

行政院所屬機關因公出國人員出國報告書
(出國類別:實習)

「網際網路語音服務(Internet Telephony)技術」實習
報 告 書

服務機關：中華電信股份有限公司

數據通信分公司

出國人：職 稱 助理工程師

姓 名 藍 建 智

出國地點：美國亞特蘭大、舊金山

出國期間：89年11月26日至89年12月10日

報告日期：90年4月

摘 要

本報告書共分五單元，第一單元說明本次實習之目的。第二單元敘述實習行程及所參加的實習課程。第三單元 Advanced Networking Expertise Workshop II課程介紹，內容主要是介紹如何建構一個兼具穩定性及擴充性的網路，以及路由協定(routing protocols)之介紹。第四單元 Cisco Voice over Frame Relay、ATM and IP 課程介紹，內容主要是介紹如何透過 Frame Relay、ATM 及 IP 網路做語音傳輸，以及相關的技術介紹。第五單元為實習心得。

目 錄

壹、實習目的.....	3
貳、實習行程及實習課程.....	4
參、Advanced Networking Expertise Workshop II	6
肆、Cisco Voice over Frame Relay、ATM and IP	13
伍、實習心得.....	30

壹、 實習目的

隨著網際網路技術的進步與應用的普及，網際網路已經與我們日常生活緊密不可分，網際網路的普及率更成為國家或公司是否具競爭力的一項重要指標。在這科技日新月異的時代，掌握趨勢就能掌握未來，搶得先機更是保有競爭力的法門。

目前網際網路的發展趨勢之一是在現有的網路上提供語音服務。網路電話(Internet Telephony)技術的發展，就是為了能夠應用現有網路以提供語音服務(即時性)。此次職奉派出國實習，主要在於學習如何在目前的網路上提供語音服務技術(Voice over Frame Relay、ATM and IP)，並且能妥善運用這些技術，提供更多樣化的網際網路服務。

貳、 實習行程及實習課程

職奉派至美國實習『網際網路語音服務(Internet Telephony)技術』，於八十九年十一月二十六日啟程，八十九年十二月十日返國，含行程共十四天。此次實習行程及實習課程敘述如後：

八十九年十一月二十六日

去程，自台北搭機赴美國亞特蘭大

八十九年十一月二十七日 ~ 八十九年十二月一日

於亞特蘭大實習『Advanced Networking Expertise Workshop II』

八十九年十二月二日

整理資料

八十九年十二月三日

亞特蘭大至舊金山行程

八十九年十二月四日 ~ 八十九年十二月八日

於舊金山實習『Cisco Voice over Frame Relay、ATM and IP (CVOICE)』

八十九年十二月九日 ~ 八十九年十二月十日

返程，自美國舊金山搭機回台北

參、Advanced Networking Expertise Workshop II

3.1 概說

在網路規劃時，穩定性及可擴充性一直是不可缺乏的考量，能充分瞭解路由協定(routing protocols)及 IP 架構特性，對於網路規劃將有極大的助益。本課程內容包含下列幾項主題，對於路由協定及 IP 架構特性有詳細的介紹。

- TCP/IP 協定及 IP Address
- 使用 VLSM 規劃定址架構及路由叢集(route summarization)
- 路由協定(routing protocols)介紹：EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)、OSPF(Open Shortest Path First)及 BGP(Border Gateway Protocol)

3.2 TCP/IP 協定及 IP Address

IP 位址最早被定義出來是在 1981 年，是由 32 位元所組成，它包含兩部份：網路部份及主機部份，並且被劃分成五個等級 - Class A、Class B、Class C、Class D、Class E。

Class A : 1.0.0.0 ~ 126.255.255.255

提供給網際網路上使用，網路部份 8 位元，主機部份 24 位元

Class B : 128.0.0.0 ~ 191.255.255.255

提供給網際網路上使用，網路部份 16 位元，主機部份 16 位元

Class C : 192.0.0.0 ~ 223.255.255.255

提供給網際網路上使用，網路部份 24 位元，主機部份 8 位元

Class D : 224.0.0.0 ~ 239.255.255.255

特殊用途，做為群播(multicast)使用

Class E : 240.0.0.0 ~ 254.255.255.255

保留做實驗性質用

但由於網際網路的快速發展，使得最早規劃的 IP 位址面臨兩個問題 - IP 位址即將用盡及路由表的快速成長與管理問題。雖然下一代的定址協定(IP version 6、128 位元)已經嘗試要解決這方面的問題，但在下一代的定址協定能完全取代目前的定址方式前，針對上述問題的解決方案不斷被提出。包括

Subnet masking

參考 RFCs 950(1985)及 RFCs 1812(1995)。將原有 IP 定址的主機部份再細分為子網路(subnet)及主機部份，使 IP 定址更具彈性，減少 IP 位址浪費。

Address allocation for private Internets

參考 RFCs 1918(1996)。在 IP 位址中保留三段 IP 位址給不須做網際

網路存取的組織使用。這三段位址為 10.0.0.0 ~ 10.255.255.255、
172.16.0.0 ~ 172.31.255.255、192.168.0.0 ~ 192.168.255.255。

Network Address Translation(NAT)

參考 RFCs 1631(1994) 為原本使用 private IP 或不是由 NIC(network information center)所指派 public IP 的公司要存取網際網路提供一個轉換機制。

Hierarchical addressing

在做 IP 分派規劃時，能做更架構性的指派。

Variable-length subnet masks(VLSMs)

參考 RFCs 1812(1995)。允許在一個網路裡面有多個等級的子網路。

VLSM 只能使用在有支援這項技術的路由協定上，例如 OSPF 及 EIGRP。

Route summarization

參考 RFCs 1518(1993)。可以使用一個 IP 位址來表示一組 IP 位址。

尤其在做 IP 規劃時，做架構性的指派更有助於路由叢集。

Classless interdomain routing(CIDR)

參考 RFCs 1518、1519(1993)、RFCs 2050(1996)。針對 ISP 所發展出來的方案 這個方案建議分派給 ISP 一個連續的 IP 區段,在由 ISP

