

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

A11-IP 網路上服務品質及 TCP 效能之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2221-E-004-001-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：國立政治大學資訊科學系

計畫主持人：連耀南

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：吳明翰、游逸帆、溫永全

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：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 96 年 11 月 21 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

All-IP 網路上服務品質及 TCP 效能之研究

Budget Based QoS for All-IP Communication Networks

計畫類別： ■ 個別型計畫

計畫編號：NSC 95 - 2221 -E - 004 - 001 -

執行期間： 95 年 8 月 1 日至 96 年 7 月 31 日

計畫主持人：連耀南

計畫參與人員：吳明翰、游逸帆、溫永全

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年二年後可公開查詢

執行單位：國立政治大學資訊科學系

中 華 民 國 96 年 11 月 20 日。

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

All-IP 網路上服務品質及 TCP 效能之研究

計畫編號：NSC 95-2221-E-004-001

執行期限：95 年 8 月 1 日至 96 年 7 月 31 日

主持人：連耀南 國立政治大學資訊科學系 教授

計畫參與人員：吳明翰、游逸帆、溫永全

國立政治大學資訊科學系

一、中英文摘要

整合型All-IP網路將以一個單一傳輸平台提供固定網路及行動網路上所有服務，包括語音、多媒體、資料等各類服務。此種革命性網路不但可以降低建置成本與營運管理成本，更可以提供一個新的服務平台，供營運者建置跨網路的應用服務。但，欲達到整合型網路的理想之前，我們仍須克服許多困難，其中最關鍵的問題之一即是品質問題。All-IP 網路承襲 packet switched 網路原有的特性，有三大品質問題有待克服：long delay time, jitter 以及 high packet loss rate。這些品質問題對某些諸如語音或多媒體等應用服務有關鍵性的影響。此外，由於未來的網路係由特性差異極大的異質性網路所組成，而欲在此種網路上支援品質要求差異極大的多樣應用服務，其品質管理變得異常複雜，難以引用現有的品質管理方案。本計畫旨在探討整合型All-IP網路之品質管理各項問題，並提出適當的管理機制。我們提出 Budget-Based QoS架構，以簡化管理、追求效率、不增加管理複雜度為原則，利用預算分配和預先資源分配規劃，來達成end-to-end的網路服務品質保證，根據此簡化管理原則，我們提供一套服務品質的管理工具，採用分層分權的方式將QoS管理權責以預算的方式分散至每個網路元件，如此可以避免繁複的折衝協調和即興式(real time on demand)的資源管理。此套管理工具，可供網路營運業者依其需要調整，在有限資源下追求使用者之整體最大滿意度。本年度所完成之項目為「選擇性保證封包送達之通訊協定設計」，「適用於無線隨意式網路之逐節點TCP傳輸協定」以及「有助於提高服務品質的前瞻式封包排程機制」。

關鍵詞：All-IP 網路、服務品質、TCP、Routing

Abstract:

All-IP network uses a single packet-switched network

to carry most services such as voice, video, and data, that were supported by today's separated circuit-switched and packet-switched networks. This revolutionary network not only reduces deployment and operation costs, but also facilitates the creation of new services that can be executed across circuit-switched and packet-switched networks. Among many challenges that need to be addressed in order to make All-IP networks possible, the QoS problem is a critical one. Long delay time, large jitter, and high packet loss rate are inherent QoS problems in a packet switched network. Time sensitive services such as voice and video may severely suffer from these QoS problems. Furthermore, future All-IP networks may be composed of many heterogeneous subnetworks which may diversify in many different aspects such as bandwidth, response time, and loading characteristics. To maintain a high satisfactory level for diversified services on these heterogeneous networks becomes a great challenge to network operators. This project is aiming to design a QoS management system as well as associated software facilities for All-IP networks. With the assistance from BBQ system, network operators can choose their QoS policies and tune their networks to maximize their satisfactory level in offering services to their users. Assuming that each network component is able to maintain its commitment to the quality budget, BBQ (Budget Based QoS) system allocates QoS quality to network components based on a systematic resource planning aiming to provide a high level confidence in maintaining end-to-end QoS commitments. Resource planning tools developed in this project will facilitate operators to maximize their satisfactory level under the resource availability constraints. The accomplishments of

