

人工智能在船舶设备故障预测中的应用研究

孙立阔

青岛北船管业有限责任公司 山东青岛 266500

DOI:10.12238/jief.v7i4.13685

[摘要] 在全球贸易发展过程中会给你, 船舶运输属于重要的物流方式, 因此当前社会各界高度重视船舶运输的安全性和效率。保障船舶运行的稳定性, 有利于航运安全水平和效率, 而船舶设备故障预测不够完善, 无法满足当前航运业发展需求。本文主要分析了人工智能在船舶设备故障预测中的应用, 及时发现船舶潜在的故障。利用这一方法可以保障航运安全性, 因为因为故障问题引发航运事故, 同时可以减少后期维修的投资, 使船舶运行效率得以提升, 促进船舶业的可持续发展。

[关键词] 人工智能; 船舶设备; 故障预测; 应用措施

Research on the application of artificial intelligence in fault prediction of ship equipment

Sun Likuo

Qingdao Beichuan Pipe Industry Co., LTD Qingdao, Shandong 266500

[Abstract] In the development of global trade, ship transportation is a crucial logistics method. Therefore, the safety and efficiency of ship transportation are highly valued by all sectors of society. Ensuring the stability of ship operations enhances shipping safety and efficiency. However, the current predictive capabilities for ship equipment failures are inadequate, failing to meet the demands of the modern shipping industry. This article focuses on the application of artificial intelligence in predicting ship equipment failures, aiming to detect potential issues early. By using this method, shipping safety can be enhanced, as shipping accidents caused by equipment failures can be prevented. Additionally, it can reduce the costs associated with later repairs, thereby improving the operational efficiency of ships and promoting the sustainable development of the shipping industry.

[Key words] Artificial intelligence; ship equipment; fault prediction; application measures

船舶设备质量关系到航运过程的安全性和航运效率。如果船舶设备出现了故障, 将会引发航行事故, 引发严重的损失。因此需要做好船舶设备故障预测工作, 而利用人工智能技术实时监控船舶设备状态, 及时预测故障问题, 采取针对性的处理措施, 避免出现严重的事故。因此相关技术人员需要加大力度研究人工智能技术的应用, 在船舶设备故障预测中充分发挥出技术优势, 促进船舶行业的可持续发展。

一、人工智能技术的概述

人工智能的核心为机器学习, 利用计算机通过数据学习模式完成预测和决策等工作。在故障预测阶段, 利用数据训练模型, 结合已知的数据为样本, 促使模型学习故障特征和类型的映射关系, 从而可以预测新的数据故障类型^[1]。而无监督学习则针对无标签数据, 通过挖掘数据中的内在结构和关联, 如对

船舶设备正常运行数据进行聚类分析, 发现潜在的异常模式, 为故障预测提供线索。

深度学习是机器学习的一部分, 为神经网络的应用奠定基础。神经网络中相互连接大量的神经元, 其中包括输入层和隐藏层以及输出层。在训练阶段, 在输入层输入数据, 再提取和变换隐藏层的特征, 最终通过输出层将预测结果输出。训练阶段利用反向船舶算法, 以预测结果和真实标签为基础, 并且对神经元的连接权重进行调整, 对模型性能进行优化。

二、船舶故障预测需求分析

(一) 船舶设备类型和故障模式

船舶设备的类型较多, 其中重要的部件包括轮机设备和电气设备。轮机设备包含发动机和传动系统等。在长期运行过程中, 发动机零部件之间相互摩擦, 将会引发磨损故障, 不利于

稳定地输出动力,对船舶运行速度和稳定性造成影响。传动系统承受较高的负荷,很容易出现老化问题,例如会引发传动带松弛,或者影响到齿轮啮合精度,不利于快速传递动力。在船舶运行阶段,轴系承受较多的扭转力和弯曲力等,在实际运行中很容易出现断裂问题,对船舶行业的安全性造成影响^[2]。发电机运行过程中很容易出现绕组老化问题,降低发电效率,不利于顺利供应船舶电力资源。配电板出现接触不良的情况,将会提高电气故障发生率,引发短路和断路等问题,不利于向船舶各个系统供应电力资源。海洋环境非常复杂,电缆很容易出现老化和破损等问题,如果出现漏电情况,将会威胁到船舶人员和设备的安全性。

(二) 故障数据特征

船舶装备的故障信息具有很大的多样性,包括传感器、操作记录等。通过对各种传感器的测量,可以对装置的工作状况进行及时的检测,例如可以对装置的温度进行检测,可以通过压力传感器来获得装置内的压力等。该方法可以实时地反映装置目前的工作状态,并能及时地检测出装置的隐患。此外,由于舰船装备的多维特性,单个传感器数据很难对其进行完整的表征,需要将多源信息(如温度、压力、振动等)进行有效的融合,从而实现对装备的诊断与诊断。另外,船舶工作环境较为复杂,所获取的信号中常常含有电磁干扰、机械振动等噪音,它们不仅会对信号的品质产生干扰,而且还会给故障预报带来一定的困难。

