

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：實習)

## 赴美國實習

### IP/ATM 網路品質及應用

(本案包含：ATM 寬頻增值技術、  
ATM 訊務疏通品質技術、  
IP 網路訊務疏通及管理技術)

## 出國報告書

服務機關：中華電信股份有限公司

出國人：職 稱：工程師(三)

姓 名：許 石 三

職 稱：主任研究員

姓 名：林 祥 明

職 稱：助理工程師

姓 名：李 益 哲

出國地點：美國 羅列、舊金山

出國期間：九十年十一月十八日至十二月二日

報告日期：九十一年二月

行政院研考會/省(市)研考會 編 號 欄
H6/ C09006379

系統識別號:C09006379

公務出國報告提要

頁數: 21 含附件: 否

報告名稱:

實習IP/ATM網路品質及應用

主辦機關:

中華電信股份有限公司

聯絡人/電話:

姜學民/2344-5405

出國人員:

許石三 中華電信股份有限公司 技術處 工程師

林祥明 中華電信研究所 主任研究員

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 90 年 11 月 18 日 -民國 90 年 12 月 02 日

報告日期: 民國 91 年 02 月 05 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: IP/ATM

內容摘要: 本報告包括綜合實習課程，經彙整成五節，第1節為前言：敘述本案之依據、組成、行程及課程。第二節為ALCATEL 7470 MSP ATM 交換機簡介：敘述國際分公司現有ATM交換機種之一，亦是本次實習機型，描述其硬體、訊務管理、服務品質及壅塞管理等功能。第三節為IP/ATM網路之QoS服務品質技術：描述服務品質在新一代寬頻核心網路MPLS技術之應用與ATM設備在新一代寬頻擷取網路之應用。第四節為IP/ATM訊務疏通管理技術：敘述訊務疏通管理主要瞭解網路通狀況，依網路擁塞的情形，採取應對措施及管理，以確保網路通暢，提昇網路的服務品質。其基本應用技術為訊務工程(Traffic Engineedrng)、訊務管理(Traffic Management)及服務品質(Quality of service, QoS)。第五節為心得與建議。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

1	前言 .....	1
2	ALCATEL 7470 MSP ATM 交換機簡介 .....	2
2.1	主幹 .....	2
2.2	支幹 .....	2
2.3	支援 .....	2
2.4	訊務管理 .....	2
2.5	服務品質 .....	3
2.6	壅塞控制 .....	4
2.7	結語 .....	5
3	IP/ATM 網路之 QoS 服務品質技術 .....	6
3.1	前言 .....	6
3.2	MPLS 產品所支援之差別式服務 (DiffServ) QoS 結構 .....	6
3.3	MPLS QoS 模式 .....	9
3.3.1	端點至網路模式 .....	9
3.3.2	端點至端點服務模式 .....	10
3.4	在下一代網路中新的 ATM (含有 MPLS 功能) 應用 .....	10
3.4.1	ATM 是寬頻擷取改革之核心 .....	11
3.4.2	ATM 應用於第三代行動通信系統 .....	12
3.5	結語 .....	13
4	IP/ATM 訊務疏通管理技術 .....	15
4.1	前言 .....	15
4.2	Traffic Engineering For Voice Over Integrated Service Network .....	15
4.2.1	語音非一種網路 .....	15
4.2.2	基本語音訊務工程 .....	15
4.3	Introduction to MPLS and Traffic Engineering .....	17
4.3.1	Motivation for MPLS .....	17
4.3.2	MPLS 訊務工程 .....	17
4.3.3	訊務工程元件 .....	17
4.3.4	實施訊務工程 .....	19
4.4	Introduction to Traffic Management and Quality of Service Technology .....	19
4.5	Advanced Traffic Management and Quality of Service Technology .....	19
4.6	Cisco Info Center .....	20
4.7	Application Aware Traffic Engineering and Monitoring .....	20
4.8	結語 .....	20
5	心得與建議 .....	21
6	附錄 .....	21

## 1 前言

職許石三工作於總公司技術處（已於 91.01.02 與網路處合併，統稱網路處）、林祥明工作於電信研究所 830 專案計畫、李益哲工作於國際分公司網路管理處等三員，依據 90.11.05.信人二字第 90A3002501 號函及 90.10.24.信人二字第 90A3002411 號函赴美國實習「IP/ATM 網路品質及應用」。本次實習是依據 90.08.22.信人二字第 90A3001936 號函將行政院核定之 90 年度出國實習計畫編號四：IP 網路技術、編號二十一：ATM 寬頻增值技術、編號五十九：ATM 訊務疏通品質技術及編號六十八：IP 網路訊務疏通及管理技術等四項組團方式進行出國實習，但其中編號四：IP 網路技術已於 90.09.02.先自行執行完畢，故本次實習僅將所剩三案組團執行，於 90.11.18.至 90.12.02.赴美國 Alcatel 公司及 Cisco 公司實習相關 IP/ATM 網路品質及應用課程，其行程如下：

日期	工作項目	工作地點	實習人員
11.18.	赴美行程		許、林、李
11.19~11.23.	在 IP 網路之 ATM 訊務管理與控制相關技術	Alcatel 公司	許、林、李
11.24~11.25.	返國行程		李
11.24~11.25.	轉機行程及例假日		許、林
11.26.~11.30.	IP 網路 QoS 服務品質相關技術	Cisco 公司	許、林
12.01.~12.02	返國行程		許、林

## 2 ALCATEL 7470 MSP ATM 交換機簡介

ALCATEL 7470 MSP 是一標準化擴充化強高容量且具多種服務 (Multi-Services)功能的 ATM 交換機。整個系統可以是單機架的獨立交換設備，其容量為 1.6 G Bit/s,或多機架的交換系統，最大容量可達 12.8 G Bit/s。機架數量可隨需要增減。

7470 MSP 交換機可做為公眾或專用網路的主幹(core)設備或支幹(edge)設備。

### 2.1 主幹

可在 T1, E1, T3, E3, OC3, STM-1, OC-12 與 STM 之間做連結，提供多種服務。

### 2.2 支幹

在網路邊緣提供下接取介面

- cell relay
- frame relay
- N-ISDN
- 專線(T1, E1, 56 Kb/s 或 53K b/s)
- 語音
- IP 網路

### 2.3 支援

- 固接式虛擬接續(Permanent Virtual Connection, PVC)管理平台，
- 交換式虛擬接續(Switched Virtual Connection, SVC)信號訊息，
- Soft-PVC 自動尋找路徑，失敗(failure)時會重新尋找。

### 2.4 訊務管理

7470 MSP 交換機依循 ATM forum(由一群使用者、服務提供者、廠商共同制定出的標準)訊務管理規格 4.0 版(TM4),適合做為訊務管理和壅塞控制之用。

交換機包括先進的连接允許控制(Connection Admission Control, CAC), 依用戶端在呼叫時所要求的服務品質等參數判斷是否接受連接請求而不影響已建立的連接。

遵循工業標準與 TM4, 交換機透過完全程式控制的使用參數控制 (Usage Parameter Control , UPC)提供監視和訊務調整功能。

具 SMART(Scalable, Multi-priority Allocation of Resources and Traffic) 功能。當網路資源與效能做最佳配置時, SMART 確保使用者獲得良好的服務品質(QoS)。

## 2.5 服務品質

服務品質(Quality of Service, QoS)通常是以對服務有意義的參數值來表示。PSTN 提供的傳統電話品質因素是信號雜音比、延遲變動(Delay variations)等影響受方語音品質的數據。然而, 這些參數對 ATM 網路的服務品質不完全適用。ATM 網路的 QoS 參數是細胞漏失率(Cell Loss Ratio, CLR), 細胞延遲(Cell Transfer Delay, CTD), 細胞延遲變動(Cell Delay Variation , CDV)。

資料(data)傳送是不可有容許誤碼(error-tolerant), 傳輸協定(transmission protocol)必須併入適當的順向誤碼控制(forward error control, FEC)來修補誤碼。因此, QoS 參數並不含可接受的誤碼率。語音和影像對通道誤差(channel errors)較不敏感, 必要時接受端可選擇放棄封包, 但提供住址和控制信號的標頭則保留。

延遲(delays)與延遲變動(delay variations), 被用來作為 QoS 指示信號 (indicators)。延遲會影響反應時間與語音影像的主觀品質認定, 前者更能改變使用者的通話特性型態, 電路式交換網路延遲是固定的, 而封包式交換網路則是變動的。因為在任一節點的延遲是處理延遲、封包化延遲與傳送延遲的總和, 延遲現象在 LAN 通常較小, 在 WAN 端對端延遲可能很大且隨封包傳遞而變。而且誤碼控制過程也會增加實質上的延遲。

表 2.1 Different Services Together with the QoS Parameters that Characterize Them

Services	OoS Parameters
Voice-Sensitive to delays ; can withstand random bit and Errors, but not many long error bursts; fixed bandwidth for Constant-bit-rate-encoded audio, bandwidth can vary for Variable-bit-rate coder outputs.	Low cell delay variations low cell loss ratios
Interactive video as part of multimedia services-Sensitive to variations and Delays;can stand some random errors, but not long error burst; bandwidth can be fixed or variable depending on the coding used.	Low cell delay low cell loss ratios
Interactive data as part of multimedia services- Variable Bandwidth; can stand delays or delay variations. but no errors at all.	A reasonable amount of delays or cell delay variations, but no cell loss
Variable data transfer(as in file transfers)-Can stand delays And cell delay variations, but no erros at all.	Delays and cell dealy variations, but no errors at all

## 2.6 壅塞控制

效能(Performance)管理、壅塞控制與資源配置方式(resource allocation schemes)是相關連的議題。當進端源 (input sources)開始超過契約流量時會就產生壅塞。通常設計網路都會預留備份容量，因此，若在某一段時間內少許進端源超過約定的 PCRs (Peak Cell Rate) 或 SCR(Sustainable Cell Rate) 是不會造成壅塞。理由是從個別的進端源的訊務抵達過程是隨機而且各自獨立，要所有的進端源在同一時間內全部超過配置寬頻的機率是非常小。在不超過交換機容量的前提下，有限度的給予一個較高的頻寬是可以的。然而，若網路發生壅塞是可以用一些方法來控制，較直接的方式是採用某些監管機制(policing mechanism)。例如當 VC(Virtual Circuit)送來的流量比允許的高，它會被要求減慢或被強制降低直到網路壅塞解除。基本上

