

AODV 协议在渔船超短波自组网中的仿真与分析

沈丹丹¹ 王立华² 王 宇² 王振洲²

(上海海洋大学信息学院 上海 201306)¹ (中国水产科学研究院渔业工程研究所 北京 100141)²

摘 要 为了验证 AODV 协议在渔船超短波自组网中的可行性并研究它的工作性能,使用 OPNET 仿真软件,选择数据包投递率、平均时延、归一化路由开销和平均跳数这 4 个衡量指标对 AODV 路由协议进行性能评估,并通过改变网络规模和节点移动速度来分析这些参数对 AODV 协议工作性能的影响。仿真结果表明,AODV 协议适用于渔船速度为 10m/s 以内且业务量较低的小型渔船超短波网络。为了提高 AODV 协议在此网络中的工作性能,最后还提出了改进建议。

关键词 渔船超短波通信系统,移动自组织网络,按需距离矢量路由协议,路由协议仿真

中图法分类号 TP391.9 文献标识码 A

Simulation and Analysis of AODV Protocol in Fishing Marine VHF Ad Hoc Network

SHEN Dan-dan¹ WANG Li-hua² WANG Yu² WANG Zhen-zhou²

(College of Information, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)¹

(Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China)²

Abstract In order to verify the feasibility of AODV protocol in fishing marine VHF Ad Hoc network and research its working performance, the simulation soft tool OPNET was used in the article, and the packet delivering rate, average delay, normalized routing load and mean hops were chosen to evaluate the performance of the AODV. Then the effects of these parameters on the performance were analyzed by changing the network size and the mobile speed of the node. The simulation result indicates that the AODV is suitable to the small scale fishing marine VHF Ad Hoc network in which the speed of boat is within 10m/s. The paper summarized the problems of AODV protocol and gave some advice to improve protocol working performance.

Keywords Fishing marine VHF communication system, Ad hoc network, AODV routing protocol, Routing protocol simulation

1972 年,国家将频段为 27.5~39.5MHz、波长为 10.91~7.59m 的超短波作为海洋渔船通信的专门频段。该频段是短波的高端和超短波的低端,是我国渔船通信的宝贵频谱资源,具有唯一性^[1,2]。随着科技的发展,渔船超短波电台以其体积小、费用低等优势迅速普及,现已成为渔船与陆地在中近距离上进行通话的主要技术手段。

渔船超短波自组网主要是利用无线电波进行通讯,该网络是一种自组织、快速配置且无需固定基础设施的动态自组网络,具有易组织、灵活性高等特点,结点地位平等,可随机移动。构建渔船超短波自组网的关键因素很多:路由协议、MAC 协议、QoS 策略、安全协议等^[3]。渔船超短波通信网络中渔船移动状态具有随机性且其工作环境恶劣,因此对路由协议的要求较高。

AODV 协议是典型的按需路由协议,在源节点需要通信时才向网络中发送路由控制消息,而不会周期性地与其他节点交互路由消息,同时节点不需要掌握整个网络的拓扑结构,

只需要知道本节点到其他节点的路由即可,在很大程度上节约了带宽^[4]。这对网络带宽有限的渔船通信网络非常有利。

近年来,AODV 协议的研究取得了较大的进展。周鹏^[5]针对车载自组网,对 AODV 协议进行改进,兼顾考虑路由的稳定性和时延,提出了一种由链路有效时间、队列饱和度和跳数组成的综合判据,实现了一种基于链路稳定性加权的路由协议。周胶等^[6]针对战术 MANET,提出一种链路可用时间算法的 AODV 协议,即在路由请求数据包中增加链路可用时间参数,路由应答数据包中增加路径可用时间参数,路由维护阶段提出预先维护的思想,保证数据的稳定传输。李保珠等^[7]针对军事方面的特殊环境,提出一种 AODV 改进协议,该协议结合现今部队编制及作战实际,建立特种作战、野战及城市战模型,对协议中的 hello 消息格式内容进行修改,以提高数据分组传输的稳定性。

AODV 协议虽然已广泛应用于不同领域的移动自组织网络中,但并未应用于渔业领域。针对渔船移动和海上特殊

本文受中国水产科学研究院院部中央级公益性科研院基本科研业务费专项资金项目(2014A10XK06)资助。

沈丹丹(1990—),女,硕士生,主要研究方向为渔船通信技术;王立华(1961—),女,硕士生导师,主要研究方向为渔业信息技术应用,E-mail: lihuawang@cafs.ac.cn(通信作者);王 宇(1990—),男,硕士生,主要研究方向为渔业信息化、渔船通信技术;王振洲(1990—),男,主要研究方向为渔业信息化、渔船通信技术。

