

以分群機制提昇 WiMAX 網路之效能

王淑卿
朝陽科技大學
資管系
scwang@cyut.edu.tw

梁席華
朝陽科技大學
網通所
s9630613@cyut.edu.tw

嚴國慶*
朝陽科技大學
企管系(聯絡人)
kqyan@cyut.edu.tw

陳昱東
大葉大學
資管系
fred@goldenwell.com.tw

摘要

隨著無線網路技術的發達，因 WiMAX 具有傳輸距離長、網路涵蓋範圍廣、高傳輸速率、支援多種工作頻段以及支援語音、影像等內容之服務品質(QoS)需求的特性，所以 WiMAX 的技術被廣泛的應用在數位學習、行動醫療、交通監控、行動保全等服務應用上。然而，若處在一個人口密集度高的城市環境中，當每個人皆使用行動裝置(Mobility Device)來收發資訊或是分享影音及數位學習時，極容易因大量的訊息廣播而造成訊號之間的互相干擾並導致通訊訊號不穩定及廣播風暴(Broadcast Storm)的情況發生。因此，在本研究中將依各個行動節點所具有的特性進行分群(Clustering)，透過分群機制可以減少因訊息廣播而產生封包碰撞(Collision)及行動設備電力快速消耗等問題，藉此延長行動設備運作的生命週期，並使網路的傳輸更具穩定性。

關鍵詞：微波存取全球互通、叢集、叢集管理者、碰撞、網路負荷。

Abstract

In recent years, people are more rely on wireless network services so that they may obtain latest information at any time anywhere. Of wireless networks, to effectively allow several or more mobile devices to send data with one another has become an important research topic. Our research, based on WiMAX network adopts the Cluster Manager to improve the stability of network topology, assists Subscribe Station within the working area, and takes advantage of message exchange.

Keywords: WiMAX, Cluster, Cluster manager, Collision, Traffic overhead.

1. 前言

隨著現代消費者多樣化的生活習性及行動式設備的廣泛運用，以及語音、影像等多媒體服務品質的提升，舊有的網路架構已無法滿足現今消費者行動影音、行動醫療、行動學習及語音等的需求，下一代寬頻無線存取(Broadband Wireless Access)的時代似乎已經來臨了[15]。由於傳統無線網路 Wi-Fi 的傳輸距離短、且受限於移動性低，因此需要一個寬頻新技術 WiMAX[14]。WiMAX 具有傳輸距離長、移動性佳、且網路涵蓋範圍廣的特性，因此可以改善傳統無線網路的缺失。更重要的是，透過 WiMAX 可達到「最後 1 哩」(Last Mile)環境的橋接，以提供較偏遠地區的家庭、企業及一般用戶的需求[14]。

政府目前為鼓勵科技研發以及產業創新，正大力扶持「兩兆雙星產業」，而產業之相關人才亦備受重視[15]。所謂兩兆產業指的是「半導體產業」與「影像顯示產業」等二項未來產值分別可達台幣兆元以上的產業[15]。而雙星產業指的則是「數位內容產業」以及「生物技術產業」等兩項未來明星產業。其中雙星中的「數位內容產業」包含了電腦動畫、遊戲軟體、學習內容、影音內容及行動內容…等[15]。這些內容除了運用數位化處理的專業技術外，還必須結合網路通訊的技術，如內容管理、頻寬管理、收費機制、串流技術、與版權管理等來實現。除此之外，又因無線通訊技術發展逐漸成熟，若能搭配 WiMAX 的高資料傳輸率、網路涵蓋範圍廣及移動性佳之特性，可預期未來數位內容產業的推廣將會更加的彰顯及快速[14]。

在一個 WiMAX 網路的環境中，隨著技術的日新月異，未來 WiMAX 將會成為市場上不可或缺角色，預期再過不久，人們所使用的手機、PDA、筆記型電腦、或是各式各樣的行動

設備，將都會加上支援 WiMAX 網路技術的功能。由於 WiMAX 行動設備具有傳輸距離長、網路涵蓋範圍廣及高頻寬的特性，使得人們可以利用所持的行動設備(Subscriber Station, SS)在任何地點、任何時間，進行對外通訊、下載檔案、分享資料或觀賞影片…等高頻寬的通訊服務。

