

在行動 IPv6 網路下之應用層群播的實作與分析

林俊宏

國立中山大學資訊工程學系
lin@wmail.cse.nsysu.edu.tw

張萬餘

國立中山大學資訊工程學系
wychang@wmail.cse.nsysu.edu.tw

摘要

近幾年以來，整個世界逐漸走向行動化，傳統的網路漸漸無法應付新生活形態所隨之而來的挑戰，在目前網路發展的技術之中，802.11 算是較為成功的技術。

在本文中假設使用者具有無線區域網路裝置，並安裝行動 IPv6 的模組，依據這個模式實作建置一個測試環境，並藉由此來模擬建構行動 IPv6 下的群播。這樣有兩種目的：

(一) 在使用行動 IPv6 無線網路下，分析探討如何進行群播。

(二) 進行測試得知群播在無線網路上實際效能，並利用實驗的結果，可以了解那些是影響無線網路效能的因素。

在實作之中，藉由設計的實驗找到影響延遲的因素，並將問題加以改善，經過實際測試後平均延遲降低 27.77%，誤失率降低 33.07%。

在研究中所提供的資料除了在學者建置行動 IPv6 環境時有所幫助，對於在測試中遇見的問題，連帶附上解決方案，讓日後的學者進行此一方面的研究時，能減少建置基本架構所遇到的問題及已知相關模組的基本問題。

關鍵詞：行動 IPv6、換手、三角繞送、群播、測量

第壹章、緒論

第一節、簡介

從網路時代的來臨，無論是資訊的擷取或是交流等等，給予相當多的便利，從早期的 IPv4 開始，

慢慢的進步到今日 IPv6 的時代，經過多年的演進之後，無線區域網路開始逐漸取代現有無線區域網路的環境。自從 802.11b 列入筆記型電腦的標準規格之後，吸引越來越多的用戶開始使用無線區域網路，無論是筆記型電腦或是使用 PDA，甚至使用更小更先進的 3G 手機等等，無線網路的方便，逐漸在每一個細節都顯露出它的重要性，除了可以透過 Infrastructure mode 向 Access Point 進行無線網路的通訊之外，也可以利用個人電腦或是筆記型電腦上的無線網路卡進行點對點的連線—Ad Hoc Mode，可以在訊號可及的傳輸範圍之內進行資料的傳遞與交換，為網路時代便利性再建立了一個新的里程碑。

第二節、研究動機

在現代的戰爭之中，資訊化戰爭的演變已經是可見的趨勢，在基礎作戰之中，排長欲對下級下達口述命令，需要將各班班長集合，等待集合完畢後，再下達上級交付計畫，而且在口述過程中，若班長稍有不慎漏失部分細節，可能導致執行命令上的錯誤，為了使命令能夠確實從排長到達班長手上，將此模式想像成無線網路中的基礎架構模式，如圖 1-1，Access Point 代表排長向上級擷取作戰計畫，班長就如同 Mobile Node 一般向上級要求命令，排長同步下達作戰命令則如同 Multicast，一次散佈給需要接受命令的班長，如此一來，班長若忘記任何相關的細節，隨時可以再將資料在戰場上調出來重新檢驗一次流程，但是目前研究 Multicast 在 Mobile IPv6 上的資源相當缺乏，因此，在研究中假設使用者是用 Mobile IPv6 協定及 802.11b 的無線裝置，試圖建立一個 Mobile IPv6 平台，並且

在上面設計出模擬 Multicast 的方式傳送 packet 並藉此量測效能，以探討無線網路影響多媒體 Multicast 的最大因素，作為日後改進方案的基礎。

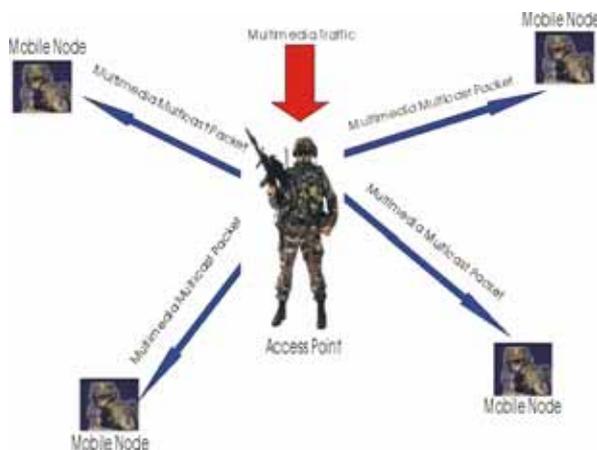


圖 1-1 作戰模擬 Mobile IPv6 Multicast 下達命令

第三節、論文綱要

在本文中內容共區分六個章節，第一章簡介此次實作的研究背景及動機。第二章介紹 Mobile IPv6 基本架構與如何在 Mobile IPv6 上實作 Multicast 的相關原理。接著在第三章簡介測試環境的架構方式，包含實作的測試環境與相關的軟體架構以及設計實驗的方式。第四章包含分析結果以及發現的問題，在此章的最後，將測試環境所發現的問題加以分析並給予解決的方案，經過實際測試之後，得到的數據證明整體平均延遲降低達 27.77%，誤失率降低達 33.07%。最後在第五章，為此次研究定下結論以及未來研究方向。第六章則為參考的相關文獻，另外在附錄介紹所有用到的軟體安裝方式與設定檔等等，讓後續學者得以儘速架構起相同的環境接續相關研究。

第貳章、文獻回顧與研究背景

第一節、Mobile IPv6 簡介

在這一節先簡介 Mobile IPv6 的相關概念，以下是[14]對於 Mobile IPv6 模組定義，如圖 2-1。

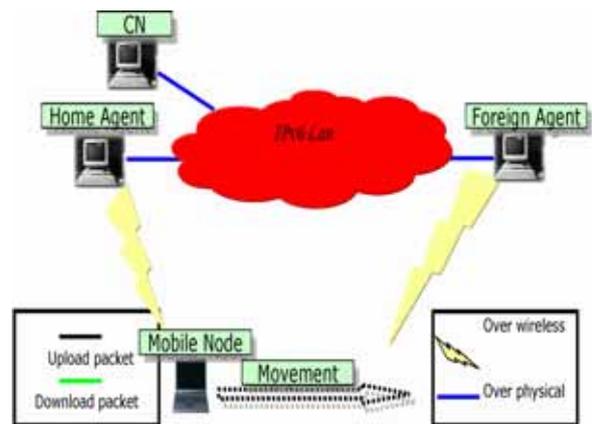


圖 2-1 Mobile ipv6 model definition

(一) Mobile Node：此功能主要安裝於 Mobile Node。其中功能包含從一個 Subnet 移動到另外一個 Subnet 之移動偵測，並正確的對 Home Agent 及 Corresponding Node 回報更新詳細位置。

