

基于逐跳链接的 AODV 本地路径修复研究

秦 军¹, 潘 俊², 韩 晨²

(1. 南京邮电大学 教育科学与技术学院, 江苏 南京 210023;
2. 南京邮电大学 计算机与软件学院, 江苏 南京 210023)

摘要:移动 Ad Hoc 网络作为一种无线对等自组织网络,具有组网容易、节点可自主移动等特点。无线网络本身的特点以及移动 Ad Hoc 网络中网络拓扑的动态变化特性使得引起网络故障的原因更加多样,使得保证网络服务质量更加困难。文中针对网络断链问题,基于 AODV 协议路径修复算法进行研究,提出一种在断点处向下游二跳节点逐跳发起链接请求的路径修复方案。仿真结果表明,改进后的算法能有效减少端到端的平均时延,提高分组投递率,从而达到较稳定的网络服务质量。

关键词:AODV 协议;路径断链;路径修复;逐跳修复

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)05-0105-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.05.025

Research on AODV Local Path Restoration Based on Jumping Links

QIN Jun¹, PAN Jun², HAN Chen²

(1. College of Education Science and Technology, Nanjing University of Posts & Telecommunications,
Nanjing 210023, China;
2. College of Computer and Software, Nanjing University of Posts & Telecommunications,
Nanjing 210023, China)

Abstract:With the features of easy networking and node can be mobile independently, AODV network is a wireless, equited and self-organizing network. The wireless network features and dynamic change of network topology in mobile Ad Hoc makes the causes of network faults more diverse, also makes it more difficult for the network to ensure the quality of service. Aiming at the problem of network chain breaking, based on the routing repairing algorithm of AODV protocol to study, put forward a kind of routing repairing scheme that initiates to link request with hop-by-hop to the two downstream nodes at the breakpoint. Simulation results show that the improved algorithm can effectively reduce the average end-to-end delay, improve the packet delivery ratio, so as to achieve a more stable networking quality of service.

Key words:AODV protocol; routing breakages; routing repairs; repairing with hop-by-hop

0 引言

移动 Ad Hoc 网络是没有任何中心节点、自组织、能自我修复的一种用于特殊用途的网络。各个网络节点之间不使用无线中介设备,通过无线链路进行消息的转发,以建立起信息发送节点到信息接收节点之间的有效路径。节点可以随处移动,随时进入和离开网络也可以随时关机和开机而不会影响到其他节点的通信^[1-2]。Ad Hoc 网络的两个本质特征是移动性和无线通信。由 Ad Hoc 网络中各节点自身的移动性造成了 Ad Hoc 无线链路的不稳定性,因此如何快速修复断链

的路径从而减少链路中断导致的消息报文的丢失一直是 Ad Hoc 网络研究的重点问题^[3]。

与有线网络不同的是无线网络节点的拓扑结构一直在变化中,这就造成了无线链路很容易断链,重新建立路径的花费代价会比较大。在 Ad Hoc 原网络算法中规定了一种本地修复策略^[4],一旦有效路径发生断链,如果链路中断处的节点距离目的节点的跳数不大于某个最大修复数,中断处的上游节点就启动本地修复来恢复断开的路径^[5-6]。此时修复节点向下游发送的 RREQ 请求中的到目的节点的序列号必须加一^[7]。

收稿日期:2013-07-22

修回日期:2013-10-27

网络出版时间:2014-02-11

基金项目:江苏省高校自然科学基金(12KJB520009);江苏省教育科学“十二五”规划课题(D/2011/01/074)

作者简介:秦 军(1955-),女,教授,研究方向为计算机网络技术、多媒体技术、数据库技术。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140211.1617.040.html>

但这本身就存在着一些问题,例如断点处发起的针对目的节点的链接请求会造成洪泛,加重了本来网络资源就十分有限的无线网络的负担,同时利用原始修复算法获得的新路径可能会比原路径长^[8],因此有必要改进路径修复算法和设计原则。AODV^[9](Ad Hoc On-demand Distance Vector routing)是一种代表性路由协议算法,它是源驱动路由协议,根据需要动态地建立和维护路由,是 DSR 与 DSDV 的结合。由于其开销小、原理简单,一直成为自组网路由协议研究的热点,文中就 AODV 协议路径修复算法进行研究,提出了 Next_Two_Hop_Continue(NTHC)路径修复算法。

