

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考察)

IP 網路之 QoS 及 訊務工程技術

服務機關：中華電信股份有限公司

出國人 職稱：科長

姓名：李喜琴

出國地區：英國、比利時

出國期間：民國 92 年 11 月 8 日-民國 92 年 11 月 16 日

報告日期：民國 93 年 2 月 13 日

H6 / 09205080

系統識別號：C09205080

公務出國報告提要

頁數：35 含附件：否

報告名稱：考察 IP 網路之 QoS 及訊務工程技術

主管機關：中華電信股份有限公司

出國人員：李喜琴 中華電信股份有限公司 網路處 科長

出國類別：考察

出國地區：英國、比利時

出國期間：民國 92 年 11 月 8 日-民國 92 年 11 月 16 日

報告日期：民國 93 年 2 月

分類號目：

關鍵詞：OSS、WQM、VOIP、MOS、Availability、Delay、Jitter、
Packet loss

內容摘要：

電信公司競相在行動通信網路上推出各種行動增值服務，其
規劃設備建置、以及管理橫跨語音網路、IP 網路、CDMA 網路、
GSM 網路及 GPRS 網路，增加了理上的複雜性，對 QoS 掌控則增加
了相對的困難度，然在此競爭激烈環境下，確保服務的品質與效
能卻比以往更加重要，必需有一套有效的監控機制，因此如何掌
握客戶使用各種業務之品質監測技術即甚為重要。

又 IP 分封網路技術日趨成熟，VOIP(Voice Over IP)之技術除
可提供傳統 TDM 網路的語音服務外，並可整合語音、視訊、數
據等綜合業務架構於同一 NGN 網路上，其並可允許各種不同的

底層技術 (Underlying Technology)，例如：光纜、無線傳輸、銅線、XDSL、或 POTS/ISDN 等。

然 IP 網路發展之初其主要並非應用於語音服務方面，故本公司期望利用 IP 網路提供語音、數據、影像等通訊新服務之同時，應同時注意其網路的管理及網路服務品質(QoS-Quality of Servicr)相關的技術研究及掌握。

本報告即為考察 Alcatel 公司在 NGN、VOIP 方面及 Agilent 公司在行動增值方面之服務管理及 QoS 品質量測技術，期以參考或引進此等技術，以確保本公司網路服務品質。

目 錄

1、考察目的與行程	1
2、Agilent 之網路與服務品質管理技術及作法	2
3、Alcatel 公司 NGN 網路的服務及管理	16
4、VOIP 網路服務品質(QoS)	19
5、考察心得與建議	30

1、 考察目的與行程

1.1 考察目的

本次考察分別參訪安捷倫 (Agilent) 及阿爾卡特 (Alcatel) 兩家電信設備與網路管理系統廠商，藉與系統廠商之共同研討，瞭解國外電信設備廠商對行動網路、VOIP 網路其於網路服務品質(QoS) 之管理技術及作法，作為本公司提昇 QoS 策略之參考以提升本公司電信網路之維運及未來相關網路品質監測技術之能力。

1.2 考察行程

出	日期	地點	主要行程概述
國 行 程	92/11/8	倫敦	去程 (台北-倫敦)
	92/11/9		
	92/11/10-11	愛丁堡	去程 (倫敦-愛丁堡)
	92/11/12		
	92/11/13-14	愛丁堡	考察安捷倫公司電信網路 QoS/SLA 技術
	92/11/15-16		
		安特衛普	行程 (愛丁堡-布魯塞爾-安特衛普)
		安特衛普	考察阿爾卡特公司 VOIP 網路 QoS 技術
	台北	回程 (安特衛普-布魯塞爾-倫敦-台北)	

2、 Agilent 之網路與服務品質管理技術及作法

安捷倫 (Agilent) 公司對有線、無線，數據、語音等各種電信服務之網路與服務管理分別提出解決方案。

2.1 OSS (Operation Support Systems) 解決方案

安捷倫在 OSS 領域上所定位的解決方案主要包括有下列各項：

第一、OSS 告警管理(Fault Management)解決方案：可以跨越語音網路、IP 網路、CDMA 網路、GSM 網路及 GPRS 網路，提供服務可用率及可靠度。這些解決方案藉由在多技術領域(multi-domain)及不同廠商生產設備(multi-vender)的環境中，自動地整合、監控、及控制被管設備(managed element)來確保可靠度及服務品質。透過自動過濾(filter)、設定門檻值(threshold)、關聯(correlate)、抑制(suppress)及向上通報告警(escalate)等方式，告警管理(Fault Management) 解決方案降低發現與修復網路問題的時間。

第二、OSS 效能管理(Performance Management)解決方案：將網路元件或信令上收集來的資料所產生的即時和歷史報表讓服務提供者用以監控及管理網路與服務之效能。它們可幫助改善服務品質、規劃新的設備建置、以及管理橫跨語音網路、IP 網路、CDMA 網路、GSM 網路及 GPRS 網路所提供之客戶服務。從信令網路

所擷取之資料可提供持續的、全網的、及客觀的監控資訊，同時建立網路，話務和服務之廣泛且易於理解的總體映像。從網路元件產生的資料能在多廠商(multi-vender)及多技術領域(multi-domain)環境中提供自動及整合的效能管理及元件控制。

第三、OSS 除錯(Troubleshooting) 解決方案：在於幫助執行客戶服務、並減少系統問題所引發的衝擊。此方案中提供的即時和歷史診斷工具可找出並且解決在語音網路、IP 網路、CDMA 網路、GSM 網路及 GPRS 網路中信令鏈路和光纖傳輸線路中之錯誤。

