

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

(裝訂線)

MPLS 技術之應用與規劃設計

服務機關：台灣電力公司
出國人 職 稱：電機工程監
姓 名：王建中
出國地區：美國
出國日期：92年10月19日至10月30日
報告日期：92年11月26日

G3/c09204597

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：MPLS 技術之應用與規劃設計

cop 204597

頁數 31 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/23667684

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王建中/台灣電力公司/電力通信處/電機工程監/23667586

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：92 年 10 月 19 日~92 年 10 月 30 日

出國地區：美國

報告日期：92 年 11 月 26 日

分類號/目

關鍵詞：MPLS(Multi-Protocol Label Switching)

IP(Internet Protocol)

ATM(Asynchronous Transfer Mode)

內容摘要：(二百至三百字)

由於網際網路(internet)快速成長，以 IP 網路為基礎發展出來的應用日益增多，企業採用 IP 網路來建置 intranet 的需求也與日俱增；但在傳統的 IP 網路面臨了速度慢、擴充性差、無服務品質(QoS)及無流量管理工程等關鍵問題，因此網路越龐大，傳輸的效能越差，而 MPLS(多重協定標籤交換 Multi-Protocol Label Switching)提供一個有效選徑和資源預約的機制，可解決上述問題。MPLS 是以標籤交換為主的機制，在資料封包上加上一個標籤整合 OSI(Open System Interconnection)第三層的網路路由與第二層標籤交換作業；MPLS 也支援多種傳輸協定在第二層支援 Ethernet、Token Ring、FDDI、ATM、Frame Relay 與點對點傳輸，在第三層則支援 IPv4、IPv6、IPX 與 AppleTalk。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

目 錄

壹 出國任務與目的	-----	1
貳 實習行程	-----	2
參 實習心得-MPLS 技術	-----	3
肆 感想與建議	-----	30

壹、出國任務與目的：

網際網路 (Internet) 的驚人發展常被譬喻為第三次工業革命，短短數年間由萌芽至全球風行，各種不同 www 應用的蓬勃發展效應，使得 Internet 席捲全球網路市場，且將網際網路通訊協定 (Internet Protocol IP) 一躍成為網路通訊主流標準，獲得新興網路應用的青睞，例如：早期專線或是 ISDN 的視訊會議系統，紛紛將技術轉到 Internet 上，其他如語音、電子商務、網路電話等更是隨著 Internet 的崛起而盛行，甚至其他通訊協定如 IPX、SNA 也都提供植基於 IP 架構的各式解決方案，因此，IP 傳輸技術成為網路產業中最耀眼的新星。但傳統之 IP 網路架構採用面向無連結的協定，只能提供盡力而為 (best-effort) 服務，當現有 internet 規模擴充到一定規模，將在頻寬、路由、時延、網路擴展性及服務品質 (QoS) 等方面面臨挑戰。而由 Internet Engineering Task Force (IETF) 提出之 MPLS 技術，採用類同於 ATM 技術之交換連結，正可解決 IP 架構所面臨的問題，而為眾多 ISP 業者所採用。本公司已完成全島光纖 SDH 系統工程，有一個頗為完整的寬頻傳輸平台，惟過去數十年內所建置之傳統專設通信，均以專線或電路交換為主，面對電信網路的變革，實有需要對 MPLS 傳輸技術深入了解，期能於將來網路系統規劃時，採用適當之系統技術俾使本公司之網路更臻於完善，有鑑於此，爰有本次出國研習之計劃。

貳. 實習行程：

出國日期：92年10月19日至92年10月30日計12日

行程安排：台北—美國邁阿密—美國洛杉磯—台北

實習日程：

10月19日：往程；台北—桃園中正機場—美國洛杉磯—美國邁阿密。

10月20日~10月21日：參觀設備製造廠商Pulsar公司，研習網路之功能與應用。

10月22日：搭乘美國航空班機從邁阿密飛往洛杉磯。

10月23日~10月28日：赴Alcatel公司研習MPLS網路技術之架

10月29日：搭乘長榮航空班機回國，經過換日線於次(30)日抵達桃園中正機場，結束本次出國行程。

參、實習心得-MPLS 技術

一、前言

隨著網際網路(Internet)普及，促使網路使用人數及網路流量以驚人的速度成長，網路塞車的情況也日趨嚴重，因而對頻寬、傳輸品質與效能也就越來越重視，因此網際網路服務供應商(ISP)必須提供高速及有效率的網路來滿足用戶對頻寬、安全性、服務品質(QoS)與任意點對點傳輸的需求，才能在競爭激烈的網路服務業中佔有一席之地。但傳統的 IP，其封包(packet)從起始點到目的地的傳送過程中，網路上每個節點(node)的路由器(router)都個別獨立分析封包網路層標頭中所含的目的地 IP 位址(address)；亦即路由器的運作是以所謂的”store and forward”的程序來作封包路由的選擇及轉送，所以當路由器收到一個封包時，會先儲存、分析路由、轉送到下一個適當的路由器，這種傳統 IP 繞送的實作流程又稱為「一個節點挨著一個節點以目的地位址為基礎的單一位址繞送」，這樣是很沒有效率而且降低了彈性與速度，所以需要新的技術來解決這些限制來擴充 IP 網路基礎建設的功能。非同步傳輸模式(Asynchronous Transfer Mode；ATM)曾經是被普遍看好的能夠提供多種業務的交換技術，但是由於實際的網路中人們已經普遍採用網際網路協定(Internet Protocol；IP)技術，純 ATM 網路已不可能，現有 ATM 的使用也一般都是用來承載 IP。MPLS (Multi-protocol Label Switching；

