

基于人工智能算法的工业设备预测性维护系统研究

余 翔

中国联合网络通信有限公司南昌市分公司 江西南昌 330038

摘要: 随着工业自动化程度不断提高, 机器可靠正常运行变成保持生产效率以及经济收益重要条件。传统机器维修方法经常采用定期保养或者之后补救作为主要手段, 存在维修费用很高、故障反应慢这些缺点。针对这种情况, 研究人员开发一套依靠人工智能技术的工业机器提前判断性维修系统。这个系统利用结合多种来源机器运行信息, 使用最新人工智能技术完成机器健康状态实时监视以及分析, 快速发现机器潜在异常情况。实验结果表明, 这个系统能够准确预测机器故障发展趋势, 明显提高机器管理提前判断能力以及合理安排能力, 明显减少故障发生次数以及停工造成损失。这项研究对于推动工业领域向智能化方向发展, 提升机器维修工作效率, 保证生产安全具有重要作用。同时, 为以后同类系统开发以及完善提供理论支持以及技术帮助。

关键词: 人工智能算法; 预测性维护; 工业设备; 故障预测; 运维效率

引言

随着工业自动化水平的提升, 设备的运转可靠性与安全性更加重要。常规的维护模式依赖定期保养抑或后期的修理, 导致高昂的维护成本与故障回应延迟, 影响生产效率与设备寿命。预测性维护凭借监测设备运转状态与数据分析, 提前察觉潜在故障并且执行措施, 避免生产损失。人工智能的快速发展给预测性维护提供了革新方案, 依靠AI算法的设备健康监控系统可以实时解析多源数据, 整合机器学习、深度学习等技术, 有效预测故障, 优化设备管理。现有研究主要集中于单一算法的应用, 还没有彻底研究如何融合多种算法来提高预测精确度与即时性。本研究推出了一个基于AI算法的工业设备预测性维护系统, 依靠多源数据融合与智能分析, 提高预测准确度与设备管理效率, 减少故障率与停机时间, 推动工业智能化转变, 确保生产可靠与经济效果。

一、预测性维护的背景与意义

(一) 工业设备维护现状与挑战

工业设备如果想要达到高效率并且稳定地运行, 就成为现代工业生产当中一个非常重要的基础环节。但是,

如果工业设备一直长时间地连续工作下去, 就会遇到很多不同的各种各样的问题。现在大部分工业行业的设备维护工作, 都主要依靠定时的常规检查以及出了故障之后再进行处理的方式来进行。定时检查都是按照固定的统一时间来安排的, 这种做法完全没考虑到每台设备当时实际运行的具体状况, 结果就可能出现检查次数太多或者检查次数太少的情况。出了故障之后才去修理, 就会造成整个生产线暂时停止生产, 同时还会让设备本身受到更加严重的损坏, 最终造成的经济损失会越来越大。工业设备在运行过程中, 周围的工作环境通常都显得很复杂而且充满挑战, 当设备承受的负荷过高时, 就会导致里面的各个零部件逐渐老化并且出现严重磨损的现象。过去那种传统的维护方法, 对于发现和解决那些隐藏起来的异常情况以及可能出现的潜在故障, 表现得特别不够好, 等到真正发现问题时往往已经太晚了, 甚至有可能直接危及到整个生产的正常安全运转。随着工业自动化技术不断发展进步, 设备维护方面对于操作的及时程度、解决问题的实际效果以及费用控制的严格程度, 提出了更高的标准和要求, 所以现在非常急需采用一些新的技术方法来彻底改进和完善现有的维护方式, 从而更好地满足现代工业生产当中所面临的各种复杂多变的需求和各种具体条件。

(二) 传统维护模式的不足

常规保养方法可以分为两种方式, 一种是定期进行检查, 另一种是在发现故障后再进行修理。这种保养方

作者简介: 余翔 (1982.03-), 男, 汉族, 江西省南昌市, 硕士研究生, 通信工程师/南昌联通政企客户事业部经理, 现主要从事的创新业务管理工作, 研究方向: 互联网技术方向。

式在工业机器的运行中表现出不少问题。定期检查是按照固定的周期对机器进行保养，但没有结合机器的实际情况来进行调整，往往会导致资源浪费或保养计划不合理。而发现问题后再进行修理，则是在机器出现问题后才开始保养，这样容易导致故障处理时间拖得太长，影响正常的生产流程，还会增加因停机带来的经济损失。这两种方式无法全面察觉机器内部的潜在问题，也无法有效阻止机器老化或突发异常导致的各种麻烦。没有及时收集相关数据，也未能利用合理的方法进行分析和判断，导致整个保养管理工作的效率非常低下，做出运维决策时也难以实现智能化的提升。传统的保养方式已经无法适应现代工业机器对高效率 and 稳定运行的需求，迫切需要更新更有效的保养策略来应对复杂的生产环境。