第四、OSS 互連管理(Interconnect Management)解決方案：從端對端(End-to-end)的觀點，藉由驗證 carrier 間批發式帳務、改善安全及保證服務品質，來幫助服務提供者擴大收益。這項解決方案幫助避免營收漏失、管理話務、減少詐欺行為及更有效的管理資源。

第五、OSS NgN Management 解決方案：它可讓服務提供者擷取所需的相關資訊，達成除錯及管理 IP、Voice Over Packet、及混和型網路與服務。此方案分析信令、網路元件及 IP 資料，在問題開始影響營收之時，即指出問題的所在。

第六、OSS 供裝管理(Fulfillment)解決方案：提供在光纖網路上私有線路端對端(End-to-end)流程化(flow-through)的緊密

整合開通能力。藉由控制及自動化服務供裝(fulfillment)與網路資源(inventory)管理的程序，該方案可有效地降低服務開通錯誤及有效縮短服務開通的時間。

第七、OSS 實體光纖(Physical Fiber)管理解決方案：管理光纖實體層的生命週期，其中包括網路規劃、安裝、運轉、操作與維護。除此而外，它們提供光纖網路的容量管理。當確保已安裝的基礎架構可承受未來的成長及改變時，該方案允許服務提供者去控制運作的成本。

第八、OSS 營收確保(Revenue Assurance)解決方案：使用全網的、持續的及不影響現行網路運作的方式，監控信令鏈路以建立廣泛且易於理解的網路、話務及服務的圖像。所得到之資料讓服務提供者可以偵測詐欺、確保營收和正確驗證服務等級協議(SLA)。

2.2 從傳輸到數據語音的有線網路管理方案

語音與資料網路的整合已經在增值服務上開啟了巨大的機會，卻也顯著地增加服務提供者面臨的挑戰。服務提供者需要去管理介於語音電路交換(circuit-switch)、IP-based 語音及資料網路間的相互溝通運作，以控制及管理複雜的網路基礎架構。同時必須持續地改善網路品質以符合客戶的期望，及更快更有效地

推出新的服務。

安捷倫之監控系統 NgN Analysis System，可即時提供混和式 VoIP 網路及電路交換(circuit-switch)SS7 網路的信令資訊。提供完整的端對端通話與效能分析資訊，讓服務提供者可以有效率地管理下一代網路，提昇客戶服務標準。

該系統著重於 VoIP 與 Internet 卸載(offload)網路之管理，諸如 Voice over IP、ATM、DSL 及纜線(cable)網路，讓服務提供者可以快速及有效地確認及解決像網路連結、通話品質及通話失敗等問題，主動監測網路元件以減少話務阻塞及斷話，降低網路失效時間，提昇服務品質。

NgN Analysis System 可以快速、自動分析 Voice-over-Packet 及 Internet 卸載(offload)網路的效能、效率，以改善網路可靠性，降低整體網路維護費用，增加運作效率。

由 NgN Analysis System 提供之詳細資訊能夠幫助服務提供者確認帳務系統的正确性，藉由詳細的客戶服務與效能相關報表進行有效的客戶服務，提昇商業智慧與帳務資訊。

2.3 從 2G 到 3G 的無線網路管理方案

從 2G 到 3G，全球的服務提供者都在加緊建設數據服務(data service)以提高收入。在競爭激烈的無線通信市場，服務提供者均

積極地推出許多新的加值服務，以區別其他的產品。

在此競爭激烈的危急關頭，確保服務的品質與效能是非常重要的。當服務不能使用，營收及客戶的忠誠都將失去。假如服務品質低落，客戶可能捨棄高價的服務或甚至轉換服務提供者。如果違反服務等級協議(SLA)，則將受罰。當服務提供的過程變得越來越複雜之際，服務品質相關的問題就會增加。問題可能從各種不同的來源產生，例如手機、RF 網路、IP 網路、交換機、路由器、服務組態、網路壅塞等，或是在第三者網路或相關應用程式發生問題。

傳統網路與元件之管理方式在現今環境中不再足夠。在網路中失效的元件除產生告警外，但卻無法關聯到該元件所影響的服務有哪些，從客戶觀點到底發生了什麼事情？相同地，當收到眾多的障礙申告時，也沒有明確的方法去反推問題是哪一部份網路所發生的問題。

服務管理提供一個方法去管理系統運作的資源，以及對客戶使用經驗達到較好的掌握。它包含了諸如回應時間(response time)與服務可用率(availability of service)等更多的基本品質量測指標。更廣泛的來說，服務管理可以包含監控一些資料服務所仰賴的合作廠商(third party)、了解所有服務相關的障礙申告，以及諸如開通與帳務等整合程序的管理。

一個無線服務提供者需要去解決因為服務無法使用及執行效率不良所產生的問題。因此，服務提供者將新的以服務為導向的維運架構及資料收集系統置於某處。然而，管理被這些獨立系統所收集來資料的程序很快地讓維運人員不知所措。因每一個系統所收集的資料量往往都超出一個人工可以處理的能量，同時每一個系統也提供不一樣的服務運作的結面呈現(View)。同時，沒有一個系統能對下述的重要問題提供答案：真的有服務上的問題嗎？如何分辨？客戶是否被影響？哪一些？多嚴重？我需要通知這些用戶嗎？