this year are (1) proposed Partial-Reliable TCP to guarantee the delivery of designated packets selectively (2) designed an Hop-by-hop TCP for MANET where packet loss rate are high, and (3) designed a QoS-aware forward-looking scheduling mechanism to enhance the satisfiability of overall service quality.

二、緣由與目的

革命性的整合型All-IP網路不但可以降低建置成本與營運管理成本，更重要者，可以提供一個新的服務平台，供營運者建置跨網路的應用服務。但，欲達到整合型網路的理想之前，我們仍須克服許多困難，其中最關鍵的問題之一即是品質問題。

All-IP 網路承襲 packet switched 網路原有的特性，有三大品質問題有待克服：long delay time, large jitter 以及 high packet loss rate，這些品質問題對某些諸如語音或多媒體等應用服務有關鍵性的影響。此外，由於未來的網路係由特性差異極大的異質性網路所組成，而欲在此種網路上支援品質要求差異極大的多樣應用服務，其品質管理變得異常複雜，難以引用現有的品質管理方案。

本計畫旨在探討整合型All-IP網路之品質管理各項問題，並提出適當的管理機制。我們採用以預算為基礎的品質管理概念支援 end-to-end 品質管理。本方法以預算方式控制每個子網路之品質範圍，而以在有限資源下追求使用者之整體最大滿意度為目標。所探討之子網路為：核心網路，3G接取網路，無線區域接取網路。

本研究提出一個具高度彈性及系統化的品質管理架構及相關的管理機制供網路營運者使用。網路營運者可根據其自身需求及品質管理目標，在本架構下調整其品質管理機制，盡力運用所擁有之資源，追求最高滿意度。由於近年來網際網路交通流量大幅提高、光纖寬頻網路的積極建置、網路電話(VoIP)技術的蓬勃發展以及IP網路的全球標準化，使得網路提供者開始積極推動整合型網路技術，以標準化的IP網路全面取代傳統的分離式網路。(目前circuit switched 與 packet switched 網路是分別建置分別管理的)。此種整合型All-IP網路將以一個單一傳輸平台提供固定網路及行動網路上所有服務，包括語音、多媒體、資料等各類服務。國際電信標準組織已經決定在第三代行動通訊系統以及未來的通訊網路採用此種架構。

本研究之前數年已經規劃完成BBQ 品質管理架

構，本計畫沿襲 BBQ 架構，繼續研究端對端及核心網路所需之各項品質管理工具。其架構及設計理念在下節說明。

三、BBQ 架構與設計理念

A、All-IP 網路端對端品質管理

通訊網路事實上是由全球大大小小的電信公司所轄網路藉由彼此之間的網路互連協定連結而成一個四通八達無遠弗屆的通訊網，一個長途通訊需求(request/traffic flow/phone call) 可能必須橫跨數個不同營運者的網路，其end-to-end 的品質管理是一大技術挑戰。本研究採用分層分權的方式將QoS管理權責以budget方式分散到每個網路元件，例如3G的 RAN (Radio Access Network), Core Network及無線區域網路。本研究之目標在提出一套資源規劃及實際執行的架構，供網路營運者運用以提供具品質保證的各種網路服務予使用者。

除了提供品質保證予使用者之外，網路營運者更希望追求網路資源的有效利用，在所擁有的資源中，盡力提高服務滿足度以獲取最大利益。我們在提供管理架構之後，更進一步研究各種網路資源調配的最佳化，提供各種工具予網路營運者。