然而在一個大都會人口密集的環境中，當每個人都攜帶支援 WiMAX 技術的行動設備走在街道上或是在餐廳、商店、公園…等地方，使用 WiMAX 網路來進行通訊或資料的傳送及接收時，可能會因 WiMAX 具有的行動性(Mobility)及大量封包的傳送，而產生無線電波訊號的干擾(Interference)、資料封包的碰撞(Collision)、或因廣播而造成網路的不穩定及行動設備電力快速消耗及所在地區基地台(Base Station, BS)網路負荷(Traffic Overhead)過重等情況的發生[1,2,3,6,8]。

為了解決與預防上述所發生的網路不穩定的情況，本研究提出一個分群(Clustering)的機制，將 WiMAX 網路中的行動設備，依其特性或執行的應用進行分群。透過分群機制將能有效控制及管理封包的傳輸量，並降低大量封包在網路上造成碰撞的機率，以增加網路的穩定性(Stability)、延展性(Scalability)及提昇網路的負載平衡(Network Load Balancing)。

因此，本研究將在一個 WiMAX 網路環境中，依行動設備的特性或執行的應用進行分群，以建構一分群的網路拓樸。在本研究中的章節分別如下，第二節為文獻探討，說明 IEEE 802 相關的無線網路之種類與 WiMAX 網路的特性，及目前 WiMAX 的網路拓樸架構；第三節為本研究的研究方法與架構；第四節為本研究本所提出的分群及階層式管理者選派機制；第五節為階層式 WiMAX 網路的維護；第六節為本研究的結論與未來工作。

2. 文獻探討

在本節中首先將說明目前無線網路 IEEE 802 的種類及 WiMAX 網路的特性，接著將針對目前常見的 WiMAX 網路拓樸的種類進行探討與說明。

2.1 WiMAX網路

由於無線網路技術的蓬勃發展，因此針對不同特定市場的需求及應用環境 IEEE 802 分別提出了一系列不同層次無線技術的標準。主

要分為 802.15(無線個人網路 PAN)、802.11(無線區域網路 WLAN)、802.16(無線都會網路 WMAN)、及 802.2(無線廣域網路 WAN)[14]。這些無線技術標準之無線電波的覆蓋範圍以 PAN 為最小依序到 WAN 為最大作區分，如圖 1 所示。

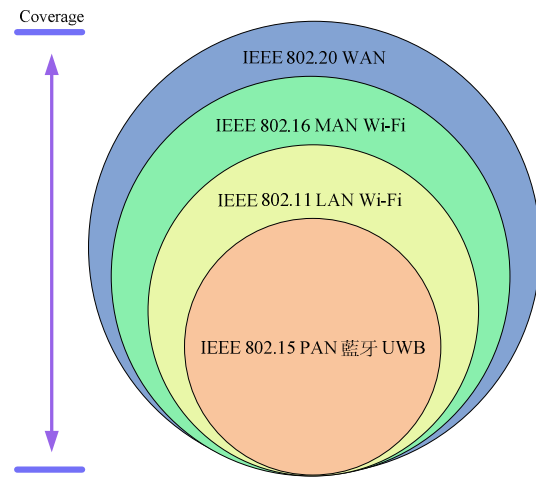


圖1、IEEE無線技術標準

在 802.16 (WiMAX)尚未出現時，802.11 (Wi-Fi)在市場已經是一個大家所廣泛通用的無線區域網路通訊的標準。在技術上，WiMax 的技術與 Wi-Fi 類似，然而先天的條件上卻有許多不同，如同 Wi-Fi 的頻帶為無須執照的 ISM 頻帶，所以大家都能使用，為了維護使用頻帶的公平性，Wi-Fi 在 PHY(Physical Layer)上的傳輸功率不會太大，因而產生了傳輸距離的限制，因此 Wi-Fi 並不適合用在長距離傳輸的無線都會區域網路(Wireless Metropolitan Area Network, WMAN)，且因 Wi-Fi 的頻帶及頻寬的限制，所以 Wi-Fi 並不適用在服務多個行動設備(Mobile Terminal, MT)的網路環境。因 Wi-Fi 受傳輸功率及傳輸距離的限制，且隨著行動設備使用者對遠距離及多資料傳輸量的需求增加，WiMAX 便應運而生，WiMAX 可提供較大的頻寬需求及遠距離範圍的資料傳輸[14]。

