

# 基于移动 Agent 的按需路由协议

李爱玲, 贺智平

(西安陆军学院信息化研究试验室, 西安 710108)

**摘要:** 提出一种新的移动 Ad Hoc 网络路由协议——DSR-Ant 按需路由协议。该路由协议结合 DSR 协议与蚁群路由协议的优点, 克服其缺点, 加入新的路由更新机制。仿真结果显示, DSR-Ant 能降低端到端延迟和整个系统的路由发现次数, 保持较高的连通性, 更适合实时通信。

**关键词:** DSR 协议; 移动 Agent; 路由协议

## On-demand Routing Protocol Based on Mobile Agent

LI Ai-ling, HE Zhi-ping

(Informatization Research Lab, Xi'an Military Academy, Xi'an 710108)

**【Abstract】** A novel routing scheme for Mobile Ad Hoc Networks(MANETs) DSR-Ant on-demand routing protocol is proposed in this paper. It overcomes the shortcomings of the DSR protocol and ant-based routing protocol by combining them and adding new routing mechanisms to enhance their capabilities and alleviate their weaknesses. Simulation results show that DSR-Ant on-demand routing protocol is more proper to real-time communication due to its low end-to-end delay and high connectivity.

**【Key words】** DSR protocol; mobile Agent; routing protocol

### 1 概述

传统的无线移动 Ad Hoc 网络路由协议主要分为主动路由协议和按需路由协议, 但是它们都有缺陷。主动路由协议, 如 DSDV<sup>[1]</sup> 总是不停地更新 Ad Hoc 网络中各个节点的路由表的路由信息, 这样很大一部分宝贵的网络资源被用于交换大量的路由表数据, 而减少了实际用于数据通信的网络资源。按需路由协议, 如 DSR<sup>[2]</sup> 在某个节点需要到另一个节点的路由时才主动进行路由发现, 这样节点间的实际通信就要等到路由确定了以后才能开始, 这尤其不适合实时通信。

用工作方式类似于蚁群的移动代理<sup>[3-5]</sup> 在网络中寻找路由和探索拓扑结构的方法是有效的, 但是蚁群算法在移动 Ad Hoc 网络中也有缺陷。在只使用蚁群算法寻找路由的情况下, 一旦某节点想要和其他节点通信但又没有相应路由时, 它就只能被动等待移动代理给它带来相应节点的路由。这样就会增加节点间的端到端延迟。有时还会因为携带移动代理的节点移动到了其他节点的通信范围以外或是这个节点处于休眠状态、关机状态而和其他节点失去了联系, 这样就会使系统中的移动代理总数减少, 降低路由效率。

本文将 DSR<sup>[3]</sup> 和蚁群路由(ant-based routing)相结合, 生成一种新的按需路由协议 DSR-Ant。相比以上 2 种协议, DSR-Ant 通过高连通性来减少端到端延迟和路由发现时长, 不会过多地占用网络资源。

### 2 新型的 DSR-Ant 按需路由协议

DSR-Ant 按需路由协议是为克服 DSR 和基于蚁群仿生的路由算法各自固有缺陷而将它们有机结合的一种按需路由协议。它增强了节点之间的联通性, 减少了端到端延迟和路由发现的持续时间。在传统的基于蚁群算法的路由协议中, 路由的建立完全依靠移动代理访问节点时给它提供路由信息。一个节点要想与其他节点通信, 但又没有到达这个节点的路

由, 那它只能被动等待移动代理给它提供到达目的节点的路由。而且, 大多数蚁群路由算法都没有像 DSR 协议中的路由维护部分。因此, 当某条路由失效时, 源节点并不知道而继续发送数据包, 这导致了大量的丢包现象。另一方面, DSR 因为要启动路由发现过程, 所以在建立联接时要耗费大量的时间, 使 DSR 不适合实时通信。而这正是蚁群算法的长处所在, 只要拥有通往目的节点的路径就可以马上开始发送数据。

在 DSR-Ant 按需路由协议中, 每个移动代理都是独立工作的, 在各个节点之间不断传递路由信息。同时, 每一个节点也可以在没有通往目的节点路由的情况下自发地发起路由发现过程。DSR-Ant 按需路由协议的描述如下:

