

行動電腦漫遊系統的設計

The Design and Implementation of A Mobile Host Roaming System

陳祈男 劉崇汎 吳瑞育 吳清源

C.N. Chen C.F. Liu R.Y. Wu C.Y. Wu

國立成功大學工程科學系

Institute of Engineering Science, National Cheng Kung University

Tainan, Taiwan, R.O.C.

摘要

在本文中，將描述滑動代理器群組通訊系統 [1][2][3][4] (Sliding-Agent-Based-Group Communication System) 的設計與實作，藉由其中系統元件的運作來達成可靠的無線通訊環境，處理行動電腦的交接問題 (handoff)，並以 IMHA 群組 (Intelligent Mobile Host Agent) 為基礎的代理器群組通訊 (Agent-Base Group Communication) 使行動電腦可以在網際網路中做無縫隙漫遊 (seamless roaming)。整個系統的元件包括 IMHA、MH Daemon、BS Wireless Daemon、Group Name Server、和 IMHA Manager 等五個元件。其中，IMHA 是行動電腦在有線網路上的代理者；Group Name Server 和 IMHA Manager 負責群組的事項；BS Wireless Daemon 和 MH Daemon 負責無線通訊事宜。在這些系統元件的配合下，IMHA 所代理的行動電腦可在任何時間、任何地點對外通訊。

Abstract

This paper describes the design and implementation of Sliding-Agent-Based-Group Communication for a Mobile Host Roaming System. This system can provide a seamless roaming through the Agent-Based Group Communication. The components of this system include IMHA, MH Daemon, BS Wireless Daemon, Group Name Server, and IMHA Manager. Under the cooperation of these components of Sliding-Agent-Based-Group Communication system, a mobile host can access the Internet at anytime and anywhere.

Keyword: Internet, Wireless, Mobile, Agent-Based

1. 緒論與目的

網際網路在這幾年蓬勃發展，各式各樣的網路軟體如雨後春筍般的誕生。在此同時，數位無線通訊技術也正快速發展中，硬體技術和通訊技術的提升，使我們進入行動計算 (mobile computing) [11] 的時代。由於行動電腦 (MH, Mobile Host) 和無線通訊的結合，將促使電腦使用者可以在任何時間任何地點對網路進行存取，所以無線網路持續的連接可以快速通知使用者任何發生的事件，並且提供必需的資源以回應給使用者。所以將 MH 所在的無線網路與有線網路的結

合成為一種趨勢，但是由於 MH 本身所具有的移動特性，再加上現有網路環境的限制 [13]，結合無線和有線網路有其困難所在。

TCP/IP [6][8] 是最被廣泛使用的通訊協定，但是該通訊協定的制定，是基於電腦主機是靜止且無法移動的假設，所以當網路程式正在進行時，電腦主機的移動會造成該網路程式的中斷，因此並不適用於無線通訊。要解決這個問題，有兩種方法 [5]，一種是重新設計網路通訊協定，使該通訊協定能完全支援無線通訊的環境；另一種是在現有的通訊環境下，提供額外的機制或功能來幫助行動計算環境的建立。我們採取第二種方法，以現有網路環境 (以 TCP/IP 通訊為主的網際網路) 為基礎，做最小的更動來實現無線通訊的目的，所以我們設計了滑動代理器群組通訊系統以因應無線通訊和有線通訊整合的需求。透過這個系統，將無線網路 (wireless network) 與有線網路 (wired network) 結合，協調兩者間的差異，並隔離兩者不穩定因子的互相影響，令 MH 上的網路程式能持續運作，不會因 MH 的移動造成網路程式必須被迫中斷或重新執行，使 MH 能成為網際網路 (Internet) 上的一員，讓 MH 達到無接縫 (seamless) 和通透 (transparent) 的漫遊，減少因無線網路通訊品質不良導致通訊效率的下降，並解決 MH 儲存容量的不足，以及無線網路頻寬 (bandwidth) 的限制。

2. 滑動代理器群組通訊系統 (Sliding Agent-Based Group Communication System)

滑動代理器群組通訊系統是以 IMHA 為 MH 在有線網路上的代理器，並輔以其它系統元件的運作來達到無線通訊的目的。IMHA 能暫存 MH 對外通訊的資料，將無線網路與有線網路連成通路，使得 MH 可在任何時間、任何地點對外通訊；並將有線網路與無線網路分隔開來，使無線網路的低傳輸率與低穩定度不會影響有線網路的效率，下圖說明系統的整合環境。

