

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

網際網路上動態性多址傳播技術之研究

Dynamic multicasting on the Internet

計劃編號：NSC 87-2218-E-002-051

執行期限：87年2月1日至87年7月31日

主持人：廖婉君 國立台灣大學電機工程學系

一、中文摘要

在本計劃中，我們針對網際網路上之多媒體應用程式，如視訊隨取、視訊/音訊會議等，研擬適用於彼等之具彈性的動態性多址傳播機制。我們針對的目標為網路層中之路徑選擇（繞送），我們首先研究分析目前已提出之網際網路多址傳播繞送協定 DVMRP、MOSPF、CBT 及 PIM，並進一步參考考慮多個 metric 之 QoS routing，最後根據上述之多媒體應用程式實際運作時之特性，研擬出一以使用者為基礎之多址傳播機制，並透過電腦模擬分析其效能。本篇報告將對我們所提出之機制及分析結果，作一簡略的說明。

關鍵詞：多址傳播、繞送、服務品質

二、英文摘要

Multicasting is a key technology to support multimedia applications on the Internet. In this project, we have investigated related issues of multicasting and designed a promising multicast mechanism that combines the characteristics of multicast, QoS routing, and RSVP to accommodate heterogeneous recipients for multimedia applications. We will show some simulation results to demonstrate the superiority of the proposed approach over two other multicast mechanisms, namely, MOSPF and QOSPF.

Keywords: Multicast, RSVP, QoS

三、緣由與目的

近年來，由於網路使用人口之增加及多媒體相關技術之迅速發展，使網際網路上資料流量大幅提昇，而造成頻寬等網路資源之日漸不足。而多址傳播技術（multicasting）則是在近年來被廣泛討論的一種群組傳播技術，有別於傳統之單址傳播或廣播技術，它可有效減少多餘封包之傳遞及不必要之複製動作，以降低網路資源之使用量，許多網際網路上的多媒體應用程式，如視訊隨取、視訊/音訊會議等，皆逐漸加入對多址傳播之支援以提昇網路資源使用率。而影響其效能表現之一關鍵即為繞送（routing），而目前網際網路上多址傳播傳送樹（multicast delivery tree）之建立。依據每一群組中傳送樹建立的數目，可簡單將之區分為 source-based tree 及 center-based tree 兩類。source-based tree 即是對群組中之每一傳送者，建立一以其為根（root）其餘群組成員為節點之最小距離傳送樹（shortest path tree, SPT）。一般而言，其做法首先是以傳送者為根，建立對所有網路上其餘節點所形成之 SPT，之後再作修剪（prune）的動作，也就是將樹上所有為包含其群組成員之枝葉去除，而完成此多址傳播傳送樹。而修剪的方式視所使用之繞送演算法而定，目前主要有 distance vector routing 及 link state routing 兩種。

至於 center-based tree，則正好相反，它為每一群組選取一中心點（不一定屬於此群組），而後以此中心點對其餘群組成員建立一最小擴張樹，爾後重送至此群組之資料便皆由此樹傳遞。和 source-based tree 相較起來，source-based tree 可確保每一筆傳送皆經由最短路徑傳送，可獲得最短之延遲；而 center-based tree 由於只用一固定的傳送樹，顯然在延遲上不及前者。然而，另一方面而言，由於 source-based tree 對每一傳送者建立一傳送樹，當群組數目及傳送者數目增加時，在路由器中所需儲存之資料量的增加將成為無法忽視的負荷，而這是 center-based tree 所可以避免的。而目前網際網路上實際之多址傳播繞送演算法，較知名的有 DVMRP（Distance Vector Multicast Routing Protocol）、MOSPF（Multicast extensions to Open Shortest Path First）、CBT（Core-Based Tree）及 PIM（Protocol Independent Multicast）等，前兩者屬於 source-based tree 且分別使用 distance vector routing 及 link state routing 演算法；CBT 屬於 center-based tree；而 PIM 則結合了二者，試圖成為適用於 Internet 此大區域之協定。

