

一种改进的基于 AODV 的分簇路由协议

阎 英¹, 刘伯红², 彭海英¹

(1 重庆邮电大学 通信与信息工程学院, 重庆 400065; 2 重庆邮电大学 计算机科学与技术学院, 重庆 400065)

摘 要: 基于距离向量的按需路由协议 AODV 是移动 Ad Hoc 网络研究的热点之一. 文中提出一种基于 AODV 的分簇路由协议 CAODV, 该协议通过增加分簇机制, 将 AODV 协议改进为层次型的路由协议. 与 AODV 协议仿真比较后可以看出, 改进后的 CAODV 协议在分组转发率和路由开销方面的性能有较大提高.

关键词: 移动 Ad Hoc 网络; 路由协议; AODV; CAODV; 分簇

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)06-0201-04

An Improved Clustering Routing Protocol Based on AODV

YAN Ying¹, LIU Bo-hong², PENG Hai-ying¹

(1 College of Telecommunication, Chongqing University of Post and Telecommunication, Chongqing 400065, China;

2 College of Computer Science, Chongqing University of Post and Telecommunication, Chongqing 400065, China)

Abstract: The algorithm of Ad Hoc on-Demand Distance Vector (AODV) routing protocol is one of the research hotspots in wireless Ad Hoc network. This paper offers a clustering routing protocol (CAODV) based on AODV protocol. Through adding clustering mechanism in AODV, AODV protocol is improved as a hierarchical routing protocol. Simulation results show that packet delivery fraction and normalized routing load of improved protocol has better performances than AODV protocol.

Key words: wireless Ad Hoc network; routing protocol; AODV; CAODV; cluster

1 引言

按照网络逻辑结构的不同, 移动 Ad Hoc 网络中的路由协议可以分为两类^[1]: 平面路由协议和分层路由协议. 平面路由的优点是完全分布式控制, 路由协议的可靠性较好, 网络通信流量平均地分散在网络中^[2]. 基于距离向量的按需路由协议 AODV 就是一种简单、高效的平面路由协议, 容易实现, 具有相当的实用性. 但当网络节点数较多时, 协议的性能就会急剧下降, 由此产生了分层路由协议^[3-4].

分层路由协议中网络节点按分簇算法分成相应的簇^[5], 分级结构通常有骨干网与分支子网组成的两层网络结构和多级分层结构. 在两级网络结构中, 骨干网由较为稳定、综合性能较好的骨干节点(簇

首)组成, 其他移动节点按照某种策略组成每个分支子网络. 分支子网络又称为簇. 分层路由协议的优点是适合大规模的自组网环境, 可扩展性较好^[6].

一般来说, 层次型路由协议的可扩展性要好于平面型路由协议^[7], 文中提出了一种基于 AODV 的分簇路由协议 CAODV, 用以改善 AODV 协议可扩展性较差的问题.

2 一种改进的基于 AODV 的分簇路由协议

CAODV 路由协议是以 AODV 路由协议为基础, 结合分簇技术形成的一种新的 Ad Hoc 网络路由协议. 对网络节点密集, 数据传送集中, 易发生拥塞的区域进行分簇; 选择其中负载最轻的节点做为簇头, 以该节点和其周围的一跳邻居节点建簇. 由簇

收稿日期: 2009-04-07; 修回日期: 2009-07-21

基金项目: 重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJ080522)

头负责管理簇内节点数据量的传输,对簇内比较繁忙节点的数据包通过簇头进行管理,合理地将数据量给簇内其他节点,将本需要该节点承担的数据量由簇内所有节点共同承担,这样既减少了数据量集中节点的负载压力,又增加了数据量较少的节点的数据流量,有效缓解了网络的局部拥塞,使得网络节点的负载分布更加均衡.而对数据量传送较少的区域,不进行分簇,可以避免无谓的增加整个网络中簇的个数,减少了建簇和维护簇的开销,达到合理利用资源的目的.如果该网络中存在多个簇,簇与簇之间是相邻簇,则簇与簇之间的数据包通过簇头间传输后分配给簇内的其他节点;簇与簇之间是非相邻簇存在中间节点,则簇与簇之间的数据包由一个簇头通过中间节点到达另一个簇头后再分给簇内的其它节点进行传输.在簇内部,由簇头负责合理分配资源,在簇外部,通过 AODV 路由协议将各个簇联系起来,有效增强了节点间的传输效率,提高 Ad Hoc 网络的性能^[8].