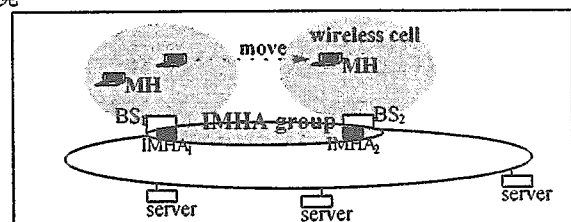


圖 1：整合環境

我們最主要的作法是：對於每台 MH，在有線網路上都有一 IMHA 作為其代理者，代替 MH 對外通

訊，MH 將欲執行的工作通知對應的 IMHA，由 IMHA 在有線網路上代替 MH 執行，再把執行完成的結果回傳給 MH。由於 MH 可能會在不同的 wireless cell 漫遊，當它移動進入另一個 wireless cell 時，由於交接的問題，造成通訊中斷，為了使 MH 達到無接縫和通透的漫遊，我們將 MH 在不同 wireless cells 所建立的 IMHA，形成一個 IMHA 群組[9][20]，此群組形成 MH 與伺服器間通訊的代理者，亦即他們三者間形成所謂的 3peers 通訊方式，利用 IMHA 群組協調無線網路與有線網路的差異，並隔絕兩者不穩定因子的互相影響，而且當 MH 與伺服器間任何一方的通訊出現問題時，也不會影響到對方，因為群組內至少有一個成員可負責接收與轉送的責任。

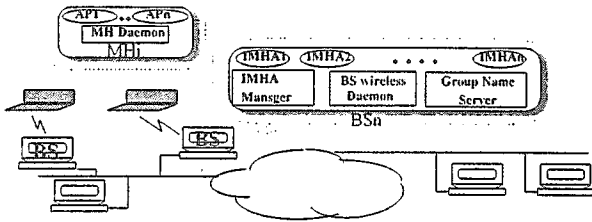


圖 2：系統架構圖

圖 2 是詳細的系統架構圖，MH(Mobile Host)代表 MH，其上有一 MH Daemon，負責接收 MH 發出的工作內容，並透過無線通訊將工作內容通知基地台。BS(Base Station)代表基地台，BS 是 MH 對有線網路通訊的存取點(access point)，其同時擁有對無線網路和有線網路通訊的能力，而 IMHA 正是位於 BS 上，用以代理 MH 的所有工作。為了滿足 IMHA 的工作需求，我們在每個 BS 上設計了 BS Wireless Daemon、Group Name Server、和 IMHA Manager 這三個系統元件。由於 IMHA 是動態產生，因此 IMHA Manager 負責建立新的 IMHA，相對地也具有刪除 IMHA 的能力；由於代理同一 MH 的 IMHA 會形成一群組，所以有 Group Name Server 負責管理 IMHA 的群組名稱；當 IMHA 需要與 MH 通訊時，則經由 BS Wireless Daemon 代為發送訊息，對無線網路進行通訊。

2.1 IMHA

IMHA[21]的任務就是在有線網路上代替 MH 運作，讓 MH 有如直接在有線網路上。所以 MH 欲完成的工作，只要通知代理者的 IMHA，IMHA 就在有線網路上完成工作，再將結果傳回給 MH。另外，IMHA 可以當做 MH 的遠端暫存區(remote buffer)，暫存 MH 會使用到的資料；為了加快效率，IMHA 還可以有預先擷取(prefetch)MH 所需資料的功能。

IMHA 是由 IMHA Manager 產生的。對 MH 的通訊需要透過 BS Wireless Daemon；而對有線網路通訊的時候，IMHA 就如同一般的網路程式一樣，直接與提供服務的伺服器連接，然後與伺服器進行通訊，要求服務。

2.2 IMHA Manager

IMHA Manager[21]的主要工作是 IMHA 的建立與刪除。當 MH 註冊或跨越 BS 的訊號發送範圍(cell)

時，BS Wireless Daemon 會發送一訊息通知 IMHA Manager，該訊息可能是“註冊(registration)”或“交接(handoff)”，而 IMHA Manager 會向 Group Name Server 登錄群組名稱，接著 IMHA Manager 才建立 IMHA。並且通知該 MH 的 Home Base，更新此 MH 之 IMHA group 之資料。如此完成交接註冊動作；另一方面，當 IMHA 群組成員數量過多，IMHA Manager 會接收 Active IMHA 的訊息，通知刪除某特定的 IMHA 群組成員的訊息，以維持 IMHA 群組的數量，被刪除的 IMHA 的狀態必須是“backup”。

