

## 交換與路由：何種整合方式？

林盈達 交大資訊科學系

### 整合的需求與方式

在網路通訊的世界裡，有許多曇花一現的技術或產品，即使是已經標準化的技術，也很可能無疾而終。當軟體處理的傳統路由器漸漸無法承受日益提升的線路頻寬，有一些方案被提出來希望達到 wire-speed routing/switching，包括（1）以硬體技術對每一個封包做路由處理（每個封包都要查路由表）的 Layer-3 Switch Router 及（2）極具彈性，可對被 labeled 的封包進行交換處理（查紀錄此交換路徑的較小 label swapping table）而未被 labeled 的封包則做路由處理的 MPLS（Multiprotocol Labeling Switch）Switch Router，當然，（3）另外還有一派全部以交換方式來處理，此即 MPOA（Multiprotocol over ATM）。Layer-3 Switch Router 的優點是不需引進任何新的協定即可達到 wire-speed routing，但缺點是以硬體實現原先部分軟體功能的模組較複雜且貴，例如路由的查表（table lookup）動作。由 IP Switch 及 Tag Switch 演進而來的 MPLS 可簡化硬體模組，但需引進新的協定來通知上游 Switch Router 將某些封包流的封包貼上某一標籤（label）以便交換處理，而且能有多少比率的封包是以交換處理取決於廠商自訂的貼標籤演算法及封包類型分佈，MPLS 的彈性可以允許 MPOA 式的全交換式處理（只要預先設定好所有交換路徑），也可以允許 route-once-switch-many 式動態地將路由處理改為交換處理。MPOA 則純粹是為了要讓 IP 及 IPX 等封包能在 connection-oriented 的 ATM 軟體及硬體上跑，此種 IP 與 ATM 的整合導致一些額外的處理，除了 Q.2931 及 PNNI，還包括 ATM PVC/SVC 的建立，引進新的協定如 NHRP，而且使 IP 的彈性流失。

### Internet 的原味

Internet 在設計之初，即希望這個 IP 封包網路是一個 connectionless 且不固定長度的 datagram 網路，每個封包都被獨立的路由處理，路徑可變動，路由器中也沒有紀錄封包流或連線的狀態資料，可以說是無狀態（stateless），但交換處理則需在交換路由器上紀錄封包流的路由決定，以便下一個屬於某一個封包流的封包來時，可以不用查路由即可決定要往哪一個輸出埠送。Layer-3 Switch Router 忠於 Internet 原味，完全不紀錄這些路由決定，還是保持 stateless 方式，對於每一封包進行路由處理，而 MPLS 則是可以以 hard-state 或 soft-state 方式來記錄這些貼了標籤的路由決定，hard-state 與 ATM PVC 類似，預先建好交換路徑，而動態的 soft-state 則是在經過一段時間，若沒有貼了該標籤的封包使用該路由決定進行交換處理，該標籤的路由決定紀錄就會被“忘掉”，也就是要一直“refresh”它，才能繼續交換處理，這種 soft-state 保留及容許 IP 路徑變換的彈性及 connectionless 特性，有別於建好路徑並將路徑定住（pin）的 connection-oriented 且 hard-state

的交換處理，即 MPOA 的方式。

### 封包或晶格 (Packet or Cell)

相較於 stateless 的 Layer-3 Switch Router 及 hard-state 或 soft-state 的 MPLS，MPOA 的 hard-state 似乎與 Internet 的原味大異其趣，但這也不是說 ATM 無法與 IP 共存，事實 MPOA 就是要讓它們共存，但另一種共存方式是將 ATM 的軟體（即 Q.2931 及 PNNI）拿掉，只留下硬體來搭載經過切割成晶格的 IP 封包，cell-based 的 MPLS 及 Layer-3 Switch Router 就是如此，它們內部都有的硬體交換模組（switch fabric）就是一個 ATM 交換硬體，當然，frame-based 的交換模組也是另一選擇，而且是更忠於 Internet 原味的選擇。

### 骨幹及末端網路的選擇

交換比路由快、簡單且較 scalable，故更適合在骨幹網路，寬頻 vBNS（very high-speed Broadband Networks Service）即由 ATM 建 fully-meshed 的 PVC，MPLS 在 hard-state 及 soft-state 上的彈性，更適合骨幹網路。在末端網路則因 MPLS 新協定的引進較困難，所以 Layer-3 Switch Router 較適合，但兩者之間的界線呢？則將隨著技術與市場成熟度移動。

### 下一目標：QoS

已經開始有一些廠商將 QoS 的相關協定字眼放在新一代的 Switch Router 產品規格說明，例如 RSVP、IntServ、DiffServ 等，就對 QoS 的支援能力而言 Layer-3 及 MPLS 是一樣的，都需要增加 admission control、classifier、scheduler 等模組，才能得到 per-flow 或 per-class 的 QoS。QoS 相關的標準正快速成型，預計在兩年內定案，整合交換路由且提供各式 QoS 的網路建置將快速展開，以提供各式服務，包括具 QoS 的 Voice over IP 及 VPN 等。