋找較合適細胞 (Suitable Cell)，其次再進接到該細胞之控制通道內，以方便 UE 能讀取行動網路系統訊息，獲得系統所提供之服務，這就是所謂細胞選擇程序 (Cell Selection Procedure)。

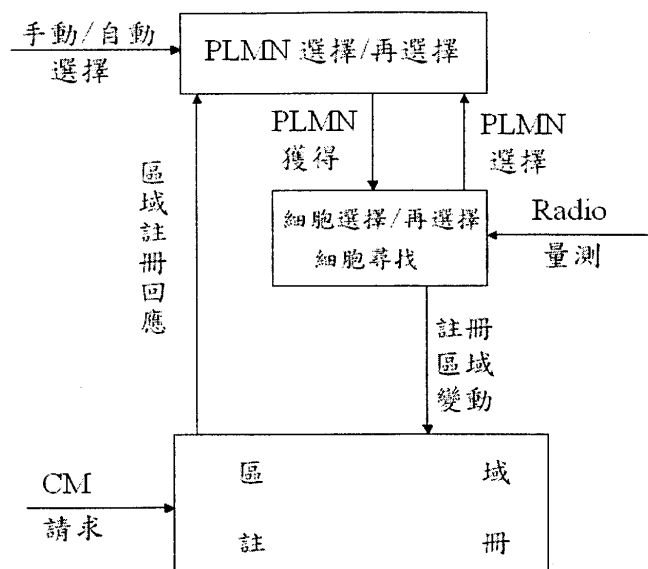
雙模手機可依據儲存於 UMTS 用戶識別模組 (USIM) 中之 RAT 欄位，依照其 RAT 優先順序選擇優先進接之細胞，一般而言系統會將 WCDMA 列為較高順序之 RAT，其次才是 GSM，以使 3G 用戶於 UMTS 與 GSM 皆有涵蓋的環境下，可優先選擇 UMTS 系統。但為了加速細胞尋找程序，UE 會依先前網路所儲存下來之系統訊息來尋找合適細胞，若 UE 無法尋找到合適細胞時，則最初細胞尋找程序 (Initial Cell Search Procedure) 才被啟動。

此外，UE 會定期尋找最佳合適細胞，若發覺鄰細胞收訊較原本服務細胞為佳時，UE 便啟動細胞重選程序 (Cell Reselection Procedure)，選擇至新的細胞內。

就目前行動網路系統設定狀況而言，UE 選網都是以本網 (Home PLMN) 為主，並不會選擇到其它 PLMN 網路中 (漫遊時因無本網涵蓋故僅能選擇他網 VPLMN)，至於雙模 UE 是否會依照 RAT 選網則須視各廠商之設計，例如將 SIM 卡 (RAT 欄位僅 GSM 無 WCDMA) 插入雙模 UE，其選網仍可能優先選擇 WCDMA 而非 GSM。

由以上說明可將 UE 選網分為以下四種過程，待註冊成功後，手機會顯示所選擇到之網路：

- (1) PLMN 選擇與再選擇 (PLMN Selection/Reselection)
- (2) 細胞尋找 (Cell Search)
- (3) 細胞選擇與重選 (Cell Selection/Reselection)
- (4) 區域註冊 (Location Area Registration)



圖表 12. 手機選網流程圖

(1) PLMN 選擇程序 (PLMN Selection Procedure) :

UE 使用此程序來選擇 PLMN。其發生之時機為開機、重新回復涵蓋或 UE 處於他網 VPLMN 時 (依照 USIM/SIM 中之 EF_{HPLMN} 欄位, 自動嘗試選回本網或其他較高優先權之網路, 但此只發生於自動選網及待機狀態, EF_{HPLMN} 內定值為 60 分鐘)。

UE 可從 BCH 通道中取出 PLMN 之形式 (BCH 會廣播 PLMN Id) 加以選網。選擇模式上 UE 則有兩種選網方式 (自動、手動)。

標準所制定之 PLMN 選擇次序如下：

1. USIM/SIM 最後所記錄之網路 (並配合此時記錄之 RAT)。
2. 本網 HPLMN (並配合記錄於 USIM/SIM 上之 RAT)。
3. 使用者偏好之網路 (並配合記錄於 USIM/SIM 上之 RAT)
4. 業者偏好之網路 (並配合記錄於 USIM/SIM 上之 RAT)
5. 儲存在 SIM 卡中之 PLMN 名單, 倘 SIM 卡中儲存多個 PLMN 資料, 則依照其優先順序加以選擇。

6. 其它接收訊號強度大於特定值 (GSM: RSSI -85dBm, WCDMA: CPICH RSCP -95dBm) 之 PLMN, 倘多個 PLMN 之訊號皆符合前述條件, 則隨機任意選擇其中一 PLMN。
7. 其它接收訊號強度低於特定值之 PLMN (依據其接收訊號強度排序)。

在雙模運作考量上, 因為選網之順序最後所記錄之網路其優先權仍高於本網+RAT, 因此並無法保證雙模手機開機時一定能接取 UMTS 網路, 很有可能因涵蓋因素選到 GSM 網路 (例如最後於 GSM 環境下關機, 下次開機亦會選到 GSM 網路), 加上 UMTS/GSM 皆屬本網 (目前皆規劃相同之網路碼 46692), 因此也無法經由前述 UE 處於他網 VPLMN 時自動重新選網之機制選回 WCDMA 模式, 極有可能永遠只能選擇到 GSM 網路。目前 Nokia 之雙模手機即有此問題, 必須靠手動選網強迫選回 WCDMA。

由上可知, 雙模運作下之選網機制遠較 GSM 複雜 (本網/他網加上不同之 RAT), 且尚須手機進行配合, 才可使用戶真正選擇到最佳之網路。

- (2) 細胞尋找 (Cell Search) : 此程序並不涉及雙模運作, 故不贅述。
- (3) 細胞選擇與重選 (Cell Selection/Reselection) :

經由前述選網程序, UE 便可選擇最適合之細胞以進接網路, 以及細胞重選機制, 以使 UE 可維持選取最適合之細胞。因此, 雙模手機雖一開機選擇到 GSM 網路, 仍有機會藉由跨無線接取技術 (Inter-RAT) 細胞重選之機制選回 WCDMA 網路。

細胞重選之依據準則 (criteria) 主要為新的細胞功率必須大於原細胞再加上一門檻值 (由系統設定), 因此若用戶移動至 3G 涵蓋不足時, 會由 3G 細胞重新選擇到 2G 細胞, 並進行後續之區域註冊程序以繼續提供服務, 而用戶若由 2G 重新回到 3G 涵蓋, 亦將比較此時 2G 與 3G 何者信號較強, 以決定是否要啟動細胞重選程序。

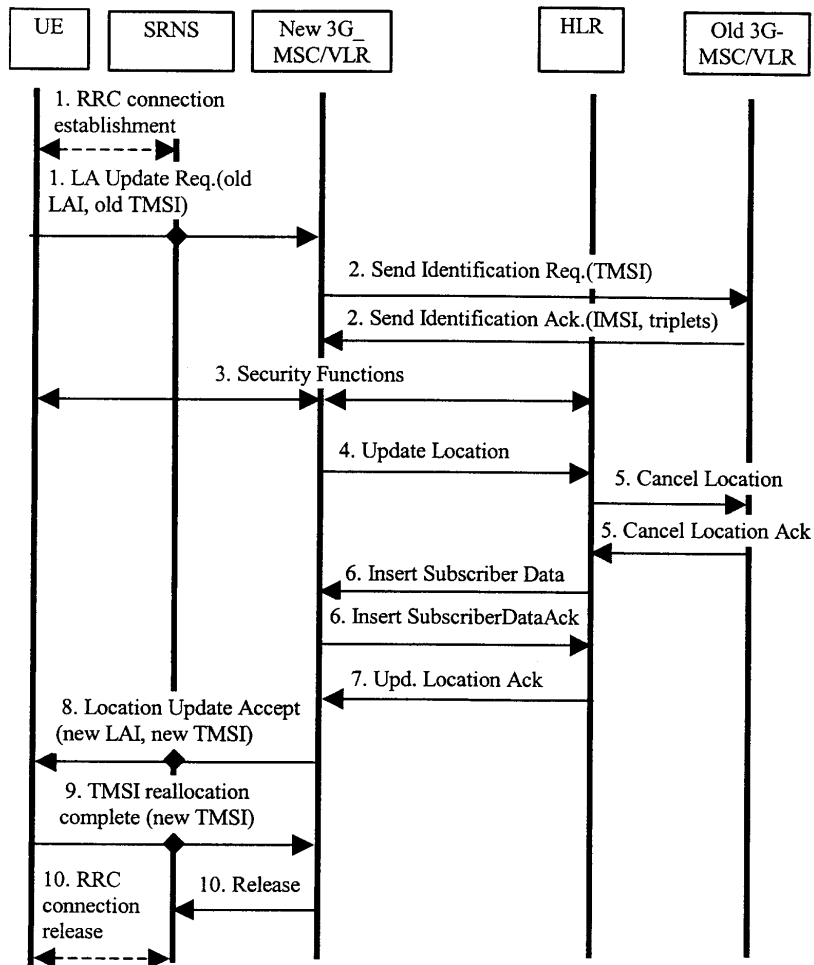
但由於初期 3G 涵蓋較差，當用戶於 2G 環境下回到 3G 涵蓋時，3G 之信號強度高於 2G 細胞再加上一門檻值之可能性並不高，因此進行細胞重選之可能性並不大，可能仍難以利用細胞重選使用戶重新回到 3G。

可能之解決方式為透過系統強迫雙模手機重新選擇細胞 (System controlled cell reselection)，本公司 GSM 網路升版後可具備此進一步功能，強迫雙模手機選回 3G 網路，但仍須雙模手機可配合此運作機制。

- (4) 區域註冊 (Location Registration)：此部分雙模互運之議題請參照下節跨系統漫遊之說明。

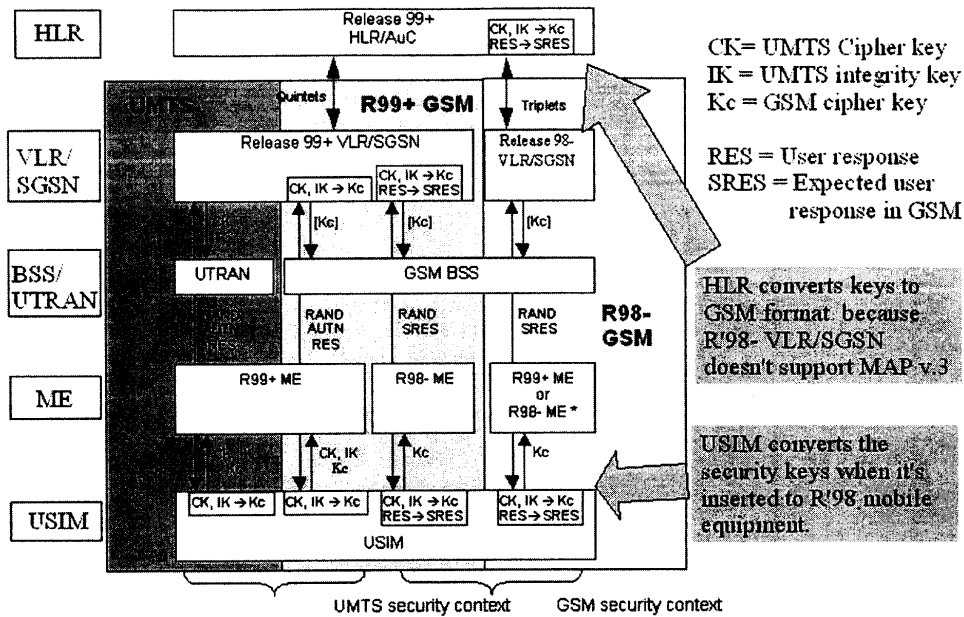
3.3 UMTS 與 GSM 系統之跨系統漫遊

漫遊發生之時機為手機處於待機狀態，主要為 UE 與 HLR 間之信號溝通，最主要之程序即為前述提及之區域註冊/更新程序 (Location Area Registration/Update)。因為 UMTS 對於 LAU 係完全採用 GSM 之標準程序，除了所採用之 MAP 版本可能不同之外，一般認為 UMTS/GSM 間之跨系統漫遊是不應該有問題的。



圖表 13. LAU 程序 (from TS 23.121)

然而，LAU 其中一個重要環節為認證機制（上圖之步驟 3 Security Functions 部分），UMTS 為了增強其安全性，因此採用了與 GSM 不同之認證參數與機制，如何使用戶於 UMTS/GSM 跨系統漫遊環境下仍可通過認證，乃為跨系統漫遊互運之主要重點。

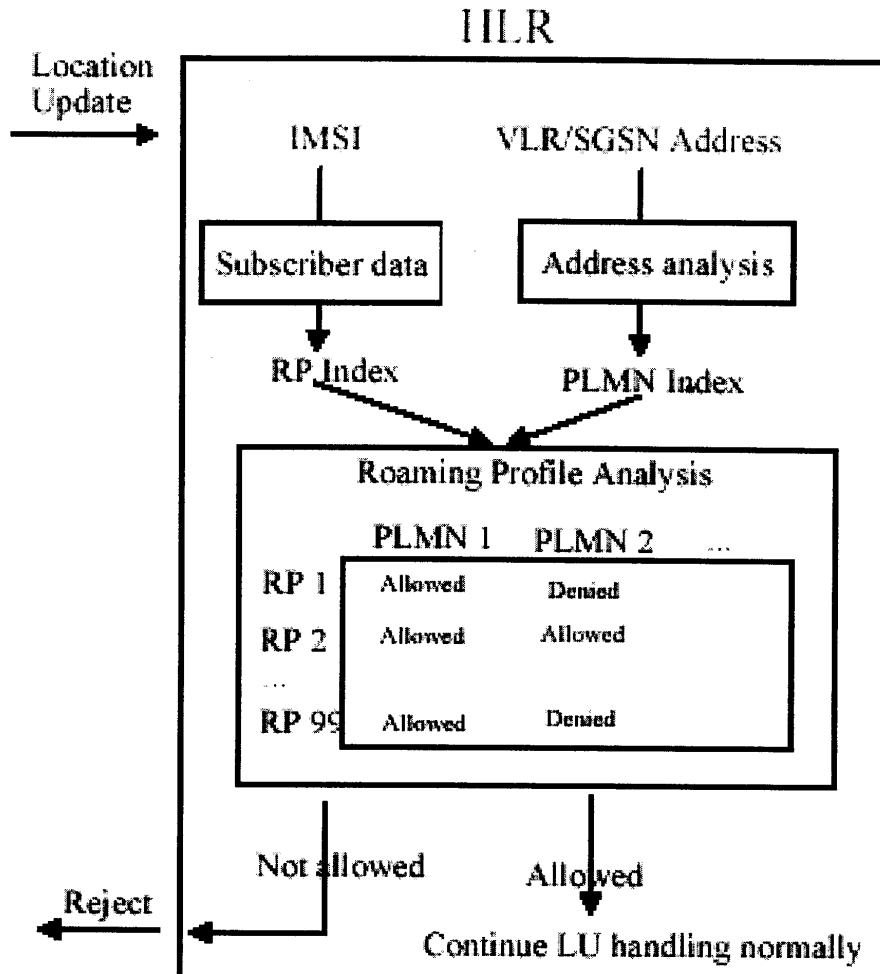


圖表 14. UMTS/GSM 認證參數對照

由上圖可知，UMTS 之 HLR、VLR/SGSN 以及 USIM 必須具備認證參數轉換之功能（向下相容性），當用戶漫遊至 R98- GSM 環境時，將 UMTS 之五參數（Quintet）認證參數轉換成 R98- GSM 可接受之三參數（Triplet）認證參數。

目前本公司之環境 UMTS 部份均可支援前述認證參數轉換之功能，GSM 核心網路 NSS 經升版後亦成為 R99+ GSM 之環境，因此不論在參數轉換及 MAP 版本之溝通上，應可順利跨系統漫遊（惟仍須經 IOT 驗證）。

另一個跨系統漫遊運作機制為 2G/3G 接取限制（Access Restriction），在前述之考量均假設不論 2G 或 3G 用戶，皆可自由於 UMTS 及 GSM 網路中漫遊，但若業者就費率或容量等考量，希望提供差異化之服務，而限制 2G 用戶使用 3G（反之亦然），Nokia 在這方面亦可利用 HLR 及 MSC 之 Inbound/Outbound Control 功能來限制個別用戶之接取方式。



圖表 15. Nokia HLR 之用戶接取限制功能

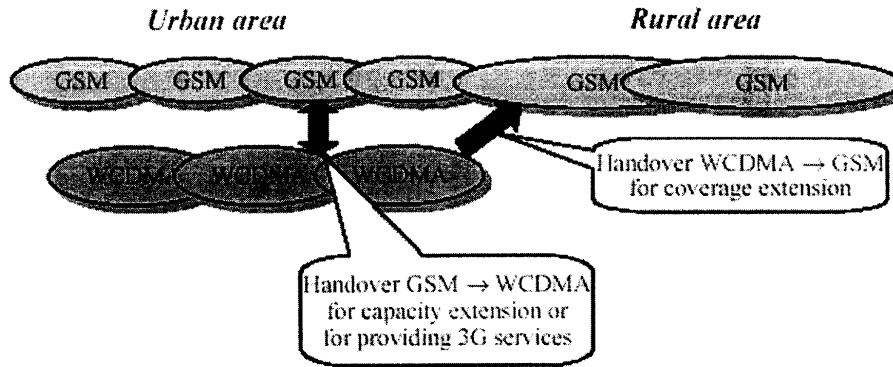
利用圖中之 IMSI 及用戶所在 VLR/SGSN 之綜合分析，當 3G 用戶漫遊至 2G 時，即使使用相同網路碼，仍可依據所在 2G 之 VLR/SGSN 而拒絕用戶之 LAU。(Outbound control)。

Nokia 之 VLR/SGSN 亦具備上述 IMSI 及限制特定用戶接取本 VLR/SGSN 之綜合分析，此外亦具備依據 GSM 用戶 (with SIM) 及 UMTS 用戶 (with USIM) 之不同而限制其接取本 VLR/SGSN，因此亦可限制 2G 用戶使用 3G 網路 (Inbound control)。

3.4 UMTS 與 GSM 系統之跨系統交遞

3.4.1 UMTS/GSM 跨系統交遞概念

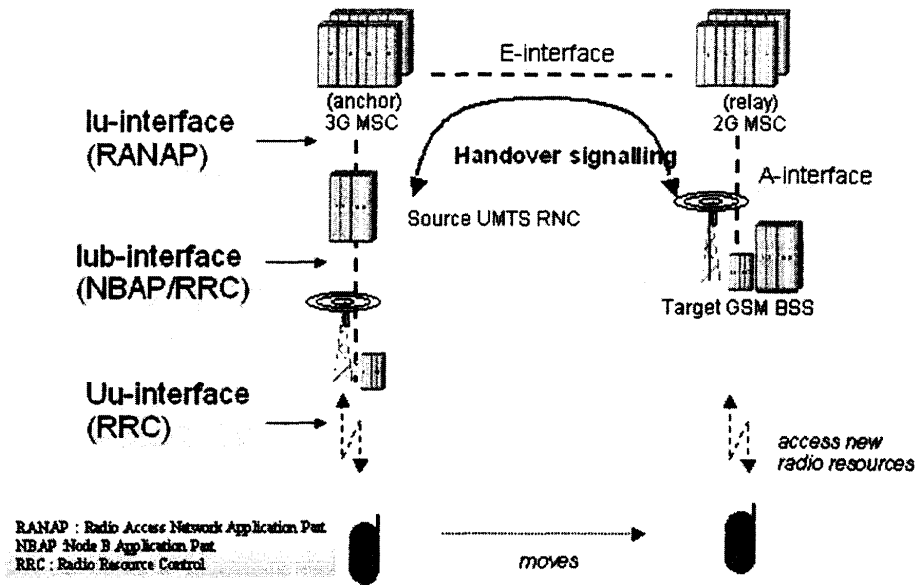
UMTS 與 GSM 系統之跨系統交遞概念如下圖所示：



圖表 16. 跨系統交遞概念

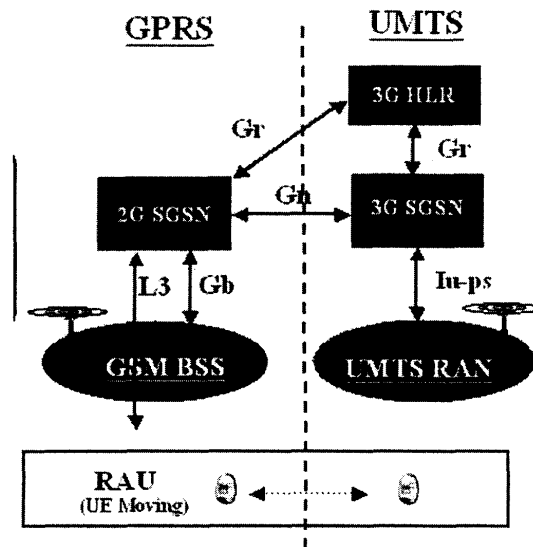
利用雙模手機以充分利用 GSM 涵蓋較佳及資源最佳化之優點，乃為跨系統交遞之主要目的。因為跨系統交遞必須跨不同之無線接取技術，因此一定屬於硬交遞。且又可分為兩大類，電路式領域之跨系統交遞（ISHO）以及分封式領域之跨系統切換（Inter-System Change），兩者雖然皆屬服務中之系統切換，但 ISHO 係先完成交遞，待服務結束後始進行 LAU 之註冊，而跨系統切換則永遠可視為 RAU 之特例，當 RAU 完成後，亦代表跨系統切換完成。

在架構上跨系統交遞為局部無線資源之切換，核心網路幾乎看不到任何相關訊息，僅負責建立相關電路與轉送無線接取網路介面之訊息。



圖表 17. UMTS/GSM CS 跨系統交遞 ISHO 架構

在跨系統切換之架構上，因其程序即為 RAU，因此架構如同現有之 UMTS（或 GPRS）之 RAU 架構。



圖表 18. UMTS/GSM PS 跨系統切換架構

3.4.2 CS 領域之跨系統交遞

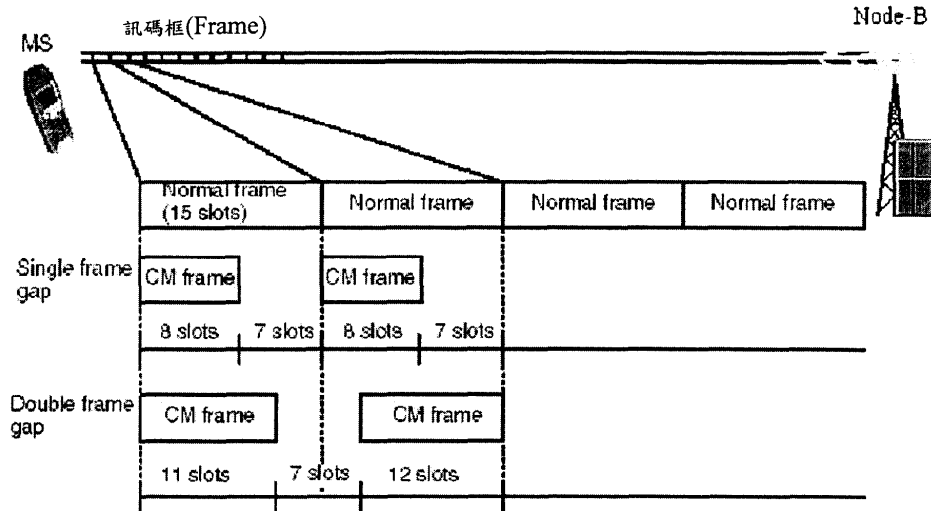
跨系統交遞之程序主要有：

1. ISM(Inter-System Measurement)準備程序：判斷需執行 ISHO 量測與否(劣化程度)與設定執行跨系統量測時所需之相關參數等。
2. ISM 量測程序；持續回報跨系統量測結果。
3. ISHO(Inter-System HO)判斷程序：判斷是否為合格之跨系統細胞。
4. ISHO 執行程序：執行跨系統運作。

在 ISM 準備程序中,WCDMA 是透過壓縮模式以量測 GSM 之信號強度。壓縮模式係利用壓縮技術,使持續傳送之 WCDMA 訊框可空出一傳輸缺口,用以量測 GSM 頻率之細胞訊號強度,且不失去所傳送的資料。而 GSM 本身即具備未傳送資料之時槽,可供量測 WCDMA 信號之用,因此 GSM 至 UMTS 之 ISHO 並不需要壓縮模式。

壓縮模式可用以下三種方式達成：

- 扎除法 (Puncturing)：在速率匹配時,多做扎除之步驟,使訊框產生缺口。此法僅能在下鏈路可使用。
- 降低展頻因子 (Halving the Spread Factor)：將展頻因子降低可以使可傳送之資料增加,換言之相同的資料量可以較短之時間傳送,因而空出缺口。
- 由上層排程 (Higher Layer Scheduling)：壓縮模式亦可由上層排程傳輸達到,須改變傳輸格式,降低傳輸速率,不適用於即時話務。

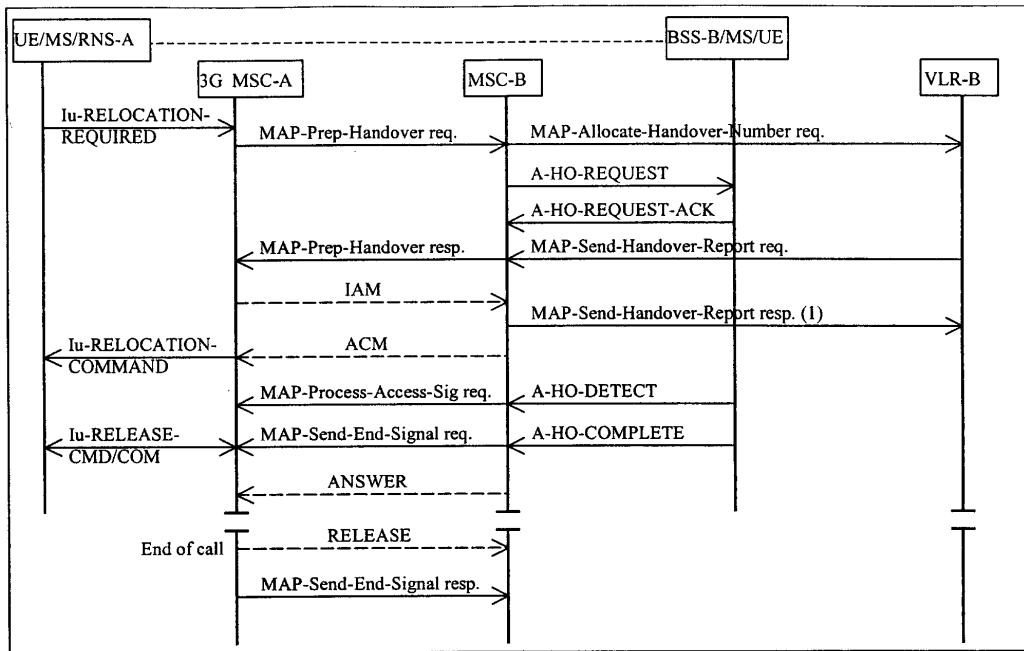


圖表 19. 傳輸缺口實例

當系統完成 ISM 準備程序後，即可進入 ISM 量測程序，持續回報量測結果。

系統端之 RNC 或 BSC 設備，會依據 UE 所回報之量測結果，判斷是否符合跨系統交遞之條件，再由系統端決定 UE 是否須執行跨系統交遞。因此 ISHO 是否執行，主要是由 UE 協助提供系統相關資訊，而由系統下指令進行交遞。