WiMAX 是 Worldwide Interoperability for Microwave Access 的縮寫，一般中譯為「全球互通微波存取」，是下一代寬頻無線接取的無線通訊技術。WiMAX 技術是基於 IEEE 802.16 為標準的測試規範和認證體系，使不同廠商之間的產品在經過認證後，可以具備良好的相容與互通的特性，並可降低成本[14]。理論上，

WiMAX 的最高傳輸速度最高可達 75Mbit/s，傳輸範圍最廣可達 30 英里，讓家庭與企業及一般用戶可以穩定的高速享受無線上網，更能整合 WLAN 網路及 GSM 行動電話網路的雙網基礎建設。因此，WiMAX 可以應用於大眾捷運、高鐵、汽機車行駛之時，所提供的多元化媒體、語音、視訊、及行動應用等高階資訊傳輸的服務[11]。WiMAX 除了在地廣人稀處，因為成本優勢可完全取代有線寬頻網路外，在有線寬頻網路佈署密集處亦可以做為連接 Wi-Fi 或 xDSL 的後端主幹，以解決地面寬頻線路成本及基礎設備維護過於昂貴的問題[14]。

WiMAX 具有許多的特性，包括：

- 1、分為非直視性(Non-Line-of-Sight, NLOS)及可直視性(Line-of-Sight, LOS)兩類。
- 2、傳輸距離長且網路涵蓋範圍廣。
- 3、高頻譜且具有高傳輸速率。
- 4、支援語音、影像等內容之服務品質(QoS)需求。
- 5、支援多種工作頻段，可配合不同國家之頻譜指配。

因為 WiMAX 所具有的特性，因此可以廣泛應用在許多領域包括：

- 1、行動娛樂：可以應用在網路電話、行動電視、廣播、及行動導覽等。
- 2、行動服務：如行動交通監控、行動保全、及贓車查緝服務等。
- 3、行動醫療：隨著 WiMAX 網路的發展，可以提供現代化的「行動診間」取代舊式的醫療車，並且可透過網路進行健保卡的認證及個人醫療資訊的讀取，順利進行診療的流程。
- 4、行動學習：可以採用遠端遙控及即時的影像傳輸提供偏遠地區弱勢族群學童有一個優良的學習環境，對改善城鄉數位落差有很大的幫助。另外，行動學習的應用還包括行動遠距教學、校園行動分機、行動博物館、及行動圖書館等。

2.2 WiMAX網路拓樸架構

在無線網路的環境中，只要通訊節點之間可以透過無線電波的傳輸相互的連結，即能構成一個網路拓樸架構，而在不同的環境及相異的服務需求應用上就會有不同的連結方式，因此就會有不相同的網路拓樸。而在目前的

WiMAX 網路架構拓樸，主要分為 PMP (Point to Multi-Point)及 Mesh 網路拓樸架構[13,14]。

2.2.1 點對點模式(Point to Multi-Point, PMP)

PMP是目前最常用的一種網路拓樸架構，主要的是採用單點到多點連通的方式來傳送資料，也就是Single Hop的方式，由一個基地台BS來連接多個SS，且SS之間並無連線，SS間若要進行資料的傳輸或是對別的網域進行通訊，都必須透過BS來進行，PMP網路拓樸如圖2所示。

PMP網路拓樸架構的優點是每個SS的傳輸都必須透過BS來進行，所以可以減少封包在網路中的繞徑而造成封包的遺失、封包的碰撞及可降低過多的封包在網路上傳送而產生廣播風暴的機率[10,12]。但也由於此架構的傳輸都必須透過BS來進行，所以相對的在網路通訊流量較大的時候，將會造成BS負荷過重，而產生網路不穩定或停擺的現象。

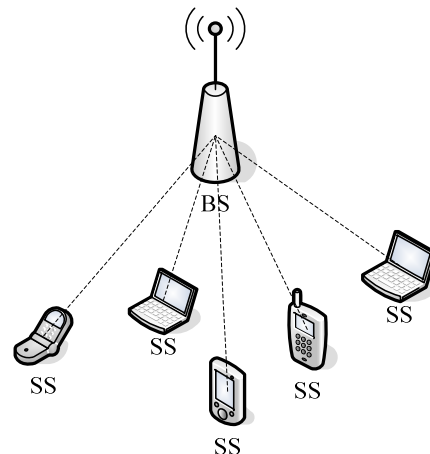


圖2、PMP網路拓樸架構

2.2.2 網狀模式(Mesh)

