

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

異質性無線網路上支援多媒體快速換手的階層式多點傳送 SIP 協定

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-018-008-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立彰化師範大學資訊工程學系

計畫主持人：張英超

計畫參與人員：林信孜、謝志松、劉建宏、林彥亨

報告類型：精簡報告

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 12 月 15 日

一、中文摘要

隨著 3G 與 WLAN 這兩種異質性無線網路的日漸普及，多媒體的運用將會更加重要。在有線網路上利用 IP Multicast 傳送多媒體資料已經證明是一個有效率的方式。但是當行動用戶 (Mobile Host, MH) 在同一種無線網路的 cell 之間換手 (handoff) 時，若仍採用傳統 Mobile IP (MIP) 結合 IP multicast 的方式，如 Remote Subscription (RS) 和 Bi-directional Tunneling (BT)，就會產生需要重新建立 Multicast tree 的明顯延遲，進一步導致 multimedia 串流中斷與服務品質 (Quality of Service, QoS) 下降的現象，這種現象在整合 3G/GPRS/GSM 與 WLAN 的異質性無線網路上將會更加嚴重。為了要讓 multicast group 內的行動用戶換手之後，仍然可以順利且同步的接續 multimedia 串流，我們設計一個結合 SIP (Session Initiation Protocol) 與 IP Multicast 的 Hierarchical Multicast SIP (HMSIP) 協定，目的希望可以降低 IP address binding update 與重建 Multicast tree 的延遲；而在換手的同時，為了達成 multimedia 串流接續的效能，將整合 RSVP 的資源預留訊息，在新的路徑上支援 MH 的快速 handoff 與 multimedia 串流 QoS 需要。

關鍵詞：多點傳播、通訊啟動協定、行動 IP、多媒體、品質服務保證

Abstract

For supporting the Mobile Host (MH) in the heterogeneous wireless networks, which encompass the 3G/GPRS/GSM and WLAN networks, to be the multicast receivers, the traditional approaches such as the Remote Subscription (RS) and Bi-directional Tunneling (BT) integrate the Mobile IP protocol with the IP multicast technique. However, they inherit intrinsic

problems to handle mobility and suffer significant delays to rebuild the multicast tree when the MH moves out of the tree, which results in serious playback interruption and quality of service (QoS) degradation for the ongoing multimedia service. To solve this problem, we propose the Hierarchical Multicast Session Initiation Protocol (HMSIP), which integrates the IETF Session Initiation Protocol (SIP) with the IP Multicast protocol and the RSVP resource reservation technique, to reduce the delay for rebuilding the multicast tree and support fast handoff for the MH with guaranteed multimedia QoS when the MH hands off to the neighboring cell.

Keywords: IP Multicast, SIP, Mobile IP, Multimedia, QoS

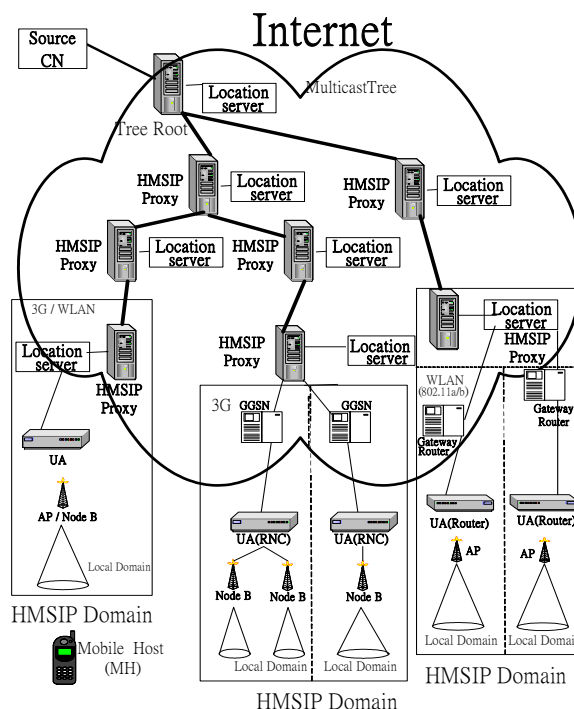
二、前言

IP Multicast 技術是一種有效率地對一群使用者傳送大量資料的機制。當結合 MIP[1] 與 IP Multicast 技術時，MH 將透過 IGMP[2] 的訊息加入 Multicast Group。當 MH 移動到另一個基地台範圍時，必須要進行 Handoff 動作，假如此時 Multicast Group 尚未包含這個新基地台的網路，就必須重新更改或設定 Multicast Tree，以加入這個新的網路。但是修改或重建 Multicast tree 會產生 Multicast re-routing[3] 與 tree optimization[4] 的問題，此時進行中的多媒體播放動作便可能會產生延遲甚至中斷等令人不悅的情形！因此若在 IP Multicast 架構下，能減少 MH 移動時修改 Multicast tree 與位址更新的時間，必然將夠能提高 MH 多媒體播放品質。

三、研究目的

在[9][10]中有提到以階層式的架構整合 IP Multicast 運用於 SIP 的環境如圖一所示的 HMSIP 階層式架構，每個 HMSIP 區域可由一至數個區域所構成，這些區域包含 802.11 wireless LAN 與 GSM/GPRS/3G，WLAN 的 gateway router 與 GSM/GPRS/3G 的 GGSN 可以不需具有 Multicast 的能力。每個 HMSIP domain 透過一個整合 Multicast router 和 SIP Proxy 功能的 HMSIP Proxy 與 SIP LS 來連上 Internet 骨幹，負責區域內 MH 的位置確認與 Multicast SIP session 及 group 的管理，並轉送多媒體 stream 到 HMSIP domain 內。而 domain 內將原來 3G 下的 RNC 或 WLAN 內的一般 router，結合 SIP User Agent (UA) 的功能，成為 UA(RNC) 和 UA(router)，以便轉送 MH 的加入與移動等的 SIP 訊息，進一步與 Proxy 溝通。

