

# 非對稱傳輸特性對無實體架構網路繞送之影響

## Impact of Asymmetric Transmission on MANET Routing

童曉儒 周湘宏 廖仁宏  
國立屏東科技大學資訊管理所

{srtong, n9156013, m9456025}@mail.npust.edu.tw

### 摘要

在 Mobile Ad Hoc network (MANET) 中，單向連結普遍存在於鄰近的節點之間，主要是由於設備的異質性，進而產生非對稱性的傳送功率與接收靈敏度。事實上，非對稱性傳輸現象的存在明顯的衝擊大多數 MANET 繞送演算法執行效率，主因在於這些繞送演算法中，多採用 flooding 的方式進行路徑探勘，而每個節點在接收到訊息時，未檢查返回至訊息來源者的反向路徑是否存在，即進行訊息轉送，常因反向連線不存在而導致路徑無法成功的建立。為了解決這個問題，我們提出了一套 Power-aware 的方法，基本原理為在 Flooding 訊息中，我們加入傳送功率與接收靈敏度的資訊，節點可利用此資訊計算反向連結是否存在，當連結存在時再考慮是否轉送訊息，否則忽略訊息。從模擬結果中我們觀察到，非對稱性傳輸現象會嚴重的危害到 MANET 繞送演算的正常運作（如：AODV 或 DSR），而加入 Power-aware 的功能，能顯著地降低路徑探勘的延遲達數十甚至數百倍之多。

**關鍵詞：**無實體架構網路、非對稱傳輸。

### Abstract

In a mobile ad hoc network (MANET), unidirectional links commonly exist between a pair of neighboring nodes if they are heterogeneous devices and showing asymmetric transmission power or reception sensitivity. In this thesis, we show that such asymmetric transmission phenomenon significantly impacts the efficiency of most of the existent routing algorithms proposed for MANET. This is because they usually employ a flooding mechanism for route discovery, where a node forwards a received message to others without checking the reversibility of the link from which that message was received. Consequently, we may fail to establish the route because of absence of reverse links. To solve this problem, we introduce a *power-aware* scheme. In principle, information of *transmission power* and *reception sensitivity* is carried in a flooding message, and upon receiving the message, a node can use this information to figure out whether the reverse link exists or not. Only when the reverse link exists, the node will consider forwarding the message, otherwise ignore it. From the simulation result, we observe that the asymmetric transmission

may seriously jeopardize the MANET routing (such as AODV and DSR) and the proposed power-aware scheme can significantly reduce their route discovery latency in the order of several magnitudes.

**Keywords:** MANET, Asymmetric transmission.

### 1. 前言

隨著個人電腦整合無線網路功能、低功耗量核心運算技術進步，目前越來越多資訊設備擺脫線的束縛大幅提升了行動能力，例如手提電腦、個人數位助理(PDA)、網路行動電話等。多數的行動裝置使用固定式基地台或無線存取點(AP)傳輸或交換檔案，但在即時的需求下，如軍事行動、災害發生區域或學生戶外教學等無法預先架設固定設備的情況下，無實體架構網路(Ad Hoc Network)提供了即時網路機制，Mobile Device 之間可隨時組成網路或加入現存網路，其除了在即時行動環境下應用，亦可與有線網路或固定架構無線網路結合作為實體網路的延伸，提升網路運用效能。

在有線網路的架構下，兩節點傳送與接收資料使用網路線資料傳送方向(全雙工或半雙工)可由兩端點決定，而在無線網路節點間傳輸距離仰賴二端點發射功率(Transmission Power)及接收端天線靈敏度(Receive sensitivity)決定，當兩點間傳輸功率不同時則可能產生單向路徑，對於 MANET 多數需要在雙向路徑運作的情況下，單向路徑造成在兩端點間一端僅傳送而收不到回應的耳聾(Deaf)的狀態，另一端僅能接收而無法回應的啞吧(Dumb)[4]情況。另一方面，無線裝置搭載的電力決定存活在網路上的時間，雖然電力不是決定傳輸距離的主要因素，但當資料傳送時之使用耗電量功率，將直接影響無線裝置存活的時間。

在目前無線網路未規範各節點傳輸功率及接收範圍之情況下，無線網路產生非對稱性情況可歸納出下列三種因素：(1)使用不同傳輸功率的無線裝置(射頻功率、接收天線靈敏度不同)。(2)無線裝置使用傳輸範圍控制的模式(最大功率、省電模式)。(3)對於不同的節點使用不同的頻率及傳輸速率。

