

# Ad Hoc 网络中节点密度对路由协议性能的影响<sup>①</sup>

## The Effect of Density of Nodes on the Performance of Routing Protocol in Ad Hoc Network

耿 鹏 邹传云 (桂林电子科技大学通信与信息工程系 桂林 541004)

**摘要:**在介绍 Ad Hoc 网络基本概念的基础之上,分析了节点密度对其路由协议性能的影响。以典型的两种按需路由协议 AODV 和 DSR 为例,在不同节点密度下对不同性能指标进行了仿真。结果表明 Ad Hoc 网络中的节点密度总是存在一个最佳范围,使网络的各种性能指标具有较好的鲁棒特性。

**关键词:**Ad Hoc 网络 按需路由 AODV DSR

### 1 Ad Hoc 网络简介

Ad Hoc 网络<sup>[1]</sup>也称为无线自组织网络,其主要特点有:无中心、自组织、多跳路由、动态拓扑等。这些特点使得 Ad Hoc 网络在体系结构、网络组织、协议设计等方面都与现有的无线通信系统有着显著的区别<sup>[2]</sup>。相对于传统的蜂窝网而言,它不需要基站,所有的节点分布式运行,同时具有终端和路由器的功能,可接收或转发分组。相对于无线局域网来说,Ad Hoc 网络是一个多跳的网络,而无线局域网的移动节点一般通过接入点(AP)连接到网络,可以看做是一个单跳网络。Ad Hoc 网络非常适合应用在军事、抢险救灾、警察通信等场所,这些场所的一个共同特点就是节点移动速度较快,网络拓扑变化频繁。要想用表驱动方式的路由协议实时地维护拓扑结构,需要大量地、频繁地交互信息,这些信息将会占用大量的无线信道资源,从而影响网络中用户数据包的发送、传输,降低系统吞吐量,所以应采用按需路由协议。按需路由协议只有在需要一条路径时才开始建立,这种机制在节点密度较大的网络当中是十分有好处的。本文的仿真即是建立在典型的两种按需路由协议 AODV<sup>[3]</sup>(Ad hoc On-demand Distance Vector)和 DSR<sup>[4]</sup>(Dynamic Source Routing)之上的。

### 2 节点密度对路由协议性能的影响

影响网络路由协议性能的因素是多方面的,一个

重要的因素就是网络中的节点密度。一方面,如果网络中的节点数过于稀疏,在节点通信范围一定的条件下,源节点有可能在一段时间之内找不到下一跳节点。如图 1 所示,当源节点 S 所发射的信号到达下一跳节点 A 时,由于这两点距离过长,导致到达 A 的信号功率小于 A 本身的接受门限值,从而产生较大的时延甚至丢包现象;另一方面,如果网络中的节点数过于密集,源节点与目的节点之间的连接跳数可能会产生冗余。如图 2 所示,由于节点之间的距离较近,源节点 S 发射的 RREQ 可能能够到达距离节点 A 更远的 B,但是如果协议规定每次的 RREQ 只找距离自身最近的节点,那么原本可以直接建立 S→B 的路径,现在就只能建立 S→A→B 了。这样会导致数据传输的跳数过多,从而增加网络负担,也不利于网络的安全性,因为源节点和目的节点之间的通信动作当然是越少节点越安全。

### 3 路由协议仿真及性能指标

本文将对较为常用的两种路由协议,即 AODV 和 DSR 进行仿真,以具体说明 Ad Hoc 网络中节点密度对路由协议性能的影响。采用的仿真工具是 NS-2<sup>[5]</sup>,它是一种离散事件事件模拟器,是美国 DARP 支持的项目 VINT 中的核心部分,主要面向网络协议的研究

① 基金项目:国家自然科学基金 60472092

者。NS-2 的源代码是开放的,并且它具有许多特点,比如可动画显示网络中节点的行为,可图形显示仿真数据结果,可支持大规模多协议的网络协议仿真等,是网络协议的研究者较为理想的工具。

