

動態調整使用者服務品質需求於異質性網路架構

麥毅廷

修平技術學院資訊網路技術系

Email: wkb@mail.hit.edu.tw

張英超

彰化師範大學資訊工程系

Email: icchang@cc.ncue.edu.tw

摘要—當使用者處於異質性網路環境中並且執行無線換手動作時，必須花費時間重新建立或協商，而網路所提供使用者的資源更可能產生變動，對於要繼續維持使用者原本服務品質需求的服務是一大問題。因此我們提出了一個能達成適時適地根據使用者所處的網路環境與可用資源，提供可調整性的端點間服務品質確保的架構：有線網路以差異性服務網路為骨幹，結合了 BB、COPS-SLS 做為資源分配和使用者協商服務品質的通訊協定；無線網路結合 WiMax, Wi-Fi 等技術，並且則整合了整合式 QoS 服務網路與 CTP 協定，做為減少無線使用者換手時中斷使用者服務品質的解決之道，並且利用 CBQ 結合 RED 的方式來維持使用者移動後需求變動時的調整方式，做一有效且彈性的調整使用者服務品質需求。

關鍵詞—動態品質服務、WiMax、Wi-Fi、異質性網路、Context Transfer Protocol

一、簡介

在現今的網路環境下，使用者要完整甚至平順的享受一段多媒體的影音服務是很困難的，原因在於我們所在的網路環境通常是一個異質性的架構，包含了不同的網路架構與協定的組成與運作，如果再將使用者有行動的特性考慮進來，那麼這將是一個很具有挑戰性的議題。其中包括了經過不同的網路環境時，由於不同的網路環境對於所要傳送的資料有不同的註解與處理方式，因此會遇到的問題就是當使用者的封包經過不同的網路架構時，有可能會發生使用者的封包無法辨識甚至無法繼續提供使用者所需要的服務品質需求(QoS)。而當使用者移動到不同基地台訊號所互相涵蓋範圍的時候，如果使用者想要繼續這段服務的進行，就勢必要做無線換手的動作，才能繼續的享受服務。但是按照傳統 Mobile IP 的做法，當使用者有無線換手行為發生的時候，使用者的服務會暫時的中斷，原因在於必須

向上一層的 Home Agent 註冊現在使用者所在的新位置，使用者的封包才能準確的送到使用者端。在註冊的這段期間內，是處於服務中斷的狀態，如果是一般的資料傳送那麼使用者的感受並不會有太大的影響；但是使用者是在進行影音多媒體資料的觀賞時，中斷的期間與重新註冊動作的快慢或者即將移動過去新區域網路資源的多寡，都會對使用者目前所進行的影音服務有很大的影響。

因此考量到使用者封包的傳送，現實上有可能是經過不同的網路架構時，會有不同 Traffic 對應的問題發生；加上使用者有行動特性的時候，在無線換手時服務會暫時中斷，甚至如果即將移動過去新基地台資源不足的時候，有可能會拒絕使用者目前所進行的服務的情形發生。下列是我們認為要解決上述的問題時，必須滿足的幾個條件。

1. 必須有個端點之間的通訊協定，可以做為不同網路之間溝通的橋樑，也就是 QoS Signaling，此外現有大區域的無線網路如 WiMax 也有支援 QoS，所以必須將這些作整合。

2. 當資料經過不同的網路架構時，不同的網路架構對於封包的處理有不同的方式，因此必須有個轉換的機制，讓使用者的封包經過不同的網路環境時，能夠依然保有原先的使用者服務品質需求，這個動作也就是 Traffic Mapping。

3. 必須要做到加速使用者無線換手的過程，使多媒體資料不中斷，也就是要做到 Seamless Handoff。

4. 還必須有個調整的機制，讓使用者的無線換手時，適時的考慮新的無線基地台所能提供的服務等級，調整其服務品質需求，讓使用者的服務不會因為無線換手而被中斷，並且有資源釋放出來時，可以慢慢回復到原有的服務品質需求，這個動作也就是 Service Adaptation。

以上四種作法是我們認為要達成動態調整

端點間服務品質需求的必備條件。第二章將探討目前關於端點間服務品質的研究有哪些，並且分析他們的作法與優缺點為何。第三章將提出我們動態調整 QoS 的架構與作法；第四章將以模擬實驗的結果證明本架構的作用。最後是本論文的結論與未來方向。

二、文獻探討

首先在有線網路(wired network)的部份，我們最常看到的就是 IETF 所提出的 QoS 的兩種架構：整合式服務(IntServ) [1] 與差異性服務(DiffServ) [2]。整合式服務網路的做法，通常會透過 RSVP 協定做為整合式服務網路中協商資源預留的訊號協定，並且會在資源預留的節點上面保有 Soft State，也就是記錄這個 Flow 的相關訊息。因為將使用者所需的資源預留下來供使用使用，因此可以做到絕對的使用者服務品質的保證；但是由於每個會經過的節點必須保有 Soft State，因此整合式服務網路的模式應用到 WAN，就會變的缺乏彈性，使用者增加的時候就會無法滿足需求。

針對整合式服務網路的缺點，後來 IETF 又提出了差異性服務網路的架構，將大部分的工作移到邊際路由器(Edge Router)上面執行，當使用者的封包一進入差異性服務網路時，就會根據使用者與 ISP 業者所簽訂的使用者需求 *Service Level Agreement (SLA)* 來對封包進行分類的動作。在內部路由器的處理則是根據封包的優先權大小，給予不同的傳送順序，這種動作稱之為 *Per Hop Behavior (PHB)*。因為差異性服務網路的特性適合於骨幹網路上執行，而整合式服務網路的特性則是適用於區域網路上運作，因此後來有學者研究 [3] -[5] 將這兩種不同的架構整合，配合 *Common Open Policy Service (COPS)* [6] 協定的運作，幫忙做到動態協商使用者需求與資源分配的動作，做到端點間的服務品質控制的目的(條件一、二與四)。

以上的研究是針對有線環境中兩種不同的

QoS 架構的整合，此外在 Internet 上常見的 IP 層的 QoS，面對其它無線網路架構上也有支援 QoS 如何整合，也是一個值得探討的問題，而在 IEEE 802.16 的 MAC 層裡，BS 跟 SS 也會確認 L2 的 connection 對傳送品質的要求而決定如何幫此 connection 作服務。IEEE 802.16 的標準文件中針對 QoS 的部份目前已經定義了相關服務種類，例如建 connection、發送 BW_REQ、廣播 UL_MAP 等等。因此有一些初步探討到不同 Traffic Mapping 的問題，例如 J. Chen 等人在 [7] -[8] 提出了 IP 層 service type 對應到 802.16 MAC 層的 service type 之機制。而之後 Y. W. Chen 等人參考了 [7] -[8] 所提出的整合機制，另外提出了一種跨層整合機制 [9]，但是都只是在 IEEE 802.16 [10] -[11] 內部為假設環境，對於整合式服務網路並沒有提到。而在整合式服務網路上，許多學者選擇 COPS 協定做為協商使用者需求的方法，至於 RSVP 訊息在差異性服務網路中的做法則是略過當成一般的網路控制訊息處理，這麼做的的是為了要保有差異性服務網路對於不同 Traffic 較有彈性的處理方式。上述的研究已經有探討到幾個我們所提出的議題，但是對於無線網路的部分沒有整合進來，因此沒有使用者有行動特性的問題解決方案。

