

# 在 Cisco Router 環境的差異性服務封包標註技術

## Differentiated Services Packet marking in Cisco Router environment

陳耀堂

Yao-Tang Chen

autow@wshlab2.ee.kuas.edu.tw

徐志偉

Zi-Wei Shu

qqq1030@kimo.com.tw

黃文祥

Wen-Shyang Hwang

wshwang@mail.ee.kuas.edu.tw

國立高雄應用科技大學電機工程系  
Department of Electrical Engineering,  
National Kaohsiung University of Applied Sciences

**摘要:**在目前有關於差異性服務的論文中，鮮少有探討在路由器(Router)上建置 DiffServ model 的研究，有鑑於此，本文探究在現今被廣泛使用的 Cisco 路由器在 Win32 平台下架設 DiffServ model，並分別比較在網路擁塞的情況下做封包標註(marketing)前後之流量的效能差異。

**關鍵詞:** QoS、DiffServ、DSCP、Marking

不同地方的網路流量分配到不同等級的服務。而由於目前有關差異性服務的諸多論文中皆鮮少針對路由器去探討如何建置差異性服務的平台，故本文探究了目前被廣泛使用的 Cisco 路由器在 Win32 平台下實際架設 DiffServ model，並分別比較 DiffServ 與 Best-effort 兩者流量效能的差異。

### 一、前言

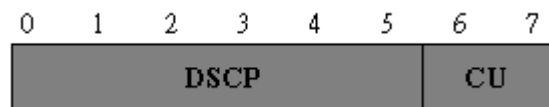
網際網路應用不斷地蓬勃發展，其傳輸對象由純文字資料進展到需高頻寬的多媒體，龐大的資料傳輸造成網路頻寬不足及封包被延遲甚至丟棄。因此探討如何在有限的頻寬中讓這些具特定意義的封包傳輸不受網路擁塞的影響，成為當今一個重要且很有意義的研究課題。在現今有關網路服務品質(QoS)的研究主要可分成兩類:整合型服務(Integrated service, IntServ)與差異性服務(Differentiated service, DiffServ)。整合型服務為較早被提出的模型[1]，其主要的機制在於提供每一個 flow 所需的服務品質，而路由器必須能夠為這些 flow 個別保留適當的資源，也因此必須在路由器內保有這些 flow 個別的狀態。所謂 flow 是指一連串的 IP(Internet Protocol)封包，它們具有相同的來源與目的位址，相同的 TCP/UDP 埠號與相同的協定欄位。在此模式中，每一個 flow 向網路要求特定等級的服務，也就是要求其所需之最低的傳輸速率、可容忍的最大傳輸延遲與可被接受的封包損失率。整個網路會依據目前頻寬資源使用狀況來決定是否允許該 flow 的服務要求。差異性服務是新提出來的模型[2]，主要是建構在 Internet 骨架上，其模組可解決整合型服務中因過多 flow 造成路由器負擔太重之缺點。此架構不再將焦點擺在個別的 flow，而是流量聚集(Traffic Aggregates)，所謂流量聚集指的是需要類似服務品質之 flow 的聚集。其運作模式是將進入網路邊界路由器(Edge Router)的封包依服務的等級進行分類，而在進入核心路由器(Core Router)後依照各個分類等級作不同層次的服務。

差異性服務之封包標註(Packet Marking)方法為在網路邊界路由器上設定 TOS 欄位[3]，使來自

### 二、背景回顧

#### A、DS Field (Differentiated Services Field)

DS 欄位(Field)是用來取代先前已存在的 IPv4 TOS octet 和 IPv6 Traffic Class octet 的一種 IP 標頭欄位。差異性服務利用此位元組，定義了路由器中封包轉送的基本規則，稱為 PHB(Per-Hop Behavior)。其 DS 欄位結構如圖一所示，當中的前六個位元被使用為 DSCP，在差異性服務中，每個行為聚集是靠 DSCP 來作識別，並以此來判斷並決定封包被對待的方式。後兩個位元目前未使用作為保留[4]。

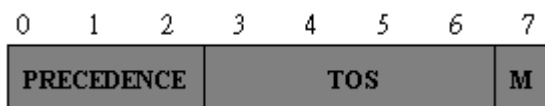


DSCP : differentiated services codepoint

CU : currently unused

圖一、DS field structure

在 Cisco 路由器中 DS 欄位的設定方式是根據在 RFC1349 中 Type of Service Octet 的規定把 DS 欄位分成三個部分，如圖二所示。第一部分為佔了三個位元的 PRECEDENCE 欄位，它可用來決定不同封包的服務等級(Class of Service)。第二部分為佔了四個位元的 TOS 欄位，設定此欄位可以針對所需的網路流量作四種效能(performance)的選擇，此四種效能分別為 throughput、delay、reliability 和 cost。第三個部分為最後一個位元，稱為 MBZ(must be zero)欄位，目前尚未使用[5]。