(二) Home Agent：此功能啟用於 Router 中，是連結行動 Subnet 與實體區域網路的橋樑，它負責維護行動 Subnet 裡面的 Mobile Node 之正確位置與資訊，以及攔截要傳向 Mobile Node 的 packet，並且負責將 packet 重新傳送到 Mobile Node 的目前正確位置。

(三) Corresponding Node：此功能用於非 Agent 的 Mobile Node，它負責維護 Mobile Node 的正確位置，以便於直接傳送 packet 給 Mobile Node。而 Mobile IPv6 模型中的名詞釋意參考[1]解釋如下。

(一) Home Agent：一個在 Wireless 上並且有一定傳輸範圍可以讓 Mobile Node 註冊一個正確的 Care of Address 的 Router 稱之。當 Mobile Node 離開 Home Link 時，Home Agent 攔截要傳送給在此處註冊的 Mobile Node 之 packet，將其封裝並使用 Mobile Node 目前建立的 Tunnel 轉送到 Mobile Node。

(二) Mobile Node：一個 Mobile Node 在註冊一個 Home Address 後，可以在能接收到這個 Home Agent packet 範圍之內可移動的主機。

(三) Care of Address：當 Mobile Node 移動到 Foreign Agent 時，所獲得的一個獨立 IP Address。此 IP Address 的 Subnet Prefix 是 Foreign link 的

prefix，一個 Mobile Node 可能會擁有多個 Care of Address，但是在同一時間能夠使用的位置只有一個，這個位置就稱為 Primary Care of Address。

(四) Home Subnet Prefix：一個對應到與 Mobile Node 通訊的 IP Subnet Prefix。

(五) Home Link：Mobile Node 預設的 Subnet Prefix。標準的 IP routing 將會把 packet 傳送到 Mobile Node 的 Home Agent，再交由 Home Agent 轉送給 Mobile Node。

(六) Home Address：一個 IP Address 在 Home link 指定給 Mobile Node 的位置稱之。

(七) Foreign Link：一個非 Mobile Node Home link 的連結。

(八) Handover：當 Mobile Node 欲連結上網際網路時，不再使用先前的連結時連接上網時稱之。如果 Mobile Node 不再使用 Home link，此 Mobile Node 被稱為”away from home”。

(九) Binding：結合 Mobile Node 的 Home Address 與 Care of Address，並且包含剩餘的 Life Time。

(十) Home Registration：一個 Mobile Node 的主要 Care of Address 註冊。

(十一) Home/Source Address：Mobile Node 會通知 packet 的接收者有關於 Mobile Node 的 Source Address

(十二) Binding Update：用來通知 Corresponding Node 或 Mobile Node 的 Home Agent 目前 Mobile Node 所在位置的 Care of Address，Binding Update 傳送 Mobile Node 的 Primary Care of Address 到 Home Agent 進行 Home Registration。

(十三) Binding Acknowledgement：用來確定收到 Binding Update

(十四) Binding Refresh Request：使用於 Corresponding Node 要求 Mobile Node 重新建立 Mobile Node 與 Corresponding Node 的 Binding

(十五) Binding Cache：用來儲存 Mobile Node 的 Home Address 與 Care of Address 的 Binding，藉由 Home Address 與 Corresponding Node 的聯繫，若 Home Agent 或 Corresponding Node 接受到了 Binding Update，就會更新 Binding 加入 Binding

Cache。

第二節、Mobile IPv6 操作程序

當 Mobile Node 連結到 Foreign Link 之後，開始偵測 Handover。Mobile Node 在 Foreign Agent 得到一個臨時的 IP Address，這個 IP Address 就是 Care of Address。此位置可以藉由 Router Advertisement 訊息完成 Auto Configuration，Router Advertisement 會藉由 Agent 定期地送出，當 Mobile Node Handover 到新的 Foreign Agent 之時，若 Corresponding Node 可以解析 Mobile IPv6 的封包 (i.e：啟動 Mobile IPv6 模組)，Mobile Node 會嘗試對 Home Agent 與 Corresponding Node 送出 Binding Update，然後 Mobile Node 與 Corresponding Node 將藉由此路由直接在這兩個節點之間交換 packet，這個方式就是 Route Optimization。

而相對的，若 Corresponding Node 不能解析之時，將回應一個 ICMP Error 訊息給 Mobile Node，此時 Mobile Node 就必須要向 Home Agent 要求建立 Tunnel，在建立完畢之後，只要 packet 的 Destination Address 屬於 Home Agent 註冊的 Mobile Node，該 Agent 會主動攔截此 packet 並封裝成為另外一個 packet，Destination Address 為 Mobile Node 在最近一次向 Agent 註冊的位置，接著經由 Tunnel 傳送給 Mobile Node，此一方式即為 Bi-directional Tunneling。

經由上述簡介後，得知詳細的 Mobile IPv6 操作方式，接著將此操作方式逐一介紹，如圖 2-2。

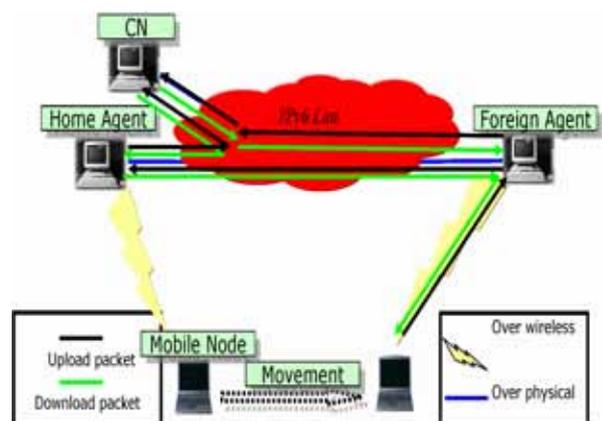


圖 2-2 Mobile IPv6 Handover procedure detail

Join Multicast Group Style	Handover Handle	Route Optimization	Bidirectional Tunneling	May cause Multicast Error
Care of Address	X	O	X	O
Home Address	O	X	O	X

(一) Mobile Node Handover 到 Foreign Agent，並取得 Care of Address。

(二) Mobile Node 向 Home Agent 發送 Binding Update，讓新的 Care of Address 得以註冊在 Home Agent 中，Home Agent 在接受註冊後會對 Mobile Node 發送 Binding Acknowledge 以讓 Mobile Node 確認已經正確註冊。

(三) Corresponding Node 向 Mobile Node 連絡，Home Agent 攔截到目的指向 Mobile Node 的 packet。

(四) Home Agent 使用 Mobile Node 建立的 Tunnel，將所有 Corresponding Node 的 packet 全部轉送給 Mobile Node 目前所在的位置。