同 AODV 路由协议一样,CAODV 的路由分组仍是路由请求分组(RREQ)、路由应答分组(RREP)和路由错误报告分组(RERR)三种,并不增加任何新的分组.其中 RREQ、RERR 为广播分组,RREP 为单播分组.该协议一共维护两张表,一张是路由表 RT,另一张是广播序号表,两张表中所存储的信息都有时间期限,一旦超过其有效期,该项就会被标示为无效或者从表中删除.

当有需求产生时,源节点发出 RREQ 进行路由侦测.在 RREQ 的处理上,如果该节点的标志位指示为普通分组,则只有在收到它的节点为簇首或者网关时,才进行转发,否则丢弃;若 RREQ 为建簇分组,则各节点都对其加以转发,并根据分簇算法确定自己在簇中的角色.

当收到 RREQ 的节点为目的节点,或者虽不是目的节点,但具有到达目的节点的路由,且其目的节点序列号大于或等于 RREQ 所携带的节点序列号时,发出路由应答分组 RREP.转发 RREP 的节点仅在自身已知的到目的节点路由的序列号小于或等于 RREP 的目的节点序列号,而 RREP 的跳数又小于节点已知的到目的节点的路由的跳数时,才更新该路由表.

2.1 CAODV 路由协议中分簇算法

CAODV 路由协议中每个节点有五种状态供选择,这些状态分别是初始化、准簇首、簇首、普通节点、网关节点等.

2.1.1 分簇分组的产生

当一个节点 S 需要向全网广播 RREQ 分组 P 时,它首先检查自己的状态,若是初始化节点则将自己的状态改为簇首,标志 P 为具有建簇作用的分组,发起广播;否则,将分组标志为普通广播分组,并广播出去.若 P 没有到达目的节点,则源节点重发分组 P.

2.1.2 分簇分组的处理和转发

(1)当中间节点 M 收到节点 S 发来的分组 P 时,判断这是一个什么样的分组.若为普通广播分组则根据自己的状态进行处理,当 M 为簇首或者簇网关时,就转发这个分组,否则丢弃;若 P 为具有建簇作用的分组,进入(2).

(2)节点依据 P 所标示的 CS 标志位判断 S 是否是簇首.如果 S 是簇首,M 将自己设为普通节点,并转发分组;若 S 不是簇首,M 将自己变为准簇首状态,随即延时一段时间,然后进入(3).

(3)节点 M 确认是否从其他簇首收到过相同的分组 P.没有从其他簇首收到过相同的分组 P,节点就将自己设为簇首,并在该分组中作出标识,进行转发;若收到来自其他簇首转发的同一个分组 P,节点 M 则将自己的状态由准簇首变为普通节点,设置标志后转发.

2.1.3 节点发送 RREQ 分组的过程

(1)节点首先确认路由表中的路由是否有效.如果路由表中没有有效路由,就进入(2).

(2)确认 RREQ 的发送次数是不是超过了上限 RREQ-RETRIES.如果超过了,就进入(3);没有,进入(4).

(3)节点重新设定 TIME-OUT 时间值,并将发送缓存中的数据丢弃.

(4)判断发出 RREQ 请求的节点是否为初始化节点.节点状态为初始化时,进入(6);节点不是初始化节点时,进入(5).

(5)判断发送次数是否超过 BY_CLUSTER_RETRIES 的值.如果没有超过,就将 RREQ 分组标志为普通分组并发送;如果超过 BY_CLUSTER_RETRIES 的值,进入(6).

(6)将 RREQ 分组标志为建簇分组,并将发出此 RREQ 分组的节点设为簇首,重新设置 TTL,进入(7).

(7)判断 TTL 是否为 0.如果是 0,将 TTL 的值设置为 TTL_START;TTL 值不是 0,进入(8).

(8)判断 TTL 是否小于门限值.是,增加 TTL

的值;否,将 TTL 的值设为 NETWORK_DIAMETER,进入(9).

(9)记录下次要用的 TTL 值,重新设置路由请求超时时间,填写 RREQ 分组内容,并发送 RREQ 分组.