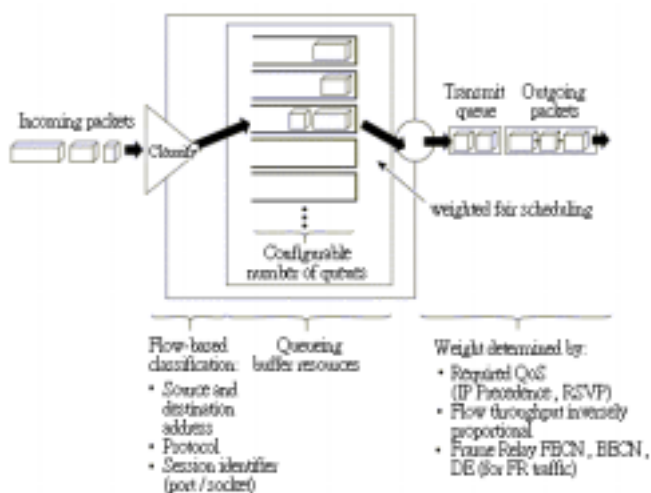
M : MBZ

圖二、Type of Service octet at RFC1349

### B、WFQ (Weighted Fair Queueing)

WFQ 為 Cisco 路由器所支援的佇列方式 (queueing method) 之其中一種。主要是用來改善路由器上預設的 FIFO (First In First Out) 佇列方式的缺點。所謂 FIFO 指的是不管大或小的封包，以先到先服務的方式服務到整個應用程式完為止。在這種情況下，若遇到量大的檔案傳送，則會用掉網路大部分的頻寬，使其它的服務形成停滯狀態，令使用者誤以為發生故障。

WFQ 是一種動態排程的機制，它公平地 (Fairly) 分配頻寬給所有網路的使用者。一起到達路由器的封包，會是較小的封包擁有先傳送的權利，接下來再將剩餘的頻寬公平地分配給所有應用程式產生的封包，因此可避免當有量大的檔案傳送而影響整個網路的運作。圖三為 WFQ 的運作模式 [6]，首先 WFQ 指定 weight 給每一個在網路邊界路由器 (Edge Router) 中被分類 (classification) 的 flow，並將之放置在 WFQ 的佇列當中，然後依照其不同的分類等級做不同的傳送服務。



圖三、WFQ 運作模式

### 三、在 Cisco Router 上實作 DiffServ model

在 Cisco 路由器上實現 DiffServ model 是由兩個部分所組成，第一部分為 IP Precedence 欄位的設定，表示將進入路由器的封包作各個不同等級的分類，第二部分要設定所需要的佇列方式 (queueing method)，如 WFQ 或是 WRED (Weighted Random

Early Detection) [7]，底下將針對這兩個部分作較詳述的討論。

表一、IP Precedence Values

Number	Name
0	Routin
1	Priority
2	Immediate
3	Flash
4	flash-override
5	Critical
6	Internet
7	Network

#### 1. IP Precedence setting

在 Cisco 路由器中可經由設定 IP Precedence 來決定每個封包的服務等級。如表一所示，IP Precedence 共有八個等級，隨著編號增加等級越高。在尚未設定 IP Precedence 之前，其預設值為 routin，且通常最後兩個等級 (internet 和 network) 是保留給內部的網路使用。要在 Cisco 路由器中設定 IP Precedence 有下列三種方式：

- (1) Policy-Based Routing (PBR)
- (2) QoS Policy Propagation via Gateway Protocol
- (3) Committed Access Rate (CAR)

而因大部分的 Cisco 路由器皆有支援 PBR，且在本文中是以 PBR 的方式來設定 IP Precedence，故僅提出 PBR 的運作模式來探討，其餘兩種方式在此不再詳述。PBR 是一種較有彈性的封包遠送 (packets routing) 方式，藉由允許使用者針對所需要的網路流量設定一個已被定義的規則 (policy)，可以減少在遠送協定 (routing protocols) 中路由 (route) 的依賴。在 Cisco 路由器中要設定 PBR 有以下五個步驟：

步驟一： route-map [map-tag] [permit / deny]

[sequence number] 要啟動 PBR 的功能，首先必需要在 Cisco 路由器的 global configuration mode 中建立一個 route map，其指令為 route-map，在第一個中括號的參數為要給此 route-map 的名稱，第二個參數表示允許或拒絕此功能，第三個參數為要給 route-map 設定的序號。

步驟二： match ip address [access-list-number]

