

# Distributed Floor Control for Push-to-Talk Service over Mobile Ad hoc Networks

Ya-Chun Tang

Department of Computer Science  
and Information Engineering,  
Nation Taiwan University  
Email : r96086@csie.ntu.edu.tw

Ai-Chun Pang

Department of Computer Science  
and Information Engineering,  
Graduate Institute of Networking and Multimedia,  
National Taiwan University  
Email : acpang@csie.ntu.edu.tw

Yung-Chi Wang

Graduate Institute of Networking  
and Multimedia,  
Nation Taiwan University  
Email : dav@newslab.csie.ntu.edu.tw

Rung-Tsai Shiu

Department of Computer Science  
and Information Engineering,  
Nation Taiwan University  
Email : r97922031@ntu.edu.tw

**摘要**—隨按即說服務類似於傳統無線對講機，屬於半雙工通訊。其主要的特色是，使用者間的通訊可藉由簡單按下通話按鈕而快速被建立。在PTT服務中，發話權控制是一個相當重要的功能，當群組中同時有多名使用者按下通話按鈕時，系統會決定出唯一一個能獲得發話權的使用者。而目前的無線網路中，移動式隨意網路因其不需任何基礎建設容易建構的特性而成為許多應用的最佳選擇。在這篇論文中，我們針對移動式隨意網路，進行隨按即說服務其分散式發話權控制之效能分析。我們訂定了一些評估效能的指標，並且利用知名的網路模擬軟體NCTUns，設計不同的模擬實驗並分析分散式發話權控制在移動式隨意網路上運作的優缺點。

**關鍵詞**：發話權控制、移動式隨意網路、隨按即說

**Abstract**—Push-to-talk (PTT), a walkie-talkie like service, supports half duplex wireless communications among users. The main characteristic of PTT is that the session can be established easily by pushing a button without complicated configurations. In PTT, floor control is a critical function to service quality. When more than one user wants to speak and pushes the button, the floor owner should be quickly and properly decided by some floor control mechanism. Mobile Ad hoc NETWORKS (MANETs) have been adopted by many kinds of applications due to the ease of deployment without any infrastructure. In this paper, we investigate the performance of distributed floor control for PTT over MANETS. Simulation

experiments are conducted through a well known network simulation tool, NCTUns, in terms of some performance evaluation indexes. The simulation results indicate the guidelines for future design of distributed floor control over MANET.

**Keywords** : Floor control, MANET, push-to-talk

## 1. 序論

隨著網路的快速發展和普及化，網路的用途不再只是單方面的找尋資料、獲取資訊，而是更進一步地成為互相溝通、情感交流的媒介，透過網路和他人互動已經逐漸成為近幾年相當熱門的應用。目前已有越來越多的網路軟體提供即時的影音通訊功能，人們可以透過這些即時通訊軟體，例如MSN、Skype等，和遠方的親友聯絡。在這些即時通訊的應用服務中，隨按即說 (Push-to-talk或簡稱為PTT) 服務，是一種十分特殊且逐漸受到重視的服務。PTT服務提供群組中的使用者間，可一對一或是一對多互相通訊，其使用方式類似於傳統的無線對講機，最主要的特色在於，使用者之間的通訊可以藉由簡單的按下通話按鈕而快速被建立，並不需要撥號或其他複雜的設定。PTT的運作方式類似於傳統半雙工的無線對講機系統，在一個PTT的議程中，只有獲取發話權的使用者能夠說話，而其他的使用者只能聆聽。

目前在行動通訊網路上已經有部分的業者提供PTT的服務，但此服務卻需使用相同廠牌的手機才可以互相溝通。在這種缺乏共同的通訊協定，加上並不

是每個手機都可以支援的情況下，PTT服務並沒有廣泛的被大眾所使用。因此，OMA (Open Mobile Alliance)組織的PoC (Push-to-talk over Cellular)計畫[7,8]，對於PTT的服務訂出了通訊協定的規格。未來只要所有的業者都遵照這套規格，則在不同廠家的手機之間將可以彼此互通。在OMA所訂定的PoC通訊協定規格中，參考了Voice-over-IP (VoIP) 相關技術[3]，在聲音的傳送方面採用RTP (Real-time Transportation Protocol)[4]，而在控制訊息方面則採用SIP (Session Initialization Protocol)[5]。

相對於OMA集中式的作法，另一套採點對點架構的PTT服務系統被提出，而此種分散式作法最大的特色在於，不需要維護任何固定伺服器，議程中的控制訊息以及聲音封包的傳輸皆是透過分散式的作法來完成。因此相較之下，除了可節省維護伺服器的額外花費，更可提升系統可靠性與可擴充性。其中可靠性提升的原因在於分散式系統中不需維護伺服器，因此不會發生當重要的伺服器故障的時候就造成服務中斷的情況。另外，由於是分散式的系統架構，系統因不受限於伺服器的能力，可擴充性也能獲得提升。有別於OMA在行動通訊網路中的傳送方式，此種分散式架構中，每個行動裝置間是透過網際網路來傳輸資料，使用者可以攜帶安裝此種PTT軟體的行動裝置，在任何可以連上網路的地方和其他的使用者通訊。

