

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

子計劃一:All-IPv6 Testbed 建置(I)(電信科技合作案)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2219-E-002-027-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立臺灣大學電機工程學系暨研究所

計畫主持人：郭斯彥

計畫參與人員：黃嘉怡、王貴平、陳永彬、李威震

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 13 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告 中期

中進度
報告

A11-IPv6 網路與應用(I)

子計畫一:A11-IPv6 Testbed 建置(I)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC — 91— 2219— E— 002—027

執行期間： 91年 08月 01日至 92年 07月 31日

計畫主持人：郭斯彥教授

計畫參與人員：黃嘉怡、王貴平、陳永彬、李威寰

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

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：國立臺灣大學電機工程學系

中 華 民 國 九 十 二 年 十 月 十 日

A11-IPv6 網路與應用(I)

子計畫一:A11-IPv6 Testbed 建置(I)

計畫編號：NSC-91-2219-E-002-027

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：郭斯彥 國立臺灣大學電機工程學系

計畫參與人員：黃嘉怡、王貴平、陳永彬、李威震

一、中文摘要

高品質「All-IPv6 網路與應用」的達成，端賴合適的服務架構、前瞻的關鍵技術及新穎的多媒體服務。本子計劃擬建構一套 All-IPv6 Testbed，作為各關鍵模組整合與介面互連測試環境，並且提供未來 All-IPv6 網路建置與運作之參考。

本研究之 All-IPv6 Testbed 建置於台大，並與 NBEN 網路、東華大學、中央大學、電信研究所達成互連之功效。All-IPv6 Testbed 之建構需考量功能完整性、使用便利性及運作最佳性。功能完整將使系統之運作得宜；使用便利將使關鍵模組之融入易如；運作最佳將使應用斟至完善。

本期研究著眼於 All-IPv6 Testbed 「功能完整」之議題迄今已完成「All-IPv6 Testbed 的建置」及「GPRS Emulator 建置」方面之研發。本研究後續建置的網路架構主要以 MPLS、IPv6 router、UMTS Emulator 為主。MPLS Switch Router 為內部網路的主幹，NBEN 作為與網路外部互連主幹，UMTS Emulator 為行動互連網路，整個網路為提供一個 IPv6 網路測試環境的 IP Network。

本研究迄今之成果，並結合後續研究成果將可建構「功能完整」、「使用便利」及「運作最佳」之 All-IPv6 網路 Testbed，以提供本整合研究之測試環境。

關鍵詞：All-IPv6 網路、MPLS Switch、NBEN 網路、GPRS/UMTS 網路、網路效能評估

Abstract

Suitable service architecture, enabling technologies and advanced applications are crucial to achieving a high-quality "All-IPv6 network and applications". This sub-project will build an All-IPv6 testbed environment to integrate all key modules and perform interface communications. The work will provide a reference for establishing and operating All-IPv6 networks.

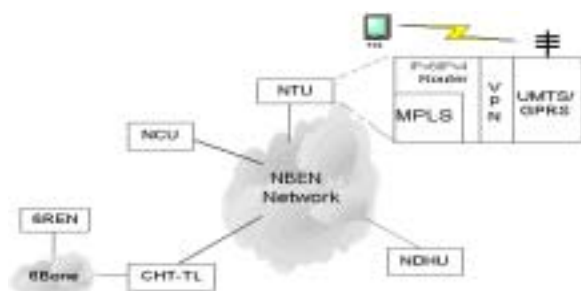
The All-IPv6 testbed is established at National Taiwan University. The testbed communicate with the NBEN network, National Dong Hwa University, National Central University and Chunghwa Telecom Laboratories (CTL), altogether representing an efficient communications system. When building an All-IPv6 testbed environment, full capability, convenience and optimal operability must be considered. Full capability makes the system useful. Convenience refers to the easy integration of the key modules with the All-IPv6 testbed environment easily. Optimal operability refers to the perfection of applications.

