

AODV 的本地修复改进机制

薛强, 吕光宏

(四川大学计算机学院, 成都 610000)

摘要: 介绍自组网和路由协议, 对 AODV 中的链路修复问题进行分析, 提出优化方案并给出具体实现。优化方案使用 overhearding 技术侦听邻节点路由信息, 通过广播数据包来完成路由查找和修复的任务。通过模拟试验发现, 与传统方法相比, 该方案可以减少重路由带来的时延, 在一定程度上减少了路由开销。

关键词: 自组网; AODV; 本地修复; 网络模拟

Improved Local Recovery Mechanism in AODV

XUE Qiang, LV Guang-hong

(College of Computer Science, Sichuan University, Chengdu 610000)

【Abstract】 This paper introduces Ad Hoc networks and the routing protocols, presents the analysis and simulations of the link repair of the Ad Hoc On-demand Distance Vector(AODV) protocol and provides a new scheme to improve the performance of link repair. By overhearding the routing information, the new scheme uses broadcasting to repair broken routes. Simulations results indicate that the improvement in less delay and routing overhead while compared with the traditional method to some extent.

【Key words】 Ad Hoc; Ad Hoc On-demand Distance Vector(AODV); local repair; network simulation

1 概述

随着电子技术和无线通信的发展, Ad Hoc 网络引起了广泛的关注。Ad Hoc 网络, 又称移动自组网, 是由地理位置上分散的主机节点通过无线信道连接而成的网络, 它不需要固定的基础设施的支持, 因此, 可以快速和相对廉价的方式建立网络, 正是由于这些特性, Ad Hoc 网络被广泛地应用于军事领域、灾难救援、举办会议等方面。

Ad Hoc 网络不同于传统的有线网络。在 Ad Hoc 网络中, 各节点通过完全分布式的路由算法自动地组成一个多跳的、临时性的网络。在 Ad Hoc 网络中, 当 2 个移动主机在彼此通信覆盖范围内, 它们可以相互通信, 如果 2 个相距较远的主机通信, 则必须通过其他移动主机的转发, 因此每个主机同时也是路由器, 负责为其他的主机转发报文。由于在 Ad Hoc 网络中, 节点一般都是能源有限的, 无线通信范围受限, 无线信道固有的不稳定性和节点的可移动性, 网络拓扑结构的变化比较频繁。也由于 Ad Hoc 网络是一个临时性、自组织的网络, 其路由方式是一种分布式算法, 不存在集中式的控制中心。因为采用了无线传输技术进行通信, 所以与传统网络相比, 带宽较小, 并且由于节点间共用信道, 使得节点获得的可用带宽远小于实际链路所能提供的最大传输带宽。这些特点使得基于传统机制的路由协议如 RIP 等, 不再适合 Ad Hoc 网络。

根据 Ad Hoc 网络特点, 目前已经提出了多种 Ad Hoc 路由协议, 主要有: DSDV^[1](Destination-Sequenced Distance Vector), OLSR^[1](Optimized Link State Routing), DSR^[1](Dynamic Source Routing), AODV^[1-3](Ad-hoc On-Demand Distance Vector), ZRP^[1](Zone Routing protocol)等。这些路由协议大致上可以分为表驱动和按需路由协议。

表驱动路由协议, 在每个节点都维持一张路由表。表中包含到网络中其他所有节点的路由信息, 当网络拓扑发生改

变时, 发送路由更新信息来更新路由表。当有数据需要发送时, 从本地路由表查找路由消息, 直接发送, 如 DSDV, OLSR 等。而按需路由协议则在节点有数据需要发送时, 才发起路由请求过程, 建立路由, 然后发送数据, 如 AODV, DSR 等。还有混合式路由协议, 即结合表驱动和按需路由协议的路由协议, 如 ZRP。

由于 Ad Hoc 网络的特性, 网络拓扑结构容易发生变化, 已经建立的链路容易中断, 需要有源节点发起重路由, 或者进行链路修复过程, 使路由开销增大, 提高数据包的发送延迟。本文提出了一种新的方法来改进 AODV 的本地链路修复算法, 使用 NS-2 来模拟该改进协议, 并分析结果。

