

國立交通大學

資訊工程系

碩士論文

具位置知覺的即時應用連線順暢交遞機制
Location-Awared Smooth Session Handoff
for Real-time Application



研究生：陳宏瑋

指導教授：曾建超 教授

中華民國九十三年七月

具位置知覺的即時應用連線順暢交遞機制
Location-Awared Smooth Session Handoff
for Real-time Application

研究生：陳宏瑋

Student : Hung-Wei Chen

指導教授：曾建超

Advisor : Chien-Chao Tseng

國立交通大學
資訊工程系
碩士論文

A Thesis

Submitted to Department of Computer Science and Information Engineering

College of Electrical Engineering and Computer Science

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Computer Science and Information Engineering

July 2004

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十三年七月

具位置知覺的即時應用連線順暢交遞機制

研究生：陳宏瑋

指導教授：曾建超 博士

國立交通大學

資訊工程所碩士班

摘要

跨網路的交遞會造成網路連線服務的延遲甚至是中斷，這對於網際網路電話或隨選視訊等即時性的應用與服務而言，容易造成聲音或是影像的遺失，進而讓使用者感受到移動時所造成的中斷。這乃是因為在交遞的過程中，移動用戶端除了要與新的基地台建立連線外，還需在新的網路中搜尋新的網路伺服器並取得足夠的網路資源，最後還要向原先已建立連線的終端或代理人回報位置的改變，才能恢復交遞前的連線。然而現有提供具行動性的 Mobile IP[1]機制或是以 SIP[2]機制來達成行動性[3][4]的方法皆無法達到快速交遞的要求，雖然有些文獻提及以預先註冊[5]的方式來施行快速交遞，但卻未解決如何預先找到網路伺服器或服務代理人以取得網路資源的問題。

在本篇論文中我們採用一系列的方法來解決快速交遞的問題，首先在鏈結層的部分我們使用「基地台強迫接續法」的方法，以預先探索的方式省去移動用戶端移動至新基地台所要花費的探索時間。接著在網路層我們應用一個稱為 LAMP(Location Awareness Mobility Management Protocol)的協定，該協定利用移動用戶端的位置以及網路伺服器或代理人的佈署資訊，可以在移動用戶端即將進行跨網路漫遊時，預先分配網路資源給移動用戶端，供移動用戶端預先或交遞後直接使用，達成跨網路的快速交遞。最後在應用層方面，我們以「預測式多重連線」的技術來解決交遞後移動用戶端需回報位置所造成的延遲。

我們以一個由工研院開發之使用 SIP 機制達成行動性的網際網路電話系統為例：採用我們的方法之前，在跨網路交遞時會造成約 7-9 秒的聲音延遲；採用我們的方法之後，在移動用戶端的跨網路交遞延遲降低至約 130ms，在相應用戶端的跨網路交遞延遲降低至約 150ms，使我們感覺不出聲音在跨網路交遞時的中斷。

Location-Awared Smooth Session Handoff for Real-time Application

student: Hung-Wei Chen

Advisor: Dr. Chien-Chao Tseng

Department of Computer Science and Information Engineering
National Chaio Tung University

Abstract

In this thesis, we present the design and implementation of several smooth handoff mechanisms for wireless real-time applications. Critical to the wireless real-time applications is the handover process, which occurs when a mobile node (MN) moves its association from one Access Point (AP) to another. Reassociated with a new AP, an MN may enter a new IP subnet or even the service area of a new service agent (SA). Inter-subnet handoff will cause delay or interruption to the ongoing connections. For real-time applications such as VoIP (Voice over IP) and VOD (Video on Demand), such delay or interruption usually leads to perceivable fractured voice and smashed image.

In the base mobility support protocols, such as Mobile IP or SIP-based protocols, the handoff latency includes the time for a mobile node (MN) to become aware that the current access point (AP) is unreachable, search and switch to a new AP, acquire network resources (IP, etc.) or services from a new SA, and inform the corresponding node (CN) to establish a new connection, and the time for the first data packets to arrives at the MN's new location. In order to reduce the handoff latency perceivable by end-users, several researchers have proposed some enhancement mechanisms to achieve fast or smooth handoffs. However none of them have resolved the handoff latency problem successfully, especially for the delays caused by AP re-association, SA discovery, and resources allocation.

In this thesis, we first analyze the handoff delays, layer-by-layer, for the SIP-based VoIP application, and then present fast or smooth handoff mechanisms to reduce the handoff latency contributed by each of the link, network, and application layers. In the link layer, we adopt an AP direct association scheme to eliminate the probe delay for candidate AP discovery during handoff. In the network layer, we employ a Location Awareness Mobility Management Protocol (LAMP) that can reduce the delays of AP and SA discovery and resources allocation by using the network deployment information of APs and SAs. With the deployment information, an MN can learn its own location and the neighboring APs and SAs that it may visit next, and request resources and/or services beforehand. The pre-allocated resources can be used by the MN before or after it enters the service area of a new SA. In the application layer, we use a predicted multicasting mechanism to diminish the latencies for the CN to update MN's new location and re-establish a new communication session to the MN as well as to eliminate the delivery delay of MN-terminated packets to MN's new

location.

We have implemented the aforementioned fast handoff mechanisms on the SIP protocol suit developed by ITRI, Taiwan. The handoff latency of the original SIP VoIP application is about 7~9 seconds before applying our mechanisms. Using our design, the latency can be reduced dramatically to about 130ms measured at MN and about 150ms at CN. Although further reduction in handoff latency is possible, we have shown that the presented mechanisms can achieve an unperceptive smooth handoff for wireless real-time applications.



誌謝

本論文能順利完成，首先要感謝我的指導教授—曾建超博士，在過去兩年對於我的論文題目構思、內容撰寫及口試期間給予細心的指導與啟發。感謝我的論文口試委員：紀光輝博士、王讚彬博士與楊人順博士，感謝他們細心地審查我的論文，並提供寶貴的參考意見，使我的論文更加完善。感謝張弘鑫學長，在我的論文構思期間與我討論並給予意見與啟發，讓我得以完成此論文。我還要特別感謝交大資工無線網際網路實驗室的學長姐、同學以及學弟妹們，在我兩年的碩士生涯中給予我支持與鼓勵，讓我過得非常充實，謝謝你們。

我要感謝我的父母、家人以及我的朋友們，在我有困難、煩惱的時候，給予我精神上與實質上的幫助，謝謝你們。

謹將此成果獻給我的家人以及所有關心我的師長與朋友。



目錄

摘要	i
Abstract	ii
誌謝	iv
目錄	v
圖目錄	viii
表目錄	ix
第 1 章 緒論(Introduction)	- 1 -
1.1 研究動機	- 1 -
1.2 研究目標	- 1 -
1.3 論文內容	- 2 -
第 2 章 研究背景與相關論文研究 (Related work)	- 2 -
2.1 SIP(Session Initiation Protocol)	- 2 -
2.1.1 Introduction	- 2 -
2.1.2 Architecture	- 2 -
2.1.3 SIP Network Entities	- 3 -
2.1.4 SIP Call Establishment	- 5 -
2.1.5 Application-layer mobility using SIP	- 6 -
2.2 Mobile IP	- 7 -
2.2.1 Overview	- 7 -
2.2.2 Agent Discovery	- 8 -
2.2.3 Registration	- 8 -
2.2.4 Tunneling	- 8 -
2.2.5 Disadvantages of Mobile IP	- 8 -
2.3 Mobility Management for VoIP Service: Mobile IP vs. SIP	- 9 -
2.4 相關論文探討	- 11 -
2.4.1 Mechanisms and hierarchical topology for fast handover in wireless IP networks	- 11 -
2.4.2 Low latency handoff for wireless IP QoS with Neighbor Casting	- 12 -
2.4.3 Link layer assisted mobile IP fast handoff method over wireless LAN Network	- 12 -
2.4.4 Summary	- 12 -
第 3 章 縮短跨網域交遞延遲的方法	- 14 -
3.1 跨網域交遞的中斷時間	- 14 -
3.2 LAMP	- 16 -
3.2.1 架構	- 16 -
3.2.2 註冊和預先要求資源	- 18 -
3.2.2.1 註冊:	- 18 -

3.2.2.2	預先向鄰近網域之SIP proxy要求網路資源：	...	18	-
3.2.3	察覺位置為基礎的快速交遞	.....	19	-
3.3	基地台強迫接續法	.....	21	-
3.3.1	預先探索及強迫連向AP	.....	21	-
3.3.2	選擇候選AP的方式	.....	22	-
3.3.2.1	依AP訊號強度選擇預測	.....	23	-
3.3.2.2	依位置預測選擇	.....	23	-
3.4	猜測式多重連線法	.....	23	-
3.4.1	Duplicate session selection policy	.....	24	-
3.5	Integrate LAMP, AP direct association and Foreseed Duplicated Connections	.....	25	-
第 4 章	LAMP方法實作在架構於SIP的VoIP系統	.....	28	-
4.1	系統之軟硬體需求	.....	28	-
4.2	LAMP 訊息格式	.....	29	-
4.2.1	CCL SIP User Agent	.....	30	-
4.2.2	LAMP訊息處理流程	.....	32	-
4.2.3	Handoff處理流程	.....	33	-
4.2.4	Data structure in LAMP Mobility Manager	.....	35	-
4.3	LAMP Server in SIP proxy	.....	35	-
4.3.1	LAMP訊息處理流程	.....	35	-
4.3.2	Data structure	.....	38	-
第 5 章	操作實例與實例分析	.....	41	-
5.1	使用DHCP要求網路資源的可漫游之VoIP系統操作實例	.....	41	-
5.1.1	操作環境	.....	41	-
5.1.2	操作流程	.....	41	-
5.1.3	時間分析	.....	43	-
5.2	經LAMP改善的可漫游之VoIP系統操作實例	.....	43	-
5.2.1	操作環境	.....	43	-
5.2.2	操作流程	.....	44	-
5.2.2.1	LAMP預先向鄰近網域之SIP proxy要求網路資源	.....	44	-
5.2.2.2	快速交遞	.....	47	-
5.2.3	時間分析	.....	50	-
5.3	經LAMP改善的可漫游之VoIP系統操作實例-強迫直接切換AP	.....	50	-
5.3.1	操作環境	.....	51	-
5.3.2	操作流程	.....	51	-
5.3.3	時間分析	.....	51	-
5.4	經LAMP改善的可漫游之VoIP系統操作實例-強迫直接切換AP並預先作猜測式多重連線	.....	52	-
5.4.1	操作流程	.....	52	-
5.4.2	時間分析	.....	52	-
5.5	各實例時間比較	.....	53	-
第 6 章	結論與未來工作	.....	54	-

6.1 結論	- 54 -
6.2 未來工作	- 54 -
Reference	- 55 -



圖目錄

圖 2-1	SIP訊息交換與媒體傳輸各自獨立	- 2 -
圖 2-2	SIP proxy operation	- 3 -
圖 2-3	SIP redirect operation	- 4 -
圖 2-4	SIP Call establishment	- 5 -
圖 2-5	SIP-based handoff in call	- 6 -
圖 2-6	Mobile IP architecture	- 7 -
圖 2-7	SIP Inter-domain handoff	- 10 -
圖 2-8	Mobile IP Inter-domain handoff with FA	- 10 -
圖 2-9	Mobile IP Inter-domain handoff without FA	- 11 -
圖 3-1	Inter-subnet handoff	- 14 -
圖 3-2	SIP架構圖	- 17 -
圖 3-3	註冊及預先向鄰近SIP proxy要求網路資源的訊息流程	- 19 -
圖 3-4	LAMP Fast handoff (AP BSSID found)	- 20 -
圖 3-5	LAMP Fast handoff (AP BSSID not found)	- 21 -
圖 3-6	AP direct association 示意	- 22 -
圖 3-7	Foreseed Duplicated Connections handoff	- 24 -
圖 3-8	Duplicated Connections方向選擇	- 25 -
圖 3-9	Foreseed Duplicated Connections的潛在網路資源浪費	- 25 -
圖 3-10	整合LAMP, AP direct association, Foreseed Duplicated Connections的運作	- 27 -
圖 4-1	LAMP packet header format	- 29 -
圖 4-2	CCL SIP UA architecture	- 31 -
圖 4-3	LAMP MManager in CCL SIP UA architecture	- 32 -
圖 4-4	LAMP訊息處理流程圖 - LAMP MManager	- 33 -
圖 4-5	LAMP MManager Handoff流程圖	- 34 -
圖 4-6	LAMP訊息處理流程圖 - LAMP Server	- 37 -

表目錄

表 3-1 Inter-subnet handoff	- 15 -
表 3-2 不同網路卡與AP鏈結花費時間表.....	- 16 -
表 4-1 LAMP packet欄位說明	- 29 -
表 4-2 LAMP封包型態說明	- 30 -
表 4-3 AP與網路資源對照表	- 35 -
表 4-4 網域資訊表	- 38 -
表 4-5 AP佈建表	- 39 -
表 4-6 IP資源表	- 39 -
表 4-7 鄰近代理伺服器列表	- 39 -
表 4-8 AP與網路資源對照表收集區	- 40 -



第1章 緒論(Introduction)

1.1 研究動機

近年來隨著無線網路技術的成熟，許多建構在傳統有線網際網路上的應用與服務也逐漸朝向無線的環境發展。其中最被廣為佈建與使用的當屬以 IEEE 802.11 標準為基礎的無線區域網路，由於其架設簡易且價格低廉又具有高速的頻寬，因此非常適合在一般家庭、辦公室、校園或是公眾的熱點所使用，但由於受限於無線區域網路基地台的涵蓋範圍，移動用戶端(Mobile Node; MN)便容易在不同的基地台間交遞甚至是在不同的網域間交遞。

跨網域交遞會造成網路連線服務的延遲甚至是中斷，這對於網際網路電話或隨選視訊等即時性的應用與服務而言，容易造成聲音或是影像的遺失，進而讓使用者感受到移動時所造成的中斷。這乃是因為在交遞的過程中，移動用戶端除了要與新的基地台建立連線外，還需在新的網域中搜尋新的網域伺服器並取得足夠的網路資源，最後還要向原先已建立連線的終端或代理人回報位置的改變，才能恢復交遞前的連線。然而現有提供具行動性的 Mobile IP 機制或是以 SIP 機制來達成行動性的方法皆無法達到快速交遞的要求，雖然有些文獻提及以預先註冊的方式來施行快速交遞，但卻未解決如何預先找到網域伺服器或服務代理人以取得網路資源的問題。

針對快速交遞的問題，我們將採用一在無線網路的網域資源代理人之間快速進行交遞的方法。此方法能夠為 MN 預先取得鄰近的網路資源，一旦移動用戶端進入到另一鄰近網域，就可以直接使用該網域資源以儘早回報位置的改變訊息到連線對應端 CN 而減少交遞時間。更進一步使用此方法，我們在交遞前便將 MN 可能移動往的位置通知 CN，以減少應用層交遞的時間。

1.2 研究目標

進行一次跨網域交遞所花的時間如下：在鏈結層從舊無線基地台斷線後要找出新無線基地台並連結的時間，在網路層察覺跨網域，找出該網域的網域伺服器(例如 DHCP)並要求資源的時間，在應用層找出服務代理人的時間，及對 CN 回報位置的改變的時間。

上述中斷時間中佔最大部份的是網路層的交遞，我們針對各層的交遞皆採用一些縮短交遞時間的方法。在網路層使用 LAMP(Location Aware Mobility

Management Protocol)的方法來縮短網路層交遞時間，在鏈結層交遞的部份使用基地台強迫接續法(AP Direct Association)方法，在應用層交遞提猜測式多重連線(Foreseed Duplicated Connections)的方法。

LAMP 方法中，利用無線網路基地台的佈置資訊與網域的對應來判別 MN 所在位置，這個對應表可以幫助 MN 預先找到鄰近網域內的服務代理人，並經由此服務代理人為 MN 資源預留(如 IP 取得、服務註冊及頻寬保留)。因為這些資源已預先保留，所以 MN 可以在未進入鄰近網域之前事先使用或進到鄰近網域之後直接使用該網域的資源，可節省進入鄰近網域才做註冊及要求資源的時間。而保留資源這個動作是在 MN 進行交遞之前所作的，並不會增加交遞的延遲時間。本方法也可與 Pre-Registration 及 Forwarding 等 Smooth Handoff 的技術一起運用，達成快速網路層及應用層之交遞。

而為了預備下一次的交遞，MN 可藉由此新網域的服務代理人再次對其相鄰網域進行資源預留的動作，以便在下一次的交遞時可以進行快速網路層與應用層之交遞。此外 MN 可以不需要有偵測自己位置的能力而仍能預先取得下一個可能到達的鄰近網域資訊及資源。若 MN 具備偵測自己位置的能力，則可進一步預測行進方向，減少需要預留資源的鄰近網域的數量，以減輕網路負擔及資源浪費。

AP Direct Association 方法乃是以預先探索下一個無線基地台，從而省去鏈結層斷線後才作探索可用基地台的時間來達成鏈結層的快速交遞。Foreseed Duplicated Connections 方法是以預先建立連線至 MN 下一個網域的 IP 位址，從而省去應用層重新建立連線的時間以達成應用層的快速交遞。

縱上所述，本論文的研究目標有以下種四點：

1. 於網路層達成快速交遞的 LAMP 方法。
2. 於鏈結層快速交遞的 AP Direct Association 方法
3. 於應用層快速交遞的 Foreseed Duplicated Connections 方法。
4. 在實際現有之 SIP 架構上實作以上三種方法以驗證其對即時資料流於跨網域換手的中斷時間之改進。

1.3 論文內容

關於本篇論文的內容簡述如下：

第一章 “緒論”

描述這篇論文的研究動機，以及這篇論文希望達到的目標。

第二章 “研究背景與相關論文研究”

將介紹SIP與Mobile IP環境架構以及其對於跨網域行動性的支援是如何達成的，並分析其所造成的跨網域交遞時間花費，而為了解決快速交遞又有哪些相關方法提出。

第三章” 縮短跨網域交遞延遲的方法”

敘述了我們如何以AP資訊來察覺位置以達成快速網路層交遞的LAMP機制，並同時敘述了在鏈結層、應用層快速交遞的方法以及此三層的方法整合後其運作方式。

第四章 “LAMP方法實作在架構於SIP的VoIP系統”

在此將詳細介紹實作的平台軟硬台及在LAMP於各實體entities上的資料結構、彼此間訊息交換的處理及訊息格式

第五章 “實例分析與操作實例”

在此將以實際的執行結果來分析LAMP方法對於網路層交遞的改進分析。並且舉出實際操作過程以說明整個系統的運作狀況

第六章 “結論與未來工作”

對本文作出結論並提出未來可繼續研究的方向

第2章 研究背景與相關論文研究 (Related work)

2.1 SIP(Session Initiation Protocol)

2.1.1 Introduction

有許多在網際網路上的應用程式都需要一套機制去建立以及管理其參與者之間資料流的交換。這些參與者可能會移動往不同的地方或更換不同的名字，並且傳輸各式各樣的資料型態，有時更同時傳輸多種不同的資料型態。這些多樣的資料型態例如即時性的多媒體像是聲音、影像或文字訊息，分別有其專屬的協定去溝通傳輸。SIP 使用一稱之為 User Agent 的實體存在於用戶端上，使得用戶端彼此間能協調要傳輸的多種不同媒體協定。為了能夠確定用戶端的位置及一些其它的用途，SIP 設計一個存在於公共網路上稱之為 Proxy server 的實體，讓 User Agent 能透過它做註冊、邀請建立連線及其它請求。簡言之，SIP 是一個簡易有彈性且一般化的工具幫助建立、終止、修改網路端點間的媒體連線，並且和底層傳輸協定及媒體型態無關。

2.1.2 Architecture

SIP 是一個幫助多媒體建立、修改及終止的訊息交換協定。其通常與其它傳輸協定相結合，由 SIP 來描述此將要建立的資料流將要什麼協定、什麼媒體型式，而底層可以由任何傳輸協定來傳輸。通常底層是由 RTP (Real-time Transport Protocol) 來做傳輸。

SIP 的訊息交換與媒體傳輸在邏輯上是分開的，這邏輯上的分開訊息與媒體傳輸是相當重要的，因訊息交換可經由 SIP 上的實體伺服器像是 SIP Proxy 與 SIP Redirect servers，而往往媒體傳輸是直接用戶端點對點的傳輸。