在 MANET 的 Flooding 機制方面，傳送端對網路上所有節點廣播 RREQ 封包，目的地端依封包內所提供的路徑資訊，反向回應 RREP 封包給來

源端確認繞送路徑建立，單向路徑將使 RREP 無法到達來源端，造成路徑尋找失敗，而由來源端重新啟動路徑找尋機制。Flooding 產生的廣播風暴問題將影響網路整體的效能，故非對稱傳輸對於 Ad Hoc 網路所產生的影響值得深入探討。

為了解決在實際網路節點間產生非對稱傳輸的問題，本研究利用 Flooding 送出 RREQ 封包時，發送端(Sender)節點提供接收端(Receiver)節點傳輸能力 Transmission Power(T)以及天線接收靈敏度 Receive Sensitivity(R)兩項資訊，並利用接收端所接收的訊號強度，計算接收端本身傳輸能力是否能回應 Sender，作為 RREQ 封包轉播的依據，我們稱為 Power\_Aware Routing。以確保目的地端所收到的路徑均為雙向路徑，即使選擇最短路徑的機制，仍能有效的回應 RREP 到來源端。

## 2. 文獻探討

### 2.1 MANET 繞送協定

MANET 上節點的特性可同時扮演 Client 或是 Router 的角色。因各節點具有可移動的特性，在有線網路上繞送機制無法完全適用。目前已有學者提出相當多的通訊協定，Mehran Abolhasan 等綜整相關文獻[1]，依繞送路徑找尋方式歸納 Proactive(或稱 Table-driven)、Reactive(或稱 On-demand)以及 Hybrid 等三種方式。

Proactive 採用網路節點預先交換繞送路徑表(Routing table)。當需要傳送資料時，則由預先交換所獲得的 Routing table 選擇可用的路徑資料，此方式優點為當節點要傳送資料時可立即找到路徑，缺點是每個節點即使無資料傳輸時仍必需定期與鄰近的節點交換路徑資料，造成電力耗損降低行動裝置可用時間。

Reactive 採用當節點有傳送資料需求時才執行路徑找尋。這種即時的作法可大幅減少網路上控制訊息，節省電力及增加行動裝置使用時間，較適合使用在節點位置經常改變 Ad Hoc 網路，但使用 Flooding 執行路徑找尋時無法辨識單向路徑的問題，為本研究所探討的重點。

Hybrid 採用 Proactive 和 Reactive 等二種混合方式，相關協定如 Zone Routing Protocol(ZRP)網路上的節點以階層式分工，當節點加入區域(Local Area)運作僅在區域內向中央的節點交換路由資訊。

### 2.2 Flooding 機制對網路影響

依據 On-demand 協定，當節點需要繞送路徑時，以 Broadcast 的方式對網路上的所有節點發出路徑需求(RREQ)封包，網路相鄰的節點收到後，便記錄路徑資訊以及將本身位置加入封包內轉

播，直到目的地端接收。這樣由網路上所有的節點執行轉播的方式稱為氾濫廣播(Flooding)。

如圖 1 Flooding 演算法所述，當節點  $N_i$  產生廣播封包時包含獨立的 Broadcast\_ID 以及 Source\_IP、Destination\_IP 等向週圍鄰居廣播。鄰近的節點  $N_j$  第一次收到廣播封包時，記錄路徑的資訊並在封包內加入本身位置後使用相同的廣播識別碼重新轉播。網路上的節點依據廣播識別碼判斷，如果廣播封包重覆收到並且已執行轉播，則不予處理以防止在點對點之間產生互相循環轉播。但由於非對稱網路因廣播封包缺乏路徑維護機制，Receiver 端無法察覺單向路徑，即使無能力回應前一節點亦會將 Sender 記錄在路徑上繼續轉播，造成無效路徑。而具有雙向路徑的節點則因為轉播時間先後順序而被忽略，造成路徑找尋失敗。