安捷倫的 WQM 系統置於服務提供者的服務維運中心(SOC, Service Operations Center)中，可對上述問題提供解決方案及呈現一個有用的服務效能顯示面(View)。該系統給予服務維運中心人員圖形化及服務導向的工具，它們可被使用於：

- 發現服務中斷與可能影響服務的問題
- 關聯告警與資料
- 評估服務與客戶所受的衝擊
- 找出問題的根源
- 分析可能的根本原因

本系統會連接在服務提供者網路中現有監控、管理與障礙申告系統，以收集豐富的資訊。不論資料來源是安捷倫的其他解決方案、

外來或內部研發的客製化系統、或是其他廠商開發的系統，Wireless Service Manager 所提供廣泛的標準連接器(adapter)，可被使用來發展與不同資料來源間溝通的介面。在此例中，資料來源包括告警管理、效能管理、障礙申告、主動性測試、網路探測(probe)、使用管理及資材開通等系統。

使用具有彈性的服務模型，Wireless Service Manager 從多個資料來源將資料收集至一集中式分析引擎以產生關於端對端(End-to-end)服務狀態之有意義的即時資訊。暫時或不相關的事件將在服務模型底層被過濾掉。使用之演算法可智慧地從資料中篩選及給予有關服務問題之優先順序，以確認哪些會對客戶產生嚴重的後果，及告訴服務提供者哪些業務將被強調出來以優先解決。

從最高層次來看，Wireless Service Manager 利用單一且易於理解的儀表板(dashboard)設計顯示服務與網路的狀態。從這樣的呈現方式，服務維運中心(SOC)人員可以快速地看出服務層級的問題，然後往下找出適當的服務資料以決定問題發生的根本原因。

Wireless Service Manager 可協助服務提供者達到服務確保的目的。在高度競爭的無線服務市場，提供更令用戶無法抗拒的加值服務及保證高品質效率的能力將會幫助服務提供者符合營收目標及徹底改善獲利。

2.4 電信服務的品質管理方案

服務等級協定管理(Service Level Agreement Management)解決方案讓服務提供者在針對單一客戶或服務層級的基礎上建置主動性服務等級協議(SLA)管理以確保服務品質與客戶滿意度。自動及即時的提供 QoS 數據報表，並證實對於每個用戶符合 SLA 的執行狀況。

只有透過對服務現況的完整了解，才能支援服務提供者推出之新增值服務，維持一致的優質服務品質，吸引新用戶，並讓客戶滿意且樂於使用。

WQM(Wireless QoS Manager) 是安捷倫公司基於 QoS Manager 平台，針對量測無線應用服務品質而研發出的產品。安捷倫 WQM 藉由模擬客戶行為進行端對端測試，以了解無線應用服務執行情形，於此同時並可藉此監看服務運行是否正常以及效能如何，以確保服務品質層級(Service Level)進而提昇客戶滿意度。其主要功能如下：

- 主動式管理

利用端對端的測試，在服務發生異常之際，有效地在第一時間正確地發現並指出問題之所在。

- 服務層級協定 (SLA) 及報表功能

提供即時服務層級報告，隨時了解服務運作狀況。Web-based

的圖形報表介面使得報表的擷取變得簡單。

- 簡易的客制化及整合介面

圖形化的服務模型管理設計，便利無線通訊服務業者因應服務環境不同，容易地調整管理服務模組，以進行有效的管理。

- 具指標性的服務評比(Benchmarking)

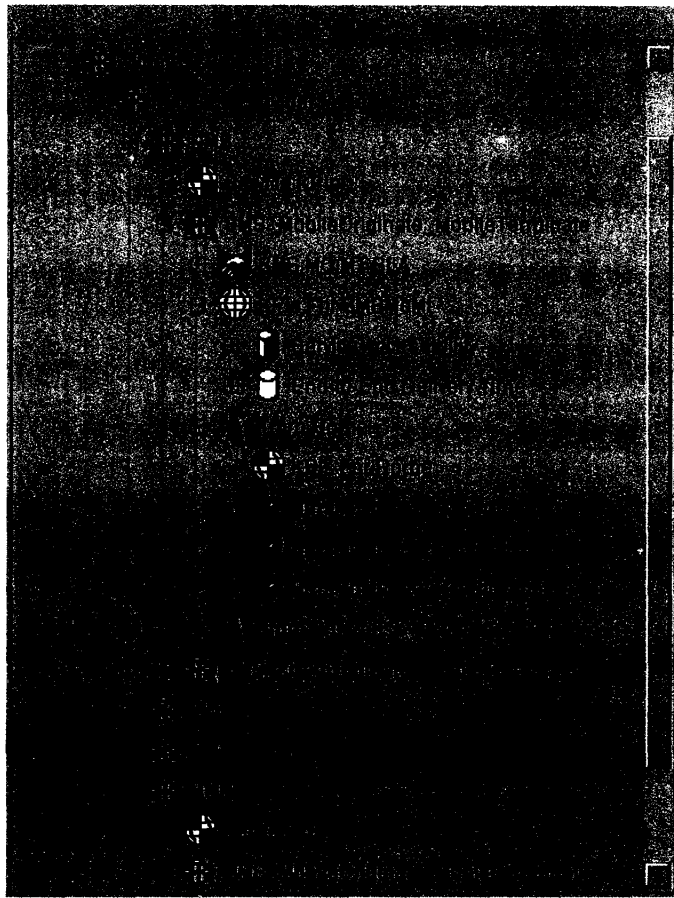
QoS Manager 在有線以及無線的電信環境，提供業者對於其所提供的網際網路以及增值服務，從可用性(Availability)、易接取性(Accessibility)、到服務的效能(Performance)提供完整的資料。讓電信業者可以在實際用戶受到影響之前，主動進行偵錯，增加服務的成功率。

