

## 一种基于节点移动性的 AODV 改进协议

陈哲愚, 张 建, 陈 燕

(南京邮电大学 信号处理与传输研究院, 江苏 南京 210003)

**摘 要:** 移动 Ad hoc 网络是移动节点动态临时组建的自组织网络, 路由协议一直是 Ad hoc 网络研究的关键问题. 文中提出了一种新的 AODV 改进协议 AODV-NM, 它能够根据节点速度自适应的调整 RREQ 泛洪频率, 实现稳定路径的选取. 仿真结果表明, AODV-NM 能够有效降低网络路由负荷, 同时改善了时延与分组投递率等性能.

**关键词:** Ad hoc 网络; 节点移动性; AODV; 路由负荷; NS-2

**中图分类号:** TN92

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7180(2010)09-0155-04

## A Modified AODV Protocol Based on Node Mobility

CHEN Zhe-yu, ZHANG Jian, CHEN Yan

(Institute of Signal Processing and Transmission, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** Mobile Ad hoc network is a self-organized network formed dynamically and temporarily by mobile nodes. Routing protocols is a key problem and critical to mobile ad hoc network. In this paper, an effective modified version of AODV, named AODV-NM, is proposed. AODV-NM is able to adjust the frequency of RREQ flooding to obtain the stable path. The simulation results show that the new protocol could decrease routing load in ad hoc networks and improve the performance of delay and PDF simultaneously.

**Key words:** mobile Ad hoc network; node mobility; AODV; routing load; NS-2

### 1 引言

移动 Ad hoc 网络<sup>[1-3]</sup> 又称移动自组网、多跳网络, 是由一组带有无线收发信装置的移动节点组成的一个无线移动通信网络, 它不依赖于预设的基础设施而临时组建, 网络中移动的节点利用自身的无线收发设备交换信息, 当相互之间不在彼此的通信范围内时, 可以借助其他中间节点中继来实现多跳通信. Ad hoc 网络具备临时组网、快速展开、无控制中心等特点, 常用于特别的通信场景.

由于 Ad hoc 网络<sup>[4]</sup> 自身的特点, 传统的距离向量和链路状态路由协议并不适用于拓扑结构高度动态变化的 Ad hoc 网络. 目前已提出了很多用于 Ad hoc 网络的路由协议, 研究表明, AODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector) 协议作为 DSR (Dynamic Source Routing) 协议与 DSDV (Destination-Se-

quenced Distance Vector) 协议的综合体, 能够更好的利用无线网络资源, 减少网络开销和网络路由负荷, 且对移动性和业务量的适应能力较强. 文中根据 AODV 协议, 提出一种新的改进协议 AODV-NM (AODV based on Node Mobility).

### 2 AODV 路由协议

AODV 路由协议, 它是按需式和表驱动式的一种结合, 具备了两种思想的优点, 它的处理过程短, 存储开销小, 能对链路状态的变化做出快速反应<sup>[2]</sup>. AODV 路由算法属于按需路由算法, 即仅当有源节点需要向某目的节点通信时, 才在节点间建立路由, 路由信息不会一直被保存, 具有一定生命期. 在实现上, AODV 包括三大部分: 路由发现、路由维护和路由删除<sup>[5]</sup>.

收稿日期: 2009-06-15; 修回日期: 2009-09-12

基金项目: 江苏省高校自然科学重大基础研究项目(06KJA51001)

## 2.1 路由发现

当一个节点需要和某个节点通信时,它先在自己的路由表中查找到目的节点的路由,如果路由存在且有效,则根据路由发送数据;如果没有到此目的节点的有效路径时,它会启动路由发现过程.源节点向邻居节点广播 RREQ 分组,为避免 RREQ 大范围广播引起路由开销的剧增,AODV 采用扩展环搜索技术.

在 RREQ 分组的传送过程中,中间节点只在第一次收到该分组时进行处理,建立反向路由,稍后又收到相同的 RREQ 分组则丢弃.如果中间节点没有到达目的节点的有效路由,则继续 RREQ 泛洪过程.一旦 RREQ 分组到达目的节点或者存有目的节点有效路由的中间节点,该节点不再广播 RREQ 分组,而是产生 RREP 分组,RREP 分组沿之前建立的反向路由回传,不在 RREP 分组回传路径上的节点建立的反向路由会因超时而删除.

中间节点和源节点在收到 RREP 后会建立到目标节点的路由,并更新序列号等信息.当源节点收到反馈回的 RREP 分组,则完成到目的节点路由的建立,源节点开始传输数据.

## 2.2 路由维护

路由协议只维护那些正在使用的路由,而不在激活路由上的节点的移动不会影响该路由.AODV 协议设计了两种路由维护方式:源节点路由重建和本地修复.