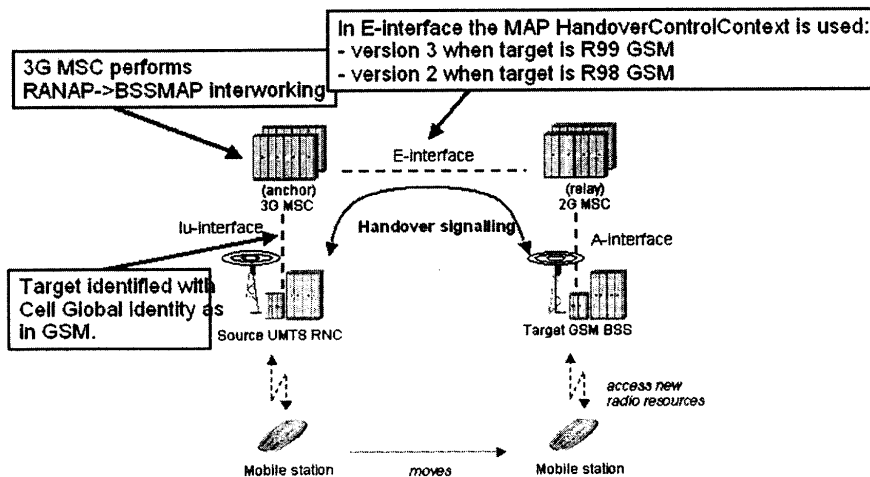
ISHO 之交遞流程如下圖之說明：



圖表 20. 基本跨系統交遞信號流程

由上可知，跨系統交遞雖與一般硬交遞之程序類似，但無線接取網路設備必須要能支援並傳送前述之信號，亦須能正確解讀其中之參數意義，因此依照不同之交遞方向須考慮：

(1) 由 UMTS 交遞至 R99+/R98- GSM：



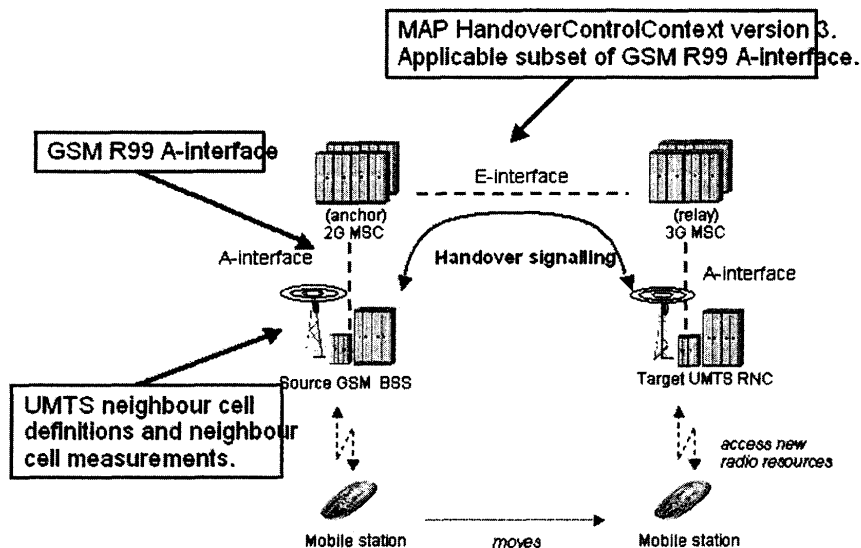
圖表 21. UMTS handover to GSM

由前述交遞之執行程序，交遞指令之下達係來自原網路（Source network），因此目標網路（Target network）是否可接受來自原網路之相關信號即成為交遞是否成功之關鍵。

由上圖可知，由 UMTS 交遞至 GSM，原網路必須具備向下相容性，將 Iu-CS 介面相關訊息轉換成 GSM A 介面可接受之信號型式（RANAP → BSSMAP），MAP 介面之版本亦須加以轉換，使相關訊息得由 UTRAN 傳送至 BSS。

因 UMTS 以將所有之格式加以轉換成 GSM 可接受之型式，因此 GSM 部分可不必升版，即可支援 UMTS 至 GSM 之 ISHO。

(2) 由 R99+ GSM 交遞至 UMTS：



圖表 22. GSM handover to UMTS

由上圖可知，由 GSM 交遞至 UMTS，原網路為 GSM 網路，目標網路為 UMTS，因此 UE 會執行 WCDMA 之量測並將結果回報 BSC。此時 GSM BSS 就必須升版以支援 R99+之 A 介面格式，才能正確解讀 WCDMA 之各項資訊，並成功執行 ISHO 相關程序。至於 E 介面部分因 GSM R99+之 MAP 介面與 UMTS 相同，因此不需要進行 MAP 版本轉換，前述之 BSSMAP 與 RANAP 之轉換亦仍由 UMTS 負責處理。

因 GSM BSS 必須能將 UE 回報之 WCDMA 量測結果加以解讀判斷，並且於 A 介面上傳送相關資訊，因此 GSM 部分必須升版支援 R99+，才可支援 UMTS 至 GSM 之 ISHO。

本公司目前升版後之 GSM NSS 核心網路支援 R99+版本，但 BSS 升版後仍為 R98-之版本，因此目前尚無法支援 GSM 至 UMTS 之 ISHO。

3.4.3 PS 領域之系統間切換 (Inter-System Change)

GPRS 系統的核心網路與 3G 的 Packet-Switched (以下簡稱 PS)核心網路是非常類似的，因而，在 PS 領域中的系統間轉換(Inter-system Change)，其運作就如同一般的 SGSN 轉換一樣。

在 Gn 介面上，GPRS 和 3G 網路是使用相同的通信協定，即 GTP 與 APN 選擇的機制。此外，連接到 HLR 和 SMSC 的信號流程亦相同。2G 系統一般而言，係使用 ETSI 的 Release 97、98 或 3GPP Release 99+版本；3G 網路所不同的，是因其包含了一個 Release99+版本、具 Iu 介面的 SGSN。3G 的 SGSN 可以辨識其他 GSN 所使用的 GTP 版本。雖然 3G SGSN 是使用 3GPP Release 99 的 GTP version 1，但網路上若有其他的 GSN 只支援 ETSU Release 97/98 的 GTP version 0、不支援 GTP version 1 時，此時 3G SGSN 會啟動一個版本磋商機制，而使其本身的版本降至 GTP version 0。

2G-3G 網路的系統間切換(Inter-system change)，基本上經由 SGSN 間路由區更新(Inter-SGSN routing area update, Inter-SGSN RAU)來達成。當使用者由 2G 網路切換至 3G 時，所有的服務均可維持不變。但當使用者係使用 3G 網路的新功能，而此功能 2G 並不支援時，此時用戶若由 3G 切換 2G 系統，則相關的服務將被降級(degradation)。

R99 的 2G SGSN 可以辨識了解 R99 中有關 Quality of Service 的參數，因此他可以維持原有 PDP 的功能。然而，若是 2G SGSN 無法支援 3G 網路其中某些 QoS 之等級，如即時的 Conversational Class，則 2G SGSN 可能會以降低相關之服務等級、或中斷該 PDP 之方式處理。

(1) 從 2G 網路切換至 3G 網路

● 3G SGSN

當無線電網路決定從 GPRS 轉換到 WCDMA 網路時，3G SGSN 將從 Iu-PS 介面接收到 RAU 的要求，其行為如同一般的 Inter-SG RAU。3G SGSN 可因此由相關訊息中原有的 RAI 值得到原 2G SGSN 的地址，並向原 2G SGSN 要求相關使用者資訊(包括 MM 與 PDP context)。3G SGSN 並可因而得到該用戶的 MM context、PDP Context、與認證參數等。

若是 3G SGSN 與 R88 2G SGSN 通信(使用 GTPv0)，則 3G SGSN 可經由 HLR/Auc 對用戶進行認證，而忽略由 2G SGSN 所送來的認證參數。

在完成了上述的 SGSN Context 程序後，3G SGSN 會開始從 2G SGSN 接收用戶傳送的資料(PDU, Packet Data Unit)。相關的 Context Request 程序、與 PDU 的轉送過程，均是經由 Gn 介面完成。

自此 3G SGSN 即以 Gn 介面之 Update PDP Context request 訊息，對此 PDP 更新其 GSN 位址、新的 QoS 等級、與 TEID(Tunnel End Point Identifier)。並且通知 HLR 此用戶的新位置，3G SGSN 並從 HLR 取得用戶的註冊資料。

當與 HLR 完成位置區更新後，3G SGSN 會接受此 Inter-SGSN RAU，並經 Iu-ps 介面指定一新的 PTMSI(Packet Temporary Mobile Subscriber Identity)給用戶。

● 2G SGSN

從 GGSN 的觀點看來，系統間轉換就好像是一個 PDP Context Update，他把使用者傳輸的資料流(transmission data flow)由 2G SGSN 切換至 3G SGSN。

- GGSN

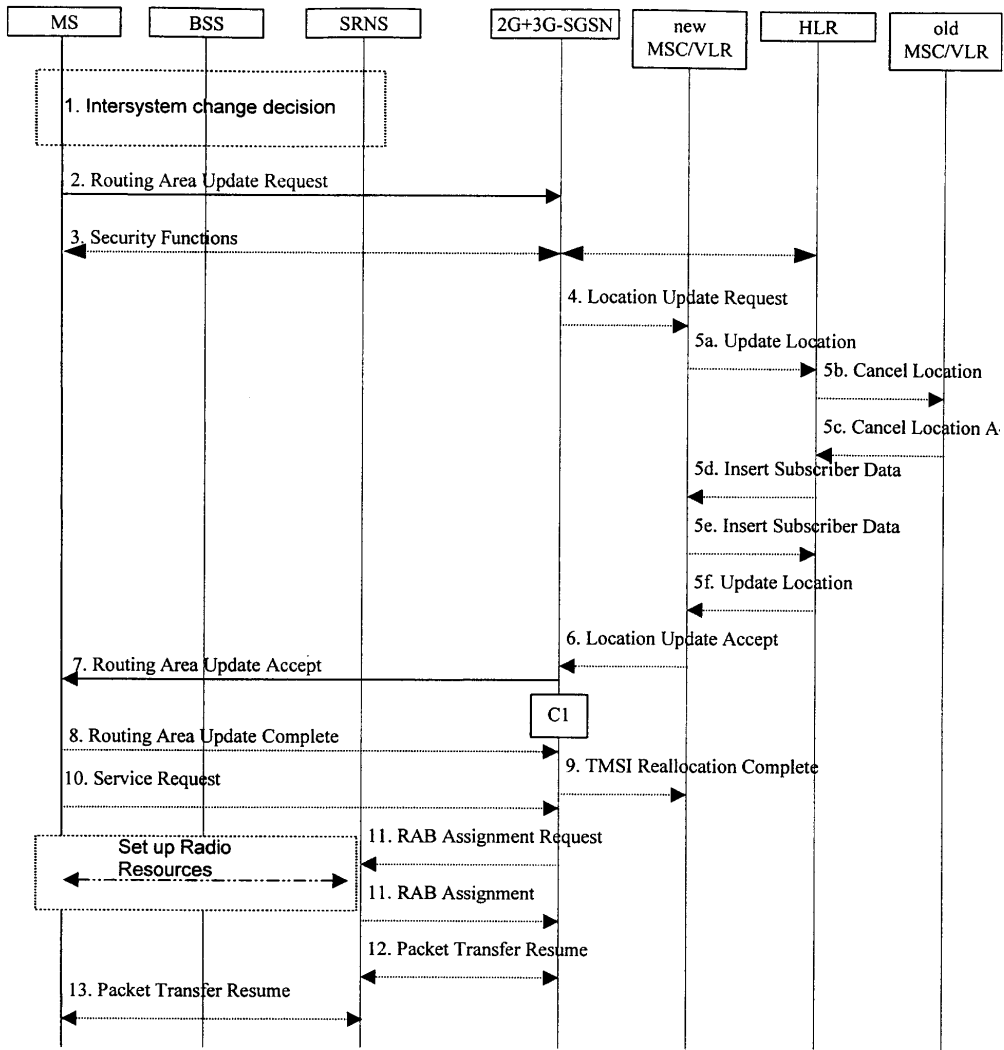
由 3G SGSN 接受到一 Update PDP Context Request 的信息，並以新的資料(包括新 SGSN 位址、TEID、和新的 QoS)更新相關之 PDP Context。更新完成後，GGSN 傳送回應訊息，並開始將資料下載至 3G SGSN。

- 用戶

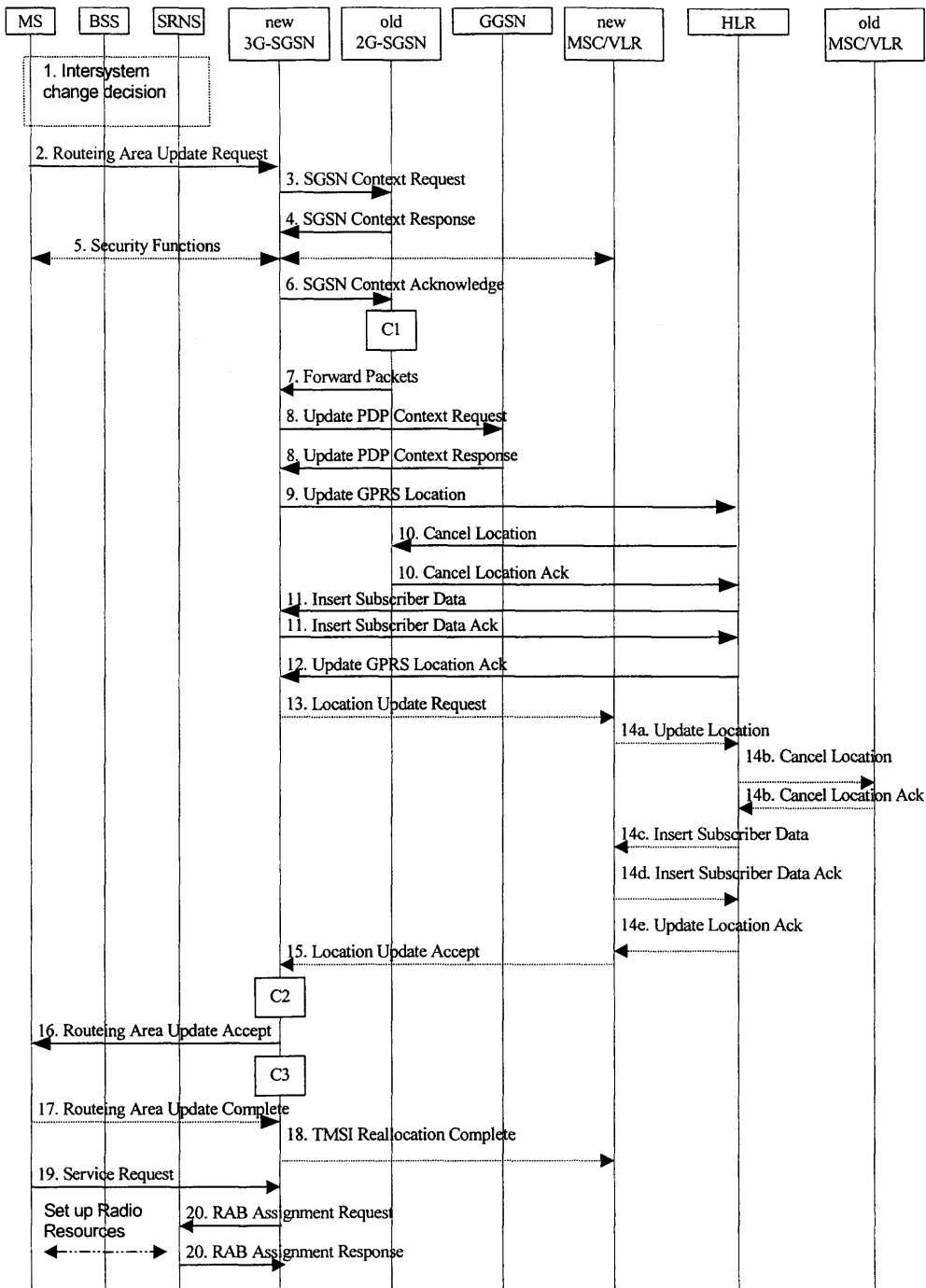
從 2G 至 3G 網路，用戶所有的服務都可維持。僅是在進行系統間切換時，此時 2G、3G SGSN 在 Gn 介面進行資料交換，使用戶可能會感受到短暫時期的傳輸中斷，而這也與一般 Inter-SGSN RAU 的情況相同。

- 2G 切換至 3G 之信號流程

相關信號流程包括 GSMto UMTS 的 Intra-SGSN change 與 Inter-SGSN change。



圖表 23. GSM to UMTS 的 Intra-SGSN change



圖表 24. GSM to UMTS 的 Inter-SGSN change

(2) 從 3G 網路切換至 2G 網路

● 3G SGSN

當從 3G 網路回到 2G 網路時，亦是由無線電接取網路決定是否切換。3G SGSN 將此種系統間切換視為一般的 Inter-SGSN RAU，換言之，新的 2G SGSN 一樣是向舊的 3G SGSN 要求用戶的 MM context 與 PDP context。若是新的 2G SGSN 版本是 Release 99+，則用戶相關的認證資料(可以是 UMTS 或 GSM 的用戶)會與其他相關的資料一起從 3G SGSN 送到 2G 的 SGSN。然而，若新的 2G SGSN 是 Release 98 版本，則 3G SGSN 均是以 GTP v0 方式將 GSM 的認證參數送給 2G SGSN。當新的 2G SGSN 收到 MM context、PDP context 與認證參數後，他會送出一訊息至舊的 3G SGSN 以回應(acknowledge)此資料之傳送。

● 2G SGSN

當行動台從 3G 的接取網路轉移到 2G 的接取網路，2G SGSN 會收到一個正常的 RAU 要求，如同一般的 Inter-SGSN RAU 程序一樣。接下來，2G SGSN 會向 3G SGSN 要求相關之使用者資訊。當 2G SGSN 成功的收到 3G SGSN 所來的 MM Context、PDP Context、與認證參數，他亦會對 3G SGSN 回應並接續該用戶相關 PDP 的資料傳輸工作。

● GGSN

以 GGSN 的觀點來看，由 3G 切換至 2G 的系統間切換，其運作亦如同一正常的 Inter-SGSN RAU。在用戶相關的 MM Context、PDP Context 成功的由 3G SGSN 轉移到 2G SGSN 後，GGSN 即會經由 Gn 介面接收到一個 PDP Context Update 的訊息。GGSN 因而更新其 PDP，並傳送 Gn 介面 Ack 的訊息至 2G SGSN，而完成一個系統間切換的動作。

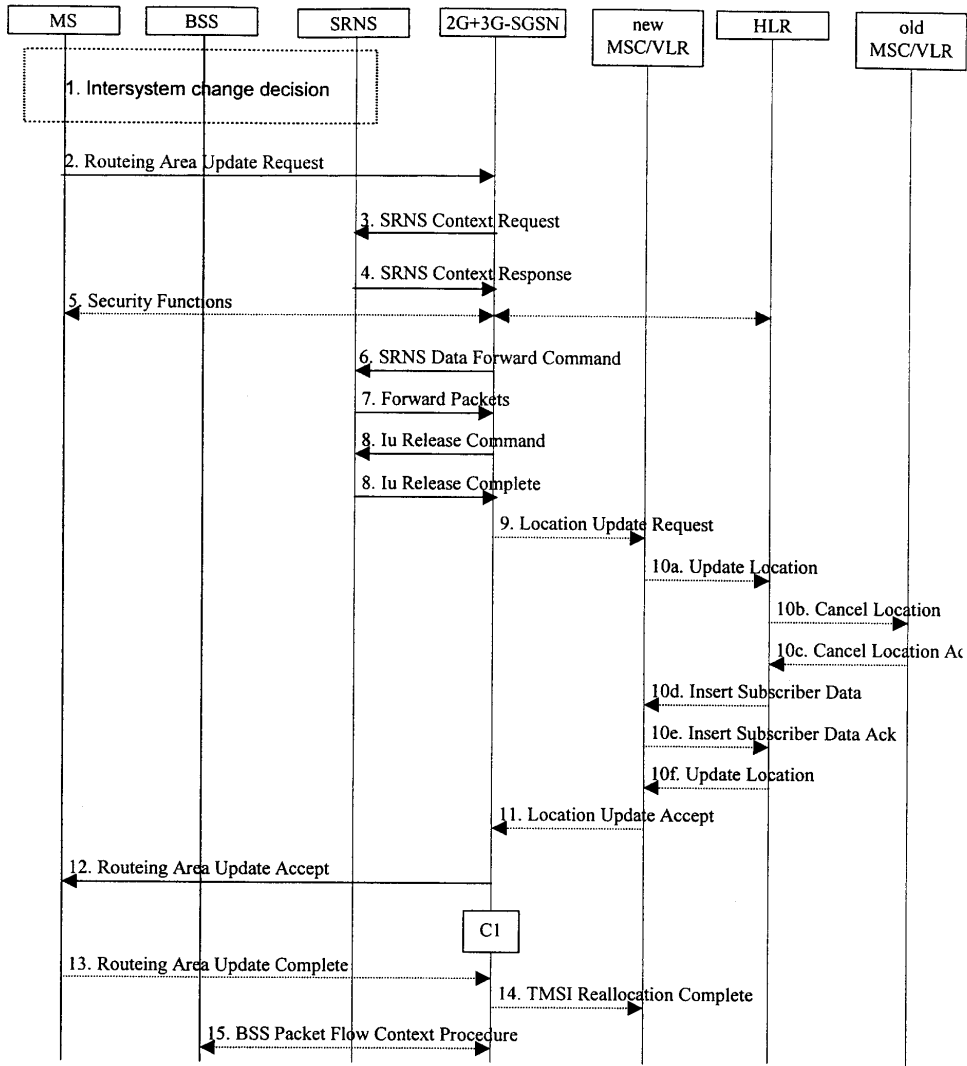
● 用戶

由 3G 切換至 2G 網路，是經由一複雜之機制、由行動台與無線電接取網路所共同決定的。一旦決定進行切換，則行動台須對 2G SGSN 發出 RAU 的要求，以啟始相關 Inter-system change 的相關程序。

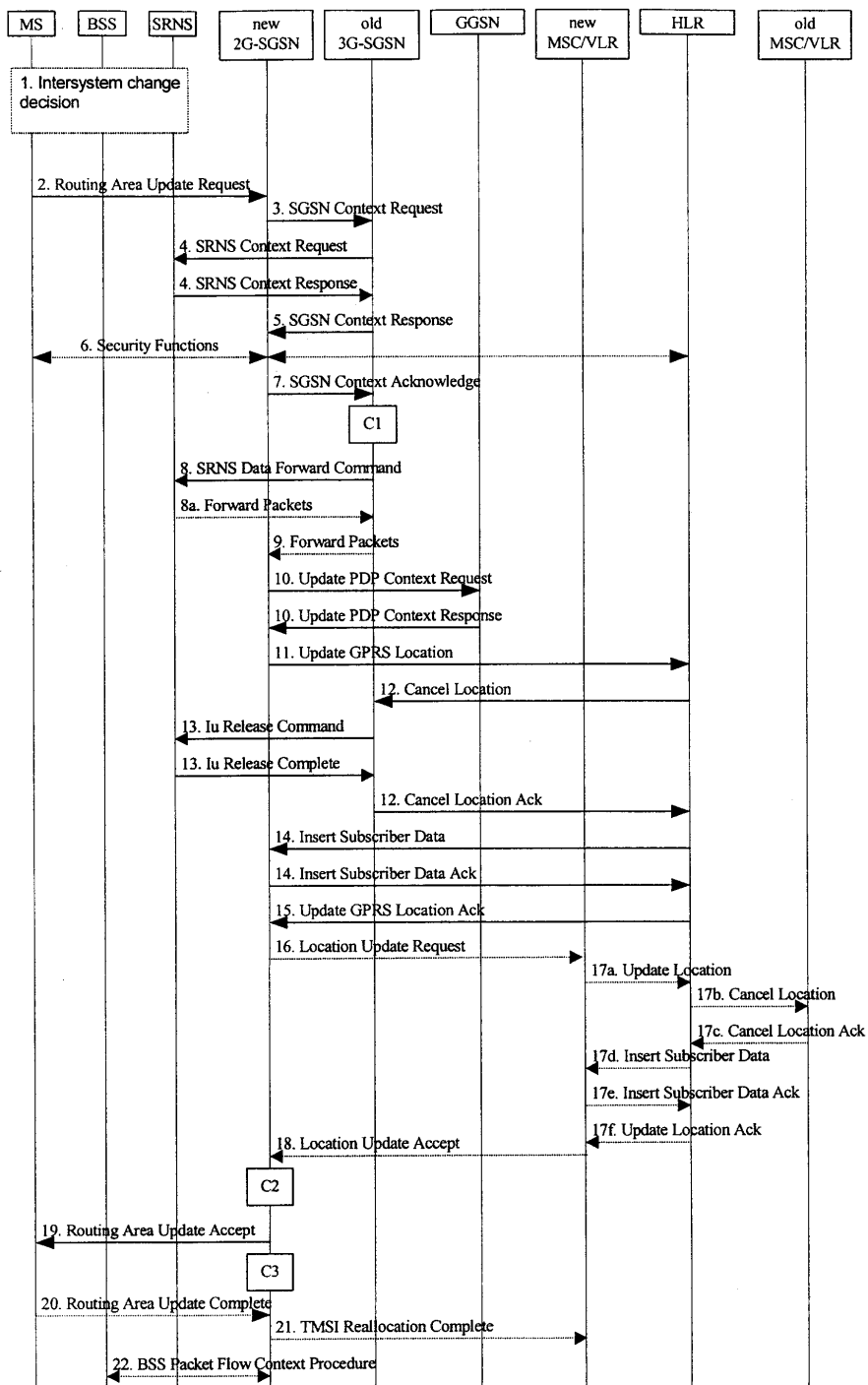
在某些情況下，新的 2G SGSN 不能支援原先 3G SGSN 所提供的 QoS 等級，此時 MS 必須接受服務品質降低的情況。此外，SGSN 所能支援一個用戶的 PDP 數量，亦會因 SGSN 本身的版本而有所差異。舉例來說，3G SGSN 對每個用戶最多可提供 11 個 PDP 連線，但 2G SGSN 最多只提供 4 個。因此，當用戶使用多個 PDP、且須從 3G 網路切換至 2G 時，很可能其中部分的 PDP 會因此中斷。