多重協定標籤交換)就是在這種背景下產生的一種技術，它吸收了 ATM 的 VPI/VCI 交換一些思想無縫地集成了 IP 路由技術的靈活性與第二層交換的簡捷性，在面向無連接的 IP 網路中增加了面向連接的屬性。通過採用 MPLS 建立”虛連接”的方法，為 IP 網路增加了一些管理與營運的手段。隨著網路技術的迅速發展，MPLS 應用也逐漸轉向 MPLS 流量工程及 MPLS VPN 等，而且越來越被 ISP 看好，成為提供增值業務的方法。

二、MPLS 簡介

多重協定標籤交換(MPLS) 是一靈活的解決方案來解決現代的網路的需求 — 快速的，可擴充的，服務品質(QoS)的管理，和流量管理工程的需求。MPLS 整合最完美的解決方案來符合新一代網際網路通訊協定(Internet Protocol, IP)為基礎的骨幹網路所需的頻寬管理和服務的需求。MPLS 提出了可擴充性及基於服務品質需求的路徑管理，並能夠和非同步傳輸模式(asynchronous transfer mode, ATM) 網路和框架繼電網路(frame-relay network) 同時存在。

1. 介紹:

最近幾年，網際網路已發展成普遍存在的網路在商業和消費性應用的。這些新應用驅使了對骨幹網路的頻寬增長和保證的需求。此外，目前不只傳統資料服務由網際網路來提供，且語音和多媒體的服務亦由網際網路來提供發

展和佈署。網際網路對提供這些服務作為被選擇的解決方案。然而，由這些新應用和服務對網路速度和頻寬的需求，造成了現存網際網路瓶頸。以封包(packet)為基礎，和cell-based為基礎的基礎網路已造成了傳統網路的不確定性。

除網路頻寬瓶頸外，另一個挑戰是骨幹網路如何提供用戶服務等級。用戶數和資料量以指數成長造成另一個問題。服務分類(Class of Service, CoS)和服務品質(Quality of Service, QoS)必需被提出解決，以支援網路用戶的廣泛且多樣化的需要。

總之，儘管這些初始挑戰，MPLS 將透過下一代的網路，來擔任重要路由(routing)，交換(switching)，和封包傳遞的角色，以滿足這些網路用戶服務需求。

2. 傳統路由及封包交換：

網際網路最初的發展是資料傳輸交換(data transfer)，且滿足了最簡單的應用，如檔案傳輸交換(file transfer)及遠端接取(remote login)。為提供這些需求，一個簡單的軟體基礎架構的路由器，搭配網路介面來支援以T1/E1 或 T3/E3 為基礎的骨幹已經足夠。如需更高的傳輸速率頻寬和功能，

以硬體來支援 Layer-2 (data link layer) 及 Layer-3 (network layer) 是必要的。 Layer-2 交換元件解決了區域網路子網(subnet)的瓶頸問題。 而 Layer-3 交換元件減輕了資料送往高速交換硬體的瓶頸問題。

早期的解決方案只考慮有線傳輸封包速度的需要，但是，並沒提供包含在封包的資訊的服務需求。同樣，今天建置的設備是以最短的路徑為演算法則，並未考慮其他網路需考量的因素（例如傳輸延遲 (delay)，顫動(jitter)，和資料量擁擠），這將影響網路品質的表現。 資料管理工程是對網路管理人員的一個挑戰。

3. MPLS 及其元件：

何謂 MPLS?

MPLS是由Internet Engineering Task Force (IETF) 規定的，提供更有效率的網路資料流量的設計，路由，傳遞，和交換。

MPLS提供以下功能：

- 定義管理各種資料流量的方式，例如不同硬體，設備之間或不同應用

間的流量。

- 保持Layer-2 及Layer-3 通訊協定的獨立性
- 使用不同的封包傳遞及封包交換技術提供映對於IP address的簡單且固定長度的標籤(Label)
- 提供介接即有的路由交換協定，如RSVP (Resource Reservation Protocol), 和OSPF (Open shortest path first).
- 支援IP, ATM, Frame Relay 之Layer-2 交換協定

在 MPLS 中，資料傳輸發生在標籤改變的路徑（LSPs）。LSPs 沿著路徑的每個節點，從來源到終點給每個節點的一系列標籤。LSPs 被建立於資料傳輸之前（control driven）或者在資料某種流動的偵測上（data-driven）。這標籤是基於交換協定的標識符號，而分散使用 LDP (label distribution protocol) 或 RSVP 或使用在路由協定層次，如BGP (border gateway protocol) 和 OSPF。

每一個資料都以封包方式傳輸，從來源到終點的路徑都被加上標籤。資料的高速交換是可行的，因為每一封包皆被插入固定長度的標籤，因此能夠由硬體來做快速的封包交換。

標籤邊際路由器(LERs) 及標籤交換路由器(LSRs)