(五) 當 Mobile Node 回應 Corresponding Node，它可以先嘗試使用 Care of Address 與 Corresponding Node 直接連絡其目前位置 (Route Optimization)，若 Corresponding Node 回應 ICMP Error 則仍然可以繼續使用 Home Agent 的 Tunnel (Bi-directional Tunneling) 與 Corresponding Node 繼續聯繫。

第四節、Mobile IPv6 Multicast 原理

在[1]中明確的指出，當 Mobile Node 在 Home Agent 可以連接的範圍之內時，對於 Multicast 的傳送與接收之功能，都與一般的方式相同，這個小節主要描述的是當 Mobile Node 不在 Home Agent 的範圍內時之狀況。

[13]中提到一個 Mobile Node 必須加入此 Multicast Group 才能接收 packet 傳送到 Multicast

group，所以先簡介 Mobile Node 如何在 Foreign Agent 收到 Multicast 的服務，由於 Multicast Routing 依賴在 IPv6 Multicast packet 之 Header 的 Source Address，在此情況之下 Mobile Node 有兩種方式可以選擇，如圖 2-3。

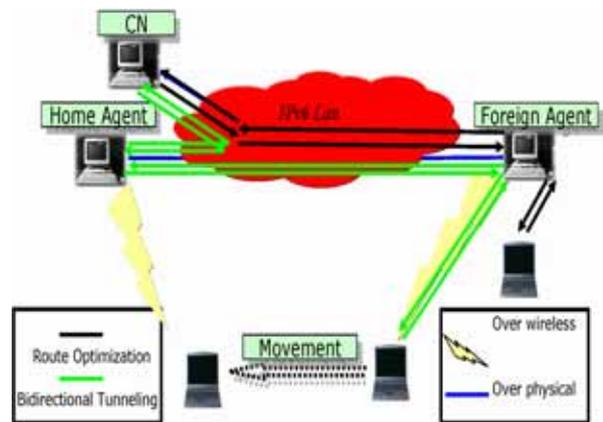


圖 2-3 Mobile Node join Multicast group

(一) Mobile Node 可以直接使用在 Foreign Agent 所註冊的連結位置經由 Multicast Router 加入 Multicast Group，在此種方法下 Mobile Node 在傳送 Multicast packet 時必須使用 Care of Address，不能使用 Home Address。

(二) Mobile Node 可以透過 Bi-directional Tunneling 傳送，此時需使用 Home Address 作為傳送 Multicast packet 中的 Source Address，Mobile Node 將 Multicast Group Member Control packet 透過 Tunnel 送到它的 Home Agent，由 Home Agent 轉送此 packet，在這個情況下，只要下列兩個狀況有一個為真，在 Binding Cache 不超過其使用期限的前提下，Home Agent 會假設 Mobile Node 沒有改變位置。

1.Home Agent 收到 Mobile Node 送來的 Binding Update。

2.最少有一個 Multicast Group Member Control packet 經由 Tunnel 送出。

這裡要注意的是直接使用 Care of Address 當成 Source Address 的傳送方式，只能用於 Mobile Node 在 Foreign Link 下，並且不繼續產生 Handover。因為 Multicast Tree 在指定 Source

Address 後，當 Source Address 發生任何更改，將會造成 Multicast Tree Source Address 指定上的錯誤或造成其他 Multicast group member 的 Application program 發生問題。在[1]中並不特別為 Mobile Node 提供 Multicast Handover 繼續在新的 Care of Address 接受傳送 packet。

兩種方式比較如表 2-1，雖然使用 Tunnel 時，能夠確保 Multicast Tree 在 Mobile Node 移動時是獨立的。但是從另一個角度看來 Home Agent 依賴 Unicast 轉送 Multicast 的 packet 給 Mobile Node，效能與直接在 Foreign Agent 使用 Care of Address 直接加入 Multicast Group 而言，具有極大的負面影響。

第五節、相關文獻

在無線區域網路中，Mobile Node 移動是一個標準的自然現象，並且也有許多學者相信無線區域網路將成為下一代的 4G 無線網路，我們的實驗不僅僅顯露出目前使用的模組具有極為嚴重的延遲急需解決，並且也展示出多個 Mobile Node 使用 IPv6 Multicast 同步 Handover 之時會發生的問題。

成長這麼迅速且廣泛的無線區域網路之中，目前卻沒有基於分析 Mobile IPv6 Multicast Handover 的實作測量方式。在[3]中，Mishra, Shin 和 Arbaugh (2003) 使用 Mobile IPv6 對不同廠牌的無線網路卡與 Access Point 作 Handover 的分析與測試，但是也沒有提到如何模擬 Multicast 的 Handover 的過程；在[4]中，MONTAVONT 與 THOMAS (2003) 提到如何分析 Mobile IPv6，在文中使用 MIPv6 與 FMIPv6 兩個模組在各國作測試 Handover，卻沒有提到如何分析 Multicast 在 Mobile IPv6 下進行的實驗；在[5]中，Velayos 與 Karlsson (2004) 提出各種無線網路卡的 Link Layer Handover 時間以及如何減少 Handover 的延遲，在文中也沒有提到如何進行模擬 Multicast 的測試；在[6]中，Hasson, Ventura 與 Shepstone (2004) 提出如何降低 Mobile IP Handover latency，但是他們卻沒提到如何分析 Multicast 效能；在[7]中，Lee, Koh 與 Kim (2004)

提出如何研究 Mobile IPv6 的 Handover Delay，但是在文中測試環境使用有線網路切換器來模擬無線網路，並非真正的無線網路環境；雖然全球目前還沒有正式實作在 Mobile IPv6 下的 Multicast Function，但是為了要分析可以實行 Handover 的 Mobile IPv6 Multicast，我們建立了一個 Mobile IPv6 的測試環境，並且按照[1]對於 Multicast 的解釋，在下一節之中將提出一個模擬測試 Mobile IPv6 Multicast 的方式並將實作的結果呈現出來。

第參章、研究方法

第一節、測試環境設計

實作的 Mobile IPv6 的測試環境是參考 Linux Mobile IPv6 HOW-TO[8]之架構圖為基礎加以改良如圖 3-1。實驗平台總共一台 Corresponding Node、兩台 Agent 與多台 Mobile Node，並使用一台額外不屬於上列電腦中的筆記型電腦安裝 Ethereal 0.9.3 來擷取 packet 傳遞的情況，為了設計一個標準的分析方式，提出下列幾點考量。

