

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

SBMT-Steiner 備份群播樹

SBMT-Steiner Backup Multicast Tree

計劃編號：NSC 88-2213-E-032-019

執行期限：87 年 12 月 30 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：方鄒昭聰 淡江大學資訊工程系 ctfang@mail.tku.edu.tw

一、中文摘要

在網路主幹上，Steiner 備份群播樹 (SMT) 被用來建立群播成員並將區域網路流量最小化。然而，當在傳輸期間一個鏈結或節點可能因為某些非正式因素而產生錯誤，下載節點可能因錯誤的鏈結或節點發生而至脫離此一群播樹。為了滿足服務品質保證 (QoS)，因此需有某些方案來達成群播樹，以使得終端節點可以避免問題的發生或者至少也將問題簡化。本計劃我們提出了一個固定的 SMT 演算法 (FSA)，來建構 Steiner 備份群播樹 (SBMT)。以 FSA 為基礎，每一個臨界路徑，一個有足夠頻寬的可替代路徑將被保留下來，以使得任何一個在網路中的嚴重錯誤可以立即被恢復原狀。確定臨界路徑的方法是基植於統計分析之上的，此外，亦提出一個適切的 SMT 演算法來建構在不可靠的網路上的 SMT 及 SBMT。同時當動態加入或離開此一 SMT 的調節方法也將有所討論。在所提出策略的錯誤容忍度上以模擬演算並比較。模擬的結果證明 FSA 及 ASA 方法改善了在穩固及不穩固的網路中的可信度。此外，節點的動態加入處理將可藉由考慮採用 SMT 及 SBMT 來加速。

關鍵詞：備份群播樹，錯誤容忍度，群播，可信度。

Abstract

In a backbone network, a Steiner multicast tree (SMT) will be established for multicast members to minimize the traffic load on network. However, a link or node may be failure by some accidental factors during transmission period. Downstream nodes respect to the failure link/node will be forced to leave this tree. To guarantee the quality of service (QoS), it is desirable to have some schemes for the multicast tree so that such termination can be avoided or at least, reduced. In this paper, we propose a fixed SMT algorithm (FSA) to construct the Steiner backup multicast tree (SBMT). Based on FSA, for each 'critical' path, an alternate route with enough bandwidth will be reserved such that most fatal failures in network can be recovered immediately. The way to determine critical paths is based on the statistical analysis. In addition, an adaptive SMT algorithm (ASA) is proposed to construct both SMT and SBMT on unreliable networks. The adjustment of the SBMT when nodes dynamically join or leave the SMT is also discussed. The degree of fault tolerance of proposed strategies are evaluated and compared by simulation. Simulation results demonstrate that FSA and ASA improve the reliability in stable and unstable networks, respectively. Moreover, the dynamic joining process of node will be

speedup by taking both SMT and SBMT into considerations.

Keywords: backup multicast tree, fault tolerance, multicast, reliability.

二、計劃緣由與目的

許多的多媒體系統，諸如視訊會議系統，需求專用的頻寬來保證即時的通訊。換言之，網路必需保留足夠的頻寬給應用程式。非同步傳輸模式(ATM)網路被視為最適切的傳輸科技，其原因為它靈活的提供了大範圍具有服務品質保證的服務。吾人也可以使用一些特殊的網路通訊協定及現存的群播樹來保留頻寬。

實際上，連結或節點可能因為在連結保留時期，受某些非主要因素影響造成失敗。當連結（節點）失敗時，下游節點及相關連的連結將被排除在群播樹之外。基於服務品質保證的理由，它必需馬上重新建立足夠頻寬的新連結給這些節點。然而，此時網路上剩餘的頻寬可能不足夠來給予這些連結。所以，網路可能要先保留一個適切的頻寬量來達到錯誤容忍率的目的。對網路來說提供一個高可靠度服務品質是非常重要的，舉例來說，緊急挽救程式及策略化通訊。當然，這些被保留的頻寬將會顯得浪費，當所有的連結或路徑皆運作得很好。明顯地，率能及可靠度是一種取捨。因此急切地需要設計一種計劃來達到最好的錯誤容忍度品質，但卻只需要保留最小的頻寬。