參與 MPLS 協定之主要設備分為標籤邊際路由器(Label Edge Routers ; LERs) 和標籤交換路由器(Label switching routers ; LSRs)。

LSR 是MPLS 核心網路中的一個高速路由元件，以已建立的路徑的資料流量加上適當標籤發信號協定和高速交換的 LSPs 來建立的。

LER 是在接取(access)網路和 MPLS 網路間的元件。 LERs 支援多接點連接到不同網路 (例如 frame relay, ATM , 和 Ethernet), 在 LSPs 建立後將資料流量導入 MPLS 網路, 在進入和回到 access 網路端將使用標籤信令協定(label signaling protocol)。LER 在資料流量進入或者流出 MPLS 網路擔任加上標籤和撤除標籤的重要作用。

轉送等價類(Forward Equivalence Class ; FEC)

FEC 是分享相同的傳輸需要的一大群封包的代表。對同一群的封包提供相同的目的地路徑來處理。與平常的網際網路通訊協定不同，在 MPLS 中，當封包進入網路時，僅僅對一特定 FEC 做一個特定封包的任務分派。FECs 對於封包，基於服務的需求給予一個特定的封包，或者加上前綴位址 (an

address prefix)。每一個 LSR 都建立一個表格來規定必須如何傳遞此一個封包。這個表格，叫做標籤資訊庫 (label information base, LIB)，由 FEC - to-label 結合構成。

標籤與標籤繫結(Lables and Label Bindings)

一個標籤，以最簡單的形式，定義封包傳遞的路徑。一個標籤包含在封包內包含了Layer-2 header。接收到封包的路由器檢查它的標籤內容以決定下一個傳送點。一已經貼標籤的封包，透過以標籤交換為基礎的骨幹網路來完成其餘的封包旅程。標籤價值的唯一重要性，意味著封包在 LSRs 之間的傳遞。

我們可以將封包分類為新或者現存的 FEC，而將一個標籤分發給封包。這個標籤位於資料鏈層 (data link layer)。資料鏈層 (例如frame relay或 ATM)，Layer-2 標識，例如在 frame relay 網路中的資料鏈關聯標識符號 (DLCIs)，或 ATM網路中的路徑標識符號情況下 (VPIs) / 實際上的通道標識符號 (VCIs)，能夠直接用作標籤。那時這些封包可基於標籤所包含的訊息來傳遞。

標籤包含在 FEC 表明對這樣的聯結的需要的某種事件或者策略有密切關係。這些事件可能是數字驅動的結合或者控制驅動的結合。後者是較優先採用，由於能夠用於 MPLS 的高級規模性質。

標籤任務的決定可基於下列傳遞的標準：

- 終點路徑
- 資料流量工程(traffic engineering)
- 多重播送(multicast)
- 虛擬私人網路 (VPN)
- 服務品質(QoS)

一般標籤說明如 Figure1。標籤能夠包含在資料鏈層中（如Figure 2 的 ATM之 VCI / VPI, 和如 Figure 3 的 Frame Relay 的 DLCI）或者在Shim（在Layer-2 data-linkheader和 Layer-3 network layer header之間，如 Figure 4顯示）。

Figure 1. MPLS Generic Label Format

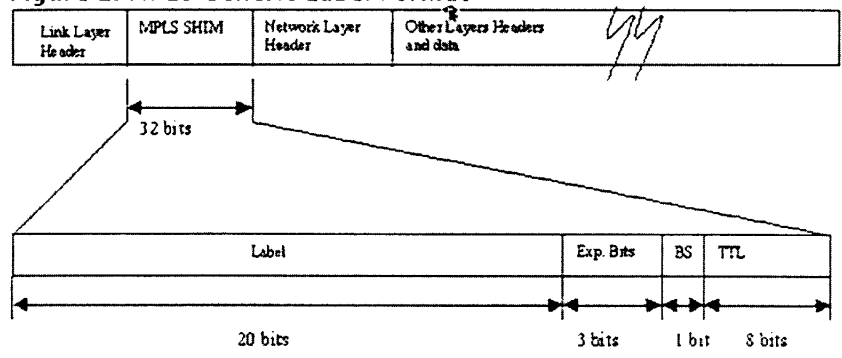


Figure 2. ATM as the Data Link Layer

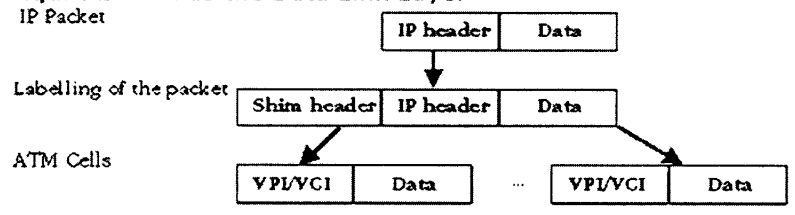
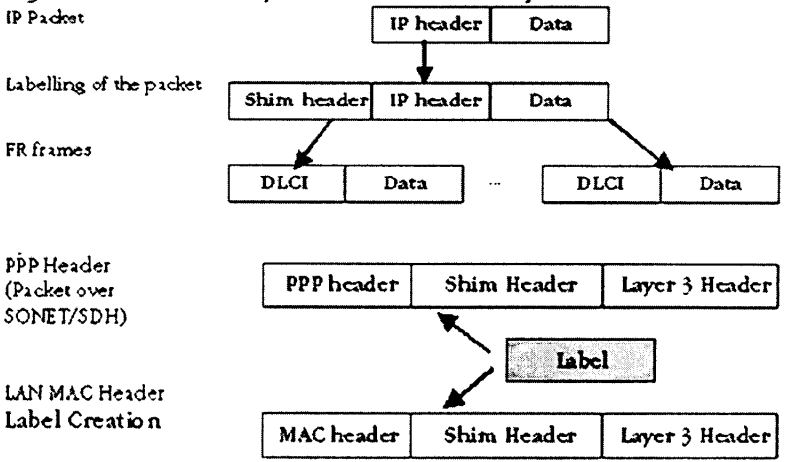