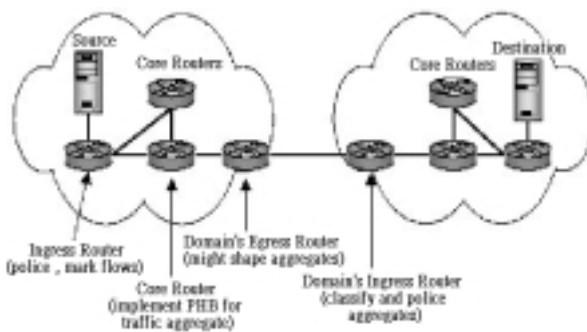
假如在 Cisco 路由器上有設定存取列表 (access lists)，則可利用 match ip address 的指令來區分不同來源及目的端的 IP 位址，以便於設定不同的服務等級。中括號中的參數為存取列表的標號。

步驟三： set ip precedence [number / name]  
set ip tos [number / name]

在設定完 route-map 而進入了 route-map configuration mode 後，使用 set ip precedence 以及 set ip tos 來設定需要的網路流量 precedence 及 tos。在中括號中的參數表示所要設定之名稱或代號。

步驟四： interface [interface-type interface-number]  
選擇 PBR 要設定的介面，中括號內的參數分別為此介面的名稱及代號。

步驟五： ip policy route-map [map-tag]  
將所設定的 route-map 應用於所希望的介面 (interface) 上。中括號中的參數為 route-map 的名稱。



圖四、DiffServ model

#### 四、系統架構

### 2. Queuing method setting

先前所設定的 PBR 主要使用在網路邊界路由器的 ingress port，用來標註(mark)或是管理(police)網路的流量，達成差異性服務品質的目的。而現在所要探討的佇列方式(queueing method)則是使用在網路核心路由器和邊界路由器的 egress port 上，基於服務的分級來傳送網路流量，如圖四所示。本文在諸多 Cisco 路由器所支援的佇列機制中選擇了 WFQ，因為它是 IP Precedence-aware，可偵測到在網路邊界路由器中被標註為較高優先權的封包，並使用它的排程機制，使得在網路頻寬擁塞的情況下能夠分配到較多的頻寬。在 Cisco 路由器中 WFQ 的設定要作以下兩個流程，其中第一個流程是必需的，而第二個是非必需的。

#### (1) Configuring WFQ (Required)

要去設定 WFQ 在一個介面中，必需在 Cisco 路由器的 interface configuration mode 中使用底下的指令去喚起 WFQ 的機制：

```
Router(config-if)#fair-queue
[congestive-discard-threshold] [dynamic-queue]
[reservable-queues]
```

指令 fair-queue 之後的第一個參數表示在網路發生擁塞時在 WFQ 的佇列中封包不會被丟棄的最高門檻，第二個參數為所欲設定的佇列，第三個參數為保留給 RSVP(Resource reSerVation Protocol)封包使用的佇列。

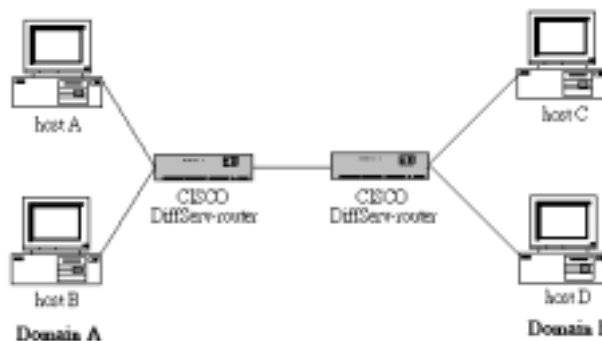
#### (2) Monitoring Fair Queueing (Optional)

欲想要觀察所設定的 WFQ，可在 Cisco 路由器的 EXEC mode 中輸入底下任一個指令。

```
Router#show interface [interface] fair-queue
Router#show queue [interface-type]
[interface-number]
Router#show queueing fair
```

本實驗是在 windows98 平台下進行，利用 Cisco1700 系列的路由器來實現一個簡易的差異性服務平台。

圖五為本文的實驗系統架構圖，此系統是由兩部已設定 PBR 及 WFQ 的 Cisco 路由器分成兩個網域 (Domain): Domain A 及 Domain B，且存在兩種不同的 Sessions，一為 DiffServ session，另一種為 Best effort session。前者是由 Domain A 中的 host A 為 DiffServ sender 及 Domain B 中的 host C 為 DiffServ receiver 所構成。後者則是由 Domain A 中的 host B 作為 Best effort service traffic generator 及 Domain B 中的 host D 作為 Best effort service traffic receiver，在兩台 host 間產生 Best effort service traffic。