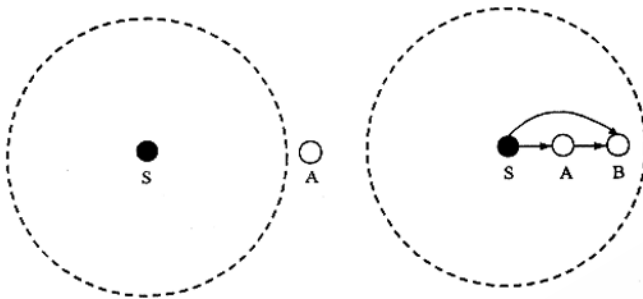


图 1

图 2

### 3.1 仿真环境及性能指标

为了较为真实的反映现实环境,本文采用了 Random Way-point 移动模型<sup>[6]</sup>,即网络中每个节点均在所规定的网络范围内进行随机的移动,节点随机地选择一个目的位置,然后在预先设定的速度范围内随机地选择一个值,匀速移向该目的位置。到达该目的位置之后做一段时间的停留(也可以不停留)后再选择另一个目的位置随机选择一个速度继续运动。仿真参数设定如表 1 所示。另外,根据 IETF<sup>[7]</sup>所提出的各种路由协议性能进行评判标准,本文主要从以下几个方面衡量:

传包率 (Packet Delivery Ratio): 正确到达目的节点的数据包与源节点产生的数据包之比;

丢包率 (Packet Drop Ratio): 丢失的数据包与源节点产生的数据包之比;

平均端对端时延 (Average End to End Delay): 应用层上数据包从发送到接收所需要的平均时间;

吞吐量 (Throughput): 应用层所有节点正确接收到数据包的速率之和。

### 3.2 仿真结果及性能分析

图 3 至图 6 给出了在节点通信距离和整个网络区域一定的条件下,不同节点数对应网络传包率、丢包率、平均端对端时延、吞吐量的仿真结果。

表 1 仿真参数的设定

仿真参数	参数值
节点数	10、15、20、...、95、100
运动区域	1000m × 1000m
最小运动速度	1m/s
最大运动速度	20m/s
场景持续时间	550s
暂停时间	1s
节点间数据传输类型	CBR
数据包长	512Byte
最大连接数	按照节点数的 60% 计算
发包频率	每秒钟发送一个包

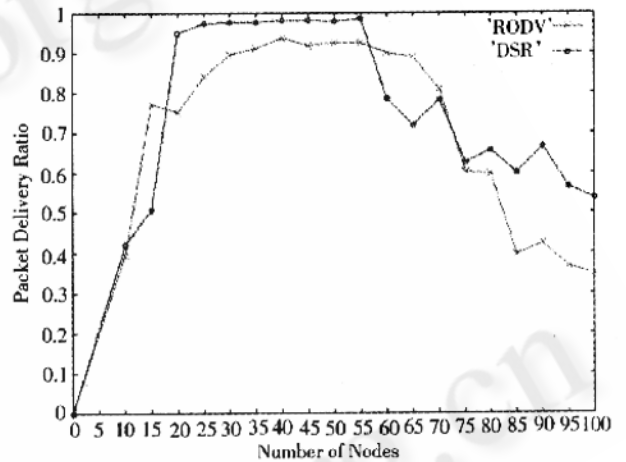


图 3 传包率

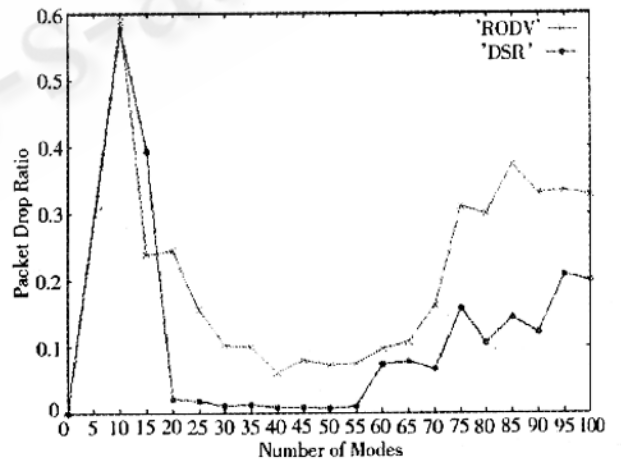


图 4 丢包率

在网络的不同层次上都会发生数据分组的丢弃。一方面,一个路由代理如果因为没有可用路由而无法发送数据包时就会将收到的数据分组丢弃,致使传包率

下降、丢包率上升、平均时延增加。如图 3、图 4、图 5 所示,当节点数在 0~20 范围内时,相对于网络运动区域(1000m × 1000m)来说是很稀疏的,这样产生图 1 的情况的概率就大大增加了。另一方面,当网络出现较大负载致使网络拥塞时,接口队列会被塞满,从而会引起收到的数据分组长时间不能传递而被丢弃,致使传包率下降、丢包率上升、平均时延增加、吞吐量下降。如图 3、图 4、图 5、图 6 所示,当节点数在 70~100 范围内甚至更多时,产生图 2 的情况的概率会相应增加。