Figure 3. Frame Relay as the Data Link Layer



標籤建立(Label Creation)

有幾個方法用於標籤建立：

- 拓撲基礎 (topology-based): 使用正常路徑的處理協定 (如 OSPF 協定和 BGP)
- 要求基礎(request-based)的方法: 使用要求基礎流量控制處理 (例如 RSVP)
- 交通基礎(traffic-based)的方法: 接收一個封包的觸發任務並且給予一個標籤

拓撲基礎和 requirement 基礎的方法是控制驅動的標籤，同時交通基礎的方法是資料驅動的一個例子。

標籤分發(Label Distribution)

MPLS 並非只有唯一的方法來驅動標籤，現存的路徑處理協定，如 Border gateway protocol (BGP), 亦被使用於這個標籤資訊。 RSVP 也被擴展來支援標籤的資料流動。IETF (Internet Engineering Task Force) 已定義新的標籤處理協定，稱為 LDP (Label distribution protocol) 來表示訊息及

管理標籤。同時將此LDP亦被擴展(CR-LDP)以支援QoS 及CoS. 這些擴展是在限制路徑的協定。

這些標籤交換規劃的概要如下：

- LDP: 對映到單一廣播(unicast)之 IP 目的地到標籤
- RSVP, CR-LDP: 使用於資料流量工程及資源保留
- 與協定無關之多點廣播(Protocol-independent multicast (PIM)): 用於對映到 multicast states label
- BGP: 外部標籤 (VPN) 。

標籤交換路徑(Label-switched Paths ; LSPs)

MPLS 的裝置的收集表示 MPLS 範圍(domain)。在 MPLS domain之內，建立路徑使一個給定的封包路由基於 FEC。LSP 的設定是先於資料傳輸。MPLS 提供下面兩個選擇來設定 LSP:

- 一個節點埃著一個節點路由選定(hop-by-hop routing)-每一個 LSR 給特定的 FEC獨立選擇下一個目的地。這方法和目前的 IP 網路類似。LSR 使用現有可用的路徑的處理協定，例如 OSPF 協定，ATM 私人網路對網

路的界面 (PNNI) 。

explicit routing - 明確的路徑處理類似於來源路徑處理。 這個進入 LSR (對資料流入網路最早的 LSR) 規定了要經過的節點, 規定的路徑並非是最理想的, 但其路徑, 可使用的資源確保資料流量的 QoS。 這簡單的網路資料流量工程管理能夠提供不同的服務來建立網路流量策略, 或者網路管理方法。

通常 FEC 的 LSP 建立設定是單向性的。 反方向的資料流向是走另一個 LSP。

標籤間隔(Label Spaces)

FEC 的 LSR 使用的標籤如下分類:

- per platform: 整個 LSR 的標籤值是唯一的。 這些標籤是從共有的資源 (pool)分發的。 在不同界面上分發的標籤是完全不同的。
- Per interface: 這些標籤範圍是與界面關聯繫。 多重的標籤資源來對於界面定義, 並且在那些界面上提供的標籤是來自不同的標籤資源分發。 在不同界面上提供的標籤值是是可以相同的。

標籤合併(Label Merging)

來自不同界面的資料，如果他們有相同的最後終點就可以合併在一起且交換使用一個共有的標籤。這叫作資料合併或者流量聚集。

如果位於下層的傳輸網路是 ATM 網路，LSRs 能使用於虛擬路徑 或者虛擬通道合併。在這情況下，小封包(cell)在 ATM 網路中合併的交錯問題需要避免。

Label Retention

MPLS定義未給定下一個傳遞目的地的 LSRs 的FEC 的兩個處理模式。

- Conservative:在這個模式中，一個標籤和從 LSR 接收的 FEC 如未指定下一傳遞節點的 FEC 的 bindings 將被放棄。這個模式要求 LSR 保持較少的標籤。這是對 ATM-LSRs 的薦意模式。
- Liberal:在這個模式中，一個標籤和 從 LSR 接收的 FEC 如未指定下一傳遞節點的 FEC 的 bindings 將保留。這個模式對拓撲改變和允許資料交換到其他 LSP 可以得到更快速的改變。

Label Control

MPLS 定義到鄰近 LSRs 標籤的分發模式。

Independent: 在這個模式中，LSR 認識到特定 FEC 並決定將 FEC 獨立整合於一個標籤以分發到它的同等的對映端。新 FECs 只對可見的路徑交換設備認可新路線。

