

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫(III)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2219-E-002-010-

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 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

共同主持人：趙涵捷，雷欽隆，陳俊良，周立德，吳中實

計畫參與人員：王思齊、洪宜蕙、葉秀薇

報告類型：完整報告

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 94 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 ☒ 成果報告
☐ 期中進度報告

A11-IPv6 網路與應用(III)

計畫類別：☐ 個別型計畫 ☒ 整合型計畫

計畫編號：NSC93-2219-E-002-010

執行期間：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

計畫主持人：郭斯彥 教授

計畫參與人員：王思齊、洪宜蕙、葉秀薇

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 四 年 九 月 三十 日

A11-IPv6 網路與應用(III)

計畫編號： NSC 93-2219-E-002-010

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

主持人： 郭斯彥 國立臺灣大學電機工程學系

共同主持人：陳俊良 國立東華大學資訊工程學系

計畫參與人員： 王思齊、洪宜蕙、葉秀薇

一、中文摘要

隨著網際網路的蓬勃發展及無線通訊技術的快速演進，此兩技術終將匯流，而使得人們得以隨時隨地的利用輕便的無線行動裝置擷取或傳達所需的資訊。以技術而言，採用 IP 做為各種不同通訊網路間的存取介面已是必然趨勢。UMTS/GPRS 與 WLAN 交握(Handoff)應用服務環境的出現，預期未來服務網路必是一整合之 All-IP 網路。

電腦技術的進步與網際網路的發展，促使網路應用呈現爆炸性成長。IPv4 在應用上已有不敷使用之窘態，IPv6 的訂定解決了上述之困境。本計畫的目標係針對 All-IPv6 網路架構中有關交握、移動性、群播(Multicast)、多媒體應用、安全、漫遊、及品質保證等前瞻技術進行研究，並建構完成 All-IPv6 網路實驗測試平台及網路開放式服務整合平台。

第一期計畫著重在 All-IPv4/IPv6 互連網路設計與高品質數據通訊。主要研發在於架設 GPRS Emulator、WLAN、IPv4/v6 Router、Core MPLS Switch、NBEN 互連機制，提供網路數據多媒體應用之「無間隙傳輸」的通訊環境。整合各子計畫之研究成果，我們完成 GPRS Emulator 與 WLAN 進行跨網服務分析、Multicast 服務架構規劃、Media Stream 控制及開放式服務平台介面定義等。

第二期計畫著重在 All-IPv6 網路設計與高效能多媒體應用服務。完成「無間隙傳輸」的環境架設並落實 Pure IPv6 服務環境的建構。整合各子計畫的研究成果，我們完成了 UMTS Emulator 分別與 WLAN 及 GPRS 之跨網服務分析、應用動態群播之無縫多媒體串流系統及開放式服務平台與服務應用 APIs 之整合等。

本期(第三期計畫)著重在行動 All-IPv6 網路設計與多媒體應用服務。研發 All-IPv6 關鍵組件的開發，並將其 API 模組化，植入 All-IPv6 測試平台中，進行系統整合；再藉由 JAIN 服務開創環境達成行動服務功能之測試。主要完成了 UMTS 中的 HPS 封包排程機制、具 QoS 群播服務的 SSANQIM 系統、MIPv6 測試環境、IMPS (Instant Message and Presence Service) 系統、及 OSGi-based Home Networking 之建立與整合應用等。

關鍵詞： All-IPv6 網路、UMTS/GPRS 網路、無線區域網路、無間隙傳輸、NBEN 網路、VPN

網路、Multicast、Mobility、開放式服務平台、OSGi 平台

Abstract

Network applications have undergone explosive growth following improvements in computer technologies and the development of the Internet. An address on the IPv4 protocol is defined using 32 bits, insufficient to support IP network applications. This issue becomes more complex when the number of UMTS/GPRS users increases to 10 billion or more on IP-based applications. The IETF Task Force defined the IPv6 protocol to solve this problem. An integrated research project "All-IPv6 Networks and Applications" was established to help to build an All-IPv6 application environment for the telecommunications industry. The aim of this project was to develop advanced technologies and systems for All-IPv6 networks, including the handoff scheme, mobility management, multicast service method, multimedia applications, security, and QoS guarantee. The developed technologies will be embedded into the All-IPv6 testbed. The feasibility of this system will be investigated using an open service platform. According to the functional requirements of this project, the research timeline is divided into three stages (phases).

The first-stage project focuses on the design of the interworking system and high-quality data communication services for All-IPv4/IPv6 networks. Tasks include developing an interworking mechanism among GPRS, WLAN, IPv4/v6 Router, Core MPLS Switch and NBEN to support a "seamless transmission" environment. The GPRS Emulator & WLAN handoff service analysis, multicast service planning, media stream control, and the open service platform interface were performed.

The second-stage project focuses on the design of All-IPv6 network and the service of highly efficient multimedia application. We established the "seamless transmission" environment and the pure IPv6 network. More achievements we finished, including the handoff service analyses of UMTS Emulator between WLAN and GPRS respectively, the seamless multimedia stream system of dynamic

multicast, and the integration of open service platform and its APIs.

The third-stage project focuses on the design of Mobile All-IPv6 network and the service of mobile multimedia application. Our tasks have completed the HPS packets scheduling technology for UMTS、the QoS framework of SSANQIM with QoS multicasting、MIPv6 environment testbed、IMPS (Instant Message and Presence Service) system、OSGi-based gateway to integrate heterogeneous communication technologies used in today fast digitalized families. Also, through the construction of QoS Manager, we can reach the demand of QoS.

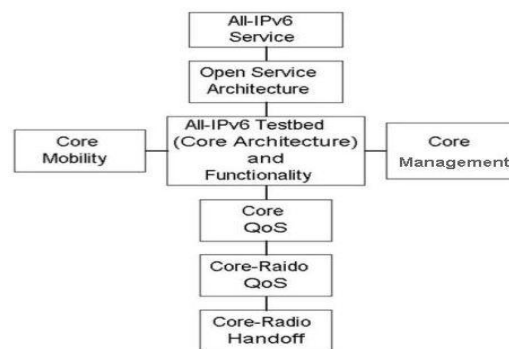
This work will provide a “highly efficient” and “high quality” All-IPv6 network and application environment. More key modules, including an interworking scheme, a security module, a mobile agent, and various protocols for improving system QoS were developed. These modules will then be applied to the All-IPv6 network and applications to provide responsive information services. We believe that the results of this research solve outstanding technical problems in All-IP network establishment, handoff technology, wireless, mobility and high quality assurance.

Keywords: All-IPv6 Networks, UMTS/GPRS Emulator, Seamless Handoff, NBEN, VPN Network, Multicast, Mobility, Open Service Architecture, OSGi

二、緣由與目的

許多研發單位致力於研究如何將 IP 的技術運用在行動通訊的應用及服務上，期使整合現存的 Circuit Switching 及 Cellular 系統。”All-IP” End-to-End 的策略正在研發中，一般統稱為第四代（4G）系統(<http://www.mobile4g.com>) [1]，它擁有更高的多媒體資訊承載能力、更快的傳輸速率以及以 IP 來傳遞資料等多項功能。4G 將不會只是單一標準化的無線通訊介面，而是許多技術及標準的集合，當 3G 系統被廣泛應用時，研究便會著力於 4G 的發展。

本研究建構一高效能及高品質之 All-IPv6 服務應用環境。圖一是本研究所研發之主題，我們依主題分成五個研究子計劃群，進行關鍵技術開發及系統整合。以下茲就本研究之相關背景知識如 All-IP、IPv6、All-IPv6、6bone 及多媒體應用的演進、服務特性、架構觀念敘述之。



圖一：本研究研發之主題

1. All-IP 網路[2-4]

行動通訊於現今的資訊社會中扮演一個重要的角色。3G 或 B3G 通訊系統將逐漸改變為可允許數據型資料傳輸的網路系統，可提供無線數據及語音服務的第三代行動通訊網路(3G)將在未來通訊中扮演此重要的角色。因應全球電信趨勢，3G 行動通訊網路將以封包傳輸為基礎，有效地提供全方位服務，其核心網路將由傳統電路交換為基礎的網路轉移到以封包交換為基礎的網路架構。而享受 3G 行動通訊網路所提供各項先進服務的使用者，將可透過手機，迅速上網，並能在不同的網路間漫遊。不久的將來，不論是分封網路(Packetized Network)、個人行動通訊系統、非連接導向之交換網路(Connectionless Switching)或智慧型網路服務，都將以 IP 為其基礎。在 IP 世紀，利用無線行動網際網路協定(Mobile IP)，電信業者可提供全方位的無線行動上網功能(Global Mobility)，使用者可以在 UMTS(GPRS)網路、PSTN 網路、WLAN、乃至於藍芽網路(Bluetooth Network)之間任意上網，漫遊於網際網路之中。

2. IPv6 協定

現有的 IP 協定 IPv4 的位址已不敷使用；為滿足未來超過 10 億的行動通訊使用人口對 IP 位址的需求，更具彈性的 IP 技術應運而生。因之，IPv6 將成為網際網路與依賴網際網路技術之企業的一項重大進展，與 IPv4 相較，IPv6 在許多方面都有重大的改進，許多研究單位正在努力推廣此一技術，以期在未來快速採用 IPv6；但是如果考量到這種移轉將影響數以百萬計的網路裝置，顯然 IPv4 與 IPv6 將會在網際網路中共存一段時間。可以確定的是，IPv4/IPv6 轉換必將進行。現有廣大網際網路用戶要由 IPv4 轉移至 IPv6 網路，並非一蹴可基，而必須有一轉移過程逐步而為。本研究將建置 IPv4/IPv6 共存環境及 Pure IPv6 環境，以因應未來 All-IP 之架構特性。

3. IPv6 實驗網路 (6Bone)

6-Bone 是為了在 Internet 上推廣 IPv6 的一個全球性 IPv6 測試平台。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。6-Bone 的主幹是由許多相互連接的網路服務提供者 (ISP) 及用戶網路所組成。事實上，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。目前 6-Bone 的目標在於獲得一些使用經驗，以便對 IPv6 的傳送提供早期的政策及程序。

4. All-IPv6 網路之服務應用

IPv6 的使命並不是只侷限於位址擴增即時雨的角色，更重要的是打破傳統上 Internet 固定化的觀念，提昇為「經常性接續」和「寬頻化」的境界，影響的層次將打破各領域界限的鴻溝。在 IPv6 來臨之後，將造就手機和家電在 Internet 上網的密度。事實上在許多的研究報告中，均指出未來利用手機上網的人數將超過 PC。由於手機和 PDA 此類的攜帶式 IA 裝置，所配備的記憶體容量有限，利用上網分散記憶體到主伺服器是非常好的創意與策略；再者其搭配的微處理器亦得隨功能的擴大而提昇性能，增加功率消耗和成本。在上網之後，微處理器的主要負荷可由主伺服器來承擔，上述裝置只要肩負資訊的顯示和上網的機能即可。在 IPv6 大幅增加 IP 位址之後，將使這些裝置上網的數量不必再受到限制，並可以透過 Internet 相互連結通訊。

5. All-IPv6 網路應用

在 IP 世紀，利用無線行動網際網路協定 (Mobile IP) 及 IPv6 網際網路，將可擁有全方位的無線行動上網功能 (Global Mobility) [5,6]。有些單位開始在網際網路上提供 IPv6 服務，目前也有若干世界性的 IPv6 實驗網路出現，其中最著名的要算上述的 6Bone 網路。IPv6 Testbed 幾個重要發展：1996 年中，6Bone 網路 Testbed 開始測試 IPv6 的規格，並於美國、歐洲、日本開始實作；1997 年中，6Bone 網路調整為具有末端子網的骨幹網路核心；1997 年底，6Bone 網路轉換成新的 Aggregatable Unicast Addressing 格式；直至今日，6Bone 網路它聯結了歐洲、北美與東亞。

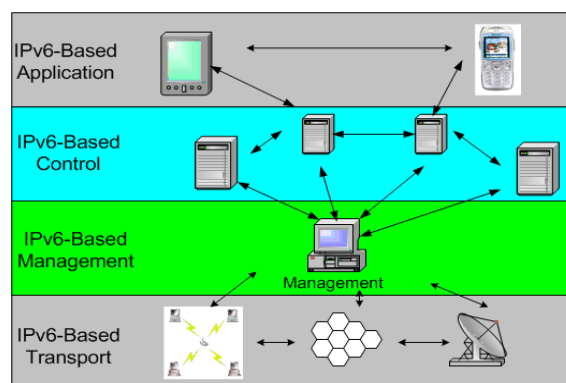
從長遠的觀點來看，All-IPv6 強化了以 IP 及行動為主的系統，並供給多重存取環境 (例如：UMTS、GPRS、WLAN) 和建立一個安全且品質合宜的 IP 網路環境[7,8]。但一個 All-IPv6 網路並非一蹴可及，同時能夠使用行動通訊及連上 Internet 的設備造成了一些技術上的挑戰，包含網路的設計、互連、管理及服務應用以及 Seamless Mobility、Security、QoS、Multimedia Service、Service Creation 及如何運作等。本研究針對 All-IPv6 網路與應用上的問題，提出解決方案，以提供未來跨入 All-IPv6 之參考。

三、結果及討論

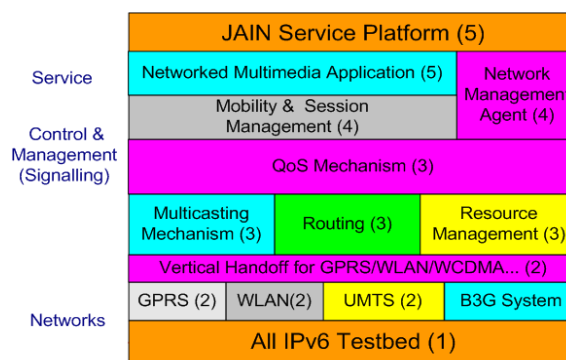
本計畫針對新一代 All-IPv6 網路架構中有關交握、移動性、群播 (Multicast)、多媒體應用、安全、漫遊、及品質保證等技術進行研究，並完成 All-IPv6 的網路實驗測試平台的建置及 All-IPv6 的 JAIN-based 應用整合平台。此網路實驗測試平台並將透過與 NBEN、6Bone、6REN (IPv6 Research and Education Network) 上各實驗點的共同合作，以擴大研究成效。All-IPv6 網路之系統功能如圖二所示；基於圖二之系統功能及上節所述系統之研發要點，本研究計畫規劃出系統研發分工架構，如圖三所示。本研究分三階段 (期) 進行。第一至三期業已執行完畢。以下茲就第一、二期計畫的執行

回顧及第三期計畫的執行成果敘述之。

第一期計畫的研究目的係 All-IPv4/IPv6 互連網路設計與高品質數據通訊。其著眼於 All-IPv6 Testbed 「功能完整」之議題，研究主旨在於架設 GPRS Emulator、WLAN 網路、IPv4/IPv6 Router、Core MPLS Switch、NBEN 互連機制，提供網路數據應用之「無間隙傳輸」的通訊環境。完成內容包括有 GPRS Emulator 與 WLAN 網路建置與進行跨網服務分析、Multicast 服務架構規劃、Media Stream 控制、AAA 應用技術研究、MPLS 路徑器標記交換路徑建立及開放式服務平台介面定義等項目。



圖二：All-IPv6 網路之系統功能



圖三：各子計畫之系統分工

第二期計畫最主要以 All-IPv6 網路設計與高效能多媒體應用服務為主。其著眼於 All-IPv6 Testbed 「使用便利」之議題，並完成「無間隙傳輸」的環境架設，我們將落實 Pure IPv6 服務環境的建構，以強化多媒體資訊承載能力。本期研究，我們開發完成 Handoff 技術、QoS 策略、Motion Estimation 方法及 Service Logical Execution 環境等。

第三期計畫最主要是以行動 All-IPv6 網路設計與多媒體應用服務為主。其著眼於 All-IPv6 Testbed 「運作最佳性」之議題，我們將 All-IPv6 Testbed 開發模組進行系統的整合，完成後在 UMTS/GPRS Testbed 中進行多媒體服務的運作與測試。並開發一套 All-IPv6 效能評估系統，進行服務應用之監控與網路運作效能量測，作為各子

計劃強化關鍵組件之依據。亦可提供未來 All-IPv6 網路應用 Service 和 Network Provider 系統運作之參考。在本期研究中，我們開發完成在 UMTS 中的 HPS 封包排程機制、具有 QoS 群播服務的 SSANQIM 系統、MIPv6 測試環境、IMPS (Instant Message and Presence Service) 系統、無縫隙行動運算之異質網路決策系統及 OSGi-based Home Networking 整合應用等技術。以下茲分述各子計畫之成果。



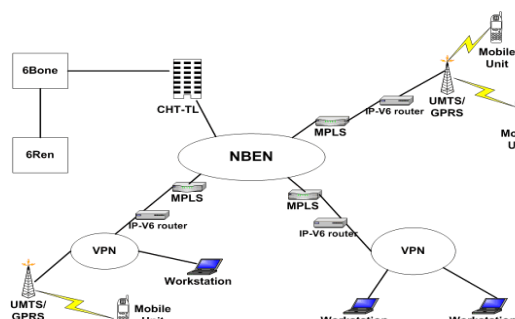
圖五：GPRS Core Network 測試平台

1.子計畫一： All-IPv6 Testbed 建置

本研究之 All-IPv6 Testbed 建置於台大電機系實驗室(三期計畫之架構如圖四所示)，第一期計畫研究著眼於 All-IPv6 Testbed「功能完整」之議題，完成「All-IPv6 Testbed 的建置」及「GPRS Emulator 建置」之研發。

● 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 Emulator 作為行動互連網路，整個網路涵蓋範圍包括 IEEE 802.11 WLAN、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。

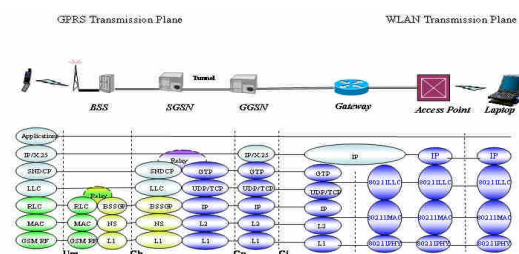


圖四：本研究網路互連架構圖

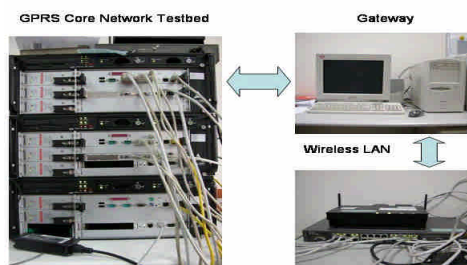
● GPRS Emulator 建置

我們建置的 GPRS Core Network，SGSN 架構在 Solaris 的系統上，負責 Session Management 及 Mobility Management。GGSN 架構在 Linux 的系統上，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。所建置的 GPRS Core Network Testbed 如圖五所示。

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 轉換機制如圖六所示，圖七為本研究執行 GPRS Core Network Testbed 及 WLAN 透過一 Gateway，直接作連接。



圖六：GPRS-WLAN 轉換機制



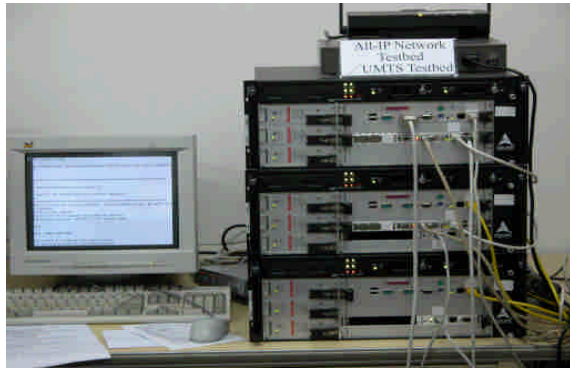
圖七：GPRS-WLAN Gateway 架構

同時，對於連接異質網路的機制，我們也進行了 Performance 分析，包括：

- 1) Queue Length 分析
- 2) Loss Rate 分析
- 3) Throughput 分析
- 4) Delay 分析

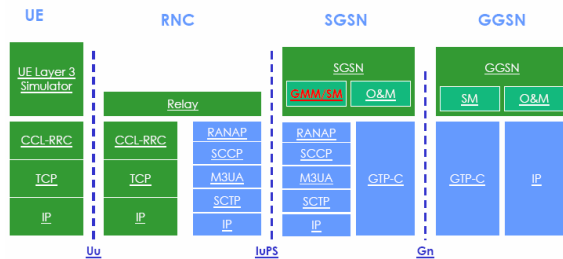
第一期計畫中我們完成 GPRS Emulator 網路平台建置，搭配第二期計畫之 UMTS Emulator 網路平台的建置，以達成第一期計畫之「功能完整性」的目標。所以第二期計畫的研發目標乃基於提供 GPRS/UMTS 網路的服務及使用所建置完成之 Testbed，來開發 All-IPv6 的測試環境(Pure IPv6)，並提出 WLAN/UMTS 雙網架構與 GPRS/UMTS 服務網路資源分配策略，以達到系統整合與使用的便利性。

● UMTS Emulator 建置

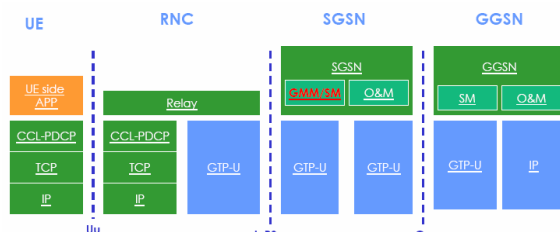


圖八： UMTS Testbed

本計劃所建置的 UMTS Testbed 如圖八所示，此 Testbed 最主要是依據 3GPP R99 的規格。Core Network 及 RNC 使用 VxWork 系統，RNC 利用 ATM 和 CN 連接以完成 Iu 介面；HLR 主要紀錄使用者的資訊及位置。SGSN 使用 Solaris 系統，負責管理 Session Management 和 GPRS Mobility Management，利用 SS7 和 HLR 互相溝通；而 GGSN 使用 Linux 系統，依序開啟與 Radius Server、Session Management、GTP-U、GTP-C、Data Relay 等，以建立與 SGSN 溝通的 Gn 介面和與 Internet 連結的 Gi 介面。此 UMTS Emulator 的 Protocol Stack 如圖九及圖十所示。



圖九： Control Plane Protocol Stack



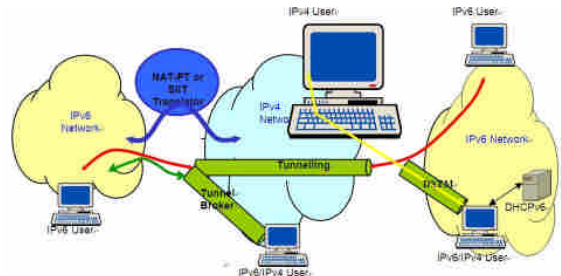
圖十： User Plane Protocol Stack

● IPv6 Testbed 架設

IPv6 Tunnel Broker 方式：

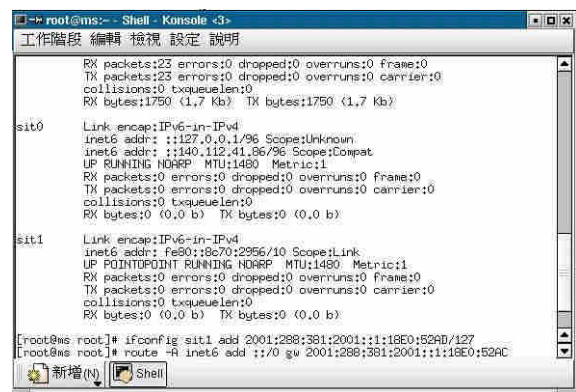
在我們的 Mobile Station 端是使用 IPv6 在 IPv4 協定的方式(如圖十一)，將 IPv6 的位址包在 IPv4 的封包中，透過 GPRS Testbed 上 IPv4 網路，經 IPv4 網路繞送到東華大學的 Tunnel Broker，此時再將 IPv4 的封包轉成 IPv6 的封包上 IPv6 網路，我們在使用 Tunnel Broker 之前必須做一些先前的準備動

作，首先我們必須在有提供 Tunnel Broker 的網站登入，我們開始一個新的 Tunnel，此時系統會分配一個 IPv6 的位址我們，我們拿到這個 IPv6 的位址，我們就可以開始測試是否可以上 IPv6 的網路。



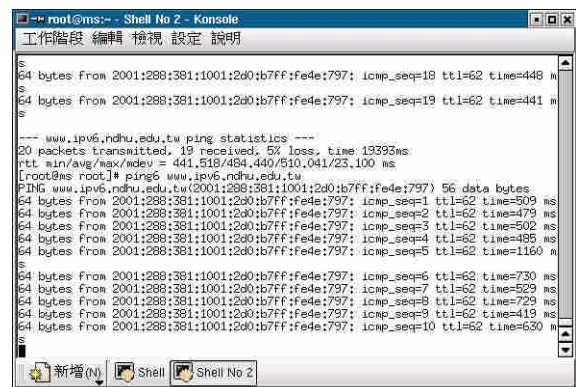
圖十一： Tunnel Broker 運作圖

已連上 Tunnel Broker 之 MS，其網路組態當中可以清楚看到我們的 MS IPv6 位址，如圖十二。



圖十二： MS 網路組態

為了驗證我們架設的成果，我們 Ping 東華大學的 IPv6 網站，可以看到回應的狀況及它的 IPv6 位址。這個 IPv6 Tunnel Broker 網站幫我們介接上 IPv6 網路(如圖十三)。



圖十三： Ping 東華大學的 IPv6 網站

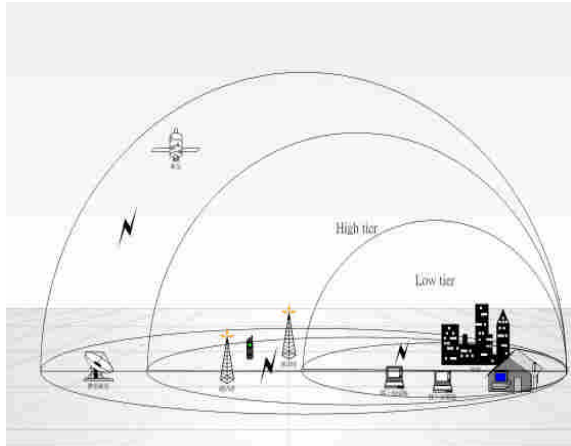
● IPv6 Router 設計

(1)設定環境

系統

Linux

以 UMTS 作 High tier，IEEE 802.11 為 Low tier，架構一個 Two tier 的網路使用環境(如圖十七所示)，結合 UMTS 所具之高移動性以及 WLAN 所具之低花費、高傳輸頻寬的特性，以使得使用者能夠在任何時候依其需求使用最佳的網路作為其接取網路進而與遠端的 IP 網路進行連接及通訊。當使用者位於人口較稠密的區域或市內，可以選擇 WLAN 進行網路連結，當使用者處於快速移動或是較空曠的環境下，可以選擇 UMTS 來進行通訊。依其通訊時間、地點、移動速率、品質與傳輸速率的不同，提供使用者最符合經濟效益、無所不在、無處不連的寬頻無線多媒體網際網路服務。

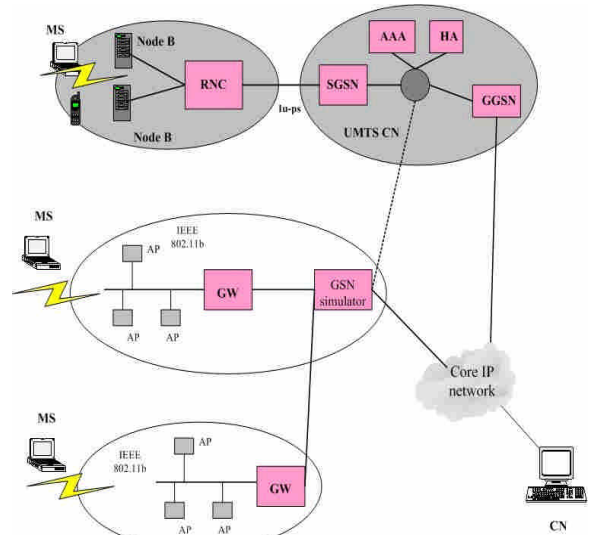


圖十七：Two tier 網路架構圖

針對不同類型的網路架構、傳輸方式、傳輸速率、傳輸品質、QoS(Quality of Services)策略、資源管理模式皆有很大不同，一般來說有三種架構，第一種為 Loose coupling 架構，第二種為 Tight coupling，第三種為 Peer network。

