

Application Analysis of Big Data and Artificial Intelligence Technology on Smart Subway

Baoquan Li

Suzhou Rail Transit Group Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu, 215100, China

Abstract

With the increasingly serious problem of urban traffic congestion, the subway system not only carries the responsibility of alleviating urban traffic load, but also plays a key role in modern urban construction. The integration of big data and artificial intelligence technology provides a new solution path for improving subway operation efficiency, ensuring safety production, and optimizing passenger experience. The paper provides an in-depth analysis of the current status and future development trends of big data and artificial intelligence technology applications in smart subway systems. It explores the data collection, processing, platform construction, and optimization of application scenarios in smart subway systems, and proposes corresponding technical strategies and operational recommendations. Research has shown that the construction of big data platforms is the foundation for the development of smart subways. Intelligent monitoring technology enhances safety warning capabilities, while intelligent scheduling technology significantly improves the operational efficiency of subways. This paper aims to provide reference and inspiration for relevant technical personnel and decision-makers in the construction of smart subways.

Keywords

smart subway; big data; artificial intelligence

大数据和人工智能技术在智慧地铁上的应用分析

李宝泉

苏州市轨道交通集团有限公司, 中国·江苏·苏州 215100

摘要

随着城市交通拥堵问题的日益严重, 地铁系统不仅承载着缓解城市交通负荷的重任, 更在现代化城市建设中扮演着关键角色, 其中大数据与人工智能技术的融入, 为提升地铁运营效率、保障安全生产和优化乘客体验, 提供了崭新的解决路径。论文深入分析了智慧地铁中大数据和人工智能技术应用的现状和未来发展趋势, 探讨了智慧地铁系统的数据收集、处理、平台构建和应用场景的优化, 并提出了相应的技术策略和运营建议。研究指出, 大数据平台建设是智慧地铁发展的基础, 智能监测技术提升了安全预警能力, 而智能化调度技术则显著提高了地铁的运营效率, 论文旨在为相关技术人员和决策者, 在智慧地铁建设方面提供参考和借鉴。

关键词

智慧地铁; 大数据; 人工智能

1 引言

在城镇化进程中, 人口密集涌入城市, 给原有交通带来极大压力, 公共交通系统原有的运载能力已经难以满足需求, 而地铁的引入在很大程度上缓和了城市交通堵塞的问题。截至 2020 年年底, 北京已开通 24 条地铁线路, 总里程达 727 千米, 设有 428 个站点, 并创下单日最高客运量 1327.46 万人次的纪录, 这清楚表明地铁在承载大量乘客方面发挥的重要作用, 鉴于地铁的高客运量, 深入分析地铁系统的安全性能和效率问题显得尤为必要, 尽管地铁系统在

自动化方面取得显著进步, 如自动驾驶技术和自防护系统, 但其智能化水平仍有不足, 限制了数据分析效率, 各子系统间的信息共享度和联动效果亟需加强, 以提升运营效率。在此背景下, 引入大数据和人工智能技术成为提高地铁可靠性和智能化水平的重要手段, 这些先进技术有助于优化数据处理, 增强地铁系统的整体性能^[1]。

2 智慧地铁概述与研究方向

2.1 智慧地铁概念

智慧地铁这一概念在当今社会发展环境中, 已逐渐成为城市交通智能化改革的核心内容之一, 智慧地铁本质上代表了通过深度集成和应用大数据及相关人工智能技术, 在地铁行业中实现高效、安全、便捷运行的全新操作系统, 该技

【作者简介】李宝泉 (1992-), 男, 中国江苏东台人, 本科, 从事智能化调度研究。

术体系不仅能够进行实时的客流分析和设备状态监测,更为地铁系统的运营调度提供了决策上的支持,使其具备自我诊断、预警和优化行驶路线的能力。

2.2 智慧地铁研究主要步骤

智慧地铁研究的本质在于如何将大数据与人工智能技术高效结合,以支撑复杂的地铁运营管理,这一研究总体可以分为三个主要步骤:数据收集与整合、平台构建及数据分析,每个步骤都至关重要,为地铁智能化升级奠定基础。

数据收集是智慧地铁研究的先决条件,这一过程中,收集的数据类型包括但不限于:客流量数据,其可由地铁入口与出口处安装的传感器所提供;监控视频,可利用图像处理技术进行异常行为分析;设备运行数据,由安装在车辆及关键设施上的传感器所记录的实时数据,这些数据为后续的分析工作提供了原始素材,海量且多样。数据平台的构建依赖于大数据管理体系,并构建相应的集成平台,以实现数据的存储、共享和交互。在数据整合过程中,需解决数据异构性问题,设计有效的数据整合协议,确保不同格式数据能顺利与集中数据平台对接,数据收集、平台构建和数据分析三个环节相互衔接,共同构建智慧地铁的技术框架,在此框架下,研究人员逐步深化智能技术细节,推动智慧地铁发展,这些工作将为城市轨道交通技术未来铺路。