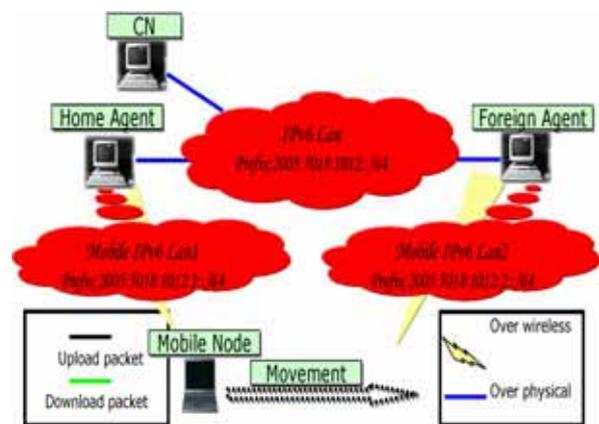


圖 3-1 Mobile IPv6 experimentation environment

- 一、Router Advertisement 訊息中包含 Subnet Prefix 資訊。
- 二、只有 Router Advertisement 訊息可以決定 Mobile Node 的 Handover。
- 三、若一個 link-local address 通過 Duplicate Address Detection(DAD)，則代表在所有 subnet 中也具有唯一性。
- 四、從 Mobile Node 傳輸 packet 到 Corresponding

Node 的延遲小於 Mobile Node 傳輸 packet 到 Home Agent 與 Home Agent 傳輸 packet 的延遲總和。

- 五、實驗中僅討論在可以連線的區域中僅有兩台 Agent，一台為 Home Agent，另一台為 Foreign Agent，一台 Corresponding Node 經由有線網路與 Home Agent 或 Foreign Agent 連接相同的 LAN，而 Mobile Node 僅有一到數個透過無線區域網路與 Agent 連線。
- 六、並限定有線區域網路速度為 100Mbit/sec、無線區域網路速度為 11Mbit/sec 其餘例外狀況如多台 Agent 涵蓋的乒乓效應等等不在討論之中。
- 七、所有的主機皆不使用任何的 Firewall、802.11 的 WEP 安全機制或是[1]所規定的 IP Sec 加密機制。

第二節、測試環境簡介

在軟體方面，Home Agent 及 Foreign Agent 採用 RedHat Linux 7.3+MIPL v1.1+Kernel 2.4.26+ radvd v0.73 使 Agent 支援 Mobile IPv6，Corresponding Node 採用與 Agent 相同之系統架構，可支援 Handover 及 Router Optimize，安裝過程請參考附錄 A，相關設定檔案參數請參照附錄 B。

而硬體方面，Home Agent/Foreign Agent /Corresponding Node 主機皆採用 P3-800Mhz、256M 記憶體並支援 X-Window 方便除錯及測試，此一機型雖屬於舊款機型，但是在 Linux 以及 Windows 下能有效支援軟體的驅動，可以大幅減少克服驅動程式的問題，並使用 Asus WL-330 AP，可以完整的支援 802.11b 傳輸模式；Mobile Node 皆採用 Dell OptiPlex GX150 P3-933Mhz、128M 記憶體搭配 D-Link DWL-120 USB 無線網路卡，讓整體的 Mobile Node 規格一致，同時搭配 UPS 不斷電系統，讓桌上型電腦也具有筆記型電腦的移動能力，可以測試多個 Mobile Node 同步 Handover，同時避免不同的硬體平台與非同步 Handover 造成不同的

時間誤差。

第三節、分析 Mobile IPv6 Handover Latency

如第二章所描述，Mobile IPv6 Handover 發生的情況是當 Mobile Node 從一個 Agent 移動到另外一個 Agent，將 Mobile IPv6 Handover Latency 分析之後得到如圖 3-2 所列，並講解如後。

(一) Link-layer Handover (L2 Handover)：

雖然無線網路裝置並不提供任何軟體去特別偵測 L2 Handover，但是在硬體上准許裝置去偵測 Access Point 的方式，無線網路卡會定期偵測 Agent 的 MAC Address 紀錄，若 Mobile Node 離開原先的 Access Point 傳輸範圍，到達另一個的 Access Point 傳輸範圍中，在此機制之下，軟體可以偵測目前的 AP 並藉由此方式比較結果與紀錄的差別，藉此決定是否產生 L2 Handover。

(二) Network-Layer Handover (L3 Handover)：

在進行 L2 Handover 後，Mobile Node 開始准許接受新的 Agent 所發出的 Router Advertisement，若沒收到新的 Router Advertisement，依舊持續發出 Router Solicitation，直到收到另一個的 Agent 所發出的 Router Advertisement，當 Mobile Node 偵測到產生 L3 Handover，開始在它的 Link-Local Address 進行 Duplicate Address Detection，由 Router Discovery 之結果選擇一個 router 當成新的預設值，接著對新的 router 進行 prefix Discovery 以找尋新的 Care of Address 格式，並以此新的格式向 home agent 註冊 primary care-of address。

(三) Registration：

在確定新的 Care of Address 可以使用之後，必須使用 Binding Update 通知 Home Agent 與 Corresponding Node，收到 Home Agent 所發送的 Binding Acknowledgement 後，可以開始使用 Care of Address 繼續傳送與接受 packet。

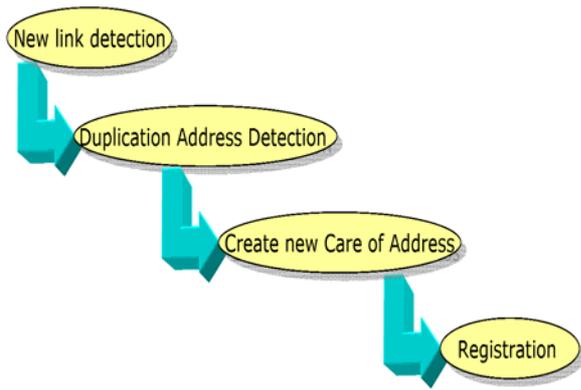


圖 3-2 Mobile Node Handover Step

第四節、實驗設計

在第二章最後提到，Mobile Node 加入 Multicast 群組的方式有兩種，因為測試需求必須能在 Handover 後可以繼續接收到 Multicast packet，故使用第二種方式—建立 Tunnel 處理 Handover 之後的 packet 收送，因此在所有實驗之中，都是用 Bi-directional Tunneling 進行 Handover 測試。以下列出設計的實驗方式，在實驗中，Corresponding Node 僅支援 IPv6 而不支援 Mobile IPv6，讓 Mobile Node 與 Corresponding Node 聯繫時，一定要建立 Tunnel 才能繼續接收傳送 packet，並且將每個實驗重複操作三十次以上，以力求數據正確與可靠性：