B、All-IP 核心網路品質管理之研究

核心網路是一個通訊營運者最重要的網路，其品質對其通訊服務將有絕對的影響，本研究提出一個適當的品質管理機制。我們假設一個核心網路是有一個單一的網路營運者所管理，因此內部並無網路異質性所引起的問題。一個核心網路是由一群 Ingress Router, Egress Router, 及 Internal Router 所組成。我們針對具有 session 特性的服務需求提供品質保證，同一session 內的封包具有相同的品質需求，而在 session 開始時，會試圖向欲進入之網路提出頻寬及品質之要求。(某些不具session 型態之服務需求，例如 ping, 可視為單一封包之session)。接到服務需求的 Ingress Router 根據這個需求的頻寬及品質要求以及自身所掌握的資源決定是否接受這個需求，安排網路內的資源，選定一條符合品質要求的路徑，將這個服務需求循此路徑送達某一個 Egress Router。而此服務需求將在整個session 中依事先承諾的頻寬限度內將packet 送進核心網路。研究的重點在於提出一個簡單

易行而overhead 很低可適用大型網路的架構並設計合適的各種網路規劃與維運的工具。

四、本年度執行成果

A、選擇性保證封包送達之通訊協定設計

隨著網路的進步與發展，許多新興的數位資訊，例如影音資訊，在網路上傳輸時並未要求每一個封包均確實送達目的地，但不同的封包對所傳輸的資訊品質有不同的重要性，例如 mpeg 壓縮格式的影音封包裡的關鍵影格 (I -Frame) 就比其他封包重要。常用的傳輸層通訊協定中，UDP 與 TCP 都對所有封包一視同仁，前者不做任何保證，而後者雖可保證所有封包的送達，但效率較差。本研究提出一個新的 TCP-based 的通訊協定 "Partial-Reliable TCP"，使用選擇性重傳封包機制，對部分指定的封包提供送達保證。當保證的封包遺失時，本協定會在一定的等待時間內重傳此封包。藉此，可以確保重要性較高的封包無誤送達，又不會重傳遺失的不重要封包以節省網路頻寬的消耗，並降低接收端的平均等待時間。

此外，我們提出 single side 的版本，使得接收端可以使用一般的 TCP，在封包傳送時欺騙接收端，讓接收端以為封包都是無誤傳達的，在 server-client 架構的網路服務中，只有伺服器端必須使用我們的 partial-reliable TCP，大幅提高本通訊協定的可行性。

最後我們利用網路模擬工具 NS2 來模擬實際網路環境，並且以多媒體影音封包傳輸作為例子，將我們的方法與現行的通訊協定做比較，在 application delay time、可解畫面封包數及 PSNR 值三個品質參數上，實驗證明我們提出的方法能夠在網路狀況較差的情況下，比 TCP 最多降低約 45% 的 application delay time，比 UDP 及 TCP 在影像品質 PSNR 值最多提升 25%，能夠有效的提升影音資訊這類型不用完全保證封包到達服務的效能。

B、適用於無線隨意式網路之逐節點 TCP 傳輸協定

行動隨意式網路 (MANET) 是一種具有高度動態拓撲結構的網路。每一個行動隨意式網路由一組移動節點 (Node)

組成，彼此之間互相支援轉送封包可以不依靠基地台建構成 Intranet。此種網路中，因節點移動之緣故，連線不穩定、頻寬較窄，錯誤率亦較高。傳統的 TCP 傳輸協定在行動隨意式網路上的效能不免遭受重創。

傳統的 TCP 在封包遺失時，只能從傳送端進行重傳，而行動隨意式網路傳輸品質極不穩定，常常重送多次才可到達目的地，導致要耗費極長的時間才能將封包送達目的地，然而，在行動隨意式網路中，大量傳輸資料的需求並不大，反而是封包的快速送達更為重要，因此加速封包的送達成為比增大傳送量更為重要的目標。

