

多階無線區域網路之群播管理 ()

Multicasting in Multihop Wireless LANs ()

計劃編號: NSC89-2213-E-009-206

執行日期: 89/8/1 - 90/7/30

主持人: 王國禎 國立交通大學資訊科學系教授

一、中文摘要 (關鍵詞: 無基礎架構的無線網路、智慧型、網狀傳遞架構、群播、基於需求。)

本計畫第二年旨在改善第一年所提的群播路由協定並實作之。修改的協定稱之為基於需求之智慧型群播路由協定 (IOD-MRP)。它適用於網路拓樸快速變動的網路, 如無基礎架構的無線網路。此協定乃是簡化並改善原核心協助式網狀群播協定 (CAMP) 而發展出來的。兩者主要的差異在於我們的協定不用核心 (core) 這個輔助角色。取而代之的是利用基於需求之接收者觸發程序, 動態地建立群播路由, 並維持群播族群關係。此外, 我們還設計一個智慧型行動管理程序來監視群播資料流, 以得知群播網的連結狀態。因此, 我們可以減低行動主機移動所造成的影響並使群播網最佳化。在無基礎架構的無線網路中防止封包氾濫是一個很重要的研究主題。而藉著此程序我們的群播協定可以降低封包氾濫的訊息量。模擬結果顯示, IOD-MRP 比 CAMP 的封包氾濫訊息量少了 3% 到 13%, 而且也稍微減低了群播封包的傳遞延遲和群播封包的遺失率。此外, 我們也實作了此群播路由協定, 同時也撰寫一個群播聊天室, 來展示執行成果。

英文摘要 (Keywords: ad hoc networks, intelligent, mesh, multicast, on-demand)

In this second year project, we enhance the multicast protocol proposed in the first year and then implement it. The enhanced protocol is called an intelligent on-demand multicast routing protocol (IOD-MRP) which is suited in rapidly changing network

environments, such as ad hoc networks. This protocol simplifies and enhances the existing core-assisted mesh protocol (CAMP). The main difference between our protocol and CAMP is eliminating the cores from CAMP. We remove the cores from CAMP and apply an on-demand receiver-initiated procedure to dynamically build routes and maintain multicast group membership. In addition, an intelligent mobility management procedure is used to monitor multicast traffic and learn about link states of the mesh. As a result, the effect of mobility can be reduced and the mesh structure can be optimized. Flooding is an important issue in ad hoc networks and our protocol is able to reduce flooding messages by using this procedure. Simulation results show that IOD-MRP reduces number of control messages by 3% -- 13% compared to CAMP with slightly decreasing packet delay and packet loss rate. In addition, we have implemented the multicast routing protocol and also have written a multicast chat room to demonstrate the efficiency of the protocol.

二、計劃緣由與目的

由於工商業快速發展產生了大量通信與便利性需求, 促使無線通訊在未來市場上所扮演的角色越來越重要, 然而有限的頻寬成了無線網路的一大限制, 所以頻寬的使用應該要更有效率。由於大部分特殊無線網路往往是建立在無法經濟地建立有線網路的特殊場所, 再加上網路拓樸型態 (topology) 迥異於傳統蜂巢式網路, 使得在傳統網路執行效能很好的網路協定一旦移植到結合上述兩種網路的多階無線區域網路上, 往往效能低落。有鑑於此, 本研究計畫將提出一個有別於傳統有線網路群播方式之有效率動態群播路由安排方法,

以適用於以網際網路為主幹之多階無線區域網路。此一多階無線區域網路架構可以大量減少傳統蜂巢式網路的基地台建置成本及行動主機耗電量，並增加特殊無線網路的應用範圍及發揮其機動特性。

在傳統有線區域網路或是含基礎骨幹之無線區域網路，有效率的群播協定需保證每個群播封包只會被任一目的地行動主機接收一次，而其做法是每個群播封包連同要接收它的所有目的地行動主機的位址陣列 (received address array) 都會被傳送到每個基地台。如此一來，不管任一目的地行動主機移動到哪個基地台之下，該基地台都有一份群播封包在等著它，只要基地台在傳送之前先確認該目的地行動主機是否在前期的基地台就已收到群播封包即可。更有論文保證在不充斥訊息於網路的前提下，只要在傳送群播封包時伴隨一些額外的資料結構，便可以做到所傳送的群播封包在基地台按照封包先後順序處理 BS-FIFO (base station – first in first out) 和在行動主機按照封包到達先後順序處理 MH-FIFO (mobile host – first in first out)，此需要額外的機制來處理行動主機的位置管理問題。

