

基于 DSR 的位置预测分簇算法

陈靖¹, 罗樵¹, 黄聪会¹, 曹宝山²

(1. 空军工程大学电讯工程学院, 陕西 西安 710077; 2. 解放军 77546 部队, 西藏 拉萨 850001)

摘要 提出一种将动态源路由(DSR)协议与基于位置预测的分簇算法相结合的 Ad hoc 网络路由算法。算法中利用位置预测算法进行分簇,簇内成员无需路由功能,同时根据实际需要和应用环境做出合理的位置判断,针对动态变化的无线网络环境,进行归一化处理。算法中位置信息通过 GPS 或者自定位算法获取,簇头运行 DSR 协议充当路由转发器,使不同簇节点之间的通信依赖于各簇的簇头,大大减少了网络路由信息的冗余。模拟结果显示该算法性能具有良好的分组递交率和较低的平均端到端分组时延。

关键词 分簇算法;动态源路由协议;Ad hoc 网络

DOI 10.3969/j.issn.1009-3516.2011.01.012

中图分类号 TP391 **文献标识码** A **文章编号** 1009-3516(2011)01-0055-04

移动技术飞速发展的今天,人们希望可以在更自由的环境下使用网络。在某些特殊场合,仅依靠传统的基于基站的无线网络无法满足人们的需求。为了能够在没有固定基站和有线网络的地方进行通信,Ad hoc 技术应运而生。但目前这种技术还不成熟,需要优化之处比较多。高效的分簇算法是其中的研究热点。

Ad Hoc 网络的体系结构可以分成平面式或分级式。平面式结构中,网络中所有节点的功能和地位相等,不存在瓶颈节点,网络比较健壮,并且节点的覆盖范围比较小,相对比较安全。但在用户较多,特别是在移动的情况下,存在处理能力弱、控制开销大、路由经常中断等缺点,因此它主要适用于中小型网络。为了提高网络的可扩展性,大型 Ad Hoc 网络通常采用分级结构。分级结构的最大优点是网络的可扩充性好,网络规模不受限制,路由和控制开销要比平面结构的小,并且可以减少共享相同信道的节点的数目,从而降低碰撞概率。

经典的分簇算法有最小 ID 分簇算法、最高节点度分簇算法^[1]、最低节点移动性分簇算法^[2]等。它们没有充分考虑系统的负载平衡或系统的能量消耗。Ad hoc 网络的路由协议大致可以分为先验式路由协议和反应式路由协议^[3]。目的序列距离矢量(Destination Sequenced Distance Vector, DSDV)路由协议^[4]是目前应用最广泛的先验式路由协议。Ad hoc 按需距离矢量(Ad hoc On-demand Distance Vector, AODV)路由协议^[5]是 DSDV 的改进。动态源路由(Dynamic Source Routing, DSR)协议^[6]包含路由发现和路由维护 2 部分。源路由使得数据包可以根据已经获得的路径进行发送,中间节点只需根据携带在源路由包中的下一跳目的节点进行转发。同时,利用侦听到的路由信息,中间节点可以减少新的路由发现过程,大大提高性能。由于获得源路由后,通过比较可以很快发现重复节点,因此有效地避免了路由循环。

本文综合 Ad hoc 网络技术以及网络分簇技术,提出了一种将 DSR 源路由协议与基于位置预测的分簇算法相结合的路由算法(Position Forecast Algorithm based on DSR, PFDSR),并取得了较好的实验结果。

1 DSR 协议与位置预测算法相结合的设计方案

1.1 分簇算法的优势

* 收稿日期:2010-07-07

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(SJ08-ZT15)

作者简介:陈靖(1963-),女,山西洪洞人,教授,博士生导师,主要从事分布式计算及信息栅格研究。

E-mail:jingchen@263.net

文中算法是基于簇的路由算法,因为分簇结构使网络具有可扩展性,网络规模不受限制,路由和控制开销要比平面结构的小,并且可以减少共享相同信道的节点的数目,从而降低碰撞概率。分簇结构有以下5大突出优点:①有效地利用多信道,提高系统容量,优化网络带宽的应用,提高共享信道利用率。②有效地减少交换路由控制信息的开销,强化节点管理;③容易实现局部网络同步;④对于多媒体服务提供有效地 QoS 服务;⑤支持大规模的无线网络,可扩展性好。