(1)Loose coupling

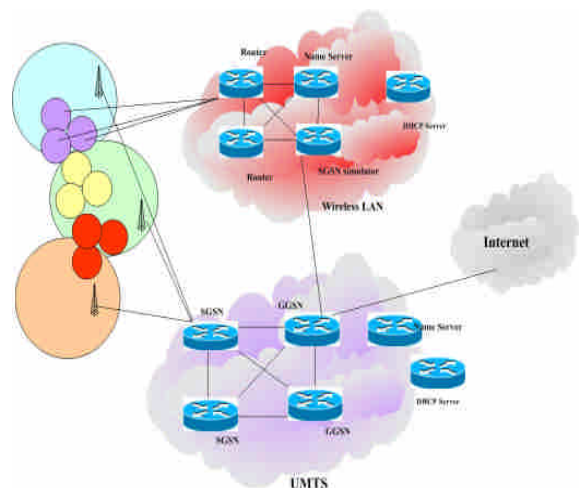
以 UMTS 為母網(Home Network)，而 WLAN 為客網(Visited Network)，在架構中新增一個 GSN 模擬器如圖十八所示，它結合了 SGSN 及 GGSN 的功能，控管多個 WLAN。在這架構下 UMTS 及 WLAN 為不同的兩個 routing area，但 GSN 模擬器具有與 UMTS core network 溝通的能力，如圖中虛線所示，GSN 與 UMTS core network 傳遞控制訊息，UMTS 與 WLAN 使用相同的 AAA 資料來作使用者之認證、授權與帳務管理。但是 data traffic 則是由 GSN 模擬器直接與外部網路進行交換。



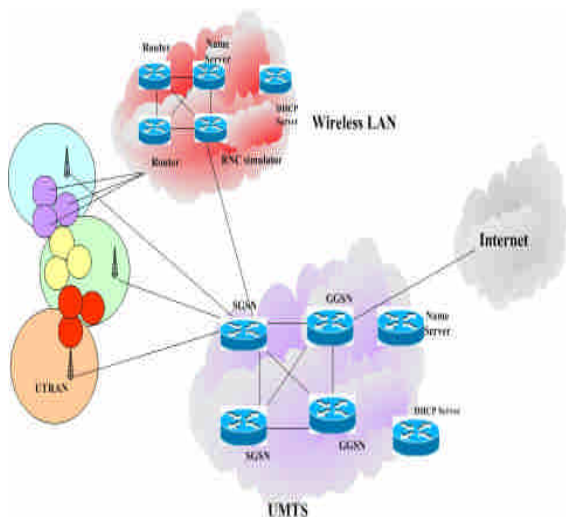
圖十八： Loose coupling 架構

(2)Tight coupling

WLAN 新增一個 SGSN(如十九圖所示)或 RNC 模擬器(如圖二十所示)，前者在 WLAN 系統增加一個 SGSN 模擬器，許多的 WLAN 系統連接到 SGSN 模擬器，SGSN 模擬器再連接到 UMTS core network。在此種架構下，WLAN 系統為 UMTS 下的一個子系統，類似 UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)，所以當使用者由 WLAN 環境換手至 UMTS 環境或由 UMTS 環境換手至 WLAN 環境時可以節省一個更換 IP address 的步驟。後者在 WLAN 系統增加一個 RNC 模擬器，其具有與 UMTS 系統之 RNC 相同功能，透過 Iu 介面與 SGSN 連接。Tight coupling 架構中 WLAN 系統的控制訊息或資料訊息皆透過 UMTS core network 對外傳輸。



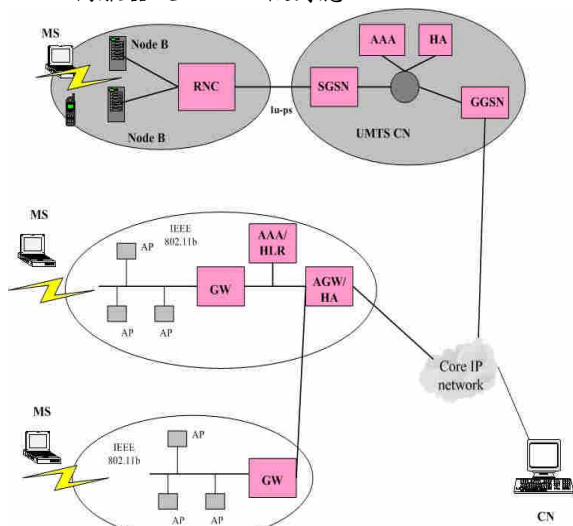
圖十九：使用 SGSN 模擬器之 Tight coupling 架構



圖二十：使用 RNC 模擬器之 Tight coupling 架構

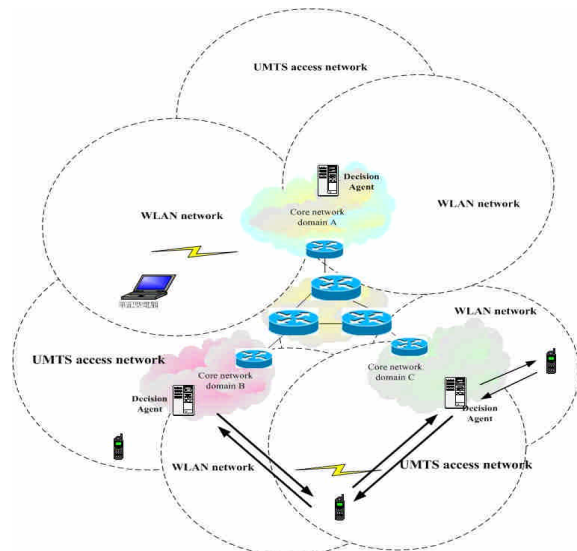
(3) Peer network

在 Peer network 架構中(如圖二十一所示)WLAN 及 UMTS 為兩個獨立的接取網路,當使用者要從 WLAN 系統下換手至 UMTS 系統時,必須通過 UMTS 系統的認證,相反地,當使用者要從 UMTS 系統換手至 WLAN 系統時,亦必須通過 WLAN 系統的同意。為了達到在兩個獨立的接取網路下進行換手,我們採取 Mobile IP 機制。在 WLAN 系統中會新增加 HLR 仿真器、AAA 伺服器及 Access gateway 來與 UMTS 系統中的 HLR、AAA 伺服器及 GGSN 做對應。



圖二十一：Peer network 架構

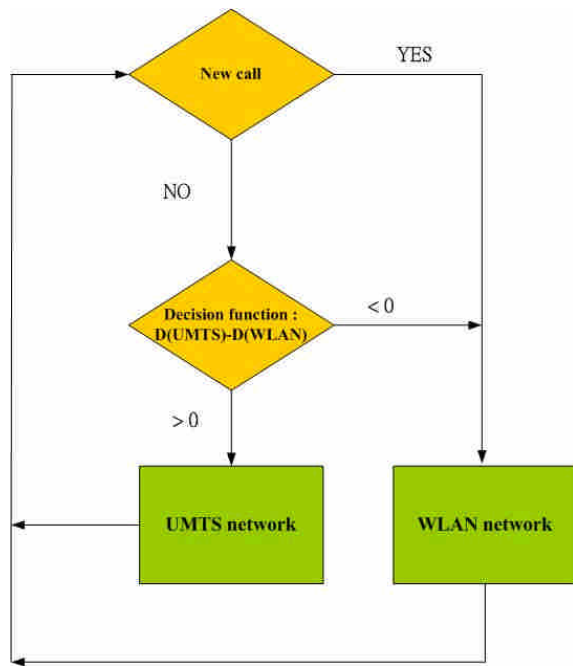
在 UMTS/WLAN 雙網架構中加入一個 Decision Agent (如圖二十二所示), Decision Agent 包含即時監控網路的情況及擔任 QoS 代理者的角色來取得目前網路上有多少可用的資源之資訊。Decision Agent 會定時的去探測網路上的狀況,經由 decision function 計算後,再將資訊傳至使用者端提供使用者參考該選擇何種網路進行服務最為適合。每個 Decision Agent 會同時監控偵測許多異質性的網路,然後將資訊送至所監控偵測網路下的使用者。



圖二十二：使用 DA 來控管 UMTS/WLAN 雙網架構

為了提供行動裝置使用者能夠無時無刻皆能擁有最佳的通訊網路使用環境與使用品質,本計畫提出了一可施行於雙網架構中的決策法則以及決策方程,來替使用者與行動裝置選擇一最佳的網路(WLAN or UMTS)作為接取網路。以下分別就決策法則與決策方程分別加以敘述說明。

在決策法則上(如圖二十三所示),當使用者第一次與接取網路做連結時,會先讓使用者選擇 WLAN。而等使用者連結上網路之後,經由 Decision Function 分別計算 WLAN 與 UMTS 網路的使用效益會得到不同的決策值,透過比較不同的決策值大小,大者為優,為使用者優先選擇使用的對象。而另一種狀況下,若使用者不是第一次與接取網路做連結,則每隔一段週期便透過決策方程代表不同網路的決策值,同樣地透過比較決策值大小便可以判定在某一個時間點的各项使用因素影響下哪個網路的使用條件比較適合使用者與行動裝置,進而提供使用者進行換手,適時的挑選最佳接取網路以達到擁有最佳使用環境的目的。然而計算出來的決策值之差也有可能為零,這表示使用 UMTS 網路與使用 WLAN 網路的成本與所能獲得的綜合效益相同,所以使用者無須做換手的服務,只需留在原本所使用的網路系統下。



圖二十三：決策流程圖

決策方程定義如下：

$$D(R, M, D', J, L, C) = R \times (a \times M + b \times D' + c \times J + d \times L + e \times C)$$

各參數如下列：

R: 1 or 0

M: $\frac{\text{Times}_{moving}}{\text{Times}_{all}}$

D': $1 - \frac{\text{Delay}_{UMTS/WLAN}}{\text{Delay}_{UMTS} + \text{Delay}_{WLAN}}$

J: $1 - \frac{\text{Jitter}_{UMTS/WLAN}}{\text{Jitter}_{UMTS} + \text{Jitter}_{WLAN}}$

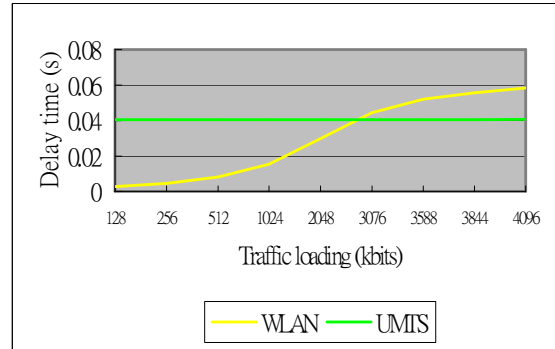
L: $1 - \frac{\text{Loss Ratio}_{UMTS/WLAN}}{\text{Loss Ratio}_{UMTS} + \text{Loss Ratio}_{WLAN}}$

C: 1 or 0

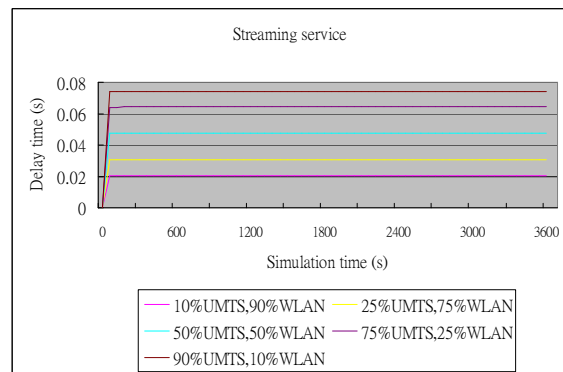
R 代表 Resource，假使該網路具有足夠的可用頻寬，則 R 的值為 1，反之則為 0。M 所代表的是 Mobility，以一個相對的比例值來表示，分子是過去使用紀錄當中使用者使用 WLAN 或者 UMTS 網路具有高移動性的使用次數，而分母則是過去使用者的總使用網路次數。D' 所代表的是資料封包在網路上傳輸的延遲時間之比值，以 WLAN 或者 UMTS 網路上資料封包傳輸的延遲時間做分子，分母則是資料封包在兩種網路傳輸加延遲時間的總和。相同的，Jitter 以及 Packet loss ratio 也均是分別代表在不同網路環境下的相互比較值。C 所代表的是 Money cost，假使是 WLAN 網路，則值為 1，反之則為 0 代入。而每個變數之前均有一參數供作調整。因為假如使用者所強調的是通訊時的服務品質，則 D'，J 以及 L 的參數值可以調整大一點。

利用 UMTS Emulator，結合其中的 UMTS 模組以及 WLAN 模組進行雙網架構的模擬實驗。

WLAN 和 UMTS 網路對於 Delay time 的表現結果如圖二十四所示，圖中充分顯示決策方程搭配決策法則的使用時機，在 UMTS 表現較優時，選擇 UMTS 網路使用，在 WLAN 表現較優時，則 WLAN 為較優先的選擇。圖二十五為雙網架構下，模擬使用者不同換手機率下所發生的 Delay time 表現情形，可看出使用 UMTS 網路佔越大的比例 Delay 的情況越嚴重，所以在雙網架構下的 Delay time 一定小於 UMTS 網路且又比 WLAN 具 Mobility。



圖二十四：Delay time with different loading

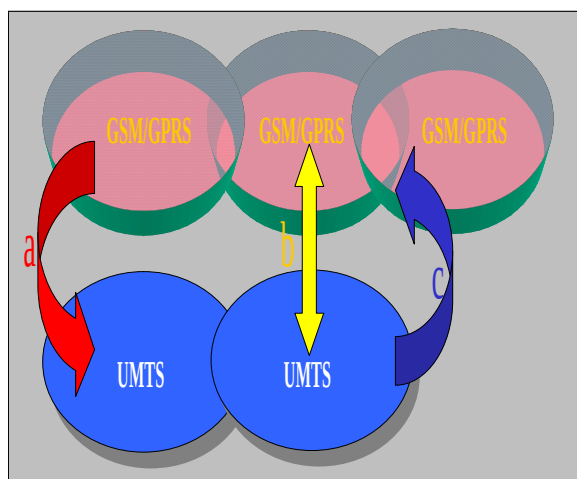


圖二十五：The delay time of streaming service in integrated UMTS/WLAN

● GPRS/UMTS 服務網路資源分配策略

UMTS 與 GPRS 相較的差異，在於能提供寬頻的數據傳輸，突破以往只能提供語音服務和低速數據服務的限制。在行動通訊新舊世代交替之際，GSM/GPRS 如何與 UMTS 並存，整合行動通訊系統且能發揮最大的效能，是本研究的主要目的。

UMTS 系統提供較高頻寬，而 GSM/GPRS 系統提供高覆蓋區域，所以本研究整合 UMTS 及 GSM/GPRS 兩種系統，可以互相平衡負載，以利系統正常運作且使用者所受到的服務並不受影響。再以下幾種例子可以看見整合 UMTS 系統及 GSM/GPRS 系統的益處。



圖二十六：Handoff scenario

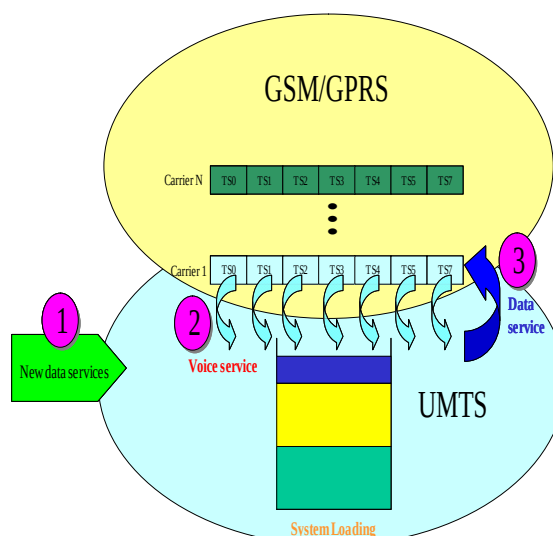
當使用者處在可同時接收到 UMTS 及 GSM/GPRS 的訊號時，由於 UMTS 可以提供較好的多媒體數據傳輸品質，所以使用者可以換手至 UMTS 系統下(如圖二十六(a)所示)。

在 UMTS 系統或是 GSM/GPRS 系統達到所能承受最高負載時，將會降低系統所提供的服務品質。因此，若能將部分的使用者換手至鄰近負載較小的 UMTS 或是 GPRS 系統下(如圖二十六(b)所示)，將能舒緩原所在系統的負載量，達到資料量的平衡。

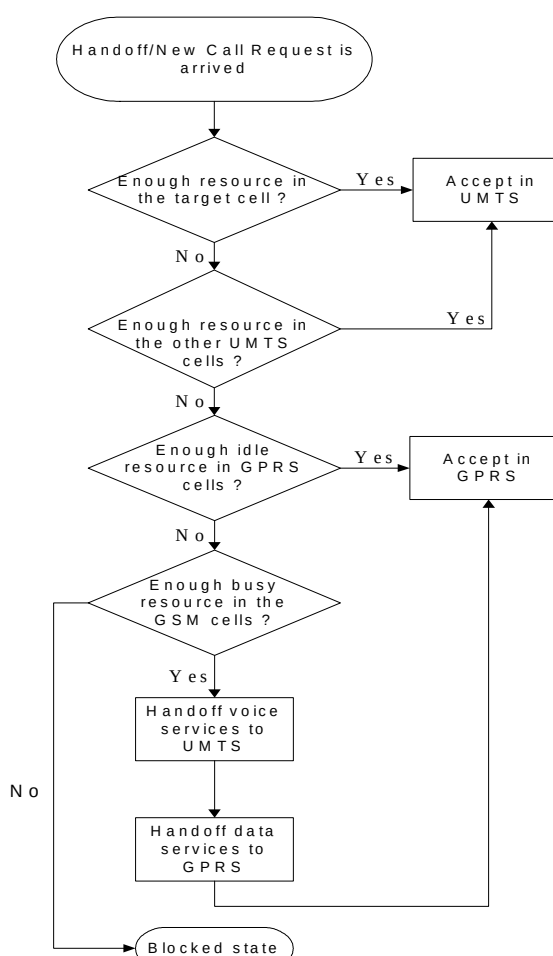
由於 UMTS 所覆蓋的區域較小，所以當使用者位在 UMTS 系統訊號較弱的區域進行數據服務時，可能會造成封包流失的情形，則使用者可以選擇換手至 GSM/GPRS 系統來進行服務(如圖二十六(c)所示)，確保多媒體服務的品質。

在 UMTS 系統內，語音服務應用新的編碼技術 AMR，一通語音服務只需 12.2 kbps；在 GSM 系統，一通語音服務需使用一個 Timeslot，而一個 Timeslot 在 GPRS 系統可以 21.4kbps 的傳輸速率來載送數據資料。

基於提高 Timeslot 利用率的考量，我們研究在整合系統內無線電資源有效率地分配方法(如圖二十七所示)。在新的分配方法內，規劃數據傳送以 UMTS 系統為優先服務系統(如圖二十七(1)所示)，語音服務則優先以 GSM/GPRS 系統來承載。當 UMTS 的細胞負荷過重時，系統將原本在 GSM/GPRS 系統中的語音服務換手至 UMTS 系統(如圖二十七(2)所示)，而將要求品質保證較低的數據服務轉至 GSM/GPRS 系統下(如圖二十七(3)所示)。



圖二十七：Balance the traffic loading

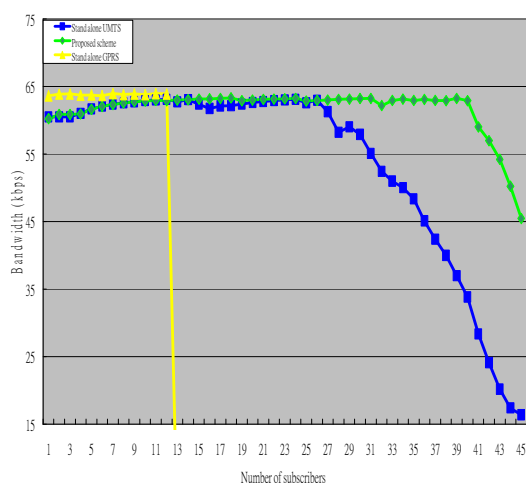


圖二十八：Proposed radio resource allocation scheme

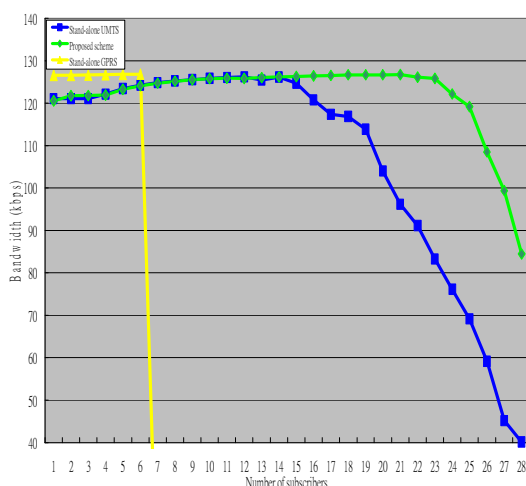
基於上述本計畫設計了一套決策機制(如圖二十八所示)，當UMTS系統有換手要求或是一封new call時，若UMTS系統的資源足夠則允許進入所在或是鄰近的cell下。若是UMTS系統資源不足，且GPRS系統資源足夠則進入GPRS系統。若UMTS系統資源不足且目前有可換手到UMTS系統的語音Timeslot，則將語音服務換手至UMTS系統，然後將服務品質要求較低的數據服務換手至GPRS

系統下，若目前無可換手到 UMTS 系統的語音 Timeslot，就先拒絕換手要求或 new call。

本計畫利用 GPRS Emulator 及 UMTS Emulator 來實驗及證明所提出的分配演算法的效能。packet size 設為 210bytes。



圖二十九： Average bandwidth of 64 kbps



圖三十： Average bandwidth of 128 kbps

針對平均傳輸速率(如圖二十九與圖三十所示)，在 64kbps 的傳輸速率下，GPRS 系統最多只能接受 12 個使用者同時進行數據服務，而 UMTS 系統最多只能接受 26 個使用者同時進行數據服務，但使用本計畫所提出的方法卻可同時容納 40 個使用者進行服務。在 128kbps 的傳輸速率下，GPRS 系統最多只能接受 6 個使用者同時進行數據服務，而 UMTS 系統最多只能接受 14 個使用者同時進行數據服務，但使用本計畫的方法卻可同時容納 24 個使用者進行服務。此數據證明我們的方法不管在 64kbs 還是 128kbps 的傳輸速率下都比單純使用 UMTS 或 GPRS 還來的有效率。

第三期研究計畫〈本期計畫〉，我們著眼於 All-IPv6 Testbed「運作最佳性」之議題，所執行的成果主要工作是完成「各子計畫研究關鍵模組植

入(行動多媒體通訊)」、「系統整合測試及運作測試」及「All IPv6 網路服務應用效能評估」。

在各子計畫研究關鍵模組植入和系統整合測試及運作測試方面，透過 OSGi[9,10] Gateway 的架設，已完成了 Java-based 之 E-Business、Video-on-Demand 及 On-line Gaming 服務，整體系統架構如圖三十一。



圖三十一：All-IPv6 網路之開放式服務平台之建置及植入

● OSGi 的架構

OSGi 標準制定主要目的在提供一個開放性平台，使得在遠端軟體服務供應商所提供的應用程式及加值服務軟體，能視使用者需求隨時下載至近端靠近用戶的開道系統上，接著自動安裝執行。為了達成這個目的，軟體服務供應商必須要根據 OSGi 所制定的規格去開發服務軟體，而靠近用戶端的開道系統也必須要將 OSGi 的功能整合至其中。

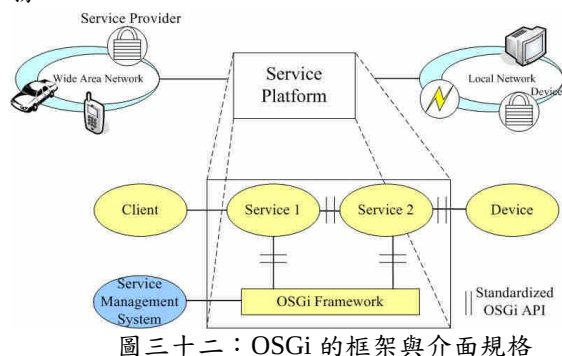
根據 OSGi 規格開發出的服務或軟體我們稱為 Bundle，而具有 OSGi 功能的開道系統稱為 Service Gateway。Bundle 要在 Service Gateway 上執行，而 Service Gateway 可以透過廣域網路從軟體服務供應商處下載不同的 Bundle。Bundle 是由許多各自獨立且功能互異的軟體模組所組成，在 OSGi 標準中將這一個個獨立的軟體模組稱為基本服務，相同的基本服務可以出現在不同的 Bundle 中，也就是說基本服務是可以被重覆使用的，而一個具有特殊服務功能的 Bundle 通常是由許多基本服務所組成。

Service Gateway 能自動偵測，並且將這個裝置的 Device Driver Bundle 下載安裝至其中。OSGi 的規格主要分為三大部份，包含：

- (1) 服務開道系統框架規格(Service Gateway Framework Spec.)
- (2) 服務開道系統應用程式介面規格(Service Gateway API Spec.)
- (3) 裝置存取規格(Device Access Spec.)如下圖三十二所示。

利用 OSGi Gateway，手機上網後將可透過 OSGi 向 Information Server 要求資料(如圖三十三)，進行 E-Business、Video-On-Demand(如圖三

十四)、On-line Gaming(如圖三十五)等多媒體的服務。



圖三十二：OSGi 的框架與介面規格

系統整合完成後，多媒體服務於此 Testbed 中進行運作與測試。本研究開發一套 All-IPv6 效能評估系統，進行服務應用之監控與網路運作效能量測，作為各子計畫強化關鍵組件之依據。亦提供未來 All-IPv6 網路應用 Service Provider 系統運作之參考。



圖三十三：OSGi 和 Information Server



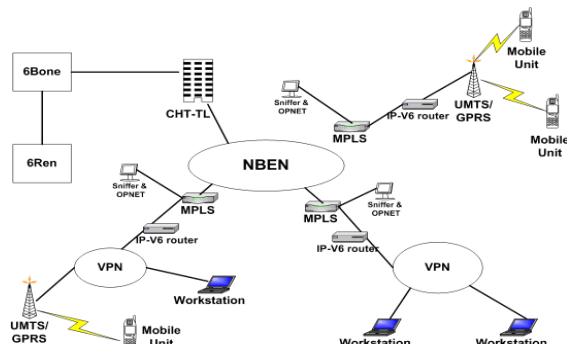
圖三十四：Video-On-Demand



圖三十五：On-line Gaming

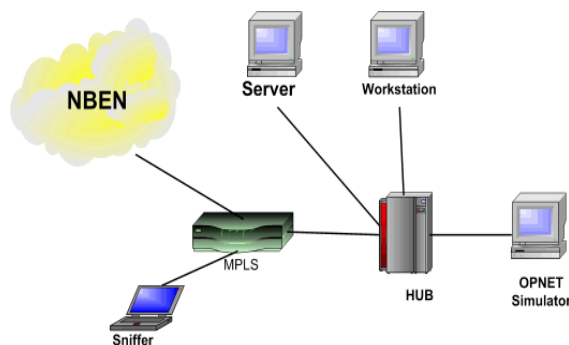
● Sniffer 機制

我們為了要檢查多媒體服務是否符合事先定義 QoS 要求，必需監測在 All-IPv6 Testbed 網路架構流動的資料封包。我們在已建置的 All-IPv6 Testbed 網路中之 MPLS 設備上架設 Sniffer 機制，隨時監看資料封包情形。該架構如圖三十六所示。

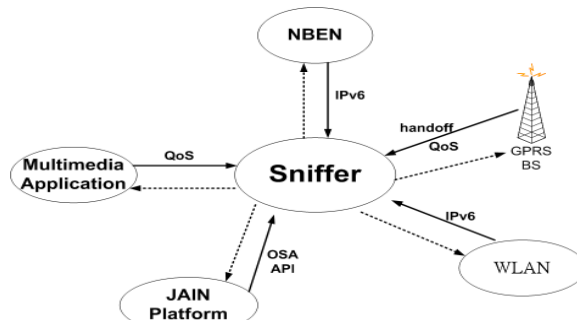


圖三十六：IPv6 Testbed 中佈置 Sniffer 架構

Sniffer 是一個在 RedHat 6.1 平台下發展出來的封包偵測器，利用該監視設備便可進行網路效能分析工作，因此是一套網路效能管理系統。再者，更可進一步分析該網路傳輸封包資料時，檢驗是否符合 QoS 的要求。在圖三十七中可看出，Sniffer 監視機制是架設在 MPLS 上，以便隨時檢測及搜集封包資料，再作進一步之分析。圖三十八顯示出 Sniffer 機制在 IP-V6 Testbed 架構上分別搜集各子網路資訊之運作情形。



