

自适应船舶执行安全预警网络算法分析

王志鹏¹, 李成海¹, 胡甚平²

(1. 山东交通职业学院 航海系, 山东 潍坊 261206; 2. 上海海事大学 商船学院 上海 200120)

摘要:由于船舶航行安全预警方案传统算法耗时长耗资源量大、算法运行过程中存在大量数据丢失的情况,研究新的船舶航行防堵塞预警网络很有必要。通过建立网络 FSO/RF 切换算法模型,设立功能实时转换;运用 Reason 域对航行船舶流堵塞预警方案进行优化,实现对网络预警控制和节点距离的匹配,对预警网络实行自适应算法的管理。相同条件下测验结果证明,新的算法相比两种传统算法节点丢失分别减少了 25 个和 21 个,由此可知新的算法不仅减少了丢失数据数量,而且提高了应用价值。

关键词:水路运输;航行船舶安全;网络预警;转换模型;自适应算法

中图分类号:U698

文献标志码:A

文章编号:2097-0358(2023)1-0025-04

0 引言

随着智能科技水平的迅速提高,将现代航行船舶安全与新网络科技技术相结合,充分利用现代智能手段提高航行船舶全程安全预警成为可能。但是,网络作为一个公共环境平台,使用人员众多,所以,网络一旦遭受攻击,将对正在航行的船舶带来致命的影响。针对航行船舶智能预警研究,董晨教授提出了通过构建自由空间通信(Free Space Optical Communication, FSO)与射频(Radio Frequency, RF)转换的 FSO/RF 切换算法模型,实现自适应路由算法功能切换,运用智能耗时预警,设计 Reason 域优预警方案,实现各匹配点自适应算法的航行船舶网络预警管理^[1]。魏祥渊教授鉴于航行船舶碰撞风险预警的准确性高度依赖雷达的精度,雷达误差产生危险误判,分析因为雷达误差对船舶碰撞风险预警的影响,依据雷达参数计算及船舶碰撞风险评判原理,建立雷达目标误差传递公式;采用概率理论对雷达误差导致的预警模型误判概率进行计算,进而对船舶碰撞风险预警准确程度进行评估^[2]。李丽娜创建了船舶拟人避碰决策理论及船舶碰撞风险避让行为关联的危险度评估体系,基于船舶拟人智能避碰决策系统(Personifying Intelligent Decision-making for Vessel Collision Avoidance, PIDVCA)算法,实现机器在线构建避碰学习式知识库,为机器自主决策奠定了基础,基于测验平台的 PIDVCA 与航向控制计算,通过随机性和针对性设计测验案例,实现船舶避碰的实时检测仿真试验,验证决策是否满足方案的各项要求^[3]。张建刚为减少船舶碰撞事故的发生,实现海上船舶通航环境的维护,提出船舶海上通航智能技术下的预警方法,通过对海上船舶通行交通流数据的分析,对事故概率的数值结果计算,实现对海上船舶事故原因的分析,构建预警处置流程,在风险识别的同时,实现对该参数指标的处理,达到船舶海上通行智能技术下自动预警应用的目的,分析实验结果证明,随着新的预警方法推广应用,可大幅度减少船舶碰撞事故的发生^[4]。罗劲松提出随着我国经济水平的发展,我国内河船舶运输发展迅速,但是内河船舶运输发展历程中,随着船舶通航量和通航密度的增大,暴露出内河航运工程在智慧化和信息化程度还比较低,基于此选取以长湖申线西延航道工程信息化提升改造作研究对象,提出采用三维模拟仿真展示系统、桥梁限高预警卡口系统、多视频全景拼接系统等各智能化推动智慧航道工程的建设,探索船舶内河智能航行及智慧航道工程建设^[5]。

本研究借鉴董晨等人的“船舶安全智能预警网络自适应路由算法”预警算法的研究方法,对传统的船舶

收稿日期:2022-11-06

基金项目:国家重点研发计划项目(2019YFB1600602)

