

網路群播資源管理之集中式架構設計與實現

文志超 黃國峰 吳承崧

國立中正大學電機工程研究所

{ccwen, m94177, ieecsw}@cn.ee.ccu.edu.tw

摘要

本文探討在 IP/MPLS 網路環境中，提供具備 Diffserv QoS 品質保證之群播路由服務。為了控制管理群播網路資源有效利用，我們提出集中式管控架構設計，提供跨網域群播路由機制 PIM-SM 與 MSDP 整合，群播樹計算、資源保留以及群組管理。現有的群播協定大多屬於分散式控制與演算法，路由額額外負荷重，同時需參與封包傳送。而 IP 群播路由協定隨著加入群組數量增加，將造成資源分配不足與加入失敗的問題。系統實作在於將群播封包經過 QoS 分類，加上資源等級之頻寬分割，並採用集中式群播控管機制，將封包傳送功能從群播控制功能中分離，應用 MPLS-TE 建立點對多點標籤傳送路徑(LSP)。我們將討論與展示系統運作之成果。

關鍵詞：群播路由、集中式管控、IP/MPLS。

Abstract

In this paper we present a Diffserv QoS guaranteed multicast service in IP/MPLS network. To achieve efficient multicast resource allocation, we propose the centralized control and management architecture. With collection of network information for centralized multicasting requests, this architecture can perform QoS multicast routing and resource management, and reservation. Due to the scalability and QoS guarantee issue from distributed IP multicasting, the router is required to maintain large amount of multicast forwarding states. Our proposed centralized architecture based on PIM-SM/MSDP multicast routing protocol can support sparse group management and resource management across inter-domain multicast network. Finally, the implemented system operations are demonstrated.

Keywords: multicast routing, centralized control and management, IP/MPLS.

1. 前言

由於核心網路(Core)技術的進步和多媒體傳輸應用的推陳出新，像現在視訊會議、網路社群(Network community)、群組資源共享(Peered group sharing)等，在使用者的存取網路(Access)內很容易得到頻寬保證的可靠服務，但是在跨越互連的核心網路之間的品質是無法有效保證。在傳統的核心網

路以 IP 協定為所有的封包提供單點傳遞(Unicast)的盡力式(Best-effort)服務品質，而無法提供具有服務品質保證的點對多點(p2mp)群播(Multicast)網路傳輸。因此新世代的網路基礎建設，都將具備服務品質保證功能的群播路由協定，以及符合群播網路資源有效控管，制定發展的關鍵議題之一。

傳統的群播網路協定利用封包複製(replication)與廣播(broadcast)的分散式特性，建立群播路由表在同一自治網路(AS: autonomous system)範圍內，資源管理與分配屬於路由器各自設定權限，於是資源無法妥善的分配，很容易將網路流量集中到某一權值低的路徑鏈結(Link)上，造成網路上的壅塞。

對於跨網域群播網路建置，我們採取多協定標籤交換技術(MPLS, Multi-protocol Label Switching) [1] 結合了群播網路協定 PIM-SM (Protocol Independent Multicast- Sparse Mode) [2]與 MSDP (Multicast Source Discovery Protocol) [3]，提出一個網路傳輸資源集中化管理的群播架構。

在 IP/MPLS 網路中，我們提出 Diffserv QoS 之群播架構，由策略管理中心 (PDF, Policy Decision Function) 負責計算網路上滿足 QoS 需求的群播樹及管理網路傳輸資源的分配[4], [5]。在不同的存取網路(Access Network)內部都有一個 PDF，來管理所在網域的請求訊息與比對請求的合法性。最後，轉交給核心網路的 PDF 來為此群播會議連線(Multicast session)保留在核心網路的資源。

當群播網路開始運作時，核心網路內的 PDF (簡稱：CN-PDF)會先以規劃預留的 Off-line 方式來切割總頻寬分成幾個不同的服務等級，這樣可以避免掉某個服務等級佔用過多 Link 頻寬，而使其他服務等級資源不足。直覺上，最簡單的方法是依據統計或經驗法則來給予固定的比例切割；但是這樣還是很容易造成資訊分配不公平，因為很容易造成某些服務等級的頻寬在此不足或者是過度造成浪費。而我們使用的方法是根據與使用者簽訂的服務合約(SLA, Service Level Agreement)，經過計算統計在每一條 Link 上統計每種服務等級使用的頻寬，最後再依這比例來切割頻寬；如此每一條 Link 上面都可以依照簽訂的 SLA 有不同的服務等級的頻寬分配，可以更切合 Link 上面不同服務等級所使用的狀況，並且減少頻寬的浪費。