但在[9][10]文章中，只有當 MH 移動到並非原來所在 Multicast tree 的環境之下才進行 RSVP 的資源預留，面對這樣的情形 MH 可能會發生到新的 HMSIP Domain 之後，從 Sender 端到新的 HMSIP Proxy 卻沒有足夠的資源而讓此時 RSVP 所預留的資源無法提供所需要的多媒體頻寬，因此我們在下一節中針對多媒體所需要的整體資源進行規畫，以便真正的達到 End-to-End 的 QoS 保證，並且能夠提供 MH 在 HMSIP 無線網路的環境之下，可以順利的移動，並且可以享受平順且良好的多媒體串流，提供使用者在移動時優質的接收多媒體服務。



圖一 Hierarchical Multicast SIP 的架構

四、文獻探討

IETF RFC 3261 [5] SIP (Session Initiation Protocol) 是一種新興的多媒體網路通訊協定，它可以建立在無線網路上多方參與的多媒體通訊 (Multiparty Multimedia Communications) 協定[6]，整合 QoS 作為資料傳輸品質的保證[7]。在[8]中提到，3G 網路可以使用 SIP 協定的位置伺服器 (Location server)，將區域內的 MH 分為群組來管理，可以確認行動用戶的位置，支援行動用戶的移動，並可讓資料的傳送不必使用 MIP tunneling 的作法。而在[9][10]中有提到 HMSIP 的作法可以在階層式的架構之下結合 Multicast，並透過 SIP 的訊息來達成 fast handoff，可以讓 Multicast 的效能提昇 MH 在 handoff 之後的多媒體傳輸，並且避免 Multicast tree 的重建，但是在支援 QoS 的部分，並沒有完整的說明，因此在本論文中，我們整合 SIP 及 IP Multicast 協定，並透過 Multicast SIP session 補強原來 (Hierarchical Multicast

SIP---HMSIP)以便支援 MH 接收 Multicast 封包，並且使得 MH 在進行各種 Handoff 時以 SIP 訊息進一步結合 RSVP 的資源預留技術來讓 MH 在無線網路環境之下的 End-to-End 的 QoS 保證。

五、研究方法

5.1. 以 HMSIP 加入 Multicast SIP session

由於我們所提出的 HMSIP 是一個階層式行動管理的架構，因此我們所有的 MH 都必須透過 HMSIP Proxy 作為加入 Multicast SIP session，而 HMSIP Proxy 之間是透過 SIP 的 LS 來相互溝通後以建立 Multicast tree。在建立 Multicast tree 時，LS 會透過相互通訊了解目前有那些 HMSIP Domain 中有 MH 想要加入這個 CN 所建立的 Multicast SIP session 如表一，因而建立 Multicast tree。由於 HMSIP 本身是跨過各層的一個方式，而其建立 Multicast tree 的動作是結合 QoS 於其中，所以我們採用 MQ[11]的作法來作為管理 Multicast SIP session 的技術，目的可以將 RSVP 在建立 Multicast tree 時一併完成。而為了讓 RSVP 可以達到 End-to-End 服務品質保證，我們將於後面詳描以 HMSIP 整合 QoS 的作法。

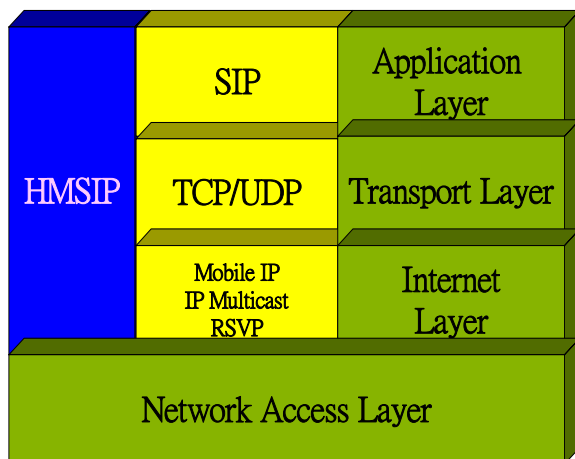
表一 LS 上建立的 Multicast SIP session 相關資訊

Multicast SIP URI	MH's SIP Domain Proxy	Class D address
Group_1@cyut.edu.tw	proxy1@im.cyut.edu.tw proxy2@csie.cyut.edu.tw proxy_cn@lib.cyut.edu.tw	224.0.0.200
Group_2@cyut.edu.tw	proxy1@im.cyut.edu.tw proxy3@nc.cyut.edu.tw	224.0.1.200

5.2. HMSIP Multicast SIP session 與 QoS 支援

SIP 本身是應用層的協定，因此整個 HMSIP 建立 Multicast tree 的動作，是綜合網路各層來進行，透過 SIP 的訊息來進行

溝通，為圖二中央的最上層依次往下面來處理。而上面的兩個部分之外，還必須達成整個 End-to-End 的 QoS，因此在從 HMSIP 傳送回 MH 上的各個 SIP 訊息，我們也會將 RSVP 訊息結合於其中，再以此路徑達成資源預留。而在 IP Multicast 建置上除了以 SIP 訊息在應用層溝通之外，在應用層之下還必須以 TCP 的模式來傳輸訊息與 UDP 的模式來傳送多媒體資料，而在 IP 層一般是採用 IP Multicast 的相關的 routing protocol 如 DVMRP、MOSPF、PIM 等來處理。而在我們所提出的 HMSIP 架構我們首先由 source CN 送出的 Multicast 串流將透過 Internet 骨幹上的 HMSIP Proxy 所形成的 Multicast tree，來讓 MH 之後加入 HMSIP Multicast SIP session 之中，再將 Multicast 串流送到所有子節點上 HMSIP domain 的 HMSIP Proxy 暫存，再以 unicast 送給所有 HMSIP domain 內的 gateway router 和 GGSN，進而送到相對的 UA(router)或 UA(RNC)，最後透過 wireless channel 傳送給 MH。透過 HMSIP 階層式的架構，在同一個 UA(RNC)/UA(router) 下的 MH 移動，稱為 UA 內部換手 (Intra-UA handoff)，此時 IP 位址更新就由 UA 直接處理；在同一個 HMSIP domain 內的移動，稱為 domain 內部換手 (Intra-Domain handoff)，就直接由區域內的 HMSIP Proxy 來處理；而跨區域的移動，稱為 domain 間換手 (Inter-Domain handoff)，此時由 LS (Location server) 查詢而得到 Multicast session 的資訊以便與 Multicast tree 上最近且交會的 HMSIP Proxy 來加入 HMSIP Multicast SIP session，並進而轉送多媒體資料，而為了讓多媒體資料可以有良好的傳輸品質，我們在整個傳輸路徑透過 RSVP 資源預留來進行服務品質保證。



