

Preliminary Study and Simulator Module Implementation of Multiple Care-of Addresses Registration for Mobile IPv6

林靖倫 洪敏書 潘仁義

國立中正大學通訊工程學系

lclu90u@cs.ccu.edu.tw bt29toby@yahoo.com.tw jypan@comm.ccu.edu.tw

摘要

無線網路已蔚為流行並呈現多樣化發展，同一時間，能夠支援兩種或兩種以上通信標準的行動裝置也已然出現。此現象開啟了同時使用多個存取介面的可能性，不只可選擇最適當的網路，也保持在換手過程中網路連線不中斷。因此，Internet Engineering Task Force (IETF)組織了Mobile Node and Multiple Interface in IPv6 (Monami6)的工作團隊，定義各項標準，用以解決移動式主機於Mobile IPv6 模組下同時使用多介面與多轉交位址所產生的問題。本論文旨在討論由 Monami6 所定義支援多介面與多轉交位址的 Mobile IPv6，修改 NS-2 的開放程式碼並做模擬，以及探討其換手的現象，與傳統方式在註冊一個新的 Care-of address (CoA)前即失去 IP 連線做對比，Multiple Care-of Addresses Registration 於切斷 IP 連線前就完成 CoA 註冊。模擬結果顯示 Multiple Care-of Addresses Registration 無發生換手延遲的情況，因為多介面上的 Multiple Care-of Addresses 於換手將要斷路時，會同時啟用新連線。此外，本模組提供一個有助於多介面技術的研究平台，可供日後欲做相關研究者作參考。

關鍵詞：Mobile IPv6, Monami6, 多介面技術, 多轉交位址註冊, 網路模擬器, 先連後斷, 軟式換手.

Abstract

Wireless network prevails and diversifies. At the same time, terminals which can support two, or even more, data communication standards are emerging. This opens the possibility of using multiple access types simultaneously, not only with each access used to transport the traffic for which it is most appropriate, but also enabling continuous connectivity by overlapped serving areas with various access technologies. Hence, the Monami6 working group in Internet Engineering Task Force is organized to produce standard track specifications to the problems associated with the simultaneous use of multiple interfaces and addresses for mobile hosts using Mobile IPv6. This paper discusses Mobile IPv6's implementation with multiple interfaces support, defined by Monami6, on the well known open-sourced simulator NS-2, as well as its handoff scenario while making Care-of address (CoA) registration before

breaking IP connectivity, in contrast to the traditional case which loses IP connectivity before registering a new CoA. The simulation result shows that the mechanism of "Multiple Care-of Addresses Registration" has no handoff latency because multiple care-of addresses on multiple interfaces are concurrently active and reachable near the handoff border. In addition, our module provides a referable platform which contributes to the research and prototyping of multiple interfaces technique.

Keywords: Mobile IPv6, Monami6, Multiple interfaces, Network Simulator, Make before break, Soft handoff, Multiple Care-of Addresses registration.

1. 簡介

隨著 IEEE 802.11 無線網路的興起，間接帶動了 Mobile IP 的發展，少了以往有線傳輸的束縛，使用者在存取點(Access Point, AP)間移動的機會相對提高，並且在移動時可能由於網域的變換，而需使用 Mobile IP 動態更新目前 IP 位址，以便在移動時仍能保持傳輸。然而其中最令人詬病的，便是在移動時所造成的換手延遲 (Handoff Latency)。

由於 3G 網路的興起，許多研究開始著重多重介面的整合，以及利用多介面來達到所謂的無縫隙換手(Seamless Handoff)。在無線網路下移動時，Layer 2(L2)與 Layer 3(L3)的換手都有可能造成延遲。在 L2 的部分，IEEE 在 2006 年所提出的 802.21[1]的標準，針對不同性質的 L2 介面，提供介於 L2、L3 的 Media Independent Handover (MIH)，希望能夠整合各類不同性質的 L2 介面，提供多個網路介面與上層溝通的管道。透過同樣支援 MIH function 節點間的互通，可以在訊號減弱時透過第二層觸發機制(L2 trigger)，提前使用其他介面達到無縫隙換手。在 L3 的部分，Mobile IPv4 有 Simultaneous Mobility Binding (SB-MIP)[2]同步使用兩介面傳輸資料達到無縫隙換手。而目前 IETF 也有正在運作的工作小組 Mobile Nodes and Multiple Interfaces in IPv6 (Monami6)，針對 Mobile IPv6 的多介面註冊提出機制[3]，提前註冊多個 Care-of address(CoA)來減少換手時的延遲，而在文中，我們將以 Monami6 簡稱之。

