

在隨意式無線網路環境中 以重心分群法提供穩定之服務

王淑卿
朝陽科技大學資科所
scwang@cyut.edu.tw

嚴國慶
朝陽科技大學企管系
kqyan@cyut.edu.tw

林翠婷
朝陽科技大學電算中心
ttlin@cyut.edu.tw

潘信宏
朝陽科技大學資科所
s9533903@cyut.edu.tw

羅有隆
朝陽科技大學資管系
yllo@cyut.edu.tw

摘要

隨著科技的發達，無線通訊設備的普及率愈來愈高。而無線網路的架構可分為「有基礎建設」(Infrastructure)與「無基礎建設」(Non-infrastructure)兩類。「無基礎建設」主要是探討在最少固定中繼站的環境下，仍能保持行動設備(或節點)的連線，其中最具代表性的網路為隨意式無線網路(Mobile Ad-hoc Network, MANET)。而在此類型的網路環境下，僅由少數的群組管理者(Cluster Manager, CM)來分擔所有節點的訊息傳輸，群組管理者可能因為大量的工作負擔而癱瘓甚至影響整體網路訊息傳遞的效能。因此，如何在此環境下建立小型分群，並於每個分群中挑選出群組管理者形成一階層式的管理架構，以維持網路拓撲之穩定度便是一項重要的議題。本研究在隨意式無線網路架構下提出一個以重心為基礎之網路分群及管理者選派之機制，透過此機制不僅可減少網路頻寬的浪費，並可提升網路傳輸的效率。

關鍵詞：隨意式無線網路、重心分群法、階層式管理、群組管理者、管理者選派

Abstract

Recently, the fast advancement of technology and wireless communication, mobile communication has rapidly infiltrated in our daily lives and become a necessary communication tool. Wireless networks must effectively allow several types of mobile devices send data to one another. This has become an important research topic. Our research discusses the Mobile Ad Hoc Network (MANET). MANET is one type of non-infrastructure

mobile network that consists of many mobile nodes. In MANET, every mobile node could active dynamically. Therefore, those mobile nodes will group and decomposition and make groups of network reconfiguration continually to affect the stability of network. However, the characteristics of mobility and clustering are same in the MANET. Therefore, the clustering property can be used to shrink the scope to find the hacker when MANET under attacking. Moreover, to group a cluster and to elect a cluster manager is an important issue. Our research, based on mobile ad-hoc network adopts the centre manager to improve the stability of network topology, assists mobile host within the working area, and takes advantage of message exchange.

Keywords: Mobile ad-hoc network, Center-based clustering, Hierarchical manage, Cluster manager, Manager election.

1. 前言

隨著行動資訊所帶來的便利性及能即時提供重要資訊的價值性，使得人類對於無線網路的服務需求日益增多，其主要目的就是希望能在任何時間、任何地點都能取得最有用的資訊知識，以協助人類處理或是解決各種困難，例如在面對災害時，能透過無線通訊設備的協助，在第一時間內得到第一手訊息，以做好因應防範處理，讓損失減少到最低。然而目前多數的無線網路架構都是仰賴有線方式與骨幹相連接的基地台，這表示這樣的網路架構仍然是固定的且被限制在基地台的訊號範圍內，而要建構如此的無線網路環境則必須花費許多的成本且在緊急需要的時候也無法馬上建置

起來。然而，無線網路發展至今已成為現代人類不可或缺的必需品，過去傳統的無線網路架構則是藉由固定的中繼站(如基地台等)來建立行動設備(Mobile Host, MH)的連線，而固定的中繼站則易因外在因素(如人為的戰爭、天災等)而遭到破壞，導致 MH 之間無法溝通。因此，許多專家學者開始重視「無基礎建設的網路結構」，其中最具代表性的網路環境則為隨意式無線網路 (Mobile Ad-hoc Network)，這是因為隨意式無線網路環境可以在一個「無基礎建設的網路結構」下，不受時空限制來滿足人類可在任何時間、任何地點取得最新資訊的目標。隨意無線網路或是點對點的網路架構，在戰場上或災害發生時，因無法連接骨幹網路之情況下尤其顯得重要。而在如此的網路架構下每個行動節點(Mobile Node, MN)都是可移動的，訊息的傳送則是透過各個行動節點之間的傳遞達成。

隨意無線網路架構如圖 1 所示，是由許多的行動節點所組合而成。在這樣的架構下，每個節點不需要透過基地台便能彼此動態的組合成一個網路。每個 MN 除可任意地移動外，並藉由多躍程無線聯結 (Multi-hop Wireless Links)與彼此溝通，而且每個 MN 可扮演如同路由器般的角色協助網路內的其他節點轉送資料封包。由於隨意無線網路的特性，其架構在特定環境下是非常有用的，諸如戰爭中、災害援救時、地震後的重建或是在某個未知的區域中探索等。然而，也因為 MN 能自由地到處移動，所以網路拓撲呈現動態的改變。

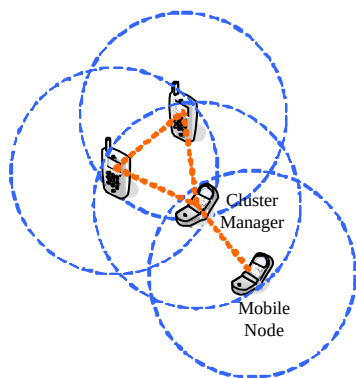


圖 1、隨意無線網路架構圖

目前在隨意式無線網路的研究領域中，例如網路拓撲(Topology)、傳輸服務品質(Quality of Services)等研究中，仍可以發現許多因為隨意式無線網路本身特性而所留下難以解決的問題，而其中最急切需要解決的問題之一，

就是網路拓撲的穩定性問題。由於隨意式無線網路的通訊架構多半被設計在電力資源有限的行動通訊設備上，因此當設備上的電力消耗完畢時，架構網路的通訊節點也將隨之消失。並且為了要讓隨意式無線網路能夠適應於各種惡劣的通訊環境，隨意式無線網路也必需要允許網路中的行動設備能不受任何限制地在網路中自由移動。組構暫時的連接網路進行通訊，因此經常造成在網路中的通訊節點從網域中突然消失或損壞，嚴重影響到整個隨意式無線網路的拓撲環境與通訊品質，一再地產生穩定性問題。