為了使封包較快送達目的地端，我們提出了 Hop-by-Hop TCP 的方法，使每個節點使用當地重傳以保證封包成功的傳到下一個節點，遺失的封包不必重新由傳送端重傳，能更快反應封包遺失，並且提昇傳輸可靠度，使封包在高遺失率的情形之下能順利且較為快速的送達目的地端。

我們利用 NS-2 網路模擬器進行實驗，驗證我們的機制，實驗在不同的拓撲及負載等參數下進行，觀察傳輸成功率及封包傳輸時間，以及公平性。實驗結果指出，我們的方法在網路環境不穩定時吞吐量能有 30% 以上的提昇，而延遲時間也能有 20% 的提昇，亦有相當好的公平性。

C、有助於提高服務品質的前瞻式封包排程機制

受到封包網路原本忽略時效性特性之影響，對時效性要求極高的多媒體網路服務，如 Voice over IP (VoIP) 以及 Video on Demand (VoD)，在 All-IP 整合的核心網路上提供時，其服務品質低於傳統之電路交換網路。封包在網路的傳遞過程中受到各種因素之影響，於到達目的地時，可能會造成 long delay, high jitter 或 packet loss，而在目的地端幾乎已經沒有補救機會，故而如果能在傳遞的過程中，依封包的時效性及重要性做適度的次序調動 (rescheduling) 而不要依序傳遞 (FIFO)，讓過遲的封包提前送出，而將有時間餘裕的封包稍緩送出，如此截長補短，可提高網路效能及整體 OoS 滿意度。

我們在 BBQ (Budget-Base QoS) 的架構下發展一套簡單而有效的方法，在單佇列 (Single Preemptive Queue) 及多佇列 (Multiple Queue) 的 Router 架構下，根據封包時效性及重要性賦予合適的 profit function，並參考封包在後續路程上各 Router 的負載狀態以調整 profit function 參數調整封包的送出順序。

我們先對單一服務等級的封包排程進行研究，獲得參數調整之技巧，再根據其結果設計多服務等級的封包排程方法，其重點在於如何調配 profit function 給不同的服務等級。

我們藉由 NS-2 模擬模擬器進行實驗，評估本方法的效能，實驗結果顯示我們的方法可以較現有方法更可以有效提高網路效能，且能對不同的服務等級做差異化處理以提高整體 QoS 滿意度。

五、計劃成果自評

未來的All-IP 網路具有非常高的潛力可以用更低的成本，更高的效益支援未來多媒體通訊服務之需求，但其關鍵之品質控制問題極具挑戰性，現有之品質管理方案並不適合。再者，大部分目前之 QoS 研究都只針對某一網路元件深入研究，對於end-to-end QoS 則付諸缺如，本研究深入探討此一問題，期望能提供一些解決方案供網路營運者使用。本計畫於前數年的成果已經有初步的架構與設計，與國際上進行本領域之研究進度差距不大，本研究團隊對於 All-IP 網路之 QoS 本質已有相當之掌握。研究成果以論文篇數而言，雖然不高，但參與研究之研究生都為碩士班學生，有此成果已屬難能可貴。透過執行本計畫，我們相信參與研究之研究生都獲得絕佳之學習機會，堪為網路產業界所重用。

六、本年度計畫所產出之論文

1. [Yao-Nan Lien, "Phantom Positioning Technology for Indoor WLAN", Proc. of International Conference on Wireless Personal Multimedia Communications, Sep. 17-20, 2006.](#)
2. Yao-Nan Lien and Hong-Qi Xu, "A UDP Based Protocol for Distributed P2P File Sharing ", *Proceedings of 8th IEEE International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS)*, March 21-23, 2007, pp. 318-324.
3. Yao-Nan Lien and Ho-Cheng Hsiao, "A New TCP Congestion Control Mechanism over Wireless Ad Hoc Networks by Router-Assisted Approach", *Proceedings of IEEE Workshop on Specialized Ad*

Hoc Networks and Systems (SAHNS 2007), June 29, 2007.