- 3G 切換至 2G 之信號流程

相關信號流程包括 UMTS to GSM 的 Intra-SGSN change 與 Inter-SGSN change。



圖表 25. UMTS to GSM 的 Intra-SGSN change



圖表 26. UMTS to GSM 的 Inter-SGSN change

第4章 第三代行動通信系統 IP 技術應用能力

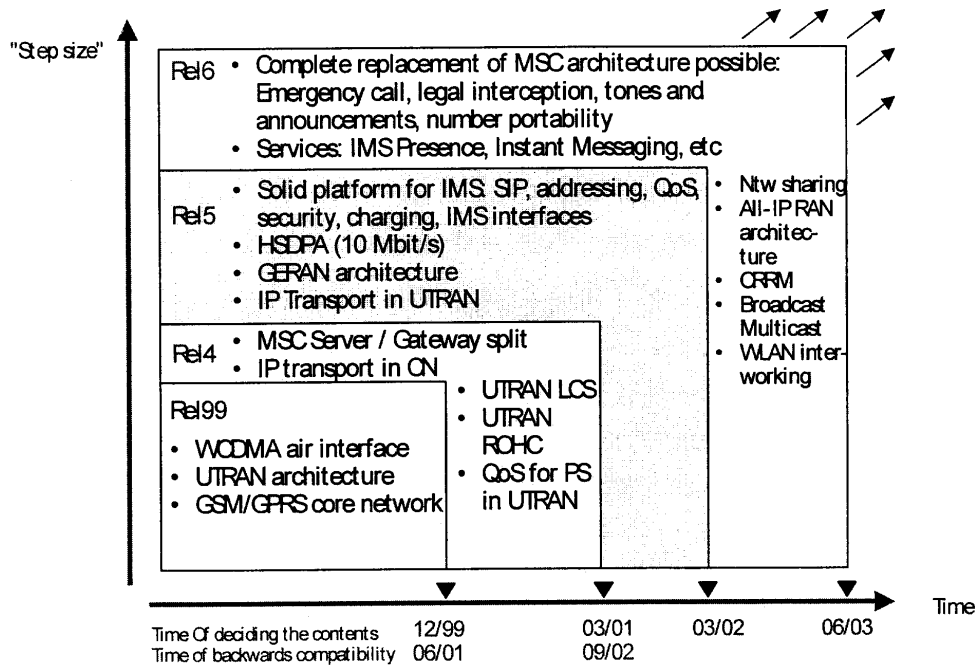
4.1 IP 於 3G 之應用

第三代行動通信除採用 WCDMA 技術以提升無線接取速率，亦大量採用 IP 技術，並朝向全 IP 網路架構演進。有別於傳統以語音為主之固網及 GSM 系統，3G 強調以服務為導向，以提供更高之資料傳送能力、更多的頻寬、更廣泛之行動服務及更開放之服務開發環境，而 IP 已成功應用於網際網路(Internet)，遂成為 3G 用以達成前述目的之不二選擇。

IP 採用封包交換之方式傳送資訊，具備技術成熟、成本低廉、效率良佳、無遠弗屆等特性，故最適合傳送各式服務，如網頁瀏覽(WWW)、電子郵件(E-mail)、檔案傳輸(FTP)、電子商務、即時通訊、視訊會議、線上多媒體影音等。然 IP 應用於行動通信仍屬較新之領域，雖已有應運 IP 而生之 2.5G GPRS 系統以提供 IP 相關應用服務，然其仍以 GSM BSS 為基礎之無線資源使用方式，限制了傳送速率，且行動增值服務之缺乏，亦使 IP 優點無法於 GPRS 上充分展現，導致 IP 應用於行動通訊仍未普及，消費者接受度不高。

然而 3G 克服了無線接取端速率過慢之瓶頸；讓速率最大可達 2Mbps，亦定義了以 IP 為主之標準網路架構，未來更明確指出 3G 將朝向全 IP 環境演進(end-to-end IP)，因此 IP 與 3G 已結合成密不可分之關係，以下將介紹 3G 如何應用 IP 技術、可架構於 IP 上之應用服務及所採用 IP 版本 (IPv4 or IPv6)。

3GPP Releases 99, 4, 5, and 6

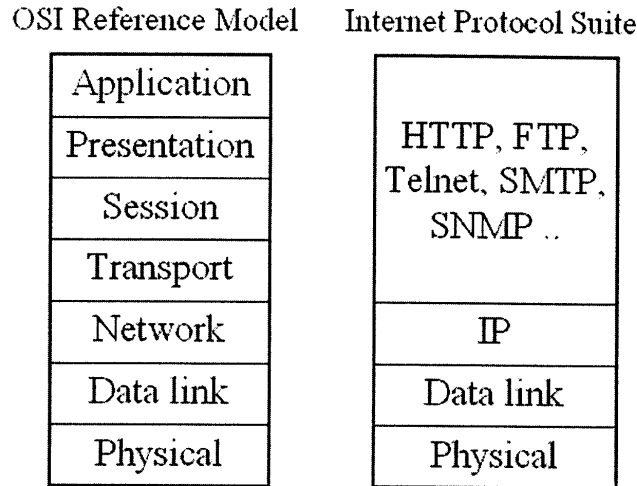


圖表 27. 3G 網路演進趨勢

4.1.1 IP 概述

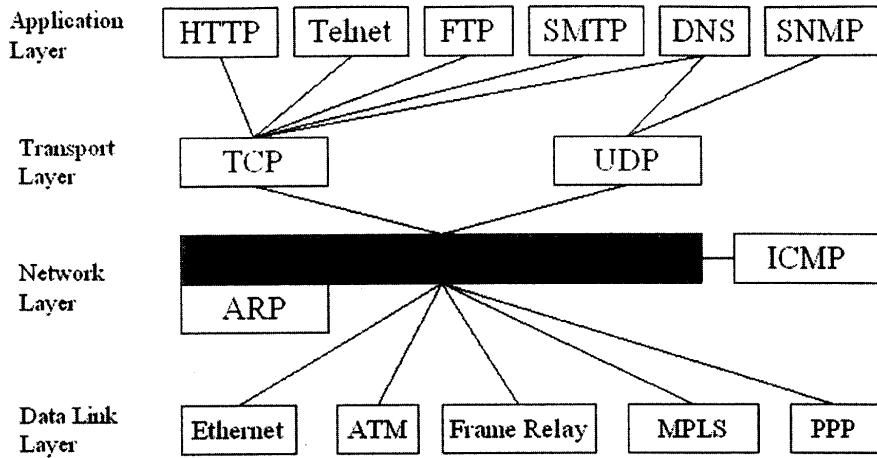
IP (Internet Protocol) 通訊協定最早是由美國 ARPA (Advanced Research Projects Agency) 組織所發展之計畫，用以溝通近端與遠端之設備，所有參與之組織共同建構一骨幹 ARPNet (即 Internet 之前身)，並利用 IP 技術彼此傳送資料分享資源。到了 1990 年代，美國政府將其開放商用之後，迅速成長成為現所周知之網際網路 Internet，也使 IP 成為傳送資料最主流之技術。

有別於傳統電信通訊協定之標準係由國際電信聯合會 ITU-T 所制定，IP 相關通訊協定之標準則由 IETF (Internet Engineering Task Force) 所制定 (RFC 791)。若對應於 ISO 七層式架構，IP 屬於第三層網路層，故可知 IP 係用於跨網路之端對端資料傳送，配合其定址 (addressing) 與路由 (routing) 之能力，可傳送用戶資料至世界上任何一個角落，無遠弗屆。



圖表 28. OSI vs Internet protocol stacks

IP 設計之目的係為有效傳送大量資料至遠端之目的地，並可架構在各式 Data Link 層介面之上，如各種區域網路 (如 Ethernet, Token Ring 等) 及廣域網路 (如 ATM, Frame Relay, PPP 等) 之介面，均可支援 IP 之傳送，非常具有彈性，良好之網路相容性亦確保了遠端資料之互通性。不論來自上層何種服務之資料，均經切割處理後包裝成 IP 封包 (IP Datagram) 後送出，因每個封包標頭均標示目的地之 IP 位址，網路節點便可依據目的地 IP 將封包轉送至遠端目的地，無須如傳統電路交換方式，先以信號建立電路後始傳送資訊，故 IP 資料之傳送具備分封交換 (Packet-switching, PS)、非接續性 (Connectionless, CNLS)、不可靠性 (unreliable) 及 Best effort (BE) 之特點，尤其適合 Internet 上之各式服務應用，相關之 IP 應用如下圖所示：

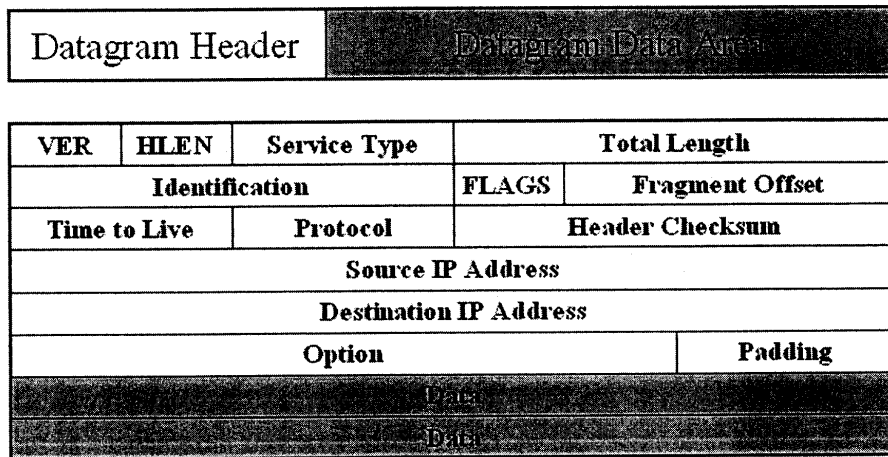


圖表 29. IP 相關通訊協定組合

IP 運作之原理可用以下兩大部分加以說明：

(1) 用戶面 (User Plane)：即封包轉送 (Forwarding)

主要功能在於遞送用戶資料，用戶之資料包裝成 IP 封包 (格式如下圖) 之後，再交由 IP 網路設備 (路由器) 轉送至遠端目的地。



圖表 30. IP Datagram 格式

茲將重要欄位說明如下：

- Ver：即 IP 之版本，IPv4 或 IPv6。
- HLEN：IP 標頭（20~60 位元組）之長度，並指示 Data（深色部分）由何處開始。
- Service Type：標示此封包之服務等級，以提供 IP 之 QoS（Diffserv）。
- Total length：整個 Datagram 之長度，最多 65535 位元組。
- Identification：標示此封包之序號順序。
- Flags 及 Fragment offset：用於標示 IP 封包是否有切割，及該封包為切割之哪一部分，僅適用於 IP 封包有切割時。
- Time to live：IP 封包可通過之最多節點數，IP 封包每經過一個節點此欄位之值即減 1，當某一節點收到此欄位之值為 0 之封包即丟棄（discard），以避免造成迴圈（loop）。
- Protocol：標示上層之通訊協定（如 TCP, UDP 等）
- Header checksum：標頭之檢查碼，以確定接收到之 IP 標頭訊息（不含資料部分）無誤。
- Source/Destination IP：標示送端及收端 IP 位址，路由器即依據此訊息轉送（Forwarding）IP 封包。

由上述 IP 封包格式可知，IP 為一很簡單之通訊協定，每個網路節點在轉送 IP 封包前均會先建立其路由表，登錄某目的地 IP 應送往何網段/介面，故路由器轉送 IP 封包僅須依據標頭所帶之 IP 位址，而無順序性及頻寬保證，亦不檢查資料之正確性。

因其 forwarding 機制簡單，故轉送效率高，可處理大量數據資料。目前設備視不同之介面速率總處理透通率（throughput）已可高達 Tera（ 10^{12} ）比次等級，以 3G 所購買之 Cisco 12416 GSR 為例，其具備 320Gbps 之處理能力，為一高容量高效率之路由設備，可充分發揮以 IP 傳送大量資料之功效。

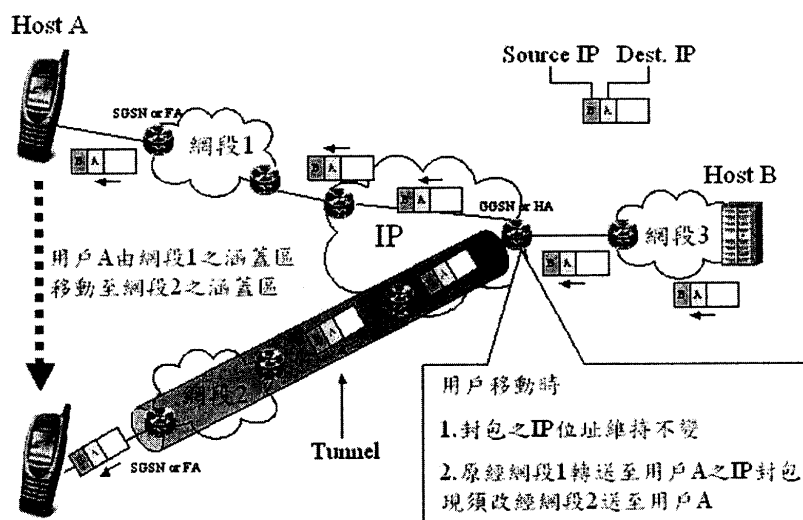
(2) 控制面（Control Plane）：即路由（Routing）相關通訊協定。

主要功能在於建立各路由器之路由表。為使前述之路由表可順利建立，各路由器可採用 static 手動建立或是 dynamic 自動學習路由資訊之方式建立路由表，若採用後者，各路由器必須交換彼此之路由資訊（如其路由表或所連接之網段 IP），而交換之方式即透過各種路由通訊協定，如 RIP, OSPF, IS-IS, BGP 等。

隨著網路複雜度之提高，各路由器大多使用動態路由之方式建立路由表，除利於維運之外，亦可增加可靠性，當原先之路由方式中斷時，透過動態方式可自動學習到第二路由，仍可將封包轉傳至目的地。

4.1.2 行動環境之 IP

IP 原為 Internet 相關應用所設計，適用於固定網路環境，近端與遠端在交換資料時相對位置必須保持不變，否則封包無法正確送達，換言之若此時用戶改變了位置，則連線將會中斷，須重新建立連線以提供服務。



圖表 31. 行動環境下之 IP Mobility

因此，若欲將 IP 應用於行動環境，必須考慮以下因用戶之行動性（mobility）所額外產生的議題：

用戶移動性（IP mobility）：當用戶處於行動狀態，如何隱藏其移動性，使雙方仍可如固定不動時，正常收送 IP 封包，維持服務不中斷。

國際漫遊能力 (Roaming)：行動用戶漫遊至他網時，如何使用戶仍可接取本網之 IP 服務 (如 VPN 及 MMS 等)。

路由規則與安全性 (Policy/security)：網路在處理封包轉送的過程中，其路由方式會設定許多規則 (policy)，例如只允許某網段之 IP 通過等路由規則，為加強安全性亦會設置如防火牆 (Firewall)、位址轉換 (NAT) 及代理伺服器 (Proxy) 等設備以過濾通過之封包，故當用戶處於行動狀態而移動至不同之網路時，如何確保用戶之 IP 封包可順利通過不同網路所設定之規則，而不致遭到丟棄。

計費 (charging)：用戶處於行動狀態而移動至不同之網路，所衍生之計費問題。

網路品質 (QoS)：行動環境下用戶係透過無線資源以接取 IP 網路，故當用戶處於行動狀態時，無線資源之取得變化甚大，如何維持相同之服務品質，或利用轉換機制以協調出可接受之服務品質，使上層之服務品質 (或用戶感受度)，可不受用戶移動而影響。

為解決上述議題，相關標準組織如制定 GSM 規範之 ETSI 組織及制定 IP 規範之 IETF 組織，皆制定一系列標準，利用隧道 (Tunnel) 之觀念以隱藏用戶之 IP mobility 特性，使系統亦可應用 IP 技術以提供行動環境下之分封數據服務，其做法簡述如下：

(1) GPRS/UMTS PS：

為使 GSM 亦可提供分封型式之數據服務，ETSI 發展出 GPRS 系統，無線接取部分仍架構於現有 GSM BSS 之上，核心交換部分則利用 GTP (GPRS Tunneling Protocol) 通訊協定，及 SGSN、GGSN、Charging Gateway 等網路元件，以解決 IP mobility 議題。

GPRS 係採用一特殊設計之隧道 (雙向) 概念，即 GTP 通訊協定，以隱藏用戶移動性，並配合漫遊閘道器 (Border Gateway)、網路接取點 APN (Access Point Name) 及計費閘道器 (Charging Gateway) 等系統元件，以解決前述國際漫遊、路由規則與安全性及計費等議題。惟 GPRS 之分封數據傳送仍屬 best effort，無 QoS 相關機制 (主要受限於 BSS 能力)。

由 GPRS 所演進 (evolve) 之 3G 系統稱為 UMTS PS (UMTS 之 PS 核心網路部分)，為了可提供更廣泛之 IP 服務 (如具備即時性之多媒體)，除沿用大部分 GPRS 技術以減少系統演進之衝擊 (smooth migration)，並加強了 QoS negotiation、secondary PDP context 及 Diffserv 等 QoS 運作機制，簡化 SGSN 之無線資源管理 (RRM) 功能以增進其效能，使 IP 技術應用於行動環境更趨成熟完備。

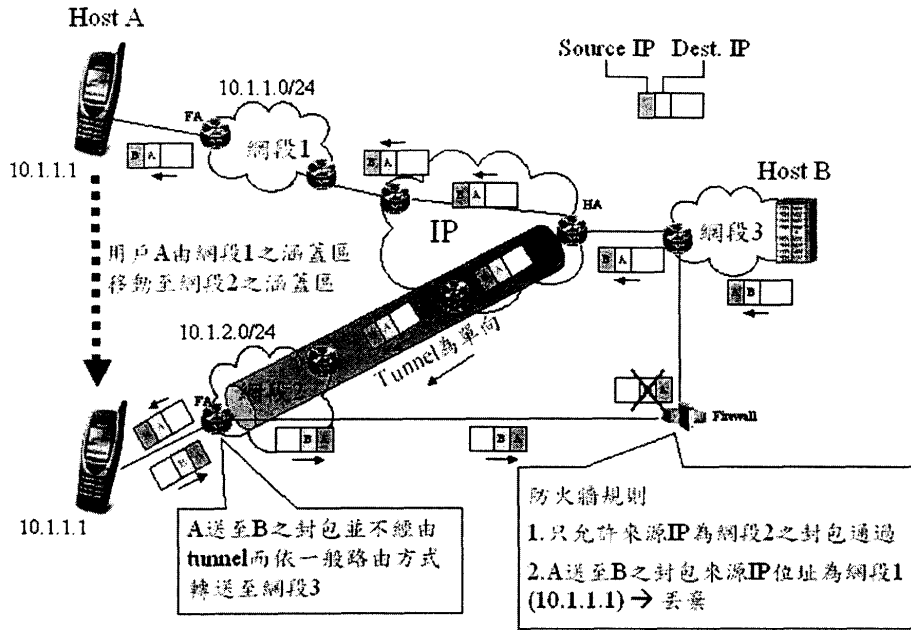
詳細 GPRS/UMTS PS 之 IP 運作方式請參照 5.1.4 節之相關說明。

(2) IP Mobility Support for IPv4 (RFC 3344)：

為 IETF 組織所制定之標準，其目的係希望 IP 可無視下層之介面環境 (有線、無線或行動之環境)，使 IP 具備可移動特性 (Mobile IP, MIP)。採用此標準以提供 IP mobility 之系統主要有 CDMA2000 及 WiFi 等系統，未來 3GPP 於 R5 (All IP 架構) 後，也將朝向使 3G 系統亦可支援此標準，以整合 (harmonize) 其他使用此標準之行動通信系統 (如 CDMA2000)，實現真正「All IP」之理想。

Mobile IP 最早係採用一般隧道之概念 (單向)，以隱藏用戶移動性，隧道之建立可應用現用隧道技術 (如 Minimal Encapsulation for IP、IP encapsulation within IP 及具備安全性之 IPsec 等)，但因其非針對行動通訊系統所設計，且單向隧道用戶封包收送走不同路徑，較難解決前述國際漫遊、路由規則與安全性及計費等議題，故須配合其他相關 RFC 標準，如 NAI (Network Access Identify) (RFC2794)、AAA (RFC3127)、reverse tunnelling (RFC3024) 及 traversal of NAT (RFC3519) 等，以提供完整 MIP 解決方案。

本公司 3G 網路採用 UMTS 系統，網路架構係符合較先進之 3GPP R4 標準，除可提供用戶 IP 之分封式數據服務，核心網路亦全部 IP 化，不再採用電路交換方式，而改採用 IP 來載送傳統電路式語音服務。以下章節將以 3GPP R4 為基礎之網路架構，深入介紹 IP 於 3G 之各式應用。

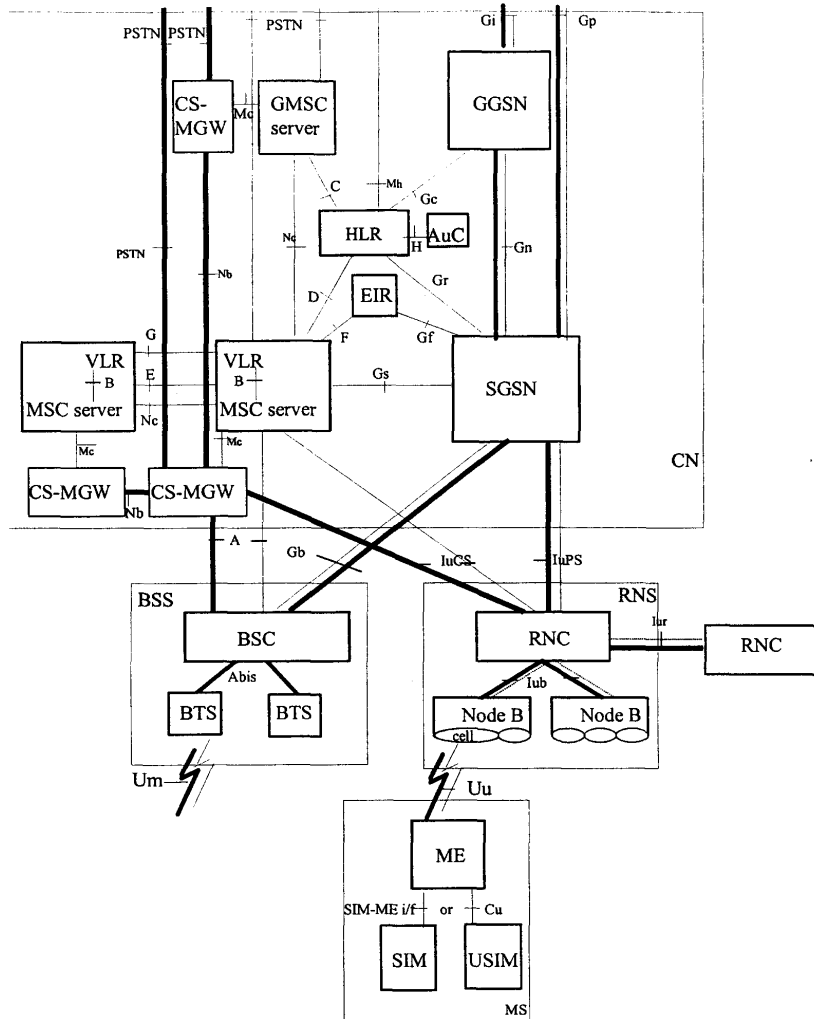


圖表 32. Mobile IP 採用單向 tunnel 可能發生之問題範例

4.1.3 IP 應用於 3G 核心網路電路式 (Circuit-Switched, CS) 領域

3GPP R4 之核心網路以 R99 核心網路架構為基礎，但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(IP transport in core network)，使傳統電路交換服務（如語音、傳真及電路式數據等）及多媒體服務能與分封數據服務(packet switched service)共用同一個以 IP 為基礎之骨幹架構，使核心網路除了使用 IP 技術來傳送用戶之 IP 分封數據資料外，也可同時使用 IP 技術來傳送用戶語音及即時性多媒體資料。

3GPP R4 網路架構如下：



圖表 33. 3GPP R4 網路架構

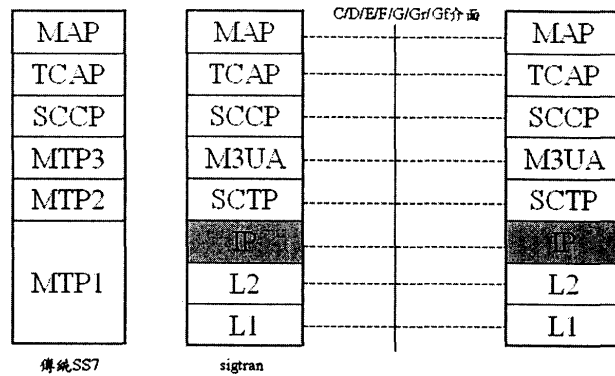
IP 在 CS 部分主要提供骨幹資料傳輸之角色，核心網路上之各式資料，包括控制面之 SS7 上層信令、MEGACO/H.248 及 RANAP 等，及用戶面之語音、電路式數據及電路式多媒體等 (H.324/M)，均透過 IP 來傳送。

(1) 控制面 (Control Plane) 相關應用：

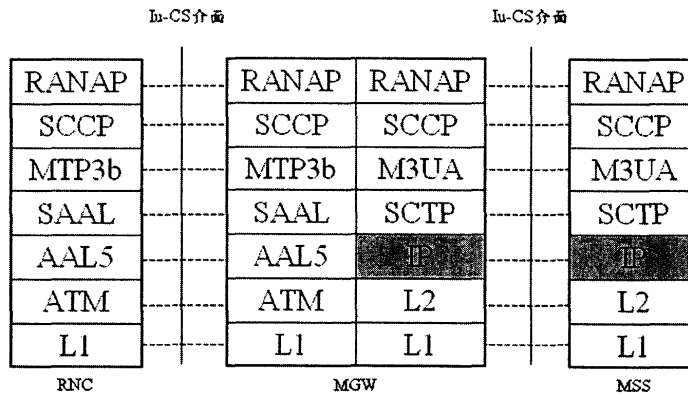
- SS7 over IP 相關應用：

傳統之 SS7 網路架構，其信號傳送層上之用戶信號 (如 ISUP、BICC 及 SCCP 等，以及架構於 SCCP 層上之 TCAP、MAP 與 CAP 等應用

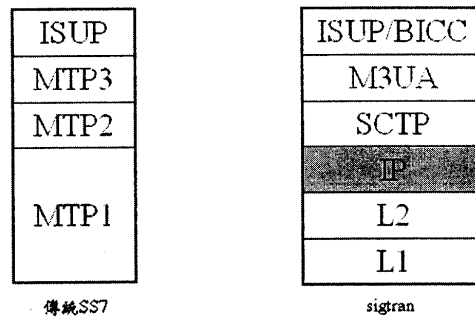
層信號)，係經由 MTP 層以窄頻電路交換方式加以載送。然至 R4 網路架構後 SS7 改以 IP 方式加以傳送，以增進信號載送之頻寬及效能，並可降低信號網路 MTP 層之複雜度。以 IP 取代原經由 MTP 層傳送之做法一般常稱為 SS7 over IP 或 SIGTRAN (因相關標準由 IETF SIGTRAN 工作小組所制定)。



圖表 34. MAP 通訊協定堆疊 (以 SIGTRAN 方式載送)



圖表 35. Iu-CS RANAP 通訊協定堆疊 (經 MGW 轉送)



圖表 36. ISUP/BICC 通訊協定堆疊 (以 SIGTRAN 方式載送)

- M3UA (MTP3 User Adaptation Layer) :