除此之外，當隨意式無線網路在形成整個網路拓撲的階段，也容易因為網路中的通訊節點過多，在同一時間互相發送廣播封包，而造成無線通訊環境的訊號干擾、碰撞甚至消失，並且產生廣播風暴，造成網路的龐大負載。有時也有可能因為網路節點過少，使得隨意式網路可傳送封包的路徑過少，而大量降低網路傳輸的頻寬、造成通訊品質下降，甚至可能因為天災的因素造成網路節點消失或是在不同無線網路架構形成難以控管的複雜連結等，導致無線網路的穩定性快速降低，造成網路閒置或壅塞等。

然而，在隨意式無線網路環境下，因是由少數的幾個管理者(Cluster Manager, CM)來分擔所有節點的訊息傳輸，此時可能因為大量的工作負擔使得管理者癱瘓甚至影響整體網路訊息傳遞的效能。幸好在隨意無線網路的網路型態中，節點因為具有共同的目的或特性而經常會聚集在一起，進而形成群組；比如校園中的網路節點會因為所在的位置或上課的關係而群聚在某處，形成小的分群網路。因此，在本研究中將使用隨意無線網路中節點群聚的特性，此環境下建立小型分群，並於每個分群中挑選出群組管理者形成一階層式的管理架構，以維持網路拓撲之穩定度。

由於網路技術的快速發展，使得網路型態的連結方式有了不同的變化，過去有關分群及管理者選派問題的研究[4,5,6,8,10,11]，並未考量在一傳輸範圍內當具有大量節點數量時，該如何進行分群以及建立管理者來達到效能的提升。然而當一範圍內具有大量節點時，若同時多數節點都發出訊號需要傳遞時，不但會發生碰撞效應，更會使得管理者忙於處理大量的訊息，使得網路效能低落。因此，本研究將著重在擁有大量網路節點之隨意無線網路環境中，提出合適之分群與管理者選派的方法。

在此一研究中，我們於隨意無線網路架構下提出一個以重心為依據之網路分群及管理選派之機制。以重心為依據的優點是因為重心的特性可以讓所選出的管理者最靠近環境中節點最為密集之處，如此便能以較佳的範圍涵蓋群組中的節點。另外，若是分群後發現，該群組中的節點數量仍多過管理者所能負擔的能力，此時便會依管理者的位置再遞迴細分群組並選擇下一層的管理者，以達到階層式管理的目的，並維繫整體網路傳輸的效率。整體而言，本研究目的為達到：(1)以遞迴將網路環境分群到管理者所能負荷之群組大小；(2)以重心分群法分群，以期讓管理者的涵蓋範圍較佳；及(3)階層式的管理者，可減少頻寬的浪費，並提升傳輸的效率。

總而言之，本文將以擁有大量網路節點之隨意無線網路環境為基礎，設計一具有階層式管理者的分群與管理者選派機制。本文的第二節為文獻探討，整理目前在隨意式環境中，相關的研究結果；第三節為本研究的研究方法；第四節除說明本研究所提出之重心分群及階層式管理者選派機制外，更以實作驗證本研究所提出的方法確實可以有效提供網路之穩定服務；第五節為結論。

2. 文獻探討

一個多群集 (Multi-cluster)、多躍程 (Multi-hop) 的無線網路結構，具有動態地適應本身網路拓撲改變的能力。其中，管理者 (Cluster Manager; CM) 負責群集的形成以及維護網路的拓撲。CM 會對它所在群集內的所有節點作資源分配及控管。但，由於每一行動節點都具有動態活動的特性，因此節點間將會來回地群集和分解，以致影響網路拓撲的穩定度，並不斷造成網路群組的重新配置，而影響網路系統的整體效能。因此，如何分群以及挑選適當的 CM 以維持網路拓撲之穩定度便是一項重要的議題。選擇最合適的 CM 是一個 NP hard 的問題[4]，而這類問題現有的解決辦法大多以啟發 (Heuristic) 為基礎，卻沒有相關的研究嘗試維持網路拓撲的穩定度[4,6]。然而，一個好的分群網路架構，在節點正在移動或是網路拓撲改變時，應儘可能維持其結構的穩定，否則群組的重新分配以及大量的資訊交換將會造成網路的負擔以及計算成本的增加。

在 Johnson 的研究[9]中，作者提出透過分群的方法將原本的網路環境切分成許多小的區域。而在 Chlamtac 等人的研究中[6]，作者

則提出一個透過虛擬行動電話網路 (Virtual Cellular Network) 將標準的行動電話網路架構對應至多躍程的封包無線點網路 (Multi-hop Packet Radio Network)。當有處理或是傳輸等功能的需求產生時，任何節點都能變成 CM，而其他的行動節點則會向離其較近的 CM 登記而後加入，形成一個群集，此群集則可能因反映網路的活動而動態地改變。

綜觀過去相關的研究成果[4,5,8,10,11] 大都是將焦點放在探討網路分群的技術，但是卻忽略了網路內節點的效率因素，因此引發後續許多學者對此類型網路中如何提出更嚴謹的方法有更進一步的探討。Gerla 等人提出如何透過行動節點內部的連結，在網路傳輸量最大時讓網路系統潛伏 (Latency) 最小化的方法[8]。除此之外，Basagni 等人[4]、Chlamtac 等人[6]，及 Gerla 等人[8]所提出之選派管理者的方法也沒考慮到行動節點剩餘的電力以及如何達成負載平衡等因素。而在 Weber 等人[12]所提出的加權分群演算法 (Weighted Clustering Algorithm; WCA) 中，雖然改善了上述的許多缺點，但其所用的移動速度因子卻是透過實驗模擬方式建立，這在實際的運用中若無法藉由 GPS 等定位系統提供相關訊息是難以獲得的。然而，若是每項行動節點都增加 GPS 等定位設備，將對建置成本造成一定的負擔。除此之外，在 Weber 等人[12]的研究中，也未考量各種情形下分群機制的運作方式以及當管理者因故失效時對應的處理機制。

