

Intelligent Operation and Maintenance Technology and Fault Diagnosis Method for Radio and Television Networks

Jue Cang

Yadong Medium Wave Relay Station, Tibet Autonomous Region Radio and Television Bureau, Rikaze, Tibet, 857000, China

Abstract

With the deepening integration of broadcasting networks and the internet, traditional operation and maintenance models have shown limitations in monitoring scope and fault response efficiency, failing to meet the service demands of large-scale user bases. This study investigates an intelligent operation and maintenance technology system for broadcast and television transmission networks, which incorporates four core technologies: smart monitoring and data collection, intelligent analysis and decision support. The paper analyzes an intelligent fault diagnosis methodology comprising data preprocessing, machine learning model construction, knowledge graph inference, and closed-loop process operations. Finally, a case study of an provincial broadcasting and film television institution demonstrates the practical application value of these technologies.

Keywords

Broadcasting network; Intelligent operation and maintenance; Fault diagnosis; Machine learning; Knowledge graph

广播电视网络智能化运维技术与故障诊断方法

仓决

西藏自治区广播电视局亚东中波转播台, 中国·西藏 日喀则 857000

摘要

广播电视网络与互联网融合加深, 以往的运行维护模式存在着监测范围不够广泛、故障应对不够及时等状况, 没有办法满足大规模用户的业务需要。本文对广播影视传输网络智能化的运行维护技术系统进行了研究, 该系统包含智能监测及数据收集、智能分析及决策保障等四个主要技术; 对基于智能化的故障判断方法进行了剖析, 该方法包含数据预先处理、机器学习模型构建、知识图谱推理以及闭环流程操作; 最后对某省级广播电影电视机构的应用实例进行了探究, 对相关技术的实际应用价值进行了检验。

关键词

广播电视网络; 智能化运维; 故障诊断; 机器学习; 知识图谱

1 引言

随着数字技术与广电行业深度融合, 广播影视传输网络的规模不断扩大, 业务的种类不断增加, 传统的人工运行维护和故障判断模式已经无法适应行业发展的需求。本文以广播影视传输网络智能化转型为核心, 系统地梳理了智能化运行维护技术系统和故障判断方法, 结合实际的应用实例对技术价值进行了验证, 为广播影视传输网络的高效、稳定运行提供了支持。

2 广播电视网络智能化运维技术体系

2.1 智能监测与数据采集技术

作为智能化运维的基础支撑, 重点在于达成对广播电

视网络整个链路、全部装置、所有业务的及时察觉与精确数据获取, 舍弃过去监测范畴狭小、采集效能不高的缺点, 联合物联网、边缘计算等技术, 搭建多方面、全情景的监测采集系统。在具体运用当中, 能够在核心机房、传输链路节点、终端用户端布置多种类传感器与监测装置, 包含微机电系统振动传感器、电参数传感器、红外热像仪等, 及时收集装置运转参数、网络传输指标、业务播放状况以及机房环境参数, 通过边缘节点完成数据的初步清理与多余过滤, 依靠统一接口标准实现多源头数据聚集, 防止出现“数据孤岛”现象, 同时保存1年以上装置运转记录与操作数据, 为后续的分析诊断、故障追溯提供可靠的数据支持, 采集频次能够依据装置的重要程度灵活调节, 保证数据的及时性与完整性。

2.2 智能分析与决策支持技术

作为运维体系的“核心大脑”, 以采集到的多源头数据为依据, 融合大数据分析、人工智能算法, 实现对网络运行状态的精确评定、故障隐患的提前判断以及运维决策的科

【作者简介】仓决(1987-), 女, 藏族, 中国西藏日喀则人, 本科, 工程师, 从事广播电视工程研究。

学制定,打破传统“重视采集、轻视分析”“凭借经验做决策”的局限。在实际运用时,先对原始数据进行去噪、归一化、缺失值补充等预先处理,再通过长短期记忆网络与门控循环单元混合模型、自编码器等构建异常检测模型,捕捉装置退化、链路异常等故障的前期征兆,结合趋势分析算法预测装置老化程度与网络负载的变化情况,与运维知识库联动自动生成装置维护、故障处理、资源调整等决策建议。部分广电单位引入人工智能大模型实现告警风暴的智能分析判断,极大地提高了决策效率。