(1) 各个节点都可以按自己的需要随时发起路由请求过程, 如: 当没有到达目的节点的路由或到目的节点的路由变为不可用时。

(2) 整个系统仍然采用 DSR 的路由维护策略, 这样有助于尽早发现失效的联接, 减少丢包率。

(3) 各个节点都有路由表用来保存已寻找到的路由, 但每个路由条目在 Cache 内的存在都有生存时间  $TTL$ , 视各节点的传输范围和移动速度而定, 如:  $TTL=r/v$ , 其中,  $r$  是传输半径;  $v$  为节点移动的平均速度。

(4) 各节点间有类似蚂蚁的移动 Agent 不断穿行, 它们的任务是在节点间获取和传递已知的路由信息。例如:  $A$  点有一个移动代理  $MA1$  将要移动至邻节点  $B$ , 此时  $A$  的路由表内容如下:

C : B D C  
M : E B X M

**作者简介:** 李爱玲(1975 - ), 女, 讲师、硕士, 主研方向: 信息抽取, 网络通信; 贺智平, 副教授、硕士

**收稿日期:** 2008-08-19 E-mail: lylial@sohu.com

Y:F I B Z Y

则 MA1 筛选出与节点 B 有关的子路由表:

C:D C  
M:X M  
Y:Z Y

并携带这个路由表转向 B 节点, 扩充或修改 B 的路由表, 若在扩充路由表时遇到目的地相同的条目, 则比较 2 个条目的跳数, 采用跳数少的。路由条目的 TTL 将保留, 并不因为移动到了新的节点而重新计时。这样就保证了路由不会过于陈旧而不适应 Ad Hoc 网络拓扑结构的变化。

移动代理的移动采用最老节点策略, 即每个移动代理都存储若干条已访问过的节点的记录, 该记录包括节点地址和一个代表新鲜程度的整数 *Time Count*。在移动代理选择下一跳节点时会将当前宿主节点的邻居节点与自己已访问节点的历史记录相比较, 选出第 1 个不在自己历史记录中的节点进行跳转, 如果恰好所有邻接节点都在历史记录中, 则选择 *Time Count* 值大的节点进行跳转。跳转结束后移动代理修改自己的访问记录, 如果新的宿主节点是从访问记录中选出的, 则置此节点的 *Time Count* 为 1, 并将其他记录的 *Time Count* 增 1。如果新的宿主节点不是从访问记录中选出的, 则删除记录中 *Time Count* 值最大者, 所有其他记录 *Time Count* 增 1, 加入新的宿主节点并设其 *Time Count* 为 1。

### 3 仿真模型

为了对比 DSR-Ant 按需路由协议、传统的 DSR 路由协议和蚁群路由协议的性能, 笔者进行了大量实验。由于无法构建真正的移动 Ad Hoc 网络, 因此选用网络仿真器(NS-2)<sup>[5]</sup>。NS-2 是一个离散事件仿真器, 它可以模拟无线多跳的移动 Ad Hoc 网络, 详见文献[5]。

仿真模型的主要参数设置: Ad Hoc 网络中节点总数: 50, 每个节点的传输半径为 250 m, 带宽为 2 Mb/s, 仿真时间对应实际时间 600 s。关于移动代理的数量和历史记录的长度, 在正式仿真前实验了这 2 个参数不同值的组合, 最后选择了一个系统开销和路由效率之间折中的方案: 对于 DSR-Ant 路由协议, 移动代理数量为 10, 历史记录长度为 12; 对于蚁群路由, 移动代理数与节点数相同, 为 50, 历史记录长度为 15。这 50 个节点将以 0~10 m/s 的速度在 1 200 m × 500 m 的长方形场地上随机移动, 仿真将以 6 种不同的暂停时间: 0, 30 s, 60 s, 120 s, 300 s, 600 s 进行若干次(暂停时间就是节点每 2 次移动的间隔时间)。仿真过程使用 20 个连续比特率(CBR)源, 发送速率为每秒 4 个数据包, 每个数据包 64 Byte。