過去許多有關於在隨意無線網路中選派 CM 的相關研究[2,3,5,7,8]，經歸納後可分成三類：(1) Highest-Degree；(2) Lowest-ID；以及 (3) Node-Weight 等三類。其中 (1) 與 (2) 是以聯結群集 (Link-cluster) 的結構為基礎所發展的叢集演算法[2,3,7]。其基本的想法，是在假想的網路模型中，若兩個行動節點間能直接互相溝通，則在二節點之間會形成一個邊 (Edge)，亦即一個節點位在另外一個節點的傳輸範圍內。第 (3) 類方法則是先指派每一節點合適的權重，接著透過與鄰近節點權重之比較來選派管理者。而在文獻[5,8]中，作者則藉由一個在方形範圍內任意放置行動節點且各節點可以不同速度及方向任意移動的模擬實驗，來比較上述三類方法的執行效率。

過去有關分群及管理者選派問題的研究，並未考量在一傳輸範圍內當具有大量節點數量時，該如何進行分群以及建立管理者來達到效能的提升。因此，在本研究中將著重在擁

有大量網路節點之隨意無線網路環境中, 研究合適之分群與管理者選派的方法。

3. 研究方法

在隨意式無線網路環境中, 各行動節點可能分佈或聚集在不同的地方, 且彼此間需要進行資訊的傳遞, 在此環境中如何有效的分群及選派管理者, 是維持網路拓模穩定性的重要關鍵因素之一。而在此環境中經常包含許多的小網路, 在每個小網路中則又有許多的行動節點, 因此本研究的目標是要在這樣的網路環境中探討分群的方法並建立階層式的管理者機制。過去有許多學者針對不同的管理者選派及分群方式加以探討, 隨著其方法的不同, 分群結果與選定的管理者是否合適也有不同的影響[4,5,8,10,11]。若要在一個具有大量節點的隨意無線網路環境中達成管理者之選派及分群, 機制是否良好及考慮是否周全是非常重要的, 因此本研究將建立一個合適的機制來解決此兩者問題。

在此一研究中, 我們於隨意式無線網路架構下提出一個以重心為依據之網路分群及管理者選派之機制(Centre Clustering Mechanism; CCM)。以重心為依據的優點是因為重心的特性可以讓所選出的管理者最靠近環境中節點最為密集之處, 如此便能以較佳的範圍涵蓋群組中的節點。另外, 若是分群後發現該群組中的節點數量仍多過管理者所能負擔的能力, 此時便會依管理者的位置再遞迴細分群組並選擇下一層的管理者, 以達到階層式管理的目的, 並維繫整體網路傳輸的效率。

本研究之環境為隨意式無線網路環境, 且此網路環境中包含大量而具有不同處理能力、電力及通訊範圍之節點。在研究中, 將不考慮節點之移動速度, 原因為實際網路環境中的設備並無法自我得知當時之移動速度。過去雖有相關研究將節點的移動速度納入考慮, 但其均是透過假設的數據或是假設加裝 GPS 等設備來間接得知移動速率的資訊, 而本研究為求更具實務性, 因此雖考慮了節點可隨意移動的特性, 但忽略因節點移動速率所造成的相關影響。

本研究所提出的架構, 其整個機制運作流程包含四個步驟:

- (1) 首先計算網路群組之重心。
- (2) 接著找出最接近重心位置之節點, 並配合節點屬性值之計算指派最合適之管

理者。

- (3) 若該群組內經由管理者傳遞之訊息量大於使用者依環境需要輸入的管理者頻寬負載之 BU% (Bandwidth Utilization)時, 則再依管理者之位置將該群組劃分為四區域後, 計算子群組之頻寬負載量, 若超過管理者頻寬之 25% 時, 將於每一子群組內重複步驟(1)~(3), 確保每個群組內之管理者均能負荷交換資訊所需之頻寬, 且又不致於因為少數的子節點而增加管理者數量, 以利訊息之傳遞。
- (4) 將每個管理者依父子群組之關係建立階層式訊息傳遞架構。

透過此 4 個步驟之流程, 則不僅可依網路群組之重心尋找較佳之管理者位置, 更可藉由遞迴分群之機制將網路環境中節點較密集之處細分, 以較多之管理者分擔訊息傳遞之負載。

至於依本研究所提出的階層式訊息傳遞架構, 網路中資料的傳送流程, 將分為三個步驟, 分別為:

- (1) 若訊息傳送端及接受端之節點位於同一群組內, 則由兩節點直接交換訊息以減輕管理者之負擔。
- (2) 若訊息傳送端及接受端之節點位於不同群組內, 則來源端之節點先將訊息傳送至該群組之管理者, 接著由該管理者將訊息依階層式架構往上传遞至上一層群組之管理者, 藉由管理者間的訊息接力, 將封包傳至目的端節點。
- (3) 若目的端節點為整體傳輸範圍外, 則一律將該封包傳遞至最上層之管理者, 由其對其他範圍之最上層管理者進行資料交換, 以達資料傳遞之目的。

總而言之, 本研究在隨意式無線網路環境中, 首先計算網路群組之重心, 找出最接近重心位置之節點, 並配合節點屬性值之計算指派最合適之管理者, 並將每個管理者依父子群組之關係建立階層式訊息傳遞架構, 訊息的傳遞則依訊息傳送端及接受端之節點所在的位置而有所規範, 藉著階層式的架構一則可減少頻寬的浪費, 再則提升傳輸的效率。

4. 重心分群及階層式管理者選派機制

在本研究中所提出的重心分群及階層式管理者選派機制,其基本想法是於每次的資料交換與互相比較後,能力較優的行動節點便會成為當時的管理者,而網路的分群將一一成形,最後每個行動節點將歸屬到各個群組裡,此一機制即為分群機制,而分群機制包含二個階段,分別為:(一)隨意式無線網路初始時階層管理架構之建立;及(二)當管理者失效時之處理。