节点检测与某个邻节点之间的链路中断,这将使所有使用这段链路的路由失效,因此要通知所有受到影响的源节点.另外一种处理方式是由中间节点直接修复路由.中间节点检测到链路中断时,先缓存来自源节点的数据流,同时发送路由请求,目的节点如果收到该请求,则回复路由应答,路由修复成功;否则,在一定时间内没有收到路由应答,则还是要向源节点报告路由失败消息,由源节点进行相应处理.

## 3 基于节点移动性的算法改进

AODV 路由协议不适合用于规模比较大或者负荷较大的 Ad hoc 网络<sup>[6]</sup>.AODV 在高负载网络中产生大量的路由开销并且时延也不断增加.研究发现,AODV 协议的网络路由负荷绝大部分是 RREQ 消息.在移动情况下,由于节点位置的变动,造成网络拓扑的变化,将产生更多的 RREQ 消息,进而加剧了网络的拥塞.针对上述问题,提出 AODV-NM 协议,基于节点移动性控制 RREQ 泛洪频率,以减少网络拥塞.

链路中断的一个主要原因在于节点的移动使其

脱离邻居节点的通信范围.节点的移动性越大,链路中断的可能性越大,稳定性越差,用于路由维护的路由开销也越大.因此,移动性较小的节点组成的路径具备较好的稳定性.在多条通往目的节点的路径中选择这样的路径用于数据传输,有助于减轻路由负荷.AODV-NM 基于上述思想,采用如下 RREQ 分组转发策略:

路由发现过程中,中间节点根据自身的移动速度调整转发 RREQ 分组的频率,当节点速度小于  $v_{\text{threshold}}$  m/s 时,使用原 AODV 的泛洪策略,当节点速度大于  $v_{\text{threshold}}$  m/s 时,随节点速度增大而减小 RREQ 分组的转发频率.

设中间节点的移动速度为  $v$  m/s,频率调节因子为  $\alpha$  与  $\beta$ ,当  $v > v_{\text{threshold}}$  时,中间节点转发 RREQ 分组的频率  $\rho$  为:

$$\rho = \frac{\alpha}{v - \beta}$$

具体算法流程如图 1 所示.

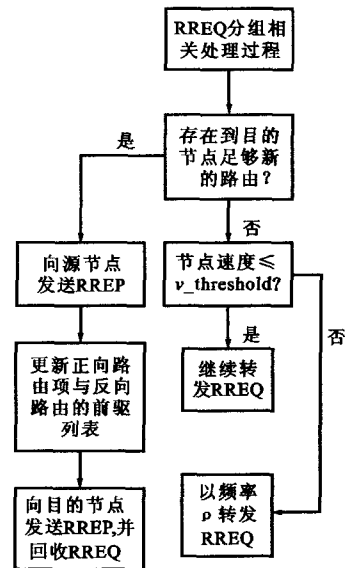


图 1 基于节点移动性的 RREQ 转发策略

在如图 2 所示的拓扑结构中,节点 A1、B1、C1 速度较快,A2、B2、C2 速度较慢,源节点 S 要向目的节点 D 发送数据而没有到达 D 的有效路由,则 S 发起路由发现过程,向 A1、A2 等节点广播 RREQ,节点 A1 的速度较快,以较低的频率转发 RREQ,A2 则以较高频率转发 RREQ,其他节点同理,因此 RREQ 分组沿路径 A2-B2-C2 到达 D 的概率比沿 A1-B1-C1 或其他路径到达 D 的概率高,这样就选择了一条节点移动性较小的路径.

调整不同的速度门限  $v_{\text{threshold}}$  以及频率调节因子  $\alpha$  与  $\beta$ ,AODV-NM 能获得不同的性能.文中选定

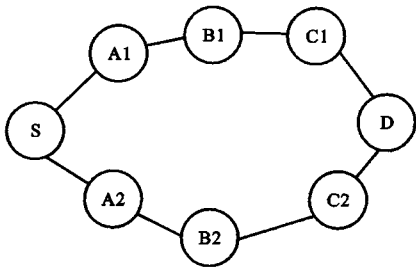


图 2 特定拓扑结构中的路径选择

参数  $\alpha=1,\beta=0$ ,通过实验,发现  $v\_threshold$  取 5m/s 时,取得较好的性能,以下实验都以上述值进行仿真.

4 仿真环境与仿真结果

本仿真实验是为了比较提出的 AODV-NM 协议与原 AODV 协议的性能,硬件平台使用奔腾 PC 机,操作系统是 UBUNTU 8.10,网络仿真软件使用 NS-2.33.

