

不同 Mac 接入机制的 AODV 路由协议性能分析

翟建华^{1,2} 张玉芳¹ 熊忠阳¹

(重庆大学计算机学院 重庆 400030)¹ (武警广州指挥学院信息技术教研室 广州 510440)²

摘要 为了提高网络的综合性能,充分考虑了数据链路层和网络层的影响因素。对比分析了不同 Mac 接入协议的切换方法,为无线自组网络选择了一个合适的路由和接入协议。通过在 NS-2 中仿真 Mac 层的 802.11a 和 802.11Ext 路由场景,对 AODV 协议的归一化路由开销、路由发现频率、端到端平均时延以及数据分组投递率进行了全面的分析比较。结果表明,802.11Ext 接入协议具有明显的优势特点,更加稳定、更适合移动网络。

关键词 移动无线自组网络,路由协议,802.11,NS-2

Performance Analysis of AODV Routing Based on Different Mac Access Mechanism

ZHAI Jian-hua^{1,2} ZHANG Yu-fang¹ XIONG Zhong-yang¹

(College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400030, China)¹

(Dept. of Information and Technology, Guangzhou Commanding Academy of CAPF, Guangzhou 510440, China)²

Abstract In order to improve the comprehensive performance of network, this paper fully considered the influence factor at the data link layer and network layer, compared and analysed of switching methods in the different Mac access protocol, selected an appropriate routing and access protocol for Ad Hoc. Simulating the scene based on Mac layer of 802.11a and 802.11Ext routing in NS-2, the paper fully analyzed and summarized AODV protocol performance about normalized routing load and route discovery frequency and end-to-end average delay and packet delivery ratio. The results show that 802.11Ext has many obvious advantages, it is more stable and suitable for mobile network.

Keywords Mobile Ad Hoc network(MANETs), Routing protocol, 802.11, NS-2

移动无线自组网(Mobile Ad Hoc Network, MANET)是由一组带有无线收发装置的移动终端组成的多跳、自组织、自我管理网络。它可以在没有固定通信基础设施的情况下完成路由、转发和服务发现等基本网络功能,而且生存能力极强,其创建与移动方便,因而多应用于军事通信、紧急服务和灾难恢复等特殊场合。在 MANE 网络协议栈中,信道接入协议运行在物理层之上,是所有报文在无线信道上发送和接收的直接控制者,它的好坏直接影响着信道的利用率和整个网络的性能。因此,路由和信道接入协议是 MANET 中一个重要的研究问题。

通常,Ad Hoc 网络中路由协议根据路由发现策略的不同,可将其分为表驱动路由和按需驱动路由。相关研究^[1]表明,与表驱动路由协议相比,按需驱动路由协议虽然数据报传送时延较大,但开销较小、分组投递率高,更适合移动自组网络。无线自组网按需平面距离矢量路由协议(AODV)^[2]是一种比较有代表性的按需驱动路由协议。该协议最早由 Charles E. Perkins 和 Elizabeth M. Belding-Royer 于 1999 年提出^[3],它综合了 DSDV 中的目标序列号和 DSR 中的按需路由发现技术,采用序列号避免了环路的发生和过时路由的产生。协议包括路由建立与维护两个过程。

如何评估并选择一个合适的路由和接入协议是移动无线自组网应用的关键。现有评估方法主要通过仿真手段比较和评估路由协议的性能。但多数仿真的测试场景单一,而且仅在 802.11a 介质访问控制层协议下进行。本文在网络仿真器 NS-2 中使用多种测试场景和两种不同的 Mac 层接入对 AODV 协议的分组投递率、端到端平均时延、归一化路由开销以及路由发现频率进行了全面的比较。

1 NS-2 中两种典型的 Mac 协议

1.1 802.11a 协议

802.11a 是由 IEEE 制定的一种无线局域网协议,它使用载波监听多路访问/冲突避免技术(CSMA/CA)和请求发送/清除发送技术(RTS/CTS),避免网络中冲突的发生,以提高网络的效率。在 RTS/CTS 技术中,节点在发送数据前,先将一个请求发送帧发送到目的节点,如果信道上没有活动,那么目的节点将一个清除发送帧发送回源节点。如果节点在发送报文后的一段时间内没有收到确认帧(ACK),就假定发生了冲突并重发数据。在 NS-2 中,802.11a Mac 协议的实现被命名为 802_11,通常情况下与网络接口类型 WirelessPhy 结合使用。