4. [Yao-Nan Lien and Kuo-Chan Huang, "Improving Resource Utilization By Over Admission ", accepted to appear in IEEE TENCON 2007, Oct.30-Nov.2, 2007.](#)

七、歷年相關計畫所產出之論文

1. Yao-Nan Lien and Richard huang-Chang Chiou, "Routing for Mobile LAN Topology Management", *Proc. of the 8th Workshop on Mobile Computing*, March 2002, pp. 209-216.
2. Yao-Nan Lien and Chun-Ying Lee, "Behavior Study of UMTS QoS Classes on DiffServ Networks", *Proc. of the 2nd Workshop on Digital Life and Internet Technologies*, Oct. 2003.
3. Yao-Nan Lien, Hsing Luh and Chien-Tung Chen, "End-to-end QoS with Budget-Based Management", *Proc. of the 2003 First International Working Conference on Performance Modeling and Evaluation of Heterogeneous Networks*, July 2003.
4. Yao-Nan Lien, Ming-Chin Chen, Chien-Tung Chen and Tsung-Hsung Li, "Performance Evaluation over GPRS Networks", *Proc. of the 2nd Workshop on Digital Life and Internet*, Oct. 2003.
5. Yao-Nan Lien and Chun-Ying Lee, "Interclass Resource Infringement in DiffServ Networks", *Proceedings of 2003 National Computer Symposium (NCS2003)*, Dec. 2003.
6. Yao-Nan Lien and Yu-Sheng Huang, "Delay Sensitive Routing for High Speed Packet-Switching Networks", *Proceedings of the IEEE International Conference on Networking, Sensing, and Control*, March 21-23. 2004, pp. 1032-1037.

7. Yao-Nan Lien and 陳煜暉 Yee Fey Tan, "Performance of Packet Transmission over GPRS/3G Networks (GPRS 及 3G 網路之封包傳輸效能)", *Proc. of the 10th Mobile Computing Workshop*, March 2004, pp. 149-158.
8. Yao-Nan Lien, Yu-Sheng Huang and Guo-Chan Huang, "The Performance Evaluation of KLONE", *Proc. of the 3rd Workshop on Digital Life and Internet*, Jun. 2004.
9. Yao-Nan Lien, Hung-Chin Jang, Tse-Chieh Tsai and Hsing Luh, "BBQ: All-IP 網路上以預算為基礎之品質管理架構 (BBQ: A QoS Management Infrastructure for All-IP Networks)", *Communications of IICM*, vol. 7, no. 1, March, 2004, pp. 89-115.
10. Yao-Nan Lien, Hung-Ching Jang, Tsu-Chieh Tsai and Hsing Luh, "Budget Based QoS Management Infrastructure for All-IP Networks ", *Proceedings of the IEEE 25th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT2005)*, Feb. 21-23. 2005.
11. Yao-Nan Lien, "Performance Issues of P2P File Sharing Over Asymmetric and Wireless Networks ", *Proceedings of The First International Workshop on Mobility in Peer-to-peer Systems (MPPS05)*, June. 6-9, 2005, pp. 850-855.
12. Yao-Nan Lien, Chien-Tung Chen, Ming-Chih Chen, Tsung-Hsung Li and Yi-Min Chen, "QoS Management for All-IP Core Networks ", *Proceedings of The 11-th Mobile Computing Workshop*, March 31, 2005.
13. Yao-Nan Lien and Yi-Min Chen, "Forecasting Error Tolerable Resource Allocation for All-IP Networks", *Proceedings of the 3rd International Conference on Information Technology: Research and Education* , June 27-30, 2005.
14. [Yao-Nan Lien, "Phantom Positioning Technology for Indoor WLAN", *Proc. of International Conference on Wireless Personal Multimedia Communications*, Sep. 17-20, 2006.](#)
15. Yao-Nan Lien and Hong-Qi Xu, "A UDP Based Protocol for Distributed P2P File Sharing ", *Proceedings of 8th IEEE International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS)*, March 21-23, 2007, pp. 318-324.
16. Yao-Nan Lien and Ho-Cheng Hsiao, "A New TCP Congestion Control Mechanism over Wireless Ad Hoc Networks by Router-Assisted Approach", *Proceedings of IEEE Workshop on Specialized Ad Hoc Networks and Systems (SAHNS 2007)* , June 29, 2007.
17. [Yao-Nan Lien and Kuo-Chan Huang, "Improving Resource Utilization By Over Admission ", *accepted to appear in IEEE TENCN 2007, Oct.30-Nov.2, 2007.*](#)