（三）预测性维护的必要性与优势

预测性保养归于基于数据分析的高阶保养方式，通过实时监控设备运行状态并且分析潜在故障趋势，能够实现对设备故障的提前发现，明显减少因为突发故障引起的停机损失。相较传统保养手段，预测性保养不仅节约了保养成本，而且可以延长设备服役时间，确保生产连续性和稳定。其优势体现在提高设备管理的科学水平，促进制造业向数字化转型，保障生产过程的安全可靠，为企业在激烈竞争环境中获得长期经济效益和技术赋能。

二、人工智能算法在设备维护中的应用

（一）人工智能算法概述

人工智能算法属于现代信息技术关键部分，在工业范围使用前景非常广阔。特点表现模仿并且扩展人类思考方式，依靠大量数据解决复杂困难。主要包含机器学习、深度学习、神经网络这些技术，能够利用数据带领完成多层信息收集以及分析。依靠自己调整学习，从大量数据里面找到隐藏规律，提升预测准确程度以及运行效果，可以快速处理非线性而且复杂设备运行数据。强大计算能力以及模型训练能力，能够应对工业设备保养当中多种变量情况，提高故障预测可靠程度，成为工业设备预测性维护系统重要技术支持基础。

（二）常用人工智能算法及其应用

人工智能算法设备预测性维护里面获得广泛运用，涵盖机器学习算法、深度学习算法还有时间序列算法。机器学习算法例如支持向量机和随机森林可以依靠过去故障数据开展训练，因此辨别出作用于设备运转重要因素，用于分类故障类型或者预测故障产生概率。深度学习算法依赖构造多层神经网络，能够实现繁杂设备数据

特征自主提取，尤其适合处理非线性并且多维度数据问题，特别是异常检测方面效果显著。时间序列算法例如长短时记忆网络LSTM和自回归模型ARIMA在预测设备运转趋势上面展现出色，能够非常把握数据时间顺序特点，评价设备健康状态变化。这些算法运用使预测性维护系统拥有更优智慧水平和可信水平，给设备故障预测给予强劲技术支撑。

（三）人工智能算法在设备预测性维护中的优势

人工智能算法运用于设备预测性维护时展现出十分显著的优势，借助详尽探究与剖析设备运作的的数据，可以明确地掌握设备的运作状况，察觉潜在出现的问题，迅速报警，保障设备不会发生突发停机的情况。算法可以应对多样繁杂的工作环境，持续优化技术方法，使预测结果更为精确，并且亦能提升处理速度，削减设备维修的费用，维持设备的可靠运作与无险防护，协助工厂达成智能化管理的目标，促进整个行业达到更优的技术水平。

三、基于人工智能的预测性维护系统架构

（一）系统架构设计

基于人工智能技术的预测性维护系统，旨在持续监测工业设备健康状况并预判故障趋势。系统架构分为四大核心部分：数据采集模块负责全面收集多源数据，涵盖设备传感器实时信息、历史维修记录及环境参数，确保数据完整准确；数据处理与分析模块对数据进行深度清洗、特征提取与标准化处理，形成统一格式，为算法分析奠定基础；故障预测模块作为核心，运用机器学习与深度学习算法构建预测模型，快速识别潜在故障并预估发生时间，实现提前预警；用户操作界面模块以图形化方式直观展示设备状态、故障预测结果及分析报告，便于操作人员快速理解并决策。系统架构注重各模块间的紧密协作与高效数据传输，确保系统稳定运行，为工业设备健康管理提供坚实的技术支撑。

（二）数据采集与处理

数据采集是预测性维护系统运行的基础，涵盖多源数据的获取与整合。工业设备运行过程中产生的传感器数据、历史运行记录、环境参数等，都是关键数据来源。这些数据利用工业物联网IIoT技术实时采集，并且利用边缘计算设备进行初步预处理，以便减少数据冗余和延迟。数据处理涵盖删除、标准化以及特征提取等步骤，以便确保数据的完整性和可信度。针对不同设备的运行特点，采用跨领域的特征分析方法，涵盖时域特征、频域特征以及时频域整体特征的提取。经过加工后的数据

