

# 在 All-IP 的異質無線網路下具有服務品質保證的換手機制\*

## QoS-guaranteed Handoff Mechanism for All-IP Heterogeneous Wireless Networks

李國川<sup>\*</sup>

Gwo-Chuan Lee

國立虎尾技術學院資管系  
gcleee@mail.im.nhit.edu.tw

李龍盛<sup>#</sup>

Long-Sheng Li

國立嘉義大學資訊工程系  
sheng@mail.ncyu.edu.tw

簡緯宇

Wei-Yu Chien

國立嘉義大學資訊工程系  
tuna@csie.ncyu.edu.tw

### 摘要

All-IP 無線網路架構提供個人通訊系統中，使用者的語音、影像以及數據資料，都將會透過 IP 技術的封包傳送。在這種屬於 Packet Switching 的 All-IP 網路環境下，由於可能因為網路的壅塞或其他原因，造成了封包遺失或延遲送達甚至中斷連線，這對於語音和影像的傳輸是有很大的影響，因此 QoS 的保證此時就顯得十分重要。以 All-IP 的方式整合兩種不同階層(tier)的無線網路(3G & WLAN)是一種趨勢；我們在這種 All-IP 的異質無線網路系統中，以 Mobile RSVP 為基礎，設計一個資源預留與配置的機制，讓行動主機能夠在 All-IP 的異質無線網路環境下，具有無接縫 QoS 保證服務之換手能力，以便能執行整合性的網際網路服務和應用。

關鍵字：3G、Heterogeneous Network、Mobile IP、Mobile RSVP、QoS、Wireless LAN

### 1、簡介

目前主流的無線網路分為兩大系統：一者為提供較高的傳輸頻寬(IEEE 802.11b 可達 11Mb；802.11g 是延續 802.11b 的技術規格，兩者同樣使用 2.4GHz 的通用頻段，但傳輸速度上限卻由 11Mbps 提升至 54Mbps)，但具有較小的覆蓋區域，並且費用低廉的無線區域網路(WLAN)，另一種則是提供較低的傳輸頻寬(UMTS(3G)通訊標準 IMT2000 頻寬標準定為 2Mb，而 GSM(2G)/GPRS(2.5G)頻寬則約為 384Kb)，卻具有較大的覆蓋區域，並且費用較高的個人通訊系統(Personal Communications System, PCS)。除了 3G, WLAN 和 GSM/GPRS 已經分別發展得相當成熟；而新一代的無線網路將會是提供一個穩定、高品質及多樣化的服務系統，使用者可以依時地的不同，在任何時間任何地點選擇最適合的傳輸方式，因此，WLAN 和 UMTS 異質無線網路間的整合將是未來發展無線網路一個大的趨勢。

以 All-IP 的方式整合 WLAN 和 UMTS 已是目前世界各國正進行的發展方向，其好處是能夠隨時隨地的使用多采多姿的 Internet 網路應用服務。但是，透過 IP 技術的 Packet Switching 封包傳送，會

因為網路的壅塞或其他原因，造成了封包遺失或延遲送達甚至中斷連線，這對於語音和影像的傳輸會有很大的影響。

我們通常利用無線通訊設備來收發電話(Circuit Switching)或是使用 Notebook 瀏覽 WWW 資訊，QoS(Quality of Service)對於這些應用並不產生很大的影響，這使得我們大都沒有意識到它的重要性。但我們常常聽到的那些對未來應用的描繪，例如：視訊手機、行動線上遊戲、Voice over IP，這些 Packet Switching 的應用如果因為換手(Handoff)而產生了品質下降、資料遺失或中斷連線，這時 QoS 的保證就顯得十分的重要。

另外，由於異質無線網路系統所提供的頻寬不同(如 WLAN 與 3G)，如要達到無接縫(seamless)的在異質無線網路不同系統中換手，並且保持原來應用程式或使用者所要求的 QoS 保證，我們就必須設計一個能在異質無線網路上，具有無線資源管理與配置一套機制，利用這個機制，設計資源保留(Reservation)與配置(allocation)協定，以提供行動主機穩定及無接縫的 QoS 保證服務之換手。

因此本論文提出在 All-IP 的異質無線網路架構下，以 MRSVP(Mobile Resource reSerVation Protocol)為基礎，整合 WLAN 與 UMTS 兩種異質網路之資源保留協定，並建立各個異質網路 QoS Class 間的 Mapping Table，以建構在 All-IP 環境下提供行動主機具有 End-to-End QoS 保證的異質無線網路換手機制。