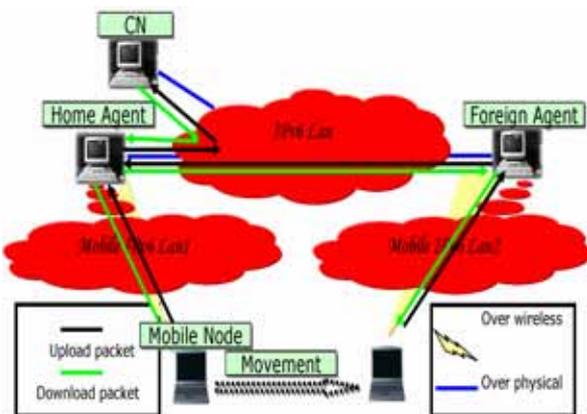


圖 3-3 Mobile ipv6 experimentation No.1

(一)第一個實驗—測試 Mobile Node 收送 packet:

如圖 3-3，讓 Mobile Node 使用 ping6 送出 100 個 packet 量測對 Corresponding Node 的 Round Trip

Time (R.T.T.)，證明 Mobile Node 可以在 Home Agent 產生 Handover 到 Foreign Agent 的傳輸範圍之下傳送與接收 packet，並藉由觀察 ping6 packet 的 Sequence No.證明實驗平台可以讓 Mobile Node 的 Handover 操作程序可以正常無誤。

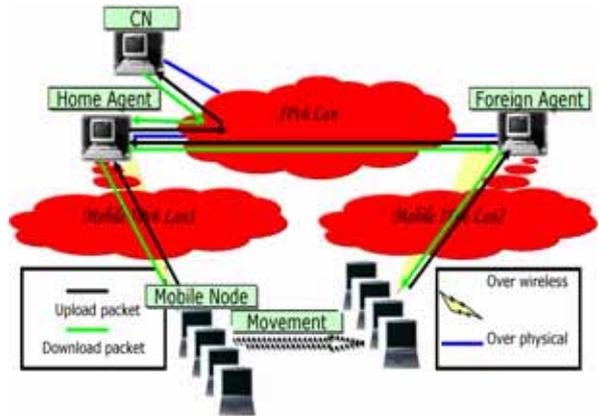


圖 3-4 Mobile ipv6 experimentation No.2

(二)第二個實驗—測試 Mobile Node Handover:

如圖 3-4，讓 Mobile Node 使用 ping6 對 Corresponding Node 送出 100 個 packet，從原 Home Agent 移動到另一個 Foreign Agent 傳輸範圍進行 Handover，測試出 Miss Rate 以及 Handover latency 後，再將 Mobile Node 的數量加大與 packet 大小增加，觀察後兩項變數與前兩項變數的關係。

(三)第三個實驗—測試 Mobile Node Multicast 效能:

在日常生活中，Multicast 已經開始逐漸被採用，目前在網路上比較常見的 Multicast 服務區分成高速寬頻 (500Kbit/sec) 與低速窄頻

(300Kbit/sec)，所以如圖 3-5，針對這個部份設計一個簡易的實驗。

第肆章、研究結果與分析

第一節、測試 Mobile Node 收送 packet

第一個實驗對 Mobile Node 從 Home Agent

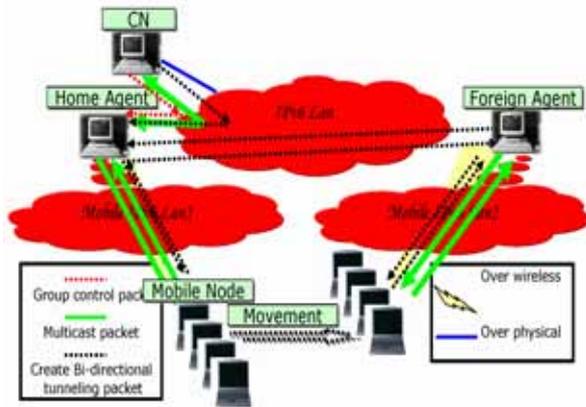


圖 3-5 Mobile ipv6 experimentation No.3

1.使用 Corresponding Node 對 Home Agent 連續發送 ping6 request packet 模擬高速寬頻 64000bytes (500Kbit/sec) 與低速窄頻 38400bytes (300Kbit/sec) 的 request packet, 代表多媒體訊息的發送。

2.Home Agent 對 Corresponding Node 送出 ping6 request packet 64bytes 標準 packet 代表 Home Agent 代替 Mobile Node 對 Multicast 的 Control packet。

3.Home Agent 同時對 Mobile Node 送出與 Corresponding Node 與 1.同樣大小的 100 個 ping6 request packet, 代表 Home Agent 收到 Corresponding Node 的 Multicast packet, 將 packet 封裝後轉送到 Mobile Node 處, 藉由量測 Home Agent 對 Mobile Node 的 Round Trip Time (R.T.T.) 測試 Multicast over Mobile IPv6 之傳輸效能。

4.Mobile Node 對 Corresponding Node 送出 ping6 request 64bytes 標準 packet, 讓 Mobile Node 在 Handover 之時建立 Tunnel。

藉由以上的方式觀察 Mobile Node 的 Miss Rate 與 Handover latency, 並將 Mobile Node 的數量加大, 觀察這兩項的變化。

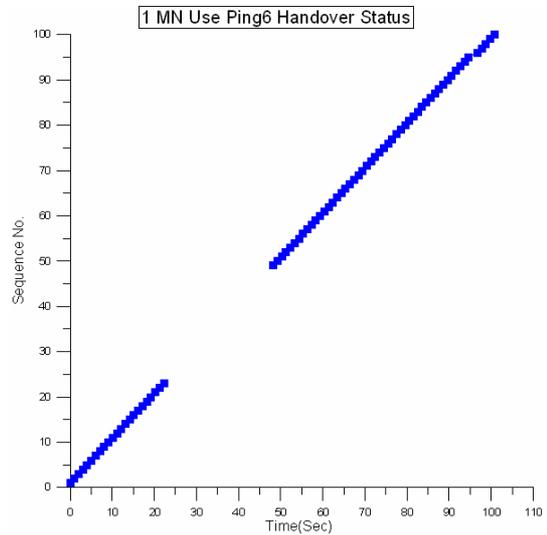


圖 4-1 Mobile Node use ping6 Handover status

到 Foreign Agent 作 Handover 程序測試, 藉由圖 4-1 證實測試環境已經完成 Handover 程序, 並得到第一個實驗結果, 並在此發現 Mobile Node 在 Handover 時產生嚴重的 Miss Rate, 平均達 23.52%, 而 Handover Latency 也相當高, 平均值達到 24.34 秒。

第二節、測試 Mobile Node Handover

第二個實驗讓 Mobile Node 對 Corresponding Node 發送從 200bytes 到 1400bytes 不同大小的 packet, 同時讓 Mobile Node Handover 至 ForeignAgent 繼續收送 packet, 此外並將 Mobile Node 數量從一個增加到四個測試 Handover 的 Latency 與 Miss Rate, 從圖 4-2 與 4-3 裡可以看到, 當 Mobile Node 增加到四個之後並且同步 Handover 到 Foreign Agent 時會增加的原因,