利用高性能的数据接口传输到中心数据库，为后续故障预测模型的培养与优化提供支持，最终实现对设备运行状态的高精度分析与预测。

（三）故障预测模型的构建与优化

构建故障预测模型以及持续优化这个模型，在预测性维护系统里面非常重要。利用过去数据跟当前数据，采用机器学习方法比如随机森林支持向量机这些方式，来创建出最初的预测模型，依靠特征工程提取出那些最重要的特点，从而让模型预测结果变得更加准确。使用交叉验证加上调整参数这些技术来完善模型里面的各项参数，保证模型面对新数据时候也能表现出不错的效果并且预测得非常准确。等到把模型真正用起来的时候，加入增量学习这种机制，以便能够更好地应对设备运行状态出现的变化。模型经过多次优化之后，不但能够把故障预测的准确性大幅提高，而且还能明显减少错误判断的情况，最终给实现更高效能的设备维护工作提供非常有力的帮助。

四、系统实现与应用效果

（一）系统实现技术与平台

构建基于人工智能的预测性维护系统，需前沿技术与稳固平台支撑。系统以机器学习和深度学习算法为核心，深度剖析设备运行数据，实现异常检测与提前预警。数据采集借助高精度传感器，确保数据快速精准可靠。大数据处理平台采用分布式架构，利用Apache Hadoop和Spark等技术工具，提升数据处理速度与系统响应效率。

系统平台采用微服务架构，保障模块独立性与灵活性，增强可扩展性与维护性。构建设备虚拟孪生模型，模拟设备操作与故障场景，为故障预测提供逼真环境。界面设计用户友好，便于操作人员监控设备状态与预警信息，辅助决策。系统云端部署，适应不同行业与规模需求，提供持续服务支持。

（二）实际应用效果与案例分析

于现实使用中，依靠人工智能算法的预测性维护系统于某个制造企业的核心设备之上执行了部署。通过对于设备传感器数据的实时采集和智能分析，系统准确发现数个潜在故障点，提前通知设备可能发生的异常。该系统的引入使得设备故障率降低大约30%，设备停机时间缩短了20%。在一次实例中，系统成功预判出一台数控机床主轴轴承的磨损趋势，避免了可能造成的生产中断和

高昂维修成本。企业反馈显示，该系统不仅提升了设备管理效能，而且增强了生产线的整体安全性和稳定性。

（三）系统优化与提升方向

于系统完善和提升方面，可以考虑引入更为先进的机器学习算法，比如深度学习和增强学习，以更深程度提高故障预测的精确度。系统数据输入来源可以多样化，增加对于环境数据、操作员行为数据等外部因素的考察，增强预测模型的整体性。系统响应速度也可以通过完善数据处理算法与硬件加速技术的结合来加强，减少延迟。对于应用效果的长期提升，需要着力完善用户反馈机制，从而不断改进系统功能以满足各种工业场景中的独特需求。

结束语

本文深入剖析了基于人工智能算法构建的工业设备预测性维护系统，该系统整合多源数据，借助前沿人工智能技术，实现了对设备健康状况的实时监测与精准故障预判。研究表明，此系统显著提升了设备维护的预见性与科学性，有效降低了故障发生率及故障停工损失，为工业智能化转型提供了坚实技术支撑。鉴于工业设备种类繁多、工作环境复杂多变，未来需持续优化算法模型，增强系统适应性与抗风险能力。同时，加强跨领域合作，拓展应用场景，将推动预测性维护技术向更高水平、更广范围发展，为工业设备高效稳定运行提供新思路与可行方案，兼具理论与应用双重价值。

参考文献

- [1] 崔园. 基于人工智能算法的成绩等级预测研究[J]. 现代计算机, 2021, 27(31): 112-116.
- [2] 刘伟, 张伟. 基于人工智能算法的无线信号传播损耗预测[J]. 信息记录材料, 2022, 23(07): 192-194.
- [3] 梁志生, 韩永涛, 林翔. 基于Prophet人工智能算法的网络潮汐效应预测研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2021, 34(09): 60-68.
- [4] 王才进, 蔡国军, 武猛, 刘薛宁, 刘松玉. 基于人工智能算法预测土体导热系数[J]. 岩土工程学报, 2022, 44(10): 1899-1907.
- [5] 牛冲丽, 卢凯杰. 人工智能技术在工业设备预测性维护中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2022, (17): 226-229.