

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 總計劃：(1)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2219-E-004-002-

執行期間：91年08月01日至92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

共同主持人：陸行，張宏慶，蔡子傑

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 23 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 網路上以預算為基礎之品質管理研究-總計畫(I)

### Budget Based QoS for All-IP Communication Networks(I)

計畫類別： 個別型計畫                      整合型計畫

計畫編號：NSC 91 - 2219 - E - 004 - 002 -

執行期間： 91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

計畫主持人：連耀南

計畫參與人員：黃玉昇、陳逸民、陳明志、李宗勳、陳建同、李俊瑩

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 92 年 9 月 2 日。

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## All-IP 網路上以預算為基礎之品質管理研究-總計畫(I)

計畫編號：NSC 91-2219-E-004-002  
執行期限：91年8月1日至92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：黃玉昇、陳逸民、陳明志、李宗勳、陳建同、李俊瑩  
國立政治大學資訊科學系

### 一、中文摘要

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 網路受限於 packet switching 原有的特性，有三大品質問題有待克服： long delay time, jitter 以及 packet loss。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。

**關鍵詞：**All-IP 網路、服務品質、IEEE802.11、HIPERLAN 2、差別服務、允入控制、資源管理、3G

### Abstract:

All-IP network uses a single packet-switching network to carry most services such as voice, video, and data, that

were supported by today's separated circuit-switching and packet-switching 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-switching and packet-switching networks. Among many challenges that need to be addressed in order to make All-IP network possible, the QoS problem is a critical one. Long delay time, jitter, and packet loss are inherent QoS problems in a packet switching 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. This project is aiming to design a QoS management system as well as associated software facilities for All-IP networks. With the assistant 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 and hoping to provide a high level of confidence in maintaining end-to-end QoS commitments. Resource planning tools developed in this project will facilitate operators to maximize their satisfactory level within the resource availability constraints. The subnetworks studied in this

project include Core Network, 3G Radio Access Network and Wireless LAN.

## 二、緣由與目的

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。

本研究將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 switching 與 packet switching 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。

此種革命性的整合型 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 網路受限於 packet switching 原有的特性，有三大品質問題有待克服： long delay time, jitter 以及 packet loss，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網路之品質管理項問題，並提出適當的管理機制。各子計畫概述如下：

### 子計畫四： All-IP 網路 End-to-End 品質管理之研究

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。本子計畫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。

### 子計畫一： 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，本子計畫將研究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，因此內部並無異質性所引起的問題。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。我們假設一個核心網路是由一群 Ingress Router, Egress Router, 及 Internal Router 所組成。假設服務需求具有 session 的特性，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 (admission control) 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。

在本研究中，我們提出一個品質管理架構，提供下列品質控制功能：

1. 回應外界的服務需求，訂定 SLA 合約。
2. 提供各種方式，將所擁有之網路資源根據對未來訊務之預測做最佳資源分配之規劃。
3. 提供允入控制功能。

## 子計畫二：All-IP 網路上無線電接取網路之資源管理的研究

UMTS All-IP網路架構下的End-to-End QoS包括使用者透過終端設備，經由基地台連上無線電接取網路(Radio Access Network, RAN)並進入骨幹網路作必要的繞徑，最後經由接收端的RAN將封包傳送至使用者的終端設備上。本子計畫的重點在研究RAN內的無線電網路控制器(Radio Network Controller, RNC)，如何在考量封包漏失(packet loss)、延遲(delay)和抖動(jitter)等限制下，能依所傳輸的資料型態及資料量，選擇適當的傳輸通道來傳輸資料，並作最佳化的頻寬分配，以提供較為完備的QoS保證。本子計畫的具體內容包括：

1. 在無線電接取網路中區別不同的 QoS 類別並提供最佳化的方法
2. 規劃無線電資源管理者(Radio Resource Manager, RRM)各元件的功能及彼此相互支援的關係
3. 定義符合All-IP網路之Packet Data Traffic Model 及其所包含的相關參數
4. 設計接取網路層在考量delay、jitter及packet loss的限制下如何作最佳化的資源分配

## 子計畫三：無線區域網路之服務品質 (WLAN QoS)

本子計畫的主要目的就是研究以無線區域網路為接取網路之無線應用的服務品質管理機制。其主要的關鍵研究主題包括

1. 無線區域網路內的服務品質，以及無線網路接取點至核心網路進入點之間的服務品質管理與參數對應
2. 無線漫游機制，以及漫游前後之服務品質維持

本子計畫將以 IEEE802.11 和 HIPERLAN 2 所形成的單跳接或多跳接之 wireless enabled MAN環境為

主。我們將無線的應用依據品質要求作類似3GPP方式的分級，並對骨幹網路所使用的差別服務(Differentiated Service)之等級作對應，並用數學模型分析以作允入控制與有效的資源管理，進而提出在各個通訊層之間該如何支援，以達此目的。另外以無線漫游(roaming)而言，我們也將利用IAPP(Inter-Access Point Protocol)設計如何達到 seamless roaming，並進而維持在 handoff 之前後有一定的服務品質。這些均會以程式模擬去分析，驗證所研發的協定和機制。

另一方面，系統整合與服務平台的雛形開發系統，在時間與人力許可下是本計畫努力的目標之一。在第三年，將研發QoS-Aware middleware平台，整合我們在此子計畫所開發的主要功能。

