

基于 GloMoSim 的 Ad Hoc 网络路由 协议仿真研究

余本功^{1,2}, 刘桂兰^{1,2}, 许绍斌^{1,2}

(1. 合肥工业大学 管理学院, 安徽 合肥 230009;

2. 合肥工业大学 过程优化与智能决策教育部重点实验室, 安徽 合肥 230009)

摘要:针对24台移动终端在无线自组织网络中的联网通信需求,需要选择一种能够适应 Ad Hoc 网络拓扑结构不断变化的路由协议。文章对 Ad Hoc 网络的路由协议进行了分类和比较,并通过 GloMoSim 仿真平台,结合具体的网络仿真场景,着重对 Ad Hoc 网络中的 AODV 和 DSR 两种按需路由协议进行性能仿真测试,比较不同移动速度下两种协议的平均端到端时延、分组投递率和吞吐量性能优劣。实验表明,节点在 GloMoSim 平台中成功实现了通信互联,无论节点在静止状态还是高速移动情况下,AODV 的性能都要优于 DSR 协议。

关键词:无线自组织网络;GloMoSim 仿真平台;协议性能;仿真测试

中图分类号:TP393.04

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)12-0105-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.12.025

Research on Simulation of Routing Protocols for Ad Hoc Network Based on GloMoSim

YU Ben-gong^{1,2}, LIU Gui-lan^{1,2}, XU Shao-bin^{1,2}

(1. School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;

2. Ministry of Education Key Laboratory of Process Optimization & Intelligent Decision-making,
Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: According to the communication requirements of twenty-four mobile terminals in the wireless Ad Hoc network, it's necessary to select a routing protocol adapting to constantly changing of Ad Hoc network topology. In this paper, Ad Hoc network routing protocols are classified and compared, and through GloMoSim simulation platform, focus on testing the performance of two on-demand routing protocols (AODV and DSR) of the Ad Hoc network with specific network simulation scenarios, to compare the performance difference in the average end-to-end delay, packet delivery ratio and throughput of the two protocols in different speed. The simulation results show that these nodes have successfully achieved communication interconnection in the GloMoSim platform, and the performance of AODV is better than DSR either in static state or in high-speed mobile case.

Key words: wireless ad-hoc network; GloMoSim simulation platform; protocol performance; simulation test

0 引言

近年来,无线通信技术得到了飞速发展和普及,无线网络也成为了一个研究热点。Ad Hoc^[1-2]网络是一种多跳的、无中心的、自组织无线网络,组网简单灵活、成本低、生存能力强,而且不需要依赖于预先存在的固定基础设施,因此,Ad Hoc 技术正逐渐成为研究的热点,特别对军事战术通信^[3]非常有用。

在对 Ad Hoc 网络进行研究时,由于 Ad Hoc 网络自身动态变化的缘故,网络中节点的移动、加入和退出都会导致拓扑结构动态、随机且较快速的变化,传统的有线网络的路由协议在拓扑结构变化时,会花费很大的代价重新选择路由,而且协议将始终处于不收敛状态,占用大量的网络资源,致使信息的传输无法实现,因此,对符合 Ad Hoc 网络特点的路由协议的研究就

收稿日期:2013-02-28

修回日期:2013-06-05

网络出版时间:2013-09-29

基金项目:国家“863”高技术发展计划项目(2011AA05A116)

作者简介:余本功(1971-),男,安徽合肥人,副教授,硕导,博士,研究方向为信息管理与信息系统、项目管理;刘桂兰(1989-),女,山西朔州人,硕士研究生,研究方向为物流管理及信息化。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130929.1523.022.html>

必不可少。

然而,在移动自组网的研究中,由于实际组网的困难性,使得网络仿真技术成为研究 Ad Hoc 的主要技术。目前,国内外很多文献利用仿真软件分析了不同指标参数下网络的性能优劣,文献[4]中基于 NS2 仿真平台,通过改变节点的移动性和停顿时间两个参数,分析了表驱动路由协议和按需驱动路由协议在 Ad Hoc 网络中的性能差异;文献[5]利用 GloMoSim 仿真平台,分别从端到端时延、端到端吞吐量、平均跳数、报文交付率和协议开销等五个方面来评价比较了节点移动性和网络负载两个因素对网络性能产生的影响。