2.3 自动化控制与资源调度技术

作为达成智能化运维的关键途径,其核心在于运用自动化技术取代人力操作,减少人为差错,达成“无人看守、自动运维”的状态。在实际运用过程中,依据分析决断的结果,借助远程操控、智能协同技术来完成机房设备的启动与停止、链路的转换、信号功率的调整等自动化操作,搭建自动化运维程序来完成设备的巡查检验、数据的备份存储等重复性工作。同时,结合网络的负载状况与业务的需求情况,通过智能统筹算法来实现带宽、服务器、存储器等资源的动态配置。针对多种制式网络共同存在的现状,打破架构方面的障碍,实现资源的整体优化。

2.4 智能安全防护与态势感知技术

为应对广播电视网络与互联网融合带来的安全隐患,构建全面覆盖、主动化的安全防护体系,在实际应用中利用机器学习算法建立恶意攻击识别模型,通过实时监控网络数据流量精确识别DDoS攻击、非法访问等恶意行为并自动拦截,采用量子加密、区块链等技术提高数据传输与存储安全性,定期开展漏洞扫描工作并推送修复建议,同时整合多源头安全数据构建态势觉察平台,直观呈现安全威胁分布情况与设备安全状态,预测安全风险发展趋向,实现安全防护从被动应对向主动防控的转变,切实保障网络运行状况与用户信息安全。

3 基于智能化的故障诊断方法

3.1 故障数据特征提取与预处理

作为智能化故障判断的前期根本,重点在于对收集到的多源头故障数据开展细致化操作,去除多余的干扰内容、提炼出故障的核心特点,把杂乱无章的初始数据转变为适合诊断模型的规范化特征数据,从起始点提高故障判断的精准性与高效率。在实际运用当中,广播电视网络的故障数据表现出多层面、时间序列性、异质性的特点,包含设备运行的相关参量、网络传输的各项指标、业务播放的数据等多种类别,要是直接将其输入诊断模型,会极大地增加模型的复杂程度、降低判断的精准度,所以需要严格实施预先处置与特征提炼的流程。预先处置环节主要通过绝对值差中间值、标准偏差的方法修正异常数据,删掉没有效用的多余内容,运用最小-最大标准化、Z-分数标准化消除不同数量级数据的

影响,借助插值、平均值填补的方法弥补数据缺失,再结合基于注意力机制的清理算法,完成数据清理、标准化与补全等对多种类型异质数据的统一规范操作;特征提炼环节则通过时间域、频率域、时间频率域多个层面,以平均值、方差、峰值等为核心指标提炼时间域特点,通过傅里叶变换、小波变换捕捉频率峰值与频谱能量提炼频率域特点。

3.2 基于机器学习的故障诊断模型

作为故障诊断的关键基础,运用机器学习算法对特征数据开展训练学习,搭建精确的故障辨认与诊断模式,达成故障类别、故障严重程度的自动判断,依照广播电视网络故障特性,灵活选取传统机器学习和深度学习两种模式。在传统机器学习模式里,支持向量机依靠出色的普遍适用能力和抗干扰性能,适合用于单一类别的故障诊断,随机森林借助多个决策树的集成学习方式,能适应多设备协同运作、网络堵塞等复杂的故障诊断,决策树以清楚的架构和较强的可说明特性,用于故障缘由的初步确定位置;在深度学习模式中,LSTM模式可以精确捕捉到故障数据的时间顺序依赖联系,适用于故障发展趋势的预测和突发性故障的诊断,CNN模式能够自动提取数据深层次的特征,不需要人工参与,适应复杂的链路和多业务同时发生的故障,把这两种模式结合起来搭建混合模式,能够同时具备特征提取和时间顺序分析的优势,进一步提高诊断的准确度,在实际训练时需要合理规划训练集合和测试集合,优化模式参数,采用逐步增加的学习策略实现模式在线的自我适应升级,保证适应网络运行状况的动态变化。

3.3 基于知识图谱的故障推理与定位

针对广播电视网络构造复杂、设备数量多、故障关联密切的问题,通过搭建故障知识图谱,整合故障类别、特征、缘由、处理办法等结构化知识,借助知识推理算法,实现故障的精确确定位置和根本原因分析,解决传统模式难以确定复杂连锁故障位置的难题。在实际搭建过程中,从运维手册、故障记录、专家经验里提取与故障相关的实体、关联和属性,通过知识融合消除多余和冲突的部分,采用图数据库实现知识的存储,形成“故障现象—故障缘由—处理方案”的结构化知识网络;在推理过程中,结合规则推理、概率推理、深度学习推理等多种算法,联合实时的故障特征数据,迅速确定故障的根源并进行概率排序。

