

階層式無線網路之多重註冊協定

A Multiple Registration Protocol in Hierarchical Wireless Networks

謝孟諺

王元芬

黃悅民

興國管理學院資訊科學學系

國立成功大學工程科學學系

tab.hsieh@mail.hku.edu.tw

b921100401@std.hku.edu.tw

huang@mail.ncku.edu.tw

摘要

大多數大型的無線區域網路是用多個 AP (Access Point) 和透過有線實體的方式連線到網際網路上，各個區域網路的 AP 間以有線的形式相互通訊。也就是說，一個 AP 如果沒有直接以有線實體連結上網際網路或和其他已連線到網際網路的 AP，則該 AP 及其所屬網路中的移動節點 (Mobile Node, MN) 就無法連上網際網路，更遑論得到網際網路上的各項服務。而假使所有無線區域網路上的 MN 都是直接對 AP 做存取，傳輸邊緣的訊號會快速衰減，影響可傳輸範圍。另外，許多的網路服務及協定在使用者提出需求時，會要求其進行註冊的程序，而在無線網路中，由於通訊節點的可移動性，這會造成了節點註冊的困難度。各個節點通常需要不只一項的服務，使用分別註冊也將使網路的負荷更為沈重。由於階層式的架構經常被應用在網路上，用來解決繞徑的效能問題，本研究以集中式 (Centralized Scheme) 的叢集建立方法組織無線網路中的節點，利用無線網路內的繞徑傳輸的方式來降低訊號的快速衰減，發揮階層式架構的優點，增加註冊路徑的穩定性，藉以提高繞徑的效能，整合多重協定註冊 (Multiple Registration)，來減少分別註冊的網路消耗 (Cost)，也能讓 MN 在 AP 間進行無縫 (Seamless) 換手 (Handoff)。

關鍵詞：行動 IP，SIP，階層式的，隨意網路

Abstract

Most large wireless local area networks (WLAN) connect to Internet via Access Points (AP) and wired devices, when APs communicate each other through wired networks. In other words, if an AP is not equipped with wired networks or connected with other APs connecting to Internet, then it and its mobile nodes do not connect to Internet to gain service. In addition, many Internet applications providing services and protocols will require registration procedures, when mobile users send their requests to applications. In wireless mobile network, mobile nodes set up registration procedure hardly, because of node mobility. Separate registration procedures for one node, which requires more service, will increase

network overheads. In general, the hierarchical structure is applied to networks, used for improving routing performance problem. This study organizes wireless mobile nodes by a centralized cluster scheme, and reduces signal attenuation by the proposed cluster-based routing protocol. Developing hierarchical structure helps increase the stability of registration procedure and promote routing performance. This study also integrates multiple registration procedures to decrease registration cost, and achieves seamless handoff, when one node moves among different APs.

Keywords: Mobile IP, SIP, Hierarchical, Ad Hoc Networks

1. 前言

經過近年來的發展，無論是無線網路的公共建設，或是用來做為無線通訊的裝置，都已漸趨普及。所以在各機構建立可連線網際網路的中、大型無線區域網路將是必然的趨勢。假設要在校園中建立一個無線區域網路，涵蓋至整個校園各角落為前提，希望在校園內的學生均可利用自己的無線通訊設備就地上網，亦可以一邊緩步走動，一邊尋找所需的資料。例如查詢學校圖書館的館藏、或是用瀏覽器流覽網頁資訊。又或者兩位資料系的同學 A 先生和 B 小姐想要使用 FTP 分享彼此最近看的論文檔案，之後 A 先生就在圖書館周邊草地上，用筆記型電腦做資料庫系統的作業，同時戴上耳機線上收聽音樂；而 B 小姐則連線網際網路參加和當時在校外的專題老師的線上會談，他們在會談中不但利用網路電話來對話，同時也利用網路攝影機讓彼此可以看到對方的影像及表情。

當我們在這個無線網路流覽網頁時，可能會因為位置的移動而發生網路斷線，或是離 AP 稍遠處的訊號太弱等問題。因為網路的範圍較廣，明顯地無法只用一個 AP 來涵蓋圖書館大樓及周邊草地的全部範圍，所以必須以多個 AP 相互涵蓋的方式達成這個目標。如果 MN 從一個 AP 所涵蓋的區域移到另一個 AP 時，就會產生換手的情形，管理未周延的無線網路，就容易發生網路因換手而中斷。而 MN 直接對 AP 做存取，AP 的傳輸範圍較有限，訊號衰減較迅速。在 A 先生和 B 小姐傳輸檔案時，兩