Mesh 是一種具有全連通性質的網路架構，如圖 3 所示。Mesh 網路拓樸架構與 PMP 網路拓樸架構不同的地方，在於 PMP 模式必須透過 BS 來進行資料的傳輸，而 Mesh 可以透過 SS 彼此之間來進行通訊，也就是運用多躍徑(Multi-hop)的方式來進行通訊[4,7,9]。

Mesh 網路拓樸架構的優點，因其具有全連通的特性，所以不會像 PMP 模式只能仰賴一條與 BS 連接的傳輸路徑進行資料的傳輸，一旦該路徑中斷，此節點就成為了孤島。且由於 Mesh 網路拓樸架構是由多條路徑來進行資

料的傳送，因此可提高連結的有效性、容錯(Fault Tolerance)和強健(Robustness)的特性。然而，Mesh 網路拓模架構雖然可由多條路徑來傳送資訊以提高其連結的連通率，但相對的也比較容易形成廣播風暴，及行動式設備可能會因為過多的泛播的通訊傳送，而使得電力快速的損耗[5]。

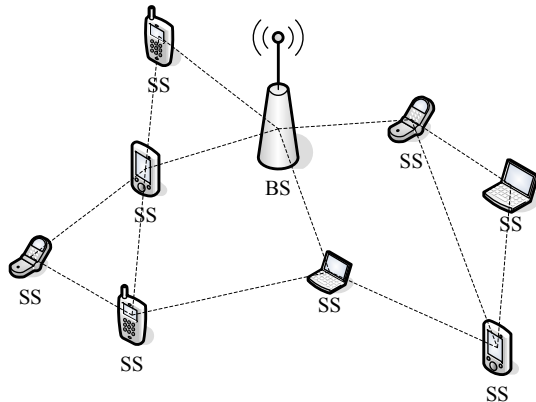


圖3、Mesh網路拓模架構

在 PMP 與 Mesh 兩種傳統的網路拓模中，皆各有其優點及缺點，所以如何保留並結合兩種模式所具備的優點及排除兩種模式所擁有缺點，是一個重要的研究議題。在本研究中，將提出一個叢集式的網路拓模架構，藉由分群的機制結合 PMP 及 Mesh 兩種網路拓模優點，使得網路的傳輸可以達到更佳的效能及穩定性。

3.研究方法與架構

在本節中將說明於本研究中節點的角色定義及假設、節點運作之機制、叢集管理者(Cluster Manager, CM)選派機制、及分群機制。

本研究之環境為 WiMAX 行動式網路環境，在此網路環境中除了有基礎建設的基地台外，還包含了大量且具有不同 CPU 處理能力、電力、服務應用及不同的通訊範圍的 SS，其中 SS 又分為一般節點(Normal Node, NN)與叢集管理者兩類。

在一個 WiMAX 行動式網路環境下，常因各個 SS 節點需執行不同的應用服務，而使用不同的設備，因而造成各個行動節點的 CPU 處理能力、電力、與訊號強度等不一的情況發生，為了使研究更具有可執行性，本研究假設 BS 及 SS 各有其特性，分別定義如下。

基地台(Base Station, BS)：

- 1、BS 為有基礎建設的設備。
- 2、在此架構中只有一個 BS。
- 3、BS 的傳輸範圍可涵蓋網路拓模內所有的 SS。

行動節點(Subscribe Station, SS)：

- 1、SS 是具有移動性(Mobility)的設備。
- 2、提出資料傳輸需求的 SS 有足夠電力可以負荷所需傳輸資料量的電。
- 3、叢集管理者是從叢集中依據叢集範圍內的重心選出能力最強(如:電力高、忙碌的程度低、可用頻寬大、離重心點之距離近)。
- 4、叢集管理者傳輸範圍可以含蓋叢集內所有的成員。
- 5、在叢集中，叢集管理者與叢集內的 NN 可以直接通訊，而在同一個叢集裡，兩個 NN 之間亦可以直接通訊。
- 6、當叢集中的 NN 欲與其它叢集的 NN 進行溝通時，將透過該叢集的叢集管理者對外經由 BS，或透過傳送目的叢集的叢集管理者進行溝通。