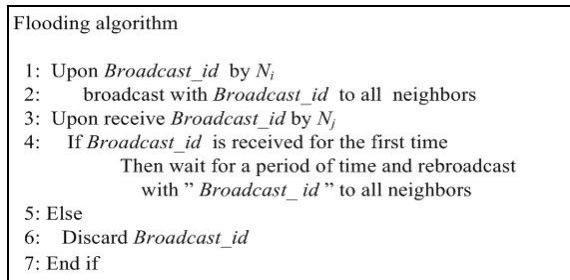


圖 1 Flooding algorithm

如圖 2 所示，節點 S 傳輸功率大於鄰近的節點，在 S 涵蓋範圍內相鄰節點皆收到來自 S 的廣播封包，而範圍內僅有 A、E、H 等節點對 S 有雙向路徑，但如 B、F 等節點對於 S 則僅有單向路徑。B、F 與 A、E、H 同時收到來自於 S 的廣播封包並記錄 S 為其 1 Hop-Count 的鄰居同時進行轉播，而來自 A、E 節點雖可提供 B、F 到 S 點的雙向路徑，但因轉播的順序與 B、F 同時，故來自 A、E 節點的轉播將被忽略。故當節點發射功率與其他節點產生不對稱關係時，將可能嚴重影響其他節點建立繞送路徑，該節點傳輸功率所涵蓋的區域本研究定義為盲區(Blinding Area)。

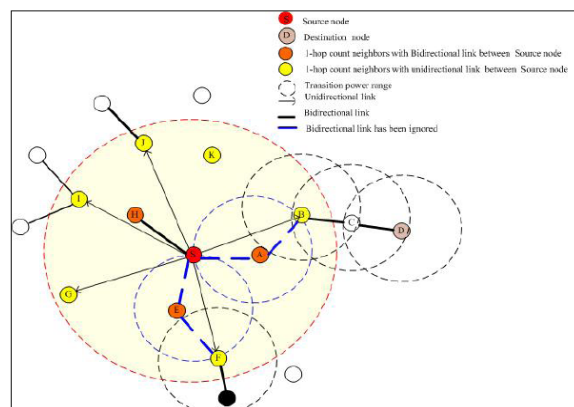


圖 2 Blinding Area 示意圖

當網路上節點使用 Flooding 廣播找尋繞送路

徑時，所有相鄰的節點均轉送相同廣播封包，將產生嚴重的封包重覆(Redundancy)，節點間傳送封包時亦會產生競爭(Contention)和碰撞(Collision)，造成頻寬浪費。而節點偵測到封包競爭及產生碰撞情況下會等待並重新偵測，如此將延長封包的傳送的時間，影響網路傳輸速率與效能，相關文獻定義為廣播風暴 (Broadcast Storm Problem)[8]。目前已有學者提出 Distance-base 以及 Location-base (或 Neighbor Coverage) 機制限制網路上節點轉播，以減少重覆無效的廣播封包，降低廣播風暴問題。

### 2.3 單向路徑對 AODV 及 DSR 的影響

AODV 是 MANET 中典型需要使用雙向路徑之機制，由來源端執行 Route Discovery 向鄰居廣播 RREQ 封包，封包內訊息包含 Source\_Address、Broadcast\_id、destination\_address、Hop Count 等，網路上節點接收 RREQ 封包時將 Reverse Paths 記錄到 Routing Table。目的地端依據 RREQ 封包內所提供上一個節點的資訊，選擇 Hop Count 數最少路徑回應 RREP 的訊息。被選為路徑的所有節點依先前 RREQ 所建立 Routing Table 來決定下一個傳送的節點。如圖 3，當 D 收到 RREQ 會依各節點所提供路徑表獲得 S→C→D、S→A→C→D 及 S→B→C→D 三條路徑，但依據 AODV 選擇 Shortest Path 特性，故 D→C→S 被選為回應路徑，但因 C→S 僅有單向路徑進而產生繞送路徑的斷路。雖 S→A→C→D 為可用的雙向路徑，但因非最短路徑不被選用。因此，單一路徑情況增加時將影響選擇到可用路徑機率。同時來源端因收不到目的地端回應 RREP 封包，在等待 TIME\_OUT 後將不斷的重新送出 RREQ 封包造成網路上廣播風暴及頻寬的浪費，間接干擾到其他節點間的正常封包傳送。