這個方法是網路配置頻寬引起壅塞的 VC。

至於頻寬配置可以是靜態式或動態式。靜態配置對於接續全程配置固定頻寬，不因進端源流量不同而改變。動態配置裏，網路隨時監視進端訊務，按照不同的連接給予頻寬。例如，當網路壅塞時它會將封包速率分成一個或多個連接，若有多餘頻寬也可增加其流量。因此，動態配置方式隨使用狀況而變，對網路資源的利用更有效率。

概略的說，對於 ATM 網路壅塞控制有兩種型態：預防(PREVENTIVE)控制和回應(REACTIVE)控制。預防式控制採用連接允許控制(CAC)方式和使用參數控制(usage parameter control, UPC)依據網路可用資源限制連接數量。至於回應式控制是由網路監視訊務顯示裝置(如平均緩衝器(buffer)使用量，平均鏈路(Link)連接使用量，封包重傳(retransmission)率，輸出電路(trunks)平均等待(queue)量)然後回授到進端源以達到調整封包送出量。當壅塞發生時，封包可能會漏失及流量減少，上述的控制過程可以使壅塞降到最低以達到疏通效果。

## 2.7 結語

由於 Internet 的興起與企業網路(Intranet)的大量建立，都會網路中資料(data)傳輸佔用骨幹網路八成以上的通訊量，因此必須建立最符合資料傳輸的網路架構，以提供客戶需求及產生最大投資收益的服務。未來的通訊是需要語音、影像和數據同時傳送，對頻寬需求必定很高。網路對服務品質(QoS)也要能提供給用戶選擇，這些對 ATM 而言很是容易達成。採用 ATM 為骨幹網路進而擴充到企業網路以至區域網路可解決網路壅塞問題。



### 3 IP/ATM 網路之 QoS 服務品質技術

#### 3.1 前言

在此次實習中 Cisco 公司有提到其 IP-MPLS 網路產品之 QoS 功能，而 Alcatel 公司亦提出 ATM 加入 MPLS 功能在下一代網路之應用，其內容敘述如下。

綜合性的服務品質 (QoS) 功能是 CISCO 公司 MPLS 產品上主要賣點，QoS 是管理網路頻寬、延遲、jitter 及封包遺失之技術必需組合，從商業願景來看，縱使在不同網路訊務承載，它是確保網路資源必要應用。

服務提供者現在提供 MPLS VPN 與訊務工程 (Traffic engineering) 服務能在網路訊務知不同型態知不同 QoS 層次來區別。例如，VoIP 訊務須接收保證最小延遲時間與頻寬，在電子商務訊務可能接受一個最小頻寬擔保，而非一個延遲擔保。為了訊務需要一個點對點擔保，CISCO 公司 DiffServ-Aware Traffic Engineering (DS-TE) 產品可確保達到此需求。

Alcatel 公司認為 ATM 設備在下一代網路適用於擷取網路，因為下一代核心網路用 MPLS 技術為主流已漸為世界各大通信產品製造廠商所接受，因此擷取網路要與核心網路介接就必須有 MPLS 功能，故現有 ATM 網路必須增加 MPLS 功能才可形成擷取網路，符合下一代網路需求。

#### 3.2 MPLS 產品所支援之差別式服務 (DiffServ) QoS 結構

DiffServ 是 IETF 組織定義載 IP 網路兩種 QoS 結構之一。在這個模式，封包進入一個可執行 DiffServ 網路將被組成一些小數目等級，例如：VoIP 封包能被組成超值等級，而電子商務 HTTP 封包被組成黃金等級，等等。因此每一等級都有一個顏色或標記與它對應。這個使得封包分級在核心網路季有極度地可延展且可保證適當的頻寬和延遲之擔保。當他們進入網路時，這些封包在網路邊際節點依據等級監控 (Policies) 來被標記。這些網路標記節點亦應用訊務支配功能來控制進入網路之訊務量。訊務支配包括 Shaping (封包被傳送至網路之使平滑比率) 和監控 (Policing) (略去超過約定速率之封包；或重新著色超出速率部分，以便在核心網路擁擠時提

高其速率略去機率)。在網路內每一節點依據每一封包之標記做不同之貯列與略去之監控 (policies)。

CISCO 公司之 MPLS 產品提供符合 IETF 組織訂定之差別式服務 (DiffServ) 結構如圖 3.1 所訂之 QoS 功能，且可執行如表 3.1 所示 MPLS 封包之特性。

表 3.1.QoS 功能與對應 CISCO 公司產品提供之特性

<b>QoS Functions</b>	<b>Cisco IOS Enabling Features</b>
Traffic Classification	Access Control List matching
Traffic Marking	DiffServ Code Point (DSCP) MPLS Experimental (EXP) field
Congestion Management	Low-Latency Queuing (LLQ) Class-Based Weighted Fair Queuing (CBWFQ)
Congestion Avoidance	Weighted Random Early Detection (WRED)
Traffic Conditioning	Shaping and Policing

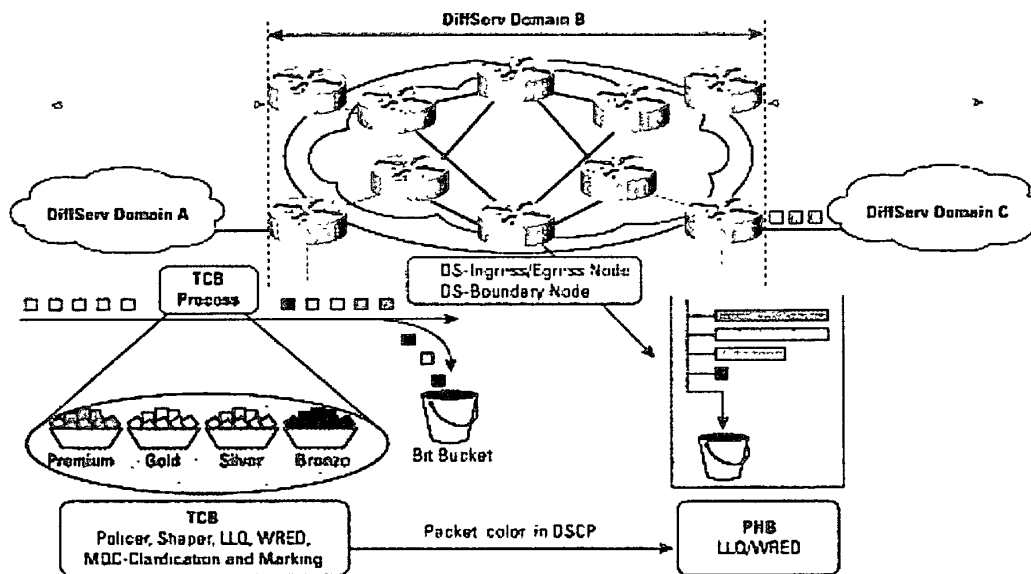


圖 3.1. IETF Differentiated Services (DiffServ) Architecture

在 MPLS 網路有兩個一般方案被用於標記 MPLS 訊務作為 QoS 管理。第一方法，差別式服務 (DiffServ) 著色資訊被置於 MPLS shim Header 之 experimental (EXP) 欄位，這個欄位允許八個不同之 QoS 標記。使用這個方案之標籤交換路徑 (Label Switched Paths; LSPs) 被稱為 E-LSPs，其表示 QoS 資訊是從 EXP 欄位推斷出來的。

另外，IETF 組織規格允許攜帶差別式服務 (DiffServ) 資訊第二個方法，每一 MPLS 封包相對之標籤攜帶差別式服務 (DiffServ) 標記部分，其標記是規定分包如何被佇列。差別式服務 (DiffServ) 標記之滴掉前一部分被攜帶如用於 MPLS shim header 之 EXP 欄位或者一些利用於基本技術之欄位(例如:用於 ATM 之 CLP 比次與用於 Frame Relay 之 DE 比次)。在 MPLS 網路內用這個方案之交換路徑稱為 L-LSPs，其表示 QoS 資訊是部分從 MPLS 標籤推斷出來的。

LSP 支援之差別式服務 (DiffServ) 被建立於頻寬之保留，標籤交換路徑之頻寬需求能在建立 LSP 之時被作記號。頻寬之保留能在已被訂線之差別式服務 (DiffServ) 資源上執行許可控制。縱使許可控制能被在 LSP 基礎上執行，在 MPLS 網路之 QoS 設計是以差別式服務 (DiffServ) 為基礎，其延展性之優點將從隱藏於 QoS 結構中獲得。

### 3.3 MPLS QoS 模式

在 CISCO 公司 MPLS 產品來講，服務供給者 (Service Providers ; SPs) 能使用下列兩個方案之全部或擇一來實行對客戶之 QoS 保證，一為端點對網路模式，另一為端點對端點模式。

#### 3.3.1 端點至網路模式

服務供給者 (Service Providers ; SPs) 提供之 QoS 服務將要供給一個 Ingress Committed Rate (ICR) 擔保和一個 Egress Committed Rate (ECR) 擔保，無論如何對每一服務等級都要提供。ICR 參照進入 SP 網路之訊務速率，如已知之一個特定待遇 (超值等級、黃金等級、等等) 來通過 SP 網路。ECR 參照那個從 SP 網路來之已知特定待遇至客戶端之訊務速率。只要其訊務不超過 ICR 與 ECR 之限制，網路供給其頻寬與延遲擔保。例如：HTTP 訊務不超過 1Mbps (進入網路與從網路離開至客戶端)，則其頻寬與低延遲被擔保。這個端點至網路模式只要它與目的地間的速率在 ICR/ECR 範圍內，為了 QoS 目的，服務供給者不需要不斷的追蹤訊務之目的地。