Combining the existing research results and the succeed research results, this work will provide a "full-function", "easy-operation", "work-optimum" All-IPv6 Testbed construction providing a reference for establishing and operating All-IPv6 networks

Keywords: All-IPv6 Networks, MPLS Switch, NBEN Networks, GPRS/UMTS Networks, Performance Evaluation

二、緣由與目的

本研究參考國內外 All-IP Trial [1-8]、計畫執行學校及計畫委託單位現有實驗環境(第一期計畫屬第一類電信國家型計畫)，我們建構如圖一之 Testbed。圖一之 Testbed 將以 NBEN 為網路外部互連主幹，MPLS Switch 為內部網路主幹，GPRS/UMTS 為行動無線互連網路。MPLS Switch 依序與 IPv6/IPv4 Router、VPN 網路及 UMTS/GPRS 系統互連。



圖一：本研究建構之 All-IP Testbed

1. NBEN 網路

國家實驗網路(NBEN)為國家型計畫內重要的一個環節，期望藉由此一專屬高速網路之建置，可以提供國家型計畫內寬頻網際網路及無線通訊之技術研發，得以有一充裕的測試平台，建立國內下一世紀網路發展的基礎與模範[9]。

2. 6Bone 網路

6Bone 是為了在 Internet 上推廣 IPv6 的一個全球性 IPv6 測試平台[6]。它於 1997 年開始運作，其相關活動皆屬 IETF 下 ngtrans 工作小組的一部份。6Bone 的主幹是由許多相互連接的 ISP 及用戶網路所組成。它是一個以架構在原 IPv4 網路上，使 IPv6 封包透過通道 (Tunnel) 轉運的虛擬網路。

3. MPLS 系統

MPLS (Multi-Protocol Label Switching) 系統觀念是 IETF 在 1997 年成立 MPLS Working Group 著手研討，這個工作群組提出的 MPLS 架構，主要是整合標籤交換

(Label Swapping)和網路層路由，用來提昇網路層路由的效能，網路層的擴充性以及新增路由服務(Routing Services)的便利性[10-12]。

4. VPN 網路

VPN (Virtual Private Network, 虛擬私有網路)是近年來網路應用中最受矚目的營運模式之一，因為它利用公用網路取代專線連接企業的區域網路，不僅大幅降低建置成本，也提高了未來擴充的便利性。一般 VPN 可分為 CPE-based VPN 及 Network-based VPN[13,14]。前者是現今最為常見的 VPN 解決方案；後者則是由網路服務提供者 (Service Providers) 直接提供 VPN 的建置服務。

5. UMTS/GPRS 系統

未來的網路，將是以 IP 作為上層的網路應用及下層的網路接取技術的共同平台，並將傳輸與控制分開，可降低網路的複雜度及更易導入新的傳輸技術。UMTS/GPRS 系統可以和一般交換電路的語音網路直接互連，將音頻的訊息轉換到個人通訊系統中。未來將整合不同的系統，特別是在核心網路方面，希望能夠銜接各種不同的 Access 技術，如整合 UMTS/GPRS 和 WLAN 系統。

6. IPv6/v4 Router

IPv4/v6 Router 可以用來連接寬頻無線網路的基地台[15,16]，再配合行動計算技術與無障礙網路(Seamless Networking)技術，將可讓使用者隨時隨地的運用網路資源，此外 IPv6 網路也可以提供一個多媒體的傳輸平台，供其他屬於服務應用的各子計畫利用這傳輸平台，以更有效率的方式來傳送各種型態的資料。

7. 網路處理器(NP)