分派給他們的用戶。同時在 IP 分派上也必須考量地域因素。

由於這些方案的提出，使得 IP 位址即將用盡及路由表的快速成長與管理問題這兩個問題，暫時不至於惡化。

3.3 使用 VLSM 規劃定址架構及路由叢集

3.3.1 使用 VLSM 規劃定址架構

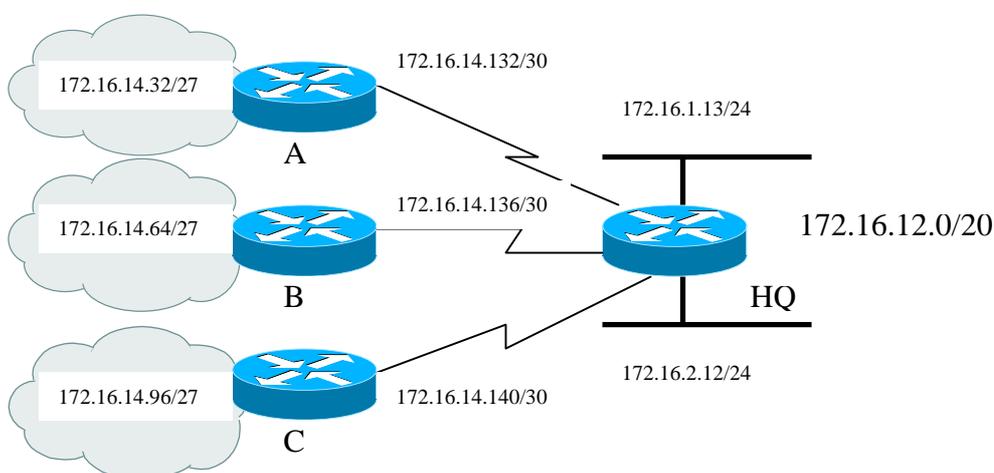


圖 4-1

使用 VLSM 來規劃網路架構有兩個優點 - 更有效的利用 IP 位址及更好的路由叢集能力。以圖 4-1 為例，在 HQ 與 A、B、C 三點間有網路連接，A、B、C 三點各有 25 部電腦，我們以 172.16.0.0/16 網段來做 IP 定址規劃。

先將 172.16.0.0/16 切分為/24 的子網段，再將 172.16.14.0/24 的子網段進一步切分為/27 的子網段，再將 172.16.14.128/27 切分為/30 的

子網段。之後將 172.16.14.32/27 指派給 A 點，172.16.14.64/27 指派給 B 點，172.16.14.96/27 指派給 C 點，每個點有 32 個可用 IP(30 個可指派給主機)。並將 172.16.14.132/30、172.16.14.136/30、172.16.14.140/30 分別指派做為 WAN 連結使用。詳細 IP 規劃如圖 4-1，如此 IP 的使用效率就能更為提高。

3.3.2 路由叢集

路由叢集有幾個好處，首先它能減少路由表的大小，以圖 4-1 為例，整個網路對外的路由宣告只要叢集成 172.16.12.0/20 一條路由即可，此外圖 4-1 網路的任何變動，例如 A 點到 HQ 間的網路斷線，將不會對外部網路宣告，減低路由器的負擔。所以使用路由叢集將有助於維持網路的穩定性。

3.4 路由協定(routing protocols)介紹

路由協定可概分為靜態路由(static route)協定及動態路由(dynamic route)協定，當網路非常小，用靜態路由來維持路由表是一個很好的選擇，但是當網路到達一定程度時，透過動態路由的方式來維持路由表將是唯一的選擇。在這裡將要介紹三種動態路由協定 - EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)、OSPF(Open Shortest Path First)及 BGP(Border Gateway Protocol)。

3.4.1 Enhanced Interior Gateway Routing Protocol(EIGRP)

EIGRP 是一種距離向量協定(distance-vector)具有下列幾個特性，收斂快速(fast convergence)、100%不會形成網路迴路(loop free)、容易設定(easy configuration)、支援 VLSM 及不分級路由(classless routing)、支援多種網路層協定(如 IP、IPX、Apple Talk)等。但因為它是 CISCO 公司特有的路由協定，在與其它廠商設備連結時就無法使用。

3.4.2 Open Shortest Path First(OSPF)

OSPF 是一種連結狀態協定(link-state)具有下列幾個特性，收斂快速(fast convergence)、支援 VLSM、處理路由更新效率高、決定路由時考量到頻寬因素、支援多條路徑路由以及將網路做更結構化的管理等。而且因為 OSPF 是一種標準協定，不同廠商設備連結不會有問題。

3.4.3 Border Gateway Protocol(BGP)

BGP 是一種外部路由協定，對一個自治系統(Autonomous system)而言，自治系統內所使用的路由協定稱為內部路由協定，如 EIGRP 及 OSPF 是一種內部路由協定，而與其它自治系統溝通的路由協定稱為外部路由協定如 BGP 是一種外部路由協定。對於內部路由協定的考量在於收斂快速與否，而外部路由協定的考量在於路由控制。而

BGP 是目前最好的外部路由協定。

3.4.4 不同路由協定間的路由轉換(redistribution)

為了某些因素，可能是為了合併兩家公司，可能為了從舊路由協定轉換到新路由協定，或是為了主機的因素而必須保留某種協定，往往我們必須在一個網路裡維持兩個不同路由協定。為了維持路由的一致性，就必須在兩個路由協定間做路由轉換。同時為了控制 IP 流量及路由更新，可以在路由轉換時做一些控制。

肆、 Cisco Voice over Frame Relay、 ATM and IP

4.1 語音埠與 Dial Peers

4.1.1 語音埠

含有語音功能的路由器(voice enabled router)提供各類語音介面(E&M、 FXS、 FXO、 T1、 PRI)來接到不同的電話裝置，如圖 4-1 所示。

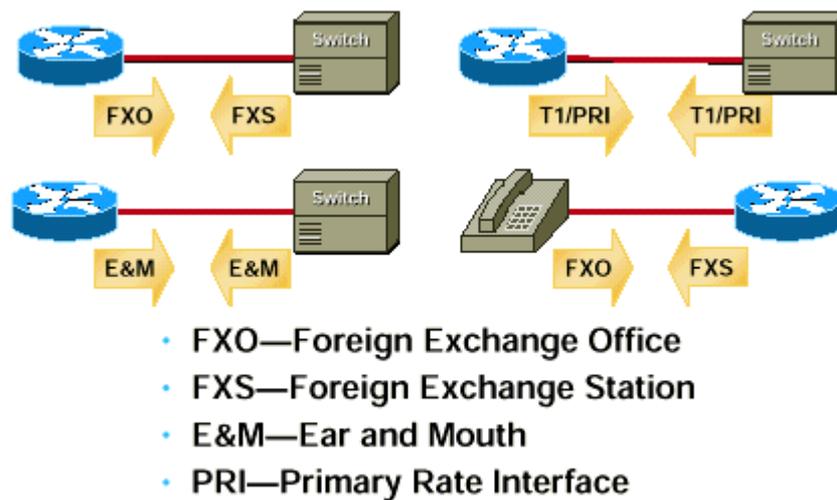


圖 4-1

其中 FXO 介面用來接到公眾電話交換網路(PSTN , Public Switched Telephone Network)的市話中心局(Central Office) , 而 FXS 介面用來直接連接標準電話機並且提供振鈴和撥號音，至於 E&M(recEive and transMit 或 Ear and Mouth)介面則是在交換機與交換機之間的連線。

