

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

【ATM及高速路由器(TSR/GSR)網路管理系統整合技術】

【IP寬頻核心網路技術師資培訓實習】

出國報告書

服務機關：中華電信股份有限公司  
中華電信股份有限公司北區電信分公司  
中華電信股份有限公司電信訓練所

出國人 職稱：助理工程師  
股長、助理工程師  
講師(一)

姓名：邱文華  
黃啟文、吳燦堯  
劉文楨

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地點：美國

出國期間：自91年7月15日至7月28日

報告日期：91年12月30日

系統識別號:C09102862

公務出國報告提要

頁數: 35 含附件: 否

報告名稱:

實習「ATM及高速路由器(TSR/GSR)網路管理系統整合技術」

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

/

出國人員:

黃啓文 中華電信台灣北區電信分公司 網路維運處 股長  
吳燦堯 中華電信台灣北區電信分公司 網路管理處 助理工程師  
邱文華 中華電信股份有限公司 網路處 助理工程師  
劉文楨 中華電信訓練所 講師

出國類別: 實習

出國地區: 美國

出國期間: 民國 91 年 07 月 15 日 -民國 91 年 07 月 28 日

報告日期: 民國 92 年 03 月 31 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: 網路管理

內容摘要: 職等奉派赴美國Unisphere Network公司實習「IP寬頻核心網路技術師資培訓實習」，含行程前後共 四天。實習目的在了解IP寬頻核心網路之發展，實習IP寬頻核心網路路由器及路由通信協定之維運管理技術，俾能培育IP寬頻核心網路技術師資並規劃發展相關訓練。IP網路是利用路由器互連起來的網路，網際網路就是成千上萬個IP子網路藉由路由器互聯的國際性網路。在IP網路中，路由器不僅負責對IP封包的轉發，還要透過路由通信協定負責與其他路由器進行聯絡，共同確定IP網路的路由選擇和維護路由表。近年來隨著網際網路規模的快速發展，路由器已成為最重要的網路設備，路由器連接所使用的路由通信協定亦成為網際網路的關鍵技術。由於電信網路技術的演進，網際網路訊務之暴增，以及用戶對寬頻多媒體服務的需求，新世代的電信網路正加速往IP化與寬頻化之標準發展，目前其架構並已逐漸成形，IP寬頻核心網路將是下一代電信網路的主流。本公司營運之固網、行動網及ISP(Hinet)業務目前均居國內電信市場之龍頭地位，同時本公司既有之傳統固網及行動網正逐步演進至IP寬頻網路，實有必要吸取IP寬頻網路最新維運相關技術，以更加提昇網路品質，其能鞏固市場競爭優勢。本實習報告首先針對IP網路路由技術，作一概要之描述，接著報告網際網路自治系統內部使用之內部閘道通信協定，即開放式最短路徑優先（OSPF）路由通信協定，和自治系統外部使用之外部閘道通信協定，即邊界閘道通信協定（BGP）。有關OSPF及BGP路由通信協定報告之

## 目 錄

壹、摘要.....	3
貳、行程及實習內容紀要.....	4
參、實習報告.....	5
一、IP 網路路由技術.....	5
二、OSPF 路由通信協定.....	8
三、BGP-4 路由通信協定.....	17
肆、結論與建議.....	35

## 壹、摘要

職等奉派赴美國 Unisphere Network 公司實習「IP 寬頻核心網路技術師資培訓實習」，含行程前後共十四天。實習目的在了解 IP 寬頻核心網路之發展，實習 IP 寬頻核心網路路由器及路由通信協定之維運管理技術，俾能培育 IP 寬頻核心網路技術師資並規劃發展相關訓練。

IP 網路是利用路由器互連起來的網路，網際網路就是成千上萬個 IP 子網路藉由路由器互聯的國際性網路。在 IP 網路中，路由器不僅負責對 IP 封包的轉發，還要透過路由通信協定負責與其他路由器進行聯絡，共同確定 IP 網路的路由選擇和維護路由表。近年來隨著網際網路規模的快速發展，路由器已成為最重要的網路設備，路由器連接所使用的路由通信協定亦成為網際網路的關鍵技術。

由於電信網路技術的演進，網際網路訊務之暴增，以及用戶對寬頻多媒體服務的需求，新世代的電信網路正加速往 IP 化與寬頻化之標準發展，目前其架構並已逐漸成形，IP 寬頻核心網路將是下一代電信網路的主流。本公司營運之固網、行動網及 ISP(Hinet)業務目前均居國內電信市場之龍頭地位，同時本公司既有之傳統固網及行動網正逐步演進至 IP 寬頻網路，實有必要吸取 IP 寬頻網路最新維運相關技術，以更加提昇網路品質，其能鞏固市場競爭優勢。

本實習報告首先針對 IP 網路路由技術，作一概要之描述，接著報告網際網路自治系統內部使用之內部開道通信協定，即開放式最短路徑優先 (OSPF) 路由通信協定，和自治系統外部使用之外部開道通信協定，即邊界開道通信協定 (BGP)。有關 OSPF 及 BGP 路由通信協定報告之內容，包含通信協定的運作方式、主要訊息之格式與應用、路由器設定範例、及相鄰路由器間之溝通協調方式等

## 貳、行程及實習內容紀要

本案之行程及實習內容如下所述：

七月十五日~七月十六日：去程，由台北搭機經紐約前往波斯頓

Unisphere Network 公司訓練中心

七月十七日~七月十九日：實習：

- IP Network Technology Development
- Introduction to ERX

七月二十日~七月二十一日：假日整理資料

七月二十二日~七月二十六日：實習：

- Advanced IP Routing

七月二十七日~七月二十八日：返程，由波斯頓搭機經洛杉磯返回台北

## 參、實習報告

### 一、IP 網路路由技術

IP 網路是利用路由器互連起來的網路，網際網路(Internet)就是成千上萬個 IP 子網路藉由路由器互聯的國際性網路，是以路由器為基礎的網路，形成了以路由器為節點的「網際網」。在 IP 網路中，路由器不僅負責對 IP 封包的轉發，還要藉由路由通信協定負責與別的路由器進行聯絡，共同確定 IP 網路的路由選擇和維護路由表。近年來隨著網際網路規模的快速發展，路由器隨之成為最重要的網路設備，路由器連接所使用的路由通信協定已成為網際網路的關鍵技術。本章將說明 IP 網路的路由原理、路由方式及路由通信協定。

#### 1.1 路由原理

路由路由係 IP 網路上的設備決定如何傳送 IP 封包至其目的地的方式，IP 網路上的設備欲傳送 IP 封包，首先須查詢設備上的路由表，藉以取得傳送 IP 封包至下一站(next hop)的路由資訊，並將 IP 封包往下一站傳送，一站接著一站依此方式，直到 IP 封包抵達目的地。

##### 1.1.1 IP 封包的傳送

當 IP 子網路中的一台主機發送 IP 封包給同一 IP 子網路的另一台主機時，它將直接把 IP 封包送到網路上，對方就能收到。而要送給不同 IP 於網上的主機時，它要選擇一個能到達目的子網路上的路由器，把 IP 封包送給該路由器，由路由器負責把 IP 封包送到目的地。如果沒有找到這樣的路由器，主機就把 IP 封包送給一個稱為預設閘道(default gateway)的路由器上。預設閘道是每台主機上的一個配置參數，它是接在同一個網路上的某個路由器介接埠的 IP 地址。

路由器轉送 IP 封包時，只根據 IP 封包目的 IP 地址的網路號部分，選擇合適的介接埠，把 IP 封包送出去。同主機一樣，路由器也要判定介接埠所接的是否是目的子網路，如果是，就直接把封包通過介接埠送到網路上，否則，也要選擇下一個路由器來傳送封包。路由器也有它的預設閘道，用來傳送不知道往哪兒送的 IP 封包。這樣，路由器就有能力把知道如何傳送的 IP 封包正確轉送出去，不知道的 IP 封包送給預設閘道路由器，這樣一級級地傳送，IP 封包最終將送到目的地，送不到目的地的 IP 封包則被網路丟棄了。

### 1.1.2 路由器的基本操作

路由器的基本操作包含路由(Routing)和轉送(Forwarding)兩項基本操作。路由操作包含路由計算、路由更新及路由選擇等操作，路由計算用來判定到達目的地的最佳路徑，不同的路由通信協定使用不同的路由計算法，為了判定最佳路徑，路由操作必須啟動並維護包含路由資訊的路由表，其中路由資訊依賴於所用的路由計算法而不盡相同。路由選擇算法將收集到的不同路由資訊填入路由表中，根據路由表可將目的網路與下一站(next hop)的關係告訴路由器。路由器間相互交換路由資訊，並由路由器根據路由計算法則來決定最佳路徑，更新維護路由表使其能正確反應網路的拓撲變化。

路由器的轉送操作即依據路由選擇好的最佳路徑傳送 IP 封包。路由器首先在路由表中查詢，查明是否知道如何將 IP 封包發送到下一個站點(路由器或主機)，如果路由器不知道如何發送 IP 封包，通常將該 IP 封包丟棄；否則就跟據路由表的相應路由表項將封包發送到下一個站點，如果目的網路直接與路由器相連，路由器就把封包直接送到相應的介接埠上。

路由操作和轉送操作是相互配合又相互獨立的概念，前者使用後者維護的路由表，同時後者要利用前者提供的功能來發佈路由通信協定數據封包。下節文中將對路由通信協定予以說明。

## 1.2 路由方式

IP 網路的路由控制方式可分為靜態路由和動態路由兩種方式。網路管理人員須對路由器作 IP 封包傳送之目的地以手動方式設定事先計算好的路由，或在路由器間設定路由通信協定使其能相互交換路由資訊，上述第一種方式稱為靜態路由方式，第二種即稱為動態路由方式，靜態路由和動態路由有各自的特點和適用範圍。