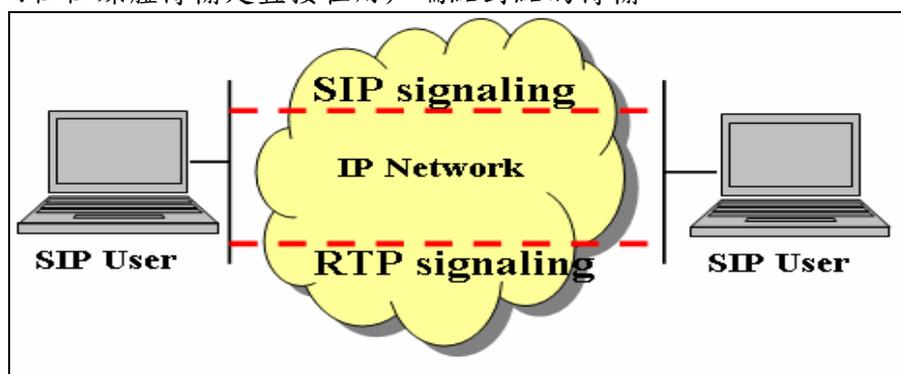


圖 2-1 SIP 訊息交換與媒體傳輸各自獨立

2.1.3 SIP Network Entities

在 SIP 架構下有四種形式的 server： proxy server, redirect server, user agent server, and registrar. ◦

1. Proxy server：

此 SIP proxy server 其行為與我們一般所熟知在 www 運作下的 proxy 相似。即用戶端送要求至 proxy，接著此 proxy server 幫忙處理或是將此要求轉送至其它 server。

圖 2-2 為一個 SIP proxy 運作的實例，當 Caller 要邀請 Collins 進行通話時由 proxy server 轉向至在家中的 Collins。而前提是 proxy server 要能察覺 Collins 此時是在家中而不是在工作場所。

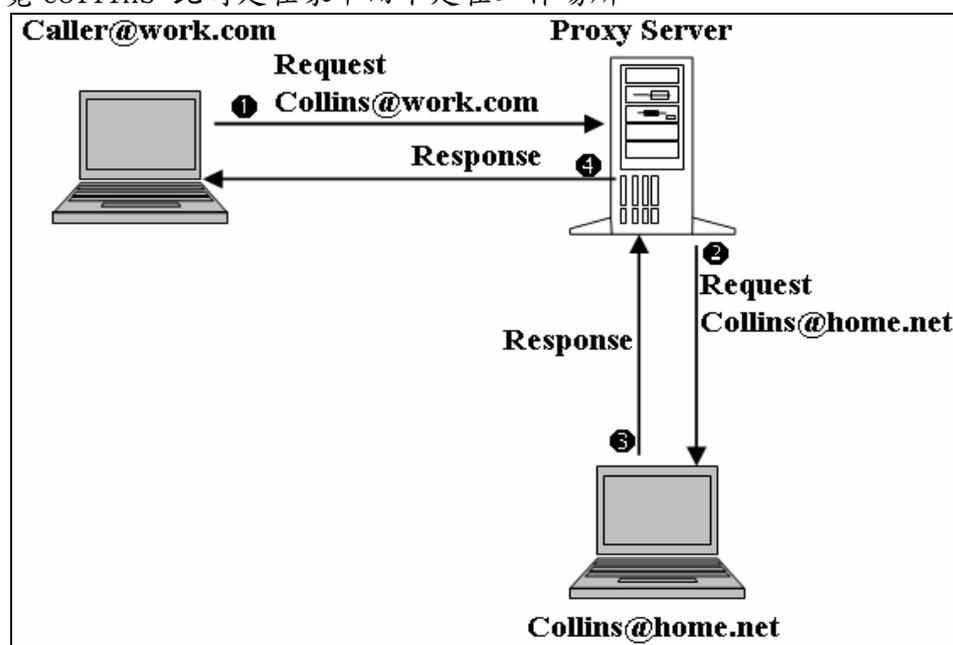


圖 2-2 SIP proxy operation

2. Redirect server：

當接收 SIP 要求時將目標位置轉換成零至多個位置，並且將轉換後的位置傳回要求者，接著原來發出要求的人使用轉換後的位置發出要求。跟 proxy server 的不同為 redirect server 僅簡單提供轉址資訊讓要求者能與目標作聯繫，之後便不再插手 SIP 訊息的交換。

從圖 2-3 中我們可看出 redirect server 其運作方式：

- ① Caller 對 redirect server 發出要求往 Collins@work
- ②③ Redirect server 回應 Collins 此時位於 Collins@home
- ④⑤ 接下來 Caller 自行發要求往 Collins@home 的位址後訊息完成

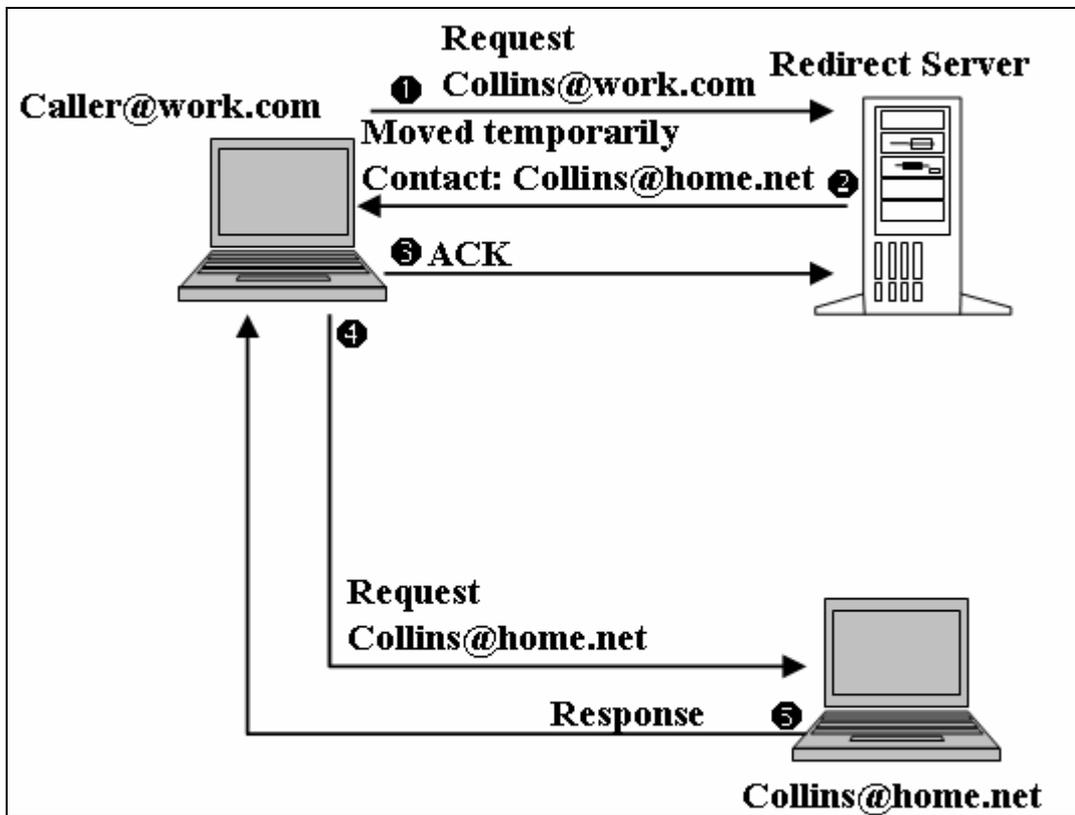


圖 2-3 SIP redirect operation

3. User Agent server:

此 server 為用來接受 SIP 要求，再與使用者端的 user agent client 作聯繫。但一般來說通常會跟位於 SIP 使用者端的 user agent client 結合在一起使用，而使得原本 SIP 的 client-server 模式可變為 peer-to-peer 模式。

4. Registrar

registrar 用來接受 SIP REGISTER 要求，亦即是 SIP 使用者對 registrar 註冊其現在要所在的位置為何，以提供其它 server 查詢之用。通常 registrar 會跟 SIP Proxy server 或是 SIP redirect server 結合實作於同一機器上。

2.1.4 SIP Call Establishment

SIP 連線建立的訊息交換相當地簡單

以圖 2-4 為例：

- a. 一開始發話端發出 INVITE 邀請受話端通話
- b. 接著受話端發出一間歇訊息 Ringing 表示受話端接受這次通話要求，且在受話端已發出震鈴聲提醒受話者接聽
- c~d. 當受話者接聽同時發出 OK 訊息往發話端，發話端發 acknowledgement 回應表示收到受話端的 OK 訊息
- e. 上述訊息交換完後，此次通話便開始交談。
- f~g. 當發話端決定要終止這次通話後發出 BYE 訊息通知受話端，而受話端回應 OK 之後此次通話便宣告終結。

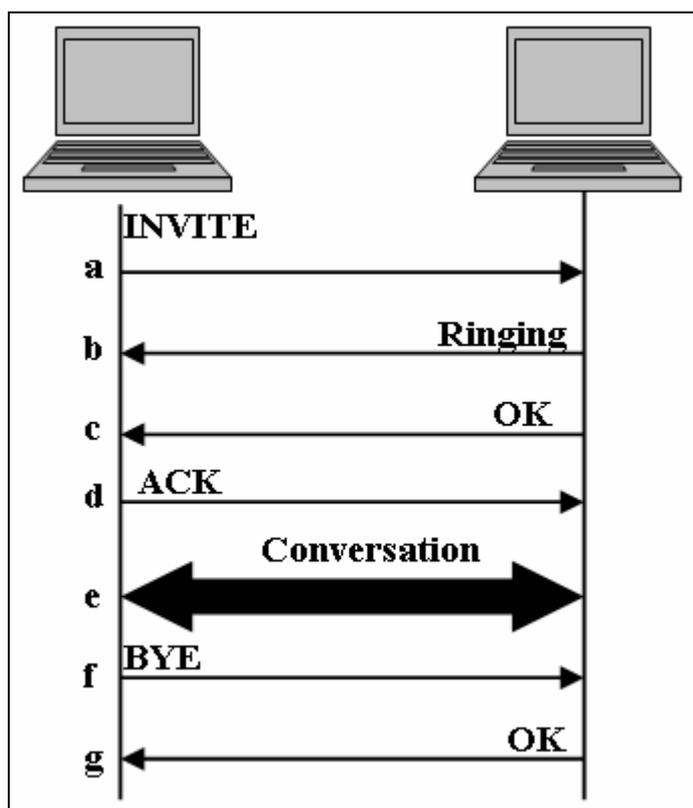


圖 2-4 SIP Call establishment

2.1.5

2.1.6 Application-layer mobility using SIP

Application-layer mobility 可分為四種：

1. Terminal mobility

行動裝置可在 IP subnet 間移動而保持連線

2. Session mobility

當使用者更換行動裝置後仍可用新裝置接續之前的連線

3. Personal mobility

當使用者更換行動裝置後，仍可用相同的邏輯位置連向此使用者

4. Service mobility

當使用者更換裝置或網路服務提供者後仍可保留有相同的服務

我們可以使用 SIP 輕易地支援這四種 application-layer mobility，而我們在本文中所關心的為第一種 application layer mobility，也就是在 IP subnet 間移動而保持連線的 Terminal mobility。接著我們將說明如何以 SIP 達到 Terminal mobility。

圖 2-5 說明 SIP Terminal mobility

- ① 當 MN (Mobile Node)更換網域後獲得新的 IP
- ②③ MN 對 CN (Correspondent Node)發出 Invite 訊息，其中包含 MN 新的資料流敘述以及 MN 新的 IP 位址
- ④ 接下來 CN 與 MN 間即可恢復連線

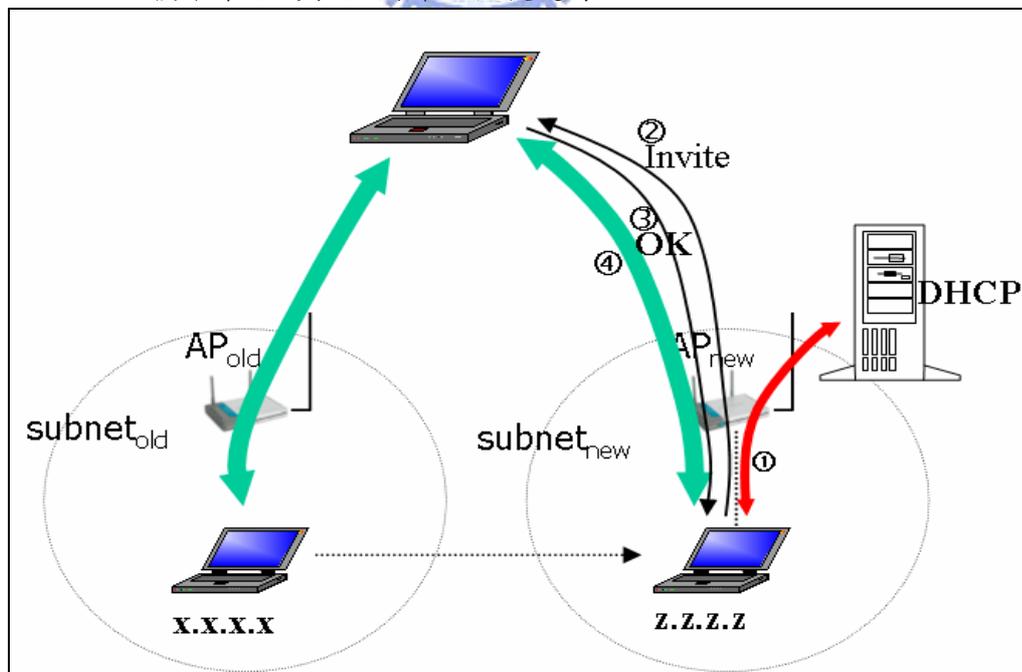


圖 2-5 SIP-based handoff in call

2.2 Mobile IP

2.2.1 Overview

1996 年時，IETF(Internet Engineer Task Force)提出一 Mobile IP 技術可讓 IP 資料可以正確地繞送向正在網際網路上行動的主機。在 Mobile IP 之下所謂的 Mobile Node (MN)，指的是能任意地連結至各網域的主機。為了能支援行動性，在 Mobile IP 機制下新增加了 Home Agent (HA)以及 Foreign Agent (FA)這二種實體。HA 是在 MN home network 下的一個路由器，其功能為紀錄 MN 現在的位置以及當 MN 在 foreign network 時 tunnel 資料給 MN。FA 是在 MN 在 visited network 下的一個路由器，其功能為提供繞送服務給有在此 visited network 註冊成功的 MN，FA 另外要做的事就是 detunnel 從 home agent 送來給 MN 的資料後把資料送給 MN。

不管處於哪一個網域之下，每一個 MN 都是依其 home IP address 來分辨其身份。當一個 correspondent node (CN) 要送資料給 MN 時不論 MN 處於哪個網域之下都是送到 MN 的 home IP address。當 MN 在 foreign network 時 MN 需要一稱為 care-of address 來指出 MN 其所在的網域，且會將此 care-of address 向 home agent 註冊。註冊之後，home agent 要送資料給 MN 時就經由 tunnel 向此 MN 的 care-of address 來送往 MN 的 home address。之後在 tunnel 的接收端便可以將資料送往 MN。

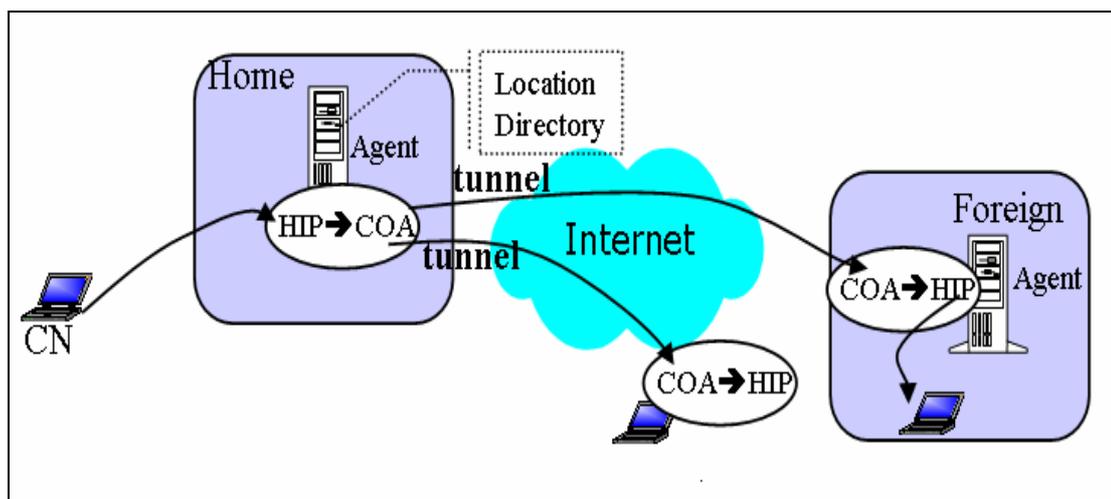


圖 2-6 Mobile IP architecture

接下來的部份我們將敘述在 Mobile IP 中三個主要的程序：Agent Discovery、Registration 及 Tunneling

2.2.2 Agent Discovery

Mobility agents(HAs 及 FAs)定期在它們的網域中發出 advertisement 顯示其存在。Mobility agents 週期性地使用 broadcast (或 multicast 往 224.0.0.1) 發出 Agent Advertisement 訊息，當 MN 收到此訊息時便可以知道其所在位置為 home network 或 foreign network。另外亦可從 MN 發出 Agent Solicitation 訊息來主動要求該網域的 agent 對 MN 發出 Agent Advertisement。

2.2.3 Registration

當 MN 移動往 foreign network 後將透過 FA 的 agent advertisement 或是別的機制比方像是 DHCP 來獲得一個 care-of address。當 MN 在此 foreign network 獲得此 care-of address 後，要將此 care-of address 往 home agent 註冊。而依據 MN 在此 foreign network 得到 care-of address 的方式，MN 可能直接向 HA 註冊或是透過 FA 來轉送其註冊訊息往 HA。

2.2.4 Tunneling



當 MN 不在 home network 下，所有送往 MN home IP address 的資料都會由 home agent 接下並且使用一些封裝的方法比如像是 IP-in-IP encapsulation 方法或是 Minimal encapsulation 方法來 tunnel 往 MN 的 care-of address，當 tunnel 的另一端 (FA 或是 MN 本身) 接到後將此封裝過的資料 detunnel 後正確的送往 MN。但在反方向而言，也就是從 MN 送出來的資料就直接送到其目的地而不經過 HA 了。

2.2.5 Disadvantages of Mobile IP

Mobile IP 主要的缺點為可能造成 Triangle Routing 和 Ingress Filtering 二個問題。Triangle routing 問題是當 MN 離 home network 很遠時，即使 CN 與 MN 很近甚至在同一網域之下，CN 仍然要先將資料送往 MN home network 再由 home agent tunnel 往 MN 現在的位置。在這種情況下將會比最佳繞送路徑多繞送許多的距離。由 Perkins 及 Johnson 提出的 Route optimization 方法，藉由從 HA 向 CN 發出一 Binding Update 訊息使得 CN 能直接送資料往 MN。做 Route Optimization 的確能解決 Triangle routing problem，但 CN 必須做修改才能支援 Route Optimization。

Ingress filtering 原本是設計用來防止 denial-of-service 攻擊，其方法

是路由器將不會轉送從本地網域出來而封包中來源 IP 位址卻不是本地網域的 IP 位址。這將使得在 foreign network 下的 MN 沒法使用其 Home IP 當作來源對外送資料。Reverse tunneling 是一被提出來為了解決此問題的方法，其作法為 MN 使用其 care-of address 當作封包中的來源位址 tunnel 回 home agent，再由 home agent 轉送往 CN。Reverse tunneling 可以解決 Ingress filtering 問題但是不論送往 MN 或是由 MN 送出的封包都得經過 home agent，相應也就造成了繞送路徑更長的結果，且花在 tunnel 上的 encapsulation 和 decapsulation 所花的額外負擔也加倍。

2.3 Mobility Management for VoIP Service: Mobile IP vs. SIP

一般而言，SIP 較 Mobile 適用於 VoIP 的使用。原因在於 Mobile IP 其已知問題包含前面所述的 triangle routing 問題及 encapsulation 額外的負擔，並且需要獨一無二的 home IP address 來做 MN 身份的辨別。其中 triangle routing 可由 routing optimization 來解決；但必須要做的 encapsulation 而產生之額外負擔對於 VoIP 的媒體 media 傳輸會造成相當大的影響，尤其是使用低位元傳輸率 (low-bit rate) 的影音封包其封包內可存放的資料內容本來就短，再加上 encapsulation header 將會使得傳輸效能相當差。

在此小節中姑且不論 MIP 及 SIP 對 VoIP 的適用性，我們將探討此二者在於跨網域交遞的中斷時間，而此處的時間分析皆以“已知新網域服務代理人”為前提。

如圖 2-7 所示為 SIP 情形下的跨網域交遞(Inter-domain handoff)訊息流程，當 SIP MN 進入 Visited Region 時使用 DHCP 獲得在新網域的 IP 位址，之後使用此新的 IP 位址向位於在 Home Region 的 SIP registrar 作註冊後以新的 IP 位址重新發出 INVITE 訊息往 CN 以恢復連線。