Cisco 語音產品中 2600 系列和 3600 系列路由器常用來實作 Voice

over IP(簡稱 VoIP) , 而 MC3810 路由器是一種多重服務接取集訊器 (multiservice access concentrator)可用來執行 Voice over Frame Relay(簡稱 VoFR)或 Voice over ATM(簡稱 VoATM), 這些設備都支援 E&M FXO 及 FXS 語音埠。在大部分的環境下 , 預設的 voice-port 設定值足以提供 FXO 及 FXS 埠在 IP 網路中傳送語音資料。至於 E&M 埠 , 因為涉及到 PBX(Private Branch Exchange,用戶專用交換機)網路所帶來的複雜性 , 需針對個別環境來考慮。E&M 語音埠的設定可參考以下範例 :

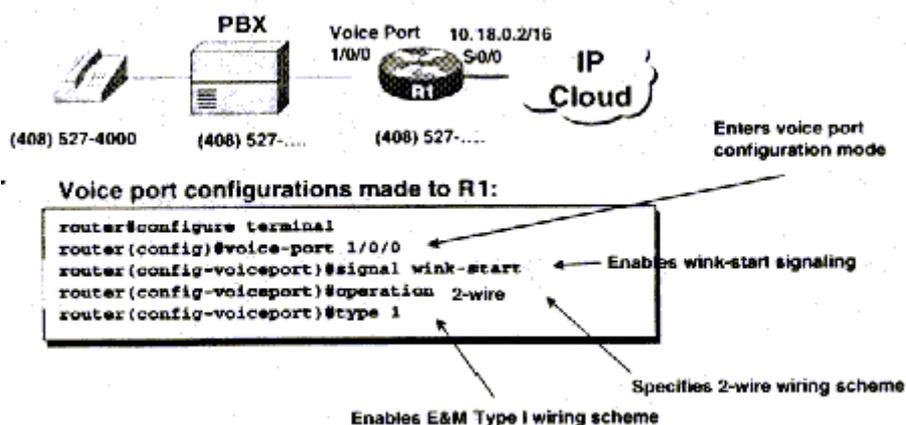


圖 4-2

4.1.2 Dial Peers

Dial Peer 是可定址的呼叫端點(addressable call endpoint) , 用來建立路由器(router)與路由器之間或路由器與電話裝置之間的邏輯連線 , 並且我們稱該邏輯連線為呼叫路程(call leg)。 有兩種 dial peer : POTS 與 voice over(也就是 VoFR、VoATM、VoIP) dial peer , 其中 POTS dial peer 用來告知目的端路由器以那一個語音埠來轉送(forward)進來的語音封

包，而 voice over dial peer 來告知來源端路由器目的端路由器的網路位址，如圖 4-3 所示。

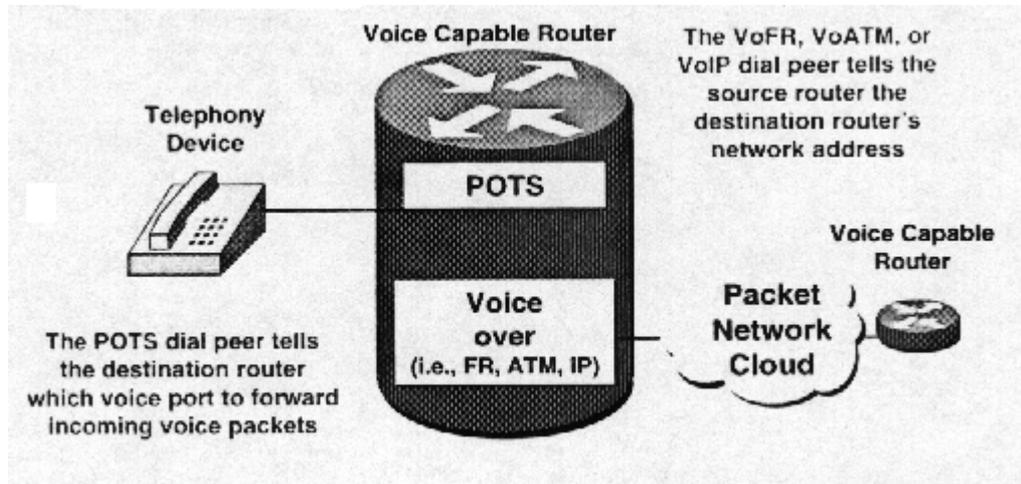


圖 4-3

圖 4-4 所顯示的是在 Cisco 2600 或 3600 路由器的 POTS dial peer 設定範例，其中

`dial-peer voice 1 pots` 告訴路由器 R1：dial-peer 1 是 POTS dial peer，並且它的編號是 1。

`destination-pattern 14085274000` 告訴路由器所接電話裝置的電話號碼為 14085274000。

`port 1/0/0` 告訴路由器所接電話裝置是接在模組插槽 1，語音介面卡次插槽 0，語音埠 0 的位置。

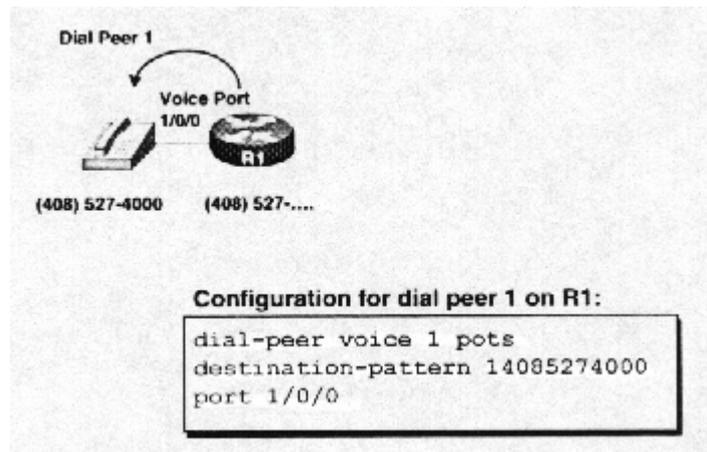


圖 4-4

有關 voice over dial peer 的設定可參考圖 4-5 的 VoIP dial peer 設定範例，其中

dial-peer voice 2 voip 設定一個編號為 2 的 voip dial peer。

destination-pattern 1214444.... 告訴路由器 R1 欲撥出去的電話號碼為 1214444....，而"."為萬用字元代表 0 到 9 的任一數字。