### 2、相關研究、文獻探討

近年來國際上有許多組織，例如 3GPP 工作小組(3GPP、3GPP2)，都在設計及整合各種異質網路的架構，主要是針對各種行動電話網路之整合，有些國家也提供所謂 Multi-tier 系統之服務(如 GSM 與 DECT 整合)，最近 3GPP 開始朝向以 All-IP 為基礎的網路架構[1]為研究目標，目前正由 MWIF[2]整合討論中，也就是所謂的 4G 的環境；大多一致認為 4G 環境應該是一個整合行動電話網路與 Internet 網路的環境。

然而在目前現有的相關論文與研究中，大多是著重在討論行動主機在異質網路中換手過程的一些控制機制[3]或認證、計費機制[4]，或是以 Mobile

\* 本研究接受國科會編號：NSC 92-2213-E-150-033-研究計畫

<sup>\*</sup> 國立虎尾技術學院資管系副教授

<sup>#</sup> 國立嘉義大學資工系副教授

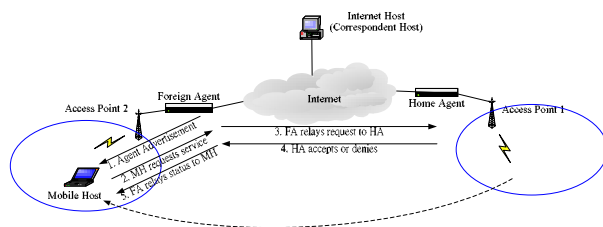
IP[5]做為整合異質網路中的行動管理(Mobility Management)[6],而最新的3GPPTS23.207規格[13]也才剛把RSVP納入3G系統中,比較少人討論到有關在異質網路換手過程中,同時支援保證網路服務品質QoS的相關方法[7]。

以下先對於本論文所用到的相關原理 Mobile IP、3G/UMTS 架構與RSVP,作簡單介紹。

## 2.1、簡介 Mobile IP

Mobile IP 是由 IETF 所制定的 RFC 2002 "IP Mobility Support" 作為標準。它的好處就是只用了三個元件—Mobile Host(MH), Home Agent(HA) 和 Foreign Agent(FA),而不須更動網路的其他部分,例如DNS,就能夠保證MH在移動過程中在不改變現有的網路IP位址、不中斷正在進行的網路通訊及不中斷正在執行的網路應用的情況下,實現對網路不間斷的連結。

Mobile IP 允許行動主機(MH)同時擁有兩種IP,一種是MH在Home Network時的位址,稱為MH的home address,另一種是當MH離開Home Network連上另一個網路(Foreign Network)時,向當地的FA註冊後,由FA的IP當作MH此時的CoA(Care-of Address)。FA通知HA且紀錄此註冊訊息於HA的away table中,以便以後轉發訊息用;在away table中紀錄著MH的home address與CoA,兩者的對應關係稱為Mobility Binding。而FA也要維護一個list來紀錄目前在它服務範圍內所有的MH。圖一為Mobile IP的註冊過程。



圖一、Mobile IP 註冊程序

當MH位於Foreign Network時,正要與該MH通訊的主機(Correspondent Host, CH)所發出的訊息將會被MH的HA攔截,HA將目的地為MH的home address的封包攔截下來,再根據away table中的binding資訊將此封包轉送到MH目前所在的位置,做法是使用IP-in-IP Tunneling的技術。

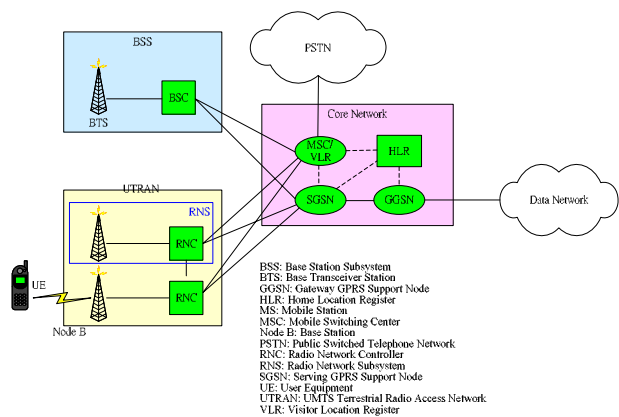
另外,若FA無法服務新來的MH,IETF Mobile IP也定義了另一種方法,在這種模式下,MH到達Foreign Network會由DHCP的機制或其他方式,取得一個co-located CoA,此時即不需FA的轉送服務,由MH自己來執行封裝與解封裝的動作。

