

面向多源异构数据的工业设备状态可视化监控系统架构设计

岑莹琪

杭州市余杭区工大智能制造技术与装备研究院 浙江 杭州 310000

摘要:随着工业自动化与信息化的飞速发展,工业生产中产生的数据呈现出多源异构的特点。工业设备种类繁多,其运行过程中产生的传感器数据、控制参数数据、设备日志数据等来源广泛且结构各异。对这些多源异构数据进行有效处理和分析,以实现工业设备状态的精准监控,对于保障工业生产的高效、稳定和安全至关重要。然而,当前工业设备状态监控面临诸多问题。多源异构数据的整合困难,不同类型数据难以有效融合,导致设备状态信息不完整;传统的数据处理方法无法满足实时性和准确性的要求,难以快速准确地判断设备状态;可视化程度不足,无法直观地展示设备运行的复杂状态。基于此,本文针对面向多源异构数据的工业设备状态可视化监控系统架构展开深入分析。首先阐述多源异构数据与工业设备状态的相关理论基础,接着研究数据的采集与处理方法,然后进行系统架构设计,包括架构原则、组成模块及功能设计等,最后探讨设备状态可视化的实现与优化策略。本文以期通过这些研究,设计出高效、实用的工业设备状态可视化监控系统架构,提升工业设备状态监控水平,促进工业生产的智能化发展。

关键词:多源异构数据;工业设备;状态监控;可视化;系统架构

1 引言

在工业4.0和智能制造的大背景下,工业生产正朝着自动化、智能化和数字化的方向快速迈进。工业设备作为生产的核心载体,其运行状态直接关系到生产的效率、质量与安全。随着传感器技术、物联网技术的不断发展,工业设备在运行过程中能够产生大量的数据,这些数据来源广泛,涵盖了不同类型的传感器、控制系统以及设备自身的日志记录等,形成了多源异构的数据特征。对这些多源异构数据进行有效利用,实现对工业设备状态的全面、实时监控,成为提升工业生产竞争力的关键。然而,现有的工业设备状态监控手段在处理多源异构数据时存在诸多不足。数据的整合与分析效率低下,难以从海量复杂的数据中提取有价值的信息;监控系统的可视化程度不高,无法为操作人员提供直观、清晰的设备状态展示,不利于及时发现设备潜在问题。因此,研究面向多源异构数据的工业设备状态可视化监控系统架构具有重要的现实意义。

2 多源异构数据与工业设备状态相关理论基础

2.1 多源异构数据的概念与特点

多源异构数据指的是由多个不同来源产生,且在数据结构、格式、语义等方面存在差异的数据集合。在工业领域中,数据来源广泛,如温度、压力、振动等各类传感器实时采集的数据,设备控制系统产生的指令和反馈数据,以及设备运行日志记录的数据等。其特点首先

表现为多样性,数据类型涵盖结构化(如数据库中的表格数据)、半结构化(如XML、JSON格式数据)和非结构化数据(如文本日志、图像数据)^[1]。其次是海量性,随着工业生产的持续运行和设备的增多,数据量呈指数级增长。再者是速度快,许多工业设备数据需要实时采集和处理,以满足设备状态监控的及时性要求。最后是价值密度低,大量的数据中只有部分与设备状态相关且有价值,需要经过复杂的处理和分析才能提取出来。

2.2 工业设备状态参数与状态评估方法

工业设备状态参数是反映设备运行状况的关键指标,不同类型的设备具有不同的状态参数。例如,旋转设备的转速、振动幅值和频率,电机的电流、电压、温度,压力设备的压力值等。这些参数的变化能够直接或间接地反映设备是否正常运行。状态评估方法则是基于这些参数对设备状态进行判断的手段。常见的有基于阈值的评估方法,即设定参数的正常范围,超出范围则认为设备存在异常;还有基于模型的评估方法,通过建立设备的数学模型或仿真模型,对比实际运行数据与模型输出,判断设备状态。另外,基于数据挖掘和机器学习的方法也逐渐得到应用,通过对大量历史数据的学习,构建设备状态分类或预测模型,实现对设备状态的准确评估。

2.3 可视化技术在工业监控中的应用原理

可视化技术在工业监控中的应用是将复杂的工业设

备数据转化为直观、易懂的图形、图表或图像形式,帮助操作人员快速理解设备状态和运行趋势。其原理基于人类对视觉信息的高效处理能力。在数据层面,首先对采集到的多源异构数据进行清洗、转换和集成,使其适合可视化展示。然后,根据数据的特点和监控需求选择合适的可视化图表类型,如折线图用于展示设备参数随时间的变化趋势,柱状图用于比较不同设备或参数之间的差异,散点图用于分析参数之间的相关性等。在展示层面,利用图形用户界面(GUI)技术,将可视化图表集成到监控系统中,提供交互功能,如缩放、平移、数据查询等,使操作人员能够深入了解设备状态的细节,及时发现潜在问题并采取相应措施。