當網路頻寬初始化分割完成後開始運作，若有會議要求加入並建立連線時，根據簽訂的 SLA 給予適當的服務等級，並且計算出對應的群播樹，通知下層網路依照結果建立符合會議使用的群播路徑。

本文以規劃實現核心網路中的 PDF 架構功能，主要貢獻在核心網路上計算最佳路徑的群播樹與網路資源管理這兩方面的功能。接下來在第 2 節中介紹此架構引用的相關技術，第 3 節則描述 PDF 架構的互動協定，第 4 節在講解目前實作細部元件與核心網路 PDF 的模組。第 5 節探討此核心網路 PDF 架構運作，最後做結論。

2. 相關群播技術

在所提出的架構中，結合以下相關技術滿足 QoS 與 Multicast 服務需求。利用 PIM-SM/MSDP 對應於參與群播樹的使用者指定路徑；使用 OSPF-TE 來讓管理者取得整個網路上的拓模與頻寬使用狀態[6],[7]；CSPF 最後計算依照不同使用者需求計算完路徑後，MPLS-TE 則是來確認保留路徑上的資源；RSVP-TE 會將資料提供給下層建立路徑[8]。COPS 將應用服務的訊息傳給 PDF，作適當的管理控制[9],[10]。

2.1 PIM-SM

PIM-SM 主要用於 AS 網域內的群播路由協定，藉由 Designated Router (DR)跟 Rendezvous Point (RP)建立群播樹狀結構將多點傳送資料包路由至多點傳送群組，不用仰賴特定的單播協定。它使用了傳統的 IP 多點傳送的模式，支援共享和最短路徑樹，此外它還使用了軟狀態機制，藉此可以適應常常變化的網路環境。

RP 是藉由 DR 之間選舉出來的，通常是以 DR 們找 IP 位址最大的作為 RP，並且以 RP 為根(Root)藉由最短路徑算出一棵共享樹(Share Tree)來連接其他有參與會議的 DR。

2.2 MSDP

MSDP 使用 TCP 協定建構於 PIM-SM 網域的機制，搭配 SA (Source Advertisement) 訊息與 MSDP Peer，讓 PIM-SM 機制具備跨越網域的群播能力。

開始 DR 先向 RP 註冊登記群組數目，DR 內部記錄一份相連的(使用者，群組)對應表。當來源發送資料給一個群組，接收者位於不同網域時，首先來源端要先發出 Multicast Request 給 DR，而 DR 會將 Multicast Request 資訊封裝發出 PIM-Register 訊息給 RP，RP 得到後，建立會議需求，並以 SA Message 向鄰近的 MSDP Peer 發出。當 MSDP Peer 收到此 SA 訊息之後，再傳給相鄰網域的 MSDP Peers 與 RPs。如果 RP 收到後，檢查自己的 DR 是否有屬於這群組的成員。如果沒有就會丟掉此 SA Message，若有屬於此群組的成員，則此 RP 會回傳 Join Message 給位於來源端 PIM-SM 內的 RP，如圖 1 所示。

3. PDF 系統架構設計

本節介紹所提出集中式的管控架構，PDF 在 Core 網路上的角色，與協定的互動關係。

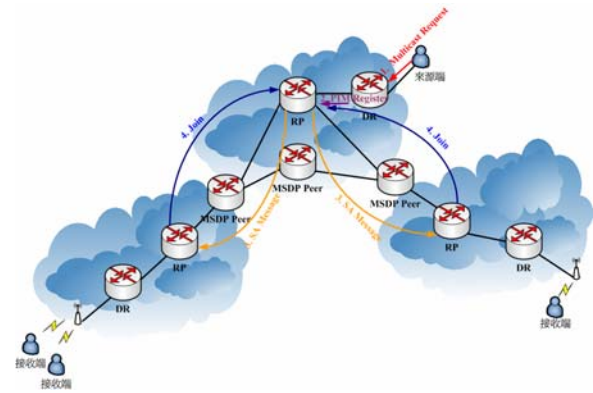


圖1: PIM-SM 與 MSDP 跨網域群播運作

3.1 PDF 功能架構

CN-PDF 扮演一個核心網路中心管理的角色，負責管理整體網路的資源，規劃及管理網路資源，最後組態和設定網路中的路由器，而以下歸類及整理了 CN-PDF 主要的功能面：