3.4 智能化故障诊断流程与系统架构

整合上述环节形成“数据采集—预处理与特征提取—故障诊断—故障定位—故障处置—模型优化”的闭环流程,保证故障能够迅速高效地得到处理解决,同时搭建分层的结构体系,让整个流程的智能化得以实现落地。在流程方面,按顺序完成多种来源数据的收集获取、数据的精细细致处理、模型的判断诊断、知识图谱的推理确定位置、故障的处理解决与模型的更新迭代改进优化,形成封闭循环的管理;在结构方面,划分为数据层面、特征层面、模型层面、推理

层面、应用层面这五个模块,数据层面负责多种来源数据的收集获取与存储保存,特征层面完成数据的预先处理与特征的提炼提取,模型层面布置安排各种类型的判断诊断模型,推理层面实现故障的推理确定位置,应用层面实现故障的警报警示、工作单据的派发发送等实际操作功能,将边缘计算与云端的协同布置安排相结合,既考虑到故障响应的及时实时性,又考虑到模型改进优化的扩展可能性,切实有力地支持智能化故障判断诊断的高效实现落地。

4 智能化运维与故障诊断应用案例分析

某省级广电网络公司承担着全省 1200 余万用户的广播电视信号传送、交互式网络电视点播等核心业务,涵盖混合光纤同轴电缆、基于互联网协议的无源光网络、以太网无源光网络等多种制式的通信网络,管理着 28 个核心通信机房、136 个传输线路节点。传统的运行维护方式存在多个平台数据分散、故障响应迟缓、人力成本较高等问题,故障平均处理时间超过 90 分钟,用户投诉比例一直较高。为解决上述问题,该企业借助前面所述的智能化运行维护技术体系和故障诊断方法,搭建全链路智能化运行维护与故障诊断系统,推动运行维护模式从“被动解决问题”向“主动预防控制”转变,具体应用实践如下。

在智能监测和数据收集环节,该企业在核心通信机房配置红外热像检测仪器、电气参数传感装置,在传输线路节点安装边缘监测设备,在用户终端接入各类云终端设备、网络网关设备,建立“平台—网络—终端”三位一体的数据收集体系,实时获取设备运行参数、网络传输指标以及用户播放状态信息。通过边缘节点对数据进行初步筛选处理,依靠统一的数据接口实现多源数据的汇聚整合,保存 18 个月的运行记录数据,彻底消除“数据孤立”现象,为后续的分析诊断提供可靠的数据支持。

在故障诊断中严格按“数据预先处理—模型诊断分析—知识图谱推理”闭环流程操作,先以最小-最大标准化方法

和插值计算方法完成数据预先处理,再运用长短期记忆网络与卷积神经网络结合的混合模型构建故障诊断模型,最后结合故障知识图谱实现故障根本原因定位;针对多种网络并存引发的告警密集问题,通过引入人工智能大模型进行智能分析判断,可快速从数千条告警信息中定位根本原因并生成处理建议,如某区域无源光网络核心交换机端口异常引发连锁告警时,系统在 10 分钟内完成故障定位并推送端口检查、主备设备切换等操作建议,极大提高故障处理效率;该企业运用自动化掌控和资源安排技术搭建自动化运维程序,完成设备巡查、数据留存等规律性工作处理,借助智能安排算法进行带宽动态配置,在收视高峰阶段自动提高 IPTV 业务带宽供给、低峰阶段减少资源投入,进而降低运维开支;智能安全防护系统通过机器学习算法辨别恶性攻击行为,联合态势感知平台实现对安全隐患的主动防范与控制。

5 结语

本文围绕广播电视网络的智能化运维与故障诊断展开系统性探究,整理出由四项核心运维技术构成的技术架构,剖析包含数据处理、模型搭建、推理定位的全流程故障诊断方式,并通过省级广电应用实例验证该技术的可行性与实际应用性;研究表明智能化技术能有效突破传统运维局限、提高网络运维效率与故障处理能力并减少运维成本;未来可进一步提升诊断模型精准度、扩大技术应用范围,为广电网络数字化、智能化高质量转型提供更坚实的技术支撑与实践指导。

参考文献

- [1] 姚银江文.广播电视安全播出机房运维管理模式分析[J].2025 (20):107-109.
- [2] 张晔,陈晓桢,俞振飞.大功率中波发射台智能化监控平台的建设与应用[J].广播与电视技术, 2022, 49(5):5.
- [3] 何新.有线电视网络智能化运维系统的建设探讨[J].广播与电视技术, 2018, 45(1):5.