session target ipv4:10.18.0.1 指出目的端路由器 R2 的 IP 位址。

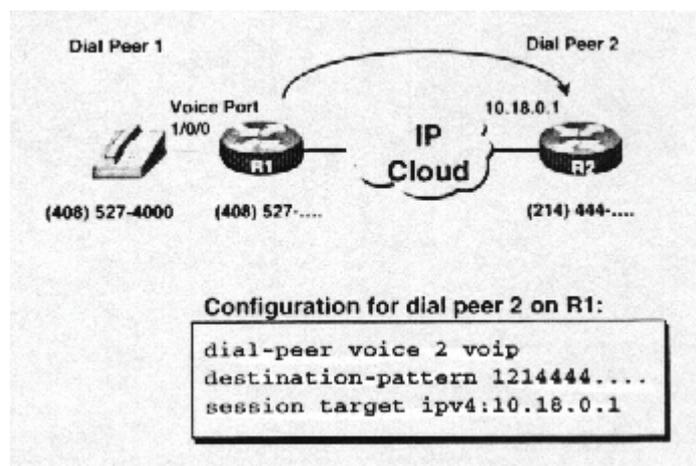


圖 4-5

要達成端對端(end-to-end)的語音連線，來源端路由器與目的端路由器

各需要設定兩個 dial peer：一個 pots dial peer 與一個 voice over dial peer(VoFR 或 VoATM 或 VoIP)，如圖 4-6 所示。

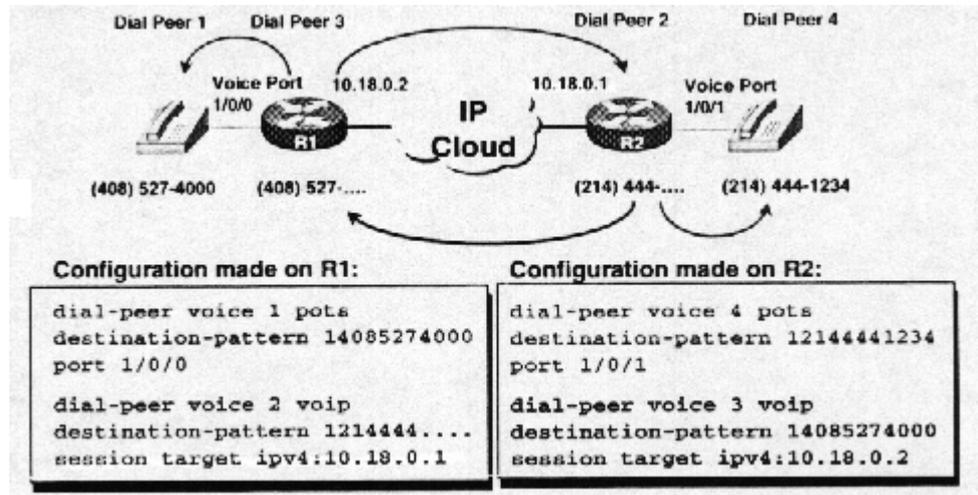


圖 4-6

當兩個電話裝置接在同一個路由器，它們之間的語音連線不需透過 voice over dial peer，如圖 4-7 所示。

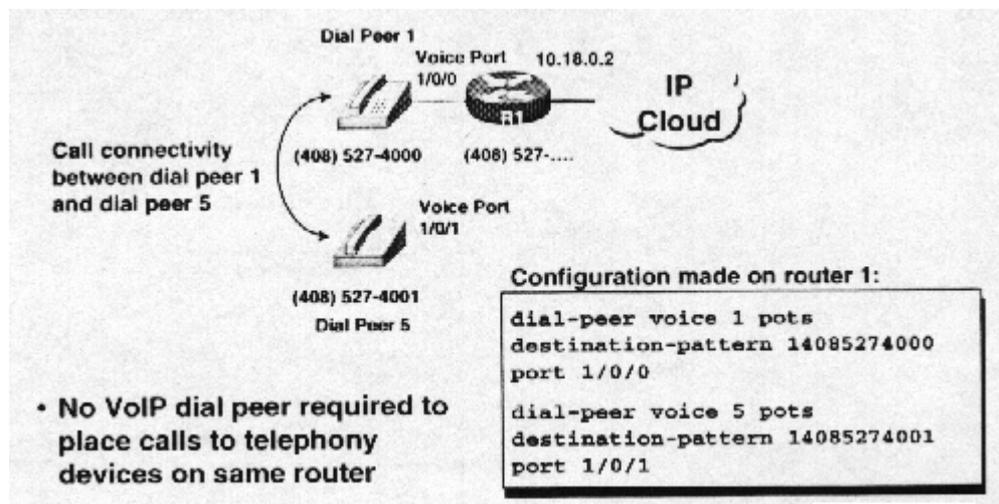


圖 4-7

4.2 設定 MC 3810 的 Voice over Frame Relay 服務

4.2.1 VoFR 的呼叫建立信號(call setup signaling)

當 VoFR 使用者拿起電話筒撥了電話號碼之後，來源端路由器將電話號碼轉成 PVC(Permanent Virtual Circuit)，然後透過 Frame Relay 送出呼叫建立訊框，接著目的端路由器以確認封包(接受或拒絕)回覆，再來目的端路由器傳送振鈴電流給被叫端(假設呼叫接受)，於是被叫端電話鈴響，如圖 4-8 所示。