WQM 由下列三個面向切入，進行服務品質之管理

- WQM 的服務管理模型

WQM 服務管理模型可將服務相關的組成單位，整合到一階層式的樹狀管理架構之中，藉由此一階層式的管理架構，以及其所提供的資源間關聯性，可以有效地針對用戶及相關資源（如同伺服器、網路設備）進行管理。

在下圖的服務管理模型範例中，將無線的應用服務依類型群組成四大群：SMS, IAS, UM 及 MMS。



服務管理模型範例

WQM 服務管理模組將可提供以下的優勢：

- ✓ 層級式架構的服務管理模型將可輕易地定義各資源間的關聯性，尤其圖樣化的設計將易於管理者了解服務相關資源的交互影響關係。
- ✓ 藉由服務管理模型的設計，當服務品質發生異常時可以立即清楚服務異常的癥結點是緣自於何節點，並知道此一節點問題的影響層面。

- ✓ 由於此一服務管理模型為樹狀結構設計，而不同的表現狀態也以不同的顏色代表，一旦任何節點發生異常，將會把問題的呈現與標示自動擴散(spread)到所有被影響的層面，使得所影響到的層面可以一目了然，有效縮短問題發現與處理的時間。
- ✓ 服務管理模型的設計使得服務管理變得簡易，一旦管理者設定好服務管理模型，WQM 的測試硬體也將自動調整設定按照服務管理模型的設定進行測試。
- 服務執行效率量測

藉由 WQM 服務管理模型的建立，制定服務測試的執行，服務管理者可以有效率地監控所有服務的即時狀況。為使服務測試能完整地呈現實際環境的執行效率狀況，WQM 提供管理者針對每一服務測試制定以下參數：

- ✓ 欲測試的服務或應用程式伺服器：例如針對 WAP 服務測試可以指定使用的 WAP Gateway，HTTP 服務測試可以指定欲測試的 URL。
- ✓ 測試頻率：例如可以設定一分鐘測試一次或是一小時測試一次。

- ✓ 測試的起始點指定：例如假設 WQM 於台北及高雄各有一測試設備 (Probe) 的裝設，可以指定測試是由台北的測試設備或是高雄的測試設備起始。
- ✓ 測試的 SIM 卡指定：WQM 針對測試的 SIM 卡將有中央集中管理 (SIM Card Array)，而可以指定測試欲使用的 SIM 卡由分散於各區域的偵測設備 (Probe) 啟動測試，例如可以指定台北的測試設備利用 SIM 卡 A 或 SIM 卡 B 執行測試。
- ✓ 其他：因應不同的服務測試可以設定不同的參數，例如 WAP 測試可以指定欲測試的 URL，而 SMS 發送測試就可以指定傳送端門號。

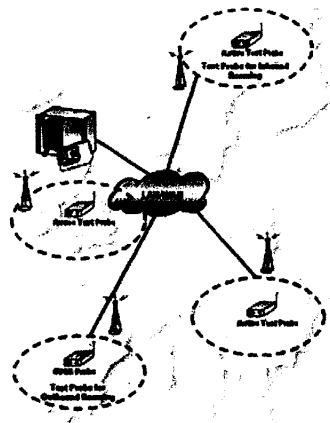
WQM 並提供介面整合客制化的測試資料，一方面可以因應服務環境的不同研發客製化測試，並納入 WQM 集中管理，另一方面也可將既有但非 WQM 的測試利用介面整合入 WQM。

● WQM 服務監測

WQM 以中央控管的方式管理分散於各區域的偵測設備 (Probe)，以模擬服務使用者的使用行為達到監測應用服務的目的。WQM 的模擬測試是由偵測設備 (Probe) 所啟始，而這些測試設備可以依需求分散裝置於各區域，以趨近使用者

的真正習性，而便利於管理者設定服務測試需求，這些分散於各區域的測試設備可藉由網路中央控管。

下面圖例即於簡訊測試中，管理者可以自中央管理介面進入系統，設定區域 A 的測試設備發送簡訊到區域 B 的測試設備。



網路中央控管範例圖

2.5 GPRS 網路與服務品質管理

對於 GPRS 服務提供業者來說，如何因應客戶的需求，確保持續成長的 GPRS 網路的穩定和服務品質是一個重要的課題。

安捷倫公司之 GPRS QoS 解決方案讓電信業者能持續地監控 GPRS 網路與所提供服務的品質。其做法是儲存一系列大量的與 GPRS 運作成功的關鍵品質資料。一方面直接提供給即時監控的應用程式，進行常態性的品質監控。其次，這些測量資料會儲存在資料庫

中，能夠隨時提供 GPRS 網路維運與服務提供的歷史資料分析的查詢之用。

GPRS QoS 解決方案可提供之功能說明如下：

- 即時監控：即時性提供關於網路運作的即時資訊，含特定的 GPRS 網路元件、GPRS 信令程序、GPRS 服務或用戶群以及品質資訊等。
- 歷史資料報表：提供網管中心改善整體服務及提供管理階層符合服務品質的進度報告。
- 依照特定使用者群組之設定產生報表，如特定的時間間隔、特定產生時間及顯示的刻度。其內容可包括趨勢分析、容量規劃、市場分析、網路事件的研究、企業用戶服務水準協定(SLA)報表及外部服務供應業者的追蹤等。
- GPRS 服務品質分析：含 GPRS 網路元件與信令分析及 GPRS 服務/用戶使用資料分析兩個部分。