Trossen 與 Chaskar 兩位學者 [12] 在 2003 年提出了一個叫做 *Application Context Transfer (ACT)* 的架構。主要針對使用者有行動特性並且可能處於不同的異質性環境底下時，如何不會因為使用者無線換手到不同性質的網路或是不同的 ISP 業者所服務的區域時，會有服務中斷的問題發生並且可以做到 Seamless Handoff。本文的貢獻在於一開始使用 *Session Initial Protocol (SIP)* [13] 協定做使用者與發送端之間的溝通協調，等到 SIP 的標準程序都完成之後，使用者就可以開始享受所想要的服務。一旦使用者有可能發生無線換手的時候，就直接利用所在地的 AR 與即將換手過去的新 AR 溝通，並且將使用者的資訊傳

送到即將換手過去的新 AR，這個動作作者稱之為 Application Context Transfer，藉此縮短原先還要透過 SIP 重新協商的動作。因此提供了一個加速使用者無線換手動作與不同網路架構協商的機制(條件一與三)。但是本文作者並沒有提到如果換手過去之後，兩個新舊 AR 所能提供的服務資源不同時要如何處理(條件四)。而且利用 SIP 協定做使用者服務品質需求協商的動作是屬於應用層的部份，實體上的 Traffic 如何對應也沒有提出一個具體的說明(條件二)。

Chaouchi 與 Pujolle 兩位學者[14] 在 2004 年提出了在現今和未來的無線網路上的一個新的無線換手的控制動作。作者所提出的架構同樣是建構在差異性服務網路為骨幹，並且區域網路部分則是無線網路。使用者如果要啟動新的服務或是變更其需求的時候，必須透過作者所提出的 MCOPS (Mobile COPS) 協定做為一開始與需求變動時溝通的協定。因此整個的架構同樣也是屬於 COPS 的模式，由使用者 (Client 端) 提出需求到 Server 端，讓 Server 端來評估使用者的服務需求是否可以滿足，並同樣的透過 MCOPS 的協定當作使用者跨越到不同的網路環境時，一個可以取得互相溝通的管道。本文的貢獻在於作者提出了一個不同的無線換手方式，Anticipated Handoff (條件三) 則是當使用者尚未移動或是介於兩個無線訊號的涵蓋範圍時，Server 端會利用本身 Policy Base 所記載的使用者需求，在目前鄰近的幾個無線基地台中判斷使用者的可能行進方向，並且會先針對使用者的需求提出而做好相關的配套做法；Adaptive Handoff (條件四) 則是當使用者無線換手的時候，會根據無線換手過去新區域的網路資源調整其它的服務品質或是事先預留頻寬供使用者使用。至於差異性服務網路與無線網路 Traffic 的對應(條件二)，作者的方法是將無線換手的方式直接對應到差異性服務網路的 Traffic Class (EF、AF 與 BE)。利用從差異性服務網路進來的 Traffic Class 如果是屬於 EF 等

級的，那麼當封包進入到無線網路環境的時候，如果有遇到無線換手的問題時，那麼無線換手的選擇方式就是 Anticipated Handoff。

三、系統架構

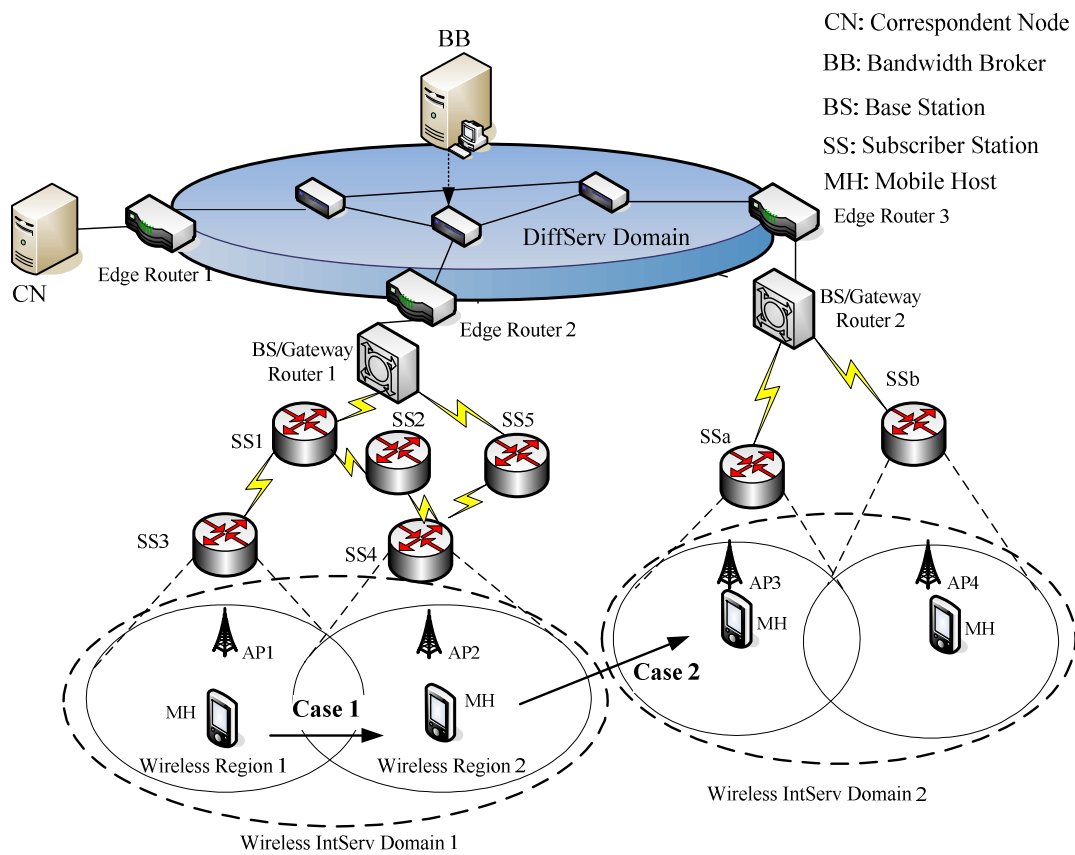
我們所提出的系統架構如下圖一所示：有線網路的部份我們還是採用 IETF RFC 2998 的基本架構，也就是以差異性服務網路為骨幹，並且每個差異性服務網路都有個 Bandwidth Broker (BB) [15] 配置，作為管理內部資源與找尋最佳路徑的功能；Local 端的部份則是採用整合式服務網路的架構，並且以 RSVP 協定做為一個端點之間協定 (End-to-End Signaling)。採用 RSVP 協定的理由是因為 RSVP 是一種發展相當成熟的技術，並且 RSVP 還是以使用者需求為導向的協定，剛好可以搭配使用者無線換手之後需求變動的工使用。

在無線網路部份，為了考量使用者在無線換手之後會有服務中斷的問題發生，因此我們利用 Context Transfer Protocol (CTP) [16] 協定做為加速無線換手的方法。CTP 是 SEAMOBLY [17] 組織所訂定出來的標準，主要是當使用者有引發第二層換手(更換不同的 Subscriber Stations SSs)的時候，就會將使用者本身的 Context (新舊位址) 從舊的 Base Station (BS) 傳送到新的 AR，以加速無線換手的過程。這裡除了原先 Context 的內容之外，我們還加入了一些 QoS 參數讓新的 AR 可以針對使用者需求與自身網路資源分配情形找出一個最佳解，讓使用者不會有被拒絕服務的可能。

