

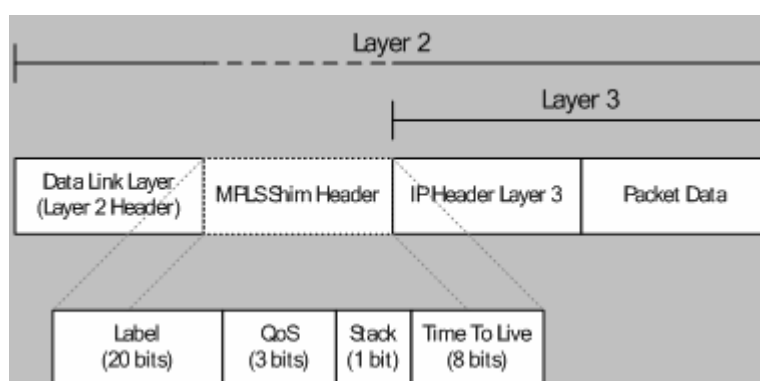
淺談 MPLS 技術與應用

壹、前言

九〇年代網際網路迅速發展，各式各樣的資訊應用開始從學術研究與軍事應用擴展到一般消費市場及企業。但是，隨著語音、數據、視訊等多媒體應用日益興起，大量傳輸資料的結果也讓傳統同步數位階層 (Synchronous Digital Hierarchy, SDH) 整合 ATM 技術的網路架構出現瓶頸 (王鍵義, 2004)，開始面臨節點擴充成本太高、設定困難，以及容易造成網路核心 over head 等等問題。爲了讓更多使用者也能存取到網路上的相關資訊及資源，在網路核心中佈署非同步傳輸模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 成爲當初用來解決因爲網路流量激增導致頻寬不足問題的最適方案。然而，隨著網路使用人口的激增，傳輸量也從過去的 KB、MB 轉變到 GB 的需求，ATM 技術也開始出現瓶頸。多協定標籤交換 (Multiprotocol Label Switching, MPLS) 技術才慢慢展露頭角，透過整合 Layer 2 與 Layer 3 網路技術，提供企業一種較簡單的網路擴充方案，以解決新一波 IP 應用浪潮所需的傳輸量。

貳、MPLS 的基本觀

在既有的網路基礎上，MPLS 透過 TagSwitching 整合 IP 與 ATM 技術 (周燕, 2005)，讓 Layer 3 的網路技術可以被 Layer 2 順利執行，使網管人員不必大張旗鼓地修整網路基礎建設，從而降低 MPLS 機制導入的成本。在 IETF 的規範中，MPLS 會在 Layer 2 與 Layer 3 封包間插入一個 MPLS Header，如圖一所示。透過其中承載的 Label 取代傳統 ATM 架構中 VPI/CVI 路由選擇方式，將傳統 IP Routing 隱合進 Layer 2 硬體式 ATM Switching 交換機制，解決傳統靜態路由所衍生的問題，也提高封包在網路中傳遞的速度。



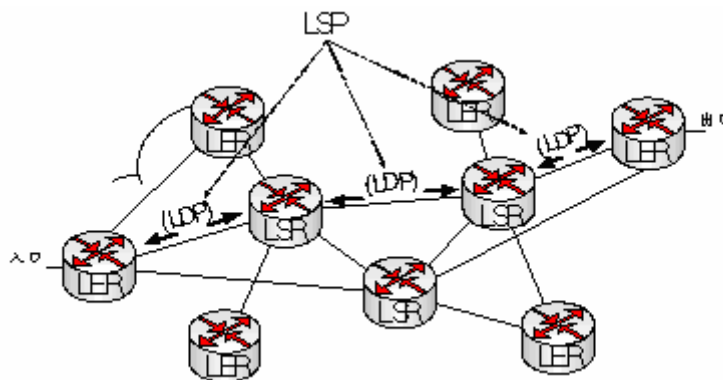
圖一 MPLS Header

不過，爲了要讓 Router 看得懂 MPLS 網域傳遞的封包內容，相關的訊息控制方式也需要進行相對應的調整，因此企業需要購入能支援 MPLS 機制的 Router，以提供支援 MPLS 功能的訊息控制協定，目前相關的控制協定有 CR-LDP (Constrain-based Routing Label Dispatch Protocol, RFC-3212) 與 RSVP (Resource Reservation Protocol, RFC-220) 兩種。不過，這兩種協定的特性有所不同：CR-LDP 是建基於 TCP 協定上，當封包傳遞過程出現問題，CR-LDP 會回傳簡易的錯誤訊息供網管人員參考；RSVP 則是用來強化封包傳遞的 QoS。目前支援 MPLS