4.1 階層管理架構之建立

首先,將在隨意式無線網路中,計算群組的重心,再以遞迴法選擇分群管理者,接著依管理者能力計算所能負荷之節點數量,並進行遞迴分群,以建立階層管理架構。

在計算群組重心時,假設網路群組 j 擁有 i 個網路節點,每一節點 N_{ji} 之位置為 (X_{ji}, Y_{ji}) ,則網路群組 j 之重心位置 (CX_j, CY_j) 以公式(1)計算:

$$CX_j = \frac{\sum X_{ji}}{i} \quad CY_j = \frac{\sum Y_{ji}}{i} \quad (1)$$

在求得網路群組 j 之重心位置後,接著便可依據重心之位置選擇管理者。由於重心之特點即其為該範圍內距離每一節點之距離為最短者,所以越靠近重心節點傳輸的涵蓋範圍越佳,也因此管理者便應該是距離重心位置最近之節點,因此可藉由計算群組中每一節點與重心之距離 D_{ji} ,距離最短者即為管理者之第一候選,如公式(2)。

$$\min D_{ji} = \sqrt{(X_{ji} - CX_j)^2 + (Y_{ji} - CY_j)^2} \quad (2)$$

但若是僅藉著與重心間的距離來選擇管理者,則很有可能所選之節點雖然其與重心距離最近,但因為其如電力、處理速度、頻寬等相關條件不佳,而導致該群組之資料傳輸效率不彰。因此為了避免發生這樣的情形,在選擇某一分群之管理者時,除了考量節點與重心之距離(d)外,另外亦把節點之如電力、處理速度、頻寬等相關條件一併納入考量[1],將節點自身剩餘電力百分比(e)、忙碌程度(b)及通訊能力(c)等的相關資訊,藉由公式(3)能力值計算之計算轉換成一能力值(p),經計算後便可依能力值最大者選擇其成為管理者,而權重

值 $w_1 \sim w_4$ 則可視環境對此四項因子的重要程度予以訂定,以因應不同的需求。

$$p = (e) * w_1 + (1/b) * w_2 + (c) * w_3 + (1/D) * w_4$$

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1 \quad (3)$$

本研究之機制會將使用者視環境需求輸入最接近重心之 N 個節點,藉由上述之公式計算其能力後進行能力比較,能力最優者即為管理者;當群組中的管理者節點選出後,我們仍須對於該管理者所能負荷之頻寬予以考量,以免選出的管理者無法負擔該群組之訊息交換工作。

因此,在本研究中制訂當群組管理者用於交換訊息之頻寬達到其總頻寬之 $BU\%$ 時,便會依據管理者所在的位置將該群組切分成四區域,並重新指定各子群組內之節點新的群組編號,以達成分群之目的。接著,若每一子群組內節點之頻寬負載總和達管理者總頻寬之 25% 時,則於每一群組中重新計算重心位置,並且尋找此群組內的管理者,以管理該群組內之行動節點資料的傳送。

依據管理者所負荷的頻寬量來進行遞迴分群之好處,即為可依照網路環境中節點分佈之情形,予以進行分群及選派管理者,節點分佈越密集之處相對訊息傳遞量較大,因此所需群組數量及管理者數量亦越多,如此才能給予環境中所有節點較平等之資料交換骨幹。圖 2 所示為本研究所提出之遞迴重心分群演算法

```
Function 重心分群法(群組 j)
計算網路群組 j 之重心位置  $(CX_j, CY_j)$ ;
找尋離重心位置最接近的  $N$  個節點;
將此  $N$  個節點各項屬性帶入公式(1)計算其能力值,選擇能力值最好者為管理者;
依父子群組關係告知相關管理者上下層的管理者節點;
If 管理者頻寬負載 > 管理者頻寬  $BU\%$  then
    以管理者位置將其群組區分為 4 區;
    If 子群組之頻寬負載總和 > 管理者頻寬  $25\%$  then
        將每小區內節點重新給予群組編號(群組  $j1 \sim j4$ );
        重心分群法(群組  $j1 \sim j4$ );
    End if
End if
End Function
```

圖 2、重心分群演算法

依據管理者所負荷的節點數量來進行遞迴分群之好處，即為可依照網路環境中節點分佈之情形，予以進行分群及選派管理者，節點分佈越密集之處相對所需群組數量及管理者數量亦越多，如此才能給予環境中所有節點較平等之資料交換骨幹。

當子分群(Child Cluster)網路建立後，其內所選派之管理者節點會自動與父網路群組(Parent Cluster)之管理者經由資料交換方式，建立階層式關係，並獲知上下層之管理者。由此方式建立出的階層式之管理者架構，用以管理並提供整體網路環境資料傳遞之用。當訊息傳送端及接受端之節點位於同一群組內，則由

兩節點直接交換訊息以減輕管理者之負擔。若訊息傳送端及接受端之節點位於不同群組內，則來源端之節點先將訊息傳送至該群組之管理者，接著由該管理者將訊息依階層式架構往上传遞至上一層群組之管理者，藉由管理者間的訊息接力，將封包傳至目的端節點。若目的端節點為整體傳輸範圍外，則一律將該封包傳遞至最上層之管理者，由其對其他範圍之最上層管理者進行資料交換，以達資料傳遞之目的。所完成之階層式關係網路架構如圖 3 所示。