1.2 DSR 协议与位置预测算法相结合的设计构架

采用分簇结构进行设计。处于同簇的节点间的关系是平等的。即使是簇头节点,对于簇内节点而言,它的簇头属性也是透明的。每个簇的半径严格限制在 1 跳以内,保证了簇内节点完全可以通过点到点的方式实现通信,簇内节点不需要具有路由功能,从而大大减少了网络路由信息的冗余。

处于不同簇的节点间的关系是分簇的,即不同簇的节点之间的通信依赖于各簇的簇头。每个簇的簇头要实现 DSR 协议,充当路由转发器,更新和保持整个 Ad hoc 网络的拓扑结构。分簇结构在保证各个簇的半径为 1 的同时,又为节点的路由提供了可扩展的功能。理论上,像这样由平面结构和分簇结构结合而成的路由算法具有无限的扩展性。

在本文设计中,簇头使用唯一簇标识(Exclusive Cluster Identifier, ECID)组织一个簇,即簇内的节点都通过将自己设置成为簇头所规定的 ECID 来加入簇。不同簇之间的 ECID 不同,簇内节点不能直接通信,只能通过簇头转发数据。用 ECID 来标识一个簇可以使该设计方案与有固定设施的无线网络保持兼容,因为无线接入点也是通过 ECID 来标识一个子网的。

在同一个簇内处于平面结构的节点可以进行点到点的通信。本文将路由仅仅限制在簇间,簇半径严格控制在 1 跳以内,每个节点都由簇头分配一个 IP,整个簇形成一个子网,簇内节点的通信都在子网内部进行。簇间的通信要经簇头中转,簇内和簇间的区别对于簇内节点(除去簇头)而言透明。见图 1。

簇内节点在通信时,首先扫描周围可见范围内的 ECID,得到一个 ECID 的列表。若 ECID 列表为空,则该无线节点所在范围内没有任何簇存在,该节点将自

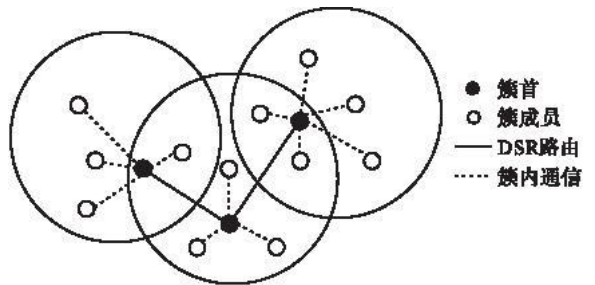


图 1 基于 DSR 的位置预测分簇示例图

Fig. 1 Clustering Algorithm of Position Forecast

己设簇头,同时倾听其他节点的加入。若 ECID 列表不为空,则该无线节点遍历 ECID 列表。对于列表中的每个值,无线节点都把自己的 ECID 设置成与之相同的值,然后广播一个 IP 请求包。若该 ECID 对应的无线节点支持分簇组通信,则返回一个 IP 应答包。请求 IP 的节点在收到这个应答后,将自身的 IP 设置为对应值,并开启 2 个线程,一个是用来监听其他节点发送来的请求包,另一个线程周期性地广播包给簇内其他节点,从而周期性地更新簇内节点列表和共享资源列表。

1.3 分簇结构的设计

1.3.1 基于位置预测的分簇算法

基于位置预测的分簇算法的提出是为了改善分簇结构网络的总体性能,最大限度地发挥分簇结构的优势,并根据实际需要和应用环境做出合理的位置判断,针对动态变化的无线网络环境,进行归一化处理^[7]。

基于位置预测的分簇算法与以前提出的分簇算法的区别在于:簇首选择是基于移动位置预测的。算法引入了虚簇的概念,位置信息可通过 GPS 获取,或者使用文献[8]中的自定位算法。一个移动自组网覆盖的地理区域划分为多个静态的虚簇,并假定区域中的每个节点知道虚簇中心(Virtual Cluster Center, VCC)的位置信息。通过每个 VCC 具有的唯一标识符,可获取节点的位置信息。

另一方面,在链路断开前,预先建立一条新的链路。若正在通信中的源节点或目的节点因为移动要离开当前虚簇,则事先通知对方节点建立一条新的路由,该路由到达自身下个时间段将去的虚簇簇头。每个节点不断地学习自身的历史移动行为,预测自身在当前虚簇内停留的时间以及下一时间段将移动到某个虚簇的概率和时间,从而预测出一条正在通信的链路上节点在当前虚簇停留的瓶颈时间,即为该链路的生存时间。最终综合权衡节点的移动性、实际处理能力、传输功率及电池能量等重要因素,为簇首的选择提供依据。