2.3 智慧地铁研究方向细分

智慧地铁的研究深入至多个具体的方向,细化之下可分为对大数据技术、智能监测系统和智能调度系统的深入分析与研究,探讨它们在地铁系统中的具体应用,以及如何推动智能管理软件开发等。首先,大数据平台的建设,该平台是智慧地铁数据分析与技术应用的基础,需确保数据的细致收集和多方信息集成。研究关键在于设计能整合不同类型、不同格式数据的平台,并能高效处理、分析大数据,这要求构建的平台在保障数据安全前提下实现资源共享,并提供灵活开放的应用接口,支持各种应用场景的个性化服务,这类平台建设涉及复杂的数据架构设计、高效的存储解决方案、高速数据处理技术和强大的安全防护手段。其次,地铁运行智能监测技术研究,智慧地铁依赖现代化监测技术,实现对地铁实时运行状态全程跟踪,深度监控分析设备运行、车辆状态,快速捕捉潜在风险并预警,为达成此目的,研究需在图像处理、信号处理、模式识别等领域深入探索,并精通实时数据分析,处理海量信息流,具体实施时,智能监测系统将连接各类传感器设备,并利用边缘计算技术提高数据实时处理能力,使异常处理更迅速有效。最后,智能调度技术研究致力于提升地铁繁忙时段运行效率,核心在于通过调度算法深入分析客流数据,实现动态分流和车次合理安排,确保充足运力和乘客舒适度,此类研究需融入先进数学建模和算法优化,创建提升运行效率和降低能耗的综合调度策略,满足紧急情况下调度需求,智能调度技术研究还关注体现“人性化”设计理念,如设置拥堵期间优先类别,考虑不同乘客

群体特殊需求^[2]。

智慧地铁软件开发方向体现研究技术应用与成熟能力实践,在现有大数据平台和智能技术研究基础上,集成先进软硬件产品,实现完整高效系统解决方案,智慧地铁软件产品开发需要侧重于系统的协同性和用户友好性设计,设计过程中需深入理解地铁各部门需求,并协调与其他城市轨道交通系统兼容衔接,这种综合开发策略可降低工程成本,提高运行效率。

3 智慧地铁基础——大数据平台

在构建智能地铁系统过程中,大数据平台无疑是核心关键,作为智能地铁基石,它为众多研究领域提供必要数据支持。构建大数据平台包括三个主要步骤:各级子系统需收集大量视频监控信息、乘客刷卡记录和传感器数据;应用Hadoop、Spark等高级技术,高效整合各子系统数据;开放相应服务接口,为各种智能分析应用提供实时、可靠数据保障。

4 大数据和人工智能技术在智慧地铁技术应用

4.1 地铁运行智能监测技术

地铁运行实时监控与异常事件检测是保障乘车安全重要举措,随着大数据和人工智能技术进步,地铁运行智能监测技术取得显著应用效果,利用深度学习算法处理视觉监控资料,系统可发挥监测地铁运行状态潜力,为乘车安全提供机制保障,此技术优势之一是高效率 and 低延迟,机器学习算法处理数据速度明显高于人工,能迅速梳理镜头捕捉异常场景并发出报警信号,应用大数据分析,监测系统能自动建立地铁运行中不同条件下异常历史数据库,便于精准识别和应对新异常事件。在传感器数据监测方面,运用人工智能进行数据挖掘,可连续跟踪分析列车关键部件如轴承、制动系统运行参数,故障诊断与预测精度和效率实现革命性提升,该技术运用减少人工排查工作量,降低成本,同时提升列车运行安全性和乘客体验,基于传感器采集的温度、振动等数据,通过集成学习和支持向量机等方法分析动态数据,系统直观展示设备健康状态,预测潜在故障,实现问题前预防性维护,显著提升地铁运维智能化水平^[3]。

4.2 地铁运行智能调度技术

提升地铁运行效率核心在于智能调度技术应用,优化列车时刻表,合理控制运行间隔,应对动态客流需求,利用大数据分析和预测模型,深入挖掘乘客时空分布模式,精确预测地铁乘客流量,分析历史数据,结合天气、节假日、特殊事件等因素,预测未来客流走势,进行调度优化。实现列车时刻表优化,调度算法需综合评价多方面约束条件,如调度系统考虑站点列车滞留时间、排队等候时间和乘客下行区间流量等,采用线性规划、遗传算法、模拟推回等数学模型,得到理想时刻表安排,目标是缩短乘客等待时间,降低运营成本,同时满足基本需求,提升服务质量。