此外，安捷倫公司之 GPRS QoS 解決方案還可以提供 GPRS 網路分析、服務/用戶使用資料分析及主動性測試，並針對大型企業用戶 SLA 服務提供相關服務品質門檻設定及產生 SLA 驗證所需的歷史資料報表。

3、Alcatel 公司 NGN 網路的服務及管理

NGN 網路是在傳統的以電路交換為主的公眾交換電話網路 (PSTN)，逐漸邁向以封包交換為主的公眾交換數據網路 (PSDN)，它可承載原有 PSTN 網路的業務，同時把大量的數據訊務分流到 IP 網路中，並以 IP 技術的新特性增加並增強了許多新原有業務，NGN 是基於 TDM 的 PSTN 語音網路和基於 IP/ATM 的分封網路所聚合 (Converged) 的產物，其可使語音、視訊、數據等綜合業務架構於 NGN 網路上，其並可允許各種不同的底層技術 (Underlying Technology)，例如：光纜、無線傳輸、銅線、XDSL、或 POTS/ISDN 等。

Alcatel 公司所提供的 NGN 網路架構如圖 3.1

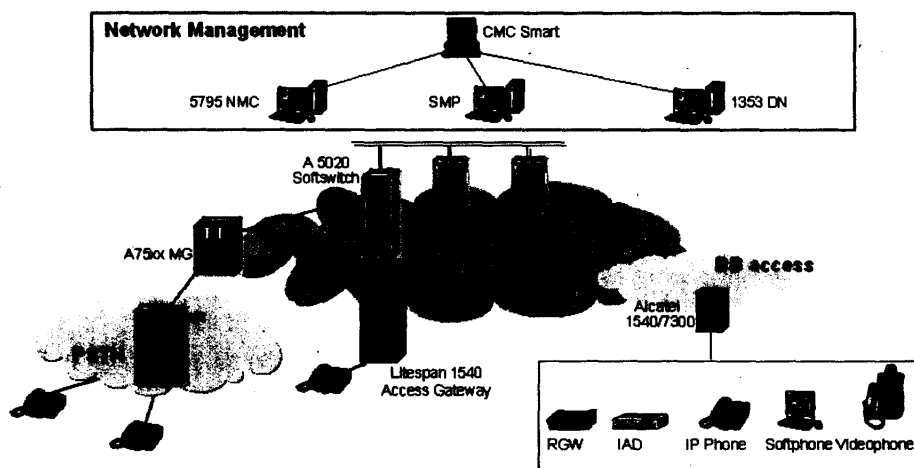


圖 3.1 Voice NGN solutions Overview of management products

該 NGN 網路主要之網路管理係以一 1300CMC 系統作管理，其架構如圖

3.2

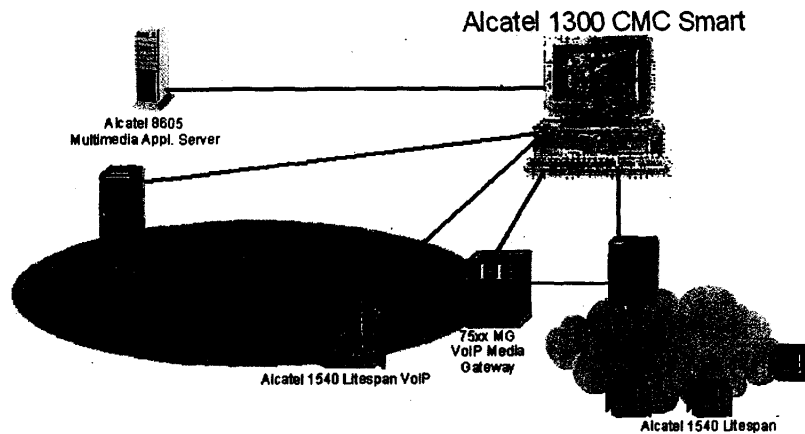


圖 3.2 Alcatel 1300 CMC Smart Managing NGN Networks

Alcatel 公司在其 NGN 網路所提供之多媒體電話應用服務，所提供

用戶端之添加服務如下

- > Session initiation and control
- > Call Forward
- > Call Hold
- > Call Logs + Click-to-call
- > Missed Calls
- > Incoming Calls
- > Outgoing Call
- > Call Park
- > Call Transfer
- > Call Waiting
- > Switch between calls
- > Personalised routing tree

- > Do not disturb
- > Ring back, last number redial, ...
- > Music and Announcements
- > e.g. music on hold,
- > Welcome announcement
- > Call notifications
- > Presence information
- > Trigger to Charging
- > Conference possibilities