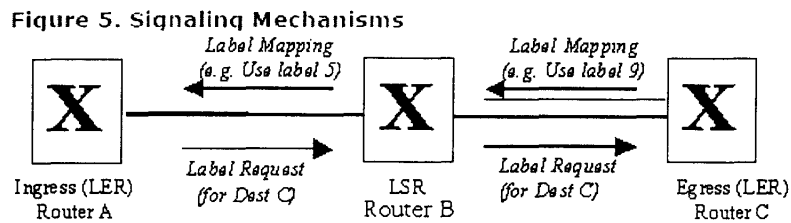
Ordered: 在這個模式中，如果從它的下一次彈跳 LSR 那裡得到了一個標籤，LSR 到特定 FEC 整合成一個標籤以及僅當它是這個發送端或者為 FEC 整合，這。這是對 ATM-LSRs 的建議模式。

信令(Signaling) Mechanisms

- Label request: LSR 使用這個機制要求它的下游提供一個標籤來整合成一特定的 FEC. 這個機制能夠往 LSRs 的往下鏈結直到送出 LER (如, 封包退出 MPLS Domain 的點)
- Label mapping: 回應標籤要求, 下游 LSR 將把一個標籤送到上游引發

使用標籤映對機制。

以上的標籤要求和標籤映對的概念如 Figure 5 解釋。



Label Distribution Protocol (LDP)

LDP 是在 MPLS 網路中到 LSRs 整合資訊的標籤分發的新協定。它用來對映 FECs 到標籤，依次輪流，創造 LSPs。在 MPLS 網路中的同等之 LDP 間建立了 LDP 任務（不一定是鄰近的）。這些同等的 LDP 交流下面的類型資訊：

- discovery messages: 宣告並維護現有網路中的 LSR
- session messages: 同等的 LDP 的建立，維護，及終結任務
- advertisement messages: 對 FECs 標籤對映的建立，改變，及刪除
- notification messages: 提供顧問資訊和信號的錯誤資訊。

標籤堆疊(Label Stack)

標籤堆疊機制允許 MPLS 領域中的層次化操作。基本上同時允許為以好層次的資源使用 MPLS (如, 在網際網路服務供應者和在更高領域的領域間使用獨立的路徑交換)。標籤堆疊的每一個層次都屬於某種層次化層次。這有利於 MPLS 中操作的一個隧道模式。

資料流量工程(Traffic Engineering)

資料流量工程是試圖創造遍及網路資料流量的均勻或者區別化的分發提升全部網路利用率的一個方法。這個方法的一個重要結果在避免任何一條路徑上是擁擠的。資料流量工程不一定選擇兩個裝置之間的最短的路徑。對於兩個封包資料流動, 即使他們的起源於節點和最後終點節點是相同的, 也可能是在不同的路徑。這方法, 較不易受破壞或者使用較少的網路區段能夠且提供不同的服務。

在 MPLS 中, 資料流量工程提供明確地使用傳送路線的路徑。LSPs 被建立, 規定不同路徑且基於用戶定義的策略。然而, 這可能需要廣泛操作員來設定。RSVP 和 CR-LDP 的在 MPLS 中提供動態資料流量工程和 QoS 的兩個可能方法。

約束基礎的路徑交換(CR)

約束基礎的路徑交換 ((constraint-based routing, CR) 的考慮參數, 如聯結特性 (帶寬, 延遲等), 中繼跳越節點數和 QoS, 。建立的 LSPs 可能是 CR - LSPs, 這限制能中繼跳越節點數或者 QoS 的需要。中繼跳越節點數表示何一路徑是必要的。QoS 需求需要聯結及等待或者是對於流動使用機制的規劃。

當使用 CR 時, 較遠(高成本)但低負載的路徑是可能的。然而, CR增加網路利用率, 它增加更多複雜性的路徑計算, 如當選擇的路徑必須滿足 LSP 的 QoS 需要。CR能夠使用在MPLS來建立LSPs。 IETF小組 定義一個 CR-LDP 元件來構成以約束為基礎的路線。

4. MPLS 操作

下面的步驟是一個資料封包穿過 MPLS Domain 的過程:

1. 標籤的建立和分發
2. 每一路由交換器表格的建立

3. 標籤交換路由的建立

4. 標籤插入/ 表格察看

5. 封包傳遞

來源把它的資料送到終點。在 MPLS domain 中，並非所有的資料流動皆需透過相同的路徑。這樣的資料流動特性，不同的 LSPs 能建立不同 CoS 需要的封包。