环境,本文研究 AODV 协议是否能在渔船超短波自组网中完成路径选择和数据包转发功能。利用 OPNET 仿真工具对 AODV 路由协议进行仿真,旨在研究 AODV 路由协议在渔船超短波自组网中的性能,为后续此方向的应用研究提供参考依据。

1 AODV 路由协议概述

AODV(Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing)协议,是集合动态源路由协议 DSR(Dynamic Source Routing)协议和目标序列距离路由矢量算法 DSDV(Destination Sequenced Distance Vector)协议优点改进而成^[8]的。该协议带宽利用率高,对网络变化能够及时作出响应,被广泛应用于移动自组织网络。

AODV 协议主要利用路由请求消息(RREQ)、路由应答消息(RREP)和路由错误消息(RERR) 3 种控制消息建立并维护路由^[9]。网络中节点进行通信时,源节点需要发起路由请求,在查找并建立路由后进行通信,在通信完成后断开连接并释放带宽。AODV 路由协议在检测到某条链路发生中断时,将会发出 RERR 来通知受影响的节点,并启动路由修复,再次寻找合适畅通的路由,从而保证了路由信息和网络拓扑结构的一致性。

2 OPNET 仿真工具

OPNET 软件是由 OPNET Technologies Inc 公司开发的面向网络领域专业人士的一款仿真软件,是当前网络仿真领域主流产品之一,是目前世界上最先进的网络仿真开发和应用平台。OPNET 产品帮助客户进行网络结构、设备和应用的设计、建设、分析和管理的。在 OPNET 各种产品中,Modeler 几乎包含其他产品的功能,它使用户能够评估网络设备、通信技术、系统和协议在仿真设定的网络条件下将如何表现。Modeler 采用面向对象模拟方式(Object-oriented Modeling),每一类节点开始都采用相同的节点模型,再针对不同的对象设置特定的参数。例如,配置多个 WLAN 工作站,它们采用相同的节点模块,界面上可以设置不同的 IP 地址和 WLAN 参数^[10]。本文采用的版本为 OPNET14.5。

3 AODV 协议性能仿真与分析

3.1 性能指标

本文主要研究 AODV 协议在渔船超短波自组网中的工作性能,选择以下 4 个指标作为性能评估指标,这些性能指标考察了路由算法的几个重要的特性,决定了路由算法的优劣。

(1)数据包投递率。该参数能很好地反映出该路由协议在传输数据时的可靠性。数据包投递率越高,传输可靠性就越高,协议完整性和正确性也越高。

(2)端到端平均时延。该参数反映网络是否通畅,时延越小,说明网络越通畅,网络的可用性越好。

(3)归一化路由开销。该参数反映了网络的拥塞程度,协议开销越多,拥塞的概率就越大,并且会延迟接口队列中数据的发送。路由协议的开销其实反映了路由协议寻址的效率,开销越小,效率越高。

(4)平均跳数。该参数反映了网络拓扑结构、节点通信范围及路由效率。

对数据包投递率、端到端平均时延、路由协议开销、平均跳数进行仿真结果分析,得出渔船超短波自组网系统 AODV 路由协议在不同的环境中各个性能指标的变化,从而得出环境变化对 AODV 路由协议各项性能的影响,分析得出其中的规律和协议在哪种环境中性能最好,以期将来能进一步提高宽带网络系统中路由协议的性能。

3.2 仿真结果分析

3.2.1 不同移动速度的网络模型

(1) 仿真场景

1)网络环境模型参数:网络覆盖面积是 $5\text{km} \times 5\text{km}$,节点个数为 20(正常出海作业的船队由 20 艘左右的船只组成),物理层为 802.11b。

2)节点移动模型:Random Waypoint(根据目前渔船行驶的正常情况,渔船静止时速度可近似为 1m/s ,作业时速度为 5m/s ,正常行驶时速度为 10m/s ,渔政船只行驶速度为 15m/s);业务流量为 CBR;发包率为 20packet/s ;数据包大小为 $60\text{byte}/\text{packet}$ 。

3)业务发送间隔时间(Interval)为 0.05。

4)信道带宽为 12MHz ;信道损失为理想无损落信道。

(2) 仿真结果与分析

如图 3—图 5 所示,当网络节点移动速度不断增加时,节点的数据包投递率下降,端到端平均时延、归一化路由开销都逐渐上升。这是因为节点的移动速度增加,网络的拓扑结构变化加剧,节点间路由信息发生变化,数据包传输容易发生错误或者丢失,路由协议为了能够成功完成任务,需要花费更多的时间和控制信息重新进行路由寻址。但如图 6 所示,随着节点移动速度的增加,网络中节点间通信所用的平均跳数逐渐稳定,说明节点的移动速度越大,AODV 路由协议路由效率越高。