研究主要针对实际应用需求,以 24 个节点实现网络通信为前提,利用 GloMoSim 平台设计实验场景,实现多节点间静态的网络互联互通、多节点间移动情况下的网络互联互通,并且着重分析在不同的网络路由协议下,节点的移动速度对网络性能的影响,找出一种适合特定应用环境的 Ad Hoc 路由协议,以实现 24 台移动终端在高速移动环境中的有效通信。

1 Ad Hoc 路由协议和仿真软件介绍

1.1 Ad Hoc 路由协议

目前,Ad Hoc 网络工作组已经提出了许多路由协议,如 AODV(Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing,按需距离矢量路由)、DSR(Dynamic Source Routing,动态源路由协议)、WRP(Wireless Routing Protocol,无线路由协议)等,这些路由协议根据发现路由的驱动方式可以分为表驱动路由和按需驱动路由^[6-8]两类(见图 1)。区别在于表驱动路由中,节点实时维护着网络的拓扑结构信息,增加了网络中路由控制信息的数量。而按需路由由事先不生成路由,只有当需要一条路径时,节点才会去发起一个路由发现过程来寻找相关的路径信息。相比之下,按需路由更适合在网络规模较大、拓扑变化较频繁的网络中采用。

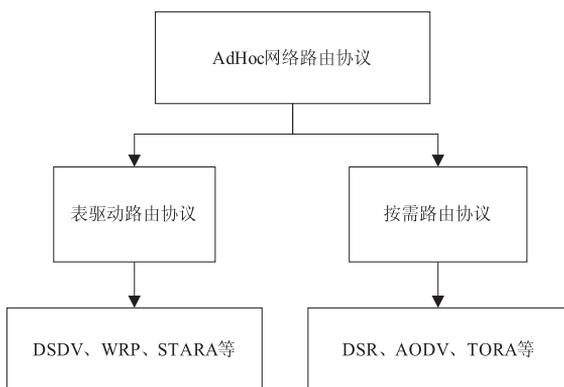


图 1 Ad Hoc 网络路由协议分类

按需路由中,比较典型的有 AODV 和 DSR 两种,都包含路由发现和路由维护两个过程。AODV 是基于

距离矢量算法的路由协议,它只在必要的时候请求路由,而且不要求节点维持当前通信中不使用的路由。AODV 还使用了路由序列号机制,避免了路由环路问题。DSR 是一种基于源路由算法的路由协议,发送方的每个数据分组头部的源路由项中都必须包含它经过的所有节点的地址列表。

1.2 GloMoSim 仿真软件

通过网络仿真软件对大型网络的开发、新协议的性能评估和系统的改造都具有重要意义,使得网络仿真成为研究 Ad Hoc 网络的主要技术。目前可用于网络仿真的仿真软件较多,常用的有 OPNET、QualNET、NS2 等。其中,与其他仿真软件相比,GloMoSim^[9]以快速仿真大型网络为目标,可扩展性好,执行速度快,同时支持多种操作系统。而且使用 GloMoSim 进行仿真方法简单,仅需提供少量配置参数,仿真结果快速直观,为设计新协议和研究自组织网络性能提供了有力的工具,因此 GloMoSim 在无线自组网仿真研究中获得了广泛的应用。

2 网络仿真实验及结果分析

在对 Ad Hoc 网络的研究中采用按需路由协议中最典型的 AODV 和 DSR 两种协议进行仿真,实验选择 Ad Hoc 最具有代表性的参数,通过配置不同参数,仿真和评价不同的场景。配置参数有:仿真场景中节点移动模型^[10]的移动范围、移动节点数量、节点移动模式、网络协议以及实际业务类型和数据传输模式等。

实验中通过 GloMoSim 平台,在 $1\ 000 \times 1\ 000\ \text{m}^2$ 的仿真区域内,分别在静态和移动两种环境下对这两种协议的性能进行仿真测试,并根据在不同的仿真场景下统计到的仿真结果,分析了在不同的移动速度下两种路由协议对网络平均端到端时延、分组投递率和吞吐量等性能^[11]的影响。