由於網路的傳輸速度不斷提高，已由每秒百萬位元(M)等級進入 Giga 等級，甚至 Tera 等級，並且需要同時處理語音傳輸

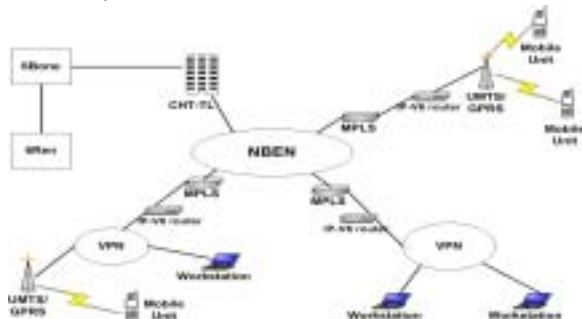
以及多媒體傳輸的資訊，NP 的設計便是要取代以往的處理方法，以提供更高效率與更大彈性，利用 NP 可以處理每個封包高達 Gigabit 的處理速度，來作為網路交換設備的運作核心，可以快速地滿足未來的需求。一顆 NP 包含有 4-6 個微處理器 (Micro-engines)，以平行處理的方式提高處理速度，可以使交換平台達到線速度 (Wire-speed) 的效能。

三、結果與討論

本研究之 All-IPv6 Testbed 將建置於台大電機系實驗室(如圖二所示)，本期研究著眼於 All-IPv6 Testbed 「功能完整」之議題迄今已完成「All-IPv6 Testbed 的建置」及「GPRS Emulator 建置」之研發。開始後續「UMTS Emulator 建置」。UMTS Core Network 將會朝 All-IP 方向去發展，尤其在目前的 3GPP R5 的規格中，整個 Core Network 已經是以 IP 作為主要的通訊協定。

1. All-IPv6 Testbed 建置架構

本研究之 All-IPv6 網路的架構，主要以 MPLS ELR(Edge Label Router)作為內部網路的主幹，NBEN 作為與網路外部互連主幹，GPRS/UMTS Emulator 作為行動互連網路，整個網路涵蓋範圍包括 IEEE 802.11 WLAN、UMTS/GPRS 網路、VPN 網路，經由透過 IPv6/IPv4 Router、MPLS Switch Router 達到網路互連的功能(如圖二所示)。



圖二：本研究網路互連架構圖

2. GPRS Emulator 建置

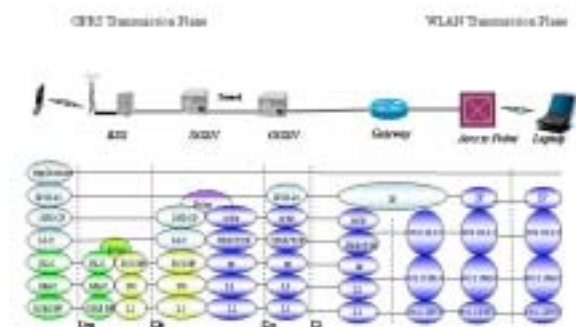
我們建置的 GPRS Core Network，其

主要系統組成有 GGSN、SGSN、HLR 及 BSC。SGSN 是架構在 Solaris 的系統上，SGSN 主要負責 Session Management 及 Mobility Management。GGSN 是架構在 Linux 的系統上，GGSN 主要是負責 GPRS 網路與其他網路通訊協定的轉換及路由的尋找功能。HLR 主要紀錄使用者的資訊及位置。將這些主要系統連接就可形成一 GPRS Emulator。我們建置的 GPRS Core Network Testbed 如圖三所示。

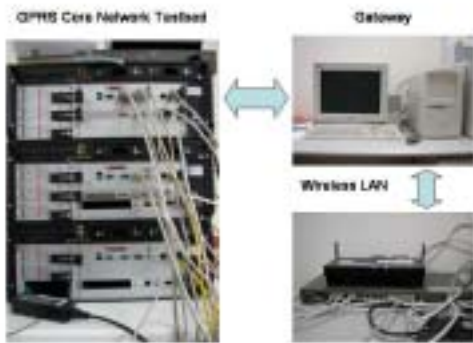


圖三：GPRS Core Network Testbed

本研究依據 GPRS 與 WLAN 網路的特性，架設一 GPRS<->WLAN 交互運作的系統，依據這兩個異質網路協定的不同，本研究提出此架構來作協定的轉換，使這兩個網路可透過此機制作位址的轉換、連接的管理及資料的交換。GPRS-WLAN 轉換機制如圖四所示，圖五為本研究執行 GPRS Core Network Testbed 及 WLAN 透過一 Gateway，直接作連接。



