

基于地理位置的三维水声传感网高效路由协议

任 智, 张剑波, 武 杨

(重庆邮电大学 移动通信技术重庆市重点实验室, 重庆 400065)

摘 要: 针对现有水声传感网络中的地理位置路由协议的高延时等特点, 提出低时延的 ABGR 协议. 该协议基于节点的位置信息, 在最大的传输半径内, 根据候选转发节点在源节点和目的节点上的投影值大小, 以最小的时延将数据包传送到目的节点. 仿真结果表明, 与选取比较的协议相比, ABGR 协议在平均端到端时延最少减少 1.8%, 数据包传送率提高大约 2.3% 以上.

关键词: 水声传感网络; 三维; 地理位置路由; 低时延

中图分类号: TP393.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2016)04-0037-04

The High Efficient in Three-dimensional UASN Based-on Geographic Routing

REN Zhi, ZHANG Jian-bo, WU Yang

(Chongqing Key Laboratory of Mobile Communication Technology, Chongqing
University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: The existing protocols of geographic routing protocols have high transmission delay, the low delay of ABGR is proposed. This protocol based on the location of nodes, in the maximum transmission radius, according to the candidate forwarding node on the source node and destination node size of the projection value, with the minimum delay to send the packet to the destination node. The result of the simulation shows that the ABGR protocol reduce transmission delay at least 1.8% and improve the packet delivery ratio about 2.3% compare with other two protocols.

Key words: underwater acoustic sensor networks; three-dimensional; geographic routing; low delay

1 引言

水声传感网络是由布放在海底、海中的传感器节点(包括固定的传感器节点和转载传感器的移动平台)和海面的浮标节点, 以及它们之间的双向声链路组成的分布式、多节点的综合网络系统^[1]. 与路基无线传感器网络相比, 水声传感网络具有许多不利于节点部署以及降低节点间通信质量的特性, 如水声信道的误码率较高, 水声的传播速度只有 1 500 m/s, 水流促使节点移动等特点^[2], 这些特性大大降低了现有无线传感器网络路由协议对于水声传感网

络的适用性. 随着近年来海洋开发进程进一步加快, 水声传感网络在海洋环境采样、环境监测、灾害预警、辅助航行等方面发挥越来越大的作用^[3]. 但水声信道自身存在的诸如多径效应严重、带宽窄和传输时延大之类的缺点^[4], 给水声传感网络路由协议的设计带来了挑战. 此外对水声传感网络的定位技术的研究已有很大的进展^[5], 这使水声传感网络中地理位置路由协议的应用成为可能.

通过对目前已存在的基于地理位置的水声传感网络路由协议进行研究, 发现其中仍存在低效和时延较高的问题. 因此本文提出一种高效的低时延的

收稿日期: 2015-07-20; 修回日期: 2015-08-15

基金项目: 国家自然科学基金(61379159); 长江学者和创新团队发展计划基金项目(IRT1299); 重庆市教委项目(Kizh11206)

地理位置路由协议,以解决上述问题.

2 相关研究

根据路由驱动方式的不同,可以将路由协议分为主动式(Proactive)路由协议和被动式(Reactive)路由协议. 无论主动式还是被动式路由协议都需要在发送数据业务时建立、维护路由表,这就增大了数据传输过程中的网络开销和传输数据包的时延. 文献[6]根据节点的位置信息提出了 VBF(Vector-Based Forwarding)路由协议,如图 1 所示,文献[7]在 VBF 的基础上提出了改进协议 HH-VBF(Hop-by-Hop VBF),文献[8]中提出了一种基本地理位置路由协议(Based Geographic Routing, BGR),在 BGR 协议中,每个传感器节点将三维的水下的空间划分为 8 个区域. 每个节点根据与各自邻居节点之间连线的夹角以及目标节点的地理位置信息来决定转发数据包的候选节点. 通过深入研究,在 BGR 协议中候选节点在源节点和目的节点距离上的投影会被自己本身的邻居节点个数这个因素降低选取转发节点的效果. 因此,提出 ABGR 协议(Advanced Based Geographic Routing)加以解决.