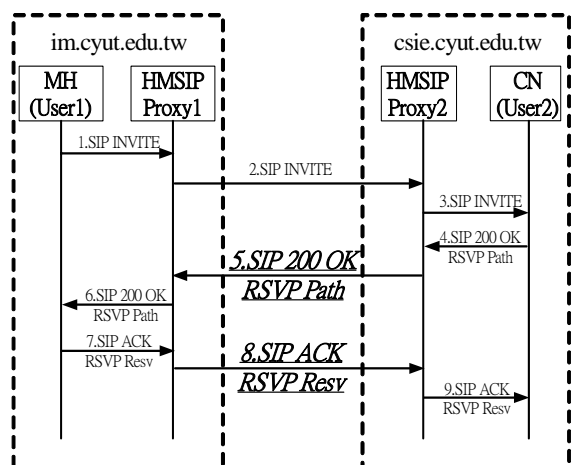
圖二 HMSIP 架構與 TCP/IP 各層之協定對應圖

5.3. 以 HMSIP 實際達成 End-to-End QoS 支援

為了達成整個 End-to-End 的 QoS，因此在從 HMSIP 傳送回 MH 上的各個 SIP 訊息，我們也會將 QoS 訊息結合於其中，以達成服務品質的保證，藉由其原有的 INVITE、SIP 200 OK 等訊息，並在 SIP 的 header 中加以描述以便作進一步整合，而在我們是透過 QoS 中 RSVP 的技術來達到傳輸多媒體所需要的資源預留，而這個部分我們還除了前面提到的 SIP 的 header 外還必須加上 SDP (Session Description Protocol)[13]，而 SDP 本身除了可以提供 SIP 作相關訊息的描述，還可以進行資料同步與溝通。因此我們可以進一步結合 SDP 的 header 來表示 RSVP 中 Path 與 Resv 的訊息動作 [14]。下面我們簡單以 INVITE、SIP 200 OK 及 ACK 為例來說明一個 MH 如何向 CN 去要求多媒體資料，並將 QoS 訊息整合於 SIP 的訊息之中，訊息動作如下圖三。

在圖三的環境之下是以兩個使用者分別為 MH(User1)與 CN(User2)，分別在兩個 HMSIP 不同的 Domain Proxy 之下。由於要進行資料傳遞，必須先讓彼此之間

通訊要建立起連線，因此在訊息 1~3 為 MH 發出 INVITE 的訊息來建立連線，而在 RSVP 的資源預留技術中是由 sender 端來以 SIP 200 OK 來發出 RSVP 中 Path 的訊息，因此訊息 4~6 即為如此，而最後 MH 透過 ACK 的訊息來將 RSVP 中 Resv 的訊息送回給 CN 以便完成整個 End-to-End 的資源預留。而為了進一步說明 QoS 中 RSVP 之訊息如何整合，我們以圖三訊息 5 和訊息 8 為例說明如何藉由 SIP 及 SDP 的 header 來達成。在圖三中 Proxy1 與 User1 之 Domain 為 im.cyut.edu.tw，Proxy2 與 User2 之 Domain 為 csie.cyut.edu.tw。訊息 5 為 Proxy2 回應給 Proxy1 結合 RSVP 之 Path 的訊息，也就是圖三上第 5 個訊息。我們分別將 SIP 與 SDP 的 header 中較為重要的用粗體來表示，而加上底線的代表著有關 QoS 的資訊，我們由 SIP 的 header 開始，首先第一行小寫的 sip 前面代表目前所用的 SIP 的訊息種類，在 sip 後面的代表要溝通的對象，此例為在 im.cyut.edu.tw Domain 的 HMSIP Proxy1，第四行代表此訊息來自於 csie.cyut.edu.tw Domain 的 HMSIP Proxy2，第五行代表此訊息要送給 im.cyut.edu.tw Domain 的 HMSIP Proxy1，第六行代表發出此訊息之元件為 server 中的那種型態，由於我們提出的 HMSIP 是採用 Proxy server 的型式，因此標記為 Proxy server，而今天如果是一般 User 如 MH 的角色所發出的，就不必出現此項目。在 SDP header 中指出 Proxy1 所需要的多媒體型態為 Audio，並且需要的預留的頻寬型態為 PCMU，其所代表的頻寬可從 RFC 3261[5] 中所制訂的資源預留格式如表二中查得在 IPv4 之狀況之下為 81.6kbps。



圖三 SIP 訊息結合 RSVP 進行資源預留訊息圖

表二 SIP Extensions 中之 QoS 參數[12]

Code	Payload Type	Payload Bit-Rate (kbit/s)	Bandwidth (IPv4/IPv6) (kbit/s)
PCMU	0	64	81.6 / 88
1016	1	16	33.6 / 40
G.721	2	32	49.6 / 56

第八行為 QoS 相關的資訊，在 SIP 的訊息中利用 QoS-Info 來指出所要經過 router 的介面，並配合需要決定為單向或是雙向之 RSVP 路徑 (Path)。其中 qos-domain 代表要連接的 HMSIP Domain 為 im.cyut.edu.tw，其中在路由介面上代表進入或是出去的方向及此介面的 IP 位置，而此時所要預留的介面為進入之介面其 IP 位置為 163.17.9.20，而在 qos-mode 中表示此時要預留的為單向或是雙向，此時為單向的資源預留。而在 SDP 的 header 之中，第四行 c 代表要進行資源預留路由介面的 IP 位置為 163.17.9.20，在第六行中 m 表示要預留的多媒體型態為聲音 (Audio)，第七行中 a 表示所要預留的頻寬資源，其格式可參照表二，第八行中表示，目前兩端之間的 QoS 尚未建立，第九行中表示希望達成的狀況為從 Proxy2 送給 Proxy1 的方向，從第七、八、九行綜合起來就是代表 RSVP 中 Path 的訊息，所以藉