然而當網路擴大成網際網路 (Internet) 時，source based tree 之群播協定便因不同傳送者 (senders) 不能共用群播樹使得擴充性 (scalability) 變差而不適用，故本計劃將改良有線網路 shared based tree (如 core-based tree) 之群播協定，使得會員 (member) 加入群播樹時不一定要將 join_request 送給 core，亦即，join_requests 之目的位址 (destination address) 可能為群播樹之 core 或離欲加入會員最近之群播樹 member-router 或群播樹內其他 member-router，如此一來 join_request 所經過的路由器 (router) 數目減少，使得加入延遲 (join delay) 和路由器訊息交換負擔 (packet switch load) 減少。

以上所提及的群播路由安排方法，行動主機和基地台扮演著截然不同的角色。然而在多階無線區域網路中，由於行動主機的移動頻繁會造成網路拓模態

(topology) 的迅速改變，使得行動主機需直接和相鄰行動主機通訊和透過基地台或第三著行動主機的協助來與非相鄰的行動主機間接通訊。在如此的環境之下，有些文獻提出路由安排協定，藉由路由維護 (route maintenance)，路由發掘 (route discovery) 及路由選擇原則 (route selection criteria) 來解決單點播送 (unicast) 所碰到的問題。雖然群播可由若干個單點播送來模擬，其代價卻是浪費網路頻寬。故在此考量下，本研究計畫將針對以網際網路為主幹之多階無線區域網路提出一個有效率的動態群播路由安排方法，並實現之。

藉由本計畫之研究，可確保在不癱瘓網路的前提之下會有較少的 join delay 和 end-to-end delay，並使群播封包會完整的送到所有會員 (members)，因而可使多階無線區域網路的頻寬更有效率的被使用。本研究成果可以應用於無線出版 (wireless publishing or broadcast disk)、視訊隨選點播 (video on demand) 及網路視訊會議 (network video conference)。無線出版可隨時隨地提供行動主機使用者掌握下列各種動態資料：股市行情，共同基金，商品價格，運動成績，交通狀況及工廠樓層狀況等工商業資訊，而視訊隨選點播則可隨時隨地滿足一般消費者之收視偏好及習慣。網路視訊會議則可利用網路無國界無距離的特性，讓會議經由網路舉行，以提高會議的品質及時效性。

三、研究方法及成果

為了解決無線網路中群播的問題，我們提出了一個群播協定。此協定乃是基於需求之智慧型群播路由協定。下列為此協定的特色：

- } 群播結構由傳統的樹狀結構改成網狀結構 (mesh type)。
- } 基於需求動態建構。
- } 不再需要核心 (core) 這個角色。
- } 移動性 (mobility) 的影響將被區域化。
- } 網狀結構的節點選擇會依照連結狀態

(link states)和移動性(mobility)來決定。

} 藉由減少控制訊息的數目來節省更多的頻寬。

當某個網路節點要加入群播群時，此節點會進入 Broadcast-JOIN_REQ 模式或是 Unicast-JOIN-REQ 模式。這兩個加入模式可以使節點加入群播群的時間間隔最短，且所花費的控制訊息數比傳統的方式還要少。圖(一)和圖(二)顯示了這兩種模式的運作流程圖。至於欲加入的節點要進入哪一個模式，乃是取決於此節點是否含有欲加入群播群的路由資訊。在下列的情形下，欲加入的節點會進入 Unicast-JOIN-REQ 模式：

