

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫三：支援多媒體內容傳遞的適應性 QoS 保證覆蓋網路 之研究(1/2)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-002-088-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立臺灣大學資訊管理學系暨研究所

計畫主持人：孫雅麗

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 6 月 14 日

支援多媒體內容傳遞的適應性 QoS 保證覆蓋網路之研究
Multimedia Content Delivery across Adaptive QoS-guaranteed Overlay
Networks

計畫編號：NSC92-2213-E-002-088

執行期限：92/8/1-93/7/31

整合型計畫：總計畫主持人：蔡志宏教授

子計畫主持人：孫雅麗教授

執行單位：國立台灣大學資訊管理學系

一、中文摘要（關鍵詞：虛擬私人網路，軟管模式，流量工程，虛擬私人網路建置演算法）

在這一年的計劃當中，我們主要發展一個以軟管模式為基礎的虛擬私人網路建置演算法稱為 *MTRA*。我們發展 *MTRA* 的動機如下：虛擬私人網路服務提供給客戶安全且成本低廉的通訊環境，如何滿足客戶的頻寬需求保證乃是近來通訊網路領域熱門的研究議題。一種被稱為軟管模式的虛擬私人網路資源管理模式已經被發展出來，它提供客戶指定頻寬需求時的彈性及方便性，到目前為止已經有很多的文獻針對軟管模式的虛擬私人網路的建置演算法進行探討。然而這些文獻的主要討論重點在於，當網路服務提供者使用建置演算法建置一個軟管模式的虛擬私人網路時，如何在滿足客戶所指定的頻寬需求的情形下，達到頻寬資源的配置效率。但是當 (1) 網路骨幹上的頻寬資源有限，而且 (2) 網路服務提供者必須在網路骨幹上建置多個軟管模式虛擬私人網路時，先前文獻所提出的建置演算法並無法提供人滿意的建置拒絕率。根據實驗的結果，*MTRA* 能有效地降低建置拒絕率。

英文摘要（keywords: Virtual Private Network, VPN hose-model, bandwidth guaranteed, VPN provisioning algorithms;）

In this year of the project, we developed a new hose-model VPNs provisioning algorithm called *MTRA*. The motivation for developing *MTRA* is stated as follow: Virtual private networks (VPNs) provide customers with secure and low-cost communication environment. One of the popular research issues in the field of communication networks is that how to achieve the bandwidth requirement specifying by customers. A new VPN resource provisioning model called “*Hose model*” has been developed. It provides customers with flexible and convenient ways for specifying bandwidth requirement of a VPN. Up to now, several *hose-model* VPNs provisioning algorithms have been proposed, however these algorithms focus only on achieving bandwidth allocation efficiency in the case of establishing single *hose-mode* VPN while meeting bandwidth requirement specifying by customers. But in the case where (1) the links of the network backbone have capacity constraints and (2) the service

provider needs to establish numerous *hose-model* VPNs on the network backbone, these provisioning algorithms are unable to provide satisfied *rejection ratio*. Therefore, we propose a new *hose-model* VPNs provisioning algorithm called *MTRA* in this project. *MTRA* can not only deal with numerous VPN setup requests rapidly, but also according to the results of experimental simulations, can reduce *rejection ratio* effectively.

二、研究方法與結果

A. *MTRA* provisioning algorithm

MTRA 演算法的描述如下：

Modified Tree Routing Algorithm (MTRA)

Input: A Network graph $G=(N,L)$, a set of VPN access routers $AR=(ar_1, ar_2, \dots, ar_p) \subseteq N$, and residual bandwidth constraints B of links on L . A VPN setup request $vr_i = (r_1, r_2, \dots, r_p)$.

Output: A minimum cost VPN tree VT_{MC} corresponding to vr_i , on which all leaf nodes are VPN access routers ar_j with $r_j > 0$.

Algorithm:

1. $VT_{MC} := \emptyset$;
2. For each $v \in N$
3. {
4. $T_v := \text{BFS_Tree}(G, v)$;
5. $PT_v := \text{Prune_Tree}(T_v, vr_i)$;
6. $\text{Compute_Reserved_Bandwidth}(PT_v, vr_i)$;
7. if $(\text{Cost}(PT_v) < \text{Cost}(VT_{MC}))$
 $VT_{MC} := PT_v$;
8. }
9. if $(\text{Cost}(VT_{MC}) = \infty)$

10. {Reject vr_i ; Return \emptyset ;}
11. else {
12. For each link $l_x \in VT_{MC}$
 { $B(l_x) = B(l_x) - RS(l_x)$;}
13. Accept vr_i ;
14. Return(VT_{MC});
15. }

Function *Prune_Tree*(T, vr_i)

1. Return a subtree PT of T on which all leaf nodes are VPN access routers ar_j with $r_j > 0$;

Function *Compute_Reserved_Bandwidth*(T, vr_i)

//Assume k is the number of links on T , and let l_x be the x th link of T .