- 收集網路拓模：獲取核心網路中所有 Link 及路由器的相關資訊（例如：最大頻寬、所在 Area 等...），在 CN-PDF 裡資料庫建立路由的資訊，然後提供給 QoS Routing 作為計算路徑的依據。
- 管理核心網路傳輸資源：規劃及管理核心網路中的網路傳輸資源，假如建立或刪除會議後，需更新網路傳輸資源，使整體網路傳輸資源受到控管，並不是任意地使用。
- 建立會議：透過 QoS Routing 計算路徑，並依照計算後的結果建立群播樹，而這些建立好的群播樹再利用 COPS 下達給路由器建立路徑，然後提供給會議客戶使用，供使用客戶傳輸多媒體的影音或語音視訊。
- 會議的管理：建立好會議後，不僅是提供給使用客戶傳輸影音資料外，還要即時地監控這些會議所使用的 LSPs 是否有故障，以達到優質的網路傳輸環境。
- 和其它網路元件溝通協調：CN-PDF 需要和其它的網路元件，進行溝通，例如：當使用者利用 AN-PDF 向 CN-PDF 要求使用網路傳輸資源時，CN-PDF 則要依據目前網路傳輸資源的使用狀況，計算出一條路徑供使用客戶使用。

3.2 PDF 與 PIM-SM/MSDP 的互動

MSDP 主要是用來協助 PIM-SM 來作跨網域的服務，當來源端所在的 PIM-SM 網域內的 RP 收到其他網域所在的 RP 傳過來的 Join 訊息時，會將其他有此組群的 RP 位址記錄起來，當來源端要發送資料的時候在直接傳送到接收端網域的 RP，而接收端網域的 RP 收到這訊息以後就會傳給其他有這

組群成員所在的 DR，最後 DR 再傳送給使用者，這當中資料的傳遞均運行在普通的路由協定(例如：OSPF、RIP)，對於 Multicast 會議沒有保障，如果使用者都在普通的小網域內資源可能非常充裕所以影響不大，但是如果使用者分佈在不同的存取網路(Access Network)要透過核心網路(Core Network)來連接的話，由於核心網路中資源有限而且要供給大家使用，如果沒有對於資源有調配管理很容易就會造成問題而且會議建立成功的機率也會下降。

本文主要著重於核心網路的 CN-PDF 設計，當來源端的 RP 收到 Join 的訊息以後會把自己的 RP 位址、接收端網域的 RP 位址以及群組位址，透過 COPS Request 傳給 AN-PDF，而 AN-PDF 會以對等的關係向 CN-PDF 請求由來源端的邊緣路由器到各個目的端邊緣路由器，計算出一棵群播樹，並且依照 AN-PDF 所請求的服務等級決定要不要給予備用路，如圖 2 所示。當計算完使用者所需之群播樹路徑跟備用路徑，CN-PDF 會下建路的命令給路由器；當路由器收到建立 LSP 的命令時，會建立 LSP 的命令傳給把 RSVP-TE，當完成建立 LSP 的動作後，RSVP-TE 會回傳這條 LSP 的資訊。

當使用者需要使用網路服務時，CN-PDF 會負責計算路徑給下層建立路徑供使用者使用，並保證 LSP 的網路服務品質。因此，CN-PDF 資源分配的方法有兩種：

- Off-line 切割法：CN-PDF 根據跟使用者簽定的 Service Agreement Level(SLA)，來決定使用者可以使用的頻寬多寡，而每條 link 上面服務等級所需要的頻寬也是根據此 SLA 來切割。
- On-line 切割法：這種是當跟我們簽訂 SLA 的使用者想要發起會議的時候，便會即時跟 CN-PDF 要求所需的頻寬；此時，CN-PDF 會根據當時網路狀態算出群播樹給使用者。