近年來，使用網路已成為多數人生活中不可缺少的一部分，而隨著個人行動通訊裝置及無線通訊技術的發展，無線網路的便利性使其成為目前使用的趨勢所在。無線網路可略分為兩大類，有基礎建設(Infrastructure)以及無基礎建設(Non-Infrastructure)，前者是利用基地台(Base Station)或存取點(Access Point)等方式來發送、接收訊號，兩個行動裝置間透過這些基礎建設來互相通訊、傳遞資訊。這種方式雖然訊號較為穩定，但如果這些基礎建設遇到不可抗拒的外在因素破壞(如戰爭、天然災害等)，將導致所有的使用者無法進行資料交換。而移動式隨意網路(Mobile Ad hoc NETwork或簡稱為MANET)則是屬於無基礎建設的架構，此網路可以在任何時間、地點、環境由有行動通訊能力的裝置簡易的建置起來，也正因為這種容易建置的特性，MANET目前已逐漸受到重視。

本篇論文中針對分散式PTT服務中的發話權控制(Floor Control)機制，利用網路模擬軟體來觀察其在MANET上的效能。所謂的發話權控制，就是當系統中同時有多位使用者按下發話按鈕時，系統要能夠

決定出唯一一個可取得發話權的使用者。發話權控制可說是PTT服務中一個相當重要的部分，基於PTT的半雙工特性，同一個時間只能有一個使用者說話，因此需要一套機制來決定出一個可取得發話權的使用者。在OMA的集中式的做法中，floor control的工作是交由伺服器來負責。每個使用者想要講話的時候，會傳送一個要求發話的訊息給伺服器，伺服器會根據一些機制篩選出發話權獲取者。而分散式的PTT系統中，在沒有伺服器的情況下，如何快速且正確的決定出可獲取發話權的使用者，變的重要且具有挑戰性。在這篇論文中，首先，我們訂定了一些評估分散式floor control效能的指標，然後，我們在Linux fedora的平台上將分散式的floor control加以實作，並且透過由交大所開發的NCTUns這套網路模擬軟體[11, 12]來模擬並分析在移動式隨意網路中，分散式floor control方法所呈現出的效能。

本篇論文的安排如下：第二節中將介紹分散式的PTT系統架構並詳細說明分散式floor control的設計概念。在第三節，將會介紹移動式隨意網路並詳細說明常使用於其上的繞送演算法。第四節中，首先會描述模擬環境以及效能評估指標，接著呈現在網路模擬軟體上模擬的結果，並討論會導致這些結果可能的原因。而第五節則是結論。

## 2. 分散式隨按即說系統

### 2.1. 研究動機

隨著個人行動通訊裝置的日漸普及，隨按即說服務逐漸受到大家的注意。目前電信業者提供的PTT服務是採取集中式的架構，必須要負擔額外的成本來維護伺服器，系統的可擴充性也受限於伺服器的能力，因而造成無法提供太多人同時使用。當伺服器發生故障的時候，就可能造成整個PTT的服務都無法使用，大大的降低服務的可靠性。加上透過電信業者使用PTT服務需要另外收取費用，因此使用人數仍只佔少數。基於以上原因，若能將PTT系統採用分散式的架構且藉由無線網路來傳送資訊，其中較少的花費及較高的便利性，將可大幅提升使用意願。

由於無線通訊技術的發展，使用無線網路已成為目前趨勢所在，而在無線網路中，移動式隨意網路因為容易被建構，不需任何基礎建設支援的特性，使其成為目前熱門的應用選擇之一，再加上其亦屬於分散式的架構，因此我們選擇使用移動式隨意網路來運作分散式的PTT系統。

PTT系統中，系統必須在想要發話的使用者中決定出唯一一個可獲取發話權的人，這個決定的機制稱為floor control。因此，floor control可說是整個PTT服務中非常重要的一環，能夠快速且正確的決定發話者，將使得PTT服務能有較好的品質。集中式的架構中，floor control是交由伺服器來處理。每次使用者想要取得發話權的時候，都會送出競爭發話權的訊息到伺服器，接著就由伺服器做最後的決定。但由於分散式的PTT系統，沒有維護伺服器，因此floor control必須藉由分散式的演算法來達成。目前已被提出的分散式floor control方法，包含FFC (Flooding-based Floor Control)[6]、TFC (Tree-based Floor Control) [6]以及IFC (ITS based Floor Control)[2]。基於MANET拓撲隨時改變的特性，我們選擇FFC這種floor control機制來決定使用者的發話權。FFC的運作方式將於2.2節中介紹。

目前已有許多人針對在MANET上的各種應用做效能分析，但針對分散式的PTT服務研究則相對少有，分散式的PTT服務屬於多媒體應用的一種，而其中的floor control功能，相較於其他應用，傳送的封包尺寸較小，不會佔用太多頻寬，但按需蒐集封包做發話權的判斷依據，對封包遺失的容忍性較低，加上PTT使用的模式，多名使用者間類似輪流發言，平均每次發言時間不會太長，一個議程中可能在短時間內需作多次floor control。基於以上種種特性，因此，在這篇論文中，我們希望能夠針對PTT服務的分散式floor control機制使用於移動式隨意網路中的效能做探討，並分析使用不同繞送協定對於效能的影響，希望能藉由這些結果來提供未來設計及實作分散式floor control的參考依據。