### 1.2.1 靜態路由方式

靜態路由方式是在路由器中設置固定的路由表，除非網路管理人員改變路由設定，否則靜態路由不會發生任何變化。由於靜態路由不能對網路狀態的改變作出立即因應措施，一般用於網路規模不大、拓撲結構固定的網路中。靜態路由的優點是簡單、高效率及可靠，缺點是擴充性受限，路由設計過程繁複，網路一有修改即須重新計算。在所有的路由中，靜態路由優先級最高，路由器首先查詢靜態路由，如果查到則相應的靜態路由，即依據此路由轉送 IP 封包，否則再查找動態路由。當動態路由與靜態路由發生衝突時，以靜態路由為準。

### 1.2.2 動態路由方式

動態路由方式是在網路中的路由器之間，依據路由通信協定相互通信傳遞路由資訊訊息，路由器利用收到的路由資訊更新路由表的內容。動態路由方式使路由器能及時地因應網路結構的變化。如果路由更新訊息表示網路發生變化之資訊，路由控制軟體就會重新計算路由，並發出新的路由更新訊息。這些訊息通過各個網路，引起各路由器重新啟動其路由計算，並更新各自的路由表以動態地反映網路拓撲變化。動態路由適用於網路規模大、網路拓撲複雜的網路。動態路由最大的優點是具有網路擴充性與彈性，新增節點能自動學習網路拓撲，網路拓撲發生變化，可立即以替代路由因應。當然，各種動態路由由路由通信協定會不同程度地佔用網路頻寬和 CPU 資源。

### 1.3 路由通信協定

網際網路是許多自治系統(Autonomous System, AS)的集合，各個自治系統具有統一管理機構，訂定了統一的管理權限與路由政策。自治系統若應用動態路由方式，須在自治系統內部與外部訂定不同的路由通信協定，提供路由器作為路由控制的依據。

#### 1.3.1 內部與外部開道通信協定

依據路由通信協定應用在一個自治系統內部或外部的不同，可分為內部開道通信協定(Interior Gateway Protocols, IGP)和外部開道通信協定(Exterior Gateway Protocols, EGP)等兩類。自治系統內部採用的路由通信協定稱為內部開道通信協定，常用的有 OSPF(Open Shortest Path Protocol)，IS-IS(Intermediate System to Intermediate System)，RIP(Routing Information Protocol)等。而自治系統之間則透過外部開道通信協定作路由控制與連接，常用的是 BGP(Border Gateway Protocol)。

#### 1.3.2 路由通信協定的路由計算方式

路由通信協定另一種的分類方式是依據路由器之路由計算方式及交換路由資訊之內容，可分為距離向量(Distance-Vector)與鏈結狀態(Link-State)二種路由通信協定。距離向量路由通信協定係以 metric 值表示其與目的地之距離，如 RIP 的路由值是經過的 hop 總數。鏈結狀態路由通信協定提供其與鄰近網路的路由資訊，如 OSPF 的路由值係以成本(cost=100M/鏈路頻寬)表示。BGP 不採用純粹的鏈路狀態算法，亦不採用純粹的距離向量算法，BGP 是一個路徑向量



(Path Vector)路由通信協定，用來傳送自治系統之間的路由資訊，稱為路徑向量的原因，是由於 BGP 路由資訊中包含一連串的 AS 編號，指出一條路由所經過的每一段路徑。RIP 有諸多缺點例如收斂時間長，頻寬消耗大，hop 數超過 16 不能用，因此 RIP 不能應用在大型網路。本報告於下數將分別介紹 OSPF 與 BGP 通信協定的功能與運作方式。

## 二、OSPF 路由通信協定

OSPF 是由 IETF 的 IGP 工作群為 IP 網路開發的一種鏈路狀態路由通信協定。該工作組成立於 1998 年，專責設計用於網際網路以最短路徑優先 (SPF) 演算法為基礎的 IGP。

### 2.1 OSPF 概述

#### 2.1.1 OSPF 之背景

OSPF 創建的原因是於八十年代中期，RIP 不能服務於大型、異構網路的缺點愈發明顯。目前本公司 VoIP 的 IP 網路即採用 OSPF 協定，本文將在第 2.3 節予以介紹。

OSPF 有兩個主要的特性。首先該協定是開放的，公佈於 IETF RFC1247 規範，提供各家不同廠牌路由器上使用 OSPF，造成 OSPF 的普及運用。另一個基本的特性是 OSPF 使用”Dijkstra 最短路徑演算法”來運作，該演算法是任何鏈路狀態協定的核心。

在 OSPF 中，網路拓樸是以鏈路狀態公告(Link State Advertisement, LSA)的形式描述、儲存及交換，在同一區域內與其他所有路由器交換 LSA 訊息。因網路拓樸元素不同而有不同的 LSA，其中包含連接的路由器、區段、外部目的端、使用的 metric 等等。OSPF 路由器累積鏈路狀態訊息，並使用 SPF 演算法來計算到各節點的最短路徑。

#### 2.1.2 階層式的區域架構

OSPF 和其他路由協定最大的差異，就是它具備區域的特性，階層中最大的實體是自治系統(autonomous system, AS)，即遵循同一路由策略下的網路集合。在 AS 內用內部開道協定(IGP)如 OSPF，二 AS 之間以外部開道協定(IGP)如 BGP。所謂區域(area)是一部分連續的(contiguous)網路，OSPF 在同一區域內所有路由器交換 LSA 訊

息，所以它們具有相同的拓撲資料庫，但區域外的路由器無法了解該區域內部拓撲，一自主系統可細分為多個區域。

階層式架構用來聚集(aggregate)路由資訊，包含眾多的技術細節。可以減少進行最短路徑之計算和減少浪費 CPU 時間查尋大型路由表，這種隱藏細節與聚集路由資訊的能力，使得 OSPF 得以適合大型網路。

OSPF 規定所有的區域必須與一個稱為骨幹(backbone)之區域(area 0.0.0.0)相連，除了骨幹區域之外，各區域之間不私下連通。AS 內連接兩區之間的路由器稱為區域邊緣路由器(Area Border Router, ABR)，連接自主系統對外的路由器(接不同的路由協定)稱為自主系統邊界路由器(Autonomous System Boundary Router, ASBR)，如圖 2.1 OSPF 網路型式和圖 2.2 OSPF 路由器型式。

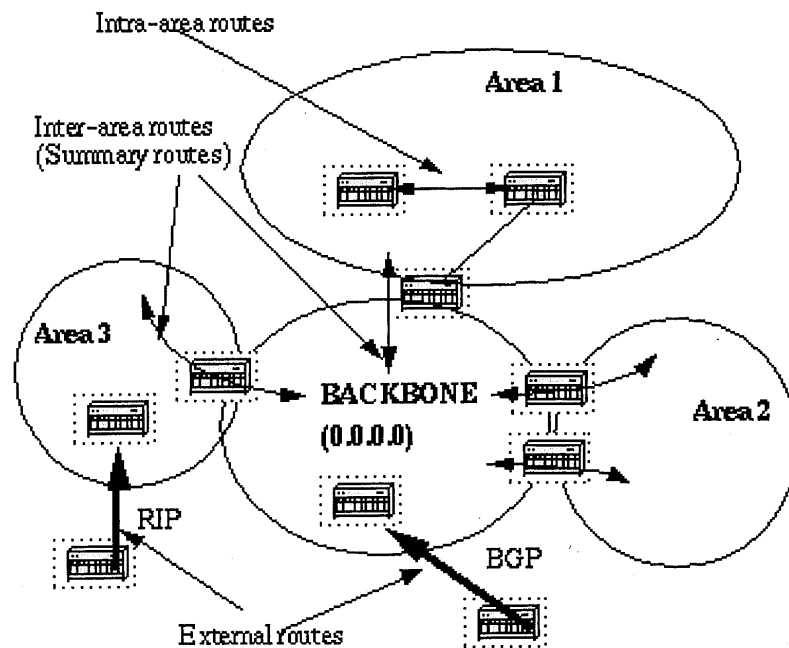


圖2.1 OSPF網路型式

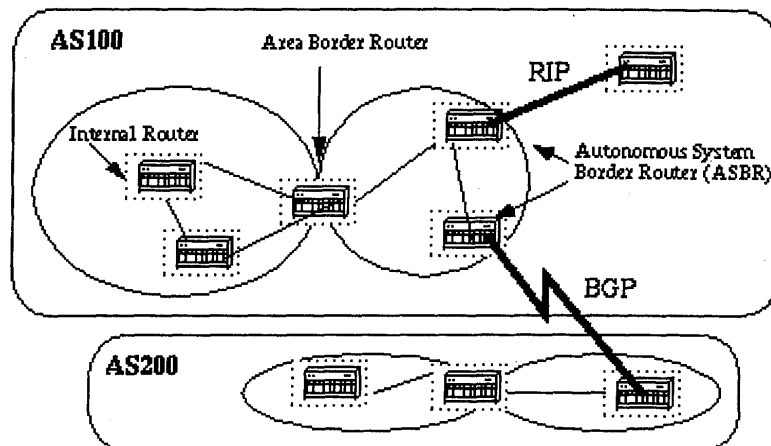


圖2.2 OSPF路由器型式

描述外部路由的LSA是由ASBR產生，並會將其匯入整個AS，存在每個路由器的鏈路狀態資料庫中。有些區域中的路由器在功能上不需要精確外部路由資訊，這種區域稱為stub區域。stub區域可傳送區域內、區域間和預設路徑之LSA，不傳送外部LSA。若為Totally stub區域，不傳送區域間和外部LSA。另外，OSPF引進Not So Stubby Areas( NSSA)，它類似stub區域，但可由區域的ABR提供預設路由，轉換為一般的LSA，以傳達外部路由訊息。