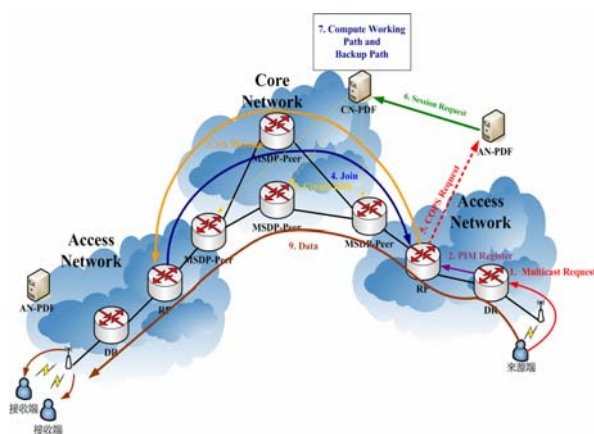


圖 2: 集中式架構處理群播之程序

4. PDF 資源管理實作與運作

我們將介紹核心網路 CN-PDF 的模組區塊，及

其資源管理之細部元件組成，如圖 3 所示。CN-PDF 分成三個主要的模組區塊。策略管理員 (Policy Manager, PM)，負責網路異常之管理決策、群播應用發起之頻寬要求決策；網路資源管理(Resource Management, RM)，負責取得整個網路拓樸和資源使用狀態，對網路資源做最佳分配。網路維運管理 (Fault and Performance Management, FPM) 負責監控網路連線的效能與網路 Link 故障處理。

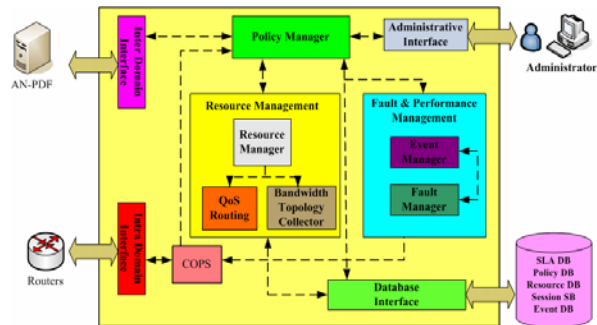


圖 3: CN-PDF 元件模組

4.1 網路資源管理(Resource Management)

網路資源管理負責網路資源傳輸管理和控制。在網路已經運作中，當收到 PM 的請求時，資源管理者也會驅動具有服務品質的路由(QoS Routing)計算路徑，於是 QoS Routing 啟動 On-line 路徑運算機制，依請求服務等級與頻寬計算。

4.2 網路拓樸蒐集(Topology Collector)

透過 OSPF LSA [6]，提供 API 來蒐集網路上之拓樸和資源資訊，並寫入 Resource Database，以便計算具有服務品質之路由(QoS routes)。

4.3 服務品質群播路由計算(QoS Routing)

網路的使用率做完善的規劃，除了根據使用者的需求來算出一條符合使用者需求的路徑之外，還需依照請求的服務等級來決定是否需要給予備用路徑，以及提升網路的使用率及平均每一條連線的負載；為了避免流量集中於固定的路徑上，造成網路擁塞發生，減少網路故障的因素。具有服務品質之路由計算，根據其功能可分為：

- Off-Line 計算：這只會在開始網路服務時，根據 SLA DB (Service Level Argument Database)內參數建立符合的路徑。Off-Line 會用網路上每條 Link 總頻寬，依照 SLA 所簽訂的來源端到達所有可能的目的地根據服務等級計算出符合頻寬需求的路徑，並將每條 Link 依照這計算出來的比例來切割服務等級所需要的頻寬。
- On-Line 計算：當開始提供網路傳輸服務之後，無論是網路管理者來驅動建路或是 AN-PDF 透過 COPS 介面來要求建立路徑及增加頻寬等要求，都會啟動即時運算找到符合需求的路徑。

4.4 資源資料庫(Resource Database)

我們採用是 MySQL 套裝軟體，做為 Resource Database 資料庫，存放網路傳輸資源的分布情形及使用狀況，同時也複製儲存應用層簽訂的 SLA 資料表。依照 SLA 計算分別對每種等級給定配額，例如：給定 30% 的網路傳輸資源供 Class 1 使用，Class 2 給定 40% 的網路資源配額，剩下為 30% 的配額，可能分配 20% 給 Backup 使用，剩下 10% 則保留起來，提供給網路管理者其它方面的使用。

規劃網路傳輸資源以後，進而規劃關於 Resource Database 所需相關的資料，如圖 4 所示，我們把整個網路的 Link 分成三種粗細不同描述方式，每種不同粗細(granularity)對應到 Resource Database 裡的不同表格，而三種不同的表格，分別為 RD 表格、linkinfo 表格、session 表格。RD 表格裡的資料主要是在描述一條 Link 上的資訊；linkinfo 表格裡描述每條 Link 中的服務等級的資源使用相關資訊；session 表格則是描述會議使用了哪些 LSP 的相關資訊（例如：來源端、目的端、使用資源等...）。