2.1 静态情况下的仿真实验

(1) 实验方案设计。

24 个节点在仿真区域内随机放置并保持静止不动,应用层会话实例采用的业务源类型为 CBR,实验使用 12 条比特流来模拟产生网络通信流量,每隔 0.5 s 发送大小为 1 024 字节的分组报文,数量为 100 个,仿真时间是 120 s,会话从仿真运行时开始,120 s 后结束。实验分别对 AODV 和 DSR 两种路由协议进行性能仿真实验,并统计应用层的仿真结果数据。

(2) 实验结果及分析。

表 1 数据显示 24 个节点在静态情况下实现了通信,由于 DSR 采用路由缓存技术,保存有源路由信息,当有通信需求时直接查找路由即可,降低了时延,而 AODV 需要重新发起路由寻找,增加分组传输时延,所

以 AODV 的端到端时延高于 DSR,而在分组投递率和吞吐量方面 AODV 要优于 DSR。

2.2 节点移动情况下的仿真实验

(1) 实验方案设计。

24 个节点在仿真区域内随机移动,初始位置从配置文件中读取,应用层会话实例采用的业务源类型为 CBR,实验使用 12 条比特流来模拟产生网络通信流量,每隔 0.5 s 发送大小为 1 024 字节的分组报文,发送数量为 100 个,仿真时间是 120 s,分别有 30 m/s、50 m/s、80 m/s、100 m/s 和 120 m/s 五种不同的移动速度,暂停时间为 3 s,即节点随机停留 3 s 后,在仿真场

景中随机选择一点作为目标节点,然后从 $[V_{\min}, V_{\max}]$ 中随机选定的固定速度朝该目标节点移动,到达目标节点后再随机停留一段时间,如此重复,直到仿真结束。实验分别对 AODV 和 DSR 两种路由协议进行仿真,并统计应用层的仿真结果数据。

(2) 实验结果及分析。

表 2 中数据表示在五种不同的移动速度下两种路由协议的平均时延、平均数据包接收量和平均吞吐量的统计结果。为了更加直观地比较两种路由协议在不同移动速度下的性能差异,绘制图 2、3、4,通过三种不同的性能指标进行分析比较。

表 1 节点静态仿真结果

路由协议	节点移动速度	平均时延	平均数据包接收量	平均吞吐量
AODV	静止	0.062 417 506	76	10 623.916 7
DSR	静止	0.039 766 798	53.916 666 67	8 614.083 33

表 2 节点动态仿真结果

路由协议	节点移动速度/(m/s)	平均时延	平均数据包接收量	平均吞吐量
AODV	30	0.054 302 981	88.666 666 67	13 718.416 7
DSR	30	0.069 213 827	18.083 333 33	8 614.333 33
AODV	50	0.087 167 377	86.416 666 67	12 686.833 3
DSR	50	1.625 009 507	19.416 666 67	13 845.5
AODV	80	0.080 954 61	79.916 666 67	11 587.25
DSR	80	0.193 346 276	32.416 666 67	7 375.583 33
AODV	100	0.079 181 85	76.916 666 67	11 785.083 3
DSR	100	0.255 738 785	20.833 333 33	2 203.333 33
AODV	120	0.068 368 344	67.583 333 33	6 480.416 67
DSR	120	0.062 454 571	27.916 666 67	2 932.583 33