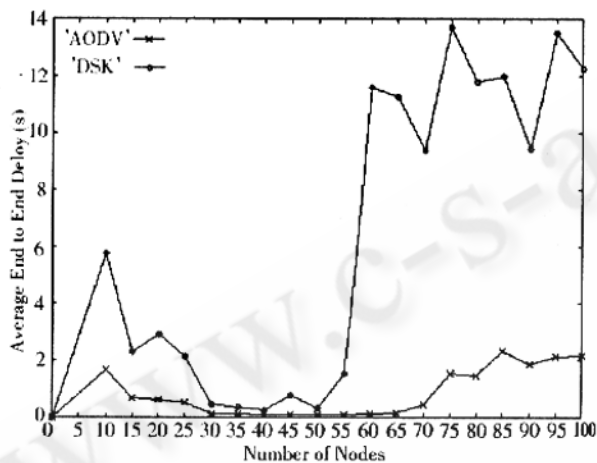


图 5 平均端对端时延

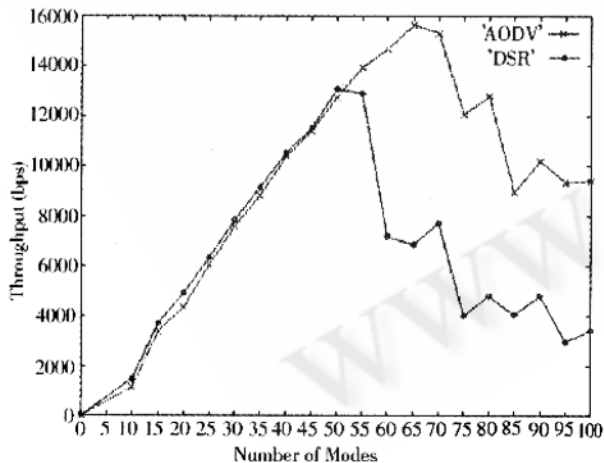


图 6 吞吐量

仿真结果表明,其他条件不变时,使用 AODV 和 DSR 路由协议的较为理想的节点数范围分别是 30~65, 20~55。在此范围中,各项性能均具有较好的鲁棒特性,而一旦小于或大于此范围,仿真图形即出现大幅

度的振荡,说明网络十分不稳定,且性能急剧下降。因此,Ad Hoc 网络中的节点密度总是存在一个最佳范围,使网络的各种性能具有较好的鲁棒特性。这需要在具体的场合加以具体分析,并用大量的试验来验证之。

#### 4 结束语

Ad Hoc 网络是未来无线通信领域内的一个重要组成部分,针对它的研究正在不断的深入。由于 Ad Hoc 网络中的每个节点均同时具有终端和路由功能,所以对其路由协议的分析和研究是十分有必要的。本文分析了 Ad Hoc 网络中节点密度对路由协议性能的影响,给出了在一定条件下的网络节点密度最佳范围。下一步需要研究的是针对节点的密度特性,如何对相应的路由协议进行改进,以使理想的节点数范围变的更宽。

#### 参考文献

- 1 Charles E. Perkins, "Ad Hoc Networking," Boston: Addison - Wesley, 2001.
- 2 郑少仁、王海涛、赵志峰等, Ad Hoc 网络技术, 人民邮电出版社, 2005, 1.
- 3 C. E Perkins, E. M. Royer, and S. Das, "Ad hoc On - demand Distance Vector (AODV)," RFC 3561, July 2003.
- 4 D. B. Johnson, D. A. Maltz, and J. Broch, "DSR: The Dynamic Source Routing Protocol for Multi - Hop Wireless Ad hoc Networks," Ad Hoc Net., C. E. Perkins, ed., Addison - Wesley, 2001, pp. 139 - 72.
- 5 徐雷鸣、庞博、赵耀, NS 与网络模拟, 人民邮电出版社, 2003, 11.
- 6 Broch J., Maltz D. A., Johnson D., Hu Y. C., Jetcheva J., "A performance comparison of multi - hop wireless ad hoc network routing protocols," In: Proceedings of MOBICOM '98, Dallas, TX, 1998, 85 ~ 97.
- 7 IEEE. Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specification. IEEE standard, 802.11 - 1997, 1997.