試想以下的情境，我們在火車站使用一個 3G / WiFi 雙網手機，同時和朋友講電話並且藉由車站的 IEEE 802.11 基地台下載附近商圈的地圖。當我們在

車站裡走動時，由於建築物的遮蔽，我們可能會有某些時刻是無法連續使用 IEEE 802.11 網路，此時我們會希望能使用 3G 較慢但穩定的網路傳輸以保持通話順暢；而當我們停下腳步下載網路上的資料時，卻又會希望能使用 WiFi 網路介面加快傳輸。由這個例子我們可以看出，在不同的應用情境下，使用者會有不同的需求。為達成此一需求，勢必要一個使用者終端(Terminal)的控管機制。

根據先前所述，目前存在以 L2 為基礎的 IEEE 802.21 和 L3 的 SB-MIP、Monami6 等控管機制。然而 802.21 的作者在[1]中也提到，由於需要針對不同介面撰寫不同的 Service Access Point，在現階段的開發上可能會是一大問題。相較於 L2 對於新開發介面有較低的相容性，IP 層則具有可以支援任何 L2 介面的優勢，因此我們選擇 L3 的機制作為主要研究的方向，比較 Mobile IPv6 (MIPv6)與 Monami6 之間的差異，亦即先斷後連(Break before make)與先連後斷(Make before break)的運作方式，利用 NS-2 模擬這兩種機制，探討換手延遲的現象。

本論文架構如下，第二節將闡述相關背景與研究方法；第三節提出 NS-2 模擬 Monami6 機制之架構與函式叫用關係圖，說明與 Mobile IPv6 之不同處並提出模擬 Monami6 的過程中所遭遇的困難點；第四節將探討 Monami6 的模擬環境與數據分析，並與 Mobile IPv6 的數據分析做比較；最後是這篇論文的結論及未來研究方向。

2. 相關研究

2.1 Mobile IPv6 (MIPv6) [4]

MIPv6 在架構上承襲 Mobile IP (MIP)，運作的基本元件也相當接近，因此接下來我們將先針對 MIPv6 與 MIP 的幾個主要差異點進行說明：

- 取消 Foreign Agent (FA)：MIPv6 取消了原先 FA 存在的必要性，將其功能融入 IPv6 路由器之中。
- 取消 Foreign Agent Care-of Address：MIPv6 取消了 Foreign Agent CoA 的設計，改為使用 IPv6 [4]裡定義，類似 DHCP 運作的 Stateful auto-configuration，以及藉由 Neighbor Discovery[8]做 IP 重複位址確認 (Duplicate Address Detection, DAD) 的 Stateless auto-configuration 產生 CoA 的兩種方式。
- 路由最佳化：MIPv6 將路由最佳化列為必要項目。當 Mobile Node (MN)位於 Foreign Network 時將會同時傳送位址更新訊息“Binding Update(BU)”給 Home Agent (HA) 以及 Correspondent Node (CN)，路由最佳化則是可以解決所有封包皆須經由 HA 轉送的三角路由問題。

MIPv6 的運作也和 MIP 相當類似，當 MN 進

入到 Foreign Network 時，會收到由 v6 Router 發出，類似 Agent Advertisement 的 Router Advertisement (RA)。產生 CoA 之後分別向 HA、CN 發出 BU，前者是為了讓其他 CN 能透過 HA 裡記錄的 Home Address(HoA)→CoA 對應找到 MN 目前的 IP 位址，後者是讓 CN 能得知 MN 的 IP 位址直接與 MN 進行連線。有了 MIPv6 基本的運作概念後，在下一節我們將討論有多重介面註冊的 MIPv6—Monami6。