4.1 仿真环境

本实验采用密集与稀疏两种仿真场景,分别在  $500\text{m}\times 500\text{m}$ 、 $1200\text{m}\times 1200\text{m}$  的空间中随机配置 50 个节点<sup>[7]</sup>,每个节点通信距离为 250m,仿真时间为 300s.节点的运动符合 Random Waypoint 模型,每个节点在移动范围内随机选择目的地,以给定速度移动至该目的地,然后停留于原地一段时间,再随机选取下一个目的地移动.考虑节点的最大移动速度分别为 10m/s、15m/s、20m/s、25m/s、30m/s 时的运动场景进行协议性能比较.详细的模拟参数如表如表 1、表 2 所示.

表 1 节点运动场景参数

| 参数变量        | 参数值               |
|-------------|-------------------|
| 节点移动范围(m)   | 1200×1200/500×500 |
| 仿真时间(s)     | 600               |
| 节点数         | 50                |
| 节点最大速度(m/s) | 10/15/20/25/30    |
| 节点停留时间(s)   | 0                 |

表 2 网络流量场景参数

| 参数变量        | 参数值 |
|-------------|-----|
| 仿真时间(s)     | 600 |
| 节点通信范围(m)   | 250 |
| 带宽(Mb)      | 2   |
| 业务类型        | CBR |
| 最大连接数       | 20  |
| 分组发送率(分组/s) | 4.0 |

AODV-NM 在不同最大速度下的路由负荷均比 AODV 要小.这是因为路由负荷很大程度上是 RREQ 泛洪引起的,AODV-NM 限制了 RREQ 泛洪频率.同时,研究表明 AODV-NM 虽然抑制了 RREQ 泛洪,但是在密集环境下能达到与 AODV 基本相当的分组投递率.图 4 表明当节点最大速度较大时,AODV-NM 的平均端到端延时优于 AODV.这是因为当节点速度较大时,链路中断概率增大,用于链路维护的时间增加.AODV-NM 选择了相对稳定的路径,减少了链路维护所需要的时间.

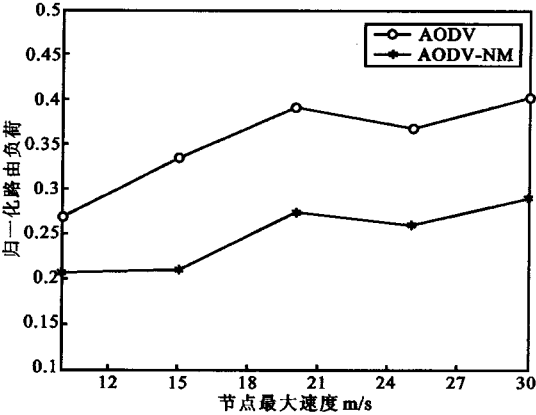


图 3 密集环境下路由负荷比较

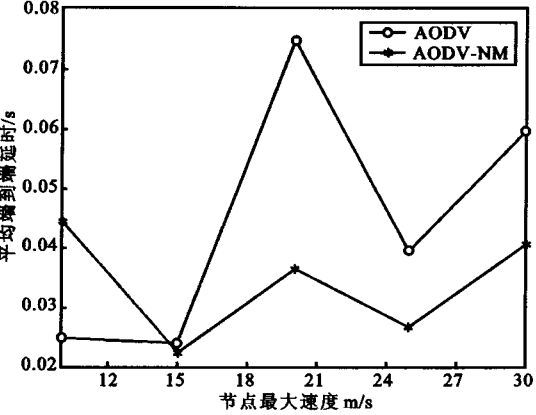


图 4 密集环境下平均端到端延时比较

(2) 稀疏场景

在稀疏环境下,AODV 的性能下降较大.图 5 显示 AODV-NM 在路由负荷性能上远优于 AODV,且路由负荷能随着节点最大速度的增大而降低,这是由于 AODV-NM 的采用了与节点速度成反比的 RREQ 泛洪频率.图 6、图 7 显示 AODV-NM 在分组投递率与延时性能上的改善,这同样是因为 AODV-NM 选择了移动性相对较小的路径.在稀疏环境下,由于各节点距离较远,在通信范围内的邻居节点数量有限,链路一旦中断,需要花费比密集环境下更多的路由负荷与时间来修复.

4.2 仿真结果分析

(1) 密集场景

密集环境下的路由负荷比较如图 3 所示.