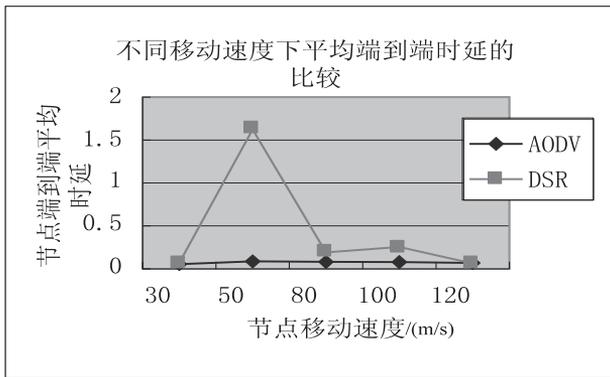


图 2 平均端到端时延性能比较图

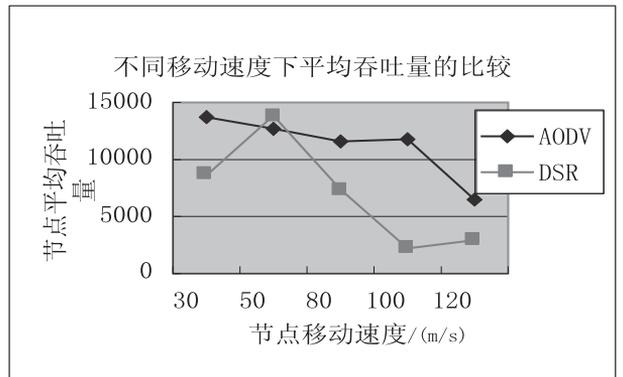


图 4 平均吞吐量性能比较图

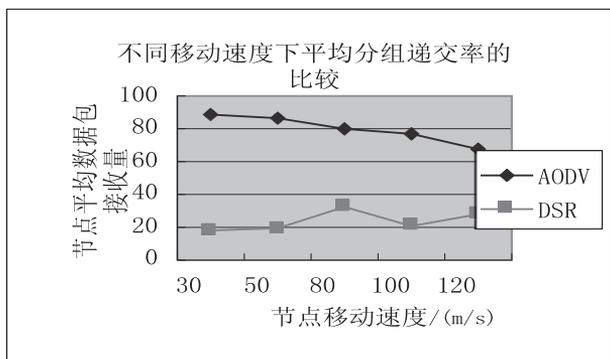


图 3 平均分组投递率性能比较图

图 2 显示了这两种路由协议的平均端到端时延,由于按需路由协议中,节点不需要维护及时准确的路由信息,只有产生发送数据的需要时才在网内发起路由查找过程,发现相应的路由然后进行数据传输,因此平均端到端时延都比较大。而在高速移动状态时,DSR 协议缓存的路由信息很可能已经过时,需要不断地更新路由表,导致平均延时高于 AODV 协议。从图 3 中可知在不同的移动速度下,AODV 协议下的分组投递率性能要优于 DSR 协议的分组投递率。DSR 协议使用了路由缓冲技术优化策略,一些错误或过期的路

由可能会消耗网络带宽和接口队列资源,给整个网络增加负担;而 AODV 协议使用源序列号和目的序列号机制,避免了过时的缓冲路由造成的不良影响,保证了路由更新的及时性。图 4 中网络吞吐量用来表征网络中的数据传输率,数据结果显示,节点移动速度在 50 m/s 左右时,DSR 协议的网络吞吐量高于 AODV 协议的吞吐量,在其他情况下 AODV 协议的网络吞吐量都优于 DSR。

3 结束语

结合 24 台移动通信设备在无线 Ad Hoc 网络环境中实现通信的需求背景,分析了 GloMoSim 仿真环境中 Ad Hoc 网络的路由协议,并在 GloMoSim 仿真平台上结合具体的网络仿真场景对无线 Ad Hoc 网络的 AODV 和 DSR 两种按需驱动路由协议进行仿真,通过端到端时延、分组投递率和吞吐量三项不同的性能指标比较分析不同的移动速度下两种协议的性能优劣。实验结果显示,在静态和动态两种情况下该仿真平台都可以实现无线通信,在静态情况下,由于 DSR 协议采用路由缓存技术,保存有源路由信息,而 AODV 每次有通信需求时都需要重新发起“路由查找”过程,所以 AODV 的平均时延高于 DSR 协议,而在平均分组投递率和平均网络吞吐量方面 AODV 协议均优于 DSR。在动态情况下,由于 DSR 协议使用了路由缓冲技术优化策略,在网络拓扑结构高速动态变化的情况下,路由也处于高度动态变化的状态,一些错误或过期的路由缓冲信息可能会由于节点的监听机制影响和感染其他节点,从而消耗网络带宽和接口队列资源,给整个网络增加负担;而 AODV 协议采用了源序列号和目的序列号机制,能够保证路由信息更新的及时性,避免了过时的缓冲路由造成的不良影响,提高了网络的传输效率,因此 DSR 协议的平均分组投递率和网络吞吐量都低于 AODV 协议。

