

基于空间位置和场景的 Ad Hoc 路由协议

朱本浩¹, 姚明海²

(1 浙江海洋学院 数理与信息学院, 浙江 舟山 316004; 2 浙江工业大学 信息工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 在移动 Ad Hoc 网络中, 基于拓扑的路由易发生链路断开, 基于地理位置的路由易产生拓扑洞, 这都会大大降低路由算法的性能, 甚至会出现路由失败的问题. 为此文中提出了基于空间位置和场景的 Ad Hoc 路由协议. 该协议算法采用构建空间模型, 将场景知识引入路由过程的方法, 通过在路由前规避拓扑洞来改善和提高路由性能. 仿真结果表明在网络连通度适当的条件下, 新的路由协议算法可行和有效的.

关键词: 空间位置; 拓扑洞; Ad Hoc 路由协议; SSR 协议

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)02-0163-04

Ad Hoc Routing Protocol Based on the spatial Location and Scene

ZHU Ben-hao¹, YAO Ming-hai²

(1 College of Mathematics Physics and Information, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316000, China;

2 College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: In the mobile Ad Hoc network, the link which governed by the routing protocol based on topology disconnected easily, and topology holes easily happened in the link which governed by the routing protocol based on geographical location. These two type routing protocol significantly degrade the performance of routing algorithm, even lead to routing failure problems. In this paper, the routing protocol based on spatial location and scenes has been presented. Through constructing spatial model which introduce the scenes knowledge in routing process and bypassing the topology holes before routing, the routing performance are improved. The simulation results show that the new routing protocol can effectively improve the performance of routing in the proper conditions of network connectivity.

Key words: spatial location; Topology hole; Ad Hoc routing protocol; SSR protocol

1 引言

移动 Ad Hoc^[1]是一种不依赖于固定基础设施的无线网络, 网络节点之间通过协作来传输信息. 节点可以向任意方向自由移动, 网络拓扑变化频繁且事先无法预知, 如何发现和维持路由, 以达到更好的路由效率是目前研究的热点问题. 传统的 Ad Hoc 路由协议主要是基于网络拓扑和基于地理位置的, 这些协议建立的路由是由一系列特定的中间转发节点组成. 如网络拓扑结构剧烈变化或路径上存有障碍物时, 路由就会因有节点不可达, 出现我们称作拓扑洞(Topology Hole)的情况, 造成通信中断, 需重建

或恢复路由, 这会导致高额的路由开销. 在存在拓扑洞的情况下, 基于网络拓扑或者地理位置的路由算法会失效, 并且由于路由算法的无状态性, 这种失效在环境未发生重大变化时会重复发生, 从而大大降低路由算法的性能.

文中提出一种基于空间位置和场景的 Ad Hoc 路由协议, 构建空间模型, 将场景知识引入路由过程, 在路由过程前规避拓扑洞, 改善和提高路由算法的性能.

2 传统路由协议的缺陷

基于拓扑的路由协议利用网络中的链路信息来

收稿日期: 2008-12-08; 修回日期: 2009-02-25

基金项目: 浙江省自然科学基金(Y1080734)

进行包的转发,比较典型的有动态源路由 DSR^[2]协议.该协议按需使用泛洪来探测路由,当所用的路由发生链路断开时,而缓存中没有到目的节点的其它路由时,源节点只能再次通过泛洪来寻找到目的节点的路由.这样会导致经常性的全网络泛洪,不仅占用了大量的网络带宽,而且还容易引起控制包和数据包之间的冲突.

基于位置的路由协议根据节点的位置信息来选择下一跳,将包朝着目的节点的方向上进行转发.典型的有 GPSR^[3]协议,这种协议算法需要知道网络中节点的地理位置信息,每个节点可以通过 GPS 或其它定位服务来知道自己的位置.由于基于地理位置的路由是基于局部信息做出转发决定,没有必要产生和维护从发送节点到目的节点的全局信息,因此通常认为这种路由算法具有高度的扩展性,对于经常变化的拓扑具有较好的鲁棒性.但如果网络拓扑变化过于剧烈,在报文未到达目的节点时,目的节点因位置发生变化而与前面的节点形成路径环.由于初始面并不会再次到达,GPSR 无法判断路径环的发生,从而报文将在路径环间反复传递直到达到最大 hop 数,导致路由过程失败.路径上有障碍物存在时影响也非常明显,它会增加路由算法的开销,导致网络拓扑信息及时更新更加困难.当算法使用“过期”的信息时,基于地理位置的 Ad Hoc 路由算法就可能出现路由失败.