出席國際會議心得報告 (ISADS 2007)

計畫編號	NSC 95-2221-E-004-001
計畫名稱	All-IP 網路上服務品質及TCP效能之研究
出國人員	國立政治大學資訊科學系 連耀南 教授
會議時間	3/21-23, 2007, Sedona, Arizona, 美國
會議名稱	Eight International Symposium on Autonomous Decentralized Systems
發表論文	A UDP Based Protocol for Distributed P2P File Sharing

一、會議經過

IEEE ISADS 2007 自 6/21 至 6/23 在 Sedona, Arizona 舉辦, FTDCS (Future Trend of Distributed Computing System) 也同時一起舉辦。由於正值美國各級學校的春假期間，許多家庭出外旅遊，以致經濟艙等的機位非常難以安排，所幸透過網路得以訂到西南航空的機位。本人在 6/21 晚間到達，而於 6/23 中午離開。

本會議主要由 Arizona State University 的教授群帶領研究生提供會議的後勤支援，居功闕偉。

二、會議內容及與會心得

主要的 Technical Session 包括 SOA, Sensor Network, Agent Network, Security, 等。

6/22 的 Keynote speech 由日本的學者 Yoshinobu Tonomura 發表演講，主題為 "Environment of Intellect: 7 Issues we need to think about the Future". 其內容主要如下：

1. ICT as key environment
2. Microscopic View
3. Human-conscious Technology
4. A sound mind with a sound technology
5. Essential Solutions
6. Fault tolerance
7. Harmony in diversity

以上的演講其實我們多已經有相當的概念，Yoshinobu Tonomura 把他綜合整理，對於年輕的學者也許有些啓示。

美國工程院的卸任院長發表一篇演講，關於跨領域的研究經驗，在他任內因為管理過許多跨領域研究案，總結了一些心得在會中報告。其主要論點如下：

1. 跨領域研究所需經費遠高於一般研究經費
2. 跨領域研究案之成功率遠低於一般研究案

3. 不同領域之間的溝通協調與整合是成功的關鍵因素（易言之，非常困難）

大陸中研院計算機研究所所長李國杰博士發表演講，講述龍芯處理器開發計畫的前景，其論點如下：

1. 處理器的很多指令的使用率極低，卻佔用太多晶片空間，不符合效益
2. 多核處理器的設計理念即是避免開發無效率的複雜功能，而將省下來的晶片空間放入多個處理器。

Sun 的副總，顏維倫博士，發表平行處理的實際經驗，其論點如下：

1. 平行處理在實際應用上效率極低，並無法提高太多處理速度
2. 很多平行處理經常會卡在某一個必須循序處理的程式碼，使得大部分的處理器必須等待
3. 多核或多緒的處理器並不一定能發揮效用，因為PC 上只有一顆硬碟，各個執行緒要進行磁碟讀寫時，必須排隊等待，失去平行處理的優點。

在本會議發表論文的大陸籍研究者超過半數，而台灣去的學者只有本人一人，此外另有一位原籍台灣的 U of Florida 博士生。會場支援的Arizona State University 的研究生也都是大陸籍的研究生。觀諸大陸所發表的論文，其水準已經達到國際水準。雖然這些數目不足以說明大陸的資訊學術研究已經超過台灣，不過，台灣的學術優勢勢可能在幾年之內將喪失殆盡。

三、攜回資料

會議論文集一本