## 2.2. 分散式發話權控制方法

在介紹分散式發話權控制的方法前，我們要先說明時戳(timestamp)的概念。在PTT服務中，最快按下發話按鈕者可以取得發話權。然而在分散式的架構中，每個網路節點其時間是不一致的，無法如集中式架構可得到一個全域性同步的絕對時間來判斷出哪個節點較早按下按鈕。因此，我們採用相對時間的概念，定義timestamp為：從使用者的裝置收到釋放發話權之訊息開始，到使用者按下發話按鈕的這段時間長短。當timestamp的長度越短，即表示該使用者在收到釋放發話權之訊息後按下說話按鍵的速度越快。在分散式的PTT系統中，擁有較小的timestamp就會取得較高的優先權。Timestamp這個參數會附加在每次競爭發話

權之訊息中，以供系統中每個使用者皆能根據這個參數決定出最後贏得發話權的使用者。

目前有許多分散式Floor control方法被提出，針對移動式隨意網路拓撲時常改變的特性，我們選擇Flooding-based Floor control(FFC)作為決定唯一一個取得通話權之使用者的方法。FFC的運作原理，主要可以分為三個階段，我們參考圖1所示的FFC運作流程，針對各個階段說明如下：

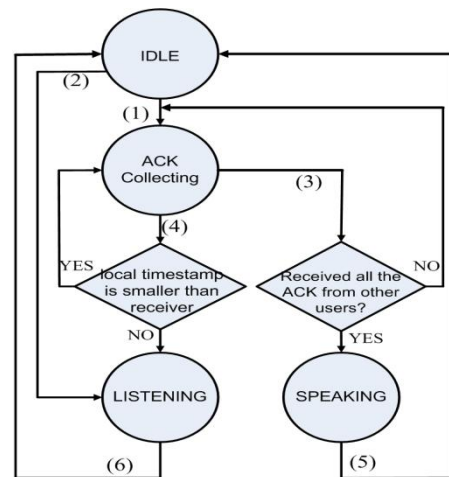


圖 1. Flooding-based floor control運作流程

階段1 (IDLE 狀態)：在 IDLE 狀態中，代表由誰取得發話權尚未被決定。想要爭取發話權的使用者，按下按鈕後 (事件(1))會先記錄自己的 timestamp 參數，並將夾帶著 timestamp 參數的競爭發話權訊息傳送給該 PTT 議程中所有其他的使用者，然後進入 ACK Collecting 狀態。如果無需爭取發話權，則在收到來自其他使用者的競爭發話權之訊息時 (事件(2))，會回應 ACK。

階段2 (ACK Collecting 狀態)：在FFC的方法中，競爭發話權的使用者要收到來自該議程中所有其他使用者所回應的ACK才能算是取得發話權。在ACK Collecting狀態中，會不斷接收來自其他使用者的ACK (事件(3))，收到ACK後將其記錄下來並且判斷是否已經收到所有來自其他使用者的ACK。若是則可進入SPEAKING 狀態開始說話；否則就仍須繼續接收來自其他使用者的ACK。如果在ACK Collecting狀態收到來自其他使用者競爭發話權之訊息 (事件(4))，則代表同時有別的使用者要競爭發話權。此時會把所收到的競爭發話權訊息中的timestamp和自己的timestamp做比較。如果自己的較小，則代表自己擁有較高的優先權，則不需做任何事；反之，代表別人擁

有較高的優先權，於是必須回應ACK並進入LISTENING 狀態。

階段 3 (SPEAKING / LISTENING 狀態)：贏得發話權的使用者進入SPEAKING狀態後即可開始講話；沒搶到的使用者則開始聆聽。當取得發話權的使用者結束通話後，需傳送釋放發話權之訊息 (事件(5))給該議程其他所有的使用者，並且重新回到IDLE 狀態。當在LISTENING 狀態的使用者收到釋放發話權的訊息時(事件 (6))，則代表發話權已經被釋放，於是重新回到IDLE 狀態。

### 3. 移動式隨意網路

#### 3.1. 移動式隨意網路介紹

移動式隨意網路(Mobile Ad hoc NETwork或簡稱為MANET)，是由一群擁有無線行動通訊能力的設備所集合而成的網路。在MANET中的節點，彼此間可以互相通訊而不需要透過任何現存的基礎建設(infrastructure)或是藉由集中式的管理來達成。所謂的基礎建設指的是基地台(Base station)或是存取點(Access point)這類的設備，而不需使用基礎建設的優點，除了可以降低維護成本外，也可使整體網路的使用範圍可有較高的擴充性。再加上MANET是一種可以輕易且快速建立起來的無線網路，目前MANET的相關應用非常多。首先，有一部分是用於軍事方面，在險惡的戰地環境中，不會因為基地台遭受敵軍摧毀而無法正常通訊。其次，MANET也被用於緊急救援工作，在偏遠山區或人煙稀少的地方，雖無基地台等設備仍可互相通訊以進行搶救工作。此外，在展場或會議、家庭或辦公地點所使用的設備間，皆可使用MANET來傳送資料。整體而言，因為其種種優點，未來將可見更多的應用實作於MANET上。然而因為無線通訊的範圍是有限的，在MANET中，當某一個節點想要傳送資料給在自己通訊範圍外的節點時，就需要其他節點幫忙做轉送的動作，因此在MANET中，所有的節點皆可扮演著路由器的角色。