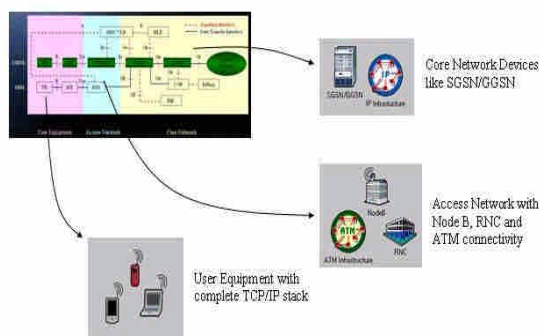
圖三十七：Sniffer 機制與 MPLS 之互連



圖三十八：Sniffer 機制與子網路互動關係

● All IPv6 網路服務應用效能評估

當我們搜集了 All-IPv6 Testbed 網路架構的封包後，我們利用 Sniffer 機制檢測及搜集封包的資料，輸入到模擬軟體的環境網路拓撲作進一步的網路效能評估，進行 All-IPv6 Testbed 網路服務應用之監控與運作效能量測，作為各子計畫強化關鍵組件之依據。圖三十九為效能評估之模組示意圖。

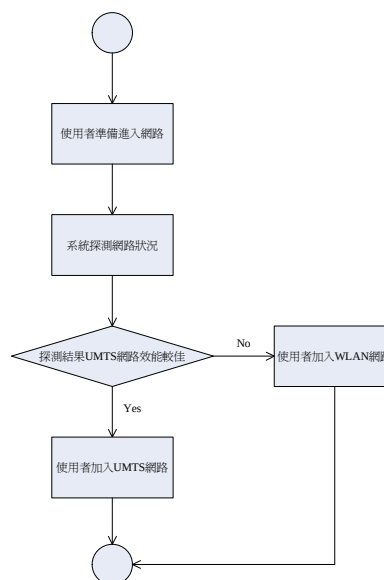


圖三十九：UMTS 架構模組示意圖

(1) UMTS/WLAN 雙網效能模擬

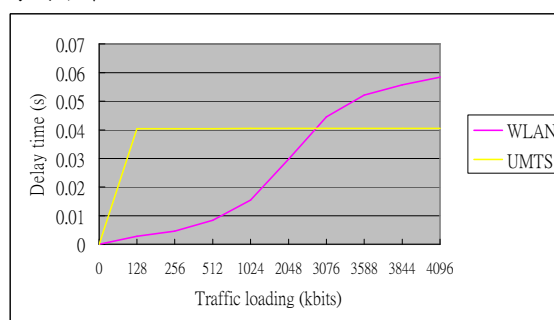
我們延續了上一期的 UMTS/WLAN 雙網效能模擬，在 All IPv6 網路服務應用效能評估方面，首先必需面對的，就是當網路上同時有太多使用者和太大的流量時，網路頻寬不足的問題，而在這部份，單純的使用 UMTS 網路或 WLAN 網路，其效能都將比使用結合 UMTS/WLAN 來的差，原因是當使用者和網路流量都愈來愈大的時候，UMTS 網路將沒有能力提供每位使用者完整的服務；而 WLAN 則會因為沒有多餘的頻寬，導致整體的效能下降；而結合 UMTS/WLAN 網路，則可同時運用兩者的資源，提供最好的服務給使用者。

在一個使用者要進入網路之前，先去探測目前兩者網路的狀況，獲得一些例如 Delay、Lost 和 Jitter 等資訊，依照這些獲得的資訊，選擇一個效能較好的網路加入，如此可以讓另一個效能較差的網路不再增加額外的負擔，如此，可以有效的提高整體的效能。下圖四十，為其判斷的流程圖。



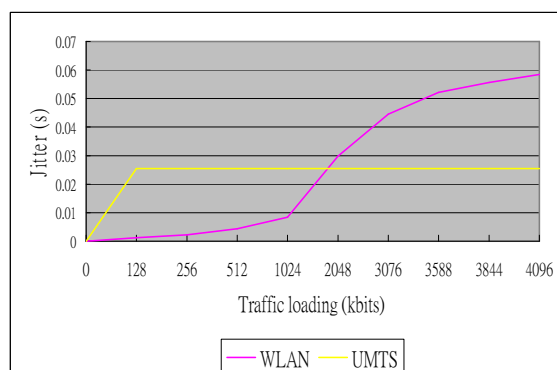
圖四十：網路效能判斷流程圖

以下則為實驗數據，實驗環境下 UMTS 網路和 WLAN 網路所能負載的流量不相同，藉此來研究不同網路的狀況。下圖四十一為 Delay Time 的數據圖，在 UMTS 下，Delay 在各種情況下幾乎都維持在 0.04 秒；而在 WLAN 下則隨著網路流量的上升傳輸延遲跟著上升。可以看出，當流量大於 3076kbits 時，UMTS 網路的 Delay 將小於 WLAN，在這樣的情況下，系統就可以分配使用者到 UMTS 的網路下。



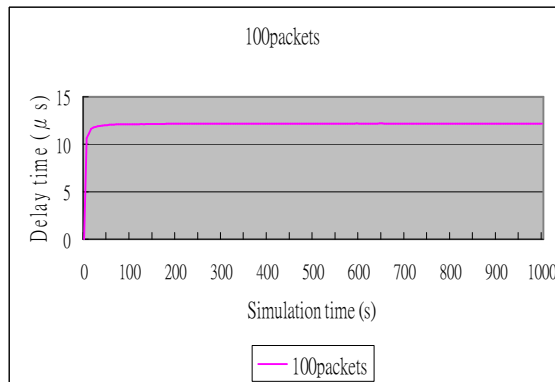
圖四十一：不同流量下的 Delay

下圖四十二則為另一個影響網路狀況的因素，Jitter。在 UMTS 網路下，Jitter 約為 0.02544 秒；而在 WLAN 網路下，其變動則比 Delay 還要大。當網路流量大於 2048kbits 時，UMTS 網路的 Jitter 就會比 WLAN 網路還要小。

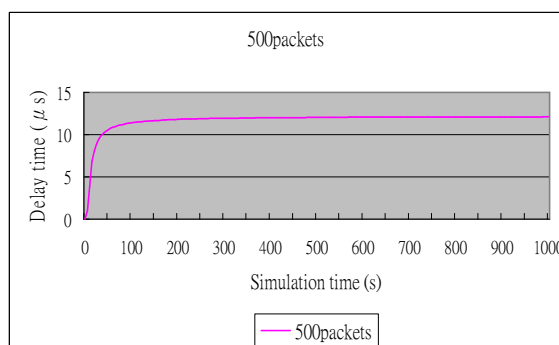


圖四十二：不同流量下產生的 Jitter

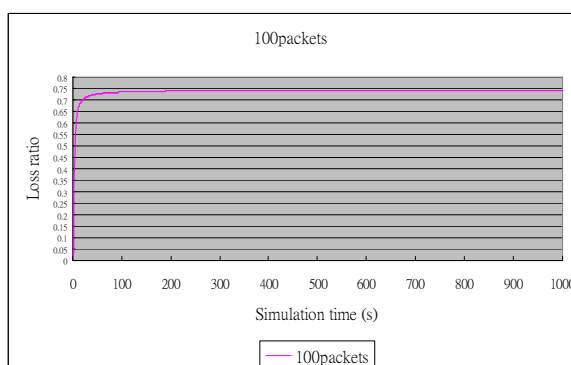
另外在 UMTS/WLAN 雙網下作 Handoff 將會導致 Delay 的產生和 Packet Loss，為了解決這樣的情況，在此將利用 Buffer，愈大的 Buffer 會使得 Packet Loss 減少，但隨之而來的，卻是 Delay 的增加。所以一直增大 Buffer 的大小，所得到的結果並非是好的，如下圖四十三、圖四十四、圖四十五、和圖四十六所示。在這裡 Buffer 的大小是需要討論的地方，以下針對當使用者在作 Handoff 時所使用的 Buffer 大小不同對於 Delay 和 Packet Loss 影響作了一系列的實驗，以便得到一個最佳的 Buffer 大小。



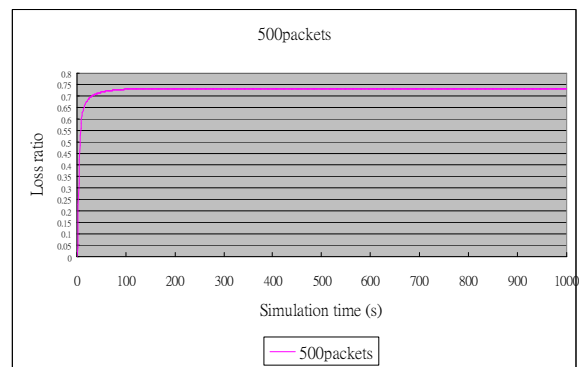
圖四十三：Delay time when packet size is 100



圖四十四：Delay time when packet size is 500



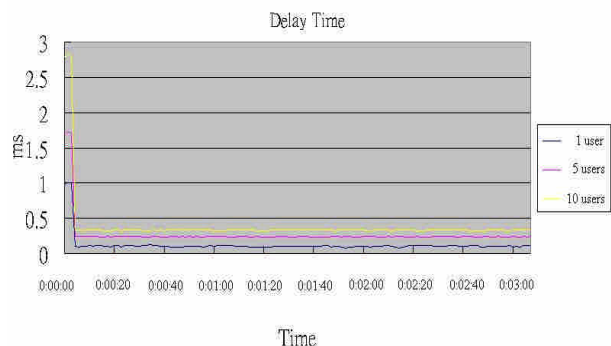
圖四十五：Packet loss ratio when packet size is 100



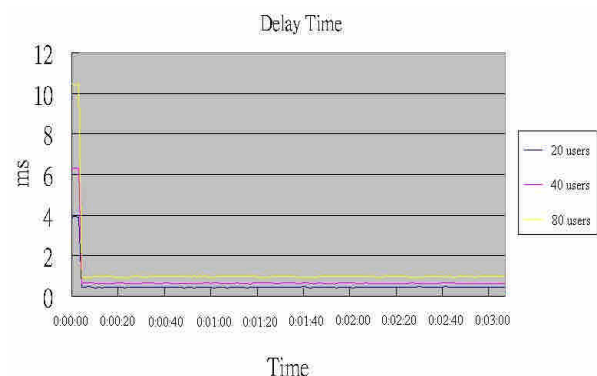
圖四十六：Packet loss ratio when packet size is 500

(2) OSA-based 平台 Video-on-Demand 模擬

本實驗模擬將以隨選視訊(Video-On-Demand)應用來作為 All-IP Test-bed 測試系統服務之效能。利用 Sniffer，我們測試了在使用者要求 Video-On-Demand 的應用情況下，不同數量的使用者所產生的 Delay，實驗結果如下圖四十七、圖四十八，當使用者連線進入 OSGi 時，Delay 會較高；而當使用者連線至 Information Server 時，Delay 則會降低。

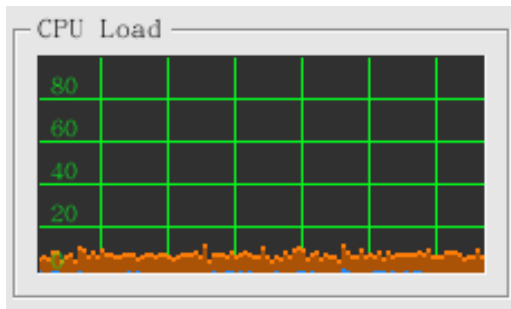


圖四十七：不同數量的使用者產生的 Delay(一)

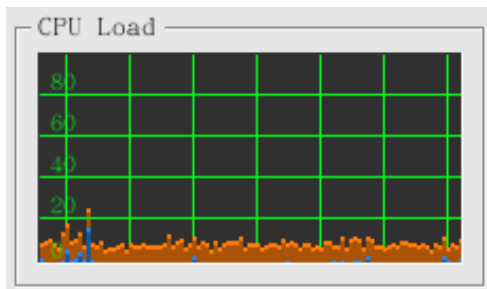


圖四十八：不同數量的使用者產生的 Delay(二)

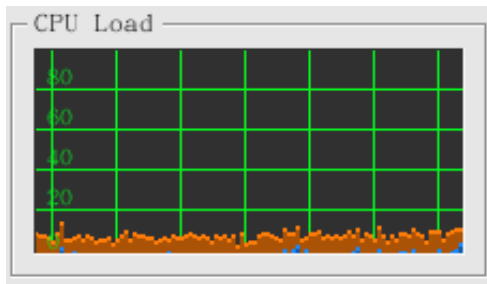
接著，我們測試了 OSGi 上不同數量使用者時的 CPU load，其結果數據如圖四十九、圖五十、圖五十一和圖五十二所示；可以得知，尤於 OSGi 對於使用者只作一些簡單的要求和回應，所以 CPU load 在不同數量的使用者下都維持在較低的位置。



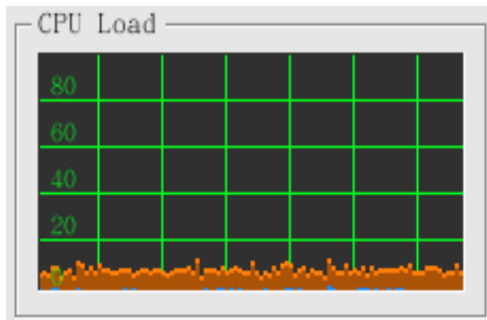
圖四十九：十個使用者下 CPU load



圖五十：二十個使用者下 CPU load

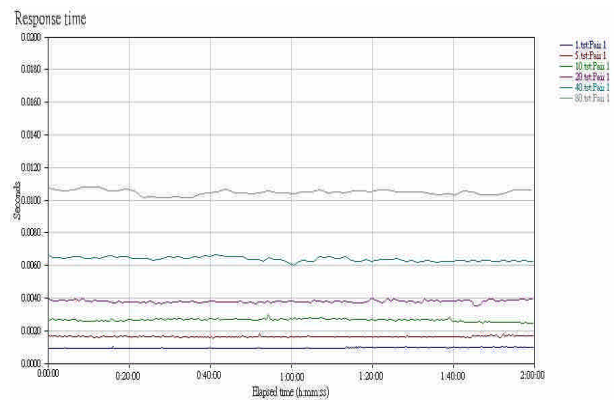


圖五十一：四十個使用者下 CPU load

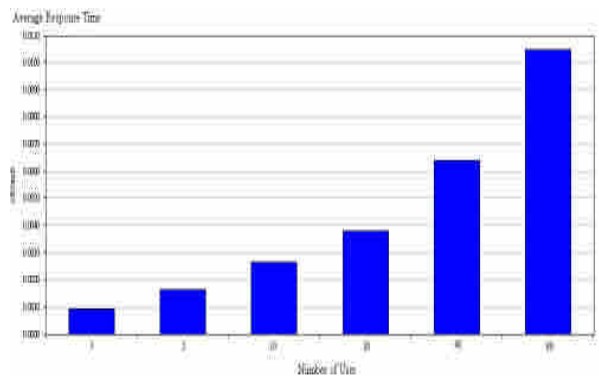


圖五十二：八十個使用者下 CPU load

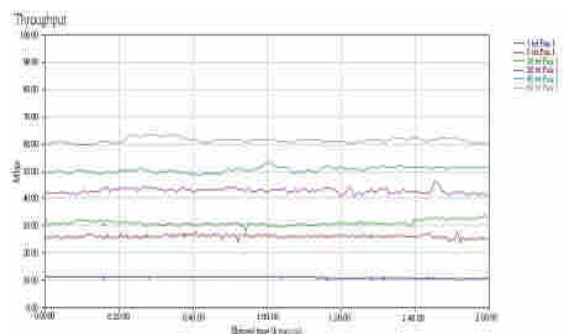
雖然使用者數量的多寡，並不會使得 OSGi CPU load 急增，但卻會使得 Response time 快速增加；在此，我們針對不同使用者數量所得到的 Response time 和 Throughput 做了實驗比較，實驗數據如下圖五十三、圖五十四、圖五十五、和圖五十六。可以發現，當使用者超過八十人時，Response time 和 Throughput 就會快速增加。



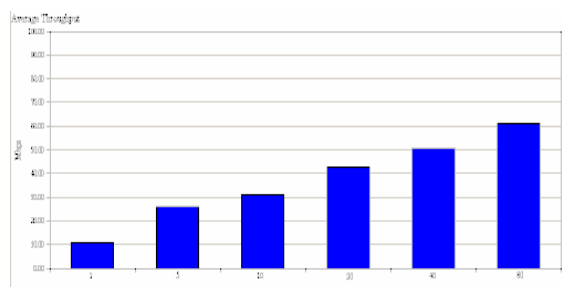
圖五十三：不同使用者數量下的 Response time



圖五十四：不同使用者數量下的平均 Response time



圖五十五：不同使用者數量下的 Throughput



圖五十六：不同使用者數量下的平均 Throughput

● 實驗結果討論

本實驗是以隨選視訊應用來作系統測試，從結果中顯示，平台的 throughput 從單一使用者的 10.5Mbps 增加至八十個使用者的 60.5Mbps；另使用者越多，服務平台回應的時間將增加，單一使用者的回應時間為 1ms，增加至八十個使用者的回應時間為 10.5ms，且應用服務之延遲時間也並無

因為使用者變多，而迅速增加，只從 0.1ms 增加至 1ms。經由本研究經驗，我們可以容易地將許多 All-IP 網路功能及架構 API 化，及靈活的運用現存 APIs 與自行開發之 APIs 加入開放式服務平台中，以強化未來 All-IP 網路資訊服務的效能及品質。

2.子計畫二： UMTS/GPRS 與 WLAN 交握技術研究

子計畫二主要目標在於研究 B3G 異質網路架構下連線交遞(Handoff)的訊號傳輸及路由流程、異質網路認證之互通，及其對資料傳送效能之影響。執行成果包括 GPRS 與 WLAN 異質網路之互連架構探討、GPRS 與 WLAN 之互連之異質實驗網路之建立及測試、階層式異質網路環境下之交握決策、Cellular Ipv6 之建置與測試。

● GPRS 與 WLAN 異質網路之互連架構探討

我們分析了 GPRS 與 WLAN 異質網路的兩種可能互連架構，分別是：peer-to-peer (parallel) 與 hierarchical (behind)，並且分別針對兩種不同架構探討其互連當中使用者發生交遞行為時(由 GPRS 至 WLAN 及由 WLAN 至 GPRS)，兩種相異網路(系統)所需要之連線、認證等訊號(signaling)流程。目前，已經具體擁有具體結果，以此作為下階段計畫之驗證；並且分別提出在兩種不同架構下所發生的問題其解決方法。

● GPRS 與 WLAN 之互連之異質實驗網路之建立及測試

根據 IETF 之 Cellular IP 文獻，Handoff 之發生，可分為兩層次，第一為由收到 Access Router (AR)之 IP 及 MAC 位址，然後做 Handoff 之相關程序，另一個可行方法是「Link Layer Trigger based Handoff」，本計畫實現第二種方法，藉著使用 LINUX 的作業平台，在 MS 端安裝有 dual model 系統(802.11b 及 GPRS)，並且於 layer 2 & 3 之間開發 gateway 程式，此程式可經由 MS 偵測 WLAN 中 AP 之訊號強弱程度，以判斷 MS 是否進入或者離開 WLAN 的區域，並導引 layer 3 的封包流向。

● 階層式異質網路環境下之交握決策

當 MS 在 WLAN 中不同 AP 間作漫遊時，由 IAPP 做相關訊息的交換，在此情況下，交握決策並不介入此種漫遊。而另外，當 MS 逐漸遠離 WLAN 所能提供服務的範圍時，MS 即將由 WLAN 進入 GPRS 網路中使用 GPRS 網路所提供的服務，此刻，MS 可偵測其對訊號最強之 AP 訊號及系統訊息低至決策臨界值時，進入決策判斷，決定是否離開、捨棄 WLAN 的服務，改接受 GPRS 系統的服務。反之，MS 逐漸接近 WLAN 可提供服務範圍時，此時 MS 可偵測其對訊號最強之 AP 訊號及系統訊息超過決策臨界值時，進入決策判

斷，決定是否進入 WLAN 服務。

● Cellular Ipv6 之建制與測試

此計畫第二期的目標將研究有關 3G 及 WLAN 之互連研究，因此，第一期計畫中亦進行 Cellular Ipv6 之研究建制與測試，並評估第二期執行計畫中，在 Cellular Ipv6 網路環境中，WLAN 與 3G 互連之可能架構，作為第二期計畫之參考。

第二期計畫中分析各種 vertical handoff 法則及資源保留及分配機制的系統效能、提出異質網路如何確保 IP Multimedia 之服務品質，並有效使用網路資源之法則，因此將研究並提出異質網路中之允入控制機制及動態資源調整機制提出建議與規劃。

對於目前的 WLAN 系統而言，並沒有一個適切的允入控制機制，在 WLAN 服務範圍內的使用者常常可以感受到其服務品質時好時壞，突然間使用品質有明顯下降等變化。這是因為 WLAN 沒有一個控制使用者進入系統服務的機制，造成當有新使用者加入時，為了滿足新使用者的要求，系統會將有限的資源再分配給這些新加入的使用者，讓原有使用者所能利用的資源減少許多，服務品質也隨之降低，又新使用者可能隨時進入系統內，系統效能與資料封包的延遲將會有很大的改變。而此種不確定性，也正是使用者們所詬病的。為了保護原有使用者的服務品質，減少因為新使用者的加入造成系統效能下降與封包傳遞的延遲，利用允入控制法則來限制系統內所能夠服務的使用者人數，以減少對服務品質的影響。

原本在 WLAN 系統內的使用者人數很少，例如在 8 個使用者之內，系統的 Throughput 起初將會隨著垂直交握使用者數目的增加，呈一正比上升；當 WLAN 系統中垂直交握使用者的人數分別超過了 9 個、6 個與 3 個後，Throughput 將會開始下滑。所以 Throughput 不會隨著使用者人數的增加而上升，而是在超過了某一臨界值之後，才會開始下降，而且每多一個新使用者加入 WLAN 系統的服務區域，每一個工作站在傳送資料封包時，產生碰撞的機率大為增加，使得每一個使用者所能夠獲得的頻寬變少，如此一來，資料封包的延遲會隨著使用者人數的增加而延長，連帶造成使用者的服務品質無法獲得保證。當 WLAN 系統內的使用者人數超過 10 個的時候，系統的 Throughput 便隨著垂直交握使用者的進入開始下降。以全部使用者人數，可以發現每一個使用者所能夠平均分配到的頻寬非常的少，同時，封包在才傳送時的延遲也將會非常的嚴重。此時，使用者可以明顯的感受到其服務品質下降，甚至比使用 GPRS 系統的服務品質還要糟糕。在異質性網路架構中，WLAN 系統正是因為其頻寬比較大的特性，而成為無限接取網路的優先選擇，但是一旦其所能提供的服務品質不佳時，就必須要考

量是否要交握至 WLAN 系統。為了避免使用者從 GPRS 系統交握到 WLAN 系統後，其服務品質大幅的下降，並且因為垂直交握使用者人數過多而影響到原有 WLAN 系統中使用者所使用。

● 允入控制機制

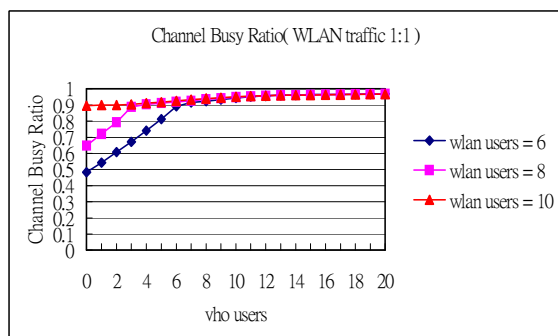
本計劃提出兩種允入控制機制，分別藉由 AP 中系統的 Channel Busy Ratio 與 Frame Loss Rate 作為允入控制機制的參數，透過模擬，找出不影響使用者服務品質的前提下，一個 AP 最多可以容納多少個使用者利用其無線電資源。當 AP 內原使用者人數為多少的時候，又可以讓幾個從 GPRS 系統垂直交握過來的使用者進入 WLAN 系統？本計劃希望在使用者人數與使用者服務品質保證之間，利用允入控制機制來求取一個平衡點。

(1) 以 Channel Busy Ratio 為基礎的允入控制機制

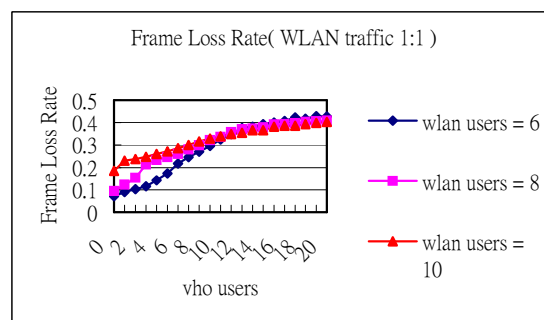
圖五十七為垂直交握使用者人數與系統 Channel Busy Ratio 的關係圖。當原本 WLAN 系統使用者人數較少(8 個以下)，且垂直交握使用者人數較少時，系統的 Channel Busy Ratio 會隨著垂直交握使用者的增加而上升；垂直交握使用者人數分別超過 6 個與 3 個人的之後，隨著垂直交握使用者的增加，系統的 Channel Busy Ratio 與垂直交握使用者人數呈一水平直線之關係。當原本 WLAN 系統使用者人數超過 10 個人時，無論加入多少個垂直交握使用者，系統的 Channel Busy Ratio 與垂直交握使用者人數將是一水平直線之關係。

(2) 以 Frame Loss Rate 為基礎的允入控制機制

Frame Loss Rate 的產生主要有兩個因素：封包碰撞率與無線傳輸環境的影響—封包錯誤率。圖五十八表示垂直交握使用者人數與 Frame Loss Rate 的關係圖。如果 WLAN 系統中，原使用者人數比較少，垂直交握使用者增加的人數與 Frame Loss Rate 會呈一近似正比的關係。Frame Loss Rate 在垂直交握使用者人數到達某一個臨界值的時候，圖形的曲線會出現一個轉折點。由曲線可以看出每一個轉折點所對應之 Frame Loss Rate 約在 0.22 附近，是故本文假設 Frame Loss Rate 的臨界值為 0.22。換句話說，垂直交握使用者相對應的 Frame Loss Rate 未超過 0.22 的人數，應該允許垂直交握使用者交握進入 WLAN 的系統之內。不同的 WLAN 系統，Frame Loss Rate 臨界值 0.22 所對應的垂直交握使用者人數也不相同。



圖五十七：垂直交握使用者人數與系統 Channel Busy Ratio 關係圖



圖五十八：垂直交握使用者人數與 Frame Loss Rate 關係圖

802.11e 是最新提出的提供具備服務品質保證 (QoS: Quality of Service) 的無線網路環境，以前傳統的無線網路主要定義了封包資料的傳輸，一般資料的傳輸允許在網路擁塞的情況下遺失資料，再透過重新傳送的機制再把資料傳送完成，可是這樣的傳輸方式並不能充分滿足我們所要即時 (Real-Time) 多媒體影音傳輸的服務型態，特別是在無線網路發生擁塞的情況下，當發生多媒體服務的延遲，使用者造成使用上的不方便，所以 IEEE 就再定義 802.11e 來做無線網路的 QoS 的機制，802.11e 可以提供多媒體影音資料較高的傳輸優先權及提供使用者更為順暢的無線網路多媒體影音服務。

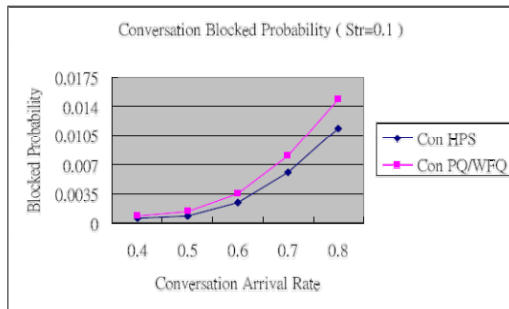
在 Mobile Ipv6 之 WLAN/802.11e 與 3G 之互連網路架構中下提出一 QoS-based 允入控制方法，可以藉由其允入控制來調整我們的雙網系統內的服務，讓兩個系統內的有效使用率提高以及藉由 QoS mapping 讓兩個系統原本的訊務服務可以在經過換手後可以盡量擁有原本所需的 QoS 服務要求，而不會有太大的差異。