} 欲加入節點本身就在欲加入群播群的網狀結構上。

} 欲加入節點至少有一個鄰近的節點是屬於欲加入群播群的網狀結構上。

} 欲加入節點收到欲加入群播群的 Broadcast-JOIN-REQ 封包。

Unicast-JOIN-REQ 模式可以讓欲加入節點以 unicast 的方式傳送 join request 封包給欲加入的群播群。此模式可以減少封包氾濫 (flooding) 的次數。不同於 Unicast-JOIN-REQ 模式，Broadcast-JOIN-REQ 模式是用 expanded ring search 的方式來建立路由資訊。此方式會用到較多的控制訊息封包，為了減少控制訊息封包的數目，只有在當網路節點完全沒有欲加入群播群的路由資訊時才會使用這個方式。圖(一)和圖(二)是這兩種模式的流程圖。

我們提出了一個智慧型的程序來維持已加入之群播節點的路由資訊。這個程序有下列的功能：

} 處理移動性的問題。

} 群播網狀結構之最佳化。

} 減少多餘的控制訊息。

在成功加入群播網狀結構之後，這個智慧型的程序會監視群播資料流的動向。藉此，此程序可以為群播網狀結構找到比較好的路由路徑。而我們用以下兩點來判斷怎麼樣的資料流代表著最佳路徑：

} 如果大部分的群播資料都先由某個路徑傳送過來，那麼這條路徑必定是最短路徑。

} 在保證最短路徑的同時，這條路徑的封包遺失率還不能低於某個程度。我們以這個方式來保證此路徑具有不錯的連結狀態。

我們用軟體模擬的方式來證明所提出的協定是可以用在大型的 ad hoc 網路上。模擬結果將於下一節討論。除了模擬之外，我們還實作能相容於 IGMP 的路由程式。只要執行此程式，任何使用 IGMP 的群播軟體，都可以在 ad hoc 網路下使用。此程式執行平台為 Windows98，我們利用四台筆記型電腦以及 Z-COM 無線網路卡實作了此群播路由協定，同時也撰寫一個群播聊天室，來展示執行成果。

四、討論與結論

我們用軟體模擬的方式拿 CAMP 和我們的協定 (IOD-MRP) 做比較。而 ad hoc 網路的模組架構則是參考 ns-2 的架構。我們比較了下列幾個參數：

} 移動性對控制訊息量的影響：控制訊息量會因移動性增加而增加。由圖(三)結果顯示，IOD-MRP 的控制訊息量較少，尤其是在移動性較高的環境下。

} 移動性對群播封包延遲的影響：封包延遲的大小會因移動性增加而增加。由圖(四)結果顯示，這兩個協定的封包延遲差不多。

} 移動性對群播封包遺失率的影響：封包遺失率的大小會因移動性增加而增加。由圖(五)結果顯示，這兩個協定的遺失率差不多，因為這兩個協定同樣都使用網狀群播結構。

} 網路節點數對控制訊息量的影響：控制訊息量會因網路節點數目增加而增加。

模擬數據顯示，使用 IOD-MRP 這個新的協定，在有稍微較好的封包遺失率和封包延遲下，可以減少 3%~13% 的控制訊息量。因此，我們的協定確實具有高效能的特性，可以解決 ad hoc 網路下群播協定效能瓶頸的問題。此外，實作結果也顯示其良好的執行效率。

五、參考文獻

- [1] C. Chiang and M. Gerla, "On-Demand Multicast in Mobile Wireless Networks," *Proc. IEEE ICNP 98*, Austin, Texas, Oct. 1998.
- [2] S.H. Bae "The Design, Implementation, and Performance Evaluation of the On-Demand Multicast Routing Protocol in Multihop Wireless Networks (ODMRP)," *IEEE Network*, vol. 14, Jan.-Feb. 2000.
- [3] Elizabeth M. Royer, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks," *IEEE Personal Communications*, Apr. 1999.
- [4] M. Gerla, et al., "On-Demand Multicast Routing Protocol," Internet Draft, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-odmrp-00.txt>, Nov. 1998.
- [5] A. Ballardie, "Core Based Trees (CBT) Multicast Routing Architecture," *RFC-2201*, Sep. 1997.
- [6] J.J. Garcia-Luna-Aceves, "A Multicast Routing Protocol for Ad-Hoc Networks (CAMP)," *IEEE INFOCOM '99*, vol. 2, 1999, pp. 784-792.
- [7] C-K. Toh, C.W. Wu and Y.C. Tay, "Ad hoc Multicast Routing protocol utilizing Increasing id-numberS (AMRIS) Functional Specification," Internet Draft, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-amris-spec-00.txt>, Nov. 1998.