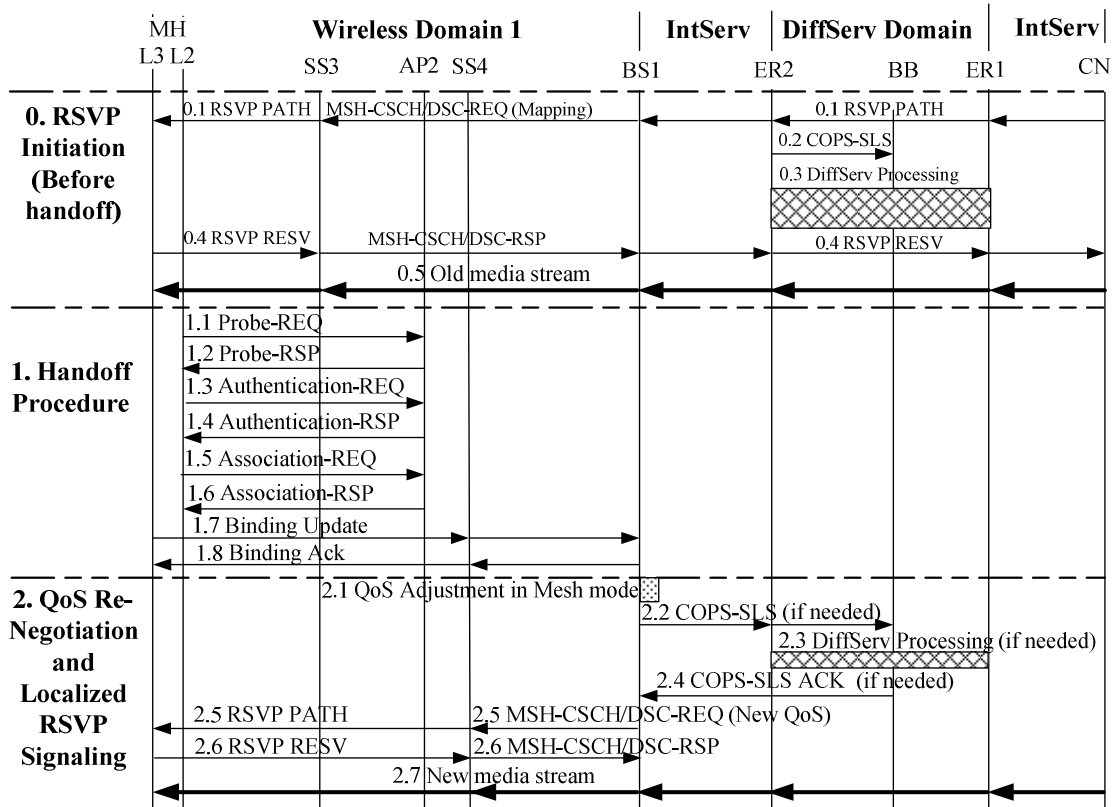
(一)系統架構

另外在有線與無線網路溝通的部份，我們是採用了 COPS-SLS [18] 協定做為彼此溝通的橋樑。COPS-SLS 主要是繼承了 COPS 協定的精神，但是更注重傳遞 QoS 訊息 (SLS)，利用 COPS-SLS 可以幫忙做到使用者需求動態調整的目的，提供了一個異質性網路之間可以溝通的管道。整個系統架構如圖一所示。

這裡我們分成兩個案例來討論：Intra-domain Handoff 與 Inter-domain Handoff。分別透過這兩種不同的無線換手情形，來表示我們如何達到我們所要的端點間可調整的服務品質控制。



圖一、系統架構圖



圖二、Intra-domain Handoff 流程圖

Case 1 Intra-domain Handoff: Level 0. RSVP Initiation

1.當 MH 開始要啟動服務的時候，CN 會利用 RSVP 協定向 MH 發出一個 PATH 訊息，其中會包含著 *TSPEC*、*PHOP* (*Previous Hop Router Address*) [19] 和 *ADSPEC* 訊息，而在 Intserv domain 內部為 IEEE 802.16 網路，由於 802.16 本身就有其 MAC 層的 QoS 機制，因此我們必須加以整合。首先便是將 802.16 QoS signal 與 L3 RSVP message 作 mapping，然而針對現有 802.16 網路中有 PMP 與 Mesh 兩種模式，其個別的 signal 不同，但是作法類似，資源的控管都是透過 BS 來處理，在 PMP mode 中透過 *Dynamic Service Change Request (DSC-REQ)* [10] 訊息在 "TLV Encoded Information" 中加上 QoS 的頻寬需求及 Mesh 模式由 BS 來找到 MH 所在的 SS，並且透過 *Mesh Centralized Schedule (MSH-CSCH)* [10] 訊息在 "Flow scale exponent" 作頻寬需求對應，來建立 802.16 網路內的 QoS 需求，並且再由 SS3 同時將 RSVP message 的參數(如頻寬等)再傳送到 MH 之上。

2.當 MH 接收到 PATH 訊息時，會利用 PATH 訊息傳送過來的路徑反向的送回一個 RESV 訊息，而 IntServ 內部的 802.16 網路時，也分別對應 PMP mode 中透過 *Dynamic Service Change Response (DSC-RSP)* 訊息中欄位 "TLV Encoded Information" 及 Mesh 模式中的 *Mesh Centralized Schedule (MSH-CSCH)* 訊息由 SS3 送給 BS 可以完成 QoS 的需求。當 RESV 訊息經過差異性服務網路的環境時，邊際路由器會利用 *COPS-SLS* 協定將 MH 的服務品質需求傳送給 BB，BB 就會記錄 MH 的服務品質需求和相關的 Policy 設定，並且繼續將 RESV 訊息回送到 CN，此時整個 End-to-End Signaling 的動作已經完成。

3.CN 開始傳送資料給 MH。

Level 1. Handoff Procedure

1.當 MH 介於 Wireless IntServ Region 1 和 2 的訊號涵蓋範圍時，MH 知道有可能要準備無線換手到 Wireless IntServ Region 2 的位置。

2.MH 接收到 Wireless IntServ Region 2 中 AP2 所發出的 Beacon 訊息時的運作來研究。由於 MH 移動到新的 802.11 AP 範圍，原來的 AP

訊號已經變弱了，因此在 L2 的初始程序共有六個，將分別簡單描述如下：

(1) *Probe-REQ*：MH 移動到 802.11 網路時，先對每一個頻道廣播探索要求 (*Probe-REQ*) 訊框，試著搜尋所在區域可使用的 AP。

(2) *Probe-RSP*：當 AP 接收到 *Probe-REQ* 訊框，AP 會回覆探索回應 (*Probe-RSP*) 訊框告知 MH 本身 AP 的相關資訊。

(3) *Authentication-REQ*：驗證請求 (*Authentication-REQ*) 訊框代表 MH 與 AP 間認證程序。802.11 提供二種認證的方式，分別為開放系統式認證 (*Open System*) 與共享密鑰式認證 (*Shared Key*)，因本篇論文不涉及安全機制相關內容，故在此本論文假設是 *Open System*。

(4) *Authentication-RSP*：AP 收到 *Authentication-REQ* 訊框時會針對內容回覆認證回覆 (*Authentication-RSP*) 訊框給 MH 認證成功與否的訊息。

(5) *Association-REQ*：MH 完成認證後，發送連結請求 (*Association-REQ*) 訊框給 AP 請求進入 AP 管轄區域內。

(6) *Association-RSP*：AP 針對連結請求回覆一個連結回覆 (*Association-RSP*) 訊框給 MH，此 signal 許可 MH 進入網路之後，即完成 L2 的初始。