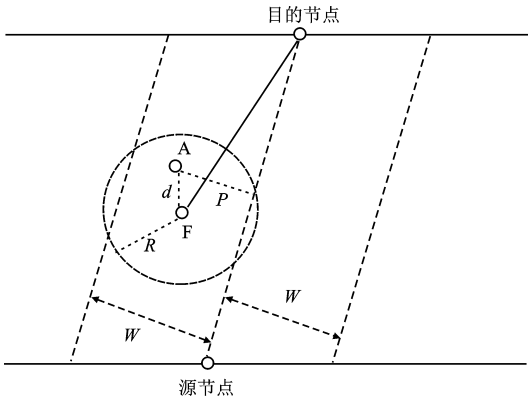


图 1 VBF 转发示意图

3 ABGR 协议

为解决 BGR 协议中存在的候选节点在源节点和目的节点距离上的投影以及自己本身的邻居节点个数,这两个因素之间的矛盾关系,提高网络性能提出 ABGR 协议如图 2 所示.

3.1 ABGR 协议的新机制

为实现降低传输时延的目的,ABGR 协议包括以下几种新机制.

(1)减少调节转发节点传输半径的次数

在数据包转发过程中,现有的协议是先使用默

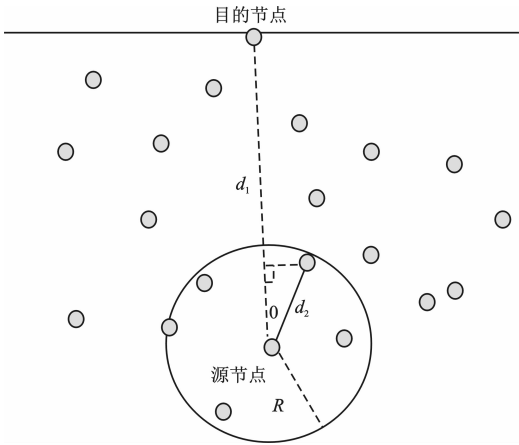


图 2 ABGR 转发示意图

认的半径作为转发半径. 通过研究发现,当在使用默认半径无法传输数据包时,则需要调节传输半径的,这将导致数据包时延的增大,也降低了数据包的交付率. 因此提出“减少调节传输半径”的新机制降低传输时延.

(2)减少转发节点的邻居节点对转发节点的干扰

在选取转发节点时,当候选节点的邻居节点数目多,而与目的节点的距离较远,将导致数据包经历多个转发节点,增大了数据出错的概率. ABGR 采用“减少转发节点的邻居节点”新机制尽可能直接交付,提高传递率.

3.2 ABGR 协议的操作

ABGR 协议的具体操作如下:

(1)当源节点有数据要发送到目的节点后,首先计算源节点到目的节点的距离 d ;

$$d = \sqrt{(u_x - v_x)^2 + (u_y - v_y)^2 + (u_z - v_z)^2} \tag{1}$$

式中, $(u_x, u_y, u_z), (v_x, v_y, v_z)$ 分别为源节点和目的节点的坐标.

(2)如果距离 d 小于节点的传输半径 r ,则直接将数据发送到目的节点;

(3)如果距离 d 大于节点的传输半径 r ,则发送请求包,根据收到的邻居节点的位置信息,如果有能直接和目的节点通信的节点,则选取距离目的节点最近的邻居节点作为转发节点,并将数据包发送给该节点;

(4)如果不存在能和目的节点直接通信的邻居节点,则根据收到的邻居节点的位置信息,以及邻居节点与源节点的距离在源节点到目的节点距离上的投影,选取投影值最大的作为转发节点,并将数据包

发送给该节点.

(5)当邻居节点收到数据包后,重复上述过程,直到数据包到达目的节点.