、結果與討論

本實驗中的兩個模組效能結果，是依據樹的價值，非可靠的因素及命中率比較中得來的。首先，我們從在 100 個節點上之大小不同的群播群組 D 中，得到分別由 FSA 及 ASA 兩個演算法所建構的 SMT 及

SBMT 所需的花費。群播樹在圖中的大小是由演算法的 4 至 6 的步驟中判斷的。而圖中每一個子集合中的節點皆由此 100 節點中隨機挑選出來的。每一種演算法的兩個曲線皆分別指出 SMT 和 SBMT 的樹值。圖一及圖二分別顯示此不同的演算法在密集網路中及鬆散網路中其樹值各為何。我們先來討論圖一的情形。從觀察中我們可以發現 FSA 演算法分別在 SMT 中有最小的成本花費及 SBMT 中有最大的成本花費。而 SMT 及 SBMT 之間成本的差值 ($Cost(SBMT) - Cost(SMT)$) 是依據群播樹的大小來決定的。經過我的觀察發現，當群播樹的大小越大時，其成本的差值也越大，相反地，ASA 演算法在所有例子中，其 SMT 及 SBMT 之間成本的差值皆為最小化。所以，當大部分的連結在網路中失敗時，使用中的 SMT 將改變成 SBMT 的備份樹，如果此時是使用 FSA 則樹的總成本將非常的高。然而在另一方面，若使用 ASA 演算法其所花費的成本將和原來主要的群播樹幾乎相同。然而即由 SMT 和 SBMT 計算所增加的成本，在 ASA 演算法中要比 FSA 來得大了許多。因此，使用 FSA 或是 ASA 的時間是強烈的依賴真實網路中的連結可靠度。當使用者需要超過一半的連結被保護時，ASA 演算法被應用來維護群播樹容忍度當網路發生嚴重錯誤時。

第二點，在圖二中。FSA 仍然擁有最小的成本花費(SMT)但 ASA 卻有最大的成本花費(SMT)。同樣地，在群播樹大小為 8，10 及 12 中 FSA 的成本花費(SBMT)要比 ASA 來得小。此一結果是相當合理化的，因為由 ASA 在樹中所建立的總橋接數要比由 FSA 來得少。換言之，所有在 SMT 及 SBMT 中由 ASA 演算法所建構出的重疊連結，皆比由 FSA 演算法來得少。

一、計劃成果自評

在本計劃中，我們學習到了 Steiner 備份群播樹(SBMT)——並提出兩種演算法，分別為固定的 SMT 演算法(FSA)及可調節的 SMT 演算法(ASA)——來建立主動的 Steiner 備份群播樹——更重要的是 Steiner 群播樹和 Steiner 備份群播樹之間重疊的邊，被用來做為保護以獲得更高的可信度。模擬結果顯示，固定的 SMT 演算法及可調節的 SMT 演算法，皆分別適合應用在不論是穩固的網路或是不穩固的網路上。此外，當增加了一個節點至群播樹群組中，SMT 及 SBMT 皆會找出最佳的附著點。模擬結果顯示，所提出的 SBMT 方法對節點的加入處理，有著意義深長的改進。其它的許多模擬結果在其它不同的網路模式上，所得到的數據結果也是相同的。因此，很明顯的可以知道我們的演算法可以應用在任意的網路模式中。

