

# Ad Hoc 网络中 AODV 路由协议的优化

## Optimization of AODV Routing Protocol in Ad Hoc Network

金海军 余水宝 李映雪 殷雷 (浙江师范大学 数理信息学院 浙江 金华 321004)

**摘要:** 路由协议是影响 Ad Hoc 网络性能的关键技术之一。本文通过对 AODV 路由协议进行研究,指出该协议在信源节点占节点总数目比例较少时存在缺陷,并提出了 AODV-TR 路由协议,即三次应答的 AODV 协议。新协议通过增加 RREP 分组的回应,来提高 AODV 协议在信源节点比例较少的时的路由性能。仿真结果表明,在信源数量较少的情况下,新协议的分组传递率、网络的吞吐量等方面都有较大的提高。

**关键词:** Ad Hoc 网络 路由协议 AODV AODV-TR

### 1 引言

随着无线通信技术与计算机网络技术的发展,当今的无线技术已经渗透到人们生活的各个方面。Ad Hoc 网络,又称多跳移动无线网,是一种多跳、网络拓扑动态变化的自治无线网络,无需存在基础设施,节点可以任意移动,每个移动节点具有主机和路由器的功能,在网络中搜寻、维护到另一节点的路由,而且从源节点到目标节点可以经过多个中心节点(多跳),广泛应用于紧急会议、战场、现场监测等场所<sup>[1,2]</sup>。

由于 Ad hoc 网络的特殊性,在 Ad hoc 网络中,如何进行路由就成了一个重要问题。路由协议是无线网络通信功能的关键因素,因为这种自治网络中每个节点的能量、计算能力、带宽都是非常有限,这就要求这种网络路由协议必须算法简单,并且高效。IETF 的 MANET 工作组提出的 AODV 路由协议在某些情况下,如网络规模大、节点的移动速度快可以工作得很好,而在另外一些情况下有其缺陷,如网络规模不大、信源节点数量很少时,就有路由成功率不高,传输量小等缺陷<sup>[3]</sup>。国内外关于无线路由协议的研究尚处于探索阶段,很多新协议的提出还有待于完善<sup>[4-7]</sup>。本文就 AODV 协议在信源数量少方面存在路由成功率不高、数据传输量少等缺陷进行研究,并提出一种改进的路由协议—AODV-Tree-Reply,即三次应答的 AODV 路由协议。给出了 NS-2 仿真结果的统计图,并与修改前的 AODV 路由协议进行分析比较。仿真结果表明,改进后的协议在数据传输成功率、路由性能、网络的吞

吐量都有明显的提高。

### 2 AODV 路由协议

按照路由发现机制的不同,传统 ad hoc 网络路由协议可以分为先应式路由协议和反应式路由协议。因为移动 ad hoc 网络动态变化的特性,先应式路由协议应用在这种网络中存在明显的缺陷,所以实际中常使用反应式路由协议。

先应式路由协议中应用最广泛的是 AODV(ad hoc on-demand vector)路由协议。AODV 协议在 DSDV 协议的基础上,结合早期的按需路由协议 DSR 中的按需路由机制改进后提出来的。和 DSDV 不同的地方在于,AODV 协议是一种按需路由协议,即当有来源端主机想传送资料时,才开始建立来源主机至目的主机的路由(Route),AODV 协议采用多跳转发分组方式而不是源路由方式,所以在每个中间节点隐式保存了路由请求和回答的结果<sup>[8]</sup>。

AODV 使用传统的路由表,路由表包含对每一个目的节点的路由项。不在活动路径上的节点不需要维护任何一条路由信息,也不需要周期性的路由表的交换。而且,只有在源节点需要传输数据到目的节点和源节点无到目标节点的路由时才发起 RREQ(路由请求分组)。如图 2 所示:RREQ 包括源节点地址、源节点序列号、广播序列号、目的节点的地址,目的节点序列号、跳数,源节点地址和广播序列号唯一标识了一个 RREQ,当源节点发送一个 RREQ 时,广播序列号就加 1,