3 工业设备多源异构数据的采集与处理

3.1 多源异构数据的采集方式与技术

工业设备多源异构数据的采集方式丰富多样。对于传感器数据,可采用有线或无线的方式进行采集。有线方式如以太网、RS-485等,具有传输稳定、抗干扰能力强的特点,适用于对数据传输可靠性要求较高的场合,如工业现场的关键设备参数采集。无线方式包括Wi-Fi、蓝牙、ZigBee等,安装便捷,可实现设备的灵活部署,常用于一些难以布线的区域或移动设备的数据采集。对于设备控制系统数据,可通过与控制系统的接口进行数据读取,如OPC(OLE for Process Control)协议,能实现不同厂家设备和系统之间的数据交互。设备日志数据则可通过文件读取或数据库查询的方式获取。此外,近年来物联网技术的发展,使得利用智能终端设备对工业设备进行数据采集成为可能,进一步拓展了数据采集的范围和灵活性。

3.2 数据清洗、转换与集成的方法

数据清洗是去除多源异构数据中的噪声、错误数据和重复数据的过程。可通过统计分析的方法,识别出数据中的异常值并进行修正或删除;利用数据查重算法,找出重复记录并进行合并或删除处理。数据转换是将不同格式、结构的数据转换为统一的形式,以便于后续的处理和分析。例如,将非结构化的文本数据转换为结构化的数据,或者将不同编码格式的数据转换为一致的编码。对于数值型数据,可能需要进行归一化、标准化等操作。数据集成是将来自不同数据源的数据整合到一起。可以采用ETL(Extract, Transform, Load)工具,从多个数据源中提取数据,经过转换后加载到数据仓库或数据库中^[2]。同时,需要解决数据冲突和语义不一致的问题,如通过建立数据字典、元数据管理等方式,确保数据的一致性和准确性。

3.3 数据预处理对设备状态监控的作用

数据预处理在设备状态监控中起着至关重要的作用。首先,经过清洗的数据能够提高后续分析的准确性。去除噪声和错误数据后,基于这些数据进行的设备状态评估和故障诊断结果会更加可靠,减少误判和漏判的情况。其次,数据转换使得不同类型的数据能够统一处理,便于挖掘数据之间的潜在关系。例如,将不同设备的参数数据进行标准化处理后,可以更方便地比较它们的运行状态,发现设备之间的性能差异。最后,数据集成整合了多源数据,提供了更全面的设备状态信息。操作人员可以从多个角度了解设备的运行情况,及时发现设备的潜在问题。例如,结合设备的传感器数据和运行日志数据,可以更准确地判断设备故障的原因和发展趋势,为设备的维护和管理提供有力支持。

4 面向多源异构数据的监控系统架构设计

4.1 系统架构设计的原则与目标

系统架构设计遵循多项重要原则。首先是可靠性原则,确保系统在各种复杂工业环境下都能稳定运行,避免因硬件故障、软件漏洞等导致监控中断。其次是可扩展性原则,考虑到工业生产的发展和设备的增加,系统应能方便地添加新的数据源和功能模块,以适应不断变化的需求。再者是安全性原则,对多源异构数据进行严格保护,防止数据泄露、篡改等安全问题。系统架构设计的目标是实现工业设备状态的高效、准确、可视化监控。通过整合多源异构数据,深入分析设备运行状态,及时发现潜在故障和异常情况,为设备维护和生产决策提供有力支持。同时,打造直观、友好的可视化界面,使操作人员能够快速理解设备状态信息,提高工作效率,降低设备停机时间和维护成本,提升工业生产的整体效益^[3]。

4.2 系统的整体架构组成与模块划分

系统整体架构主要由数据采集层、数据处理层、数据存储层、分析决策层和可视化展示层组成。数据采集层负责从各类工业设备中收集多源异构数据。数据处理层对采集到的数据进行清洗、转换、集成等预处理操作。数据存储层用于存储处理后的数据,可采用分布式数据库或数据仓库等技术,满足海量数据的存储需求。分析决策层运用数据挖掘、机器学习等算法对存储的数据进行分析,评估设备状态,预测潜在故障。可视化展示层将分析结果以直观的图表、图形等形式呈现给操作人员,如设备状态仪表盘、趋势图等。模块划分明确,各层之间相互协作,共同实现对工业设备状态的全面监控。