Figure 6 表示 LER1 是進入路由交換器，LER4 是送出路由交換器

Figure 6. LSP Creation and Packet Forwarding through an MPLS Domain

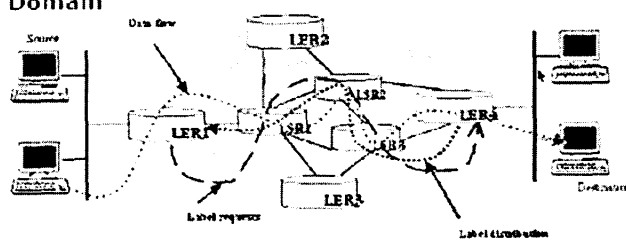


Table 1 說明 MPLS 操作步驟，在 MPLS domain 中在資料封包發生的步驟。

Table 1 MPLS 操作步驟

項目	說明
標籤建立與標籤分發	<ol style="list-style-type: none"> 1. 於資訊流開始傳送前，路由器(router)需繫結標籤與指定 FEC 之間的關係及建立對應表格。 2. 在 LDP，下傳路由器啟動標籤分散與標籤/FEC 間之關係。 3. 可靠及受控之轉送協定使用信令協定 (signaling protocol)，如 LDP 使用 TCP。
表格建立	<ol style="list-style-type: none"> 1. 標籤交換路由器(LSR)收到標籤繫結，即在標籤資料庫(LIB)建立入口。 2. 表格的內容將指定標籤與 FEC 之映射(mapping)。 3. 輸入端/輸入標籤表格與輸出端/輸出標籤表格之間映射。 4. 標籤繫結再協商一發生，入口即更新。
標籤交換路徑(LSP)之建立	<p>如圖 6 藍色需線所示，反向建立 LSP 即在 LIB 建立入口。</p>
插入標籤/表格察看	<ol style="list-style-type: none"> 1. 第一個路由器(如圖 6 之 LER1)使用 LIB 尋找通路區間與要求指定 FEC 之標籤 2. 以下路由器只使用標籤去尋找下一個通路區間 3. 當封包到達出口 LSR(如圖 6 之 LSR4)，即移除標籤與將封包送至目的地
封包轉送	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如圖 6 所示，封包傳送之路徑為從 LER1(入境 LSR)至 LER4(出境 LSR) 2. LER1 要求建立標籤 3. 如圖 6 之綠色虛線所示，經過之路由器亦要求建立標籤 4. 每一個中間之路由器會收到一個標籤，使用 LDP 或其他信令協定建立 LSP(如圖 6 之綠色虛線所示)。如要求流量管理，為確保符合 QoS/CoS 之要求，將使用 CR-LDP 來決定路徑之建立 5. LER1 插入標籤並將封包轉送至 LSR1 6. 每一個以下之 LSR(如圖 6 之 LSR2、LSR3)檢查所收到封包之標籤，置換標籤，並轉送

	封包 7. 當封包到達出境 LSR(如圖 6 之 LER4), 封包之標籤會被移除(因已離開 MPLS 範圍【domain】)並將封包轉送至目的地 8. 封包傳送之路徑如圖 6 之紅色虛線所示
--	--

Table 2 表示 LIB 表格的一簡單例子

輸入端	入口端標籤	輸出端	出口端標籤
1	3	3	6
2	9	1	7

茲舉進入 MPLS 領域的兩資料封包流的例子如下:

- 一個封包流是伺服器之間的固定的資料交換 (如 檔案傳輸協定 (FTP))
- 另一種封包流是視頻流(video stream), 這需要 QoS 的資料流量工程參數 (如 video conferencing)
- 把這些封包流在進入 LSR 時分類為 2 種不同的 FECs
- 與封包流相關聯的標籤分別映對為 3 和 9
- LSR 的輸入接口分別映對為 1 和 2。
- 將相映對的輸出接口分別映對為 3 和 1。
- 標籤交換也必須做, 並且必須用以前的標籤分別換取 6 和 7。

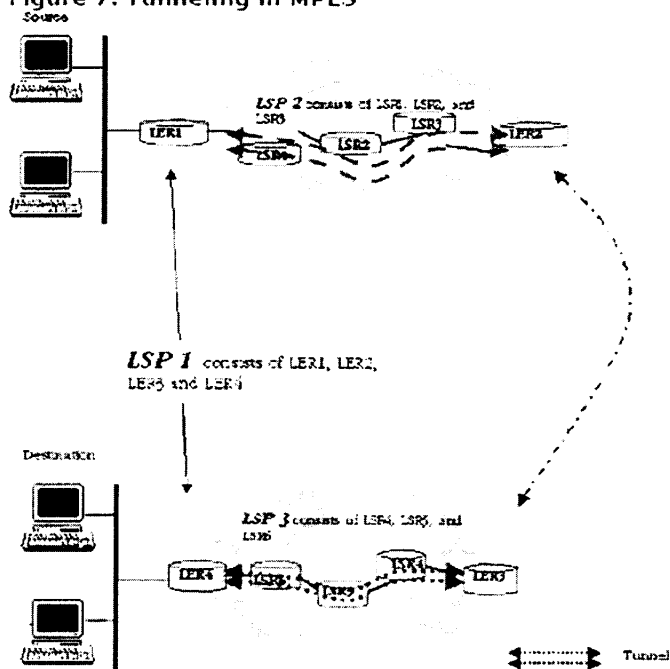
Tunneling in MPLS

MPLS 的一個特點是明確地規定控制一個封包的整個路徑，而不需中間的路由器。它可透過中間的路由器來創造隧道，這是可以擴展成多個區段的。這個概念亦用於設定 MPLS 為基礎的 VPNs 網路。

考慮 Figure 7 的說明。LERs (LER1 , LER2 , LER3 , 和 LER4) 皆使用 外在開道通信協定 (BGP) 並產生一個 LSP 在他們 (LSP1) 之間。LER1 意識到它的下一次終點是 LER2 , 它必須透過網路的兩個區斷來運輸來源的資料, 。依次, LER2 意識到 LER3 是它的下一次終點, 並且依此類推。這些 LERs 將使用的 LDP 來收到和存儲標籤是來自從排出 LER, (說明中的 LER4) 到送出的 LER (LER1)。

