

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫(II)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2219-E-002-019-

執行期間：92 年 08 月 01 日至 93 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：雷欽隆，陳俊良

計畫參與人員：林其誼、黃嘉怡、陳懷先、胡安茹

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 10 月 5 日

All-IPv6 網路與應用(II)

計畫編號：NSC92-2219-E-002-019

執行期限：92 年 8 月 1 日至 93 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：林其誼、黃嘉怡、陳懷先、胡安茹

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。

本期(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。

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

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.

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

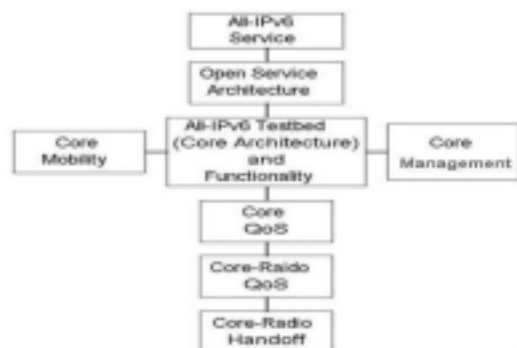
applied to the All-IPv6 network and applications to provide responsive information services. We believe that the results of this research solve outstanding technical problems in All-IP network establishment, handoff technology, wireless, mobility and high quality assurance.

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

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，我們依主題分成六個研究子計劃群，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]

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，不論是封分網路(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。

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。

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。

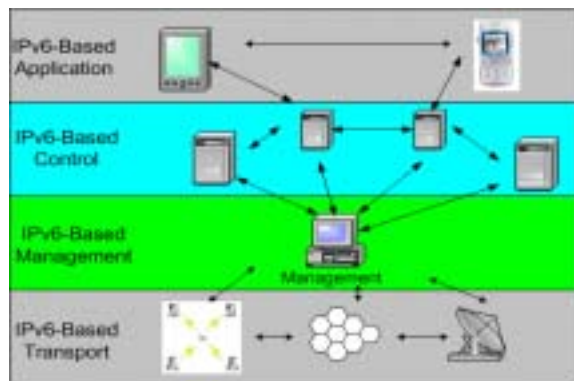
從長遠的觀點來看，All-IPv6 強化了以 IP 及行動為主的系統，並供給多重存取環境 (例如：UMTS、GPRS、WLAN) 和建立一個安全且品質合宜的 IP 網路環境[5, 6]。但一個 All-IPv6 網路並非一蹴可及，同時能夠使用行動通訊及連上 Internet 的設備造成了一些技術上的挑戰，包含網路的設計、互連、管理及服務應用以及 Seamless Mobility、Security、QoS、Multimedia Service、Service Creation 及如何運作等。本研究針對 All-IPv6 網路與應用上的問題，提出解決方案，以提供未來跨入 All-IPv6 之參考。

三、結果及討論

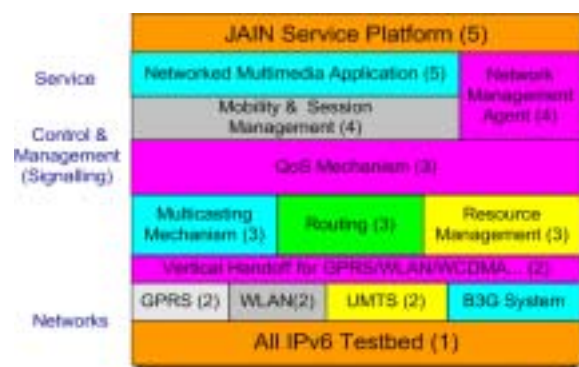
本計畫針對新一代 All-IPv6 網路架構中有關交換、移動性、群播(Multicast)、多媒體應用、安全、漫遊、及品質保證等技術進行研究，並完成 All-IPv6 的網路實驗測試平台的建置及 All-IPv6 的 JAIN-based 應用整合平台。此網路實驗測試平台並將透過與 NBEN、6Bone、6REN(IPv6 Research and Education Network)上各實驗點的共同合作，以擴大研究成效。All-IPv6 網路之系統功能如圖二所示；基於圖二之系統功能及上節所述系統之研發要點，本研究計畫規劃出系統研發分工架構，如圖三所示。本研究分三階段(期)進行。第一期與第二期業已執行完畢。以下茲就第一期計畫的執行回顧及第二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。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。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。以下茲分述各子計畫之成果。

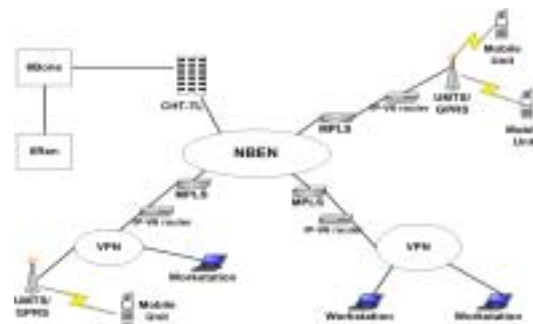
1. 子計畫一： All-Ipv6 Testbed 建置

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

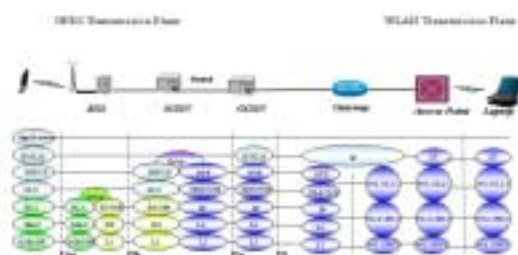
● GPRS Emulator 建置

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。



圖五：GPRS Core Network 測試平台

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

本計畫所建置的 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

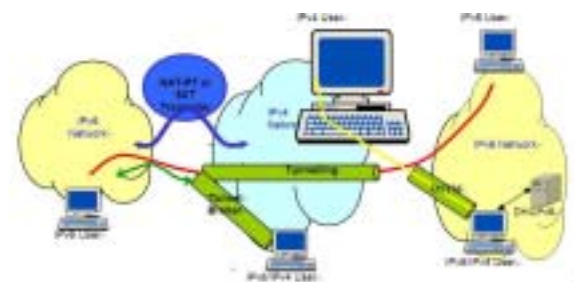


圖十： User Plane Protocol Stack

● IPv6 Testbed 架設

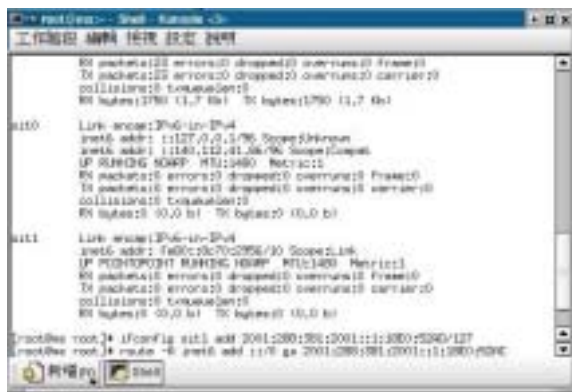
IPv6 Tunnel Broker 方式：

在我們的 Mobile Station 端是使用 IPv6 in 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。



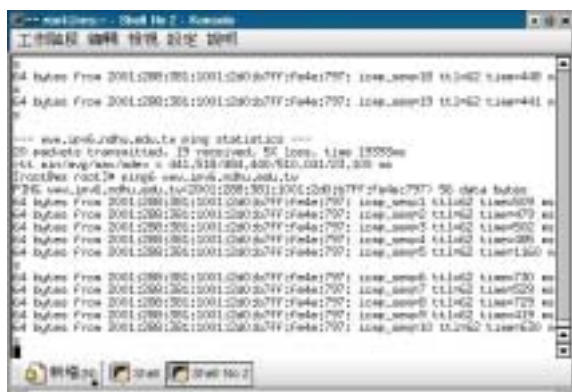
圖十一： Tunnel Broker 運作圖

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 Broke 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