在 WiMAX 網路環境中，各個 SS 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叢集管理者，是維持網路拓模穩定性的重要關鍵因素之一。

在 WiMAX 網路中經常包含許多的小網路，而在每個小網路中則又有許多的 SS 節點。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叢集管理者選派及分群方式加以探討，隨著其方法的不同，分群結果與選定的叢集管理者是否合適也有不同的影響[1,5,7]。若要在一個具有大量節點的 WiMAX 網路環境中達成叢集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。

本研究之環境為 WiMAX 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 SS 節點。在研究中，將不考慮 SS 節點之移動速度，因為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：

- 步驟(1) 首先計算網路群組之重心。
- 步驟(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叢集管理者。
- 步驟(3) 若該群組內叢集管理者的頻寬負載大於叢集管理者頻寬的 90%，為避免叢集管理者無法擔負叢集的管理工作，將再依叢集管理者之位置將該群組劃分為四等分，並於每一子群組內重複步驟(1)~(3)，直到每一群組內之叢集管理者的頻寬負載都小於或等於該叢集管理者頻寬的 90%，以利訊息之傳遞。
- 步驟(4) 將每個叢集管理者依父子群組之關係建立階層式訊息傳遞架構。

透過此四個步驟之流程，則不僅可依網路群組之重心尋找較佳之叢集管理者位置，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 NN 位於同一群組內，則由兩節點直接交換訊息以減輕叢集管理者之負擔。
- (2) 若訊息傳送端及接受端之節點 NN 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叢集管理者，接著由該叢集管理者將訊息依階層式架構往上传遞至上層群組之叢集管理者，藉由叢集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 BS，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 WiMAX 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叢集管理者，並將每個叢集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，再則可提升傳輸的效率。

4. 分群及階層式管理者選派機制

在本研究中所提出的分群法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，條件較優的 SS 節點便會成為當時的叢集管理者，而網路的分群便會一一成形，最後每個 SS 節點將會劃分到各個群組裡成為 NN，此一機制即為分群機制。而分群機制包含了三個步驟，分別為：(一) WiMAX 網路初始時分群的建立；(二) SS 節點的加入或移出後分群的建立；及(三) 叢集管理者失效時之處理。

首先，將在 WiMAX 網路中，計算群組的重心，再以遞迴法選擇分群管理者，接著依叢集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：

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

由於重心特性為該區域範圍內距離每一個節點 SS 之距離為最短者，因此位於重心的節點所傳輸的涵蓋範圍為最佳，所以本研究要從離重心較近 k 個節點，找出離重心位置最近的一個節點，即可做為叢集管理者的優先候選節點。假設任一個節點與重心之距離為 d_{ji} ，則公式(2)如下：

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

但若是僅藉著與重心間的距離來選擇叢集管理者，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，在選擇某一分群之叢集管理者時，除了考量節點 SS 與重心之距離(d_{ji})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。

$$P = (e) * w_1 + (1/b) * w_2 + (c) * w_3 + (1/d_{ji}) * w_4 \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1$$

當群組中的叢集管理者節點選出後，仍須對於該叢集管理者所能負荷之節點數量予以考量，以免選出的叢集管理者無法負擔該群組之訊息交換工作。

因此，在本研究中依照一般無線網路環境中常用的設定，令每一個叢集管理者的頻寬負載若大於叢集管理者頻寬的 90% 時，極可能發生叢集管理者無法負擔叢集內的管理工作[1,4,5,10]。因此，當一群組內叢集管理者的頻寬負載大於叢集管理者頻寬的 90% 時，便會依據叢集管理者所在的位置將該群組切分成四等分，並重新指定各等分群組內之節點新的群組編號，以達成分群之目的。接著，於每一群組中重新計算重心位置，並且尋找此群組內的叢集管理者，以管理該群組內之 NN 節點資料的傳送。圖 4 所示為本研究所提出之遞迴分群演算法。

Function 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 k 個節點(k 可由實際應用時進行調整)

將此 k 個節點各項屬性帶入公式(3)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為何

If 管理者頻寬負載 > 管理者頻寬 90%
then

以管理者位置將其群組區分為 4 區
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 Function

圖 4、遞迴分群演算法

依據叢集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叢集管理者，節點分佈越密集之處相對所需群組數量及