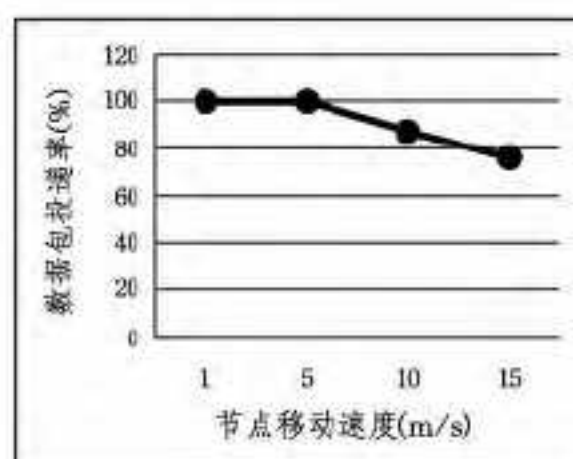


图3 数据包投递率与节点移动速度的关系

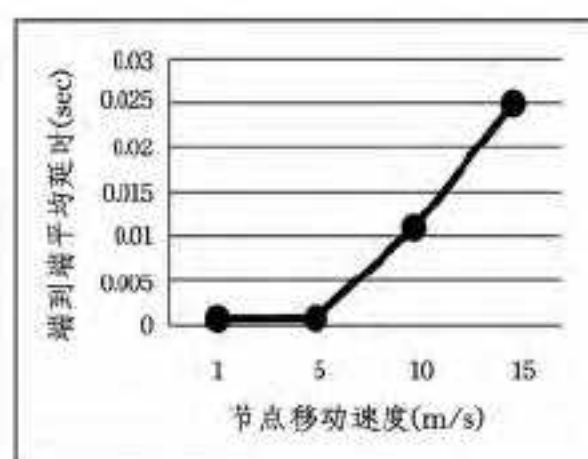


图4 端到端平均时延与节点移动速度的关系

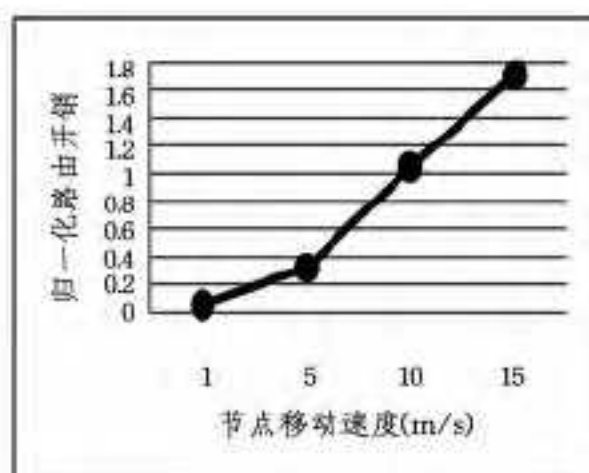


图5 归一化路由开销与节点移动速度的关系

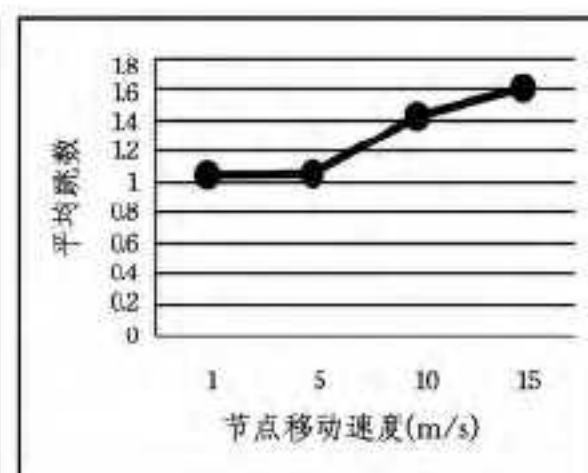


图6 平均跳数与节点移动速度的关系

分析仿真结果得出,随着节点移动速度的增加,网络拓扑

变化加剧,可靠性降低,网络拥塞程度加大,使 AODV 路由协议的效率降低,这是不可避免的。但当渔船移动速度达到 10m/s 时,其数据包投递率依然保持 80% 左右,端到端平均时延在可接受的范围之内,此时 AODV 路由协议在较小的网络结构中的性能依然比较好,可以满足渔船通信系统的需要。