然而，隨著多媒體應用程式之快速發展，上述之多址傳播繞送協定之不足已逐漸浮現：目前（及將來可能）使用多址傳播之應用程式多用來傳遞影音視訊等資料，有別於傳統的檔案傳輸等，它擁有許多不同的傳輸品質需求，如高頻寬或低延遲等，換句話說，它對應於多種不同之 metrics，這是現有的多址傳播繞送協定所無法支援的。為解決此問題，近年來另有 QoS routing 相關之研究逐漸興起。QoS routing 則是利用對 routing 技術的擴充來解決上述問題。其概念在於揚棄傳統 routing 使用單一 metric（所經過的 hop 數目、end-to-end delay、cost 等）的方法，而根據不同狀況，以使用者

之 QoS 需求作為 metric，找尋可符合其需求資源之路徑以確保其傳輸服務品質。QoS routing 有許多重要的議題，如：如何將使用者之 QoS 需求參數化以便 routing algorithm 使用；利用多重 metric 作 routing 時可能面臨之運算複雜度（在使用某些特定 metric 的組合時，找尋最佳路徑可能是 NP-complete 的問題）等。目前已有一些相關的研究成果（如 QOSPF），然而，若考量到上述多媒體應用程式實際執行時之狀況，我們發現到它們並不能滿足異質使用者之需求，也就是說，若是使用者對同一資料流有不同之 QoS 需求（因軟體或網路狀況之不同）時，目前的研究成果並不適用。是以我們希望綜合目前相關之研究成果，並以支援異質使用者需求為前提下，研擬一適用之多址傳播機制。

四、結果與討論

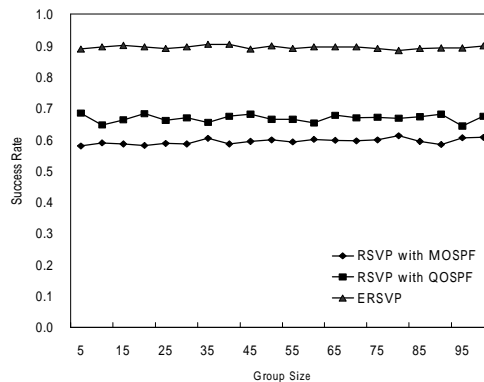
在本計劃執行中，我們研擬了一個以 link state routing 為基礎（使用 link state routing 的原因在於利用此種方法作 QoS routing 時較方便），傳送樹型態為 source-based tree 的多址傳播機制，有別於目前的多址傳播繞送協定，其特點在於其為一“使用者驅動”、“兩階段”的路徑建立型式，也就是說由各個接收者根據其 QoS 需求，對傳送端作 QoS routing，利用此種方法每一接收端（1）只要存在接收端和傳送端間符合其需求之路徑，一定可成功建立此路徑（2）接收端可在符合其需求的前提下，找到符合此條件的最佳路徑。其運作方式略述如下：

首先必須建立此多址傳播之傳送樹（傳遞 traffic information 用，可使用任何採用 link state routing 之多址傳播協定），之後傳送端以此傳送樹傳遞 traffic information 並藉以驅動 QoS routing，

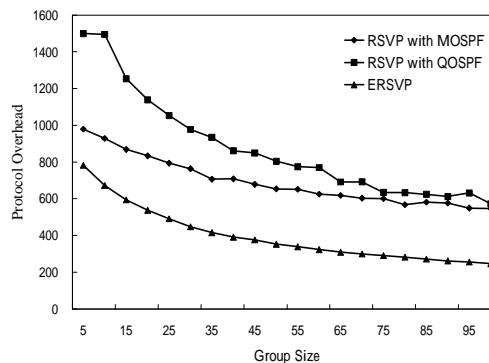
當一接收端接收到此訊息後，它可依其所記載之 traffic information 及自身需求，決定 QoS requirement，並以此為 metric，以自己為 source，傳送端為 destination，進行 QoS routing，並以此路徑傳送路徑建立訊息，沿途並作適當的 merge 動作以節省資源，避免不必要之重複保留，最後建立針對此傳送端資料之傳送樹。本方法可和資源保留協定如 RSVP 互相合作，以提高資源保留之成功率並達到確保服務品質之目標，並可使用現存的任何多址傳播協定及 QoS routing algorithm。