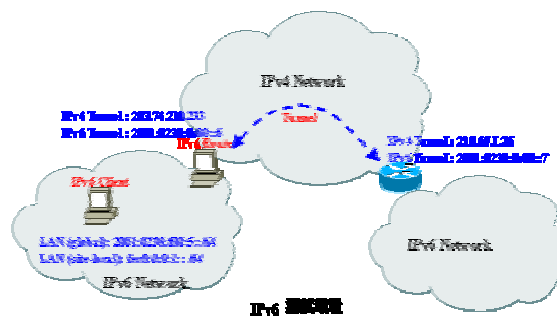
● IPv6 Router 設計

(1)設定環境

系統	Linux
局端 IPv4 Tunnel IP	134.208.10.133
局端 IPv6 Tunnel IP	2001:288:381:2001::1:18E0:52ac
用戶端 IPv4 Tunnel IP	140.112.41.89
用戶端 IPv6 Tunnel IP	2001:288:381:2001::1:18E0:52B3
用戶端 IPv6 global prefix	2001:288:381:2001::1:18E0:52B3/127
用戶端 IPv6 site-local prefix	fe80::8c70:2956/10

(2)IPv6 測試環境如圖十四所示，

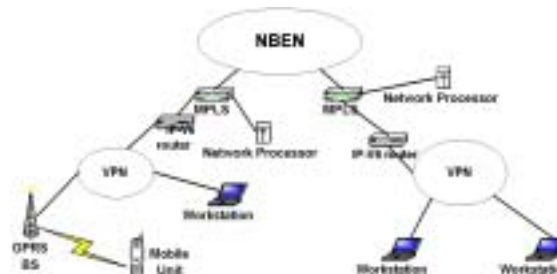
架設 IPv6 Router 及 IPv6 client，並透過檢視 Router 內部的參數設定以及 IPv6 Routing Table 來檢驗是否成功架設完成。



圖十四：IPv6 Tunnel to IPv4

● 網路處理器

在我們的 All-IPv6 Testbed 中，使用 Network Processor 來加速封包的處理(如圖十五所示)，以提高整個系統的效率。Network Processor 提供了一個具有彈性的工作平台，可以在此平台上發展新的功能，加強整個 Testbed 的執行效率。



圖十五：IPv6 Testbed 之網路處理器應用

● VPN 網路建置

本研究對於 VPN 的建構及應用上，並不將原有的廣域網路架構完全替換掉，而是在既有的廣域網路架構上加上 VPN 的功能，改變網路的邏輯架構，進而得到 VPN 網路之效能且易於管理的優點。並且使用網路上路由器(如 MPLS Switch)、防火牆(Firewall)等設備，使之成為 VPN 的節點。VPN 網路建置，主要可分以下幾個分項：

(1)Tunneling & Encryption

通道技術建立邏輯上的點對點網路連結，而加密技術則是將欲傳送的資料加以編碼、計算，使得唯有發送者及接收者能夠解讀其中的意義。藉由對資料加密的通道點對點傳輸技術，VPN 可以確保非授權的用戶無法於公眾網路上讀取到他人的機密文件。

(2)Packet Authentication

當 VPN 的虛擬通道建立，資料要開始於通道上傳輸時，為了確保資料的完整性及確認其未被駭客修改過，便需利用一些封包認證的協定來達到此目的。

(3)Firewall & Intrusion Detection

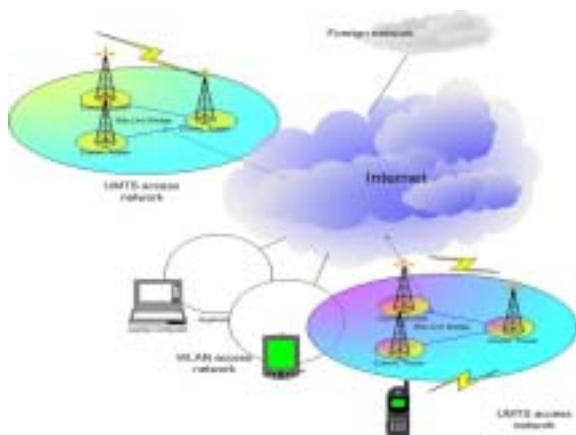
在 VPN 的網路架構下，透過防火牆及偵防系統，可以將可能的駭客入侵或是非授權用戶阻隔於網路之外，以保障網路的安全。

(4)User Authentication

VPN 既然允許遠端的用戶透過網際網路來進入網路內部存取資料，對於使用者身份的確認及權限的管理便極為重要。使用完整的安全認證伺服器(Authentication, Authorization and Accounting Server)，便可加強使用者的認證管理，以確保機密資料不會被非相關人員所讀取。

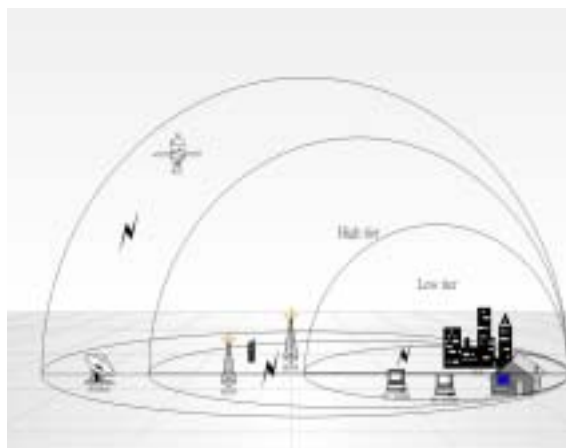
● WLAN/UMTS 雙網架構

本計畫所提出的 WLAN/UMTS 的雙網架構如圖十六所示，在 All-IPv6 Testbed 中加入 WLAN 之架構，在 UE 具有雙模功能時不僅可以透過 UMTS 連上 internet，亦可透過 WLAN 來進行 data service。