3.3 性能分析

通过深入分析几种算法的功能和性能,有如下分析.

引理 1 ABGR 算法的传输时延少于 BGR 的传输时延.

证明:假设在监测的水域中共均匀分布着 n 个节点,在 BGR 和 ABGR 中源节点到目的节点的距离是相等的,都为 d . 在 BGR 算法中,节点首先以默认的传送半径 r 发送数据包,而在 ABGR 算法中首先在就以最大的发送半径 $R(R>r)$ 发送数据包,由于在水域中,节点的分布式均匀的,所以用 R 作为半径比用 r 作为发送半径能更快的靠近目的节点. 即为:

$$\bar{T}_{ABGR} < \bar{T}_{BGR}$$

(2)

4 仿真分析

为定量验证 ABGR 协议是性能,采用 OPNET 仿真平台^[9],选择 VBF,BGR 作为比较对象,比较分析它们的数据包传送率、平均端到端时延以及网络吞吐量三种性能.

4.1 仿真统计量

(1)数据包传送率

数据包传送率是指目的节点成功接收到不同数据包的数量与源节点的数据包总数之间的比率. 多个相同的数据包视为成功接收一个数据包.

$$L = \frac{\sum_{i=1}^k H_i}{\sum_{j=1}^n P_j}$$

(3)

式中, H_i 为接收到的第 i 个数据包, P_j 为发送的第 j 个数据包, k 和 n 分别为接收到数据包总数和发送的数据包总数.

(2) 平均端到端传输时延

平均端到端传输时延为发送的数据包从源节点到达目的节点的平均时间.

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i$$

(4)

式中, n 为到达目的节点的数据包总数, T_i 为第 i 个数据包到达目的节点的时间.

(3) 网络吞吐量

网络吞吐量为目的节点在单位时间内接收到的数据字节数.

$$W = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^{i=n} B_i$$

(5)

式中, T 为总的时间, B_i 为第 i 个字节, n 为总的数据包数目.

4.2 仿真设置

为便于比较,参照文献[8]设置仿真条件和参数,主要参数如表 1.

表 1 主要仿真参数设置

仿真参数	数值
节点数量	100~600
三维水域大小	5 km×5 km×5 km
数据包发包率	5 Packet/s
节点传输半径	100~500 m
仿真时间	200 s
数据包大小	40 bit
声速	1 500 m/s

4.3 仿真结果以及分析

(1)数据包传递率

数据包传递率的仿真结果如图 3 所示. 由图 3 可知,ABGR 的数据包传递率最高,比原来的 BGR 要快大约 2.3%. 这是因为在 ABGR 中直接将传输半径调到最大,尽可能快的将数据包传递到目的节点.

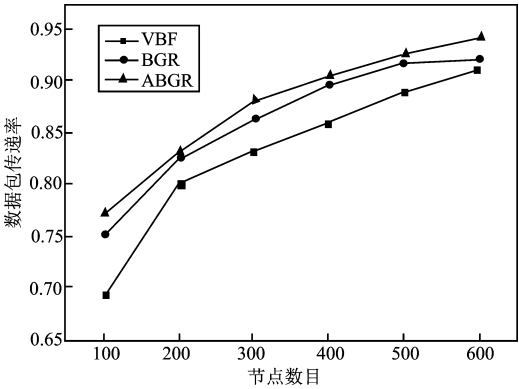


图 3 数据包传递率

(2)吞吐量

由图 4 仿真结果可知,在几种协议中,在相同的数据传输率的情况下,ABGR 的吞吐量比其他两种都要高些. 这是因为 ABGR 考虑的是单位时间内目的节点收到的数据包数量,因而随数据传送率成正相关的关系.