#### 3.2. 移動式隨意網路之繞送協定

因為無線網路有限的通訊範圍，在MANET中傳送資料給通訊範圍外的節點時，就需要其他節點幫忙做繞送，而如何快速的找出繞送路徑並正確將資料送達，則須仰賴良好的繞送協定。MANET中的繞送協定大致可分為兩大類[1]，分別為Table-driven和On-demand兩種。

Table-driven(也可稱為Proactive)繞送協定，是希望能在即使所有節點皆不斷移動的狀況下，每個節點仍能保有對整個網路拓撲的最新視野。這類繞送協定的作法是，每個節點都建立自己的路由表，路由表中包含整個網路所有節點的資訊，並藉由週期性的檢查及更新路由表中資訊，使路由表中隨時能保有到網路中其他所有節點的最新且有效的路徑資訊。此類方法中較為著名的是DSDV[9]繞送協定。

On-demand(也可稱為Reactive)繞送協定，則是在有封包要傳送給其他節點時，才去找尋所需的繞送路徑，此類協定的優點是可避免與不需溝通的節點作無謂的訊息交換，因而減少網路頻寬的負荷，加上因為路由表中所紀錄的訊息較少，較能節省儲存空間，也較具擴充性，可用於大型的網路架構中。此類方法較著名的則是AODV[10]繞送協定。

##### 3.2.1. DSDV繞送協定

DSDV (Destination Sequenced Distance Vector)和有線網路中的distance vector繞送演算法運作原理大致相同，都是使用Distributed Bellman-Ford演算法更新路由表中的路徑資訊。而為了使其更符合MANET這種動態的無線網路環境，DSDV中再加上了序號(sequence number)來避免繞送迴圈(routing loop)的產生。

在DSDV繞送協定中，每一個行動節點必須維持一個路由表，紀錄所有與該節點可能進行連結的節點，表中每筆紀錄代表到每一個節點的路由資訊，包含到該節點的距離(number of hops)、路徑中下一個將經過的節點是誰以及由目的節點所產生的序號。這個序號可用來分辨繞送路徑的新舊，以避免繞送迴圈的產生。每個節點的路由表資訊會週期性的或是當拓撲發生改變時更新來維持一致性。

##### 3.2.2. AODV繞送協定

AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector)繞送協定是只有在需要的時候才會建立路徑。當一個節點想要傳送資料給其他節點，但尚未有繞送路徑存在時，就會啟動路徑搜尋程序去找出該目的地的位置。首先，由來源節點以廣播方式發出RREQ(Route Request)封包給相鄰的節點，收到這個封包的節點會再以廣播方式轉送給相鄰的節點，依此類推，直到RREQ封包到達目的地節點或是途中某節點已含有到該目的地未過期的路徑資訊為止。在傳送RREQ的過程中，也會

同時建立反向的路徑資訊，以供之後回傳使用。目的地節點收到RREQ後，會回覆RREP(Route reply)封包給來源節點，回覆的方法就是藉由剛剛所產生的反向路徑。而當來源節點收到RREP時，即可依照其中紀錄的路徑開始傳送資料。

## 4. 模擬結果與討論

### 4.1. 效能評估指標及模擬環境介紹

在介紹模擬環境前，我們先定義所使用的效能評估指標，包含了Floor determination latency、Control overhead以及Failure rate。

#### 4.1.1. 效能評估指標

Floor determination latency：在PTT服務中，需要靠floor control機制來決定獲取發話權的使用者。在FFC中，floor determination latency被定義為從使用者按下按鍵之後開始，到收到所有其他節點的ACK而取得發話權的這段時間長短。實驗中所使用的floor determination latency單位為ms。對於PTT這種即時的多媒體服務來說，Floor determination latency越短，則使用者就能夠越快開始說話，可使整個議程的進行更加的流暢。

Control overhead：用來評估每次進行floor control需要多少次的訊息交換。其中包含了決定出發話者的過程所交換的訊息、釋放通話權過程所交換的訊息以及做繞送時所需的訊息數量。因為MANET中的節點多由行動裝置所組成，行動裝置為電池供給電力，較少的control overhead可較節省電力，讓使用更為持久。