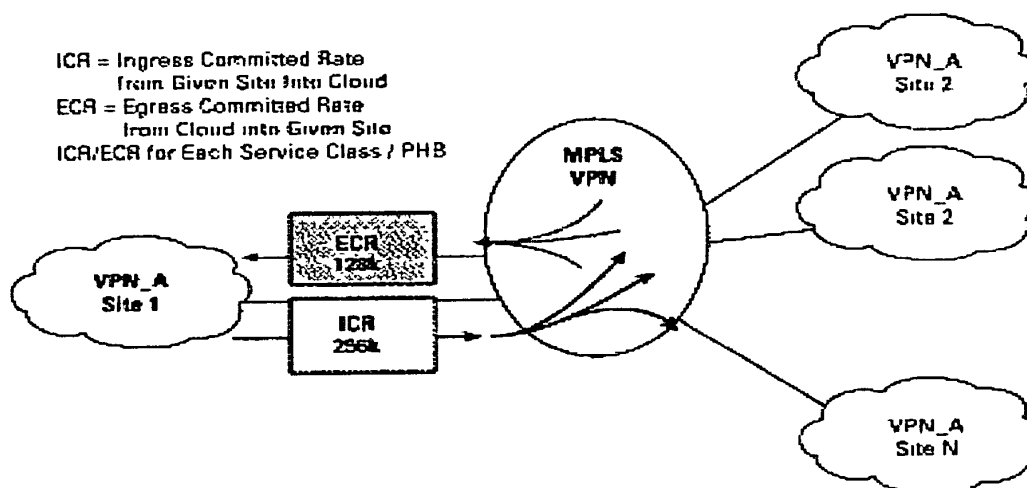


圖 3.2. Cisco MPLS VPN QoS: The "Point-to-Cloud" Model

以 CISCO 公司之 MPLS 產品來講，一個服務供給者之 QoS 擔保能被穿透至客戶端。如此，一個服務供給者在無法強制之方式內提供這些擔保。當沒有適當的服務供者可實行 QoS 之端

點至端點差別式服務時，客戶端點亦能夠用 CISCO 公司 MPLS 產品部署前後一致的功能。服務供給者能以優先順序排列客戶之 IP 封包的 DSCP 欄位沒有標記之優先的訊務。一個可分開的標記被用於供給在 MPLS 網路內之 QoS 和當訊務離開 MPLS 領域之刪除，QoS 標記送達至目的地網路就如同當訊務進入 MPLS 網路標記接收時一樣。

### 3.3.2 端點至端點服務模式

對更多有說服力的應用，客戶希望一個端點至端點保證，服務供給者就需要建置一條可送達之高關鍵性訊務之虛擬的資料導管。例如：一個企業體要兩個 hub 點或資料中心連接在高服務等級協議（Service Level Agreement；SLA）保證。CISCO 公司之 DiffServ-Aware Traffic Engineering（DS-TE）產品可使用，自動地選擇一個路由路徑來滿足沒一服務等級定義（例如超值等級、黃金等級、白銀等級及黃銅等級）之頻寬限制。DS-TE 產品亦可免於服務供給者對每一客戶之適當的路徑及每一客戶之每一等級作運算。這是參照如同端點至端點模式。

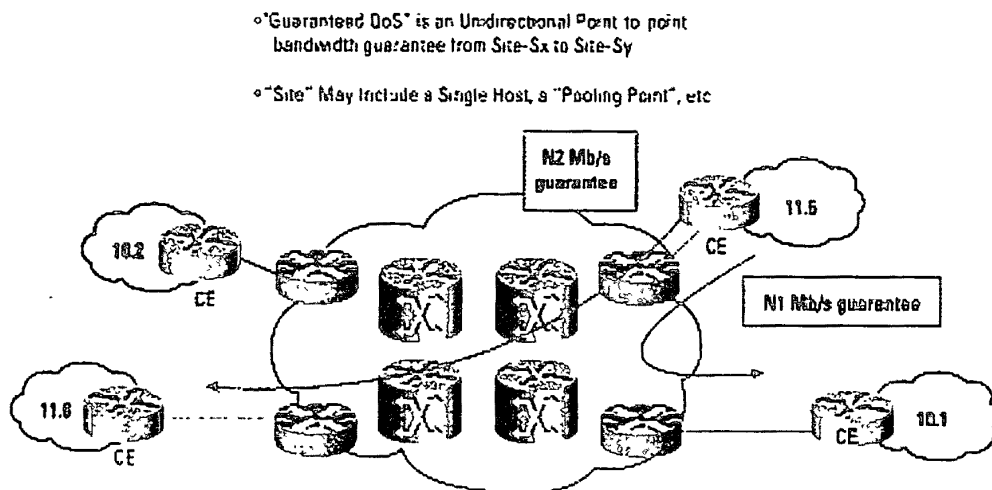


圖 3.3. Cisco's Solution for MPLS guaranteed bandwidth services

### 3.4 在下一代網路中新的 ATM（含有 MPLS 功能）應用

今日全世界已建立了大量之 ATM 網路應用平台，ATM 之技術在

網路上一直僅做語音與資料的有效率整合，它已被廣泛用於 Frame Relay 網路核心引擎增強器和被廣泛部署為第二代行動通信網路之語音壓縮中繼設備。

ATM 之使用將在壓倒性之資料環境下持續成長於擷取領域裡，它將維持僅在解決傳統網路服務（如：電話或行動電話）做接續控制（路徑管理）與服務品質（劃務管理）之方法。還有使用於在下一代服務如：語音/視訊資料流、分散式遊戲及多媒體共享應用等之多媒體擷取連路上擷取控制需求。下列有兩個新的 ATM 在下一代網路應用例子：

### 3.4.1 ATM 是寬頻擷取改革之核心

有一些硬體層技術能夠支援高速率數位擷取使廣大的擷取環境多樣化。因此，在有潛力的寬頻核心網路之光纜過度供應比較下，擷取網路之頻寬一直是供應不足的。這有下列之涵義：

- (1) 在較長且又大量之多媒體資料封包必須共享供應不足之鏈路資源且使 jitter 數為最小時，將大量資料封包分段是有必要的。也就是一個 1500 Bytes 資料封包帶入 120 毫秒之延遲，假如用 100kb/s 之 ADSL 上鏈路傳送其語音最大延遲預算值是 5 微秒。
- (2) 在提供擷取傳輸層時，為避免敏感且即時之資料流阻塞而損害，應用頻寬保留是必要的。

這些能力在多重服務之 ATM 網路已經是成熟的特性。

這些必備條件在現有銅質電話線上使用數位用戶線（xDSL）之新一代寬頻擷取服務之提供方式是非常明確如圖 3.4。這裡是用戶有 xDSL modem 連接銅質電話線至配置點，此配置點收容於 DSL 擷取多工器（DSLAM），其功能將多個用戶資料流匯集如同 ATM 之虛擬通道進入網路送至擷取伺服器（ATM 設備）。在相同中繼電路上，個別用戶可連接至網際網路、公司之私人虛擬網路或特別服務提供者之網路。

在用戶與擷取伺服器間，ATM 可提供三至四種用戶服務等級：

- (1) Constant bit rate (CBR)：使用於語音和信號傳送，確保低延遲。
- (2) Real-time variable bit rate (rt-VBR) 或 CBR：用於視訊，確保一定或低延遲。

(3) Unspecified bit rate + minimum cell rate guarantee

(UBR+MCR)：用於比 Best effort 好。

(4) Unspecified bit rate without MCR：用於彈性資料傳送，已知沒有頻寬保證對等於 best effort。

這些等級是以資料會談需求與用戶之 SLA 權利為基準，這是最簡單方法來允許 QoS 層次之區別。

在下一代網路之商業經營模式，服務提供者在擷取服務上提供批發方式給另一服務提供者做捆包式高加值擷取服務。

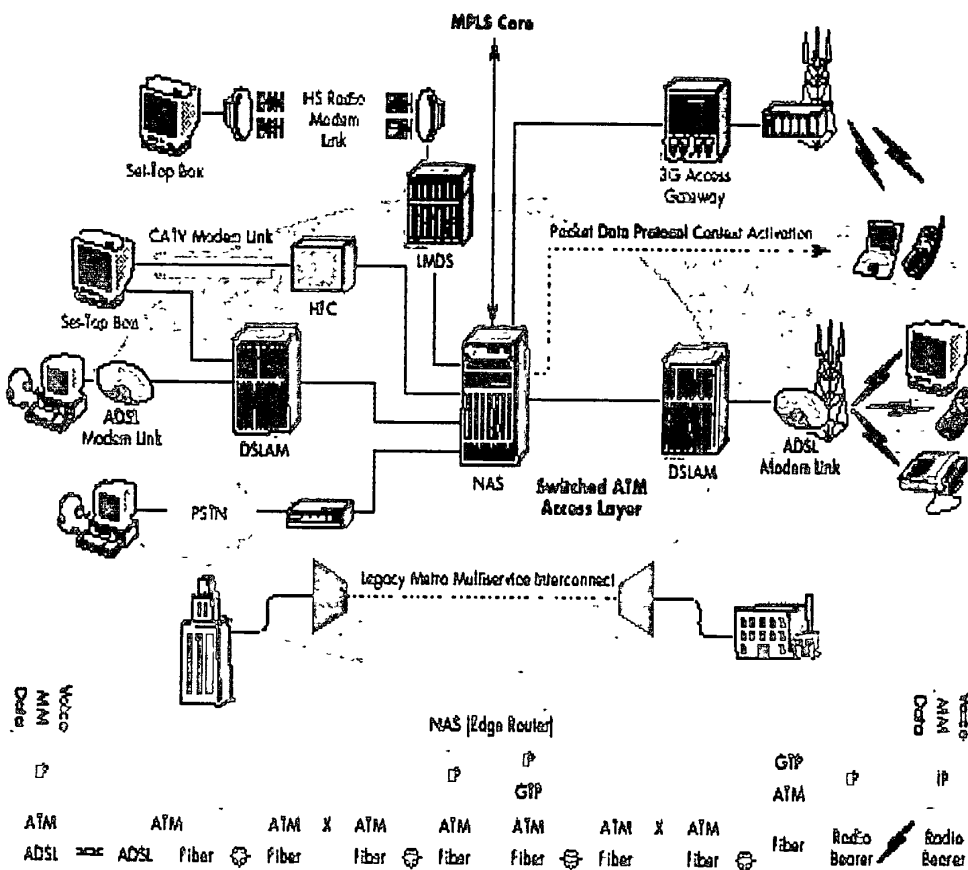


圖 3.4 下一代網路中通泛型 QoS 支援擷取網路

### 3.4.2 ATM 應用於第三代行動通信系統

3GPP 聯盟有四種 QoS 等級之標準：conversational、streaming、

interactive 和 background (best effort)。

Conversational 等級是用於即時性多媒體。縱使必需產品在行動多媒體服務市場是持續發展中，我們能夠期望在通泛行動通信系統 (UMTS) 之無線擷取網路有大量成比例的訊務將在此等級如圖 3.5。