### 2.1.3 OSPF特性

- (1)快速的收斂 (convergence) 時間：一條路由不通或新增一路由，需多少時間才能讓整個網路知道，這種網路改變造成的路由器調整期，稱為收斂時間。OSPF 鏈路狀態更動，立即傳送異動資料；且各路由器只向 DR 報告其異動部分，再由 DR 同時送給所有的路由器平行處理，因此快速收斂。
- (2)不分級領域間之路由(Classless Interdomain Routing)/超網 (Supernetting)：允許路由器將路徑聚集(summarize)，可縮減路由表大小，另假設某區域有一路由器不穩(上上下下)，在路徑聚集狀況下可減少整個網路更動的次數。
- (3)變動長度子網路遮罩(Variable-Length Subnet Mask)：在相同網段中標示不同的子網遮罩，可依據子網路上實際的主機數量設

- 定遮罩，減少 IP 位址空間的浪費。經由 VLSM，IP 網可以分成各個不同大小的子網，給網管更大的網路管理的靈活性。
- (4)頻寬消耗低：RIP 全部路由器每 30 秒就廣播一次，且帶的是整個路由表的訊息，浪費相當多的頻寬。使用 OSPF，只傳送更改的路徑資訊，且只在網路異動時才送，因此頻寬消耗低。
  - (5)依連線頻寬選擇路徑。而 RIP 只依 hop 數，常選到非最佳路徑。
  - (6)支援多重路徑。
  - (7)依服務類型(TOS)指定路由：可以依上層協定之服務類型指定特定的路由。例如，可能指定某些資訊為緊急的，如果 OSPF 有高優先等級的鏈路，就可用於傳輸緊急數據。
  - (8)OSPF 支持一個或多個 metric。如果只用一個 metric，則為任意的，且不支持 TOS。如果使用多於一個 metric，則可依據三個 IP TOS 項目（延遲、通信量 throuput 和可靠性）產生的八種組合，分別使用獨立的 metric，以便支持 TOS。例如，如果 IP TOS 指示低延遲、低通信量和高可靠性，OSPF 就基於此 TOS 設計，計算所有目的地的路由。

## 2.2 OSPF 運作概述

### 2.2.1 資訊傳遞程序

茲將 OSPF 路由器所使用的資訊傳遞程序，簡單地描述如下：

- (1)OSPF 路由器經由 Hello 封包訊息，發現彼此的存在，再使用 Hello 封包訊息監測二者之間之鏈路狀態。
- (2)OSPF 各路由器均有鏈路狀態資料庫，利用此資料庫產生路由表中的路徑。當兩個 OSPF 路由器彼此發現對方，會對彼此的鏈路狀態資料庫進行同步的程序，找出並消除路由器間鏈路狀態資料庫的差異處。
- (3)OSPF 路由器會定時把與它直接連線之網路拓樸資料公告給鄰接的路由器。除了此規則性的網路拓樸資訊公告，這些路由器只有在網路拓樸變動時，才立即用 LSA 封包訊息交換此類資訊，路由器再以 Diijkstra 演算法重算最短路徑。

### 2.2.2 Diijkstra(SPF)算法與同步過程

最短路徑優先 (SPF) 路由算法是 OSPF 的基礎。路由器向鄰居發送 Hello 封包訊息並接收鄰居的 Hello 封包訊息。除了用來學習鄰居外，Hello 封包訊息也有 keep-alive 的功能。

在多重接取鏈路中，Hello 封包訊息選出一個指派路由器(DR)和一

個備份指派路由器(BDR)。指派路由器負責為整個多重接取網路產生 LSA，它可以減少網路通信量和拓撲資料庫的大小。

當兩個相鄰路由器的鏈路狀態資料庫同步後，就稱為「鄰接」。在多重接取鏈路中，指派路由器決定那些路由器應該相鄰接，拓撲資料庫在鄰接路由器之間進行同步。

每個路由器週期性地或當其狀態改變時發送 LSA，將其鄰接點的訊息提供予其它路由器。其它路由器藉由已建立的鄰接關係和鏈路狀態進行比較，故障的路由狀態可以很快被檢測出來，並立即更新網路拓撲。從 LSA 生成的拓撲資料庫中，每個路由器計算最短路徑樹，以自己為根，將這個最短路徑樹產生成為路由表。

### 2.2.3 封包訊息格式

所有的 OSPF 封包訊息均有 24 位元組的標頭，如圖 2.3 OSPF 封包訊息之資料格式。

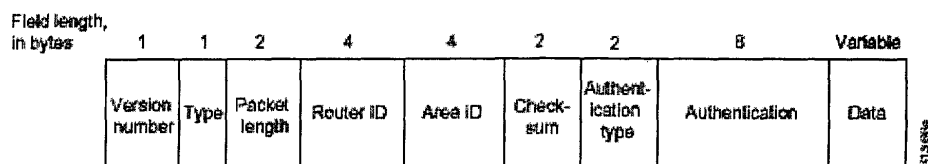


圖 2.3 OSPF 封包訊息之資料格式

其中封包訊息之各資料欄位為：

- (1) 版本號碼—識別使用的 OSPF 版本。
- (2) 類型—識別 OSPF 封包訊息類型，為下列類型之一：
  - Hello—建立和維持鄰居關係。
  - 資料描述(DD)—描述拓撲資料庫內容，此類訊息在初始化鄰接關係時交換。
  - 鏈路狀態請求(LS Request)—從相鄰路由器傳來的拓撲資料庫送出請求。在路由器檢查資料描述封包後，發現其部分拓撲資料庫過期時發送此類訊息。
  - 鏈路狀態更新(LS Update)—對鏈路狀態請求封包訊息的回應，一個鏈路狀態更新封包訊息中可以包含多個 LSA。
  - 鏈路狀態確認(LSA Ack)—確認鏈路狀態更新封包訊息。
- (3) 封包訊息長度—指示包括 OSPF 標頭在內的封包訊息長度，以位元組計。
- (4) 路由器 ID—識別封包訊息來源。
- (5) 區域 ID—識別封包訊息所屬的區域。

- (6)檢查碼—對整個封包訊息的內容檢查傳輸中是否發生損壞。
- (7)認證類型—所有的 OSPF 路由協定交換均被認證。
- (8)認證—包含認證訊息。
- (9)數據--包含封裝的上層訊息。

#### 2.2.4 鏈路狀態公告(LSA)類型

OSPF 路由器利用鏈路狀態公告 LSA 的資料結構來交換網路拓樸資訊，LSA 包含關於路由器或網路的區域性狀態資訊，路由器之介面狀態，及其鄰接關係的資訊。OSPF 有許多功能不同的 LSA 類別，如表 2.1 LSA 類型及表 2.2 Link State ID 內容所示。

表 2.1 LSA 類型

類型	LSA 類型	說明	產自
1	路由器 LSA	描述路由器介面狀態，只在區內送	區域內所有的路由器
2	網路 LSA	列出連接該網段的路由器	DR
3	彙總 LSA	描述區域間路由，也作聚集路由資訊	ABR
4	彙總 LSA	描述到 ASBR 的路由	ASBR
5	外部 LSA	描述到外部網段的路由，各路由器都存此資訊，除 Stub 區之外	ASBR

表 2.2 Link State ID 內容說明

	LSA 類型	Link ID
1	路由器 LSA	產生 LSA 的路由器 ID
2	網路 LSA	DR 的 IP 介面位址
3	彙總 LSA	網段位址
4	彙總 LSA	ASBR 的路由器 ID
5	外部 LSA	外部網段位址

### 2.3 OSPF 資料庫應用實例

#### 2.3.1 OSPF 資料庫說明

要了解 OSPF 網路組態，最常用的維護指令有 show ip ospf database 及 show ip route。本節介紹路由器之設定、路由表和 OSPF 資料庫。

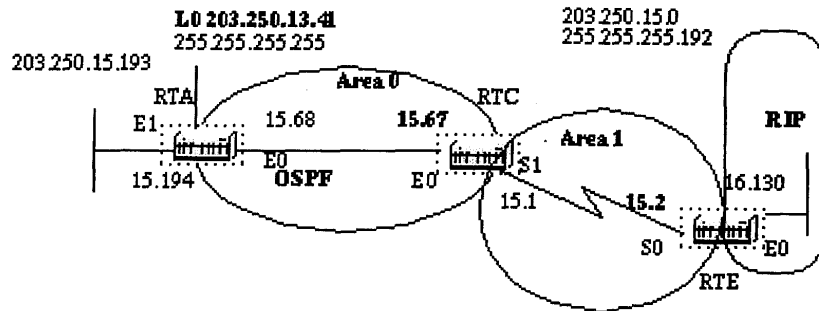


圖 2.4 OSPF 資料庫解說圖

已知一 OSPF 網路其架構如圖 2.4 所示，路由器 C 為 ABR，路由器 E 為 ASBR。在下列路由器 C 之設定中，定義路由器 C 各介面以及其連接的網段 203.250.15.64 為骨幹區域 Area 0，網段 203.250.15.0 是區域 Area 1。

```

RTC#
ip subnet-zero
interface Ethernet0
ip address 203.250.15.67 255.255.255.192
interface Serial1
ip address 203.250.15.1 255.255.255.192
router ospf 10
network 203.250.15.64 0.0.0.63 area 0
network 203.250.15.0 0.0.0.63 area 1
  
```

### 2.3.1.1 ip route 路由表

在各路由器下 show ip route 指令，可以看到各路由器的路由表。在路由器 A 的路由表中 03.250.13.41，其前面的 C- 代表是與路由器 A 直接連線(connected)的網段，在 203.250.15.0 前面的 O IA 代表 OSPF 區域之間(OSPF inter area)，是由 ABR 路由器 C 學得的網段。在 203.250.16.128 前面的 E2- 代表 OSPF 之外部路由類型 2，外部路由會傳送到每個路由器。至於網路位址後之[110/10]及[110/74]，前面 110 是因 OSPF 的管理距離為 110，後面 10 或 74 是到目的地之成本