(三) 孤航预测性能要求

船舶设备故障预测结果要具备准确性和实时性以及可靠性,准确性指的是构建的故障预测模型可以对设备故障类型和发生事件进行精准识别,保障预测的准确性,有利于减少维修工作,同时可以减少维修投资,保障船舶运行的安全性^[3]。实时性要求构建的预测模型可以及时分析设备状态,快速提出预测结果,方便工作人员针对潜在的故障提出应对措施,避免进一步恶化故障。可靠性指的是在不同工作环境中,故障预测模型可以可靠性的工作,提高预测结果的精准性。完成上述指标,有利于保证船舶设备运行的稳定性,避免在航运阶段产生安全问题,使整体运行效率得以提升。

三、人工智能在船舶设备故障预测中的应用

(一) 预测模型构建

利用人工智能构建船舶故障预测模型,首先需要实现数据预处理,因为船舶设备的相关数据存在噪声和缺失值等,因此需要清洗处理数据,在缺失值处理中利用均值填充和插值法等,在噪声去除中利用滤波算法,保障数据质量。其次是特征选择,因为船舶设备数据具有多维性特点,一些特征对故障预测没有任何价值,因此需要利用基于过滤式和包裹式以及嵌入式等特征选择算法,将和故障相关度较高的关键特征筛选出

来,合理降低数据维度,简化计算过程,优化模型性能。再次开展模型选型和训练,在机器学习过程中可以选择的模型包括支持向量机和决策树以及决策森林等模型。例如利用随机森林模型,主要包括不同的决策数据,通过抽样训练数据,形成不同的子数据集,不同的子数据集对一个决策树进行训练,最终利用平均方式获取预测结果。在训练阶段历史故障数据,可以对模型参数进行调整,将数据的潜在规律挖掘出来,有效预测船舶设备故障。

(二) 传感器数据利用

舰船装备上安装有温度传感器、压力传感器和振动传感器等多种传感器,可以对装备的工作状况进行实时监控。其中,利用温度传感器实现了对被测元件温度的检测,压力传感器负责对管道内部流体压力进行测量,振动传感器可以对振动信息进行捕捉^[4]。不同传感器数据采集频率和精度直接影响到故障预测结果。提高数据采集频率,可以更好地体现器件的运行状况,但同时也带来了海量的数据,增大了内存和运算的负荷;但是,如果获取的次数过少,则会造成重要的信息损失。在测量精度上,高精度的传感信息可以对装备的状况进行更精确的刻画,但太高的测量结果会带来噪声干扰。针对不同传感器的特点,需要通过卡尔曼滤波器等多种数据的融合和处理,充分发挥各类传感器的各自优点,增强数据的连贯性和可信度,为故障预报提供更为精确的数据支撑。

(三) 模型训练和验证

在模型训练过程中,可以利用梯度下降法等对模型参数进行优化,利用最小化损失函数,可以保证模型预测结果的精准性。利用梯度下降法,通过对损失函数进行计算,确定模型参数梯度,以梯度相反方向完成参数更新,最终获得最优解。为了规避模型过拟合问题,可以利用正规化策略,将参数范数项添加到损失函数中,对模型参数规模进行限制,使模型的泛化能力得以提升。对模型性能验证阶段可以利用交叉验证方式,划分数据集为多个子集,选择的子集作为验证集,其它子集作为训练集,通过对模型多次训练和验证,可以提高模型评估结果的精准性。在模型性能衡量过程中可以利用准确率和召回率等指标,准确率指的是模型正确的样本数的占比,召回率代表模型正确预测中正数占比,综合利用这些指标,可以将船舶设备故障预测中模型的效果进行全面评估。

(四) 船舶设备故障维护管理系统

利用专业管理软件的集成化功能,可以保障船舶运行的高效性,利用软件系统的大数据分析技术和高级算法,可以实时分析船舶中传感器收集的数据,有利于全面监控设备状态,及时发现微小变化^[5]。利用直观的图形用户阶段,有利于船员快速查看设备状态和历史数据等,提高设备维护效率。当设备出现问题,软件可以分析问题发生原因,提出维修建议,提高故

障处理的智能化,避免耗费较多的时间诊断和修复故障。

为了改进维修工作,实现自动化是必不可少的。采用自动控制,降低了人为误差,保证了维修的品质与稳定性。自动维修程序包括定期检查、预防性维修、失效反应等。比如,通过设置计时工作,该系统能够对装置进行周期性的检测,从而保证了全部的装置都符合厂家的要求。预防保养是指通过对以往生产过程中的各种参数进行统计和分析,对可能出现的问题进行预报,以便及早采取措施,防止非预期的停工。在设备出现事故时,该自动控制装置能够快速做出反应,制定相应的紧急计划,降低事故对船舶运行造成的冲击。