圖十六：WLAN/UMTS 雙網架構

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。

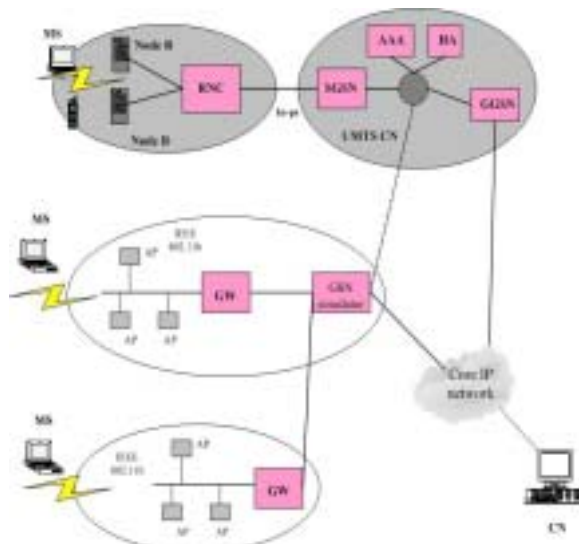


圖十七：Two tier 網路架構圖

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。

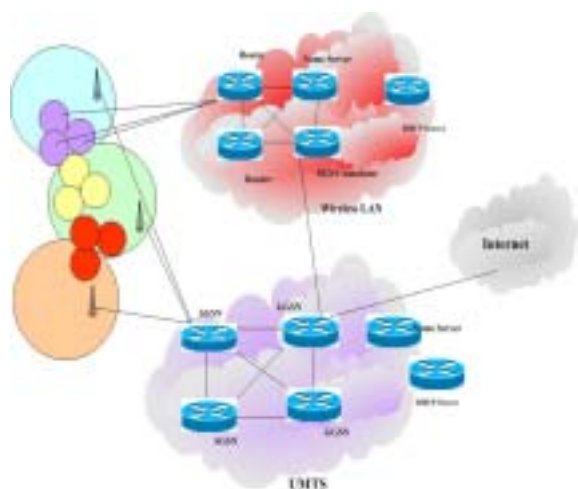


圖十八：Loose coupling 架構

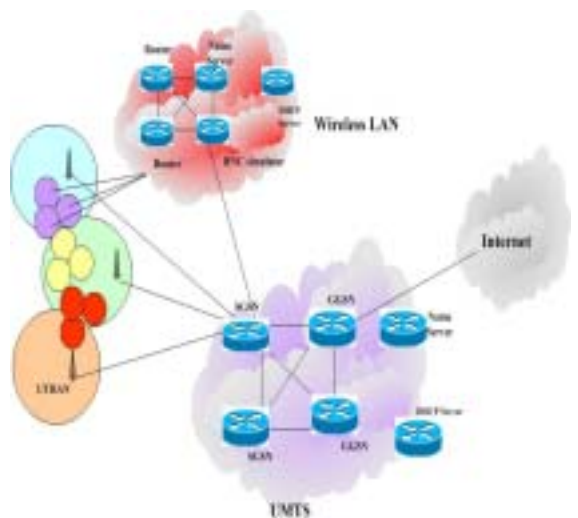
(2)Tight coupling

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。



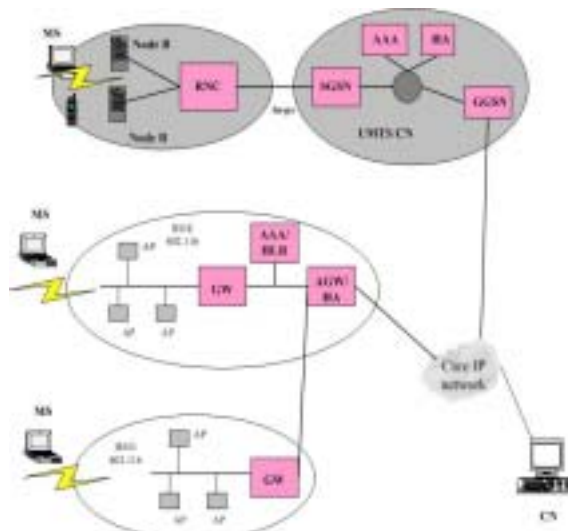
圖十九：使用 SGSN 模擬器之 Tight coupling 架構



圖二十：使用 RNC 模擬器之 Tight coupling 架構

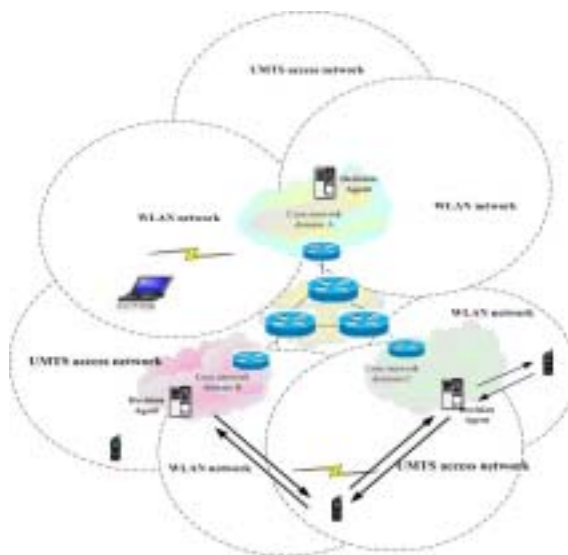
(3) Peer network

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

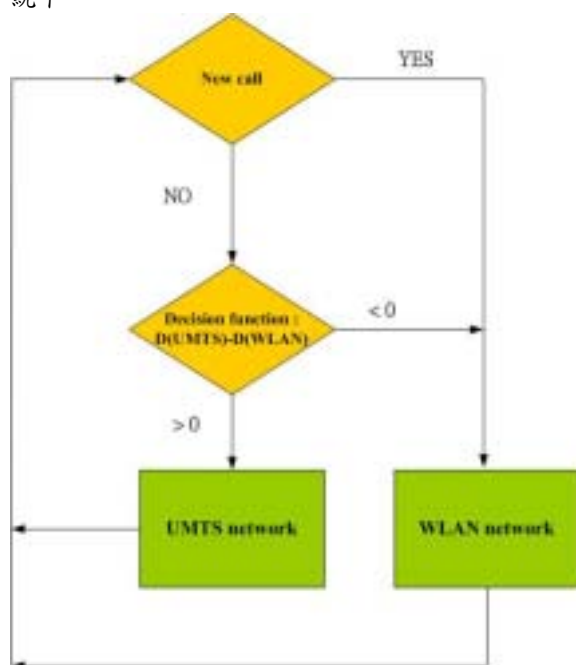
在 UMTS/WLAN 雙網架構中加入一個 Decision Agent (如圖二十二所示)，Decision Agent 包含即時監控網路的情況及擔任 QoS 代理者的角色來取得目前網路上有多少可用的資源之資訊。Decision Agent 會定時的去探測網路上的狀況，經由 decision function 計算後，再將資訊傳至使用者端提供使用者參考該選擇何種網路進行服務最為適合。每個 Decision Agent 會同時監控偵測許多異質性的網路，然後將資訊送至所監控偵測網路下的使用者。



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

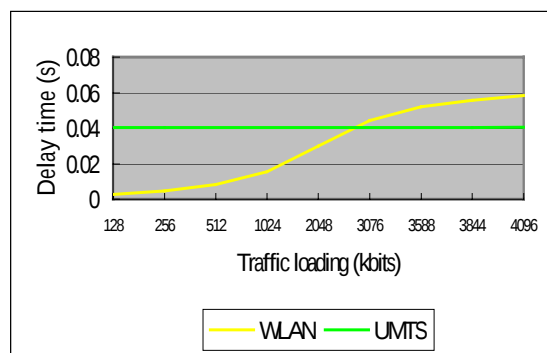
J : $1 - \frac{\text{Jitter}_{UMTS/WLAN}}{\text{Jitter}_{UMTS} + \text{Jitter}_{WLAN}}$

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

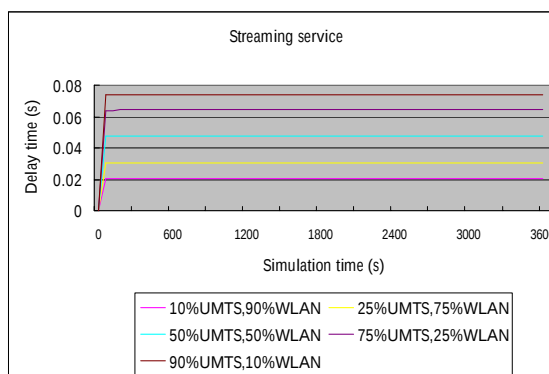
C : 1 or 0

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合。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。圖二十五是雙網架構下，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