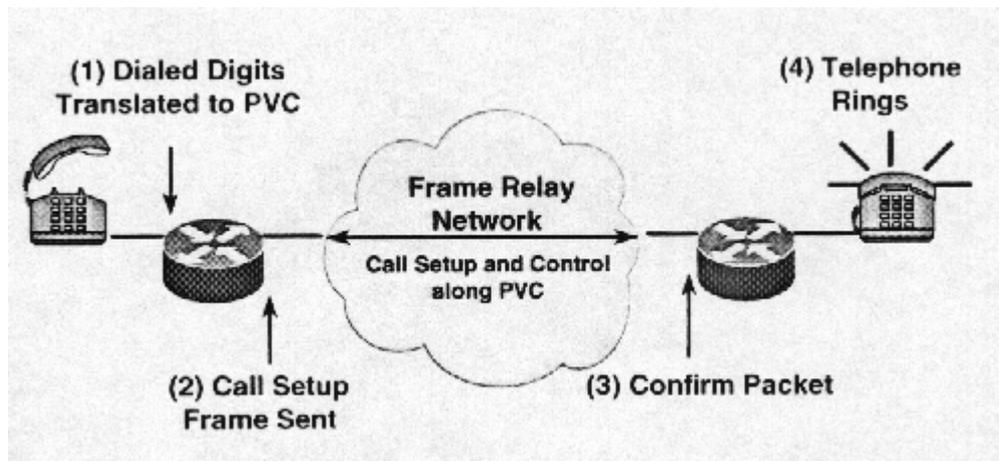


圖 4-8

5.2.2 提升 VoFR 服務品質的方法

Frame Relay 有幾個方法可以降低延遲及延遲變異(delay variation)以提升 VoFR 服務品質：

- 1.在低速的 Frame Relay 鏈路上若有長的數據訊框(data frame)存在，會使得對時間敏感的(time-sensitive)語音訊框(voice frame)遭受無法接受的延遲。為了解決長數據訊框所帶來的問題，可運用 FRF.12 標準將長數據訊框分割為較小的訊框，以降低延遲及延遲變異。
- 2.提升語音訊框的優先權(Priotization)，讓語音訊框比數據訊框優先

送出。

- 3.每一條 PVC 應該適當設定 CIR(Committed Information Rate)以避免語音訊框被丟棄。

5.2.3 MC3810 的 Voice over Frame Relay 服務

MC3810 可將語音、數據和影像多工(multiplexing)在同一個實體線路上傳送以提升網路頻寬效率。MC3810 支援類比與數位語音連線，在類比語音方面提供最多 6 個經過壓縮(compressed) 語音通道，而在數位語音方面藉由單一數位接取埠(T1/E1) 提供最多 24 個經過壓縮語音通道。

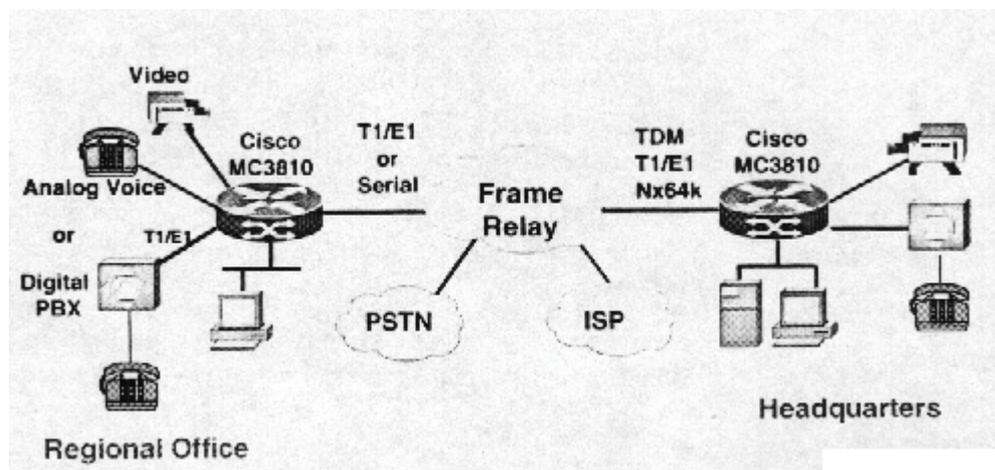


圖 4-9

為了達成端對端 VoFR 連線所需要的 dial peer 設定，可參考以下範例 (圖 4-10)。其中 session target Serial0 150 是指透過 Serial0 介面 DLCI(Data Link Connection Identifier)為 150 的 Frame Relay PVC 連線到對方路由器。

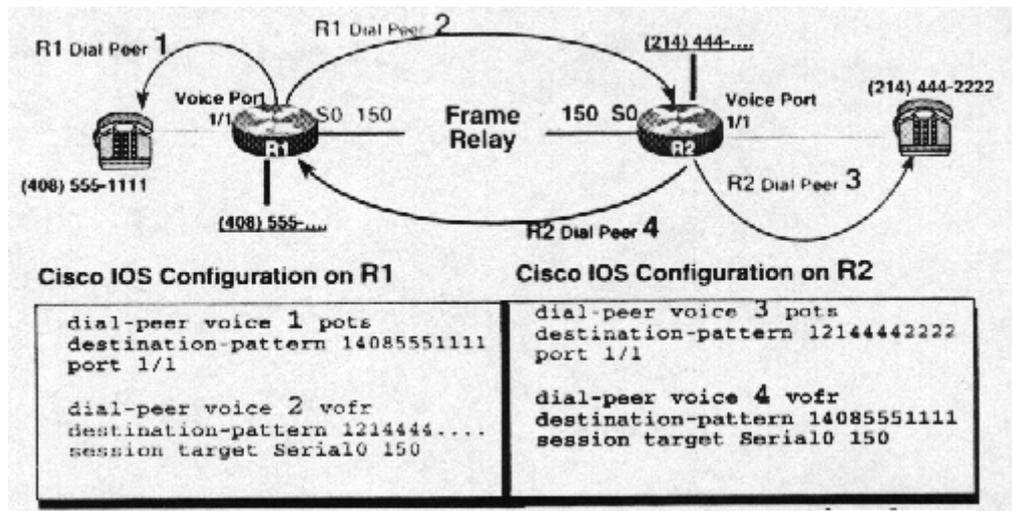


圖 4-10

4.3 設定 MC 3810 的 Voice over ATM 服務

4.3.1 VoATM 控制延遲與延遲變異

ATM 有幾個機制用來控制延遲與延遲變異以增強 VoATM 的語音品質：

1. ATM 的服務品質(Quality of Service)功能允許固定位速率(CBR, Constant Bit Rate)用戶有頻寬與延遲變異的保證。
2. 虛擬電路佇列(virtual circuit queue)允許每個訊務流(traffic stream)得以各別處理。就語音訊務流而言，可設定較高的優先權(相對於對時間不敏感的訊務流)，以減少延遲。
3. 小而固定大小的細包(cell)減少了延遲與延遲變異。