以 ATM 基礎為架構版本 A，行動電話小細胞提供以 ALL2 所提供之封包分割及確保符合 QoS 需要。同時，在基本 ATM 細胞內之 ALL2 承載多工要改善其效率。版本 B 架構仍以使用封包基礎替代至研究 ATM/AAL2 之研究。

行動終端設備 (MT) 起始一個會談協議一個 QoS 等級和 UMTS 網路相關參數。它使用頻帶內之資源保留協定，命名為 packet data protocol-context activation (PDP-CA) 協定，來協議定義於 MT 與 3G Access gateway 間通道之 QoS 參數。這個頻帶內之保留協定是對資源非常供應不足及全部訊務之實體部分皆為多媒體資料時，在擷取部分之多媒體流程的允許進入是必要的。另一主要理由是為保留行動性支援之精確資源。

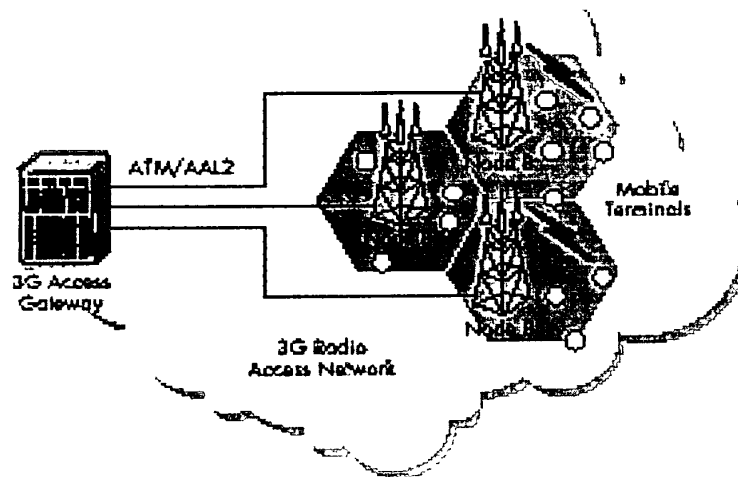


圖 3.5 第三代行動通信之擷取網路

### 3.5 結語

QoS 產品是一個關鍵性技術，可加強現有 MPLS 服務與允許服務供給



者建置新的生產收入之服務。CISCO 公司 MPLS QoS 模式是建置在 IP QoS 模式，提供在兩個技術間之自然一節。服務供給者能夠提供不同之服務給客戶和一直保持客戶之內部 QoS 監控。再往前看，DS-TE 產品將增加 QoS 之透通性，藉著允許服務供給者提供建立以 DiffServ 為標記之 TE 通道。這個將使服務供給者可調訂為了建立虛擬專線與語音中繼線提供之保證導管。

我們將 ATM 加入 MPLS 功能可直接達到加入以 IP-MPLS 基礎之封包光核心技術，是使 ATM 網路符合新一代網路需求之方法之一。

## 4 IP/ATM 訊務疏通管理技術

### 4.1 前言

訊務疏通管理主要瞭解網路通狀況，依網路擁塞的情形，採取應對措施及管理，以確保網路通暢，提昇網路的服務品質。訊務工程(Traffic Engineering)、訊務管理(Traffic Management)及服務品質(Quality of service, QoS)是基本，以下就相關主題作說明。

### 4.2 Traffic Engineering For Voice Over Integrated Service Network

本課程已含傳統電話網路的訊務工程原理及其在 VOIP 或整合服務網路(Integrated Services Networks)上的應用。也已包括語音在數據網上的容量規劃 (Capacity planning) 並強調計算忙時(Busy Hour)，平均時間 (Average Hour) 及 Erlang, Poisson 等訊務表的運用，以期瞭解語音訊務工程為目標。

#### 4.2.1 語音非一種網路

- 語音是一種應用
- 語音訊務工程用來規劃一定水準的服務
- 語音可使用在 circuit switched 及 Packet based 的網路

#### 4.2.2 基本語音訊務工程

訊務工程有四個步驟：分別為 1)獲得語音訊務，2)訊務的描述，3)決定中繼路由數，4)考慮成本

##### 步驟 1：獲得語音訊務

訊務可自帳務資料，PBX 的訊務報表，CDR (Call Detail Report)及各種查測設備之報表等等。自訊務報表瞭解訊務流量。

##### 步驟 2：訊務的描述

可將訊務區分成市話、長話、國際、或依其呼叫類型(如 FAX)。

為對訊務特性有所瞭解，先定義訊務流量  $A=C \times T$

C：在一小時的呼叫數

T：每一呼叫平均佔用時間

例：在一小時期間，平均每 2 分鐘有 200 呼叫時，其訊務流量為每小時 400 Call-minutes。

若轉換成 Call-hours，則為  $400/60=6.67$  call-hour，一般採用 Erlang 或 CCS(百秒呼)，而  $1\text{Erlang}=36\text{CCS}$ 。

另外，訊務變動(Traffic Variation)可因時、日、月、年有所不同，而有忙時的觀念。

$\text{BH(Busy Hour)}=\text{Total traffic in a month}\times\% \text{ in busy day}\times\% \text{ in hour}$  而 BH 常用以決定需求中繼路由數之重要因子。另外一個因子為佔用時間 (Holding Time)。

$\text{Holding Time} = \text{Dialing} + \text{call setup} + \text{ringing} + \text{conversation} + \text{release}$

即為一條中繼路由之總使用時間。

步驟 3：決定中繼路由數

· 依所描述的訊務來決定有多少的中繼數

一般中繼群的大小與訊務效率有關。

· 決定每一群服務度

服務度因阻塞率，忙時有所不同。

· 利用或然率表或程式計算中繼數

依訊務特性 (如 Random, Smooth 或 Rough) 及阻塞的呼叫處理等而異，其採用訊務或然率表有所不同。

步驟 4 Least-Cost Trunk

- 計算需要承載忙時訊務的中繼數
- 計算訊務溢流至備選路由
- 主要路由與備選路由以經濟方式(承載價格)來決定
- 封包式網路可用於主要路由或備選路由，也以成本來考量
- 再依最適成本原則來決定

本課程最後討論如何引用語音訊務工程至封包式的數據網路。

### 4.3 Introduction to MPLS and Traffic Engineering

本節說明導入 IP 服務時，MPLS 對客戶所獲的利益

#### 4.3.1 Motivation for MPLS

Internet 的爆發成長顯現出對服務提供者及設備供給者有巨量升高訊務量的極大挑戰。同時對漸增需求來產生不同的 IP 服務，也帶來市場快速成長。其他的挑戰已含對應 IP over L2 網路的成本。同樣地，在確認較好網路利用度及失誤處理的困難度。

服務提供者解決這些論點有些方法，如增加頻寬及/或效能路由器的數量，利用 QoS 使 Shape 及 Police 訊務更好，可用頻寬更有效地使用。CISCO 提供純 IP 架構及 IP/ATM 網路等有顯著效益的方法。MPLS 技術對 VPN 及點對點之 QoS 有著關鍵因素，能有效利用現存網路來符合未來快速成長及快速對鏈路及 node 失效作錯誤校正。將 Layer 2 與 Layer 3 作最好整合，可保持成長，降低維運成本、增加可靠度，從更多深入的 IP 服務創造新利潤，且是一種標準。

#### 4.3.2 MPLS 訊務工程

雖然 MPLS 交換機提供 forwarding Packets 的基礎技術，但它並未完全提供訊務工程之支援諸如訊務工程原則。訊務工程(TE)依自數據訊務選擇路徑的過程為了輔助有效及可靠的網路運營，使得網路資源利用最佳化及訊務效益。TE 的目的是計算路徑自給定點至另一點，而此路徑無受到任何限制（頻寬／管理需求）且是在一些測定下最佳化。一旦路徑已被算出，TE 遵循那一已建立及維持地依此路徑前另一點。

#### 4.3.3 訊務工程元件

能支援 MPLS 的路由器稱為 LSR(Label Switching Router)，點對點 MPLS 路徑稱為 LSP(Label Switched Path)，

LSP 是啟自最頭端的路由器及終止於最尾端的路由器。

現存的 IGP(Interior Gateway Protocols)對訊務工程是不足夠的，路由抉擇是以最短路徑原理為基礎，一般用作增加的方法，但並未考慮頻寬的利用度或訊務特性。最容易的方法是利用重疊模式可提供如此功能，重疊模式是在實體網路上加入虛擬拓樸。虛擬拓樸由虛擬鏈路組成，虛擬鏈路如同在實體鏈路上的路由協定。更進一步，重疊模式能提供 1) constraint based routing ,2) traffic shaping 及 traffic policing functionality, 3) 虛擬鏈路之存活度....等。這些能力很容易從超負荷鏈路的訊務移轉至低負荷鏈路上。

MPLS 即是 TE 利用的一種重疊模式。它具有

- 1) 明確的標記交換機路徑不會被基於向前訊務的承續目的地所限制(如所有現存 IGPS 之功能)
- 2) LSPs 能有效地被維護
- 3) 訊務的中繼路由能列舉及對應至 LSPs
- 4) 一組屬性能與訊務中繼路由結合
- 5) 一組屬性能與限制位置的 LSP 及訊務中繼路由跨越他們的資源結合。
- 6) MPLS 允許訊務集中或分散，而 IP 為基的目的地僅允許集中方式。“限制路由”及中繼保護能容易整合於 MPLS。