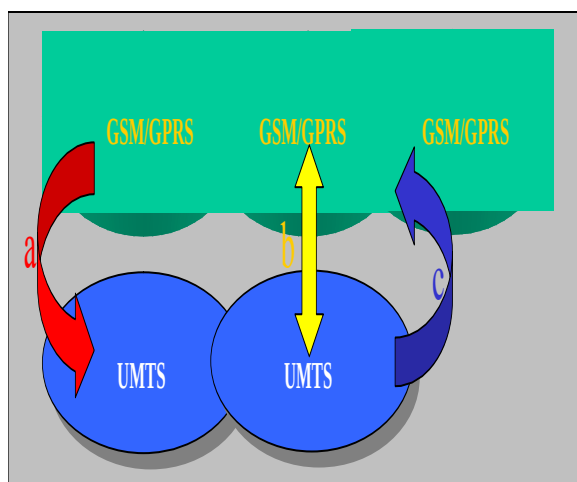


圖二十五：The delay time of streaming service in integrated UMTS/WLAN

● 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)。

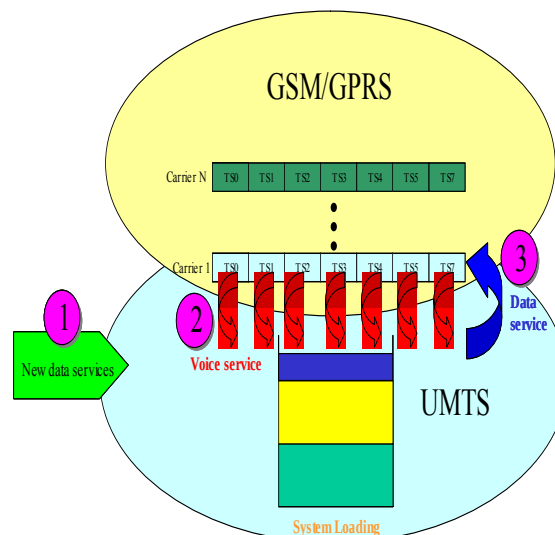
在 UMTS 系統或是 GSM/GPRS 系統達到所能承受最高負載時，將會降低系統所提供的服務品質。因此，若能將部分的使用者換手至鄰近負載較小的 UMTS 或是 GPRS 系統下(如圖二十六(b)所示)，將能舒緩原所在系統的負載量，達到資料量的平衡。

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。

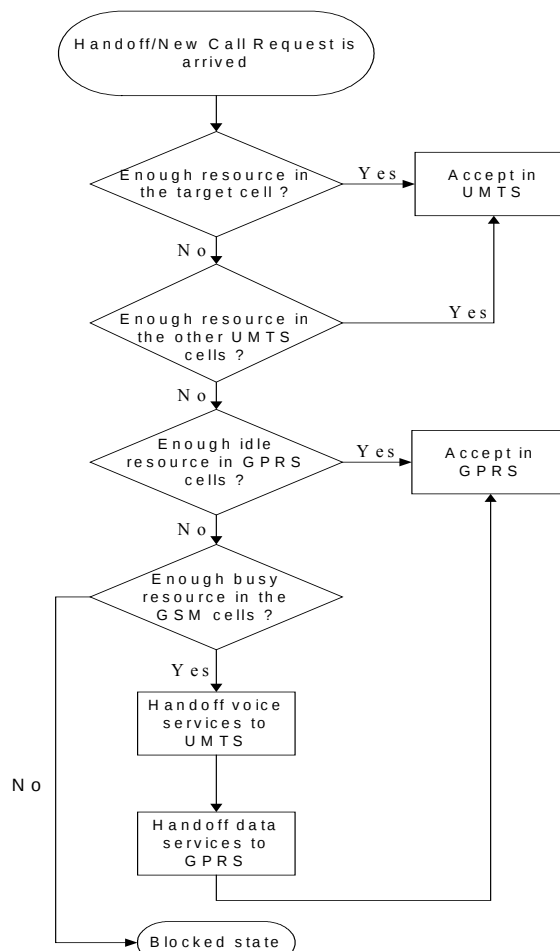
在 UMTS 系統內，語音服務應用新的編碼技術 AMR，一通語音服務只需 12.2 kbps；在 GSM 系統，一通語音服務需使用一個 Timeslot，而一個 Timeslot 在 GPRS 系統可以 21.4kbps 的傳輸速率來載送數據資料。

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)。



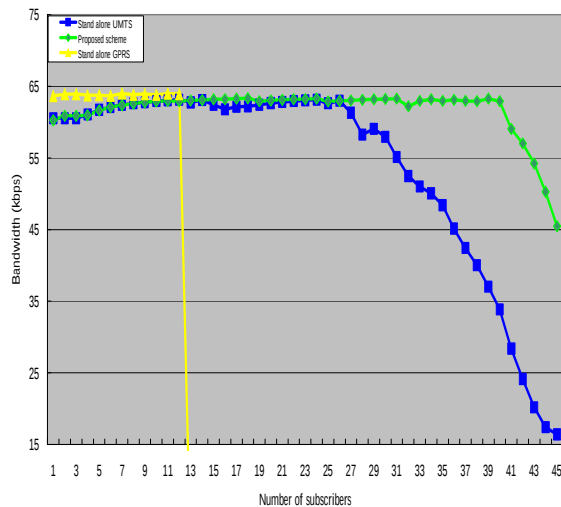
圖二十七：Balance the traffic loading



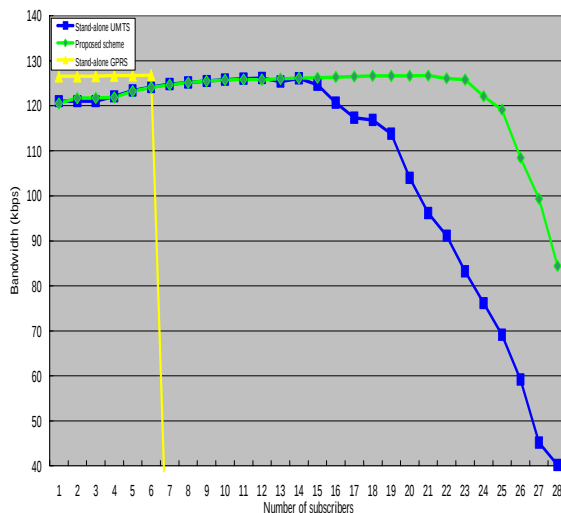
圖二十八：Proposed radio resource allocation scheme

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。

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),兩種相異網陸(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

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

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

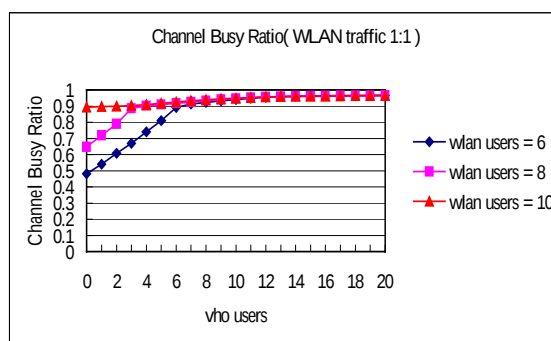
本計劃提出兩種允入控制機制,分別藉由 AP 中系統的 Channel Busy Ratio 與 Frame Loss Rate 作為允入控制機制的參數,透過模擬,找出不影響使用者服務品質的前提下,一個 AP 最多可以容納多少個使用者利用其無線電資源。當 AP 內原使用者人數為多少的時候,又可以讓幾個從 GPRS 系統垂直交握過來的使用者進入 WLAN 系統?本計劃希望在使用者人數與使用者服務品質保證之間,利用允入控制機制來求取一個平衡點。