//Let $RS(l_x)$ be the amount of reserved bandwidth on l_x with respect to the bandwidth requirement specified in vr_i .

//Let T_x^a and T_x^b be the two subtrees obtained by remove l_x from T .

1. for (each l_x in T)
2. {
3. Initialize two variable $BR_{T_x^a}, BR_{T_x^b}$ to value 0;
4. For (each element $r_j \neq 0$ ($1 \leq j \leq p$) of vr_i)
5. {
6. if ($ar_j \in T_x^a$) then add r_j to $BR_{T_x^a}$
 else add r_j to $BR_{T_x^b}$
7. }
8. $RS(l_x) = \min(BR_{T_x^a}, BR_{T_x^b})$;
9. }

Function *Cost*(T)

//Assume k is the number of links on T , and let l_x be the x th link of T .

//Let $RS(l_x)$ be the amount of reserved

bandwidth on l_x computed by the function *Compute_Reserved_Bandwidth* and $B(l_x)$ be residual bandwidth on l_x .

1. if ($T = \emptyset$) return ∞ ;
 2. if (there exist any links l_x ($1 \leq x \leq k$) such that $B(l_x) < RS(l_x)$)
 3. Return (∞);
 4. else
- Return $\sum_{1 \leq x \leq k} (RS(l_x) / B(l_x))$;

B.1 Experimental Simulations

為了驗證 *MTRA* 的效能，我們架設了一個實驗模擬器稱為 *HVPAS*，其架構圖如圖一所示。*HVPAS* 包含了四個主要的元件：(1)網路拓樸產生器 (2)網路拓樸解譯器 (3)軟管模式虛擬私人網路的建置演算法 (4)虛擬私人網路建置需求產生器。



圖一、*HVPAS* 架構圖

其中網路拓樸產生器是用來隨機產生代表網路服務提供者所掌管的網路骨幹。網路拓樸產生器所產生的輸出是一種以特定格式的檔案用來描述網路骨幹，因此，為了能解讀它，我們也設計了對應的網路拓樸解譯器。我們在 *HVPAS* 中實作了三軟管模式虛擬私人網路的建置演算法：(1)*MTRA* (2)*Tree Routing* (3)*WSP Provider-pipe*。其中 *WSP Provider-pipes* 即 [6]所提出的 *Provider-pipes* 建置演算法，但

對於 VPN 中每一對端點(u,v)所拉出來的 *Provider-pipe*，乃是採用 *Widest Shortest Path algorithm* 來作路徑的選擇，以降低拒絕率。虛擬私人網路建置需求產生器則依據我們所給定的參數： $Maxr, p, K$ 來隨機產生實驗所需的一組虛擬私人網路建置需求。這一組虛擬私人網路建置需求總共包含了 K 個 requests，而每一個 VPN setup request 所包含的 endpoints 個數是從 $[2, \dots, p]$ 之間隨機選出一個值，每一個 endpoint v 的 $b(v)$ 值則是從 $[1, \dots, Maxr]$ 之間隨機選取。

圖一中標示著 乃是網路拓樸產生器所產生特定格式檔案。經過網路拓樸解譯器的解讀後產生。是建置演算法所能解讀的網路拓樸。則是由虛擬私人網路建置需求產生器根據我們所下的參數，隨機產生出來的虛擬私人網路建置需求。

和 同時作為建置演算法的輸入，並且對應每一個被接受的虛擬私人網路建置，建置演算法會輸出一個對應的虛擬私人網路拓樸，如 所示。(註：對 *MTRA* 及 *Tree routing* 而言，對應每一個被接受的虛擬私人網路建置需求， 為一顆樹)。

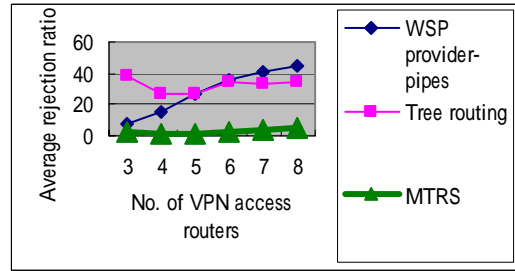
註 1: $Maxr$ 值代表網路服務提供者對虛擬私人網路端點所提供的最大頻寬保證。 p 值則為網路骨幹上虛擬私人網路服務存取點的個數。