然 DSR 使用 Route Cache，路徑上的所有節點均可記錄到整條路徑上節點連結(Hop-by-Hop)的資訊。如圖 3，當 S 需要傳送資料時，DSR 協定先從 Route Cache 中尋找可到達目的地端的相關路徑資訊，無適當路徑時則採用 Flooding 的方式執行 RREQ 的機制。而目的地端收到 RREQ 封包後有二種方式回應：1.利用 Reverse Path 回應 RREP 封包。2.由目的地端重新 Flooding 找尋另一條路徑，回覆包含來源到目的地的路徑資訊，通知來源端路徑已建立。上述第 1 種方式和 AODV 相同有單向路徑的問題。第 2 種方式是當來源端節點在 RREQ 封包內增加單向路徑的旗標時，由目的地端重新 Broadcast 另外建立路徑回應 RREP 封包。DSR 來源端及目的地端各自執行 Route Discovery 的建立，在這樣的機制下並不需要使用雙向路徑，似乎解決網路上單向路徑問題，但 DSR 為減少 Flooding 所產生的控制封包數量，當網路上的任一節點快取記憶內有路徑時，即停止廣播改用快取回應(Cache Replay)，由路徑上的節點將快取記憶的資訊加入封包內並包含先前的路徑資訊以點對點回應來源端提供到目的地端的資訊。但 Flooding 時因節點收

到廣播封包缺乏 ACK 或 RTS、CTS 驗證機制即進行轉播，可能將單向路徑的資訊盲目的記錄在 Routing Cache 內，當使用快取回應路徑時，反而建議了無效的路徑。如圖 3，當 D 重新使用 Flooding 找尋路徑回應 S 端時，路徑上的節點 C 因先前收到 S→C 的路徑紀錄在 Route Cache 內，使用 Cache reply 將 Broadcast 的封包改為 Unicast 提供 D 一條 D→C→S 的路徑，並且由 C 繼續向 S 傳送 RREP 的封包，同樣因非對稱傳輸的因素而產生斷路。

又由於 DSR 在來源端、目的端均可使用 Flooding 的機制，網路的上節點可使用 Cache RREP 機制，故因單向路徑產生斷路時網路上的控制訊息將大幅增加，除了 Broadcast Storm Problem 外同樣造成網路 Reply Storm 的問題。

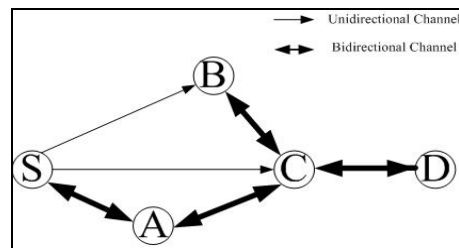


圖 3 包含單向路徑的網路示意圖

### 2.4 無線傳輸非對稱性的原因探討

假設在點對點之間的訊號無線電波漫射及反射效果等影響因素可被忽略下，電波介於發射端及接收端以直線傳播，在傳送訊號過程中訊號傳送強度經過路徑損失到達接收端的訊號必需要大於接收端接收天線的靈敏度接收端才可以辨別出有效訊號(如圖 4)。

在 Andres Lagar Cavialla 等三位學者對於不同材質的障礙物對於訊號傳輸的距離及強度的影響研究實驗結果如公式 2-1， $P_r$ ：表示傳輸到距離  $d$  時的能量(以瓦特計算)接收到的訊號強度、 $P_t$ ：Transmit Power、 $n$ ：功率衰減參數、 $m_i$ ：無線電波主要路徑障礙物的型式、 $P_{fi}$ ：各障礙物材質、 $i$ ：造成功率衰減參數，在障礙物的空間下無線電傳播到接收端訊號強度等於傳輸功率減掉路徑損失如下式[3]：

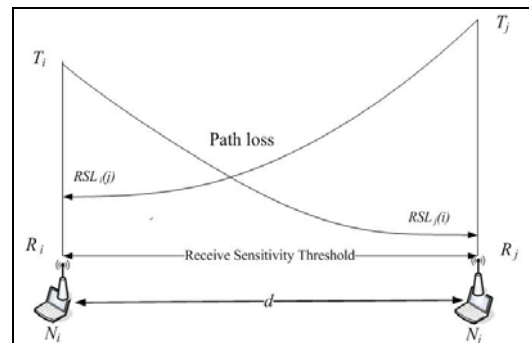


圖 4 傳輸功率與天線接收靈敏度關係圖

$$P_r = P_t(ro) - 10n \log \frac{r}{r_0} - \sum_{i=1}^{\sigma} m_i \cdot Pfi \quad (2-1)$$