人若在不同 AP 範圍時或在兩 AP 相互涵蓋的區域，可能會有因所屬 AP 不同或不明，而使註冊次數增加影響傳輸速度，亦或有因換手而封包遺失的情況。而使用多媒體串流收聽線上音樂和使用線上會議系統時，則可能會因為服務註冊過多而讓網路擁塞產生延遲。

針對以上所述，我們引用[1]所使用階層集中式(Centralized Scheme)的叢集建立方案，將區域無線網路中的節點以的演算法組織起來。AP 及節點間透過叢集建立的過程做溝通，互傳擁有資源及繞徑的資訊，並且以明確規則指派相互涵蓋區域的所屬 AP。以有組織的成員方式，做無線網路的繞徑傳輸，以避免直接向 AP 存取的訊號的衰減。如此也能使得所節點所屬 AP 不易混淆，減少網路資源的使用率，降低網路中斷、擁塞及封包的遺失。

當無線網路上的節點數增多時，用來尋找傳輸及註冊的路徑複雜度將更形增加，這將使得網路的耗費(cost)龐大，而階層式架構是將大量的節點分割成若干小組來處理，如此路徑被分成了小組內的，以及各組織間的兩種方式，減少了路徑尋找時的複雜，參與繞徑的節點也較少，使得所需的資源降低，還能加強路徑的穩定度。

在[7]中可得知，不同的網路服務使用不同的協定，將產生不同的效能表現，也就是說，不同的網路服務有其較適合的協定。也就是說，一個節點經常要使用多個不同的協定。當不同的協定都必須一一註冊時，所花費的時間和頻寬都將增加，使得原本就有限的網路資源更顯不足。另外在[8]中顯示，MN(Mobile Node)運用 Mobile IP 的機制來取得 IP 位址，比透過 DHCP Server 來取得，在效能的表現上較佳。所以，如果在網路上能選擇較適合的服務協定，再整合多重協定註冊，即能節省時間及網路頻寬的使用。

此論文主要提出藉建立階層式叢集方法組織無線網路節點，再整合多重註冊機制的方案，達到網路少耗費、高效能的表現。本文包含五段，第一段大略敘述目前無線區域網路可能遇到的問題和解決方案。第二段介紹使用技術的相關文獻，包括集中式叢集建立方案。第三段提出兩階層式叢集在多 AP 情形下的所屬規則，及多重註冊方案的內容。第四段則是分析方案的效能。最後為結論和未來的挑戰。

2. 相關技術

本論文主要的重點在於無線網路中整合多個協定註冊及繞徑的階式層架構，因此以下將簡單描述無線網路中兩個常用的協定 Mobile IP 和 SIP，以及建立階層式架構可行方法的文獻。

2.1 Mobile IP

Mobile IP 是由 IETF (Internet Engineering Task Force)所制定的重要協定，允許節點間相互通訊，

不受移動性所產生的位址改變而影響[5]。以下是 Mobile IP 的基本名詞及註冊原理的略述：

- 行動節點 (Mobile Node, MN): 可在不同網域中移動並且使用不同 IP Address 的裝置，可以是工作站、PDA、手機或其他有此特點的設備。
- 本地網路 (Home Network): 對 MN 有管理權的網路。
- 本地代理者 (Home Agent, HA): 本地網路上的某一記載了 MN 基本資料主機。
- 遠端網路 (Foreign Network): 除了本地網路外，允許 MN 連接上的任一網路。
- 遠端代理者 (Foreign Agent, FA): 遠端網路上的某一主機，MN 向其註冊後，負責將 MN 的 HA 所轉送來的封包作解封裝，讓封包可以傳送到 MN。
- 轉交位址 (Care-of Address): 當 MN 不在本地網路時，在網路上接點的 IP 位址。

當 MN 要使用 Mobile IP 時，它會“收聽”代理器(Agent)的廣播(advertisement)或者是主動送出訊息(solicitation)給代理器。如果 MN 是在 Home Network，就只要使用 home IP address，若是在 Foreign Network 就需要取得轉交位址，然後進行註冊了。