2.3 MH 通訊精靈(MH Daemon)

MH Daemon[24]在我們的系統中，是位於 MH 上的一個系統元件，我們可以從以下兩個角度來看 MH Daemon 的工作內容。

以無線通訊發信端的角度來看，MH Daemon 的工作是接收所有 MH 上的網路應用程式送出的資料，將特定的識別資料加入該資料後，再將資料送往有線網路。前述的識別資料中，包括了 message type、group name、AP No.和該資料的真正目的地。

以無線通訊收信端的角度來看，MH Daemon 會接收所有送往 MH 的資料，解開資料最外層的封包，讀取識別資料以判斷資料是否屬於該 MH。由於我們設定 MH 本身為一多工平台，所以可同時執行多個應用軟體於其上，因此 MH Daemon 在確定收到的資料屬於該 MH 後，會做進一步比對，判斷屬於哪個網路應用程式，將該資料送到正確的網路應用程式。

通常 MH Daemon 會處於監聽的狀態，當收到 BS 的廣播訊號時，MH Daemon 必須依據收到的訊號內容，判斷是否進行註冊或交接動作；當決定進行註冊或交接時，MH Daemon 會發出註冊或交接訊息通知 BS，同時暫停本身資料的輸出，等註冊或交接手續完成，就可開始進行資料的傳輸；另外，MH Daemon 也會暫存應用程式送出的資料，作為可靠無線通訊之用。

無論是正常通訊狀態、發生交接、或處理無線通訊的可靠性，MH Daemon 會依各別的情況，將不同的識別資料封包發送出去，接收端的 BS Wireless Daemon 會作出適當的回應，共同協調 MH 與 BS 的關係。

2.4 基地台無線通訊精靈(BS Wireless Daemon)

BS Wireless Daemon[24]位於 BS 上，擔任銜接有線網路和無線網路工作。

以無線通訊收信端的角度來看，BS Wireless Daemon 的工作是接收來自 MH Daemon 的通訊資料，並解除資料的封包，依據得到的識別資料來判斷該資料的型態，並取得網路應用程式真正的通訊資料，並確認資料所屬的 IMHA，將資料傳送到正確的 IMHA。

以無線通訊的發送端的角度來看，BS Wireless Daemon 會接收來自 IMHA 的資料，將識別資料和真正的通訊資料封包在一起，使用無線通訊將資料送給

另一端的 MH Daemon。

由於 MH 會有跨 cell 的情形發生，所以 BS Wireless Daemon 也會收到的不同型態的封包，不同型態的封包告知 BS Wireless Daemon 做適當的反應。當收到註冊訊號(registration_MSG)時，將通知 IMHA Manager 完成註冊的動作，然後回應“註冊完成”(registration_ACK)。當收到交接訊號時，BS Wireless Daemon 先檢查本身維持的表格，若 MH 在該 BS 上已有代理 IMHA 存在，則不通知 IMHA Manager，而直接回應“IMHA 產生(create_ACK)”的訊號給 MH；否則，將通知 IMHA Manager 產生 IMHA。另外，BS Wireless Daemon 也會暫存 IMHA 送出的資料，用於與 MH Daemon 之間的可靠無線通訊。

2.5 群組命名伺服器(Group Name Server)

在我們的系統中，以 IMHA 群組代理 MH 在有線網路上的工作，因此需要有一群組名稱(group name)以區別不同的 IMHA 群組，而 Group Name Server[24]的工作便是維持此群組名稱(unique group name)與 IMHA 的對應；當 Group Name Server 收到 IMHA Manager 的登錄請求後，便登錄群組名稱與最新 IMHA 的對應。由於群組名稱必須是唯一性的，所以我們以 local unique name 和 home BS location 合併成一個 name 的原則來命名，主要的原因是 BS location 就是 BS 的 IP 位址，由於 IP 位址本身即具唯一性，因此加上群組名稱後亦具有唯一性。另外，當有線網路電腦主機想主動對 MH 通訊，也可以透過其 Home Base 的 Group Name Server 的協助，找到代理 MH 的 IMHA 群組的最新位置。