Failure rate：在FFC演算法中，當系統無法決定出一個能獲取通話權的使用者時，我們稱之為failure。造成failure的可能原因是當某個節點已超出其他所有節點無線通訊範圍之外，沒有任何節點可以將資料送給它，或是當傳送線路繁忙時，因為碰撞等原因發生封包遺失，使得該取得通話權的節點因為無法收到所有ACK，致使整個PTT系統無法繼續進行下去。Failure rate為每進行2000次floor control，會發生failure的百分比。在PTT系統中，擁有較低的failure rate，可使系統較能穩定的運作下去。

#### 4.1.2. 模擬環境介紹

在此篇論文中，我們所使用的模擬工具是由交大研發出來的NCTUns 4.0。首先，我們先畫出一個1000×1000平方公尺的平面範圍，所有的節點只能在此區域範圍內移動。接著，依模擬所需的總點數灑下節點，這些節點的起始位置為隨機產生，而其中需要使用PTT服務的節點，在其上執行Flooding-based floor control應用程式。所有節點採取random waypoint mobility model來決定移動的路徑，此model的運作方式為，一開始，每個節點皆會隨機選擇一個目的地並依照指定的速度(也可隨機產生)移動到該目的地。到達目的地後，會暫停等待指定的時間(稱為pause time，單位為s，若值設為0則持續移動而不停留)，接著會再次隨機產生下一個目的地並繼續朝它移動，依此類推。節點間採用IEEE 802.11b無線網路進行資料傳輸，傳輸範圍是250m，頻寬為2Mbit/s，而繞送的協定則使用AODV及DSDV兩種。每次模擬開始的時候，由議程發起者先釋放發話權，之後由該議程中所有的使用者共同競爭發話權，使用者按下發話按鈕要求競爭發話權的頻率(request arrival rate，單位1/s)是呈指數分布的可控制變因。每當有使用者搶到發話權後，會發言3秒鐘，然後再釋放發話權進行下一回合的競爭。

### 4.2. 模擬結果討論

本論文的模擬實驗分為四個項目，分別針對不同的總點數、request arrival rate、pause time以及使用PTT服務的點數來做分析，以下將一一展示模擬實驗的結果，並探討造成該結果可能的原因。

#### 4.2.1. 總點數改變造成的影響

首先，我們來觀察一個議程中的總點數改變對於各項效能評估指標造成的影響。參數分別設定為：使用PTT服務的點數為5、pause time為0、request arrival rate是1。

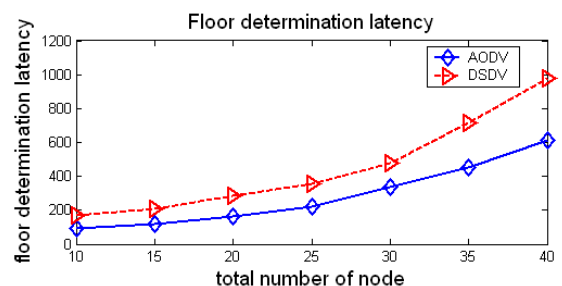


圖 2. 總點數對floor determination latency的影響

隨著總點數的增加，AODV以及DSDV的floor determination latency也隨之增加(圖2)，而其中DSDV的增加幅度比AODV更大。造成這種現象的原因，是因為DSDV為table-driven的繞送協定，當總點數增加時，節點的繞送表所需紀錄的點數跟著上升，為維護繞送表而發送的更新封包也隨之增加，因而造成線路負載較重，使得決定發話權擁有者的時間隨著總點數的增加而急劇上升。

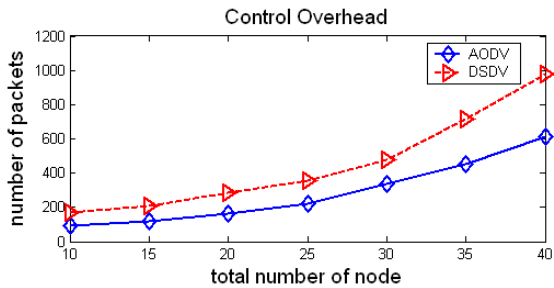


圖 3. 總點數對於control overhead的影響

隨著總點數的增加，AODV以及DSDV的control overhead也隨之增加(圖3)，而DSDV相較於AODV增加幅度大上許多，主要原因也是因為DSDV在總點數增多時，繞送表所需紀錄的點數跟著增加，維護繞送表使其保有最新狀態所用的封包量也大增，因此在總點數多時使用DSDV會有較大的control overhead。

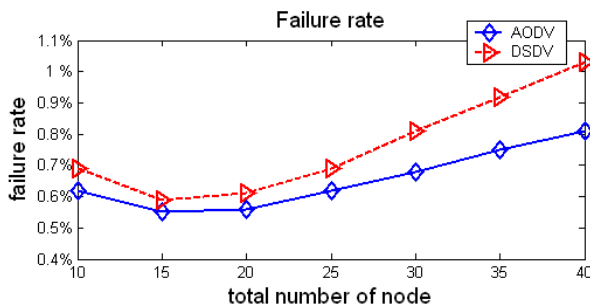


圖 4. 總點數對於failure rate的影響

在failure rate方面，大致上隨著總點數增加而上升(圖4)，較特別的是，在總點數較少時failure rate也有稍微上升的情況。造成此種現象的原因是，當總點數較少時，對於整個移動範圍來說節點的分布密度較低，容易發生使用PTT的節點移動到所有其他節點的傳輸範圍之外，而無法與其溝通的情況，因而造成failure使得failure rate上升。