(1) 以 Channel Busy Ratio 為基礎的允入控制機制

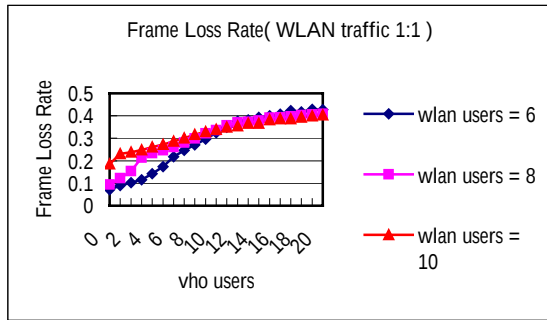
圖三十一為垂直交握使用者人數與系統 Channel Busy Ratio 的關係圖。當原本 WLAN 系統使用者人數較少(8 個以下),且垂直交握使用者人數較少時,系統的 Channel Busy Ratio 會隨著垂直交握使用者的增加而上升;垂直交握使用者人數分別超過 6 個與 3 個人的之後,隨著垂直交握使用者的增加,系統的 Channel Busy Ratio 與垂直交握使用者人數呈一水平直線之關係。當原本 WLAN 系統使用者人數超過 10 個人時,無論加入多少個垂直交握使用者,系統的 Channel Busy Ratio 與垂直交握使用者人數將是一水平直線之關係。

(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。圖三十二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。



圖三十一：垂直交握使用者人數與系統 Channel Busy Ratio 關係圖



圖三十二：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。

本計畫在 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。

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

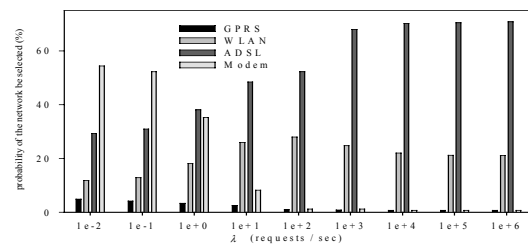
本計畫於第一期中已成功連上由 Renater 成立之 IPv6 群播網路實驗平台 M6Bone，並已擬出多種策略，用以在多個異質網路中選取最適當的網路進行傳輸，刻正進行效能探討。本期計畫完成之項目分述如下：

● IPv6 Multicasting 網路環境之建置

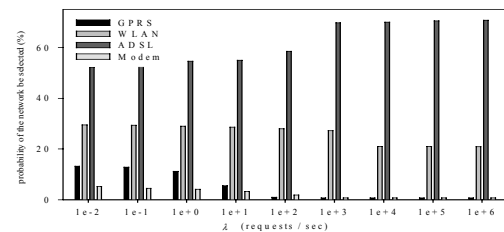
IPv6 的測試環境目前以 6Bone 最為完整，而 IPv6 的群播服務則以由 Aristote Association、G6 Group 與 Renater 所贊助成立之 IPv6 群播實驗網路—M6Bone 最廣受矚目。本子計畫首先於實驗室內建一 IPv6 區域網路連上 6Bone，再透過 tunneling 的方式與 PIM 協定連接到 M6Bone，測試結果證實本子計畫成功連接 M6Bone。

● 異質網路上網路選選策略之研究

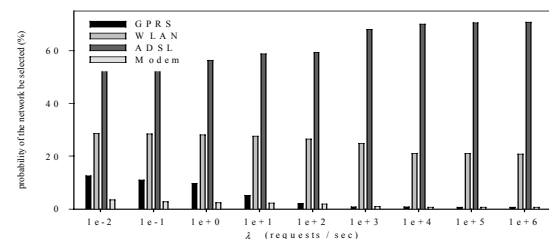
新一代的網際網路將不再只是建構新的網路架構與技術，應是能夠將蜂巢式無線網路、寬頻無線網路，與固接式無線網路相結合之異質網路。如何由這些網路中選取一最適合的網路進行連線，以符合需求，是個值得研究的課題。諸如價格費率、可用頻寬、與延遲時間等。本子計畫已就上述需求提出多種接取網路之選選策略，並以 Network Simulator 2 (NS2) 進行模擬。模擬時所選用的異質網路為 GPRS、WLAN、ADSL、與 Cable Modem 四種，圖三十三、圖三十四與圖三十五分別為考量價格、頻寬和延遲時間等因素時之選選策略所造成的選取網路分佈圖。



圖三十三：以價格為決策之網路選選策略



圖三十四：以頻寬為決策之網路選選策略



圖三十五：以延遲時間為決策之網路選選策略

本期計畫 (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者的喜好設定檔(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三十六所示。

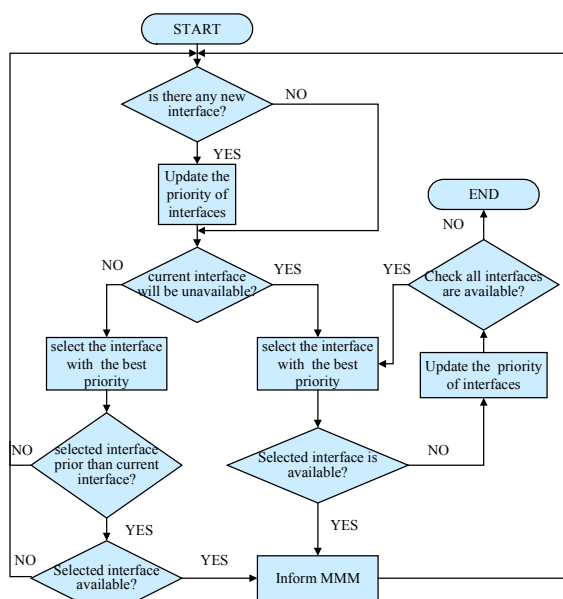
(2) 多重群播加入模組(Multicast Management Module, 簡稱 MMM)

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三十七所示， 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。

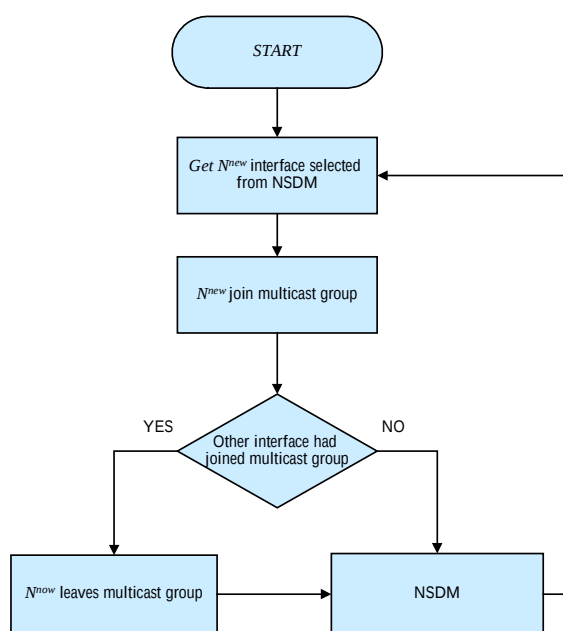
(3) 群播串流合併模組(Multicast Stream Merger Module, 簡稱 MSMM)