2.2 Multiple Care-of Addresses Registration [3]

Multiple Care-of Addresses Registration (簡稱 Monami6)是基於 MIPv6 架構而提出的延伸機制，主要用來解決同一個裝置上多重網路介面的註冊問題。Monami6 運作環境和原本 MIPv6 不同的地方在於，MN、HA 都必須支援 Monami6 的運作，至於 CN 與網路上的其他 v6 Router 僅需支援 MIPv6。其原因在於 Monami6 實作多重介面管理的機制，主要是透過 Binding Update 訊息裡的 Mobility Options [4]，而這在 MIPv6 就已經定義，也因此降低了佈建時的複雜度。

| | | | |
|-------------------------|-----------------|-----|----------|
| 16bit | 16bit | | |
| Type = TBD | Length | | |
| Binding Unique ID (BID) | Priority/Status | C/O | Reserved |
| care-of address (CoA) | | | |

圖 1 Monami6 註冊欄位表示圖

在 HA、MN Binding Table 記錄的部分，除了原本 HoA→CoA 的對應之外，另外加入了 Binding Unique Identification number (BID)的欄位。幾個較為特別的名詞定義如下：

- Binding Unique Identification number (BID)：BID 是用來區分 MN 不同介面註冊的 ID，當 MN 的 L2 介面成功取得 IP 位址時，會針對不同介面產生唯一的 BID，在 MN 需要針對不同介面向 HA 註冊時，會將 BID 附在 Binding Update 的訊息中，用以區分同一個 MN 上不同 L2 介面的 IP 位址。在 HA 裡會以 HoA→BID→CoA 的方式作 Binding 的紀錄，可以根據需求針對特定介面的 IP 位址做更新。
- Binding Unique Identifier sub-option：其格式如圖 1，部分欄位敘述如下：
BID：為一個 16bit 的 unsigned integer，0 的值已被保留。
Priority/Status：如果整個 sub-option 是包含在

Binding Update 的訊息裡，則此一欄位代表這次註冊 BID 的優先權，為一 8bit 的 unsigned integer，其中 0 代表沒有優先權，255 表示是 MN 預設的傳輸介面；如果整個 sub-option 是包含在 Binding Ack 的訊息裡，則此一欄位代表註冊的狀態，其中小於 128 代表成功的註冊，大於 128 則已經定義了 INCOMPLIANT(129)、BID CONFLICT(130)……等幾種錯誤的情形。

Care-of address (C) flag：當註冊訊息裡有包含 CoA 時需設定這個旗標，亦即 MN 可以只傳送不含 CoA 的 sub-option 用來更新特定 BID 的 Priority。

Overwrite (O) flag：當這個旗標設定時，代表希望 HA 重新替換所有已紀錄的註冊資訊。

- c. Bulk Registration：MN 可以在一個 Binding Update 封包裡挾帶許多 Binding Unique Identifier sub-option，同時註冊不同介面資料減少註冊封包的大小。

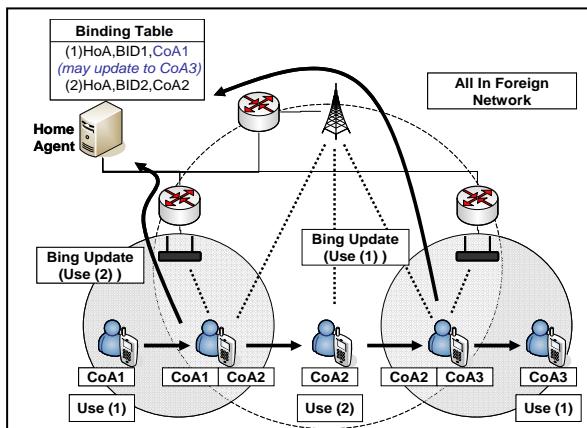


圖 2 Monami6 運作流程圖

關於 Monami6 的運作如圖 2，圖中淺色區域代表具有較大傳輸範圍的網路，兩旁深色區域代表不同類型傳輸範圍較小的網路，在這裡假設所有的移動都是在 Foreign Network 下進行以方便說明。當 MN 移動到圖左的雙網交界處時，同時擁有 CoA1 與 CoA2，會對 HA 發出帶有第二個介面 BID 的 Binding Update(BU)做 CoA2 的註冊，在這裡 CoA2 是具有較大傳輸範圍網路介面上的 IP 位址。如果 MN 繼續移動，CoA1 會因為離開傳輸範圍而失效，此時 MN 可以在 BU 的 sub-option 裡設定 Priority 的欄位並且無須重複加入先前已註冊過的 CoA2，直接通知 HA 使用有較高優先權的第二個介面 CoA2 作傳輸。