由以上分析可以看出,新的路由协议要求不应基于网络拓扑和地理位置,必须能有效地规避拓扑洞.文中引入空间模型的概念,一方面空间模型的静态性避免了动态更新网络拓扑的巨大开销,另一方面利用空间模型与网络拓扑的近似性能有效地规避拓扑洞的产生.

3 基于空间位置和场景的路由协议

3.1 空间模型的构建

空间模型是对存储在电子地图里原始数据的一种封装,为高层应用提供有效的数据处理^[4].电子地图、空间模型与路由协议之间的关系如图 1 所示.

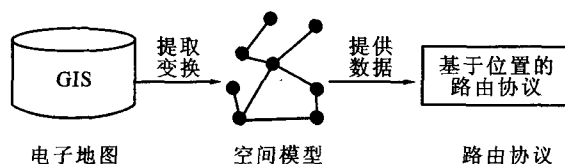


图 1 电子地图、空间模型与路由协议之间关系图

空间模型可以通过电子交通图等地理信息系统 (GIS) 提取数据的方式构建.解释器自动将 GIS 数据转换成标准的地理数据格式存储.空间模型图可作为网络拓扑的一个近似描述.当网络节点密度足够大时,空间模型图与平面化的网络拓扑是一致的.因此,可以利用空间模型图来选择适当的路由,规避因轨道因素引发的拓扑洞.

为了更好的描述空间模型,在基于空间位置和场景的 Ad Hoc 路由协议 (Spatially situation and scenes Routing, SSR) 中,引入图距离的概念.以静态的空间模型图模拟动态的网络拓扑,以图距离代替欧几里德距离,这构成了 SSR 协议的基本思路.完整的 SSR 协议包括邻节点检测、GSR 规划和基于 GSR 的报文前传三个基本操作.

3.2 SSR 路由协议

邻节点检测主要是提供节点邻域知识,为后续的报文前传提供必要的支持.

与 GPSR 协议一样,SSR 协议的邻节点检测机制也采用 beacon 方式.每个节点周期地向 MAC 广播地址发送 beacon. beacon 中携带着发送节点的网络 ID 以及当前坐标位置.为了避免同一时刻发送的 beacon 引起碰撞,beacon 的发送间隔以 0.5B 的大小抖动,当节点的传感器接收到其它节点的 beacon 时,即意味自身处于 beacon 发送节点的通信范围内.对邻节点列表中的每个节点,如果在一定时间范围内没有收到来自该节点的 beacon,则认为到该节点的直接链路失效,从而将该节点从邻节点列表中去掉.

SSR 是一个基于源路径的路由协议.SSR 中使用的源路径称作 GSR. GSR 基于已经建立的空间模型,由一系列空间定位点构成.这些空间定位点指定了从源节点到目的节点路径的大致形状.一般空间模型图是连通的,即图中任意两点间至少存在一条路径.空间模型图的每条边被赋予了一定的权函数.权函数是应用相关的,它可以是节点之间的图距离,最短经历时间,或者期望经历时间等. GSR 嵌入在数据报文的报头中随着数据报文一起发送,每一个定位点以坐标形式存入报头.由于报头的存储空间有限,SSR 协议提供了限制 GSR 长度的机制.限制 GSR 长度的机制有两种:(1)删节 GSR 中定位点序列以适应报头存储空间的大小;(2)缩短 GSR 中定位点序列,产生新的定位点序列仍可指示路径的大致形状.