為確認我們所提出之機制之執行效能，我們也撰寫一個模擬程式以模擬之。比較之對象為同是採用 link state routing 之 MOSPF、QOSPF、與我們所提之機制。測試用網路乃是使用 Georgia Tech. 所發展之 GT-ITM network topology generator 所產生，網

路型態為 flat random，所使用之 link distribution function 為 Leslie，產生出之網路 average node degree 為 3.12。在實驗中我們所考慮的 QoS 參數為 bandwidth 及 delay，每個 link 的 delay 為 GT-ITM 所決定，bandwidth 則為亂數決定（數值介於 5 至 50 之間），在作 QoS routing 時，須給定一所需 bandwidth 的下限值，QoS routing function 會找尋傳送端和接收端間 bottleneck bandwidth 大於等於此下限值之路徑，並以其 end-to-end delay 最小者為其最終選擇。每一個傳送端會視其所在地網路狀況（與其相連接 link 之可用 bandwidth 狀況）與所收到之 traffic information，選定較小者為其 QoS requirement，接收端亦以相同方法決定其事先預定之 QoS requirement，以確保雙方都不會選擇自己絕對無法負荷之 QoS requirement。



圖一: Success rate v.s. group size



圖二: Overhead v.s. group size

上頁所示為部分模擬結果，經由試驗結果我們得知，我們所提出之機制擁有極高之路徑選擇成功率及相對而言可接受之額外負擔，應是可應用於未來多址傳播之可行機制。

五、計劃結果自評

在計劃執行期限內，我們所完成之具體成果為：

- (1) 研究分析現行多址傳播繞送協定
- (2) 研究分析 QoS routing 理論
- (3) 研擬支援異質需求之多址傳播機制
- (4) 模擬分析效能

我們擬在將來繼續研究 center-based tree 型態之多址傳播，並與資源保留協定相結合，使我們所提出之架構更臻完善。

六、參考文獻

- [1] Christophe Diot, Walid Dabbous and Jon Crowcroft, " Multipoint Communication: A Survey of Protocols, Functions, and Mechanisms," *IEEE JSAC*, Vol. 15, No. 3, April 1997, pp. 277 - 290.
- [2] Katia Obraczka, " Multicast Transport Protocols: A Survey and Taxonomy," *IEEE Communications Magazine*, January 1998, pp. 94 - 102.
- [3] S. Deering, " Host Extensions for IP Multicasting," *RFC 1112*, August 1989.
- [4] D. Waitzman, C. Partridge and S. Deering, " Distance Vector Multicast Routing Protocol," *RFC 1075*, November 1988.
- [5] J. Moy, " Multicast Extensions to OSPF," *RFC 1584*, March 1994.
- [6] T. Ballardie, P. Francis and Jon Crowcroft, " Core Based Trees (CBT)," *ACM SIGCOMM*, 1993, pp. 85 - 95.
- [7] S. Deering et al., " An Architecture for Wide-Area Multicasting Routing," *ACM SIGCOMM*, 1994, pp. 126 - 135.
- [8] E. Crawley, R. Nair, B. Rajagopalan, and Hal Sandick, " A Framework for QoS-based Routing in the Internet," *INTERNET-DRAFT*, March 1997.
- [9] Roch A. Guerin, Ariel Orda, and Douglas Williams, " QoS Routing Mechanisms and OSPF Extensions," *IEEE INFOCOM*, 1997, pp. 1903-1908.
- [10] Ronny Vogel, Ralf Guido Herrtwich, Winfried Kalfa, Hartmut Witting, and Lars C. Wolf, " QoS-Based Routing of Multimedia Streams in Computer Networks," *IEEE JSAC*, 1996, pp. 1235-1244.