當 MN 移動至圖右的雙網交會點時，此時同時擁有 CoA2 與 CoA3，CoA3 是較小傳輸範圍的第一個介面新取得的 CoA。由於介面上仍然是使用 BID1 來辨識，因此在做 BU 時僅針對 BID1 後面的 IP 位址做更新，取代原先的 CoA1，如此可以有效節省 HA 記錄 Binding 資訊的空間，不會因為註冊新的 CoA 而一直擴充。雖然 Monami6 沒有特別定義在交

界處要使用幾條連線，一般主要還是以同時僅使用一條傳輸路徑為主。

這種傳輸方式的優點在於，透過 HoA → BID → CoA 的對應能讓多重介面有更靈活的運用，與 MIPv6 的 Binding Table 做比較，MIPv6 的 Binding Table 為 HoA → CoA。在 MIPv6 的運作中，因為無 BID 欄位，一旦註冊了新的 CoA 就必須取代原本的 CoA，使用新的一組 Binding 連線，無法保留原本的 CoA 供 HA 選擇。反觀 Monami6，可以利用 BID 做為辨識 CoA 的 ID，使得註冊後的新 CoA 得以保留不使用，讓 HA 視 Priority 高低選擇連線；換句話說，於 Monami6 註冊了新的 CoA 並不一定要連線使用，舊的 CoA 也不一定要刪除，然而 MIPv6 於註冊了新的 CoA 之後必須馬上啟用，而舊的 CoA 則立刻作廢。目前有針對不同資料串流交由特定 BID 位址來傳輸的 QoS 機制 [5]，延伸的可能應用還有很多。而它的缺點則在於需要額外加入 BID 的欄位，註冊封包的大小也相對增加。

3. Monami6 的 NS-2 模組實作

自從 2006 年 Monami6 問世以來，就我們所知，目前尚未有關於討論 Monami6 的相關文獻探討，同時針對 Monami6 的 NS-2 模組也還未開發，因此在本節將敘述針對 Monami6 所做的 NS-2 模組開發。

3.1 Monami6 模組程式流程

圖 3 是 Monami6 位於 NS-2 的架構示意圖，圖中虛線框起來的部份是我們針對 MobiWan 模組 [11] 作的修改，與 MobiWan 最大的不同點是，在 Binding Table 裡加入 BID 與 Priority 欄位，構成 Monami6 基本的架構。

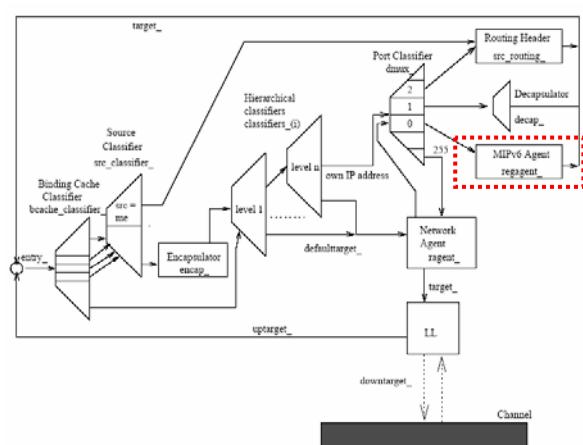


圖 3 Monami6 模組位於 NS-2 的架構示意圖 [9]

Monami6 在架構上分成 HA 與 MN 兩個部份，圖 4.A 是 Monam6 HA 函式叫用關係圖，圖 4.B 是 Monam6 MN 函式叫用關係圖。在圖中以虛線框出的部份是流程裡不一定會執行的 function，而有加註