簡單的說,Mobile IP是一種電腦網路通訊協定,它能夠保證電腦在移動過程中在不改變現有的網路IP位址、不中斷正在進行的網路通訊及不中斷正在執行的網路應用的情況下,實現對網路不間斷的連結。

斷的連結。

## 2.2、簡介 3G(UMTS)網路架構

第三代(3G)行動通訊是第一代(1G)和第二代(2G)行動通訊的延續。早在一九八〇年,國際電信聯盟(ITU)就針對未來的無線通訊系統作評估,並訂定其系統需求,以便制訂標準,並將這個未來無線通訊的標準名之為IMT-2000(International Mobile Telecommunication 2000)。對此,各廠商紛紛針對ITU訂出的3G系統需求制訂標準,期望能取得市場先機。歐洲電信標準組織(ETSI)就針對泛歐系統提出3G標準,名之為UMTS(Universal Mobile Telecommunications System);UMTS採用WCDMA(Wideband CDMA)的調變技術,使得無線頻寬可達到2Mbps,而核心網路技術則是在現有GSM/GPRS基礎上發展起來的,因此對GSM具有良好的繼承性。圖二表示了GSM/GPRS/UMTS的網路架構。



圖二、GSM/GPRS/UMTS Network Architectures

## 2.3、QoS之相關研究

關於QoS保證之研究,IETF先提出整合性服務(Integrated Services, IntServ)的方法,主要是使用RSVP(Resource reSerVation Protocol)通訊控制協定,即是一種預先頻寬預留(Advance Bandwidth Reservation)的通訊控制協定[8],後來為了提供行動主機QoS的保證,相繼有人提出了RSVP Tunnel[9]、Mobile RSVP(MRSVP)[10]及Hierarchical MRSVP(HMRSVP)[11]等資源保留的方法來改善RSVP在行動計算環境下的一些缺點在這裡我們介紹一些MRSVP的功能訊息:

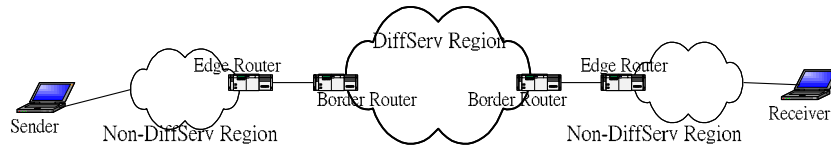
1. MSPEC(Mobility Spec):記錄了所有MH鄰近的subnet中的Proxy Agent的IP位址之集合。

**MSpec={Local proxy agent, Remote proxy agents}** Proxy Agent也就是Mobile IP中的HA或FA。

2. Active Path message:帶有Active reservation的SENDER\_TSPEC資訊。

SENDER\_TSPEC主要是用來描述資料傳送端所發出的data flow之特性,例如data rate,封包平均長度等。

3. Passive Path message:帶有Passive reservation的SENDER\_TSPEC資訊。



圖三、整合 IntServ 與 DiffServ 的 RSVP/IntServ over DiffServ 架構

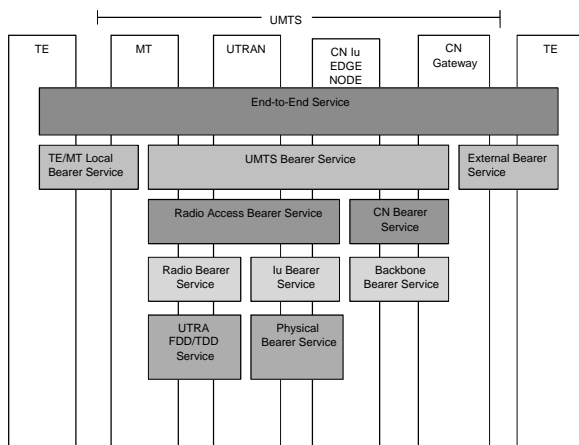
4. Active Resv message：帶有 Active reservation 的 FLOWSPEC 資訊。