而在同時，也就完成 L2 的 handoff，而由於仍在同一個 802.16 網路的 subnet 之內，因此不需要變動 IP，但是 MH 仍然要進行 Binding Update 的動作如 step 1.7，並經由 SS4 來通知 BS1 目前所在的位置，之後 BS1 也會回 binding ack 給 MH，因此在 L2 初始及 L3 Binding 完成後 handoff 程序也就全部完成。

Level 2. QoS Re-Negotiation and Localized RSVP Procedure

1.當 MH 順利接續到新的 AP 後，BS 收到

Binding Update 的訊息後，BS 必須進行 QoS 狀況的確認：

Intra PMP network:

如果在 IntServ 內部的 802.16 網路其連接的是 PMP 的架構，MH 的移動而改變的 SS 由於都是同一個 BS 所連接的 802.16 Domain 之中而 BS 與 SS 之間只需要由 BS 將 Downlink 的資源作調移(當完成 Step 1.7 時 BS 就知道 MH 所在新的 SS 的資訊 in 圖三、四)，並且只需要之後透過 DL_MAP 作實際資源分配調整即可，不會有資源不足的問題。

Intra Mesh network

但是如果是在 802.16 網路的 Mesh 模式時(如 Step 2.1)，雖然仍在同一個 BS 的 802.16 Domain 之中，由於 MH 的移動可能改變 BS 到新的 SS 之間的 route 改變 (Old:BS1-SS1-SS3, new:BS1-SS1-SS2-SS4，如 Fig.1)，因此 hop count 也有變動，而在 802.16 Mesh network 中是 shared physical link，QoS 資源在計算時為(AvgRate of the flow * hop count)，自然 hop count 的變化將會造成資源需求的變動，變動調整如下：

$$\begin{aligned}
 & BW_{Ori}, \text{Original bandwidth resource} \\
 & BW_{New}, \text{New bandwidth resource after handoff} \\
 & BW_{Ori} = R_{Flow_data\ rate} * Hop_count_{Ori} \\
 & BW_{New} = R_{Flow_data\ rate} * Hop_count_{New} \\
 & \begin{cases} BW_{New} > BW_{Ori}, \text{adjusting for flow data rate} \\ BW_{New} \leq BW_{Ori}, \text{do nothing} \end{cases}
 \end{aligned}$$

而當 BS1 收到 MH handoff 後的 Binding signal 就必須先確認 802.16 網路內的資源狀況(BS1 會依據原來所給新舊 SS 間的位置作比較)，如果此時 hop count 變多時可能無法維持原來 data flow rate，因此同時通知 ER2 (Edge Router 2)可以歸還一部分的頻寬，而由要求 ER2 及 BB 根據 2.1 調整後的 QoS 資源來進行 DiffServ domain 的整體

頻寬資源調整，調整狀況如 step2.2、2.3、2.4，而當 BS1 收到 ER2 的 ACK 後，就能夠同時了解此時 DiffServ Domain 實際使用的資源狀況，假如有變動，將根據調整結果，並且進行區域內的 RSVP 再次預留資源動作如 step 2.5。而 BS1 就分別透過 DSC_REQ(802.16 PMP 網路)、MSH-CSCH(802.16 Mesh 網路)來回覆及告知 SS4 最新調整後的 QoS 變化，來達成資源重新分配，及路徑變更，最後再由 SS4 轉成 RSVP PATH 造成狀況調整情形，最後再由 MH 作 RSVP RESV 回覆到 BS1 如 step 3.6，最後多媒體資料就會再傳送到新的地置讓 MH 可在 handoff 後順利播放。

MH 的 ID	IP	在哪個 SS 的管理範圍內
MH ₁	10.10.1.32	SS ₃
MH ₂	10.10.1.34	SS ₃

圖三、BS 更新前的 binding cache

MH 的 ID	IP	在哪個 SS 的管理範圍內
MH ₁	10.10.1.32	SS ₄
MH ₂	10.10.1.34	SS ₃

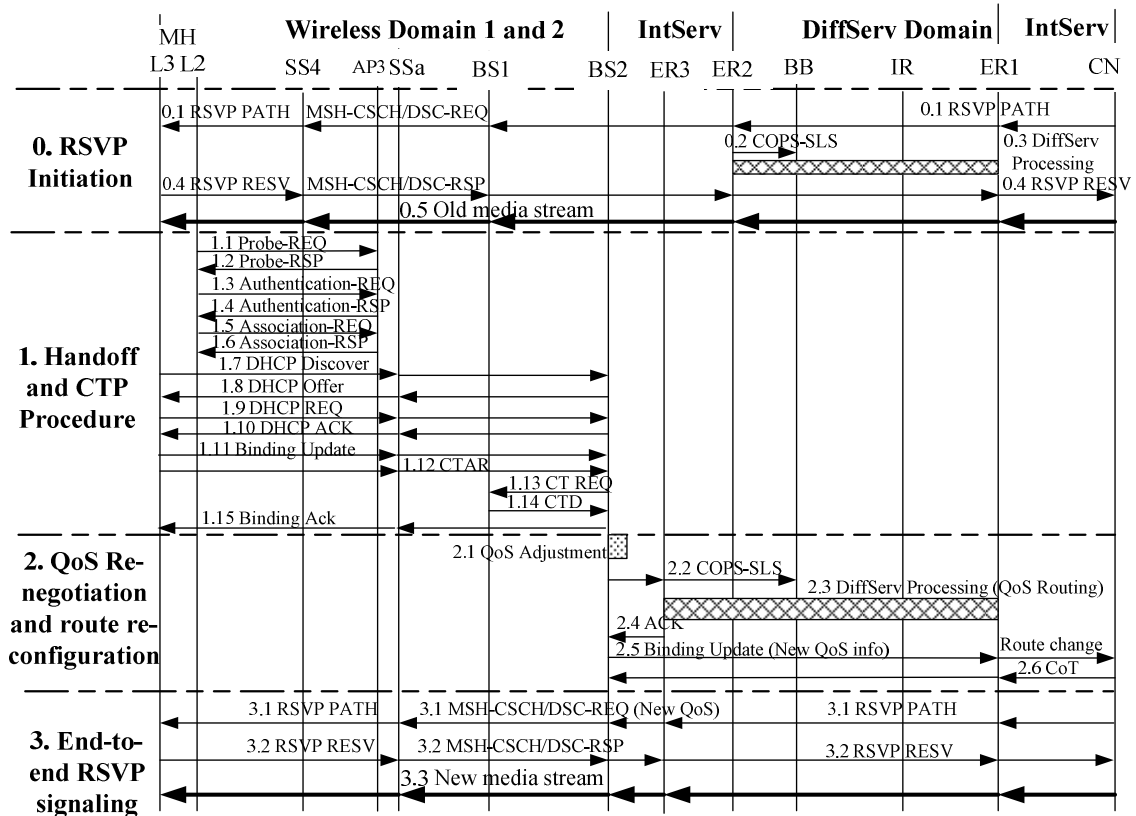
圖四、BS 更新後的 binding cache

Case 2:

Inter-domain Handoff (圖一中，MH 從 Gateway Router 1 下的 AP2 移動到 Gateway Router 2 下的 AP3 的範圍)其中原來的 Level 0 與 Intra-domain 是相同的，所以我從 handoff 之後的動作進行說明：