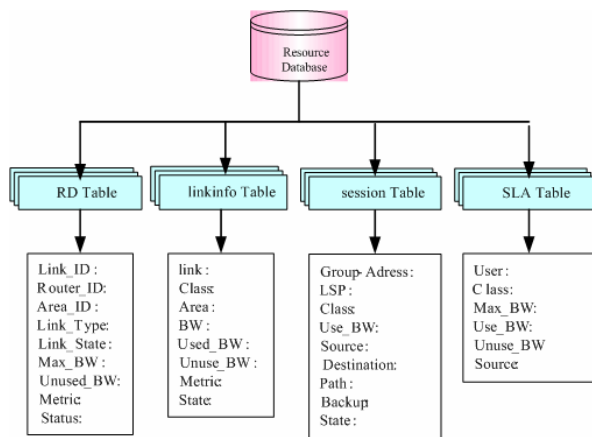


圖 4: Resource Database 詳細資料表

5. 實驗環境與成果

我們將展示核心實驗網路 CN-PDF 實作之成果。CN-PDF 位於核心網路之外，主要的工作為網路傳輸資源最佳化。於是採用路由協定的軟體 Quagga [11]，實現路由協定(Routing Protocol)，如：OSPF、RIP、BGP...等，實驗網路環境中則是採用的路由協定為 OSPF。此外 Quagga 延伸了 OSPF 的功能，提供 Opaque 模組，Opaque 模組擴充 OSPF，使其具有 TE 的能力，在此模組上開發 OSPF-TE 的相關功能，同時 Quagga 提供了一個 Server-Client 模組，允許外部的程式透過 API Server 去獲取 OSPF 的 Link State Database(LSDB)裡的路由資訊。

在圖 5 的實驗環境中，PDF 則是在遠端的網路環境裡，不在 Routing Domain 裡，因此必需要透過 Topology Collector 程式，才能從路由器獲取網路中的路由資料，A、B、C、D、E 五台路由器則是執

行 Routing Protocol，此五台路由器的代稱皆以 Router ID 為代表，為簡便表示 IP，省略了 192.168，用後兩碼代替之，而紅色的 IP 位址為 Router ID，而每台路由器的 Router ID 選定原則為 Router 中所有參與 Routing Domain 的網路介面中 IP 位址最大，其它的 IP 位址為每台路由器的網路介面 IP 位址。而每條單向(unidirectional)的 Link 的權值(Metric)和頻寬都是手動設定，為實驗的參考值，並沒有最佳化，而每條單向 Link 的(X, Y)中的 X 表示權值、Y 表示頻寬。

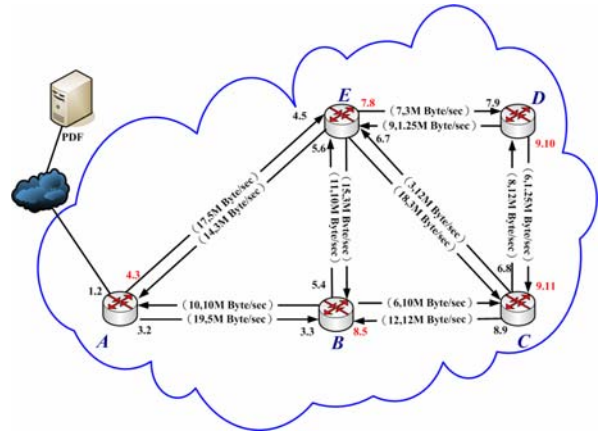


圖 5: 實驗環境

5.1 PDF 之資源規劃

Topology Collector 程式是使用 Quagga 所提供的 OSPF API，Quagga 軟體本身就具有 Server 架構的程式，Server 程式本身和 OSPF 程式結合在一起。

Quagga 內部 OSPF 有提供一個 telnet 的窗口 Port 2604 給使用者查看或者設定 LSDB 的內容，於是我們設計一個 Client 程式進入 Quagga 的 OSPF 內部取得 Opaque LSA 的資料，然後處理完這些拓模並且寫入資料庫。