而中间节点收到 RREQ 时,首先根据该 RREQ 提供的信息建立到上一跳的反向路由,紧接着查找自己的路由表,如果有到目的节点的有效路由项,则通过反向路由由传送路由应答 RREP。如图 2 所示:路由应答 RREP 包括源节点的地址,目的节点地址,目的节点序列号,跳数,生存时间。否则将收到的 RREQ 广播给邻居节点,直到该 RREQ 到达目的节点,由目的节点生成 RREP,并沿已建立的反向路由由传送给源节点。当同一个 RREQ 有若干个不同的 RREP 时源节点将选择目的节点序列号最大的路由,或在目的节点序列号相同时,选择经过的路由跳数最少的路由,建立起的路由可以在有效期内使用。如果在沿建立的路由进行传输过程中,发现路由由中断,由断路处的前驱节点广播路由由出错消息 RRER 给邻居节点。RREP 包括无法达到的目的节点地址与序列号,所有收到 RRER 的节点将相应的路由设置为无效,并再次广播 RRRR,源节点收到 RREP,当源节点收到 RRER 后将重启路由由建立过程,AODV 路由由协议的建立过程如图 1 所示<sup>[9-10]</sup>:

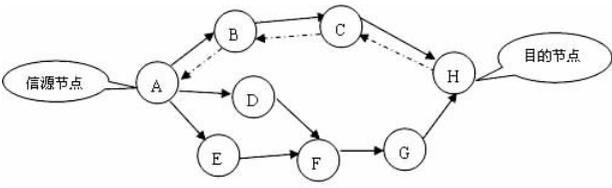


图 1 AODV 协议路由建立过程



图 2 路由请求分组和应答分组格式

### 3 AODV 算法的不足与改进

AODV 算法简单可靠,适合在移动 Ad Hoc 网络中使用,它支持组播功能,而且使用 IP 地址,方便与已有网络连接,但 AODV 也存在各种各样的问题。

本文重点研究在 Ad Hoc 网络中信源节点比总节点少得多的情况下 AODV 算法的缺陷。如前面所讲,AODV 协议的路由发现过程是基于源节点的 RREQ 和

目的节点的或中间路由节点的 RREP,由于在反向路由的广播信道传送 RREP,使得正在建立的路由的周围结点都有到信宿节点的路由。当 Ad Hoc 网络源节点比例较少时,目的节点收到的路由请求较少,这样目的节点就只能进行较少次数应答,网络中其它节点收到的目的节点信息就较少,这样对于目的节点信息更新不及时,源节点发起建立路由时候成功率就会大大下降<sup>[11]</sup>。

在这种情况下,通过增加上述 RREQ 广播次数,理论上可以提高 AODV 路由协议性能。但是由于 RREQ 分组不能随便增广播次数,因为容量增加网络的路由控制开销、拥塞等<sup>[11]</sup>。所以本文通过增加 RREP 分组的回应,来提高 AODV 协议在信源节点比例较少的时的路由性能。具体的算法如下:

当一个拥有足够新的到信宿的路由的中间节点,或者是信宿节点自身,在“路由发现生存时间”内,如果第二、三次收到相同的 RREQ(即源节点 ID 与广播 ID 相同),不直接丢弃,而是都应答。通过节点第二次、第三次发送 RREP,有助于信宿节点周围节点记住到信宿节点的路由,我们将此协议算法称之为 AODV-Three-Reply,简称 AODV-TR。除了信源节点,其它节点再次收到 RREP 做相同的处理,信源节点对后两次的 RREP 不处理而直接丢弃。这样做是因为再次建立的路由实际上往往不如首次 RREP 的路由,所以信源节点设定保留首次 RREP 时建立的路由。下面我们给出 AODV-TR 应答路由的图示说明(见图 3):