本文受重庆市科委基金(CSTC2008BB2191),中央高校“研究生科技创新基金”(CDJXS11180023)资助。

翟建华(1979—),男,硕士生,主要研究方向为互联网应用,E-mail:dandy_0_0_0@163.com;张玉芳(1965—),女,教授,硕士生导师,主要研究方向为数据挖掘与网络入侵检测;熊忠阳(1962—),男,教授,博士生导师,主要研究方向为互联网应用关键技术、数据挖掘技术与应用、网络与并行处理技术等。

1.2 802.11Ext 协议

在 NS-2.33 中新增加了 802.11 Ext 模块^[4]。它包括 1 个物理层模块、1 个能量监控模块和 3 个辅助定时器,目前支持 BPSK、QPSK、QAM16 和 QAM64 共 4 种调制方式。其主要特点包括:模块化的设计、累计 SINR 计算、Mac 帧捕获能力、支持多种调制机制、物理层跟踪和 Nakagami 衰减模型等。在 NS-2 中,802.11Ext Mac 协议的实现被命名为 802_11Ext,它要与网络接口类型 WirelessPhyExt 结合使用。

2 协议仿真与性能分析

2.1 性能分析指标

1) 归一化路由开销:每发送一个数据报文所需要的路由控制报文数。它反映了网络传输过程中的拥塞情况以及节点电源的效率。

2) 路由发起频率:每秒钟发起的路由发现次数。它反映出了路由的有效性,同时也影响着路由开销的多少。

3) 端到端平均时延:数据报文从源节点的 IP 层到目的节点的 IP 层所需要的平均时间。它反映了路由的实时性。

4) 数据分组投递率:数据报文在路由层成功传送的比率。它反映了路由的报文丢包率,也反映了网络传输的可靠性。

2.2 仿真工具与环境参数的选择

本文利用 NS-2.33^[5] 网络仿真软件对 AODV 协议的性能进行了仿真。为了全面地比较和分析,本文在 802.11a 和 802.11Ext 两种不同的 Mac 接入协议下分别进行实验。采用的仿真场景是在 1200m×1200m 的空间中随机配置 50 个移动节点,仿真时间为 150s,仿真选择固定码率(CBR)源产生 UDP 数据,每个节点的运动都符合 random way point 模型。具体参数见表 1。

表 1 仿真参数列表

无线信号传输模型	Propagation /TwoRayGround
网络接口类型	Phy/WirelessPhy,Phy/WirelessPhyExt
Mac 层协议类型	Mac/802_11,Mac/802_11Ext
接口队列类型(ifq)	Queue/Drop, Tail/PriQueue
链路层类型(ll)	LL
天线模式(ant)	Antenna /OmniAntenna
接口队列最大分组	50

在实验中,使用 setdest 工具设定节点运动场景和 cbrgen 工具生成传输负载,使用 gawk 工具来分析生成的 trace 文件^[6]。为了减小随机误差,本文所有的结果均是 15 次实验结果的平均值。

2.3 不同测试场景下各仿真结果分析

为了对 AODV 协议的性能进行分析,本文将通过设置不同的节点移动速度、CBR 连接数、节点停留时间和发包速度来创建 4 组不同的测试场景,在 802.11a 和 802.11Ext 两种 Mac 层协议下分别对两种路由协议进行仿真和分析。具体场景参数见表 2。

表 2 各组场景测试参数列表

场景编号	移动速度 (m/s)	CBR 连接数	停留时间 (s)	发包速度 Packets/s
1	0~15	24	10	2
2	9	8~40	10	2
3	9	24	0~80	2
4	9	24	10	1~5

1) 不同的节点移动速度

由图 1 得知,随着移动速度的增加,源节点到目的节点的路由失效概率和次数均有增加,故 AODV 协议的各项性能指标均有不同下降。但 AODV 协议在 802.11a 接入方式下,归一化路由开销、路由发起频率和平均时延均有显著波动,只有分组投递率变化不大;相比在 802.11Ext 的 Mac 路由下,前 3 个评价指标对速度变化的趋势更加平稳,并且均在不同程度上优于 802.11a 接入方式,这是由于 802.11Ext 支持更高的调制方案,提高了仿真的稳定性。