群播串流合併模組設計流程圖如圖三十八所示，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

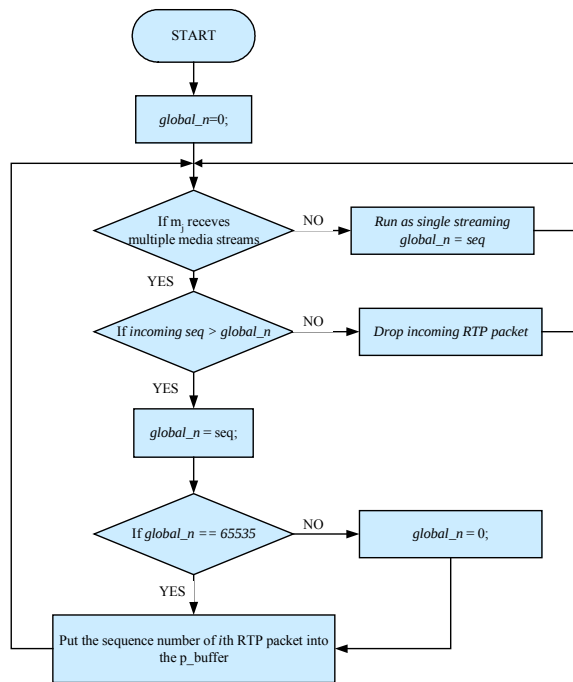
此 RTP 封包小於預先設定之 $global_n$ 時，代表該封包先前已被接收與處理過，於是便寫入一空白 payload 的 RTP 封包，此目的為不使解多工器誤認收到重複的 RTP 封包，或誤認 RTP 封包遺失，對解多工器也不致有不良影響，解多工器會視其為垃圾(trash)封包不予處理；考慮 RTP 標頭中序號欄位為十六位元，RTP 序號最大值為 65535，因此 RTP 封包序號遞增至 65535 時，則將 $global_n$ 重新歸零，當使用者觀看完群播多媒體串流後，此流程即結束。



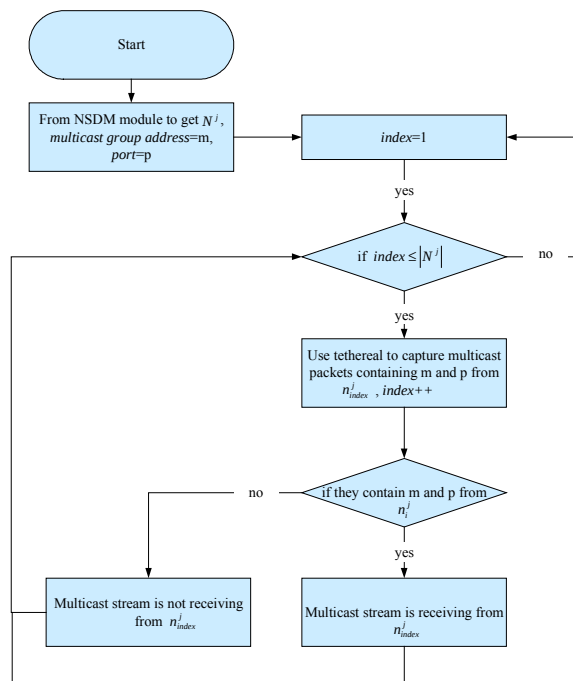
圖三十六： NSDM 模組設計流程圖



圖三十七： MMM 模組設計流程圖



圖三十八：MSMM 模組設計流程圖

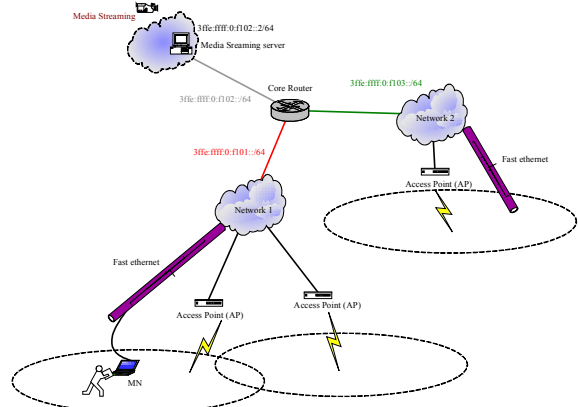


圖三十九：SMM 模組設計流程圖

(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；圖三十九為模組流程，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。



圖四十：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四十所示，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 $\text{Link Quality} = \text{Signal Level (dbm)} + 95$ ，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，如圖四十一所示。

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，如圖四十二所示，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。



圖四十一：利用 VLC 內建指令從 eth0 與 eth1 接收多媒體串流



圖四十二：利用 MMM 與 MSMM 接收多媒體串流

● 實驗與討論

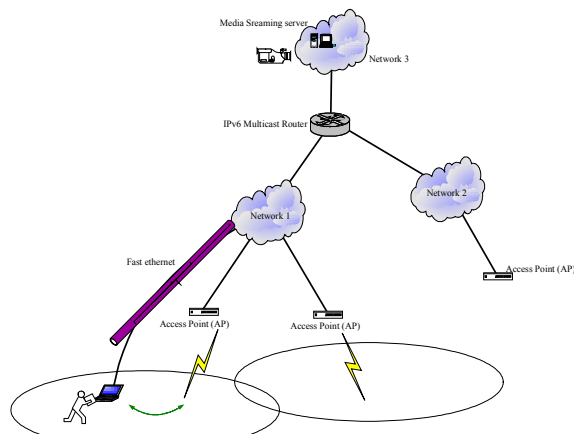
(1) 建置系統與網路環境

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。如圖四十三所示，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。

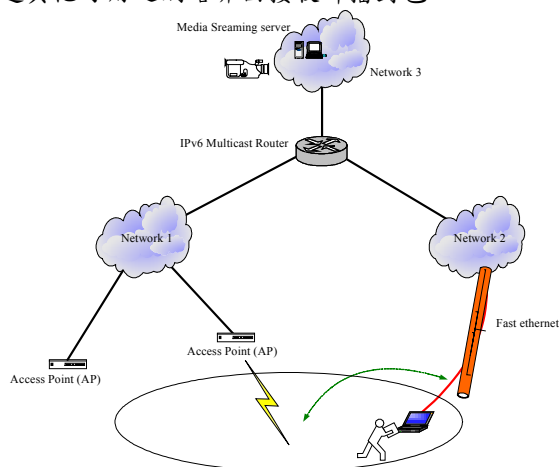


圖四十三： IPv6 主機於相同 IPv6 網域下

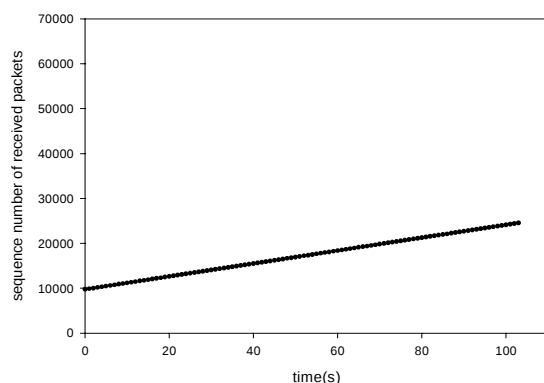
(3) 在不同 IPv6 網域下驗證多重連線之測試

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，本實驗架構圖為圖四十四所示。

圖四十五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。



圖四十四： IPv6 主機於不同 IPv6 網域下



圖四十五： 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

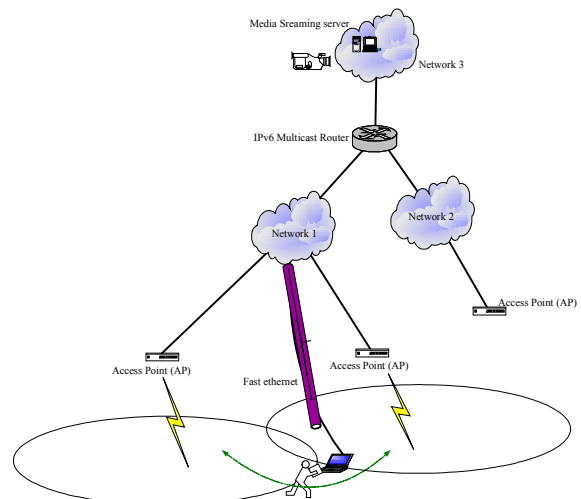
本實驗於接收多媒體串流時，實際新插入一無線區域網路卡，驗證串流系統能否動態偵測新增網路界面，且若原本使用的網路界面不能使用時，能否繼續使用新的網路界面繼續接收多媒體串流，而且不需重啟多媒體串流。