作者简介:王志鹏(1975—),男,山东潍坊人,山东交通职业学院航海系船长、讲师。

航行安全网络算法深入优化,运用智能网络具有自适应特点的网络算法,提升对航行船舶安全预警管理水平。

1 自适应航行船舶安全预警网络算法

1.1 建立网络转换模型

根据全双工网络通信转换形式,在控制网络船舶智能航行预警中,采用航行船舶智能网络预警路由算法,实现最优 FSO 传输信号的搜寻过程。在航行船舶预警网络运行过程中,如果网络所处环境信噪比较高且符合环境要求时,则 FSO 通过网络传送信号^[6];如不符合上述要求时,则自动选取下一优选路线。当 FSO 全部路线均处于失灵(故障)状态时,利用对网络信噪比实施的全程实时监测数据和状态的功能,对网络实时运行情形进行分析,分析数据从网络视频电路的反向信道传送到发送端路^[7-8]。如果网络信噪比较小,则环境对网络有较大干扰时,可运用网络 RF 链条实现数据传输;如果网络处于稳定状态时,可二次进行 FSO 链路转换。综上所述,假设 S_r 代表接收功率, Q 代表误码率,则衡量信噪比网络参数质量可信度,通过公式(1),实现对船舶智能航行网络预警 Q 值进行描述:

$$Q = \frac{1}{2} \mu v r h \left(\frac{V_c S_r}{2 \sqrt{2V^2}} \right) \quad (1)$$

式中, μ 表示常数; v 表示通信网络轮数; r 表示运算; h 表示运算速率; V_c 表示接收机 C 的反应度, V 表示正值的通信网络转数。

预设链路散射噪音时,则考虑 FSO 链路中网络通信的影响;在预设链路热噪声时,不必考虑 RF 链路对多路径的影响^[9],则有:

$$\begin{cases} EMV_{FSO} = \frac{(V_c S_{rFSO})^2}{m_{FSO} D_{FSO}} \\ EMV_{RF} = \frac{S_{rRF}}{m_{RF} D_{RF}} \end{cases} \quad (2)$$

式中, EMV_{FSO} 、 EMV_{RF} 分别代表各自链路信噪比; D_{FSO} 、 D_{RF} 分别代表各自效率矩阵; m_{FSO} 、 m_{RF} 分别代表各自的节点。

当理想情形下误码率限值为 10^{-7} 时,正常的 FSO 链误码率限值为 10^{-9} ,RF 链误码率维持限值稳定在 10^{-8} ^[10]。根据 FSO 链和 RF 链信路误码率的特点,设置 RF 链与 FSO 链信路转换速率阈值为 A,FSO 链信路转换速率阈值为 B,建立的 FSO/RF 链信路转换模型如图 1 所示。将来自 RF 和 FSO 链路方向不同的阈值 A 和阈值 B 进行转换,且各自设立在不同转换模型中,取得网络(通信)工作转换功能模型。



图 1 RF/FSO 链信路转换模型

1.2 建立防拥堵网络预警机制

实现网络流量运行计算可通过图 1 的信路转换模型,并对运行大数据流的故障预警,但庞大的网络运行过程中,如果数据流突然大幅度增大,则运行网络可能随时都有瘫痪的风险,控制器中的传统算法运用转流式探测方法实现防止网络拥堵预警,不仅耗时费力,且难以维持正常工作状态;如果传统算法预警网络运行中发生拥堵或预警网络大量数据丢失,将不能及时预警船舶航行面临的风险。因为设计了以优化转换模型为基础的拥堵预警机制,这为新的路由控制算法提供了理论保障。将优化的拥堵预警机制中的防网络拥堵作为重点,当链路转换模型中选取了转发路径后续的大数据流时,设置在端口的待转发数据达到一定规模时,将首先发送拥堵预警,达到解决网络拥堵预警的目的。

依据 Reason 扩展域理论可知,运用 Reason 域信息发送抗干扰能力强、效率高的功能和其能识别拥堵数据信息的优势,对 Reason 结构进行扩展,进而对智能网络拥堵实行预警^[11]。根据各匹配点之间距离来设计拥堵预警机制,实现对路由控制算法运算的应用。