下列元件應可支援 TE：

- . Information distribution  
傳送網路拓樸的資訊及限制能配合鏈路(即頻寬)
- . Path selection algorithm  
能依限制條件計算及選擇最佳路徑
- . Route setup  
RSVP-TE(Resource Reservation Protocol TE)延伸至信號

### LSPs 之設立

- . Link Admission Control  
決定隧道需要多少資源
- . TE control  
建立及維持中繼路
- . Forwarding data across the path

#### 4.3.4 實施訊務工程

在引用 MPLS TE 前，網路的訊務型態必須非常明確，這將網路最佳化系因 MPLS TE 選擇路徑優於傳統且有更多可用頻寬。然而 IGP 並不需要選擇這些路徑。典型而言，透過模式工具，一個服務提供者提供訊務參數及網路拓樸，工具提供最好路徑。CISCO 公司利用 CISCO IOS AutoBand width Allocator 加速 MPLS TE 提供訊務管理決方案。

#### 4.4 Introduction to Traffic Management and Quality of Service Technology

Internet 應用有多樣化需求諸如 guaranteed bandwidth , low latency 等等，本課程討論不同的訊務管理及服務品質方法利用在今日的網路處理這些不同應庄用的服務需求。也適用同樣目標的企業及服務提供者客戶。說到訊務管理的重要性，QoS，如何針對訊務管理部署 QoS 及服務。(內容參考附錄)

#### 4.5 Advanced Traffic Management and Quality of Service Technology

本課程為網路管理者及工程師所設計，以協助他們驗證所需之網路 QoS 架構來有效處理訊務。首先討論如何達到點對點訊務管理架構，討論 QoS 及一些問題點的觀察，差異性服務之方法及訊務路徑管理。首先，作網路預估，預估網路之總訊務量，再說差異性服務方法 (如 PHBs 及 DSCPs, Traffic Classifiers, Traffic Conditioners 及 Queues containing classes of traffic)，並說明 TCP 之 QoS 問題。

## 4.6 Cisco Info Center

CIC 收集來自網路多元的事件，在顯現在 NOC 前作集縮，相關性及去除重複性的事件。經由收集問題解答及以集縮事減少示警／事件的數量來輔助 SLA(Service Level Agreement)之承諾。

CIC 能使服務提供者：

- 維護及增加網路用戶服務及應用上線時間
- 降低網路故障之 MTTR (Mean Time to Resolution)及客戶 SLA 之遺留抱怨。

CIC 為一服務水準之監視及診斷工具提供 Network fault, performance monitoring, trouble isolation, 及即時服務水準管理。Info center 設計協助作業人員注意在重要網路事件，提供減少警示元規則的組合方法，過濾，客戶警示觀點及區分。

## 4.7 Application Aware Traffic Engineering and Monitoring

許多網路管理者面臨網路應用及其衝擊的挑戰。本課程提供一種方法來分析網路應用，執行此分析的技巧及工具，且討論網路能力的衝擊諸如 QoS 及頻寬管理。Cisco 提供兩個分析例子並設計供網路工程師及管理者供網路應用的 performance 及 reliability

## 4.8 結語

訊務疏通管理主要能處理網路因各種服務及不同特性之影響，使網路通暢，滿足客戶需求。TE 的功能是必要的，Cisco 以 MPLS 之技巧使 IP/ATM 網路能提供最佳服務。

## 5 心得與建議

隨著 Internet 的快速成，寬頻上網的客戶日形增加，國內寬頻上網人口已超過 100 萬用戶，寬頻環成熟及帶來新商機均會影響網路服務品質。當 High-bandwidth 或 Low-latency 的應用聚集到整合網路上，企業開始努力於因應所需的應用所得到服務品質能確保到最好的程度如何的議題。如此已開始將 QoS 技術實際地快速成長。我們知道語音的 QoS 是相當的關鍵，乃因人們的耳朵對網路的延遲及封包的落失之感覺相當敏感，TCP 應用也需要有效的網路運營的一定服務水準。現在有 90% 的 Internet 應用是 TCP-based，這些數據的應用也開始要求 QoS。

本次實習 IP/ATM 網路品質及應用課程，訊務管理以即時監測網路之效能，經分析效能趨勢，以網路效能出現異常時能即時發現。或利用經驗法則，事先預測某些效能參數，在設備故障前先偵測得知。為確保客戶之訊務效能，有效地運用網路資源，訊務工程是重要的，訊務工程與 QoS 是密不可分的。雖然經濟許可，超量設計也無法滿足所有應用之服務水準需求。每一種業務需要網路不同的服務及不同方式的行動，既使超量備援也不能保證網路能充分地處理特定業務的特殊需求，何況所考量的是經濟因素。CISCO 公司裝置 IP-based 的 test bed，提供公司內部的 IP 通信，藉以了解其效能，MPLS 相關產品是賣點，而 MPLS 為 IETF 組織的標準。

MPLS 是提供 IP 服務的關鍵技術，Diffserv-aware MPLS TE 是改善網路資源管理的有效解決工具。處理數據訊務資料以使網路一的鏈路，路由器及交換機；其訊務承載平衡是 MPLS 訊務工程的主要工作。訊務疏通確保網路的 QoS 符合需求。

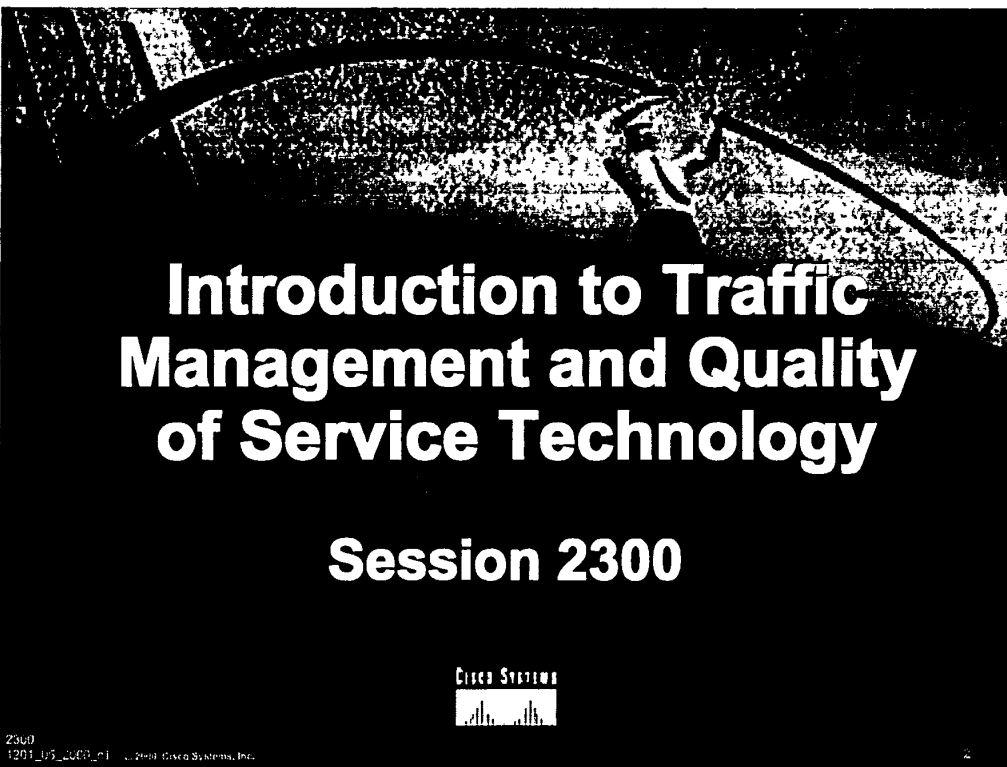
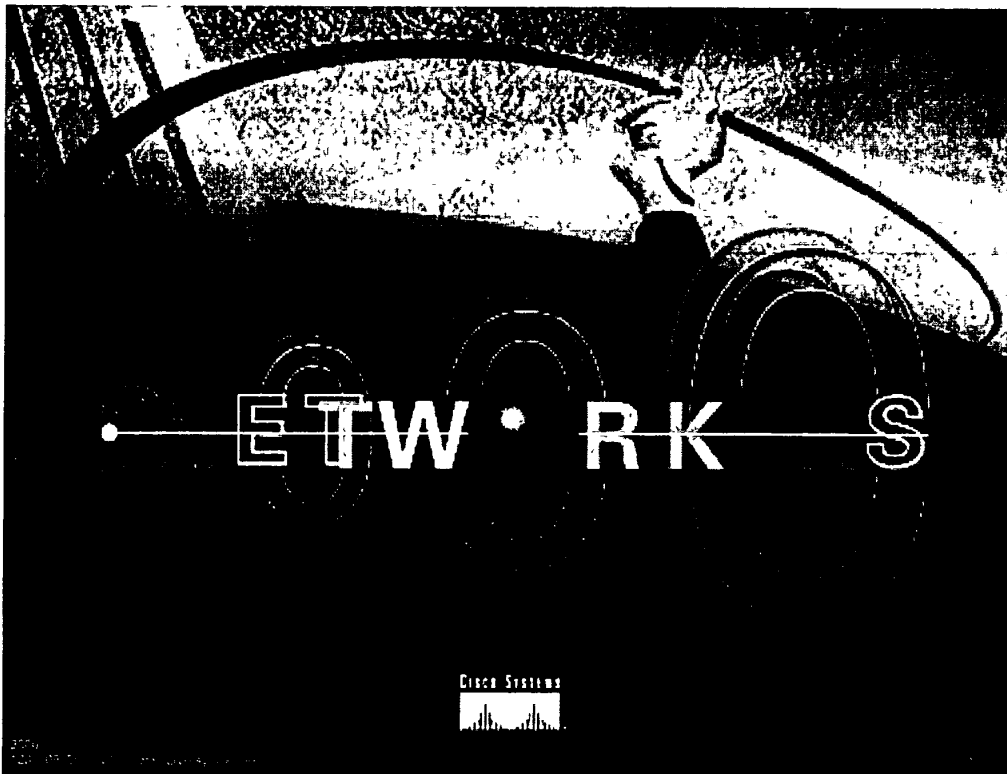
建議本公司研究所及訓練所對 ATM QoS 及 MPLS 之訊務工程與 QoS 等應用技術研究、師資培養及訓練班開辦，以宣導與訓練本公司人員專業知識，提昇本公司網路之應用。

## 6. 附錄

Introduction to Traffic Management and Quality of Service Technology -- Cisco 公司提供，本資料為 PDF 檔案無法上載，請參閱文件資料。

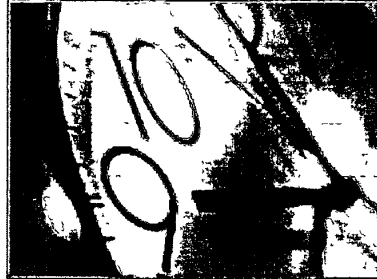






# Agenda

- Why Traffic Management Is Important?
- What Is QoS?
- How to Deploy QoS for Traffic Management?
- What Are Some of QoS Enabled Services?