一、參考文獻

- [1] Lixia Zhang, Stephen Deering, Deborah Estrin, Scott Shenker, and Daniel Zappala, "RSVP: A New Resource ReSerVation Protocol", *IEEE network magazine*, pp. 8-16, Sept. 1993.
- [2] P. Winter, "Steiner problem in networks: A survey," *Networks*, vol. 17, pp. 129-167, 1987.
- [3] R.M. Karp, "Reducibility among combinatorial problems," *Complexity of Computer Computations*, Miller and Thatcher, Eds. New York : Plenum Press, pp. 85-103, 1972.
- [4] B. M. Waxman, "Routing of multipoint connections," *IEEE Journal of Selected Area on Communication*, vol. 6, no. 9, pp. 1617-1622, Dec 1988.
- [5] H. Takahashi and A. Matsuyama, "An approximate solution for the steiner problem in graphs," *Math. Japonica*, vol. 24, pp. 573-577, 1980.
- [6] L. Kou, G. Markowsky, and L. Berman, "A fast algorithm for Steiner trees," *Acta Informatica*, vol. 15, pp. 141-145, 1981.
- [7] Rajiv Dighe, Qiang Ren and Bhaskar Sengupta, "A link based alternative routing scheme for network restoration under failure," *Proceedings of IEEE INFOCOM'95*, pp. 2118-2123, 1995.
- [8] Anderson, J., Doshi, B., Dravida, S. and Harshavardhana, "Fast Restoration of ATM Networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 12, no. 1, pp. 128-138, 1994.
- [9] Sakauchi, H., Nishimura, Y. and Hasegawa, S., "A Self-healing Network with an Economical Spare-channel Assignment", *Proceeding of IEEE GLOBECOM'90*, pp. 438-443, 1990.
- [10] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, and R. L. Rivest, *Introduction to Algorithms*. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.
- [11] Donald R. Byrkit, *Statistics Today: A comprehensive Introduction*, Menlo Park, California, 1987.
- [12] M.R. Garey and D.S. Johnson, *Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness*, New York: W. H. Freeman and Company, 1979.

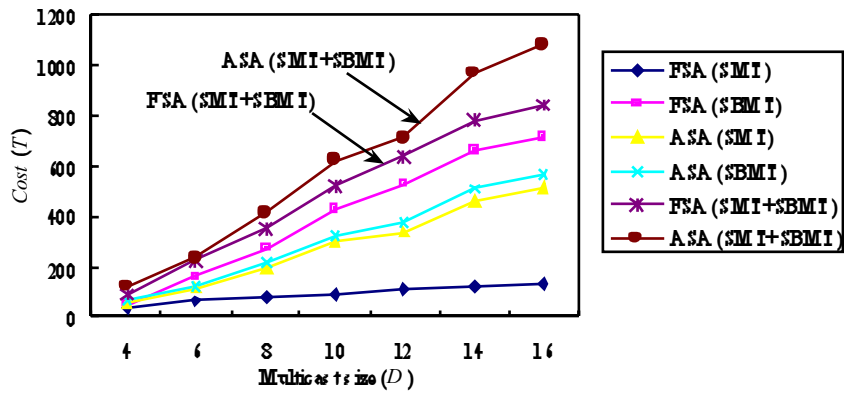


Figure 1. Comparisons of tree costs obtained by FSA and ASA based on DNM under different multicast sizes.

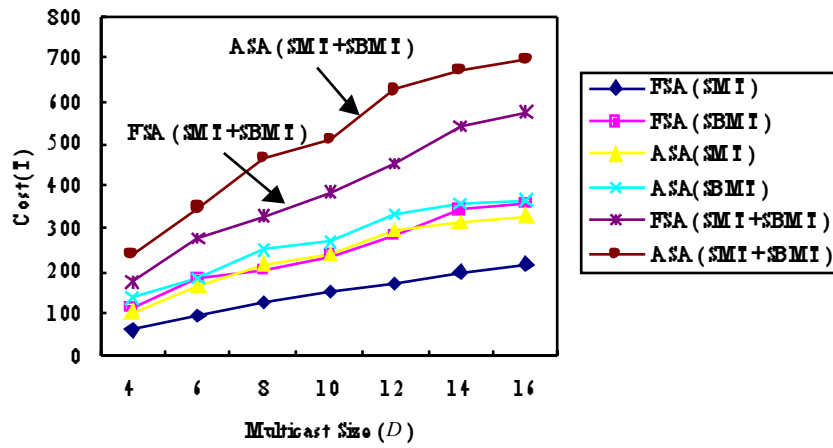


Figure 2. Comparisons of tree costs obtained by FSA and ASA based on SNM under different multicast sizes.