其在恢復連線前的中斷時間為：

$$4t_s + t_{arp} + 2t_h + 2t_{mc}$$

t_s : 在 subnet 中的 round trip time

t_{arp} : 作 ARP (address resolution protocol) 檢查此 IP 有無已被使用所花的時間

t_h 從 MN 往 home 的 round trip time

t_{mc} MN 與 CN 間的 round trip time

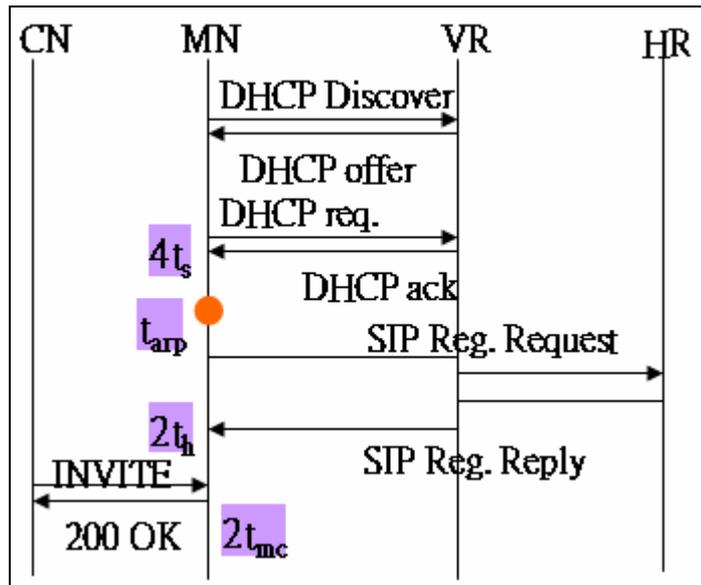


圖 2-7 SIP Inter-domain handoff

如圖 2-8 所示： Mobile IP 在做跨網域交遞時 FA 存在的情形下在恢復連線之前的動作，包括一開始進入新網域主動發出 router solicitation 以要求 FA 發出 Advertisement 以獲得新網域之 Care-of Address，然後以此 Care-of Address 對 home agent 發出註冊的動作，接著對 CN 發出 binding update 指示 CN 往 MN 新的位置通訊：

所需花費的時間一共為 $2t_s + 2t_h + 2t_{mc}$

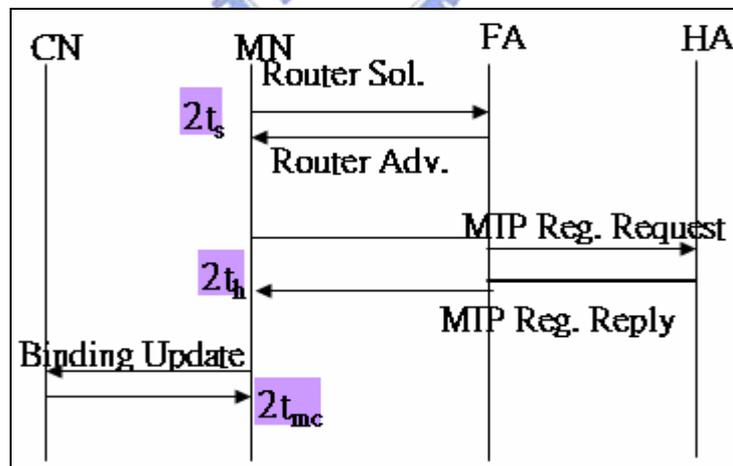


圖 2-8 Mobile IP Inter-domain handoff with FA

如圖 2-9 所示； Mobile IP 在做跨網域交遞時若 FA 不存在時的情形。在此情形下需自行靠 DHCP 去獲得 IP，其運作過程與 SIP 跨網域交遞相類似。僅是 SIP registration 換成 MIP registration， INVITE 的動作換為 binding update。

在恢復連線前的中斷時間為：

$$4t_s + t_{arp} + 2t_h + 2t_{mc}$$

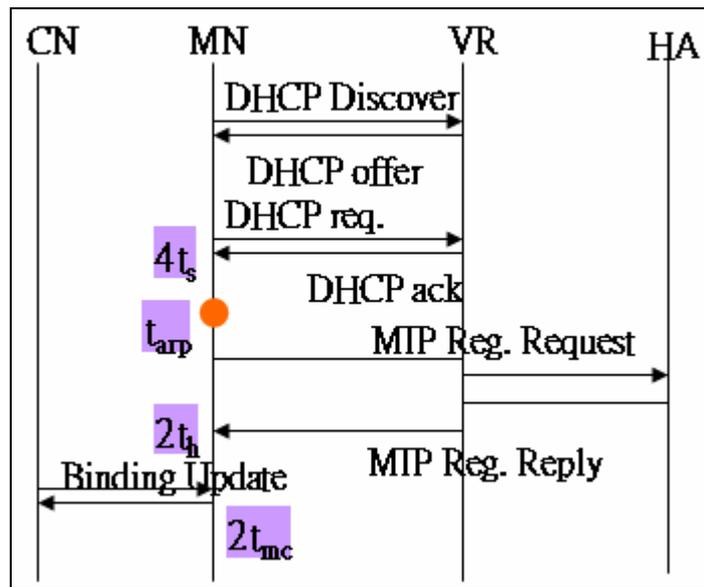


圖 2-9 Mobile IP Inter-domain handoff without FA

由以上分析可知 mobile IP 在跨網域交遞上的表現較 SIP 更佳。然而這 MIP 和 SIP 二者在恢復連線前仍需花費上述中斷時間。而敏感於中斷時間的多媒體應用程式需將中斷時間降至 150ms 以下才感覺不到中斷，需要花一定時間在交遞 MIP 和 SIP 仍然會造成可感覺中斷的發生。

2.4 相關論文探討

Mobile IP 提供了無線網路設備(Wireless Device 或 Mobile Node; MN)在移動時其上層應用程式(Application-Layer program)得以繼續連線。然而無線網路設備在進行無線網路基地台交遞(AP handoff)時，無線網路設備必須進行新無線網路基地台探索(Probe)及連接，會有一段未連線的時間。並且在無線網路設備尚未通知原對應端(Corresponding Node; CN)前，CN 仍會利用舊的 IP 傳送封包(Packets)，以至於會有部份封包會移失。上述探索、連接的程序往往會花掉過長的時間，使得無線網路設備無法達成快速或無接痕(seamless)的交遞，進而造成上層通訊層或應用層交遞(Application handoff)過程的中斷。對於一些有服務品質(QoS)要求或即時(real-time)的應用程式而言，不夠快速的交遞會造成使用者感覺得出來的短暫中斷。

而針對快速交遞的問題，過去已經有一些解決的方法

2.4.1 Mechanisms and hierarchical topology for fast handover in

wireless IP networks

此方法運用階層化網路(Hierarchical topology)將網路分為網域(Domain)，次網域(sub-domain)，交界路由器(Cross-router)和基地台(AP)四層。當 MN 進入到 domain 後，會得到一個 IP，MN 在此 domain 內都使用這 IP。當 MN 在基地台層移動時，舊的 AP 會將封包重傳至新的 AP，再轉到 MN。若是在 sub-domain 移動，封包在網域層會被 multicast 到所有 sub-domain 層路由器，再轉到新的基地台。此法中由於 IP 不須改變所以省去了註冊程序，但是封包經被大量 multicast 傳送，增加了網路的流量。

2.4.2 Low latency handoff for wireless IP QoS with Neighbor Casting

此方法進一步將 2.4.1 方法中 multicast 傳送去除以減少網路的流量，改用 Layer 2 的 MAC 封包傳送方法，由舊 AP 使用 MN 的 MAC address 來轉送封包。但這是必須要等到新的 AP 通知舊 AP 後，舊 AP 才能將封包轉傳，由於是直接利用 MAC 位置，MAC 不會因 handoff 而改變，新 AP 不需等 MN 做好註冊或 IP 要求後才通知舊 AP，所以舊 AP 可以儘早將封包轉傳到新 AP 後再轉送到 AP。

2.4.3 Link layer assisted mobile IP fast handoff method over wireless

LAN Network

此方法也是利用 MN MAC address 轉送的方法來達成快速 handoff，但是它用一個實體的 MAC layer bridge 轉送器，配合 MAC packet filter 及 database 來管制 MAC 封包的轉送，當 handoff 發生時，舊 AP 通知 MAC bridge 允許 MN 的 MAC 封包透過 bridge 傳送到其它網域的 AP 上，待 MN 進入新 AP 後就可取得剛才保留住的 MAC 封包。但是此 MAC bridge 必須連接許多的 AP 才可以達成此方法。

2.4.4 Summary

上述這些方法都是 MN 移動到新的基地台後，MN 才開始尋找新的服務代理人 (Service Discovery) 及進行位置更新，使得交遞延遲過久，因此另有文獻提出預先註冊 (Pre-Registration) 的機制來加快交遞。但這些預先註冊方法都假設已經知

道鄰近網域中的服務代理人，而沒有提到如何去找到這些服務代理人。

因此我們需要一個方法除了能夠找出鄰近的網域(Neighbor Discovery)外，還能讓MN在移動之前可以先向鄰近的網域(或次網域)找出服務代理人並進行相關資源的保留，以便能作快速交遞。若MN可以進一步偵測出自己行進的方向，則更可減少對鄰近網域作相關資源的保留，以免造成資源的浪費。

Neighbor Discovery的方法有很多種，最常見的就是profile型式，在網路架設之初就已經明定好了鄰近網域及其服務器的位置，網域內的成員很容易可以得知他鄰近有哪些網域及服務器。但是一般而言，從IP位址不能看出地域上的鄰近網域，即MN不能由自身的IP得知鄰近網域的IP位址資訊。所以必須要有一套方法能讓網域內的MN取得正確的鄰近網域資訊及其服務代理人位置。



第3章 縮短跨網域交遞延遲的方法

在本章節中，我們將以詳細說明作跨網域交遞 (Inter-subnet handoff) 時網路各層的改進方式，包含在各層中花費最多時間的網路層交遞改進方法：LAMP (Location-Awared Mobility Management Protocol)；鏈結層交遞改進方法：AP Direct association；應用層交遞改進方法：Foreseed Duplicated Connections。

首先我們將在 3.1 節中介紹整體跨網域交遞所需花費的時間。在 3.2 節中將介紹 LAMP (Location Awared Mobility Management Protocol) 方法並以 SIP 網域環境為實例來說明其架構、概念及其訊息流程，包含其如何預先獲得鄰近網域的資源及其如何達到快速交遞的方式。在 3.3 節中我們將介紹基地台強迫接續 (AP direction association) 方法，包含做預先探索和及強迫鏈結至下個 AP 的時機以及如何選擇下一個連向的無線基地台，及防止在二無線基地台間連結時所產生的乒乓效應的方法。在 3.4 節中我們將介紹猜測式多重連線 (Foreseed Duplicated Connections) 方法的原理及其如何選擇要建立 duplicated connections 的方向。最後在 3.5 節中我們將介紹將以上三種方法整合在一起以達到最短的 handoff 時間，並且能大幅降低在 3.4 節中提到 Foreseed Duplicated Connections 方法所造成的大量頻寬浪費。

3.1 跨網域交遞的中斷時間

實際的 VoIP 應用中，當與 CN 通訊中的 MN 由原本的 AP_{old} 交遞到 AP_{new}，資料流中斷的時間即為跨網域交遞所需的時間。這期間所做的動作表示於圖 3-1。圖中包含了五個項目，分別於表 3-1 說明所做的動作及其花費的時間：

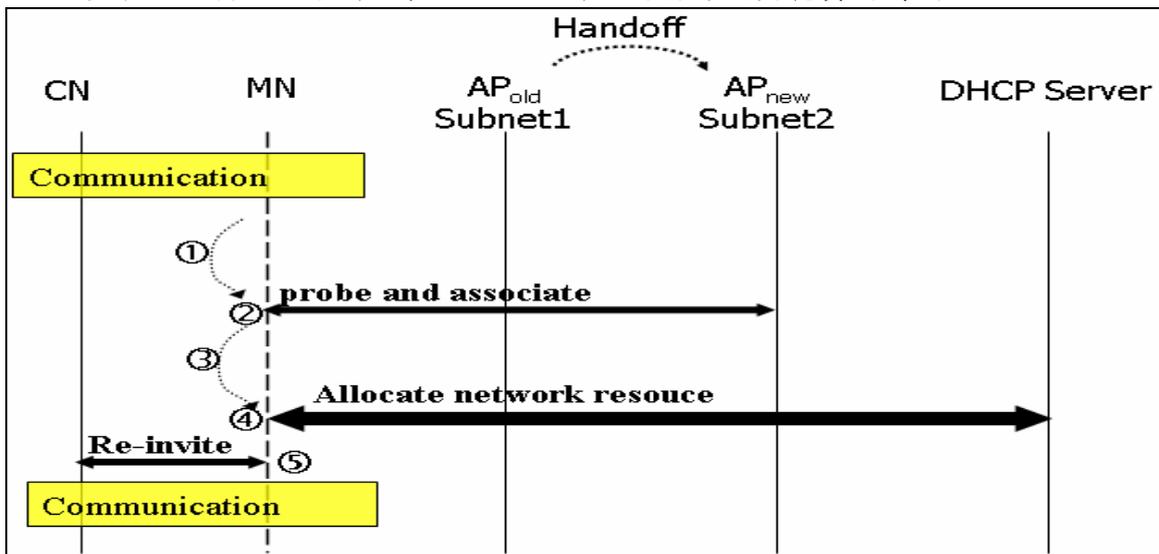


圖 3-1 Inter-subnet handoff

動作	敘述	時間
①Poor signal:	在 AP 交遞前會有一段訊號低落至資料大量遺失甚至無法傳資料的時間。	這段時間變異性大而無從估計。
② AP probe	當決定要做 AP 交遞時，首先 MN 需要花時間探索周圍可提供服務的 AP，再從中選擇一個鏈結。到此段結束時鏈結層交遞完成。不同廠牌的網路卡或 AP，鏈結層交遞所花的時間亦不相同	詳見表 3-2 及其說明。
③Cross subnet sensing:	若這次換 AP 時亦換了網域，上層須要花時間去偵測已經更換網域這件事實	4000ms~7000ms
④Allocate network resource	接著從 DHCP 伺服器得到新網域中的 IP 資源。到此段結束時網路層交遞完成	1000ms
Re-Invite	後由 MN 作 re-invite 動作通知 CN 其 MN 新位置的資訊以使 CN 傳資料向正確的地方。到此段結束時應用層交遞完成。依距離長短而定	20ms~30m

表 3-1 Inter-subnet handoff

不同廠牌的網路卡與 AP 間鏈結所花的時間不同，表 3-2 舉 Lucent、Cisco 與 ZoomAir 為例說明如下：

Lucent 廠牌的卡與 Lucent 廠牌的 AP 作鏈結平均要花 131.08ms，其鏈結時間範圍從 100ms~200ms。Lucent 的卡與 Cisco 的 AP 作鏈結平均要花 58.74ms，其鏈結時間範圍為 35ms~110ms。

	Lucent AP	Cisco AP
Lucent STA	Avg:131.08ms 100ms~200ms	Avg:58.74ms 35ms~110ms
Cisco STA	Avg:341.63ms 275ms~400ms	Avg:394.27ms 350ms~425ms
ZoomAir STA	Avg:396.76ms 250ms~550ms	Avg:210.29ms 120ms~270ms

表 3-2 不同網路卡與 AP 鏈結花費時間表

3.2 LAMP

LAMP 為利用無線網路基地台位置資訊及預先取得鄰近網域的網路資源以進行無線網路交遞的方法。在這個方法中，我們新增了“Location Information”的概念來紀錄了服務代理人的資訊（如服務代理人的 IP 和其管轄下 AP 的 BSSID 及所在網域等等），Location Information 可以位在位置伺服器（Location Server）上或是記錄於服務代理人(agent)中。當 MN 進入到一個服務代理人管轄的任一 AP 的通訊範圍內後，此 Location Server 或 Agent 會將鄰近的 Agent 資訊傳送給 MN，根據此鄰近的 Agent 資訊，MN 可自行或透過 Agent 預先向鄰近網域的 Agent 取得網路資源，因為這些資源已預先保留，MN 可以在未進入鄰近網域之前事先或進到一個新的網域之後，直接向 CN 通知位置的改變。本方法可運用在 SIP 或 Mobile IP 或是其他有 Agent 概念的服務上。而在此節我們以 SIP 架構為例來說明其運作概念。

3.2.1 架構

圖 3-2 為 SIP 網域環境的架構圖，圖中包含有一個 SIP 註冊伺服器(SIP registrar)管轄的範圍，稱之為網域 (SIP domain)；二個 SIP 快取器(SIP proxy)，及各自形成的次網域(SIP sub-domain)；在一個 SIP Proxy 管轄的次網域中可以有一個以上的 AP，並用 AP 的 BSSID 做為 AP 的識別代碼，這些 AP 可以組成同一個 subnet 或是多個 subnet；另外包含有一個無線網路用戶端設備(MN)及其連結的對應用戶端(CN)；最後還有一個位置伺服器(Location server)，此位置伺服

器記錄著 SIP 網域內的 AP 與 SIP Proxy 次網域的位置分佈，MN 及 SIP Proxy 可向位置伺服器詢問其鄰近 SIP Proxy 有那些並且分別屬於那一網域。

本文中所指的網域是泛指網路上提供的 Service，而這 Service 可由多個 agent 共同來提供及管理，每一個 Agent 所管理的區域稱之為次網域。一個次網域可以是一個 subnet 或者是由多個 subnets 組成。在不同的 subnet 使用不同的網路 IP，此時可用 DHCP Agent 來負責處理 IP 的分配事宜。由於在同一個 subnet 中的兩個 AP 間的交遞，MN 的 IP 並沒有改變，不會發生網路層與應用層交遞，MN 不需要對 CN 做位置更新，所以本文不討論同一 subnet 內的 AP handoff，並且 Agent 可視為與其 AP 直接連接。因為 DHCP Service 也適用本方法，因此本文只討論一個 Agent 管理一個 subnet 並同時也提供 DHCP 的功能的情形。

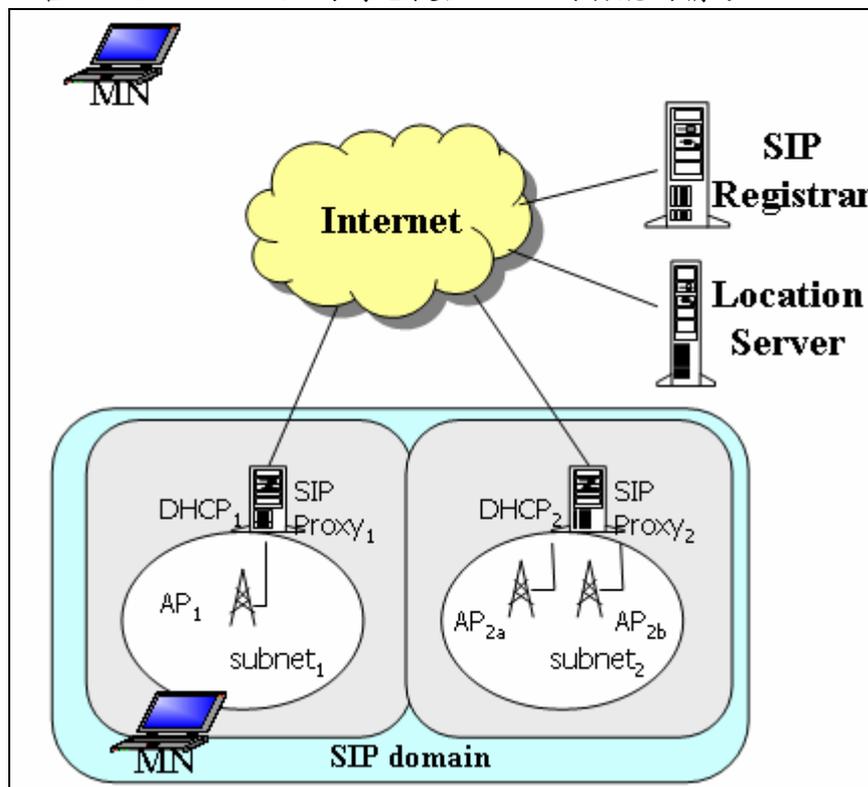


圖 3-2 SIP 架構圖

3.2.2 註冊和預先要求資源

3.2.2.1 註冊：

在此的註冊過程是按照原本 SIP 註冊的過程，

圖 3-3 為訊息流程圖，說明如下

1. MN 進到 SIP proxy1 的次網域，並向 SIP proxy1 作註冊要求。
2. SIP proxy1 將註冊要求 forward 到 SIP registrar。
3. 若此 MN 通過 SIP registrar 的認證，SIP registrar 回應 OK 到 SIP proxy1。
4. SIP proxy1 配置網路資源及 IP 給 MN。