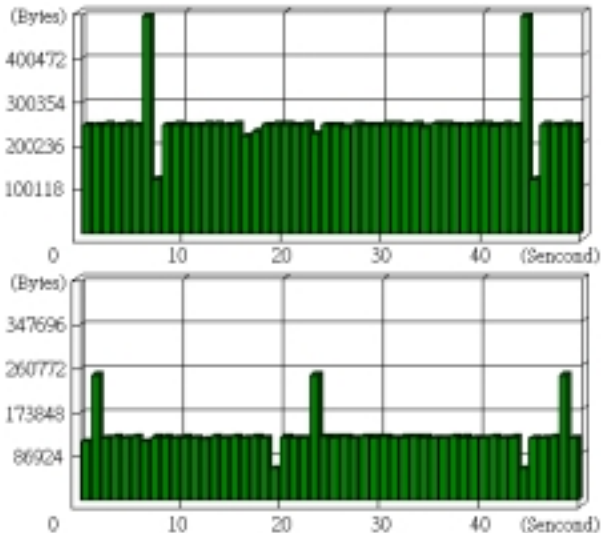
圖五、實驗平台示意圖

#### 五、測試結果

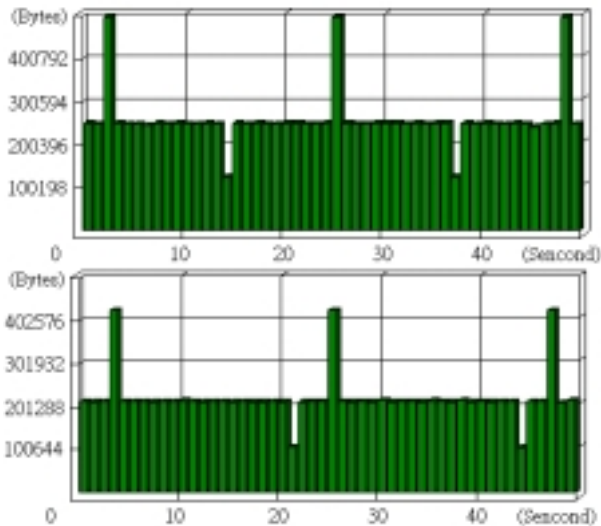
本文實驗之主要測試工具為架設在 DiffServ receiver 上的 NetXRay[8]，此軟體的功能相當齊全，不僅可以在 Window 平台上測量即時的網路流量，並以圖形介面的方式表示出來，而且可以抓取 sender 端送往 receiver 端的封包，是在 Window 平台上不錯的網路流量測試工具。

圖六為 DiffServ receiver 端利用 NetXRay 在 sender 端所送出的資料都沒有被標註的前提下量測未加及加入 background traffic 網路流量的比較。由圖可看出在加入 background traffic 後，其 DiffServ receiver 端所接收到的資料量明顯的減少(約減少為

原本流量的百分之 48)，這是因為 DiffServ sender 端所送出的封包沒有被標註，使送出的流量與 Domain A 中的 host B 所送出的 background traffic 共同分配頻寬之故。圖七為在 Cisco 路由器針對 DiffServ sender 端所送出的流量作標註的情況下量測未加及加入 background traffic 網路流量的比較。由圖可看出在將所需的流量作標註之後，即使加上 background traffic，在 DiffServ receiver 所接收到的資料量也並沒有顯著的減少(約減少為原本流量的百分之 88)，表示被標註後的封包有優先被路由器傳送的權利。



圖六、在未標註的情況下，未加(上圖)及加入(下圖)background traffic 時，DiffServ receiver 端所接收到 DiffServ sender 端的網路流量



圖七、在標註的情況下，未加(上圖)及加入(下圖)background traffic 時，DiffServ receiver 端所接收到 DiffServ sender 端的網路流量

## 六、結論

在本文中描述了如何在 Windows 平台上利用 Cisco 路由器建構一個差異性服務的模式，並實際架設測試平台去量測在網路擁塞的情況下，有無封包標註時 DiffServ receiver 端所接收到的網路流量。結果證實了在 Cisco 路由器上封包標註技術的可行性。

## 參考文獻

- [1] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture:an overview," IETF RFC 1633, July 1994.
- [2] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services," RFC 2475, December 1998.
- [3] Postel, J. (ed.), "Internet Protocol - DARPA Internet Program Protocol Specification," RFC 791, USC/Information Sciences Institute, September 1981.
- [4] K. Nichols, S. Blake, F. Baker and D. Black, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers," RFC 2474, December 1998.
- [5] Almquist, P., "Type of Service in the Internet Protocol Suite", RFC 1349, July 1992.
- [6] "Weighted Fair Queueing (WFQ)", <http://www.cisco.com/warp/public/732/Tech/wfq/>
- [7] "Classification Overview", [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos\\_c/fqcprt1/qcfcclass.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios122/122cgcr/fqos_c/fqcprt1/qcfcclass.htm).
- [8] "Sniffer Basic (NetXRay)", [http://www.axial.co.uk/products/manufactures/nai/sniffer/snifferbasic\\_features.html](http://www.axial.co.uk/products/manufactures/nai/sniffer/snifferbasic_features.html).