FLOWSPEC 包含了 Tspec 和 Rspec 兩個部分，主要是用來描述資料接收端所需要的服務品質相關參數，例如所需要的頻寬、Bucket rate 等。

5. Passive Resv message：帶有 Passive reservation 的 FLOWSPEC 資訊。

近年來的研究一般認為差異性服務 (Differentiated Services, DiffServ) 所提供的 QoS 保證能提供網路較好的效能，因此 IETF 對於行動主機 QoS 的保證也開始以 DiffServ 為主要研究，然而因為 DiffServ 不能提供行動主機使用者較穩定的 End-to-End QoS 保證，因此最近有人初步提出整合 DiffServ 及 IntServ 的優點之架構[12]，如圖三所示；即在 Internet 上某些 core network 可採 DiffServ 方式，離開 core network 的 Edge Router 之外便可使用 IntServ 架構，如此達到近似 End-to-End QoS 保證，我們的研究即是基於此架構下進行。

至於 UMTS 中的 End-to-End QoS[13]，則是採用分層次、分區域的服務品質保證機制，來源端和目的端之間必須建立具有明確定義的特性和功能的承載服務 (Bearer Service)，而這個承載服務可以由一種支援 QoS 的 API 來完成，每一層的承載服務都是通過其下一層的承載服務所提供的。由於 End-to-End Service 通常經過若干不同網路，其 QoS 從橫向就可分為 3 個區域：TE/MT 本地承載服務、UMTS 系統承載服務、外部網路承載服務。其中 UMTS 系統承載服務從縱向又可以分為：無線接入承載服務和 CN 核心網承載服務，而無線接入承載服務又由下一層的無線介面承載服務和 Iu 介面承載服務構成。詳細的架構由圖四所表示。



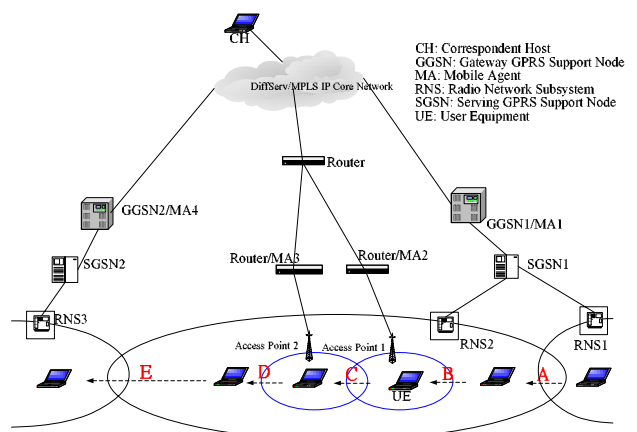
圖四、UMTS QoS Architecture[13]

3GPP 規格書 (3G TS 23.207)[13] 已經將 RSVP/IntServ 的觀念整合進 UMTS End-to-End QoS 的架構；並且將 P-CSCF (Proxy-Call Session Control Function) 的功能加入 GGSN 中，用來做為一種是否允入 (Admission) 的策略判別作用 (Policy Decision Function)，達成一種以服務為基礎的本地策略 (Service-based Local Policy)。然而，目前此規格書並沒有考慮到當 UE (User Equipment) 移動到不同網域時，RSVP 機制並不能察覺到 UE 已經移出此區域，而結束其資源保留，因此造成資源的浪費，而新到達的網域也尚未預先作資源保留而導至 UE 之服務品質受影響。

同時，這些 QoS 保證的研究目前只討論在同質性的無線網路架構下，尚未考慮到行動主機在 All-IP 異質無線網路環境下執行換手行為之 QoS 保證等問題，因此，下一節將敘述我們提出的異質無線網路 QoS 保證之 Handoff 機制。

### 3、異質無線網路 QoS 機制

首先，我們依據 3GPP 規格書 (3G TR 23.923)[14] 所提出的在 UMTS 的核心網路 (core network) 內，加入 Mobile IP 中的 MA (Mobile Agent, HA or FA) 於 GGSN 上，做為 UMTS 以及 WLAN 整合成的 All-IP 異質無線網路基本架構，如圖五所示。



圖五、整體架構圖

在 UE 的無線介面方面，我們假設其必須擁有可以同時允許接收 UMTS Node B 和 WLAN AP 所發出的無線訊號，並且在以其中一種訊號通訊的同時，還是可以偵測或接收另一種訊號。如果兩者的訊號同時都接收到時，我們假設 UE 會以接收 WLAN 的訊號為主，也就是以接收到 WLAN AP 的訊號優先權較高。