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

如圖四十六所示，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。



圖四十六： 有線網路輔助 WLAN 交遞

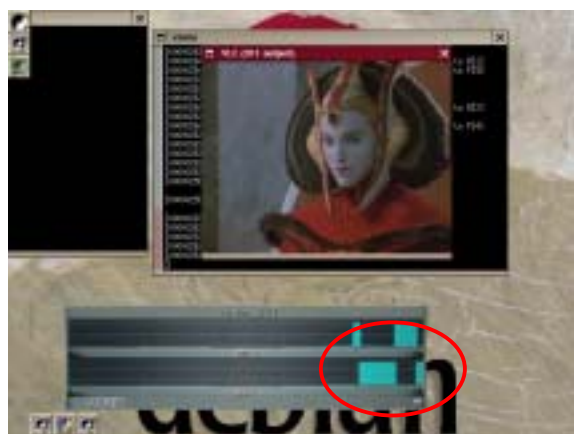
表二： vlc 客戶端所收到之封包數

	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。

圖四十七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。



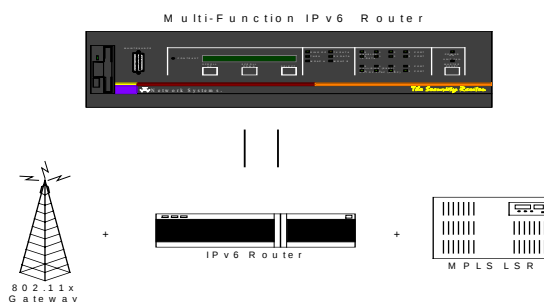
圖四十七：以有線網路模擬不穩定之無線網路之即時流量監控圖

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

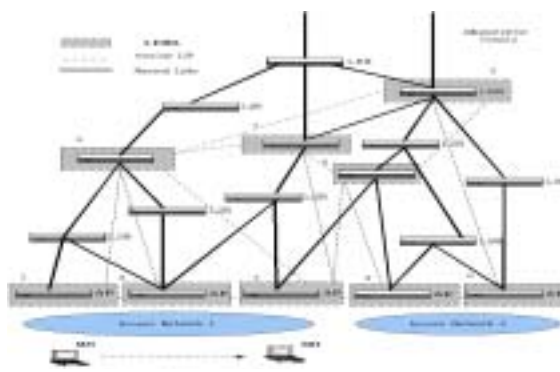
第一期計畫的目標是在 All-IP 的基礎架構下，完成 MPLS 路由及 802.11 基地台建立，並初步完成 Session Management Agent 的規劃、設計與建置工作。

如圖四十八所示，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。

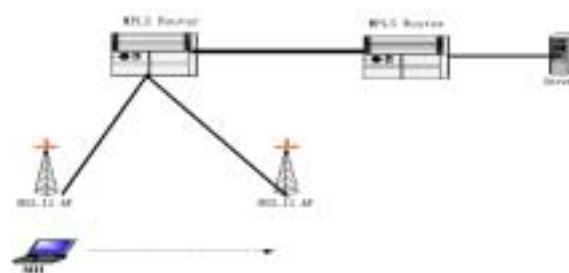


圖四十八：Multi-function IPv6 Router



圖四十九：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。如圖四十八、圖四十九及圖五十所示為本期計畫完成實作架構圖。



圖五十：MPLS 路由、802.11 基地台及移動終端架構

接續第一期計畫，本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五十一。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

- Mobile IPv6

```

[root@hu-jint ~]# nmap -o-
Noble IPed hosting node
Name: hu-jint
IP: 192.168.1.100
Lifetime: 1000

```

```

root@kali:~# nmap -i 10.10.10.10
Nmap scan report for 10.10.10.10
Host is up (0.0000s latency).
Not shown: 999 closed ports
PORT      STATE SERVICE
22/tcp    OPEN  SSH
80/tcp    OPEN  HTTP
443/tcp   OPEN  HTTPS
728/tcp   OPEN  ?
729/tcp   OPEN  ?

```

[illegible]

- Tunnel Broker

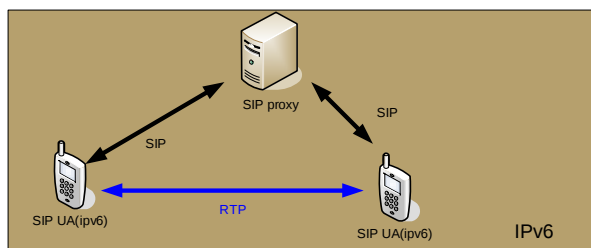
我們採用 Microsoft 所提供的套件，在 Win2000 上面安裝了一套 Tunnel Broker 用來整合 3G/GPRS IPv4 網路與 IPv6 網路如下圖五十七。

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。

18

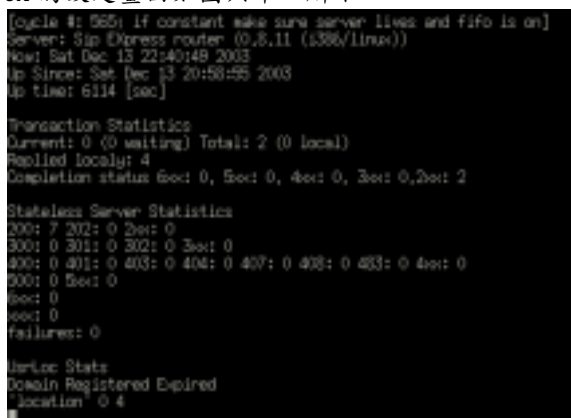
● Session Management

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。其架構如圖五十九所示。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。



圖五十九：： SIP 應用架構

已架設 SIP Server：“SER(SIP Express Router)-0.8.11”且啟動SER的畫面如圖六十；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的設定畫面如圖六十一所示。





圖六十五：user”tingshi”收到來自user”wei”的invite 訊息

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 架構組織如圖六十六所示。



圖六十六：JAIN APIs 架構

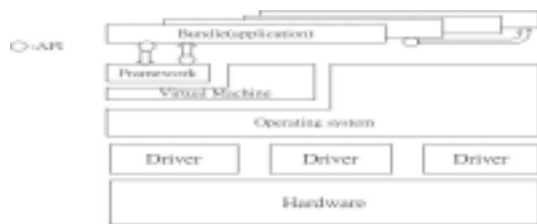
● Oscar OSGi (Open Services Gateway initiative) 系統架設