4.3 智慧地铁软件开发技术

实现智慧地铁目标关键在于软件系统开发,包括地铁视频智能监测软件、关键部位智能监测软件和其他相关应用开发,智慧地铁软件同步整合分析视频监控资料、传感器数据、客流信息和运行日志,形成高效、智能化地铁运营管理系统,这有助于精确判断列车运行状态并及时响应各种运营情况,提高了运行效率和运营安全。地铁视频智能监测软件开发中,复杂事件处理技术用于多源视频数据同步分析对比,能跟踪地铁站内移动目标关联性,快速发现多场景异常事件,结合公共交通大数据深度学习算法,用于地面拥挤程度及时评估和室内外人流分析,为智能调度提供数据支持。智慧地铁软件开发技术重要性体现在自动化水平和决策支持能力,包含高效算法和可靠预测机制,降低人工成本,提高地铁运输系统智能化水平,开发者设计智慧地铁软件时需深入理解运用大数据和人工智能技术,确保系统高效、实时、准确解决问题,提升地铁运营智慧、便捷和安全,软件系统需具备高度拓展性和适应性,响应现行运营需求和服务改进,适应未来技术发展和运营模式变化。

5 大数据和人工智能技术在智慧地铁运维应用

5.1 优化数据处理和算法强化应对挑战

大数据技术主要挑战之一是数据实时性和准确性,对智慧地铁运维平台至关重要,为提升数据处理效率和准确性,需持续优化数据处理环节。例如,采用高效数据清洗方法识别去除数据噪声,运用数据融合技术整合多种信息源数据,增进数据丰富度,确保数据质量,数据存储应逐渐过渡到分布式存储系统,以更好处理海量数据,培养机器学习算法是解决设备故障预测和维护关键。理论上,优化前向神经网络和深度学习模型如卷积神经网络(CNN)或递归神经网络(RNN),可改善故障检测精度,显著提高系统可靠性,为此,应定期收集信号异常案例和维护记录,强化自适应调整能力。

5.2 构建端到端数据采集与管理平台

面对复杂多变地铁运营场景,构建基于云计算的端到端数据采集与管理智慧地铁运维平台是当务之急,利用先进传感器技术和物联网技术实现数据全面采集,捕捉关键设备运行微小变动,然后借助边缘计算,下放部分计算任务至地

铁站级,确保数据处理即时性,成为智能决策系统可靠后盾。数据管理技术需采用统一数据模型和语义规范,满足地铁企业各部门信息共享需求。例如,数据仓库技术用于存储管理历史数据,支持数据复杂查询和深度分析,构建数据字典,确立数据标准,保证数据一致性,提高决策质量。

5.3 实现预警机制和智能响应策略

针对设备维护效率低问题,智慧地铁运维平台核心是实现基于大数据分析和人工智能技术智能预警机制,应对策略包括精准使用预测性维护模型和时序分析方法,结合近期故障案例历史数据,预测类似设备可能故障时点,进行预防性维护。另外,为应对设备多样性和环境多变性挑战,平台必须具备自主学习能力,要求系统采用机器学习提高故障诊断准确性,并实时风险评估,为追踪复杂诊断过程并形成立即维护响应,需开发配套移动应用和远程管理系统,随时提供准确现场信息,通信技术突破,尤其是5G网络,使数据传输更迅速可靠,确保运维人员即使移动中也能实时了解设备状况,执行维护和响应策略。

6 结语

在地铁领域中,大数据与人工智能的应用正在逐步深化,这些技术已不仅仅象征着进步,它们正在渗透至该行业的多个层面,包括运营效率、安全监控、乘客服务等方面,通过大数据平台建设、智能监测及调度技术的实施,地铁系统以智能化为依托,实现了深度的技术革新与模式升级。展望未来,这些技术在地铁运维及管理上的应用前景将更加广阔,基于云计算和物联网技术的数据采集、管理和分析平台已经取得初步成果,预计未来能够构建更加高效、智能化的运算和响应机制,智慧型地铁系统的形成和完善,为城市交通的可持续发展注入新技术动力,提升了城市居民的出行体验,为缓解城市交通压力、改善居民生活质量以及推动社会进步做出巨大贡献。

参考文献

- [1] 陈德旺,章明亮,沈毓.智慧地铁:基于大数据与人工智能的新型地铁系统[J].智能城市,2018,4(19):8-10.
- [2] 顾彦.大数据和人工智能是智慧城市建设有力抓手[J].中国战略新兴产业,2017(25):21.
- [3] 辛欣.大数据和人工智能发展中的智慧地铁运维研究[J].科技创新,2020(11):58-59.