4.3.3 MC3810 的 VoATM 服務

MC3810 可將語音、數據和影像多工(multiplexing)在 ATM trunk 上而透過 T1/E1 介面傳送，如下圖所示。

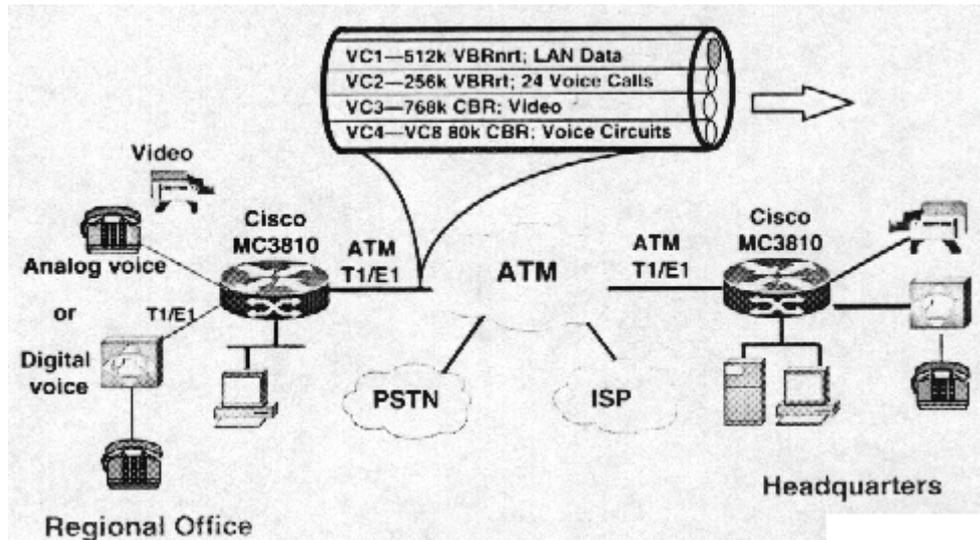


圖 4-11

圖 4-12 是一個 Voice over ATM 的網路,其路由器的設定可參考圖 4-13 的設定範例。

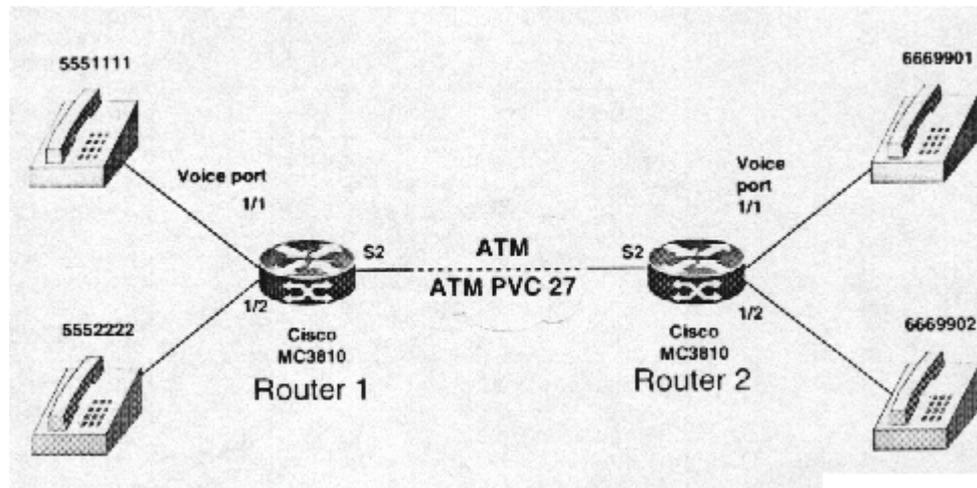


圖 4-12

Configuration of MC3810 1 Router 1	Configuration of MC3810 Router 2
version 11.3	version 11.3
controller T1 0	controller T1 0
framing esf	framing esf
linecode b8zs	linecode b8zs
interface Ethernet0	interface Ethernet0
ip address 172.22.124.239 255.255.0.0	ip address 172.22.124.247 255.255.0.0
interface Serial2	Interface Serial2
ip address 223.223.224.229 255.255.255.0	ip address 223.223.224.228 255.255.255.0
no ip mroute-cache	no ip mroute-cache
encapsulation atm	encapsulation atm
no ip route-cache	no ip route-cache
map-group atm1	map-group atm1
atm pvc 26 26 200 aal5snap	atm pvc 26 26 200 aal5snap
atm pvc 27 27 270 aal5voice 384 192 48	atm pvc 27 27 270 aal5voice 384 192 48
no ip classless	no ip classless
map-list atm1	map-list atm1
ip 223.223.224.228 atm-vc 26 broadcast	ip 223.223.224.229 atm-vc 26 broadcast
voice-port 1/1	login
voice-port 1/2	line vty 1 4
voice-port 1/3	login
voice-port 1/4	voice-port 1/1
dial-peer voice 1 pots	voice-port 1/2
destination-pattern 5551111	voice-port 1/3
port 1/1	voice-port 1/4
dial-peer voice 2 pots	dial-peer voice 1 pots
destination-pattern 5552222	destination-pattern 6669901
port 1/2	port 1/1
dial-peer voice 1001 voatm	dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 666....	destination-pattern 6669902
session target serial2 27	port 1/2
	dial-peer voice 1001 voatm
	destination-pattern 555....
	session target serial2 27

圖 4-13

5.4 設定 2600 或 3600 的 Voice over IP 服務

5.4.1 H.323 標準與 VoIP 通訊協定堆疊(protocol stack)

H.323 是目前最常用的 VoIP 標準，它是由國際電信聯盟(ITU, International Telecommunication Union)所制定，提供了一個基礎，讓語音、影像和數據在 IP 網路上傳送。H.323 定義了四個主要元件：gateway、gatekeeper、MCU(multipoint control unit)和 terminal，如下圖所示。