由 SIP 與 SDP 的 header 可以結合 RSVP Path 的資訊傳達。而訊息 8 為 Proxy1 回應給 Proxy2 結合 RSVP 的 Resv 訊息也就是圖三上第 8 個訊息，其中訊息 8 的相關訊息和訊息 5 是相似，但是在 SDP 的 header 之中，而第八行中經由 HMSIP 確認其現有頻寬足夠之後，將目前兩端之間的 QoS 先行預留，以滿足第九行中希望達成的狀況為從 Proxy1 接收 Proxy2 的方向，從第七、八、九行綜合起來就是代表 RSVP 中 Resv 的訊息。

在上述 HMSIP 進行 RSVP 資源預留的例子之中，我們是針對兩個 HMSIP Proxy 之間通訊來說明。如果今天是 MH 與 UA 及 HMSIP Proxy 或是 CN 與 UA 及 HMSIP Proxy 來溝通時，主要有幾個地方不同，由於溝通的對象不同，因此在 SIP 的 header 中兩方必須變更。例如，啟始者為 MH 而要連接為 MH 上的 UA，而在訊息 5 及訊息 8 中第六行代表發出此訊息之元件為 server 中的那種型態也不必加入，其它的地方將與前面的例子相同即可。如果是 CN 與 UA 的通訊情形，較為不同是 CN 為 sender 的角色，所以可以在 INVITE 訊息之中直接將 RSVP 的動作加入，進行 RSVP Path 的建立，在接收 SIP 200 OK 訊息中將 RSVP Resv 傳回以達成資源預留。而在 MH handoff 之後，此時 MH 依照原先接放的多媒體型態，就可以直接發出 INVITE 訊息來進行 RSVP Path 的建立，而不必以發送者端來完成此段的資源預留，而與前面例子不同的地方在於 SIP 和 SDP 的 header 之中 QoS 的資訊中，所包含要預留資源的方向仍是從 UA 送到 MH 的方向，例如：在上例中訊息 5 中 SDP 的 header 之中第九行是希望可以達成 HMSIP Proxy2 送出端的頻寬，而在這種情形之下，必須以 resv 來表示，希望可以預留

MH 接收端的頻寬，當然一樣再藉由接收 SIP 200 OK 將 RSVP Resv 訊息傳回，以達成資源預留的服務品質保證。

訊息 5：SIP 200 OK 結合 RSVP Path 訊息

SIP header

1. **200 OK sip:Proxy1@im.cyut.edu.tw SIP/2.0**
2. Via: SIP/2.0/UDP csie.cyut.edu.tw:5060
3. Via: SIP/2.0/UDP im.cyut.edu.tw:5060
4. **From: Proxy2<sip: Proxy2@csie.cyut.edu.tw >;tag=938108742**
5. **To: Proxy1<sip: Proxy1@im.cyut.edu.tw >**
6. **Server: Proxy server**
7. Record-Route: <sip:csie.cyut.edu.tw;2r>
8. **QoS-Info:qos-domain=im.cyut.edu.tw;er-ingress=163.17.9.20;qos-mode=unidirectional**
9. Call-ID: 987654321@im.cyut.edu.tw
10. Max-Forwards: 69
11. CSeq: 1 INVITE
12. Contact: <sip:Proxy2@csie.cyut.edu.tw >
13. Content-Type: application/SDP
14. Content-Length: 148

SDP header

1. v=0
2. o=UserA 2890844526 2890844526 IN IP4 im.cyut.edu.tw
3. s=Session SDP
4. **c=IN IP4 163.17.9.20**
5. t=0 0
6. **m=audio 30000 RTP/AVP 0**
7. **a=rtpmap:0 PCMU/8000**
8. **a=curr:qos e2e none**
9. **a=des:qos mandatory e2e send**

訊息 8：SIP ACK 結合 RSVP Resv 訊息

SIP header

1. **ACK sip: Proxy2@csie.cyut.edu.tw SIP/2.0**
2. Via: SIP/2.0/UDP csie.cyut.edu.tw:5060
3. Via: SIP/2.0/UDP im.cyut.edu.tw:5060
4. **From: Proxy1<sip: Proxy1@im.cyut.edu.tw >;tag=938108742**
5. **To: Proxy2<sip: Proxy2@csie.cyut.edu.tw >**
6. **Server: Proxy server**
7. Record-Route: <sip:csie.cyut.edu.tw;2r>
8. **QoS-Info: qos-domain=csie.cyut.edu.tw;er-egress=163.17.10.20;qos-mode=unidirectional**
9. Call-ID: 987654321@im.cyut.edu.tw
10. Max-Forwards: 69
11. CSeq: 1 INVITE
12. Contact: <sip:Proxy1@im.cyut.edu.tw >
13. Content-Type: application/SDP
14. Content-Length: 148

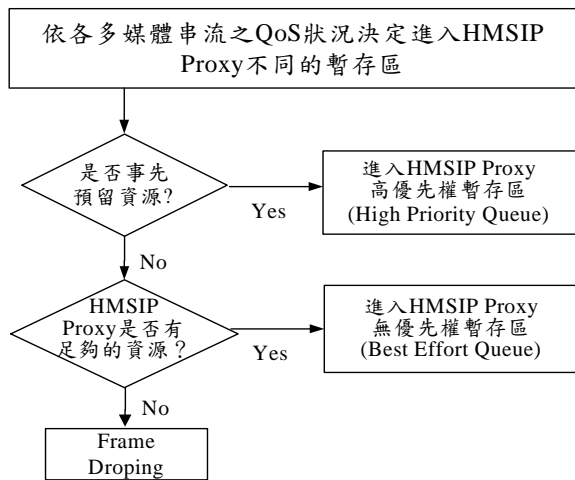
SDP header

1. v=0

2. o= UserB 2890844527 2890844527 IN IP4 csie.cyut.edu.tw
3. s=Session SDP
4. **c=IN IP4 163.17.10.20**
5. t=0 0
6. **m=audio 30000 RTP/AVP 0**
7. **a=rtpmap:0 PCMU/8000**
8. **a=curr:qos e2e recv**
9. **a=des:qos mandatory e2e recv**