然而, LER1 為了給 LER2 送它的資料, 它必須透過數個 LSR (這個例子是 3 個)。因此, 在二 LERs (LER1 和 LER2) 之間, 各別的 LSP (LSP2) 被產生在區段 LSR1, LSR2, 和 LSR3。這實際上, 在二 LERs 之間稱為隧道。這條路徑中的標籤不同於為 LSP1 產生的 LERs 的標籤。它在 LER3 和 LER4, 以及為 LSRs 是一樣適用。 LSP3 為這個區段被產生。

Figure 7. Tunneling in MPLS



為了達到以上所述，當透過兩個網路區段運輸封包時必須使用標籤堆疊的概念。一個封包必須穿過 LSP1，LSP2，和 LSP3，它需同時攜帶兩個完整的標籤。這兩個標籤是 (1) 第一個區斷：做一標籤給 LSP1 和 LSP2，(2) 第二個區斷：做一標籤給 LSP1 和 LSP3。

當封包退出第一個網路而由 LER3 收到時，它會移走為 LSP2 所做的標籤，而用 LSP3 標籤取代它，交換的 LSP1 標籤的封包標明有當有下一個傳遞目標。送到終點前 LER4 在把這個封包的兩個標籤都將移走。

Multicast Operation

目前沒定義 MPLS 的多點操作方式。然而，已經推薦一的方法來映對一個引入標籤到一套輸出標籤上。它能夠透過一多點操作樹 (multicast operation tree) 來構築。在這種情況下，引入標籤將整合到多點操作樹並且用一套輸出接口來發送這個封包。這個操作非常有益於區域網路(LAN) 環境。例如連線導向的網路如 ATM, 點對多點的交換路徑 (VCCs) 能夠被使用於分散式的多點資料傳遞。

5. MPLS 堆疊(Stack Architecture)

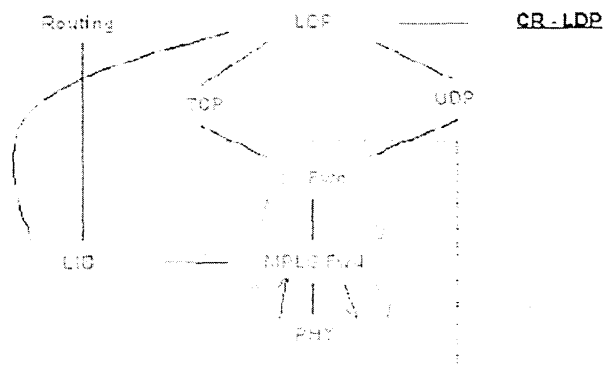
能夠把核心 MPLS 部分分開成為下面的部分：

- 網路層 (網際網路通訊協定) 路徑協定
- 網路層傳遞的邊緣
- 核心網路標籤基礎的交換
- 標籤有示意性和細緻性
- 標籤分發信號的通訊協定
- 資料流量工程

- 兼容各種不同的 Layer2 傳遞範例 (ATM, Frame Relay, 點對點通訊協定 (PPP))

Figure 8 描述能夠用作 MPLS 操作的通訊協定。路由組件(routing module) 可以是任何幾個流行工業通訊協定。取決於操作環境,路由組件可能是 OSPF協定, BGP, 或 ATM的 PNNI, 等。從一個 LSR 到另一個 LSR 為控制資料的可靠傳輸利用傳輸控制通訊協定 (TCP) 來組成這個 LDP 組件。LDP 也維護 LIB。在它的操作的發現階段期間 LDP 使用這個用戶資料訊息協定(User datagram protocol, UDP)。這個階段, LSR 盡力確定鄰近元素以及對網路發信號表示自己的存在。此亦稱為 holleo 封包的交換。

Figure 8. MPLS Protocol Stack



網際網路通訊協定傳遞是傳統的組件, 其透過在它的表格中與最長的位址相

匹配查找下一個傳遞位置。在 MPLS 架構中，LERs 僅僅能做這個。這些 MPLS 傳遞是把對於一個給定的封包與一個標籤相匹配的組件傳送到輸出接口的 MPLS。這些層次，能夠為快速的，有效的在硬體中被執行。

6. MPLS 應用 (Application)

MPLS 透過提供一個標準基礎的辦法，來有效地提出今天的骨幹網路需要：

- 改良網路中封包傳遞的品質
 - MPLS 使用 Layer 2 交換來擴充及簡化封包在路由器間的傳遞
 - MPLS 是簡單且易建置的
 - MPLS 增進網路品質因為它以 wireline 速度交換路由
- 支援各總不同服務所需的 QoS 和 CoS
 - MPLS 使用資料流量工程設計的路徑設定和幫助完成服務層次的保證
 - MPLS 合併有限約束的和清晰明確的路徑 的設定
- 支援網路擴展性
 - MPLS 可用來避免與 網際網路通訊協定 (IP) - ATM 網路關聯的 N2 覆蓋問題
- 在網路中整合 IP 和 ATM
 - MPLS 提供界接接取端網際網路通訊協定 (Access IP)及骨幹 ATM 網