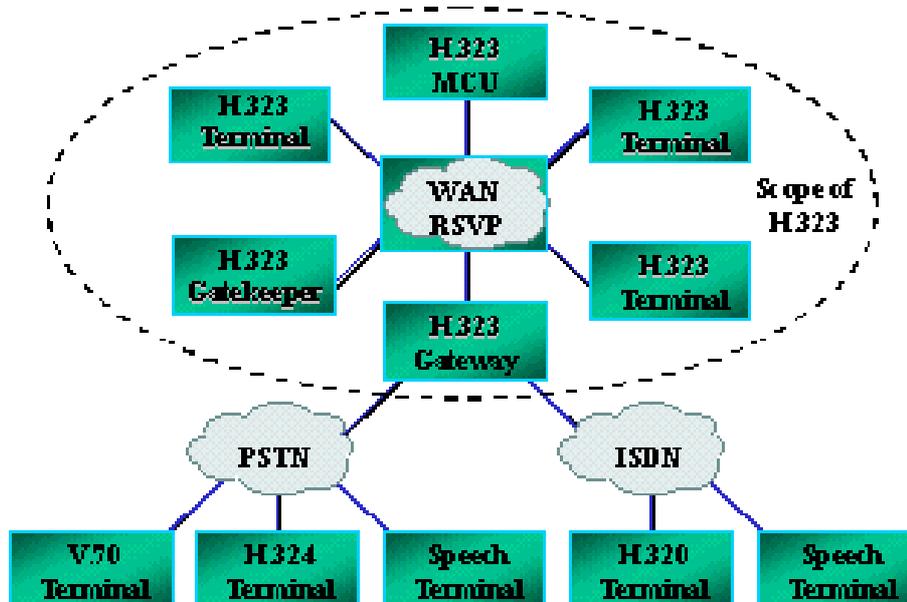


圖 4-14

Cisco 2600、3600 和 AS5300 路由器支援 H.323 gateway 及部分 gatekeeper 功能，可用來實做 VoIP。

VoIP 通訊協定堆疊如下圖所示：

Presentation	G.729(A)/G.723(.1)/G.711
Session	H.323/H.323Gateway
Transport	RTP/UDP/RSVP
Network	IP/WFQ/IP-prec
Link	MLPPP/FR/ATM AAL1
Physical	-

圖 4-15

其中 H.245 控制通道提供頻帶內(in-band)的可靠傳輸，用來執行功能交換(capabilities exchange)、邏輯通道信號(logical channel signaling)等功能。H.225.0 call control 使用一精簡版的 Q.931，用來完成呼叫建立(call establishment)，以建立兩個 H.323 端點間的連線。

RTP(Real Time Protocol)對及時性的資料(如語音、影像)提供了端對端的網路功能與服務，包括：酬載型態識別(payload type identification)、編序號(sequence numbering)、時間戳記(time-stamping)及傳送監示(delivery monitoring)。RTCP(Real Time Control Protocol)對網路狀況提供回授(feedback)機制，用來監示資料分送(distribution)的品質。

RSVP(Resource Reservation Protocol)是一種網路 QoS 機制，藉由保留連線上的某些資源(如頻寬)，讓某一資料流上的網路應用得到特定的服務品質。

4-4-2 VoIP 信號(signaling)

VoIP 信號主要發生在三個地方：

- 1.從 PBX(或其他電話裝置)到路由器的 signaling：主叫端 PBX 繫取 (seize)一條中繼線(trunk line)到路由器，然後把欲撥出去的電話號碼傳送到路由器。

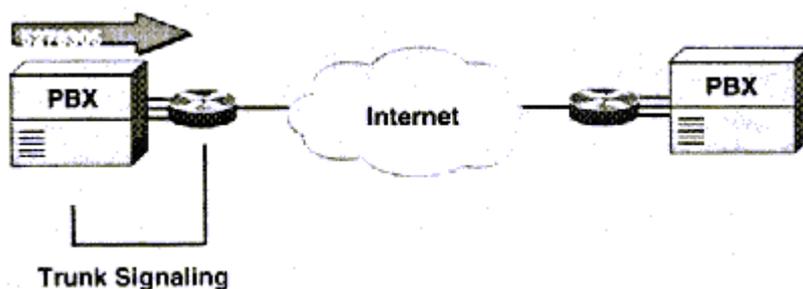


圖 4-16

- 2.路由器之間的 signaling：來源端路由器的 Dial Plan Mapper 讀取送來的電話號碼並查詢目的端路由器的 IP 位址，然後來源端路由器的 H.323 代理器(agent)送出 Q.931 呼叫到目的端路由器的 H.323 代理器。

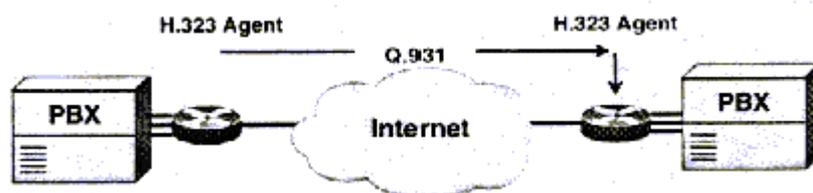


圖 4-17

- 3.從路由器到 PBX(或其他電話裝置)的 signaling：目的端路由器的

H.323 agent 繫取一條中繼線到被叫端 PBX，並回應 Q.931 確認訊息給來源端路由器，接著送出欲撥的電話號碼給被叫端 PBX。

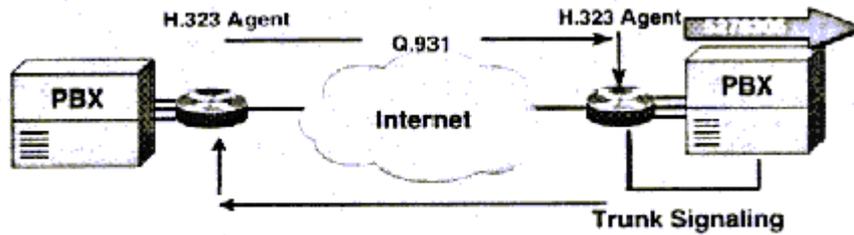


圖 4-18

4-4-3 RTP 標頭壓縮(header compression)

RTP 標頭壓縮是以 link-by-link 為基礎，將 IP/UDP/RTP 從 40 bytes 壓縮到 2 bytes(沒有 UDP checksum 時)或 4 bytes(有 UDP checksum 時)，可以用低速線路上或欲節省頻寬的環境上。