# High Cost of Non-Responsiveness

**VISA**



Trading floor

Brokerage Operations = \$6.45 Million



Credit Card Authorization = \$2.6 Million

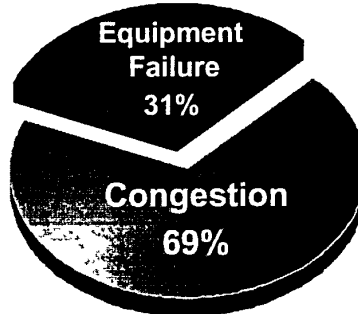
**Delta Air Lines**

**American Airline:**

Airline Reservations = \$89,500

# The Cost of Congestion

Costs of Productivity Loss  
Due to Network Downtime



Congestion-related performance degradation has been found to cause the majority of network downtime costs



Michael Howard  
President, Infonetics Research

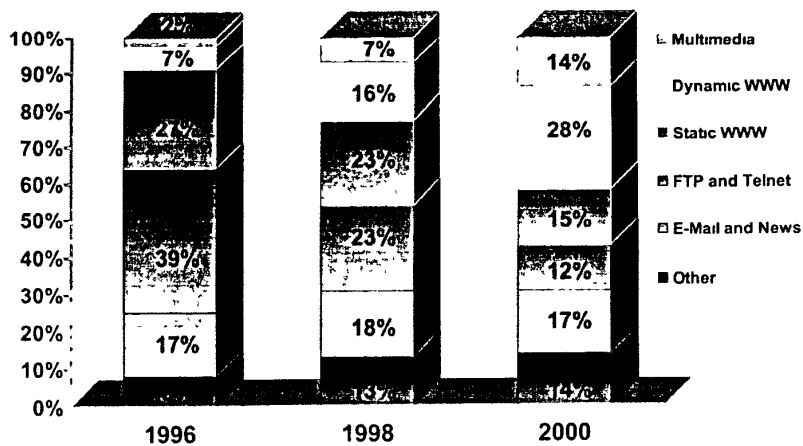
©1997 Infonetics Research, Inc.,  
Business-Centric Network Management and Downtime Costs 1997

2300  
1201\_05\_2000\_c1 © 2000 Cisco Systems, Inc.

Cisco.com

5

# Fundamental Shift Towards Bandwidth-Intensive Applications



Source: The Yankee Group, 1996

2300  
1201\_05\_2000\_c1 © 2000 Cisco Systems, Inc.

Cisco.com

6

## Not All Traffic Is Equal

	Voice	FTP	ERP and Mission-Critical
Bandwidth	Low to Moderate	Moderate to High	Low
Random Drop Sensitive	Low	High	Moderate To High
Delay Sensitive	High	Low	Low to Moderate
Jitter Sensitive	High	Low	Moderate

## Traffic Is Grouped into SLAs

## Agenda

- Why Traffic Management Is Important?
- What Is QoS?
- How to Deploy QoS for Traffic Management?
- What Are Some of QoS Enabled Services?



## What Is Quality of Service?

“

**Collection of technologies which allows applications/users to request and receive predictable service levels in terms of data throughput capacity (bandwidth), latency variations (jitter) and delay**

”

## Agenda

- **Why Traffic Management Is Important?**
- **What Is QoS?**
- **How to Deploy QoS for Traffic Management?**
- **What Are Some of QoS Enabled Services?**



## QoS Models

- **Provisioned QoS**  
Differentiated services
- **Signaled/dynamic QoS**  
Integrated services(RSVP)

## Step 1: Identify Traffic and it's Requirements

- **Network audit**  
What is running and when?
- **Business audit**  
How important is it for business?
- **Application audit**  
What are it's requirements  
from network?
- **Service levels required**

# Network Audit

- **NetFlow**

Provides information on various traffic flows in the network

- **Protocol discovery**

Discovers what bandwidth intensive applications are running on the network

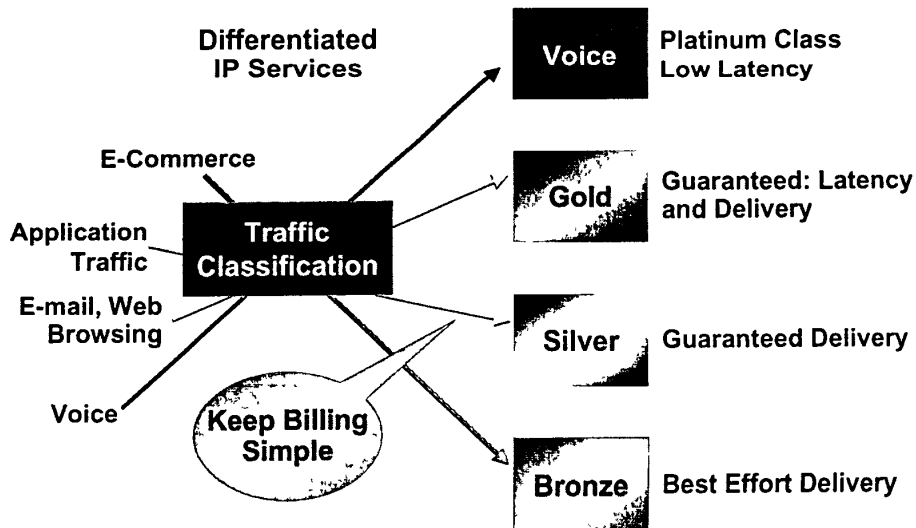
- **Sniffer**

How much bandwidth should I guarantee to my mission-critical applications?

Are there any non-mission-critical applications I should police?



## Step 2: Divide the Traffic into Classes and Color It

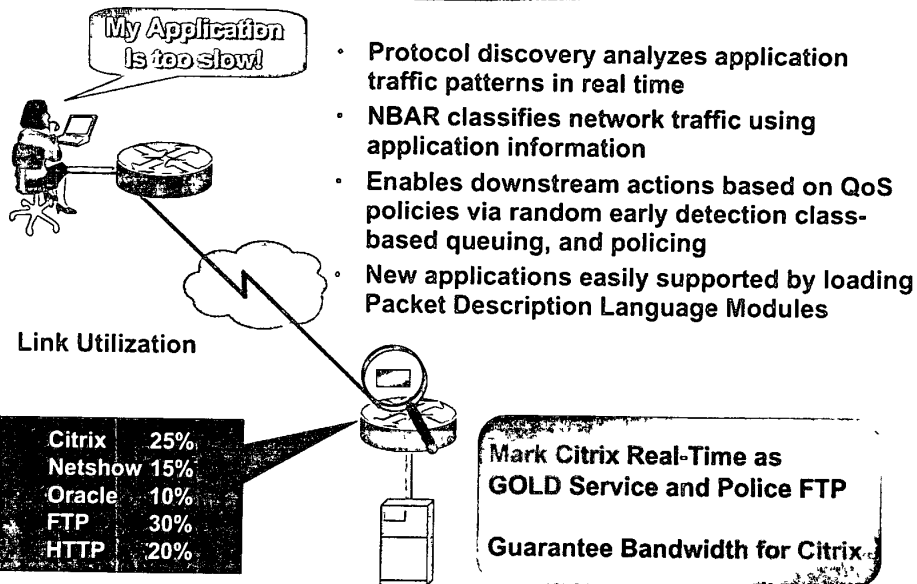




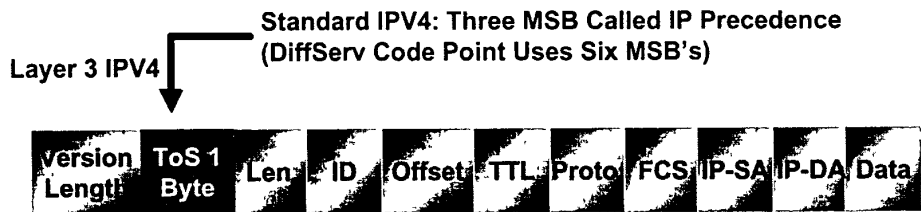
## What Is a Class?

- **Single user**  
Mac address, IP address...
- **Department, customer**  
Sub net, interface...
- **Application**  
Port numbers, URL...