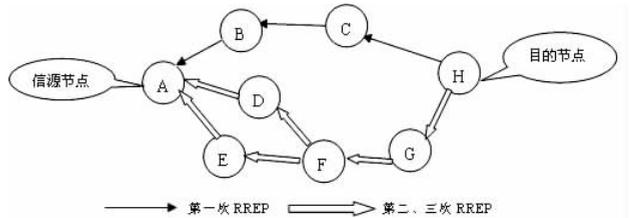


图 3 AODV-TR 应答

### 4 仿真实验

针对上述 AODV-TR 协议,进行软件仿真。仿真使用 ns-2.33,工作平台为 fedora7.0,仿真参数如表 1 所示<sup>[11]</sup>:

表 1 实验仿真参数

参数名	数值
节点数	50
仿真区域	1000 * 1000m <sup>2</sup>
信源节点数	3
数据流格式	CBR
传输范围	250m
仿真时间差	250ms
信道带宽	2Mbps
数据包大小	512bytes
路由协议	AODV/AODV - TR

当节点的最大移动速度改变时, AODV - TR 和 AODV 在路由成功率、数据传送量、路由开销和数据传送成功率等 4 个方面的性能比较如图 4 ~ 图 6 所示。

相同时间内传输的数据量是路由协议性能的一个重要标准。从图 4 可知, 在信源节点数量少时, AODV - TR 因为更容易建立路由, 所以传输的数据量比原始的 AODV 路由协议要多些<sup>[13]</sup>。

图 5 给出了两种路由协议的路由开销比较。由图 4 可知, 在节点的最大速率从 1m/s 到 15m/s 时, AODV - TR 使用的路由协议分组占能信总量要明显少于 AODV 路由协议, 即 AODV - TR 传输的效率更高, 这也是因为 AODV - TR 能更快的发现路由<sup>[14]</sup>。

图 6 表示改进前与改进后协议不同的数据传输成功率。由图 6 可见, 随着节点的运动速度加快, 因为网络的拓扑结构改变越快, AODV 和 AODV - TR 协议的数据传输成功率都有所下降, 但是 AODV - TR 的数据传输成功率更好些<sup>[12,15]</sup>。