以理想傳輸對稱天線(Ideal isotropic antennas)路徑損失表示下列方程式，C 代表光速、d 代表兩傳輸點的距離。

$$\text{Path Loss (in dB)} = 20 \log \frac{4\pi}{3 \times 10^8} + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log d(\text{km})$$

$$= 32.4 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log d(\text{km}) \quad (2-2)$$

$$P_r = P_t - \text{Path loss} \quad (2-3)$$

點對點之間傳輸距離受到天線的增益、傳輸頻率的影響，介於傳送端及接收端有效的信號傳輸距離必須是傳輸信號天線增益值經過路徑強度衰減到達接收端仍能大於接收端的天線的靈敏度，在相同的訊號源所產生的訊號，對於不同的接收裝置仍可產生不同的結果。

### 3. 研究方法

#### 3.1 單向路徑偵測機制

如前 2.4 節所探討，決定兩點之間所發出的訊號是否能到達對方有二個重要的參數即傳輸能力(Transmission Power)及到達接收端之 Receive Signal 必需大於接收端天線接收靈敏度(Receive Sensitivity)。

假設  $N_i$  和  $N_j$  為相鄰兩節點， $N_i$  與  $N_j$  之間距離為  $d$ ， $T_i$ 、 $T_j$  為  $N_i$  及  $N_j$  的傳輸功率， $R_i$ 、 $R_j$  為  $N_i$  及  $N_j$  的接收天線的靈敏度。假設  $N_j$  接收到來自於  $N_i$  訊號強度為  $RSL_j(i)$ ，決定在  $N_i$  到  $N_j$  有一條單向路徑的條件為：

$$T_i - \text{Path loss} = RSL_j(i) \text{ and } RSL_j(i) \geq R_j \quad (3-1)$$

同樣的，決定  $N_i$  至  $N_j$  之間有雙向路徑的因素為在上述 3-1 式成立的條件下，由  $N_j$  到  $N_i$  亦有一條相同的路徑如 3-2 式所示：

$$T_j - \text{Path loss} = RSL_i(j) \text{ and } RSL_i(j) \geq R_i \quad (3-2)$$

當 RREQ 封包在廣播過程中，因為使用 Broadcast，無法檢查上一個節點是否存在雙向路徑，這就是單向路徑問題產生的關鍵點，即使回應上一節點的路徑不存在，而該節點仍持續向其他相鄰節點轉播封包，造成最終目的地的端 RREP 封包無法回到來源端的問題。為了解決此一問題，必需要過濾無效的單向路徑在網路上被轉播。當網路上任一節點  $N_j$  收到來自  $N_i$  的 RREQ 的訊息即記錄  $N_i$  節點為  $N_j$  節點 1 Hop Count 的鄰居，即  $N_i$  到  $N_j$  即有一條已知的單向路徑。 $N_j$  節點傳輸功率是否能到達  $N_i$  節點則藉由 RREQ 封包內所包含  $N_i$  節點傳輸功率  $P_i$ 、接收能力  $R_i$  並且比較到達  $N_j$  的訊號強度  $RSL_j(i)$ ，當  $N_j$  的傳輸功率  $T_j$  經過距離  $d$  的 Path lose 到達  $N_i$  的訊號必需要大於  $R_i$ ，兩端點即有一條雙

向路徑。故當  $T_j - R_i \geq T_i - RSL_j(i)$  即可判斷  $N_j$  節點傳輸功率能到達  $N_i$  節，兩端點之間即有一條雙向路徑。

### 3.2 Power-Aware Routing

Power-Aware Routing 考量在動態的網路下，由來源端發起 Route Request 時，網路上負責轉播封包的 Sender 在 RREQ 廣播封包內，加入節點傳輸能力(T)，接收靈敏度(R)二項參數。而 Receiver 則依據該二項參數以及接收訊號的強度計算路徑損失，並且依據節點本身傳輸功率判斷兩點間是否存在雙向路徑，作為轉播的依據。依圖 5 所示，節點 B 的責任是要保留一條反向的 Reverse Path，故當節點 B 收到來自節點 S 的廣播封包，節點 B 經過計算後發現僅有單向路徑則予以限制轉播，而當收到來自節點 A 的轉播訊息則予以轉播。