CN-PDF 透過 Topology Collector 程式去取得 Routers 裡的 OSPF LSDB 並且寫入 RD 表，如圖 6 所示。Resource Database 和路由器中的 OSPF LSDB 的路由資訊需定期更新，以保持兩者資訊一致。

Link_ID	Router_ID	Area_ID	Link_Type	Link_State	Max_BW	Unused_BW	Metric	Status
192.168.9.0	192.168.9.11	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.3	12000000	12000000	8	Up
192.168.7.0	192.168.7.8	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.4	3000000	3000000	7	Up
192.168.8.0	192.168.8.5	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.3	10000000	10000000	6	Up
192.168.6.0	192.168.7.8	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.3	3000000	3000000	18	Up
192.168.8.0	192.168.9.11	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.2	12000000	12000000	12	Up
192.168.7.0	192.168.9.10	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.2	12500000	12500000	9	Up
192.168.3.0	192.168.8.5	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.2	10000000	10000000	10	Up
192.168.6.0	192.168.9.11	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.1	12000000	12000000	3	Up
192.168.4.0	192.168.4.3	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.2	5000000	5000000	17	Up
192.168.5.0	192.168.7.8	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.2	3000000	3000000	15	Up
192.168.5.0	192.168.8.5	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.1	10000000	10000000	11	Up
192.168.9.0	192.168.9.10	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.1	1250000	1250000	6	Up
192.168.4.0	192.168.7.8	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.1	3000000	3000000	14	Up
192.168.3.0	192.168.4.3	0.0.0.0	Multiaccess	1.0.0.1	5000000	5000000	19	Up

圖 6: PDF 處理產生之資源資料庫 RD 表

5.2 Off-line 資源規劃

當使用者和網路服務提供者簽定 SLA 之後，網路管理者就會把使用者的需求寫入 SLA table。當網路剛開始提供服務的時候，QoS Routing 的 Off-line 路徑計算程式依據 SLA table 的內容來計算使用者的來源端到各個主機所要經過的路徑，而且在每一次計算完路徑後有經過的 Link 頻寬會先扣除，以免路徑走道不足頻寬的 Link。當計算 SLA 時，如果是 Class 1 的服務等級則會在加算備用路徑；而當一條 Link 上面有數條備用路徑時，則會以頻寬使用最大的備用路徑之頻寬來作為此 Link 備用路徑所用的佔的頻寬比例，以達到頻寬分享的功能。最後當 SLA 全部計算完成，則會將 Link 上面相同服務等級的頻寬各自相加，然後以比例的方式分配此 Link 在不同服務等級可用的頻寬。

例如，在 Offline 資源規劃中，每條單向 Link 的服務等級，Class 1、Class 2 跟 Backup 服務等級會根據簽訂的 SLA 之配額，計算出可能的路徑與使用的備用路徑，接著依照比例來切割不同服務等級的頻寬。如果此 Link 沒有任何一筆 SLA 需要用到，則會以 Class 1 佔 40%，Class 2 佔 40% 剩下 20% 分配給 Backup 等級。因為要完成其他部分所以我們先以固定的配額 Class 1 佔 40%，Class 2 佔 40%，剩餘 20% 給 Backup 的方式配置目前拓樸的頻寬。如圖 7 為 linkinfo 表格，截取其中部份的資料，而這份資訊主要是描述所有單向 Link 中的三種服務等級所佔有的頻寬。網路管理者可以透過管理連線來策略調整每個服務等級的頻寬，處理後將資料傳回 CN-PDF 內部的資料庫 linkinfo 表。

link	Class	Area	BW	Use_BW	Unuse_BW	Metric	State
192.168.8.5->192.168.9.11	Backup	0.0.0.0	3000000	0	3000000	6	Up
192.168.8.5->192.168.9.11	2	0.0.0.0	4000000	0	4000000	6	Up
192.168.8.5->192.168.9.11	1	0.0.0.0	3000000	0	3000000	6	Up
192.168.9.11->192.168.8.5	Backup	0.0.0.0	3600000	0	3600000	12	Up
192.168.9.11->192.168.8.5	2	0.0.0.0	4800000	0	4800000	12	Up
192.168.9.11->192.168.8.5	1	0.0.0.0	3600000	0	3600000	12	Up
192.168.7.8->192.168.9.10	Backup	0.0.0.0	900000	0	900000	7	Up
192.168.7.8->192.168.9.10	2	0.0.0.0	1200000	0	1200000	7	Up
192.168.7.8->192.168.9.10	1	0.0.0.0	900000	0	900000	7	Up
192.168.9.10->192.168.7.8	Backup	0.0.0.0	375000	0	375000	9	Up
192.168.9.10->192.168.7.8	2	0.0.0.0	500000	0	500000	9	Up
192.168.9.10->192.168.7.8	1	0.0.0.0	375000	0	375000	9	Up
192.168.7.8->192.168.9.11	Backup	0.0.0.0	900000	0	900000	18	Up
192.168.7.8->192.168.9.11	2	0.0.0.0	1200000	0	1200000	18	Up
192.168.7.8->192.168.9.11	1	0.0.0.0	900000	0	900000	18	Up
192.168.9.11->192.168.7.8	Backup	0.0.0.0	3600000	0	3600000	3	Up