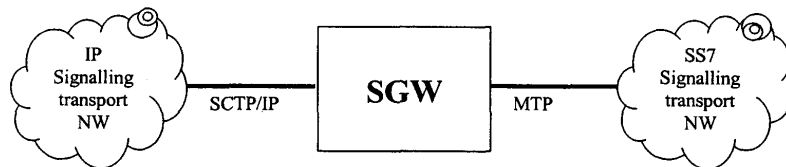
用以支援原使用傳統 SS7 MTP 第三層之上層信號用戶(如 ISUP、SCCP 及 TUP 等)，使其可以 IP 方式加以傳送(利用 SCTP 所提供之服務)。其功能類似於 MTP3，並決定 SS7 點碼位址所關聯之 IP 位址(實際用於路由)。然 M3UA 並未如 MTP3 有上層信號長度不可超過 272 位元組之限制，故可提高信號傳送效率。

- SCTP (Stream Control Transport Protocol) :

SCTP 為一具備可靠性之傳送層通訊協定，其位階類似於 TCP 及 UDP，以提供上層服務之傳送功能，因 IP 不具有可靠性及品質保證 (best effort)，故信號若欲利用 IP 傳送，傳送層僅利用 TCP 或 UDP 並不足以保證其可靠性及順序性，因此利用 SCTP 以提供更具可靠性及效率性之傳送層服務。

SCTP 具備可靠性資料傳送、可避免 head-of-line block、順序性或非順序性傳送、結合 (bundling) 與切割 (fragmentation)、流量控管、鏈路監控、多路徑 (multi-homing) 及大量攻擊 (Deny of Service, DoS) 保護等功能，以提供信號於 IP 網路上傳送之可靠性、即時性、順序性及安全性等功能。

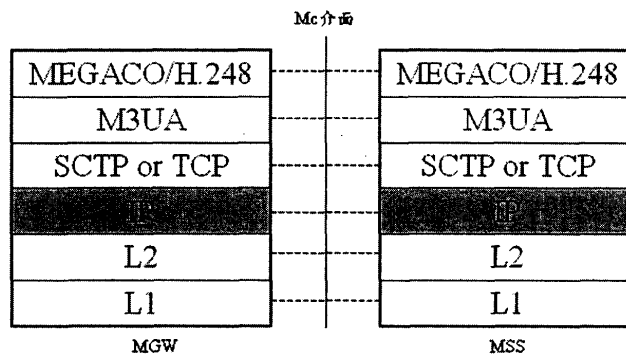
為使 SIGTRAN 網路能夠介接傳統 SS7 網路，SIGTRAN 網路須提供信號轉送層格式轉換之功能，即信號閘道器 (Signaling Gateway, SGW)，以轉換 M3UA 成 MTP3 層之信號格式，但不影響上層之用戶信號，使其可透通 (transparent) 於不同性質 (IP 或 TDM) 之傳送網路。



圖表 37. Signaling Gateway 示意圖

- MEGACO/H.248 (MEdia GATeway COntrol/H.248) :

為 Mc 介面所使用之通訊協定，主要功能為 MSC Server (MSS) 控制 Media Gateway (MGW) 之用，使 MGW 保留特定頻寬資源以提供用戶電路式語音相關服務。MEGACO/H.248 之通訊堆疊如下：

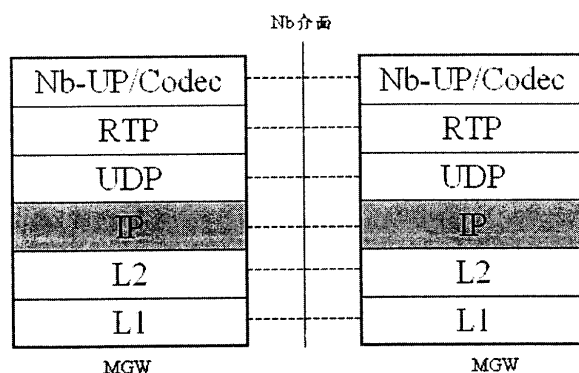


圖表 38. MEGACO/H.248 通信堆疊

(2) 用戶面 (User Plane) 相關應用：

- RTP (Real-time Transport Protocol) :

用戶之電路式資料 (Nb-UP) 係以 RTP 通訊協定透過 IP 於核心網路之 MGW 間傳送，再經由 MGW 轉換其媒體格式以介接如 PSTN 等外部網路。

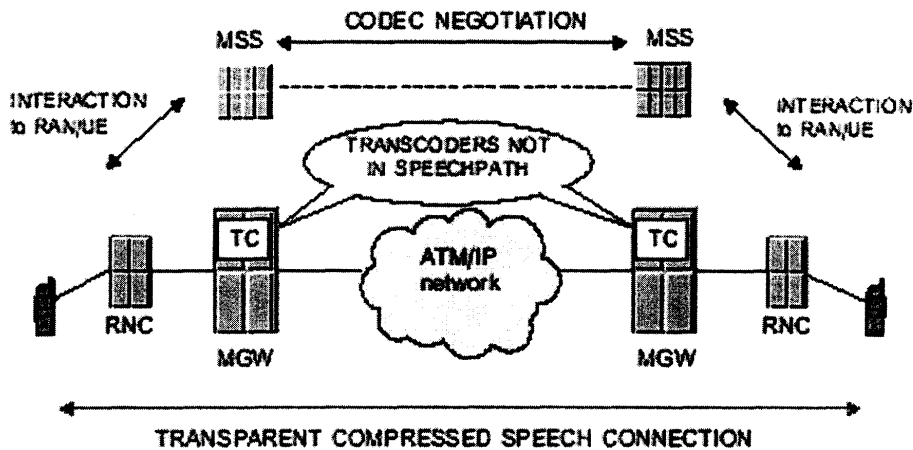


圖表 39. RTP 通訊協定堆疊

雖然電路式領域之服務具有接續式導向 (connection-oriented)、即時 (real-time) 及專屬 (dedicated) 等特性，以分封交換型式之 IP 提供服務並不適合，但隨著 IP 之應用日益廣泛，將傳統電路交換式服務改以 IP 方式提供已成為網路演進之趨勢，主要之優點如下：

- 利用單一共同的 IP 基礎網路，同時提供控制信號、語音、數據及多媒體等各項服務。
- 網路資源管理妥善化：R4 核心網路將傳統 MSC 分離成 MSS 及 MGW，以對傳送層之資源 (如 IP、ATM 或 TDM) 做最妥善之管理，IP 封包因具備如 overhead 較小、分封交換及高透通 (throughput) 效率等特性，更適合作為骨幹之傳送技術，使網路頻寬資源得以妥善運用，節省傳輸成本。
- 訊務處理功能設置彈性化，提昇網路容量：核心網路採用 IP 及信號與訊務獨立之分離式架構，可突破以往訊務處理能力受限於單一設備容量，而可隨實際流量做動態調整，即以整個核心網路而非僅單一設備之資源以提供服務。此外傳統電路式環境必備之回音消除 (Echo Cancellation) 及轉碼 (Transcoding) 等功能之設置亦更具彈性，可以無轉碼運作 (Transcoder Free Operation, TrFO) 之方式，直

接以 IP 傳送 12.2kbps 之 AMR 壓縮語音，無須再轉成 64kbps 之 PCM 格式，以增進語音品質，並降低訊務量（即代表網路容量可得以提升）。



圖表 40. 端對端無轉碼運作 (end-to-end TrFO) 環境

- 具備未來演進性：不論是 3G 或下一代電信網路 (NGN)，All IP 網路架構均為未來趨勢，核心網路 IP 化為傳統電路交換網路演進成 All IP 網路之過渡階段，可兼顧傳統電信之服務品質及未來演進性。

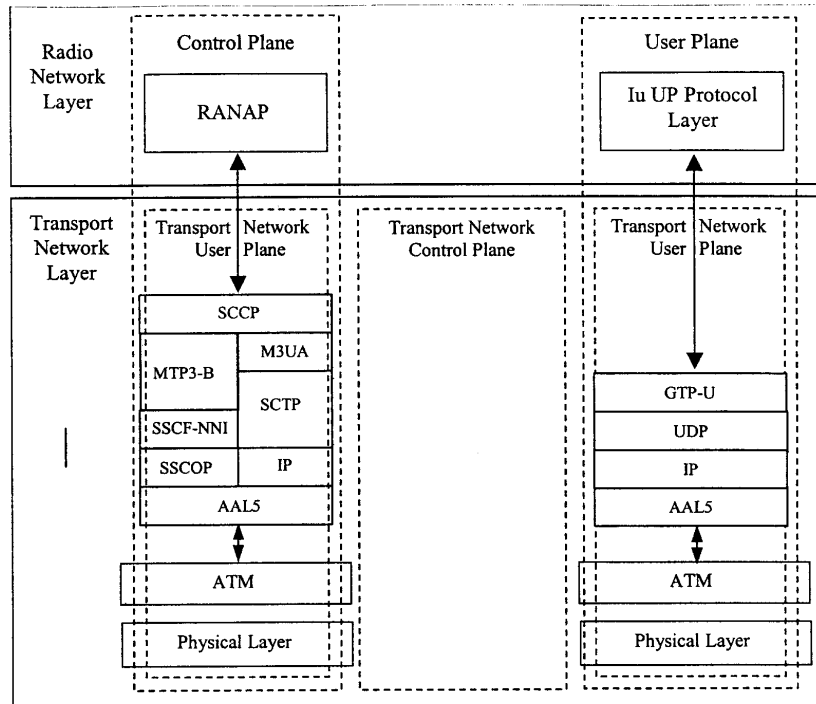
4.1.4 IP 應用於 3G 核心網路分封式 (Packet-Switched, PS) 領域

IP 應用於 UMTS PS 領域係基於 GPRS 之基礎，並增強其服務品質及處理效能，以提供用戶分封式數據相關服務。以下為 IP 於核心網路 PS 之應用：

(1) 應用於 Iu-PS 介面：

Iu-PS 介面為無線接取網路 UTRAN 與核心網路 PS 領域介接之介面，有別於 GPRS 之 Gb 介面，Iu-PS 介面上之資訊已可改以 IP 方式傳送，更為接近全 IP 無線接取網路 (IP RAN) 之架構。

Iu-PS 介面之架構如下圖所示，可細分為控制層、傳送網路層及用戶層三個不同層之 Iu-PS 介面，底層則使用相同的 ATM 傳送技術。



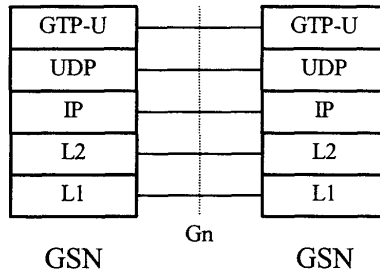
圖表 41. Iu-PS 介面架構

- Iu-PS 控制層通訊協定 (RANAP) :
與 Iu-CS 相同，Iu-PS 亦採用 RANAP 通訊協定，但網路傳送層之傳送基本上可有兩種方式，第一種方式是使用寬頻 SS7 MTP3b 之方式加以載送，也就是和 Iu-CS 一樣的方式。第二種方式是以 SS7 over IP 方式加以載送，配合 M3UA/SCTP 以 IP 方式傳送。
- Iu-PS 傳送網路層通訊協定
傳遞網路控制層規約架構在 Iu-PS 裏是不需要的，因為用戶層通訊協定是使用 IP 加以載送，而 IP 是非接續式導向(connectionless)的通信協定，因此不需要傳送網路層通訊協定。
- Iu-PS 用戶層通訊協定：
採用 GTP-U (GPRS Tunneling Protocol for the user plane): GTP-U 通信協定用來提供 UTRAN 和 3G-SGSN 之間的訊息轉送。所有的 PDP 資料都必須要包在 GTP 的通信規約來傳送。

(2) 應用於 GSN 與 GSN 間之 Gn 介面：

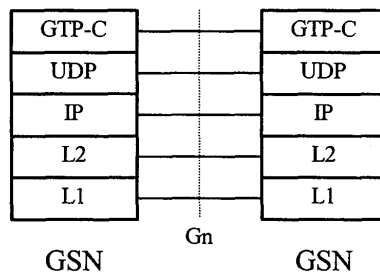
● 客戶層

核心網路 PS 領域元件（如 SGSN 及 GGSN）間以 GTP-U 通訊協定提供 3G-SGSN 和 3G-GGSN 間用戶資訊之轉送。所有的 PDP 資料都必須要包在 GTP-U 的通信規約來傳送。



圖表 42. GSN 與 GSN 之間的用戶層通信協定

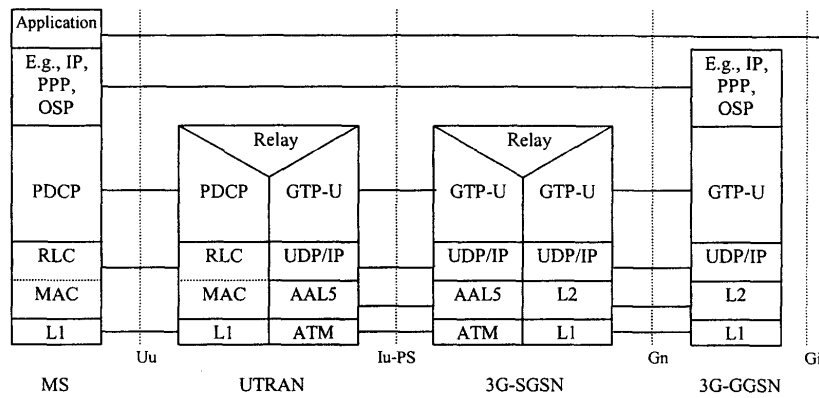
● 控制層



圖表 43. GSN 與 GSN 之間的控制層通信協定

核心網路 PS 領域元件（如 SGSN 及 GGSN）間以 GTP-C 通訊協定提供 3G-SGSN 和 3G-GGSN 間控制訊息之轉送，所有的控制資料都必須要包在 GTP-C 的通信規約來傳送。

(3) MS 與 GGSN 間之通信協定堆疊



圖表 44. MS 與 GGSN 間之通信協定堆疊

由上可知，用戶之 IP 封包在行動網路中係透過 GTP 隧道包裝後傳送，形成兩層 IP 之獨特架構，在上層之 IP 為傳送端對端應用服務之用，在下層之 IP 為網路內部元件間載送用戶資料之用，以克服用戶移動性。

為了增強 3G SGSN 之封包處理能力，3G 將 GTP-U 由 Gn 介面延伸至 Iu-PS 介面，取代 GPRS 之 Gb 介面，除降低了通訊堆疊之複雜度，亦更接近全 IP 之環境。

4.1.5 IP 應用於 3G 無線接取網路 (UTRAN)

3GPP R4 網路架構之 UTRAN，其資料之傳送仍採用 ATM 技術，故 IP 應用於 UTRAN 之部分除了 Iu-PS 介面之外，尚無其他應用。至 3GPP R5 ALL IP 網路架構時，才引入 IP RAN 之架構。

4.1.6 IP 應用於 3G 服務

3G 廣泛採用 IP 技術，即著眼於 TCP/IP 豐富之 Internet 相關應用，使行動通訊服務突破以語音為主之瓶頸，進入行動增值服務、行動上網與行動影音多媒體世紀。TCP/IP 另一特色為隱藏下層系統之特有通訊協定，使服務內容之開發更簡易，服務開發環境越公開標準化，就能吸引越多之服務內容提供者加入，也越能滿足用戶日新月異之需求，而替服務內容提供者及電信業者創造利潤，並投資研發更具競爭力之服務。

藉由 IP，現有 Internet 之服務皆可為 3G 所使用，並可提供行動環境獨有之服務，3G 可提供之相關 IP 服務應用簡述如下：

- 互動式影音多媒體服務 (multimedia)：如 VoIP、影像電話及視訊會議等。
- 影音串流服務 (streaming)：如行動卡拉 OK、線上音樂、遠距教學及隨選視訊等。
- WAP (Wireless Application Protocol)：可提供如圖鈴下載、JAVA 遊戲下載等各式行動增值服務。
- 行動上網 (Mobile Internet access)：如收發 E-mail、瀏覽網頁 WWW、檔案傳輸 FTP、遠端登入 Telnet、網域名稱查詢 DNS、
- 行動辦公室 (Mobile Intranet access)：如行動虛擬網 (MD-VPN) 等
- 行動商務 (Mobile Commerce)：如行動銀行、行動號子、小額付費及電子錢包等。
- 位置相關服務 (Location based services)：如車輛派遣與管理、最近點搜尋、位置查詢、路況導引及地圖下載等
- 多媒體訊息 (Multimedia Message Service)：可透過 GPRS 傳送內容更豐富之訊息。
- 個人化資訊服務 (Customized information)：如個人行事曆、記事簿、通訊錄及重要事件提醒等服務。
- 行動即時訊息 (Instant message)：如 MSN、Yahoo 即時通及 ICQ 等線上即時訊息服務。

4.1.7 IP 版本

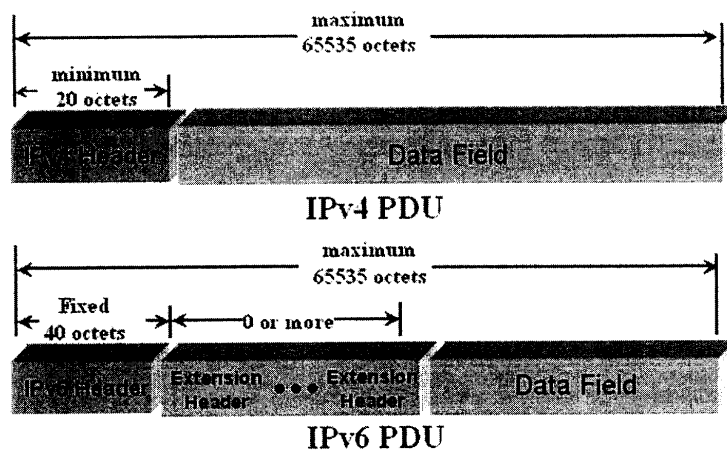
隨著 Internet IP 用戶之成長，IP 位址數量已逐漸不敷使用需求，為解決 IP 位址數量有限、加強定址與路由效能及提供 QoS 與安全機制等議題，IETF 組織乃積極推動下一代之 IP 技術：IPv6，以作為下一代網際網路之第三層傳送技術。

相較於 IPv4，IPv6 做了以下之改進：

- 固定標頭長度：

IPv4 之標頭長度為彈性變動，最小 20 位元組，IPv6 標頭長度則固定為 60 位元組（選項部分則置於延伸標頭中，路由器並不處理此部分），因此可降低路由器處理之複雜度，提升路由效率。

IPv6 vs. IPv4 Packet Data Unit

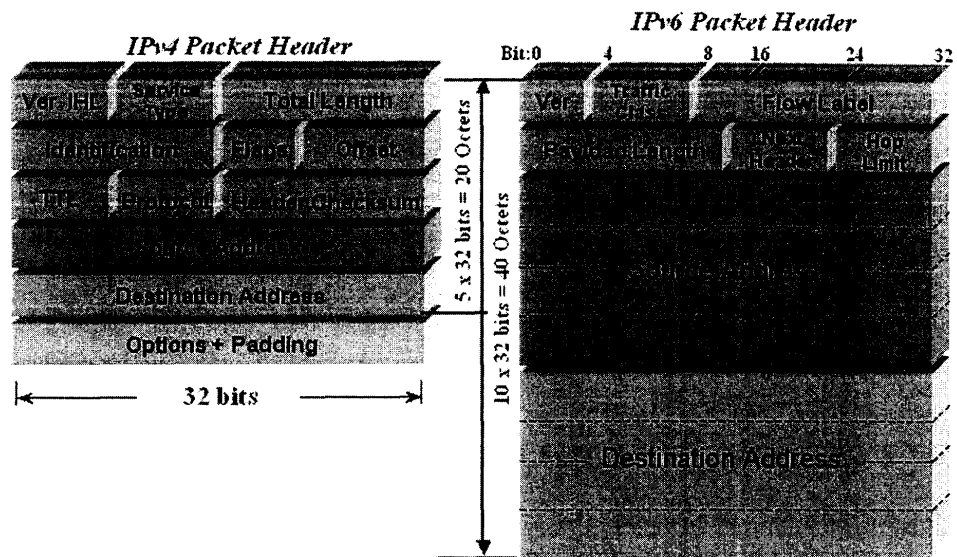


圖表 45. IPv4 與 IPv6 封包比較

- 提昇 IP 位址容量：

IP 位址長度由 32 位元增加至 128 位元，大幅增加 IP 位址容量，可充分供應下一代網際網路及行動通信系統之用戶使用。

IPv4 vs. IPv6 Header



圖表 46. IPv4 與 IPv6 標頭之比較

- 更彈性之 QoS 機制：

增加 Traffic class 及 Flow label 欄位，以標示該封包屬於何種 QoS 等級，路由器接收該封包後之優先處理順序。

- 新增安全性機制：

利用延伸標頭對封包內容加密，產生認證標頭及加密酬載 (Authentication Header and Encapsulating Security Payload, AH and ESP)，以保障用戶資料於 Internet 上傳送之安全性。

3G 為一新興之網際網路使用者，然行動電話之普及度遠遠超過現有網際網路用戶，因此未來勢必將面臨 IP 位址不足之問題，有鑑於此，3GPP 於制定網路標準架構之時，即明定對於 IP 位址之需求如下：

- R4：

手機端 (用戶之 IP)：使用 IPv4 或 IPv6。

行動網路內部資料之傳送 (設備介面之 IP)：使用 IPv4 或 IPv6。

本公司所建設之 3G 系統符合 R4 架構，設備之用戶面 IP(PDP address) 可支援 IPv4 及 IPv6 格式，網路面 GTP 之 IP 介面則僅支援 IPv4 格式。

● R5 :

手機端：可使用 IPv4 或 IPv6(如須接取多媒體子系統必須支援 IPv6)。

行動網路內部資料之傳送：IPv4 或 IPv6。

多媒體子系統相關應用 (VoIP)：IPv6

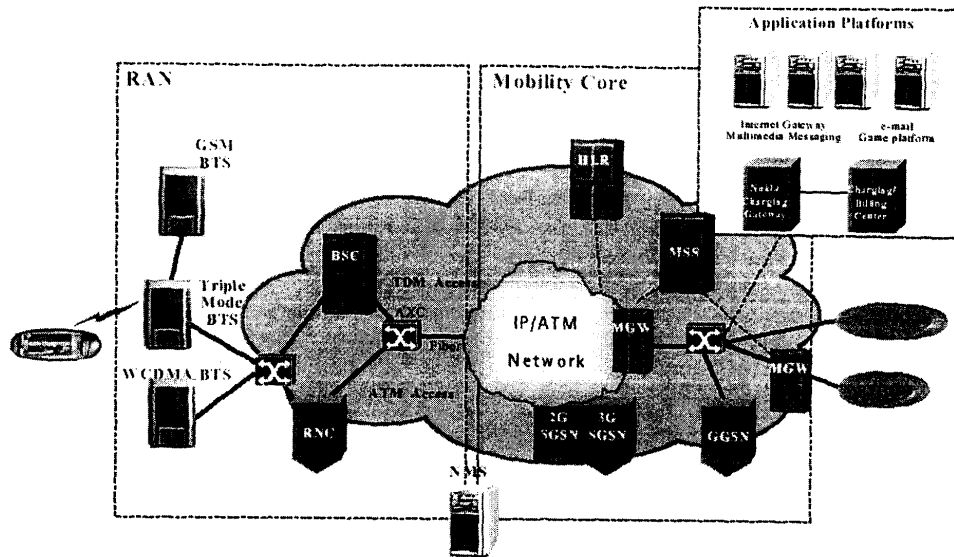
然 IPv4 與 IPv6 間的改變不可能一夕之間達成，許多服務仍在 IPv4 上執行，轉移機制因而有其必要性。最重要的是 IPv6 網路尚未形成全球連線，因此 IPv6 聯結仍須藉助 IPv4 網路之傳輸，從 IPv4 轉移到 IPv6 仍需要特別的處理。

在不同的服務上，IPv6 提供與 IPv4 相等或更好的支援，例如安全性、傳輸效率與品質控制等；另外基於第三代行動通信系統提供數據多媒體的服務需求，屆時將對 IP 位址需求大量的增加，因此 IPv6 協定將很快為大家所接受與使用。

當完全成功轉移到 IPv6 後，將有足夠的 IP 網址供網路設備使用。由於不再需要協定/網址轉換或私有 IP 網址空間之處理，屆時行動通信系統架構將變得更加簡單。

4.2 Nokia 3G 設備之 IP 相關功能

Nokia 提供本公司之 3G solution 係依循 3GPP R4 之網路架構，除新建設單一共用之 IP 骨幹網路，以載送核心網路電路式領域與分封式領域之訊務，另以 MGW 及 SRRi 設備提供格式轉換之功能，使 3G 全 IP 化之核心網路可與傳統電信網路介接。以下為 Nokia 所供應之 3G 設備其 IP 相關功能之介紹：



圖表 47. Nokia R4 網路架構示意圖

4.2.1 電路式核心網路(CS Core)設備

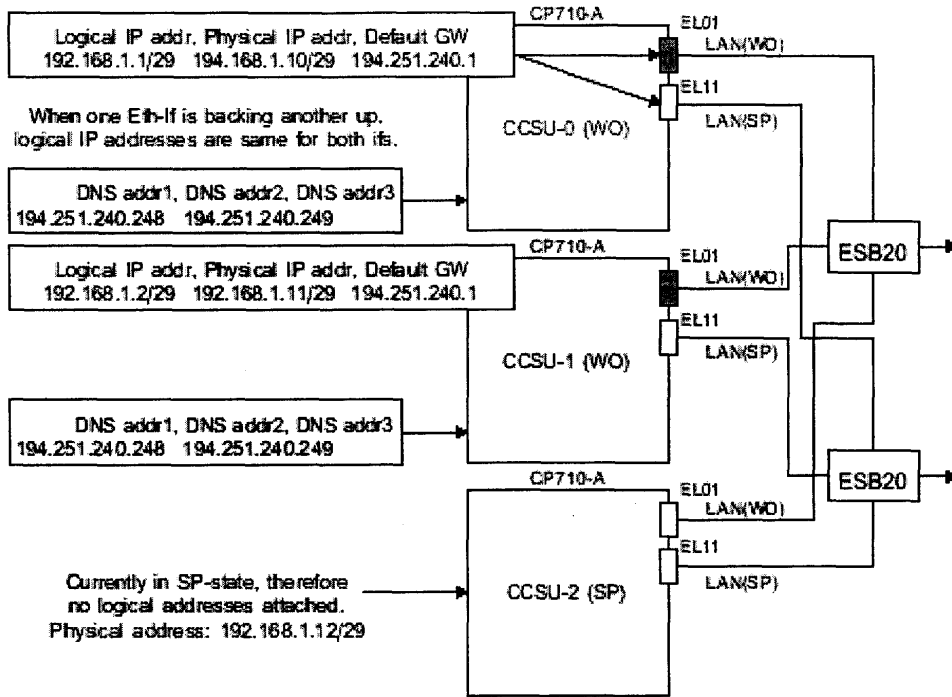
此部分包含 HLR、MSS、SRRi、MGW 及 CDS 等設備：

- HLR：

屬於控制面之元件，其硬體平台為 DX200。HLR 為一資料庫，儲存用戶資料及行動管理資訊(如用戶所在位置、VLR number 等)，亦整合 AuC 以提供認證安全功能。