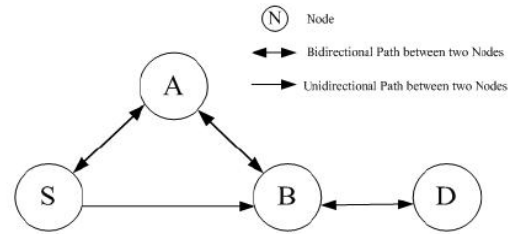


圖 5 非對稱性路徑樣本

Power aware 演算法(如圖 6 所示)當節點在執行路徑找尋時，由接收端計算雙向路徑存在則繼續轉播，如果僅有單向路徑則放棄轉播，這樣的機制，對於 AODV 協定可以保證由來源端所執行 RREQ 封包所提供的路徑均為雙向路徑，消除目的地端選擇錯誤路徑的機率。對於 DSR 以來源端繞送機制使用 Reverse Path 可減少目的地端重新啟動路徑找尋，並且在路徑尋找時即可辨別在 1 Hop Count 內的單向路徑的相鄰節點，避免將無效的繞送路徑記錄至快取記憶內。這樣的機制可應用於在 On-Demand 的協定上，在廣播路徑找尋封包時提供所有的節點及目的地端雙向路徑的保證。

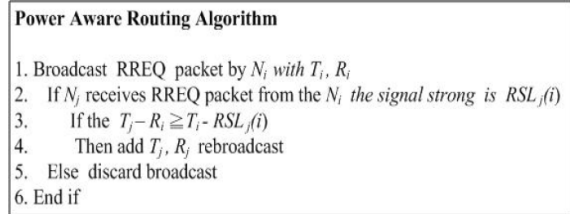


圖 6 Power-Aware Routing 演算法

## 4. 模擬

### 4.1 模擬環境

本研究利用 GIOMOSIM 模擬軟體，在 1000\*1000 平方公尺區域範圍內散佈散佈 50、100、200 個節點，以探討不同密度對於節點找尋

路徑的影響。

節點傳輸功率為 10、15 及 22dBm 分別以 10%、20% 及 70% 比例散佈於網路上，產生非對稱傳輸情況，節點與節點間使用 802.11 無線通訊協定，頻率 2.4GHz，頻寬設定為 2Mbps。節點移動使用 Random way point 移動頻率停留 10、100、200 秒等後、0-20 公尺隨機變更行進的方向。本模擬在網路選擇五組傳輸功率不同的端點，每組從模擬開始尋找路徑，結束時間為 1800 秒，模擬由不同傳輸功率的節點所組成網路在不同的密度下對於 AODV、DSR 等協定對於繞送路徑的影響，並藉由加入傳輸功率考量的機制 P\_AODV、P\_DSR 評估非對稱網路對於路徑建立效能影響。

#### 4.2 模擬結果

圖 7 為網路靜止的狀態下，不同密度下對繞送路徑建立時間的影響，模擬結果顯示當網路密度為 50 個節點時(其中包含 5 個 22dBm、10 個 10 dBm 以及 35 個 15 dBm 的節點)，5 組端點以 AODV 協定模擬樣本其中有 4 組端點無法建立路徑，平均路徑建立時間為 24 分鐘。DSR 雖然只有 2 組節點無法建立路徑，但其餘三組建立繞送路徑的時間仍超過 20 分鐘以上，平均建立路徑的時間為 25.4 分鐘。P\_AODV、P\_DSR 在網路靜止的情況下分別為 2.14 及 2.44 秒建立路徑。當網路密度增加至 200 個節點時，AODV 平均路徑建立時間為 3.6 分鐘，DSR 為 11 秒，而 P\_AODV、P\_DSR 平均為 0.52 及 5.59 秒，故由此可知當網路密度增加時，可降低非對稱路徑所產生的影響，減短路徑建立時間。

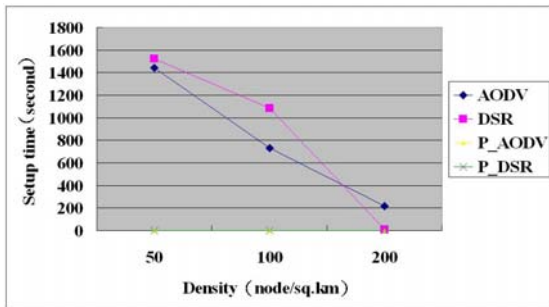


圖 7 網路節點密度與繞送路徑建立時間

圖 8a、圖 8b 為模擬 50 個節點在移動的情況對於繞送路徑建立時間的影響。節點處於靜止狀態易因盲區一直無法建立路徑(如圖 2)，而節點移動則可能避開盲區，因此當節點移動相較節點於靜止狀態(圖 7)容易建立路徑。AODV、DSR 當節點每 10 秒移動乙次時，平均路徑建立時間為 84.94 及 89.04 秒，當節點移動頻率減緩每 200 秒移動乙次時，平均路徑建立時間為 5.3 及 6.7 分鐘。到模擬時間結束時 DSR 協定下第二組的節點仍無法建立路徑，經比較圖 9a 及圖 10a 在不同密度的環境下，因為第二組來源端節點傳輸功率小於網路其他 80% 的節點，存在嚴重的非對稱性、故即使當