四、人工智能在船舶设备故障预测中的应用中存在的问题和结合策略

(一) 数据质量问题

在预测船舶故障的过程中,数据质量发挥重要的作用。但是在实际工作中常见数据缺失问题,影响到信息完整性,导致故障预测模型无法对数据特征进行全面学习,不利于准确预测船舶设备故障。例如一些传感器出现传输问题,不利于精准判断设备运行状态^[6]。此外噪声数据也比好常见,因为船舶于宁环境比较复杂,电磁和振动等因素很容易干扰传感器采集的数据,引发噪声数据我呢提。噪声对模型的学习性能造成影响,同时会增加模型预测结果偏差。此外需要重视异常值问题,设备故障噪音信号为异常值,可能是因为数据采集和传输问题引发的问题。如果模型没有合理处理异常值,将会引发错误判断或者漏判等问题。

针对上述问题,需要采取清洗策略,通过预处理数据,将重复数据和无效数据去除,对错误数据进行纠正对缺失数据,可以利用数据插补方法进行填补,可以保障数据的完整性。利用异常检测技术,可以优化异常值识别和处理效果,利用统计学方法或者机器学习算法等检测异常值,结合检测结果完成异常值修正和删除。

(二) 模型复杂度问题

如果模型具有较高的复杂性,将会影响故障预测结果^[7]。一方面耗费较长的训练时间,模型中涉及的数据较多,徐璈训练较多的数据,资源计算量较大,因此需要耗费较长的时间训练,对模型部署速度造成影响。另一方面存在过拟合问题,复杂模型可以对数据噪声和细节进行捕捉,优化训练集效果,但是因为缺乏数据泛化能力,不利于提高故障预测的精准性。

为了对这一问题进行处理,需要落实模型剪枝,将模型中冗余的连接和神经元去除,提高模型结构的精简性,参数数量因此减少,提高了模型的简易性,优化模型使用性能。利用正则化技术,指的是将正则化项添加到损失函数中,对模型参数给予限制,避免出现过拟合问题。通过集成学习,组合多个简

单模型,再利用多个模型对结果进行预测,优化模型使用性能,提高模型的泛化能力。

(三) 实时性问题

船舶设备故障预测对实时性要求极高,及时的故障预警能为船舶操作人员争取更多处理时间,避免严重事故发生。船舶在航行过程中,设备状态时刻变化,一旦发生故障,需立即察觉并采取措[5]。然而,现有方法在满足实时性方面存在困难。部分复杂的预测模型计算量大,即使在高性能硬件上运行,也需要较长时间才能完成一次预测,无法满足实时性要求。此外,数据采集和传输的延迟也可能影响实时性,从传感器采集数据到数据传输至预测模型进行处理,整个过程的时间延迟可能导致故障预测不及时。

为提高实时性,硬件加速是重要策略之一,采用专门的硬件设备,如GPU、FPGA等,加速模型的计算过程,缩短预测时间^[8]。模型简化也是关键,通过设计更简洁的模型结构,减少计算复杂度,提高模型的运行速度。同时,优化数据采集和传输流程,减少延迟,确保数据能及时用于故障预测。

结束语:

开展船舶设备故障预测工作,有利于提高船舶运行的安全性和高效性,为了将故障预测工作的优势发挥出来,需要借助人工智能的优势,构建故障预测模型,结合故障数据的特点,明确船舶设备故障问题,落实针对性的维护和检修措施,推动船舶行业健康发展。

[参考文献]

- [1]汪益兵,韩志豪,站翌婷.面向智能船舶的设备故障预测与管理[J].船舶工程,2025,47(03):93-98.
- [2]薛克柱.海上船舶设备故障分析及检修保养对策探讨[J].石化技术,2024,31(05):351-353.
- [3]王文彬.船舶设备故障预测和维护管理方法分析[J].水上安全,2024,(07):145-147.
- [4]胡国彤,甘辉兵,丛玉金,等.基于1DCNN-LSTM船舶辅锅炉故障预测方法[J].中国航海,2023,46(02):135-143.
- [5]刘震,李佳佳,俞灵旻.船舶设备故障预测和健康管理产业发展现状及趋势研究[J].船舶工程,2023,45(05):55-58+152.
- [6]王晓东,马旭颖.基于SVM模型算法和大数据分析技术的船舶设备故障诊断[J].上海船舶运输科学研究所学报,2021,44(01):49-53.
- [7]曾友渝,谢强.基于改进RNN和VAR的船舶设备故障预测方法[J].计算机科学,2021,48(06):184-189.
- [8]贾广付,马春梅.浅析智能船舶设备状态监测与故障诊断[J].船舶物资与市场,2020,(02):61-62.