3.2.2.2 預先向鄰近網域之 SIP proxy 要求網路資源：

為了達成快速交遞，我們須要預先保留鄰近網域的資源以供交遞後直接使用。在此我們設計了一個 AP 與網路資源對照表，用以存放 AP 的識別代碼、可用網路資源及 SIP 次網域代理人間的對照。

接續圖 3-3 的訊息流程圖，說明 MN 預先要求鄰近網域資源過程如下，

5. MN 利用 SIP 的 INFO 封包向 SIP proxy1 發出 Pre-allocation 要求。
6. SIP proxy1 根據預先設定好的鄰近網域資訊，向所有鄰近網域轉發出 Pre-allocation 要求。
7. 鄰近的 SIP proxies 保留好資源及 IP 後回應給 SIP proxy1。(這些 SIP proxy 之間都要做過 Security 上的認證，鄰近的 SIP proxies 可信任 SIP proxy1 來的要求。)
8. SIP proxy1 收集完鄰近 SIP 次網域內的資訊及資源後，將包含 AP 識別代碼與 SIP 次網域對應表及各次網域為該 MN 保留的網路資源 匯整成 AP 與網路資源對照表傳送給 MN。

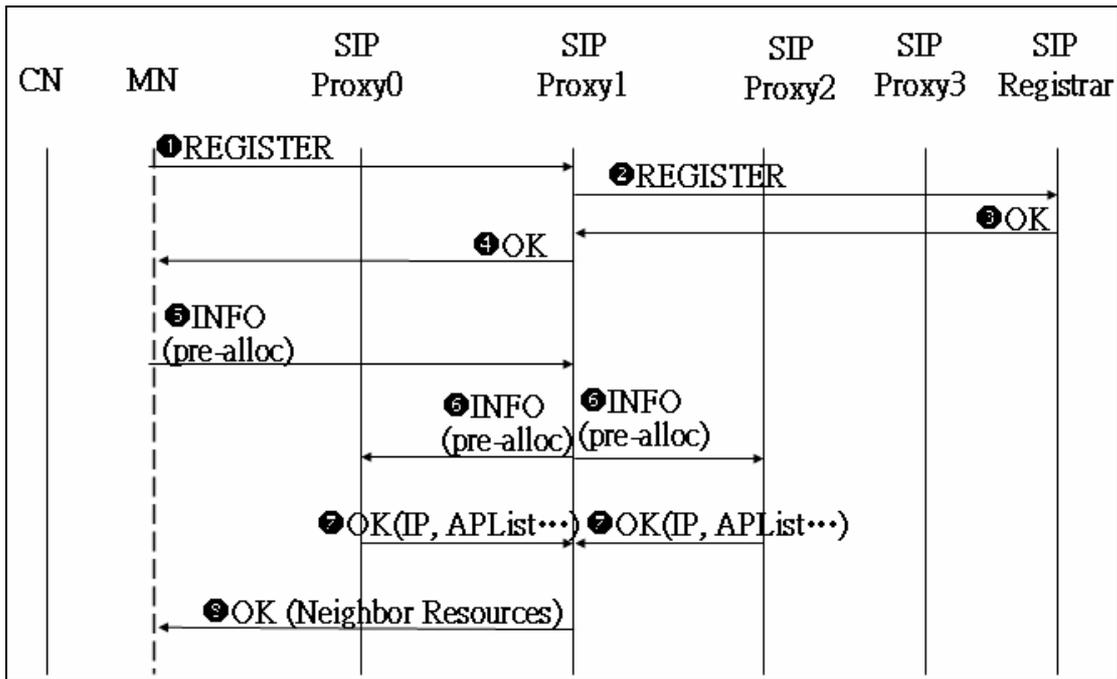


圖 3-3 註冊及預先向鄰近 SIP proxy 要求網路資源的訊息流程

3.2.3 察覺位置為基礎的快速交遞

由於 MN 保有一份 AP 與網路資源對照表，當 MN 交遞到某一 AP 後，MN 利用該 AP 識別代碼，便可知道能使用的資源，不需再重新取得網路資源，可節省下取得網路資源的時間。但若該 AP 識別代碼不存在此對照表中，則 MN 必須按正常程序，重新執行註冊及資源要求的步驟。若是預先註冊的程序是成功的，然而在此時向 SIP registrar 更新 MN 目前位置時卻因某種原因而失敗的話，則 MN 亦必須按正常程序，重新執行註冊及資源要求的步驟，並且需重新再對 CN 發步驟 1 的 INVITE 訊息。以下圖 3-4 及圖 3-5 分別說明上述二種 AP 代碼存在於對照表或不存在於對照表中的情形：

圖 3-4 說明 AP 識別代碼存在對應表中的情況：

1. MN 使用新的 IP 向 CN 發出更新 (INVITE) 要求。由於 SIP proxy2 的 AP 之代碼已存在對照表中，MN 可知道它已進入 SIP proxy2 的次網域，並且可以直接使用 SIP proxy2 為它保留的 IP 及網路資源。

2. CN 回應 OK 給 MN。

- 3-7. 註冊及預先向鄰近 SIP proxy 要求網路資源。步驟 3 及 7 的訊息可以不用等到步驟 2 的 OK 訊息回來就可以先發，步驟 3~10 相同於 3.2.2 節所述的註冊及預先向鄰近 SIP proxy 要求網路資源的方法 (步驟 1~8)，不同的是步驟 3~6 是向 SIP registrar 更新 MN 目前位置，以便將來新的連線可以知道 MN 正確的位置。由於步驟 2 時就已經完成 handoff，所以這些訊息不會增加交遞延遲。

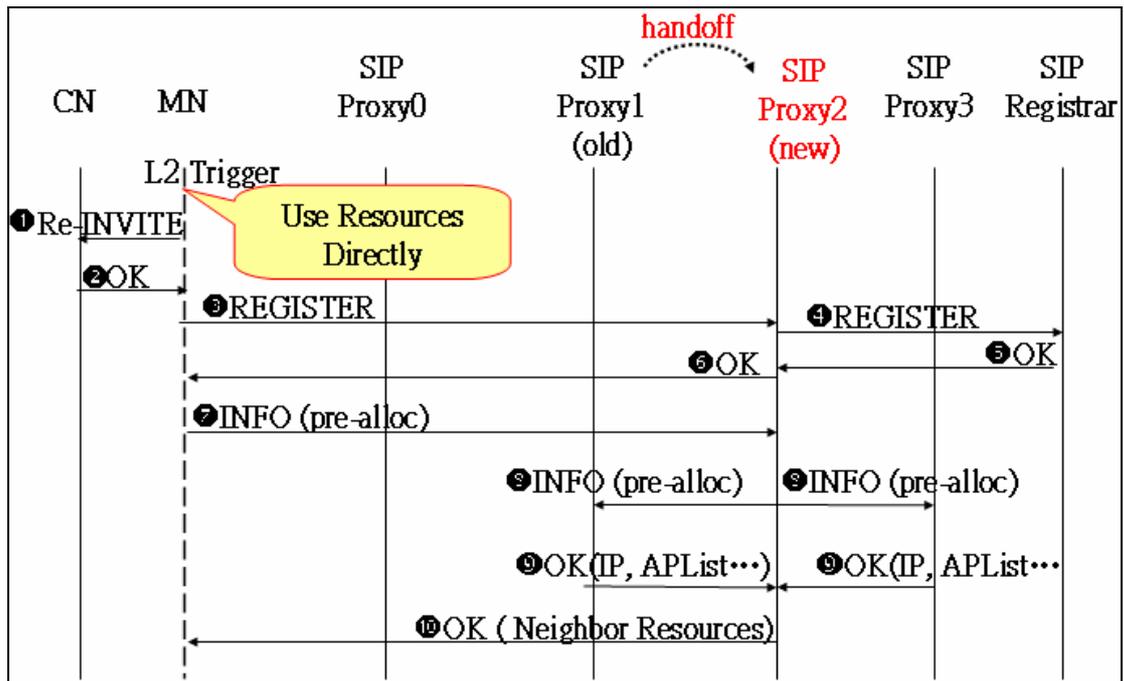


圖 3-4 LAMP Fast handoff (AP BSSID found)

圖 3-5 說明 AP 識別代碼不存在對照表中的情形：

- 1~4. MN 必須先向 SIP Proxy 先註冊。由於 AP 識別代碼不存在對照表中，MN 知道此次網域中並沒有為它預留 IP 及資源，所以 MN 要取得新 IP 後才能向 CN 發出 INVITE 的要求。
- 5~6. MN 使用新的 IP 向 CN 發出更新要求。CN 回應 OK 給 MN。
- 7~10. 預先向鄰近 SIP Proxies 要求網路資源(同 3.2.2.2 節所述之步驟 5~8)。

在這情況下就如同一般的 handoff 狀況，因此本方法就算是不能預先知道鄰近網域，其 handoff 時間也不會多於一般 handoff 過程。

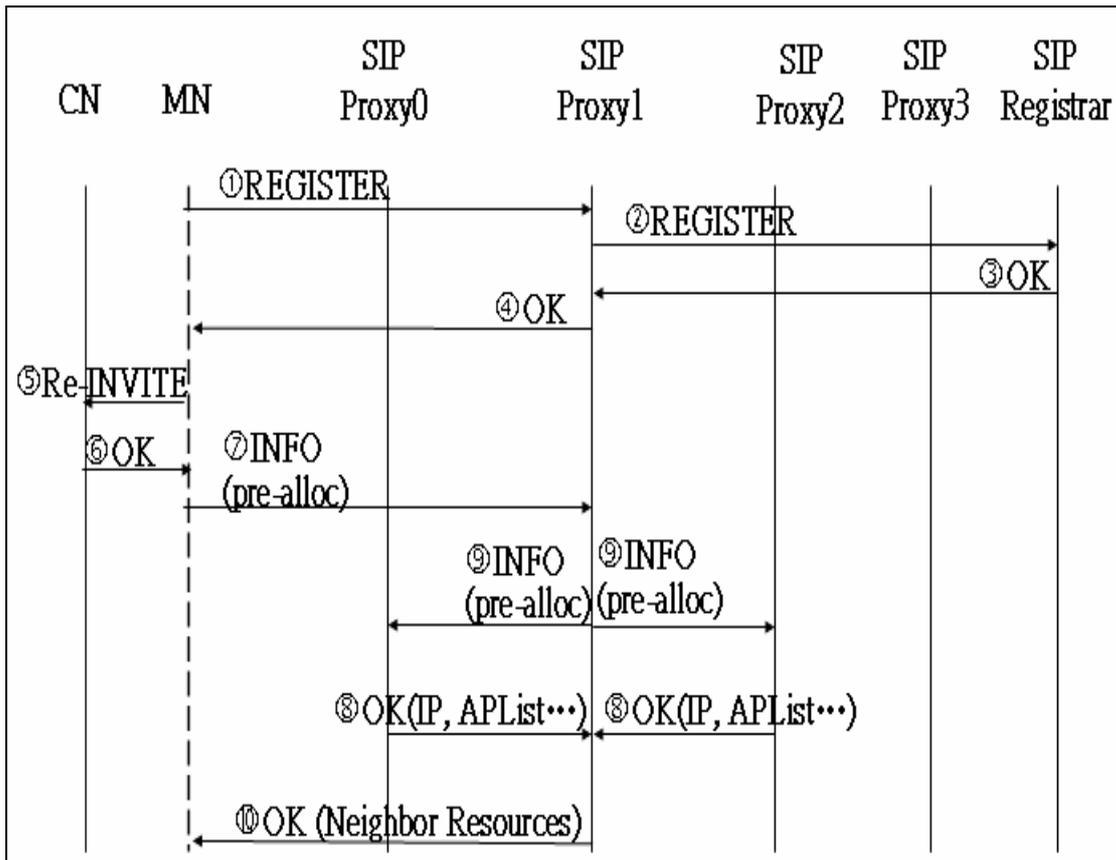


圖 3-5 LAMP Fast handoff (AP BSSID not found)

3.3 基地台強迫接續法

基地台強迫接續法 (AP Direct association) 為利用 AP 訊號強度資訊來預先選擇出下一個 AP，並強迫連向下一個 AP 以進行 AP 交遞的方法。原本做 AP 交遞的方式，是等到 MN 與現在鏈結 AP 斷線之後，才去探索 (Probe) 下一個 AP 以鏈結。而 AP direct association 將原本的方式改變為當訊號弱到某個程度時，預先探索 (Pre-probe) 並依某些機制決定出候選 AP，然後在訊號弱到更低的某個程度後立刻強迫鏈結向新 AP。

此方法可以避免 MN 處於使資料漏失機會較大的 AP 訊號範圍；並由於做預先探索 AP 的動作，而使得在決定要做 AP 交遞時不需探索的動作即可直接連向新 AP，如此一來則可省下鏈結層交遞的時間。

3.3.1 預先探索及強迫連向 AP

在此我們將 AP 的訊號強度分為三種：good signal，low signal，及 no signal。當 MN 連線的 AP 訊號低於 good signal 做預先探索選出下一個 AP，當連

線訊號低於 low signal 時便強迫 MN 連向新 AP。

圖 3-6 說明當 MN 由 AP_{old} 向 AP_{new} 移動時，其選擇下一個無線基地台的時機以及鏈結層交遞的時機。其中 good signal 線範圍內表示可順利通訊；good signal 線至 low signal 範圍內亦可順利通訊但即將接近可能造成資料漏失的範圍；low signal 線至 no signal 線範圍內表示可通訊但資料漏失機會較大；no signal 線外為不能通訊。

1. 訊號逐漸減弱到達 good signal 線與 low signal 線之間，表示正遠離 AP_{old}。
2. 此時開始進行探索並選擇下一候選無線基地台。
3. 訊號逐漸減弱到達 low signal 線與 no signal 線之間，表示已進入資料漏失機率較大地區。
4. 直接連向由步驟 2 所選定之無線基地台而不需再做探索

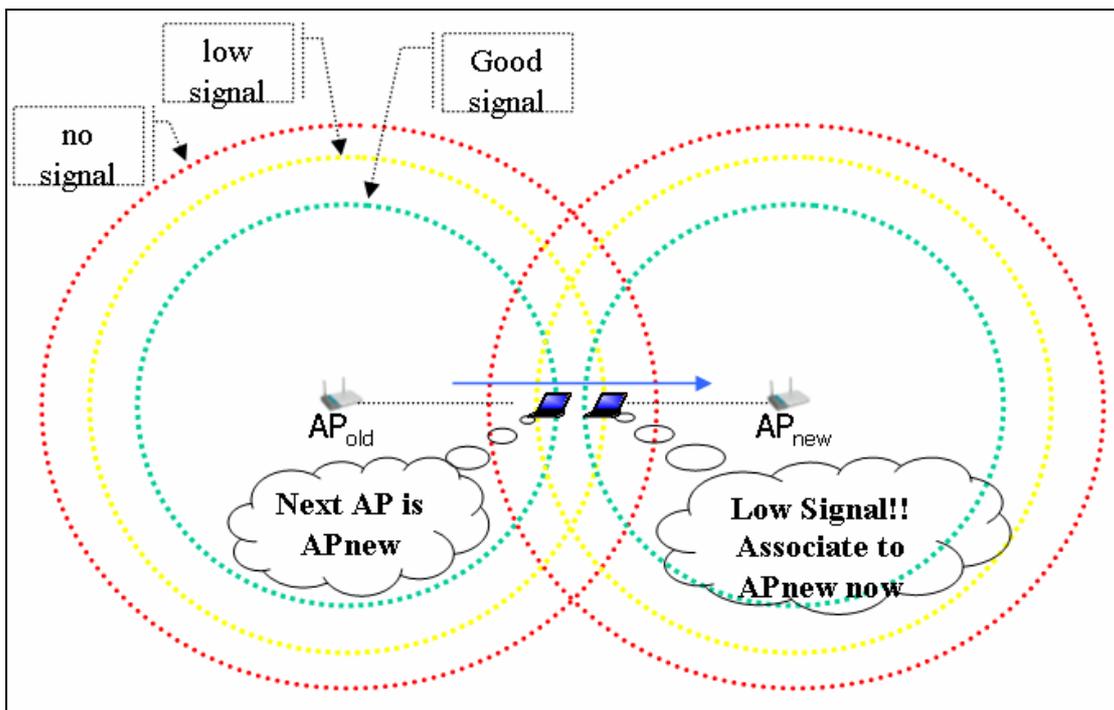


圖 3-6 AP direct association 示意

3.3.2 選擇候選 AP 的方式

選擇候選 AP 在此我們列出 2 種，第一種用訊號強度來決定下一個無線基地台，此種作法可直接運作於網路卡之中而不需上層之介入；第 2 種方式為使用位置預測來得出下一個 AP 資訊，這需要上層協定的幫助。

3.3.2.1 依 AP 訊號強度選擇預測

這個方式是根據周圍所有能探測到之 AP 訊號強度來選擇。當 MN 低於 good signal 而開始選擇候選 AP 時，此選擇方式為選出訊號愈來愈強且訊號強度高於 good signal 的 APs 中，選擇訊號最佳者為候選 AP。

3.3.2.2 依位置預測選擇

MN 可將自己之前連過的基地台歷史資訊送往 Location server 以計算移動方向並且選擇出下一個連結可能性最大之無線基地台；或是之前 MN 從 Location Server 已得知無線基地台之佈建情形，由 MN 自行計算出下一可能之無線基地台。

MN 亦可設定一以歷史紀錄統計出之 profile 以決定無線基地台的連線順序，這個順序通常是固定不變的。例如；每天上下班時固定經過之無線基地台之順序即可成為一 profile。

3.4 猜測式多重連線法



在 MN 能知道未來移動網域已為 MN 保留資源的前提下，猜測式多重連線法 (Foreseed Duplicated Connections) 方法為 MN 預先通知 CN 提早將資料複製多份傳送往 MN 現在的網域及 MN 未來可能去的網域之 IP 位址。如此當 MN 在移動至新的網域一但獲得 IP 之後可立即接收該串流資料，可減少 MN 在移動至新網域之後重新要求 CN 送資料往 MN 新位置重建連線的時間，但缺點為會浪費多份傳送資料的網路資源。

圖 3-7 簡單示意一做 Foreseed Duplicated Connections 之過程

1. 首先 MN 預先知道未來將要移動網域之 IP
- 2~3. MN 通知 CN 將要通訊的資料串流同時送往現在網域 Subnet_{Old} 及將來可能會到的網域 Subnet_{New}
- 4~6. MN 移動至 Subnet_{New} 後在鏈結層及網路層作換手後便可立即用新網域的 IP 來獲得資料串流

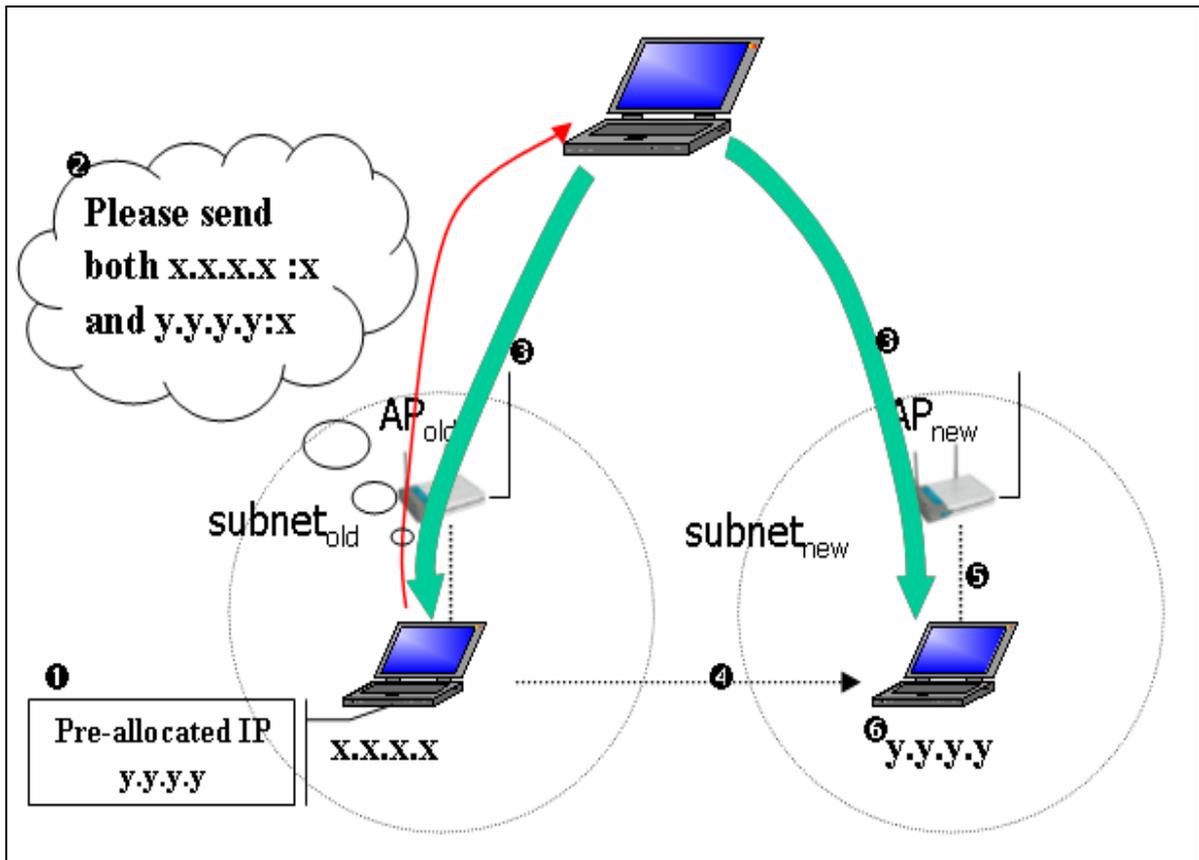


圖 3-7 Foreseed Duplicated Connections handoff

3.4.1 Duplicate session selection policy

在選擇作重複多點傳送的位置時，有下述方式，可由圖 3-6 看出其網路資源消耗的差別

All MN' s candidate IPs

將重複的資料串流送往所有可能的位置，這能保證 MN 在移動往下一個網域時確時能在獲得 IP 之後馬上能恢復接收資料。這也是最容易實作的一種方式。

Only MN' s predicted location

僅將重複資料串流送往在候選網域之中預測將要移動的下幾個位置。使用此方式可降低網路資源的浪費

MN 可將自己之前連過的基地台歷史資訊送往 Location server 以計算移動方向並且選擇出幾個可能性最大之網域；或是之前 MN 從 Location Server 已得知網域之佈建情形，由 MN 自行計算出下幾個可能之網域。