叢集管理者數量亦越多，如此才能給予環境中所有節點較平等之資料交換骨幹。

當子分群網路建立後，其內所選派之叢集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叢集管理者之負擔。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叢集管理者，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叢集管理者，藉由叢集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 BS，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。叢集管理者之選派流程如圖 5 所示。所完成之階層式關係網路架構如圖 6 所示。

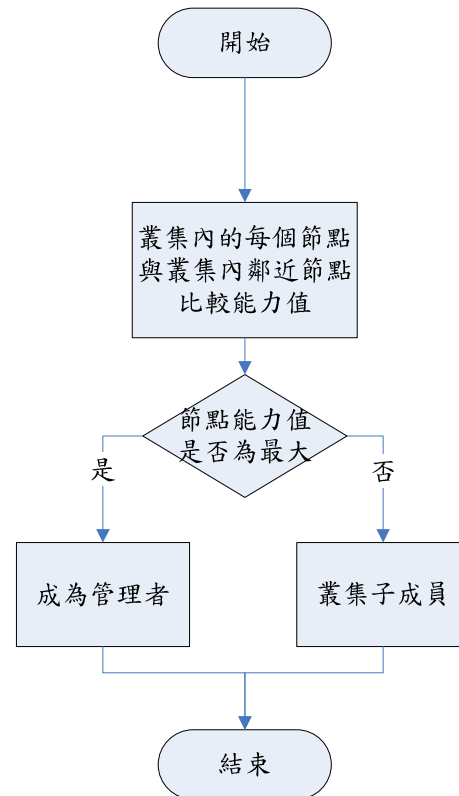


圖 5、叢集管理者之選派流程圖

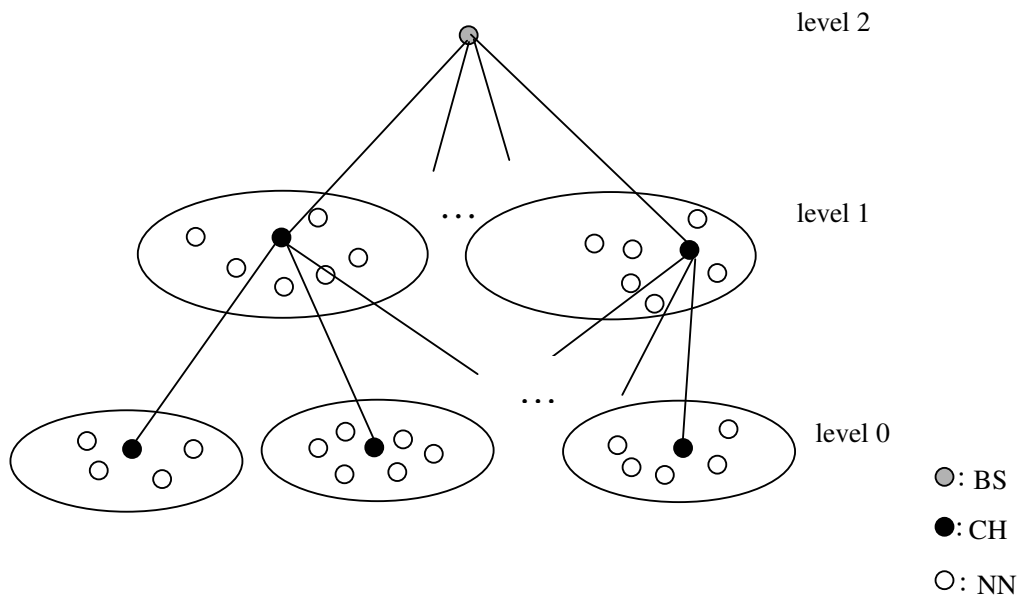


圖 6、所完成之階層式關係網路架構

5.階層式 WiMAX 網路的維護

在本節中將分別說明 WiMAX 網路相關的維護處理，包括新節點加入叢集之處理、節點離開叢集或損毀之處理、與叢集管理者失效時之處理。

5.1 新節點加入叢集之處理

當有新的節點產生，此時將會產生「節點已在一個叢集範圍內」、「節點尚未在一個叢集的範圍內，但可加入某一叢集中」與「節點無法加入任一個叢集內」三種情況，分別如下所述：