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。圖六十七為進入 Oscar 的啟始畫面。



圖六十七：Oscar OSGi 系統的啟始畫面圖

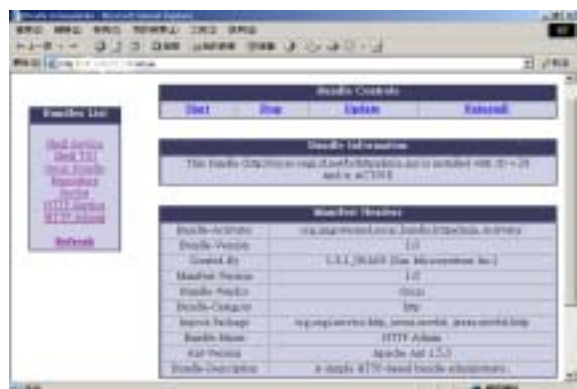
Bundle 包含 Java classes 和元件，可提供許多 API 讓其他的 Bundle 使用，Bundle 與平台也可以互相提供 API 讓對方使用，Bundle 與 API 間的關係如圖六十八所示，想要瞭解 Bundle 的狀態可透過以下兩種方式：(一)在 Oscar 平台上，以命令列(Command Line)方式顯示其狀態，如圖六十九所示，也可透過不同的命令列方式更改狀態或安裝新 Bundle，(二)使用 Web Browser 連上 Oscar OSGi 系統，來顯示 Bundle 狀態及更改其狀態，如圖七十所示。



圖六十八：Bundle 與 API 間的關係圖



圖六十九：以命令列方式顯示 Bundle 狀態



圖七十：以 Web Browser 方式顯示 Bundle 狀態

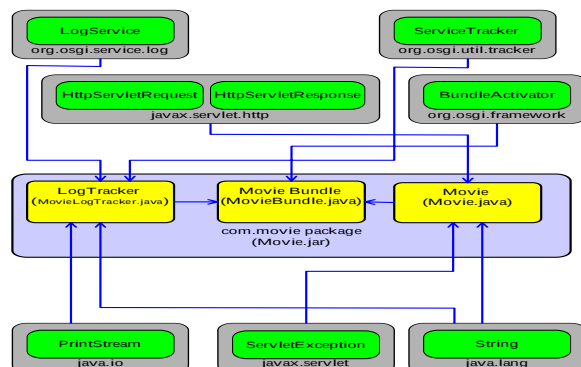
第二期研究計畫〈本期計畫〉，我們已完成「All-IPv6 服務應用 APIs 開發」及「服務應用 APIs 和 OSGi 系統整合」。

● 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 架構如圖七十一所示，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。



圖七十一： 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

本期計劃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 上網連到如圖七十二畫面的網址，並完成訂購程序，且看到交易的回覆訊息（圖七十三所示），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。



圖七十二： 電子商務交易畫面

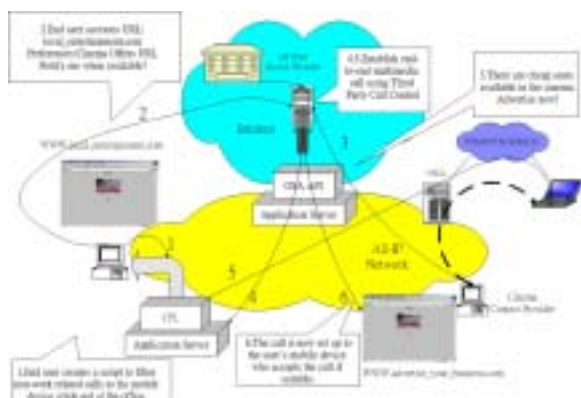


圖七十三： 電子商務交易回覆畫面

第二部份為 Video-on-Demand 應用，其應用情境如圖七十四所示。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，像行動電話、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七十五，使用者可點選任何一部電影的預告片觀看，如圖七十六所示，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，網站畫面如圖七十七所示，她便點選其中一個遊戲，遊戲畫面如圖七十八所示，瑪莉從此在等校車就不會感覺無聊。



圖七十四：OSGi Video-on-Demand 應用範例



圖七十五：Video-on-Demand 系統範例一



圖七十六：Video-on-Demand 系統範例二

為了提供有效且快速的 APIs 應用服務，本子計畫利用子計畫一所建置之 All-IPv6 Testbed 進行初步系統整合，以驗證整體系統相容性，向實現「無遠弗屆通訊」的夢想邁進，圖七十九為整體系統環境，圖八十為本計畫建置之系統，包含 OSGi

平台與 Information Server。



圖七十七：線上遊戲範例一



圖七十八：線上遊戲範例二



圖七十九：All-IPv6 Testbed 與 OSGi 系統整合



圖八十：OSGi 系統

四、計畫成果自評

本研究是一三年期之群體計畫，總計畫負責計畫之協調、成果整合。由第一期計畫與第二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。相信三年計畫執行成果，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. 本研究於第一期計畫已完成 GPRS Emulator 之架設，本期計畫完成 UMTS Emulator 並開發 All IPv4/v6 應用環境之建置，達到系統整合與使用的便利性之目標。
2. 研究過程中，本研究主要是建置 All-IPv6 Testbed，需要許多貴重設備。目前貴重設備已由總計畫購置。此外，部分貴重設備向國內各相關研發單位洽借。
3. 為驗證研究成果之可行性，本研究已於第一期計畫中針對所開發 GPRS Testbed 及 WLAN 系統上進行效能測試、分析，並於第二期計畫，對所開發的 UMTS Testbed 分別與 GPRS 及 WLAN 進行效能分析，此分析結果可作為建置連接異質網路的參考。

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、會談管理與准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，本計畫藉由 WLAN 系統中的兩種特徵—Channel Busy Ratio 跟 Frame Loss Rate，提出兩種不同的准入控制法則，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准入控制機制和沒有使用任何准入控制機制的系統，可以發現准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。預計在下一期計畫中，完成 QoS-based 准入控制機制之平台建置與測試；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，再研擬並測試一個整合網路系統中的動態資源調整機制。

子計畫三

本計畫利用 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，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。

未來一年將規劃在 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)，利用異質 DiffServ Domain 的概念，不同網路間，系統藉由頻寬代理人 (Bandwidth Broker, 簡稱 BB) 來溝通每個網路現有頻寬使用狀況，根據此資訊本計畫提出四大類的網路遴選策略，幫助使用者在選擇適合的網路，以使用具有服務品質保證的群播服務。

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 MobileNode 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 MobileIP 的 Application。本計畫中所建置的三個模組 SIP、Mobile IPv6、MPLS Router，已完成測試及初步整合動作。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，我們已有了初步的進展與架設雛型。

因此根基於 All-IPv6 network session and mobility management 的目標下，還有一些未來的工作方向與任務值得我們去實驗與修正，相信經過這樣的研究發現與經驗累積，勢必能讓我們更容易的邁入與界接未來新一代的網路通訊系統。

子計畫五

本研究是一三年期之群體計畫，第一期計畫研究目標已達成，第二年本研究完成多媒體應用服務，如 Video-on-Demand (VoD)、電子商務〈E-Business〉及網路遊戲(On-line Gaming)。預計將朝 API 模組化及進行整合測試，期能將開放式服務整合平台功能發揮到極致，並應用 PDA、Smart Phone 或手機上來測試此應用服務的可攜性，觀察使用者可否使用 web browser 透過無線及 GPRS 網路等與 OSGi 平台連線，完成本計畫所開發的三種應用服務。

本研究之研發成果已參加 2004 年教育部舉

辦之通訊軟體製作競賽，並獲得佳作之殊榮。

五、參考文獻

- [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] T.S. Rappaport, *Wireless communications-principles and practice*, 2nd, 2002.
- [6] D.G. Leeper, "A long-term view of short-range wireless," *IEEE Computer*, Vol.34, No.6, pp.39-44, 2001.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] B. Black, V Gill and J Abley, "Goals for IPv6 Site-Multihoming Architectures," *RFC 3582*, Apr. 2003.
- [10] 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.