3.4. HMSIP Proxy 之允入控制流程

為了讓 HMSIP 上骨幹之各個 HMSIP Proxy 都能夠實際達成 RSVP 的資源預留，我們藉由 HMSIP 的訊息結合 RSVP 送到網路上各 HMSIP Proxy 進行實際 QoS 的資源預留，透過一個簡單的允入控制及資源配置後，保證事先已經進行資源預留之多媒體串流，送到各個 HMSIP Proxy 時，可以取得所需要的頻寬。在 HMSIP Proxy 上的動作如下圖四，當多媒體串流進入到 HMSIP Proxy 時，必須先確認此時之多媒體串流是否有先進行 RSVP 的資源預留，此時如果有，就放入具有優先權的暫存區(High Priority Queue)，以便達成多媒體串流之 QoS 需求；而如果此時之多媒體串流沒有先進行 RSVP 的資源預留，就必須再次確認 HMSIP Proxy 上無優先權的暫存區是否還有空間以提供服務，如果足夠空間，就放入 HMSIP Proxy 上無優先權的暫存區(Best Effort Queue)，如果此時 HMSIP Proxy 上之資源仍然無法提供所需之空間，那就必須將多媒體資料丟棄了。因此透過簡單的允入控制及資源配置就可以達到我們多媒體資料的 QoS 保障。

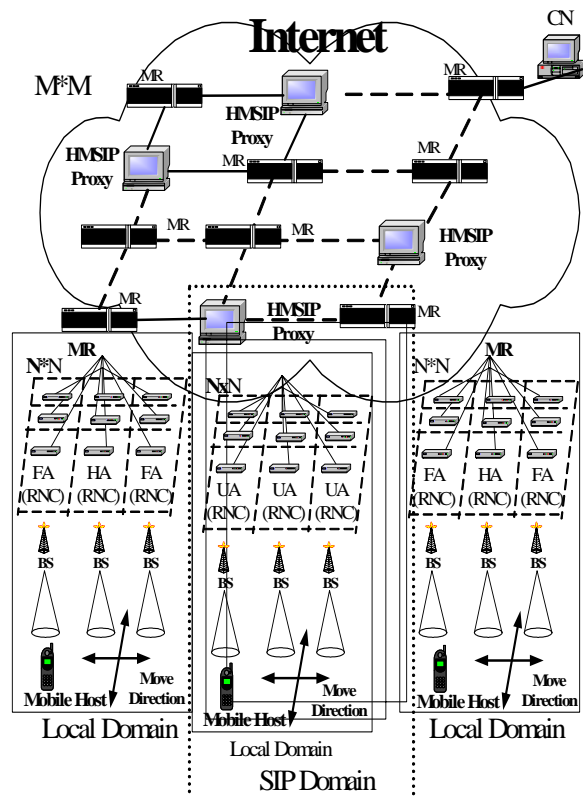


圖四 多媒體資料進入 HMSIP Proxy 時允入控制流程

六、結果與討論

今天以圖五的階層式架構來建置，並且建置兩階層式的架構，假設第一階層廣域網路(Internet)上的 MR 是以 M^*M 的實驗環境及 Mesh[10][15][16]的方式來作為網路骨幹的拓撲，而第二階層在區域內(local domain)每一個 MR 骨幹連接 N^*N 的 RNC，包含 HMSIP 的元件(UA)，再透過 RNC 控制無線基地台 BS 與 MH 進行無線通訊 MH 共有四種可能的移動方向，分別朝向鄰近的四個 BS。在我們所提出來的 HMSIP 中，網路架構在圖五中的階層依次為 Internet 中的 Mesh，每個 SIP server 平均分佈管理 2 個 Local Domain，在 Local Domain 中每一個 Proxy(MR)會連接九個 UA(RNC)如圖五下方中間，再透過 BS 與 MH 利用 Wireless 連接，如果在 Local Domain 上並非直接與連結 HMSIP Proxy，就必須透過一般的 MR 與區域中 HMSIP Proxy 連接。在上述的階層式網路環境之下，(P)表示各個 MH 在同一時間是否會 Handoff 到其它的 BS 之下的機率來實驗、(NMH)整個 Internet 網路之中環境的大小也就是在圖五中的 Mesh 大小變化(實際實驗後面敘述)，並且計算 MH 的密

度(Density，將 MH 總數除上 M^*M 之個數)的不同，我們設計每個 MH 上的 buffer 為 64KB，可以將收的多媒體串流先進行暫存。為了比較是否支援 RSVP 機制下接收及播放的優劣情形，我們利用上面的實驗環境為主體，當 MH 在開始移動且發生 Handoff 時，我們分別比較結合 RSVP 與否於 Handoff 之後，MH 整個多媒體接收與播放之情形，我們實驗的參數詳列於表三。



圖五 模擬實驗架構

表三 多媒體傳輸及支援 QoS 實驗參數符數列表

符號	說明	數值
MB	多媒體串流資料的播放速率	1.5Mbps
MF	多媒體串流資料每秒播放 Frame 數	30 frames/s
B_MR	Mesh 骨幹網路上 MR 的可以暫存空間	256KBytes
B_MH	每個行動用戶手持設備可以暫存空間	64KBytes
BW_link	Mesh 骨幹網路上 MR 每個	10Mbps

	連線頻寬	
H_rate	模擬系統中行動用戶 Handoff 的週期	500ms
BG_traffic	網路上背景 Unicast 行動用戶相對於 Multicast 行動用戶之比例	50%
T_n	網路節點(RNC, router, AP/node B)之傳送時間	3ms