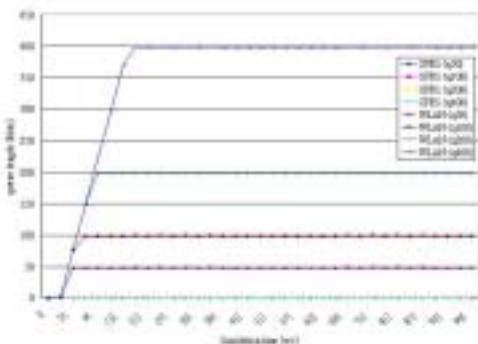
圖四：GPRS-WLAN 轉換機制



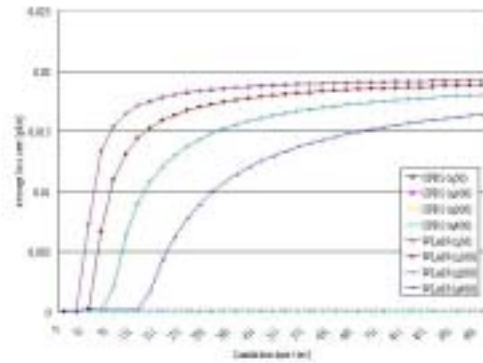
圖五: GPRS-WLAN Gateway System Architecture

對於連接異質網路的機制，我們也進行了許多的 Performance 分析:

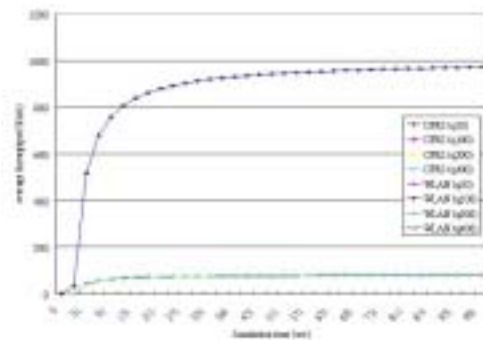
1. Queue Length 分析(圖六): WLAN → GPRS 網路的 Queue Length 較 GPRS → WLAN 網路成長快速。
2. Loss Rate 分析(圖七): 當 Queue Length 等於 50 Packets 時，其 Rate 達 0.019; 當 Queue Length 等於 400 Packets 時，其 Rate 降至 0.016，所以隨著 Queue length 漸漸的加大，loss rate 漸漸降低。
3. Throughput 分析(圖八): Throughput 與 Queue Length 的大小較無關，僅與傳輸速度較相關。
4. Delay 分析(圖九): Delay 值與 Queue Length 大小息息相關，Queue Length 越大 Delay 越大。



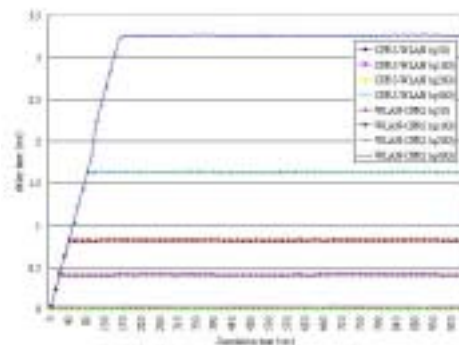
圖六: Queue Length 分析



圖七: Loss Rate 分析



圖八: Throughput 分析



圖九: Delay 分析

四、計畫成果自評

1. 本研究迄今已完成 All IPv4/v6 之建置及 GPRS Emulator 之架設，達成預期目標。
2. 研究過程中，本研究主要是建置 All-IPv6 Testbed，需要許多貴重設備。目前貴重設備已由總計畫購置。此外，部分貴重設備向國內各相關研發單位洽借，因此計畫執行上毫無問題。
3. 為驗證研究成果之可行性，本研究於所開發 GPRS Testbed 及 WLAN 系統上進行效能測試、分析，此分析結果