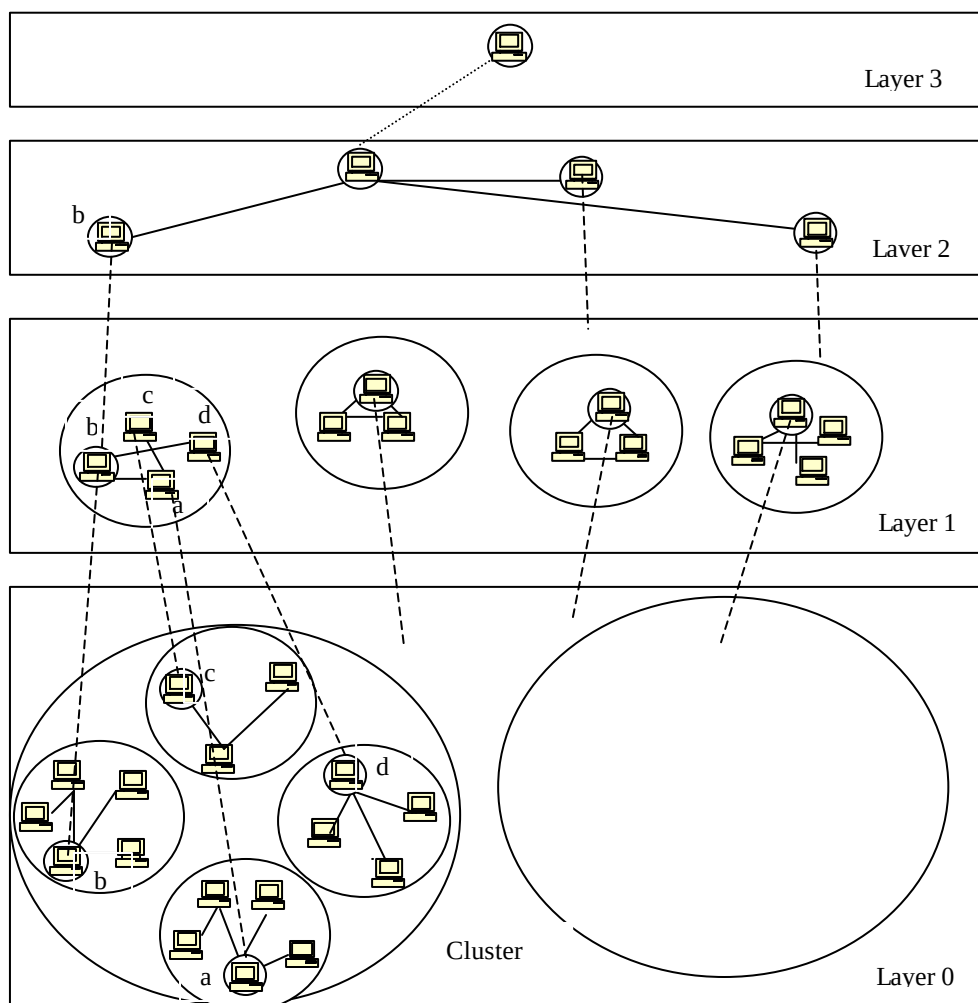


圖 3、所完成之階層式關係網路架構

在圖 3 中所示的網路拓撲，為分成多個 layer 之階層式叢集網路架構，每一個叢集各有其管理者，當子分群網路建立後，其內所選派之管理者節點會自動與父網路群組之管理者經由資料交換方式，建立階層式關係，並獲

知上下層之管理者。由此方式建立出的階層式之管理者架構，用以管理並提供整體網路環境資料傳遞之用。當訊息傳送端及接受端之節點位於同一群組內，則由兩節點直接交換訊息以減輕管理者之負擔。若訊息傳送端及接受端之

節點位於不同群組內，則來源端之節點先將訊息傳送至該群組之管理者，接著由該管理者將訊息依階層式架構往上传遞至上一層群組之管理者，藉由管理者間的訊息接力，將封包傳至目的端節點。若目的端節點為整體傳輸範圍外，則一律將該封包傳遞至最上層之管理者，由其對其他範圍之最上層管理者進行資料交換，以達資料傳遞之目的。

4.2 實驗結果

本章將依第 3 節所提之方法進行實際程式撰寫，以實作本研究所提之分群方法。在實驗中拓模環境設定為 1000*1000 之平面範

圍，每一節點屬性包含節點編號 (Node_ID)、水平位置(Pos_X)、垂直位置(Pos_Y)、移動角度(Direction)、移動速度(Speed)、傳輸範圍(Range)、相對電力%(Energy)、相對忙碌程度%(Busy)以及相對頻寬%(Bandwidth)等，其中除節點編號外，其餘參數均於 NS2 以其亂數產生器產生 1000 個節點及所需範圍之屬性值，而實驗中均假設範圍內之節點均可傳輸，因此節點之傳輸範圍並不在實驗之影響參數內，表 1 為本研究實驗以 NS2 所產生之樣本數據。

表 1、實驗節點樣本參數表

Node_ID	Pos_X	Pos_Y	Direction	Speed	Range	Energy(%)	Busy(%)	Bandwidth(%)
1	401	757	204	3	67	26.69	87.79	98.73
2	841	910	41	8	100	13.09	19.49	78.44
3	587	512	125	4	93	25.66	74.66	53.62
4	628	283	30	5	44	83.96	75.02	55.38
5	456	558	285	9	58	70.83	37.59	66.6
6	893	693	234	9	42	97.94	58.9	74.82
7	959	301	38	1	69	51.17	62.8	64.07
8	43	662	178	9	40	31.07	85.24	81.93
9	809	353	115	3	97	91.36	65.17	81.8
10	925	706	248	2	55	55.82	58.1	69.19
11	992	839	234	4	58	26.84	81.47	60.74
12	638	168	62	1	77	52.56	58.84	85.85
13	665	737	300	10	94	69.61	57.12	65.12
14	160	978	339	2	88	76.07	46.46	75.34
15	652	538	28	5	71	37.8	70.81	87.48

本研究的實驗係以 Borland C++ Builder 開發工具開發所有的模擬程式。其中實驗所需之節點數量、採用之分群方法、分群範圍、權

重範圍等數值均可由使用者自訂，圖 4 所示即為模擬程式之使用介面。

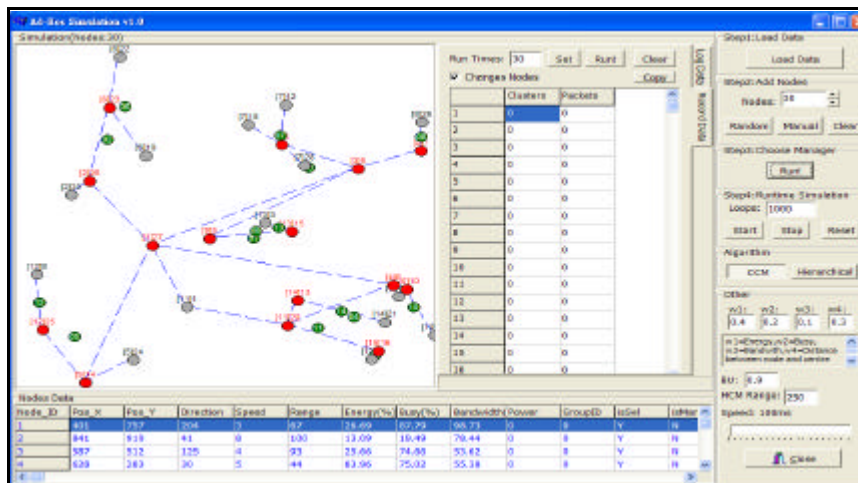


圖 4、模擬程式使用介面

而在分群方法的比較上,本研究選擇了在分群研究裡較為知名也是本研究所融合之階層式分群方法(HCM)進行比較,並藉由比較來驗證本研究所提方法確實可獲致較穩定之網路拓樸。