2.2 路由表的建立与维护

簇首定期发送 Hello 分组,分组里注明自己是簇首,所有收到簇首 Hello 分组的簇成员更新自己的路由表.簇首的路由表中包含有该簇内所有成员的路由,但是簇首不必在簇内广播自己的路由表.簇内的成员节点不用保存到簇内其他成员节点的路由,但必须保存到自己的簇首的路由.每个节点还会通过交换 Hello 数据包建立到自己邻居的路由,并建立邻居路由表.

整个网络被划分成不同的簇,簇首之间不用定期交换路由信息.簇内的网关保存着到相邻簇首的路由表,簇首可以通过查询网关的路由表而得到自己周围的簇首的路由.

2.3 节点状态的转换

(1) 网关节点

当节点发现自己的簇首集中有两个或者两个以上的簇首 IP 地址时,就将自己设为网关.当节点发现相邻节点传来的 Hello 分组中的簇首集与自己所在簇的簇首集没有交集或收到簇首不可达的 RERR 时,即认为簇产生了分离,此时节点宣布自己为簇首,簇结构将重新划分.

当网关收到来自另一个簇首的 Hello 分组后,就自行退化为普通节点,并延迟一段时间后才允许其重新竞争网关,这期间若再次收到来自网关的消息则刷新延迟计时.

(2) 簇首节点

当簇首节点发现自己的簇成员表中的成员数为 0 时,将自己设为初始化节点.

(3) 普通节点

当普通节点发现自己的簇首不可达时,将自己的状态设为初始化状态.

3 仿真及结果分析

3.1 仿真参数设置

仿真网络中有 40 个节点,随机分布在 1000m×800m 的范围里,以节点的最大移动速度和随机停顿时间两个参数控制网络拓扑变化程度,仿真时间 200s.业务方面,在 40 个节点的情景中分别随机产生 10 个 CBR 连接,每秒产生 10 个包.具体仿真参

数见表 1.

表 1 仿真参数

参数	设定值
节点数	40 个
节点运动范围	1000m×800m
节点最大运动速度	20m/s
节点最小运动速度	0m/s
暂停时间	10s
仿真时间	200s
通信业务类型	CBR
数据包发送率	10 包/s
最大连接度	10

3.2 仿真结果分析

(1) 分组转发率

如图 1 所示,CAODV 协议的分组转发率比 AODV 协议的有所提高.由于 CAODV 协议采用分簇路由机制,有快速路由查找和普通路由查找两种方式.快速路由查找是按源节点-簇首-网关-簇首-网关-目的节点方式实施的.如在规定的时间内未找到路由,再采用普通的路由查找方式来查找.由于分簇建立起来的快速路由的存在,减少了中间节点,使得分组转发率得到提高,路由更加优化.

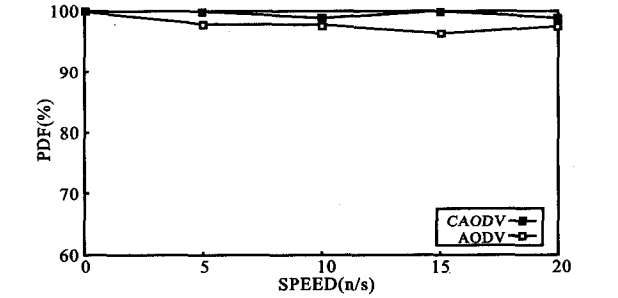


图 1 AODV 和 CAODV 分组转发率比较

(2) 平均端到端的时延

图 2 中 CAODV 的平均端到端时延较之 AODV 有少量的增加,这主要因为改变了 AODV 路由发现机制,每次进行路由探寻时总要先试图依靠簇的帮助找到目的点,没有寻找到路由时才通过簇外节点查询路由.所以,分组数据的平均延迟会相应增加.当网络变为大规模网络时,AODV 的性能会迅速降低,由于分簇机制的存在,CAODV 的时延会优于 AODV 协议.

(3) 路由开销

当节点静止时,CAODV 协议和 AODV 协议的路由开销均较低.从图 3 中可以看出,由于节点移动频繁,使得两种协议的路由开销都比较高.相对于

AODV 路由协议, CAODV 的路由开销有一定程度的降低. 因为路由成本显著下降, 大大缓解了路由本身给网络造成的负担.