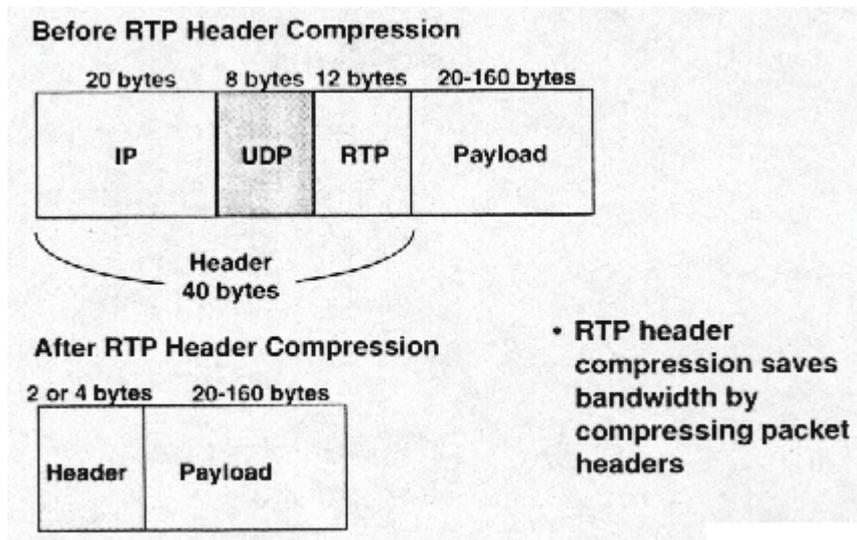


圖 4-19

4-4-4 調整 VoIP 封包傳送長度

目前 VoIP 環境中, 壓縮解壓縮(Codec) 以 ITU G.729 標準 為主 , G.729 將 語音 Payload 壓縮成為 8 K bps , 每次傳送長度一般為 20Byte , 每秒傳送 50 次 , 即 $20\text{Byte} * 8 * 50 = 8000 \text{ bps}$, 然而 IP 封包傳送 G.729 Payload 需含 IP 表頭(header)20 Byte, UDP 表頭 8 Byte, RTP 表頭 12 Byte 、 Payload 20 Byte、 PPP 表頭 6 Byte(假設透過 PPP 傳送)實際大小為 66Byte。因此實際一路 VoIP 約需 $66 \text{ Byte} * 8 * 50 = 264 \text{ Kbps}$ 。

為了降低 VoIP 傳送過程中 Header overhead 在整個封包所佔的比例 , Cisco Voice Gateway 其 VoIP 封包傳送長度大小可調整 , 可將其傳送長度大小調大 , 如此即可更加有效使用頻寬。假設每次傳送長度為 80 Byte , 長度為 80 Byte 時其每秒需傳送 13 次。每次傳送封包大小為 : $80 \text{ Byte} + 20 \text{ Byte} + 8 \text{ Byte} + 12 \text{ Byte} + 6 \text{ Byte} = 126 \text{ Byte}$, 因此其所需頻寬大小如下 : $126 \text{ Byte} * 8 * 13 = 13.2 \text{ (Kbps)}$ 明顯地 , 藉由調整 VoIP 封包傳送長度可大幅節省頻寬。

4-4-5 VoIP 設定範例

圖 4-20 顯示一個公司透過 IP 網路連接兩個位於不同地方的辦公室 , 每個辦公室使用 PBX 連接內部電話網路 , 並透過 E&M 介面接到路由器以連到 IP 網路。

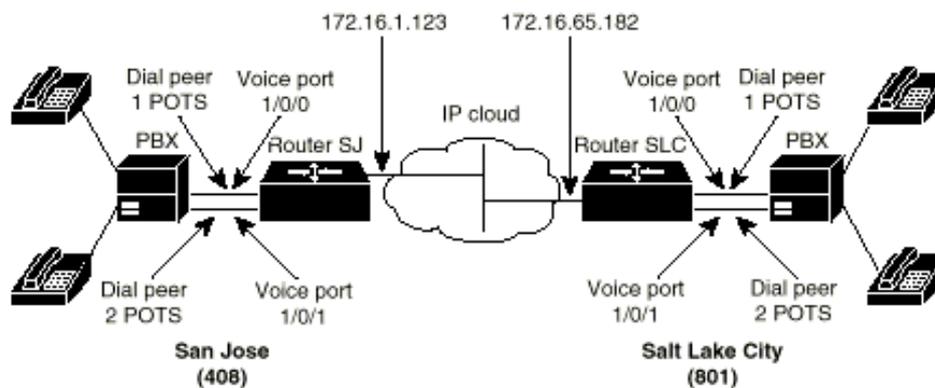


圖 4-20

該網路中有關 Router SJ 及 Router SLC 的設定，可以參考以下設定：

```

hostname sanjose

!Configure pots dial peer 1
dial-peer voice 1 pots
destination-pattern 555....
port 1/0/0

!Configure pots dial peer 2
dial-peer voice 2 pots
destination-pattern 555....
port 1/0/1

!Configure voip dial peer 3
dial-peer voice 3 voip
destination-pattern 119....
session target ipv4:172.16.65.182

!Configure the E&M interface
voice-port 1/0/0
signal immediate
operation 4-wire
type 2

voice-port 1/0/1
signal immediate
operation 4-wire
type 2

!Configure the serial interface
interface serial 0/0
description serial interface type dce (provides clock)
clock rate 2000000
ip address 172.16.1.123
no shutdown

```

Router SLC 的設定

```
hostname saltlake

!Configure pots dial peer 1
dial-peer voice 1 pots
  destination-pattern 119....
  port 1/0/0

!Configure pots dial peer 2
dial-peer voice 2 pots
  destination-pattern 119....
  port 1/0/1

!Configure voip dial peer 3
dial-peer voice 3 voip
  destination-pattern 555....
  session target ipv4:172.16.1.123

!Configure the E&M interface
voice-port 1/0/0
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2

voice-port 1/0/0
  signal immediate
  operation 4-wire
  type 2

!Configure the serial interface
interface serial 0/0
  description serial interface type dte
  ip address 172.16.65.182
  no shutdown
```

伍、實習心得

不管網際網路如何發展，一個穩定且擴充性良好的基礎平台是不可或缺的，藉由實習 Advanced Networking Expertise Workshop II 課程，我們學到如何建構一個良好的網路環境。

另一方面，藉由實習 Voice over Frame Relay、ATM and IP，得知在網路電話(Internet Telephony)網路的規劃、維運上，必須注意控制延遲與延遲變異(delay variation)，以獲得適當的語音品質。在 Voice over Frame Relay 服務上：1.可運用 FRF.12 標準將長數據訊框分割為較小的訊框，以降低延遲及延遲變異；2.提升語音訊框的優先權，讓語音訊框比數據訊框優先送出；3.每一條 PVC 適當設定 CIR(Committed Information Rate)以避免語音訊框被丟棄。而在 Voice over ATM 服務上，ATM 已有幾個機制用來控制延遲與延遲變異以增強 VoATM 的語音品質：ATM 的服務品質功能允許固定位速率(CBR)用戶有頻寬與延遲變異的保證；虛擬電路佇列允許每個訊務流得以各別處理，可以把語音訊務流較高的優先權(相對於對時間不敏感的訊務流)，以減少延遲；小而固定大小的細包(cell)減少了延遲與延遲變異。而在 Voice over IP 服務上：1.可以選擇適當的 QoS 機制(如 IP Precedence、802.1p、InterServ/RSVP、DiffServ)讓語音訊務流擁有較高的服務品質；2. 低速鏈路上運用壓縮技術(如 CODECs、RTP 標頭壓縮、Voice Activity Detection)以節省頻寬；3.使用交錯(interleaving)技術(如 Multi Link

PPP)解決封包滯留(Packet Residency)問題。

如果我們能把上述兩個課程內容妥善應用，才能發揮相輔相乘的效果。