1.3 实现匹配点距离路由算法

运用此方法产生计算的公式, 获得网络节点准确的位置信息。假定预警网络一般节点为 $U_i(x_u, y_u)$, 此时目的节点和路由节点分别为 $s(x_s, y_s)$ 和 $r_i(x_r, y_r)$ 。假设一般节点和路由节点、一般节点和目的节点的间距分别为 L_1, L_2 , 则上面的两组参数可用式(3)进行计算:

$$\begin{cases} L_1 = \sqrt{(x_u - x_r)^2 + (y_u - y_r)^2} \\ L_2 = \sqrt{(x_u - x_g)^2 + (y_u - y_g)^2} \end{cases} \quad (3)$$

经式(3)计算取得结果后, 建立算法感应节点的确立原则及确认有效搜寻距离。当网络处于通信工作状态时, 算法搜寻应满足 $L_1 > L$ 时的 $U_i(x_u, y_u)$, 且默许此节点为感应节点^[12]; 当增加通信的次数 v 时, 依据 RF/FSO 链路转换模型确定 L 的大小, 当 L_1 不变 L 减少时, 则路由节点 $r_i(x_r, y_r)$ 不再感应到 $U_i(x_u, y_u)$ 所处的位置^[13]。如出现上面的故障, 则对一般节点与其他各路由节点的间距结果重新计算, 运算过程可应用距离矩阵^[14], 获取如下结果:

$$L_{ip} = \|U_i - r_p\|^2 \quad (4)$$

式中, L_{ip} 表示经距离矩阵计算取得的距离, 其中 p 表示路由新的节点所处的位置, $p \in \{1, 2, \dots, m\}$, 而且 p 以正整数表示, 同时 $p \neq j$; r_p 表示不包括路由节点 r_j 的其余节点。从上述计算结果可看出, 产生感应节点 $U_i(x_u, y_u)$ 时, 通信距离满足 $\min(L_{ip})L$ 。在考虑了链路转换和通信距离消耗能量前提下, 为方便操控预警网络稳定运行能力, 目标函数设立为:

$$p(y) = \min |H(Y) \times M^2 \div H_{\min} \times \sum_{j=1}^M H_j| \quad (5)$$

式中, Y 表示路径的个数, M 表示路由节点, 当 $H(Y)$ 表示转换至第 Y 条路径时, 此路径运行消耗能量达到峰值。 H_{\min} 表示剩余的最小能量, H_j 表示各节点剩余能量。根据对多条路由距离建立算法的分析, 可知:

$$L_{ir} = \sqrt{(x_{ui} - x_r)^2 + (y_{ui} - y_r)^2} \quad (6)$$

式中, L_{ir} 表示最小的预警网络通信距离。当 $U_i(x_u, y_u)$ 表示路由节点时, $\min(L_{ip}) \leq L$ 满足要求时, 根据计算取得的间距距离数值对预警网络进行控制, 实现船舶风险预警网络的路由算法运行^[15]。

2 测验论证

本研究选取参考文献[1]提供的数据作为测验验证的数据; 为了测验论证分析本研究的路由算法功效, 以此研究的算法视为测验组算法进行计算验证, 将不同传统的两种算法分为对应 a 组和对应 b 组, 在相同海区、海上环境和船舶流的测验条件下, 对三组算法进行比较, 取得信息数据能力。在 Mininet 平台进行测验, 运用三组算法对网络进行控制, 可取得船舶风险预警路径, 从预警路径确认各算法中数据节点丢失的数目, 丢失结果如图 2 所示。