第三期計劃提出 UMTS 中的 HPS 封包排程機制，是運用階層式的封包排程規劃。系統將依照訊務特性將資料分成四類，分別為 Conversation、Stream、Interactive、Background，這些訊務將依照即時訊務的最大延遲時間、延遲時間變化的控制排程法則，以及非即時類別訊務的 RR 排程法則。運用允入控制在有限的頻寬資源下考慮新用戶對系統傳輸效能，取得阻絕率與系統傳輸效率的平衡來藉此提高整體系統傳輸效能，在階層式封包排程的規劃下，封包將經過兩個階段的封包排程，第一階段為相同類別訊務的虛擬順序決定，第二階段排定不同類別訊務的傳送順序，當決定了所有封包的虛擬次序後，系統將傳送“最適合傳送封包”至實體的輸出線路上，HPS 排程法則將提供更好的傳輸表現，以期改善 Cellular Network 之 QoS。

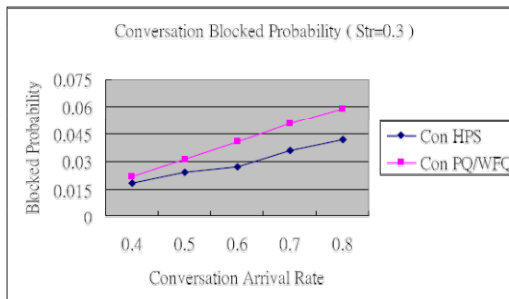
將允入控制機制納入系統以後，我們針對模擬結果做系統對訊務接受度的討論，以便觀察系

統允入控制機制所造成的訊務阻絕率。進而針對四類訊務，特別是即時類別訊務的延遲時間進行分析，在模擬數據中 HPS 排成機制將對照 UMTS 系統的 PQ / WFQ 排程機制在不同負載情形下的延遲時間及阻絕率。

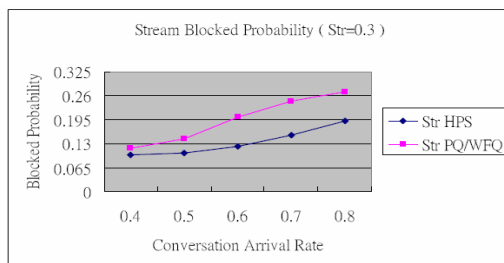
圖五十九(a)、圖五十九(b)所表示的為 HPS 以及 PQ / WFQ 在不同用戶抵達率時所對應的用戶阻絕率。由圖中我們將可發現，當 Stream 訊務的抵達率達到每秒 0.3 個使用者之時，系統負載也明顯增加，此時訊務的阻絕率也提高許多，在系統重載也就是各用戶抵達率都達到較高的設定值，用戶此刻所需要的總容量已經超出系統負荷，阻絕率也隨之大為提升，相反的 PQ / WFQ 並沒有提供良好的允入機制來控制系統的負荷量。



圖五十九：Conversation Blocked Probability (Str=0.1)(a)



圖五十九：Conversation Blocked Probability (Str=0.3) (b)

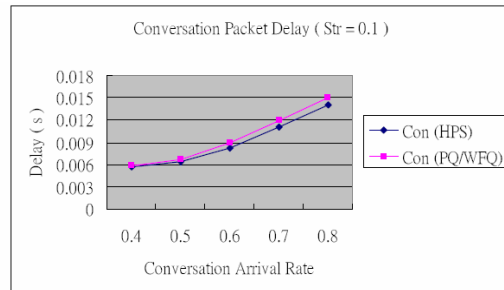


圖五十九：Stream Blocked Probability (Str=0.3) (c)

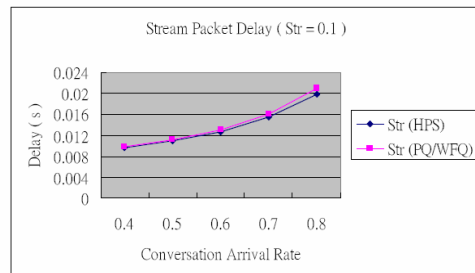
圖三十三(b)、圖三十三(c)在系統負載最重的時候 Conversation 以及 Stream 兩類訊務的在 PQ / WFQ 的允入機制下比在 HPS 的允入機制的阻絕機率都分別高出了 0.0184 及 0.089。另外

Conversation 務的阻絕率明顯比 Stream 訊務低許多，主要是因為 Conversation 用戶所需要的系統資源少於 Stream 訊務許多，在系統負載吃緊的情形下會比 Stream 訊務來的容易進入系統。藉由系統的允入控制將大幅提升系統的傳輸效能，並且求得阻絕率以及系統延遲之間的平衡。

接著來探討 packet delay 的問題。在圖六十(a)、圖六十(b)中，在 Stream 訊務抵達率不高的情形下，當 Conversation 訊務抵達率比較低的時候，兩種即時類別的訊務都有不錯的傳輸狀況，不論是 HPS 或是 PQ / WFQ 的延遲時間都很低，一旦 Conversation 訊務抵達率提高之後，系統負載加重，兩者都開始有較高的延遲時間，由於 PQ / WFQ 在即時類別訊務方面，都只有單純的以 PQ 的方式處理，在一個 FIFO 的處理方式下，Conversation 訊務表現不如 HPS 系統來的佳。

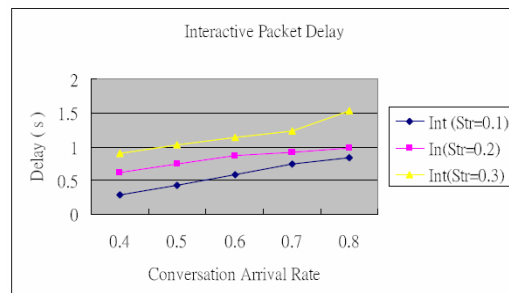


圖六十：Conversation Packet Delay (Str=0.1)(a)

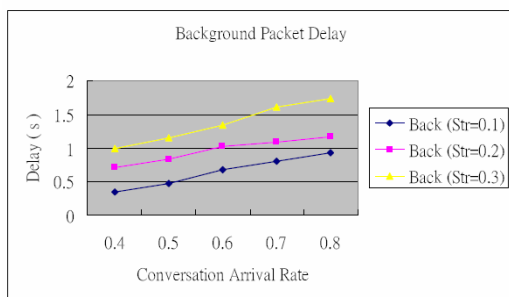


圖六十：Stream Packet Delay (Str=0.1) (b)

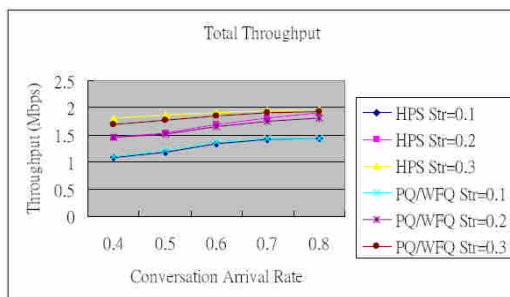
圖六十一(a)、圖六十一(b)是非即時類別訊務的平均延遲時間，由於這兩類訊務沒有延遲時間上的限制，所以他們的優先權都偏低，也因此有較高的時間延遲，Interactive 訊務在系統中有著最低頻寬保證，所以優先權較 Background 訊務來的高，延遲時間也比較低，Background 訊務的延遲時間則是所有類別中最高。



圖六十一(a)：HPS Interactive Packet Delay



圖六十一(b)：HPS Background Packet Delay



圖六十一(c)：Total Throughput

最後圖六十一(c)為在 Output Link 所有 Throughput 的綜合比較，可以從圖中觀察出當負載狀況趨於滿載的時候，HPS 改進 PQ/WFQ 些許效能大約是 0.04Mbps~0.127Mbps 左右，由於有效的排成機制提供訊務合理傳輸順序外，更幫助了系統穩定釋出系統資源增加資源的利用程度。

3.子計畫三：All-Ipv6 網路 QoS 及 Multicasting Mechanism 研究

本計畫於第一期中已成功連上由 Renater 成立之 IPv6 群播網路實驗平台 M6Bone，並已擬出多種策略，用以在多個異質網路中選取最適當的網路進行傳輸，刻正進行效能探討。本期計畫完成之項目分述如下：

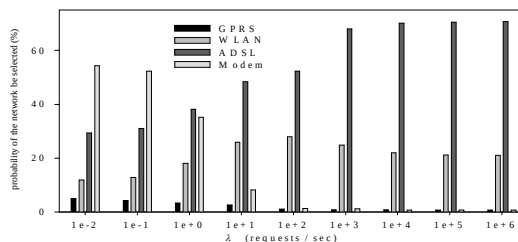
● IPv6 Multicasting 網路環境之建置

IPv6 的測試環境目前以 6Bone 最為完整，而 IPv6 的群播服務則以由 Aristote Association、G6 Group 與 Renater 所贊助成立之 IPv6 群播實驗網路—M6Bone 最廣受矚目。本子計畫首先於實驗室內建置一 IPv6 區域網路連上 6Bone，再透過 tunneling 的方式與 PIM 協定連接到 M6Bone，測試結果證實本子計畫成功連接 M6Bone。

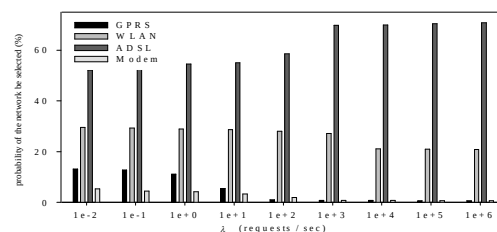
● 異質網路上網路選取策略之研究

新一代的網際網路將不再只是建構新的網路架構與技術，應是能夠將蜂巢式無線網路、寬頻無線網路，與固接式無線網路相結合之異質網

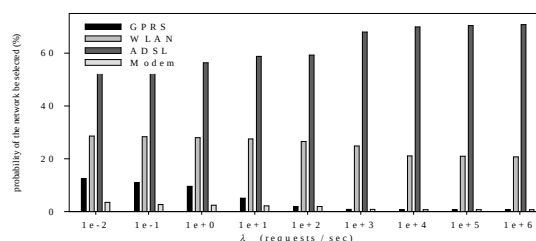
路。如何由這些網路中選取一最適合的網路進行連線，以符合需求，是個值得研究的課題。諸如價格費率、可用頻寬，與延遲時間等。本子計畫已就上述需求提出多種接取網路之選取策略，並以 Network Simulator 2 (NS2) 進行模擬。模擬時所選用的異質網路為 GPRS、WLAN、ADSL，與 Cable Modem 四種，在圖六十二、圖六十三與圖六十四中，分別為考量價格、頻寬和延遲時間等因素時之選取策略所造成的選取網路分佈圖。



圖六十二：以價格為決策之網路選取策略



圖六十三：以頻寬為決策之網路選取策略



圖六十四：以延遲時間為決策之網路選取策略

第二期研究計畫利用 IPv6 群播、多重連線技術，設計並實作一應用動態群播之無縫多媒體串流系統，以下將詳細介紹此系統。

● 多重連線群播多媒體串流系統設計

多重連線技術意指連至多個網路服務供應商 (network service providers)，可再分為網點多重連線 (site multihoming) 與主機多重連線。網點多重連線指 end-sites 之 site multihoming，不為其他網點提供連線服務，即本身不為網路服務供應商；而主機多重連線技術則指一主機擁有多個網路界面，或單一界面具多個 IP 位址，連至單一或多個接取網路。通常多重連線技術意指連接至不同網路服務供應商，“multi-attaching”或“multi-connecting”則為多個連線連至單一網路服務供應商。以下針

對多重連線群播多媒體串流系統架構進行分析設計。

(1) 網路狀態偵測模組(Network Status Detection Module, 簡稱 NSDM)

網路狀態偵測模組(Network Status Detection Module), 在系統中是用來偵測移動主機上的所有網路界面, 以得知目前可用的接取網路和數量為何, 並在多媒體串流開始傳送前, 根據所定義好的策略或使用使用者喜好設定檔(user profile)決定好每個網路界面的優先使用權, 並在多媒體串流傳送時, 動態偵測目前網路狀態, 選取出目前最適合之界面, 並將所選出之界面告知群播管理模組, 如此, 可在移動主機在交遞或有界面不能使用時, 提供一容錯備援的功能, NSDM 模組設計流程圖如圖六十五所示。

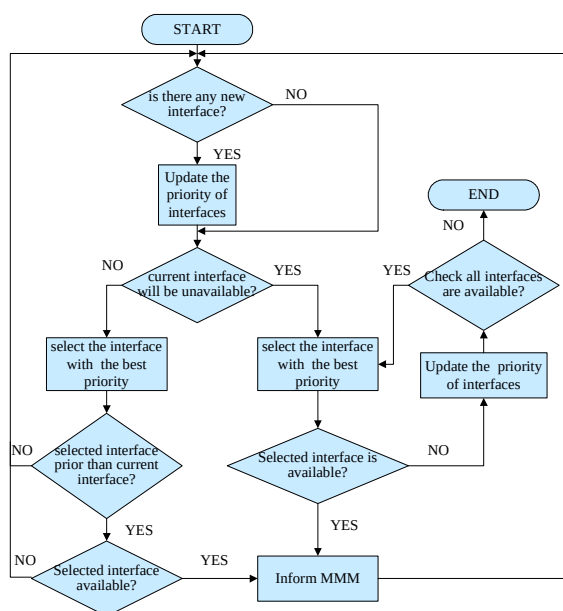
(2) 多重群播加入模組(Multicast Management Module, 簡稱 MMM)

群播管理模組在系統中, 係針對網路狀態偵測模組所提供之可用網路界面資訊, 來管理網路介面加入(join)/離開(leave)群播群組, 以利用其他可用網路界面達到容錯備援的功能, 其模組設計流程圖如圖六十六所示, N^{new} 代表由網路狀態偵測模組所選出來的界面, N^{now} 代表目前正在傳送或接收多媒體串流的網路界面; 起始由網路狀態偵測模組得知目前可用最佳優先權之網路界面為何, 並針對其加入群播群組, 由於在交遞時的影響, 可能同時會有多個界面同時被使用, 但考慮到使用效能(performance)的問題, 當由網路狀態偵測所選出的新界面已開始接受到多媒體串流後, 就應該把原本可能將不可使用的網路界面從群播群組做離開的動作; 利用群播 socket 選項之結構 `ipv6_mreq` 與 `setsockopt` 函式, 對 `ipv6_mreq` 指定加入/離開 IPv6 群播群組, socket 可對不同的群播位址加以 join, 或在不同的網路界面、相同的群播位址進行(join)/離開(leave)群播群組的管理。

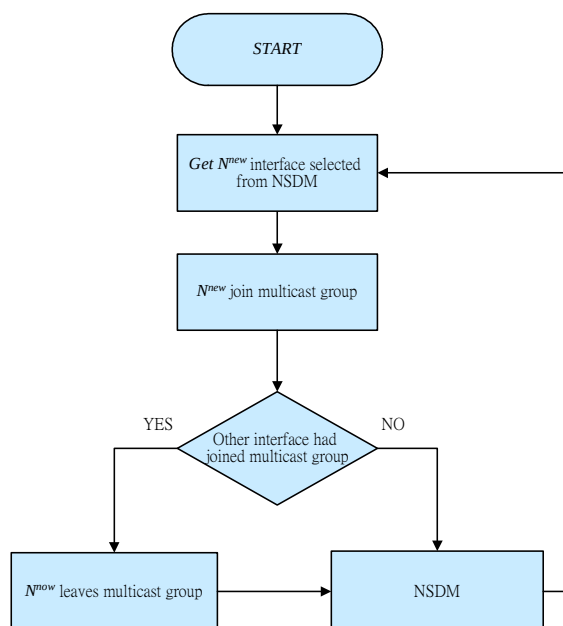
(3) 群播串流合併模組(Multicast Stream Merger Module, 簡稱 MSMM)

群播串流合併模組設計流程圖如圖六十七所示, 當群播管理模組對選取之網路界面卡加入某一群播群組後, 我們使用即時傳輸協定(Real Time Transfer Protocol, 簡稱 RTP) 傳輸群播多媒體串流, 一旦 MH 收到群播封包, 計算其 RTP 封包序號(sequence number), RTP 封包序號若小於 65535 時, 且此 RTP 封包序號若大於預先設定之靜態變數(static variable) `global_n` 時, 代表該封包尚未為接收過, 所以便將此封包送至 VLC 的緩衝區(p_buffer), 供解多工器與解碼器作後續處理; 若此 RTP 封包小於預先設定之 `global_n` 時, 代表該封包先前已被接收與處理過, 於是便寫入一空白 payload 的 RTP 封包, 此目的為不使解多工器誤認

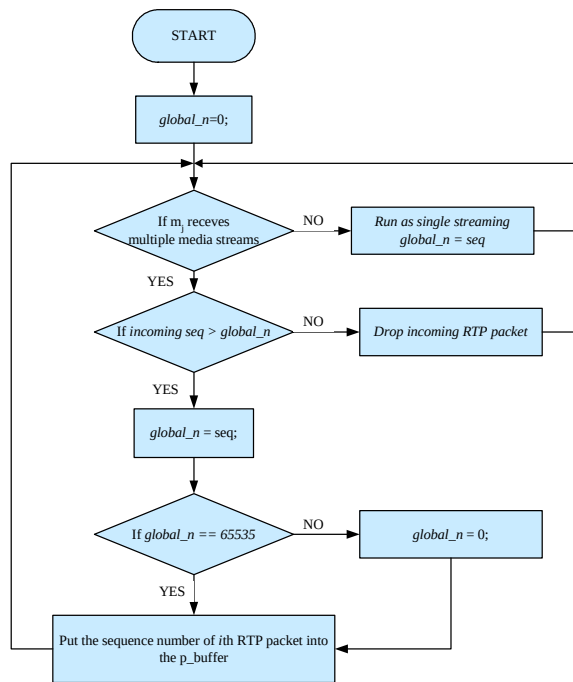
收到重複的 RTP 封包, 或誤認 RTP 封包遺失, 對解多工器也不致有不良影響, 解多工器會視其為垃圾(trash)封包不予處理; 考慮 RTP 標頭中序號欄位為十六位元, RTP 序號最大值為 65535, 因此 RTP 封包序號遞增至 65535 時, 則將 `global_n` 重新歸零, 當使用者觀看完群播多媒體串流後, 此流程即結束。



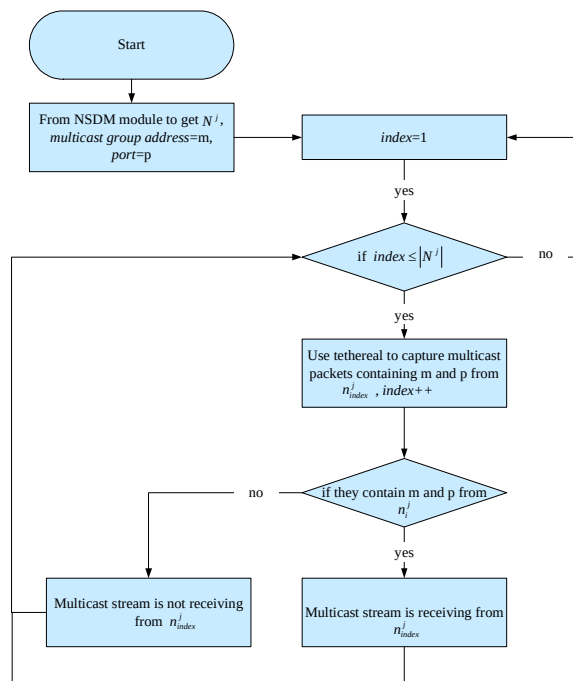
圖六十五： NSDM 模組設計流程圖



圖六十六： MMM 模組設計流程圖



圖六十七：MSMM 模組設計流程圖

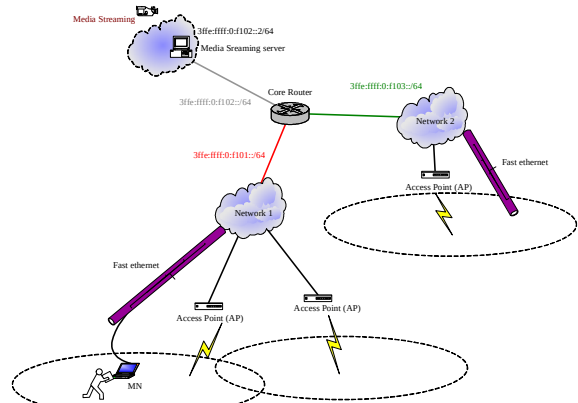


圖六十八：SMM 模組設計流程圖

(4) 串流監控模組(Stream Monitoring Module, 簡稱 SMM)

串流監控模組在串流系統中目的為得知所接收之多媒體串流由何網路界面所接收，利於使用者得知目前從何界面接收之多媒體串流；圖六十八為模組流程，給定一目前欲接收之群播群組位址與其埠(port)，利用 NSDM 模組得知目前所有可用之網路界面 再針對每一可用網路界面，比對是否接收到含有群播位址與埠的群播封包，若接收此類封包，得知此群播多媒體串流由那個網路界

面(n_i^j)所接收，並顯示之；反之，則從那個網路界面沒收到多媒體串流。



圖六十九：串流系統實作之網路環境

表一：串流系統之發展環境

System part	Name and Version
Client side	
Notebook	Acer 341T
OS	Debian GNU/Linux, Testing distribution kernel-2.4.19
Wireless LAN	Orinoco 802.11b card
IEEE 802.11b Access Point	Lucent RG-1000
Wired LAN	Intel eeepro100 card
VideoLan-VLC	vlc-0.6.2
Media Streaming Server	
OS	Debian GNU/Linux, Testing distribution kernel-2.4.19
VideoLan-VLC	vlc-0.6.2
Core Router	
OS	FreeBSD 4.6.2-Release
Multicast routing daemon	Pim6sd, RP (Rendezvous Point)
IPv6 autoconfiguration daemon	Radvd-0.7.2-1

● 系統實作

本計畫所提出之實作網路架構如圖六十九所示，為一封閉 IPv6 網路，每種顏色各代表一 IPv6 網域，故中間的核心路由器共包含了 3ffe:ffff:0:f101::/64 、 3ffe:ffff:0:f102::/64 、 3ffe:ffff:0:f103::/64 之 IPv6 網域，網路環境中包含一 VLC 多媒體串流伺服器、一 VLC 串流客戶、一核心 IPv6 FreeBSD 群播路由器，接取網路則使用快速乙太網路(Fast Ethernet)，與 IEEE 802.11b 無線區域網路，行動主機可同時經由快速乙太網路與 802.11b 無線區域網路接收多媒體串流，或在快速乙太網路與 802.11b 無線區域網路間漫遊，只單獨使用其中任一個接取網路；而當 MN 在每個接

取網路間交遞時，能利用 IPv6 群播與多重連線技術，當有任一接取網路暫時不能使用時，利用多重連線技術備援之特性，繼續使用其他可用的接取網路，無縫地接收多媒體串流。

表一為串流系統之發展環境，多媒體串流伺服器與多媒體串流客戶端皆為 VideoLAN 計畫之 VLC，且在多媒體串流客戶端加入我們額外實作之四個模組，NSDM、MMM、MSMM、SMM。群播路由器安裝 pim6sd、pim6dd 作為群播路由 daemon；並安裝 radvd(router advertisement daemon for IPv6)以提供 IPv6 自我定址功能，對其所有網路提供 IPv6 自我定址能力，使行動主機在每個網路漫遊時，皆能得到一 IPv6 位址，對行動主機定址。

(1)網路介面偵測模組

網路狀態偵測模組功能為動態偵測目前系統上界面卡之數量、有線網路是否可用和無線網路的訊號值，然後再以這些數據，根據之前的優先全策略訂出每個界面的使用優先權，Bit Rate 為每個界面卡的傳輸速率，單位為 Mbps；至於判斷目前該界面的狀態，有線部分主要是當界面卡有收到訊號的傳遞時才顯示正常，否則則顯示 No Carrier，而無線網路部分，則是去偵測目前所收到 access point 的訊號值來判斷該網路目前狀態，而訊號值(Signal Level)和 Link Quality 的轉換公式則為 $Link\ Quality = Signal\ Level\ (dbm) + 95$ ，這是由於 IEEE 802.11 定義當訊號值低於 -95dbm 時，就分辨不出其為訊號還是雜訊(noise)。

(2) 多重群播加入模組、群播串流合併模組

由於 VLC 本身無法針對行動主機上所有界面均加入某一群播群組，也無法處理收到重複群播封包，因此使用 VLC 原本的功能，下多個 VLC 指令：

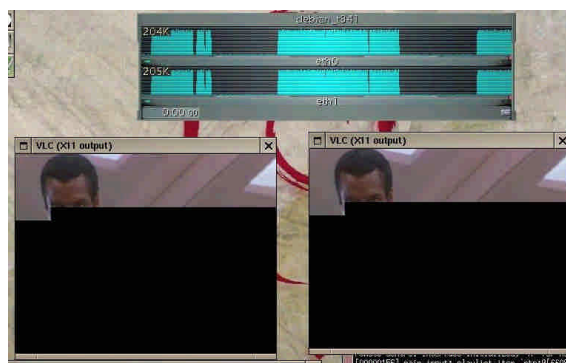
```
$vlc -vvvv movie/1.mpg --ipv6 --sout rtp:[ff08::1] --ttl 12 --loop (播放群播串流)
```

分別對行動主機上的所有界面皆加入一群播群組，與我們實作之 MMM 模組類似，所以我們所實作的 MMM 與 MSMM 模組比較之。

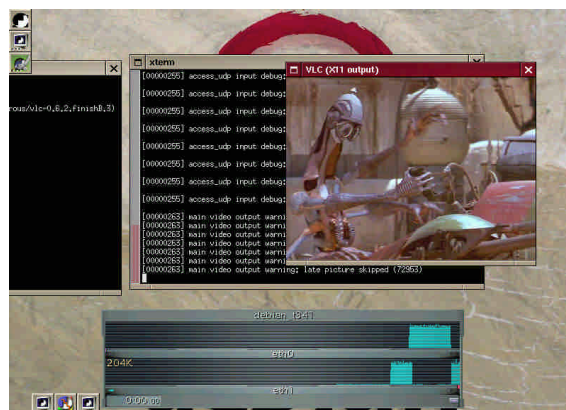
我們可於 VLC 客戶端使用內建 vlc 指令指定 eth0 與 eth1 同時接收群播位址為 ff08::1 之多媒體串流，但會開啟兩個視窗播放影像，且 vlc 不能處理重複(duplicate)的封包，因此會出現不正常的影像輸出，會有斷斷續續的畫面，聲音也無法正常輸出，如圖七十所示。

所以 vlc 必須具備動態將可用的界面將入群播模組的能力，並透過 MSMM 處理重複封包，如圖七十一所示，雖然從 eth0 與 eth1 界面均接受群播封包，但經由 MSMM 模組之處理，只會傳送一份 RTP 封包至 vlc 的緩衝區(p_buffer)，不會發生

封包重複的問題，而且不會開啟兩個影像視窗，影像能正常輸出。



圖七十：利用 VLC 內建指令從 eth0 與 eth1 接收多媒體串流



圖七十一：利用 MMM 與 MSMM 接收多媒體串流

● 實驗與討論

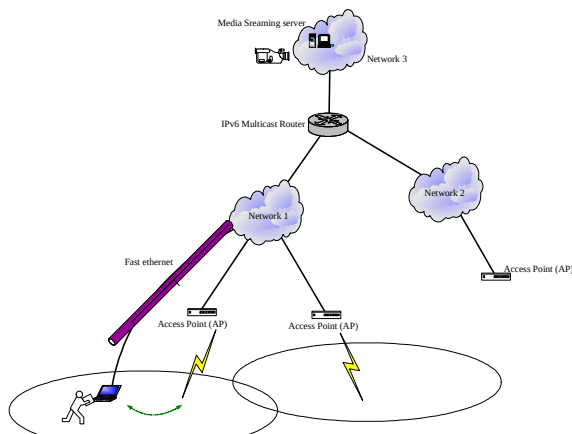
(1) 建置系統與網路環境

為了建置一串流系統網路環境，提供之後實驗測試之平台。於 media server 端、群播接收端分別安裝 VLC，其中群播接收端之 VLC 加入我們所設計的四個模組 NSDM、MMM、MSMM、SMM，群播路由器則安裝 radvd、pim6sd/pim6dd。