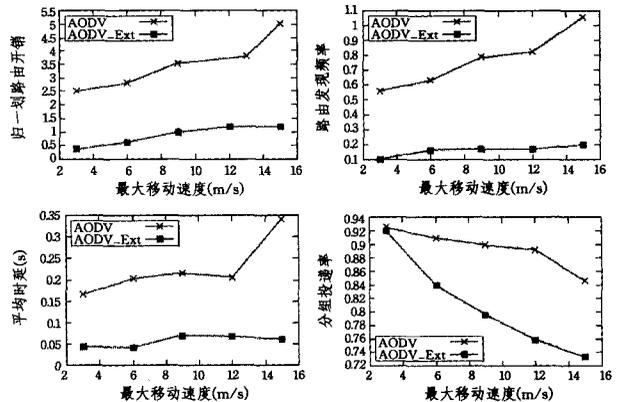


图 1 不同节点移动速度下的仿真结果(场景 1)

2) 不同的 CBR 连接数

由图 2 得知,随着 CBR 连接数的增加,网络中产生更多的碰撞和拥塞致使 AODV 协议的性能指标出现不同程度下滑。AODV 协议在 802.11Ext 接入方式下,归一化路由开销、路由发起频率和平均时延都优于 802.11a 接入,特别是路由开销有大幅的减小。而且分组投递率伴随 CBR 连接数增大有上升趋势,这主要归功于 802.11Ext 协议的 Mac 帧捕获能力。

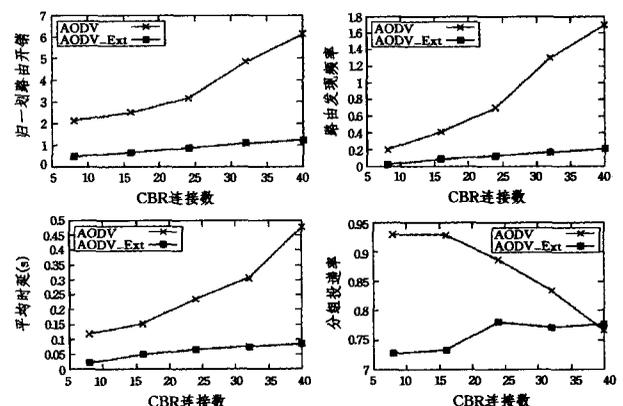


图 2 不同 CBR 连接数下的仿真结果(场景 2)

3) 不同停留时间

不难看出,图 3 中随着停留时间的变化,网络负载较轻,AODV 协议的性能指标变化幅度较小。在 802.11Ext 接入方式下的 AODV 协议归一化路由开销、路由发起频率和平均时延等评价指标都大幅度好于 802.11a 接入路由的情况,特别是路由发起频率的优势最大。同时分组投递率伴随着停留

时间的增大而迅速提升,这是因为 802.11Ext 的传输协作模块和接收协作模块一同发挥作用。

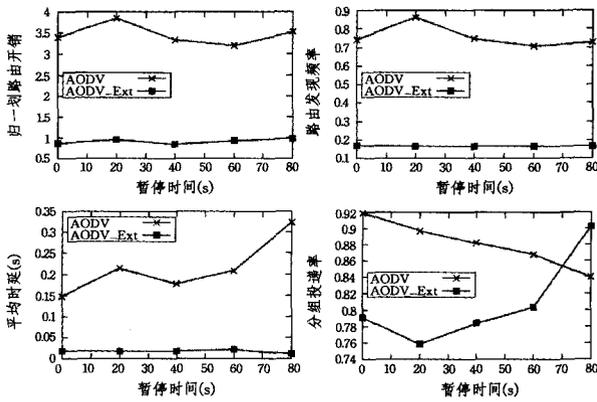


图3 不同节点暂停时间下的仿真结果(场景3)

4)不同的发包速度

图4结果显示,随着发包速度的递增,网络负载逐渐加重,网络中数据报文碰撞和拥塞的概率增大,导致 AODV 协议各项评价指标有不同幅度的降低。特别是分组投递率,在 802.11a Mac 路由下出现大幅下滑,甚至出现了近一半的数据包传输丢失的情况;相反在 802.11Ext 接入方式下分组投递率保持相对平稳,无大幅波动现象,这跟 802.11Ext 协议的物理层跟踪技术是分不开的。