HLR 具備 CCSU 單體，以處理經由 IP 載送之 SS7 信號與上層通訊協定。HLR 並內建有區域交換器 (ESB20) 單體，以提供 Fast Ethernet 介面介接外部 IP 網路，使 SS7 link 介面之透通率可高達 100Mbps，遠大於傳統窄頻 64kbps 之 E1 介面。

在備援設計上 CCSU 單體具備 N+1 保護及邏輯/實體雙 IP 位址之設計，區域交換器亦具備 1+1 保護，以增進信號以 IP 傳送之可靠性。



圖表 48. SS7 信號單體之 IP 設定組態及備援機制範例

● MSS :

屬於控制面之元件，其硬體平台為 DX200。MSS 之功能相當於傳統 MSC/VLR 之控制信號部分，具備如通話呼叫管理、號碼/路由分析、訊務分析管理、行動位置管理及 CDR 收集處理等功能，並具備電路資源管理功能以 MEGACO/H.248 控制 MGW。

MSS 具備 SIGU 與 BSU 單體，以處理經由 IP 載送之 SS7 信號與上層通訊協定 (MAP、CAP、H.248、ISUP 與 RANAP)。SIGU 僅支援 SIGTRAN IP 信號格式，而 CCSU 單體可同時支援傳統 SS7 窄頻信號格式或 SIGTRAN IP 信號格式。MSS 亦內建有區域交換器 (LAN switch)，以提供 Fast Ethernet 介面介接外部 IP 網路，使 SS7 link 介面之透通率可高達 100Mbps，遠大於傳統窄頻 64kbps 之 E1 介面。

在備援設計上 SIGU 與 BSU 單體均具備 N+1 保護及邏輯/實體雙 IP 位址之設計，區域交換器亦具備 1+1 保護，以增進信號以 IP 傳送之可靠性。

● SRRi :

屬於控制面之元件，其硬體平台為 DX200。SRRi 之功能相當於傳統 SS7 網路之信號轉送點 (STP)，並具備信號閘道器 (SGW) 及號碼可攜蓄錄器 (NPDB)，以提供 SIGTRAN 與傳統 SS7 網路之介接及 2G/3G 用戶原號相互移轉之服務接駁功能。

SRRi 具備 CCSU 單體，以處理經由 IP 載送與經由傳統 SS7 窄頻 MTP 格式載送之 SS7 信號。SRRi 亦內建有區域交換器 (LAN switch) 及 E1 介面，以提供 100Mbps Fast Ethernet 介面及 64kbps E1 介面介接外部 IP 網路及傳統 SS7 網路。

在備援設計上 CCSU 單體具備 N+1 保護及邏輯/實體雙 IP 位址之設計，區域交換器亦具備 1+1 保護，以增進信號以 IP 傳送之可靠性。

● MGW :

屬於用戶面之元件，其硬體平台為 IPA2800。MGW 相當於傳統 MSC 之訊務交換處理部份，具備電路式服務訊務部分(如語音、電路式數據及增添服務等)之交換處理、語音及信號格式之轉換(AAL2 ↔ IP or TDM, MTP3b ↔ IP)、語音轉碼(Transcoding)、回音消除(Echo cancellation)、錄音截答撥放 (IVR) 及 CDR 收集處理等基本功能。

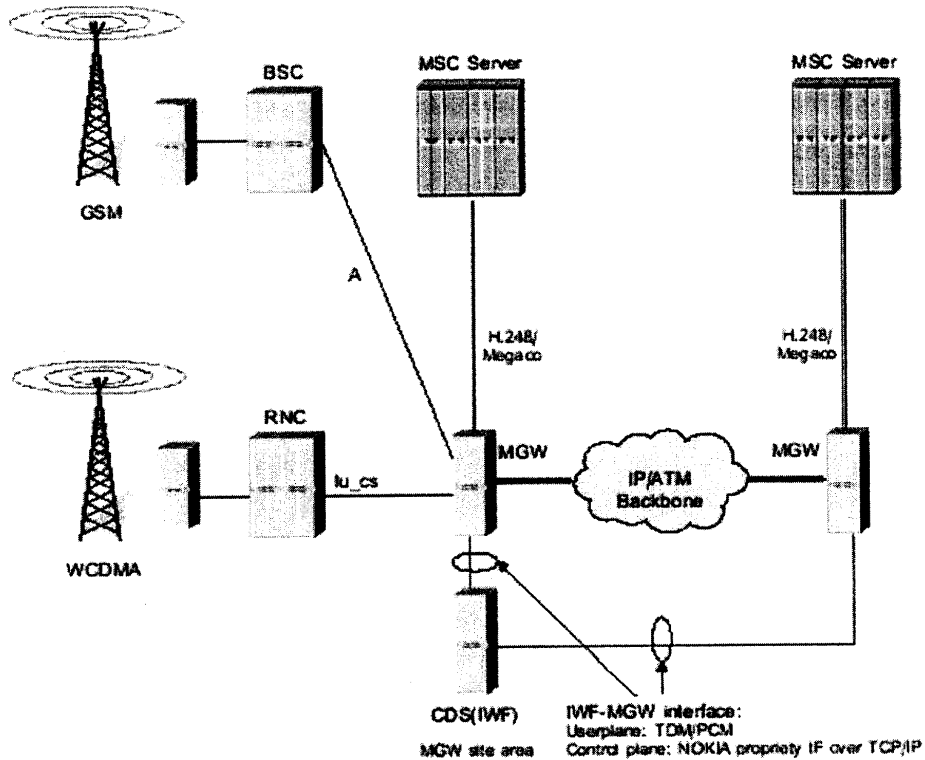
MGW 之 IP 傳送支援各種格式之介面，如 Gigabit Ethernet、Fast Ethernet、STM-1 PoS 及 STM-1 IP over ATM 等，以彈性接取各式骨幹網路，提供高速之封包交換能力。

在備援設計上則類似一般之路由器，單一介面卡版雖並未提供 N+1 保護方式，但可藉由網路之 MEGACO/H.248 資源控制管理功能，指配其他介面之頻寬資源，使單一介面故障仍不影響用戶之訊務傳送。

然 MGW 並未具備電路式數據之互運功能(Interworking Function, IWF)，為了提供行動用戶與 PSTN/ISDN 間之電路交換數據互運，及 H.324M 與 PSTN H.324 間電路式多媒體互運之功能，Nokia 採用集中式之架構，以獨立 standalone 之 CDS 設備提供上述 IWF 之功能。

MGW 係以 Nokia proprietary 技術控制 CDS 之 IWF 資源，該技術係透過 TCP/IP 方式於網路上傳送。

CDS 設備其硬體平台為 DX200，具備 GSU 單體以處理前述之控制信號，亦內建有區域交換器 (LAN switch)，以提供 Fast Ethernet 介面介接外部 IP 網路。在備援設計上 GSU 單體具備 N+1 保護及邏輯/實體雙 IP 位址之設計，區域交換器亦具備 1+1 保護，以增進 IP 傳送之可靠性。



圖表 49. 以 MGW 與 CDS 並採用 IP 以傳送電路式用戶資料

4.2.2 分封式核心網路(PS Core)設備

此部分包含 3G SGSN、GGSN、CG 及 BG 等設備：

- 3G SGSN：

硬體平台為 IP3400，提供用戶 IP 分封數據之相關處理功能(如與 GGSN 間之 GTP tunneling、routing 及 session 管理等)、SMS over SGSN、用戶之行動管理與認證、以及帳務 CDR 產生等功能。SGSN 亦具備選擇最近之 GGSN 及 secondary PDP context activation 等新功能，以增進效能及 QoS 能力等。

3G SGSN 在 SS7 信號方面 3G SGSN 具備 SS7U 單體，以處理經由 IP 載送之 Gr/Gd/Ge/Gf 介面 SS7 信號(SIGTRAN)。SS7U 具備 100Mbps Fast Ethernet 及傳統 64kbps E1 介面，可介接 SIGTRAN 及傳統 SS7 網路。

3G SGSN 在用戶層方面，GTP 封包之處理主要由 TU 單體及 SMMU 單體負責，TU 單體主要負責 GTP-U 封包之處理，SMMU 單體則負責 GTP-C 封包之處理。在 IP 版本方面可同時支援 IPv4 與 IPv6 格式，並支援 secondary PDP context 之能力，以提供不同 QoS 等級之服務，並節省 IP。

3G SGSN 在網路層方面，Gn 介面係由 FU 單體負責轉送 IP 封包，FU 單體支援 Fast Ethernet 及 Gigabit Ethernet 介面。Iu-PS 介面則以 TU 單體之 ATM STM-1 模組連接 RNC 設備。3G SGSN 亦具備 Diffserv 之能力，可將來自用戶層不同 QoS 等級之服務，在 IP 標頭中標示以不同之 DSCP 值後轉送，以提供網路層之 QoS 能力。

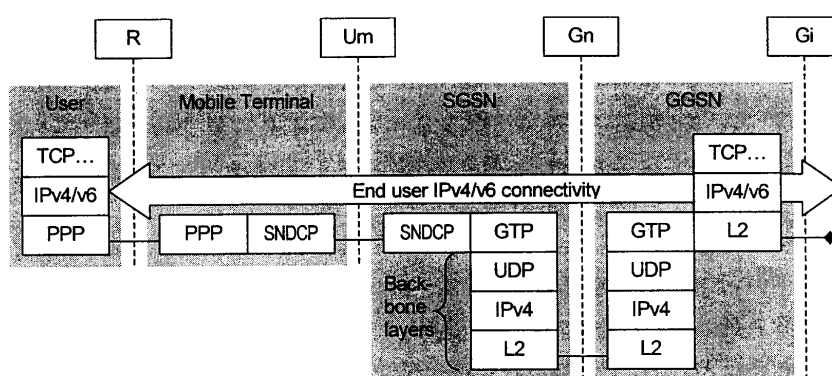
在 IP 之備援設計上，SS7U、SMMU 及 FU 均為 1+1 保護，TU 則採用 loadsharing 方式分散訊務。3G GGSN 亦具備 multiple loopback interface 之功能，將 TU/SMMU 單體之 IP (loopback IP) 與底層介面卡 FU 單體 (physical IP) 之 IP 分開，若單一 FU 單體故障時，GTP 封包仍可經由另一 FU 單體加以轉送。

3G SGSN 亦支援 IP Resolver 之功能，可先內建一組 GGSN 之 IP 位址，並參照向 DNS 詢問而得來之 GGSN IP 位址，以使 3G SGSN 可更具彈性選擇 GGSN，如選擇最近之 GGSN、訊務分散及互相備援等。

- GGSN：

硬體平台為 IP740，提供行動用戶與外部 IP 網路之介接功能，具備 PDP context 管理功能、指配動態 IP、NAT 位址轉換、虛擬網路隧道建立 (VPN tunnel) 等功能。

GGSN 支援 Fast Ethernet 及 Gigabit Ethernet 介面，以傳送 Gn 介面之 GTP 封包及 Gi 介面之用戶 IP 封包，在 IP 版本方面用戶可同時支援 IPv4 與 IPv6 格式，網路面則支援 IPv4 格式。此外 GGSN 亦支援 secondary PDP context 之能力，以提供不同 QoS 等級之服務，並節省 IP。



圖表 50. End user IP connectivity

為與外部 IP 網路介接，提供更多樣性之服務，GGSN 亦具備以下功能：

- VPN trunk aware：使 GGSN 可介接 MPLS VPN 之骨幹網路，以類似 VLAN 切割之做法區隔不同型態之 IP 訊務。
- Tunnel：為提供用戶行動 VPN 之服務，GGSN 亦支援 IP in IP (IP in IP tunnelling RFC 1853)、GRE (Generic Route Encapsulation, RFC 1701 / RFC1702)及 L2TP (Layer 2 Tunnelling Protocol, RFC 2661)之隧道技術。
- 動態 IP 位址指配：可動態指配用戶 IPv4 或 IPv6 格式之 IP 位址。

在 IP 之備援設計上，GGSN 亦具備 multiple loopback interface 之功能，將 GTP 封包 IP (loopback IP) 與底層介面卡 (physical IP) 之 IP 分開，若介面卡故障時，GTP 封包仍可經由另一介面卡之 IP 轉送。

● CG :

硬體平台為 HP 之伺服器，其功能為收集由 SGSN 及 GGSN 所產生之 CDR (S-CDR, SMS-CDR, G-CDR 及 M-CDR 等)，並送至後端帳務系統加以處理。其 IP 介面如一般伺服器所使用之 Fast Ethernet 介面。

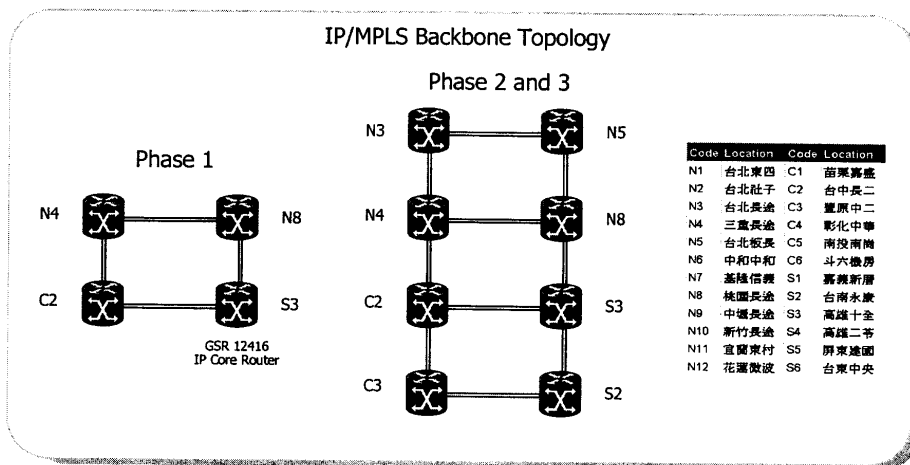
● BG :

硬體平台為 IP740，BG 具備資料加密、防火牆及 NAT 等功能，以保障用戶資料於 inter-PLMN 跨網傳送時之安全性。

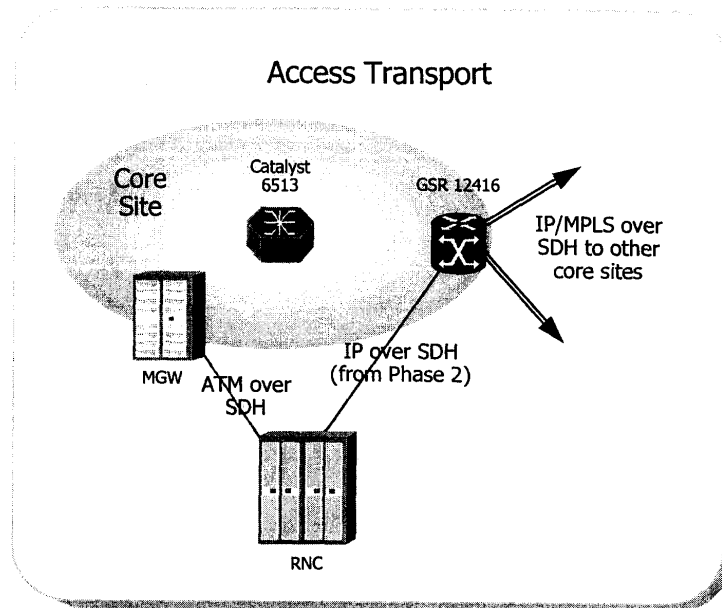
BG 與 GGSN 為相同硬體平台，故其在 IP 上之功能亦類似於 GGSN。

4.2.3 傳送/骨幹網路設備及其他 IP 相關設備

- (1) IP 傳送/骨幹網路：由 IP 核心路由器 (IPCR) 以及第三層交換器 (L3SW) 所構成：



圖表 51. IP/MPLS 骨幹網路



圖表 52. 接取/核心網路以 IP 傳送

● IPCR :

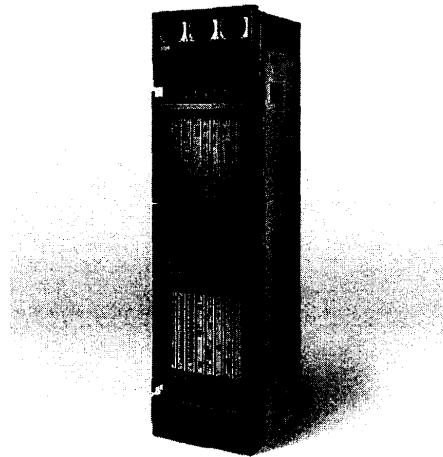
硬體平台為 Cisco 之 GSR 12416，可提供 320Gbps 之 IP 轉送能力，GSR 系列路由器採用分散式架構，並具備強大之第三層路由功能，適合作為 IP 之骨幹網路設備。

GSR 12416 除具備大容量之 IP 處理能力之外，亦具備以下特色：

- 模組化之設計：交換背板及介面卡均為模組化之設計，可彈性擴充容量。
- 分散式架構：以介面卡進行第三層之交換轉送，增進效能。
- 線速封包轉送：支援 STM-1/4/16/64 之 POS 介面之線速 (line speed) 傳送，充分利用 WAN 之電路頻寬。
- 大容量之暫存區 (buffer)：介面卡均具備大容量之暫存區，增進封包處理效率。
- 創新可靠之交換背板 (Innovative non-blocking switch fabric)：具備 virtual output queues (VOQ) 及智慧排程 (intelligent scheduler) 之功能，以避免 head-of-line (HOL) blocking 之問題。

GSR 12416 所具備之功能：

- IP 封包溢流管理 (congestion management)：以 random early detection (RED)及 weighted random early detection (WRED)等技術管理封包之流量，避免壅塞。
- BGP 延伸 (extensive BGP)：更適用於大型網路。
- 低延遲 (low latency guaranteed)：經由獨有之排程機制如 Deficit Round Robin (DRR)及 Modified DRR (MDRR)，以保證封包轉送之低延遲。
- 分散式路由表 (Cisco Express Forwarding)：使介面卡可支援數千筆路由資訊 (routing entry)
- MPLS (Multi-Platform Label Switching)：整合路由及交換功能於相同平台，引進訊務管理機制，降低網路擴充複雜度，並可提供更具服務關鍵性 (mission critical) 之 IP 服務



圖表 53. Cisco GSR 12416

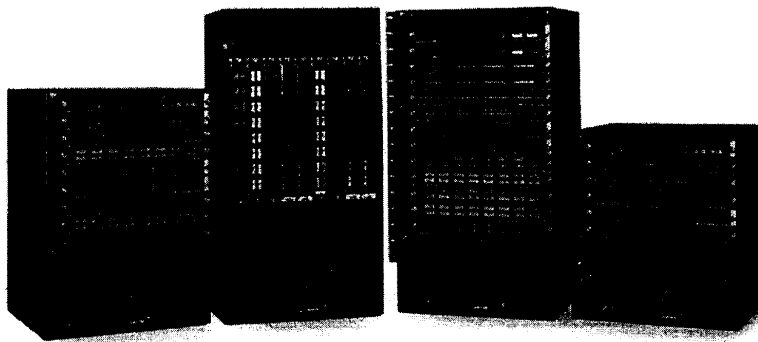
利用 GSR 12416 強大之封包處理能力及訊務管理功能，除可提供一般 IP 服務之外，亦可提供具備即時性、低延遲性、順序性與重要性等有特定 QoS 需求之服務 (如 VoIP、SS7 over IP 及多媒體等)，使 3G 所有訊務均可透過此具備 QoS 能力之單一共同 IP 基礎網路加以傳送。

● L3SW :

硬體平台為 Cisco 之 Catalyst 6513 交換器，可提供 256Gbps 之 IP 轉送能力，Catalyst 6513 採用集中式交換與分散式服務之架構，除具備強大之封包交換能力，以提供核心網路 co-site 之 IP 封包交換功能，亦具備 Optical Services Modules (OSMs) 模組，以提供 edge 端之各式 IP 服務應用集縮之用，兼具第二層交換及第三層路由之功能，適合作為 IP 傳送網路 edge 端之集縮設備。

Catalyst 6513 具備以下特色：

- 模組化之設計：交換背板及介面卡均為模組化之設計，可彈性擴充容量。
- 高密度 LAN 連接：具備高密度之 Fast Ethernet、Gigabit Ethernet 之埠數以連接 LAN 之各設備。
- 高效能之 IP 服務：以硬體 ASIC 方式之 Parallel Express Forwarding (PXF) 提供高效能之 IP 服務，並可啟動限速 (rate limited)、整流 (shaping) 或計費 (accounting) 等功能，以提供更廣泛之 IP 服務。
- MPLS 之網路服務提供端 (Provider Edge) 功能：支援一般 MPLS、MPLS CoS、Ethernet over MPLS 及 MPLS VPN 等功能，可提供具 QoS 能力之 VPN 相關服務。



圖表 54. Cisco Catalyst 6500 系列

- (2) 其他 IP 相關設備：包括防火牆及 DNS/DHCP 等設備，以提供封包過濾及網路 IP 位址查詢等功能。

4.2.4 服務網路與維運網路設備

服務及維運網路之設備主要由一般 IP-based 之伺服器及路由器所組成，除 SS7 信號部分外與一般網際網路之設備並無不同。惟服務網路之 SS7 信號仍採用傳統窄頻 MTP3 之載送方式，經 SRRi 與全 IP 核心網路互相溝通。

4.2.5 無線接取網路 (UTRAN) 設備

依據 3GPP 標準，Iu-PS 介面雖採用 GTP-U/UDP/IP 之架構，但其下層仍採用 ATM 之方式傳送。Nokia 之 Iu-PS 介面 (RNC 及 3G SGSN) 初期 (PH-I) 符合標準支援 ATM 傳送方式，用戶之 GTP-U 封包係利用 IP over ATM 之方式傳送，至第二期 RNC 設備引入 IP NIS 卡版後，Iu-PS 即可支援 IP 介面，使 Iu-PS 之 GTP-U 封包可直接經由一般路由器轉送。

4.3 未來發展：全 IP 之網路架構

4.3.1 網路架構演進趨勢

隨著近年來寬頻網際網路的蓬勃發展，下一代網路 (Next Generation Network, NGN) 發展都是朝向以建設寬頻 IP 骨幹網路為目標，為促進無線網際網路的快速發展，使 3G 更容易接取其他有線或無線 IP 網路，提供一個以 IP 為基礎的端點對端點存取方式，存取網際網路上的各種多媒體資源。

為了使各種不同之網路如 ADSL、WLAN、FTTB、Ethernet、GPRS、3G、CDMA2000 等網路皆可接取 Internet 之各式資源，採用 IP 可使不同之網路更易相互介接、更易整合、相容性最高且最具效率，因此網路全 IP 化很自然成為網路演進之趨勢。

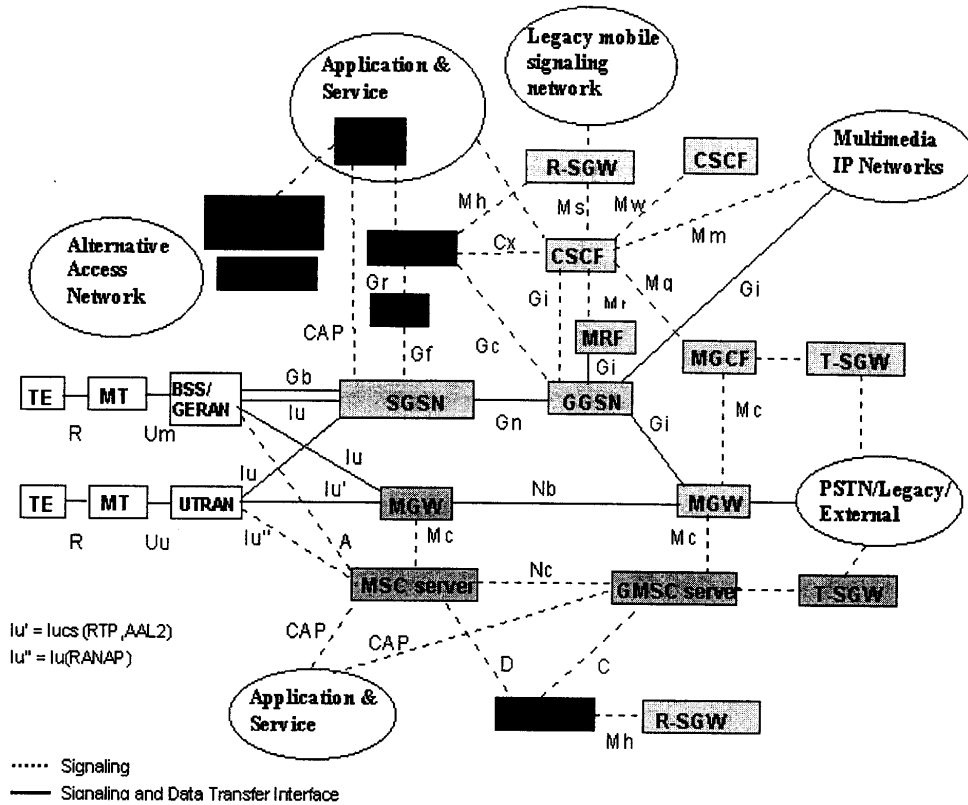
現行之 IP 服務大都仍以主從式 (Server/Client) 架構為主，即用戶要求服務，Internet 之伺服器才回應用戶之需求並提供相關服務，對於網路品質之要求並不嚴苛。然隨著頻寬加大，端對端 (Peer to peer) 之 IP 服務日漸蓬勃，例如 VoIP、隨選視訊及視訊會議等多媒體相關服務應用，然這些應用對網路品質之要求甚高，必須於具備高頻寬訊務處理能力及 QoS capable 之網路中傳送，才能保障其服務品質，因此 High bandwidth 及 QoS 亦為網路演進必須具備之先決能力。

此外在服務應用方面，早先電信業者建置一基礎網路，即可提供單一電信服務之方式已無法再獲利，必須創造更多增值服務才能吸引用戶，因此為了提供用戶更豐富更具吸引力之服務，建構一公開標準之服務開發提供環境，亦使 IP 成為主流技術。

4.3.2 3GPP R5 網路架構

為提供前述端點對端點之全 IP 服務，以及具備 QoS 保證之能力，因此 3GPP 將 R4 架構加以演化成 R5 架構，在無線進接網路部分將 ATM 之傳輸改為純 IP，在核心網路部分則改以分封交換方式提供語音服務、即時性 (Real-Time) 多媒體服務及數據資料的控制和傳遞，並新增以 IP 為基礎之即時性數據服務領域 (IP Multimedia Subsystem, IMS)，以提供用戶端對端以 SIP (Session Initiate Protocol) 為基礎並具 QoS 保證的即時性語音與多媒體服務，及介接傳統 PSTN 網路之功能；同時 R5 也具備標準的開放式應用程式介面 (Application Program Interface) 及演進之行動智慧型網路 (CAMEL phase 4)，以供電信業者更容易自行開發或連接協力廠商 (3rd party) 所提供之應用服務。

3GPP 所制定之標準網路架構如下：



圖表 55. 3GPP R5 網路架構

R5 與 R4 最大之差異在於新增 IMS 領域 (圖中之 R-SGW, CSCF, MRF, MGCF, TSGW,與 MGW)，其主要的目的是在以 IP 為基礎的分封網路，提供具 QoS 保證的即時性語音與多媒體服務。由通話控制功能單元(Call State Control Function, CSCF)、媒體閘口控制功能單元、媒體閘口功能單元、多媒體資源功能單元 (Multimedia Resource Function, MRF)、傳輸訊號閘口功能單元和漫遊信令閘口功能單元等所組成。各單元的功能和介面描述如下：