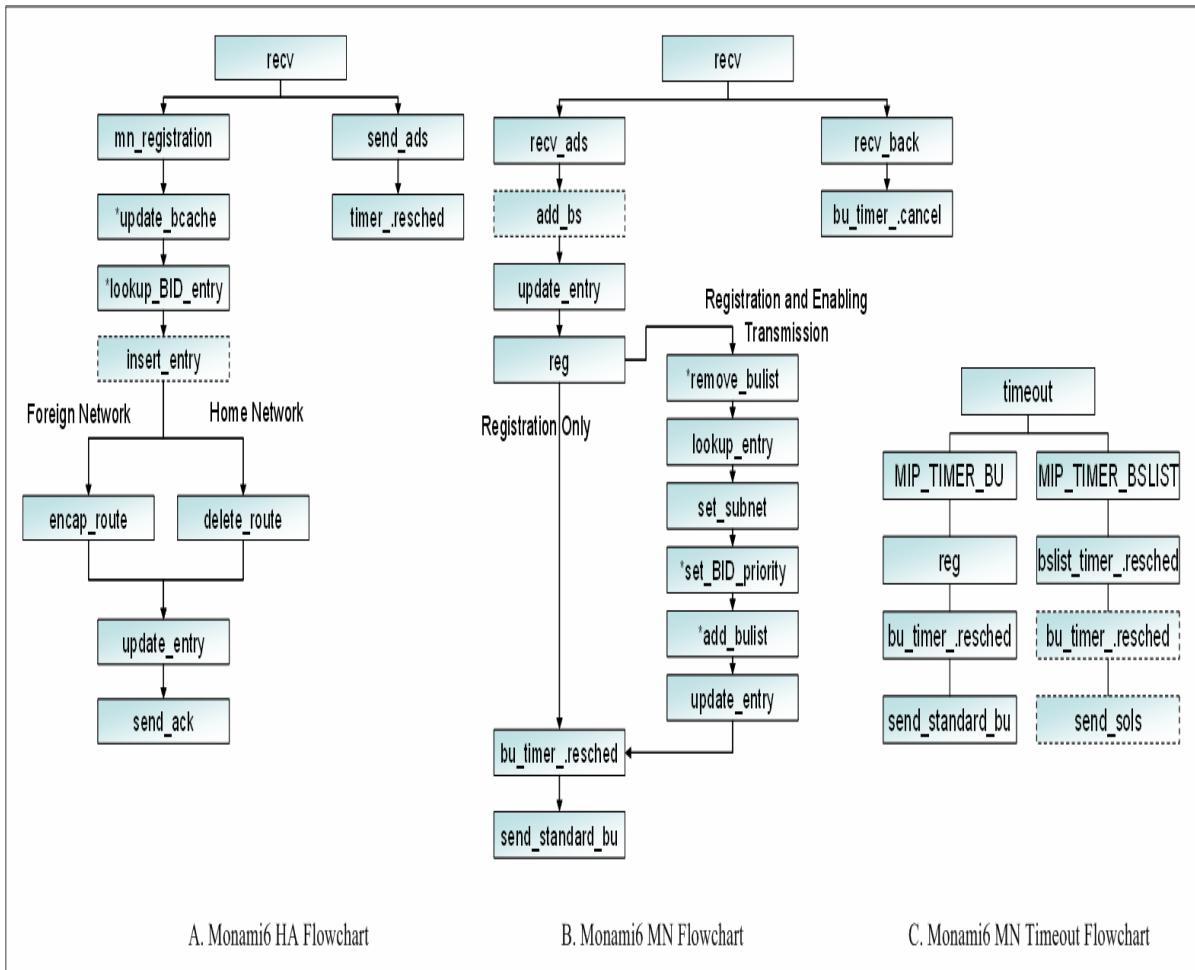


圖 4 Monami6 函式叫用關係圖

*的代表有針對 MobiWan 模組修改的 function。

首先來看看HA，圖 4.A 有兩種情況，第一種情況為HA收到MN的註冊所做的處理，在程式裡會去執行 `mn_registration` function，接著執行 `update_bcache` 更新 Binding Table 裡的資料，與 MobiWan 模組不同的是 Monami6 模組新增了 BID 與 Priority 兩個欄位並對這兩個欄位作更新。更新完後執行 `lookup_BID_entry` function，利用 BID 從中尋找 MN 註冊於 HA 的資料，而原本 MobiWan 模組則是利用 HoA 做去搜尋。若找不到資料，表示 MN 從未在此註冊過，則必須執行 `insert_entry` function 新增一筆資料。接著根據 MN 的移動可再細分為兩種情況：當 MN 進入 Foreign Network 時，需執行 `encap_route` function 透過其他 Router 轉送封包給 MN；當 MN 進入 Home Network 時，則執行 `delete_route` function 取消此 Tunnel。接下來程式會執行 `update_entry` function 更新註冊的欄位，最後執行 `send_ack` function 發送註冊成功的回應給 MN，到這裡即完成 HA 接受 MN 註冊的動作。第二種情況為 HA 和 BS¹ 皆會執行的動作，