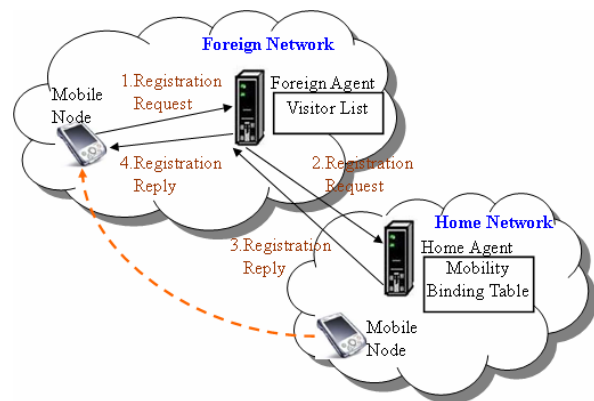


Fig1. Mobile IP Registration Process

註冊的目的是在告知 HA 目前 MN 所在的子網路，其程序如 Fig 1。首先 MN 送出要求註冊的訊息給 FA，FA 收到該訊息後，轉送給 MN 的 HA，並傳送包括 MN 在此所使用的轉交位址、本地位址及註冊使用期限 (Registration Lifetime) 的重要資訊。HA 收到 FA 的訊息後，會決定是否允許此 MN 到所漫遊的 Foreign Network，且將訊息回覆給 FA，FA 會根據此內容，允許或拒絕 MN 的要求。到此，完成註冊程序。

2.2 SIP

IETF (Internet Engineering Task Force) 在 1999 年 3 月提出 SIP (Session Initiation Protocol) 新架構，試圖簡化 H.323 的複雜性，且在語音傳遞功

能提供較高的延展性。SIP 除可用於建立網路電話之應用，亦可與其他網際網路技術，如 HTTP、SMTP、RTSP...等結合，提供整合語音與其它多媒體的通訊服務，如即時訊息 (Instant Messaging) 與個人現形 (Presence) 服務。並且已經被公認為 IP 網路與傳統電信 PSTN 網路整合的關鍵技術，而且它也被第三代行動通訊系統 (3G) 採用為未來無線多媒體通訊的技術標準。

SIP 是一個以文字格式為基礎的傳輸協定。當多媒體通訊剛建立時，雙方會先使用 SDP (Session Description Protocol) 來溝通多媒體傳輸的相關資訊，包括網路位址、通訊埠及多媒體格式等，之後便會依據取得的資訊來使用 RTP (Real-time transport Protocol) 傳輸包含聲音和影像的即時多媒體訊息。

而當 MN 由一個網域漫遊至另一網域時，它需先向網域的 DHCP 伺服器取得一個 IP 位址，然後向其 SIP 伺服器重新註冊，以下我們以一個例子來說明註冊的流程：

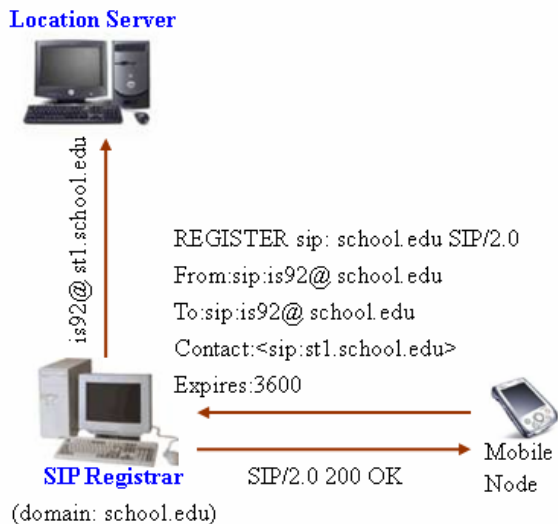


Fig 2. SIP registration Process

假設 SIP Server 是存在一個叫 "school.edu" 的網域中，MN 的使用者名稱為 "is92"，MN 的註冊訊息包含了 From，表示 request 是由誰送出的，所以在此欄填入 MN 的位址為 is92@school.edu；To 為 request 訊息要送往那一目的端，此處和 From 相同；Contact 提供 MN 的 SIP URI 資訊，代表 MN 真正能傳輸的正確位址，此處我們假設的位址為 st1.school.edu；Expires 表示 MN 向 SIP 伺服器註冊的有效時間，此處設為 3600 毫秒。SIP Registrar 傳給 Location Server 的訊息則為 is92@st1.school.edu。

2.3 Cluster Establishment

基於叢集繞徑 (Cluster base routing) 的路由方案是無基礎建設 (Infrastructureless) 網路常用的通訊方

案，由於階層式架構使得繞徑路徑管理方便，其網路間的所有節點擁有相同的地位，在繞徑時角色及功能的取代性高，極適用於移動性節點多的網路。將其運用於無線區域網路，可克服 AP 間必須以實體線路相互連結的處境，而使無線區域網路的建立較容易、較節省成本，也能輕易擴充區域網路的範圍。[1]中所提階層集中式 (Centralized Scheme) 叢集建立方案是應用於行動隨意無線網路 (Mobile Ad Hoc, MANET) 的基於叢集繞徑路由方案，原本是以單一 AP 為考量，AP 所連接的伺服器除擁有 FA 的功能外，也同時具備 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) 分配 IP 的功能，依照其叢集建立方法，再加上配合多 AP 所做的調整，能構成穩固的無線區域網路，以下是叢集建立的演算法：