生成的 GSR 指定了报文前传路径的大致形状,

报文沿着定位点指定的方向传输.当某一节点接收到数据报文时,首先检查自身与当前激活的定位点之间的图距离.如果该距离大于预设的阈值,则接收节点将从邻节点列表中选择合适的节点作为下一跳的目的节点.如果接收节点与当前激活的定位点之间的图距离小于阈值,接收节点将标记当前激活的定位点不再有效,而激活下一个定位点,向新的定位点前传报文.上述过程被重复执行直至到达目的节点附近.传统的 Ad Hoc 路由协议总是试图避免路径环的出现,以防止出现报文在网络的部分节点中反复传递而使得传输失败或者严重降质,必须使用附加机制来避免.而在 SSR 协议中,没有去刻意避免路径环的出现.由于 SSR 协议中报文将被前传给图距离更接近于下一个定位点的邻节点,这种确定性的报文前传方式防止了报文在部分网络节点间无休止传递的现象的发生.

4 仿真实验

为评价 SSR 的算法性能,文中采用带 CMU 无线扩展的 Ns-2 仿真器进行了仿真实验.仿真中比较了 SSR、DSR 和 GPSR 的性能差异.

仿真中对每个通信半径均使用了 6 个随机产生的运动模型,生成三种协议在该环境下的仿真结果,最后得到的结果是对这 6 次仿真结果的平均.下面分别是报文传输率、报文传输时延、报文平均前传次数与节点通信半径之间的关系图,相关的参数表如表 1 所示.

表 1 SSR 协议仿真参数表	
参数	值
仿真时间	900s
节点数目	100
场景大小	2500m×1000m
通信半径	50~250m
节点移动速度	30~60km/h
节点停留时间	10~30s
业务类型	CBR
业务流量	2Kbps
报文大小	64byte
连接数	20

图 2 所示,当通信半径小于 100m 时,DSR 协议的报文传输率与 GPSR 协议相当;而当通信半径进一步增大时,DSR 协议要高出 GPSR 协议约 15%.

SSR 协议则要高出 GPSR 协议 40% 以上,高出 DSR 协议 30% 以上.这表明 SSR 协议可以规避拓扑洞的特点得以显现出来,能有效地提高和改善路由性能.

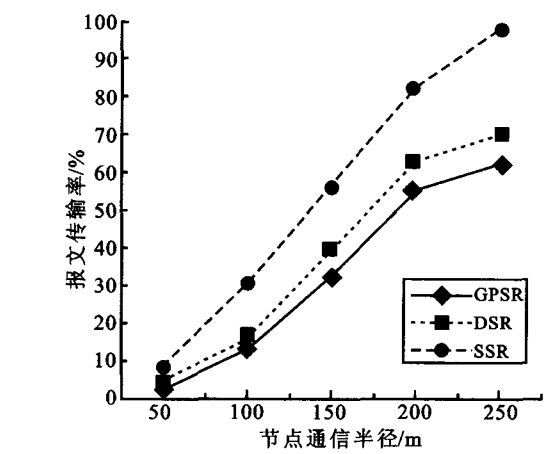


图 2 报文传输率与节点通信半径关系图

图 3 所示,在所有场景中 SSR 协议的传输时延显著低于 GPSR 协议.这是因为 GPSR 协议的主要思想是节点从其邻节点集中选择距网关节点最近的节点作为下一跳节点;遇到拓扑洞,则采用周边转发模式进行迂回选路.而 SSR 协议能够提前规避拓扑洞,当前传报文失败时,SSR 协议选择丢弃报文,降低了传输时延,提高了算法效率.