可作為建置連接異質網路的參考。

五、參考文獻

- [1] A.T. Campbell, J. Gomez, S. Kim, A.G. Valko and C.Y. Wan, Z.R. Turanyi, "Design, Implementation, and Evaluation of Cellular IP," IEEE Personal Communications, Vol.7, No.4, pp.42-49, Aug. 2000.
- [2] S. Wickware, "All IP in UMTS Networks- Benefits and Challenges," Nortel Networks (<http://www.nortel.com>)
- [3] A. Durand, "Deploying IPv6," IEEE Internet Computing, Vol.5, No.1, pp.79-81, Jan. 2001.
- [4] J. Palet, "Euro6IX: The Pan-European IPv6 IX Backbone," Consulintel.
- [5] Cisco, "IPv6 Deployment Strategies,".
- [6] "6Bone testbed for Deployment of IPv6,". (<http://6bone.net>)
- [7] "IPv6 Research & Education Networks,". (<http://www.6ren.net>)
- [8] "Ipng Implementation,". (<http://playground.sun.com/ipv6/ipng-implementation.html>)
- [9] NBEN: 國家實驗網路。 (<http://www.nben.net.tw>)
- [10] "Quality of Service in MPLS Networks,". (<http://netlab.mgt.ncu.edu.tw/Survey/QualityofServiceinMPLSNetworks.htm>)
- [11] C. Metz, "Layer 2 over IP/MPLS," IEEE Internet Computing, Vol.5, No.4, pp.77-82, 2001.
- [12] J. Lawrence, "Designing Multiprotocol Label Switching Networks," IEEE Communications Magazine, Vol.39, No.7, pp.134-142, July 2001.
- [13] W. Yurcik and D. Doss, "A Planning Framework For Implementing Virtual Private Networks," IT Professional, Vol.3, No.3, pp.41-44, 2001.
- [14] H.F. Badran, "Service Provider Networking Infrastructure with MPLS," Proceedings of the 6th Symposium on Computers and Communications, pp.312-318, 2001.
- [15] K. Segaric, P. Knezevic and S. Dembitz, "Possible Problems and their Solutions with IPv6 Router Announcement," Proceedings of the International Conference on Trends in Communications, Vol.1, pp.77-79, 2001.
- [16] T. Wolf and J.S. Turner, "Design Issues for High-Performance Active Routers," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.19, No.3, pp.404-409, March 2001.