3.2.2 不同网络规模的网络模型

(1) 仿真场景

1) 网络环境模型参数:网络覆盖面积是 $5\text{km} \times 5\text{km}$,节点个数为 20、25、30、35,物理层为 802.11b。

2) 节点移动模型:Random Waypoint(目前渔船作业行驶速度,作业时速度为 5m/s);业务流量为 CBR;发包率为 10packet/s、20packet/s、30packet/s;数据包大小为 60byte/packet。

3) 业务发送间隔时间(Interval)为 0.05。

4) 信道带宽为 12MHz;信道损失为理想无损落信道。

(2) 仿真结果与分析

如图 7—图 9 所示,当节点数增加、发包率增加时,数据包投递率、端到端平均时延和归一化路由开销明显下降。这是因为在网络中节点个数增加时,网络中各节点发送和转发的 RREQ、RREP 和 RERR 等 AODV 控制消息随之增多,使得网络变得拥堵,从而增大了数据包传递的错误概率,导致数据包的投递率下降幅度较大。同时数据包发包率的增大会导致路由发生错误的几率增大,节点频繁地执行路由寻址过程,增加数据包传输的时间,从而导致端到端平均时延和路由开销增大。但如图 10 所示,随着网络中节点数目的增加,网络中节点间通信所通过的平均跳数变化不大,均在 2 跳范围之内。这说明不同网络规模及数据包发送率对节点的平均跳数影响不大。