1 AODV 逐跳链接的本地修复

在 AODV 协议中,任一节点只了解与自己距离一跳的相邻节点的地址信息,当节点发现到下一跳节点的路径断链时且距离目的节点跳数不大于本地修复最大跳数,会向目的节点发起一个 RREQ 请求进行本地修复,当目的节点距离修复节点较远时,本地修复的广播范围会变得比较大从而加重了无线网络的负担^[10-11]。

针对原始修复策略引起的问题,文献[12]提出了改进的本地修复策略:由于断链处附近的节点极有可能处于不稳定的状态,一旦节点发现自己与下一跳节点的链路断开后,修复节点为了避开断链区域,向自己的下两跳节点发起链接请求。如果下两跳节点接收到这个请求并且在自己的路由表项中存在到目的节点的有效路径,则发送一个路由应答给修复节点,此次本地修复成功;如果在规定的路径修复时间内,修复节点未能接收到下游两跳处节点回复的 RREP 应答,则采用 AODV 原始的本地路径修复机制对路径进行修复。

文中提出一种基于逐跳链接的本地修复方案,通过在 AODV 路径请求和回复消息中加入前一跳的地址信息,让 AODV 活动路径上的每个节点都知道相邻二跳处的节点的地址信息,当路径断链后,断点处的上游节点根据自己路由表中存储的信息,向下两跳节点发起链接请求,为避免节点洪泛和修复后的路径加长,应将 RREQ 的生存时间设为两跳。下两跳节点如果没有到目的节点的路由,则把此信息传给自己的下两跳节点,由这个节点如上所述进行路由修复,即如图 1 所示:假设 B 是 A 的下两跳节点,如果节点 B 不存在到目的节点的有效路由,则传送的 RREQ 信息包括目的节点 D 和下两跳节点 E,由下两跳节点 E 继续进行路由修复。

在图 1 中,假设路由 S-A-B-C-E-D 在链路 A-B 处断裂(节点 B 是活动路径中 A 的下两跳节点),节点 A 将负责对链路进行修复,节点 A 通过查找自己的路

由表,知道自己通往 D 的下两跳节点是 B,A 就发出一个包含目的节点和节点 B 的 RREQ 请求,同时路由请求序列号在原有的基础上加一。节点 B 通过 F 收到 A 发出的这个 RREQ,如果其自身路由表项中存在到目的节点 D 的有效路径,直接回复 A 一个 RREP 信息,则此次修复结束,如果 B 中不存在到节点 D 的有效路由表项,将继续广播 RREQ 信息,但 RREQ 信息包括目的节点 D 和下两跳节点 E,当 RREQ 信息到达下两跳节点 E 时,节点 E 也会查找自己的路由表项,如果存在到达目的节点 D 的有效路径,则可以直接回复给 B 一个 RREP 信息,否则继续向下游广播 RREQ,此时 RREQ 信息中将包含目的节点和自己下两跳的地址信息,以此类推,直到最终的 RREQ 信息到达目的节点 D。

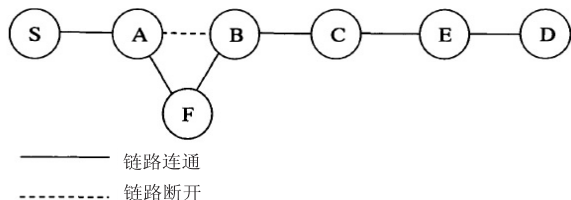


图 1 AODV 本地逐跳修复算法示意图

2 逐跳路由修复的基本原理

NTHC 路由修复算法要求路径上的各节点获得路径中距离自己两跳的相邻节点的 IP 地址,节点在发送 RREQ 和 RREP 前,把自己前一跳节点的 IP 地址加入到 RREQ 或 RREP 信息中一起发送出去,对于下一跳节点就可以知道前两跳节点的 IP 地址,节点的路由表中包含下两跳节点的 IP 地址,如图 2 所示。