4.3 各模块的功能设计与交互机制

数据采集模块通过多种接口和协议,实时采集设备数据,并进行初步的格式转换和校验。数据处理模块接收采集模块的数据,进行深度清洗、格式统一和特征提取,为后续分析做准备。数据存储模块提供可靠的数据存储服务,支持数据的快速读写和查询。分析决策模块利用存储的数据进行建模和分析,生成设备状态报告和故障预警信息。可视化展示模块将分析决策模块的结果以可视化形式展示,提供交互功能,方便操作人员查询和操作。各模块之间通过标准的数据接口和通信协议进行交互,数据在各模块间有序流动^[4]。例如,数据处理模块处理完数据后传输给存储模块存储,分析决策模块从存储模块读取数据进行分析,结果再传递给可视化展示模块进行呈现,确保系统的高效运行。

5 工业设备状态可视化实现与优化策略

5.1 可视化图表与界面的设计方法

在设计可视化图表时,需依据数据特点和监控需求选择合适类型。对于反映设备参数随时间变化趋势的数据,折线图是较好选择,能清晰展示变化走向。柱状图适合对比不同设备或参数的数值差异。散点图可用于分析参数间的相关性。

界面设计遵循简洁、直观原则。采用合理的布局,将重要信息置于显眼位置,如设备关键状态指标。使用清晰易懂的图标和颜色编码,区分不同状态和数据类型。例如,绿色表示正常,红色表示异常。同时,确保界面操作简便,提供必要的交互功能,如数据筛选、图表缩放等,方便用户获取所需信息。

5.2 基于数据特征的可视化呈现策略

不同的数据特征需不同的可视化呈现策略。对于数值型数据,除了常见图表,还可使用仪表盘、进度条等,直观展示参数的具体数值和范围。对于文本型数据,如设备日志,可通过关键词提取、词云等方式呈现,突出关键信息。对于具有时空特征的数据,如设备位置和运行时间,可利用地图和时间轴相结合的方式展示。此外,针对多源异构数据融合后的综合信息,采用多维度可视化方法,如平行坐标图、桑基图等,展示数据间的复杂关系和流向,帮助用户全面理解设备状态和运行情况^[5]。

5.3 系统性能优化与可视化效果提升措施

为优化系统性能,可采用数据缓存技术,减少对数据库的频繁访问,提高数据读取速度。对大数据量的图表渲染进行优化,采用渐进式加载、数据抽样等方法,避免界面卡顿。在提升可视化效果方面,不断更新和优化可视化组件,采用更先进的图形渲染技术,提高图表的清晰度和美观度。根据用户反馈和使用习惯,对界面进行个性化定制,如调整图表布局、颜色方案等。同时,持续监控系统性能指标,及时发现并解决影响性能和可视化效果的问题,确保系统始终保持良好的运行状态。

6 结语

本文围绕面向多源异构数据的工业设备状态可视化监控系统架构展开了全面且深入的研究。从阐述多源异构数据与工业设备状态的理论基础,到数据的采集、处理,再到系统架构设计以及可视化的实现与优化,形成了一套较为完整的体系。研究成果表明,通过合理设计系统架构,对多源异构数据进行有效采集、处理与可视化展示,能够显著提升工业设备状态监控的准确性与直观性,为工业生产的稳定运行提供有力支持。但不可忽视的是,本研究仍存在一定的局限性,例如在面对极端复杂工况下的数据处理能力还有待加强,系统的兼容性和扩展性方面也有提升空间。未来,应进一步深化对多源异构数据处理技术的研究,不断优化系统架构,提高系统的适应性和智能化水平,以更好地满足工业生产日益增长的需求,推动工业设备状态监控领域的持续发展。

参考文献

- [1]陈昌荣,汪草宏,江吉彬,练国富,黄旭.面向FANUC机器人的多源异构设备数据采集系统[J].机电技术,2024(2):1-3+51.
- [2]王元志,袁逸萍,樊盼盼,裴国庆.纺机车间多源异构数据生产管理系统设计[J].机床与液压,2024,52(6):67-73.
- [3]黎明,张云志,关大力,蒋倩,刘建东.数字化车间异构设备数据源集成关键技术研究与应用[J].航空制造技术,2022,65(7):38-43+53.
- [4]胡文强,胡建鹏,张彭明,薛斌,赖罗斌.流程自定义的工业数据监控系统设计与应用[J].智能计算机与应用,2021,11(2):132-134+140.
- [5]徐成华,宋雨娇,于振铎,庄子尤.面向应急救援的多源数据融合技术[J].计算机系统应用,2019,28(12):9-18.