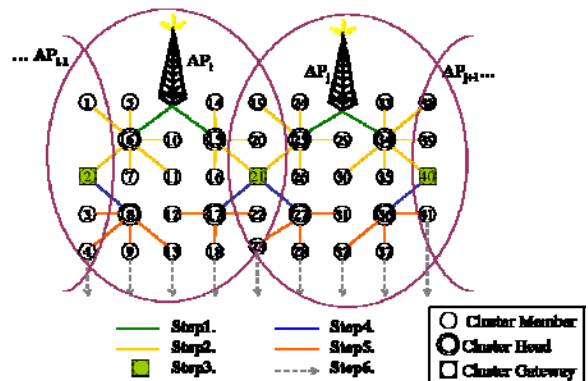


Fig 3. Centralized Scheme

首先假設所有的 MN 在起始時間，都無任何預設連結，包括沒有預設所屬於的 AP。(1.) 選擇適當的 CH: FA 透過 AP 在 hop 一次的通訊範圍內，選出離得最遠的節點為 CH，如 Fig 3. 中的 step1. APi 連接到 Node 6 和 15 等，選為 CH。(2.) 在選出的 CH hop 一次的通訊範圍內，各自加入所屬的 CM，形成各個叢集，例如圖中 step2. Node 6 所屬叢集的成員有 Node 1 和 2 等。(3.) CH 由其本身 hop 一次的通訊範圍內，選出離得最遠的節點為 CG，如 Node 2、21 等。(4.) CH 再由其本身 hop 一次的通訊範圍內，選出離得最遠的節點為 CH，就像 Node 2. 選擇 Node 8 為 CH。(6.) 重覆 (2.) (3.) (4.) 步驟，直到所有節點都有所屬的叢集為止。其中 CM 只能屬於唯一一個叢集，而 CG 則屬於兩個或兩個以上的叢集，除了 CH 以外所有叢集內的節點，彼此間都以經過 CH 做兩次 hop 的方式通訊。

而多 AP 的情況下可能產生叢集所屬 AP 混淆的問題，使得 CH 及其叢集內的節點換手頻繁，造成網路中斷或註冊次數上升，因此應制定明確而合理的相關判斷規則。本文中的方案以一個叢集僅屬於唯一一個 AP 為原則，選擇通訊範圍涵蓋 CH 且較先連接上 CH 的 AP 為該叢集的所屬 AP。至於 CH 如何辨別那一個 AP 較先和其連結，將在下一節中做介紹。

3. Tow-tier Multiple Registration

用階層集中式的方法建立叢集是以 AP 為中心，由階層的最上層往下自動形成叢集的結構。這種由上往下生成的特性，能把包括網路中所擁有的資源(例如某個 AP 連接到何種可提供服務的伺服器，又有某個 AP 可連線至網際網路)及叢集所屬的 AP 和繞徑路徑等資訊，藉著建立叢集的同時，傳遞至整個網路中，用來減少傳輸時尋找路徑的時間。本節中將以此架構為核心，組合兩種多重註冊的方案，達到更少的網路耗費與更好的效能。

3.1 Two-tier Communication Clusters

多個 AP 的無線網路，兩個 AP 相互涵蓋範圍我們稱它為 MCA(Mixed Coverage area)，MCA 內的節點在階層集中式叢集的建立下，可能扮演 CM、CH、CG 的不同角色，而其數量的可能情況則更多。在有足夠的節點為前提下我們觀察發現，和傳輸及註冊有關的情況可歸類成以下三種：一種是 MCA 內沒有任何 CH，另一種則是 MCA 內恰巧有一個 CH，第三種則為超過一個以上的 CH 在 MCA 內。