HA 與 BS 都有 v6 Router 的功用(在 MobiWan 中，HA 亦為 BS 一員)，當 MN 遲遲收不到 HA/BS 發出的 RA 時，MN 會主動向 HA/BS 提出發送 RA 的要求，HA/BS 收到要求後執行 `send_ads` function 發出 RA，接著執行 `timer_resched` function 將時間計數器歸零，重新開始每隔一段固定時間發送 RA。

在介紹 Monam6 MN 函式叫用關係圖中的圖 4.B 之前，有兩個比較特別的變數說明如下：

bplist：紀錄 MN 周圍 BS 的狀態。

bulist：紀錄 MN 的註冊相關資訊。

在 MN 方面同樣分成兩種情況，第一種情況主要處理 MN 收到 v6 Router 發出的 RA，一開始會執行 `recv_ads` function，假如 `bslist` 裡沒有此 router 的資料，則執行 `add_bs` function 額外新增其相關資訊，新增完後執行 `update_entry` function 更新 `bslist` 裡的資料。接著執行 `reg` function 向 HA 註冊，如果只是單純的註冊而暫時不使用，則執行 `bu_timer_resched` function 等待 HA 的回應，並啟動時間計數器每隔一段時間重新註冊，最後執行 `send_standard_bu` function 傳送 BU 至 HA；如果註冊完後馬上要使用

¹ Base Station (簡稱 BS)，即為 IEEE 802.11 中的 Access point，但在 NS-2 中以 BS 稱之。

這次註冊的資訊，會先執行 remove_bulist function 移除 MN 正在使用的 bulist 資料，與原本 MobiWan 模組主要的差別在於 BID 和 Priority 兩個欄位。移除完後執行 lookup_entry function 從 bslist 裡找尋一個可使用的 BS，藉由 set_subnet function 設定子網域，接著執行 set_BID_priority function(這是原本 MobiWan 模組沒有的 function，用於設定 BU 裡的 BID 與 Priority)。設定好後執行 add_bulist function，新增 MN 正要使用的 bulist 資料，而新增了 BID 與 Priority 兩個欄位同樣也是與 MobiWan 模組最大的差異。當我們執行完 update_entry function 更新 bulist 裡的資料之後，接下來的步驟如同單純的註冊而暫不使用的情況一樣執行 bu_timer_resched function 與 send_standard_bu function。

第二種情況主要是處理是 MN 收到來自 HA 關於註冊成功的回應，一開始程式透過 recv_back function 呼叫 bu_timer_cancel function 取消時間計數器的運作，停止若每一段固定時間沒收到來自 HA 的回應便重新註冊的動作。

另外在 MN 方面，如圖 4.C，有一個比較特別的 timeout 處理，分成兩種情況，第一種情況為 MIP_TIMER_BU，當 MN 在時間內收不到來自 HA 註冊成功的回應，會執行 reg function 重新註冊，接著執行 bu_timer_resched function 啟動時間計數器，再透過 send_standard_bu function 發送 BU 至 HA，此動作會持續到 MN 成功接收來自 HA 的回應為止。第二種情況為 MIP_TIMER_BSLIST，bslist_timer_resched function 每隔一段時間掃描 bslist 裡的資料，檢查每個 BS 的資料之存活時間是否過期，針對過期的 BS 資訊加以刪除。如果過期的資料恰好是正在使用的 BS，亦即與 HA 的註冊已過期，就執行 bu_timer_resched function 重新設定時間計數器，執行 send_sols function 要求 BS 發送 RA。

3.2 撰寫模擬模組的問題討論與分析

a. 多重介面的設計：

不論是 NS-2 內建的 MIPv4 模組，或是能模擬 MIPv6 的 MobiWan 套件，其出發點都主要針對單一網路介面而設計，因此在模擬多介面網路運作時需考量到先前的設計。舉例而言，MobiWan 在 MN 僅記錄目前的 BS 以及上一次連線的 BS，對於單一介面的 MN 而言是相當足夠的，然而模擬 Monami6 時，針對每個介面都需要有這樣的紀錄，在記錄的同時也要確保能辨認不同介面的 Binding，避免 Binding Table 的錯亂。

b. 多介面資料傳遞：

由於 Monami6 是位於第三層的技術，在傳送/接收資料時，由於與 HA 註冊時使用的 BID，並不會包含在一般資料傳送封包裡，因此無法直接辨認封包是由哪一個介面接收。在這部分可以藉由 Binding Table 的協助，在傳送/接收資料時比對來源/