以上服務在 CPE 端之呈現如圖 3.3

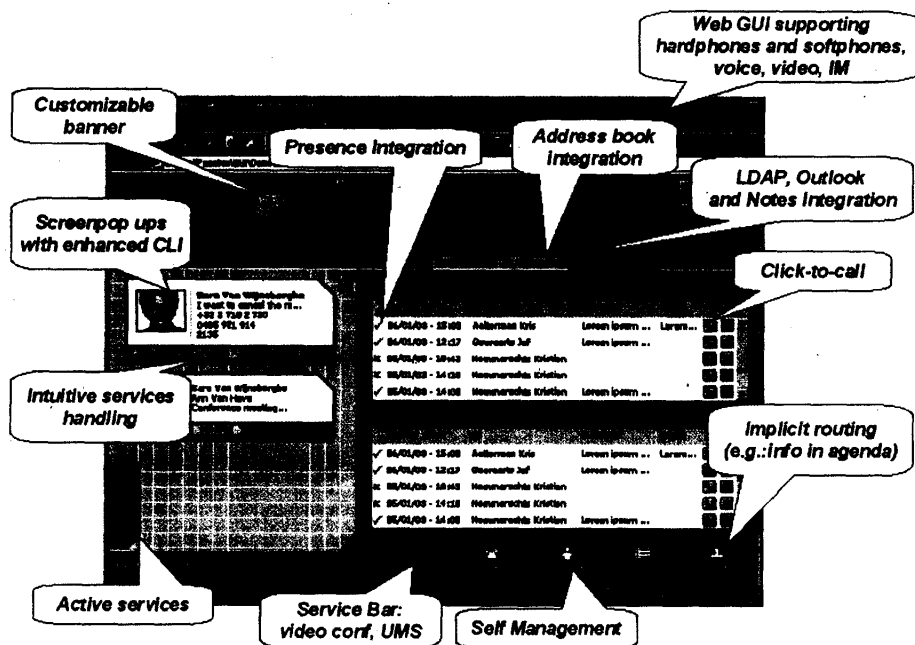


圖 3.3 MultiMedia Phone Corporate

4、VOIP 網路服務品質(QoS)

所謂的 VoIP(Voice over IP)，是將語音以 IP 的通信協定來載送，意即是將語音封包以管控的 IP 網路來載送，其藉由語音壓縮設備對語音進行壓縮編碼處理，再經過 IP 網路把數據封包傳輸到目的地，之後再把這些語音數據封包連結並經過解碼解壓縮處理後，恢復成原語音信號，達到由 IP 網路傳送語音的目的。在此基於 IP 網路為一開放標準、高彈性、多樣化網路平台，適合未來寬頻新服務之開發，語音採用 VoIP 技術可有效提昇網路頻寬使用效率，降低營運成本。

與 TDM 網路比較，TDM 網路具 QoS 機能及集中式網路架構，而 IP 網路傳送方式，常會造成語音、影像品質的退化，讓雙方交談時感到困難。因此，IP 網路上傳送的品質服務 (Quality of Service, QoS) 問題必需加以研究。

中華電信公司正引進 VoIP 技術，並可能逐步取代現有的電話交換機，鑑於目前 VoIP 網路服務品質尚無法完全達到 TDM 網路之品質，因此在引進此項技術之時，即應積極注意 QoS 方面的問題，才不致影響本公司之競爭力。

4.1 VoIP 之網路服務品質 (QoS) 參數量測

IP 網路之 QoS 保證可透過以下之方式實現：1.透過技術手段，例如採用 RSVP、MPLS 等技術，但該等技術成熟度和標準化程度尚有待進一步提高，2.在 IP 網路內提供充足的頻寬提供可保證服務的品質，3.可用不同的網路承載不同的業務，如對 IP 電話業務，用可管控的 IP 網保證其服務品質。

VoIP 網路的 QoS 相當重要，因為 IP 網路並不是被設計來傳送即時的資料，因而需特別的量測以保障語音服務的品質。QoS 的量測大體而言有四個項目：1.可用度 (Availability)、2.延遲 (Delay)、3.Jitter：是延遲的另一種變動 (Delay Variance)與 4.封包遺失 (Packet Loss)。

目前相關業界標準 QoS 量測技術如下：

(1) 可用度 (Availability)

依據 ITU-T 建議標準 P.800，品質量測之建議標準 (Recommendation for Measuring Quality)，以平均意見分數 (MOS, Mean Opinion Scores) 來量測語音品質，係主觀式 (Subjective) 品質測試方法。其係在一可控的環境下，預先選擇依據 ITU-T P.50 建議標準所錄製好的語音範例，播放給一群由男性與女性組成的群組傾聽。該群組傾聽後經過加權所打的單一 MOS 分數，來評定品質，其範圍由 1 分 (Worst：最差) 到 5 分 (Best：最佳)。MOS 分數若達 4 分可

視為是與一般電話相同的語音品質。表 1 係各種語音品質測試之相對 MOS 分數。

表 3.1 語音品質測試之相對 MOS 分數

Test Type Score	Opinion Scale – Conversation Test	Difficulty Scale	Opinion Scale – Listening Test	Listing – Effort Scale	Loudness – Preference Scale
5	Excellent (優)	---	Excellent	Complete relaxation possible, no effort required	Much louder than preferred
4	Good (良)	---	Good	Attention necessary no appreciable effort required	Louder than preferred
3	Fair (可)	---	Fair	Moderate effort required	Preferred
2	Poor (差)	---	Poor	Considerable effort required	Quieter than preferred
1	Bad (劣)	Yes	Bad	No meaning understood with any feasible effort	Much quieter than preferred