其次，我們根據 3GPP 規格書 (3G TS 23.207)[13] 所制定的把 RSVP/IntServ 整合進 UMTS End-to-End QoS 的觀念和架構，修改成以 MRSVP/IntServ 為資源預留的控制協定，因為 RSVP/IntServ 並不適用於具有移動特質的 UE 主機於我們所提出的 UMTS 以及 WLAN 整合成的 All-IP 異質無線網路基本架構，原因是當我們的 UE 移動出某一個 UMTS 區域後，RSVP 機制並不會察覺到 UE 已經移出資源保留的範圍，而造成了資源不必要的浪費，因此，為了改善這個缺點，我們就必須修改規格書[13]所提及的 UE 和 GGSN 中 **IP Bearer Service(BS) Manager** 所管理的 **RSVP/IntServ 控制信號**，同時 GGSN 中的 **Translation/mapping function** 也要修改成能夠對映 MRSVP/IntServ 的 QoS 參數。我們目前的研究主要分為兩個部份，以下分別敘述之。

### 3.1、WLAN-UMTS 的 QoS 等級整合

目前，3GPP 的 UMTS 系統將網路上的應用依其時效限制與傳輸品質需求概略分為四大類如表一[18]所示。

表一、UMTS QoS 分類[18]

Traffic class	Example of the application	Max bit rate	Lost rate	delay	Jitter
Conversational	Voice	2Mb/s	<10 <sup>-6</sup>	< 100ms	low jitter
Streaming	streaming video	2Mb/s	<10 <sup>-6</sup>	150ms ~ 400ms	
Interactive	Web browsing	2Mb/s	10 <sup>-3</sup> ~ 10 <sup>-4</sup>		
Background	background download of emails	2Mb/s			

而我們所提出的方法，是根據這四種 UMTS 系統中的 QoS 流量等級以及 WLAN 中的 IntServ 或 DiffServ QoS 流量等級做個對映，進而決定各個異質網路中所需要預先預留的頻寬為多少；我們根據[16]和[17]提出一個整合 WLAN 和 UMTS 之 QoS 等級轉換對照表，如表二所示。

表二、UMTS QoS mapping via IntServ and DiffServ

UMTS traffic QoS Classes	IntServ QoS Classes	DiffServ QoS Classes
Conversational	Guaranteed delay	Expedited/Premium
Streaming	Guaranteed delay	Assured/Olympic(gold, silver, bronze)
Interactive	Controlled load	Assured/Olympic(gold, silver, bronze)
Background	Best effort	Best effort

我們知道，MRSVP 通訊協定中，Resv Message 包含了 Tspec、Rspec 及 Filter Spec 三部份，Tspec 與傳送端傳來的 Path Message 內容相同(包括了頻寬(Bandwidth)、延遲(Delay)、Jitter Bounds)，Rspec 指示使用 IntServ 中的 Guaranteed、Controlled Load 或 Best effort 型態，Filter Spec 則是指定辨識封包的方式(即封包的通訊協定號數以及埠數)。舉個例子來說，當 GGSN 中的 IP BS Manager 從 UMTS 核心網路中接收到 UE 所發出的 Rspec 訊息後，對照著表二，即可把 UMTS BS Manager 所持有的 UMTS traffic QoS Classes，輕易的轉換成 IP 網路

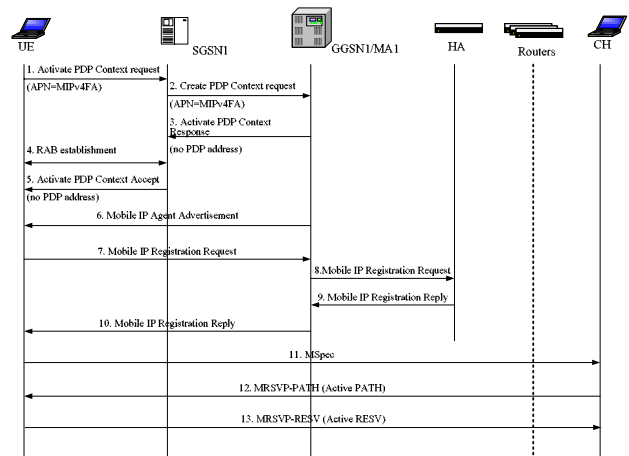
中 IntServ QoS Classes 或是 DiffServ QoS Classes。