2 AODV

AODV 协议是移动自组网的一种按需路由控制协议, 是迄今为止少数几个通过 IETF 批准成为 RFC 文档的移动自组网路由协议之一。它的主要优点在于: 通过使用序列号来避免出现路由环路; 支持中间节点应答, 能使源节点快速获得路由; 报头不需携带路径, 提高了带宽利用率; 节点只存储需要的路由, 减少了内存需求; 能快速响应活跃路径上的断链; 具有良好的可扩展性等。

2.1 路由发现过程

当源节点有数据需要发送时, 首先查找自己的路由表, 当在路由表中存在有到目的节点的有效路由时, 则按照该有效路由由立刻发送数据。当没有有效路由路径存在, 则发起路由请求过程。源节点创建一个路由请求报文 RREQ, 并向其邻节点广播。RREQ 报文, 包括目的节点地址、目的节点序列号、广播序列号、源节点地址、源节点序列号、上一跳地

作者简介: 薛强(1983 -), 男, 硕士研究生, 主研方向: 无线网络; 吕光宏, 教授、博士

收稿日期: 2007-11-20 **E-mail:** qiangxue_wx@yahoo.com.cn

址和跳数。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,接着查找自己的路由表,如果存在有到目的节点的有效路由,则通过已建立的反向路由返回路由应答报文 RREP,包括源节点地址、目的节点地址、目的节点序列号、跳数和生存时间。否则向邻节点广播 RREQ,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发送给源节点。当同一个 RREQ 有若干不同的 RREP 时源节点将选择目的节点序列号最大的路由,或者在目的节点序列号相同时,选择跳数最小的路由。

2.2 路由维护过程

由于自组网节点的移动性,已经建立的网络拓扑结构会随着节点的移动而发生改变;加上无线通信的固有特性,链路的连通性也动态发生变化,因此在自组网中对链路进行监测和修复,进行路由维护一直是其路由协议的关键技术之一,确保所需路由的连通性。AODV 协议通过诸多手段来进行路由的维护,包括定期发送 Hello 报文、链路本地修复及链路本地修复失败后向源节点发送 RERR 报文以通知该链路断开。其思想是:每个节点周期性地向邻节点广播 Hello 报文。如果给定时间 t 后,邻节点没有收到确认连接的 Hello 报文,则认为该节点已经与自己断开连接,将自己路由表中所有以该节点为下一条节点的路由都设为失效状态。AODV 路由协议允许进行本地链路修复,这个节点将启动路由发现过程,广播 RREQ 以便建立新路由,如果在给定时间里能重新建立起有效路由,就接着发送数据,如果建立路由不成功,则向上游节点发送 RERR。路由失败后先进行本地链路修复可以减少数据传送的延时,提高数据包的发送率。

3 方法的改进

传统的本地链路修复是当链路发生中断时,如果该中断链路的上游节点距离目的节点的距离小于到达目的地的跳数时,由中断链路的上游节点发起本地链路修复过程。该节点向目的节点广播 RREQ 报文,同时缓存数据,如果在给定时间内路由成功,则该节点将缓存数据向目的节点发送。如果一段时间后没有有效路由可以发送数据,则丢弃缓存的数据,同时向源节点发送 RERR 报文,报告路由失败,由源节点重新发起路由请求。文献[4]提出了一种新的机制。首先断路链路的上游节点缓存数据,然后向源节点发送 RERR 报文,如果源节点还有数据需要发送,则由源节点重新发起路由请求过程。否则侦测到断路的上游节点以自己为源节点发起路由请求过程。如果在特定时间内不能建立路由,则缓存的数据被丢弃,以此提高报文发送率。文献[5]提出了通过侦听所有 PREP 报文,包括不是发给自己的 RREP 报文,在路由表中存储到节点的路由信息的思想来提高性能。文献[6]提出了一个新的本地修复机制,通过在节点中维持多跳邻居表和扩展路由表,来提供一种单播的本地修复功能。通过扩展 AODV 的 Hello 报文,周期性广播自己的多跳邻居表,每个节点都获得了一定跳数内的邻居信息。当有链路中断时,则开始执行本地修复。为了减少本地修复的路径长度,修复过程有 2 个次序:首先不同跳数间按一跳邻居开始到多跳邻居的次序寻找替换节点,然后相同跳数则按照从目的节点到失败链路的下一节点的次序寻找。