對於 Group Name Server 的配置問題，由於無線網路的分布可以非常廣，沒有理由讓全世界共用一個 Group Name Server，所以集中式的 Group Name Server 不符合現有的環境，因此我們採用分散式的方法，在作法上就是每個 BS 上均有一 Group Name Server。

2.6 整體運作模式

圖 4 是 MH 與 BS 兩端通訊的模式，縱軸表示時間，在無線通訊兩端實際負責通訊的是 MH Daemon 與 BS Wireless Daemon。

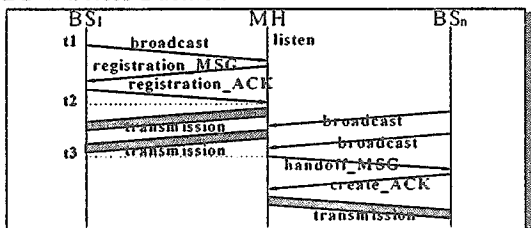


圖 4：通訊模式

MH 在剛啟動的時候，會選擇一 BS 作為通訊的橋樑，接著向該 BS 告知群組名稱並要求產生第一個 IMHA，之後向 Home Base 登錄最新 IMHA 的位置，往後便開始無線通訊的資料傳輸，無線通訊會加上可靠性控制。MH 會隨時監聽各 BS 的廣播訊號，同時將 BS 的資訊記錄下來。當 MH 決定進行交接時，會

先選定某 BS，向其發出交接訊號，在此階段，MH 必須切換通訊的對象(在圖 4 中，即將對 BS₁ 通訊轉換成對 BS_n 通訊)，代理 MH 的 IMHA 群組也在此同時進行一致性與維持群組成員數量的動作，等交接動作完成，MH 可繼續先前的資料傳輸。

3. 系統環境的設計

3.1 群組通訊機制的支援

為了支援群組通訊機制，且解決交接的問題，在我們的設計下，IMHA 共有四種狀態：Initialization、Active、Working 和 Backup，圖 5.1 是 IMHA 的狀態轉換圖，說明了在同一 BS 上的 IMHA，隨著 MH 的移動，會有以下狀態的轉換。

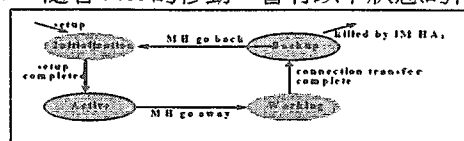


圖 5：IMHA state diagram

以下先說明各個狀態之間的轉換：

- Initialization IMHA：IMHA 建立中的狀態，此為一暫時的狀態。
- Active IMHA：當 IMHA 建立完畢，MH 可藉由此狀態的 IMHA 實際的與外界通訊，此狀態的 IMHA 也是代理器群組的群組管理者，負責群組成員的管理和群組成員資料的一致性。
- Working IMHA：當 MH 移至另一 wireless cell，此時 IMHA 的狀態就由 Active 轉為 Working，Working IMHA 繼續代替 IMHA 群組與 CH(Correspondent Host)通訊，可避免因交接造成資料的流失，此亦為一暫時的狀態。
- Backup IMHA：當新 cell 中的 Active IMHA 與 CH 完成連接的轉移，且 Active IMHA 與 Working IMHA 完成資料的一致性時，IMHA 狀態就由 Working 變成 Backup，可作為容錯的目的，將來若 MH 再移入另一 wireless cell 時，可將此 Backup IMHA 刪除以完成群組的滑動，釋放系統資源，減輕網路負載。

3.2 群組成員的溝通

在本系統中，群組成員資料的傳送是採集中式(centralize)管理，由群組管理者(Active IMHA)，將要完成一致性的資料，送給另一個群組成員(Backup IMHA)。IMHAs 間溝通的方式如圖 6 所示，先建立一控制連接，來傳送控制訊息，再建立一資料連接，來傳送資料；在系統中，IMHAs 資料的一致性動作並不是每次一有資料的讀寫就做一次(atomic transactions)，而是以一系列的讀寫為單位，才做一次一致性的動作：

- 首先 Active IMHA 利用 IMHA manager 的 well-known port，傳送控制連接的請求給 Backup IMHA；Backup IMHA 回應訊息給 Active IMHA 後，建立起控制訊號的連接，如圖中的 control connection，用以傳送控制訊息。
- 利用控制連接建立一資料連接，方式是 Active

IMHA 必須利用一暫時的 port，如圖中的 Active_temp_data port，來接收(listen) Backup IMHA 的回應，此資料連接便是用來傳送資料。