此實驗平台完成後，使用 vic、rat、VLC 等軟體測試，除了於相同 IPv6 區域網路下皆能使用 IPv6 群播服務，也能跨 IPv6 群播路由器收發 IPv6 unicast 或群播封包。

(2) 在相同 IPv6 網域下驗證多重連線之測試

本實驗使用將乙太網路拔網路線來模擬網路斷線或不能使用該網路的情況。如圖七十二所示，當 IPv6 主機在多個接取網路下時，此時為快速乙太網路與 802.11b 區域網路，驗證在任何一個接取網路斷線、或不能使用該接取網路時，仍能繼續利用其他可能的接取路網，無縫地接收多媒體群播串流。

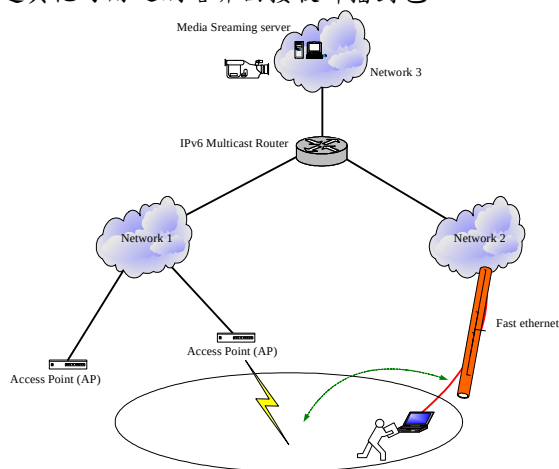


圖七十二： IPv6 主機於相同 IPv6 網域下

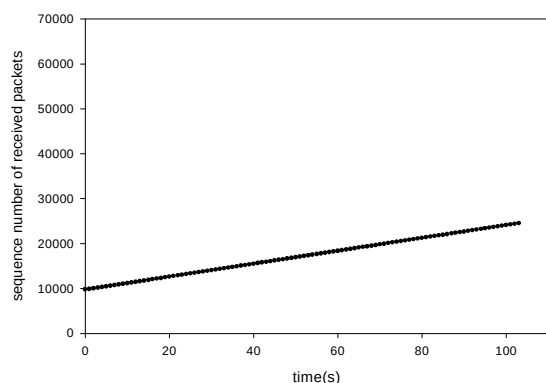
(3)在不同 IPv6 網域下驗證多重連線之測試

同樣使用將乙太網路拔網路線來模擬網路斷線或不能使用該網路的情況，唯一不同為其網路界面卡分屬在不同的 IPv6 網域，本實驗架構圖為圖七十三所示。

圖七十四說明了在整個切換的過程中，仍能很平順地接收到多媒體串流封包，並不會影響到原本的服務品質。此實驗驗證出當 IPv6 在不同區域網路下，而不能使用其中任何一個接取網路時，不需手動重新啟動多媒體串流，仍可繼續透過其他可用之網路界面接收群播封包。



圖七十三： IPv6 主機於不同 IPv6 網域下



圖七十四： 不同 LAN 下封包序號與到達時間之關係圖

(4) 動態偵測新增網路界面之測試

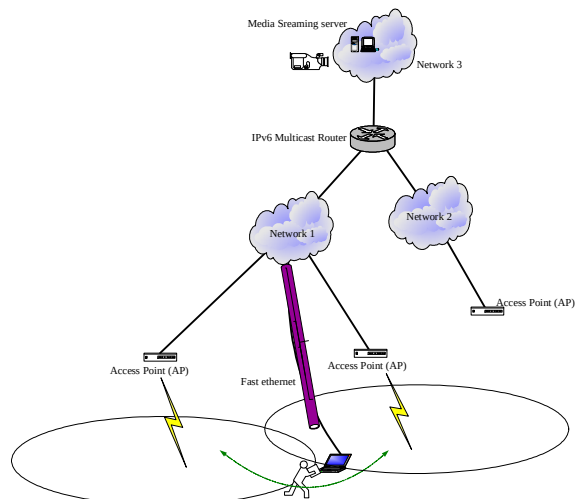
本實驗於接收多媒體串流時，實際新插入一無線區域網路卡，驗證串流系統能否動態偵測新增網路界面，且若原本使用的網路界面不能使用時，能否繼續使用新的網路界面繼續接收多媒體串流，而且不需重啟多媒體串流。

此實驗可驗證 MMM 模組及 NSDM 模組，目前設定 MMM 每隔 1 秒偵測檢查是否有新加入的網路界面，此值決定多久可以得知是否有新的網路界面。實驗結果顯示可於任何時間新增網路界面後，若之前使用的網路故障或壅塞，經系統偵測得知新網路界面後，可自動加入群播群組，繼續無縫地接受多媒體串流。

(5) 使用有線網路輔助 WLAN 交遞之測試

如圖七十五所示，驗證串流系統能否應用多重連線技術，若 IPv6 主機需從一基本服務區(Basic Service Area, 簡稱 BSA)漫遊至另一基本服務區時，交遞將會影響多媒體即時服務，因為交遞延遲、封包遺失、網路 jitter 等因素，使得多媒體串流播放不順暢，此時若能同時使用有第二個以上的接取網路，即能使用其為備援線路，使 IPv6 主機不受交遞之影響。

實驗結果如表二所示，為擷取 60 秒之封包數目，即使在 eth1 無線界面在交遞時遺失了 3148 個 RTP 封包，仍可經由 eth0 有線界面繼續接收，不因無線界面遺失封包，而使多媒體中流不順暢。



圖七十五： 有線網路輔助 WLAN 交遞

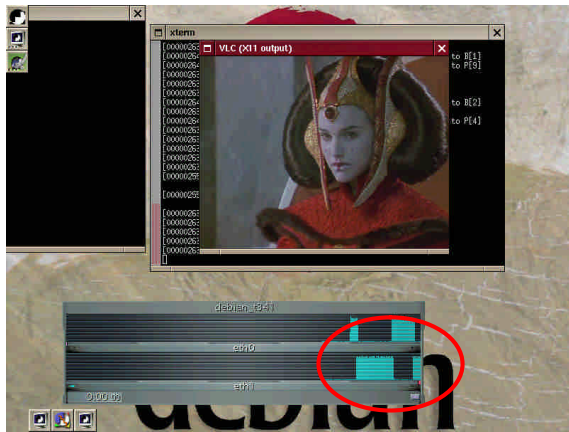
表二：vlc 客戶端所收到之封包數

	Send	Receive	Lost
VLC server	8316		
VLC client	eth0	8316	0
	eth1	5168	3148

(6) 使用有線網路模擬不穩定之無線網路

此實驗將快速乙太網路模擬成一個訊號不穩定之無線網路，驗證移動主機擁有兩個無線網路界面時，系統能正確地選擇訊號較強的無線網路來使用，無縫地接收多媒體群播串流。

圖七十六的即時流量監控圖可看出，在實驗中有線網路 eth0 所產生的模擬訊號值，當他大於原本穩定的無線網路 eth1 時，系統會正確地將他加入到群播群組；反之則離開，而改以訊號值較高的 eth1 加入，所以該實驗驗證了本系統在真正擁有兩個無線網路的環境下仍可正確地運作。



圖七十六：以有線網路模擬不穩定之無線網路之即時流量監控圖

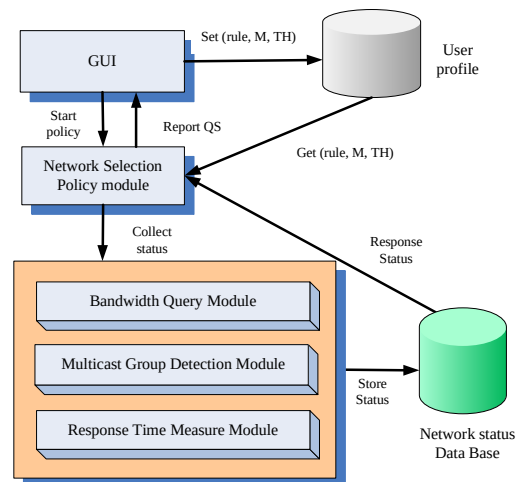
本期計畫（第三期研究計畫）針對在 All IPv6 環境下提出並實作一具服務品質之 IPv6 群播之網路遴選系統（System for Selecting Access Network with QoS-Aware IPv6 Multicasting，簡稱 SSANQIM）。在 SSANQIM 系統中，主要含有兩大類四大項網路遴選策略，以提供使用者在使用群播技術所提供之多媒體服務時，能夠選擇到具有服務品質的接取網路。網路遴選策略分為兩大類，以使用者是否已加入群播群組為區別，第一類為 new arriving call，第二類為 handoff call。網路遴選策略為四大項，如表三所示。以下將詳細介紹此系統。

表三：SSANQIM 四大項網路遴選策略

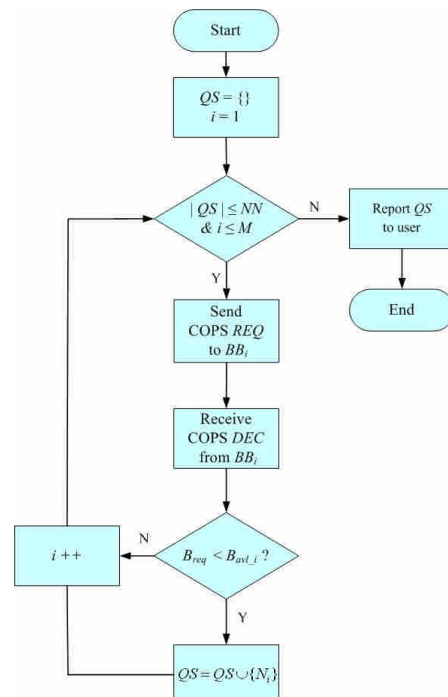
Policies	Handoff Call	Handoff Call
Catagorty	Price Based	Efficiency Based
New generating Call	A.	B
Priced Based	NCPB-HCPB	NCPB-HCEB
New generating Call	C	D
Efficiency Based	NCEB-HCPB	NCEB-HCEB

- 具服務品質之 IPv6 群播之網路遴選系統（System for Selecting Access Network with QoS-Aware IPv6 Multicasting，簡稱 SSANQIM）功能架構

本計畫所提 SSANQIM 系統的 QoS 架構能確實提供具有服務品質之群播服務，而四大類網路遴選策略可以考量使用者需求，幫助使用者篩選出具有服務品質的接取網路來使用群播服務。圖七十七為 SSANQIM 系統功能架構圖，現分述如下。主要由五個模組組成：(1) 圖形化使用者介面可以提供使用者一個友善的使用介面，方便使用者使用本系統；(2) 網路遴選策略模組為本系統所提之遴選網路策略，可以幫助使用者選擇一個適合的接取網路已獲得群播通訊服務；(3) 頻寬查詢模組可以得知目前網路頻寬使用狀況；(4) 群播群組偵測模組可以偵測目前有哪些接取網路的介面正在傳送使用者接收的群體通訊的封包訊務；(5) 回應時間測量模組可以測量使用者 ping 各接取網路的時間，(3) (4) (5) 模組所獲得的資訊可以作為提供網路遴選策略模組在遴選網路時的比較參數。以下針對四大項網路遴選策略加以描述之。



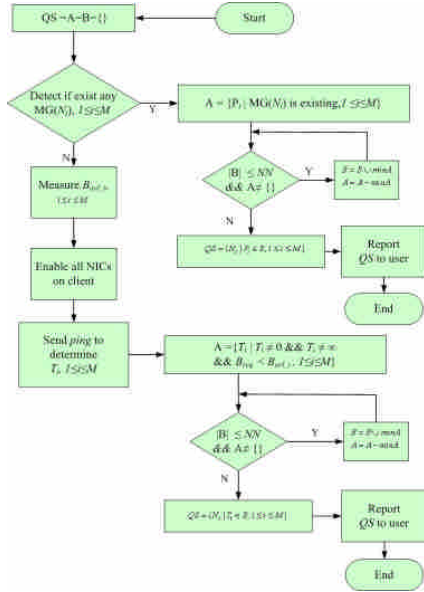
圖七十七：系統功能架構圖



圖七十八：NCPB 遴選機制演算法

(1) New Call Priced Based (NCPB)

圖七十八為 NCPB 的網路遴選演算法，NCPB 主要適合的使用者對象為 new generating call，而且該使用者所選得的遴選規則為 price based，根據此規則系統定義了 NCPB 遴選機制。演算法一開始將 QS 初始化為空集合，接下來演算法會執行一迴圈，篩選出符合條件的 QS，而迴圈只要找到 QS 個數等於 NN 個或者系統已檢查完所有可用的接取網路時，迴圈便會停止，等待判斷迴圈結束，系統便會回報 QS 給使用者建議，然後演算法結束。



圖七十九：NCEB 遴選機制演算法

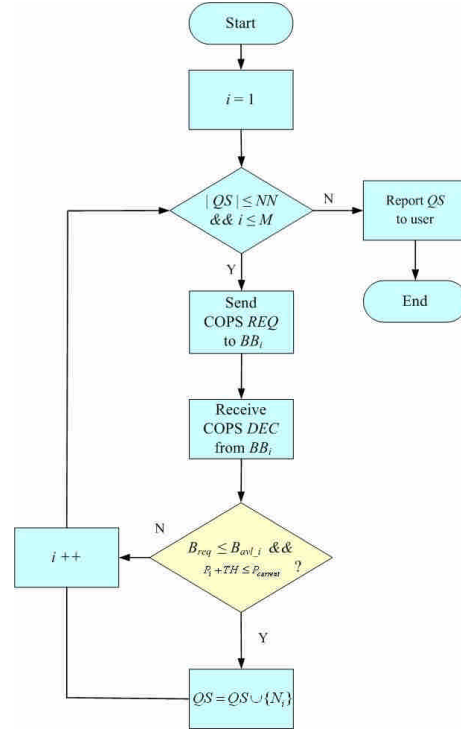
(2) New Call Efficiency Based (NCEB)

圖七十九為 NCEB 的網路遴選演算法，NCEB 主要適合的使用者對象為 new generating call，而且該使用者所選得的遴選規則為 efficiency based，根據此規則系統定義了 NCEB 遴選機制。圖七十九中，演算法一開始將 QS 初始化為空集合，另外 A、B 集合是演算法在篩選 QS 時會用來儲存相關資訊的集合，NCEB 機制開始會對所有可用網路介面查詢是否有正在傳送群播封包的群播群組存在於目前可用的接取網路介面之中，偵測群播群組是否存在的工作為群播群組偵測模組所負責，演算法最後會根據使用者設定的 NN 值篩選出適合的網路個數於 QS 之中，QS 之中的元素為 A 集中之中回應時間最短的網路集合，系統回報 QS 給使用者建議，演算法結束。

(3) Handoff Call Priced Based (HCPB)

圖八十為 HCPB 的網路遴選演算法，HCPB 主要適合的使用者對象為 handoff call，而且該使用者所選得的遴選規則為 price based，根據此規則系統定義了 HCPB 遴選機制。HCPB 演算法與 NCPB 演算法大致相同，唯一差異點在於使用者對象不同，NCPB 對象為 new call，HCPB 對象則是 handoff call。由於對象是 handoff call，所以需要多考量一個 TH，原本圖七十九的判別條件僅有 Breq

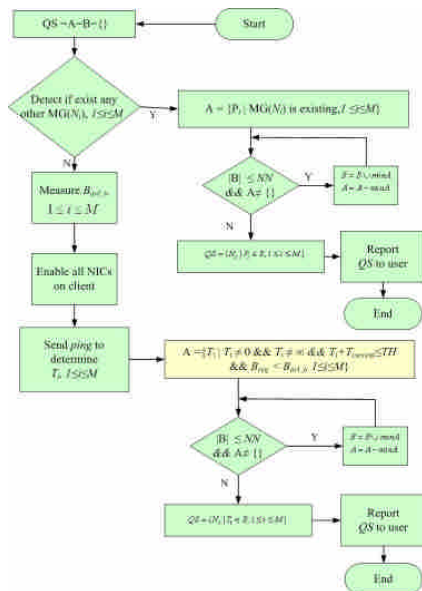
$\leq B_{avl_i}$ ，HCPB 則再多加一條規則 $P_j + TH \leq P_{current}$ ，Pcurrent 定義為目前使用網路的單位頻寬價錢，這條規則可讓系統篩選出比目前網路單位頻寬價格更為便宜 TH 元的接取網路。如此，讓使用者決定是否 handoff 的 threshold，使用者若決定 handoff，其所得利益才會大於其花費成本。



圖八十：HCPB 遴選機制演算法

(4) Handoff Call Efficiency Based (HCEB)

圖八十一為 HCEB 的網路遴選演算法，HCEB 主要適合的使用者對象為 handoff call，而且該使用者所選得的遴選規則為 efficiency based，根據此規則系統定義了 HCEB 遴選機制。HCEB 的 TH 則是回應時間，系統會考量新篩選出來的網路其回應時間必須小於正在使用的網路的回應時間至少 TH 秒，如此系統才會幫助使用者將該網路篩選進 QS 之中，回報 QS，演算法結束。

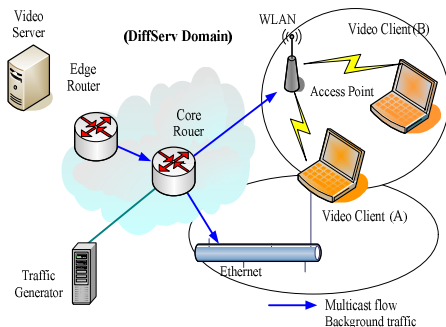


圖八十一：HCEB 選遞機制演算法

● 系統實作

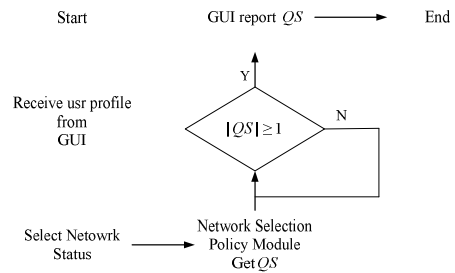
(1) SSANQIM 系統實作架構

SSANQIM 系統實作環境如圖八十二所示。本系統實作之整體環境架構包含使用者圖形化介面、利用 DiffServ 架構提供群播一個具有 QoS 的網路環境以及網路選遞策略。圖形化介面可方便使用者使用本系統，DiffServ 環境可提供群播服務 QoS，而當使用者在一異質網路環境中欲加入群播群組以獲得群體通訊服務時，網路選遞策略能夠給使用者適當的建議，幫助其選擇具有服務品質的網路。



圖八十二：系統實作環境

使用者位於實作環境中時，有無線網路介面與有線網路介面可以使用，另外 Traffic Generator 為製造背景流量的主機，用來驗證 DiffServ 架構確實能提供群播服務具有 QoS。圖八十三為系統運作流程圖。



圖八十三：系統運作流程圖

(2) 開發工具與環境

實作的環境為 FreeBSD 與 Windows 系統，在 FreeBSD 系統中架設 IPv6 router，router 包含 DiffServ 環境之 edge router 與 core router，與 multicast function；另外 Traffic generator 也是由 FreeBSD 架設完成。而在 Windows 系統中實作 SSANQIM 系統，包括圖形化使用者介面、網路選遞策略與各個收集網路狀況的模組，各個模組以 Borland C++ Builder 開發，這同時也是使用者端，使用者端採用筆記型電腦，筆記型電腦安裝 Windows XP SP1，內含 IPv6 的協定。

對於系統的開發，為了開發一圖形化使用者介面，所以採用 Borland C++ builder。

(3) 系統功能與展示

系統實作的部份，包含架設具 QoS 的 IPv6 multicast 環境，也就是 DiffServ 網路中具備 QoS 的群播服務，網路選遞策略則是以 SSANQIM 系統為主。

QoS 環境主要以 DiffServ edge router 與 core router 為主，router 再安裝 pim6sd 讓 router 同時也具有群播路由器的功能。SSANQIM 主要有圖形化使用者介面，並透過介面展示網路選遞策略的篩選結果。以下將針對各功能做詳細的解釋與展示。

● 系統測試

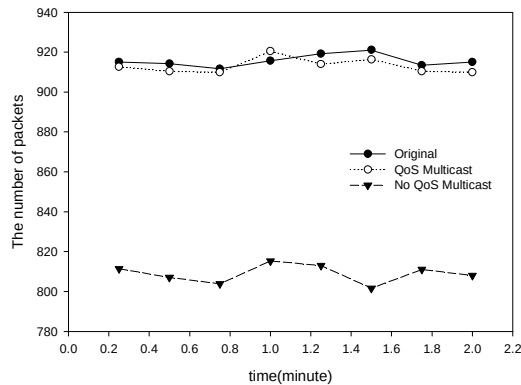
(1) 驗證系統提供之群撥具有 QoS 機制

本實驗設計了三個劇本。劇本一為 Video Server 播放 multicast streaming media，Video Client 接收 multicast streaming media，DiffServ router QoS 功能未開啟，也沒有背景流量影響 multicast streaming media。在第一個劇本，利用封包分析工具 ethereal 0.10.3 來量測數據，實驗時間共兩分鐘，以 15 秒為一單位時間，實驗量測兩組數據，分別是 (1) 單位時間平均接收封包數與 (2) 單位時間平均封包延遲時間。

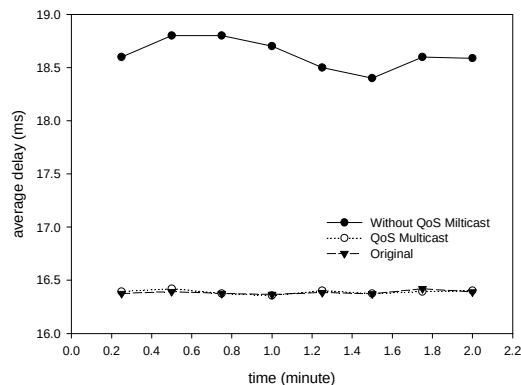
劇本二中，同樣 Video Server/Client 分別負責傳送與接收群播封包 traffic generator 此時 traffic generator 利用 tcp 產生平均 1.214 byte/秒的流量作為背景流量，然後量測時間與方式同上。劇本三中，延續劇本二，為一具有平均背景流量 1.214 byte/秒的環境，差異點在於劇本三啟動了 DiffServ edge/core router daemon，在此環境中，在利用上述相同辦法量測數據。測量次數共 10 次，每次以 15

秒為一單位時間，取十次數值之後再取平均值。

實驗數據圖八十四為三個劇本的平均接收封包數比較圖，圖八十四中劇本二收到的平均封包數目皆小於劇本一與劇本三的平均接收封包數目，原因是因為背景流量過大，造成封包漏失，劇本三則是因為啟動 QoS 機制，所以其平均封包接收數回復到原本正常接收數量。圖八十五同樣也可說明背景流量大時，若不在 QoS 機制的架構下，平均封包延遲時間便會因為網路負載過大時而變長。實驗結果中我們可以發現，平均接收封包數目與平均封包傳輸延遲都可驗證了本系統確實能提供使用者的服務品質。



圖八十四：3 劇本平均接收封包數分布圖

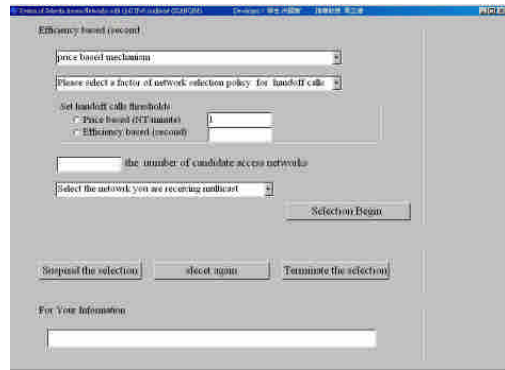


圖八十五：3 劇本平均封包延遲時間分布圖

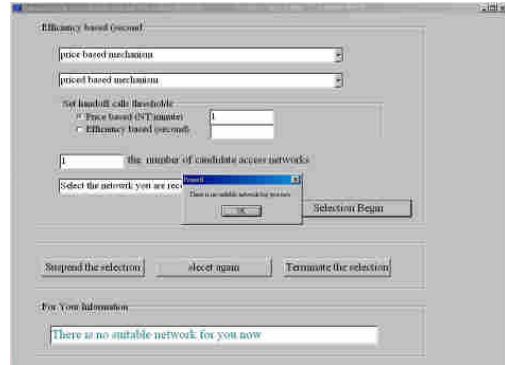
(2) 驗證 NCPB-HCPB

先將 video client 兩個介面卡都啟動分別連上 Ethernet 與 WLAN，假設目前網路單位時間使用費率為 Ethernet：1.67 元/小時，WLAN：60 元/小時。假設一位想要加入群播群組來獲得群體通訊的使用者 (new call)，選擇了以 price based 的網路遴選考量因子，此時使用者可以輸入圖八十六(a)的設定來使用 NCPB 遴選機制。

輸入之後，網路遴選機制會開始作篩選網路的動作，此時圖形化使用者介面會建議使用者使用 Ethernet 網路，如圖八十六(b) 所示。經實驗結果，網路遴選策略確實能篩選出較便宜的 Ethernet。



(a)設定畫面



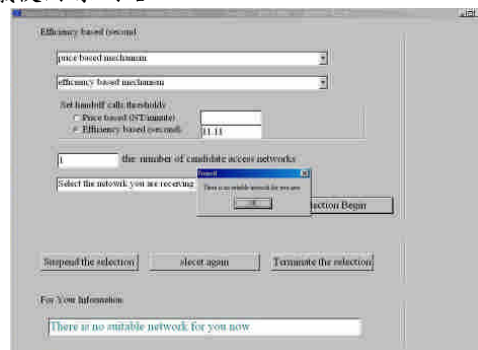
(b) NCPB 建議 QS

圖八十六：NCPB-HCPB 執行畫面

(3) 驗證 NCPB-HCEB

首先如實驗(2)，NCPB 可以挑選出正確的結果來。再來驗證 HCEB 的正確性。當使用者得到 Ethernet 為 new call 可使用的網路後，加入 Ethernet 的群組，然後 HCEB 根據 TH 值來判斷是否有別的網路適合 handoff。

實驗結果如圖八十七所示，由於 Ethernet 是目前可用網路之中最便宜的網路，所以系統建議使用 Ethernet。圖八十七說明當 HCEB 偵測到群播群組為正在使用中的群組時，所以開始判斷回應時間，而目前可用網路之中，並無比正在使用的網路的回應時間還要快上 11.11 秒的網路，所以系統建議使用原網路。



圖八十七：NCPB-HCEB 執行畫面

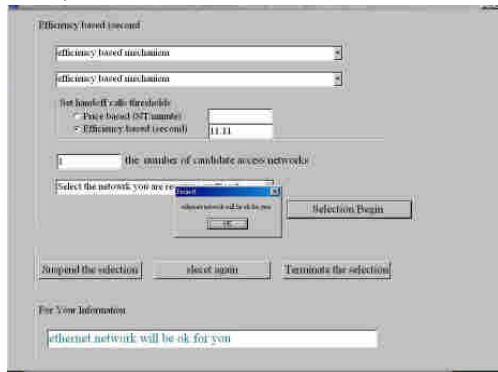
(4) 驗證 NCEB-HCPB

首先使用者選擇以 efficiency based NCEB 選策略，再來執行 HCPB。

系統偵測目前沒有群播群組，所以依據回應時間來篩選網路，篩選結果回 Ethernet 網路回應時間較快，所以選擇 Ethernet。測量週遭網路，並無比正在使用的網路的回應時間還要便宜一元的網路，所以建議是目前沒有其他使合的網路可供 handoff 用。

(5) 驗證驗證 NCEB-HCEB

一開始執行 NCEB，步驟同實驗(4)之 NCEB。然後執行 HCEB，步驟同實驗(3)之 HCEB。實驗結果如錯誤！找不到參照來源。圖八十八所示，由於目前沒有群組存在，所以考量回應時間，系統建議回應時間比較短的 Ethernet。HCEB 則是偵測到目前使用的群組，所以網路遴選策略並無將其納入考慮。驗證 HCEB 了正確性。