MN 亦可設定一以歷史紀錄統計出之 profile 以決定可能網域的連線順序，這個順序通常是固定不變的。例如；每天上下班時固定經過之網域順序即可成為一 profile。

如圖 3-8：當有作路徑預測時其網路頻寬的浪費便會較沒做預測時少許多

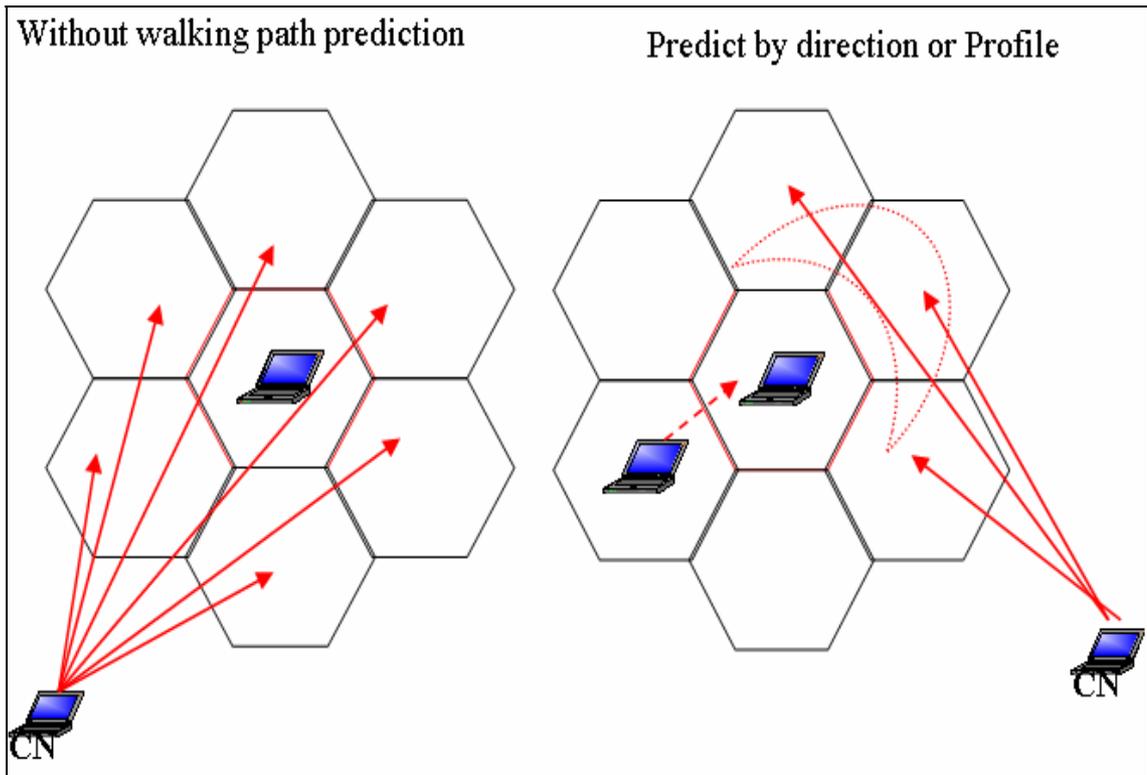


圖 3-8 Duplicated Connections 方向選擇

此外 Foreseed Duplicated Connections 若處於圖 3-9 的情形下，將造成即使沒有 MN 在中間的網域中也會使得中間的網域因周圍網域中 MN 的 CN 預先作 Foreseed Duplicated Connections 而使得其頻寬消耗殆盡。Foreseed Duplicated Connections 所造成的頻寬浪費，將在下一小節中介紹如何搭配 3.2 的 AP Direct association 方法以解決之。

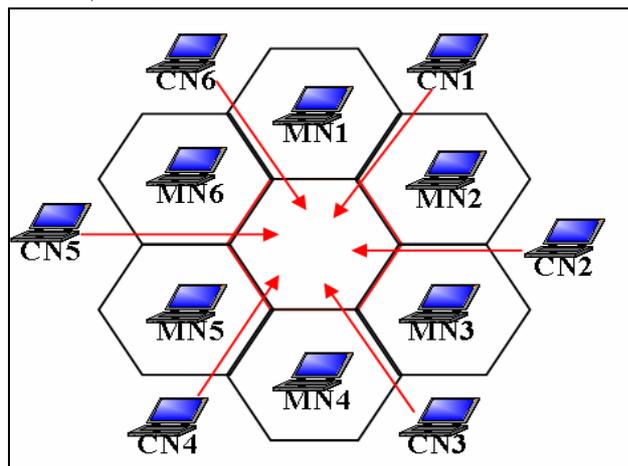


圖 3-9 Foreseed Duplicated Connections 的潛在網路資源浪費

3.5 Integrate LAMP, AP direct association and Foreseed Duplicated

Connections

在前三節中提到 LAMP 為加快 network-layer handoff 的速度，AP direct association 為加快 link-layer handoff 的速度，Foreseed Duplicated Connections 為加快 application-layer handoff 的速度。現在敘述將此三種方式整合起來的運作方法以期達到最佳化改善 handoff 速度。其中 Foreseed Duplicated Connections 方法的前提是 MN 需要預先告知 CN 其未來可能的位置，這點可由 LAMP 而得知；而 Foreseed Duplicated Connections 所造成的網路資源浪費，亦可與 AP direction association 中的方式搭配以使浪費大量減少。

圖 3-10 為一整合三種方式後之跨網域 handoff 運作實例，說明如下：

- 1~5. 使用在 3.1.2 節中提到的 LAMP 註冊機制，預先得到周圍網域的相關資源。
6. MN 與 CN 開始通訊，此時通訊資料串流僅一份由 CN 經 AP1 至 MN IP y.y.y.y.。
- 7~9. 當 MN 到達無線基地台訊號達綠線外此時由 AP direction association 機制觸發選擇下一連線無線基地台，在此時經由 LAMP 機制可得知將要移動的網域及其保留 IP z.z.z.z，接著通知 CN 經由 AP2 作 Foreseed Duplicated Connections 至 MN 未來 IP z.z.z.z。
10. 當 MN 到達無線基地台訊號達黃線外此時由 AP direction association 機制觸發跟 AP2 快速 link-layer 連線。而在 link-layer 連線之後觸發 LAMP 機制直接使用已保留之 IP z.z.z.z。接著馬上能使用此 IP 發送資料並且接收預先建好由 CN 傳向 MN 之資料串流

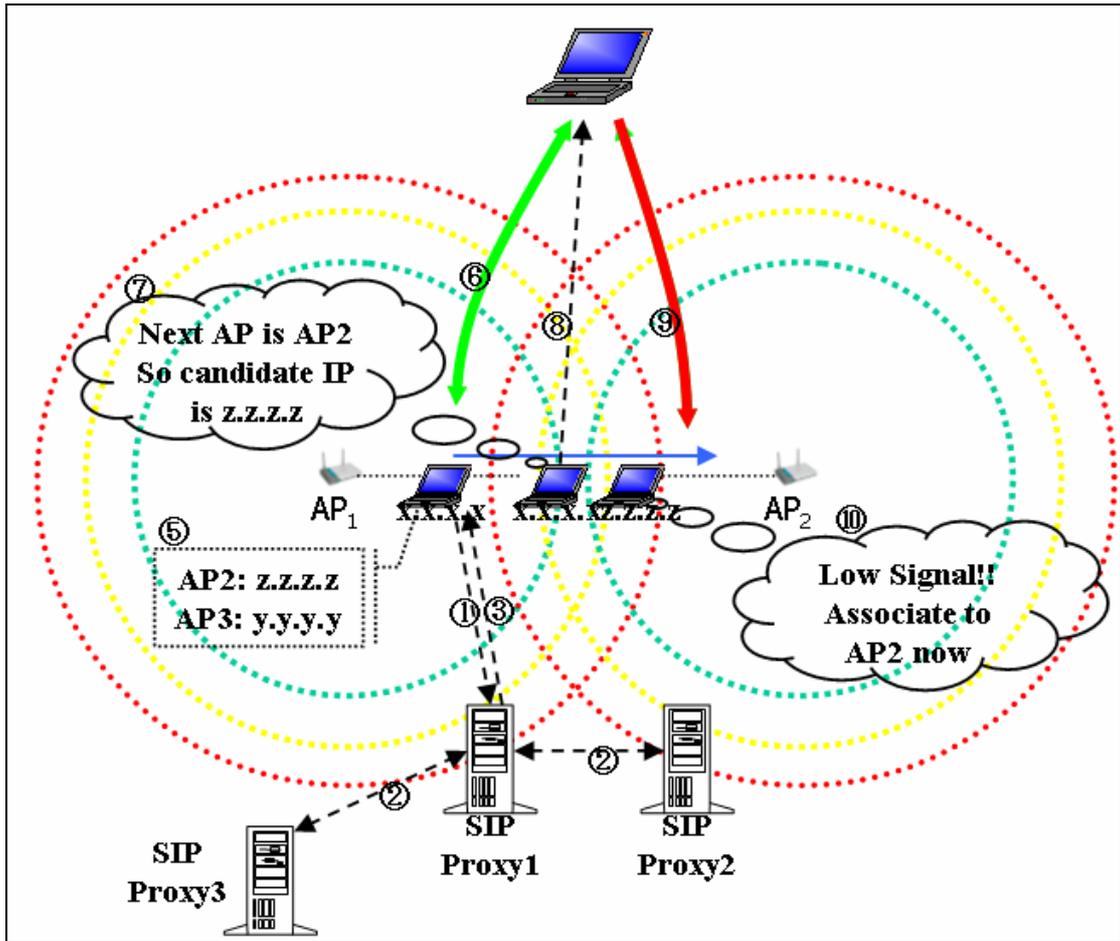


圖 3-10 整合 LAMP, AP direct association , Foreseed Duplicated Connections
的運作過程示意

在此將三種方式整合過後可達到同時有各階層的handoff最佳化。在Foreseed Duplicated Connections部份可以靠LAMP及AP direct association確切知道下一連線位置，如此一來最多使用雙份網路資源；並且其Foreseed Duplicated Connections時機是在即將handoff時才開始，如此一來便可將重複資料傳輸的時間減少。

第4章 LAMP 方法實作在架構於 SIP 的 VoIP 系統

在本章節中，我們將實作 LAMP 於一使用 SIP 來做訊息溝通的 VoIP 系統之上。我們所要做的部份其中包含位於 SIP proxy 中處理來自 MN 作預先註冊及根據網域位置預先要求分配資源的模組，我們稱之為 LAMP server；以及在 MN 上的 SIP User Agent 中幫助 MN 可依目前連結 AP 而察覺位置以對周圍網域預先註冊及預先分配資源的模組，我們稱之為 LAMP MManager (Mobility Manager)。

4.1 系統之軟體需求

此系統中需要四項系統元件，分別為：SIP proxy、SIP user agent 及 SIP registrar。底下將分別針對這四項元件的軟體需求做詳細地介紹：

SIP proxy：

作業系統：Microsoft windows

軟體需求：可幫忙轉送 SIP 要求的 CCL SIP Proxy server

可接受 LAMP 預先註冊要求的 LAMP server

SIP user agent：

作業系統：Microsoft windows

軟體需求：可供上層獲取下層無線設備資訊的 ndis port driver

可做 SIP 訊息交換並建立 RTP 連線的 CCL SIP user agent

可做 LAMP 預先註冊要求的 LAMP MManager

SIP Registrar：

作業系統：Microsoft windows

軟體需求：可讓 SIP user agent 註冊的 CCL SIP Registrar built-in proxy

4.2 LAMP 訊息格式

在此敘述此實作中 LAMP 封包的 header 欄位，如圖 4-1：

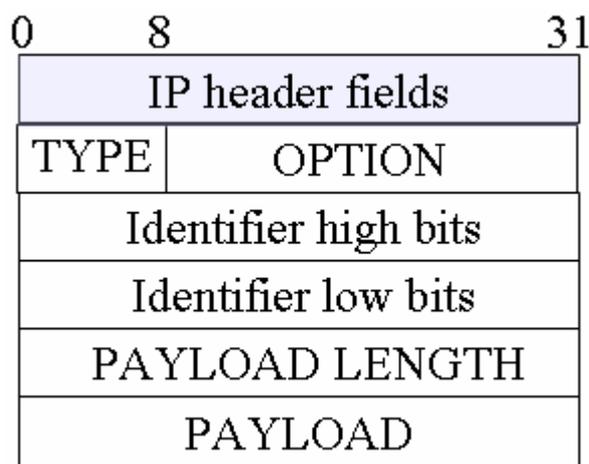


圖 4-1 LAMP packet header format

LAMP 封包欄位	敘述
TYPE	欄位型態(Type)表示此 LAMP 封包之目的，目前所設計的 LAMP 訊息型態有以下六種，參考表 4-2
OPTION	保留
Identifier	用來確認此 LAMP 訊息的發起者為何，任何分配資源以及釋放資源皆以此為依據。在此實作以 MN 的 MAC address 當作 Identifier
PAYLOAD LENGTH	用來表示封包內容裡 AP 與 網路資源對照表的長度為何
PAYLOAD	在 LAMP 的實作之中，內容只有一種可能，亦即是 AP 與網路資源對照表。

表 4-1 LAMP packet 欄位說明

Message Type	description
LAMP_UAIPREG	從 UA 發出的預先註冊及分配 IP 訊息要求，封包僅有 header
LAMP_UAIPREP	向 UA 發出的預先註冊及分配 IP 訊息回應，封包帶有 AP 與網路資源對照表。
LAMP_PROXYIPREG	從 Proxy 轉送的預先註冊及分配 IP 訊息要求，封包僅有 header
LAMP_PROXYIPREP	向 Proxy 發出的預先註冊及分配 IP 訊息回應，封包帶有 AP 與網路資源對照表
LAMP_UAIPREL	從 UA 發出的釋放 IP 訊息要求，封包中帶有 MN 所在地的 Proxy IP
LAMP_PROXYIPREL	從 PROXYUA 發出的釋放 IP 訊息要求，封包中帶有 MN 所在地的 Proxy IP 封包僅有 header

表 4-2 LAMP 封包型態說明

我們所要做的 LAMP MManager 將會實作增加於 CCL SIP User Agent 架構中。首先我們會介紹 CCL SIP User Agent 其架構以及我們將實作 LAMP 於其架構中的位置。接著我們會介紹處理 LAMP 訊息的流程以及其所需要的資料結構。

4.2.1 CCL SIP User Agent

我們的 LAMP 方法將實作於工研院的 CCL SIP user agent 之上，其架構如圖 4-2，我們在此將介紹其主要的元件功能及其相互間的關係：

a. UAProfile

提供給 UI 能夠改變 user agent 設定的函式並且保存此 User agent 的設定，包含本機 IP 位址，SIP Proxy IP 位址，SIP Registrar 位址，使用者資訊，認證資訊，聲音編碼喜好設定，及通話記錄等。

b. UACore

為 SIP user agent 的核心部份，提供建立 SIP 連線的函式。其用 SDP 模組來建立連線的敘述，包含連線所使用的 RTP 位址、影音串流的編碼及傳

輸 port 等。用 SIP TX 模組來維護連線時的狀態。

c. MediaManager

提供做聲音輸入輸出的管理以及 RTP 連線的建立連接管理。其中有二個執行緒，分別是錄音後轉換 wav 聲音成 RTP 封包後送出，一個是將收到的 RTP 封包轉換成為 wav 後播放。

d. CallManager

對上層 UI 提供更為抽象的函式來建立、修改、中斷連線。根據 UAProfile 中的設定來使用 UACore 作 SIP 訊息交換。用 MediaManager 建立串流連線及聲音的播放控制。

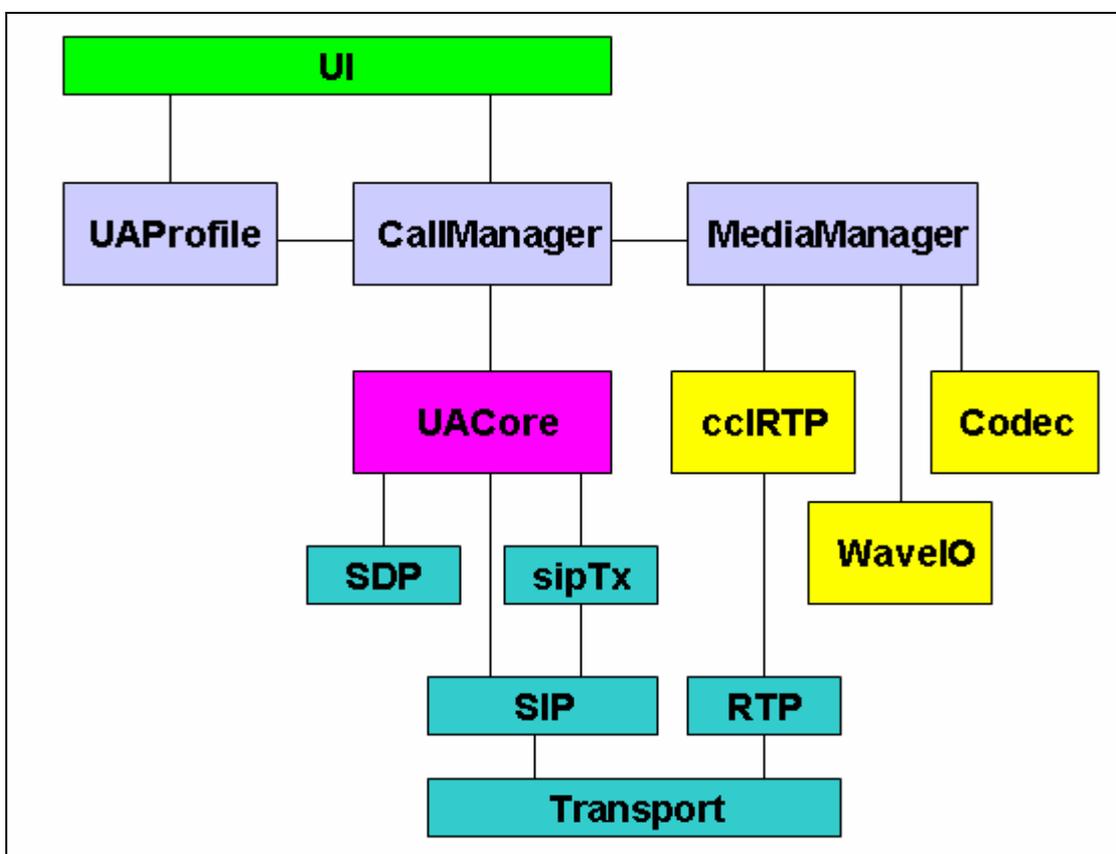


圖 4-2 CCL SIP UA architecture

以上簡短介紹了 CCL SIP User Agent 的架構之後，接下來介紹我們將增加於此架構下的部份。

如圖 4-3 所示：

LAMP MManager 可從 Link-Control 獲得 AP 連結資訊以用來在察覺位置的變化

之後立刻使用 Network-Control 對 Network-layer 做 設定 IP 以及 Gateway 的動作。其中 Network-Control 設定依據是來自於 LAMP 預先註冊後獲得的” AP 與網路資源對照表”。