(cost)，成本=100M/鏈路頻寬，Ethernet 是 10(=100M/10M)，T1 是 64(=100M/1.544M)。

#### RTA#show ip route

Gateway of last resort is 203.250.15.67 to network 0.0.0.0

```
203.250.16.0 255.255.255.192 is subnetted, 1 subnets
O E2 203.250.16.128 [110/10] via 203.250.15.67, 00:00:50, Ethernet0
203.250.13.0 255.255.255.255 is subnetted, 1 subnets
C 203.250.13.41 is directly connected, Loopback0
203.250.15.0 255.255.255.192 is subnetted, 3 subnets
O IA 203.250.15.0 [110/74] via 203.250.15.67, 00:00:50, Ethernet0
C 203.250.15.64 is directly connected, Ethernet0
C 203.250.15.192 is directly connected, Ethernet1
O*E2 0.0.0.0 0.0.0.0 [110/10] via 203.250.15.67, 00:00:50, Ethernet0
```

#### 2.3.1.2 鏈路狀態資料庫

採用 OSPF，同一區域內所有路由器都有相同的鏈路狀態資料庫，相關說明如次：

- (1)在 Router Link States 中，Link ID 是產生 LSA 的路由器 ID，另外 Link ID 值和 ADV Router 值相同，代表它是路由器，不是鏈路。
- (2)在 Summary Net Link States 中，Link ID 是彙總的網段位址。
- (3)在 Net Link States 中，Link ID 是 DR 的 IP 介面位址，由 DR 產生網路 LSA。
- (4)Summary ASB Link States 中，Link ID 是 ASBR 的路由器 ID，讓別區知道 ASBR 的存在，經由 ADV Router 可以到達 ASBR。
- (5)AS ternal LiExnk States 中，Link ID 是外部網段號碼，ADV Router 除了 Stub area 之外，全部的路由器都要存這類路由資料。

#### RTC#show ip ospf database

OSPF Router with ID (203.250.15.67) (Process ID 10)

##### Router Link States (Area 1)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
203.250.15.67	203.250.15.67	48	0x80000008	0xB112	2
203.250.16.130	203.250.16.130	212	0x80000006	0x3F44	2



#### Summary Net Link States (Area 1)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.250.13.41	203.250.15.67	602	0x80000002	0x90AA
203.250.15.64	203.250.15.67	620	0x800000E9	0x3E3C
203.250.15.192	203.250.15.67	638	0x800000E5	0xA54E

#### Router Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link count
203.250.13.41	203.250.13.41	179	0x80000029	0x9ADA	3
203.250.15.67	203.250.15.67	675	0x800001E2	0xDD23	1

#### Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.250.15.68	203.250.13.41	334	0x80000001	0xB6B5

#### Summary Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.250.15.0	203.250.15.67	792	0x80000002	0xAEBD

#### Summary ASB Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
203.250.16.130	203.250.15.67	579	0x80000001	0xF9AF

#### AS External Link States

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
0.0.0.0	203.250.16.130	1787	0x80000001	0x98CE	10
203.250.16.128	203.250.16.130	5	0x80000002	0x93C4	0

### 2.3.2 OSPF 應用實例

中華電信公司目前 VoIP IP 網路，就是採用 OSPF 路由協定，其網路拓撲圖如圖 2.5，基本上分六個區域，Area 0 是骨幹網路，Area 1~4 各隸屬北區分公司長網處、北區分公司網維處、中區分公司、南區分公司；另有一個 NSSA 區域 Area 10，它包括南二局路由器 R1、R2 和系統管理 SM 之伺服器，提供預設路由讓各 HiG 經南二局路由器連到系統管理 SM 之伺服器。南二局路由器 R1、R2 互為備援路由器。

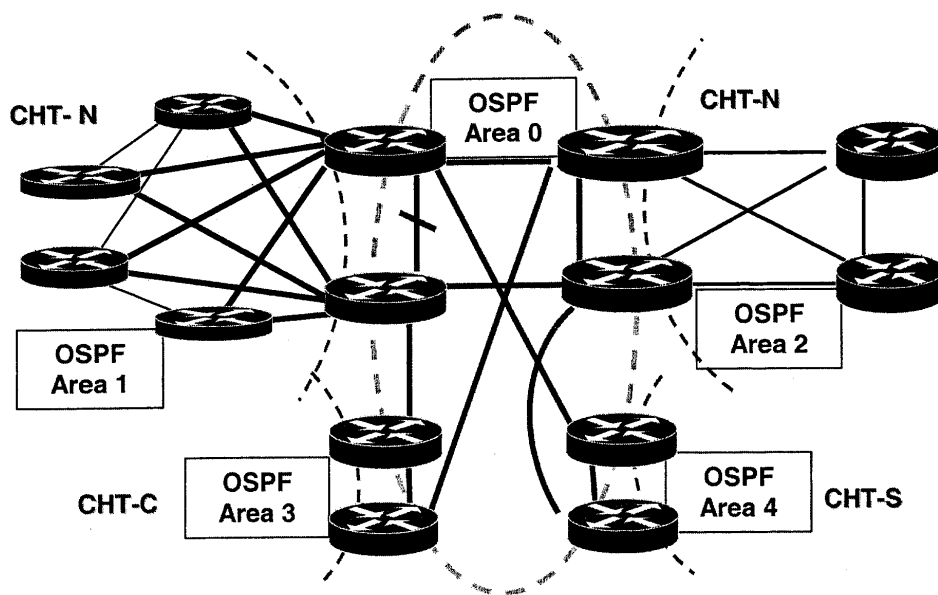


圖 2.5 中華電信 VoIP IP 網路拓模圖

### 三、BGP-4 通信協定

BGP(Border Gateway Protocol)是外部開道通信協定的一種，使用在路由不同自治系統之間，自治系統與 ISP 之間亦可採用 BGP 作橋樑。它的主要功能是供 BGP 路由器與其它自治系統的 BGP 路由器交換網路可達之路由資訊。各個自治系統可以運用不同的內部開道通信協定。BGP 並沒有對網際網路的底層架構加以限制。它假設自治系統內的路由是由自治系統內的路由通信協定處理妥當。BGP 路由器根據與鄰居 BGP 路由器之間交換的資料建構一個自治系統圖(graph)。BGP 使用 TCP 作為它的傳送通信協定，採用 TCP 埠號碼 179，所有 BGP 路由資訊傳送的可靠性，如資料重傳等都是由 TCP 負責，BGP 本身不設計這些功能。

BGP 從最早版本，1989 年的 BGP-1 開始，經歷了幾個階段和改進，到目前的版本為 BGP-4。BGP 涉及範圍很廣，可以說是路由通信協定中最複雜的一種。

#### 3.1 BGP-4 運作方式

本節將簡單介紹 BGP-4 之相關術語及運作方式。

### 3.1.1 自治系統(AS)

一個自治系統就是在單一技術管理下(例如 ISP 業者)，執行相同路由策略(Routing Policy)之路由器群組。在自治系統內執行內部閘道通信協定(IGPs)，例如 RIP、OSPF、IS-IS，和其它自治系統之間則使用外部閘道通信協定(EGPs)來交換路由資訊。每一自治系統有一個所謂自治系統識別碼(AS Number)，由 ISP 業者向 Internet 註冊組織申請，為唯一識別碼，中華電信 HiNet 為 AS3462。

### 3.1.2 BGP Speaker

路由器被組構成執行 BGP 路由通信協定，該路由器被稱為 BGP Speaker。

### 3.1.3 BGP Peers 或 Neighbors

BGP Speaker 無自動發現其他 BGP Speakers 之機制。任一對 BGP Speakers 必須明確地被組構成一組 BGP Peers，然後才能交換路由資訊。

例如下列指令組構成一組 BGP Peers

```
router bgp 90
  neighbor 10.2.9.2 remote-as 11
```

BGP Peers 並不需為了要做 BGP 交談 (Session) 而必須將其實體連接在一起。Neighbors 是 BGP Peers 的另一種稱法。

### 3.1.4 BGP 交談 (Session)

當二個 BGP Speaker 雙方被組構成雙方的 BGP Peers，它們開始做 BGP 交談(Session)來交換路由信息。BGP 交談(Session)單純是 TCP 連接，BGP Peers 根據 BGP 路由通信協定透過 BGP 交談互相交換路由訊息。

### 3.1.5 IBGP 與 EBGP

當二個 BGP Speaker 在同一自治系統，它們之間 BGP 交談稱為內部(Internal)BGP 交談或 IBGP 交談。當二個 BGP Speaker 在不同自治系統，它們之間 BGP 交談稱為外部(External)BGP 交談或 EBGP 交談。IBGP 需要在同一自治系統內之 BGP Speaker 完全互連(Fully meshed)，但不須要所有 Peers 是實體連接。EBGP 不須要 BGP Speaker 完全互連。但 EBGP 交談典型存在於 Peers 有實體連接。

### 3.1.6 IGP

自治系統內不是所有路由器必須都是 BGP Peers，例如在一些大型的企業網路，自治系統一般都有許多非 BGP 的路由器，這些路由器可以使用內部開道通信協定(IGP)來通信，如 OSPF，IS-IS，RIP 等。