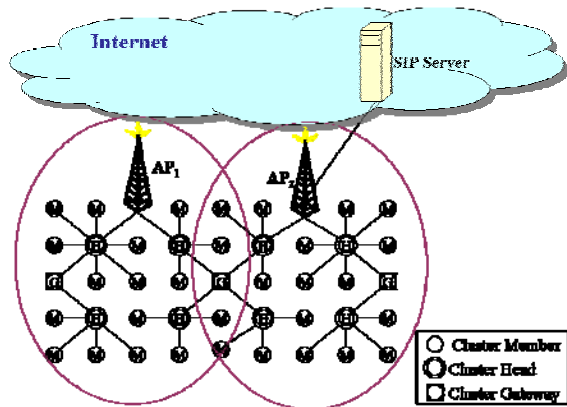


Fig 4. No CH in MCA

若是第一種沒有任何 CH 的情況時，兩 AP 間的連繫及溝通就需要透過 CG，因為 CG 原本的功能就是位於不同叢集間做聯繫，可視為叢集對叢集的門戶，CG 可屬於不只一個叢集，當 AP 相互涵蓋的範圍內沒有任何可連結的 CH，CG 就可以取代 CH 的傳遞任務(如 Fig 4.)，將兩 AP 存在的訊息交換傳往另一端的 AP，不過 CG 只限於傳給其所連接的 CH，不是和 AP 直接相連。第二種是僅有一個 CH 狀態，兩 AP 的所有聯繫工作就必須全部透過這個 CH 來完成(如 Fig 5.)，CH 有管理叢集的任務，需記載及維護叢集內、外的繞徑資訊，但是這個 CH 仍然只能屬於一個 AP 管轄，同時遵守較先連接上 CH 的 AP 為該叢集的所屬 AP，否則仍會產生所屬 AP 混淆，造成網路斷線或換手過於頻繁。

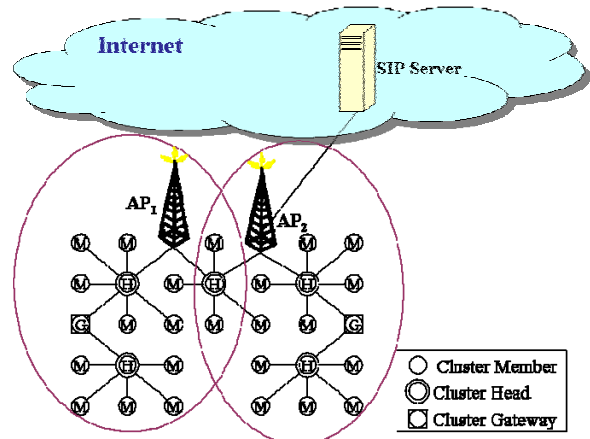


Fig 5. One CH in MCA

超過一個以上的 CH 在兩個 AP 相互涵蓋範圍內的情形較以上兩種略為複雜。為了要降低網路中的 overhead，當有兩個 CH 可傳遞訊息時，希望由屬於 AP₁ 的 CH 在得到 AP₁ 的資訊後，能把資訊傳給 AP₂ 或往 AP₂ 所在的方向傳輸；而另一個 CH 在判斷屬於 AP₂ 後，則傳資訊給 AP₁ 或往 AP₁ 所在的方向傳播此資訊。例如 Fig 6. 中，假設 CH(16)在開始建立叢集後的 1.1 秒收到來自 AP₁ 的訊息，又在 2.0 秒時得到來自 AP₂ 的訊息，另外 CH(18)則在 1.7 秒時取得 AP₂ 的訊息，在 2.3 秒時獲知 AP₁ 的訊息。那 CH(16)會成 AP₁ 的 CH，然後將 AP₁ 的訊息傳輸至 AP₂，而 CH(18)就屬於 AP₂，然後將 AP₂ 的訊息，經過 CG(12)傳往 AP₁，讓 AP₁ 獲悉 AP₂ 的存在及其相關訊息。如此一來 CH(16)就不需再將 AP₂ 的訊息回傳給 AP₁，CH(18)也不需再將 AP₁ 的訊息回傳給 AP₂，如此即可減少非資料訊息的重複傳送，改善 overhead 過多的網路耗損問題。

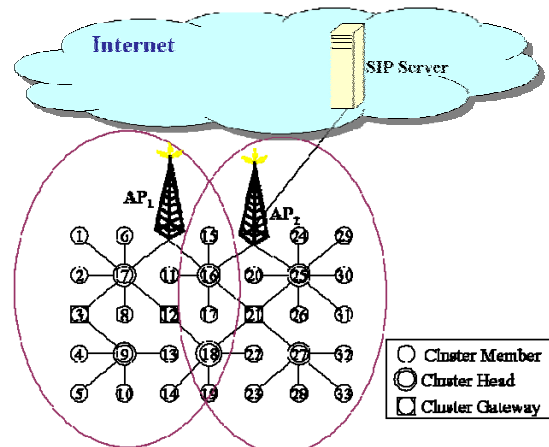


Fig 6. Multiple CH in MCA

3.2 Registering by Cluster base routing

無線網路中的節點移動性高，在多個 AP 的環境下容易有換手的情形發生，若利用整合多個服務註冊的方式，能在行動裝置換手時，降低向不同協定伺服器更新資訊及分別註冊的傳輸量，並且使註