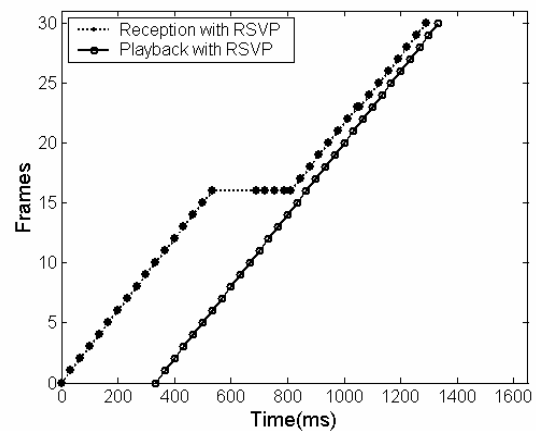
模擬實驗大致上我們所提出的 HMSIP 方法(包含 2 個 Local Domain)來進行模擬，實驗的環境為拓撲(M)為 11，每個 MH Handoff 的機率(P)為 0.5，而此時的 MH 密度(D)為 1.5，並訂定 MH Handoff 的週期為 500ms，代表每 500ms MH 將有可能會發生一次 Handoff，我們進行觀察 MH 上 Buffer 多媒體 frame 接收到實際播放的情形。此時除了 MH 的 Multicast session 多媒體流量，還另外加上位於不同 HMSIP Domain 起點與終點之 MH 進行 Unicast 多媒體資料傳輸作為系統背景之流量，這些 MH 的個數的比例為 BG_traffic，其個數為目前進行 Multicast 多媒體傳輸之 MH 個數的 50%。以模擬此時網路拓撲(M)為 11、MH 密度(D)為 1.5 而言，系統於骨幹 Mesh 上同時最多會有 90 份於不同起點及終點的背景 Unicast 多媒體串流存在，而每一份 Unicast 多媒體串流存活時間約為 2000ms，每份 Unicast 多媒體串流開始的時間不一，但是每份不同 Unicast 多媒體串流開始的間隔時間約為 33.3(1000/30)ms，也就是大約一個多媒體 frame 的時間。第一階段實驗的部分為觀察多媒體 30 Frames 播放的結果，目的希望透過比較是否支援 RSVP 不同，顯示 MH 上從接收到播放的實際情形，結果呈現於圖六、圖七。

在六之中，我們發現由於 MH 上的 Buffer 為 64KB，將 $MB/(B_{MH} * 8)$ 之後，大約是 1/3 秒，因此從接收到播放大約會有 333ms 的 initial delay。我們觀察的 MH

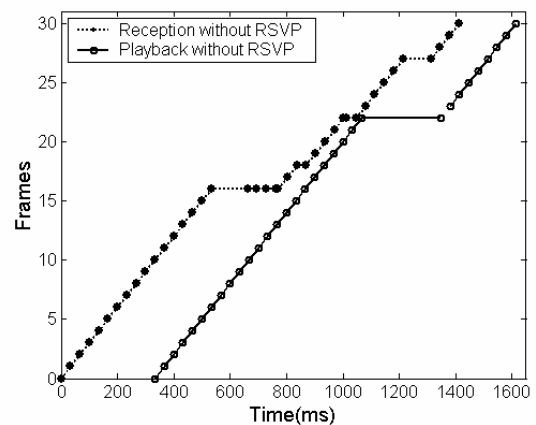
一開始在 Mesh 上的座標為(9,9)，由於一開始並無移動之狀況所以接收十分平順，因此從圖中也可以發現，一開始前面 15 frames 的部分，都是斜率相同的直線，然而在 500ms 時由於發生了第一次的 handoff，此時 MH 從座標(9,9)移動到(9,10)。由於(9,10)上的 HMSIP Proxy 已經在原來的 Multicast tree 上，因此 MH 發生之狀況為 Inter-Domain handoff 中的 Out_of_tree 的狀況，因此透過 Location server 找到新的 Crossover 的 HMSIP Proxy 座標為(3,8)，以便重新連接到 Multicast tree 上，而在圖六上出現一段平滑的虛線，其中一開始較長為 Handoff 的延遲時間，透過計算後求得為 156 ms，之後間隔一樣的數點，主要是因為結合 RSVP 來預留此時重新連線上的 QoS 需求時，在一開始無法直接取得所需要的頻寬，因此必須經過一段時間，同時持續查看是否有足夠之頻寬，以達到所需要的 QoS 需求，而等待之時間也就是 frame 之間的時間差。而在暫時無法取得頻寬時，就先將要重新接續的多媒體 frame 暫存在 Crossover 的 HMSIP Proxy 的 Buffer 之中，而此時再等了三次大約 $33 * 3 = 99ms$ 之後才完成 RSVP 的資源預留。最後找到新的 Crossover 的 HMSIP Proxy 後資料必須重新傳送，而重新傳送的時間為 Mesh 上各節點傳輸時間乘上兩個 MR 於 Mesh 上的路徑，透過表三及計算兩個 MR 座標差距的絕對值，可以得到計算結果為 $T_n * (|3-9| + |8-10|) = 24ms$ ，而在完成連接之後，多媒體又如同之前的狀況可以平順的接收與播放。而在大約 1000ms 時 MH 又發生了一次 Handoff，而此時的情形為 Intra-UA handoff，因此在 MH Handoff 完成之後就可以直接在原來的 Multicast tree 上接續多媒體了。而在圖七之中由於沒有作 QoS 的保證，因此

Handoff 之後，每個 frame 在傳送時都必須建立一次連線，面對這樣的情形，多媒體的傳輸就明顯較有作 RSVP 的部分來的不穩定，在圖七中大約 500ms 之後，由於 MH 發生了 Inter-Domain handoff 中的 Out_of_tree 的狀況，每個多媒體 frame 在傳送時，就必須先建立起連結才能夠進行傳送，因此要傳送前必須先看所要連接上的 link 是否有足夠的頻寬來提供連線的建立，而在第 18、22 的 frame 時，因為系統頻寬上剛好不足，此時就必須將 frame 先暫存在 MR 的 Buffer 之中，而在每一個 frame 時間差(大約 33ms)後再看是否有機會傳送出去。如果此時因為網路頻寬不足必須先將多媒體 frame 資料先暫存在 MR 上的 Buffer，然而因為長時間暫存 MR 上的 Buffer，亦將會因此造成空間不足，而在空間不足之後就會有可能發生多媒體 frame 必須被丟棄的現象，也因而造成在接收多媒體 frame 上會有遺失的情形。而第 22 個 frame 最後的情形也就是如此。面對這樣的狀況在多媒體播放上，原先 MH 上有 64KB 的 Buffer 可以緩衝一些播放的 delay，但是面對長時間的 delay 之後，就有可能發生原先 MH 上有 64KB 的 Buffer 用盡的窘境，而此時就必須先將多媒體資料暫存在 MH 此時所連接的 MR 之上，同時 MH 必須暫停播放，等待 MH Buffer 上再次回補達到 64KB 時，也就是圖七上一長段水平的平滑實線後才會再次播放，並繼續接收之前的多媒體 frame，也因此整個多媒體資料播放的時間將被迫中斷，因而變成整個播放時間延長了許多。由以上說明可以發現，在面對提供 MH 多媒體服務上，有結合 RSVP 在 HMSIP 訊息上可以達成整個服務品質保證，相較於沒有結合 RSVP 的狀況在多媒體播放上來的穩定許多，因此如何讓多媒體資料播放不中斷