### 3.1.7 BGP 訊息

BGP Speaker 靠 BGP 交談，藉交換 BGP 之訊息(Messages)，互相交換路由信息。BGP 使用下列五種訊息型態：

- Open messages--當二個 BGP Speaker 要互相建立 BGP 交談，在下層 TCP 交談建立後，它們交換的第一個訊息就是 Open message。這個訊息包含與建立 BGP 交談相關之各種訊息資訊，使二個 BGP Speaker 能夠決定是否它們互相要建立 BGP 交談。
- Update messages—Update messages 是 BGP 通信協定之最重要訊息。BGP Speaker 送 Update messages 宣告能送達網段(Prefixes)之路由及刪除不可能送達網段之路由。
- Keepalive messages--BGP Speaker 週期性地交換 Keepalive messages，檢查下層 TCP 是否中斷。
- Notification messages—於網路組構發生變更或偵測到錯誤時，若 BGP Speaker 希望中斷 BGP 交談，它將送 Notification message 給它的 Peers，並註明中斷 BGP 交談之理由。
- Route-refresh messages--BGP Speaker 送 Route-refresh messages 給宣告能做 Route-refresh 的 Peers。信息內容包含請求 Peers 重送路由給它。這種功能使 BGP Speaker 在對路由做修正或採用新路由政策後，能再收到它們路由。

### 3.1.8 BGP 路由

BGP 路由(Route)由網段(Prefixes)及路由屬性(Path Attributes)等兩部分組成。

### 3.1.9 路由信息資料庫(RIB)

BGP 路由被儲存於 BGP Speaker 的路由信息資料庫(Routing Information Base, RIB)，RIB 概念上由下列三部分組成。

- Adj-RIBs-In 儲存未處理路由(List of Prefixes)，它們是由 BGP Speaker 傳送來的 Update messages 所抽取出來。
- Loc-RIB 儲存 BGP Speaker 對收容在 Adj-RIBs -In 的路由，執行自己的本地政策後產生之結果路由。
- Adj-RIBs-Out 儲存將透過 Update messages 傳送(Advertise)給其 BGP Peers 的路由。

### 3.1.10 Prefixes and CIDR

網段(Prefixes)用來描述使用路由能送達的一組 IP 地址。例如 10.1.1.0/24 代表前 24 比次(Bits)含有 10.1.1 的所有 IP 地址。

在網際網路，不分級之網域間路由 CIDR(Classless Interdomain Routing)大量取代傳統分級 IP 地址(例如 Class A, Class B, Class c)。傳統分級 IP 地址用隱性、固定長度之網路遮罩(Mask)來關連預定的 Class 範圍。例如 192.56.0.0 為 Class B 地址，網路遮罩就用 255.255.0.0。CIDR 使用網段(Prefixes)及顯性網路遮罩。網路遮罩以網段長度表示，例如上例以 192.56.0.0/16 表示。/16 指在網路遮罩的高階 16 比次(從左向右算起前 16 比次)二進位碼全為 1。

CIDR 能匯整(Aggregate)多個分級 IP 地址成單一不分級的宣告(Advertisement)，減少對所有 IP 地址各自做路由宣告所須之宣告的數目。例如 ISP 的客戶 IP 地址有

192.168.128.0

192.168.129.0

...

192.168.255.0

不用 CIDR，ISP 業者必須對每一 IP 地址宣告一條路由，一共須宣告 128 條路由。

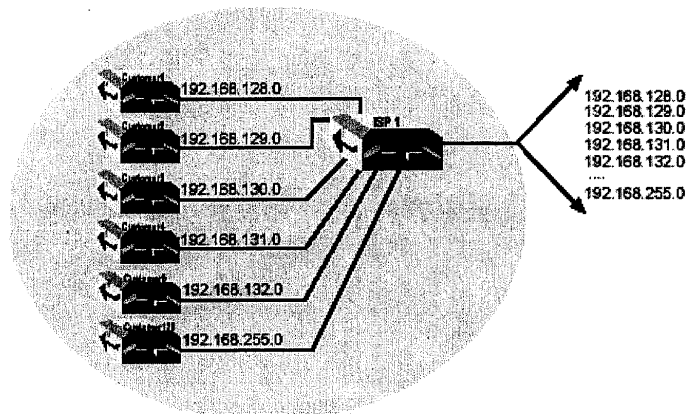


圖 3.1 不用 CIDR 之路由宣告方式

若使用 CIDR，ISP 業者匯合 128 條路由為 192.168.128.0/17，只須對該網段作單一路由宣告即可。

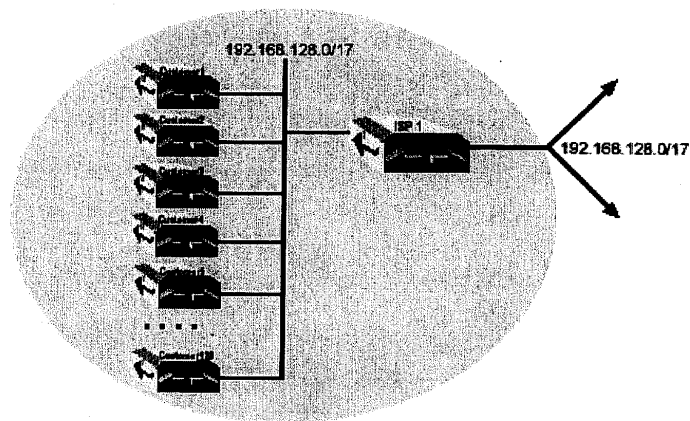


圖 3.2 使用 CIDR 之路由宣告方式

### 3.2 BGP-4 路徑屬性(Path Attributes)

對一條路由來說，路徑屬性(Path Attributes)提供額外之路由資訊。假如 BGP Speaker 使用一條以上之路由到達其它網段，它可以根據路徑屬性，選擇最好或最適宜之路由來使用。下列是一些重要路徑屬性：

#### 3.2.1 ORIGIN (Well-known mandatory, Type code 1)

BGP 使用 ORIGIN 路徑屬性描述路由資訊之來源型態，ORIGIN 路徑屬性型態共有三種：

-IGP

指出路由資訊是藉由 IGP 路由通信協定取得

-EGP

指出路由資訊是藉由 EGP 路由通信協定取得

-INCOMPLETE

指出路由資訊是藉由 EGP 或 IGP 以外方式取得或來源不明，例如 RIP、IS-IS 等

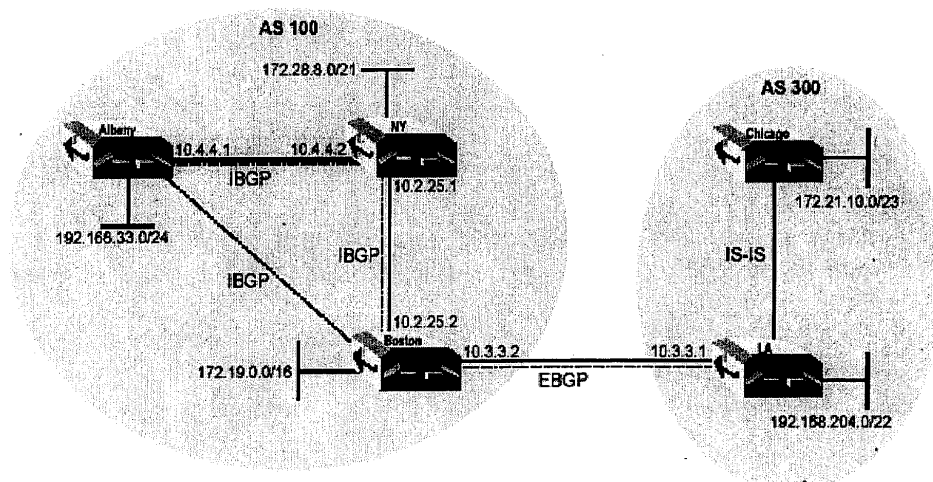


圖 3.3 ORIGIN 路徑屬性

例如圖 3.3 路由器 LA 之 172. 21. 10. 0/23 路由資訊是從路由器 Chicago 藉由 IS-IS 路由通信協定取得，BGP 設該路由 ORIGIN 屬性為 INCOMPLETE。路由器 Boston 藉 EBGP 路由通信協定從路由器 LA 取得 172. 21. 10. 0/23 路由資訊，路由器 NY 藉 IBGP 路由通信協定從路由器 Boston 取得 172. 21. 10. 0/23 路由資訊。餘此類推，其相關結果如表 3.1 所示：

Route	Router	Origin	AS Path
192.168.204.0/22	Albany	IGP	300
192.168.204.0/22	Boston	IGP	300
192.168.204.0/22	NY	IGP	300
192.168.204.0/22	LA	IGP	empty
172.21.10.0/23	Albany	Incomplete	300
172.21.10.0/23	Boston	Incomplete	300
172.21.10.0/23	NY	Incomplete	300
172.21.10.0/23	LA	Incomplete	empty
172.28.8.0/21	Albany	IGP	empty
172.28.8.0/21	Boston	IGP	empty

表 3.1 在不同路由器上相關路由之 ORIGIN 及 AS-Path 路徑屬性

BGP 會在路由選擇決定程序中考慮 ORIGIN 屬性，IGP 優先於 EGP，EGP 又優先於 INCOMPLETE。

### 3.2.2 AS\_Path (Well-known mandatory, Type code 2)

AS\_Path 路徑屬性為一串序號，目的地路由經過的每一個自治系統 (AS)，將該自治系統識別碼 (AS Number)，放在 AS\_Path 序號內，以最先經過之 AS 號碼靠右，最後經過之 AS 號碼靠左。例如路由從 AS621 發出，最後經過 AS11，AS-Path 序號為 11/621。AS\_Path 路徑屬性之主要功能是為了避免路徑形成迴路 (loop) 及提供尋找最短路徑使用。