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利 可技術移轉

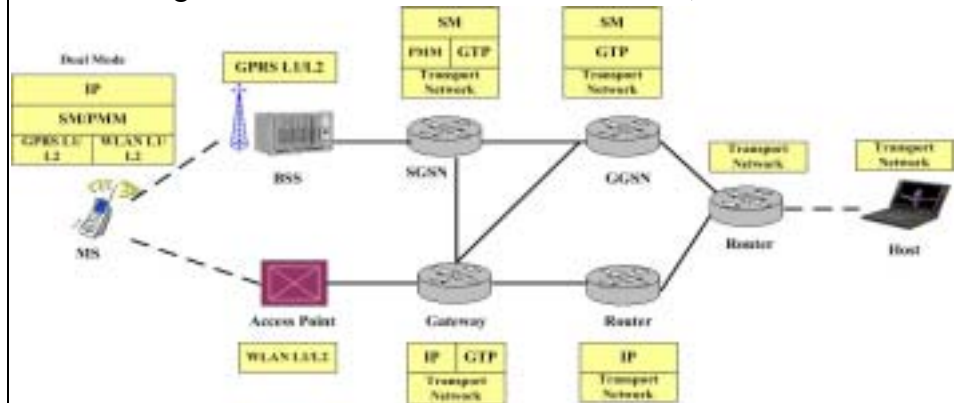
日期：92年10月

10日

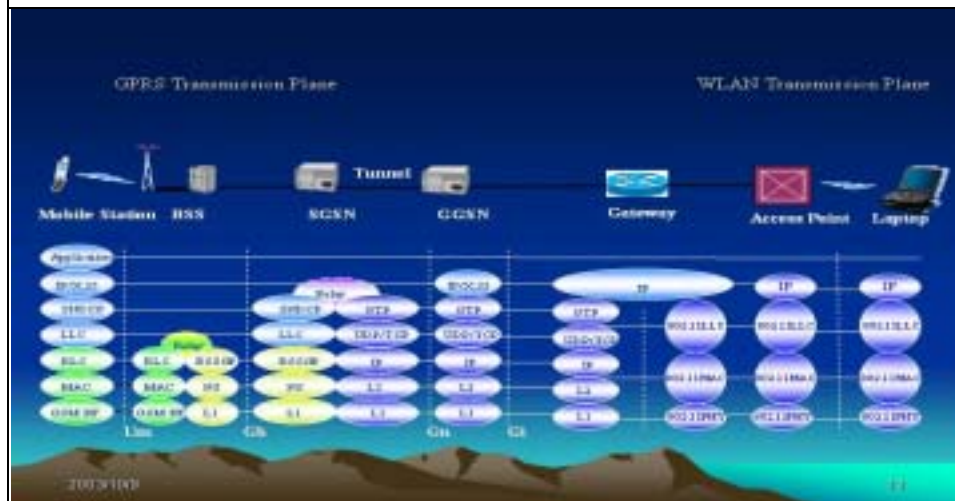
<p>國科會補助計畫</p>	<p>計畫名稱：All-IPv6 網路與應用(I)</p> <p>計畫主持人：郭斯彥 教授</p> <p>計畫編號：NSC-91-2219-E-002-027</p> <p>學門領域：資訊</p>
<p>技術/創作名稱</p>	<p>All-IPv6 應用環境 GPRS/WLAN 之互連閘道器</p>
<p>發明人/創作人</p>	<p>郭斯彥 教授</p>

技術說明

高品質「All-IPv6 網路與應用」的達成，端賴合適的服務架構、前瞻的關鍵技術及新穎的多媒體服務。在未來將是異質的網路環境，不同的無線網路環境因特性不同，必須透過不同的存取技術作存取。所以本計劃主要重點建構一套 All-IPv6 應用環境 GPRS/WLAN 之互連閘道器(如圖一所示)，作為無線網路整合與介面連接測試環境，此閘道器可提供通訊協定的轉換(如圖二所示)、路由選擇、QoS 及 Security，確保整個無線網路的可靠性及擴充性，並降低封包傳輸的延遲、網路的複雜度及建置成本。在網路協定的位址轉換過程我們使用 Tunnel 的方式使 GPRS 的 IP address 可在 WLAN 使用，降低位址轉換的複雜度，在連線方面採用連接導向的方式來確保傳輸品質的可靠性，在資源保留方面我們將資料型態分為 Real time 及 Non-real time，並依所要求的頻寬大小選擇適當的機制(InterServ 或 DiffServ)作 scheduling，此閘道器亦提供效能的量測與分析。



圖一：GPRS and WLAN 互連閘道器



圖二：GPRS and WLAN 通訊協定的轉換

可利用之產業
及
可開發之產品

網路多媒體軟體開發廠商。
電信服務開發廠商。

技術特點	本研究針對 All-IPv6 GPRS/WLAN 之互連架構有關交握、移動性、多媒體應用及漫遊等功能進行技術開發，使 GPRS/WLAN 應用服務達到功能完整性、使用便利性及運作最佳性。
推廣及運用的價值	All-IPv6 網路應用及 GPRS 與 WLAN 整合應用系統。

- 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
- 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。
- 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。