傾聽測試有五種意見尺度 (opinion scale)：

- a. 優 (Excellent)：會談時毫不費力 (Without Effort)，完全輕鬆傾聽。
- b. 良 (Good)：電話會談時，需要注意 (Attention)，不需要相當的努力 (No Appreciable Effort) 來傾聽。
- c. 可 (Fair)：需要適度的 (Moderate) 努力來傾聽會談的內容。

d.差 (Poor)：需要可觀的 (Considerable) 努力，來傾聽會談的內容。

e.劣 (Bad)：就算儘可能 (Feasible) 的努力，亦無法傾聽會談內容。

端對端的 QoS，如下表 3.2 有四種不同層次。最好的 (Best) MOS 品質在 4~5 分，高的 (High) MOS 品質在 3.8~4.2，中等的 (Medium) MOS 品質在 2.9~3.8。盡力而為 (Best Effort) 的 MOS 品質在 2.0~2.9。

表3.2 端對端QoS

	Best	High	Medium	Best Effort
MOS Quality	4.0 - 5.0	3.8 - 4.2	2.9 - 3.8	2.0 - 2.9
Mouth to ear delay	0ms~150ms	150ms~250ms	250ms~450ms	450ms and above
Call setup	0sec~1sec	1sec~3sec	3sec~5sec	5sec and above

(2) 延遲 (Delay)

造成延遲的可能原因

- IP 網路於編解碼器、封包化的過程 (Packetization)、輸出佇列 (Output Queuing) 等，皆可能會造成延遲。
- 骨幹傳輸：
上行接取鏈路傳輸、骨幹網路傳輸、與下行接取鏈路傳輸品質等，亦會造成延遲。

- 輸入佇列 (Input Queuing)、Jitter 緩衝器(Jitter Buffer)、編解碼器等，皆會造成延遲。

依據 ITU-T G.114.(Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks) 規範，單向的延遲超過 150ms 之時，會引起人們的注意，但延遲超過 400ms 時則對語音品質將有所影響，因此如何將延遲最小化，即極為重要。

(3) Jitter 延遲

Jitter 可數量化封包到達接收端之網路延遲，封包在發送端的開道器，有相等的間隔，但是在接收端的開道器，所收到的封包卻有不規則的間隔，因此而發生 Jitter 現象。過多的 Jitter (Excessive Jitter) 使得語音產生紊亂 (Choppy)，對高品質的語音而言，在接收端開道器的平均到達間隔時間(Inter-Arrival Time)，應該幾乎等於傳送端開道器的封包間隔差異(Inter-packet Gaps)，且標準偏差 (Standard Deviation) 應該要低，利用 Jitter 緩衝器(封包緩衝器)，可將收到的封包留置(Hold)一段時間，用來抵消網路波動 (Network Fluctuations) 現象，以在接收端的開道器產生一個平順的封包流動 (Packet Flow)。

用來修補 Jitter 現象最簡單方法，可在接收端的 Jitter 緩衝器，加上固定的延遲。當網路的情況改善或下降時，開道器在呼叫期

間可自動調整 Jitter 緩衝器的大小，此種特性允許系統在語音平滑化與延遲最小化 之間找到最佳的平衡。

RTP/RTCP 可提供量測延遲變動 (Delay Variance) 的可能性，因而採用優化 (Optimized) 的 Jitter 緩衝器容量大小。假如優良的骨幹網路，是採最小容量的 Jitter 緩衝器，可使減低端對端的延遲。當封包被延遲某一區間，超過 Jitter 緩衝器的容量之時，則該會封包被丟棄。總之，Jitter 的發生乃是接收端所收到封包，其封包相互間之時間間隔有所差異。故不良的品質乃是不規律的 (Irregularly) 接收封包。由於 Jitter 是主要為路由選擇與壅塞 (Routing and Congestion) 所引起，因而對輸入資料的緩衝，可改善 Jitter 的現象。

(4) 封包遺失 (Packet loss)

由於網路發生突發性或週期性 (Bursts or Periodically) 的壅塞而可能導致封包遺失現象的產生，當所有的語音封包之週期性遺失超過 5%~10%時，語音品質會顯著的降低，至於偶發性的封包遺失也可能影響語音品質。

封包遺失之原因與其對封包遺失之處理如下：

- a. 封包遺失係在瓶頸處的壅塞所引起。
- b. 使用 TCP 協定時，封包要重送。當使用即時傳輸時，封包遺

失可以被接受，因為是將封包給去掉 (Drop Out)。

c. 封包遺失可以靜音、雜音或重覆上一封包傳送來反應

(React)。

d. 可仿 GSM 方式，傳送出額外封包 (例如第 n 個封包與第 n-1

個封包)，來改善封包遺失的現象，但是此方式會消耗更多的

頻寬和產生更大的(greater)延遲。

e. 以新的協定 (RTP/RTCP, RSVP, IPv6) 來預留與管理頻寬

表-3.3 列出不同編解碼 ITU 標準在某特定狀況下的端對端延遲(End to End Delay With Different Codecs)，其條件是假設在單向(One Way)、單一入口與單一出口的閘道器 (One Ingress and One Egress Gateway) 與無骨幹元件 (No Backbone Components) 的狀況下，其端對端延遲與相對的語音品質。

表 3.3 不同 ITU 標準 codec 之相對語音品質

Standard	Algorithm	Bit Rate (Kbit /s)	Typical end-to-end delay (ms) (excluding channel delay)	Resultant Voice Quality
G.711 (1997)	PCM	48, 56,64	<<1	Excellent
G.723.1 (1995)	MPE/ ACELP	5.3, 6.3	67-97	Good Fair
G.728 (1992)	LD-CELP	16	<<2	Good
G.729 (1995)	CS- ACELP	8	25-35	Good
G.729 A (1996)	CS- ACELP	8	25-35	Good
G.722 (1998)	sub-band ADPCM	48, 56, 64	<2	Good
G.726	ADPCM	16, 24, 32,40	60	Good (40) Fair (24)
G.727	EADPCM	16, 24, 32,40	60	Good (40) Fair (24)