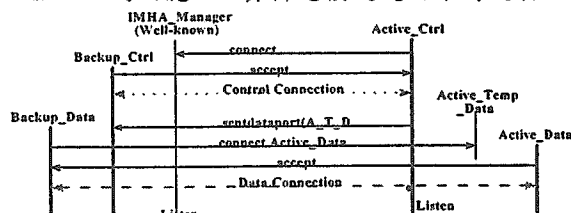


圖 6：Communications between IMHAs

3.3 無線通訊協定的選擇

目前網際網路上最通用的通訊協定是 TCP/IP，其中的傳輸層(transport layer)有保證通訊高度可靠性的傳輸控制協定(TCP, Transport Control Protocol)和不保證可靠性的用戶資料段協定(UDP, User Datagram Protocol)，它們的任務是提供訊息從發信終端機送達收信終端機的服務。

一般而言 TCP 提供高可靠的通訊功能。但是在行動計算的環境下，由於 MH 具有移動性，當 MH 與提供服務的伺服器(server)建立連接後，MH 一旦移動位置，MH 與 Server 間的連線會被切斷，使得資料沒有辦法傳輸到目的地，因此 MH 端執行的軟體必須被迫中斷或重新啟動，因此 TCP 的通訊方式並不適用於行動計算環境。

UDP[7]提供非連接型(connectionless)的服務，在通訊時，它不需要像 TCP 一樣先建立通訊兩端的連接，所以在進行資料傳輸的時候，只負責將資料段送出，不保證接收端是否接收到資料，所以沒辦法提供可靠的通訊功能。但是，正因為 UDP 不需要進行連接，使 MH 與 BS 在通訊期間不必保持連接狀態，反而更適合用於無線通訊方面；另外，在本系統中，發送端必須明確知道所有訊息是否已送達接收端，而 TCP 無法滿足我們的需求，所以我們選擇 UDP 做為無線通訊的通訊協定。另外為了提昇無線通訊的可靠度，我們參考 TCP 的可靠性控制，設計一簡單且適合無線通訊的可靠傳輸模式。

3.4 資料封包的格式

為了因應無線通訊的需求，必須有一新的資料格式以符合 IMHA 系統的運作。圖 7 是我們設計的封包格式，主要是用於無線通訊的部分，即 BS Wireless Daemon 和 MH Daemon 之間的傳遞的資料封包皆採用此種格式。各欄位作用描述如下：

message type	group name	AP No.
destination	sequence number	
data		

圖 7：資料封包格式

(a) message type(2 bytes)：指該資料段屬於哪種型態，MH Daemon 和 BS Wireless Daemon 依據 message type 的不同，進行不同的工作。以下列出 message type 的種類：

✧ registration_MSG:MH 向 BS 發出的“註冊”訊號。

✧ registration_ACK：BS 通知 MH “註冊完成”的訊號。

✧ handoff_MSG：MH 向 BS 發出的“交接”訊號。

✧ create_ACK：MH 向 BS 發出的“交接完成”訊號。

✧ transmission_MSG：表示此資料封包是 MH 上的應用軟體傳送到有線網路的資料，或有線網路上提供服務的 server 回傳給 MH 上網路應用程式的資料。

✧ sequence_ACK：表示此資料封包是用來確認收信端是否已接收到資料。

✧ end of transmission：表示資料已傳送完畢，可以切斷通訊。

(b) group name(8 bytes)：即群組名稱。

(c) AP No.(2 bytes)：MH Daemon 賦予每個應用程式的編號，用於區別資料是屬於哪個應用程式所有。

(d) destination(4 bytes)：MH 上的網路應用程式欲通訊的真正目標，例如 FTP server。

(e) sequence number(2 bytes)：此 sequence number 的作用和 TCP 的 sequence number 相同，通知發送端下一個期待接收的資料順序號碼。

(f) data(1k bytes)：客戶端程式(client program)與伺服器(server)通訊的真正資料。

4. 運作模式

4.1 註冊程序

所謂註冊程序(Registration Procedure)是指 MH 在有線網路上沒有任何 IMHA 代理者存在時，必須向最近的 BS 註冊，註冊的動作包括向 Group Name Server 登錄群組名稱，以及產生第一個對應的 IMHA。我們使用一 BS Select Table 來記錄有關 BS 的資訊，以供交接之用，該表格內有下列幾項資料：