網路密度增加時，以 DSR 協定下仍不易建立路徑。

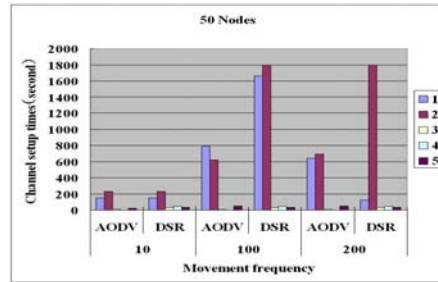


圖 8a AODV、DSR 移動頻率與路徑建立關係圖(50 個 node)

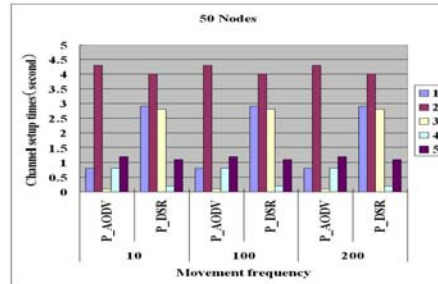


圖 8b P\_AODV、P\_DSR 移動頻率與路徑建立關係圖(50 個 node)

圖 9a、圖 9b 為當網路節點密度增加為 100 個節點，網路每 10 秒移動一次時 AODV 及 DSR 均部份的節點無法建立路徑平均為 7.3、13.5 分鐘。當節點移動頻率低於每 100 秒改變時路徑建立時間分別為 1.3 及 9 分鐘，P\_AODV、P\_DSR 為 0.52 及 0.81 秒，因為節點密度增加能夠利用傳輸功率大的節點找到較短 Hop\_Count 數目的路徑，故 P\_AODV 上的模擬的節點低於 1 秒的時間即可建立路徑，而 P\_DSR 協定下所有節點建立路徑最長的時間不超過 3 秒。

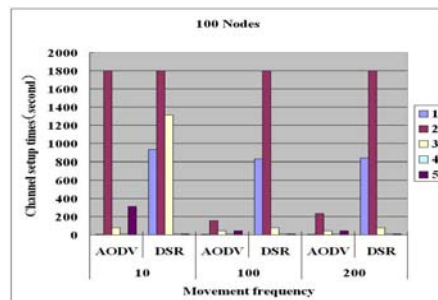


圖 9a AODV、DSR 移動頻率與路徑建立關係圖(100 個 node)

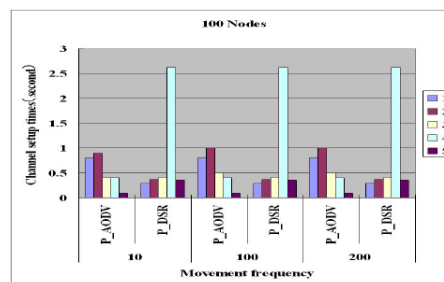


圖 9b P\_AODV、P\_DSR 移動頻率與路徑建立關係圖

圖(100 個 node)

圖 10a、圖 10b 為當網路節點密度增加到 200 個節點時，因為網路上傳輸功率大的節點(22dBm)分佈 20 個節點，傳輸半徑涵蓋所有模擬的面積，能減低非對稱傳輸情況產生，傳輸功率較大的節點能夠找輕易到對稱的轉播節點型成骨幹(Backbone)效應並且能降低路徑 Hop Count 數。故 AODV、DSR 大部份的模擬的端點均能在 1 分鐘內建立路徑。DSR 因控制訊息的封包長度較 AODV 為長，故當節點每十秒改變位置時路徑建立時間為平均為 367.38 秒(因其中第 2 組端點均無法建之路徑)，相較於 AODV 平均僅需 24 秒。在節點密度涵蓋整個網路情況下，以 DSR 協定模擬的第二組端點至模擬結束仍無法找到路徑。P\_AODV、P\_DSR 在平均在 0.88 及 1.6 秒即可建立路徑。