圖 7: Off-line QoS routing 規劃之資源 linkinfo 表

5.3 On-line 資源規劃

On-line 的資源規劃是利用 QoS routing 方式，當 Link 上面的服務等級頻寬都分配好以後，網管人員可以透過 Web 的方式或者 AN-PDF 透過網管連線來建立新的會議需求，只需要把會議相關參數輸入，網頁會在 CN-PDF 裡將這些資料寫入至 session 表並且呼叫計算最佳化路徑的 On-line 程式，接著算出一條最佳化的路徑，然後寫入資料庫，然後使用者或者管理者可以透過網頁的方式看到整個拓樸跟會議所經過的路徑。

我們建立一個 Class 1 的會議需求的頻寬是 60 K(Bytes/sec)，而路徑是從 192.168.4.3 到 192.168.8.5、192.168.9.11 還有 192.168.9.10，指定 Group Address 為 192.168.0.1，當資料寫入到 session 表以後會去呼叫 Qos Routing 作計算並且將路徑與備用路徑寫入會議的資料內，如圖 8 所示。

欄位	型態	函數	Null	值
Group-Address	varchar(15)			[192.168.0.1]
LSP	int(10) unsigned			1
Class	varchar(10)			1
Use_BW	int(10) unsigned			60000
Source	varchar(15)			[192.168.4.3]
Destination	varchar(200)			[192.168.8.5,192.168.9.11,192.168.9.10]
Path	text			192.168.4.3->192.168.9.11; 192.168.7.8->192.168.9.10; 192.168.4.3->192.168.8.5->192.168.7.8
Backup	text			192.168.4.3->192.168.8.5->192.168.4.3-> 192.168.7.8->192.168.8.5->192.168.4.3-> 192.168.7.8->192.168.4.3->192.168.8.5-> 192.168.7.8->192.168.8.5-> 192.168.9.11->192.168.4.3->192.168.7.8-> 192.168.9.10->192.168.9.11->192.168.7.8-> 192.168.9.10->192.168.4.3->192.168.8.5-> 192.168.9.11->192.168.9.10
State	varchar(20)			Success

圖 8: 會議建立後的 session 表

5.4 網路監控方面

Fault Manager 主要功能是收到這訊息以後，將 Resource Database 裡面的 RM 與 linkinfo 表，將出狀況的 Link 設定為 Down，並且將 session 表內的會議檢查每條使用的 Link 是否為出狀況的這條。

當網路上面有任何一條 Link 斷線，此時路由器會自動切換到備用路徑，然後再利用 COPS 通知 CN-PDF 告知 Link 失敗。而 Policy Manager 就會查詢 Policy Manager 策略作相對應的處理，並且呼叫 Fault Manager 來處理。而 Fault Manager 會修改在 linkinfo 表的 Link 資料並且比對會議資料庫然後把故障的 Link 狀態設定為 Down；如果會議是 Class 2 就會將此會議刪除並且釋放資源。

當 Fault Manager 處理完畢以後，故障的 Link 則會變成紅色來作警示，而當路徑上有會議使用則會顯示呈綠色。如此使用者與管理者可以更清楚掌握目前拓樸的狀態與會議所用的路徑方向。而會議的發起端會顯示綠色的節點圖樣，終端則會顯示咖啡色，而非終端的節點我們用藍色來代替，如圖 9 所示。