- BS Location:記錄發出廣播訊號的 BS 位置(即 IP 位址)。
- First Time:第一次收到某 BS 廣播訊號的時間。
- Last Time:最後一次收到某 BS 廣播訊號的時間。
- Flag:表是該 BS 目前是否正擔任 MH 對有線網路通訊的存取點。

註冊程序便利用 BS Select Table 中的資訊來完成，其動作如下：

1. MH 上的 MH Daemon 自 BS Select Table 中選擇適當的 BS，向基地台發出註冊訊息，同時啟動計時器。
2. BS 上的 BS Wireless Daemon 收到註冊訊號，檢查 Data-IMHA Mapping Table，確認是否有代理的 IMHA 存在。若有代理 IMHA 存在，跳至步驟 5。若無代理 IMHA 存在，通知 IMHA Manager 產生代理的 IMHA。
3. IMHA Manager 向 Group Name Server 要求登錄群組名稱，並產生代理的 IMHA。
4. 代理的 IMHA 通知 BS Wireless Daemon 取得的溝通的管道，BS Wireless Daemon 記錄相關資料於

Data-IMHA Mapping Table。

5. BS Wireless Daemon 向該 MH 的 Home Base 登錄最新 IMHA 資訊，並回應註冊完成的訊息給 MH Daemon。
6. 若 MH Daemon 在 time out 之前收到 BS Wireless Daemon 的 ACK，則註冊完畢，開始資料傳輸；若已 time out，則重覆 1 的動作。

至此，完成整個註冊的動作，兩端可以開始傳送資料。往後 home BS 上的 Group Name Server 會一直與代理該 MH 的 IMHA 群組保持連繫，以取得 MH 的最新位置，並加以記錄。

4.2 交接程序

當 MH 跨越不同 BS 的訊號發送範圍時，MH 必須選擇另一 BS 以作為對有線網路通訊的新存取點，從發覺需要切換存取點到完成切換存取點的一連串動作的過程，我們稱之為交接程序(Handoff Procedure)。所有的 BS 會間歇地發出廣播訊號，該訊號內容包含有 BS 的位置，也就是 BS 的 IP 位址；而 MH 在運作的時候，必須一直監聽 BS 的廣播訊號，同時將接收到的廣播內容暫存在 BS Select Table 中。

接下來我們就可以 BS Select Table 的資訊，提出一機制供 MH 選擇新的存取點，並進行交接程序，其大略的步驟如下：

1. 在一定時間 t 內(t 為 timer 所設定的 timeout 值)，MH 沒有收到擔任存取點的 BS 的訊號(broadcast beacon)，就進入切換存取點的動作。
2. 首先在 BS Select Table 中，選擇符合“current time - last time $< t$ ”的 BS，作為新存取點的候選者。同時，如果發覺有 BS 不符合這個條件，也就是說“current time - last time $> t$ ”，表示 MH 已經不在該 BS 的訊號發送範圍內，因此必須將有關該 BS 的資訊予以刪除。
3. 從 step 2 所篩選過的 BS 中，選取 first time 最近的即可。在此，我們假設 MH 直線運動，由圖 8 可以看出，在 MH 的移動方向上，會先接觸 wireless cell 1，記 first time 為 T_1 ；隨後再接觸 wireless 2，記 first time 為 T_2 。當 MH 離開 current cell 的範圍的時候，交接動作發生了，此時， T_1 的時間比 T_2 的時間早，代表 MH 已在 wireless cell 1 中待了一段時間，所以選擇 first time 最近的 wireless cell 2 的 BS 做為新有線網路存取點。這樣做的好處是能讓 MH 在一個 BS 的訊號發送範圍內待最久的時間，避免 MH 有太多的交接動作發生，影響 MH 的使用效率。