冊的效能提高[2]。而[3]中提到可與網際網路連線的 MANET 架構，是描述在 MANET 上有一個 Attachment Point 連接到網際網路，這個 Attachment Point 被稱為 Internet Gateway。Internet Gateway 上都具備兩張網路卡，一張以無線的方式和 MANET 連結，另一張則以有線的形式與網際網路連線，且兼有 Agent Server 的功能。如果我們視校園中建立的無線區域網路為一個接近 MANET 的環境(因為網路中的 AP 是以無線方式連結其他節點及 AP)，將其中一個 AP 當作 Internet Gateway，就能讓整個校園網路和網際網路連線，同時能得到網際網路上的服務。

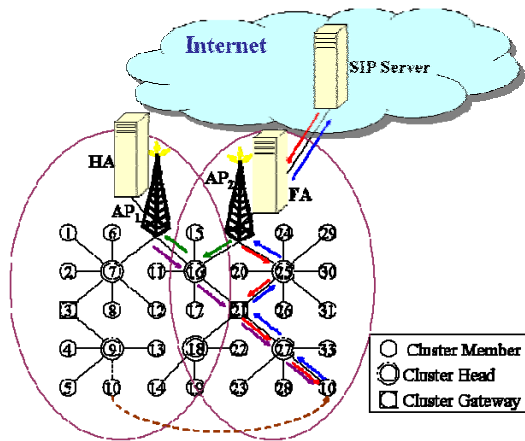


Fig 7 . Registering by Cluster Routing(RCR)

取兩個 AP 的涵蓋範圍模擬校園網路中的一部分(如 Fig 7.)，AP₁和 AP₂是其中兩個相鄰的 AP，只有 AP₂可與網際網路連線。現在 Node10 的本地網路為 AP₁所涵蓋的區域，當 Node10 離開本地網路時，如圖中由 CH(9)的叢集移向 CH(27)的叢集，此時 Node10 就應向 FA(圖中設為 AP₂)取得轉交位址，展開 Mobile IP 的註冊。假設 Node10 在此時決定要 SIP 的服務，就進行[2]中整合方式的多重註冊：(1.) MN 向所移動至的遠端網路上的 FA 請求取得一個臨時使用的位址。(2.) MN 得到轉交位址後，便會送出包含是否需要 SIP 服務訊息的註冊請求給 HA。(3.) HA 收到 MN 註冊請求後會將自己的記錄資料更新，到此完成 Mobile IP 的註冊，然後 HA 會回傳註冊回應給註冊的 MN。(4.) 當 HA 收到註冊訊息時，會查看是否需要 SIP 服務，若需要則 HA 將代替 MN 向 SIP server 進行註冊。(5.) SIP server 在收到由 HA 代替 MN 所送出的訊息後，會把代表 SIP 註冊成功的 200 OK 訊息回覆給 MN。而以叢集繞徑的路由註冊時，中途所經過的節點必須是 CH 或 CG，一般的 CM 並不會參與繞徑，也由於參與繞徑的節點少，當有非 CH 或 CG 移動時，並不會破壞註冊的路徑，可確保路徑的穩定度，間接減少路徑斷裂時所需發出的廣播封包，以及重新建立繞徑的路徑所需的時間，可改善節點註冊的困難度。

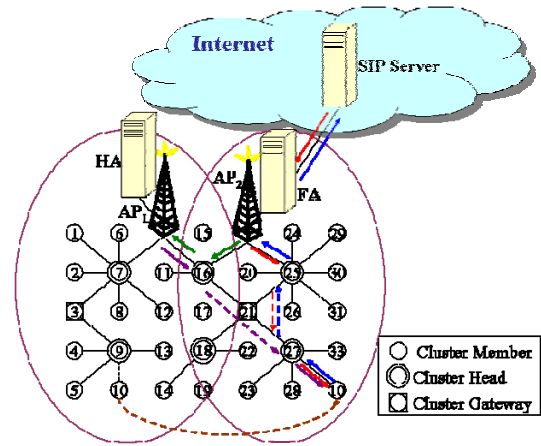


Fig 8. Registering by Cluster Head Directly(RCHD)