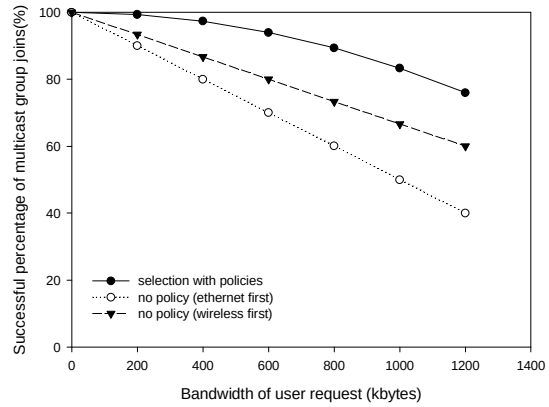


圖八十八：NCEB-HCEB 執行畫面

(6) 驗證服務要求成功率

實驗假設使用者要求群播服務的抵達程序為帕松程序 (Poisson Process)，平均抵達速度為 λ (requests/second)，群播服務新產生呼叫之持續時間亦為指數分佈，其平均值為 T_s 秒，令 $\mu = T_s^{-1}$ 。WLAN 的頻寬為 11Mbps，有線網路 10Mbps，使用者的頻寬需求由 200kbytes、400kbytes 到 1400kbytes，跟據這些不同的參數，來量測系統成功加入群組的機率。本實驗定義一組參數 (BW_ethernet、BackgroundTraffic)，BW 表示 Ethernet 頻寬，BackgroundTraffic 表示系統中的背景流量。則表示使用者要求的頻寬。根據這一組參數，本實驗量測了下列的數據圖。

本實驗討論分三項，在圖八十九中，共有三條曲線分別代表 selection with policies、no policy (ethernet first)與 no policy (wireless first)，隨著使用者所要求的頻寬增大，服務要求成功率也跟著下降，可是如果使用本系統，服務要求成功率會比沒有使用本系統的使用者更為高，使用者可以避免服務要求失敗的頻率，這使得使用者享有的品質更為保障。



圖八十九：服務要求成功率

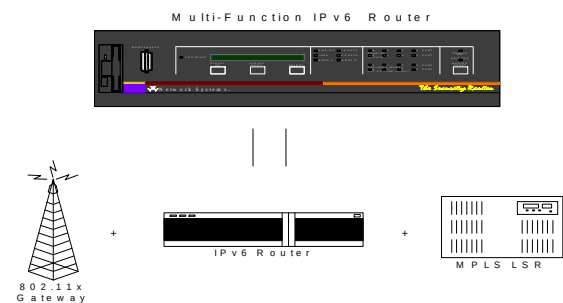
(BW_ethernet=10Mbps、BackgroundTraffic=8Mbps)

4.子計畫四：All-IPv6 網路 Mobility 及 Session Management 研究

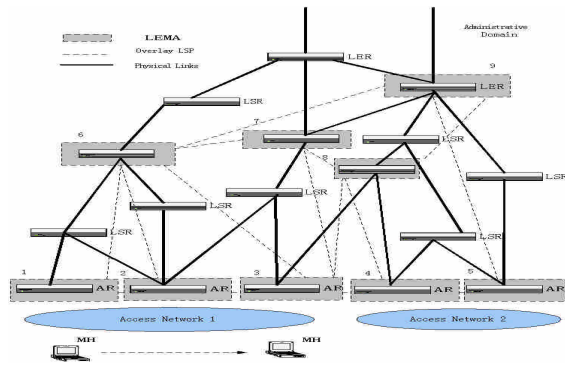
第一期計畫的目標是在 All-IP 的基礎架構下，完成 MPLS 路由及 802.11 基地台建立，並初步完成 Session Management Agent 的規劃、設計與建置工作。

如圖九十所示，本計畫執行的目標是完成一台簡單的 Multi-function IPv6 Router，包含了兩個系統：IPv6 Router、與 MPLS LSR 的結合。我們先行架構 IPv6 Router 作整個 All-IP Network 的核心；接著，於其上建構 MPLS 標籤轉換機制。MPLS LSR 這個部分，除了要做到 Transmit LSR 的功能之外，因為路由器將來是作用於 MPLS Backbone 的 Edge 端，亦必須做到 Ingress LSR 及 Egress LSR 封包包裝及拆解的功能。完成之後，再於路由器的 LAN 端，架構出 802.11x 的無線環境，成為我們研究 Session Management 的單一端點。

完成了路由平台之後，我們將該系統移植到多部相同的平台上，建構 Session Management 的模擬環境。

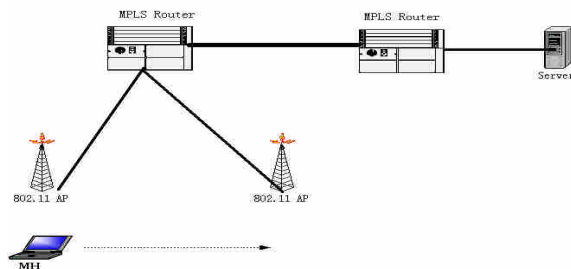


圖九十：Multi-function IPv6 Router



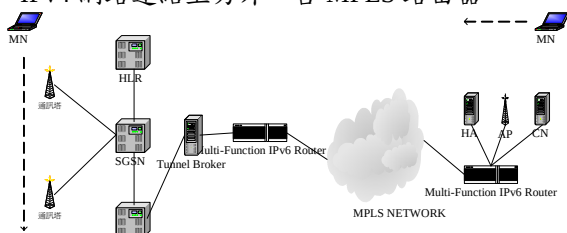
圖九十一：網路架構圖

於這樣的環境，我們利用行動主機，來進行 IPv6 環境下漫遊功能的測試。其中 AR 代表 Access Router，當漫遊情況發生時，為了讓 Server 知道行動主機的位置，我們架構 Agent 代理人系統，再配合 Proxy Agent 以期作到 Seamless 的漫遊。建立一套 MPLS 骨幹架構下的 Agent 初步機制，同時相容於 IPv6 Mobility，藉由實作的建立完成計畫的硬體架設。如圖九十、圖九十一及圖九十二所示為本期計畫完成實作架構圖。



圖九十二：MPLS 路由、802.11 基地台及移動終端架構

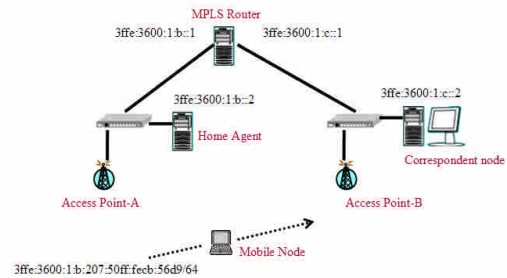
接續第一期計畫，在第二期計畫主要的研究目的是將已建置好的 MPLS 路由器實際佈置在台大與本校之間，並能互相交換標籤，由於工研院所提供的行動通訊系統版本更新為 3G (R99)，而 R99 並不支援 IPv6 網路協定。且台大並不提供 IPv6 服務，所以我們的網路架構如下圖九十三。目前 3G 系統上的 MN 只有 IPv4 位址，為能連結上 IPv6 網路，我們加上一台 Tunnel Broker 轉換成 IPv6 位址，我們再改成以 6to4 Tunneling 的形態透過 IPv4 網路，如此來達成 MPLS IPv6 標籤交換的功能，目前我們已能用 6to4 Tunneling 的技術穿過 IPv4 網路連結上另外一台 MPLS 路由器。



圖九十三：3G 系統與 WLAN

● Mobile IPv6

圖九十四所示為我們目前測試 Mobile IPv6 與 MPLS 整合的環境，無線環境為 IEEE 802.11b，在 Home link 與 Foreign link 上分別使用 Hub 將 Access Point 與 Home Agent 及 Correspondent Node 連結，Mobile Node 上使用 PCMCIA 介面的無線網卡來接收與傳送 Packets。在 All-IP 的基礎架構下完成 MPLS 路由及 802.11 基地台建立，使 Mobile Node 在經由 Access Point 上連接有線網路端的 MPLS 路由進行漫遊，而始終能保持通訊的正常不中斷。而 Mobile IPv6 的測試結果如下列圖九十五、圖九十六、圖九十七所示。



圖九十四：Mobile IPv6 的整合環境

```
[root@ha init.d]#mipdiag -c
Mobile IPv6 Binding cache
Home Address          Care-of Address
3ffe:3600:1b:280:c8ff:fe5:4c60  3ffe:3600:1c:207:50ff:fe3b:35d9
Lifetime  Type
843          2
```

圖九十五：Home Agent 的 Binding Cache
(MN: home network → foreign network)

```
[root@cn init.d]#mipdiag -c
Mobile IPv6 Binding cache
Home Address          Care-of Address
3ffe:3600:1b:280:c8ff:fe5:4c60  3ffe:3600:1c:207:50ff:fe3b:35d9
Lifetime  Type
726          1
```

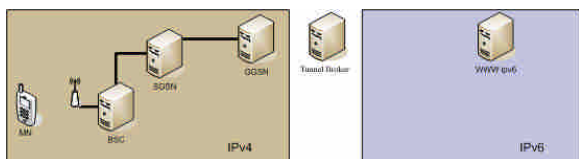
圖九十六：Correspondent Node 的 Binding Cache
(MN: home network → foreign network)

```
[root@mn root]# ping6 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.13ms
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.64ms
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.13ms
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.39ms
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.30ms
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.65ms
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=64 ttl=62 time=2.59ms
mip6: procrcv.c:dstopt_process bu: calling bu_add_
mip6: mip6_bcache add: creating a new entry
mip6: adding entry: c188c000
mip6: bcache.c: set_timer: setting timer to now
mip6: procrcv.c: mip6_bu_add: binding succeeded
mip6: Binding Update Destination Option:
mip6: Option type: 198
mip6: Single Address bit is set.
mip6: Prefix length: 0
mip6: Sequence number: 20
mip6: Lifetime: 1000
mip6: BU has no sub-options
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=93 ttl=64 time=6.79ms
mip6: Binding exists. Adding routing header
mip6: Rebuilding ipv6_txoptions
64 bytes from 3ffe:3600:1b:207:50ff:fe3b:35d9: icmp_seq=94 ttl=64 time=3.17ms
mip6: Binding exists. Adding routing header
mip6: Rebuilding ipv6_txoptions
```

圖九十七：Handoff 動態測試

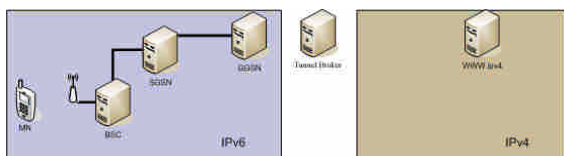
- Tunnel Broker

我們將使用 Tunnel Broker 來將 3G/GPRS IPv4 網路與 IPv6 網路整合，Tunnel Broker 可以有有效的整合並且轉換 IPv4/IPv6 之間的網路訊息如下圖九十八。



圖九十八：利用 Tunnel Broker 與 IPv6 網路溝通

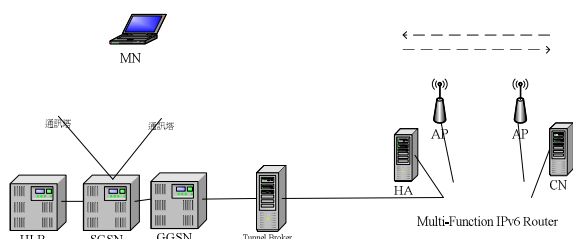
我們採用 Microsoft 所提供的套件，在 Win2000 上面安裝了一套 Tunnel Broker 用來整合 3G/GPRS IPv4 網路與 IPv6 網路如下圖九十九。



圖九十九：利用 Tunnel Broker 與 IPv4 網路溝通

在將來的 3G 網路中，將全面採用 IPv6 網路，一樣可以使用 Tunnel Broker 來進行連結的轉換。

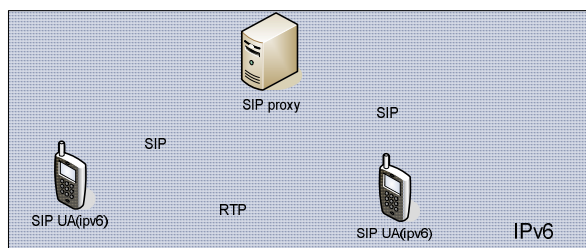
為了達成了從 GPRS(IPv4)漫遊到 WLAN(IPv6)環境，我們在 GPRS 與 WLAN 中間加上了 Tunnel Broker 以達成此功能，在測試環境下，Dual Stack Mobile Node 順利自 GPRS 網路漫遊到支援 Mobile IPv6 的 WLAN 環境中，並能在 WLAN 環境中自由移動而能使用相同的 IP 維持通訊。



圖一百：GPRS/WLAN 換手測試

- Session Management

我們使用標準的 SIP 協定，採用 iptel 組織所提供的 SIP proxy 與 SIP UA，我們安裝了 SIP UA 並且連接上了網路上的 SIP proxy，稍後也自行安裝了 SIP proxy，SIP 的腳色將放置在我們 MobileNode 上面，作為利用 MobileIP 的 Application。其架構如圖一百零一所示。user(caller)欲發起一個 session 時，它使用 callee 的 URL 來表示所欲通訊的對象，之後再經由 SIP 網路來建立通訊兩端節點的通初始化動作，當兩端的 SIP 動作流程執行完成之後，clients 間就可以根據其間所協商的 IP 位址、port、media type 等參數值直接進行通訊了。



圖一百零一：SIP 應用架構

已架設 SIP Server：“SER(SIP Express Router)-0.8.11”且啟動 SER 的畫面如圖一百零二；在 Client 的部分,kphone-ipv6-3.0 這個 patch 過的套件可以支援 IPv6(IPv4/IPv6 同時支援)，SIP UA 的設定畫面如圖一百零三所示。

```
[cycle #: 565; if constant make sure server lives and fifo is on]
Server: Sip Express router (0.8.11 (i386/linux))
Now: Sat Dec 13 22:40:49 2003
Up Since: Sat Dec 13 20:58:55 2003
Up time: 6114 [sec]

Transaction Statistics
Current: 0 (0 waiting) Total: 2 (0 local)
Replied locally: 4
Completion status 6xx: 0, 5xx: 0, 4xx: 0, 3xx: 0, 2xx: 2

Stateless Server Statistics
200: 7 202: 0 2xx: 0
300: 0 301: 0 302: 0 3xx: 0
400: 0 401: 0 403: 0 404: 0 407: 0 408: 0 483: 0 4xx: 0
500: 0 5xx: 0
6xx: 0
xx: 0
failures: 0

UsrLoc Stats
Domain Registered Expired
location 0 4
```

圖一百零二：SER 的啟動畫面

圖一百零三：SIP UA 設定的畫面

在圖一百零四中顯示的是一 client 註冊成功的訊息，因為我們目的是要透過 proxy 來轉傳訊息，所以可看到我們是將這台 client 的 identity 設為 proxy 所負責的 domain 之 URL 的型式，如:wei@sipserver.ee.ndhu.edu.tw。圖一百零五是 proxy server 中相對應的顯示訊息，顯示 user“wei”成功登錄以及其 contact 之 IPv6 address。

```

REGISTER sip:sipserver.ee.ndhu.edu.tw SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP [3ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e]
CSeq: 5015 REGISTER
To: "wei" <sip:wei@sipserver.ee.ndhu.edu.tw>
Expires: 900
From: "wei" <sip:wei@sipserver.ee.ndhu.edu.tw>
Call-ID: 131107568103ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e
Content-Length: 0
User-Agent: KPhone/3.0
Event: registration
Allow-Events: presence
Contact: "root" <sip:root@[3ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e];transport=udp>
p>:methods="INVITE, MESSAGE, INFO, SUBSCRIBE, OPTIONS, BYE, CANCEL, NOTIFY, ACK"

MessageSocket::setHostname(): hostname = 'sipserver.ee.ndhu.edu.tw'
SipClient: Receiving message...
set port number: 5060
SipUri::setHostname(): set to '3ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e'
SipUri::setPortNumber(): set to '5060'

SipClient: Received: 21:21:00.971
-----
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP [3ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e];received=3FFE:3600:2:
B:230:1BFF:FE07:130E
CSeq: 5015 REGISTER
To: "wei" <sip:wei@sipserver.ee.ndhu.edu.tw>;tag=d4cc6f0e00fbd3598ee2224ade2a72

```

圖一百零四： client 註冊成功訊息畫面

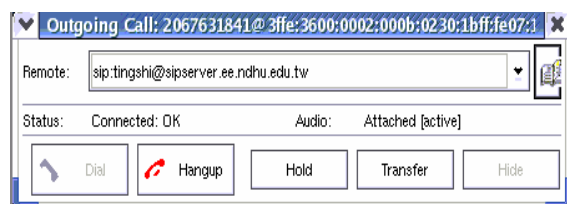
```

prev : (nil)
.../Contact...
.../Record...
...Record(0x422baae3)...
domain: 'location'
acr : 'wei'
.../Contact(0x422bab28)...
domain: 'location'
acr : 'wei'
Contact: 'sip:root@[3ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e];transport=udp'
Expires: 359
q : 0.00
Call-ID: '131107568103ffe:3600:0002:000b:0230:1bff:fe07:130e'
CSeq : 5015
replac : 0
State : CS_NEW
next : (nil)
prev : (nil)
.../Contact...
.../Record...
---/Domain---
===/Domain list===

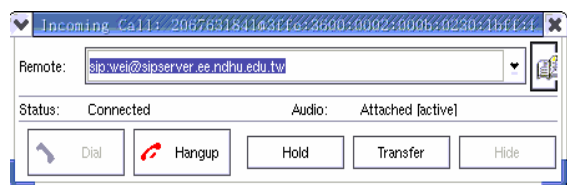
```

圖一百零五： Proxy Server 顯示相對應訊息畫面

圖一百零六顯示當 user “wei” 欲 initial 一通 call 給 user “tingshi” 的畫面，而圖一百零七則顯示在使用者 tingshi 端接收到此 Invite 訊息並同意後的畫面。我們可以由此兩圖中看出當 user “wei” 發出 Invite 給 “tingshi” 並取得同意回傳訊息後，它們之間的 status 就成為了 connected，也就可以開始進行 SIP based 之 IPv6 session 通話了。



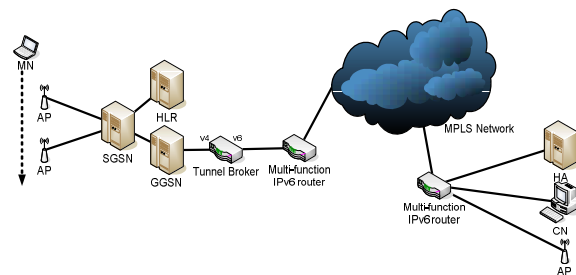
圖一百零六： 當 user “wei” 欲 call user “tingshi”



圖一百零七： user “tingshi” 收到來自 user “wei” 的 invite 訊息

第三期研究計畫〈本期計畫〉，我們所執行的成果主要工作是測試 Home Agent 與 Correspondent Node 分別在 3G 與 IEEE 802.11b 不同設備間 Mobile Node 是否能夠正常換手，而在 3G 與 IEEE 802.11b 間能夠遊走並能保持網路連線，需完成

GPRS 升級成 3G 的動作，這時兩種網路才算全都支援 IPv6 協定，具有真正 All-IP 效果；然而目前之 3G 系統仍為 IPv4，因此造成 MN 部分無法順利完成換手，圖一百零八為測試系統架構圖。

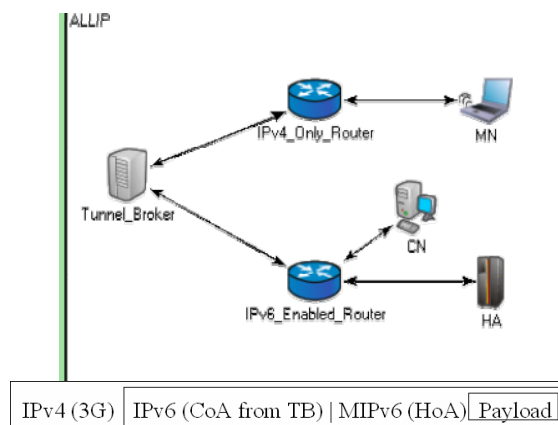


圖一百零八：測試系統架構圖

為了達成本計畫目標，我們嘗試過 NAT-PT 後提出 6to4 等解決方案後，最後決定設法在現有的系統架構內透過 Tunnel Broker 取得 IPv6 位址，完成 MIPv6 的 Binding Update 程序。

在 MN 換手到 3G 系統下之後，首先會取得 3G 系統的真實 IPv4 位址，此真實 IPv4 位址應事先在 Tunnel Broker 註冊，並與 IPv6 位址做 Binding Update，然後 MN 應該要取得 IPv6 位址以設定 Tunnel，接著可以取得對應的 IPv6 位址當作 MN 的 CoA，並開始觸發 Binding 流程。

All-IP 實際的測試架構與最後送出的封包格式應如圖一百零九：



圖一百零九：All-IP 測試架構圖

原本預計採用 MIPL 作為 All-IP 計畫 MIPv6 功能之套件，但由於本套件需要更新 Kernel，在實際測試中發現與同樣需更新 Kernel 的 UE 不相容，因此無法完成 3G 部分此段架構的實際測試，為了解決此問題，我們向 FutureSoft 公司取得 Futuresoft IPv6 Stack 軟體並測試其 MIPv6 部分功能。取得之 Futuresoft IPv6 Stack 之 MIPv6 版本僅支援至 MIPv6 draft-17，與原本使用的 MIPL 版本（測試時的版本為 draft-24）有相容性問題。然而 FutureSoft 其優點為只需安裝軟體即可支援 MIPv6，可相容於 UE；因此計畫採用 FutureSoft 作為 Mobility 部分的解決方案。底下兩圖分別是 FutureSoft MIPv6 HA 及 FutureSoft MIPv6 MN 的實際執行畫面。


```

FutSoft Integrated Router

fsir login: root
Password:

/## run script HA.txt
/## cd ip6

/ip6# ip6addr 1 3ffe:3600:a::1 64
/ip6# ip6addr 1 3ffe:3600:a:: 64

MLD: Entering MLDIfUpdate
MLD: Exiting MLDIfUpdate
/ip6# ip6RouterAdvStatus 1 1

/ip6# ip6RouterAdd 3ffe:3600:b:: 3ffe:3600:a::0 64 1

ip6RouterAdd 3ffe:3600:b::

Invalid input at Marker
/ip6# enable trace 7

/ip6# MLD: Entering MLDIfUpdate
MLD: Exiting MLDIfUpdate

```

圖一百一十：FutureSoft MIPv6 HA 的實際執行畫面

```

Setting network parameters: [ OK ]
Bringing up loopback interface: [ OK ]
Bringing up interface eth0: [ OK ]
[root@cn-fs future6]# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:C1:26:06:65:EC
          inet addr:134.208.31.12  Bcast:134.208.31.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: 3ffe:3600:2:b:2c1:26ff:fe06:65ec/64 Scope:Global
          inet6 addr: fe80::2c1:26ff:fe06:65ec/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:92795 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:1904 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:5749770 (5.4 Mb)  TX bytes:150822 (147.2 Kb)
          Interrupt:10 Base address:0x9f00

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:866704 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:866704 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:54809700 (52.2 Mb)  TX bytes:54809700 (52.2 Mb)

[root@cn-fs future6]#

```

圖一百一十一：FutureSoft MIPv6 MN 的實際執行畫面

5.子計畫五：All-IPv6 網路之開放式服務整合平台建置

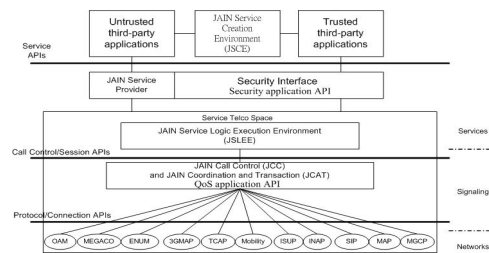
在第一期計畫中，我們完成「ALL-IP 服務應用 APIs 架構、陳述方法與介面定義」與「Oscar OSGi (Open Services Gateway initiative) 系統架設」。

● ALL-IP 服務應用 APIs 架構、陳述方法與介面定義

本期目標之一在於建立適用 All-IP 環境的資訊服務 API 之陳述、設計、與發展架構，作為 API 技術之基礎。技術研發包括 All-IPv6 資訊服務需求分析(All-IPv6 Information Service Requirement Analysis)、服務性質界定 (Service Characterization)、API 陳述(API Specification)、API 介面定義(API Interface Definition)以及服務註冊 (Service Registration)等議題。我們以 JAIN API 架構為基礎，加以改進，使之適用於 All-IPv6 服務環境。然後我們提出 API 陳述方法以及介面定義語言(API Interface Definition Language)，並發展服務註冊機制，以利 API 的組織和運用。

有關 JAIN API 陳述 (JAIN API Specification)

方面，本研究將其分為 JAIN 協定 API 陳述 (JAIN Protocol API Specifications)、JAIN 應用 API 陳述 (JAIN Application API Specifications) 及 JAIN 前瞻功能 API 陳述，其 APIs 架構組織如圖一百一十一所示。



圖一百一十二：JAIN APIs 架構

● Oscar OSGi (Open Services Gateway initiative) 系統架設

Oscar(Open Service Container ARchitecture)是依據 OSGi 制定的規格來設計的，其主要功能是提供一個完整的開放式 OSGi 平台，讓應用開發者能很容易將其開發的應用嵌入 Oscar 平台且可以迅速擴張平台的功能，我們已建制完成 Oscar-Based OSGi 系統。圖一百一十三為進入 Oscar 的啟始畫面。

```

$ java -jar lib/oscar.jar

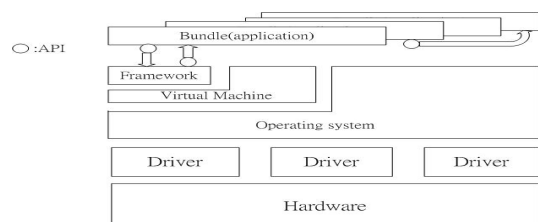
Welcome to Oscar.

Enter profile name: beaome

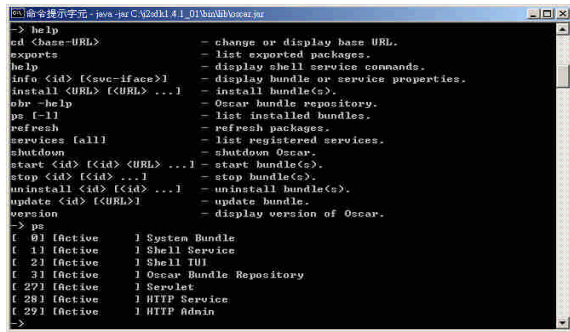
```

圖一百一十三：Oscar OSGi 系統的啟始畫面圖

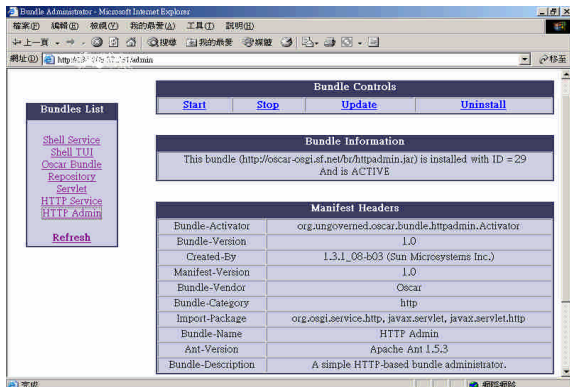
Bundle 包含 Java classes 和元件，可提供許多 API 讓其他的 Bundle 使用，Bundle 與平台也可以互相提供 API 讓對方使用，Bundle 與 API 間的關係如圖一百一十四所示，想要瞭解 Bundle 的狀態可透過以下兩種方式：(一)在 Oscar 平台上，以命令列(Command Line)方式顯示其狀態，如圖一百一十五所示，也可透過不同的命令列方式更改狀態或安裝新 Bundle，(二)使用 Web Browser 連上 Oscar OSGi 系統，來顯示 Bundle 狀態及更改其狀態，如圖一百一十六所示。