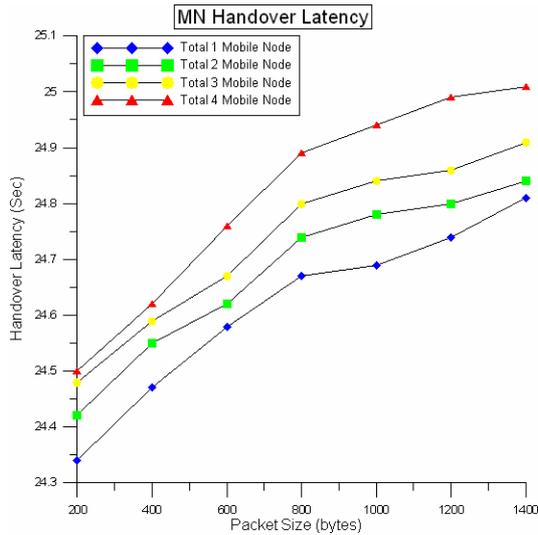


圖 4-2 Mobile Node Handover Latency

歸納分析結果是當 Mobile Node 數量增加之後，packet 在藉由空氣介質傳輸到 Agent 之時，packet 之間會產生 collision，因此產生高達 25.01 秒的延遲與 24.47% 的 Miss Rate。就目前來說，這樣的情況幾乎沒有辦法讓一般使用者享受到移動的便利。

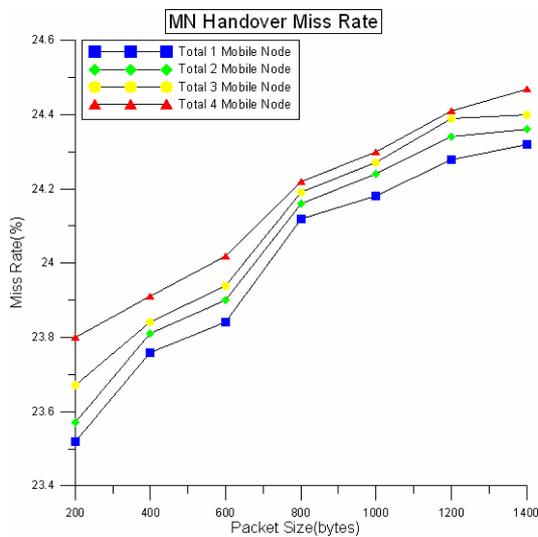


圖 4-3 Mobile Node Handover Miss Rate

第三節、測試 Mobile Node Multicast 效能

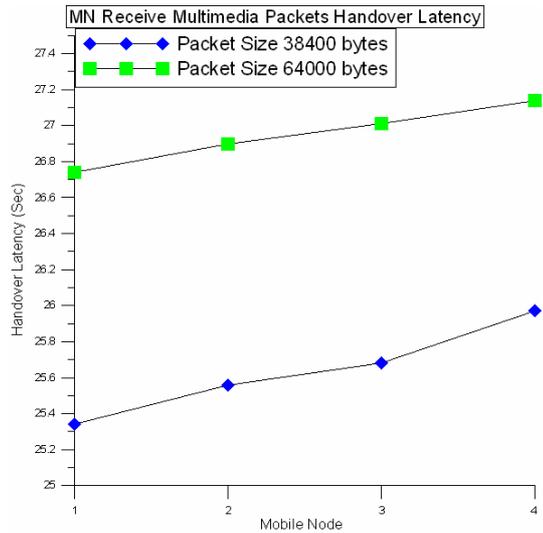


圖 4-4 Multimedia packet Handover Latency

在前面兩個實驗之中，發現 Mobile IPv6 在 Handover 過程之中，造成極大的問題，第三個實驗將接續討論這個部份，實際測試大量的 packet 透過無線區域網路傳送到 Mobile Node 之中，會造成什麼樣的結果。

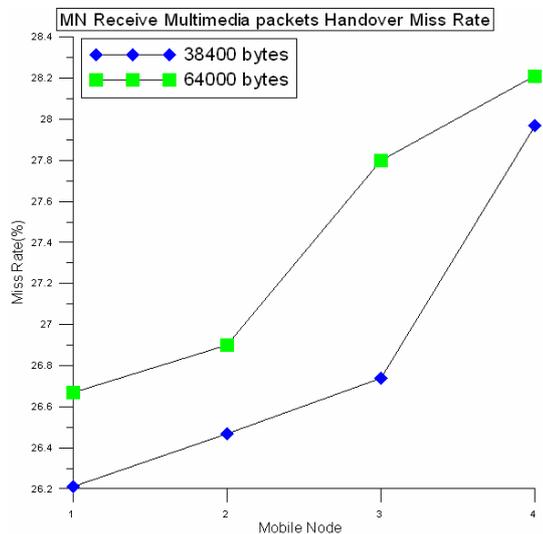


圖 4-5 Multimedia packet Miss Rate

從圖 4-4 與 4-5 之中可以看到，處理如此巨量的 packet 時，四個 Mobile Node 的延遲與 Miss Rate，跟傳送 200bytes 的 packet 相較之下，分別提高了 10.77% 與 18.52%，這更加顯示出 Handover

Latency 的問題，整體上會產生如此的變化，最主要是在主機在處理封包重組的動作及 packet 之間產生的 collision 重傳所增加的系統負擔時間，所以歸咎根本仍然認為主要因素應該存在於系統模組之中，為了解決此一問題，在下一個小節分析發生問題所在，以及如何解決這個問題，降低 Handover 的延遲與提高 Mobile IPv6 的效能。

81	40.085672	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6 Router advertisement
82	40.116161	::	ff02::1:ff79:91ad	ICMPv6 Neighbor solicitation
83	40.676160	::	ff02::1:ff79:91ad	ICMPv6 Neighbor solicitation
84	40.926221	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
85	41.926220	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
86	42.355269	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6 Router advertisement
87	42.926219	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
88	43.926227	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
89	43.995973	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6 Router advertisement
90	44.926219	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
91	45.815642	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6 Router advertisement
92	45.926218	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
93	46.926229	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
94	47.305348	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6 Router advertisement
95	47.926215	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
96	48.926219	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
97	49.794592	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6 Router advertisement
98	49.926230	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
99	50.116334	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	2005:5018:1012:1::1	MIPv6 Binding Update
100	50.676183	Fe80::205:5dff:fe79:91ad	ff02::2	ICMPv6 Router solicitation
101	50.806167	Fe80::205:5dff:fe79:91ad	2005:5018:1012:2::	ICMPv6 Neighbor solicitation
102	50.808707	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	Fe80::205:5dff:fe79:91ad	ICMPv6 Neighbor advertisement
103	50.926264	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6 Echo request
104	50.929693	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1:ff79:91ad	ICMPv6 Neighbor solicitation
105	50.929751	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	Fe80::205:5dff:fea5:fa68	ICMPv6 Neighbor advertisement
106	50.932679	2005:5018:1012:1::1	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	ICMPv6 unreachable (Address unreachable)
107	51.006179	Fe80::205:5dff:fe79:91ad	ff02::2	ICMPv6 Router solicitation
108	51.110651	2005:5018:1012:1::1	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	MIPv6 Binding Acknowledgement