Level 1. Handoff Start and CTP Procedure

1.當 MH 繼續移動到 Wireless IntServ Region 2 和 3 的訊號涵蓋範圍時，MH 知道有可能要準備無線換手到 Wireless IntServ Region 3 的位置
 2.MH 接收到 Wireless IntServ Region 3 中 AP3 所發出的 Beacon 訊息時，會引發第二層的無線換手動作(Layer 2 Handoff Trigger)，而在此換手機制時，MH 換到新的 IntServ domain 之中，所以還必須進行 IP 的重新取得，因此比 stage 1 of the Intra-IntServ-domain 多了 step 1.7~1.10 DHCP 的動作，而在取得新的 Care-of-address 後，MH 也必須透過 SSa 來向新的 domain 的 FA/BS2 註冊，因此發出如 step 1.11 的 Binding Update 的 signal，當 SSa 收到 MH 新加入的訊息(在 Binding Update 時)，就必須為這個 MH 進行 QoS 及資源



圖五、Inter-domain Handoff 流程圖

及路徑的相關設定而通知 BS2 來進行處理，而為了能夠將之前的 QoS 相關需求可以在新的 domain 中順利接續，因此也同時進行 CTP 的相關程序，之後的動作如送出 CTAR, CT Request 和 CTD 訊息如 step 1.12、1.13、1.14，而 CTP 格式如圖六。最後當然還有 BS2 回給 MH 的 step 1.15 Binding Ack。

Level 2. QoS Re-negotiation and route re-configuration

1. 而 BS2 也在 CTP 程序後，再進行進行 QoS Adjustment 來因應原來 MH 的 QoS 需求。

Message Type	C	R	Rsv	Length
Elapsed Time (in milliseconds)				
Mobile Node's Previous Care-of Address				
Mobile Node's New Care-of Address, if C=1				
Type = Auth	Type Length	Algorithm	Key Length	
Service Class	RSPEC		TSPEC	

圖六、CTD 欄位(粗體字由我們之機制動態調整)

2. BS2 將會依照 802.16 無線網域內新的使用者的資源需求及目前系統資源狀況進行評估，並且提出最適當的資源分配，在此同時 BS2 也會動態向 DiffServ domain BB 透過 ER3 來發出 COPS-SLS 訊息如 step 2.2。而 BB 來進行 DiffServ domain 的整體頻寬資源的調整及新的 End-to-end 路徑的建立，同時 BB 在 DiffServ domain 中進行新的路徑及 QoS 資源的重新調配及擇徑如 step 2.3。

3. 最後 BS2 收到 BB 回送的 COPS-SLS ACK(內含 BB 調整後的 QoS，範例如圖七，step 2.4)，將送出 MIPv6 BU [20] 給 CN(於 *Mobility Options* 中自訂 QoS 的參數如變動後的 bandwidth 等)，step 2.5，執行 MIPv6 Route Optimization(準備送出 *Care-of Test, CoT* 給 MH，step 2.6)，並觸動 CN 進行 End-to-end RSVP 程序。

Level 3. End-to-End RSVP Signaling

1. CN 送出 RSVP Path，經由 QoS Routing 決定的 DiffServ 內部的路由，到達 ER3、BS2，再執行 BS2 內部 802.16 Domain 的資源預留程序。

而當 CN 收到來自 BS2 的 Route Change 訊息，因此可以了解 MH 已經移到新的 IntServ domain 因此要進行資源重新確認。

2. 由於這時 RSVP Signaling 的動作是透過 CN 到 MH，因此算是一次完整的 End-to-End Signaling，也明確的做到我們所要的可調整式的端點間服務品質控制的目的 (Inter-domain Handoff 流程如圖五所示)。當然在新的 802.16 Domain 中也分別透過 DSC (802.16 PMP 網路)、MSH-CSCH (802.16 Mesh 網路) 的 QoS 變動來確認 MH 的加入對於現有資源要如何進行重新分配 (調整演算法如下圖八)，及路徑變更。

```
Example for COPS-SLS-ACK message
SLS-type = ack
Context = resource-allocation
SLS = {
  Flowid: src-addr=A, destpddr=B
  Traffic conformance: 64 kbps, Token bucket
  Excess treatment: dropping
  QoS: max-delay = 100 ms, maxjitter = 50 ms, max-loss = 10E-3
  Service schedule = immediate
}
```

圖七、COPS-SLS-ACK 訊息格式範例

```
BW_old: the flow requirement data rate before inter-handoff
BW_remaining: the BS remaining bandwidth in new IEEE 802.16 domain
BW_diffserv_e2e: the available bandwidth of DiffServ domain after inter-handoff
BW_new_Inteserv: the flow allocated data rate after inter-handoff
BW_new_Diffserv: the flow allocated data rate after inter-handoff

//InteServ domain for Inter-handoff
if (BW_old > BW_remaining){
  BW_new_Inteserv = BW_remaining;
}else{
  BW_new_Inteserv = BW_old;
}

//DiffServ domain for Inter-handoff
if (BW_old > BW_diffserv_e2e){
  BW_new_Diffserv = BW_diffserv_e2e;
}else{
  BW_new_Diffserv = BW_old;
}

//end-to-end Bandwidth allocated for inter-handoff flow
Min(BW_new_Inteserv, BW_new_Diffserv);
```

圖八、資源分配演算法

(二) QoS 整合及動態調整機制

在我們的架構中，以 IP 層為角度，基本上使用者的服務會經過二種網路型態：整合式服務網路 (IntServ)、差異性服務網路 (DiffServ)。整合式服務網路與差異性服務網路是 IETF 裡面所提出的兩種在有線網路環境底下，可以滿足使用者服務需求的兩種做法。整合式服務網路中就有定義出三種不同的 Traffic 型態：Guaranteed Service (GS)、Control Load Service (CLS) 和 Best Effort (BE)。差異性服務網路也是同樣提供了三

種不同的 Traffic 型態：Expedited Forwarding Service (EF)、Assured Forwarding Service (AF) 和 Best Effort (BE)。差異性服務網路主要是根據封包的差異性來分類並決定服務的優先順序，其分類的依據可以是使用者的付費機制或是根據封包的特性來分類 (Multi-Fields Classifier)。

我們的架構中 Traffic Mapping 的部分，我們是採用比較簡單直接的方式，也就是一對一的對應 (快速對應)，Mapping 主要是在差異性服務網路和整合式服務網路連結的邊際路由器上面執行。由於不同網路型態的 Traffic 要對應在一起，除了要考量 Traffic 本身的等級之外，還有很多的參數必須考慮周全。包括不同的頻寬要求、不同的延遲要求或是可容許的尖峰的速度.. 等等的考量。為了降低不同 Traffic Mapping 的對應時間，減輕邊際路由器的處理負擔並且讓使用者所需的服務能快速的進行。一般我們常看見的做法也都是事先將 Traffic 按照等級分類，不同的網路形態有不同的 Traffic 分類，對應的原則是將最高級的對應到另一網路型態的最高級分類，利用等級區分來分類的好處是免去繁複的計算，並且原先享受高優先權的服務到了新的網路形態時，還是可以享受最優先的服務品質。