的 Router 都會同時支援這兩種不同協定。

整合上述相關機制可知，MPLS 網域中的 MPLS Router 會透過辨別封包中的 Label 來動態決定每個封包的遞送路徑。當 LSP 發生嚴重擁塞時，MPLS 可以透過快速重路由功能 (Fast Re-route, FRR) 將封包轉送到替代路徑上；透過 QoS 則可以對封包進行分級，以決定其遞送的優先權，提高整個網路的運作品質。基本上，整個執行方式如圖二所示：

- 一、LSR 間會分享通道狀況，透過 LDP 與 OSPF 協定建立 MPLS 路由與 Label 間的映射關係，所以；
- 二、當封包進入 MPLS 網域時，入口 LER 會開始進行 Level 3 的相關工作，並在收到的封包中塞入 MPLS Header；
- 三、當封包離開 MPLS 網域時，出口 LER 則會把封包中的 MPLS Header 拿掉，繼續向前轉送；
- 四、LSP 上的封包在 LSR 間流轉時，LSR 不會進行任何 Level 3 的處理，而是直接辨識 MPLS Header 中的 Label 決定下一段路由。



圖二 MPLS 網域

除了上述特性之外，前傳等效類別 (Forward Equivalence Class, FEC) 也是 MPLS NETWORKING 的重要功能之一，讓 MPLS 可以針對 Label 進行不同層次的顆粒化 (Granularity) 動作，將屬於同一 Label (或 LSP) 的封包分配到一個或多個流 (flow) 上。不過，需要特別注意的是，LSP 屬於單向傳輸路徑，因此，網管人員如果希望達到全雙工就需要兩條線路負責不同流向的資料。目前常見的顆粒化策略有：

- 一、IP prefix：讓相同目的 IP 的封包共用同一條 LSP；
- 二、Egress router：讓相同目的 LSR 的封包共用同一條 LSP；
- 三、Application flow：讓相同應用類型 (例如影音) 的封包共用同一條 LSP。

參、MPLS 的優缺分析

網際網路的應用從純軍事、純學術一直擴展到一般企業和消費市場後，流通的應用型態愈趨多元，如何解決頻寬不足的問題，ATM 高速、簡單的運作功能就成為九〇年代的權

宜之計。但時至今日，IP-Based 的網路應用愈來愈多、資料傳輸量也愈來愈大的情況下，ATM 傳輸效率變得愈來愈低、擴充成本昂貴與管理也愈見困難。

而 MPLS 的目的就是用來解決 ATM 網路擁塞與成本過高問題的重要方案（游鴻濱，2005）。基本上，ATM 網路擁塞問題，主要發生在靜態虛擬電路（Virtual Circuit，VC）建立的問題，也就是說，如果有多個 VC 同時傳遞大量 CELLS，在無法動態更新路由方式的情況下，整個 ATM 網路很快就會發生擁塞。甚至，因為 ATM CELL 固定大小的特性，使用者透過 IP-over-ATM 機制轉送 PACKET 時，就會造成細胞負擔（Cell-Tax）的問題，讓整個封包傳遞的效率減少 20%（游鴻濱，2005）。另外，當 ATM 交換器的緩衝區出現滿溢問題時，多送出的封包就會被 Tagging，只要網路出現擁塞，那這些封包就會直接被丟棄。治標的作法就是嚴格控制封包出入緩衝區的方式，而治本的辦法則是擴充設備。

因此，如果 ATM 網路擁塞次數過於頻繁，唯一治本的方法就是新增更多的實體頻寬，包括 ATM 交換器與用來連結不同交換器與使用者端間的網路線路。不過，在 Full-mesh 的情況下，設備新增愈多、網路複雜度隨之倍增（需要建立 $N * (N - 1) / 2$ 個 IBGP 的會話），節點設備的設定也會愈來愈困難，增加網路人員的管理負擔。