目的地 IP 以及 Binding Table 裡記錄的 CoA，以決定每個封包是透過哪一個介面進來。此資訊可供將來欲作進一步研究者使用。

c. 優先權的管理與同步：

在 Monami6 的運作機制當中，HA 是根據 MN 註冊時設定的優先權來決定目前該使用哪一種 Binding 的路徑。首先面臨的問題是，MN 與 HA 記錄的優先權必須要同步更新，並且要能確保不會有兩筆註冊資訊擁有相同優先權的情形發生。接著 HA 還必須針對有不同優先權的註冊封包個別處理，例如 Monami6 會應用到預先註冊的概念，預先註冊的封包所具備的優先權資訊會小於目前 MN 正在使用的優先權，此時 HA 應該更新這筆資料的註冊時間但暫時不使用這組 Binding，直到註冊封包帶有更高的優先權為止。

4. 測試及分析

關於 MIPv6 模組的部分，我們使用 NS-2-2.28+MobiWan[10][11]做模擬，並修正使用 IEEE 802.11b 的無線傳輸時會產生的錯誤 [6]，詳細的參數設定如下表：

表 1 NS-2 環境參數設定(MIPv6)

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Network Simulator | NS-2-2.28+MobiWan |
| Network Area | 600 x 50 (m ²) |
| BS Coverage's Radius | 109 (m) |
| BS1 Position | 0 (m) |
| BS2 Position | 150 (m) |
| Simulation Time | 75 (s) |
| MN Start Position | 0 (m) |
| MN Speed | 2 (m/s) |
| Wireless MAC | 802.11b |
| Queue Discipline | FIFO/DropTail |
| Transport Layer | TCP |
| Application Layer | FTP |
| Packet Data Size | 1000(bytes) |
| RA Interval | 30~70 (ms) |

Monami6 模組的部分，我們修改 MobiWan 的模組，根據[7]對於 BU 封包的分析設定多重 CoA 註冊，並且參照 Draft [3]的定義來撰寫模擬程式。此外，Monami6 的運作主要是針對不同的 BID 來註冊所屬的 CoA。然而，目前 NS-2 設計上僅允許使用一個網路介面，在不影響本模組以 L3 為主要實作的範圍下，我們暫使用一個網路介面來達成兩個介面的連線效果。主要是利用所連 BS 的不同，來區分不同的 BID，以模擬真實無線網路 IEEE 802.11 的 Infrastructure mode(限制一個無線網卡最多只能連上一個 AP)。由於目前 Draft[3]沒有定義切換使用介面的決策方式，在這一部份我們採用理想值，亦即當 MN 進入傳輸重疊區域時，便會切換連線改由另一個介面進行連線。

以兩個 802.11 無線 BS 為例，距離為 150 (m)，

同時每個 BS 傳輸的最大範圍約為 109 (m)，CN、HA、FA 皆隸屬於不同 Subnet。當 MN 由 Home Network(BS1 所管轄)移動至 Foreign Network(BS2 所管轄)時，會按照前面所提之 IPv6 的運作取得 CoA，並向 HA 註冊進行換手。這部分我們觀察 MN 在移動過程中 Sequence Number 的變化，亦即採用一般較普遍的換手延遲計算：從舊網路接收最後一個封包開始到新網路接收第一個封包為止所需的時間。