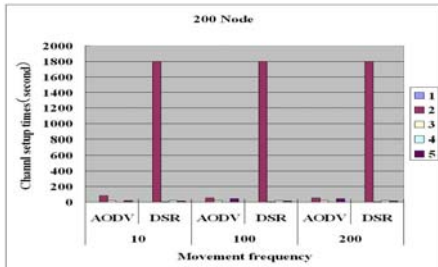


圖 10a AODV、DSR 移動頻率與路徑建立關係圖 (200 個 node)

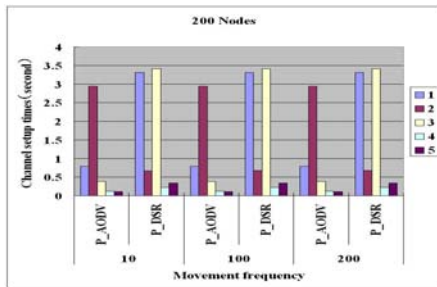


圖 10b P\_AODV、P\_DSR 移動頻率與路徑建立關係圖 (200 個 node)

## 5. 結論

本研究提出之Power-Aware機制是由發送端節點提供傳輸功率等資料給接收端，由接收端依收到訊號衰減情況，考量自身的傳輸功率來決定雙向路徑，故可解決在廣播機制下無法偵測路徑連結情況問題。對於AODV等需要雙向路徑的協定，可在路徑尋找初期移除單向之路徑，避免目的地端選擇無效路徑，減少繞送路徑尋找失敗機率提升網路效能。模擬結果AODV、DSR等協定使用Power-aware的機制，在路徑尋找時不受到單向路徑的影響，當兩點之間有路徑時，執行路徑找尋到路徑建立時間均低於1秒，可有效改善單向路徑所造成的影響。

部份單向路徑的產生原因，為路徑上的節點使

用省電模式降低傳輸功率，本研究藉由前一個節點提供傳輸功率、接收靈敏度等資訊偵測兩點之間的傳輸功率，亦可利用節點之間調整傳輸速率及功率重新建立雙向路徑提升傳輸效能。

## 參考文獻

- [1] Abolhasan, Mehran, Wysocki, Tadeusz and Dutkiewicz, Eryk "A review of Routing protocols for mobile Ad Hoc Network" Ad Hoc Networks, pp. 1-22, Jan 2004.
- [2] Bao, Lichun and Garcia-Luna-Aceves, J. J. "Link-state Routing in Networks with Unidirectional Links". In Proceedings of International Conference on Computer Communications and Networks (IC3N), pages 358-363, 1999.
- [3] Cavilla, Andrés Lagar, Baron, Gerard, Hart, E. Thomas, Litty, Lionel and Lara, de Eyal "Simplified Simulation Models for Indoor MANET Evaluation are not Robust", IEEE 2004.
- [4] Duros, E. , Dabbous, W., Izumiyama, H., Fujii, N. and Zhang, Y." A Link-Layer Tunneling Mechanism for Unidirectional Links. " RFC 3077, 2001.
- [5] Johnson, B. David, Maltz, A. David and Hu, Yih-Chun "The dynamic source Routing protocol for mobile Ad Hoc Networks ", IETF internet draft, draft-ietf-manet-dsr-10.txt, 19 July 2004.
- [6] Marina, K. Mahesh and Das, R. Samir. " Routing Performance in the Presence of Unidirectional Links in Multihop Wireless Networks", Proc. ACM MobiHoc 02, pp. 12-23, 2002.
- [7] Ni, Sze-Yao, Tseng, Yu-Chee, Chen, Yuh-Shyan and Sheu, Jang- Ping "The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network", ACM Wireless Networks Vol. 8, No. 2, pp. 153-167, March 2002.
- [8] Ogier, R.G, Lewis, M., and Templin, F. "Topology Broadcast based on Reverse Path Forwarding (TBRPF)," IEEE RFC 3684 Feb 2004.
- [9] Perkins, E. Charles, Belding-Royer, M. Elizabeth, and Das, R. Samir " Ad Hoc on demand distance vector (AODV) Routing", draft-ietf-manet-aodv-13.txt, IETF internet draft, 17 FEB 2003.
- [10] Ramasubramanian, Venugopalan, Chandr, Ranveer and Moss'e, Daniel." Providing a Bidirectional Abstraction for Unidirectional Ad Hoc Networks". In Proceedings of IEEE INFOCOM, 2002.
- [11] Remondoa, David, Niemegeers, G. Ignas "Ad Hoc Networking in future wireless communications ", Computer Communications, pp. 36-40, 2003.