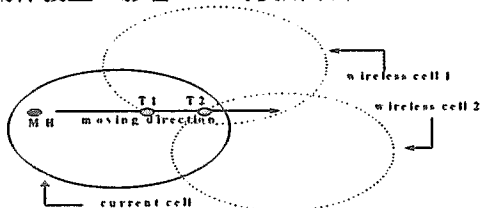


圖 8：交接狀態

4. MH 發送交接訊號(handoff message)給選定的 BS，重設計時器(timer)。

5. BS 上的 BS Wireless Daemon 收到交接訊號，先檢查 Data-IMHA Mapping Table，確認是否有代理的 IMHA 存在。若有代理 IMHA 存在，BS Wireless Daemon 直接回應交接完畢的訊號給 MH。若無代理 IMHA 存在，通知 IMHA Manager 產生代理的 IMHA，並告之對應的群組名稱。
6. IMHA Manager 產生代理的 IMHA，並通知其所屬的群組名稱。
7. 新產生的 IMHA 通知 BS Wireless Daemon 溝通的管道，BS Wireless Daemon 記錄相關資料於 Data-IMHA Mapping Table 中。IMHA 群組在此同時進行一致性的動作。
8. BS Wireless Daemon 向該 MH 的 Home Base 登錄最新 IMHA 資訊，並回應交接完成的訊息給 MH Daemon。
9. 若 MH Daemon 在 time out 之前收到 BS Wireless Daemon 的 ACK，則註冊完畢，開始資料傳輸；若已 time out(等候時間大於 t)，則重覆 step 2 的動作。

以上所述，是 MH 在交接發生時，選擇新 BS 的動作；而在 MH 上的網路應用程式方面，其送出的資料會先被暫存起來，等交接程序完成，即可再行傳送資料。

4.3 可靠的無線通訊

在目前的分封通訊中的通訊錯誤，有以下幾種：(1)封包中的資料錯誤；(2)順序錯亂；(3)封包丟失；(4)封包重複。

由於 UDP 有提供 checksum，所以上述的(1)可以不用考慮；而造成順序錯亂的原因，是接收端和發送端之間存在許多路由器一類的中繼站，再加上每個封包選擇的路徑不同造成傳遞上的延遲等因素所形成的。但是，在無線通訊中，我們建議採用同步(synchronous)傳輸的方式，而且 MH 與 BS 之間的資料傳輸並不需要依靠路由器的協助，而是兩者直接通訊傳輸，所以上述的(2)在無線通訊環境下(MH 與 BS 間的通訊)並不會發生。因此不必考慮封包資料錯誤和順序錯亂的情形。

由於無線通訊常受到環境的影響，所以封包內容可能被干擾或破壞，導致接收端收不到資料，所以在我們提供的可靠傳輸必須考慮到這一點；至於為什麼會發生封包的重覆的狀況，主要是因為發送端和接收端的回應訊號沒有正確抵達另一端的主機所致。

針對上述的(3)(4)，為了提供可靠的傳輸，我們採用 TCP 的回應和順序編號的作法。作法大略描述如下：

1. 發信方面，在發送資料的同時，把資料拷貝一份到 retransmission buffer 中，隨後啟動 timer。
2. 收信方面，在 UDP 做完 checksum 後，就進行順序號碼(sequence number)的檢查，等檢查合格，就發出 ACK，並在 ACK 訊息中記入下一個期待接收的資料順序號碼。例如收到順序號碼為 500 的資料段，且該資料段長 500 bytes，

則 ACK 號碼就是 1000，以此判斷封包是否重覆接收，重複的封包將被刪除，不予以處理。

3. 在發信方面，在 timer 切斷之前，如果 ACK 傳回的話，則清除 retransmission buffer 的內容，並繼續傳送下一個資料段；如果 ACK 未傳回，視同資料段遺失，於是進行 retransmission 的動作，重設 timer，重覆(A)的步驟。

這就是我們所提供的一個簡單的可靠傳輸的方法，收發的兩端分別是 MH 上的 MH Daemon 和 BS 上的 BS Wireless Daemon。在往後所描述的可靠無線通訊就是使用此種方法。

5. 實作

本系統以 Wireless LANs 為實驗平台，而作業平台擬架設在微軟公司開發的 Windows 95 或 NT 之上。在硬體的配備上，目前實作的機器共有六台電腦：三台個人電腦作為 BS，以 Window NT 為作業系統；兩台筆記型電腦作為 MH，以及一台個人電腦當作有線網路上的伺服器，以 Window 95 為作業系統。

目前的成果為，MH 可以在移動並跨越 BS 的狀態下，將檔案傳送到 CH(也就是 server)；同時 CH 亦將檔案傳送到 MH 上。MH 的每次交接會使代理的 IMHA 群組進行資料的一致性，同時群組成員的數量也維持在設定範圍內；而在無線通訊方面，依照前述的方式可以判斷交接的時機，並進行交接，同時也確保無線通訊的可靠性。

6. 結論

將無線網路與有線網路結合在一起是一種趨勢。但是由於 MH 的特性，衍生出來的一些問題，諸如交接(handoff)的處理、定位的問題、通訊品質不良、硬體上的限制等等，再加上現有網路環境的限制，結合無線和有線網路有其困難所在。