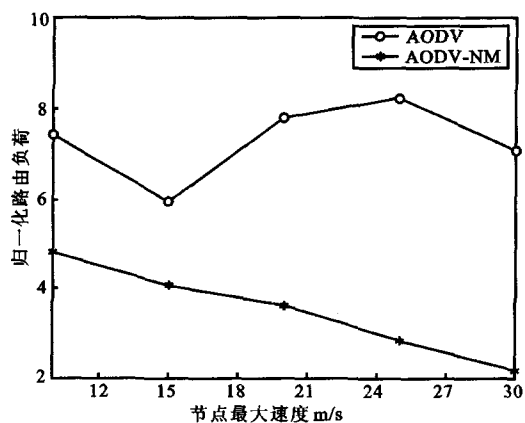


图5 稀疏环境下路由负荷比较

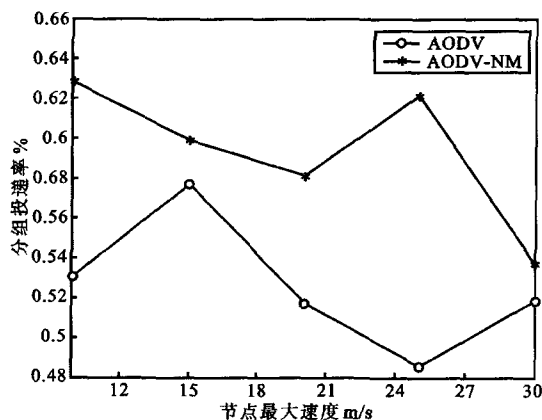


图6 稀疏环境下分组投递率比较

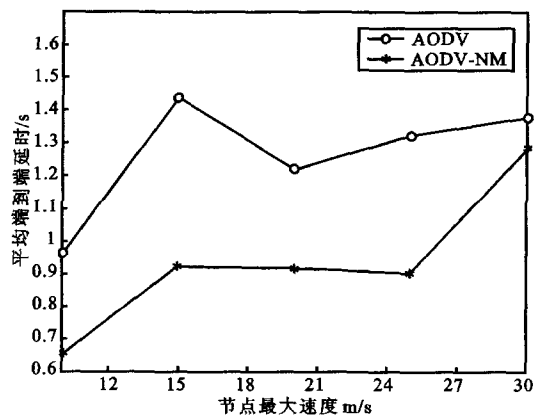


图7 稀疏环境下延时性能比较

## 5 结束语

文中对 AODV 协议进行了基本分析,基于节点移动性,提出了一种新的 AODV 协议的改进协议 AODV-NM. 仿真结果表明,AODV-NM 能够较大程度的降低路由负荷,同时在延时性能与分组投递率方面也有不同程度的提高,尤其是应用于稀疏环境下. 本研究接下来的工作在于分析 AODV-NM 中 RREQ 泛洪频率与协议性能之间的关系,最终实现能够根据网络拓扑与流量情况自适应选取最优参数的路由协议.

## 参考文献:

- [1] Royer E, Toh C K. A review of current routing protocols for ad hoc mobile wireless networks[J]. IEEE Personal Communications Magazine, 1999, 6(2):46-55.
- [2] 方旭明. 下一代无线因特网技术: 无线 Mesh 网络[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2006: 103-105.
- [3] Ram Ramanathan, Jason Redi. A brief overview of ad hoc networks: challenges and directions[J]. IEEE Comm. Magazine 50th Anniversary Commemorative Issue, 2002 (5):20-22.
- [4] Johnson D B. Routing in ad hoc networks of mobile hosts [C]//Proceedings of Work Shop on Mobile Computing Systems and Applications. Pittsburgh, 1994:158-163.
- [5] 李平均, 谷宁静. 一种基于 AODV 协议的改进协议 Q\_AODV[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(1):89-92.
- [6] Li Jinyang, Blad Charles, Douglas S J, et al. Capacity of Ad hoc wireless network[C]//Proceedings of MOBICOM. Rome, 2001:61-69.
- [7] 庄雷, 孙智军. 一种增加时限和延迟的 AODV 协议改进算法[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(8):180-182.

## 作者简介:

陈哲愚 男, (1985-), 硕士研究生. 研究方向为无线 Mesh 网络路由协议、无线网络跨层设计等.

(上接第 154 页)

- [6] Hughes J B, Bird N C, Macbeth I C. Switched current - A new technique for analog sampled - data signal processing [C]// Proc. IEEE. ISCAS. USA: Oregon, Portland, 1989:1584-1587.
- [7] Marquardt D. An algorithm for least squares estimation of nonlinear parameters[J]. Soc. Ind. Appl. Math, 1963

(3):431-441.

- [8] 雷焱, 何怡刚. 一维离散小波变换的 VLSI 设计[J]. 微电子学与计算机, 2004, 21(2):48-51.

## 作者简介:

张江洪 男, 教师. 研究方向为电路与系统设计.