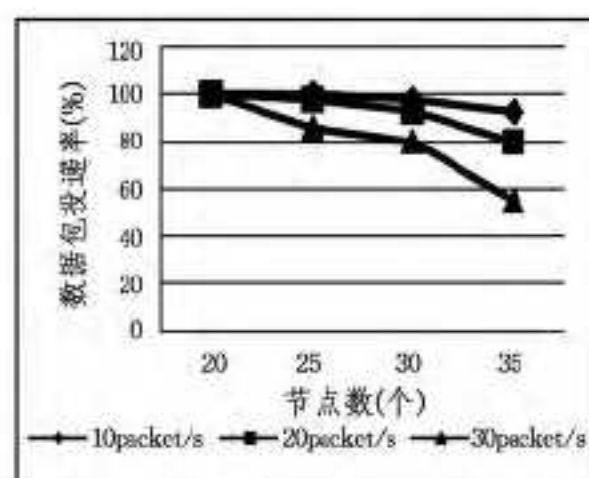


图 7 数据包投递率与节点数的关系

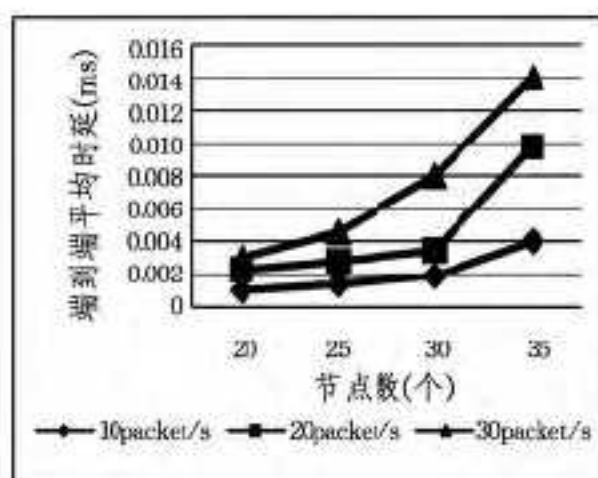


图 8 端到端平均时延与节点数的关系

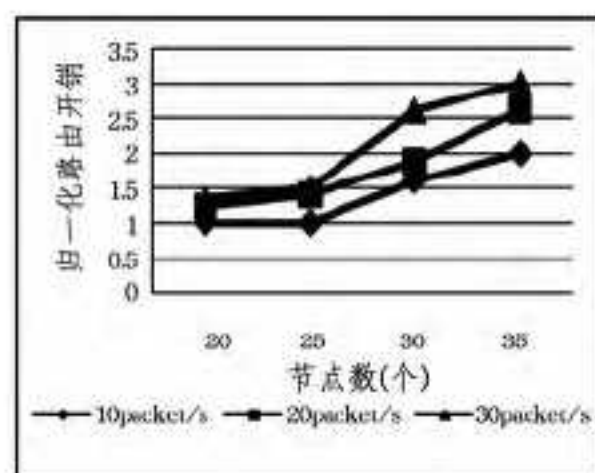


图 9 归一化路由开销与节点数的关系

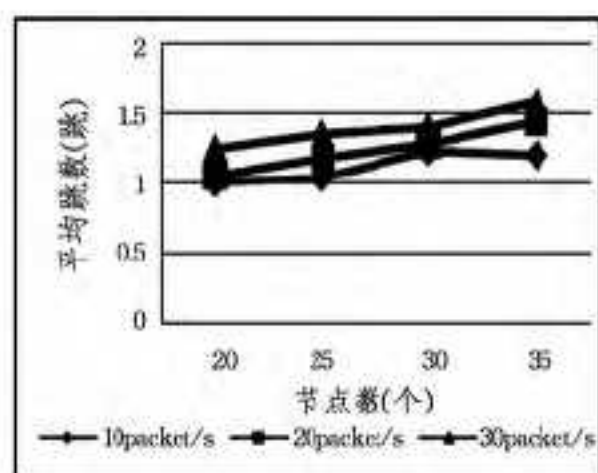


图 10 平均跳数与节点数的关系

仿真结果表明,当发包率为 10packet/s,节点数量增加时,其数据包投递率保持在 90% 以上,端到端平均时延也在可以接受的范围,而当发包率逐渐增大到 30packet/s 时,路由性能明显不如 10packet/s 时的工作性能。这就说明网络拓扑

结构和网络业务量是影响 AODV 路由协议工作性能的主要因素。

综合分析两个仿真结果可得出,在网络规模不断增大,发包率为 10packet/s、移动速度为 5m/s 时,AODV 路由协议的可靠性和稳定性较好,表明 AODV 协议对网络中的拓扑结构变化适应性强,路由效率也表现良好。但是当发包率增加时,尤其是在网络规模比较大的网络中,AODV 协议可靠性和实时性都有所降低,总的工作性能下降。而一般情况下,出海作业的船队约由 20 艘渔船组成,且运行速度在 5~15m/s 范围之内,在这种情况下,AODV 协议的综合工作性能良好,说明 AODV 路由协议是适合渔船超短波自组织网络的。

结束语 本文针对海洋渔船通信的特点,在 OPNET 仿真平台上搭建了与实际渔船通信系统相类似的场景,然后对 AODV 路由协议进行仿真研究。仿真结果表明,AODV 协议是适合用于渔船超短波自组织网络的,且在渔船速度为 10m/s 以内的小型超短波自组网中工作性能较好。从仿真结果中还可以看出,当发生特殊情况(如海上遇险),通信网络中船只较多或移动速度较快时,路由协议的开销增大,这对于带宽较窄、实时性要求较高的渔船超短波来说是不利的。缩小网络开销、减小路由延时是进一步解决问题的关键。

将 GPS 定位技术引入 AODV 协议中,利用节点地理信息的自描述性可以提高节点的自组织能力,通过地理位置信息设置 RREQ 广播区域,将节点的位置信息通过分组在网络中传播,且不增加很大的额外开销,从而减少渔船超短波自组织网络的时延,提高路由效率,是进一步改进及优化网络性能的研究方向。

参 考 文 献

- [1] 农业部渔政指挥中心编. 渔业安全通信手册(上)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010
- [2] 农业部渔政指挥中心编. 渔业安全通信手册(下)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010
- [3] 刘欢, 李楠. 海上超短波环境的无线自组织网路由协议研究[J]. 舰船电子工程, 2012, 32(3): 17-19
- [4] 张怡, 汪学明. 按需路由协议 AODV 的安全性改进与仿真[J]. 通信技术, 2011, 44(8): 124-126
- [5] 周鹏. 基于链路稳定性加权的车载自组网按需路由协议[J]. 计算机应用研究, 2015, 32(6): 1811-1815
- [6] 周胶, 田杰, 戴晨铖, 等. 战术 MANET 中基于链路可用时间的 AODV 路由协议研究[J]. 计算机工程与科学, 2013, 35(12): 96-101
- [7] 李保珠, 高宪军, 李娜, 等. AODV-FABL 路由协议的优化及其军事应用[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2014, 32(1): 106-111
- [8] 何绵禄, 褚伟, 刘辉舟, 等. AODV 路由协议的研究和改进[J]. 计算机工程, 2015, 41(1): 110-114, 120
- [9] 郝聚涛, 赵晶晶, 李明禄, 等. 基于能量和链路状态的 AODV 路由请求转发机制研究[J]. 计算机科学, 2009, 36(7): 68-70, 106
- [10] 高嵩. OPNET Modeler 仿真建模大解密[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010