### 3.2.3 NEXT\_HOP (Well-known mandatory, Type code 3)

NEXT\_HOP 路徑屬性用來表示在目的地路由之下一個自治系統 (AS) 入口路由器 (Ingress router) 的 IP 地址。如圖 3.4 所示：

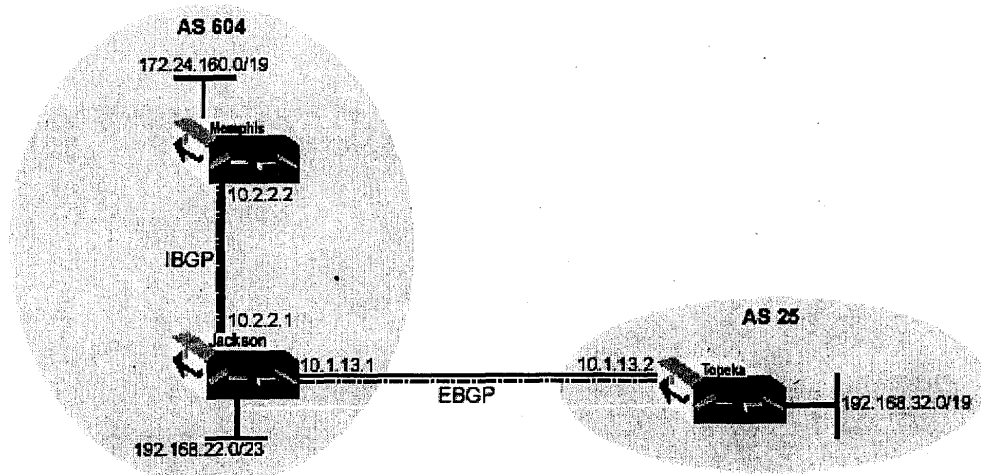


圖 3.4 NEXT\_HOP 路徑屬性

當使用 neighbor 指令組構 BGP Peers 時，BGP Peers 即互相傳遞 NEXT\_HOP 路徑屬性。例如，路由器 Jackson 於自治系統內部傳遞到達 192.168.22.0/23 的 NEXT\_HOP IP 地址為 10.2.2.1 給路由器 Memphis，於自治系統外部傳遞到達 192.168.22.0/23 的 NEXT\_HOP IP 地址為 10.1.13.1 給路由器 Topeka。路由器 Topeka 傳遞到達 192.168.32.0/19 的 NEXT\_HOP IP 地址為 10.1.13.2 給路由器 Jackson，路由器 Jackson 於自治系統內部傳遞將到達 192.168.32.0/19 的 NEXT\_HOP IP 地址同樣為 10.1.13.2 給路由器



Memphis。

當路由器 Memphis 有訊務要傳送至 192.168.32.0/19, 它查詢取得其 NEXT\_HOP IP 地址為 10.1.13.2, 但它與 10.1.13.2 沒有鏈路直接相連, 於是它查詢路由表, NEXT\_HOP 10.1.13.2 須經過路由器 Jackson, 其 IP 地址為 10.2.2.1, 方可到達 10.1.13.2, 終而抵達目的地 192.168.32.0/19。

Destination	Next Hop
10.1.13.0/24	10.2.2.1

### 3.2.4 MULTI\_EXIT\_DISC (Optional nontransitive, Type code 4)

有多個連接點的兩個 AS 間, 可利用 Multi\_Exit\_Discriminator (MED) 路徑屬性 向外部 peer 表示其偏好的路徑, MED 也就是一條路徑的外部路徑值(metric), 較低的 MED 值比較高的 MED 值受到偏好。如圖 3.5 所示：

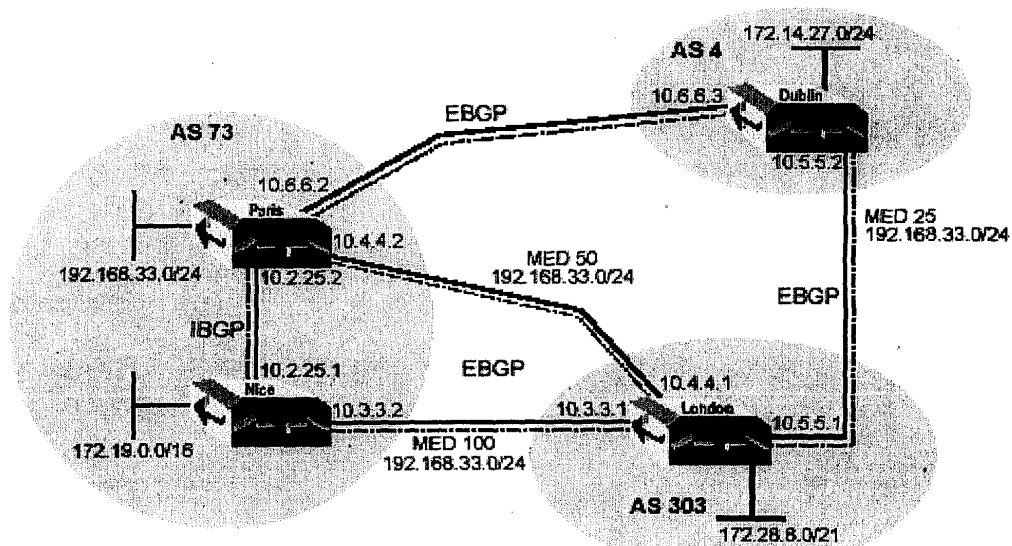


圖 3.5 MED 路徑屬性

路由器 London 從路由器 Nice 及路由器 Paris 收到關於網段 192.168.33.0/24 的 Updates 訊息。路由器 London 比較從二個路由器所收到的 MED 值, 路由器 Nice 宣告路由的 MED 值為 100, 然而路由器 Paris 宣告路由的 MED 值為 50, 路由器 London 將偏好經過路由器 Paris 的路徑。

### 3.2.5 LOCAL\_PREF (Well-known discretionary, Type code 5)

Local\_preference 路徑屬性是對通往相同目的地的路徑，提供偏好程度的比較。Local\_preference 路徑屬性值較高表示比較偏好這條路徑。Local\_preference 只用於在同自治系統內的路由器交換路由資訊，俾以選擇一個出口。如圖 3.6 所示：

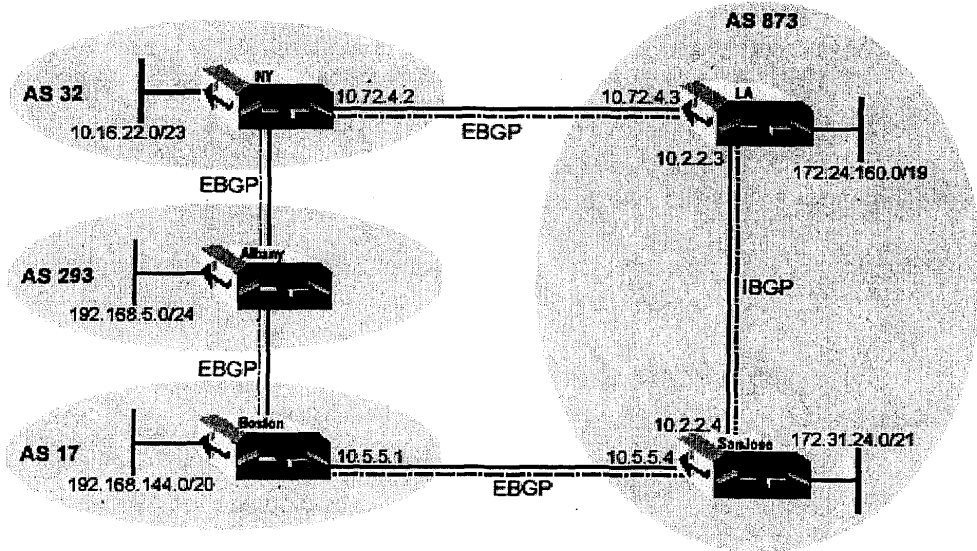


圖3.6 Local\_preference路徑屬性

在路由器LA下指令：

```
host1(config-router)#router bgp 873
host1(config-router)#neighbor 10.72.4.2 remote-as 32
host1(config-router)#neighbor 10.2.2.4 remote-as 873
host1(config-router)#bgp default local-preference 125
```

在路由器SanJose下指令：

```
host2(config-router)#router bgp 873
host2(config-router)#neighbor 10.5.5.1 remote-as 17
host2(config-router)#neighbor 10.2.2.3 remote-as 873
host2(config-router)#bgp default local-preference 200
```

路由器 LA 對所有從 AS 32 來的 Updates 訊息設定 Local\_preference 值為 125，路由器 SanJose 對所有從 AS17 來的 Updates 訊息設定 Local\_preference 值為 200。因為路由器 LA 和路由器 SanJose 在 AS873 內互相交換 Local\_preference 路徑屬性值，因此欲從 AS873 傳送至 AS293 網段 192.168.5.0/24 的路由會走

AS873 經 AS17 至 AS293，也就是說路由器 SanJose 及路由器 LA 偏好經路由器 Boston 至那網段 192.168.5.0/24。

### 3.2.6 ATOMIC\_AGGREGATE(Well-known discretionary, Type code 6)

ATOMIC\_AGGREGATE 路徑屬性可將路由表中性質相同的路由匯集成為一集合路由(Aggregation Route)，並告訴其它 BGP Speaker 不要解開(Deaggregation)此集合路由，匯集後的 AS\_PATH 屬性有些 AS 資訊會漏失。如圖 3.7 所示：