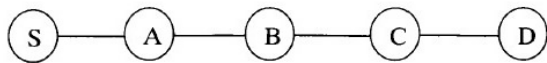


图 2 路由请求和路由回复过程中获得路由表下两跳节点示意图

在图 2 中,节点 B 在发送 RREQ 请求前,将自己上一跳节点 A 的地址信息加入到 RREQ 消息中,当节点 C 收到 B 发来的路径请求信息时,知道自己上一跳节点是 B 的同时也知道了自己在这条活动路径上的上两跳节点是节点 A,节点 C 将自己前两个节点的信息记录下来并建立到源节点 S 的反向路径,反向路径的下一跳是节点 B,下两跳是节点 A。节点 C 向下游广播自己的 RREQ,RREQ 中也要加入自己上一跳节点 B 的地址信息,依次传递下去,直到到达目的节点 D。当节点 B 收到 C 的路由回复信息时,节点 B 把 C 的地址信息封装在 RREP 中发送给节点 A,当下一节点 A 收到 B 的路由回复消息的同时也知道了 B 的前一跳是节点 C,节点 A 建立到目的节点 D 的正向路由,路由下

一跳是节点 B,下两跳是节点 C,节点 A 继续向上游传送 RREP,RREP 中将包含节点 B 的地址信息,依次传递下去,直到到达源节点 S。

改进后的本地路径修复算法充分利用了已经建立起来的路径信息,尽量利用原路径上的中间节点回复 RREQ 请求。当图 1 中的 B,C,E 节点直接回复 RREP 时会产生一个问题,按照原来的 AODV 协议要求,节点收到 RREQ 请求时,只有当自身路由表项中到目的节点的序列号大于或者等于收到的 RREQ 请求中的目的节点序列号时才可以回复 RREP 信息。这是因为路由表中存在的到目的节点的路径信息可能会过期失效。而对于图 1 中的节点 B,C,E,当收到 RREQ 请求时,RREQ 中到目的节点 D 的序列号大于自身路由表中存在的到目的节点的序列号,如果要让此时的中间节点对收到的 RREQ 请求回复 RREP 就必须对原有的回复机制做相应的修改。更改如下,当中间节点收到

从修复节点发出的 RREQ 请求时,如果自己的路由表项中存在到目的节点的有效路径且无论到目的节点的序列号是否小于收到的 RREQ 信息中的序列号,则回复 RREP 信息,同时增加自己路由表项中到目的节点的序列号。此时 RREQ 在那个回复 RREP 的中间节点停下,从而使得下游节点均未能更新相应的目的节点序列号,为此改进后的算法新增一个 NOTICE 分组,NOTICE 信息分组包括下一跳节点地址,更新后的目的节点序列号,目的节点地址,新的目的节点序列号等于 RREQ 中的序列号,中间节点回复由修复节点发起的 RREQ 请求后向下游路径节点广播 NOTICE 信息,当收到 NOTICE 信息的下游节点自身路由表中到目的节点的序列号大于等于 NOTICE 信息中的序列号时就停止传播 NOTICE,以免构成环路,否则继续向下游传递 NOTICE 信息。以此类推,直到到达目的节点 D。