B.2 Performance results

為了驗證 *MTRA* 的效能，以下我們展示兩組實驗的實驗結果。其中第一組實驗檢視了參數 $Maxr$ 對於拒絕率的影響，而第二組實驗則檢視參數 p 對拒絕率的影響。

第一組實驗的參數配置如表一所示，圖二則為其實驗結果。在圖二中橫軸為

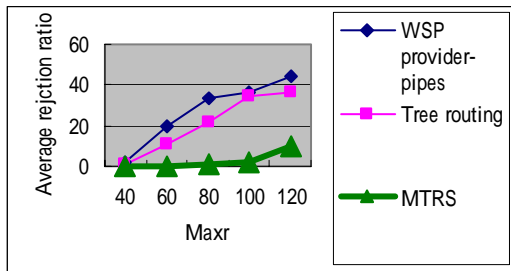
$Maxr$ 值，縱軸則為平均拒絕率。如同預期，三者的平均拒絕率都隨著 $Maxr$ 值增大而升高，而且 $MTRA$ 能達到的平均拒絕率都遠低於其它兩種建置演算法(除了在 $Maxr=40$ 的情況下，因為網路骨幹的負載較輕三者的 *Average rejection ratio* 都接近 0)。



圖三、第二組實的實驗結果

表一、第一組實驗的參數配置

G	$B(l_i)$	p	$Maxr$	K
由網路拓樸產生器隨機產生	1500 單位	6	40~120 遞增 20	100



圖二、第一組實的實驗結果

第二組實驗的參數配置如表二所示，圖三則為其實驗結果。在圖三中橫軸為 p 值，縱軸則為平均拒絕率。

表一、第一組實驗的參數配置

G	$B(l_i)$	p	$Maxr$	K
由網路拓樸產生器隨機產生	1500 單位	6	40~120 遞增 20	100

由圖三可知，實驗結果和前一組實驗的結果類似， $MTRA$ 在所有 p 值的情況下，所達到的平均拒絕率都是三種建置演算法中最低的。

三、參考文獻

1. M. Kodialam and T. V. Lakshman, "Minimum Interference Routing with Applications to MPLS Traffic Engineering", in *Proceedings of IEEE INFOCOM*, 2000.
2. K. Kar, M. Kodialam and T. V. Lakshman, "Minimum Interference Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with MPLS Traffic Engineering Applications", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 18, no. 12, pp.2566-2579, December 2000.
3. S. Suri, M. Waldvogel and P. R. Warkhede, "Profile-Based Routing: A New Framework for MPLS Traffic Engineering", *Washington University Computer-Science Technical Report*, 2001.
4. B. Wang, Xu Su, C. L. Philip Chen, "A New Bandwidth Guaranteed Routing Algorithm for MPLS Traffic Engineering", in *Proceedings of IEEE International Conference on Communications*, 2002.
5. Yi Yang, L. Zhang, J. K. Muppala, S. T. Chanson, "Bandwidth-delay Constrained Routing Algorithms",

- Computer Networks*, vol. 42, issue 4, pp. 503-520, July 2003.
15. 6. N. G. Duffield, P. Goyal, A. Greenberg, "A Flexible Model for Resource Management in Virtual Private Networks", in *Proceedings of ACM SIGCOMM 99*, 1999.
 16. 7. N. G. Duffield, P. Goyal, A. Greenberg, P. Mishra, K. K. Ramakrishnan and J. E. V. D. Merwe, "Resource Management with Hoses: Point-to-Cloud Services for Virtual Private Networks", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 10, no. 5, pp. 565-578, October 2002.
 17. 8. A. Kumar, R. Rastogi, A. Silberschatz and B. Yener, "Algorithms for Provisioning Virtual Private Networks in the Hose Model", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 10, no. 4, August 2002.
 18. 9. R. Isaacs and I. Leslie, "Support for Resource-Assured and Dynamic Virtual Private Networks", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 19, no. 3, pp.460-472, March 2001.
 19. 10. A. Jüttner, I. Szabo and Á Szentesi, "On Bandwidth Efficiency of the Hose Resource Management Model in Virtual Private Networks", in *Proceedings of IEEE INFOCOM*, 2003.