## 三、執行成果

### A. 子計畫一：All-IP 核心網路品質管理之研究

1. 設計一個適合核心網路使用之品質管理架構
2. 提出三種資源分配與路徑規劃之方式
3. 完成分散式資源批購與分配之架構與流程
4. 提出批發零售式資源批購方法之最佳化模型
5. 提出數種可彌補資源錯置之資源分配方案
6. 提出數種不同之路徑規劃方法
7. 進行 GPRS 之延遲時間測試 (初步成果論文已被接受發表)
8. 利用 NS-2 模擬器進行 DiffServe 行為之研究 (初步成果論文已被接受發表)

### B. 子計畫二：All-IP 網路上無線電接取網路之資源管理的研究

1. 完成無線電資源管理(RRM)內部元件之規劃
  - 允入控制器(Admission Controller, AC)的規劃
  - 負載控制器(Load Controller, LC)的規劃
  - 交遞控制器(Handover Controller, HC)的規劃
  - 功率控制器(Power Controller, PC)的規劃
  - 封包排程器(Packet Scheduler, PS)的規

- 系統模擬實作
2. 完成有服務品質保障之交遞的完整架構之設計
    - 分析基地台的訊務特徵
    - 交遞位置預測法則
    - 有服務品質保證的資源分配機制
    - 即時有效的封包傳送方法
    - 完善的交遞程序
    - 系統回饋機制
    - 系統模擬實驗

### C. 子計畫三：無線區域網路之服務品質

1. 提出了一個安排 MAC 存取的方法，在 IEEE 802.11 多跳接無線網路中提供服務品質保證
2. 提出了一個有效的對映方式可以將第三代行動通訊系統內的服務等級對映到差別性服務品質架構中的服務形態，此係無線網路接取點至核心網路進入點之間的服務品質管理的重要問題。
3. 提出一個可調式的媒介存取控制協定，讓 IEEE 802.11 可以依據週遭的傳收狀態去動態調整自身的傳送和接收行為，可使原來的 802.11 減少了互相干擾的情形而且提升了系統的效能。
4. 提出 ELB(Enhanced Load Balance)方法在 IEEE 802.11 無線區域網路下用動態的調整 AP 之間的網路負載分佈 以達到負載平衡的目標。
5. 實作一個無線網路的頻寬控管系統

### D. 子計畫四：All-IP 網路 End-to-End 品質管理之研究

討論如何找出一個好的 All-IP 網路的管理方法，針對各種應用服務的各種品質需求參數提供適當的資源分配與管理，此方法不同於過去只針對頻寬進行管理，而是以 Budget-Based 的觀念，對 end-to-end QoS 做最佳規劃。

1. 完成 end-to-end QoS 規劃機制之設計
2. 完成網路營運者之間 QoS SLA 協調機制之設計
3. 完成路徑規劃與資源保留機制之設計
4. 提出路徑規劃最佳化之模型，並提出 linear

### 四、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。本計畫於第一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。

### 五、參考文獻

1. Tzu-Chieh Tsai and Tzung-Yi Chen, "A MAC Access Scheduling Scheme for supporting QoS in IEEE 802.11 Multihop Wireless Networks", *submitted to First International Working Conference on Wireless On-demand Network Systems (WONS)*, 2004.
2. Tzu-Chieh Tsai and Chien-Ming Tu, "An Adaptive IEEE 802.11 MAC in Multihop Wireless Ad Hoc Networks Considering Large Interference Range", *submitted to First International Working On-demand Network Systems (WONS)*, 2004.
3. C-H Lin, F-H Wu and Tzu-Chieh Tsai, "Wireless Network Bandwidth Control", *submitted to TANET 2003*.
4. Tzu-Chieh Tsai and Tzung-Yi Chen, "Providing QoS in IEEE 802.11 Multihop Wireless Networks", *submitted to IEEE INFOCOM 2004*.
5. Tzu-Chieh Tsai and Chih-Feng Lien, "Load Balance and Seamless Roaming with QoS Support in IEEE 802.11 WLAN", *submitted to IEEE INFOCOM 2004*.

6. Po-Cheng Yang and Tzu-Chieh Tsai, "DiffServ RED Evaluation with QoS Management for 3G Internet Applications", *Proceedings of 2002 International Computer Symposium (ICS 2002)*.
7. 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*, July 2003.
8. 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.
9. Yao-Nan Lien, Ming-Chih Chen, Chien-Tung Chen, and Tsung-Hsung Li, "Performance Evaluation over GPRS Networks", *Proc. of the 2nd Workshop on Digital Life and Internet*, June 2003.
10. Hung-Chin Jang and Roger Hsu, "3GHOSim : A Handoff Simulation Tool for 3G Mobile Communications System", *to appear in 2003 Symposium on Digital Life and Internet Technologies*, Sep. 18-19, 2003.
11. Hung-Chin Jang and Chun-Hsun Hung, "WCDMA 網路中無線電資源管理元件之最佳化規劃", *submitted to 2003 台灣網際網路研討會 (TANET 2003)*, 2003.
12. Hung-Chin Jang, Roger Hsu and Fu-Kuan Hsu, "Location Prediction for Resource and Handoff Management in 3rd Generation Mobile Communication System", *submitted to 2003 National Computer Symposium (NCS 2003)*, 2003.
13. Hung-Chin Jang and Chen-Yu Yang, "Traffic Model Architecture for UMTS", *submitted to 2003 National Computer Symposium (NCS 2003)*, 2003.
14. Yao-Nan Lien and Chun-Ying Lee, "Interclass Resource Infringement in DiffServ Networks", *Submitted to the National Computer Symposium (NCS2003)*, Dec. 2003.