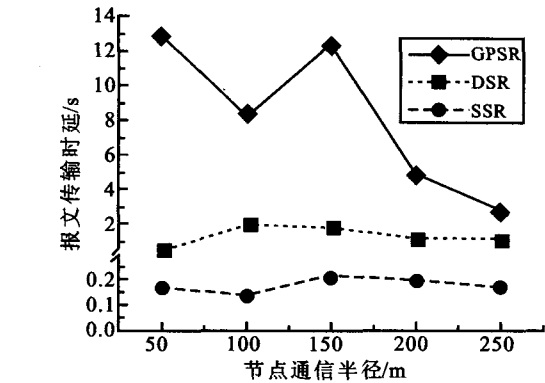


图 3 报文传输时延与节点通信半径关系图

图 4 显示了 3 种协议报文传输过程中的平均前传次数.DSR 协议表现出相对较高的 hop 数,这是因为 DSR 路由请求采用洪泛方式,相邻节点路由请求消息会发生传播冲突并重复广播,数据报文频繁地经历缓存、前传过程,增加了每次成功传输的 hop 数.当通信半径小于 150m 时,SSR 协议的平均前传次数与 GPSR 协议相比较少,而两者的报文传输率近似.这表明了在较低的节点密度下 GPSR 协议可以通过 perimeter forwarding 模式传输大部分报文,而 SSR 协议则通过规避拓扑洞的方式更直接地传输报文.

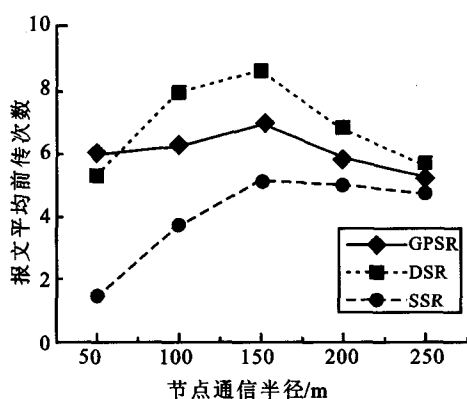


图4 报文平均前传次数与节点通信半径关系图

5 结束语

文中分析了基于拓扑和基于地理位置的路由协议在网络拓扑结构剧烈变化和有障碍物存在时易产生拓扑洞的缺陷,介绍了空间模型的构建及使用,提出了SSR路由协议的设计过程.仿真结果表明在网络连通度适当的条件下,SSR协议有效规避拓扑洞使得路由算法性能可以得到有效改善.但是,影响报文成功传输率的直接因素依然是Ad Hoc网络链路支持,由于SSR协议不能保证GSR上存在有效链路连接,这影响了SSR协议的传输质量.如何提高

SSR协议的传输质量是下一步研究的方向.

参考文献:

- [1] 张国庆,慕德俊,许钟,等.一种高效的按需路由协议安全性改进方法[J].微电子学与计算机,2008,25(5):138-142.
- [2] Perkins C E, Royer E M. Ad-hoc on demand distance vector routing[C]//Proceedings of 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. New Orleans: IEEE Computer Society, 1999:90-100.
- [3] Karp B, Kung H T. Greedy perimeter stateless routing for wireless networks[C]//Proceedings of ACM-IEEE MobiCom'00. USA: Boston, MA: ACM/IEEE, 2000:243-254.
- [4] Jing Tian, Han L, Rothermel K, et al. Spatially aware packet routing for mobile Ad Hoc inter-vehicle radio networks[C]//Proceedings of the IEEE 6th Intl Conf. Shanghai: Intelligent Transportation Systems, IEEE, 2003:12-15.

作者简介:

朱本浩 男,(1974-),硕士,讲师.研究方向为ad hoc网络、路由算法.

姚明海 男,(1963-),博士,教授.研究方向为计算机控制技术、计算机网络等.

(上接第162页)

- [2] 蔡兴国,初壮.用遗传算法解算机组组合的研究[J].电网技术,2003,27(7):36-39.
- [3] 王宜怀.小型水轮发电机组优化运行系统的设计与实现[J].微电子学与计算机,2003,20(8):99-103.
- [4] Storn R, Price K. Differential evolution a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces[J]. Journal of Global Optimization, 1997, 11(4):359-431.
- [5] Kennedy J, Eberhart R. Particle swarm optimization[C]//Proceedings of IEEE Conference On Neural Networks.

Perth, Australia, 1995:1942-1948.

- [6] Yin P Y. Genetic particle swarm optimization for polygonal approximation of digital curves[J]. Pattern recognition and image analysis, 2006, 16(2):223-233.

作者简介:

赵昕 男,(1965-),工程师.研究方向为系统集成与优化计算.

李剑 男,博士,讲师.研究方向为智能计算与电力市场.