LINK Control 是一可從 Link layer 取得相關資訊的模組，包括 AP 的 RSSI、BSID、BSSID。

Network Control 是一可做 Network-layer 設定的模組，像是設定 IP、Gateway、network mask。

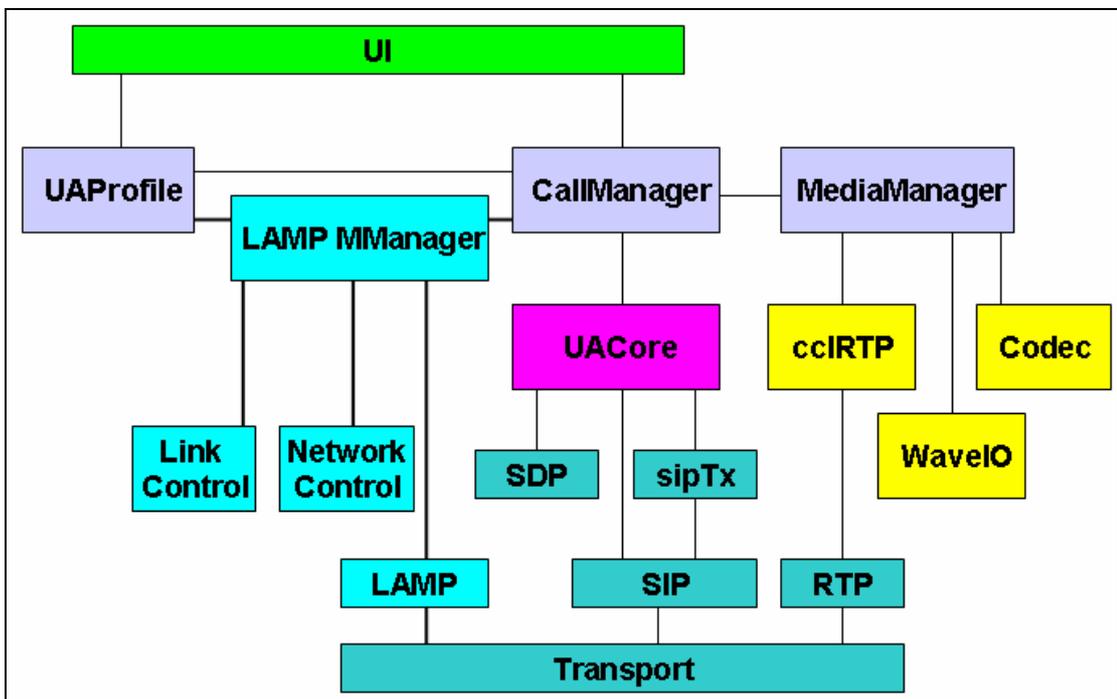


圖 4-3 LAMP MManager in CCL SIP UA architecture

4.2.2 LAMP 訊息處理流程

在 LAMP Mobility Manager 這端僅關心 LAMP_UAIPREP 這個訊息，這個訊息存放著 AP 與可用資源對照表以供 MN 在移動時可以查詢此表來察覺網域的改變及新網域上的 agent 位置。

以圖 4-4 為說明：

當 LAMP Mobility Manager 收到從現在網域上的 proxy (UAProfile 中有記錄現在所使用之 proxy) 送來之 LAMP_UAIPREP 訊息，即可依封包後所附內容來更新 AP 與可用資源對照表。

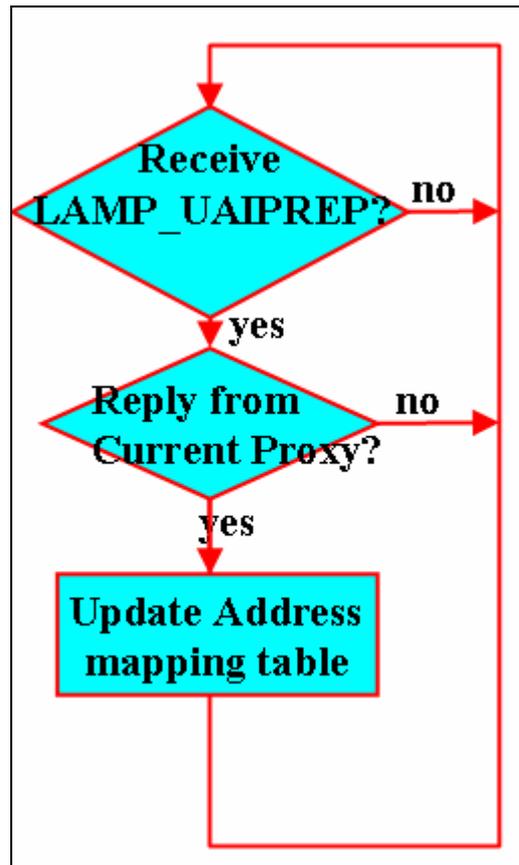


圖 4-4 LAMP 訊息處理流程圖 - LAMP MManager

4.2.3 Handoff 處理流程

3.2 節中提到之 LAMP 方法以 Layer-2 trigger 來提醒上層 Link-layer handoff 的發生。在實作中我們以輪詢 (polling) 的方式定時由 MManager 去詢問底層現在所連線的 AP 其 BSSID 為何，我們使用 10ms 做為詢問的週期。

圖 4-5 顯示 LAMP MManager 其快速交遞的處理過程：

當 MManager 發現所連結的 AP 已改變後，使用新 AP 的 BSSID 來查詢“AP 與可用資源對照表”

若經比對後發現已跨網域，就直接使用“AP 與可用資源對照表”裡所預先註冊好的資訊來更新 IP 及更新 proxy 資訊，至此 network-layer handoff 便已完成。

若現在正處於通話狀態就呼叫 CallManager 提供的 re-invite 函式以執行重新邀請 CN 的動作以執行 application-layer handoff。

最後向新此網域的 proxy 發出預先註冊的訊息以供下一次交遞使用，以及通知之前的 proxy 釋放之前預先在週圍網域保留給 MN 的 IP 位址，此時 release 封包中須帶有現在位置 proxy 的 IP 以辨明此 MN 所在位置，以免釋放將 MN 正在使用的資源。

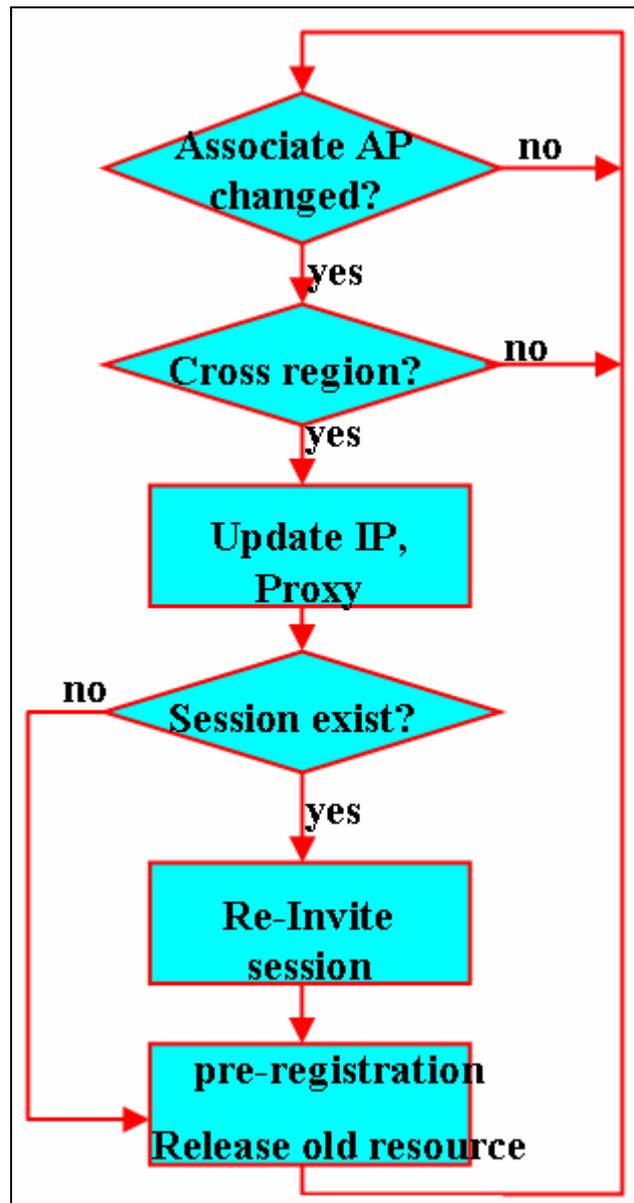


圖 4-5 LAMP MManager Handoff 流程圖

4.2.4 Data structure in LAMP Mobility Manager

在 LAMP 中，MN 須要靠 AP 資訊來察覺 MN 所在的位置與網域之間的對照以使用該網域已事先註冊的資源，並靠位置資訊來和當地的 agent 做預先註冊。於是我們需要以下的表：

AP 與網路資源對照表：

欄位 AP ID 表示辨認 AP 的唯一代碼，在此我們使用 AP 的 BSSID

欄位 Candidate IP 表示當位於此 AP 之下時可使用的預先註冊之 IP

欄位 subnet prefix 表示此 AP 位於網域的 prefix

欄位 Gateway 表示在此網域之下所應使用之閘道器 IP

欄位 Life Time 表示此 IP 在註冊之後可使用的期限，單位為秒

以表 4-3 為例：在 AP 資源中有一筆預先註冊好的資料對照，當與 AP 000D884BB49E 作連結後可使用的 IP 為 140.113.216.201 其所在的網域是 140.113.216.0，此網域下使用閘道器 140.113.216.254，此網域由 SIP Proxy 140.113.216.200 所管轄。此預先保留之 IP 有效期限為 3600 秒

AP ID	Candidate IP	Subnet prefix	Gateway	Proxy IP	Life Time
000D884BB49E	140.113.216.201	140.113.216.0	140.113.216.254	140.113.216.200	3600

表 4-3 AP 與網路資源對照表

4.3 LAMP Server in SIP proxy

4.3.1 LAMP 訊息處理流程

LAMP Server module 會從 2 個方向收到 LAMP 訊息，分別為接受 MN 來的預先註冊訊息；以及接受從周圍 SIP 次網域中 LAMP Server 來的預先註冊訊息。

如圖 4-6 所示，來說明當 LAMP Server module 收到各 LAMP 訊息的相應動作：

LAMP_UAIPREG:

當 LAMP Server module 收到從 MN 來的預先註冊要求時，會查詢鄰近 Proxy 伺服器列表後將此註冊要求轉送至在鄰近的 Proxy。由於隨時有可能有其它 MN 會作註冊要求所以我們在發出要求後必須立刻回到等待下一個 LAMP

訊息的狀態。而向鄰近代理伺服器發出要求後它們不一定會在短時間內回應，若一個一個發出要求後再等待其回應將會花費大量時間。所以在此我們設計一個 Collection pool 的機制，也就是當轉送出預先註冊至所有鄰近代理伺服器之後並不等待其回應便回到等待下一個 LAMP 訊息的狀態，之後再收到從鄰近伺服器的回應時便存放至此 Collection pool，直到 Collection pool 知道所有的鄰近伺服

器都回應該 MN 的註冊要求後再將此 Collection pool 中屬於該 MN 的“AP 與網路資源對照表”一次送回 MN。

LAMP_PROXYIPREG:

當 LAMP Server module 收到從鄰近 SIP Proxy 轉送來的預先註冊要求後，便依這 LAMP 訊息中夾帶的 MN ID 來分配 IP 資源。其分配 IP 資源的方式是在所屬所有網域中皆配予 1 個 IP 並且將此 IP 與該網域的閘道器及 AP 分佈合併做成“AP 與網路資源對照表”，之後將此對照表送回給轉送此 LAMP 預先註冊要求的 SIP Proxy。

LAMP_PROXYIPREP:

當 LAMP Server module 收到由鄰近 SIP Proxy 回應關於某 MN 的註冊，先將此訊息夾帶給 MN 關於其下網域的“AP 與網路資源對照表”放入 Collection pool，再看此 Collection pool 中關於此 MN 的回應狀況是否全部的鄰近 proxy 都已回應，若所有鄰近 proxy 都已回應則將此 Collection pool 中有關該 MN 的 AP 與網路資源對照表送給該 MN。

LAMP_UAIPREL:

當 LAMP Server module 收到由 MN 發出要釋放已註冊 IP 的要求時，釋放掉 MN 在本網域註冊的網路資源，並將此要求轉送給週圍鄰近的 SIP Proxy。

LAMP_PROXYIPREL:

當 LAMP Server module 收到由從 PROXY 發出的釋放 IP 訊息要求，依照其中所附的 MN ID 來將之前分配給該 MN 的 IP 釋放以在日後分配給其它 MN。

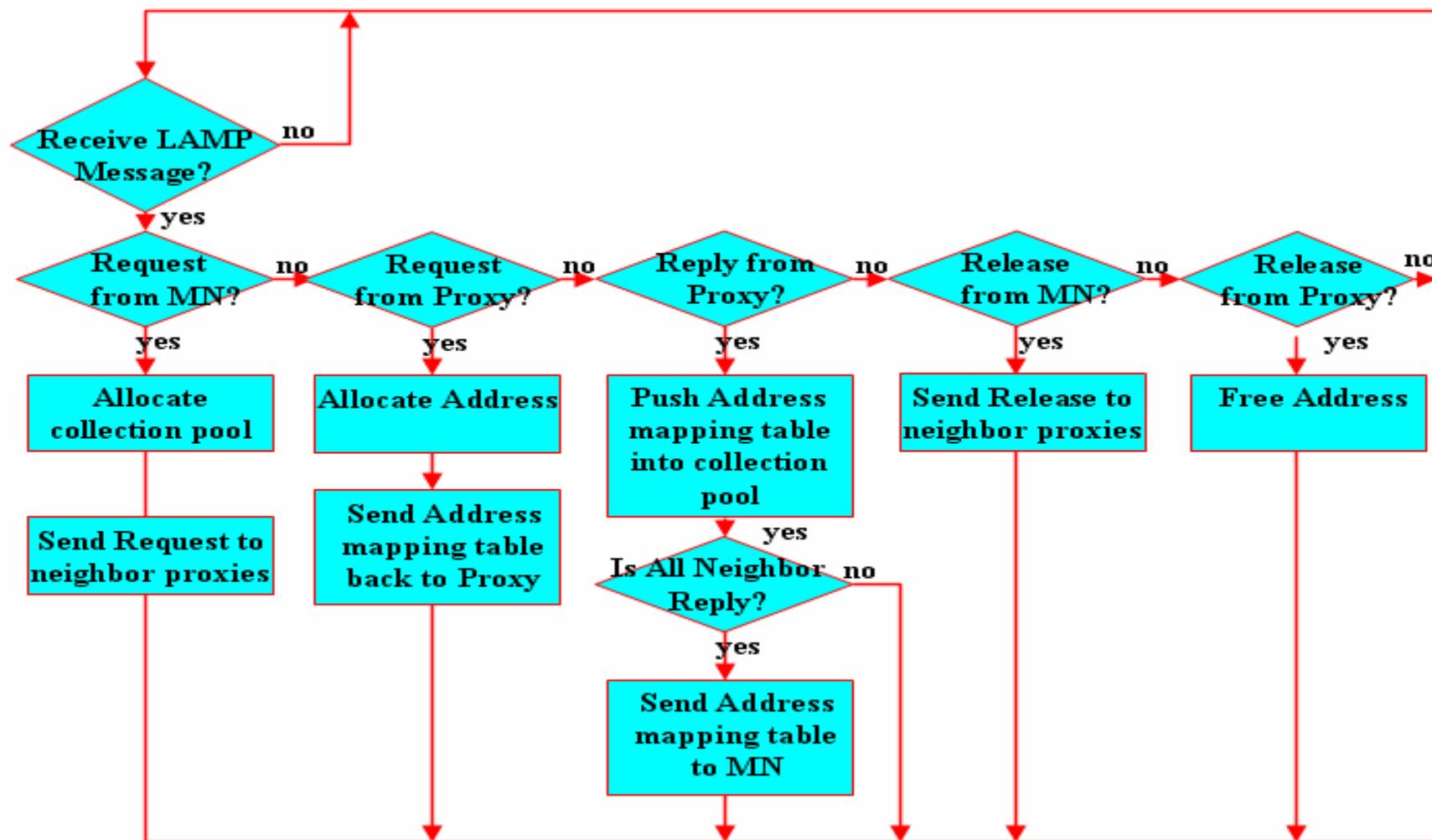


圖 4-6 LAMP 訊息處理流程圖 - LAMP Server

4.3.2 Data structure

依 3.2 節中提到的架構，在一個 SIP proxy 之下可能會有數個網域，網域之下會佈建一至多個 AP。而在我們的實作之中，LAMP server 要有能力配發 IP。於是我們在 LAMP server 中需要有以下資料結構：網域資訊表，AP 佈建表以及 IP 資源表。

Proxy 亦要有能力轉送 MN 的預先註冊訊息給其它 neighbor Proxy，並且收集由 neighbor proxy 回傳配發給 MN 的 IP 與該 IP 網域的 AP 佈建情形。於是須要以下的資料結構：鄰近代理伺服器列表，AP 與網路資源對照表收集區。

網域資訊表：

此表列出此 SIP proxy 之下有哪些網域及其相關資訊

欄位 subnet prefix 表示此 SIP proxy 所管轄的網域其 prefix

欄位 Gateway 表示此 SIP proxy 所管轄的網域中對外閘道器的 IP 位址

以表 4-4 為例：在此 SIP proxy 之下有 2 個網域，其 prefix 140.113.216.0 的網域使用閘道器 140.113.216.254 而 prefix 為 140.113.24.0 的網域使用閘道器 140.113.24.254

Subnet prefix	Gateway
140.113.216.0	140.113.216.254
140.113.24.0	140.113.24.254

表 4-4 網域資訊表

AP 佈建表：

此表列出此 SIP proxy 之下有哪些 AP 及其相關資訊

欄位 AP ID 表示辨認 AP 的唯一代碼，在此我們使用 AP 的 BSSID

欄位 Subnet prefix 表示該 AP 屬於哪一個網域之下

欄位 Position 表示該 AP 的絕對位置，以經度, 緯度, 高度為內容
以表 4-5 為例：

在此 SIP proxy 下有 2 個 AP，AP 000d884bb49d 屬於網域 140.113.216.0，其位置為未知；AP 0005884bb49f 屬於網域 140.113.24.0 其位於(100, 100, 6)的位置

AP ID	Subnet prefix	Position
000d884bb49d	140.113.17.0	NULL
000d884bb49f	140.113.24.0	(100, 100, 6)

表 4-5 AP 佈建表

IP 資源表：

此表列出此 SIP proxy 可配發的 IP 資源。

欄位 Candidate IP 表示此 SIP proxy 可分配的 IP 資源。

欄位 Subnet prefix 表示該 IP 屬於哪一個網域之下。

欄位 MN_ID 代表此 IP 已分配給哪個 MN，內容為 MN 的 MAC address。

欄位 Life time 代表此 IP 分配給 MN 的限制時間，時間到後此 IP 資源便收回，其單位為秒。

以表 4-6 為例：

在網域 140.113.216.0 之下的 IP 140.113.216.201 已分配給 MN 00:02:2D:50:D3:D0，網域 140.113.216.0 之下的 IP 140.113.216.202 則處於尚可被分配的狀態

Candidate IP	Subnet prefix	MN_ID	Life Time
140.113.216.201	140.113.216.0	00022D50D3D0	3600
140.113.216.202	140.113.216.0	NULL	3600

表 4-6 IP 資源表

鄰近代理伺服器列表：

此表列出鄰近的 neighbor proxy。

欄位 Neighbor Proxy 表示此 SIP Proxy 週圍網域的 SIP Proxy IP

以表 4-7 為例：

本 SIP Proxy 的週圍有二個 SIP 次網域而其上的 SIP Proxy 分別是 140.113.24.130 以及 140.113.17.130

Neighbor Proxy
140.113.24.130
140.113.17.130

表 4-7 鄰近代理伺服器列表

AP 與網路資源對照表收集區：

此表用來記錄關於 MN 做註冊時的回應狀況與已註冊成功之資源。

欄位 UA ID 表示此筆紀錄的 Identifier，使用 MN 的 MAC address。

欄位 UA IP 表示此 MN 現在的 IP address，當 AP 與網路資源對照表收集完成時根據此 IP address 送回至 MN。

欄位 ReplyProxyIndex 表示一個記錄著關於此 MN 註冊要求的 neighbor proxy 回應狀況表。

欄位 AddressMapTable 表示一個收集著關於此 MN 註冊要求的 AP 與網路資源對照表

以表 4-8 為例：

本 SIP proxy 的 AP 與網路資源對照表收集區中尚有一筆記錄正在等待 neighbor proxy 回應 AP 與網路資源對照表；其 UAID 為 00022D50D3D0，當收集完成時要送往的 IP 為 140.113.216.201。在 ReplyProxyIndex 中記錄著 neighbor proxy 140.113.17.130 已回應此 MN 的註冊要求，而 neighbor proxy 140.113.24.130 尚未回應註冊要求。用來存放關於此 MN 的 AP 與網路資源對照表中已有一筆記錄。