註：上述協定的縮寫與各標準的簡易說明如下所示。

CELP : Code Excited Linear Prediction

ACELP : Algebraic CELP

LD-CELP : Low Delay CELP

CS- ACELP : Conjugate Structure ACELP

ADPCM : Adaptive Differential PCM

EADPCM : Embedded ADPCM

G.711 : "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies". 定義

3.1 kHz 音頻信號，如何在 64 kbps 以 μ -law (美國與日本)
or A-law (歐洲) 語音壓縮方式，以 PCM (PCM: Pulse Code
Modulation) 調變方法來編碼，編碼後的數位化信號不壓
縮。本編解碼器在 H.323 上屬必要的 (Mandatory)。FoIP
與 MoIP 亦可使用。

G.721 : 定義 3.1 kHz 音頻信號，如何在 64 kbps 以 ADPCM

(ADPCM : Adaptive Differential Pulse Code Modulation) 調
變方法來編碼。

G.722 : 定義 7.5k Hz 音頻信號如何在 64 kbps 數據率 (Data Rate)

編碼。

G.723 : 屬 H.323 與 H.324 家族的一部分，為多媒體通信傳送環

境下，5.3kbps 與 6.4kbps 雙速率語音編碼器。G.723.1 需要
高複雜度的 CPU 與 DSP，故需要高度計算能力。針對 FoIP
與 MoIP 應用，需要特殊的機制。

G.728 : 使用 LD-CELP (LD-CELP : Low Delay Code Excited Linear

Prediction) 方法，對音頻進行編碼。編碼前的類比音頻頻
寬為 3.4 kHz，編碼後的數位化信號需要 16 kbps。

G.729 : 屬 ITU-T H.323 規範的一部分，定義在無 QoS 保證的區

域網路上視訊會議規範。G.729A 8.0 kbit/s 頻寬，所需的計算能力低於 G.723.1。

4.2 VOIP 網路端對端品質要求

由於語音資料及內部控制等信號皆在同一 IP 核心網路傳送，所以必需保有良好的網路效能以確保語音品質和信號處理量。

VoIP 網路端對端的資料流 (End-to-End VoIP Flow) 品質主要取決於下列三點：

- (1). 延遲 (Delay)、延遲變動 (Delay Variation)、封包遺失及錯誤機率 (Packet Loss and Error Probability) 等 IP 核心網路參數。
- (2). 語音媒介設備 (Mediation Device) 的特性(如 Codec 效能) 與回音控制 (Echo Control)、雜音/靜音抑制、語音壓縮等功能的啟動。
- (3). IP 核心網路的恢復能力 (Resilience) 及穩定度 (Stability)。

有關 QoS 參數的期望值如下：

- ✓ 平均 IP 封包傳送延遲 (Mean IP packet Transfer Delay :

$IPTD_{mean}$)

$$IPTD_{mean} < 15 \text{ ms}$$

- ✓ IP 延遲變動 (IP Delay Variation : IPDV)

$$IPDV = IPTD_{upper} - IPTD_{min} < 5 \text{ ms}$$

- ✓ IP 封包遺失比 (IP Packet Loss Ratio : IPLR)

$$\text{IPLR} < 10^{-5}$$

✓ IP 封包錯誤率 (IP Packet Error Ratio : IPER)

$$\text{IPER} < 10^{-6}$$

5、考察心得與建議

- (1) 本公司在行動通信網路上推出各種行動增值服務，其規劃設備建置、以及管理橫跨語音網路、IP 網路、CDMA 網路、GSM 網路及 GPRS 網路，增加了管理上的複雜性，對 QoS 掌控則增加了相對的困難度，必需有一套有效的監控機制。
- (2) 傳統網路與元件之管理方式在現今環境中不再足夠，當網路發生障礙時，經常無法得知關聯到該元件所影響的服務有哪些，從客戶觀點到底發生了什麼事情，本公司必需建置一套以客戶網路服務品質為觀點的監測系統，安捷倫公司之 OSS 及 WQM 解決方案可供本公司在此方面的參考。
- (3) 本公司正引進 VoIP 技術，並可能逐步取代現有的電話交換機，鑑於目前 VoIP 網路服務品質尚無法完全達到 TDM 網路之品質，因此在引進此項技術之時，即應積極注意 QoS 方面的問題，才不致影響本公司之競爭力。
- (4) 不論何種業務，客戶所要求者為端對端的服務及品質，在語音服務方面，本公司 QoS 系統，對於 PSTN 網路已建置端對端之品質測試系統(NPETS)，可隨時掌握市話、長途及國際網路接續完成率及傳輸品質，對於 VOIP 網路端對端品質測試系統亦應積極研發建置，以確保網路服務品質。

- (5) 本公司目前也積極推廣 Streaming 方式之影音推播服務(例如 HiChannel、MOD 等服務)，因此研究從 ADSL 用戶(CPE)端角度來看用戶使用網路影音、視訊的品質參考指標，並如何設計、利用這些參考指標作為 QoS 評核的項目，且能確實反應該地區用戶的品質，並提供維運或網管人員查測參考，進而建置 End to End QoS 網路影音、視訊的量測與評核查測系統，將應為重要研究之工作。