### 3.2、WLAN-UMTS 之 QoS 保證換手機制

最後，我們提出一個利用 MRSVP 提供具有 QoS 保證的 WLAN-UMTS 異質無線網路的換手機制，我們細部的規劃各個控制訊號(control signal)是如何運作，其中包括 PDP Context 的建立、MobileIP 的註冊以及 MRSVP 的運作。從圖五中，我們發現 UE 有五種 handoff 狀況：

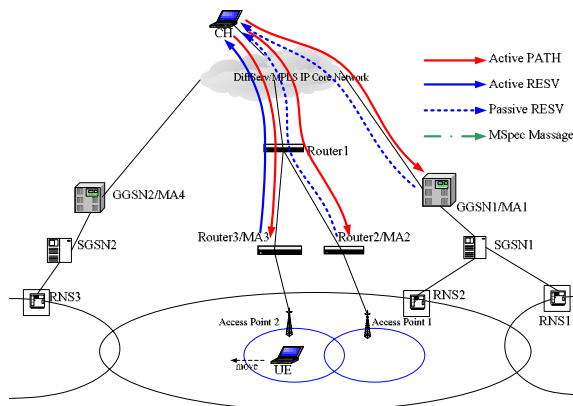
- 狀況 A、Inter-RNS handoff
- 狀況 B、由 UMTS 移至 WLAN 網路
- 狀況 C、Inter-WLAN handoff
- 狀況 D、由 WLAN 移出至 UMTS 網路
- 狀況 E、Inter-GGSN handoff

我們以圖五中的 D 為例，當 UE 由 WLAN AP 的範圍移至 UMTS RNS2 的 Node B 所涵蓋的區域時，其控制訊號的流程如圖六所示。

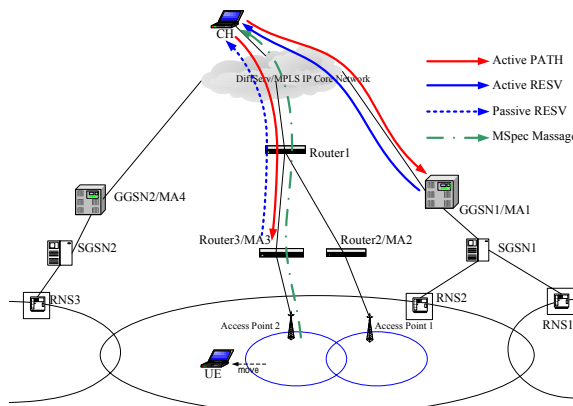


圖六、整合異質(WLAN-UMTS)的 MRSVP 運作流程

步驟 1 至步驟 5 為建立一個 Activate PDP Context，以便繼續接收由 CH 所傳送的資料。值得注意的是，此時 APN(Access Point Name)裡的所含的資訊為“MIPv4FA”，以便抑制 GGSN 分配 PDP Address 給 UE，同時也會觸發(Trigger)GGSN 發出 Mobile IP Agent Advertisement(步驟 6)，Mobile IP 的註冊程序因此展開(步驟 7 至步驟 10)。當完成 Mobile IP 的註冊程序後，UE 先利用 MRSVP 的 Proxy agent Discovery Protocol 偵測附近所有的 proxy agent(mobile agent, HA or FA)，然後發出 MSpec(這個訊息裡面包含了 MA1 和 MA3 的 IP 位址，因為此時 UE 只有接收到 RNS2 和 AP2 的訊號)給傳送端(CH)(步驟 11)，這時 CH 便發出 Active PATH message(步驟 12)，以便建立所有 Active Path，UE 接收到此訊息後便可以發出具有 QoS Classes 的 Active RESV message 給 CH(步驟 13)，並建立一條實際具有資源保留的路徑，此時由 GGSN 中的 IP BS Manager 做 UMTS 與 IP 網路間的 QoS 等級轉換。圖七和圖八為完成以上所有步驟前和後的架構圖。圖中分別顯示出所建立的 PATH 和 RESV 路徑之變化。



圖七、UE 移出 WLAN 前的 MRSVP 模型



圖八、UE 移至 UMTS 後的 MRSVP 模型

另外，為了提高頻寬的使用率和效能，我們希望在 RNS 周圍的被動預留頻寬，在該 UE 還未移動過去時，是可以被共用的，也就是說可以先給其他使用者使用，等到該 UE 真的移動到新的基地台時，這些被動預留的頻寬就還給該 UE 所使用。