本研究之實驗設計依模擬之節點數量不同及與 HCM 方法比較等條件共可分為下列三種,其中 CCM 方法所設定之四項權重值($w_1 \sim w_4$)分別為 w_1 (電力):0.4、 w_2 (忙碌程度):0.2、 w_3 (頻寬):0.1、 w_4 (與重心之距離):0.3,及管理者產生子群組之 BU 設定為 0.9,並針對各種實驗設計進行 30 次之反覆實驗,每次模擬進行 30 次節點間之資料傳送,以求更客觀之實驗結果,實驗設計分別如下:

設計一:於節點數為 20、40、60、80 之環境下,反覆模擬 CCM 方法 30 次,每次均由資料中隨機挑選所需之節點數量進行模擬,並紀錄其形成之群組數以及模擬傳輸過程中管理者轉送封包數之比較。

設計二:於節點數為 20、40、60、80 之環

境下, HCM 群組形成範圍固定於 150,反覆模擬本研究之 CCM 及 HCM 方法 30 次,每次均由資料中隨機挑選所需之節點數量進行模擬,並紀錄其形成之群組數以及模擬傳輸過程中管理者轉送封包數之比較。

設計三:於 HCM 群組形成範圍為 200、300、400 及 500 之環境下,節點數固定於 30,反覆模擬本研究之 CCM 及 HCM 方法 30 次,每次均由資料中隨機挑選所需之節點數量進行模擬,並紀錄其形成之群組數以及模擬傳輸過程中管理者轉送封包數之比較。

實驗設計一之結果

於節點數為 20、40、60、80 之環境下,反覆模擬 CCM 方法 30 次,每次均由資料中隨機挑選所需之節點數量進行模擬,並紀錄其形成之群組數以及模擬傳輸過程中管理者轉送封包數之比較。圖 5 所示為所形成之群組數,圖 6 則為管理者轉送封包數之比較。

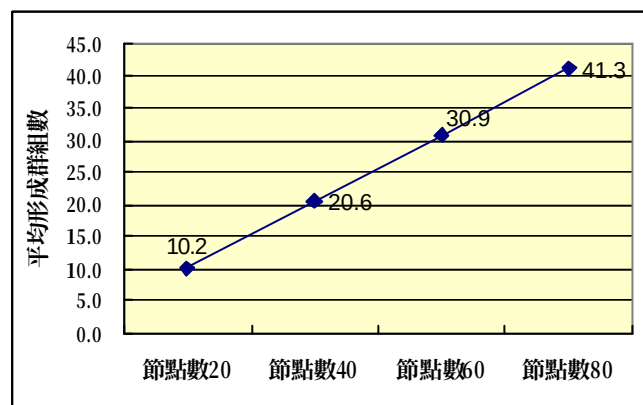


圖 5、實驗設計一：所形成群組數

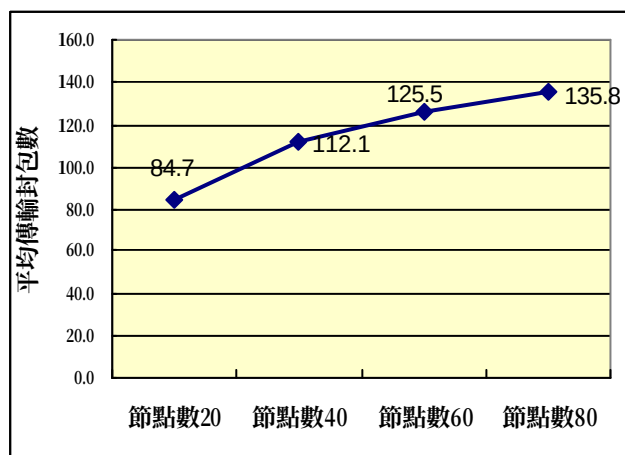


圖 6、實驗設計一：管理者轉送封包數之比較結果

由圖 5 及 6 所得之實驗結果可知，因本研究之方法當管理者無法負荷子節點之傳輸資料量時，將自動細分子群組；因此當節點數量增加時相對應之管理者亦會增加，使得群組數量提升。而相對於管理者數量之增加，因網路階層增多，因此管理者轉送之封包數量亦有明顯之上升，兩者數量的上升均接近線性成長。

實驗設計二之結果

於節點數為 20 40 60 80 之環境下，HCM 群組形成範圍固定於 150，反覆模擬本研究之 CCM 及 HCM 方法 30 次，每次均由資料中隨機挑選所需之節點數量進行模擬，並紀錄其形成之群組數以及模擬傳輸過程中管理者轉送封包數之比較。圖 7 所示為所形成之群組數，圖 8 則為管理者轉送封包數之比較，圖 9 所示為管理者平均剩餘電力比較。