路的作用

- MPLS 重覆使用現存的路由器知 ATM 交換設備的硬體，有效的參與兩不同網路

- 建設可相容操作之網路

- MPLS 在網際網路通訊協定 (IP) - ATM 網路間建立一共同作用的標準的辦法
- MPLS 可整合在光學轉換的 IP over SONET 上
- MPLS 幫助建立可擴充的私有網路(VPN)且包含資料流量管理工程 (Traffic Engineering)能力

三、 MPLS 的前景

現在主要網路設備製造廠商，如 Cisco、Alcatel、Nortel、Juniper 及 Redback 等，都參與了 MPLS 技術標準的制定並已推出部分具有 MPLS 功能的設備，且在同一設備之交換平台上及成了 ATM、IP 和 MPLS，骨幹路由的容量大都可達 STM-4 以上。多數 ISP 業者表示，再選擇新的骨幹網時，MPLS 將是他們的首選。因此，在未來的一段時間內，MPLS 將會與 ATM、SDH、DWDM 一起，並駕齊驅在骨幹網路的大軍中，並在未來的幾年內在眾多的技術中脫穎而出。MPLS 對網路的影響主要在 IP 網路的 QoS、流量工程與服務功能(如 VPN)等三個方面，其發展前景如下：

1. 骨幹走向邊緣

MPLS 從骨幹往走向邊緣往事一種越來越明顯的趨勢，這一進程將給邊緣網帶來更多的頻寬、更多的服務。在接入網中，利用 MPLS 的技術承載乙太網(ETHERNET)，會使網路更易升級和富有彈性。

2. 替代 ATM

當初是利用 ATM 網路提供 IP 的服務，惟從發展趨勢來看，ISP 希望在 IP 網上提供類似 ATM 的服務，因此，MPLS 將在 IP 網上發展。

3. 結合底層光設備

從整個網路發展方向來看，在未來的核心網上均將建立光結點的骨幹 INTERNET 網，MPLS 不在單一存在，而將與底層的光設備相輔相成。

肆、出國感想及建議

由於國內經濟進步，代表資訊爆炸的 e 世紀已經來臨，一般消費者對資訊的應用需求更為廣泛，諸如語音、數據、視訊及高解析度影像的傳輸速率、品質及整合性的應用需求都在持續提升。通信在這波潮流中扮演非常重要的角色，尤其我國在去(89)年開放固網執照對寬頻網路的建設議題更有推波助瀾的效果，但在充滿一片樂觀中，必須冷靜思考幾個重要課題：

(一)MPLS 技術究能持續發展抑或曇花一現

以 ATM 與 IP 技術為例，在 1996 年的通信專業雜誌對 ATM 備加推崇，當時普遍認為 ATM 是 21 世紀多媒體通信服務的技術主流。但在 2000 年這二種技術則是主客易位，IP 變成為當紅炸子雞。從這個例子，不免對 MPLS 產生疑問：MPLS 還是一項不成熟的技術，MPLS 技術自身的標準尚未訂製完成，因此不同廠家的產品之間難免存在互通性的問題，因此 MPLS 應用要到真正成熟還需要一些時日，而且隨著通信技術及骨幹容量發展迅速，原 MPLS 之優點恐會漸漸消失，故對 MPLS 技術的評估與引進，需抱持審慎的態度，方不致造成投資的浪費。

(二)追求新穎的電信服務的必要性

電信產業倡導提供多元性服務已有相當長的時間，所謂多元性服務包括語音、數據、影像等整合性服務，如影像電話、隨選視訊、遠端醫療、教學等等皆是，曾幾何時，電信設備廠商推銷產品時，信誓旦旦的說可以提供多種多元性服務功能，但實際上，目前僅有初步規模的語音數據整合成果，其他部份尚停留在實驗階段，離普及程度尚有一段遙遠的距離。電信自由化後，電信業者為順應喜歡追逐時髦資訊服務的客戶，不免也競相轉移至非傳統語音的服務，就競爭的角度而言無可厚非，但是，本公司所建置的專用電信網路，係為電業提供調度供電保障安全需要而設，穩定、可靠是最基本的前提，其他則視電信網路功能提供各單位所需之通信服務。目前本公司各單位使用專設電信之電路類別中，以保護電驛線上調度與調度電話最為重要，業務資訊次之，業務電話再次之，其中有關電力調度之電路具有及時性、精確、穩

定的嚴格要求，封包方式的網路系統並不適合這類電路。因此，針對公司現況全面引進 MPLS 網路尚無必要。

(三)正視不同技術領域的漸進(Migration)趨勢

電信與資訊技術原本涇渭分明，分別屬於不同的技術領域，但從最近的技術發展來看，兩者各自跨入對方的領域，此即漸進(Migration)，就電信設備部分，下一代網路(Next Generation Network)標榜可提供 IP 的服務，而 IP 網路則又可提供語音服務，彼此從事激烈的競爭，將來之設備定會兩者合而為一。雖然本處目前僅負責建立本公司電信網路，但因應未來本公司經營電信業務，亦可能跨入 IP 領域，而通信技術發展之快令人目不暇給，本處同仁應加強英語能力及多利用時間參加相關技術研討會或閱讀專業雜誌，吸收新知充實職能，已因應將來之挑戰。