我們嘗試以代理器(agent)和群組通訊(group communication)的觀念來建構一個滑動代理器群組通訊系統，其中有許多輔助元件存在。在 MH 端，MH Daemon 負責所有無線通訊的收發，而 BS 端的無線通訊的工作是由 BS Wireless Daemon 負責，MH Daemon 和 BS Wireless Daemon 是無線通訊的兩端，兩者共同處理 MH 的註冊和交接程序，彼此間有一套通訊的程序對資料做 check 和 mapping，並提供可靠的通訊；IMHA 在有線網路上代理 MH 的工作；IMHA Manager 負責建構 IMHA；Group Name Server 負責維護群組名稱與 MH 位置。藉由這些元件的協調運作，輔助 IMHA 的運作以處理一些行動計算所帶來的問題，例如交接的解決、無線通訊的不可靠性、受移動影響而無法連續傳輸資料等問題，並且我們盡量以最小的修改，來完成無線網路與有線網路整合的目標。

參考文獻

1. Chyi-Nan Chen, Chung-Fann Liou, Ching-Yuan Wu, Rey-Yu Wu and Ting-Wei Hou, "Solving Location Problem of a Mobile Host by an Agent Group",

Proceedings of The Seventh IEEE International Symposium on PIMRC, volume 2, 1996, p.708-712.

2. Chyi-Nan Chen, Chung-Fann Liou, Ching-Yuan Wu, Rey-Yu Wu, "The Design of Intelligent Mobile Host Agent", Proceedings of The Third Workshop on Mobile Computing, 1997, p132-139
3. Chyi-Nan Chen, Chung-Fann Liou, Ching-Yuan Wu and Rey-Yu Wu, "The Study of a Reliable Intelligent Moving Agent for a Mobile Host", Proceedings of Workshop on Distributed System Technologies & Applications, 1996, p.298-305.
4. Chyi-Nan Chen, Chung-Fann Liou, Rey-Yu Wu, Ching-Yuan Wu, "A Reliable Wireless Communication For Sliding Agent-Based Group Communication", Proceedings of Workshop on Distributed System Technologies & Applications, May 1997, p291-302
5. Pravin Bhagwat, Satish Tripathi, Charles Perkins, "Network Layer Mobility: an Architecture and Survey", University of Maryland 1995
6. Internet Protocol, RFC 760, Jan 1980
7. Postel, User Datagram Protocol, RFC 768, Aug 1980
8. Transmission Control Protocol, RFC 793, Sep 1981
9. Kenneth Birman, Robert Cooper, "The ISIS Project: Real Experience with a Fault Tolerant Programming System", Operating Systems Review, volume 25, 1991, p.103-107.
10. David B. Johnson, "Scalable and Robust Internetwork Routing for Mobile Hosts", Proceedings of 14th International Conference on Distributed Computing Systems, 1994
11. Vietanh Nguyen, "Mobile Computing & Disconnected Operation: A Survey of Recent Advances", <http://www.cis.ohio-state.edu/>.
12. Charles E. Perkins, Andrew Myles, David B. Johnson, "IMHA: A Mobile Host Protocol for the Internet", Proc. INET'94, Dec 1994
13. Charles E. Perkins, "Simplified Routing for Mobile Computing using TCP/IP", Proceedings of IEEE Conference on Wireless LAN Implementation, 1992
14. Ramon Càceres, Liviu Iftode, "The Effects of Mobility on Reliable Transport Protocols", Proceeding of the 14th International Conference on Distributed Computing System, 1994
15. Daniel Duchamp, Steven K. Feiner, Gerald Q. Maguire, Jr, "Software Technology for Wireless Mobile Computing", IEEE Network Magazine, Vol 5, Nov 1991, p12-18
16. Ben Lancki, Abhijit Dixit, Vipul Gupta, "Mobile-IP: Supporting Transparent Host Migration on the Internet", Linux Journal, Aug 1996
17. Satyanarayanan, "Fundamental Challenges in Mobile Computing", Fifteenth ACM Symposium on Principles of Distributed Computing, May 1996
18. Akihiro Hokimoto, Tatsuo Nakajima, "Robust Host Mobility Support for Adaptive Mobile Application", Proceedings of the 1st International Conference on Worldwide Computing and Its Applications, March 1997