本地修复过程的 NTHC 算法流程图如图 3 所示。

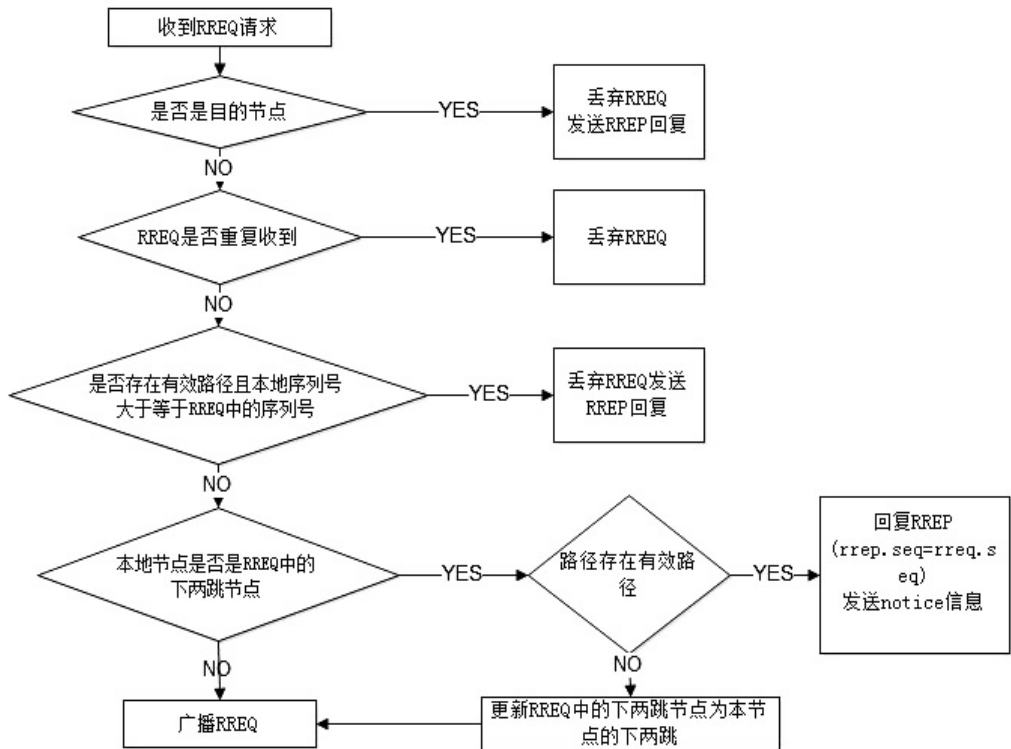


图 3 NTHC 算法流程图

NTHC 算法的 RREQ 和 RREP 报文格式增加了路径上前一节点的 IP 地址:IP address of former node。

3 本地修复机制的仿真结果及性能分析

文中仿真环境是 ThinkPad 的个人笔记本电脑,CPU 频率是 2 GHz,内存是 2 G,使用网络模拟器 NS-2.34 来进行仿真,覆盖范围为 4 000 * 4 000 m,网络中的总节点数是 100,节点停留时间是 20 s,因而实验环境节点稳定性较高。该场景设置了 30 个数据源,为了考察在不同拓扑变化环境下路径修复算法的性能,实

验分别测试了 2 m/s,4 m/s,6 m/s,8 m/s,10 m/s,12 m/s,14 m/s 七种速度下原始 AODV 路径修复算法和改进后的 NTHC 路径修复算法的性能,算法改进前后节点端到端投递率的对比,如图 4 所示。

从图 4 可见,使用 NTHC 算法的网络其端到端投递率相比较于原算法有了很大的提高。主要原因是 NTHC 算法改进了处理断链路径的策略,加强了路径修复能力,原路径上的任何中间节点一旦收到修复节点发起的 RREQ 请求,只要存在到目的节点的有效路由,就可以立即回复 RREP 信息,新的本地路径修复算