1.3.2 簇首的选择

在分簇结构中,不同簇节点之间的通信依赖于簇头。簇头首先要担当一个簇内所有节点的 DHCP 服务器。簇内节点的 IP 由簇头统一分配。每个簇头中运行 DSR 协议,充当路由转发器,通过它的按需驱动机制,尽量减少网络信息冗余。簇头的选举采用按需自适应地选择,而非周期性地选择。簇结构的维护是基于

消息/事件驱动的。簇头可以工作在双功率模式下,使用较大的功率进行簇间通信,使用较小的功率进行簇内通信。具体的选择簇首原则是:与同一虚簇内的其它节点相比,节点移出当前所在虚簇的概率最小;节点与当前虚簇的中心距离最短。前一个条件是为了排除移动性强的节点成为簇首的可能,后一个条件是为了保证簇首改变时,簇覆盖区域不会有太大的改变。

2 基于 DSR 的位置预测分簇算法性能分析

2.1 网络模拟软件选择

NS2 支持有线和无线网络中的有关 TCP、路由、多播路由的仿真,且支持 4 种主要自组网路由协议,分别是 DSDV、DSR、TORA 和 AODV。考虑到 NS2 具有免费、源代码开放、平台标准化等这些优点,本文决定采用 NS2 仿真软件作为路由算法模拟平台。

2.2 网络模拟环境的搭建

在模型仿真实验环境设置上,我们参考了 CMU Monarch 小组研究报告中提供的 MANET 路由协议仿真测试环境和斯坦福大学无线系统实验室(Wireless Systems Lab, WSL)使用的仿真测试数据,模拟环境具体配置如下:

1) 仿真环境:200 个节点在 5 000 m × 5 000 m 的空间内实行 800 s 的仿真。

每个节点接口的物理性能参数如下:①天线为全向天线,高度 1.5 m,接收增益和传输增益为 1.0 dB;②无线电波带宽为 2 Mb/s,采用两径物理信道模型;③传输功率为 17.6 mW,移动节点的无线电波广播半径为 110 m。

2) 移动模型:200 个节点在模拟环境范围内随机分布,在模拟测试过程中,移动节点将基于布朗运动规则进行随机地运动。在此基础上,我们采用了传统的“停顿时间”(Pause Time, PT)来定义模型的移动特性。在仿真开始时,节点先静止一个 PT,然后随机选择某个目的点,以一定的速率向这个地点移动,到达目的点后停留一个 PT 后重新选择移动速率和移动目的点,一直重复此过程到仿真结束。我们选择了 5 个不同的 PT 值:1、60、120、180 和 360。

3) 业务模式:为了更好地比较参数对协议性能的影响,网络负载为随机选择的 80 对节点之间进行恒定比特率源(CBR)类型的数据分组传输,每个 CBR 流采用 5 分组/s 的发送率,以及长度为 128 byte 的分组。

4) MAC 层:应用 802.11 的分布式协调功能(Distributed Coordination Function, DCF)机制。

2.3 实验结果统计和性能分析

实验将基于 DSR 的位置预测分簇算法和 DSR、DSDV 进行比较,讨论新路由算法性能方面的改善。

1) 分组递交率(Packet Deliver Ratio, PDR)。

由图 2 可见,随着节点移动性的降低,节点间链路出现中断和失效的几率不断下降,源—目的节点对之间的路由失效次数也随之减少,因此分组递交率不断上升。基于 DSR 的位置预测分簇算法与其他算法相比,分组递交的成功率和稳定性均有较大改善,这是因为它利用位置预测算法进行分簇,簇内成员无需路由功能,大大减少了网络路由信息的冗余,从而提高了分组递交性能。

2) 平均端到端分组时延(Average End-to-end Delay, AED)。

由图 3 可见,由于采取了分簇机制,算法能够更好地适应动态变化的 MANET 网络环境,缓解了其它协议存在的端到端分组发送瓶颈问题,从而使其对应的端到端分组时延性能也得到较大改善。