(1) 通話控制功能單元 (CSCF)

通話控制功能單元做為通話轉接的第一個進接點，提供通話服務的處理、通話控制功能和服務描述，例如，通話篩選和話務轉接、執行通話連線建立/中斷和狀態/事件管理、提供多方會談與多媒體資源功能單元介接。通話控制功能單元以 Cx 介面和用戶資料伺服器相連接，用戶資料伺服器提供用戶相關的資料和服務資訊。

(2) 媒體閘口控制功能單元 (MGCF)

與外部網路連接時，媒體閘口控制功能單元負責多媒體信號的轉換，同時也控制媒體閘口功能單元在通訊連線建立時應該使用的通訊埠，選擇通訊連線建立時應該使用那一個通話控制功能單元。

(3) 傳輸訊號閘口功能單元 (T-SGW)

傳輸訊號閘口功能單元送收來自閘口行動交換中心伺服器的語音信號，執行以 IP 為基礎的語音信令和以 SS7 為基礎的語音信號之轉換。

(4) 媒體閘口功能單元 (MGW)

媒體閘口功能單元負責與外部公眾電信網路連接時語音話務的閘口功能，執行以 IP 為基礎的語音話務和以 TDM 為基礎的 PCM 語音話務之轉換。

(5) 多媒體資源功能單元 (MRF)

多媒體資源功能單元的功能相類似於 H.323 的多點控制器(MCU)。多媒體資源功能單元可以和通話控制功能單元協商，負責多媒體視訊會議和 VoIP 多方會談信號的控制，同時也控制 GPRS 閘口支援節點和媒體閘口功能單元在通訊連線建立時應該使用的載體 (Bearer)。

(6) 漫遊信號閘口功能單元 (R-SGW)

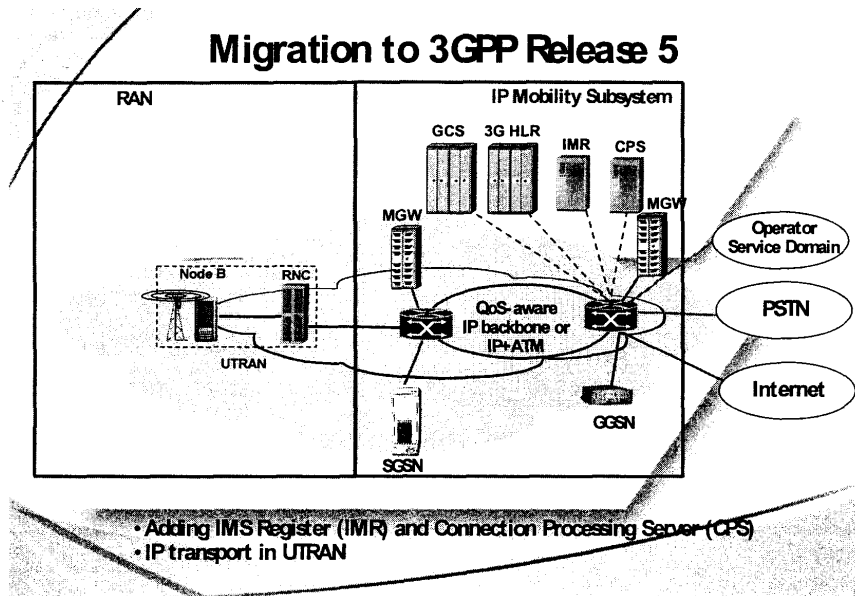
漫遊信號閘口功能單元負責提供在此領域內相關服務的漫遊信號。

在相關介面上，通話控制功能單元以 M_w 介面連接其他的通話控制功能單元；以 M_g 介面連接媒體閘口控制功能單元；以 M_r 介面和多媒體資源功能單元相連接；以 M_s 介面和漫遊信號閘口功能單元相連接；以 G_i 介面和 GPRS 閘口支援節點相連接；以 C_x 介面和用戶資料伺服器相連接；以 M_m 介面和 IP 多媒體網路介接。媒體閘口控制功能單元以 M_c 介面連接媒體閘口功能單元。多媒體資源功能單元以 G_i 介面連接 GPRS 閘口支援節點。

4.3.3 演進至全 IP 網路之衝擊(impact)

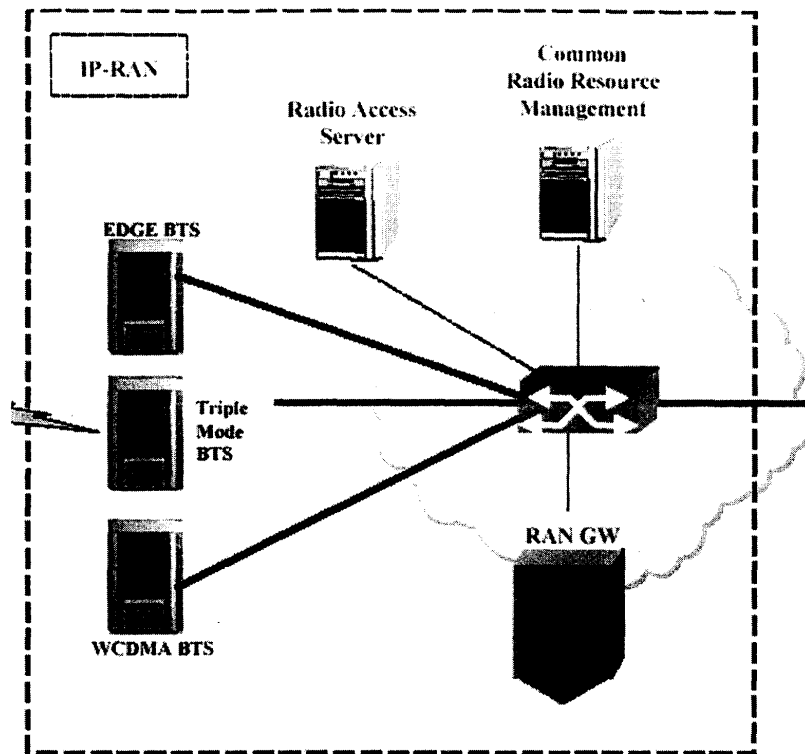
(1) Nokia 之 R5 solution :

Nokia 提供本公司符合 3GPP R4 網路架構之設備，未來亦可平順演進至 R5 網路架構，其網路架構說明如下：



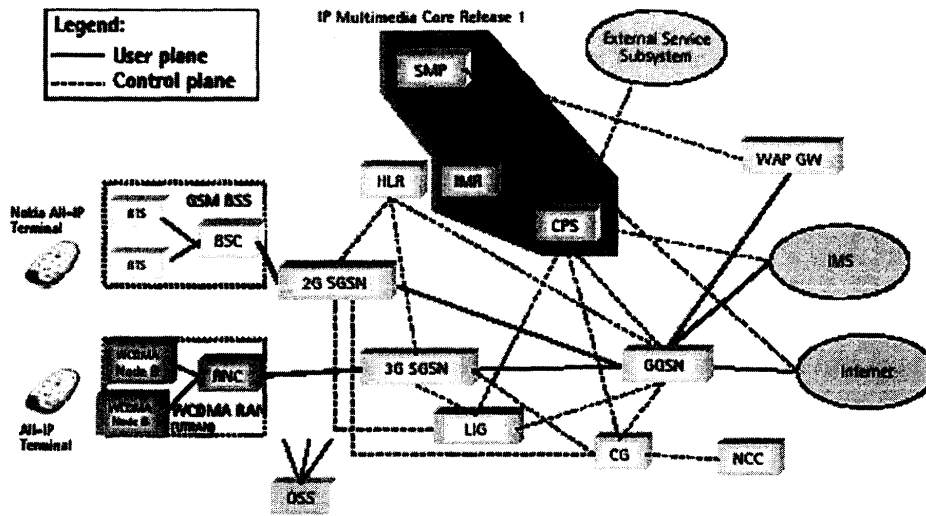
圖表 56. Nokia 之 3G R5 網路架構

與 Nokia 之 R4 網路架構 (圖 xx) 相較，在無線接取網路方面，R5 引入 All-IP RAN 之觀念，將 ATM 改為 IP 傳輸 (或 IP over ATM 以 reuse ATM 設備)，並利用分散式架構之管理方式，將 RNC 分離成控制器與閘道器以增進無線資源管理之功能。在基地台之演進亦可同時支援多種空中介面格式 (GSM/EDGE/WCDMA)。



圖表 57. Nokia All IP RAN 架構

在核心網路方面，R4 核心網路已 IP 化，因此基本架構不變，最大之差異乃在於 R5 新增 IP Multimedia Core 子系統，包含呼叫處理伺服器（Connection Processing Server, CPS）、IP 註冊蓄錄器（IP Multimedia Register, IMR）及 SIP 服務管理點（SIP Service Management Point, SSMP）等元件，以提供 HSS 及 3GPP R5 IMS 子系統之功能。



圖表 58. Nokia IP Multimedia Core Release1 架構

(2) 降低演進至 R5 之衝擊

為平順由 R4 演進至 R5、降低對服務之衝擊、並節省投資成本，Nokia 公司建議本公司 3G 可採用之步驟如下：

(A) R4 與 R5 網路彼此並存以提供服務：

因核心網路並未大幅改變，R5 仍需要 MGW 以連接傳統之 PSTN 網路，因此若欲提供 R5 之 SIP-based 服務，可新增 IP Multimedia Core 子系統，而不變動既有 R4 網路架構。

無線接取網路為了增加涵蓋或提升容量，而須新建之基地台之部分，可採用 R5 架構之產品，而不影響既有 ATM-based 之傳輸方式，並逐步朝向 IP RAN 而演化。

(B) 逐步演進至 R5 (或 R6) 網路：

R6 網路為 R5 網路之細緻化，可能將 PS 之 SGSN 切割成分離式架構，控制面與用戶面獨立；或採用單一 GTP 隧道 (one tunnel)，簡化現今兩段隧道之做法，以增進網路之 QoS 與傳輸效能。Nokia 較傾向後者之做法，因其不會影響硬體，僅需軟體升版即可。不論核心網路是否欲演進成 R5 (或 R6) 架構，抑或保持現狀，架構均不會有太大變動。

無線接取網路同樣可採用 R5 IP RAN 架構之產品，或保持現狀以既有 ATM-based 之傳輸方式，並逐步朝向 IP RAN 而演化。

(C) 完全演進至 R5 (或 R6) 網路

隨著無線接取網路 IP 傳輸之普及，以及 IP 網路品質之提升，網路可經由軟體昇板之方式全面演進至分散式架構 IP RAN 及單一隧道之 PS 核心網路，以增進 all IP 網路之效能。

由上可知，經由 R4 演進至 R5 為一平順演進 (smooth migration) 之過程，可視市場環境狀況逐步加以演進，而不影響用戶服務並 reuse 既有設備。

第5章 寬頻行動數據網路規劃

5.1 概述

為了提供用戶更豐富寬頻行動數據相關服務，更進一步將系統內部各介面訊務皆透過 IP 方式傳送，包括傳統電路式語音與 SS7 信號、以及分封式 GTP 封包，未來無線接取網路訊務傳送方式亦將由現今之 ATM 演進至 IP，因此作為最基礎之 IP 骨幹網路，其規劃益形重要。為達成前述核心網路 IP 化之目標，並發揮 IP 之最佳成本效益，茲將本公司 3G 建設之寬頻行動數據網路規劃要點陳述如下：

(1) 用戶層應用與傳輸層 IP 分離獨立：

因用戶層之應用種類繁多性質各異，如具有即時性語音與多媒體、可靠低延遲順序性之 SS7 信號及 Best effort 之 Internet 應用等，勢必無法全部混在一起以原設計供 Internet 使用 IP 來傳送，為使 IP 骨幹網路可承載更多樣化之訊務，用戶層應用與傳輸層 IP 功能應加以分離，並依照不同用戶層應用之特性加以分類獨立處理，使用戶層應用可透過中間之傳送層通訊協定，經調適 (Adaptation) 後而可共用相同之傳輸層 IP。

採用前述分離且獨立之架構，可使各式訊務皆可於共同之 IP 骨幹網路上傳送，換言之若傳輸層欲改用其他技術如 ATM、Frame Relay 或傳統 TDM 電路等，僅需調整作為 adaptor 之傳送層通訊協定，而不影響上層之用戶層應用，可使網路規劃及資源利用更具彈性。而不同特性之訊務彼此獨立傳送，亦可控制其 IP 傳輸方式，應用 Managed IP 相關技術以滿足不同用戶層應用之需求 (如延遲、變動率、誤碼率及順序性傳送等)。

(2) IP 控管 (Managed IP)

IP 為一非連結導向式 (Connectionless) 之分封交換技術，因此無法控制其在網路上狀況，僅適用於提供 best effort 服務，為了達到前述 (1) 欲傳送各式不同特性訊務需求，IP 須以能夠控管 (managed) 之方式傳送，網路經由流量控制或結合連結導向式 (Connection-oriented) 之分封交換技術等機制，以提供增加 IP 傳送能力、降低傳送之延遲、避免壅塞及快速備援保護等功能。

本公司建設中之 3G Managed IP 網路規劃，係針對各種不同特性之用戶層應用，以 MPLS 方式區隔成不同之虛擬專用網路 (VPN)，如電路式領域之 Control Plane VPN (CP VPN) 與 User Plane VPN (UP VPN)、分封式領域之 Gn VPN 與 GPRS Gn VPN、以及服務網路之 Service VPN (Ser VPN)，對個別之訊務加以獨立並區隔控管。各 VPN 雖共用相同之實體 IP 骨幹網路，但彼此獨立，不交換路由資訊，甚至不同 VPN 之設備仍可使用相同重複之 IP。

3G IP 骨幹網路設備 (Cisco 12416 及 Catalyst 6413) 均具備 MPLS VPN 之功能，可建構 3G 之強健而有控管機制之 Managed IP 骨幹網路，並於其上以 MPLS VPN 方式區隔控管訊務，以增加網路效益、減少設備投資、降低複雜度、增加擴充彈性並提供良好之服務品質保證。至於維運系統因其訊務特性非屬用戶，故另以獨立之實體 IP 網路 (DCN) 加以傳送，以區隔用戶與維運之訊務，倘若供用戶使用之 IP 骨幹網路發生障礙，維運系統之資料傳送仍可正常運作，回報障礙並盡速加以排除。

(3) 路由效能

IP 網路封包之傳送係依據路由器之路由表路由規則，良好的路由規劃可減少路由所經過之節點 (hop) 數目、增進路由效率、避免迴圈，並兼具備援性，因此路由規劃亦必須視網路之型態彈性採用靜態路由或動態路由方式，路由規則亦必須一致化與單純化，方可增進路由效能並降低維運複雜度。

(4) 備援機制與安全性

傳統 IP 網路之備援機制並非如 SS7 網路有第二路由或多重鏈路 (multi-homing) 觀念，第一路由故障可立即切換至第二路由，而係透過路由學習方式，重新自動尋找至目的地之新的路徑，因此耗時較長，而有較不可靠之缺點，至於安全性更是最為人所詬病之缺點，駭客攻擊事件層出不窮，動輒癱瘓網路，更是規劃設計上需特別謹慎之處。

為了加強 IP 網路備援機制，除設備與介面均具備兩套備援，亦利用 Virtual Router Redundant Protocol (VRRP)、MPLS-TE fast re-route 與卡板 loopback address (multi-homing) 等功能，以增進 IP 網路備援能力，使 IP 能夠承載如 SS7 信號等強調傳輸可靠之訊務。

在安全性考量下，除透過防火牆等基本網路安全保護設備以過濾惡意攻擊之封包外，重要設備如 HLR 等亦採用 Private IP 及靜態路由等方式，以隱藏設備所在之網段，避免遭到外界攻擊。然防火牆亦通常為網路效能瓶頸所在，故為考慮網路效能及降低維運複雜度，亦須降低防火牆之數量並兼顧安全性，使網路可提供安全且高品質服務。

(5) 網路品質

為提供語音及多媒體等具備即時性等需求之服務，IP 網路必須具備 QoS 能力，使網路品質能保持在一定程度之上，符合特定之 SLA (Service Level Agreement)，況 3G 之 IP 乃建構於行動環境之上，網路資源與服務品質與固網相比更難以掌握，因此 QoS 更為重要，此亦 3G 與 2G 間主要差異之一。

3G 之 IP 網路除了採用 Differential service (Diffserv) 方式以提供不同等級 QoS 之 IP 服務，並結合 MPLS Traffic Engineering (MPLS-TE) 之技術，以保障 IP 網路之傳送品質，加上 3GPP 標準所定之 QoS 相關機制，使 3G 可具備 QoS 能力以提供各式廣泛之 IP 相關應用服務。

以下茲以由上而下之方式，介紹本公司之 IP 骨幹網路規劃要點：

5.2 VPN 規劃

欲使各式訊務皆可於 Managed IP 骨幹網路上傳送，首先依訊務特性加以分類如下：

5.2.1 VPN 類別

核心網路部分：

可分為電路式領域 (CS) 及分封式領域 (PS) 兩大部分：

- CS：主要分為傳送用戶語音及電路式數據等訊務之 User Plane (Nb 介面) 訊務以及 SS7 over IP 及 MEGACO/H.248 (Mc 介面) Control Plane 訊務。
- PS：包括傳送用戶 GTP 封包之 3G 內部 Gn 介面訊務以及介接 GPRS Gn 介面訊務。

服務網路部分：

包括一般 Internet 所使用之 TCP/IP、視訊會議與影音串流 (streaming) 等多媒體服務所使用之 UDP/IP、以及傳送多媒體簡訊等行動增值服務所使用之 WAP/IP 等訊務。

依據以上不同之訊務類別，3G 規劃以下之 VPN 加以分隔獨立傳送：

- (1) UP VPN：用於 MGW 與 MGW 間之 Nb 介面，以傳送交談式 (Conversational) QoS 等級之用戶語音及電路式數據等 CS 訊務。本 VPN 之訊務具有低延遲 (Low delay)、特定時間關係 (Stringent Time Relationship) 與封包長度較小等特性。
- (2) CP VPN：用於具備 SIGTRAN 介面之信號網路元件，如 HLR、MSS、SRRi 與 3G SGSN、以及 Mc 介面 (MEGACO/H.248) 之 MGW 等，未來 IN 之 SCP 也將具備 SIGTRAN 介面能力。CP VLAN 用以傳送核心網路內部之控制信號 (包含 Iu-CS 介面之 RANAP)，本 VPN 訊務之流量控制及備援方式由上節所述之 SCTP 通訊協定加以控制。
- (3) Gn VPN：用於 3G SGSN、GGSN 與 BG 等 GSN 元件間之 Gn 介面，以傳送各種 QoS 等級之多媒體 (如視訊會議等)、影音串流 (如線上音樂等)、互動式 (如線上遊戲等) 及背景式 (如電子郵件) 等 PS 訊務。本 VPN 之訊務具有各種不同 QoS 等級之特性，如低延遲 (Low delay)、低時間差動量 (Jitter)、高疏通率 (Throughput) 至低封包丟失率 (Packet loss) 等，因此在 IP 傳輸上須結合 Diffserv 服務，以提供不同之 QoS/CoS。此外 Gn 介面之封包長度也較大 (約 512 位元組)。

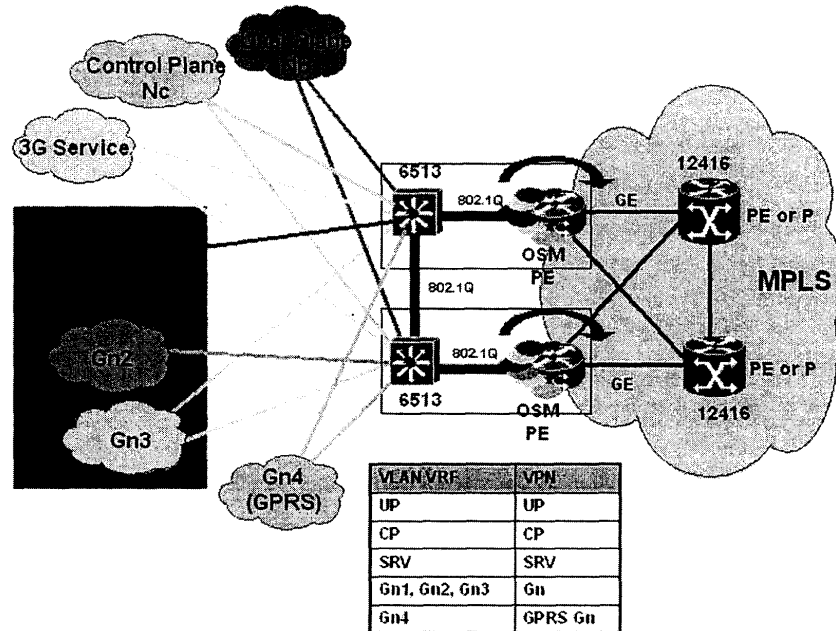
(4) GPRS Gn VPN：用於 3G GSN 元件與 GPRS GSN 間 Gn 介面，當用戶由 3G 跨系統交遞至 GPRS 後，其服務仍須透過原先之 GGSN (3G) 來提供，因此 3G 亦必須規劃 GPRS GN 介面之 VPN。在訊務特性上則與前述 Gn VPN 相似，惟 GPRS 之 QoS 支援能力較弱。

(5) Ser VPN：用於 3G 之服務網路與用戶接取 emome 增值服務，主要傳送服務相關之 IP 訊務，此部份訊務之特性與 Gn 介面訊務類似 (Gn 訊務乃加此部分包裝成 GTP 封包傳送)

上述 VPN 屬於邏輯面概念，並不需為每個 VPN 皆建置供其使用實體 IP 骨幹網路，乃建置單一共用 IP 骨幹網路，並利用第三層 MPLS VPN 技術，將不同 VPN 加以區隔。

5.2.2 VPN 規劃及架構

有關 3G 之 VPN 規劃及架構如下圖之說明：



圖表 59. 3G MPLS VPN 架構圖

在 VPN 架構中，用戶端 (Customer Edge, CE) 由 3G SGSN、GGSN 防火牆及 L3SW (Cisco 6513) 等所構成，L3SW 兼具第二層區域網路交換及第三層路由交換之功能，在規劃上則切割不同之 VLAN，以區隔不同之區域網路。

骨幹之 Edge 端 (Provider Edge, PE) 功能則由 L3SW 之 OSM 模組提供，來自不同 VLAN 之訊務透過 802.1Q VLAN trunk 之功能，經由 OSM VRF/VPN mapping 之功能對映至其所屬之 VPN，將不同特性之訊務予以分離。

骨幹之核心交換 (Provider, P) 功能則由 GSR (Cisco 12416) 提供，利用 MPLS 隧道將訊務快速於廣域網路 WAN 上交換，提供高傳送能力及 QoS 保證之 IP 傳送功能。GSR 亦可自兼前述之 PE 功能。

利用 VPN 方式將訊務加以分離獨立之目的，即在於可共用單一之 IP/MPLS 骨幹網路，又可對不同特性之 IP 訊務進行控管，而不至於所有訊務雜亂無序混合在網路上傳送。

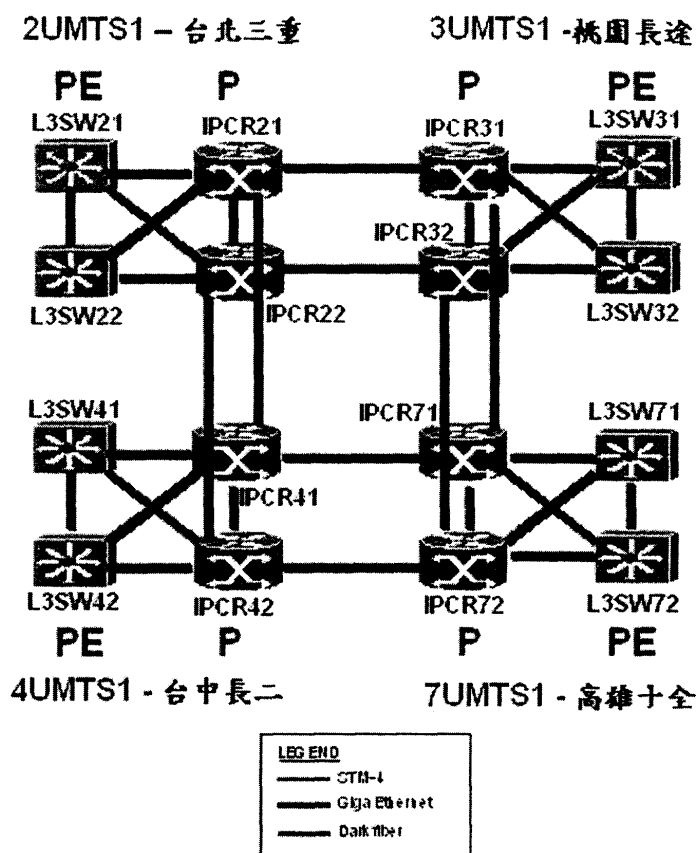
其他之優點如每個 VPN 之路由表亦得以簡化，增加路由效率、增加安全性 (CP、UP 及 Ser VPN 彼此無法互通)，可有效控制與維運管理、充分利用頻寬資源、以及節省網路硬體成本等。

5.3 IP/MPLS 骨幹網路規劃

本節將介紹 IP/MPLS 骨幹網路之架構及其規劃要點：

5.3.1 網路架構：

3G 之 IP/MPLS 骨幹網路架構如下：

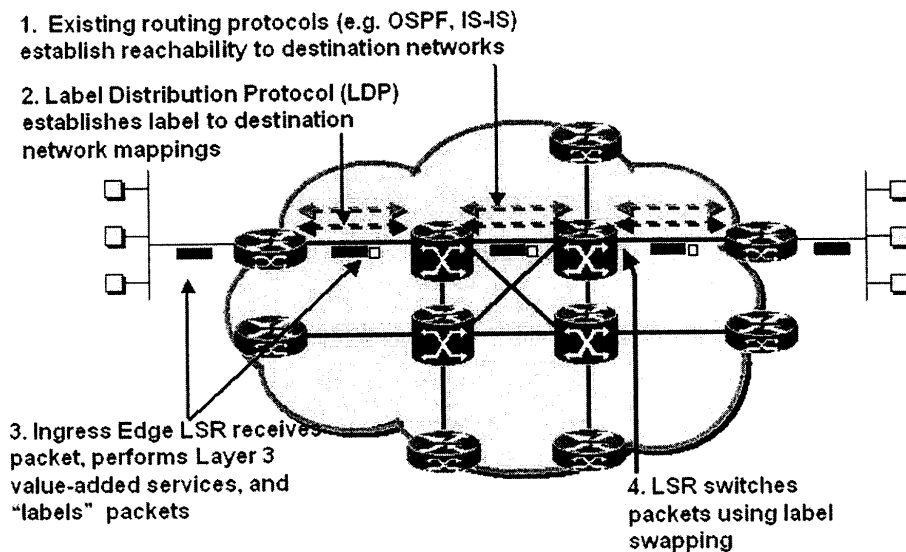


圖表 60. 3G IP/MPLS 骨幹網路架構圖

核心網路各站台內部之訊務經由 L3SW (Cisco 6513) 交換傳送，跨站台之訊務則透過 IPCR (Cisco 12416) 傳送。L3SW 與 IPCR 則以 Gigabit Ethernet 介面連接，IPCR 與 IPCR 間則以 STM-4 介面透過 SDH 網路連接。在備援上亦皆具備雙設備雙鏈路之設計，以確保傳輸之可靠性。