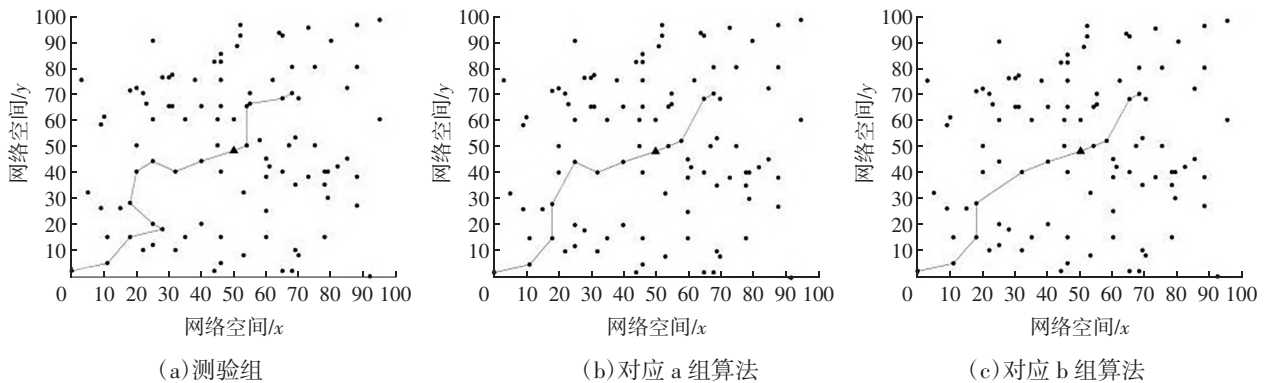


图2 算法对应产生的路径

测验结果对比可知, 对应组两个路径的节点数比测验组少, 对比节点数据量则测验组路径最多。为了测

验结果精准可靠,在增设四组变异节点的基础上,利用其中的三组算法取得变异节点的定位路径轨迹,依据路径轨迹出现的节点数,对三组算法节点数据丢失的情况进行统计。测验统计的数据结果如表 1 所示。

表 1 节点丢失数据数量汇总表

组号	预估数/个	测验组/个	对应组 a 组/个	对应组 b 组/个
1	15	15	9	9
2	15	14	10	10
3	14	12	11	8
4	15	15	9	9
5	14	14	10	9

对三组测验结果和预估数之间存在的节点数差异进行计算;从计算结果可知,预估数与测验组之间差异为 0 个、1 个、2 个、0 个和 0 个,预估数和对应组 a 组之间差异为 6 个、5 个、3 个、6 个和 4 个;五组预估数与对应组 b 组之间差异为 6 个、5 个、6 个、6 个和 5 个。在相同条件下进行的五组测验,对三组算法结果汇总后可知,节点丢失总个数分别对应组 b 组 28 个、对应组 a 组 24 个和测验组 3 个。由此证明,自适应船舶航行安全预警网络算法可防止或最大限度减少数据丢失,高效处置船舶流实现堵塞预警。

3 结束语

本研究通过建立网络 FSO/RF 转换模型的方法,同时使用了预警网络算法实行了对大数据流量监控和船舶预警网络出现异常情况的快速预警。在传统计算方法的基础上,对船舶流堵塞方案进行充分的研判和优化,通过最新测验获得的数据,进一步验证了自适应船舶航行安全预警网络算法的优异效果。但是,因为在实际测验中缺乏算法对网络运行效率的评估,因而需要对此预警网络算法工作能力的核验。其后可在工作环境和条件允许下,对此预警网络算法工作效率进行测验,测验结果可为优化此算法取得更科学的信息。

参考文献:

- [1]董晨,李磊,张皓宇,等.船舶安全智能预警网络自适应路由算法[J].舰船科学技术,2021(7):172-174.
- [2]魏祥渊,王兴华,李丽娜,等.雷达误差对船舶碰撞危险预警性能的影响[J].上海海事大学学报,2020(3):42-46,96.
- [3]李丽娜.船舶航行自动避碰决策模块开发[D].厦门:集美大学,2020.
- [4]张建刚.人工智能技术船舶海上交通冲突自动预警方法分析[J].舰船科学技术,2021(2):46-48.
- [5]罗劲松.内河智慧航道与船舶智能航行建设[J].城市建筑,2021(35):157-159.
- [6]齐维种,田延飞,温小飞,等.基于 SHELL 模型的智能船舶海上测试风险识别[J].水运管理,2022(7):20-22,33.
- [7]于巧婵,耿雄飞,徐加庆,等.船舶智能航行的船岸协同行为谱系研究[J].舰船科学技术,2022(16):138-142.
- [8]王淦龙,陈建勋,吴清财,等.基于工业互联网的船舶智能建造整体管控平台设计[J/OL].船舶工程:1-6[2022-11-03].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1281.U.20221010.1248.002.html>.
- [9]杨帆,刘佳仑,于淳,等.虚实融合的船舶智能航行测试技术[J].中国航海,2022(3):113-122.
- [10]张宝晨,耿雄飞,李亚斌,等.船舶智能航行技术研发进展[J].科技导报,2022(14):51-56.
- [11]罗茂元.基于物联网技术的船舶智能导航系统[J].舰船科学技术,2022(11):160-163.
- [12]孙旭,郑凯,公丕永,等.智能船舶航行态势感知技术现状[J].船舶工程,2022(4):14-25.
- [13]李丽娜,陈国权,杨凌波,等.船舶拟人智能避碰决策算法测试及应用[J].中国航海,2022(1):1-7.
- [14]张文君,张英俊,张闯.基于 HHM-RFRM 理论的智能船舶航行风险识别与筛选[J].安全与环境学报,2023(2):333-340.
- [15]徐海祥,卜瑞波,冯辉.面向船舶智能航行的多目标实时跟踪方法[J].华中科技大学学报(自然科学版),2022(1):138-143.

(责任编辑:张 利)

(下转第 77 页)

- [8]教育部.教育部 2022 年工作要点[EB/OL].(2022-02-08)[2022-08-20].http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/202202/t20220208_597666.html.
- [9]王莎.新时代高校思想政治教育评价的数字化变革[J].思想理论教育,2021(12):62-68.
- [10]曲士英,桑璐.新时代高职院校思想政治理论课教学评价的构成要素及实施路径[J].中国职业技术教育,2020(7):34-38.

(责任编辑:范可旭)

Reflections and Reconstruction of Teaching Evaluation of Higher Education Ideological and Political Course in the New Era

HU Jing-jun

(School of Marxism, Guangdong Teachers College of Foreign Languages and Arts, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The new requirements have been put forward for the reform of teaching evaluation of college's ideological and political course in the new era. Based on relevant documents of the central government and the Ministry of Education, the problems of the current teaching evaluation of higher education ideological and political course in terms of evaluation concept, evaluation subject, evaluation object, evaluation means and evaluation mechanism are reflected. In combination with the requirements of the new era, the evaluation of teaching of higher vocational ideological and political course in the new era is reconstructed from the aspects of the value objective of establishing moral education, multiple and collaborative evaluation subject, effect-oriented evaluation content, technology-empowered method dimension and multi-dimensionally supported operation direction.

Key words: new era; higher vocational ideological and political course; teaching evaluation

(上接第 28 页)

Analysis of Adaptive Ship Execution Safety Warning Network Algorithm

WANG Zhi-peng¹, LI Cheng-hai¹, HU Shen-ping²

(1. Department of Navigation, Shandong Jiaotong Vocational College, Weifang 261206, China;

2. Merchant Marine College, Shanghai Maritime University, Shanghai 200120, China)

Abstract: Due to the lengthy time-consuming and resource-consuming traditional algorithm of ship navigation safety warning scheme and the large amount of data loss during the operation of the algorithm, it is necessary to study the new ship navigation anti-clogging warning network. By establishing the network FSO/RF switching algorithm model, the real-time function conversion can be set up; using Reason domain to optimize the navigation ship flow blockage warning scheme, the matching of network warning control and node distance can be realized, and the management of adaptive algorithm for the warning network can be implemented. The results of the test under the same conditions prove that the new algorithm reduces 25 and 21 node losses respectively compared with the two traditional algorithms, which shows that the new algorithm not only reduces the number of lost data, but also improves the application value.

Key words: waterway transportation; ship navigation safety; network warning; transformation model; adaptive algorithm