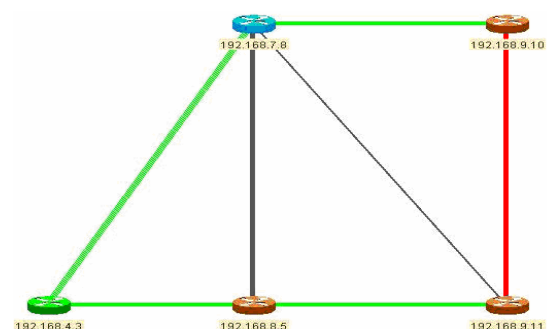


圖 9: 網路拓樸監視介面

6. 結論

本篇論文提出一個 CN-PDF 的架構來達到四個訴求，分別是可靠性、差異性、即時性與擴充性，因此設計三個功能區塊：Resource Management、Policy Management、Fault and Performance Management。可靠性是為了在網路發生故障時，路由器自動將 Class 1 有經過此故障的 Link 直接切換到預先算出的備用路徑；差異性是指 CN-PDF 提供 DiffServ 讓使用者依照支付的代價得到不同的服務待遇，而每種服務等級會以 SLA 簽訂合約在不同 Link 的頻寬比例，確保在每條 Link 上各種服務等級，對於頻寬的使用率提高與避免不公平的情形。即時性是當網路發生故障，若 Class 1 訊務經過故障的連線，路由器會立即切換到備用路徑上。擴充性是指多個 Routing Domain，透過每個 Routing Domain 的 AN-PDF，進行網路傳輸資源的溝通協調，建立群播的階層式架構，CN-PDF 作為管理跨 Core Domain 的資源分配和每個 Access Domain 的 AN-PDF 之溝通。

在實作方面，主要是實現核心網路資源管理的功能性，針對 Resource Management 而言，實作了 Topology Collector 及 QoS Routing。QoS Routing 可分為兩個部份：On-line、Off-line，Off-line 根據 SLA 做網路最佳化的規劃以及引用頻寬分享的作法，讓網路的負擔會平均分布，而不會有所有的資料流都走相同的路徑而有網路壅塞的現象；On-line 雖然無法做最佳化的規劃，但是引用頻寬分享的作法來降低 backup path 的頻寬浪費，進而增加網路的使用率。當網路發生斷線時，路由器會自動以 MPLS FRR 方式保護接著利用 COPS 通知 CN-PDF，CN-PDF 會根據不同的服務等級處理；並呼叫 Fault Manager 處理及更新 Resource Database 內容，採用有效率且及時的作法。至於 Policy Management 功能尚未包含在目前的實作中，下個階段將配合提供使用者應用服務之 Application Server (AS) 運作。

為了使網路中的所有運作，能夠達到自動化及最佳化，因此設計了 CN-PDF 很多功能面，而這些功能面同時也提供上述的優點，基於這些優點，本篇論文提出一個 CN-PDF 架構的實作基礎平台，強化核心傳輸網路的資源分配與服務品質，以及提供更多且更優質的網路服務。

參考文獻

- [1] E. Rosen, et al, “**Multiprotocol Label Switching Architecture**”, IETF RFC3031, January 2001
- [2] D. Estrin, D. Farinacci, A. Helmy, D. Thaler, S. Deering, and so on, “**Protocol Independent Multicast-Sparse Mode (PIM-SM): Protocol Specification**,” RFC 2362, June 1998.
- [3] R. Neilson et al., “**A Discussion of Bandwidth Broker Requirements for Internet2 Qbone**

Deployment”, Internet2 Qbone Advisory Council, Aug. 1999.

- [4] F. Le Faucheur, et al “**Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services**”, IETF RFC 3270, May 2002
- [5] S. Blake, D. Black, et al, “**An Architecture for Differentiated Service**”, IETF RFC2475, December 1998
- [6] R. Coltun, “**The OSPF Opaque LSA Option**”, IETF RFC2370, July 1998
- [7] D. Katz, K. Kompella, et al “**Traffic Engineering (TE) Extensions to OSPF Version 2**”, IETF RFC3630, September 2003
- [8] D. Awduche, et al, “**RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels**”, IETF RFC 3209, December 2001
- [9] K. Chan, et al, “**COPS Usage for Policy Provisioning (COPS-PR)**”, IETF RFC3084, March 2001
- [10] D. Durham, J. Boyle, etc al, “**The COPS (Common Open Policy Service) Protocol**”, IETF RFC 2748, January 2000
- [11] “**Quagga Routing software suit**”, <http://www.quagga.net/>