1、節點已在一個叢集的範圍內：

此新節點會向該叢集的管理者提出加入叢集的需求，該叢集管理者記錄新節點的資訊，則該新節點就成為此叢集內的子成員。

2、節點尚未在一個叢集的範圍內，但可加入某一叢集中：

此新節點會選擇向其鄰近的叢集中最靠近的叢集管理者，提出加入叢集的需求。若管理者頻寬負載尚未超過該叢集管理

者的 90%時，該叢集的叢集管理者將記錄此新節點的資訊，令該新節點成為此叢集內的子成員。若此管理者頻寬負載已超過 90%時，則新節點將轉而向其鄰近的叢集中第二靠近的叢集管理者，提出加入叢集的需求。第二靠近的叢集管理者需確認其頻寬負載的狀態，以決定是否同意新節點的加入需求。若仍無法順利加入鄰近的叢集中第二靠近的叢集管理者的管理範圍，則再依序向鄰近的叢集中第三、第四、...等靠近的叢集管理者提出加入需求。

3、節點無法加入任一個叢集內：

若各個叢集中的管理者頻寬負載皆已超過該叢集管理者的 90%時，此時新節點將無法加入任一個叢集中。因此，新節點會與鄰近且尚未加入任何叢集的節點組合成一個新的叢集，或自成一個叢集。

新節點加入叢集之處理流程，如圖 7 所示。

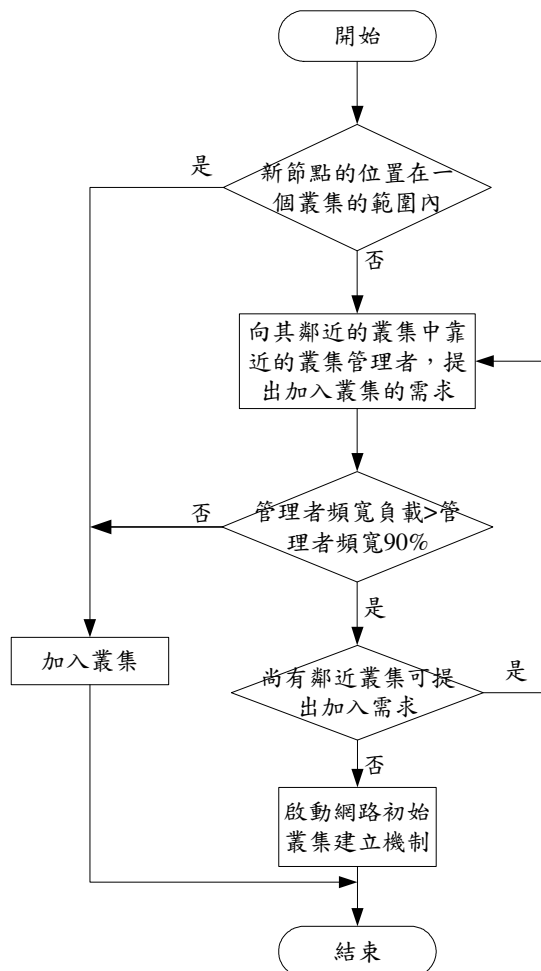


圖 7、新節點加入叢集之機制

5.2 節點離開叢集或損毀之處理

當節點離開群組或是節點損壞失效時，群組管理者無法與其通訊，則視節點為離開群組，叢集管理者會予以記錄並改變群組資訊。

5.3 叢集管理者失效時之處理

由於 WiMAX 網路是由許多的 SS 節點所組合而成，在這樣的網路架構下，每個節點因為能自由地到處移動，所以網路拓模呈現動態的改變。再者，叢集管理者所負責的工作，除特定區域的 SS 節點管理外，也必須針對 SS 節點所提出的需求進行封包的傳送，但叢集管理者亦受限於頻寬不足、電力小、計算能力不足等問題之影響，而導致管理者因工作負載過重而斷線，進而造成整個網路的癱瘓。

因此，當一網路群組之叢集管理者因故失效時，便會再依據群組內之節點位置重新計算群組重心，接著尋找最合適之管理者，由其接

任叢集管理者之工作，而該群組內所有節點亦會更新新任管理者之資訊，以作為資訊交換之用。而新任叢集管理者亦會與其上下層之管理者間，透過資訊交換重新建立階層式之管理架構，以維繫 WiMAX 網路中之穩定通訊。