圖一百一十四：Bundle 與 API 間的關係圖



圖一百一十五：以命令列方式顯示 Bundle 狀態



圖一百一十六：以 Web Browser 方式顯示 Bundle 狀態

第二期研究計畫，我們已完成「All-IPv6 服務應用 APIs 開發」及「服務應用 APIs 和 OSGi 系統整合」。

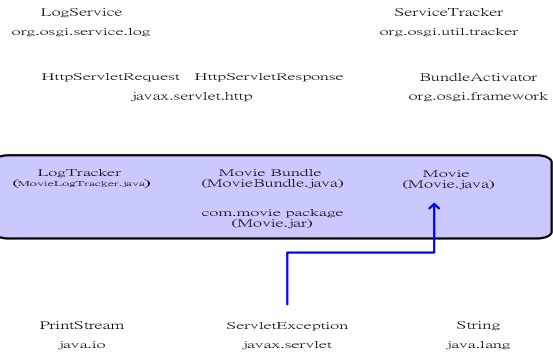
● All-IPv6 服務應用 APIs 開發

本期我們使用 JBuilder 當開發工具實作完成 Java-based 之 E-Business、Video-on-Demand 及 On-line Gaming 服務應用 APIs，所開發之 Video-on-Demand 服務應用 APIs 架構如圖一百一十七所示，另 E-Business 與 On-line Gaming 服務應用 APIs 架構和此相類似，圖中間 com.movie Bundle 包含三種類別，分別為 Movie.java、MovieBundle.java 和 MovieLogTracker.java。Movie.java 功能為產生網頁畫面及對 Client 端所提需求作出回應；MovieBundle.java 功能為和 OSGi 平台溝通，且接受平台的控制；MovieLogTracker.java 功能為日誌檔(Log file)的紀錄，內容包含 Bundle 何時註冊、何時執行與何時停止。另外，com.movie Bundle 有使用到其他 Bundle 所提供之介面，條列如下：

- ◆ Java.io 的 PrintStream 介面提供輸出字串之功能。
- ◆ Javax.servlet 的 ServletException 介面提供程式例外輸出的處理。
- ◆ Java.lang 的 String 介面提供程式處理字串的能力。
- ◆ Javax.servlet.http 的 HttpServletRequest 及 HttpServletResponse 提供此服務應用 API 和 Client 端間通訊的能力。
- ◆ Org.osgi.framework 的 BundleActivator 介

面提供此服務應用 API，有起始及停止服務的能力。

- ◆ Org.osgi.service.log 的 LogService 介面提供程式有記錄日誌檔(Log file)的能力。
- ◆ Org.osgi.util.tracker 的 ServiceTracker 介面提供服務應用 API，可從 OSGi 平台獲得其是否有註冊成功的訊息。



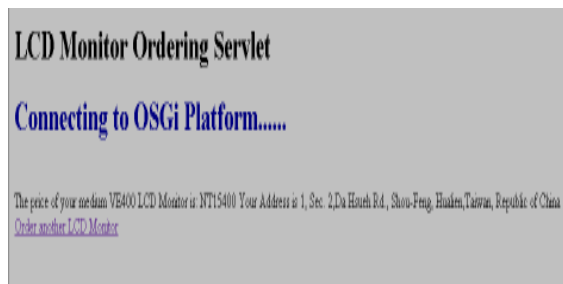
圖一百一十七：Video-on-Demand 服務應用 APIs 架構圖

● 服務應用 APIs 和 OSGi (Open Services Gateway initiative) 系統整合

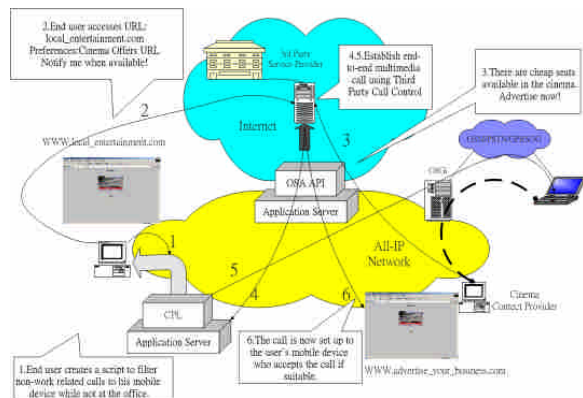
本期計畫所開發完成之服務應用 APIs，必須將其嵌入具有 OSGi 規格之平台，才能發揮 APIs 的功能，故我們選擇 IBM 公司所發展的 SMF(Service Management Framework)平台，此平台是依據 OSGi Release3.0 規格來設計，能夠讓使用者將其開發之應用嵌入平台，迅速擴張平台之功能。

在確認平台正常運作及瞭解操作方式之後，就能容易將所開發完成的服務應用 APIs (Bundle) 嵌入 SMF 平台，以下將介紹本計畫於此 Part 所研發的成果，總共分成三部份探討。

第一部份為電子商務應用。約翰向一家 OSGi 平台服務公司註冊成為其會員，有一天他瀏覽了一個線上購物網站，他想買一台液晶螢幕但不知道該買哪一台，因此他在網站上填寫了一份需求單，傳送給網站管理者，並請管理者有消息時通知其註冊的 OSGi 平台服務公司，過了幾天，網站管理者回了訊息給約翰所註冊的服務公司，平台服務公司收到訊息後將訊息轉成 Bundle 的型式，且依據約翰所留下的聯絡方式通知他到平台指定的網址看訊息，此時他正好攜帶 PDA 在車站，也收到此訊息，因此他使用 PDA 上網連到如圖一百一十八畫面的網址，並完成訂購程序，且看到交易的回覆訊息（圖一百一十九所示），而 OSGi 平台服務公司再將此訊息回傳給線上購物網站管理者。

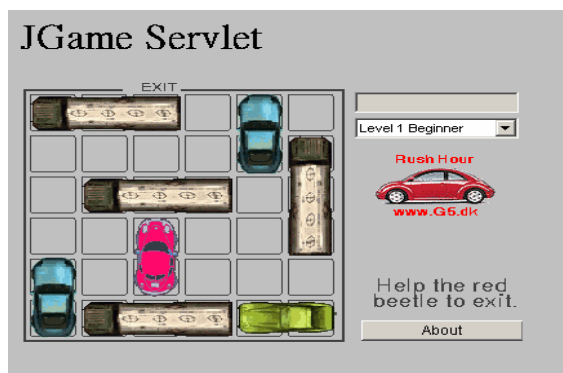


第二部份為 Video-on-Demand 應用，其應用情境如圖一百二十所示。首先，使用者使用位於辦公室內的電腦並與 OSGi 平台連線，因使用者可能會離開辦公室，因此其設定當有任何訊息要傳給他但他不在辦公室時，OSGi 系統就自動轉送訊息到他的行動裝置，如行動電話、PDA 等，如圖中‘1’所示，此時使用者想買電影票，故登入娛樂網站的網頁，詢問有無電影票，如圖中‘2’所示，娛樂網站接到此訊息，便幫使用者去詢問電影公司，如圖中‘3’所示，當有消息後，娛樂網站馬上送訊息給使用者，但使用者此時不在辦公室內，故透過 OSGi 平台將訊息送到使用者行動裝置中，如圖中‘4&5’所示，娛樂網站在使用者收到訊息後，便告訴電影公司使用者已經收到此項訊息，以便電影公司和使用者的之間互通，如圖中‘6’所示，而在使用者行動裝置上所看到的畫面如圖一百二十一，使用者可點選任何一部電影的預告片觀看，如圖一百二十二所示，最後在決定要觀看那一部電影。



第三部份為線上遊戲應用，其情境描述如下：瑪莉是一位坐 School Bus 上學的學生，因為在等校車的時候非常無聊，所以拿出可以上網的行動裝置，想找一些小遊戲來玩一玩，順便打發時間，忽然她發現一個專門提供小遊戲的網站，此網站是利用 OSGi 平台開發完成，網站畫面如圖一百二十三所示，她便點選其中一個遊戲，遊戲畫面如圖一百二十四所示，瑪莉從此在等校車就不會感覺無聊。





圖一百二十四：線上遊戲範例二



圖一百二十五：All-IPv6 Testbed 與 OSGi 系統整合



圖一百二十六：OSGi 系統

第三期研究計畫〈本期計畫〉中，完成「OSGi 系統於行動裝置之可攜性研究」、「無縫隙行動運算之異質網路決策系統」及「OSGi-based Home Networking 整合應用」：

- OSGi 系統於行動裝置之可攜性研究

我們在上期計劃已將服務應用 APIs 和 OSGi 系統作了整合，本期計劃更進一步地應用於各種行動裝置，如 Smart Phone、PDA...等，以解決可攜性與異質平台之問題。由於 Smart Phone 運算能力及記憶體空間的不足，且 Smart Phone 可使用的網路頻寬並不高，所以廠商在設計 Smart Phone 時，讓 Smart Phone 可讀取的影片格式多為 ITU 規定的 H.263 壓縮編碼技術的影片。

上期計劃在 PC 平台上開發符合 OSGi 架構的 Video-on-Demand 服務應用 APIs 時，採用 Java Media Framework API(JMF)。JMF 提供 Java 應用程式或是 Applet 型式之程式以一個簡單且統一的架構來播放、控制音樂及影像。但 JMF 目前僅在 Windows、Linux、Solaris SPARC 系統有完整支援，因此原本採用 JMF 所開發的 Video-on-Demand

API 沒辦法在 Smart Phone 及 PDA 上透過瀏覽器執行，因此本計劃採用 RTSP 串流影片播放之方法，讓 VoD API 可在行動裝置上實作。

Smart Phone 及 PDA 上的記憶體空間不大，如果遇到容量大的影片時可能無法下載到裝置當中。而利用 RTSP 即時影音串流協定，透過 OSGi 平台 Video-on-Demand 的介面選取欲播放的影片之後，使用 Smart Phone 內建的播放程式來開啟所選取的影片。對於 Smart Phone、PDA 這種記憶體空間小的裝置，使用 RTSP 串流協定來達到 Video-on-Demand 是很適合的方法。

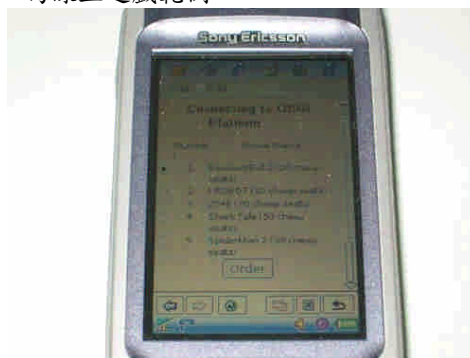
(1) Video on Demand for Smart Phone

RTSP 即時串流協定(Real Time Streaming Protocol)定義如何有效的利用 IP 網路傳送多媒體的資料，其功能在控制多媒體 Streams 的傳輸。本計劃使用 RealNetworks 開發的 Helix Universal Server 作為實作 RTSP 協定的伺服器。Helix Server 可支援的檔案格式相當多，如表四所示。

表四：Helix Server 支援的多媒體檔案格式

Helix Server 支援的多媒體檔案格式	
Real	RealAudio (.rm), RealVideo (.rm, .rmvb), RealPix (.rp), RealText (.rt)
Macromedia	Flash (.swf)
Microsoft	Windows Media (.asf, .wma, .wmv)
Apple	QuickTime (.mov)
Standards-Based	MPEG-4, MP3
Image Formats	GIF (.gif), JPEG (.jpg, .jpeg), PNG (.png)
Other	AU (.au), AIFF (.aif, .ief), WAV (.wav)

因為使用 Smart Phone、PDA 作為連結 RTSP 多媒體服務的客戶端。而 Smart Phone 因為硬體的運算能力差、記憶體空間小，所以大多僅支援 H.263 壓縮技術規格的影片檔案，如 .3gp、.mp4...等。服務提供者必須要將服務的影片格式轉換成上述的檔案格式。只要使用者利用行動裝置連上 All IPv6 網路，透過 OSGi 平台即可使用本計劃所提供之應用服務。圖一百二十七為 Video-on-Demand 服務應用在行動裝置上，圖一百二十八為線上遊戲範例。



圖一百二十七：Video-on-Demand 的服務選單



圖一百二十八：線上遊戲

(2) 即時監控應用服務

本研究根據 Video-on-Demand 服務衍生出「即時監控應用服務」。即時監控應用服務是為了更拓展出 OSGi 的具體可行性與普及性，因此加入即時視訊至本計劃中增加了完整性與實用性。即時視訊與影片的最大不同在於『即時播放』的區別，即時視訊所完成的資料就必須要是即時播放才能符合即時監控系統的需求。

在本研究中，視訊球扮演一重要媒介，它就像是攝影機一般，擷取所拍攝鏡頭前的影像，並將資料儲存在特定資料夾中，作為視訊資料與 OSGi 平台的中間媒介。Smart Phone 可經由網路連接 OSGi 平台，藉由下載或者串流播放電腦媒介資料夾的影片可以在行動裝置(PDA，Smart Phone……等)上即時撥放視訊資料(影片格式 *.3gp 檔或 *.mp4 檔)，圖一百二十九為本研究的架構圖。



圖一百二十九：應用系統架構

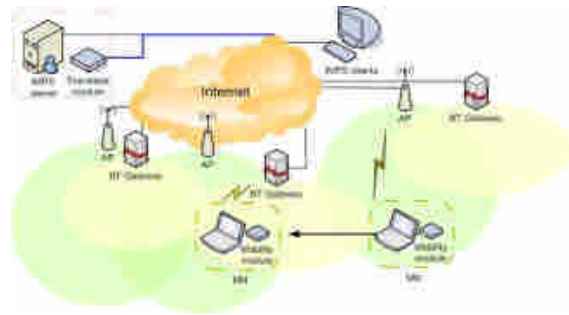
監控系統方面之應用，其情境描述如下：愛麗斯送小孩到幼稚園上課之後，就到公司去上班了。在公司中，愛麗斯想要看看小孩上課學習的狀況，便透過 OSGi 平台從遠端服務提供者取得這項應用服務，而愛麗斯就可以從幼稚園架設的視訊監控系統看到小孩現在的學習狀況是如何了(如圖一百三十所示)。



圖一百三十：監控系統服務

● 無縫隙行動運算之異質網路決策系統

為了提供使用者能帶著行動裝置移動於 All IPv6 網路環境中，且不會因為切換了網路存取介面而受影響甚至中斷，本研究所架設的系統架構如圖一百三十一所示。此系統可分為三部分探討：IMPS (Instant Message and Presence Service) 系統、Mobility 模組及 Translator 模組。



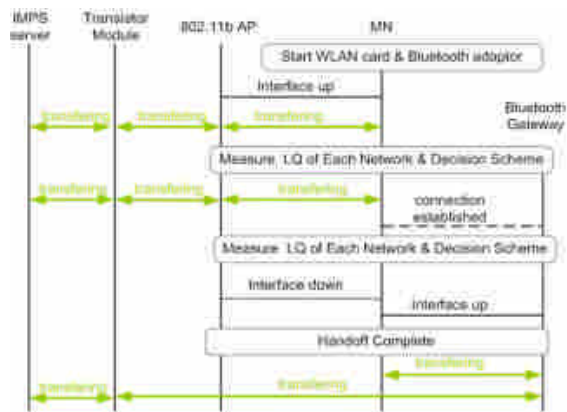
圖一百三十一：系統架構

(1) IMPS 系統

IMPS 系統即為即時傳訊系統，為主從式的架構。Jabber IM 系統不同於一般封閉的即時傳訊系統(如 MSN 及 ICQ)，Jabber 公開一切的 protocol 及原始碼，本系統中的即時傳訊系統為根據 Jabber 網頁中所公開的軟體所架構出。IMPS 伺服器端使用 jabber 1.4.3 版本，IMPS 使用者端是利用 Psi 0.9.3 版本，兩者均建構在 Linux RedHat 9.0 的作業系統上。

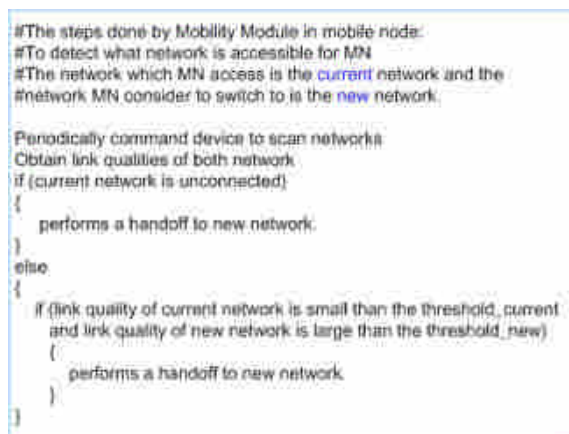
(2) Mobility 模組

使用者所使用的行動裝置需有 802.11 無線網卡及藍芽筆才能任意移動並存取此兩種不同的無線網路，Mobility 模組最大的功用在於使用者行動裝置端不停的存取兩個無線存取媒介的無線連線訊號強度值，並決策何種網路可以提供使用者較穩定的服務品質。決策流程如圖一百三十二所示。

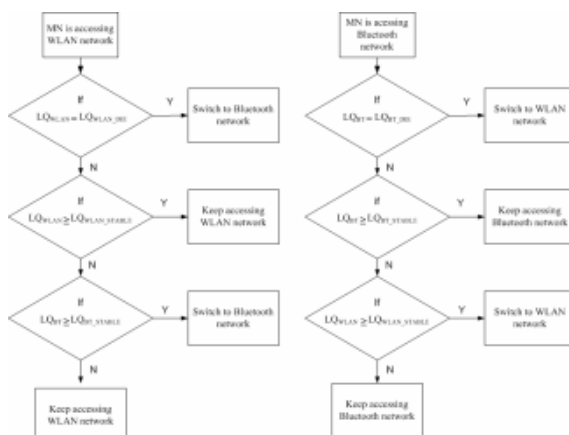


圖一百三十二：Mobility 模組切換網路存取介面流程

Mobility 模組利用決策演算法(圖一百三十三及圖一百三十四)來決定是否該切換網路介面或是繼續存取原用網路，需針對兩個網路來定義出各自臨界值：threshold_WLAN 及 threshold_BT，若所存取到的訊號強度值大於其臨界值則可代表此網路現在是可存取較穩定的服務，若低於臨界值則反之。若是行動裝置現在所存取的網路其訊號值低於它的臨界值且另一新網路的網路訊號值高於它的臨界值，則 Mobility 模組將會決定讓行動裝置切換網路介面。



圖一百三十三：決策演算法

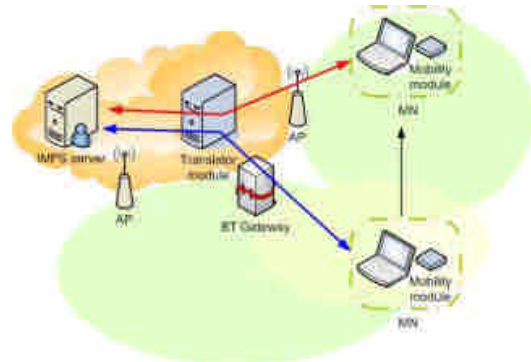


圖一百三十四：決策演算法流程圖

Mobility 模組會不斷得去存取兩個無線網路裝置所能存取到的無線訊號強度值，然後根據所存取到的強度值搭配上決策演算法來作出該存取哪個網路的決定，以提供使用者較穩定的服務品質。

(3) Translator 模組

雖然行動裝置能自由的切換於不同的網路中，但使用者正在存取的即時傳訊服務由於網路的切換而中斷，若行動裝置原本連接藍芽網路透過如圖一百三十五之藍線存取即時傳訊服務，而當使用者移動到存取 802.11 的環境下時，需要 Translator 模組將藍線清除並且讓使用者改透過如紅線來存取即時傳訊服務，讓服務持續。



圖一百三十五：即時傳訊連線透過 Translator 模組轉接

如圖一百三十六所示，因 Translator 模組會將使用者 IP 轉換為固定 IP，以讓即時傳訊伺服器紀錄。因此，不論使用者切換到任何網路、更改成為任何 IP，只要經過 Translator 模組轉換，伺服器和使用者的訊息仍然可以正確的傳遞。



圖一百三十六：Translator 模組功能

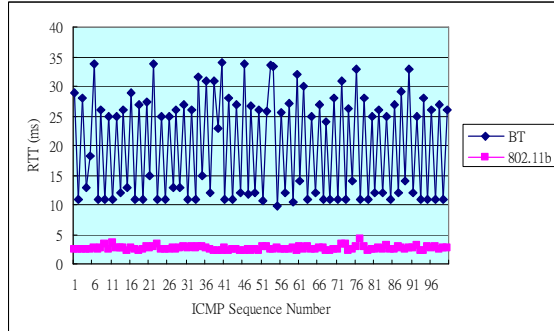
圖一百三十七為本期研究 All IPv6 Testbed 之實作環境，根據以上的三部份(IMPS 系統、Mobility 模組及 Translator 模組)，可讓使用者自在的帶著行動裝置移動且不中斷使用即時傳訊服務，使用者不需去顧慮行動裝置正在存取何種類型之網路。



圖一百三十七：IMPS 系統實作環境

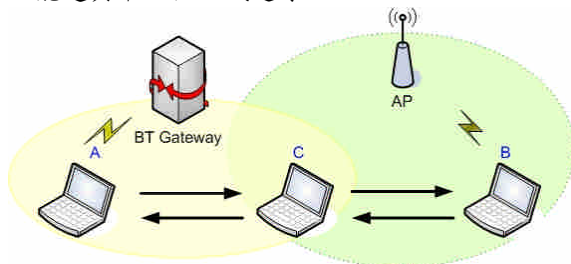
本研究分成兩種情境模擬，第一種情境模擬：MN 不會任意移動，主要測試在 WLAN 與 Bluetooth PAN 下 Round-Trip Time 的時間，Round-Trip Time 為一封包由 Client 至 Server 端回來的時間；第二種情境模擬 MN 在兩種不同的網路之間移動，測試封包遺失狀況。

如圖一百三十八所示，64bytes 的封包從 MN 到 IMPS server 的時間，較高的線條是 MN 使用 Bluetooth PAN 存取；比較低的線條則是使用 WLAN 存取。



圖一百三十八：RRT with 64 Bytes Packet

當 MN handoff 時會遺失許多封包，使用以下情境分析相關資料。圖一百三十九顯示情境的架構，在 MN 移動的環境中，MN 由 Bluetooth PAN 切換到 WLAN 以及由 WLAN 切換到 Bluetooth PAN 重複使用了下列路徑 area A → area C → area B → area C，其中 Area 代表著 the Bluetooth PAN、area B 代表 WLAN 的涵蓋範圍、Area C 代表 WLAN and Bluetooth PAN 重疊的部分，但 MN 只能選其中一個區域連線。



圖一百三十九：情境架構圖

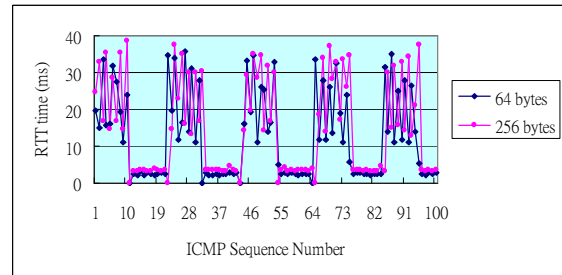
當 MN 做網路切換時採取下列機制：

- Policy 1: MN 一旦偵測到其他網路，立即與新的 AP 作連線做切換、並且關閉原本與 AP 之間連線。
- Policy 2: MN 盡快連線至所偵測到 WLAN AP 或 Bluetooth NAP, 而連線完成之後立即中止與目前 AP 所建立的的連線。

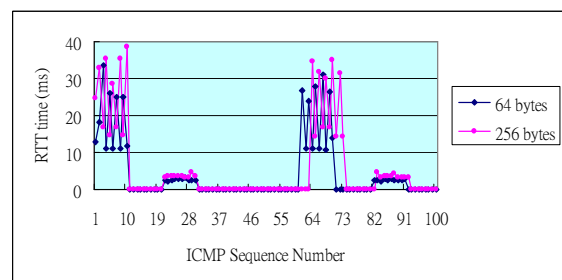
在圖一百四十及圖一百四十一分別顯示採用 Policy 1 與 Policy 2 的封包遺失率，封包大小分別是 64 bytes、256 bytes。

在兩種不同的機制下，差異在於終止原本已

建立連線 AP 的時間差異，在 Policy 1 下封包遺失是大約是 0 至 5 個封包；而在 Policy 2 機制下，大約是 25 至 40 封包。在 Policy 1 機制下封包遺失率較 Policy 2 低的原因是 MN 重新連線到的網路會比重新連線至新 AP 快速。MN 在 Policy 2 需要等待 AP 的回應。



圖一百四十：使用 Policy1，64 bytes 與 256 bytes 封包



圖一百四十一：使用 Policy 2，64 bytes 與 256 bytes 封包

● OSGi-based Home Networking 整合應用

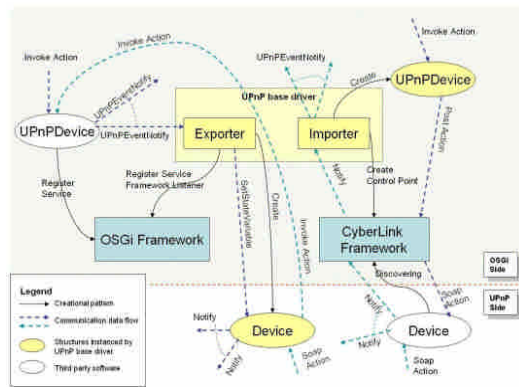
為了達到對異質技術的有效控管，且能夠在異質技術上自動的發現新的設備，並將新設備所能提供的服務告知其它的設備，一個智慧型的管理協調者必需擔任這樣的工作，本研究利用 OSGi (Open Services Gateway Initiative) 建構一個 OSGi Gateway 執行此工作[11-13]，以加速對於數位家庭內異質通訊技術的整合。

(1) OSGi-based Home Network 實驗成果

在本研究中採用 Domoware 的開放式來源碼來建置 OSGi-Based Home Network。Domoware 為義大利 National Research Council 的 ISTI (Information Science and Technology Institute) 計畫所發展出來，結合 CyberLink UPnP Platform 與 Oscar OSGi platform，用來控制家庭電器與智慧型設備，例如 X10、UPnP、KNX...等裝置。CyberLink 是依據 GENA、SSDP、SOAP、HTTPU 及 HTTP 為基礎的 UPnP 通訊協定來開發，可供 UPnP 程式開發者產生 UPnP Device 及 Control Point，如圖一百四十二所示。Control Point 可偵測到 UPnP 網路上已啟動的 UPnP 裝置及服務，並加以控制。UPnP Base Driver 架構如圖一百四十三所示。

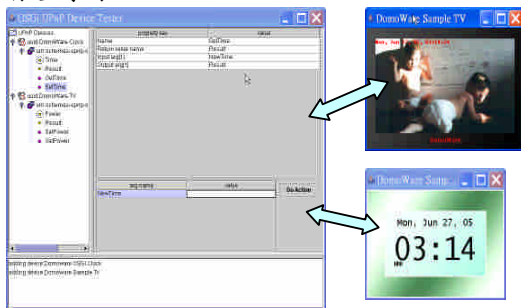


圖一百四十二：CyberLink 架構圖



圖一百四十三：UPnP Base Driver 架構

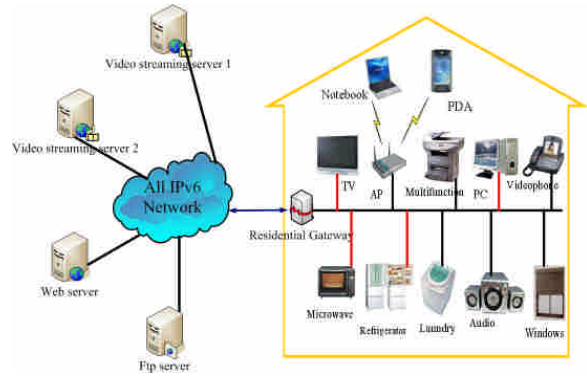
安裝完 Oscar 及所有相關所需之 service bundles 之後，即可啟動 UPnP base driver 及 UPnP Devices，圖一百四十四為完整的 Domoware 建置範例圖，使用者可一邊觀看電視，一邊顯示及設定鬧鐘時間。



圖一百四十四：Domoware 建置範例

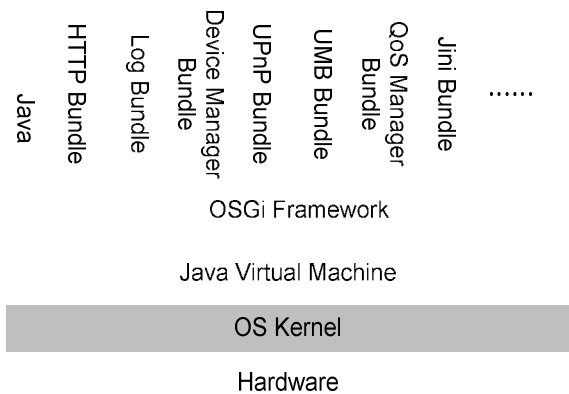
(2) Home Networking 之 QoS 研究

本研究所提出的 Home Networking 系統之 QoS 機制，Home Network 環境則如圖一百四十五所示。



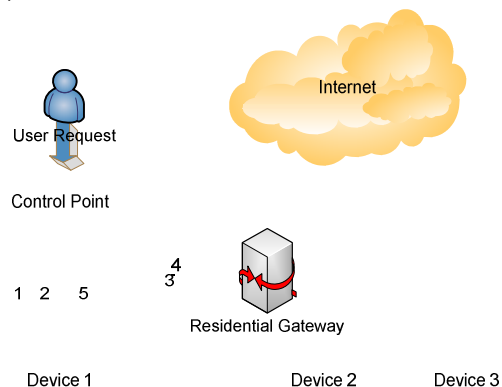
圖一百四十五：Home Network 環境

在 Home Network 的環境下，包含了一個 Residential Gateway 和多樣化的網路家電，而本研究所提出的 QoS Manager 架設在 Residential Gateway 上，Residential Gateway 是一個基於 OSGi 的 middleware、開放式的服務平台，其架構圖如圖一百四十六所示。