综合看来,AODV 协议比 DSR 路由质量更好,性能

更加稳定,更适合应用于移动的无线 Ad Hoc 网络环境中。实验不仅满足了 24 个移动节点在无线 Ad Hoc 网络中的通信需求,为战术网络建设提供技术支持,仿真结果也为评价路由协议提供了参考依据,对后续网络协议的研究及算法的改进提供了参考。

参考文献:

- [1] 程伟明,周新运. 一个用于 Ad Hoc 网络的分簇方法[J]. 计算机学报,2005,28(5):864-869.
 - [2] Khan K U R,Zaman R U,Reddy A V. Integrating mobile ad hoc networks and the Internet: Challenges and a review of strategies [C]//Proceedings of IEEE/CREATE - NET/ICST COMSWARE 2008. [s. l.]:[s. n.],2008.
 - [3] 戴 晖,于 全,汪李峰. 战术移动 Ad Hoc 网络仿真中移动模型研究[J]. 系统仿真学报,2007,19(5):1165-1169.
 - [4] 王 博,李腊元. 移动 Ad Hoc 网络路由协议的性能分析与比较[J]. 计算机仿真,2008,25(1):138-141.
 - [5] 杨盘龙,田 畅,于 雍. 基于战术互联网环境的自组织网络路由协议性能仿真与评估[J]. 系统仿真学报,2005(7):1538-1542.
 - [6] 陈哲愚,张 建,陈 燕. 一种基于节点移动性的 AODV 改进协议[J]. 微电子学与计算机,2010(9):155-158.
 - [7] Royer E M,Melliar-Smith P M,Moser L E. An analysis of the optimum node density for ad hoc mobile networks [C]//Proceedings of the IEEE international conference on communications. [s. l.]:[s. n.],2001:857-861.
 - [8] Zhang Xinming,Shi Dong,Zou Fengfu,et al. Integrated routing metric for mobile ad hoc networks [J]. Journal of software, 2009,20(11):3077-3085.
 - [9] 王 杉,魏急波,庄钊文. 基于 GloMoSim 的移动自组网路由仿真[J]. 电讯技术,2006(5):105-108.
 - [10] William N, Tracy C. Stationary distributions for the random waypoint mobility model [R]. [s. l.]:[s. n.],2003.
 - [11] Khan K U R,Reddy P A V,Zaman R U. An efficient integrated routing protocol for interconnecting mobile ad hoc network and the Internet [C]//Proc of ICAC. New York:ACM,2009:460-466.
-
- (上接第 104 页)
- [5] 吉 梅,陈力琼. JBPM 工作流在教务管理系统中的应用 [J]. 计算机应用与软件,2011,28(6):230-231.
 - [6] 范 菁,吕赛辉,熊丽荣. 基于 Spring 容器的 JBPM 流程文件部署模型[J]. 计算机系统应用,2010,19(2):110-114.
 - [7] 顾文轩,王 琼,徐汀荣. 基于 JBPM 的工作流管理系统的研究与设计[J]. 计算机应用与软件,2009,26(5):104-106.
 - [8] 傅 明,张 玮. 基于 J2EE 开源工作流引擎 JBPM 的设计实现[J]. 计算机技术与自动化,2008,27(4):111-114.
 - [9] 凌正俊. 基于 JBPM 与 JPD L 的工作流管理系统的研究与设计[J]. 计算机技术与发展,2011,21(8):50-53.
 - [10] Yang Mingku,Liang Hongbing,Xu Bin. S-WIMS: A service-based work-flow management system in grid environment [C]//Proceedings of the 19th international conference on advanced information networking and applications. [s. l.]:[s. n.],2005.
 - [11] van der Aalst V M. Modeling and analyzing workflows crossing organizational boundaries [J]. Information & management, 2009,37:67-75.

基于GloMoSim的Ad Hoc网络路由协议仿真研究

作者: [余本功](#), [刘桂兰](#), [许绍斌](#), [YU Ben-gong](#), [LIU Gui-lan](#), [XU Shao-bin](#)
作者单位: [合肥工业大学 管理学院, 安徽 合肥 230009](#); [合肥工业大学 过程优化与智能决策教育部重点实验室, 安徽 合肥 230009](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名: [Computer Technology and Development](#)

年, 卷(期): 2013(12)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201312025.aspx