整體而言，本研究以遞迴分群及階層式管理者選派機制找出適當的叢集管理者，當子分群網路建立後，其內所選派之叢集管理者節點會自動與父網路群組之叢集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。除此之外，對於失效的叢集管理者將依據群組內之節點位置重新計算群組重心，並尋找最合適之管理者，由其接任管理者之工作，以維繫 WiMAX 網路中之穩定通訊。

6. 結論與未來工作

在 WiMAX 網路架構下，過去的網路模式是以 PMP 及 Mesh 兩種傳統的網路拓模為主。然在 PM 網路拓模中，常因 BS 負荷過重，而產生網路不穩定或停擺的現象。在 Mesh 網路拓模中，則因可由多條路徑來傳送訊息，所以相對的也比較容易形成廣播風暴[4,5,7,9]。

因此，本研究結合了過去在 WiMAX 常用的 PMP 及 Mesh 兩種網路模式的特性，藉由所提出的分群機制建立階層式網路拓模。本研究提出的方法不但可以減少資訊的傳輸量及 BS 的負擔，並能有效的減低封包碰撞及廣播風暴的發生。

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[1,3,5]，提出一更為綜合的方法來讓此機制更為簡單、可行又不失效率。

在研究中建立了依重心分群及階層式管理者選派機制，藉由整體機制之運作流程，一步一步探討每個步驟之細節，包含重心之計算、管理者選派、遞迴分群方法、階層式管理架構之建立以及管理者失效時之處理等，期望經由這些步驟細部之探討，來使此一機制能考量更為周詳。

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論文集**, 遠東技術學院, pp. A-329-A-336, 2005.
- [2] 王淑卿, 嚴國慶、黃禹翔, “支援隨意式網路穩定性的網拓協定,” **第十屆資訊管理暨實務研討會論文集**, 台中技術學院, 2004。
- [3] 嚴國慶、王淑卿、周雨韻, “以電力能源為基礎的蜂巢式階層管理,” **第15屆國際資訊管理學術研討會論文集**, pp. 4-17, 2004。
- [4] Basagni, S., Chlamtac, I. and Farago, A., “A Generalized Clustering Algorithm for Peer-to-peer Networks,” in the *Proceedings of Workshop on Algorithmic Aspects of Communication (satellite workshop of ICALP)*, 1997.
- [5] Basagni, S., “Distributed Clustering for Ad Hoc Networks,” in the *Proceedings of International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Networks*, pp. 310-315, 1999.
- [6] Chang, J.H. and Tassiulas, L., “Routing for Maximum System Lifetime in Wireless Ad hoc Networks,” in the *Proceedings of 37th Annual Allerton Conference on Communication Control and Computing*, pp. 413-419, 1999.
- [7] Chlamtac, I. and Farago, A., “A New Approach to the Design and Analysis of Peer-to-peer Mobile Networks,” *Wireless Networks*, Vol. 5, No. 3, pp. 149-156, 1999.
- [8] Gerasimov, I. and Simon, R., “Performance Analysis for Ad-hoc QoS Routing Protocols,” in the *Proceedings of the International Mobility and Wireless Access Workshop*, pp. 212-219, 2002.
- [9] Murthy, S. and Garcia, J.J., “A Routing Protocol for Packet Radio Networks,” in the *Proceedings of ACM International Conference on Mobile Computing and Networking*, pp. 86-95, 1995.
- [10] Paul, K., Bandyopadhyay, S., Mukherjee, A. and Saha, D., “A Stability-Based Distributed Routing Mechanism to Support Unicast and Multicast Routing in Ad hoc Wireless Network,” *Mobile Networks and Applications Computer Communications*, Vol. 8, No.9, pp. 128-135, 2001.
- [11] Perkins, C.E., Royer, E.M., “Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing,” in the *Second IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, Vol. 3, No. 2, pp. 90-100, 1999.
- [12] Zang, W.Y., Yu, M., Xie, L. and Sun, Z.X., “A Survey of On-Demand Routing Protocols for Ad hoc Mobile Networks,” *Chinese Journal of Computers*, pp. 309-317, 2002.
- [13] The Cisco Systems Inc, Routing Information Protocol (RIP), http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/rip.htm, 2005.
- [14] http://wimax.tw/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=9
- [15] <http://www.hope.com.tw/Art/Show2.asp?O=200711200000009355>.