为了进一步减少端到端时延,减少路由开销,本文提出了一种改进方法。节点侦听所有 RREP 报文,包括不是发给自己的 RREP 报文。节点接收 RREP 报文,在本地路由表中记录相关路由信息,如果该 RREP 报文不是发给自己的,则

存放于可选路由表中。最后构成形成如图 1 所示的拓扑结构,在有效路径周围的节点也拥有到目的节点的路由信息。

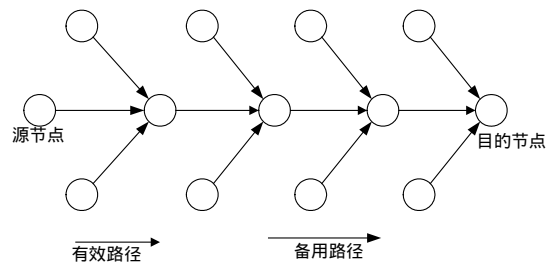


图 1 路由信息拓扑结构

当前有效路径中断时,如果该中断链路的上游节点距离目的节点的距离小于到达目的地的跳数,则将原有效路径设为链路中断状态,中断链路的上游节点向周围节点进行链路层广播数据,同时携带原有效路径中目的节点序列号,并且缓存随后到来的数据。周围节点收到广播数据,查找路由表,如果存在到目的节点的路径,且目的节点序列号大于等于广播数据包中的目的节点序列号,下一条节点不是发送该广播数据包的节点(防止环路产生),则将数据包沿该路径发送,并且将该路径设置为有效路径,向广播数据包的节点回送一个 RREP 报文,报告更新的路由路径,继续传送数据包。如果上游节点在一段时间后还没有有效路径,则向源节点发送 RERR 报文,丢弃缓存的数据。由源节点发起重新路由过程。

4 仿真

本节对本文的改进算法进行了模拟仿真,分析了其仿真结果,并与标准的 AODV 协议作了比较。使用的模拟环境是 NS-2(ns-allinone-2.30)模拟器,实验平台为 Fodera 5.0。

模拟实验的场景(由 NS-2 的 setdest 产生)为 $1\ 500\ m \times 300\ m$ 的平坦矩形区域,实验节点数为 50 个,使用 UDP 数据流(由 cbrgen.tcl)产生,最大连接数为 10 个,数据率为 4 packet/s,实验模拟时间为 400 s。节点运动模型为 Random Way-point,节点停留时间从 0 s~270 s 变化。节点运动速率为 $1\ m/s \sim 20\ m/s$ 随机变化。链路带宽为 2 Mb/s。

图 2 给出了端到端延迟的实验结果,实验结果表明,由于初始停留时间为 0,节点始终处于不断运动中,链路稳定性很差,有效链路周边节点的备用路由信息很快也失效,本地修复容易失败,造成时延的增大,大于传统的 AODV 协议。随着停留时间的增加,链路稳定性的增加和该路由本地修复的成功率增加,减少了端到端时延。

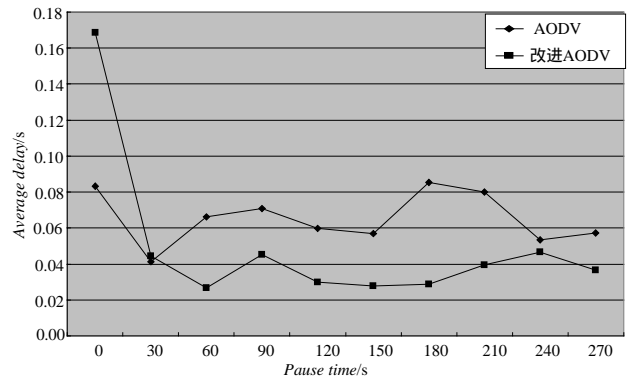


图 2 端到端时延

图 3 给出了路由开销的实验结果。实验结果表明,由于初始停留时间为 0,节点始终处于运动状态,链路稳定性很

(下转第 126 页)