且多媒體資料不遺失，以達成 MH 在移動時仍然有良好的多媒體服務品質，是十分重要的。



圖六、支援 RSVP 時 MH 接收及播放多媒體之情形



圖七、沒有支援 RSVP 時 MH 接收及播放多媒體之情形

而為了能夠清楚了解整個實驗中我們的 HMSIP 的方法在結合 RSVP 上比沒有結合 RSVP 的效能上的不同，我們計畫採用下列之兩種評量標準來作比較：

1. 平均遺失比率 (Average Loss Ratio, Average LR): 為所有 MH 遺失未接收的多媒體 frame 量與理論上所有 MH 應接收的多媒體 frame 總量之比率。(n 為所有 MH 的總數)

$$Average_LR = \frac{\sum_{i=1}^n MH_i_loss_frame}{\sum_{i=1}^n (MH_i_receive_frame + MH_i_loss_frame)}$$

2. 平均播放中斷比率 (Average playback interruption ratio, Average PIR)：為所有 MH 播放多媒體 frame 暫停之時間與所有 MH 從一開始播放到全部的多媒體 frame 播放結束時間之比率。

$$Average_PIR = \frac{\sum_{i=1}^n MH_i_Interruption_time}{\sum_{i=1}^n (MH_i_Playback_time + MH_i_Interruption_time)}$$

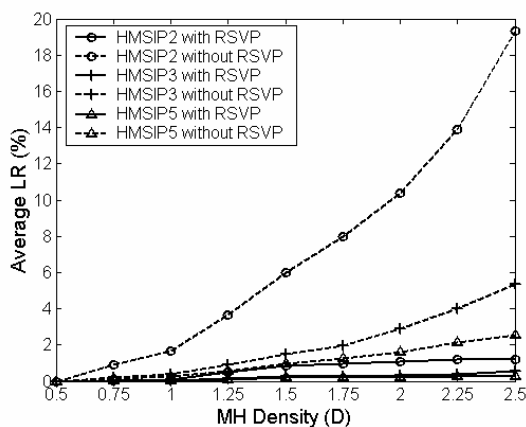
透過上面兩項參數，我們希望可以了解在多媒體傳輸上結合 RSVP 與否的不同，而第二階段模擬實驗依然以上面的架構與環境來進行，但是 MH 密度(D)將從 0.5~2.5 分別進行模擬，另外我們將針對 HMSIP 的三種方法(HMSIP2、HMSIP3、HMSIP5)分別進行模擬，而整個實驗模擬時間為 100000ms，我們將實驗結果呈現於圖八、圖九。

在圖八中計算所有 MH 應該會收到的 frame 扣除所有的 MH 上實際收到的 frame(也就是遺失的 frame 數目)之後，除以所有 MH 應該會收到所有的 frame 可以求得多媒體資料平均遺失比率。我們從圖上觀察，可以明顯看出來沒有支援 RSVP 也就是虛線的部分，都較有支援 RSVP 也就是實線的部分有近十倍的差距。當 MH 密度(D)逐漸增加之後，代表進行 Multicast 的 MH 也增加，同時整個 Mesh 上其它背景 Unicast 多媒體資料流也都大幅成長，在 HMSIP2 沒有支援 RSVP 的情形之下 MH 密度(D)為 1 時大約只有 2% 的遺失機率，在 MH 密度(D)超過 1 之後就如同指數成長一直到 MH 密度(D)為 2.5 時 19% 的遺失機率，這些差距主要是因為在面對重新與 Crossover HMSIP Proxy 連接，並進而將多媒體串流時重新接續的同時，我們會發

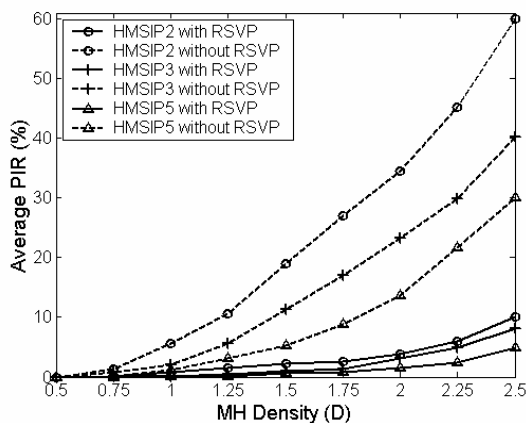
現整個網路上的頻寬會因為 Mesh 上多媒體資料流逐漸增加而明顯不足。由於沒有支援 RSVP 的多媒體串流會因為每個 frame 都必須在傳送前先建立一次連線，因此有一部分的多媒體的資料就必須先暫存在 MR 上的 Buffer 之中，一旦遇到網路頻寬不足時，也就會因此增加了許多暫存在 MR 上的 Buffer 的機會；而一旦網路狀況不佳時，暫存在 MR Buffer 之中的多媒體資料，就有可能發生多媒體資料被丟棄及產生了多媒體資料遺失的窘境。而在 HMSIP3 與 HMSIP5 上由於 Domain 的範圍變大，在遇到 Handoff 時會離開 Multicast tree 的機會也相對減少，我們也發現其多媒體資料遺失的機率也相對小了許多。