UAID	UA IP	ReplyProxyIndex	AddressMapTable
00022D50D3D0	140.113.216.201	ReplyProxyIndex of 00022D50D3D0	AddressMapTable of 00022D50D3D0

ReplyProxyIndex of 00022D50D3D0：

Neighbor Proxy	Replied?
140.113.24.130	FALSE
140.113.17.130	TRUE

AddressMapTable of 00022D50D3D0：

AP ID	Candidate IP	Subnet prefix	Gateway	Proxy IP	Life Time
000d884bb49d	140.113.17.126	140.113.17.0	140.113.17.254	140.113.17.130	3600

表 4-8 AP 與網路資源對照表收集區

第5章 操作實例與實例分析

5.1 使用 DHCP 要求網路資源的可漫游之 VoIP 系統操作實例

5.1.1 操作環境

如圖 5-1，我們在實際的網路上操作經可漫游的 VoIP 系統，實驗環境為在二個無線環境下進行漫游，分別為 140.113.17.0 網域(以下簡稱 17 網域)及 140.113.24.0 網域 (以下簡稱 24 網域)。在 17 網域下有一台 DHCP Server 140.113.17.6 來配發 IP，在 24 網域下亦有一台 DHCP Server 140.113.24.254 來配發 IP。實驗時的 CN 140.113.215.200 在這二個無線網域之外。在 MN 及 CN 之上我們執行 Sniffer 網路封包監控分析程式以分析其中斷時間。

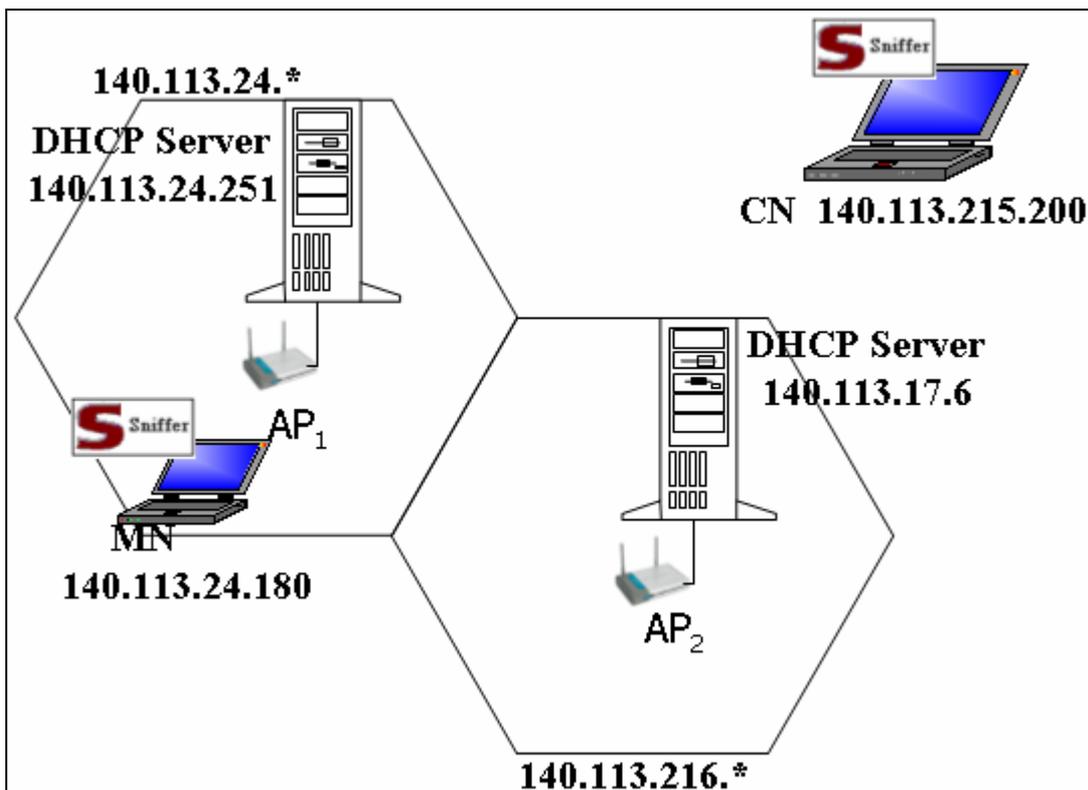


圖 5-1 使用 DHCP 要求網路資源的可漫游之 VoIP 系統操作環境

5.1.2 操作流程

圖 5-2a 為使用 CCL SIP User Agent 對 CN 140.113.215.200 撥號的程式畫面，圖 5-2b 為等待通話狀態的程式畫面，圖 5.2c 為已開始通話的程式畫面。



a. CCL SIP User Agent 撥號程式畫面



b. CCL SIP User Agent 等候接通程式畫面



c. CCL SIP User Agent 通話中程式畫面

圖 5-2 CCL SIP UA 通話畫面

接著我們在通話中的狀態下從 24 網域移動至 17 網域，換成 17 網域之後會使用 DHCP 機制發現網域的變化並且獲得新的 IP，接著 MN 會對 CN 發出 re-invite 恢復通話

5.1.3 時間分析

由於 MN 端與 CN 端之時間不同步，在此以 ping 程式來得出 MN 與 CN 間網路延遲 (propagation delay) 約為 1ms，以此訊息將 sniffer 監控結果加以同步而得出下圖結果。

這次實例操作之時間軸如圖 5-3，MN 在 135ms 時收到 CN 來的最後一個 RTP 封包，接下來一直到 8394ms 時才完成網路層交遞對 CN 發出 re-INVITE。接著到 8921ms 才收到由 CN 來的第一個 RTP 封包。也就是在 MN 這端的中斷時間高達 **8786ms**。CN 端同理，在交遞前收到的最後一個 RTP 封包在 83ms 時，交遞後收到的最後一個 RTP 封包在 8661ms 時，中斷時間高達 **8578ms**

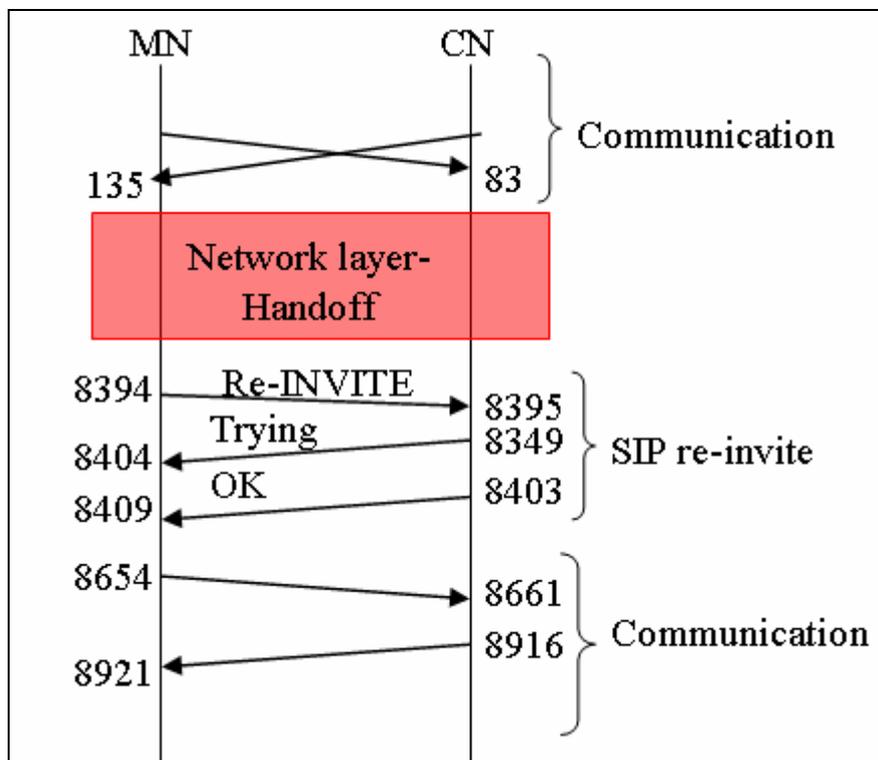


圖 5-3 跨網域交遞時間軸 - DHCP

5.2 經 LAMP 改善的可漫游之 VoIP 系統操作實例

5.2.1 操作環境

如圖 5-4，我們在實際的網路上操作經 LAMP 改善的 VoIP 系統，實驗環境為在二個無線環境下進行漫游，分別為 140.113.17.0 網域 (以下簡稱 17 網域) 及 140.113.216.0 網域 (以下簡稱 216 網域)。在 17 網域下有一台 SIP Proxy 140.113.17.130 內含有我們所做的 LAMP Server，在 216 網域下亦有一台 SIP proxy

140.113.216.200 內含有我們所做的 LAMP Server。實驗時的 CN 140.113.215.200 在這二個無線網域之外。在 MN 及 CN 之上我們執行 Sniffer 網路封包監控分析程式以分析其中斷時間。

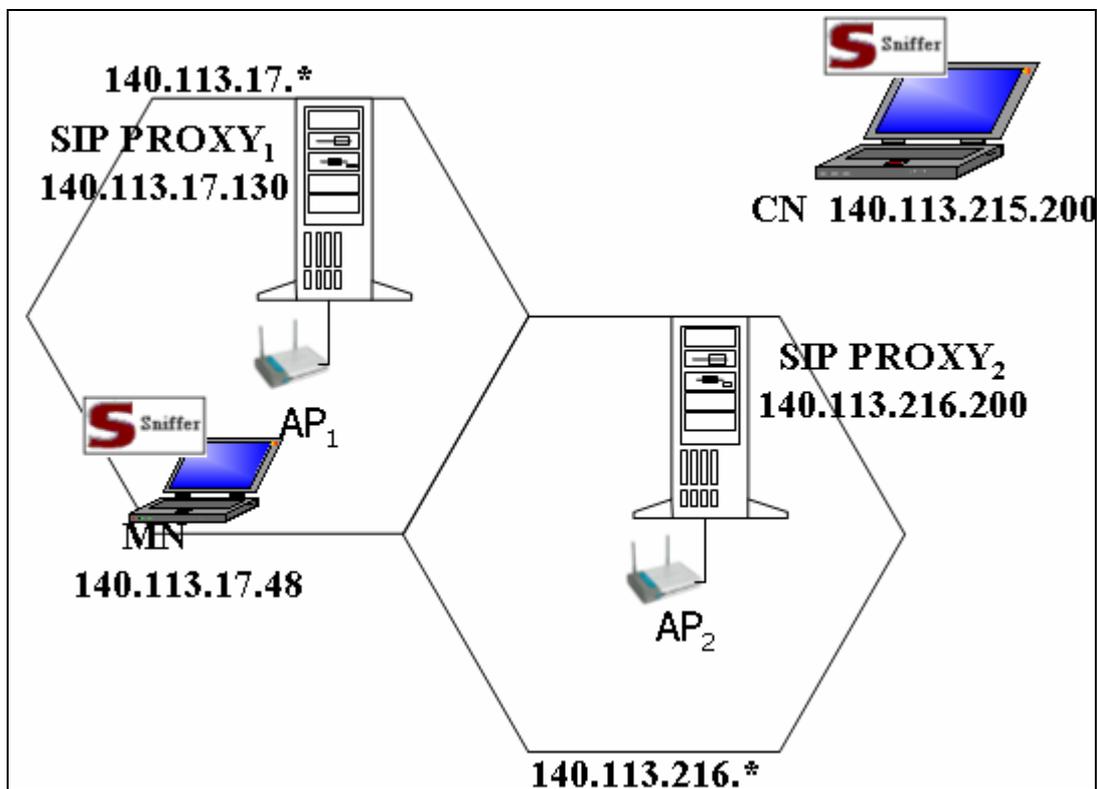


圖 5-4 LAMP for SIP 實例操作環境

5.2.2 操作流程

5.2.2.1 LAMP 預先向鄰近網域之 SIP proxy 要求網路資源

一開始時 MN 位於 17 網域上，如圖 5-5，MN 的 IP 是在 17 網域下的 140.113.17.48。MN 一開始在 17 網域下時，會對從在 UA 中設定所要使用的 proxy 140.113.17.130 發出預先註冊要求，此時我們可以從圖 5.6 及圖 5.7 來看其註冊流程：

如圖 5-6 a 部份，當 Proxy140.113.17.130 收到由 MN 送來 LAMP_UAIPREG 要求預先註冊的訊息時，根據鄰近代理伺服器列表找出 neighbor proxy 有 140.113.216.200。於是 Proxy 將此註冊封包的型態改填為 LAMP_PROXYIPREG 後轉送給 140.113.216.200。

如圖 5-7，當 Proxy140.113.216.200 收到其 neighbor proxy 140.113.17.130

送 LAMP_PROXYIPREG 來替 MN 預先註冊 IP 的要求後，Proxy140.113.216.200 配發一個可使用的 IP 140.113.216.201 給此 MN。並且接著把在 216 網域下的 AP 分佈、配發給 MN 的 IP140.113.216.201、閘道器 IP 140.113.216.254 及 Proxy IP 140.113.216.200 組合成 AP 與網路資源對照表後以型態 LAMP_PROXYIPREG 送回給 neighbor proxy 140.113.17.130。

如圖 5-6b 部份，當 Proxy140.113.17.130 收到由 neighbor proxy 140.113.216.200 送來 LAMP_PROXYIPREG 回應預先註冊的訊息時，將附於封包後的 AP 與網路資源對照表存入 MN_ID 為 00022D50D3D0 的 AP 與網路資源對照表收集區。此時 AP 與網路資源對照表收集區中關於 MN_ID 00022D50D3D0 的資源收集已完成，於是送出 LAMP_UAIPREP 回應預先註冊的封包給 140.113.17.48，此封包內容是 MN_ID 為 00022D50D3D0 之 AP 與網路資源對照表。



圖 5-5 CCL SIP User Agent with LAMP 於 17 網域執行實例程式畫面

```

C:\F:\hongwei\SIP Proxy with LAMP Server in 17\proxy.exe
CCL SIP Proxy configuration loaded.
LAMP Server: Load IP List....OK
LAMP Server: Load AP List....OK
LAMP Server: Load PROXY List....OK
LAMP Server: Load Subnet List....OK
Log file will be written to log.1086820515.10 Jun 2004 06_35_15.txt
[LAMP Server] Receive LAMP_UAIPREG From 140.113.17.48, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREG to 140.113.216.200
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREP From 140.113.216.200, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_UAIPREP to 140.113.17.48, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0

```

圖 5-6 CCL SIP Proxy with LAMP 轉送 MN 註冊訊息處理實例程式畫面

```

C:\C:\hongwei\SIP Proxy With LAMP in 216\proxy.exe
CCL SIP Proxy configuration loaded.
LAMP Server: Load IP List....OK
LAMP Server: Load AP List....OK
LAMP Server: Load PROXY List....OK
LAMP Server: Load Subnet List....OK
Proxy Shell, $Log file will be written to log.108Revision: 1.3 $6820569.10 Jun 2004 06_36_09.txt
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREG From 140.113.17.130, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Allocate IP:140.113.216.201to MN_ID:00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREP to 140.113.17.130, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0

```

圖 5-7 CCL SIP Proxy with LAMP 分配 IP 資源實例程式畫面

5.2.2.2 快速交遞

接著我們對 CN 140.113.215.200 作通話連線並在通話狀態中從 17 網域的 AP 移動至 216 網域的 AP 之下，此時 User Agent 查詢之前在 17 網域所預先註冊所得到的 AP 與網路資源對照表，發現已移動至 216 網域的 AP；接著馬上根據 P 與網路資源對照表中來更改 MN 之 IP 為 140.113.216.201，將預設閘道器更改為在 216 網域之下的 140.113.216.254，如圖 5.8。此時在 User agent 中所紀錄所要使用的 SIP Proxy 已更改成為 140.113.216.200。

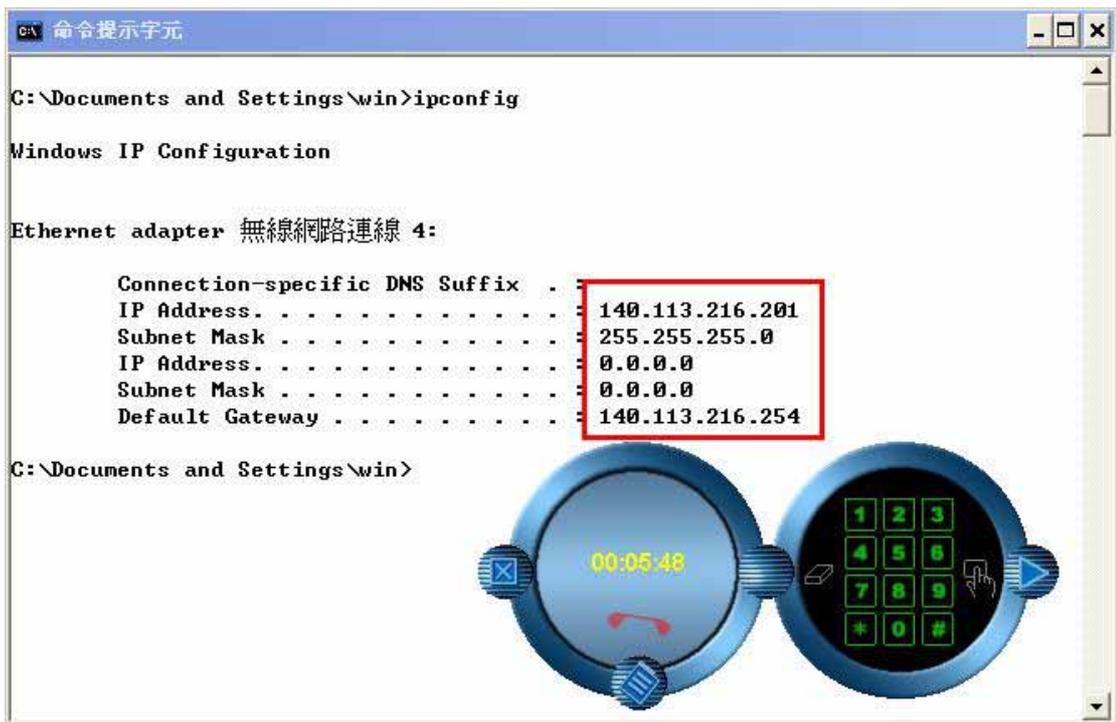


圖 5-8 CCL User Agent with LAMP 察覺位置後快速交遞實例程式畫面

當 MN 移動至 216 網域完成快速交遞後，MN 需要重新做預先註冊資源的動作，同時 MN 亦釋放之前預先註冊於 17 網域周圍的資源。於是在快速交遞完成後，MN 發出 LAMP_UAIPREL 給之前在 17 網域使用的 Proxy 140.113.17.130，封包內帶有現在所使用之網域資源；並發出 LAMP_UAIPREG 給現在 216 網域的 proxy 140.113.216.200 要求做預先註冊。

如圖 5.9a 部份，當 Proxy 140.113.17.130 收到由 MN 發出 LAMP_UAIPREL 要釋放已註冊 IP 的要求時，會先釋放掉 MN 在 17 網域註冊的網路資源，並發 LAMP_PROXYIPREL 給 neighbor proxy 140.113.216.200。

如圖 5.10b 部份，當 Proxy 140.113.216.200 收到由 neighbor proxy

140.113.17.130 送來之 LAMP_PROXYIPREL 釋放 IP 訊息時,Proxy140.113.216.200 根據封包內之 MN_ID 來釋放之前註冊給該 MN 之 IP,但檢查由封包內所帶 MN 現在所使用之網域資源時發現 MN 與 Proxy 140.113.216.200 目前處於同網域下,於是不釋放 MN 正在使用的資源。

如圖 5.10a 部份,當 Proxy140.113.216.200 收到由 MN 送來 LAMP_UAIPREG 要求預先註冊的訊息時,根據鄰近代理伺服器列表找出 neighbor proxy 有 140.113.17.130。於是 Proxy 將此註冊封包的型態改填為 LAMP_PROXYIPREG 後轉送給 140.113.17.130。

如圖 5.9b 部份,當 Proxy140.113.17.130 收到其 neighbor proxy 140.113.216.200 送來 LAMP_PROXYIPREG 替 MN 預先註冊 IP 的要求後,Proxy140.113.17.130 配發一個可使用的 IP 140.113.17.126 給此 MN。並且接著把在 17 網域下的 AP 分佈、配發給 MN 的 IP140.113.17.126、閘道器 IP 140.113.17.254 及 Proxy IP 140.113.17.130 組合成 AP 與網路資源對照表後以型態 LAMP_PROXYIPREP 送回給 neighbor proxy 140.113.216.200。