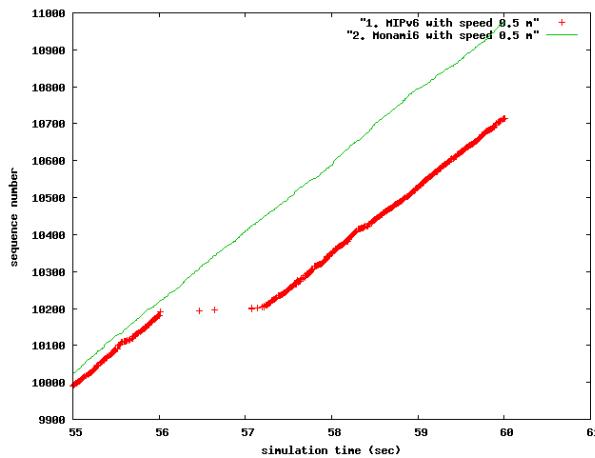


圖 5 Monami6 與 MIPv6 換手延遲比較圖

圖 5 的 X 座標是模擬時間，Y 座標是封包的序號。從圖中我們可以看出 Monami6 在換手過程中由於提前連線，因此不會造成封包的延遲，而 MIPv6 則是在靠近 56 秒的部分產生了延遲。根據 MN 的移動速度換算，此時 MN 大約是在 $56\text{ (m)} \times 2\text{ (m/s)} = 112\text{ (m)}$ 的位置，已經超過原先設定 BS 的最大傳輸範圍 109 (m)。單一介面的 MIPv6 由於需要聽到新的 v6 Router 發出的 RA 或者原本 BU 註冊時間到期，才會發覺失去連線並進行換手的動作，過程中大約會有 1 秒的延遲。

以往單一介面的換手機制，是先斷後連(Break before make)[4]，在換手過程中需要變動與 BS 的連線，無法使用其他介面協助換手的進行，多少都會造成換手延遲。Monami6 使用多重介面的機制，是先連後斷(Make before break)，藉由軟式換手(Soft Handoff)的方式可以避免此一現象。同時由於 MobiWan 並未實作 DAD 的機制，根據 [8]的定義 DAD 至少還需要多加 1s 的時間，而 Monami6 由於可以提前註冊其他介面，此一部份時間並不會影響換手時延遲，由此可證明 Monami6 在換手延遲方面確實較單一介面的 MIPv6 有較好的表現。

5. 結論

有鑑於 Monami6 [3]的發展，本文分析 Monami6 的運作，實作出 Monami6 的 NS-2 模組，在原本 MobiWan 模組上加入 BID 與 Priority 的運作，實現多介面註冊機制，並探討撰寫模擬軟體過程中所遭遇的多重介面的設計、多介面資料傳遞、優先權的

管理與同步之三大問題。本文在實驗裡證實 Monami6 使用在結束連線前先建立連線的方式(Make before break)，比起 MIPv6 先結束連線再建立新連線(Break before make)更能減少換手延遲。為了讓欲研究 Monami6 者得以 NS-2 模組來實驗，也給予希望在 kernel 裡實作 Monami6 的人有參考依據，因此我們發表了這份文件。未來我們將嘗試使 Monami6 能選擇最適合的網路做連線，探討如何在移動時皆能達到最好的傳輸效能，並希望將來更進一步達到 multiple heterogeneous interfaces，且應用到實作上。

誌謝

本論文由國科會計畫所補助，計畫執行編號為 NSC 95-2219-E-194 -005, NSC 96-2219-E-194-008。

參考文獻

- [1] IEEE 802.21, Draft IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Independent Handover Services, March 2006.
- [2] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4", RFC 3344, August 2002.
- [3] R. Wakikawa, T. Ernst, and K. Nagami, "Multiple Care-of Addresses Registration", draft-ietf-monami6-multiplecoa-02.txt, March 5, 2007.
- [4] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.
- [5] C. Larsson, H. Levkowetz, H. Mahkonen, and T. Kauppinen, "A Filter Rule Mechanism for Multi-access Mobile IPv6", draft-larsson-monami6-filter-rules-02.txt, March 2007.
- [6] "NS2.27 Scheduler: Event UID not valid Problem", [Online] <http://ant.comm.ccu.edu.tw/mobile/NS227.htm>
- [7] M. Kuparinens, H. Mahkonen, and T. Kauppinen, "Multiple CoA Performance Analysis", draft-kuparinens-monami6-mcoa-performance-00.txt, April 2006.
- [8] T. Narten, E. Nordmark, and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", RFC 2461, December 1998.
- [9] Thierry Ernst, et al, "MobiWan: A NS-2.1b6 simulation platform for Mobile IPv6 in Wide Area Network", June 2001. [Online] <http://www.inrialpes.fr/planet/mobiwlan/Document s/mobiwlan-report-0501.pdf>
- [10] "The Network Simulator - ns-2", [Online] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- [11] "Mobiwan for NS-2.26", [Online] <http://www.ti-wmc.nl/mobowan2/>