由於整合式服務網路中的 GS Traffic 跟差異性服務網路的 EF Traffic，所希望能夠提供的服務是優質、穩定和 Seamless 的服務。因此我們將這兩種不同的 Traffic 對應在一起。另外在 CLS Traffic 的部分，我們又另外設計了三個不同的子分類：CLSRT (CLS Real-time)、CLSMM (Multimedia) 和 CLSCM (Control Message)。從 CLS 中多設計出這三個子分類主要是用來做為後來 Queue 中動態調整的依據。而在無線網路的部分 802.16 及 802.11e 都有各自的 QoS 類別，如 UGS (Unsolicited Grant Service), rtPS (real-time Polling Service), nrtPS (non-real-time Polling Service), BE (Best-Effort) 是由 IEEE 802.16 [10] 定義；而在 IEEE 802.11e [21] 透過原來 DCF 概念中 DIFS 和 CW (Contention Window) 兩個參數來作進一步的調整。IEEE 802.11e 定義了四種基本的 ACs (Access Categories)：AC_BK, AC_BE, AC_VI, AC_VO，其中我們也參考了 AQUILA [22] 組織針對 SLS 所定義出的參數定義和 Traffic 需求等級的不同訂出了相關的規則及 IP 層與

802.16 的對應[23]，並且將其對應上層的資料類別及特性和 priority 的高低也作了初步的訂定如圖九。

此外使用者動態調整需求的部份，我們則是在無線網路上的 BS/Gateway Router 上面做調整。這裡我們採用 *Class Based Queuing (CBQ)* [24] 與 *Random Early Detection (RED)* [25] 兩種 Queue Management 的方式合併管理。CBQ 是一種利用 Class Queue 的觀念運作的方式，每一個 Class 就是單一個 Queue 組成，這些 Class 的分類標準可以是單一使用者或是多個使用者 traffic 所組成。Class 本身要不要借出多餘的頻寬，是決定於一開始分類的時候這個本身 Class 有沒有設定可以借出的屬性，1 是可以，0 則是不行。另外 RED 是一種常見 Queue 的管理方式，由於傳統 Queue 的運作方式是採用 *FIFO (First in First out)*，因此當網路有大量封包湧進時，很容易造成封包大量的被砍掉，這對於 TCP 之類的傳輸模式相當的不利，由於大量封包的遺失，因此必須不斷的重新傳送而造成網路效能不彰。RED 的做法就是當有擁塞的情形快發生的時候，RED 就會將這些封包做 Drop/Mark 的動作，並且通知 Source 端減少傳送速度來解決目前擁塞的情形發生。利用 RED 在多個 Queue 上的處理模式並且結合了 CBQ 的可動態頻寬配置的屬性，因此我們所提出整合式服務網路中不同 Traffic Class 的運作與當所屬 Queue 的頻寬不足以滿足使用者需求時，如何動態調整相關的政策準則，我們又區分成兩種狀況 1. 有多餘的頻寬可以進行借用 2. 調整 Traffic Class。而在借用時，將會考慮兩個步驟(a)先跟有借出的高優先權 queue 的 class 中去試著取回借出之 queue space，當然要取回時，由下而上，依次去試著取回，我們利用 *Array_L* 這個陣列來記錄每次在那一層的 queue 中借出給那個 class 多少 bytes，在取回時將以此為依據。而在進行 queue 取回時，必須是那個 queue 的 length 小於 *Min_th* 時才可以取回(b)如果前面的步驟執行完時，現有 queue 狀況還是超過 *Max_th*，就要準備借用低優先權下層的 queue，借用的方式為先從最低的 class 中借(但是最多只能借用其 *Max_th* 以內的 queue length)，依次來借，演算法如圖十所示。

L3 Traffic Class		L2 Service Type		Service Descriptions
IntServ	DiffServ	802.16	802.11e	IntServ/DiffServ
GS	EF	UGS	AC_VO	VoIP, Video Conference
CLS _{RT}	AF ₁₋₃	rtPS	AC_VI	Real-time Traffic
CLS _{MM}		nrtPS	AC_BK	Multimedia Data
CLS _{CM}				Control Message, FTP
BE	BE	BE	AC_BE	General Packet

圖九、各種 QoS 類型對應表

```

//RED rule for queue congestion control
Calculate packet drop probability Pa
PMax=1
Pa= PMax × [(Avg(Qi) - Min_th(Qi)) / ((Max_th(Qi) - Min_th(Qi)))]
Mark the arriving Si packet with probability Pa
If [Max(Qi) < (Avg(Qi) + Arr_pkt(Si))]
    dropping the packet in queue depend on its drop probability
}

//try to take back some queue space from higher priority queue as Fig.14
If [Avg(Qi) > Max_th(Qi)]
    Check the Array_L to retrieve the lent queue size
    k= i-1
    While [Avg(Qi) > Max_th(Qi) and k ≥ 1]
        If [Avg(Qi) ≤ Min_th(Qi)]
            R(Qi) = min(Min_th(Qi) - Avg(Qi), Array_L[k][i])
            Array_L[k][i] -= R(Qi) //return queue length R(Qi)
            //decreasing the queue length
            Max(Qi) = Max(Qi) - R(Qi)
            Max_th(Qi) = Max_th(Qi) - R(Qi)
            Min_th(Qi) = Min_th(Qi) - R(Qi)
        }
        //increasing the queue length
        Max(Qi) = Max(Qi) + R(Qi)
        Max_th(Qi) = Max_th(Qi) + R(Qi)
        Min_th(Qi) = Min_th(Qi) + R(Qi)
        k--
    }
}

// try to borrow some queue space from lower priority queue Fig.15
If [Avg(Qi) > Max_th(Qi)]
    Calculate and assign available space of lower priority Sk class
    Insuff(Qi) = Avg(Qi) - Max_th(Qi)
    k= i
    While [Insuff(Qi) > 0 and k > i]
        If [Avg(Qi) < Max_th(Qi)]
            If [Insuff(Qi) > (Max_th(Qk) - Avg(Qi))]
                B(Qk) = Max_th(Qk) - Avg(Qi)
                Insuff(Qi) = Insuff(Qi) - B(Qk)
            }Else{
                B(Qk) = Insuff(Qi)
                Insuff(Qi) = 0
            }
            Max(Qk) = Max(Qk) - B(Qk)
            Max_th(Qk) = Max_th(Qk) - B(Qk)
            Min_th(Qk) = Min_th(Qk) - B(Qk)
            Array_L[k][i] += B(Qk)
        }
        Max(Qi) = Max(Qi) + B(Qk)
        Max_th(Qi) = Max_th(Qi) + B(Qk)
        Min_th(Qi) = Min_th(Qi) + B(Qk)
        k--
    }
}

```

圖十、動態調整演算法

四、模擬實驗與結果

(一) 實驗環境與參數

我們的實驗架構主要是針對無線網路底下的 BS/Gateway Router 中，由不同的 Class 分類而分成多個 Queues (QoS 對應表如圖九)。由於 Gateway Router/BS 所在的網路環境是屬於整合式服務網路的模式，因此 Traffic 的分類按照我們先前我設計的主要有 Guaranteed Service (GS)、Control Load Service (RT,MM,CM)與 Best Effort (BE)這五種 Class Queue，而 802.16 內部則分為 UGS, rtPS, nrtPS, BE 等四種等級。而其中多個 BS 互相連接到 Internet 上，而每個 BS 所在的就

是一個 IntServ 的環境，而 BS 所在的 802.16 環境有 PMP 和 Mesh 兩種模式，在我們模擬實驗底下主要是針對 802.16 QoS service type 四種 Class Queue 做分析，因此我們主要針對有不同優先權大小 Class Queue 的運作上實驗 traffic flow 作探討，以及使用者需求變動後的分析。實驗環境的參數則是無線網路上 802.16 網路的頻寬我們為 20 Mbps，因此根據我們採用的 CBQ 方式處理，每個 Class Queue 都有其單獨的 queue 的比例分配，因此在 Gateway Router 底下所有 Class Queue 所能取得的配置資源如表一所示。另外我假設所有的不同等級 traffic flow 的 data rate 都是相同的，packet 的 arrival 為 poisson distribution，而我們的提出的作者會透過前面圖十中提出一演算法，讓上層的 class queue 可以藉由 Max_th 和 Min_th 的值去向下層的 class queue 去借用資源，而對照組的作法，只會依照原來開始的比例去分配各 class queue 的資源(如表一)，不會視 queue 中 traffic data 到達的狀況進行變動。