(3)平均端到端时延

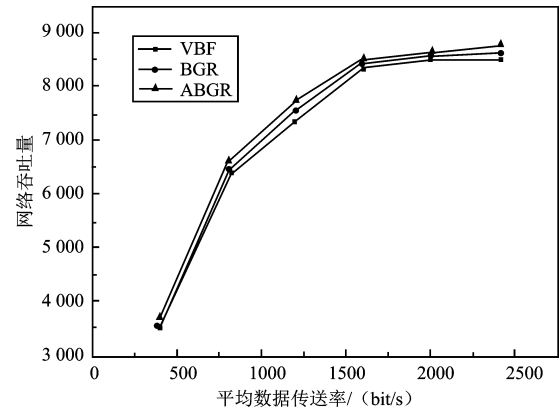


图 4 吞吐量

由图 5 可知,在几种协议中,当把节点的传输半径调到最大的情况下,ABGR 的平均端到端时延最小,平均减少了大约 1.8%。同时也验证了引理 1 的正确性。

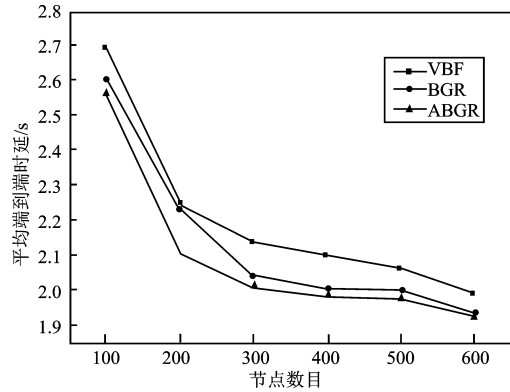


图 5 平均端到端时延

5 结束语

为提高三维水声传感网络的路由效率,在改进的 ABGR 协议中,将水声传感节点的传输节点直接调到最大,避免在使用默认传输半径的情况下,反复寻找合适的转发节点,所造成的高时延,降低原本不高的网络吞吐量。未来的研究将在路由空洞方面展开。

参考文献:

[1] Chen Weigang, Yang Jingsheng, Ma Jianguo, et al.

New developments in maritime communications; A communication survey[J]. China Communications, 2012, 9(2):31-42.

[2] Bhambir Himanshi, Swaroop Abhishek. Underwater sensor network; Architectures, challenges and applications[C]//2014 International Conference on Computing for Sustainable Global Development. New Delhi: IEEE, 2014:915-920.

[3] 白士君, 凌国民. 水声网络探测节点的一种运动目标参数估计算法[J]. 舰船电子工程, 2010, 30(5): 186-189.

[4] 刘玉梁, 潘仲明. 水下无线传感器网络能量路由协议的仿真研究[J]. 传感技术学报, 2011, 24(6): 905-908.

[5] 薛建彬, 陈一鸣, 何凤婕. 水下基于层级的约束加权最小二乘时差定位[J]. 传感技术学报, 2015, 28(2): 239-243.

[6] Peng Xie, Jun Hongcui, Li Lao. VBF: Vector-based forwarding protocol for underwater sensor networks [C] // Proceedings of IFIP Networking. Coimbra: Springer, 2006:1216-1221.

[7] Peng Xie, Zhong Zhou, Nicolas Nicoolaou, et al. Improving the robustness of location-based routing for underwater sensor networks [C] // Proceedings of IEEE OCEANS. Aberdeen: IEEE, 2007:1-6.

[8] 徐明, 刘广忠. 三维水声传感器网络中高效路由协议的研究[J]. 计算机科学, 2012, 39(10):90-93.

[9] Riverbed. Riverbed Modeler[EB/OL]. [2015-03-09]. <http://www.riverbed.com/products/performance-management-control/network-performance-management/network-simulation.html>.

作者简介:

任智男, (1971-), 博士后, 教授. 研究方向为宽带通信网络理论与技术.

张剑波(通讯作者) 男, (1989-), 硕士研究生. 研究方向为水声传感网络. E-mail: 1025083236@qq.com.

武杨男, (1990-), 硕士研究生. 研究方向为机会网络节能路由算法.