5.3.2 MPLS 規劃

MPLS 為一利用標籤交換 (label-swapping) 以轉送 IP 封包之技術，可應用於 IP 之下之各種不同媒體層，如 ATM、Frame Relay、Ethernet 及 POS 等。MPLS 之基本運作方式，先以傳統第三層之 IP 路由通訊協定 (如 OSPF 等)，建立整個網路之基本路由資料，再根據這些路由資料以 Label Distribution Protocol (LDP) 通訊協定建立起 MPLS 隧道 (即 Label Switch Path, LSP)，而載送 IP 訊務。



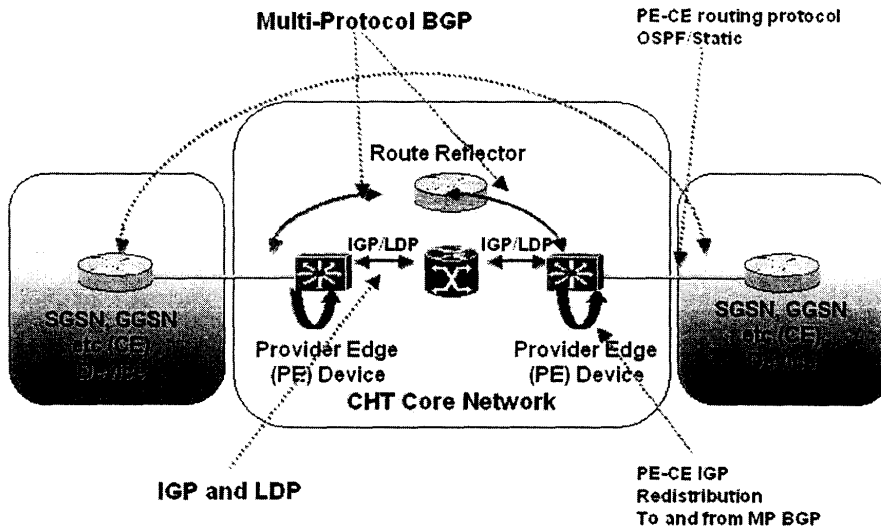
圖表 61. MPLS 運作原理

由上圖可知，一個以 MPLS 傳送訊務之 IP 網路首先必須可正常交換路由資訊，Edge LSR 亦必須具備 MPLS 轉送表 (forwarding table) 及將用戶 IP 封包對應成 LSP 之功能，LSR 則須具備 MPLS 轉送表以轉送 MPLS 封包。而 MPLS 轉送表之 distribution 則靠 LDP 將以遞送。

圖中所示之 Edge LSR 功能由 L3SW 提供，LSR 功能由 IPCR 所提供。

MPLS 可加速 IP 之傳送能力，對 IP 進行訊務控管 (Traffic Engineering, TE)，並可利用 MPLS 隧道之概念提供 VPN 服務。這些優點 3G 之 IP/MPLS 骨幹網路皆有納入規劃考量，雖然複雜度較一般 MPLS 網路為高，但亦可享受到前述優點，而可提供更廣泛之 IP 服務。

以 MPLS 方式提供 VPN 之運作方式如下圖所示：



圖表 62. MPLS VPN 基本運作機制

如圖所示，左右兩邊之 CE 端組成一 VPN，中間則為所有 VPN 共用之 MPLS 基礎網路。因每個 VPN 彼此獨立，因此皆須符合上節所述 MPLS 網路之基本需求，故 MPLS 網路必須加入以下功能：

在路由資訊之交換上，不同 CE 端之路由資訊必須能互相交換（圖中之 PE-CE routing protocol 部分），且不可與其他 VPN 之路由資訊混合，因此 PE 設備必須將 CE 端傳來之路由資訊，以 Multi-Protocol BGP 之方式遞送至另一 CE 端（紅色箭頭部份）。

在 VPN IP 訊務傳送上，為因應多個 VPN 架構，且其使用之 IP 可能重複，因此 PE 亦需建立多個 MPLS 轉送表，使不同 VPN 之 IP 訊務，可依據不同 MPLS 轉送表而對應至不同 LSP。此多重 MPLS 轉送表亦必須可交換至遠端 PE，亦透過前述 Multi-Protocol BGP 互相交換。

BGP 為不同 AS 網路間傳遞路由資料之通訊協定，VPN 亦可視為不同之 AS 網路，因此 MPLS 骨幹網路採用 Multi-Protocol BGP 以交換不同 VPN 之 CE 端路由資料及 PE 之 MPLS 轉送表資訊。

至於 LSP 之建立方式，則依照前述之 MPLS 基本運作方式（圖中之 IGP/LDP 部分）建立 LSP 資訊，以載送不同 VPN 之 IP 訊務。

透過上述運作機制，即使不同 VPN 使用相同之 IP，仍可透過 MPLS 隧道之包裝，於單一共同之 IP/MPLS 骨幹網路上傳送。因其依照不同之 MPLS 轉送表，亦可對其個別加以控管，具體實現 Managed IP 網路之概念。

5.3.3 VLAN 規劃

為了減少實體設備之數量及介面埠數，3G 於區域網路之規劃亦採用一般之 VLAN 方式，利用 L3SW 載送不同 IP 網段之訊務，並結合 802.11q VLAN trunking 之技術，以組成前述之 VPN。

5.3.4 IP 路由方式

3G IP 網路採用之路由方式主要考量為效能性、擴充性、維運便利性以及安全性，視不同特性之 VPN 及其下之網段而彈性採用不同之路由方式：

CP 及 UP VPN：為了強調其效能性及安全性，故採用靜態路由。

Gn、GPRS Gn 及 Service VPN：此部分內含多個 VLAN，且接取諸多不同外部網段，故採用 OSPF 之路由方式，動態彈性交換路由資訊，以增強其擴充性及維運便利性。

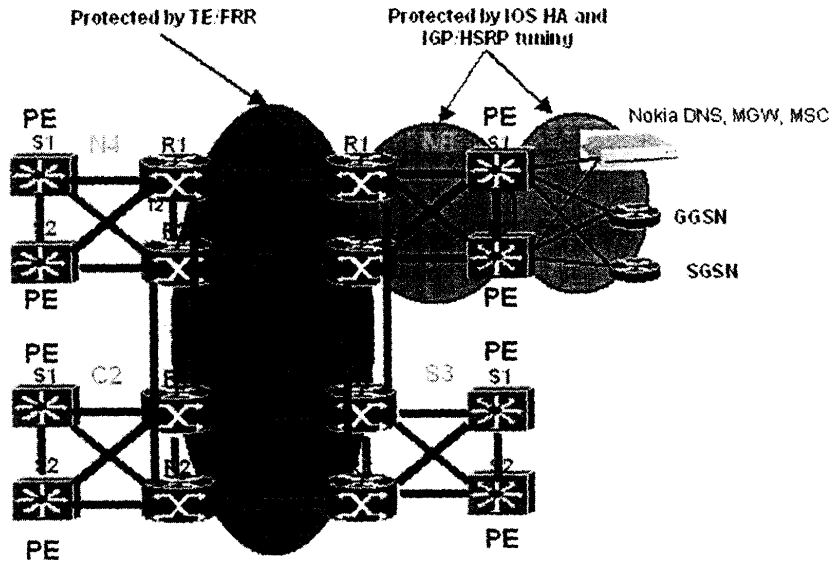
其他如 Gi 介面與 Iu-PS 介面等，因其介接環境單純，故採用靜態路由之方式，俾利效能性及維運便利性。

5.4 備援機制與安全性規劃

5.4.1 備援機制規劃

在 IP 網路之備援機制上，各主要設備本身之重要卡版均有 1+1 redundant 之設計，網路上各設備亦具備 redundant，可避免單點故障造成服務中斷。

以下為 3G IP 網路所採用之備援設計：

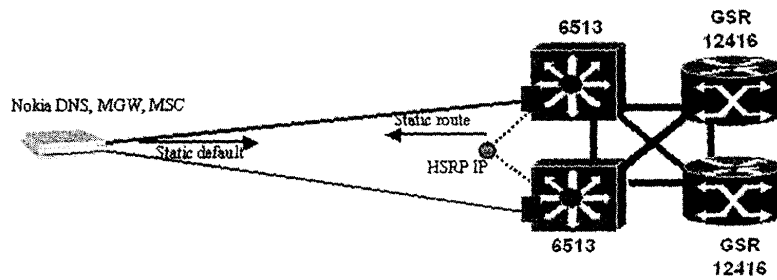


圖表 63. High availability IP 網路設計

(1) 備援通訊協定 (HSRP 及 VRRP):

用於 LAN 之環境中兩路由設備間之備援。利用 HSRP 或 VRRP 之 Virtual IP 位址概念，可快速將原經故障路由器之訊務導向備援路由器，但不適用於 WAN 之環境。

HSRP to Hosts



- HSRP is imposed on the 6513 switch's OSM

圖表 64. HSRP 應於於 L3SW 以提供 LAN 之備援保護

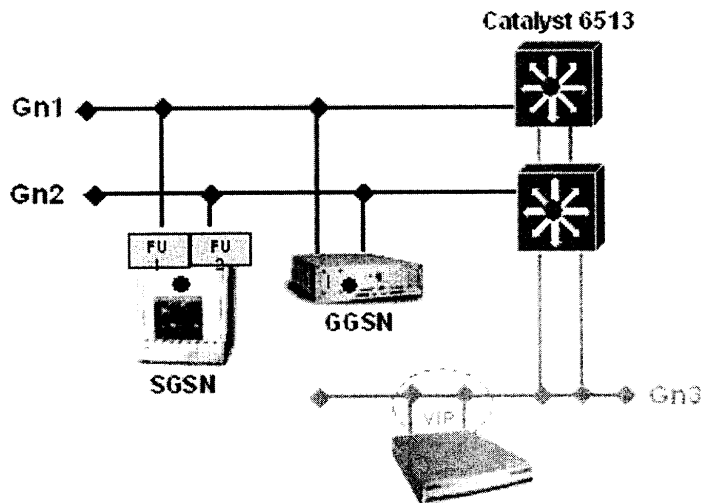
圖中 Host 端所設之 default gateway 為 HSRP IP 位址，兩 6513 設備均可同時收到 Host 端送至之封包 (LAN 環境)，而由其一負責實際處理轉送功能，因此若原處理節點故障時，備援節點可快速接手封包轉送之功能。

(2) IP/MPLS 骨幹之備援設計

利用 MPLS 之 TE FRR (Traffic Engineering Fast ReRouting) 之功能，以快速將中斷之 LSP 切換至另一 LSP。有別於 ATM 僅切換 PVC，僅提供鏈路備援之做法，MPLS-TE 係以整個網路之 topology 角度，自動選擇另一備援鏈路，可同時避免鏈路中斷與節點中斷。

(3) Gn 之備援設計

Gn 為 3G PS 領域最重要之介面，因此其備援做法如下：



圖表 65. Gn 備援架構圖

Gn 採用雙 VLAN 架構 (Gn1 與 Gn2) 以傳送 GSN 間 GTP 訊務，以及雙介面方式提供 DNS 服務備援。

GTP 訊務之 IP 為圖中之紅點部分，與 3G SGSN 及 GGSN 之介面 IP 不同，因此倘 Gn1 中斷服務，訊務仍可自動透過 Gn2 傳送。

DNS 設備因不具備其述邏輯與實體介面 IP 分離之功能，因此採用雙 Ethernet 介面以避免單一介面或 L3SW 故障而中斷服務。

5.4.2 網路安全性規劃

在網路安全性規劃上，除儘量共用現有防火牆以阻隔入侵外，並可增進網路效能、易於管理並節省網路設備另供他用。此外配合 VPN 之規劃及 IP/MPLS 骨幹網路之 MPLS 交換技術，更使 3G IP 網路較可避免為外界所測知，以降低遭攻擊之機會。

5.5 網路品質

網路品質亦為 IP 網路規劃上之一重要課題，如何兼顧頻寬使用效益，又能提供具備 QoS 服務品質，實乃極大之挑戰。現將 3G IP 網路於服務品質之規劃說明如下：

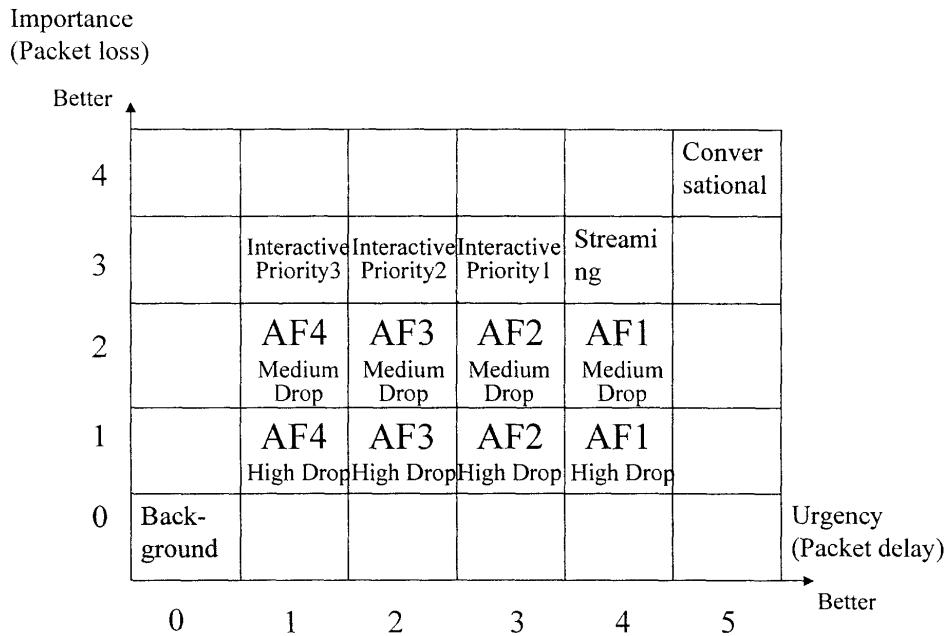
5.5.1 IP/MPLS 網路之服務品質：

為提供各式廣泛 IP 服務，IP/MPLS 網路結合 IP 差異性服務(Differentiated Service, DiffServ) 及 MPLS-TE 技術，以滿足不同服務 QoS 需求。

(1) DiffServ：

DiffServ 係由 IETF 組織所制定之 QoS 機制，以 IP 封包優先化之觀念提供具 QoS/CoS 差異性等級之服務。其 QoS 觀念並非針對每個用戶（太複雜且不切實際），而是針對不同等級 CoS (Class of Service) 而提供具差異性 IP 傳送。其運作方式並不需透過信號，僅利用 IP 標頭 ToS (Type of Service) 欄位，用戶端將 IP 封包 TOS 欄位，依據 IETF 之建議填入不同 DSCP 值 (DiffServ Code Point)，路由器設備再據此保留特定之頻寬資源，以決定 IP 封包處理之優先順序。

IETF 所建議 QoS 與對應 DSCP 值如下圖所示：



圖表 66. IETF 建議之不同等級服務與 DSCP 之 mapping

Nokia 對於 UMTS 所需求之 QoS 等級與 IETF 建議之 DSCP 其對應如下表：

表格 3 Nokia 3G 系統之 UMTS QoS 等級與 DSCP 之 mapping

Traffic Type	IETF DiffServ PHB	DSCP
UMTS Conversational Class	EF	101110
UMTS Streaming Class	AF Class 1 Low Drop Prec	001010
UMTS Interactive Class Priority 1	AF Class 2 Low Drop Prec	010010
UMTS Interactive Class Priority 2	AF Class 3 Low Drop Prec	011010
UMTS Interactive Class Priority 3	AF Class 4 Low Drop Prec	100010
UMTS Background Class	BE	000000

(2) MPLS Traffic Engineering (MPLS-TE) :

Cisco 設備所採用之 MPLS-TE 方式係依據 IETF 制定之 RSVP Extension，RSVP 本應用於流量控制及保留網路頻寬供 Integrated services 所使用，而 MPLS-TE 目的亦類似於 RSVP，故將 RSVP 延伸應用於 MPLS-TE。

利用 MPLS-TE 可依據 policy 及 constraint 自動選擇路徑，並具備路徑 fast rerouting 之功能，而不須重新學習並建立新路徑。倘 constraint 改變時，既有已建立路徑亦將跟隨改變。當網路狀況變動時，也能夠隨之最佳化 MPLS 路徑，以充分利用網路資源。

詳細之運作原理可參考相關之 RFC 標準（如 RFC3209 RSVP-TE:）。

第6章 行動增值服務平台及應用服務

6.1 MMS 服務

MMS(Multimedia Messaging Service)是行動電話網路上的多媒體訊息服務，其類似於原有 2G 網路的簡訊服務(SMS)，但所傳遞的內容更為豐富多樣化，包括相片、圖檔、語音、影像檔、與其他各種型式的內容。

MMS 的一個應用像是電子賀卡(electronic postcard)，包含問候的文字、圖片、與即時影像與語音檔等。

(1) 運作方式：亦以 store and forward 原理運作：

- 當 MMSC 收到訊息時，將其儲存於本身的 DB(Database)上。
- 當 MS 要求接收訊息時，MMSC 將訊息傳送出去。
- 若是訊息無法成功傳送，則將其儲存等待以後再送。
- 當訊息成功傳送後，則將其從 DB 中移除。

(2) MMS 服務種類：包含以下四種基本之服務：

- MO (Mobile Originated)多媒體訊息
- MT (Mobile Terminated)多媒體訊息
- AO (Application Originated)多媒體訊息
- AT (Application Terminated)多媒體訊息

(3) MMS 訊息特徵：MMS 訊息的主要特徵為：

- 定址方式(Addressing)：由依照 MSISDN 或 email 定址。
- 有效期限(Validity Period)：可由 MS 或網路業者定義 MMS 訊息的有效期限。
- MMS 通知(Notification)與回應(Acknowledgement)：對使用而言所能觀察到的 MMS 通知與回應包括以下三項：

Message Confirmation：當 MS 將 MMS 上傳至 MMSC 時，MMSC 會向 MS 送出確認以收到的訊息。

Message Notification：當 MMSC 收到一待傳送的 MMS 訊息時，它會通知該接收端的 MS 有訊息待傳送。

Delivery Report：為一狀態報表，用以訊息傳送方該訊息是否已成功送出、或未能成功送出、或接收端已拒絕該訊息。此狀態報表需經要求後送出。

(4) MMS PDU 型式

表格 4 MMS PDU 型式說明表

PDU 型式	相關說明
M-send.req	傳送一個 MMS 訊息至 MMSC
M-send.conf	MMSC 回應已收到該 MMS 訊息
M-notification.ind	MMSC 通知有一新的 MMS 訊息
M-notifyresp.ind	接收端手機對相關動作之回應
WSP GET	從 MMSC 抓取訊息
M-Retrieve.conf	從 MMSC 接收訊息
M-Acknowledge.ind	訊息傳送之回應(optional)
M-Delivery.ind	所傳送訊息之 delivery report(optional)
M-read-rec.ind	從接收端來的 read-reply report(optional)
M-read-orig.ind	送往傳送端的 read-reply report (optional)

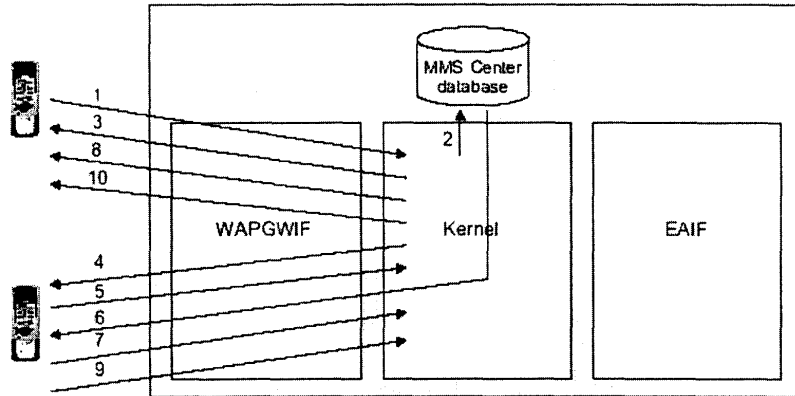
(5) MMS 訊息處理

在這裡僅就 MO-MT 部分的 MMS 信息處理做說明。在 MO-MT MMS 的傳送方式可分為三種：立即傳送、延遲傳送與過濾傳送。

● MMS 的立即傳送

1. 由手機將 MMS 訊息送至 MMSC， M-Send.req
2. MMSC 將此 MM-O 訊息存放於 database
3. MMSC 回應已收到該 MMS， M_Send.conf
4. MMSC 通知接收端手機已有一新的訊息， M-Notification.ind
5. 接收端立即抓取該 MMS 訊息，或是回應稍後再抓取。本流程中係討論前者，則手機將送出 WSP GET 立即抓取 MMS
6. 訊息由 MMSC 送至手機， M-Retrieve.conf
7. 接收端手機回應已收到該 MMS， M-Acknowledgement.ind
8. 將 delivery report 送至發送端手機(若發送端手機有要求時)， M-Delivery.ind

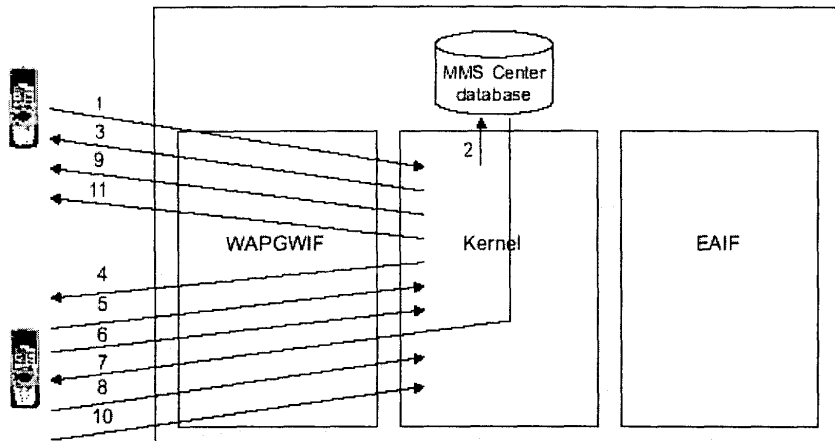
9. 接收端傳送一 read-reply 報告至 MMSC，M-read_rec.ind
10. MMSC 將此 read-reply 報告送至傳送端手機，M-read-orig.ind



圖表 67. MO-MT MMS 訊息立即傳送

● MMS 的延遲傳送

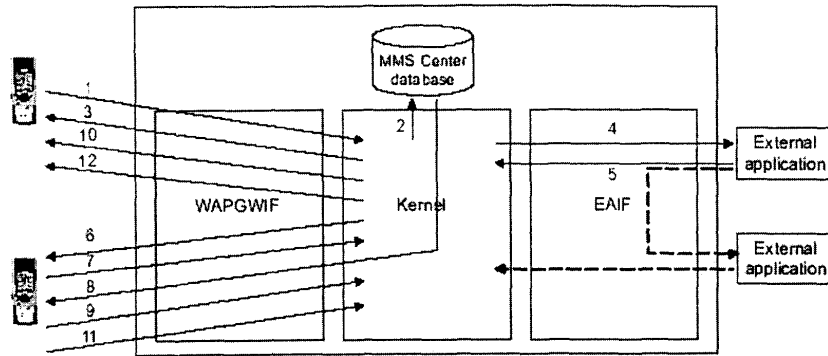
1. 由手機將 MMS 訊息送至 MMSC，M-Send.req
2. MMSC 將此 MM-O 訊息存放於 database
3. MMSC 回應已收到該 MMS，M_Send.conf
4. MMSC 通知接收端手機已有一新的訊息，M-Notification.ind
5. 接收端回應稍後再抓取，M-Notification.ind
6. 最後接收端手機要求取出 MMS 訊息，M-NotifyResp.ind
7. 訊息由 MMSC 送至手機，M-Retrieve.conf
8. 接收端手機回應已收到該 MMS，M-Acknowledgement.ind
9. 將 delivery report 送至發送端手機(若發送端手機有要求時)，M-Delivery.ind
10. 接收端傳送一 read-reply 報告至 MMSC，M-read_rec.ind
11. MMSC 將此 read-reply 報告送至傳送端手機，M-read-orig.ind



圖表 68. MO-MT MMS 訊息延遲傳送

● MMS 的過濾傳送

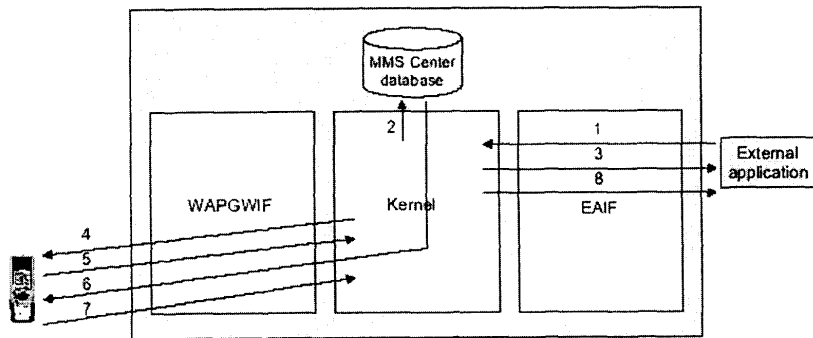
1. 由手機將 MMS 訊息送至 MMSC， M-Send.req
2. MMSC 將此 MM-O 訊息存放於 database
3. MMSC 回應已收到該 MMS， M_Send.conf
4. MMSC 將訊息送至外部 AP 處理過濾相關內容。
5. 處理後，外部 AP 回覆相關訊息至 MMSC。
6. MMSC 通知接收端手機已有一新的訊息， M-Notification.ind
7. 接收端立即抓取該 MMS 訊息，或是回應稍後再抓取。若係前者，則手機將送出 WSP GET 立即抓取 MMS
8. 訊息由 MMSC 送至手機， M-Retrieve.conf
9. 接收端手機回應已收到該 MMS， M-Acknowledgement.ind
10. 將 delivery report 送至發送端手機(若發送端手機有要求時)， M-Delivery.ind
11. 接收端傳送一 read-reply 報告至 MMSC， M-read_rec.ind
12. MMSC 將此 read-reply 報告送至傳送端手機， M-read-orig.ind



圖表 69. MO-MT MMS 訊息過濾傳送

● AO 與 AT 之 MMS 訊息

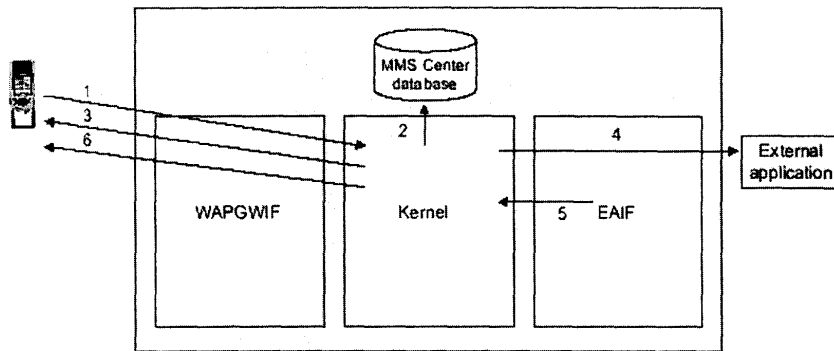
無論是 AO 或 AT 之 MMS 訊息，當 MS 使用手機接收/傳送訊息時，其 MM1 介面之 M-Send.req 與 M-Send.conf 的訊息是與一般的 MO-MT MMS 的路由方式是相同的。