第四節、Mobile IPv6 模組問題描述與解決方案

在前面幾個小節中的實驗中，分析結果顯示出嚴重的 Miss Rate 與 Handover Latency，在這個小節將開始探查所發生的問題。

經過如圖 4-6 的 Log 檔案分析之後，這個 Mobile IPv6 模組的 Handover 程序如圖 4-7，發現在實作的 Mobile IPv6 模組中，Mobile Node 在 L3 Handover 得到的 Care of Address，必須要等待新的 Foreign Agent 發送四~五次的 Router Advertisement 後，確認已經到達 Foreign Agent 的 Range 後，才會發送 Binding Update 回 Home Agent，這對整體的延遲產生相當大的影響，並且觀察到在等待發送 Binding Update 之時，Mobile Node 還沒有註冊完畢，沒有辦法使用新的 Care of Address，因此 Mobile Node 會繼續發出 Router Solicitation 尋找可以使用的 Agent，雖然在[1]中並沒有特別說明這個部分的相關事宜，但由於已經嚴重影響到整體的 Handoff 效能，故我們在改善的演算法中，對 Mobile Node 收到 Router Advertisement 問題的速度做改良，以便於縮短 Handoff 所消耗的時間，同時可以降低 Multicast over Mobile IPv6 在

Handoff 的 packet loss。

我們的構思是參考 [11] 之中的實作方法，將 Caching Agent 的 Reply Advertisement 拿出來加以改良成 Fastest Invite Shadow Host (以下簡稱 F.I.S.H.)，並 Trace RADVD 裡面可以 listen ICMPv6 的 radvdump，把此程式中 listen 的功能擷取出來改良成 F.I.S.H.，再將此功能直接掛在 Foreign Agent，讓 Foreign Agent 可以直接對 Mobile Node 的 Router

圖 4-6 用 Ethereal 分析 Mobile Node Handover Solicitation 使用 Unicast 做出立即的回應，同時由 Foreign Agent 發送 Reply Advertisement 也可以避免安全上的顧慮，演算法如圖 4-8 所示，在下一節將以第三個實驗實際測試在此節提出的解決方案

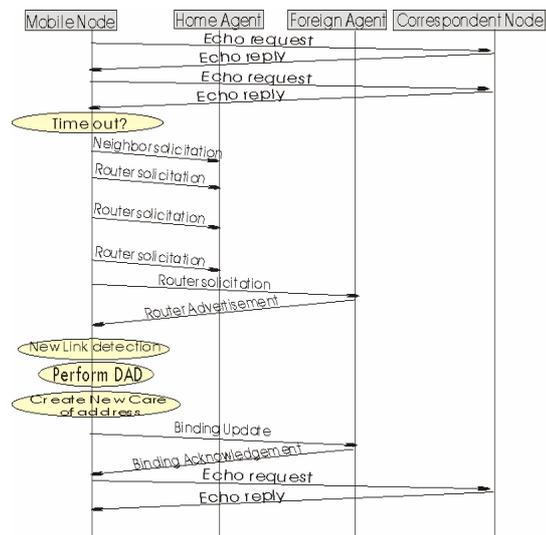


圖 4-7 MIPL Handover Procedure Analysis

```

Listen ICMPv6 Packets;

While get ICMPv6 Packets(1){

If (Packet == Router Solicitation){

    Reply Unicast Router Advertisement;

    Sleep (MinRAInterval);

}

}

```

圖 4-8 Fastest Invite Shadow Host algorithm

第五節、Fastest Invite Shadow Host 測試結果

將 F.I.S.H.掛上 Foreign Agent 的解決方案之後，在 Etheral 擷取封包的時候，很明顯的發現 F.I.S.H.已經正常的運作並有效的加快 Handover 的過程如圖 4-9。

99	56.439733	fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6	Router advertisement
100	56.569994	::	ff02::1:ff79:91ad	ICMPv6	Neighbor solicitation
101	56.769995	::	ff02::1:ff79:91ad	ICMPv6	Neighbor solicitation
102	57.160061	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6	Echo request
103	57.570022	fe80::205:5dff:fe79:91ad	ff02::2	ICMPv6	Router solicitation
104	57.573519	fe80::205:5dff:fea5:fa68	fe80::205:5dff:fe79:91ad	ICMPv6	Router advertisement
105	59.540141	fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1	ICMPv6	Router advertisement
106	59.770036	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	2005:5018:1012:1::1	MIPv6	Binding Update
107	60.160074	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6	Echo request
108	60.163037	fe80::205:5dff:fea5:fa68	ff02::1:ff79:91ad	ICMPv6	Neighbor solicitation
109	60.163112	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	fe80::205:5dff:fea5:fa68	ICMPv6	Neighbor advertisement
110	60.166023	2005:5018:1012:1::1	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	ICMPv6	Unreachable (Address unreachable)
111	60.762938	2005:5018:1012:1::1	2005:5018:1012:2:205:5dff:fe79:91ad	MIPv6	Binding Acknowledgement
112	61.160067	2005:5018:1012:1::12	2005:5018:1012::3	ICMPv6	Echo request

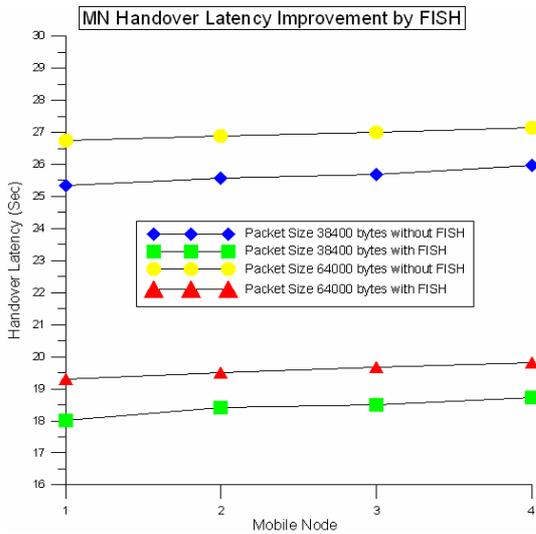


圖 4-11 Handover Latency improve by F.I.S.H.