## Network-Based Application Recognition

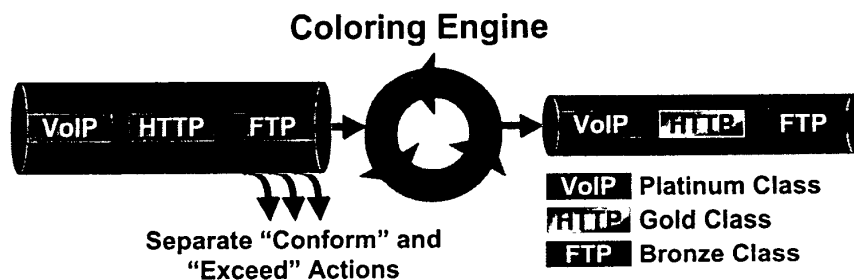


# What Is Coloring?



- Use this information to define QoS policies

# Color the Packets



- Color closer to the application
- Set the DSCP (Diffserv Code Point) at the edge of network
- Avoid host application-based coloring

## Step 3: Define Policies for the Classes

- **Minimum bandwidth guarantee**  
This is the minimum guaranteed bandwidth to the class all the time
- **Give priority to the class**  
Class is treated in a strict priority manner
- **Maximum bandwidth limits**  
This is the maximum amount of bandwidth class will ever get
- **Congestion management**

## Minimum Bandwidth Guarantee/ Priority for a Class

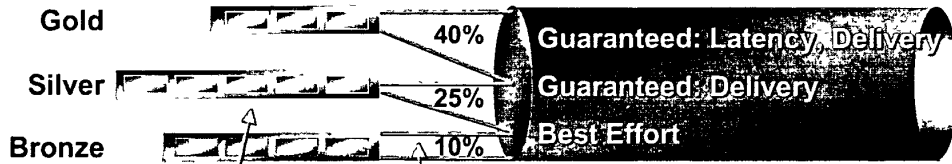


**Policy required:**

**Make sure my platinum class gets a priority treatment and gold class gets a minimum bandwidth guarantee**



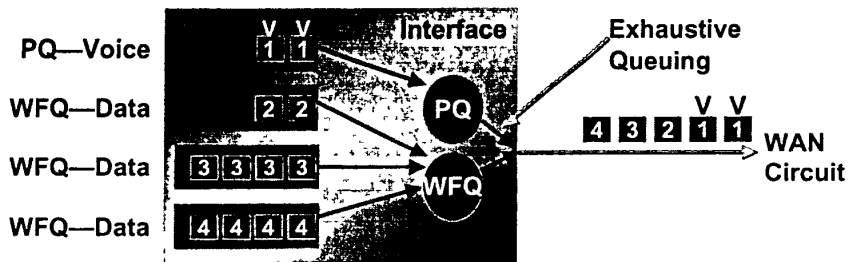
# Scheduling



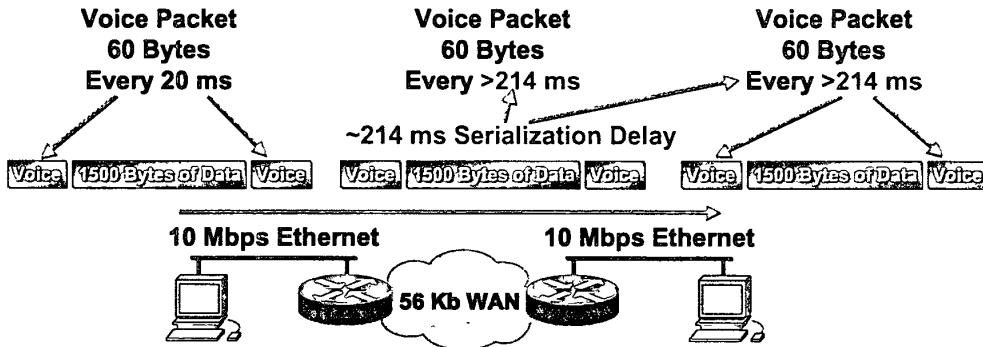
Step 1: Define Buffering      Step 2: Define Bandwidth

- **Weights guarantee minimum bandwidth**
- **Buffering controls latency**
- **Unused capacity is shared amongst the other classes**
- **Each queue can be separately configured for QoS**
- **Benefits:**
  - Maximize transport of paying traffic
  - No loss of service class guarantees
  - No wasted bandwidth as with PVCs

# Low Latency Queuing



# Large Packets "Freeze Out" Voice



- Large packets can cause playback buffer underrun, resulting in slight voice degradation
- Jitter or playback buffer can accommodate some delay/delay variation

# Fragmentation Recommendations

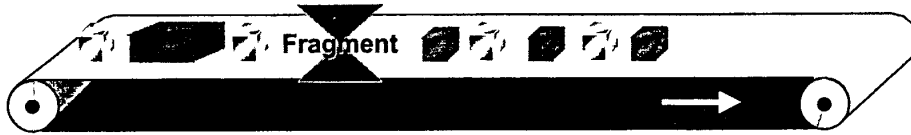
Assuming 10 ms Max Blocking Delay "Rules of Thumb"

10 ms/Time for 1  
Byte at BW =  
Fragment Size

Link Speed	Frag Size
56kbps	70 Bytes
64kbps	80 Bytes
128kbps	160 Bytes
256kbps	320 Bytes
512kbps	640 Bytes
768kbps	1000 Bytes
1536kbs	2000 Bytes

Fragmentation Not Needed if  
Max Frame Size Is 1500 Bytes

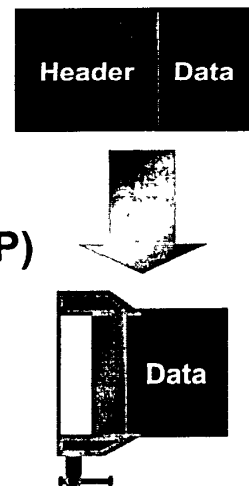
## Link Fragmentation and Interleave(LFI)



- Fragment large packets and interleave with voice packets over WAN links
- Reassemble at other end of link
- Reduces voice delay and jitter

## RTP Header Compression

- Header is 2x size of voice data (40 vs 20 bytes)
- RTP Header Compression (CRTP) reduces header to 2–4 bytes
- Used hop-by-hop on slow links



# Maximum Rate Limiting

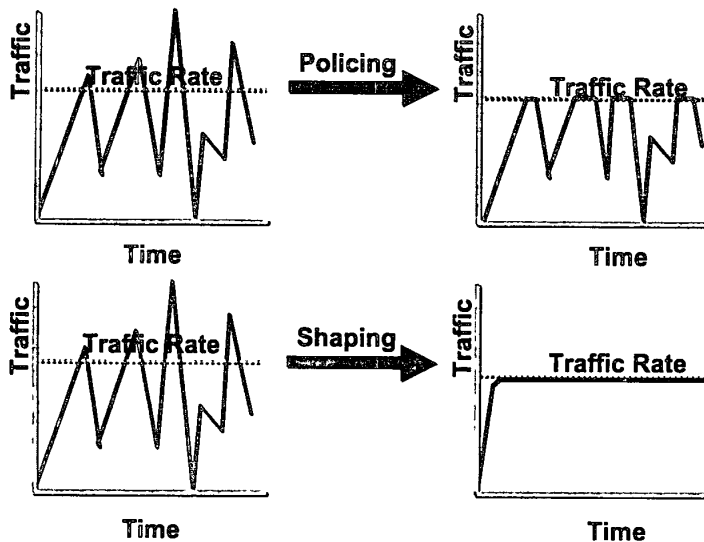
“

**Policy required:**

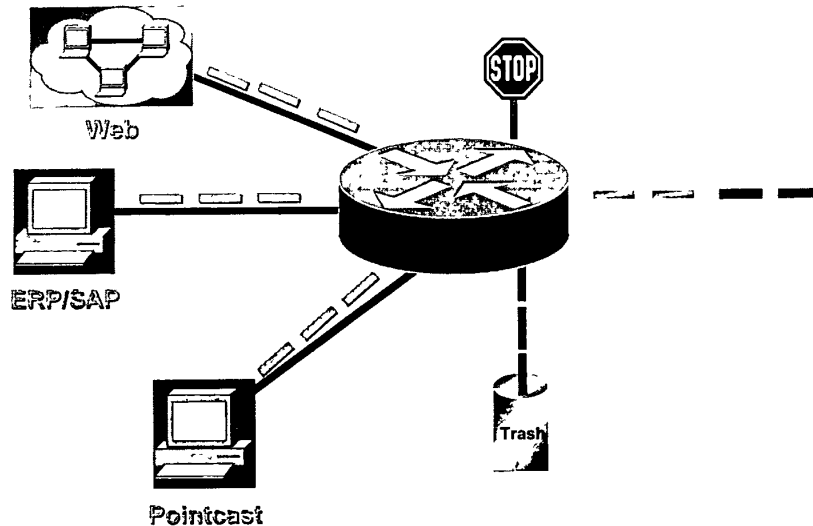
**Make sure my bronze traffic does not get more than x kbps of bandwidth at any time**

”

# Traffic Policing vs. Shaping



## Policer

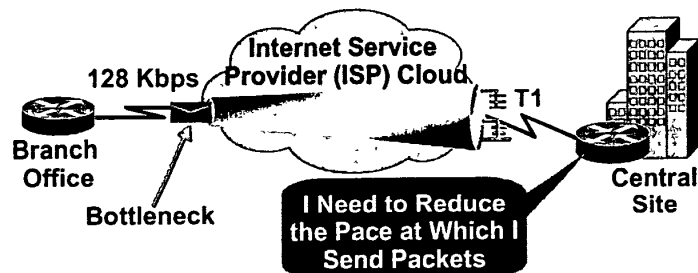


2300  
1201\_05\_2000\_c1 © 2000 Cisco Systems, Inc.

CISCO.COM

29

## Shaper



- Reduces outbound traffic flow to avoid congestion(via buffering)
- Eliminates bottlenecks in topologies with data rate mismatch
- Provides mechanism to partition interfaces to match far-end requirements

2300  
1201\_05\_2000\_c1 © 2000 Cisco Systems, Inc.