而從圖九中計算所有 MH 播放多媒體 frame 暫停之時間與所有 MH 從一開始播放之時間到全部的多媒體 frame 播放結束時間之後，進而求得多媒體資料平均中斷比率，我們從圖上觀察之後，可以明顯看出來沒有支援 RSVP 也就是虛線的部分，都較有支援 RSVP 也就是實線的部分的有十多倍的差距。在 HMSIP2 沒有支援 RSVP 的情形之下當 MH 密度(D) 在 1.25 時大約只有 10% 的中斷機率，而超過 1.25 之後就如同指數成長一直到 2.5 時的 60% 的中斷機率，而此時如果有作 RSVP，就可以讓多媒體在與 Crossover HMSIP Proxy 連接之後就可以平順的接續播放。而如果沒有作 RSVP 的狀況，此時的多媒體串流會因為沒有支援 RSVP，所以每個多媒體 frame 都必須在傳送前，先建立一次連線，因此有一部分的多媒體的資料就必須有可能因為一時網路頻寬不足，而必須暫存在 MR 上的 Buffer 的，由於必須等待到有足夠頻寬才能夠傳送多媒體資料，因此多媒體資料播放上就必定會有中斷的情形，而一旦播放多媒體資料的 delay 增

加，MH 上的 Buffer 就會逐漸減少，長時間之後將會讓 MH 上的多媒體資料播放也必須中斷，直到 MH 上的 Buffer 再次補滿 64KB 後，才能繼續播放多媒體資料。而在 HMSIP3 與 HMSIP5 上由於 Domain 的不同，整個 Handoff 會發生離開 Tree 的機率也較低，因此多媒體接續的情形比 HMSIP2 的來的好。但是我們仍然可以明顯看出來沒有支援 RSVP 也就是虛線的部分，都較有支援 RSVP 的部分中斷的機率大了很多。



圖八、HMSIP 三種方式是否支援 RSVP 對於 MH 多媒體遺失比例的影響



圖九、HMSIP 三種方式是否支援 RSVP 對於 MH 多媒體中斷比例的影響

七、計畫成果自評

在傳統的 Multicast 及多媒體架構之

下，無法在 mobility 與 Multicast 效能上去取得一個較好的平衡點，因此透過 QoS 的整合並所以結結合 SIP 來降低 Multicast tree 重建的成本，並發揮 Multicast 的多媒體效能，自然就可以用來增進 Multimedia 在無線網路傳輸上的效能，而在支援 End-to-End QoS 的實現，可以提供 MH 在無線網路環境之下平順的接收多媒體服務，必定可以讓 MH 在 Handoff 有較好的效能。而當 MH 進行移動時，在 SIP 的架構之下必須和所在的 Proxy 來交換訊息，因此結合階層式的 SIP 架構，來作分層管理和 Multicast 的整合並實際達成所需要的資源預留，再將資源預留技術 RSVP 的訊息結合於其中，便可以讓新的基地台快速的加入同一個 Multicast group，以便完成 MH 的 Handoff。

在未來 All IP 的無線網路的環境之下可能尚會有許多異質性的問題，尤其在面對多媒體接續的問題時，透過我們的架構可以有一初步的解法，但是如何適時在各種網路環境之下讓 MH 在 Proxy 上足夠暫存的資料量，及面對大量的 MH 及異質性的網路時，如果進行網路多元化服務的呈現如何在異質性網路之下運用多媒體，未來還需要進一步研究。

相關的論文發表目前已經有四篇，其中一篇為 IEEE ICNSC2004 的會議論文，表示本計畫的架構與方法確實有研究價值與成果，目前更進一步已經投稿到國際期刊。更希望能延伸目前的成果於未來的研究中。

八、參考文獻

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3220, Jan. 2002.
- [2] W. Fenner, "Internet Group Management Protocol," version 2, RFC 2236, Nov. 1997.

- [3] D.K. Kim and C.K. Toh, "Mobile Multicasting in Wireless ATM Networks," *Mobile Networks and Applications*, Volume 5, Issue 2, pp.55-64, August 2000.
- [4] D. Makofske and K. Almeroth, "Mhealth: A Real Time Multicast Tree Visualization and Monitoring Tool," *Proc. NOSSDAV'99*, Basking Ridge New Jersey, USA, June 1999.
- [5] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley and E. Schooler, "Session Initiation Protocol," IETF RFC 3261, June 2002.
- [6] T. Ahmed, A. Mehaoua And R. Boutaba, "Interworking between SIP and MPEG-4 DMIF for Heterogeneous IP Video Conferencing," *IEEE ICC*, Volume 4, pp.2469–2473, 2002.
- [7] S. Salsano and L. Veltri., "QoS Control by Means of COPS to Support SIP-based Applications," *IEEE Network*, Volume 16, Issue 2, pp.27-33, March-April 2002.
- [8] A. Dutta, F. Vakil, J C. Chen, M. Tauil, S. Baba, N. Nakajima and H. Schulzrinne, "Application Layer Mobility Management Scheme for Wireless Internet," *IEEE 3GWireless01*, San Francisco, CA, May 2001.
- [9] I. Chang, Y.T. Mai and L.H. Chang, "HMSIP: Hierarchical Multicast SIP Protocol for Streaming Multimedia in Wireless Networks," *Proceedings of 2004 IEEE International Conference on Networking, Sensing & Control*, Taipei, Taiwan, March 2004
- [10] I. Chang and Y.T. Mai, "On Design of the Hierarchical Multicast SIP for Multimedia Fast Handoff on 3G Wireless Networks," *Journal of Internet Technology*, Vol.5, No.1, 2004
- [11] De-Nian Yang, Wanjiun Liao and Yen-Ting Lin, "MQ: An Integrated Mechanism for Multimedia Multicasting," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol.3, No.1, March 2001.
- [12] D. Papalilo, S. Salsano and L. Veltri, "SIP Extension for QoS support in Diffserv Networks," <draft-veltri-sip-qsip-01.txt>, Oct. 2002, work in progress, <http://www.coritel.it/projects/qsip>.
- [13] M. Handley and V. Jacobson, "Session Description Protocol," IETF RFC 2327, April 1998.
- [14] G. Camarillo, W. Marshall and J. Rosenberg, "Integration of Resource Management and Session Initiation Protocol (SIP)," IETF RFC 3312, Oct. 2002.
- [15] Y. CHOO, Y. HUH and C. KIM, "Efficient Multicast Support Exploiting Mobility of Hosts," *IEICE TRANS. COMMUN.*, Vol.E85-B, No.6, pp.1213-1217, Jun. 2002.
- [16] Chunhung Richard Lin and Kai-Min Wang, "Scalable Multicast protocol in IP-Based mobile networks," *Wireless Networks* 8(1): pp.27-36, 2002.