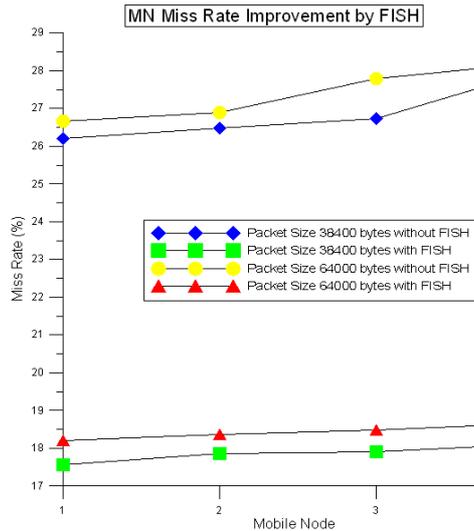


圖 4-10 Miss rate improve by F.I.S.H.

接著使用第三個實驗來做測試，經過測試結果得到的數據如圖 4-12，在 F.I.S.H.使用 Reply Advertisement 的傳遞之後，Handover 的效能提升了許多，單純就 L3 Handover 與 Registration 的 Latency 的角度分析，平均 Latency 降低達 54.35%，證明我們的 F.I.S.H.能夠降低實作中所發生的問題。

圖 4-9 F.I.S.H.運作時，Etheral 擷取下來的記錄檔

再從整體效能測試的角度來分析，在圖 4-10 與 4-11 採用如圖 4-7 的完整 Handover 程序（從偵測到 Time Out 開始，發出第一個 Neighbor Solicitation，直到收到 Home Agent 的 Binding Acknowledgement 的總時間）可以看出平均 Handover Latency 降低 27.77%，並在 Handover Miss Rate 也降低了 33.07%，有效的提高 Mobile Node 在產生 Handover 的傳輸速率，這個對 Handover Latency 非常嚴重的 Mobile IPv6 而言的提升了不少效能，同時也附帶的提升了 Multicast over Mobile IPv6 的傳輸效能。

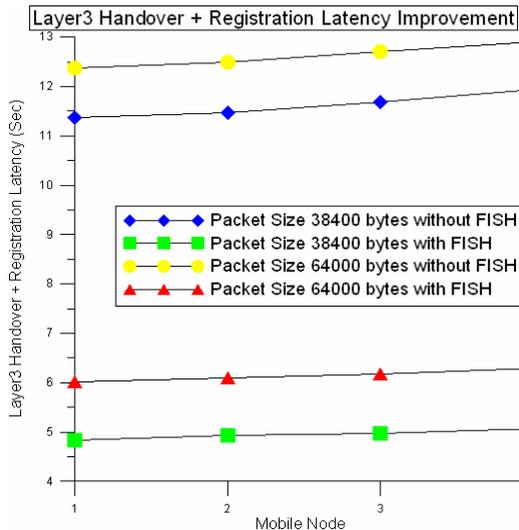


圖 4-12 L3 Handover + Registration Latency improve by F.I.S.H.

第五章、結論與未來工作

隨著網路頻寬不斷增加，以媒體伺服器提供多媒體服務的趨勢越來越明顯。如何提供高效率的網路服務給予 Mobile IPv6，將是重要的研究議題。在本研究之中，使用者在使用 Multicast 之時必須承受嚴重的延遲與斷線的問題。很明顯的 Mobile IPv6 在 Handover 之時產生極高的延遲，對一般的使用者而言是非常的不方便。

未來建議在目前建立的 Mobile IPv6 環境下研究 Mobile Node 時可以直接使用 Care of Address 進行 Multicast 作 Handover 的機制，藉以減少讓 Home Agent 使用 Unicast 的方式傳送 Multicast packet 到 Mobile Node，達到更好的服務品質。

總結歸納出本文研究貢獻如下：

- (一) 探討 Mobile IPv6 下，Multicast 如何運作及可能遭遇的問題。
- (二) 設計在 Mobile IPv6 下模擬 Multicast 的測量方式藉以窺知目前存在於 Mobile IPv6 的問題。
- (三) 為測試 Mobile IPv6 Multicast 中所遭遇到的問題提供一個有效且簡單的解決方案。

第六章、參考文獻

[1] Johnson, D., C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", Technical Report RFC 3775,

2004, IETF.

- [2] T. Narten, E. Nordmark and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", Technical Report RFC 2461, 1998, IETF
- [3] Mishra, Arunesh, Minh Shin, Willam, Arbaugh. "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer Handoff Process", ACM SIGCOMM Computer Communication Review archive Volume 33, Issue 2 Pages: 93 – 102, 2003.
- [4] MONTAVONT, NICOLAS and THOMAS NOEL "Analysis and Evaluation of Mobile IPv6 Handovers over Wireless LAN", Mobile Networks and Applications, 2003.
- [5] Velayos, Hector and Gunnar Karlsson, "Techniques to reduce the IEEE 802.11b handoff time", IEEE International Conference on Communications 2004
- [6] Hasson, Albert, Neco Ventura and Sven Shepstion, "Mobile IP Movement Detection Optimizations in 802.11 Wireless LANs", Wireless Communication Systems, 2004, 1st International Symposium on 20-22 Sept. 2004.
- [7] Lee, Jun Sebo, Seok Joo Koh and Sang Ha Kim, "Analysis of Handoff Delay for Mobile IPv6", Vehicular Technology Conference, 2004. VTC2004-Fall. 2004 IEEE 60th Volume 4, Page:2967 - 2969 Vol. 4.
- [8] Linux Mobile IPv6 HOWTO, <http://www.tldp.org/HOWTO/Mobile-IPv6-HOWTO/>
- [9] Hinden, R., R. Fink and J. Postel, "IPv6 Testing Address Allocation", Technical Report RFC 2471, 1998, IETF.
- [10] Bound J., B. Volz, T. Lemon, C. Perkins, M. Carney "Dynamic Host Configuration Protocol for IPv6 (DHCPv6)", Technical Report RFC 3315, 2003, IETF.
- [11] Sharma, Srikant, Ningning Zhu, and Tzi-cker

Chiueh, “Low-Latency Mobile IP Handoff for Infrastructure-Mode Wireless LANs”, IEEE Journal on selected areas in communications, VOL 22, NO. 4, MAY 2004, IEEE

[12]MIPL, <http://www.mipl.mediapoli.com/>

[13] R. Vida, Ed., L. Costa, Ed. and LIP6 “Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6”, Technical Report RFC 3810, 2004, IETF.

[14]F.Wolfgang, H. Florian, “Mobile IPv6 – White Paper”, AUG 2000, IABG.