### 4 仿真结果

#### 4.1 平均端到端延迟

端到端延迟是路由发现时间、队列延迟、重传延迟和传递时间之和。DSR, DSR-Ant 和 Ant 路由协议平均端对端延迟对比如图 1 所示。

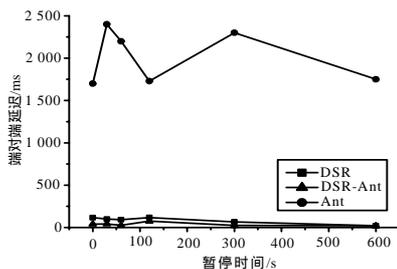


图 1 路由协议平均端对端延迟对比

可以看出, DSR-Ant 和 DSR 在端到端延迟方面的表现要

比蚁群算法优秀得多, 这是因为蚁群算法需要被动地等待移动代理带来路由信息。而 DSR-Ant 比 DSR 表现稍好是因为 DSR-Ant 不断地有移动代理更新和传递路由, 保持了较高的连通性, 相当一部分数据不用等待路由发现来返回一条可用的路由。即使 DSR-Ant 启动路由发现, 也会因为系统中的路由请求较少而较快地获得路由。

#### 4.2 标准化的路由开销

本文将标准化的路由开销定义为系统每成功接收一个数据包所需发送用于寻找路由的包个数。蚁群算法的路由开销是独立于系统的通信量的, 因为无论系统中有没有节点需要通信, 都有恒定数量的移动代理在节点间穿行。DSR 的路由开销依赖于系统的通信量, 节点通信时才会主动发出路由请求, 不通信时就不会有任何控制信息。而 DSR-Ant 则综合了这 2 方面的因素, 它既有少量的移动代理穿行于各个节点之间, 又有相对于 DSR 来说较少的按需路由请求。由实验结果可知, 蚁群路由的路由开销非常高, 这可能是因为发送数据包太少; DSR 的路由开销最低; DSR-Ant 的路由开销稍高于 DSR, 因为它还有少量的不断在各节点间穿行的移动代理。

#### 4.3 连通性

连通性是指平均每个节点拥有的有效联接数。DSR, DSR-Ant 和 Ant 路由协议连通性对比如图 2 所示, DSR-Ant 和蚁群路由因为有移动代理不断地为各个节点更新路由信息, 所以有较高的连通性, 高的连通性可以降低端到端延迟。

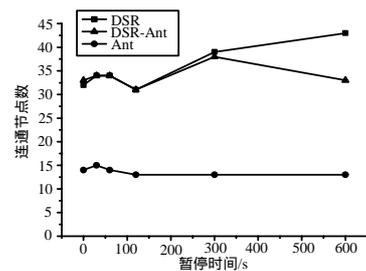


图 2 路由协议连通性对比

### 5 结束语

本文提出 DSR-Ant 按需路由协议, 克服了 DSR 和蚁群路由 2 种协议的缺点, 提供了更短的端到端延迟及更高的连通性。连通性的提高减少了路由发现的次数, 从而使 DSR-Ant 按需路由协议更适合于实时通信。得到以上优点的代价是提高协议的路由开销, 但从实验结果来看, 这样的代价是可接受的。下一步的研究重点是移动代理间的相互通信, 通过通信来优化各自所携带的路由信息, 也可以考虑将移动代理的代码和代理本身一起转移, 以适应异质的 Ad Hoc 网络结构。

#### 参考文献

- [1] Perkins C E, Bhagwat P. Highly Dynamic Destination Sequenced Distance-vector Routing(DSDV) for Mobile Computers[C]//Proc. of ACM SIGCOMM'94. London, UK: [s. n.], 1994.
- [2] Imielinski E, Korth H. Mobile Computing[M]. [S. l.]: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [3] Hayzeldon A. Software Agents for Future Communications Systems: Chapter 12[M]. [S. l.]: Springer-Verlag, 1999.
- [4] Matsuo H, Mori K. Accelerated Ants Routing in Dynamic Networks[C]//Proceedings of International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing. Las Vegas, Nevada, USA: [s. n.], 2001.
- [5] Fall K, Varadhan K. The ns Manual: The VINT Project[Z]. (2001-01-01). [http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/ns\\_doc.pdf](http://www.isi.edu/nsnam/ns/doc/ns_doc.pdf).

编辑 顾姣健