圖一百四十六：Residential Gateway 架構圖

為了有效達到 QoS 的需求，Home Networking 下所使用的應用程式分成四個不同 QoS 等級：即 Conversational Class、Streaming Class、Interactive Class 和 Background Class。透過分級方式在 OSGi Residential Gateway 上架設一個 QoS Manager，如下圖一百四十七所示。運作一開始，使用者在 Home Network 環境下透過 Control Point 要求一個服務。



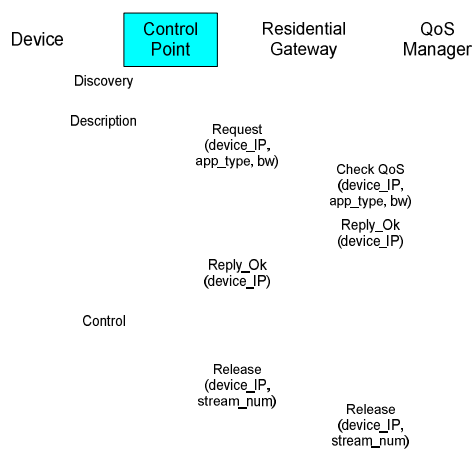
圖一百四十七：Architecture of QoS Manager

QoS Manager 在 Home Networking 裡面的運作，可分為下列步驟：

- Discovery 階段
- Description 階段
- 運作階段

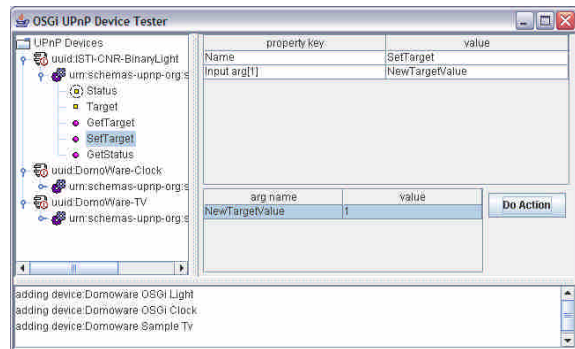
圖一百四十八則為在有 QoS Manager 的 Home Networking 環境下，Control Point 和 Device 以及 Residential Gateway 間訊息傳遞的流程圖。

- 一開始 Control Point 利用 Discovery Protocol 去搜尋 Device。
- 接下來 Device 回覆訊息給 Control Point，回覆的訊息包括需求的頻寬和應用程式種類。
- 之後 Control Point 向 Residential Gateway 要求服務，送出的訊息包括 Device 的 ID、應用程式種類、需要頻寬等。
- Residential Gateway 在收到訊息後，時訊息轉傳給 QoS Manager 並由 QoS Manager 來透過檢查整體網路內的狀況來決定該要求是否可以被接受。
- 當要求被接受後，Control Point 就可以向該 Device 要求服務。
- 當服務結束後，Control Point 會傳送 Release 的訊息給 Residential Gateway，並由其轉送給 QoS Manager。



圖一百四十八：訊息傳遞流程圖

我們可在 Oscar GUI Shell 上看到所有相關的 Service Bundles，可以利用 Control Point 查詢 UPnP Device 的狀態。譬如目前網路上有三個 UPnP Device 分別是燈泡、電視、時鐘可供調用，我們便可透過 SetTarget 的功能，經由 OSGi Gateway 向該 UPnP 燈泡裝置下達開啟的命令，如圖一百四十九及圖一百五十所示。

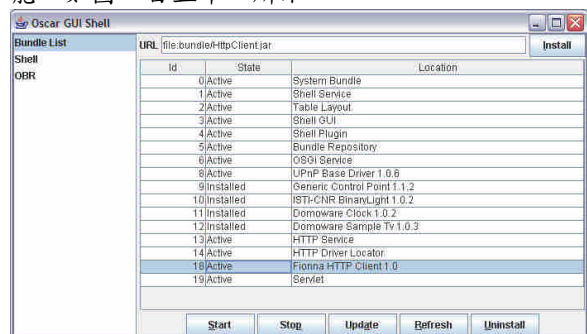


圖一百四十九：利用 SetTarget 向燈泡下達 On 的命令



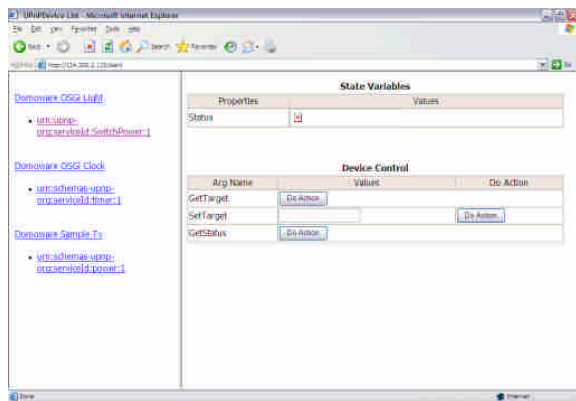
圖一百五十：UPnP 燈泡裝置透過 OSGi Gateway 控制

此外，為了要提供非 UPnP 協定的控制裝置也能夠調用 UPnP Device 所提供的 Service，本研究自行編寫了 Home Portal Bundle，以提供控制的功能，如圖一百五十一所示。

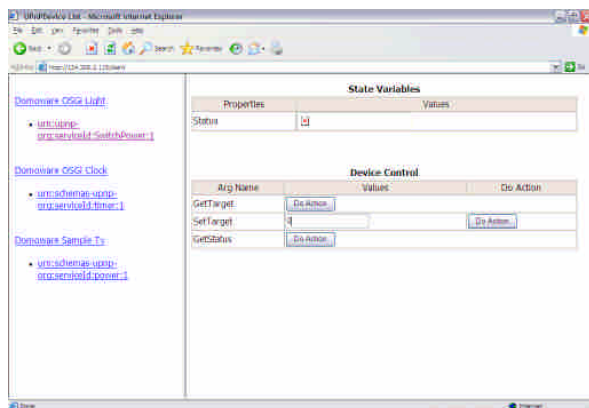


圖一百五十一：Home Portal Bundle

透過啟用自行編寫的 Home Portal Bundle 後，便可開啟一個 Web 介面，利用 Http 的方式來下達調用的命令，如下圖一百五十二所示。透過此 Home Portal 介面，非 UPnP 協定的使用者也可以得知目前網路下有哪些 UPnP Device 可供查詢及調用。例如圖一百五十三及圖一百五十四，利用 Home Portal 所提供的 SetTarget 功能向 UPnP 燈炮發出關閉的訊息。如圖一百五十五所示，為 OSGi Gateway 實驗系統架設情形。



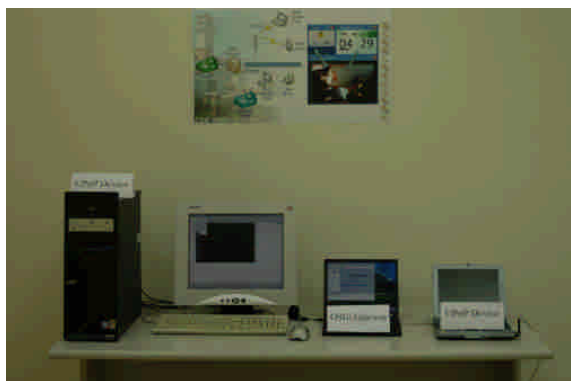
圖一百五十二：Home Portal 介面



圖一百五十三：利用 Home Portal 下達 Off 的要求



圖一百五十四：UPnP 燈泡裝置被關掉



圖一百五十五：OSGi Gateway 實驗系統架設

(3) Home Networking 之 QoS 成果

本實驗利用 NS2 模擬家庭網路 QoS 效能分析。模擬環境中的家庭網路連接不同的 IP-Based 裝置：如電冰箱（Refrigerator）、微波爐（Microwave）、影音電話（Video Phone）及網路電話（Web Phone）。使用者可透過這些 IP-Based

裝置連上 Internet。假設家庭網路中可獲取的頻寬資源為 2Mbps，影音電話的視訊會議及網路電話所需頻寬分別為 500kbps、350kbps，在實驗中逐漸增加視訊會議及網路電話所需的頻寬，藉以觀察分析 QoS support 與 Non-QoS support 的效能差異。

如表五所示，依據每個應用程式所需服務的特徵需求來做 QoS 等級分類：

表五：應用程式的 QoS 等級分類

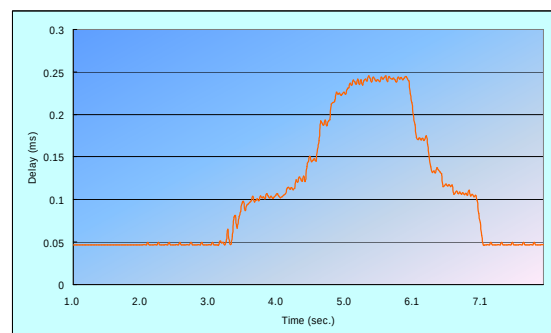
Device	Application	Required QoS Class
Web phone	VoIP	Conversation
Videophone	Videoconference	Conversation
Refrigerator	Web browsing	Interactive
Microwave	Data downloading	Background

表六為實驗環境中各應用程式服務的起始／終止時間：

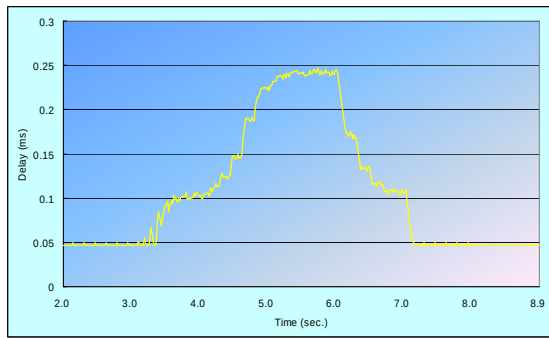
表六：應用程式服務的起始／終止時間

Device	Start Time	Stop Time
Web phone	1.0	9.0
Videophone	2.0	9.0
Refrigerator	3.0	6.0
Microwave	4.0	7.0

如圖一百五十六及圖一百五十七所示，實驗中尚未增加頻寬需求的情況下，Non-QoS support 的網路電話在視訊會議及電冰箱互動程式陸續加入資源競爭，導致頻寬資源不足後，延遲時間由 0.05 毫秒上升至 0.25 毫秒；而 QoS support 的服務延遲時間均維持在 0.05 毫秒左右，如圖一百五十八及圖一百五十九所示。而同樣的情形也表現在系統的 throughput 效能上。



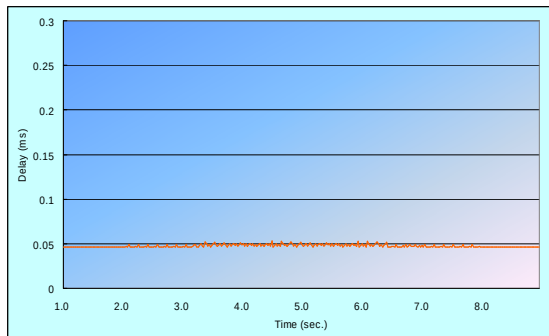
圖一百五十六：Non-QoS Support 350kbps 網路電話延遲時間



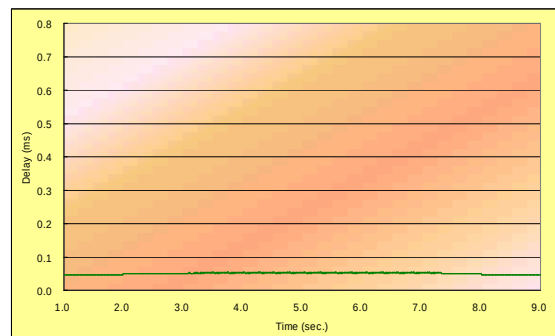
圖一百五十七：Non-QoS Support 500kbps 視訊會議延遲時間



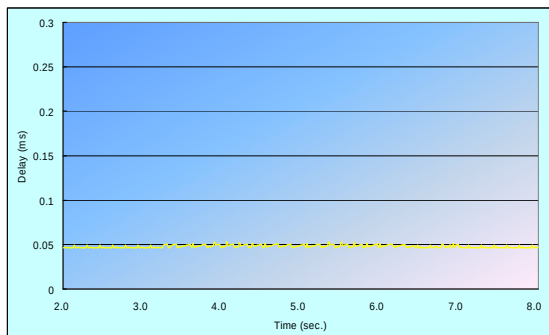
圖一百六十：Non-QoS Support 800kbps 網路電話延遲時間



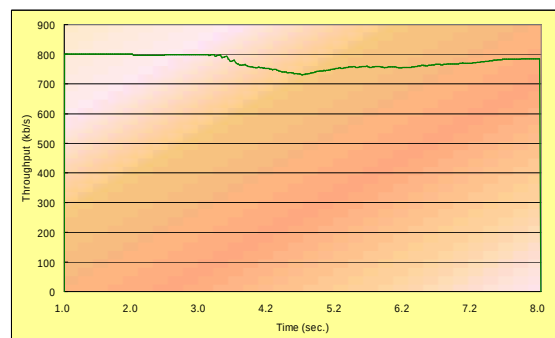
圖一百五十八：QoS Support 350kbps 網路電話延遲時間



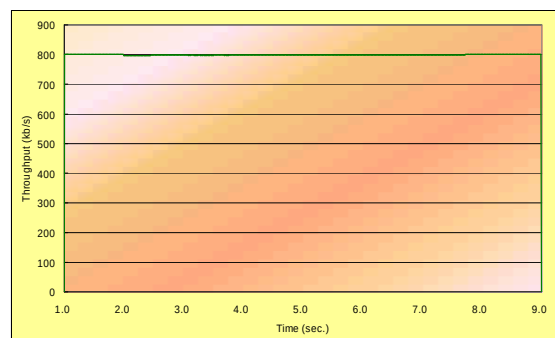
圖一百六十一：QoS Support 800kbps 網路電話延遲時間



圖一百五十九：QoS Support 500kbps 視訊會議延遲時間



圖一百六十二：Non-QoS Support 800kbps 網路電話產能



圖一百六十三：QoS Support 800kbps 網路電話產能

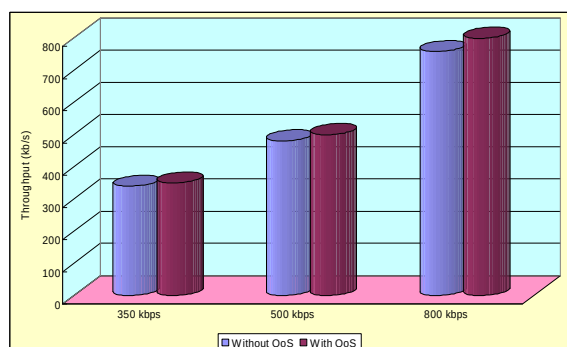
接下來在模擬實驗中增加每個應用程式所需的頻寬至 800kbps，Non-QoS support 的網路電話及視訊會議在其它應用程式陸續加入資源競爭，導致頻寬資源不足後，延遲時間不僅上升而且 Jitter 也比尚未增加頻寬需求前還高，如圖一百六十所示；相較之下，QoS support 的服務延遲時間均維持在 0.05 毫秒左右，如圖一百六十一所示。另外產出方面，Non-QoS support 減少了近 100 kbps，如圖一百六十二所示；相較之下，QoS support 的產出能維持在 800kbps，如圖一百六十三所示。

由上面的實驗，可觀察出在 Home Networking

中 QoS Support 的差異性。藉由下表七所有的實驗數據統計中可看出，當 350kbps、500kbps、800kbps 時，其平均效能分別提高 3%、4%、5.4% 左右，如圖一百六十四所示。

表七：平均產能統計表

Conversation Bandwidth	Without QoS	With QoS	Improvement
350 kbps	339 kbps	349 kbps	3%
500 kbps	480 kbps	499 kbps	4%
800 kbps	757 kbps	798 kbps	5.4%

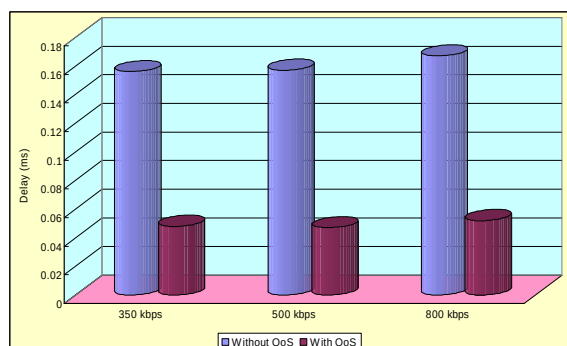


圖一百六十四：平均產能比較圖

此外，藉由表八的統計，當 350kbps、500kbps、800kbps 時，其平均延遲時間分別改進 225%、234%、221%，如圖一百六十五所示。

表八：平均延遲統計表

Conversation Bandwidth	Without QoS	With QoS	Improvement
350 kbps	0.156 ms	0.048 ms	225%
500 kbps	0.157 ms	0.047 ms	234%
800 kbps	0.167 ms	0.052 ms	221%



圖一百六十五：平均延遲比較圖

四、計畫成果自評

本研究是三年期之群體計劃，總計畫負責計畫之協調、成果整合。由第一期至第三期計畫之執行成果可見各子計畫間之合作默契極佳，總計畫之整合成效頗豐，達成預期目標。相信這三年來的計畫執行成果，必可提供未來All-IPv6網路應用極佳之參考。以下茲描述各子計畫之成果，各子計畫之成果細節，請參考各子計畫之成果報告書。

子計畫一

1. 本研究第一期完成 All IPv4/v6 之建置及 GPRS Emulator 之架設，第二期完成 Pure All IPv6 之建置及 UMTS Emulator 之架設，第三期完成各子計畫的整合和運作測試估均達成預期目標。
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。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。
4. 本研究之研究成果已陸續發表於國際期刊。

子計畫二

對於異質性網路的架構，最終將會利用 WLAN 系統高頻寬的優點與特性，形成一個由 WLAN 系統、GPRS 的 BTS 與 UMTS 之 Node-B 構成的無線接取網路，成為一個階層式的異質性網路架構。行動裝置使用者可以透過上述之無線接取網路，經由 GPRS/UMTS 的核心網路，連接至網際網路。在階層式的網路架構下，可以利用現行之 GPRS/UMTS 的 QoS 策略、行動管理、會談管理與允入控制等機制的運作，以及整個交握的信號流程與使用者的認證都直接在系統內部間傳遞；因此，很明顯地，系統的垂直交握效能將因此而有所提昇。為了有效的利用無線電資源，本計劃藉由 WLAN 系統中的兩種特徵—Channel Busy Ratio 跟 Frame Loss Rate，提出兩種不同的允入控制法則，確保目前使用中之工作站的服務品質，降低延遲時間與封包碰撞的機會，避免使用者移入 WLAN 服務範圍後，卻要忍受較差的服務品質。

藉由模擬來觀察使用不同的允入控制機制和沒有使用任何允入控制機制的系統，可以發現允入控制演算法的確能夠使系統與使用者的效能提升。同時，透過模擬，可以得知從 GPRS 系統交握到 WLAN 系統使用者人數與原有 WLAN 系統服務範圍內使用者人數的多寡，對於整個系統效能的影響，並於兩者之間求取一個平衡點。

在本計畫中，已完成 QoS-based 允入控制機制之平台建置與模擬；並依據所提出之 QoS-based 交握機制來分析研究相關動態資源調整法則。我們主要是提出 UMTS 中的 HPS 封包排程機制，是運用階層式的封包排程規劃，針對不同類型的即時類別訊務，做出優先權的調整。我們在模擬數據中發現，HPS 排程機制將對照 UMTS 系統的 PQ/WFQ 排程機制在不同負載情形下，關於延遲時間及阻絕率都有較佳的表現。因此 HPS 排程法則將提供更好的傳輸表現，以期改善 Cellular Network 之 QoS。

子計畫三

隨著網際網路蓬勃發展，人們可以輕鬆地透過行動裝置連上不同類型的接取網路獲得各類資訊，單一網路慢慢難以滿足使用者需求，整合性異質網路是未來網路的趨勢。近年來多媒體服務漸漸受到消費者青睞，這類的多媒體服務類型常見的有視訊會議、網路電話，群播服務可以降低這些群體通訊服務，QoS 機制可以保證多媒體服務的及時性。第一年度已經成功連上由 Renater 成立之 IPv6 群播網路實驗平台 M6Bone，亦針對異質網路上之網路遴選策略的效能作進一步的深入探討，利用美國加州大學柏克萊分校等所設計之網路模擬程式 NS-2 (Network Simulator v2) 來進行模擬，並對平均延遲時間(Average Delay Time)和平均花費(Average Price)兩項目比較在三大類十二種選擇時，不同選擇的各項結果，並做更進一步的效能分析與比較。此外，本子計畫也完成 All-IPv6 上群播服務之實驗並對所設計的實驗進行完成各項實驗與測試。

第二年度利用 IPv6 群播、多重連線技術，設計並實作一應用動態群播之無縫多媒體串流系統，藉著群播多媒體串流此應用顯示多重連線之優勢，可有效提供容錯備援之功能，即使有部分網路故障、不穩定、壅塞，皆能利用備援線路來進行容錯，且透過網路狀態偵測模組，隨時偵測目前的網路狀態，並挑選出適合的網路界面供使用者使用，使得本串流系統不僅能在異質網路間有效提供容錯備援的功能之外，且和同時將系統中所有的界面加入同一個群播群組來達到容錯備援的方式來比較，可有效的使用網路頻寬，不會造成網路資源的浪費。

第三年計畫我們提出 SSANQIM 系統，在此系統中建置 QoS 架構，於異質網路中，若有使用者想要得到群播服務時，系統能提供具有 QoS 群播服務。

異質網路種類繁多，一般使用者無法了解目前處於何種網路環境之中，所以在 SSANQIM 系統中，具有四大網路遴選策略，若有使用者想要使用群播服務時，能幫助使用者選擇既符合使用者設定需求，同時具備 QoS 的網路接收群體通訊服務。

子計畫四

本年度計畫所執行的成果除了已經能成功地使 Mobile node 漫遊於不同的 Access Point 間時，透過 MPLS Label Switching 的路由機制傳送封包至其它網域而能夠保持網路連線不會中斷之外，亦能透過 Tunnel Broker，讓不支援 IPv6 3G 網路中的 Mobile Node 取得 IPv6 Home address 位址，在回到 WLAN 環境中後亦能自由移動並使用相同的 IP 維持通訊。同時還安裝了 SIP proxy，作為利用 Mobile IP 的 Application。換言之，也就是目前於我們所架設的網路實驗環境中，包括了無線網路端，核心網路端，GPRS 環境到 3G 環境，我們已有初步的進展與架設雛型。

藉由這個計畫的執行我們學習相關的經驗往後可以將經驗技轉給提供國內 ISP 業者發展 3G 技術的建置方式，開發出尖端技術及培育出相關技術的高科技人才，提昇國內在雙網整合，無線網路的安全與 QoS 技術的水平。

子計畫五

1. 本研究目標以 OSGi (Open Services Gateway Initiative) 為基礎建構一 OSGi Gateway 加速數位家庭內異質通訊技術的整合完成下列各項目標：
 - 第一期研究以研發 All-IP 服務應用 APIs 架構、陳述方法與介面定義及架設 Oscar OSGi (Open Services Gateway initiative) 系統為主要目標；
 - 第二期研究以開發 All-IPv6 服務應用 APIs、整合服務應用 APIs 與 OSGi 系統為目標；
 - 第三期研究以 OSGi 系統於行動裝置之可攜性研究、無縫隙行動運算之異質網路決策系統及 OSGi-based Home Networking 整合應用為研究目標。
2. 本研究相關研發成果已參加 2004 年教育部舉辦之通訊軟體製作競賽，並獲得佳作之殊榮。
3. 本研究之研發成果亦刊登於國外著名期刊與研討會論文集：
 - “All-IPv6 Service Interworking Gateway” 已被接受並刊登於 International Journal of Network Management。
 - “OSA-Based Service Platform for All-IPv6 Network Environment” 已被接受並刊登於 IEEE Journal on Selected Areas in Communication。
 - “All-IP 網路環境之行動裝置開放式服務應用” 已被接受並刊登於 Journal of Internet Technology。
 - “Mobile IPv6 Network: Implementation and Application” 已被接受並刊登於 International Journal of Network Management。
 - “All-IP Convergent Communications over Open Service Architecture” 已被接受並刊登於 2005 Wireless Telecommunication Symposium 研討會論文集。

五、参考文献

- [1] J.Z. Sun, J. Sauvola, and D. Howie, "Features in future: 4G visions from a technical perspective," *Proc. IEEE Global Communications Conference*, San Antonio, Vol.6, pp.3533-3537, 2001.
- [2] F.M. Chiussi, D.A. Khotimsky, and S. Krishnan, "Mobility management in third-generation all-IP networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol.40, No.9, pp.124-135, Sep. 2002.
- [3] T. Zhang, P. Agrawal, and J.C. Chen, "IP-based base stations and soft handoff in All-IP wireless networks," *IEEE Personal Communications*, Vol.8, No.5, pp.24-30, Oct. 2001.
- [4] S. Uskela, "All IP architectures for cellular networks," *Proceedings of IEE 3G Mobile Communication Technologies*, London, 26-28 March, 2001.
- [5] M. Ylianttila, M. Pande, J. Makela, and P. Mahonen, "Optimization Scheme for Mobile Users Performing Vertical Handoffs between IEEE 802.11 and GPRS/EDGE Networks," *Proceedings of the IEEE Global Telecommunications Conference*, pp.3439-3443, 2001.
- [6] T. Robles, A. Kadelka, H. Velayos, A. Lappetelainen, A. Kessler, L. Hui, D. Mandato, J. Ojala and B. Wegmann, "QoS Support for an All IP System Beyond 3G," *IEEE Communications Magazine*, Vol.39, No.8, pp.64-72, 2001.
- [7] T.S. Rappaport, *Wireless communications-principles and practice*, 2nd, 2002.
- [8] D.G. Leeper, "A long-term view of short-range wireless," *IEEE Computer*, Vol.34, No.6, pp.39-44, 2001.
- [9] Open services Gateway Initiative, Device Expert Group,
http://www.osgi.org/about/eg_overview.asp#deg.
- [10] Open Services Gateway Initiative, "Specification Overview,"
http://www.osgi.org/resources/spec_overview.pdf.
- [11] D. Marples and P. Kriens, "The Open Services Gateway Initiative: An Introduction Overview," *IEEE Communication Magazine*, vol. 39, no. 12, pp. 110-114, Dec. 2001.
- [12] C. Bae, J. Yoo, K. Kang, Y. Choe, J. Lee, "Home server for home digital service environments," *IEEE International Conference on Consumer Electronics*, vol. 49, no. 4, pp. 1129-1135, Nov. 2003.
- [13] X. Li, W. Zhang, "The design and implementation of home network system using OSGi compliant middleware," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 50, no. 2, pp. 528-534, May 2004.
- [14] B. Black, V. Gill and J. Abley, "Goals for IPv6 Site-Multihoming Architectures," *RFC 3582*, Apr. 2003.
- [15] W. Wu, and H. Zou, "Design OSA/Parlay Application Frameworks using a Pattern Language," *Proceedings of the IEEE Conference on Communication Technology*, Vol.2, pp.1558-1561, April 2003.
- [16] R. Steele, Y. Ventsov, S. Madhisetty, and L. Benkovich, "A two-tier architecture for automated mobile applications," *Proceedings of IEEE International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, Vol.2, pp.282-286, 2004.
- [17] Jatuporn Pliancharoen, Punyapat Chofabunthit and Suthichai Noppanakeepong, "Optimum traffic channel in GSM network by using alternative call routing (international roaming analytic)," *Proceedings of International Symposium on Parallel Architectures and Algorithms and Networks*, Pages: 404 – 407, May 2004.