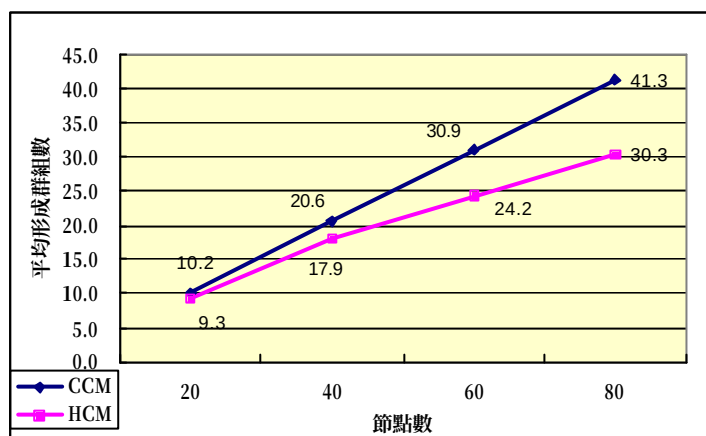


圖 7、實驗設計二：所形成群組數

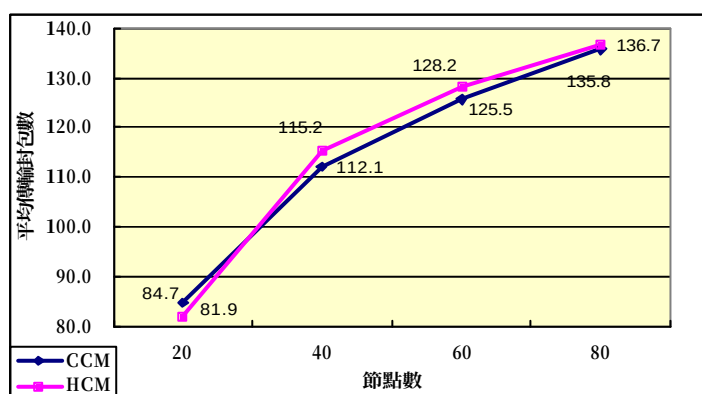


圖 8、實驗設計二：管理者轉送封包數之比較結果

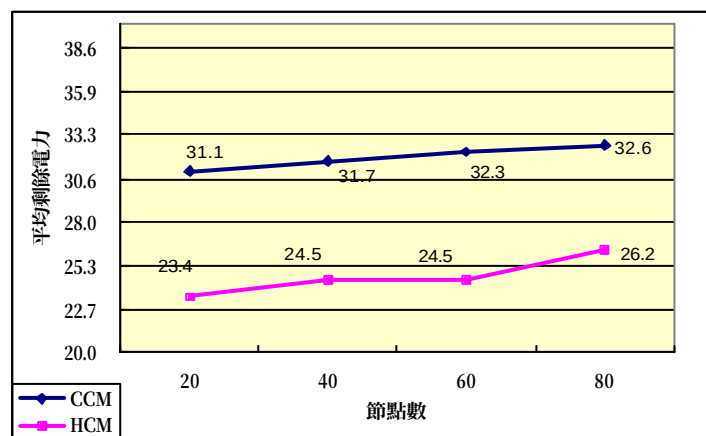


圖 9、實驗設計三：管理者平均剩餘電力比較結果

由圖 7 至 9 所得之實驗結果，當節點數增加時 CCM 將產生較多的群組數，這是因為 CCM 方法考量管理者能力，當管理者能力超過負荷時，將會進行再分群。因 HCM 並無考慮管理者是否能負荷群組的流量，雖然 HCM 之分群數較少，但易造成管理者在無法負荷的情況下造成其生命週期減短，使得管理者不斷的改變而讓網路拓撲呈現不穩定的狀態。而以整體平均傳輸封包數來說，雖然 CCM 將產生較多的群組數，但因封包除了跨群組時才需要透過管理者轉送，故以管理者轉送之封包總數兩者差異並不大，由此證明增加群組數並不會增加網路拓撲之負擔，且管理者的剩餘電力較

HCM 為高，因此長期來看，本方法可以延長管理者之壽命進而達到穩定網路拓撲之效果。

實驗設計三之結果

於 HCM 群組形成範圍為 200、300、400 及 500 之環境下，節點數固定於 30，反覆模擬本研究之 CCM 及 HCM 方法 30 次，每次均由資料中隨機挑選所需之節點數量進行模擬，並紀錄其形成之群組數以及模擬傳輸過程中管理者轉送封包數之比較。圖 10 所示為所形成之群組數，圖 11 則為傳輸封包數之比較，圖 12 所示為管理者平均剩餘電力之比較。