反觀 MPLS 機制，透過 TagSwitching 機制它可以將路由與轉送機制明確區隔開來，讓 IP 傳輸需求不會再被 ATM 的環境因素限制住、MPLS 也提供了可動態修改的 ROUTING 方法 (FRr)，提高網路可通線路的整體使用率，而且也運用 FEC，讓 MPLS 透過 LABEL 快速路由與轉送這些 POCKETS。MPLS 甚至可以透過 FEC 與 QoS 資訊的結合，針對特定應用或傳輸量作 LSP 的分派 (CoS)，以維持 MPLS 網路傳輸的服務品質。所以，整體來看，MPLS 技術可以被用來監控網路的流量、運作品質、服務等級與虛擬專用網路。

肆、結論

由前面的討論可以知道，MPLS 只需要在 Level2 執行 Label 辨識的動作，就可以輕易取代 Level3 的動作，因此，它除了改善大量資料在 IP-over-ATM 機制中產生的網路擁塞現象，及降低企業未來在網路設備擴充上所需的成本外，也能夠在維持網路安全水準的要求下，提高網路環境中路由轉送的彈性、降低封包傳送所需的轉遞時間，如表一所示：

	MPLS	ATM
網路架構	簡單	複雜／隨點增加
封包傳送效率	佳	易造成過度負載
安全性	高	高
未來擴充性	高	低
建置 full-mesh 模型	低／易	高／難

表一 MPLS 與 ATM 間的比較（資料來源：王鍵義（2004））

根據 Infonetics 的研究報告指出 (趙文博與李昌杰, 2006), 全球 2003 年 IP/MPLS 市場呈現萎縮, 不過, 因寬頻網路與 IP/VPN 流量需求快速增長之故, 04 年全球市場開始增長, 預計 2007 年底收入將可達到 84 億美元。許多網路設備大廠如 AT&T、Level 3、MCI WorldCom 與 UUNET 公司也開始佈署其 MPLS 網路環境, 最主要的目的就是希望透過 MPLS 強化現存 IP-over-ATM 網路架構的運作效率。

不過, 從根本來看, 企業是否真的有必要「再在」既有的 ATM 網路系統上建構 MPLS 環境, 還是需要返本還源地思考公司本身網路應用的特色與重點來決定, 例如: 以語音或同步式傳輸為網路應用重點, 或是多媒體資料傳輸量不大的企業, 使用既有 ATM 網路架構就可以支應, 而不需要再花費額外的成本建構 MPLS 環境; 至於, 非常強調資訊安全的企業、專職的資訊公司、網路服務供應商 (ISP) 或是線上多媒體商務的企業, 因為面對的是不同資訊類型與不同大小資料量的網路需求及較短的反應時間, MPLS 環境當然就成為首選, 以有效降低企業對外頻寬可能不足的窘境。

(本文由國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心賴明豐副研究員、吳坤達助理技術師 提供)

【參考文獻】

王鍵義 (2004)。“淺談 IP 與 ATM 技術的結合-MPLS”。中華技術季刊, 第 63 期。上網日期: 2007 年 8 月 6 日。取自: <http://www.ceci.org.tw/book/63/63bk3.htm>

周燕 (2005)。“MPLS 技術及其應用”。中國協議分析網。上網日期: 2007 年 8 月 7 日。取自: <http://www.cnpar.net/Class/MPLS/0532918533385616.html>

游鴻濱 (2005)。“MPLS - 通向未來的新途徑”。Juniper Networks。上網日期: 2007 年 8 月 6 日。取自: <http://tw.juniper.net/company/presscenter/features/2005/0205.html>

趙文博與李昌杰 (2006.2.24)。“研究: 07 年 IP/MPLS 市場收入將達 84 億美元”。互聯網周刊。上網日期: 2007 年 9 月 5 日。取自: <http://www.donews.com/Content/200602/fd0d07a70793434b9e7a720657ee1eff.shtm>

賴明豐 (2007)。“網路入侵偵測系統的運作概念與原理”。科技政策智庫。上網日期: 2007 年 8 月 6 日。取自: http://thinktank.stpi.org.tw/eip/index/techdoc_content.jsp?doc_id=1184657907339&ver_id=5