六、圖表

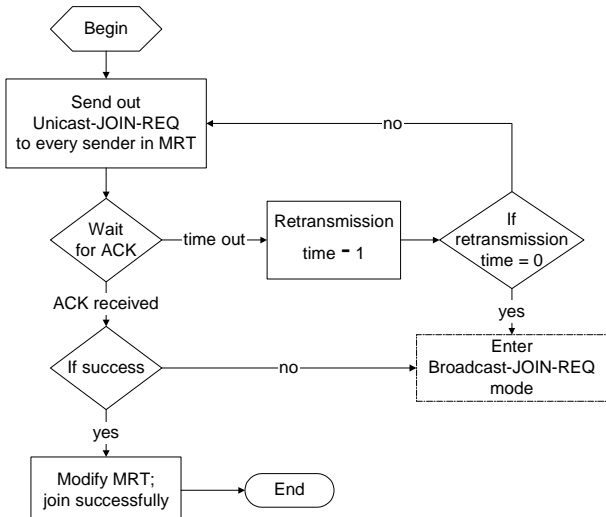


圖 (一) Unicast-JOIN-REQ模式的流程圖。

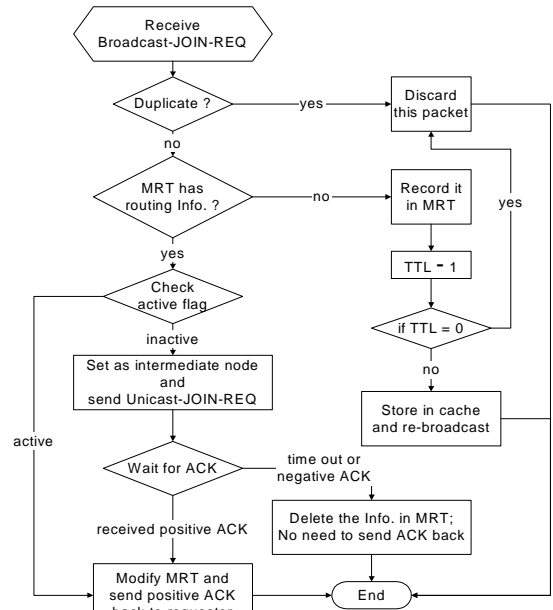


圖 (二) Broadcast-JOIN-REQ模式的流程圖。

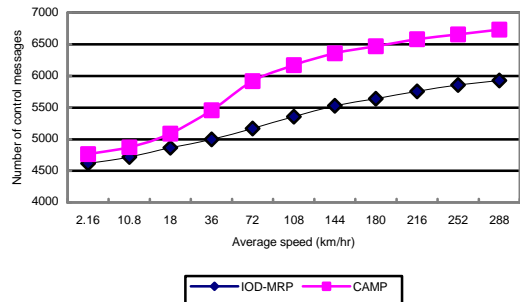


圖 (三) 移動性對控制訊息數量的影響。

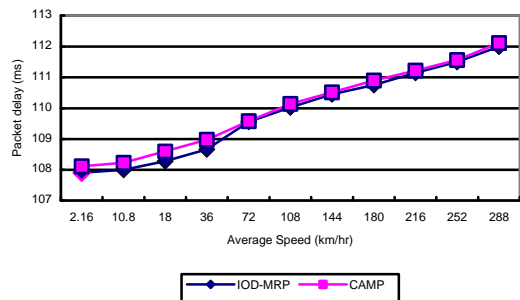


圖 (四) 移動性對群播封包延遲的影響。

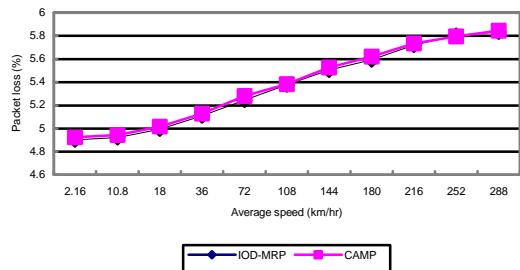


圖 (五) 移動性對群播封包遺失率的影響。