#### 4.2.2. Request arrival rate改變造成的影響

接著，我們來觀察一個議程中的request arrival rate改變對於各項效能評估指標造成的影響。參數分別設

定為：總點數為30、使用PTT服務的點數為5、pause time為0。

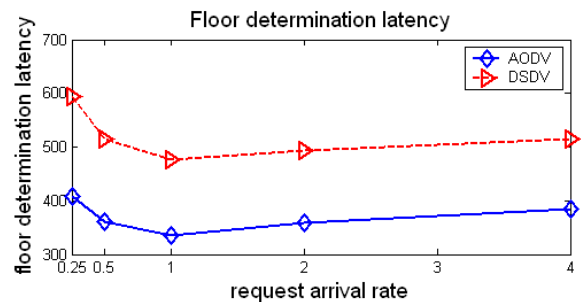


圖 5. Request arrival rate對於floor determination latency的影響

由圖5可知，floor determination latency一開始會隨著request arrival rate的增加而減少，這是因為當request arrival rate增加時，即表示在收到發話權釋放的訊息後，使用者越快的按下按鈕爭取發話權，這段期間整體拓撲的改變較小，能使用已有的繞送資訊傳送資料，節省找尋路徑的時間，因而使floor determination latency跟著降低。而當request arrival rate再往上增加時，floor determination latency會稍微隨之增加，造成這種情況的原因，是為我們使用的FFC發話權控制機制中，節點需要收到上一回合發話權使用者的釋放發話權訊息，確定上個回合的講話已經結束後，才會進入下一個回合的運作。在送出釋放發話權訊息的時候，由於網路延遲的關係，可能會造成有的節點比較早收到有的節點比較晚收到的情況。此時，如果較早收到釋放發話權之訊息的節點馬上送出競爭發話權訊息，則有可能發生別的節點尚未收到釋放發話權訊息就先收到競爭發話權訊息的情況。當這種情況發生時，該節點就必須等到收到上個回合的釋放發話權訊息才能夠回應ACK。當request arrival rate增加時，上述的情況發生的機會就會變高，造成蒐集來自其他節點ACK的時間會略微增加，因此會發生圖中floor determination latency隨著request arrival rate的增加而上升的情況。

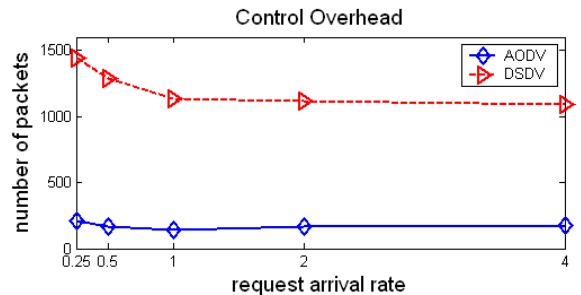


圖 6. Request arrival rate對於control overhead的影響

Control overhead在DSDV的部分，會隨著request arrival rate增加而逐漸降低(圖6)，原因是當總點數相同時，DSDV在同一段模擬時間中，為維護所有節點的繞送表資訊所需之overhead相差不大，但因每次要求通話權的時間變短，因此可完成的floor control次數增加，造成平均後的每次floor control所需的overhead跟著降低。而在AODV部分，因其為有需求才找路徑，所以當request arrival rate增加時，所受影響相較之下不大。

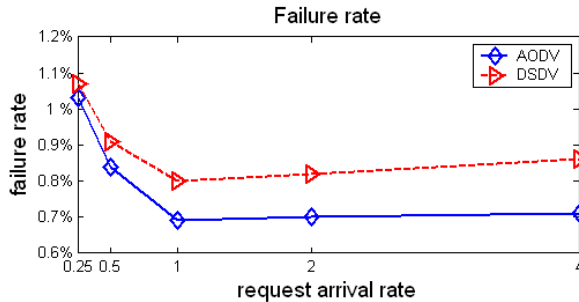


圖 7. Request arrival rate對failure rate的影響

Failure rate 一開始會隨著request arrival rate增加而下降(圖7)，這是因為當request arrival rate增加時，每次按下按鈕爭取發話權的間隔時間較短，而此段時間中整體拓樸的變化度不大，可使用已有的繞送路徑傳送資料，因找尋路徑而發生的failure隨之減少。接下來隨著request arrival rate增加而略微上升，則是因為當收到釋放發話權訊息後很快就會按下爭取發話權的按鈕，則一個回合中會競爭發話權的節點較多，產生封包碰撞而發生failure的機率也跟著增加。

#### 4.2.3. Pause time改變造成的影響

接著，我們來觀察一個議程中的pause time改變對於各項效能評估指標造成的影響。參數分別設定為：總點數為30、使用PTT服務的點數為5、request arrival rate為1。