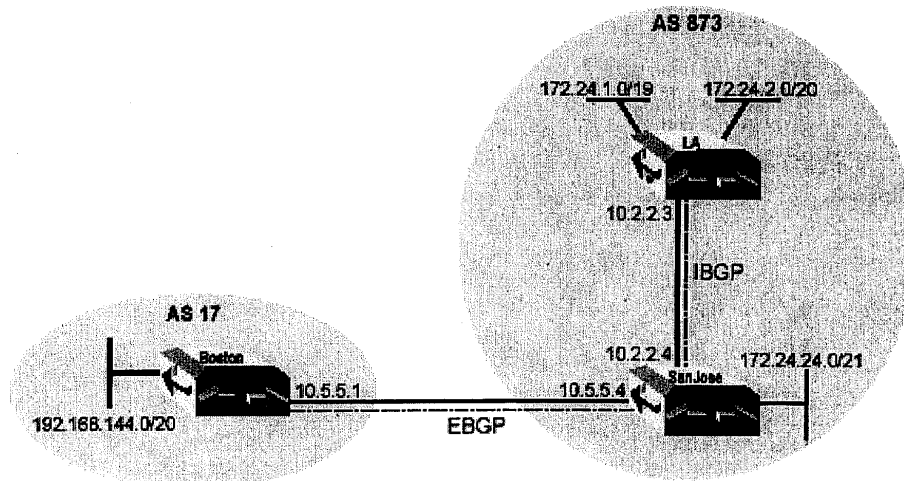


圖 3.7 ATOMIC\_AGGREGATE 路徑屬性

路由器 SanJose 原須宣告 172.24.1.0/19、172.24.2.0/20 及 172.24.24.0/24 等三個網段給路由器 Boston，若經 ATOMIC\_AGGREGATE 路徑屬性匯集，只須宣告 172.24.0.0/16 一個集合網段給路由器 Boston。

```
host2(config)#router bgp 873
host2(config-router)#neighbor 10.2.2.3 remote-as 873
host2(config-router)#neighbor 10.5.5.1 remote-as 17
host2(config-router)#network 172.24.24.0 mask
255.255.248.0
host2(config-router)#aggregate-address 172.24.0.0
255.255.224.0 summary-only
```

### 3.2.7 AGGREGATOR (Optional transitive, Type code 7)

執行路由匯集(Route Aggregation)的 BGP Speaker，可以加上 AGGREGATOR 路徑屬性，用以表示產生集合路由之自治系統與路由

器。AGGREGATOR 路徑屬性包含執行路由匯集之 BGP Speaker 的 AS 編號與 IP 位址，此 IP 位址就是這個路由器的 ID (RID)。

### 3.2.8 COMMUNITY (Optional transitive, Type code 8)

Community 路徑屬性是一群分享某些共同屬性的網段群組，它不限於一個網路或一個自治系統，它沒有硬體的界限。Community 路徑屬性可用來簡化 Route Policy，其方法是根據邏輯特性而非只有 IP prefix 或 AS 編號來辨識路徑。

Community 路徑屬性值在 0X00000000 到 0X0000FFFF 以及 0XFFFFFF0000 到 0XFFFFFFF000 範圍內的 Community 屬性值是保留的，也就是說它們已定義成具有全球性共同意義的。例如：

NO-EXPORT(0XFFFFFF01): 攜帶此 Community 值的路徑不可向 Confederation 或是同一 AS 以外的 BGP Peers 宣告。

NO-ADVERTISE(0XFFFFFF02): 收到了攜帶此 Community 值的路徑不可向任何 BGP Peers 宣告。

Community 路徑屬性值長度為 4 octets，一般以 AA:NN 型式表示，AA 長度為 2 octets 表示自治系統識別碼(AS Number)，NN 長度為 2 octets 表示 COMMUNITY 號碼。

例如圖 3.8 在路由器 NY, 欲將由自治系統 AS425 IP 10.72.4.3 進入自治系統 AS31 IP 10.72.4.2 AS\_Path 路徑屬性值為空(及自 AS425 自治系統內發出)之路由 COMMUNITY 之路徑屬性值設為 31:15

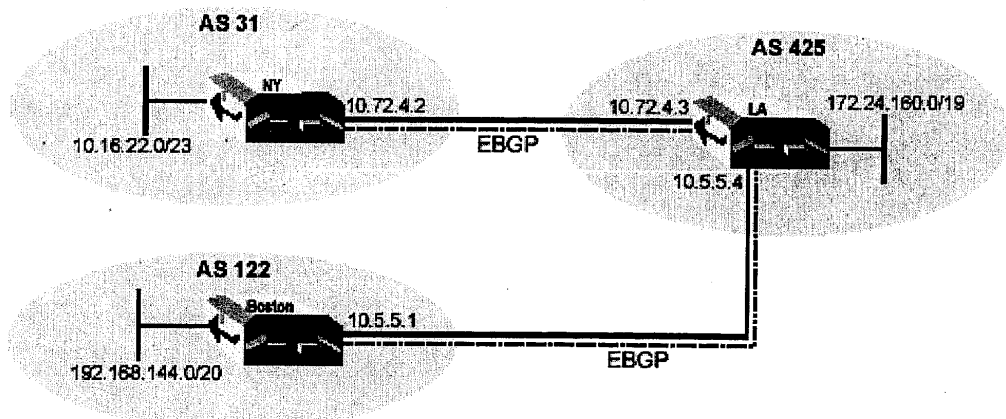


圖3.8 COMMUNITY 路徑屬性

```
host1(config)#router bgp 31
host1(config-router)#neighbor 10.72.4.3 remote-as 425
host1(config-router)#neighbor 10.72.4.3 send-community
```

```

host1(config-router)#neighbor 10.72.4.3 route-map
                        setcomm out
host1(config-router)#exit
host1(config)#ip as-path access-list 1 permit ^$
host1(config)#route-map setcomm permit 10
host1(config-route-map)#match as-path 1
host1(config-route-map)#set community 31:15

```

在路由器 LA，欲將由自治 AS425 IP 10.72.4.3 進入自治 AS31 IP 10.72.4.2 COMMUNITY 路徑屬性值為 31:15 之路由設定 weight 為 25。

```

host2(config)#router bgp 425
host2(config-router)#neighbor 10.72.4.2 remote-as 31
host2(config-router)#neighbor 10.72.4.2 send-community
host2(config-router)#neighbor 10.72.4.2 route-map
                        matchcomm in
host2(config-router)#neighbor 10.5.5.1 remote-as 122
host2(config-router)#neighbor 10.5.5.1 send-community
host2(config-router)#exit
host2(config)#ip community-list 1 permit 31:15
host2(config)#route-map matchcomm permit 10
host2(config-route-map)#match community 1
host2(config-route-map)#set weight 25

```

### 3.2.9 ORIGINATOR\_ID (Optional nontransitive, Type code 9)

ORIGINATOR\_ID 路徑屬性為發出(originate)某一路由之路由器的 IP 位址。

註：上述路徑屬性的性質說明如下：

- Well-known 是所有 BGP Speaker 必須知道的屬性
- Discretionary 是不需要所有 BGP Speaker 都知道的屬性
- Mandatory 是強制性質的屬性
- Optional 是選項性質的屬性
- Transitive 是不能更改，須原封不動地傳送出去的屬性
- Non-Transitive 是不須傳送給其它 BGP Speaker 的屬性

### 3.3 BGP-4 訊息(Messages)

BGP-4 訊息是藉 TCP 之連接來傳送，訊息的最長長度是 4096 octets，最短長度是 19 octets。BGP-4 訊息共有五種：

- Open 訊息
- Update 訊息
- Keepalive 訊息
- Notification 訊息
- Route-refresh 訊息

本章將分別說明此五種訊息之格式

### 3.3.1 BGP 訊息表頭碼框格式

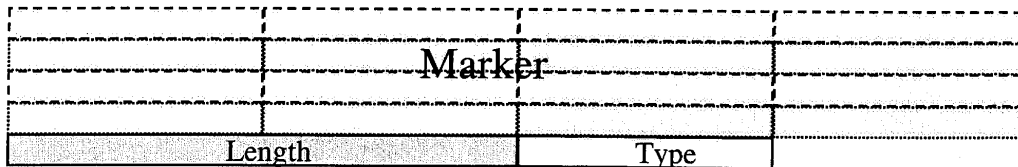


圖 3.9 BGP 訊息表頭碼框格式

- Marker: 16 octets 全為"1"。
- Length: 2 octets 包含表頭(19 octets)之全部訊息長度。
- Type: 1 octet 訊息型態(1-Open 2-Keepalive 3-Update 4-Notification 5-Route Refresh)。

### 3.3.2 Open 訊息格式

Version	My Autonomous System	System	Hold
Time		BGP Identifier	
	OP Length	Optional Parameters	

#### Optional Parameters

Type	Length	Value	
------	--------	-------	--

圖 3.10 Open 訊息碼框格式

- Version: 1 octet BGP 版本
- My Autonomous System : 2 octets 送方之自治系統識別碼(AS Number)
- Hold Time: 2 octets , 送方建議之保持時間(Hold Time), 收不到 Keepalive, Update 或 Notification 訊息之最長時間, 假如超過此時間, 收方認為已斷線。
- BGP Identifier: 4 octets, 送方之 BGP IP 地址
- Optional Parameters Length: 1 octet, 選項參數之長度

- Optional Parameters: 可當認證等用途(例如 Type =1 Length= 1 octet value data= 00000001)

### 3.3.3 Keepalive 訊息

- Keepalive 訊息有二種作用
  - BGP Speaker 間之接續建立時，作為 Open 訊息之確認。
  - 為避免因超過保持時間未發任何訊息而被收方誤認為已斷線，特此而發之訊息。
- 通常 Keepalive 週期最長為保持時間之 1/3。
- 典型 Keepalive 週期為 30-90 秒，保持時間為 90-180 秒。
- Keepalive 訊息格式只由 BGP 訊息表頭格式構成，訊息長度為 19 octets。
- Keepalive 訊息傳送頻率不能超過每秒一次。

### 3.3.4 Update 訊息格式

Unfeasible Routes		Withdrawn Routes	
length		length	prefix
Total Path	Attribute Length	Path	Attributes
Network Layer Reachability Information			
length	prefix	length	prefix
length	prefix		