另外假設所選擇的 CH 相比於非 CH 的節點有較高的效能，其最大通訊範圍至少可到達鄰近的另一個 CH，而每 hop 一次所需的時間均相等，則可以採取 CH 間直接通訊的方式(如 Fig 8.)，可將註冊的時間及耗費降至更低。這與叢集範圍加大的效果並不相同，因為考慮到註冊路徑的雙向傳輸問題，以非 CH 的節點的效能，通訊範圍很可能無法和 CH 相比。

4. 分析

在[4]中指出，無線網路中 Probe Delay 是造成換手延遲的最主要部份，Probe Delay 是 MN 尋找 AP 程序所需時間。AP 數量在 9 個時，Probe Delay 約為 120ms，而當 AP 的數量增加後，延遲時間將大於 400ms[6]。本論文所提協定(HMG)是以階層集中式方法組織節點，在叢集建立的同時整個無線區域網路的繞徑路徑就已形成，不需額外耗費時間個別尋找 AP，MN 移往其他叢集時，只要就近找到鄰近的 CH 即可得到繞徑資訊，不需大規模重建繞徑路徑。在註冊路徑的時間分析上，先做以下的定義：

$$\begin{aligned}
 CM &\rightarrow CH \quad t_1 \\
 CH &\rightarrow AP \quad t_2 = mt_{CH} \\
 AP &\rightarrow AP_{SIP} \quad t_3 = nt_{AP} \\
 Total_time &= t_1 + t_2 + t_3 = t_1 + mt_{CH} + nt_{AP} \\
 Avg_CH_{num_CH-AP} &= \frac{\sum_{l=1}^i CH_{num_CH-AP(l)}}{i} \\
 Avg_CH_{num_AP-AP} &= \frac{\sum_{l=1}^j CH_{num_AP-AP(l)}}{j} \\
 Avg_AP_{num_AP-SIP} &= \frac{\sum_{l=1}^k AP_{num_AP-SIP(l)}}{k}
 \end{aligned}$$

假設無線區域網路的非 Probe Delay 換手延遲部份的時間相等。把 CM 到叢集內的 CH 所需時間設為 t_1 。CH 至所屬 AP 的時間為 t_2 ，設其中經過 m 個 CH，CH 間的通訊時間為 t_{CH} ，得到 t_2 為 m 倍的 t_{CH} 。由所屬 AP 傳遞到網際網路上的 SIP Server 耗時 t_3 ，中間需越過 n 個 AP，AP 間傳輸的時間設為 t_{AP} ，所以 t_3 是 n 倍的 t_{AP} 。故 MN 到達 SIP Server 的總時間 ($Total_time$) 為 $t_1 + t_2 + t_3$ 。假定環境中的所有節點及 AP 都是均勻分佈，且平均每個 AP 內有 20 個節點，其中有 4 個 CH，每次傳輸時在所屬 AP 內平均經過 CH 數目 (取 $m = Avg_CH_{num_CH-AP}$ ， CH_{num_CH-AP} : CH 到所屬 AP 所經過的 CH 數量) 為 1.5，相鄰兩 AP 間傳輸平均經過 CH 的數目 ($Avg_CH_{num_AP-AP}$ ， CH_{num_AP-AP} : 兩相鄰 AP 通訊所經過的 CH 數量) 為 2。如果一個無線區域網路配置的 AP 數為 9，則傳輸至 SIP Server 平均經過 AP 數目 (取 $n = Avg_AP_{num_AP-SIP}$ ， AP_{num_AP-SIP} : AP 到達 SIP Server 所經過的 AP 數量) 為 2.4；若 AP 數增至 36 個，則 $Avg_AP_{num_AP-SIP}$ 為 4.42。現在計算用 HMG 和 ARG (現行 AP 間以實體相連的無線區域網路) MN 到達 SIP Server 所需的平均時間 (Avg_time_{MN-SIP}) 如下：