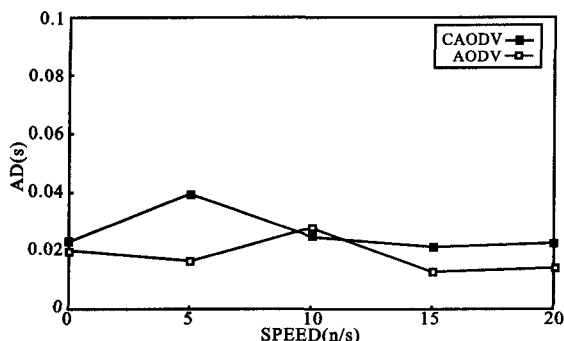


图2 AODV 和 CAODV 平均端到端时延比较

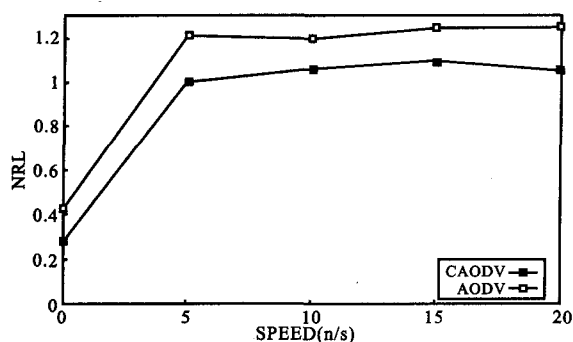


图3 AODV 和 CAODV 路由开销比较

4 结束语

通过对 CAODV 协议和 AODV 协议在不同条件下的仿真结果进行对比可以看出, CAODV 协议在分组转发率和路由开销两个方面的性能都要比原协议有所改进. 由于引入了分簇机制, 在网络规模较小时, CAODV 协议在平均端到端时延方面的性能比 AODV 协议有所降低, 但是随着网络规模的变大, AODV 的性能会因为节点数目的增加而迅速降低, 层次型路由协议 CAODV 在时延时延方面的性能会优于 AODV 协议. 分层路由协议 CAODV 较平

面 AODV 协议优越的性能就会得以体现. 所以改进后的分簇路由协议 CAODV 可以在一定程度上解决 AODV 协议可扩展性较差的问题.

参考文献:

- [1] Giordano S. Mobile Ad Hoc networks. In Handbook of wireless network and mobile computing, ed. I. stcimenovic[M]. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [2] Ramanathan R, Redi J. A brief overview of ad hoc networks: challenges and directions[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40(5): 20-22.
- [3] 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(5): 89-92.
- [4] 庄雷, 孙智军. 一种增加时限和延迟的 AODV 协议改进方法[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(8): 180-182.
- [5] Royer E. M, Chai - Keong Toh. A review of current routing protocols for Ad hoc mobile wireless network[J]. IEEE Personal Communication, 1999, 6(2): 46-55.
- [6] Kim D K. A new mobile environment: mobile Ad hoc networks[J]. IEEE Vehicle Tech. Soc. News, 2003(8): 29-35.
- [7] Charles E Perkins, Elizabeth M. Belding - Royer, et al. Ad hoc on demand distance vector (AODV) routing[R]. Santa Barbara: University of California, 2003.
- [8] Charles E Perkins, Pravin Bhagwat. Highly dynamic destination sequenced distance - vector routing (DSDV) for mobile computers[C]// Proceedings of the SIGCOMM'94 Conference on Communications. London: 1994: 234-244.

作者简介:

阎英女, (1977-), 硕士, 讲师. 研究方向为宽带网络技术.

刘伯红 男, (1973-), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机网络技术.

彭海英 女, (1973-), 硕士, 副教授. 研究方向为计算机通信网.

(上接第 200 页)

- [8] Joshua Jeffrey Yi. Improving processor performance and simulation methodology[D]. Minnesota: The faculty of the graduate school of the university of Minnesota, 2003.

作者简介:

喻明艳 男, (1965-), 教授. 研究方向为 VLSI/SoC 设计方

法及其实现技术研究、计算机体系结构.

姜难难 男, (1984-), 硕士研究生. 研究方向为嵌入式处理器体系结构与 SoC 设计.

杨兵 男, (1976-), 博士研究生. 研究方向为高性能计算机系统结构.