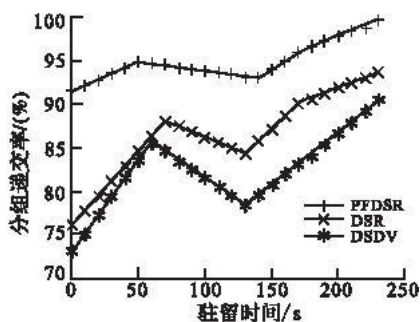


图 2 分组递交率性能比较图

Fig. 2 Comparison of packet deliver ratio

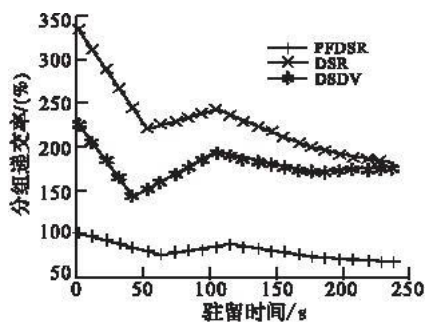


图 3 端到端分组时延性能比较图

Fig. 3 Comparison of average end-to-end delay

3 结束语

本文提出了一种将源路由协议与基于 DSR 的位置预测分簇算法相结合的设计方案。实验结果表明, DSR 路由算法能够满足簇头节点路由转发功能的需要;基于位置预测的分簇算法比其他典型分簇算法更具优越性,将两者结合的新算法能够有效提高 MANET 网络路由效率。

参考文献:

- [1] 王海涛. Ad hoc 网络的体系结构和分簇算法研究[D]. 南京:解放军理工大学,2003.
WANG Haitao. Architectures and clustering algorithms for mobile Ad hoc network[D]. Nanjing: PLA university of science and technology, 2003. (in Chinese)
- [2] Basagni S. Distributed clustering for Ad hoc networks[C]//Proc of international symposium on parallel architectures, algorithms and networks. Washington, USA:IEEE computer society, 1999.
- [3] 龚月荣,林晓明. 移动自组网反应式路由协议在 Linux 中的实现[J]. 计算机工程,2004,30(7):98-100.
GONG Yuerong, LIN Xiaoming. Implementation of reactive routing protocol of MANET under linux [J]. Computer engineering, 2004,30(7):98-100. (in Chinese)
- [4] Vahid G. Analysis of network traffic in Ad hoc networks based on DSDV protocol with emphasis on mobility and communication patterns[C]//Proc of the 1st IEEE and IFIP international conference in central Asia on internet. [S.l.]:IEEE press,2005.
- [5] Perkins C E, Royer E M. Ad hoc on-demand distance vector routing[C]//Proc of the 2nd IEEE workshops on mobile computing systems and applications. [S.l.]:IEEE press,1999.
- [6] Li Jie, Pan Yi, Yang Xiao. Performance study of multiple route dynamic source routing protocols for mobile Ad hoc networks[J]. Journal of parallel and distributed computing,2005,65(2):169-177.
- [7] Sivavakeesar S, Pavlou G. A prediction-based clustering algorithm to achieve quality of service in multihop Ad hoc networks [C]//Proceedings of london communications symposium. London UK:[s. n.],2002:17-20.
- [8] 赵志峰,郑少仁. Ad Hoc 网络体系结构研究[J]. 电信科学,2001,17(1):14-17.
ZHAO Zhifeng, ZHENG Shaoren. Research of Ad hoc network structure[J]. Telecommunications science, 2001, 17(1):14-17. (in Chinese)

(编辑:徐楠楠)

The Research on Clustering Algorithm of Position Forecast Based on DSR

CHEN Jing¹, LUO Qiao¹, HUANG Cong-hui¹, CAO Bao-shan²

(1. Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China; 2. PLA Unit 77546; Lhasa 850001, Tibet, China)

Abstract: A new Ad hoc routing algorithm combining the dynamic source routing (DSR) protocol with the position prediction-based clustering algorithm is presented in this paper. In the algorithm the prediction-based algorithm is used to detach the different clusters, and to pass a reasonable position judgment based on actual needs and implement environmental, the same treatment is done aimed at the dynamically wireless network environment, by the way, the members in clusters do not need the routing function. Location information acquirement in this algorithm is from GPS or self-localization algorithm, the cluster heads run DSR protocol serves as a router, which makes the communications of different cluster members depend on the head of various clusters, thus greatly reducing the redundancy of the routing information. The simulation results suggest that the algorithm is good in packet deliver ratio and low in average delay.

Key words: clustering algorithm; dynamic source routing; Ad hoc network