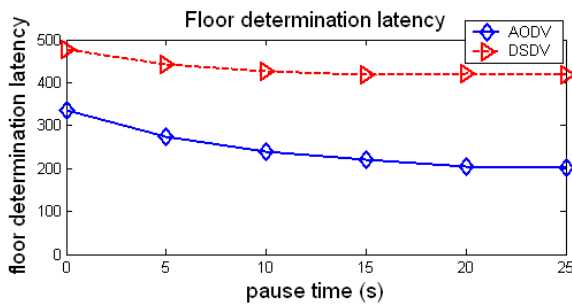


圖 8. Pause time對floor determination latency的影響

隨著pause time的增加，AODV以及DSDV的floor determination latency皆相對減少(圖8)，其中以AODV

減少幅度較大。造成此結果的原因是AODV為需要時才去找繞送路徑的協定，當pause time依序增加，也就是節點在轉換移動路徑時的停留時間較長，整體拓樸的變動度相對減少，因此找尋繞送路徑所花費的時間也跟著減少，使得floor determination latency逐漸將低。

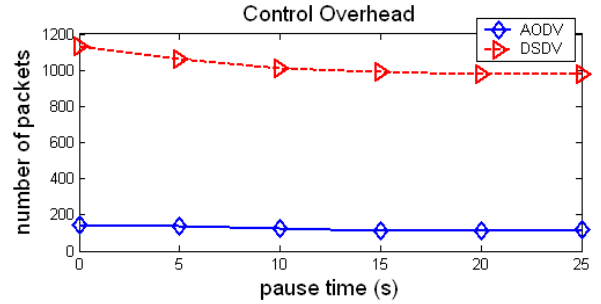


圖 9. Pause time對於control overhead的影響

在control overhead部分，DSDV隨pause time的增加而降低較明顯(圖9)。這是因為當pause time增加時，整體拓樸的變動度相對減少，因節點移動使得拓樸改變，而需傳送封包更新繞送表的情況較少發生，使得所需的control overhead隨之降低。另一方面AODV因為屬於需要時才找路徑，隨著pause time增加而需花費的overhead較無明顯改變。

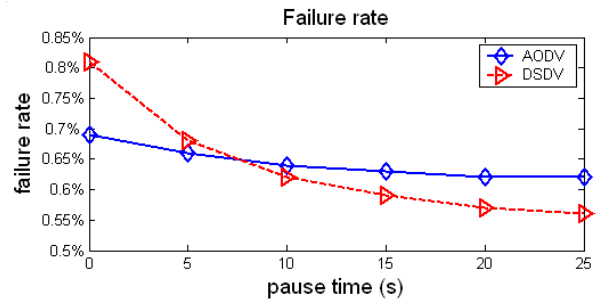


圖 10. pause time對於failure rate的影響

在failure rate方面，可看出兩種協定皆隨pause time的增加而降低(圖10)，而當pause time較大時，DSDV的failure rate較AODV為低。failure主要是因為封包發生碰撞使得傳送資料或找尋路徑發生錯誤而造成，因此當整體拓樸的變動量較小時，發生failure的機會也跟著降低。

#### 4.2.4. 使用PTT服務點數改變造成的影響

最後，我們來觀察一個議程中使用PTT服務的點數改變對於各項效能評估指標造成的影響。在此實驗中我們另外加上兩種不同類型的background traffic，分別是CBR 140k/s以及最大頻寬為1Mbit/s的greedy

UDP，藉以觀察不同的background traffic對於整個FFC發話權控制機制的影響。其中各參數分別設定為：總點數為30、request arrival rate為1、pause time為0。

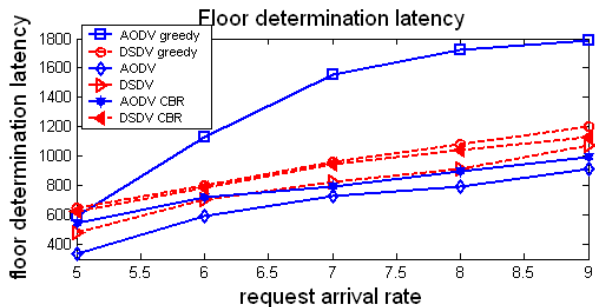


圖 11. 使用PTT的點數對於 floor determination latency的影響

隨著使用PTT服務的點數增加，所有情況的floor determination latency也跟著上升(圖11)，這是因為當使用人數上升時，想要取得發話權的節點所需收到的ACK數也隨之上升，平均需花更多的時間來蒐集這些ACK，因而造成floor determination latency跟著增加。另外還可觀察到，在無任何background traffic或background traffic為CBR時，DSDV的floor determination latency較AODV大，而當background traffic為greedy UDP時，AODV則大DSDV許多。發生這種情況的原因是，greedy mode被設計成會盡可能的佔用最大頻寬來傳送資訊，AODV是需求式的繞送協定，不像DSDV平時皆需佔用部分頻寬，週期性的傳送封包以維護繞送表資訊。當AODV需要傳送資料時，與greedy mode的background traffic競爭頻寬相對困難，因此會花費較大的floor determination latency。