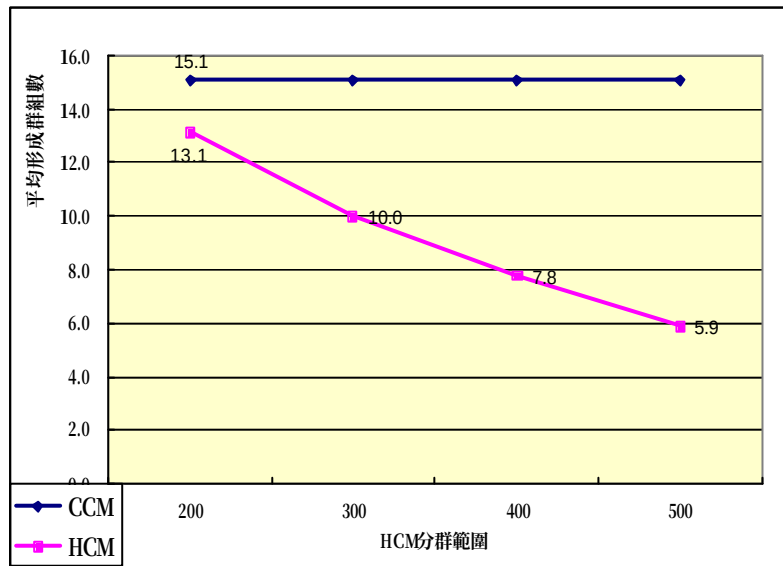


圖 10、實驗設計三：所形成群組數

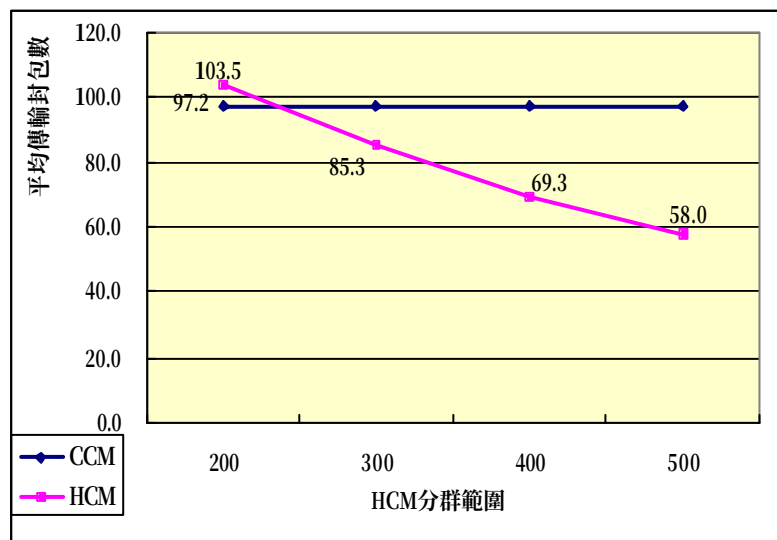


圖 11、實驗設計三：管理者轉送封包數之比較結果

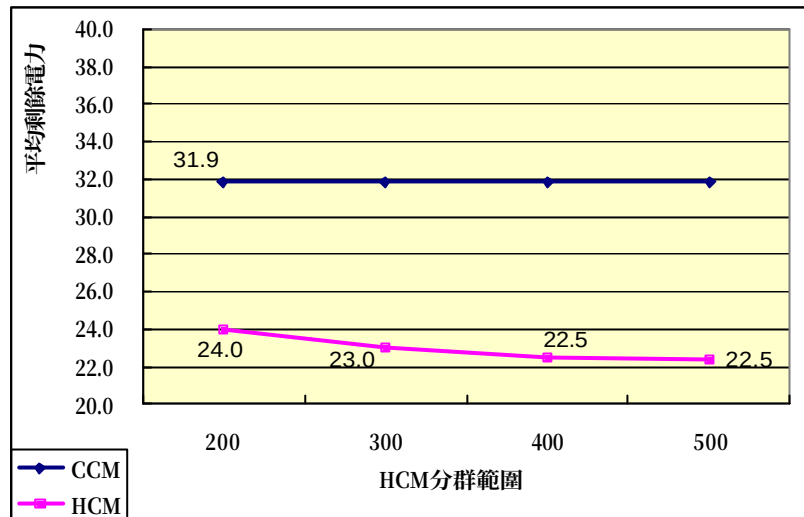


圖 12、實驗設計三：管理者平均剩餘電力比較結果

由圖 10 至 12 所得之實驗結果可知，因 HCM 方法並不考量管理者之負荷，而是單純以範圍的方式建立階層式群組，因此結果顯示以 HCM 方法所建立之群組數量皆比 CCM 方法來的少。但由於 CCM 方法並不需設定群組之形成範圍，而是當管理者無法負荷群組成員之傳輸時再行細分子群組，因此 CCM 法更能兼顧管理者之負載。而在管理者轉送封包數之比較，HCM 在分群範圍為 200 時管理者轉送封包數較 CCM 為高，而 300 以上之分群範圍則因同一群組內涵蓋之節點數更多，而群組內之封包傳送並不透過管理者，因此分群範圍於 300 以上時管理者之封包轉送數量較 CCM 為低。但由管理者平均剩餘電力之比較結果可知，無論 HCM 於何種分群範圍，管理者之平均剩餘電力均較 CCM 方法為低，因此即使 CCM 方法由管理者轉送之封包數量較多，但由於分群機制的設計，因此並未因轉送封包數量較多而使得管理者之耗費電力增加。

5. 結論

在本研究中探討依重心分群及階層式管理者選派機制，藉由納入多數同樣在此領域的研究成果及克服可能發生的問題，提出更為綜合的方法來讓此機制更為簡單、可行又不失效率。

先前許多對於在隨意式無線網路中進行管理者選派及分群之方法並未考量分群後管理者是否無法負荷，因此本研究即針對分群及管理者的選派機制此議題進行探討，試圖將分群縮小至管理者可負荷之大小。另外本研究選

用了與重心距離、節點剩餘電力百分比、忙碌程度及管理者頻寬使用百分比等因子作為選擇管理者的依據，而經由實驗結果，驗證本研究發展之方法不論節點多寡皆可保持其穩定度；另外，與其他分群方法比較，發現本方法較其他方法之網路拓模較為穩定，管理者需轉送的封包數量更少，因此管理者之存活時間可以較長。

而在本研究所提出之階層式的管理機制，在無線網路的安全受到挑戰時，不僅能在第一時間鎖定意圖犯罪者，避免造成網路的癱瘓而影響整體網路訊息的傳遞；再則，亦能減少流竄在無線網路環境中之資訊量；使用重心分群及階層式管理者選派機制，則可將顧客依消費行為進行分群，使行銷的目標能更具有市場區隔，減少企業需投入在行銷上的成本；更可減少流竄在無線網路環境中之資訊量，提供消費者穩定且迅速的服務提供無線網路穩定且迅速的服務。

在未來的研究中，將持續探討如何經由管理者能力計算出所能負荷之節點數量以經由不同條件之管理者作為切分群組大小之依據；以及動態環境下此機制之衍生問題及對應處理方法。

參考文獻

- [1] 王淑卿、潘信宏、林翠婷，「隨意式網路中管理者選派及分群機制之建立」，第六屆國際網路應用與發展學術研討會，遠東技術學院，民國 94 年 5 月，頁 A-329-A-336.
- [2] Baker, D.J. and Ephremides, A., "A

- Distributed Algorithm for Organizing Mobile Radio Telecommunication Networks,” *Proceedings of the 2nd International Conference on Distributed Computer Systems*, pp. 476-483, April 1981.
- [3] Baker, D.J. and Ephremides, A., “The Architectural Organization of a Mobile Radio Network via a Distributed Algorithm,” *IEEE Transactions on Communications COM-29*, 11, pp. 1694-1701, 1981.
- [4] Basagni, S., Chlamtac, I. and Farago, A., “A Generalized Clustering Algorithm for Peer-to-peer Networks,” *Proceedings of Workshop on Algorithmic Aspects of Communication (satellite workshop of ICALP)*, 1997.
- [5] Basagni, S., “Distributed Clustering for Ad Hoc Networks,” *Proceedings of International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Networks*, pp. 310-315, 1999 June.
- [6] Chlamtac, I. and Farago, A., “A New Approach to the Design and Analysis of Peer-to-peer Mobile Networks,” *Wireless Networks*, 5(3), pp. 149-156, 1999 August.
- [7] Ephremides, A., Wieselthier, J.E. and Baker, D.J., “A Design Concept for Reliable Mobile Radio Networks with Frequency Hopping Signaling,” *Proceedings of IEEE*, Vol. 75(1), pp. 56-73, 1987.
- [8] Gerla, M. and Tsai, J.T.C., “Multicluster, Mobile, Multimedia Radio Network,” *Wireless Networks*, 1(3), pp. 255-265, 1995.
- [9] Johnson, D.B., “Routing in Ad Hoc Networks of Mobile Hosts,” *Proceedings of the IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, pp. 158-163, 1994 December.
- [10] McDonald, A.B. and Znati, T.F., “A Mobility-based Framework for Adaptive Clustering in Wireless Ad Hoc Networks,” *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 17(8), pp. 1466-1487, 1999.
- [11] Parekh, A.K., “Selecting Routers in Ad Hoc Wireless Networks,” *Proceedings of the SBT/IEEE International Telecommunications Symposium*, 1994 August.
- [12] Weber, S. and Cheng, L., “A Weighted Clustering Algorithm for Mobile Ad Hoc Networks,” *IEEE Communications Magazine*, 2004 January.