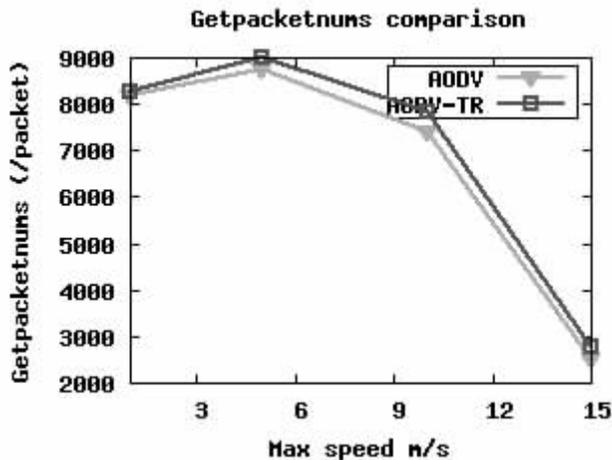


图 4 传送数据量比较

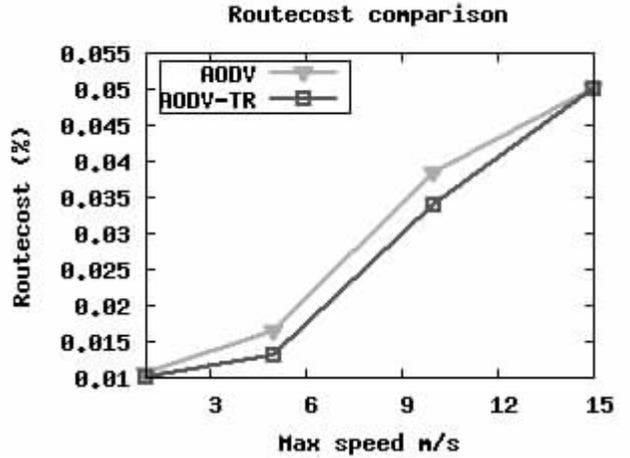


图 5 路由开销比较

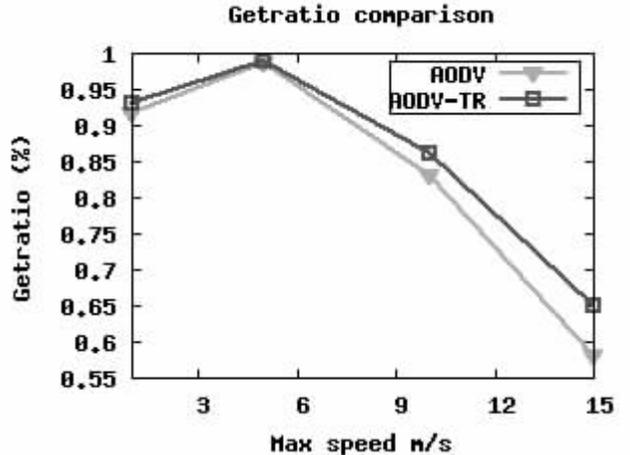


图 6 数据传输成功率比较

## 5 结论

通过上面的分析, 本文从 AODV 协议的路由建立的原理出发, 在多跳移动 Ad Hoc 无线网络中同一时间信源节点数目占总节点数比例较少时, 提出了一种改进的路由协议—AODV - TR 协议, 也就是目的节点及拥有通往目的节点的二次和三次应答。AODV - TR 协议使得更多的节点拥有到目的节点的路由信息, 从而使原节点更容易建立路由。从仿真的结果来看, 在给定的一条件下, 改进的 AODV - TR 协议比原始的 AODV 协议的路由性能有较大的提高。

## 参 考 文 献

- 1 王金龙,王呈贵,吴启辉,等. Ad Hoc 移动无线网络. 北京:国防工业出版社,2004.
- 2 方旭明. 移动 Ad Hoc Networking . Addison Wesley,2000.
- 3 Liu J, Singh S. ATCP;TCP for mobile ad hoc networks, IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2001,19(7):1300 - 1315.
- 4 Xu J, Li Z, Liu QM, Liu FY. An adaptive clustering routing transition protocol in ad hoc networks Computer Communications, 2008,31(10):1952 - 1960.
- 5 Cheng Z, Heinzelman WB. Discovering long lifetime routes in mobile ad hoc networks Ad Hoc Networks, July 2008,6(5):661 - 674.
- 6 Rosati L, Berioland M, Real G. On ant routing algorithms in ad hoc networks with critical connectivity Ad Hoc Networks, Aug 2008,6(6):827 - 859.
- 7 Jain S, Das SR. Exploiting path diversity in the link layer in wireless ad hoc networks Ad Hoc Networks, Jul2008,6(5):805 - 825.
- 8 Macker JP, Corson MS. Mobile Ad Hoc Networking and the IETF. Mobile Computing and Communications Review, 1998,2(1):9 - 14.
- 9 Perkins CE, ROyer E. Ad Hoc On - demand Distance Vector Routing. 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Feb. 1999:90 - 100.
- 10 Perkins CE. Ad hoc On Demand Distance Vector Routing, Mobile Computing Systems and Applications, 1999.
- 11 Tauchi M. Ad - Hoc Routing Protocol Avoiding Route Breaks Based on AODV, System Science, 2005.
- 12 Gong MX, Midkiff SF, Ma S. On - demand routing and channel assignment in multi - channel mobile ad hoc networks Ad Hoc Networks, In Press, Corrected Proof, Available online 5 December 2007.
- 13 汪李峰,于全,戴浩,等. 移动 Ad Hoc 网络仿真框架. 系统仿真学报,2002,(8):1000 - 1103.
- 14 胡海燕,吴蒙. AODV 路由协议安全性改进与 GloMoSim 仿真. 南京邮电学院学报,2005.
- 15 于斌,孙斌,温暖,等. NS2 与网络模拟. 北京:人民邮电出版社,2007.