圖表 70. AO-MT 信號流程

1. MMSC 收到由外部 AP 傳來的 MMS 訊息，M_Send.req
2. MMSC 將所收到的 MMS 放在 database 中
3. MMSC 回應外部 AP 該訊息已收到，M_Send.req
4. MMSC 通知接收端手機已有一新的訊息，M-Notification.ind

5. 接收端立即抓取該 MMS 訊息，或是回應稍後再抓取。(假設為前者)，WSP GET
6. 訊息由 MMSC 送至手機，M-Retrieve.conf
7. 接收端手機回應已收到，M-Acknowledgement.ind
8. 將 delivery report 送至外部 AP，M-Delivery.ind



圖表 71. MO-AT 信號流程

1. 由手機送至 MMSC，M-Send.req
2. MMSC 將此 MM-O 訊息存放於 database
3. MMSC 回應已收到該 MMS，M_Send.conf
4. MMSC 將此 MMS 送至外部 AP，M-Send.req
5. 外部 AP 傳送 delivery report 回 MMSC，M-Delivery.ind
6. MMSC 傳送 delivery report 回手機，M-Delivery.ind

(6) 連接 Email

當 MS 使用手機傳送 MMS 至某一 email 帳號時，其 MM1 介面之 M-Send.req 與 M-Send.conf 的訊息與一般的 MO-MT MMS 的路由方式是相同的。

MMSC 將 MMS 訊息轉換成 email 的格式並將其送至 email server，在 email server 會以 SMTP 協定回應已收到該 email 的信息，在 email server 與 MMSC 間即是以 SMTP 來通訊。

SMTP 僅能辨認純文字的資料，並負責實際資料的傳送，而 MIME 則用於支援夾檔(attachment)的功能。

(7) Inter-MMSC 的訊息

以下列出 Inter-MMSC 三種 PDU 的型式，其中 MM4_read_reply_report.REQ 與 MM4_read_reply_report.RES 是進行 MMS 轉播(relay)時必須支援的訊息格式。

表格 5 Inter-MMSC PDU 型式說明表

PDU 格式	描述
MM4_forward.req	傳送訊息至接收端的 MMSC
MM4_forward.res	接收端的 MMSC 回應已收到所傳送訊息
MM4_delivery_report.req	要求接收端的 MMSC 的 delivery report
MM4_delivery_report.rsp	傳送端 MMSC 的回應
MM4_read_reply_report.req	由接收端 MMSC 傳送訊息至傳送端 MMSC
MM4_read_reply_report.res	傳送端 MMSC 傳送回應信息指示該信息運作之狀況

6.2 LCS 服務

LCS 服務的種類包括導航服務(Navigation Application)、追蹤服務(Tracking Applications)、資訊服務(Information Service)、安全與緊急救援服務(Safety and Emergency Applications)、與彈性計費服務(Operator and Tariff Application)等。

在導航服務方面，LCS 可提供用戶從一個地點到下個地點的行進方向指示，亦可包含如定位出附近餐廳等之功能。

而追蹤服務方面，可用來追蹤人員、車輛或其他資產的位置，相關應用包括車輛管理(fleet management)、快遞服務之追蹤(Delivery Service Tracking)、與失竊物品追蹤、或幼童病人之追蹤等。

LCS 所提供之資訊服務，係指對用戶所處之環境位置提供相關資訊，如行動黃頁、路況與氣象報導、城市導覽、旅遊資訊等。

至於安全與緊急救援服務則可以定位出需要協助之人員位置，像是 911/112 的緊急救援服務、或是故障車輛的緊急拖吊與修理等。

最後，網路業者亦可以啟動彈性計費服務，以提昇用戶服務、網路的效能或是容量的規劃。相關例子如，Location-based 的 IN 服務、location-based charging、與 Network traffic measurement 等。

6.2.1 定位方法

LCS 的定位方式分為 Cell ID(CI)、Cell ID + Timing Advance(CI+TA)、Cell ID + Receiving Signal Strength(CI+Rx)、Cell ID + Timing Advance + Receiving Signal Strength (CI+TA+Rx)、Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)、Global Positioning Methods (GPS)、Service Area Identifier(SAI)等七種。

(1) Cell ID(CI)

- CI 的定位方法，係使用 cell/sector ID 來定位行動台，此種方式可應用在所有的手機上。
- CI 的定位精確度，與下列各項因素有關，一般而言約為 500-1000 公尺：

- Cell 涵蓋區的大小
- MS 離 cell 之 BTS 位置
- CI、CI+TA、CI+TA+Rx 需要的網路元件為：
 - IGMLC
 - Stand-Alone SMLC
 - BSC S9+
 - MSC/HLR M10+

(2) Cell ID + Timing Advance(CI+TA)

- 在此種定位方式中，每個 cell sector 被區分為 TA regions，每個 TA region 被指定一個 0-63 或 0-127 的值，在 location response 中會將這個值附上送至 GMLC，並用以計算用戶的位置。
- CI+TA 的定位精確度，與下列各項因素有關，一般而言約為 500 公尺：
 - Cell 涵蓋區的大小
 - MS 離 cell 之 BTS 距離
 - BTS 的型式(omni 或 sectored)
 - TA 量測的精確性
 - Line of Sight 的情況

(3) Cell ID + Receiving Signal Strength(CI+Rx)

- CI+Rx 的定位方式，係使用 Cell ID 與涵蓋細胞與相鄰細胞所接收到信號強度(Rx)來定位行動台。
- CI+Rx 的定位精確度，與下列各項因素有關，一般而言約為 500 公尺：
 - Cell 涵蓋區的大小
 - BTS 的型式(omni 或 sectored)
 - Line of Sight 的情況

- 行動台能聽到的基地台數目
- 相關基地台地理位置之排列

(4) Cell ID + Timing Advance + Receiving Signal Strength (CI+TA+Rx)

- CI+TA+Rx 的定位方式，係使用 Cell ID、TA 與 Rx 之技術來定位行動台。在此種定位方式中，每個 cell sector 被區分為 TA regions，每個 TA region 被指定一個 0-63 或 0-127 的值，在 location response 中會將這個值附上送至 GMLC，並用以計算用戶的位置。
- CI+TA+Rx 的定位精確度，與下列各項因素有關，一般而言約為 300 公尺：
 - Cell 涵蓋區的大小
 - MS 離 cell 之 BTS 距離
 - BTS 的型式(omni 或 sectored)
 - TA 量測的精確性
 - Line of Sight 的情況
 - 行動台能聽到的基地台數目
 - 相關基地台地理位置之排列

(5) Enhanced Observed Time Difference (E-OTD)

- E-OTD 定位方式需要具 E-OTD 功能的手機才能支援，且手機需同時聽到至少三個基地台的信號才能運作。
- E-OTD 所需之網路元件：
 - iGMLC
 - MSC/HLR M10+
 - BSC S10 with intergrated SMLC
 - Nokia LMU
- E-OTD 的定位精準度與下列各項有關：
 - Multi-path 的環境

- 相關基地台地理位置之排列
- Line of Sight 的情況
- 同頻或鄰頻干擾
- E-OTD 量測的數目
- MS 本身決定 OTD 值之精確度
- 行動台移動的速度

一般而言，根據模擬的結果在市區其定位之精準度約有 67%可達 70-250 公尺，在郊區或鄉間則約為 30-100 公尺。

(6) Global Positioning Methods (GPS)

使用 GPS 定位主要分為兩種方式：傳統的 GPS(Conventional GPS)與協助的 GPS(A-GPS, Assisted GPS)。

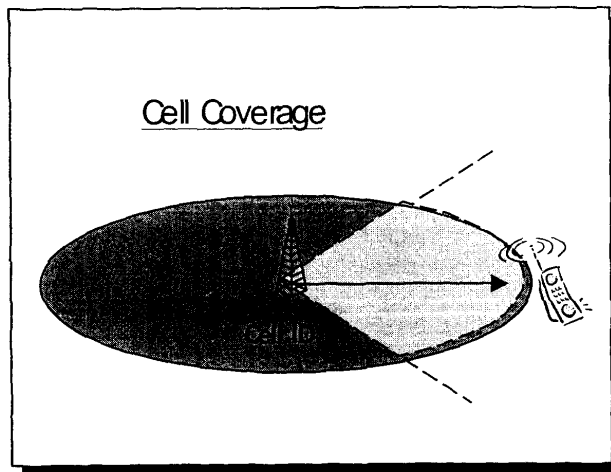
在傳統的 GPS 方式中，行動台可以經由 GPS 衛星的資料直接計算估計手機所在的位置，並將估算值傳回行動網路，在定位過程中並不需要行動網路的協助。

在 A-GPS 的情況下，行動網路提供行動台協助性的資料，如可接取之 GPS 衛星的列表，手機再將此資訊與 GPS 所提供之資訊配合起來估算出相關之位置資訊，並將估算值傳回行動網路。

GPS 的定位方式一般而言可提供約數公尺的精確度。

(7) Service Area Identifier(SAI)

SAI 定位方式必須在 Nokia GMLC 本身具備此功能時方可使用，且必須連接到 Nokia 本身的 stand-alone SMLC Release1.5 CD2 時方可正常運作。



圖表 72. SAI 定位方式一例

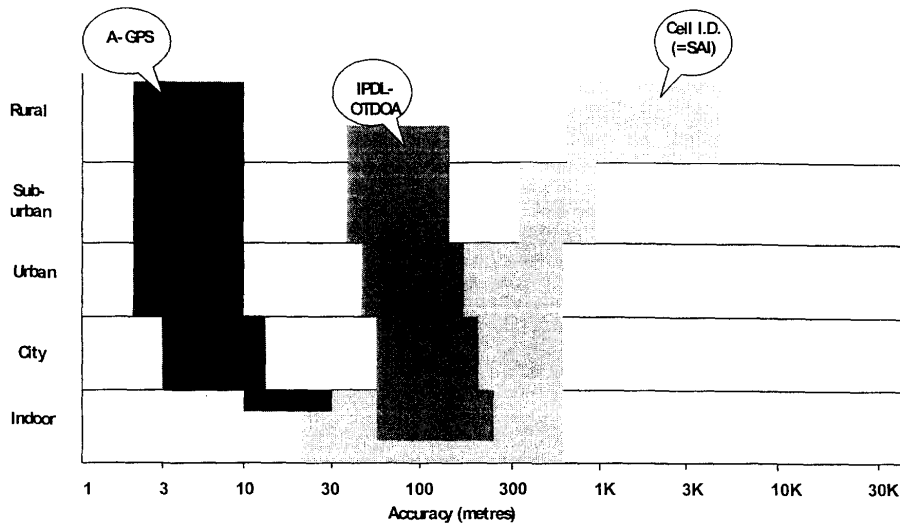
涵蓋細胞的相關資訊可經由 paging、location area update、cell update、UTRAN Registration Update、或是 routing area update 時獲得。相關之位置資訊包括：

- Cell ID(CI)
- Service Area Identity(SAI)
- 服務細胞的座標

SAI 定位之精準度約在 500-5000 公尺之間。

6.2.2 3G 各種定位方法精準度的比較

在 UTRAN 3GPP 標準中定義了三種不同的 LCS 方法，包括 SAI(+RTT)、A-GPS、與利用三角計算方式的 IPDL-OTDOA，此三種定位方式的精準度如下圖。

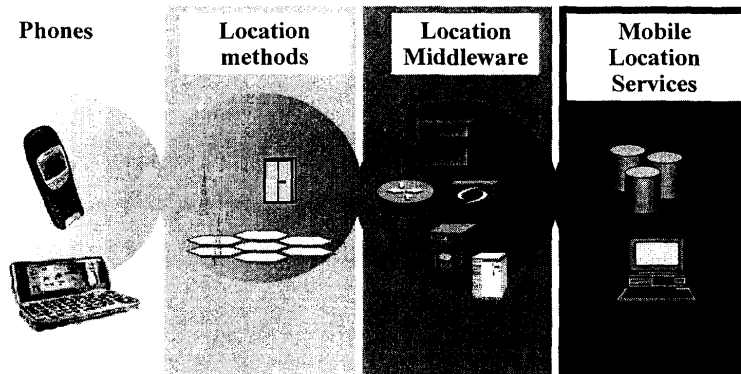


圖表 73. 定位精準度之比較

6.2.3 Nokia 的 mPosition 產品

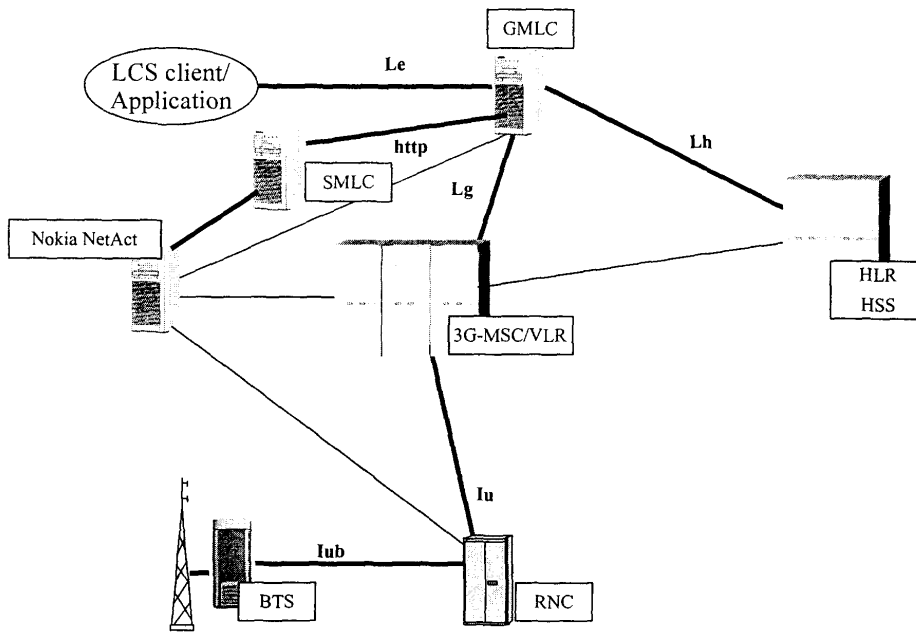
為提供 LCS 服務，Nokia 的 mPosition 系列產品提供 End-to-End 平台，使得相關 location-based 服務能快速提供。

Nokia mPosition Solution



圖表 74. Nokia mPosition 產品

Nokia 的 mPosition 系列產品能在各種不同的環境中，支援各種不同的定位方式，適用於 GSM、WCDMA 與 circuit core、packet core 的環境。以下為 mPosition LCS 的網路架構。



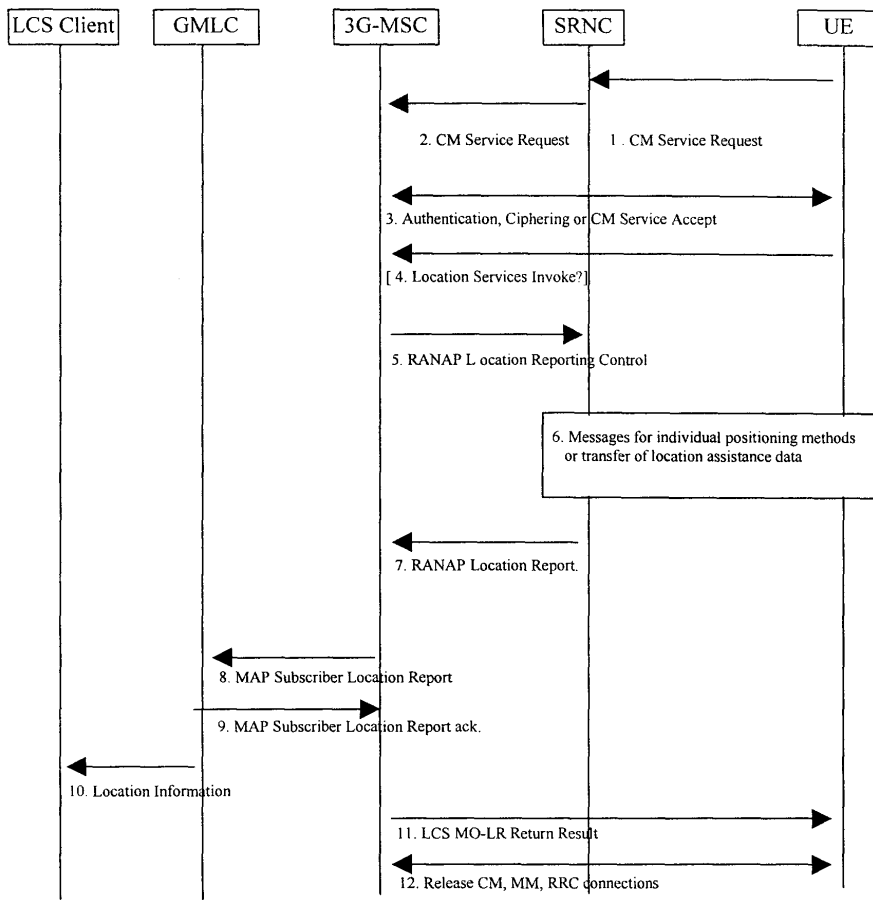
圖表 75. mPosition LCS 網路架構

6.2.4 位置要求程序

在 3GPP TS 23.271 中定義了三個基本的位置要求程序，包括 MO-LR (Mobile Originating Location Request)、MT-LR(Mobile Terminating Location Request)、與 NI-LR(Network Induced Location Request)。

- MO-LR

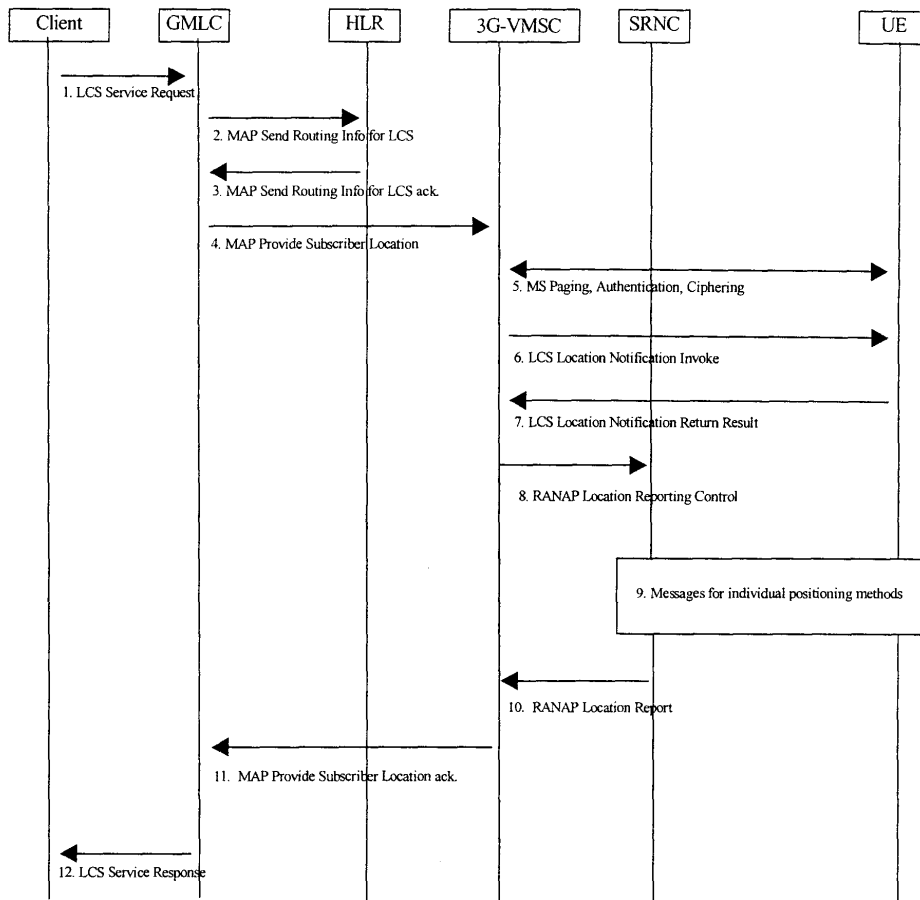
在 MO-LR 中，定位的要求是由手機本身發出。根據 3GPP TS23.271，手機可以從網路要求協助資料、從網路要求自己的位置或要求將自己的位置送至一個外部的 LCS Client。



圖表 76. MO-LR 流程

● MT-LR

MT-LR 在各種定位方式與各種版本中均有支援，其相關之信號流程如下圖。

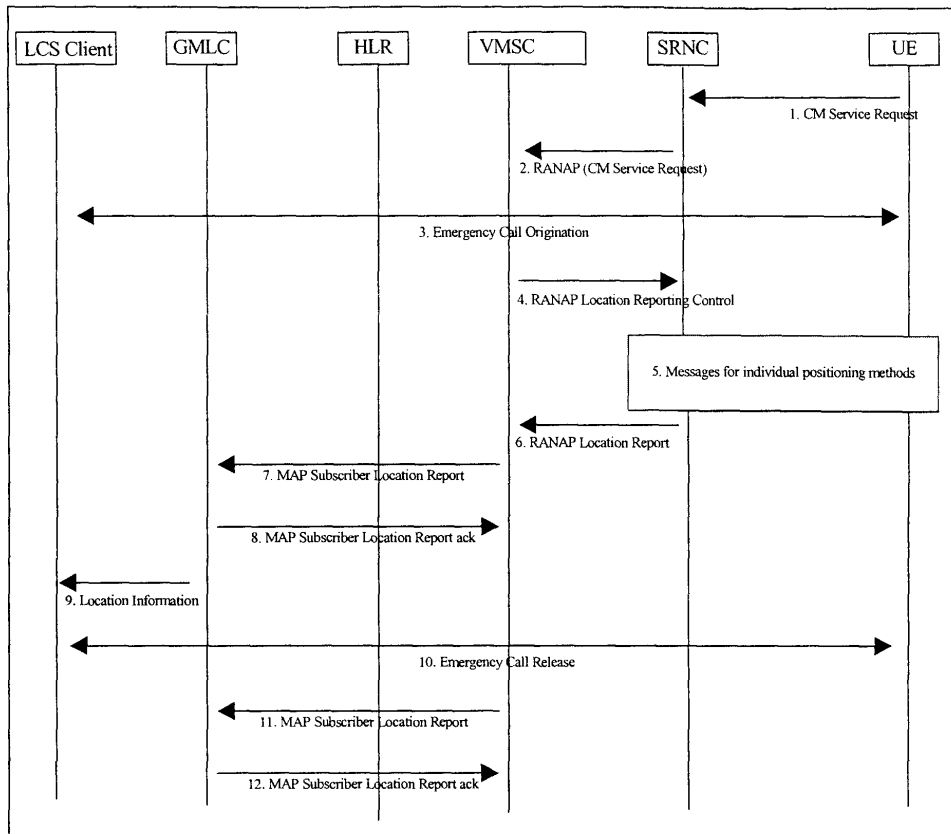


圖表 77. MT-LR

● NI-LR

NI-LR 的信號流程與 MT-LR 非常類似，所不同的是 NI-LR 是在有緊急呼叫發生時，由 Visited MSC 向 RNC 觸發一 RANAP 的 location reporting request。

在這種程序中，MSC 必須能支援收到相關緊急呼叫時能觸發一 location reporting request 的功能。以下為 NI-LR 的相關信號流程。



圖表 78. NI-LR 緊急服務呼叫流程

第7章 感想與建議

第三代行動通信系統是一新型態之行動通信系統，各界對其期待已久，此次受訓除研習第三代行動通信相關技術外，並實際見識 Nokia 之工廠及基地台生產流程。於此國內第三代行動通信起步，本公司刻建設系統之時，茲提出幾點感想與建議：

- (1) Nokia 公司雖為 3G 主要供應商之一，目前亦已有產品設備陸續供貨，網路並已開始進行建置，但由於第三代行動通信系統是一新型態複雜之行動通信系統，且仍未有採用 3GPP R4 架構已運作中之商用系統，如何確保本公司網路順利佈建？如何維運？如何經營？其與現有 2G 系統間如何發揮綜效？是本公司亟需思考之課題。
- (2) 第三代行動通信系統是一演進發展式之系統，於建置過程中將歷經數次架構改變與功能提昇，本公司採購之設備雖符合 3GPP R4 較為先進版本之網路架構，但誠如供應商所言，本公司亦為其第一個採用如此先進設備之全球客戶，如何規劃網路架構，發揮最佳網路效益，降低未知的技術漏洞瑕疵，並降低未來設備汰換之風險與成本，順利演進至新一代全 IP 之網路架構，是極為重要之議題。
- (3) 更豐富多樣化之增值服務實為 3G 所強調之重點，惟如何整合各式之增值服務平台、提供協力廠商更公開標準化介面及服務開發環境、降低經營者維運及出帳複雜度與簡化服務供裝流程等，亦為服務可順利推展不可忽略之部分，此部分並無明確之標準可依循，尤須具備豐富經驗之業者及承商互相配合，更增加困難變數，但也可累積更多實務 know-how，俾利由傳統行動電信經營者之角色轉變為行動服務提供者(Telecom to Datacom)。
- (4) QoS 是第三代行動通信系統之一非常重要的機制，3G 大量應用 IP 相關技術，以提供傳統語音及簡訊外更廣泛之服務應用，但 IP 最為人詬病之處即為其品質，唯有網路具備良好之通信品質，並提供完備之 QoS 機制，方可符合許多 3G 服務實際之需求，如何發揮網路最大效益以節省成本，但仍能維持 QoS，實為設計與維運之極大挑戰。

- (5) 將來 multi-vendor 環境是趨勢，除可節樽成本充分利用現有資源，另亦可引進新廠商互相競爭，降低採購成本並提升售後服務品質，但不同廠商所提供設備之互運是否能順暢，甚為關鍵。
- (6) 網路互運良窳之主要因素在於廠商設備與 3GPP 標準之符合程度，但仍可能因彼此產品採用不同版本之標準、或設計時對標準之解讀不同，而造成無法正常運作的狀況，為解決此問題即須以互運測試(IOT)之方式，確保網路間之正常互運，如何有效並確實查出問題所在，實為 IOT 須審慎規劃考慮之課題。

結語：

3G 未如 2G 之成長如雨後春筍，除執照費及建設成本過高外，系統至今仍未成熟乃關鍵因素之一，且各方專家對其正面、保守、負面甚至直接跳過 3G 直接採用 4G 之評估都有，面對這個有諸多特質的系統（標準不斷演進且差異甚大、複雜的系統特性、全新的維運優化技術、服務品質 QoS 如何保證、創新殺手級服務(killer application)為何、服務個人化(personalized)及客異化(customized)及更彈性之數據型營業模式等），將來如何整合以推出最具吸引力且最符合「用戶需求」之服務，絕不是用口號喊出來的，必須要各相關部門以戰戰兢兢的態度去分析它的特性，規劃出整體、妥善的策略，群策群力，才能再創一個輝煌的 3G 世代。