#### 4、結論與未來發展

我們在 All-IP 的架構的架構下，研究如何把 MRSVP 的機制整合進 WLAN 和 UMTS 底下，我們提出了異質網路 QoS 等級的整合對映以及 WLAN-UMTS 之間的 Mobile RSVP 換手機制，使行動主機無論是在同質或異質的無線網路之間換手，皆具有 QoS 的服務品質保證，這個研究應該對於目前政府大力推動的 M-Taiwan 雙網計畫有所幫助。

雖然目前我們尚未討論到有關行動主機在異質網路換手時無線部分的頻寬配置機制，但我們將會朝向 WCDMA 中 OVSF 的動態頻寬配置方法來研究，未來，我們也將針對 QoS 等級整合對映中如何與資源寶貴的無線頻寬做個取舍的選擇，做更詳細的研究探討，並且做模擬評估以及比較分析。

#### 5、參考文獻

[1] G. Patel and S. Dennett, The 3GPP and 3GPP2 Movements Toward an All-IP Mobile Network, *IEEE Personal Communications Magazine*, Vol. 7, No. 4, Aug. 2000, Page(s): 62-64

[2] MWIF Homepage: <http://www.mwif.org>  
 [3] Pahlavan, K.; Krishnamurthy, P.; Hatami, A.; Ylianttila, M.; Makela, J.P.; Pichna, R.; Vallström, J., Handoff in Hybrid Mobile Data Networks, *IEEE Personal Communications*, Apr. 2000, Volume: 7, Issue: 2, Page(s): 34-47.

[4] Apostolis K. Salkintzis, Chad Fors, and Rajesh Pazhyannur, WLAN-GPRS Integration for Next-Generation Mobile Data Networks, *IEEE Wireless Communications*, Oct. 2002, Volume: 9, Issue: 5, Page(s): 112-124.

[5] C.E. Perkins, Mobile IP, *IEEE Communications Magazine*, Volume: 40, Issue: 5, May 2002, Page(s): 66 -82

[6] A. Sanmateau, F. Paint, L. Morand, S. Tessier, P. Fouquart, A. Sollund, E. Bustos, Seamless mobility across IP networks using Mobile IP, *ELSEVIER Computer Networks*, Volume: 40, Issue: 1, Sep. 2002, Page(s): 181-190.

[7] Alam, M.; Prasad, R.; Farserotu, J.R., Quality of service among IP-based heterogeneous networks, *Personal Communications, IEEE*, Volume: 8 Issue: 6, Dec. 2001, Page(s): 18 -24

[8] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog and S. Jamin, Resource ReReservation Protocol (RSVP) Version 1 Functional Specification, *RFC 2205*, Sep. 1997.

[9] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wroclawski and L. Zhang, RSVP Operation Over IP Tunnels, *RFC 2746*, Jan 2000.

[10] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath and Arup Acharya, MRSVP: A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Hosts, *Wireless Networks* 7(1) (2001) 5-19.

[11] Chien-Chao Tseng; Gwo-Chuan Lee, Ren-Shiou Liu and Tsan-Pin Wang, HMRSVP: a hierarchical Mobile RSVP Protocol, *ACM Wireless Networks*, Vol. 9, No. 2, pp. 95-102, Mar. 2003.

[12] Bongkyo Moon and Hamid Aghvami, RSVP Extensions for Real-Time Services in Wireless Mobile Networks, *IEEE Communications Magazine*, December 2001.

[13] 3GPP TS23.207 V5.8.0, 2003-06, 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project ; Technical Specification Group Services and System Aspects ; End-to-End Quality of Service (QoS) Concept and Architecture (Release 5)

[14] 3GPP TR 23.923 version 3.0.0, 2000. Technical Report, 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project ; Technical Specification Group Services and System Aspects ; Combined GSM and Mobile IP Mobility Handling in UMTS IP CN.

[15] H. Holma and A. Toskala, *WCDMA for UMTS*, John Wiley & Sons, 2000.

[16] Gyasi-Agyei, A., Mobile IP-DECT internetworking architecture supporting IMT-2000 applications, *Network, IEEE*, Volume: 15 Issue: 6, Nov.-Dec. 2001, Page(s): 10 -22.

[17] Jason Yi-Bing Lin, Design of IP Connection for GGSN, *Lecture Notes*, <http://liny.csie.nctu.edu.tw>