CISCO.COM

30



# Congestion Avoidance



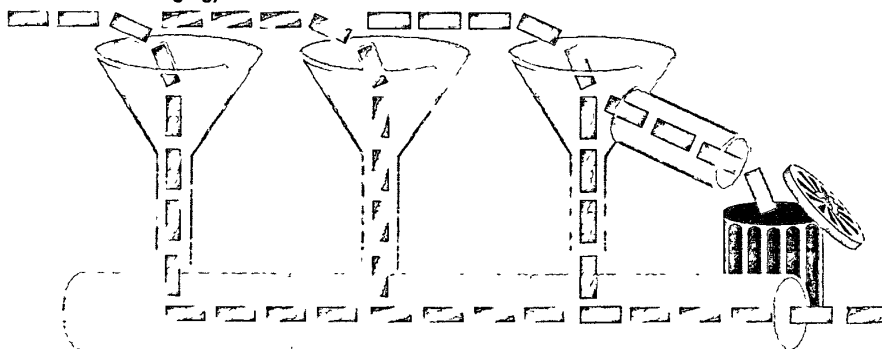
**Policy required:**

**Make sure my bronze or silver traffic gets dropped when there is congestion and not gold traffic**

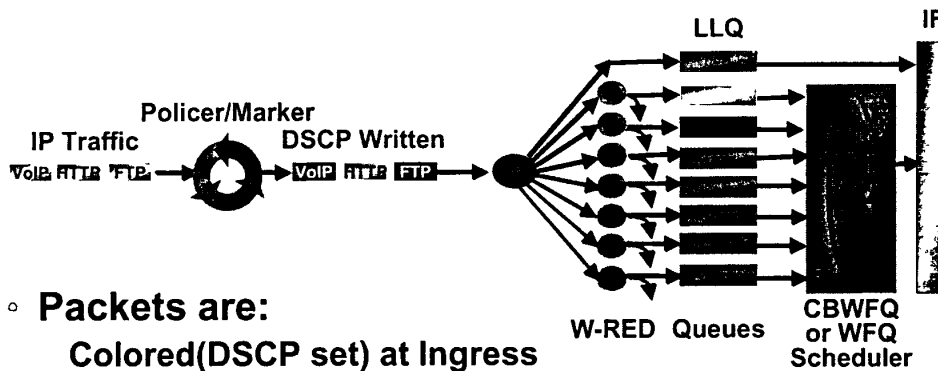


# Weighted Random Early Detection

Gold	Silver	Bronze
High Precedence (Guarantees Mission-Critical Apps, i.e., Great Plans, Claris, Pivotal, Peoplesoft, Unified Messaging)	Medium Precedence E-Mail, Interactive Video, Web	Low Precedence E-Fax, FTP

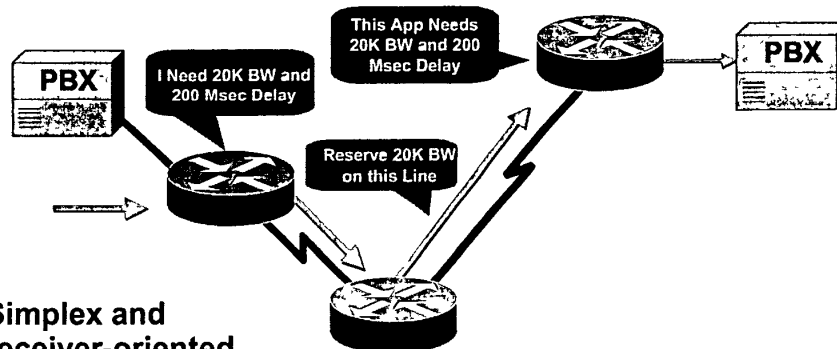


## Putting it All Together



- o Packets are:
  - Colored(DSCP set) at Ingress
  - Classified and potentially discarded by W-RED (Congestion Management)
  - Assigned to the appropriate outgoing queue
  - Scheduled for transmission by CBWFQ

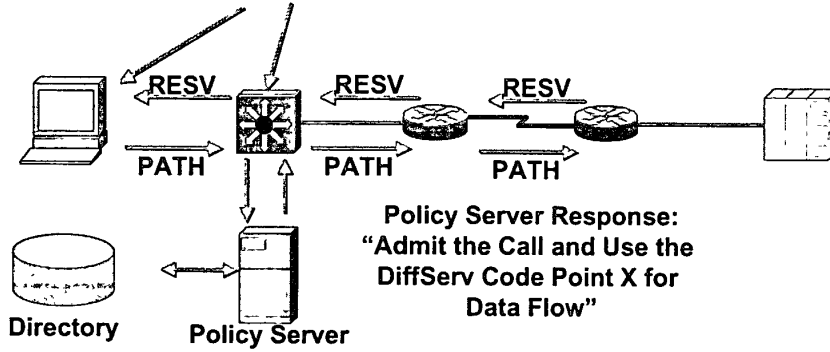
## Integrated Services



- o Simplex and receiver-oriented
- o RSVP QoS services
  - Guaranteed service—mathematically provable bounds on end-to-end datagram queuing delay/bandwidth
  - Controlled service—approximate QoS from an unloaded network for delay/bandwidth
- o RSVP provides the policy to WFQ

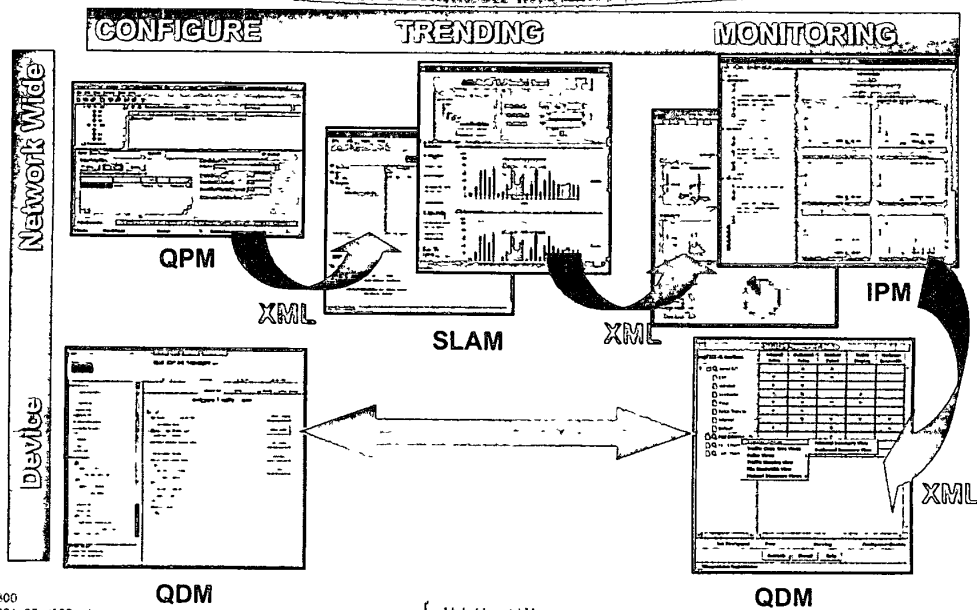
# Policy

Packet Classified to Code Point X on Client or Router/Switch



RSVP(Quantative) Is Used for the Control Path Flow;  
Data Path Uses an Aggregate as Identified by the DSCP;  
RSVP Is Used to Signal the Data Path Aggregate

# Complete QoS Management

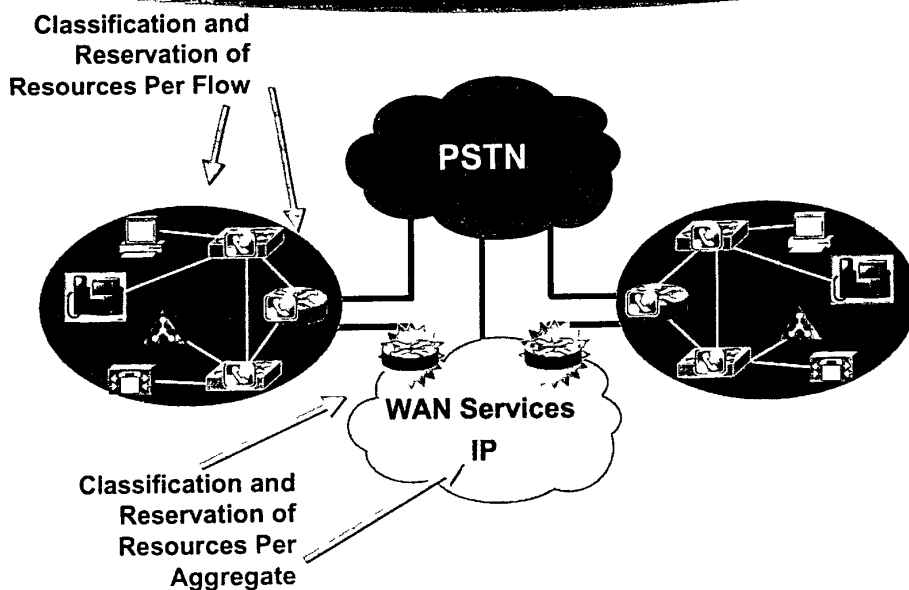


# Agenda

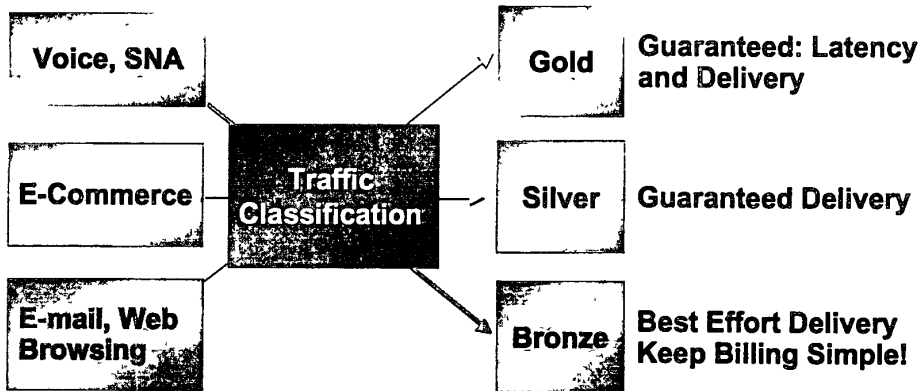
- Why Traffic Management Is Important?
- What Is QoS?
- How to Deploy QoS for Traffic Management?
- What Are Some of QoS Enabled Services?



## Example Application: QoS for Voice Over IP



# Example Application: Premium IP



- **Deliver IP-Based Differentiated Services with Service Level Agreements(SLAs)**

# Summary

“

**QoS Is Managed Unfairness**

”