如圖 5.10c 部份,當 Proxy140.113.216.200 收到由 neighbor proxy 140.113.17.130 送來 LAMP_PROXYIPREP 回應預先註冊的訊息,proxy140.113.216.200 將附於封包後的 AP 與網路資源對照表存入 MN_ID 為 00022D50D3D0 的 AP 與網路資源對照表收集區。此時 AP 與網路資源對照表收集區中關於 MN_ID 00022D50D3D0 的資源收集已完成,於是送外型態為 LAMP_UAIPREP 的封包給 140.113.216.201,封包內容為 MN_ID 00022D50D3D0 之 AP 與網路資源對照表。

```

C:\F:\hongwei\SIP Proxy with LAMP Server in 17\proxy.exe
CCL SIP Proxy configuration loaded.
LAMP Server: Load IP List....OK
LAMP Server: Load AP List....OK
LAMP Server: Load PROXY List....OK
LAMP Server: Load Subnet List....OK
Log file will be written to log.1086841360.10 Jun 2004 12_22_40.txt
[LAMP Server] Receive LAMP_UAIPREG From 140.113.17.48, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREG to 140.113.216.200
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREG From 140.113.216.200, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_UAIPREG to 140.113.17.48, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Receive LAMP_UAIPREG From 140.113.216.201, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREG to 140.113.216.200, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREG From 140.113.216.200, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Allocate IP:140.113.17.126to MN_ID:00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREG to 140.113.216.200, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0

```

圖 5-9 Proxy 於 UA 快速交遞後釋放資源及再預先註冊資源實例程式畫面一

```

C:\C:\hongwei\SIP Proxy With LAMP in 216\proxy.exe
CCL SIP Proxy configuration loaded.
LAMP Server: Load IP List....OK
LAMP Server: Load AP List....OK
LAMP Server: Load PROXY List....OK
LAMP Server: Load Subnet List....OK
Proxy Shell, $Revision: 1.3 $, cLog file will be written to log.ompiled at 1086841436.10 Jun 2004 12_23_56.txt
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREG From 140.113.17.130, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Allocate IP:140.113.216.201to MN_ID:00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREG to 140.113.17.130, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Receive LAMP_UAIPREG From 140.113.216.201, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_PROXYIPREG to 140.113.17.130
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREG From 140.113.17.130, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Receive LAMP_PROXYIPREG From 140.113.17.130, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0
[LAMP Server] Send LAMP_UAIPREG to 140.113.216.201, with MN_ID: 00:02:2D:50:D3:D0

```

圖 5-10 Proxy 於 UA 快速交遞後釋放資源及再預先註冊資源實例程式畫面二

5.2.3時間分析

由於 MN 端與 CN 端之時間不同步，在此以 ping 程式來得出 MN 與 CN 間網路延遲 (propagation delay) 約為 1ms，以此訊息將 sniffer 監控結果加以同步而得出下圖結果。

這次實例操作之時間軸如圖 5.11，MN 在 39ms 時收到 CN 來的最後一個 RTP 封包，接著到 891ms 才收到由 CN 來的第一個 RTP 封包。也就是在 MN 這端的中斷時間為 852ms。CN 在交遞前收到的最後一個 RTP 封包在 44ms 時，交遞後收到的最後一個 RTP 封包在 812ms 時，中斷時間為 768ms

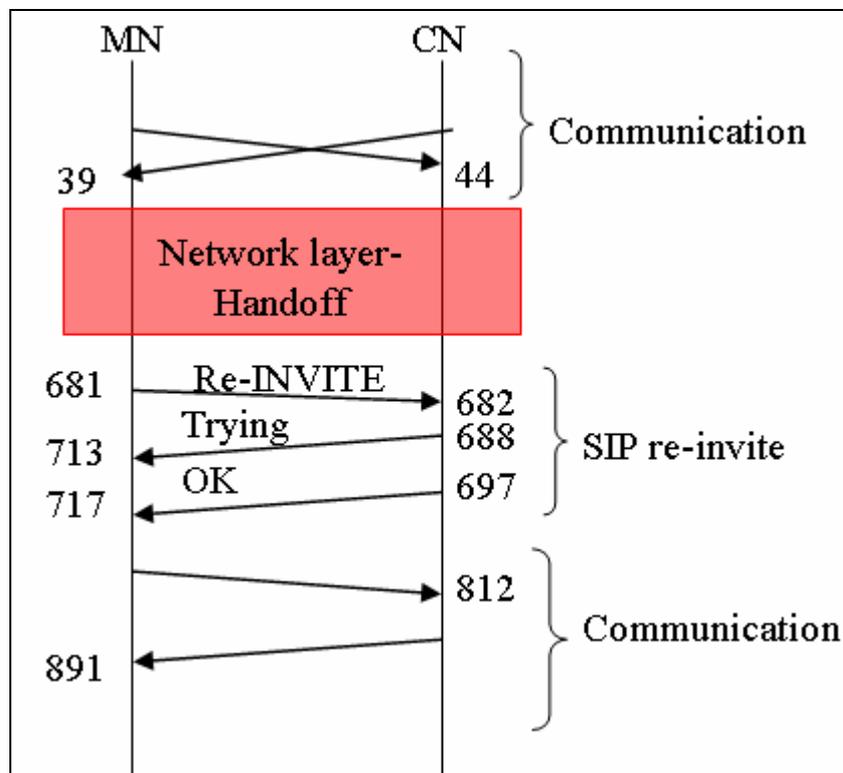


圖 5-11 跨網域交遞時間軸 - LAMP

5.3經 LAMP 改善的可漫游之 VoIP 系統操作實例-強迫直接切換 AP

在此操作實例為使用 Direct Association 於我們系統，這需要網路卡的驅動程式有提供才可進行。我們在此使用 Realtek RTL 8180 Wireless LAN adapter 來操作這項實驗。根據我們的方法中需要根據現在的 AP 訊號於某個門檻時去預先探索下一個 AP，但是當使用 Direct Association 模式時此網路卡不能去搜尋週圍 AP 訊號，也就是無法進行預先探索的動作，於是並沒將 AP direct association 整合進我們的系統中。而是

使用其提供的工具來做切換 AP 的動作。

5.3.1 操作環境

此實例操作的操作環境與 5.2 節相同。

5.3.2 操作流程

此實例操作的操作流程大部份與 5.2 節一樣，不同的是在此使用工具使得 MN 從舊 AP 去鏈結特定的新 AP 而不做探索的動作。

圖為使用工具來切換鏈結特定 AP 的操作畫面，MN 原本在 17 網域下，這時我們使用此工具來強迫 AP 做切換，當我們在程式中設好 BSSID 及 SSID 及其它參數之後按下 connect 的下一瞬間，就直接從 17 網域的 AP 換至 216 網域了。

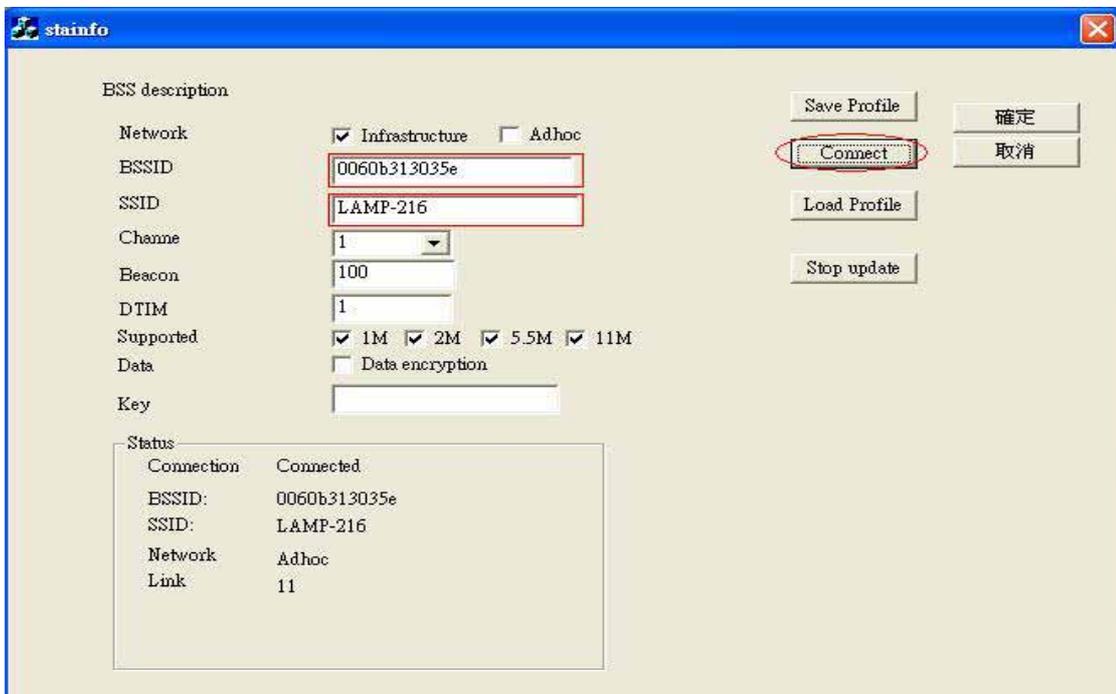


圖 5-12 強迫切換鏈結 AP 程式

5.3.3 時間分析

於 MN 端與 CN 端之時間不同步，在此以 ping 程式來得出 MN 與 CN 間網路延遲 (propagation delay) 約為 1 ms，以此訊息將 sniffer 監控結果加以同步而得出下圖結果。

這次實例操作之時間軸如圖 5-13，MN 在 50ms 時收到 CN 來的最後一個 RTP 封包，接著到 700ms 才收到由 CN 來的第一個 RTP 封包。也就是在 MN 這端的中斷時間

為 650ms。CN 在交遞前收到的最後一個 RTP 封包在 62ms 時，交遞後收到的最後一個 RTP 封包在 628ms 時，中斷時間為 566ms

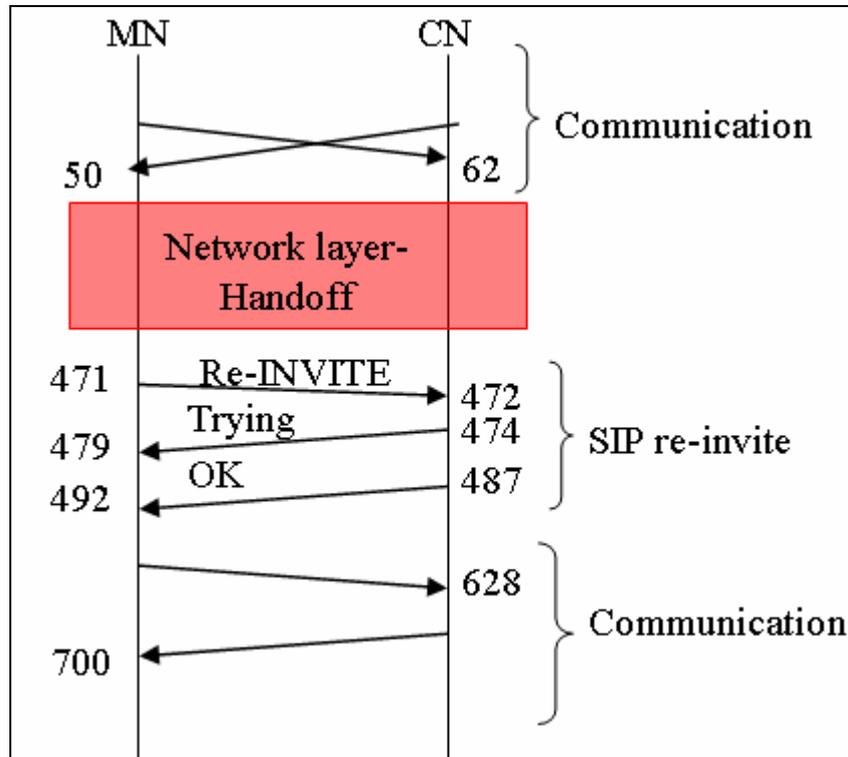


圖 5-13 跨網域交遞時間軸 - LAMP with Direct association

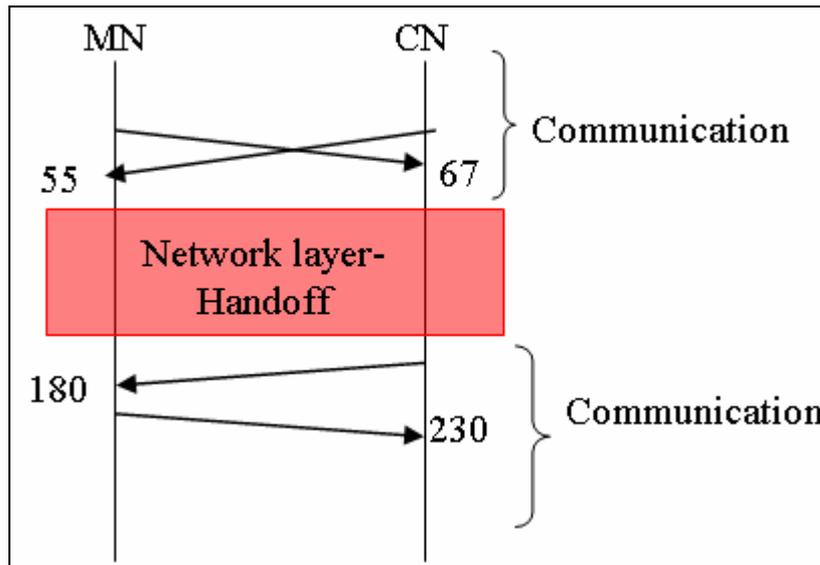
5.4 經 LAMP 改善的可漫游之 VoIP 系統操作實例-強迫直接切換 AP 並預先作 猜測式多重連線

5.4.1 操作流程

此實例操作的操作流程與 5.3 節一樣，不同的是 MN 的 User Agent 會自行對 CN 的 User agent 發出要求將資料流發往 MN 預先在鄰近網域預先分配的 IP 位置。

5.4.2 時間分析

這次實例操作之時間軸如圖 5-14，MN 在 55ms 時收到 CN 來的最後一個 RTP 封包，接著到 180ms 才收到由 CN 來的第一個 RTP 封包。也就是在 MN 這端的中斷時間為 125ms。CN 在交遞前收到的最後一個 RTP 封包在 67ms 時，交遞後收到的最後一個 RTP 封包在 230ms 時，中斷時間為 163ms



圖表 5-14 跨網域交遞時間軸 - LAMP with Direct association, Foreseed Duplicated Connections

5.5 各實例時間比較

將前面小節的中斷時間綜合列出圖 5-15，可看出 LAMP 縮短中斷時間的效果。原本 DHCP 方式做跨網域換手後需時去察覺網域已交遞的事實加上原本 DHCP 要求分配 IP 的時間，會使得中斷時間高達將近 9000ms。使用 LAMP 的方式後，可使得中斷時間縮短至 1 秒以下。當在 LAMP 之上再加以使用基地台強迫接續法 (Direct Association) 之後，可再縮減約 200ms 的時間。最後再加上猜測式多重連線法，便可將時間壓至 200ms 以下而使得人耳察覺不出交遞延遲。

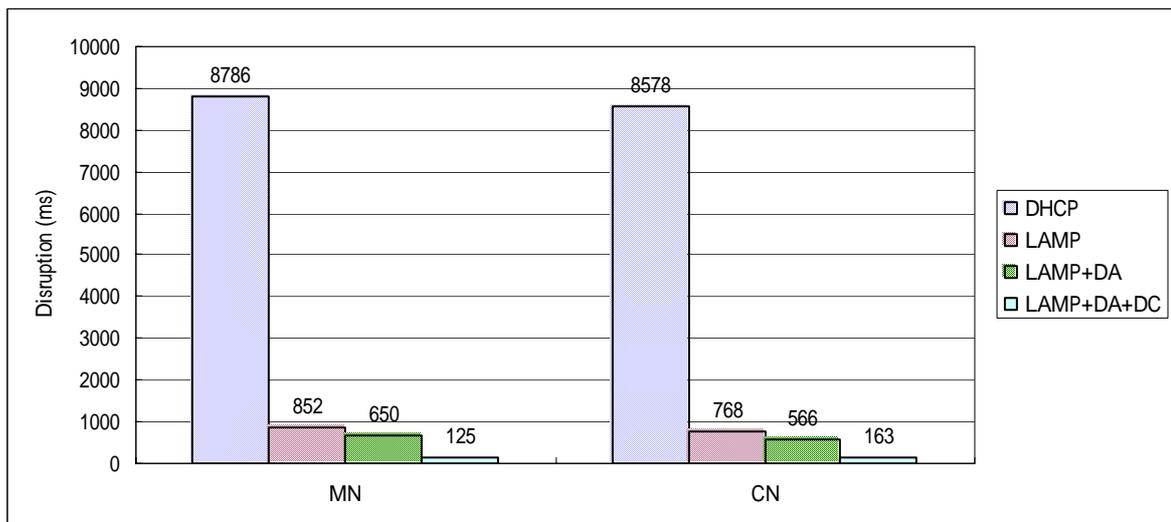


圖 5-15 實例結果比較

第6章 結論與未來工作

6.1 結論

在本篇論文中我們採用一系列的方法來解決快速交遞的問題，首先在鏈結層的部分我們使用「基地台強迫接續」的方法，以預先探索的方式省去移動用戶端移動至新基地台所要花費的探索時間。接著在網路層我們制訂了一個稱為 LAMP(Location Awareness Mobility Management Protocol)的協定，該協定以察覺位置為基礎的方式來達成在網域伺服器間及服務代理人間的快速交遞，並能預先保留網路資源給移動用戶端供交遞後直接使用。而在應用層方面，我們以「猜測式多重連線」的技術來解決交遞後移動用戶端需回報位置所造成的延遲。

我們一個使用 SIP 為架構的 VoIP 系統之中實作了 LAMP 方法，使得此系統在跨網域交遞之前能夠從 SIP Proxy 預先保留週圍網域的資源，當此系統一連向新無線基地台時能立即判斷出是否跨網域進而直接使用該網域預先保留的資源來完成跨網域交遞。本文中並以使用 LAMP 做跨網域交遞與未使用 LAMP 方法來做跨網域交遞來做比較，證明使用 LAMP 對跨網域交遞有相當大的改善效果。並結合在鏈結層使用基地台強迫接續法及應用層使用猜測式多重連線法而達成實際的平順跨網域交遞成果。



6.2 未來工作

現在實作 LAMP 的預先要求資源是向所有的鄰近網域都保留一份網路資源，未來可再加上行進路徑的預測以僅保留在行經路徑上網域的資源以節省網路上的資源。並可分析 User Agent 在運作過程中的程式行為，以將某些動作可以平行化處理或預先處理而使得交遞時間能更為縮短。

Reference

- [1] “Mobile IP” , RFC 3344
- [2] “SIP” , RFC 3261
- [3]H. Schulzrinne et, al., “Application Layer Mobility Using SIP” , Mobile computing and communication review, volume 1, number 2
- [4]H. Schulzrinne et, al, “Supporting Mobility for TCP with SIP” , Draft-itsumo-sipping-mobility-tcp-00.txt
- [5]Tom Hiller, James Kempf, Peter J. McCann, Ajoy Singh, Hesham Soliman, Sebastian Thalanany, Low Latency Handoffs in Mobile IPv4, draft-ietf-mobileip-lowlatency-handoffs-v4-03.
- [6]Kwon, T.T.; Gerla, M.; Das, S., “Mobility management for VoIP service: Mobile IP vs. SIP” , Wireless Communications, IEEE Volume: 9 , Issue: 5 , Oct. 2002 Pages:66 - 75
- [7]A. Stephane, A.Mihailovic, and A.H. Aghvami, “Mechanisms and hierarchical topology for fast handover in wireless IP networks,” IEEE Communications SOC Magazine, NOV 2000, pp112-115
- [8] Misra, T.J. Watson, S. Das, A. Dutta, A. McAuley, and S.K. Das, “IDMP-based fast handoffs and paging in IP-based 4G mobile networks,” IEEE Communications Magazine, March 2002
- [9] S. Eunsoo, W. Hung-yu, C. Yusun, and R.D. Gitlin, “Low latency handoff for wireless IP QoS with Neighbor Casting,” Intl. Conf. On Communications (ICC’ 02), April 2002
- [10] H. Yokota, A. Idoue, T. Hasegawa, and T.Kato, “Link layer assisted mobile IP fast handoff method over wireless LAN Network,” MOBICOM’ 02, Sept 2002, Atlanta, Georgia, USA.

- [11]A. Mishra, M. Shin, and W. Arbaugh. “An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process,” Technical Report CS-TR-4395, University of Maryland, Department of Computer Science, September 2002.