■ 無線區域網路配置的 AP 數為 9

$$HMG_Avg_time_{MN-SIP(AP_9)} = t_1 + 1.5t_{CH} + 2.4t_{AP}$$

$$= t_1 + (1.5 \times 2)t_1 + (2.4 \times 2 \times 2)t_1 = 13.6t_1 = 136(ms)$$

$$ARG_Avg_time_{MN-SIP(AP_9)} = 120 + t_1 + 2.4 \times 2$$

$$= 120 + 10 + 2.4 \times 2 = 134.8(ms)$$

■ 無線區域網路配置的 AP 數為 36

$$HMG_Avg_time_{MN-SIP(AP_36)} = t_1 + 1.5t_{CH} + 4.42t_{AP}$$

$$= t_1 + (1.5 \times 2)t_1 + (4.42 \times 2 \times 2)t_1 = 21.68t_1 = 216.8(ms)$$

$$ARG_Avg_time_{MN-SIP(AP_36)} = 400 + t_1 + 4.42 \times 2$$

$$= 400 + 10 + 4.42 \times 2 = 418.84(ms)$$

一般設 MN 藉無線網路方式存取遠端網路的延遲時間為 10ms (t_1)，MN 以有線傳輸存取遠端網路的延遲時間設為 2ms。由於一個 CH 到另一個 CH 在 RCR 的情況下需 2 個 hops，所以 t_{CH} 為 2 倍的 t_1 ，而 $Avg_CH_{num_AP-AP}$ 是 2，故 t_{AP} 是 2×2 倍的 t_1 。因此，HMG 在 AP 數為 9 時，MN 到達 SIP Server 的平均延遲時間是 136ms，AP 數為 36 時平均延遲 216.8ms；ARG 在 AP 數為 9 時，MN 到達 SIP Server 的平均延遲時間是 134.8ms，AP 數為 36 時平均延遲 418.84ms。由此可知，當 AP 數較少時，HMG 可以和 ARG 有相近的平均延遲時間，而在 AP 數量較多時，本文所提的 HMG 則可有明顯較佳的效能表現，並且 ARG 還必須擔負網路不穩定的風險。另外，HMG 在配合上多重註冊後尚可節省約 1/3 的平均延遲時間，若再加上 RCHD，還能再多節省延遲時間最高可達 50%。

5. 結論及未來方向

未來無線網路將更蓬勃興盛，使用者也勢必增加，如何建立一個適合大量移動節點、具擴充性、穩定度高且能與網際網路連線的中、大型無線區域網路，是網路發展將要面臨的課題。本文中我們利用階層式耗費少、省時、路徑穩定性高等優點，建立叢集繞徑的無線區域網路，搭配能連線網際網路的 AP 以及整合現有的網路協定技術來達成以上的需求，分析的結果也顯示，此方法與直接和 AP 相連的無線網路相比較，註冊所需的時間較短、效能較高。而本篇論文中我們並未討論到，階層式無線網路的架構下，是否會因階層數提高而相對增加效能，或是否存在使效能最高的最佳階層數，還有叢集的範圍大小，也可能影響網路效能，太大的叢集可能造成 CH 的負擔過重，反之 CH 的比例過高，則可能讓階層式的架構效果不彰，另外在極晚的夜間及清晨，是網路的離峰時間，如何克服無線區域網路中可能沒有足夠的節點來形成階層式的架構，這些都是我們想要延伸研究的議題。

參考文獻

- [1] 王偉讚，"在行動 IP 下以叢集為基礎去建立虛擬骨幹形式的行動隨意無線網路"，國立嘉義大學資訊工程學系碩士論文，93 年。
- [2] 林煥傑、羅瑞仁、何柏儀、張林煌，朝陽科技大學網路與通訊研究所，"整合 Mobile IP 及 SIP 環境下有效率之註冊機制"，OOTA2005_第十六屆物件導向技術及應用研討會，2005 年。
- [3] 孫忠忠，"使用行動式 IPv6 整合網際網路和行動隨意網路"，國立交通大學電機資訊學院資訊學程碩士論文，民國 93 年。
- [4] Arunesh Mishra, Minho Shin, and William Arbaugh, "An empirical analysis of the IEEE 802.11 MAC layer handoff process," *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 33, issue 2, pp. 93-102, April 2003.
- [5] C. Perkins, Ed., "IP Mobility Support for IPv4", RFC3220, January 2002.
- [6] CY Chang, HJ Wang, HC Chao, "Using Fuzzy Logic to Mitigate IEEE 802.11 Handoff Latency", The 14th IEEE International Conference, May 2005.
- [7] Jin-Woo Jung, Hyun-Kook Kahng, Ranganathan Mudumbai, Doug Montgomery "Performance Evaluation of Two Layered Mobility Management using Mobile IP and Session Initiation Protocol", Proceedings of IEEE GLOBECOM 2003.
- [8] E. Hernandez and A. Helal, "Examining Mobile-IP Performance in Rapidly Mobile Environments: The Case of a Commuter Train," 26th Annual IEEE Conf. Local Comp. Net., Nov. 2001.