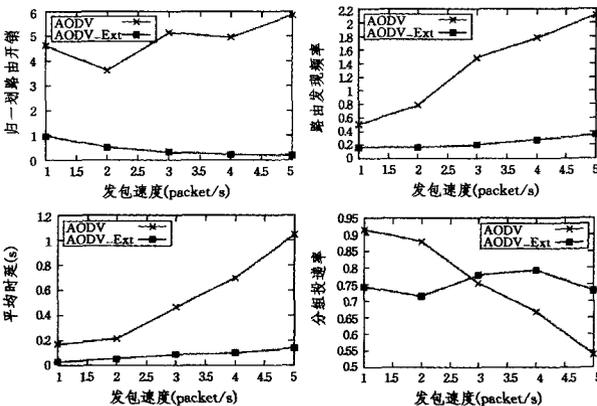


图4 不同节点发包速度下的仿真结果(场景4)

结束语 本文使用网络仿真器 NS-2.33,在多种测试场景中 对 AODV 协议分别采用 802.11a 和 802.11Ext 两种不同的 Mac 层接入方式进行了性能分析。实验结果表明,802.11Ext 具有明显的优势特点。在这个模型中,帧捕获能力是很重要的一个特性,它允许接收端区分 Mac 帧的帧头和数据部分,使用不同的标准来处理它们,这种技术在提高通信模型的稳定性方面作用明显。同时,NS-2 中 WirelessPhyExt 和 802.11Ext 可以支持多种调制机制,并可为每个帧设置不同的编码方式,这一优点可以直接促使 Mac 帧在传输过程中拥有更短的传输延时,更适合移动网络。

参考文献

- [1] 陈荣,江虹,杨欢. Ad Hoc 网络路由协议性能对比仿真研究[J]. 计算机工程与设计,2008,29(18):4672-4675
- [2] Perkins C E, Royer E M. Ad Hoc on-demand distance vector routing [C]//Proceedings of the 1999 IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. Washington, DC: IEEE Computer Society,1999:90-100
- [3] Perknis C E, Royer E M. Ad-hoc on-Demand Distance Vector Routing[C]//WMCSA'99. IEEE, Feb. 1999:90-100
- [4] Chen Q, et al. Overhaul of IEEE 802.11 modeling and simulation in NS-2 [C]//Proceedings of the 10th ACM Symposium on Modeling Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems. New York, ACM Press,2007:159-168
- [5] University of Southern California. The network simulator-Ns-2 [EB/OL]. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>,2009-08-15
- [6] 柯志亨,程荣祥,邓德隽. NS2 仿真实验——多媒体和无线网络通信 [M]. 北京:电子工业出版社,2009
- [7] 王鲁光,贾智平,李新. AODV 和 AOMDV 路由协议性能分析与比较[J]. 计算机应用,2010,30(3):740-744
- [8] 刘庆邦,周燕,喻其财. IEEE 802.11 用于 Ad hoc 网络的性能问题及改进方法[J]. 计算机与信息技术,2010
- [9] 王卫疆,李强,陈芳信. IEEE 802.11 速率自适应 Ad Hoc 网络跨层路由研究[J]. 空军雷达学院学报,2008:1673-8691

(上接第 267 页)

- [8] Lakshmiarahan S, Jwo J-S, Dhall S K. Symmetry in interconnection networks based on Cayley graphs of permutation groups: A survey[J]. Parallel Computing,1993,19:361-407
- [9] Araki T, Kikuchi Y. Edge-bipancyclicity and edge-fault-tolerant bipancyclicity of bubble-sort graphs[J]. Information Processing Letters,2006,100:52-59
- [10] Araki T, Kikuchi Y. Hamiltonian laceability of bubble-sort graphs[J]. Information Sciences,2007,177:2679-2691
- [11] Shi Hai-zhong, Niu Pan-feng. Hamiltonian decomposition of

- some interconnection networks[A]//Proceed of the 3th Annual International Conference on Combinatorial Optimization and Applications[C]. Berlin:Springer,2009:231-237
- [12] 马继勇,师海忠,牛攀峰. 低维修正冒泡排序网络一个猜想的证明[J]. 甘肃科学学报,2011,23(1):57-60
- [13] 师海忠,马继勇,牛攀峰. 修正冒泡排序网络的边偶泛圈性[J]. 数学的实践与认识,2011,41(8):208-216
- [14] Shi Hai-zhong, Niu Pan-feng, Lu Jian-bo. One conjecture of bubble sort graphs