表一、BS/Gateway Router Class Queue state 及系統參數表

項目	參數
802.16 total bandwidth	20 Mbps
Flow data rate	100-190kbps
Number of flow	100
GS, CLSRT, CLSMM, CLSCM, BE	25%,25%,20%,20%,10%
UGS, rtPS, nrtPS, BE	25%,25%,40%,10%
Max_th, Min_th	80%, 20%

(二) 實驗結果分析

從圖十一~圖十四，所顯示的是在每個不同等級的 class queue 中我們提出的 CBQ+RED 的作法，與沒有動態調整作法在每個 QoS flow 上 throughput 所呈現的結果，從圖十一中我們可以發現，隨著 flow 的 data rate 上升，由於 UGS queue 的等級最高，所以我們的 CBQ+RED 可以配合高等級的 queue 的狀況向其它等級的 queue 去借用頻寬資源，因此整個 throughput 可以不錯提升，而固定的 queue 資源分配，就無法讓較高等級 queue 在 traffic 變動時去作調整；而圖十二中 rtPS 的狀況和 UGS 的差不多，雖然不是最高等級，但是仍有機會向較低等級的 queue 去借用資源；而在圖十三中 nrtPS 的狀況我們的作法與對照組沒有太大差別，主要的原因是因為 nrtPS 常常有可能需要借出資源給上層較高等級的 queue，但

是因為仍有還有機會向下層的 BE 借用，所以與對照組固定式的結果相差不遠；而在圖十四 BE 中隨著 flow data rate 的上升，我們的作法將有可能讓 BE 的 throughput 明顯降低，但是由於仍有考量到每個 class queue 的傳輸資源保障(透過 Min_th 來控制)，所以仍然不至於完全沒有傳送的機會。而從圖十五中我們可以發現我們所提出的 CBQ+RED 的作法可以讓整體的 throughput 有提升，主要的原因是在 traffic data 的到來本來就會有 burstiness 的情形，如果沒有變動 queue 的資源機制，就有可能因此而增加了 data drop 的機會，也因此 CBQ+RED 的作法會比對照組在 throughput 上有更好的效果。

五、結論與未來工作

我們所提出的架構與方法主要是希望使用者在一個異質性的網路環境中，即使使用者本身有 Mobile 特性時，不管使用者無線換手到哪一個新的網路環境，我們都可以透過使用者的服務品質需求與即將無線換手的網路環境的資源做一比較，重新找出最適合目前使用者的服務品質需求的等級。

本論文透過 CTP 的運作加速無線換手的過程，並且可以事先將使用者本身的服務品質需求早一步的傳送到新的無線網路環境，透過這個機制的運作我們除了可以減少使用者在無線換手的時候，可能會遭遇到服務中斷的問題，並且當使用者無線換手到新的區域同時也可以享有到服務品質保證的服務。並且利用 COPS-SLS 協定做為我們不同性質網路彼此溝通的橋樑，主要是透過 COPS-SLS 的運作可以將不同性質的網路串連在一起，可以節省不少的溝通的麻煩。並且透過 CBQ 結合 RED 的機制，讓使用者不必擔心無法繼續享受到服務，而且透過此機制動態調整而可以有更好的服務品質享受。此外利用 RSVP 做為 End-to-End Signaling 主要是考慮到 RSVP 的特性與成熟度，由於 RSVP 是屬於 Receiver-oriented 的，因此很適合運用在無線換手的時候，根據使用者的需求來做重新協商的動作，並且應用在 Local 端可以做到資源預留的動作，確保使用者的服務品質的穩定。

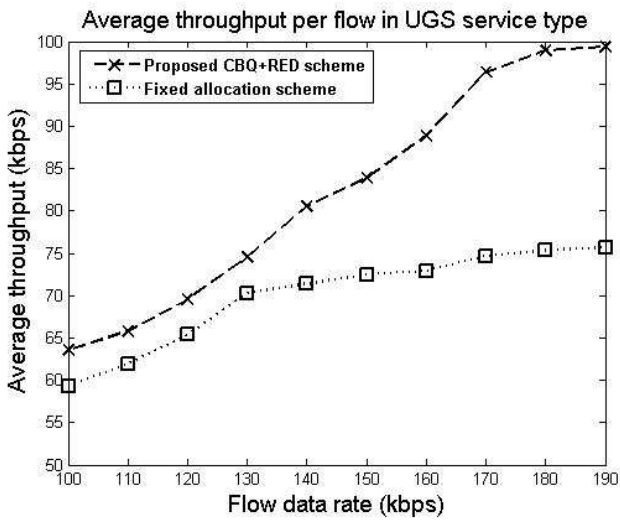
在本文中提出了這個架構結合了上述的溝

通協定，除了可以確保使用者不會有無限換手之後而服務中斷的問題，並且可以加速使用者無線換手的過程與 WiMax, Wi-Fi 等無線網路的 QoS 的建置，並且透過使用者的需求與新區域所能提供的資源協商而取得一個平衡點，再藉由 Gateway Router/BS 上面的 Queue Management 的動作，以及 RSVP Signaling 的特性，我們就可以真正達到可調整式的端點之間服務品質的控制。

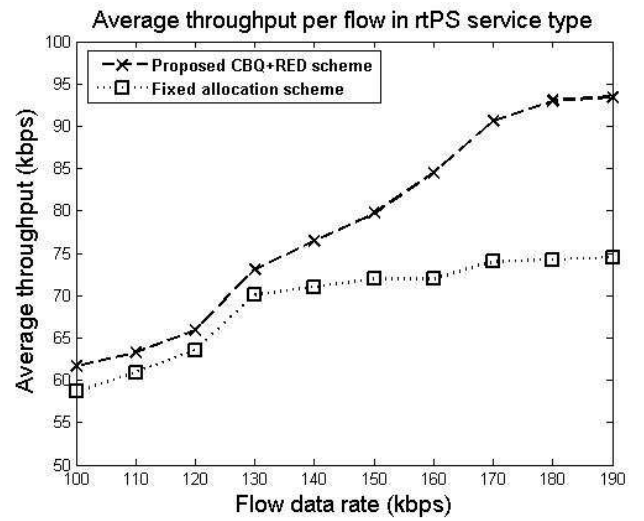
未來希望可以做到與其它異質性的網路環境溝通，並且希望可以做到垂直的無線換手過程之後依然保有使用者的服務品質的保證，真正做到一個屬於 All IP Network 之中無線換手時，不會再有服務中斷的問題產生。