圖 3.11 Update 訊息碼框格式

- Unfeasible routes length : 2 octet，全部要被剔除的路由之長度
- Withdrawn Routes：可變長度(以 octet 為單位)，要被剔除的路由之 IP 網段地址 (長度, 地址) 例如 200.10/16，200.10 為網段地址，16 為長度
- Total Path Attribute Length: 2 octet，全部路徑屬性(Path Attribute)之長度
- Path Attribute: 可變長度(以 octet 為單位)，一組以上的路徑屬性
  - 只有完全相同的路徑屬性組( set of path attribute)之 IP 網段地址(Prefixes)，才能以同一 Update 訊息送出
  - Update 訊息可以被用來剔除不同路徑屬性之路由

-Attribute Type(2 octet- attribute flags, attribute type code), 例如, attribute flags 第一比次(bit) =1 代表 Optional, = 0 代表 Well-known, attribute type code =1 代表 ORIGIN

- Network Layer Reachability Information: 可變長度(以 octet 為單位), 可送達路由之 IP 網段地址之表列
- Update 訊息最短長度為 23 octets

### 3.3.5 Notification 訊息格式

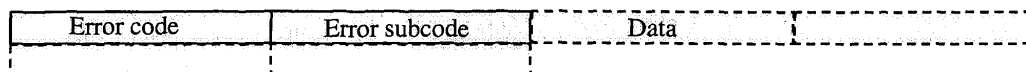


圖 3.12 Notification 訊息碼框格式

- Error code :1 octet, 錯誤訊息代表碼, 例如 1 代表表頭錯誤, 2 代表 Open 訊息錯誤
- Error subcode:1 octet, 關於 Error code 更詳細錯誤訊息, 例如假如 Error code=1(表頭錯誤), Error subcode 1 代表接續未同步, 2 代表長度錯誤(小於 19 octet)。
- Data:可變長度(以 octet 為單位), 錯誤訊息產生之原因。

## 3.4 政策管理及路由政策

政策管理(Policy Management)能夠根據特定政策的需求, 選擇性地傳送或迂迴封包(packets), 路由政策(Routing Policy)決定路由器如何管制從鄰近路由器送來及送給鄰近路由器的路由。

### 3.4.1 政策管理

- 政策管理的服務型態
  - QOS Classification and Marking(服務分級)
  - Packet Forwarding
  - Packet Filtering (dropping)
  - Packet Logging
  - Rate Limiting(頻寬限制)
  - RADIUS Policy Definitions
  - Traffic Shaping(使訊務量平均)
- 政策管理在技術上, 使用 Policy List 等來執行

### 3.4.2 路由政策



- 路由政策在技術上, 使用 Route maps, Access lists, Community list, Prefix lists, Prefix trees 等來執行。Route maps 由 Match 子句(clauses) 及 Set 子句組成。
- Match 子句由 Match 指令構成, 指定屬性值, 以決定路由是否合乎 Route map 條件, Match 子句之格式表示如下:
  - Match AS-path,
  - Match Community,
  - Match IP address, 等等
- Set 子句由 Set 指令構成, 設定合乎 Route map 條件之路由屬性值, Set 子句之格式表示如下:

```
Set As-path prepend,
Set Community, 等等
```

- 使用 Route map 可同時指定
  - Permit 允許
  - Deny 不准

例如, 先在路由器 host1 產生 route-map:

```
host1(config)#route-map block1 deny
上行指令表示 route-map 之名稱為 block1, 合乎 match 條件之路由不准進(in)或出(out)路由器 host1
host1(config-route-map)#match as-path 32
上行指令表示 match 條件設定為 as-path 路徑屬性值為 32
接著, 在路由器 host1 應用 route-map 宣告給 BGP neighbor:
host1(config)#router bgp 293
host1(config-router)#neighbor 10.2.2.4 route-map block1 out
上行指令表示合乎路徑屬性 as-path 值為 32 之路由不准出(out)
路由器 host1 至地址為 10.2.2.4 之 BGP neighbor
```

- 若要以 IP 網段(prefix)為條件過濾路由可先產生 Access-list, 再應用 distribute-list 宣告給 BGP neighbor, 說明如下:

例如, 先在路由器 host1 產生 access-list:

```
host1(config)#access-list allowedroutes permit 10.10.10.1 0.0.0.255
host1(config)#access-list allowedroutes permit 12.10.10.1 0.0.0.255
host1(config)#access-list allowedroutes deny any any
```

應用 access-list 宣告給 BGP neighbor :

```
host1(config)# router bgp 17
host1(config-router)#neighbor 10.5.5.4 distribute-list allowedroutes in
```

• 若要以經過的 AS-Path 為條件過濾路由可先產生 ip as-path access-list, 再應用 filter-list 宣告給 BGP neighbor, 說明如下:

例如: 先在名字為 host1 之路由器(router)產生 ip as-path access-list:

```
host1(config)# ip as-path access-list allowedasroutes permit 65000
host1(config)# ip as-path access-list allowedasroutes permit 3201
host1(config)# ip as-path access-list allowedasroutes deny any any
```

應用 filter-list 宣告給 BGP neighbor :

```
host1(config)# router bgp 17
host1(config-router)#neighbor 10.5.5.4 filter-list allowedasroutes in
```

• 更複雜或細部的 Match 條件, 可以使用通式(regular expressions), 它應用在 Route-map 或 Filter-List 指令:

例如, 一般通式(Common Regular Expressions):

^200\$=只合乎 AS\_Path 序號為 AS200 之路由

^200=合乎 AS\_Path 序號以 AS200 開頭之路由(例如 200, 2000, 2001, 20000)

200\$=合乎 AS\_Path 序號以 AS200 結尾之路由(例如 200, 1200, 2200, 39200)

\_200\_=合乎 AS\_Path 序號包含 AS200 之路由(例如 900/200/100/99)

^200\_=合乎 AS\_Path 序號以 AS200 開頭, 接著其它 AS 號碼之路由 (例如 200/49000/105)

^200\_800\_=合乎 AS\_Path 序號以 AS200 開頭, 接著為 AS800 之路由

^200\_800\$=只合乎 AS\_Path 序號以 AS200 開頭, 接著 AS800 結尾之路由

^200\_.800\$=合乎 AS\_Path 序號以 AS200 開頭, 中間不為空, 結尾為 AS800 之路由

.\*=不允許 AS\_Path 序號為空之路由

^\$=允許 AS\_Path 序號為空之路由[通常為尚未出自己 AS 之路由]

例如: 自治系統識別碼(AS=90)之路由器, 想要禁止路由從 AS621 發出, 中間經過 AS47 及從 AS621 送出直接經過 AS11 之路由進入,

說明如下：

```
(1)以 Filter-List 指令：router bgp 90
    neighbor 10.2.9.2 remote-as 11
    neighbor 10.2.9.2 filter-list special621 in
ip as-path access-list special621 deny _47_ . *_621$
ip as-path access-list special621 deny ^11_621$
ip as-path access-list special621 permit .*
ip as-path access-list special621 permit ^$
```

```
(2)以 Route-map 指令：router bgp 90
    neighbor 10.2.9.2 remote-as 11
    neighbor 10.2.9.2 route-map limit621 in
```

```
route-map limit621
    match as-path special621
```

```
ip as-path access-list special621 deny _47_.*_621$
ip as-path access-list special621 deny ^11_621$
ip as-path access-list special621 permit .*
ip as-path access-list special621 permit ^$
```

## 肆、結論與建議

近年來隨著網際網路規模的快速發展，路由器隨之成為最重要的網路設備，路由器連接所使用的路由通信協定已成為網際網路的關鍵技術。此外，由於電信網路技術的演進，網際網路訊務的暴增，以及用戶對寬頻多媒體服務的需求，新世代的電信網路正加速往 IP 化與寬頻化之標準發展，目前其架構並已逐漸成形，IP 寬頻網路將是下一代電信網路的主流。本公司營運之固網、行動網及 ISP(Hinet)業務目前均居國內電信市場之龍頭地位，在面臨這波電信產業革命的洪流，亟需有所適切因應措施，期能更加提昇網路品質，開拓新服務應用，鞏固市場競爭優勢。

以下就 IP 寬頻核心網路演進，茲建議下述三點以供參考：

- 建立以 IP 為基礎的單一寬頻網路架構，以降低營運成本：由於 IP 網路新技術的突破，大大提高了路由器的性能與效率，新一代寬頻核心網路路由器業已具有線速傳輸性能、卓越的路由功能、電信級的可靠度及高容量埠密度，還可支援多種增值服務，如 Managed IP 優質服務、虛擬專用網路及多重協定標籤交換(MPLS)架構等。因此規劃如何逐步整合本公司各種既有傳統網路演進成為以 IP 為基礎的單一寬頻網路架構，以降低營運成本，是一項重要議題。
- IP 寬頻網路演進應充分整合既有之網路設備，以保障投資效益：本公司寬頻網路已建設許多 ATM 交換設備，因此整合演進過程中，新建之寬頻核心網路路由器，必須於單一平台具有融合 IP 路由和 ATM 交換功能，如此，不但能介接既有之 ATM 交換設備，讓這些設備繼續運作發揮功能，期以保障既有設備投資效益，同時此新的路由器設備亦能滿足 IP 網路寬頻與業務不斷快速擴展的需求，並能加速實現以 IP 為基礎的單一寬頻網路架構。此外，於寬頻網路演進之規劃，亦應將網路之可擴展性、可靠性、高效能、服務品質機制及網路安全等列入極為重要的網路架構設計因素。
- 建立多功能動態服務管理系統，以提供更具彈性及多樣化服務：多功能動態服務管理系統具有全面和靈活的服務建立、啟動及計費功能，可提供以政策為基礎的多樣化、高效益及優質媒體之付費服務，以增裕 IP 網路業務營收。同時亦可提供用戶透過網路上的個人化入門網站，自行選取所需服務，如自選 ISP 及頻寬需求等。用戶自選服務一經選定，服務管理系統便立即自動提供所選定服務，不僅能方便用戶獲取所需服務，增強市場競爭優勢，也可因自動化服務管理作業而降低營運成本。