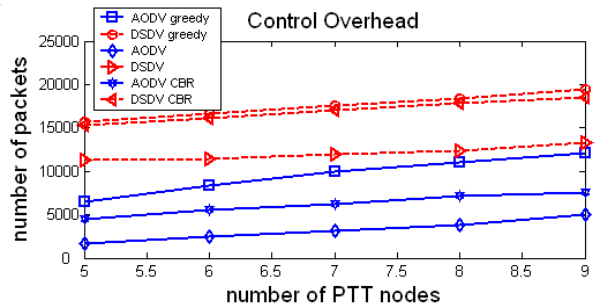


圖 12. 使用PTT的點數對control overhead的影響

隨著使用PTT點數的增加，完成floor control所需交換的訊息量也跟著上升，因此control overhead也隨之上升(圖12)。其中DSDV因需傳送大量的封包來維護繞送表的正確性，因此比起AODV需花費較多的control overhead。

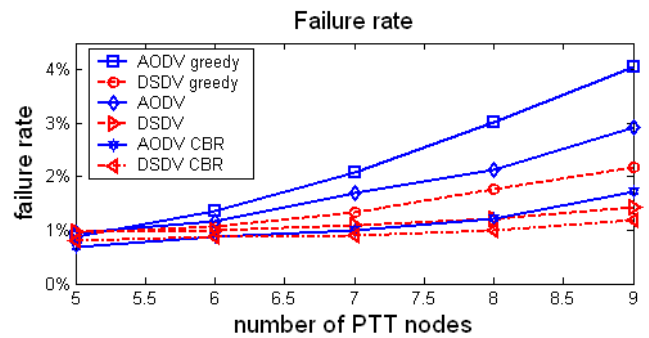


圖 13. 使用PTT的點數對於failure rate的影響

隨著使用PTT服務點數的增加，要取得發話權所需蒐集的ACK數跟著增加，因此造成failure的機率也隨之上升(圖13)。而在加上background traffic的部份，AODV是當需要傳送資料才去尋找路徑，所以當background traffic逐漸增加，找尋路徑時因競爭頻寬而發生封包碰撞造成failure的機率也跟著增加，表現較DSDV來得差。

## 5. 結論

在本篇論文中，我們提出了一些評估分散式floor control方法的指標，將FFC實作在Linux fedora的平台上，並利用由交大所開發的網路模擬工具NCTUns來進行模擬。我們針對四種不同的變因進行模擬，分別是總點數、使用PTT服務的點數、request arrival rate以及pause time。由模擬結果可看出，在大部分的情況下，AODV擁有較低的floor determination latency、control overhead以及failure rate，相較於DSDV有較好的效能。惟有在加入background traffic時，AODV所有評估指標數值逐漸變高，尤其當background traffic為greedy mode時，floor determination latency及failure rate大幅上升，因此可得知當網路環境已處於高負載的情況時，使用DSDV會有較好的效能。

## 參考文獻

- [1] E. Royer, C.-K. Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks," IEEE Personal Communications, Apr. 1999.
- [2] Gan, C.-H., and Lin, Y.-B. "Push-to-Talk Service for ITS", to appear in IEEE Transactions on ITS Vol.8, Issue 3, pp.391-399, 2007
- [3] Goode, B., "Voice over Internet Protocol (VoIP)," Proceeding of the IEEE, Vol. 90, no. 9, 2002.
- [4] IETF. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. IETF RFC 3550, 2003.



- [5] IETF. SIP: Session Initiation Protocol. IETF RFC 3261, 2002.
- [6] Lin, J.-R., Pang, A.-C., and Wang, Y.-C., “iPTT: Peer-to-Peer Push-to-Talk for VoIP” , Journal of Wireless Communications and Mobile Computing (WCMC), Vol.8, Issue 8, pp.1331-1342, 2007.
- [7] OMA, “Push to Talk over Cellular (PoC) - Architecture”,Candidate Version 1.0 V 27 Jan 2006.
- [8] Parthasarathy, A., “Push to talk over cellular (PoC) server”, IEEE Proceedings, Networking, Sensing and Control 2005, pp.772–776, March 2005.
- [9] Charles E, Perkins, Pravin Bhagwat, “Highly dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector routing (DSDV) for mobile computers. ”, Proceedings of the SIGCOM '94 Conference on Communications Architecture, protocols and Applications, Vol.24, Issue 4, pp.234-244. 1994
- [10] Perkins, C.E.; Royer, E.M., “Ad-hoc on-demand distance vector routing”, Mobile Computing Systems and Applications, 1999. Proceedings. WMCSA '99. Second IEEE Workshop on , pp.90-100, 1999.
- [11] Wang, S.-Y., Chou, C.-L., and Lin, C.C. “The Design and Implementation of the NCTUns Network Simulation Engine”, Elsevier Simulation Modelling Practice and Theory, pp57 – 81, 2007.
- [12] Wang, S.-Y., and Lin, Y.-B., “NCTUns Network Simulation and Emulation for Wireless Resource Management”, Wiley Wireless Communications and Mobile Computing, Vol.5, Issue 8, pp.899–916, December 2005.