六、參考文獻

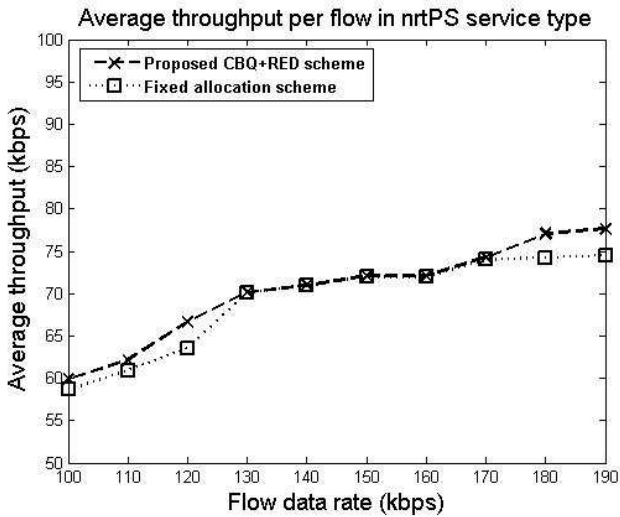
- [1] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", IETF RFC 1633, June 1994.
- [2] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", IETF RFC 2475, Dec. 1998.
- [3] Y. Bernet, P. Ford, R. Yavatkar, F. Baker, L. Zhang, M. Speer, R. Braden, B. Davie, J. Wroclawski and E. Felstaine, "A Framework for Integrated Services Operation over Diffserv Networks", IETF RFC 2998, Nov. 2000.
- [4] Y. Bernet, "The Complementary Roles of RSVP and Differentiated Services in the Full-Service QoS Network", IEEE Communications Magazine, Vol.38, No. 2, pp.154-162, Feb. 2000.
- [5] T. M. T. Nguen, N. Boukhatem, Y. G. Doudance and G. Pujolle, "COPS-SLS: A Service Level Negotiation Protocol for the Internet", IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 5, pp.158-165, May 2002.
- [6] D. Durham, J. Boyle, R. Cohen, S. Herzog, R. Rajan and A. Sastry, "The COPS (Common Open Policy Service) Protocol", IETF RFC 2748, Jan. 2000.
- [7] J. Chen, W. Jiao, and Q. Guo, "An Integrated QoS Control Architecture for IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Systems," Proceedings of IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2005), vol. 6, pp.3330-3335, Nov.-Dec. 2005.
- [8] J. Chen, W. Jiao, and Q. Guo, "Providing integrated QoS control for IEEE 802.16 broadband wireless access systems," Proceedings of the IEEE 62nd Vehicular Technology Conference (VTC 2005-Fall), Vol.5, pp.1254-1258, Sep. 2005.
- [9] Y. W. Chen, I.H. Peng, and S.T. Guan, "Dynamic Bandwidth Management for Handoffs with RSVP in 802.16/WLAN Environment," Proceedings of Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2007, AINAW apos;07. 21st International Conference, Vol. 2, pp.243-248, May 2007.
- [10] IEEE Std. 802.16-2004, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems," Oct. 2004.
- [11] IEEE Std. 802.16e-2005, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems - Amendment: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands," Feb. 2006.
- [12] D. Trossen and H. Chaskar, "Seamless Mobile Applications across Heterogeneous Internet Access", Proceedings of the IEEE International Conference on Communications (ICC '03), pp. 908-912, May. 2003.
- [13] M. Handley, H. Schulzrinne and J. Rosenberg, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 2543, Mar. 1999
- [14] H. Chaouchi and G. Pujolle, "A New Handover in the Current and Future Wireless Networks", IEICE Trans. on Communication, Vol. E87-B, No.9, Sep. 2004.
- [15] K. Nichols and L. Zhang, "A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet", RFC 2638, July 1999.
- [16] J. Loughney, M. Nakhjiri, C. Perkins and R. Koodli, "Context Transfer Protocol", Internet Draft, <<https://www1.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-seamoby-ctp-03.txt>>, June 2003.
- [17] Seamoby Group Home Page: <http://www.ietf.org/html.charters/seamoby-charter.html>
- [18] T. M. T. Nguyen and N. Boukhatem, "COPS Usage for SLS Negotiation (COPS-SLS)", Internet draft, <<http://www.ist-tequila.org/standards/draft-nguyen-rap-cops-sls-00.txt>>, June 2001.
- [19] B. Moon and H. Aghvami, "Reliable RSVP PATH Reservation for Multimedia Communications under an IP Micromobility Scenario", IEEE Wireless Communications, Vol.9, No. 5, pp.93~99, Oct. 2002.
- [20] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, June 2004.
- [21] IEEE Std 802.11e, "Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment 8: Medium Access Control (MAC) Quality of Service Enhancements," Nov. 2005.
- [22] AQUILA Home Page: <http://www.ist-aquila.org/>
- [23] J. Chen, W. Jiao, and Q. Guo, "Providing Integrated QoS Control for IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Systems," Proceedings of the IEEE 62nd Vehicular Technology Conference (VTC 2005-Fall), Vol. 2, pp. 1254-1258, Sep. 2005.
- [24] G. Mamais, M. Markaki, G. Politis and I. S. Venieris, "Efficient Buffer Management and Scheduling in a Combined IntServ and DiffServ Architecture: A Performance Study", Proceedings of the IEEE 2nd International Conference on ATM (ICATM '99), pp.236~242, June 1999.
- [25] F. Agharebparast and V. C.M. Leung, "Improving the Performance of RED Deployment on a Class Based Queue with Shared Buffer", Proceedings of IEEE Conference on Global Telecommunications, Vol.4, pp.25~29, Nov. 2001.



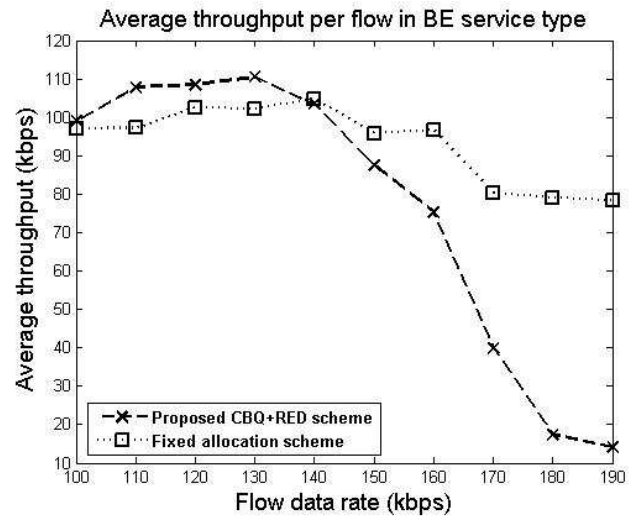
圖十一、平均每個 UGS flow 所接收的資料量



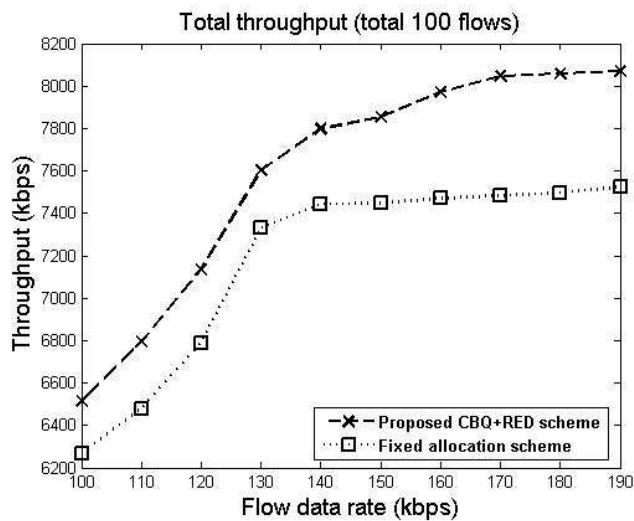
圖十二、平均每個 rtPS flow 所接收的資料量



圖十三、平均每個 nrtPS flow 所接收的資料量



圖十四、平均每個 BE flow 所接收的資料量



圖十五、全部 flow 所接收的資料量(100 flows)