法充分利用了原路径上已经存在的节点的路由信息,不会因为修复路径失败而丢弃存储在缓存中的从源节点发出的数据分组。

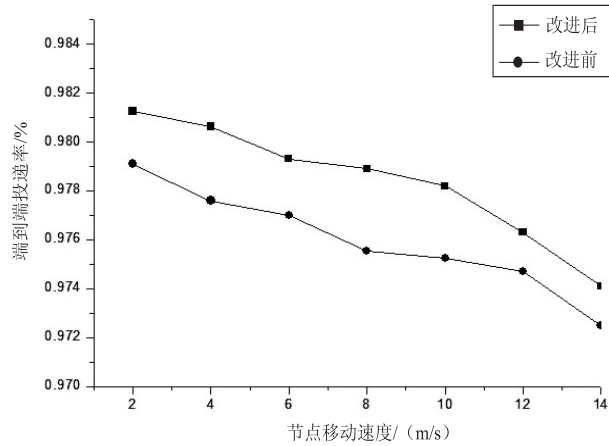


图 4 路径修复算法改进前后端到端投递率的对比

示。

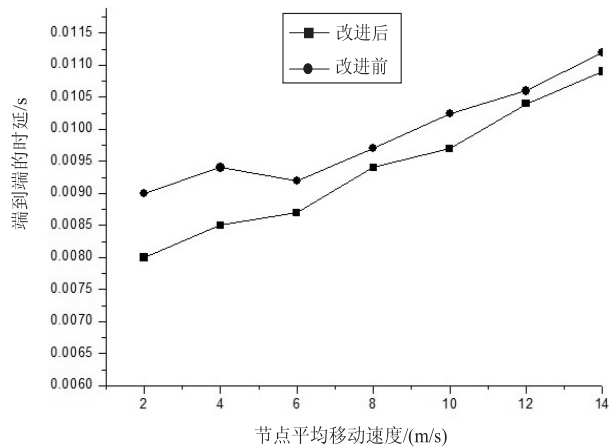


图 5 路径修复算法改进前后端到端时延的对比

从图 5 可见,NTHC 算法相对于原算法在有些场景下其端到端时延略有减少,NTHC 算法充分利用了原路径,缩短了路径修复时间。

4 结束语

文中对 AODV 协议路径修复算法进行了分析,在原始的 AODV 本地修复的策略中,断点处发起的针对目的节点的链接会造成消息洪泛,同时新建立起来的

路径长度可能会比原有的路径长度长,文中提出的基于逐跳修复 AODV 本地路径修复有效地利用了原路径已经存在的信息,抑制了消息洪泛并且建立起来的新路径并未增加跳数。利用 NS-2.34 对改进后的算法进行了仿真分析,仿真结果表明,改进后的 NTHC 算法能有效减少端到端平均时延,提高分组投递率,对改善网络的整体性能有重要意义。

参考文献:


- [1] 冯美玉,程 胜,张 勳,等. Ad hoc 网络中自愈路由协议研究[J]. 北京邮电大学学报,2005,28(2):46-49.
- [2] 顾 局,关 勇,王春江,等. Ad Hoc 网络链路状态更新的开销控制方法[J]. 北京邮电大学学报,2005,28(4):54-57.
- [3] 沈 奔,秦 军,万 丽. 无线 Ad Hoc 网络中 AODV 路由算法的研究与改进[J]. 计算机技术与发展,2011,21(3):150-153.
- [4] Corson S, Macker J. Mobile Ad Hoc Networking (MANET): routing protocol performance issues and evaluation considerations[S]. RFC 2501,1999.
- [5] 吴英杰,安建平,刘 珩. 自愈合机制在 Ad Hoc 网络分割中的应用研究和仿真[J]. 中国无线电,2005(12):61-64.
- [6] 谢 飞,张信明,郭嘉丰,等. 延迟主导的自适应移动 Ad Hoc 网络路由协议[J]. 软件学报,2005,16(9):1661-1667.
- [7] Jubin J, Tomow J D. The DARPA packet radio network protocols[J]. Proceedings of the IEEE,1987,75(1):21-32.
- [8] 郑相全,郭 伟,李 帆. 自组网 AODV 路由协议中断链修复的改进[J]. 电子科技大学学报,2003,32(5):569-573.
- [9] Xu Jiuliang, Wang Hongyu. A conditioned broadcasting approach for on-demand Ad Hoc routing protocols[C]//Proc of IEEE 18th international symposium on personnel, Indoor and mobile radio communications. Athens:[s. n.],2007:1-5.
- [10] Mavropodi R, Kotzanikolaou P, Douligieris C. Performance analysis of secure multipath routing protocols for mobile Ad Hoc networks[J]. WWIC,2005,3510:269-278.
- [11] 王英龙,王继志,王美琴,等. 一种 Ad Hoc 网络路由协议安全性分析方法[J]. 计算机工程与应用,2005,41(23):145-148.
- [12] 蒋 丽. AODV 协议本地修复机制的仿真研究[D]. 大连:大连理工大学,2007.

(上接第 104 页)

- [9] Fatima S S, Wooldridge M, Jennings N R. Optimal negotiation, strategies for agents with incomplete information[C]//Proc of ATAL. [s. l.]:Springer-Verlag,2001.
- [10] Binmore K. Fun and games: A text on game theory[M]. Lexington, Massachusetts:D. C. Heath and Company,1992.

- [11] Matos N, Sierra C, Jennings N R. Determining successful negotiation strategies: An evolutionary approach[C]//Proceedings of 3rd international conference on multi-agent systems. Paris, France:[s. n.],1998.
- [12] 张 宏,何华灿. 多 Agent 自动协商策略和算法[J]. 计算机应用,2006,26(8):1935-1937.

基于逐跳链接的AODV本地路径修复研究

作者: 秦军, 潘俊, 韩晨, QIN Jun, PAN Jun, HAN Chen
作者单位: 秦军, QIN Jun(南京邮电大学 教育科学与技术学院, 江苏 南京, 210023), 潘俊, 韩晨, PAN Jun, HAN Chen(南京邮电大学 计算机与软件学院, 江苏 南京, 210023)
刊名: 计算机技术与发展 
英文刊名: Computer Technology and Development
年, 卷(期): 2014(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjz201405025.aspx