

# 大数据和人工智能技术在智慧地铁上的应用分析

戴 翥

天津一号线轨道交通运营有限公司 天津 300350

**摘要:** 智慧地铁是城市交通高质量发展的重要载体,大数据与人工智能技术为其升级提供核心支撑。本文系统分析两大技术在智慧地铁中的应用场景,大数据技术实现全场景数据采集、存储与挖掘,为运营管理提供数据支撑;人工智能技术通过机器学习、深度学习等实现预测、识别与智能决策,提升运维与服务水平。二者深度融合,在智能运维、智慧服务等场景发挥协同作用,优化运营效率与服务品质,降低运维成本,助力智慧地铁实现高效、安全、便捷的运营目标。

**关键词:** 大数据;人工智能;智慧地铁;智能运维;智慧服务

引言:随着城市化进程加快,地铁作为城市公共交通的骨干,面临客流激增、运维压力加大、服务需求升级等挑战,传统运营模式已难以适配发展需求。大数据与人工智能技术的快速迭代,为智慧地铁建设提供了全新路径。通过整合地铁运营全场景多源数据,依托智能算法实现数据价值转化,可破解运营中的痛点难点,推动地铁从传统运营向智能化、精细化转型,提升运营效率、安全水平与服务品质,更好地满足城市发展与乘客出行需求。

## 1 大数据技术在智慧地铁中的应用

### 1.1 数据采集与处理

多源数据采集范围覆盖智慧地铁运营全场景,涵盖列车运行状态、轨道结构参数、车站设备工况等核心运维数据,纳入客流通行记录、乘客出行轨迹、环境监测指标等服务类数据,兼顾外部交通衔接数据与气象数据的接入,形成全方位、多维度的数据采集体系,满足智慧地铁网络化运营的数据需求<sup>[1]</sup>。数据预处理方法以提升数据质量为核心,采用异常值识别与剔除技术过滤传感器传输中的干扰数据,通过数据归一化处理实现不同来源、不同格式数据的标准化统一,运用缺失值插补算法弥补采集过程中出现的数据缺口,结合数据清洗技术去除冗余信息,为后续数据存储与挖掘提供高质量的数据支撑,遵循大数据处理的标准化流程。在实际操作中,各采集节点还需遵循统一的时间戳对齐规则,确保多源数据在时间维度上保持严格一致,避免因时钟偏差导致的数据关联错误。针对不同传感器的采样频率差异,需采用重采样或插值策略进行频率统一,使各类数据能够在同一分析框架下进行有效整合。

### 1.2 数据存储与管理

海量数据存储架构采用云-边-端协同模式,云端部

署统一数据湖实现PB级全量历史数据与实时数据流的集中存储,边缘节点负责本地实时数据的临时存储与快速处理,终端设备承担关键数据的缓存任务,架构具备弹性扩展能力,可根据客流高峰低谷动态调整算力与存储资源,适配智慧地铁数据量激增的发展态势。数据分类与检索方式基于业务需求构建标准化体系,按照运维、服务、管理三大维度对数据进行分层分类,建立统一的数据索引机制,结合时序数据库与关系型数据库的协同应用,优化检索算法,缩短数据检索响应时间,实现数据的快速定位与高效调取,保障数据管理的规范性与便捷性。

### 1.3 数据挖掘与应用方向

客流相关数据挖掘聚焦客流特征分析与趋势预测,通过时序分析与空间分布算法挖掘客流密度、流向及峰值规律,构建短时客流预测模型,精准捕捉客流波动特征,为运力调配、客流疏导提供数据支撑,助力提升乘客出行体验与运营效率。设备运行数据挖掘围绕设备全生命周期管理展开,通过分析传感器采集的设备运行参数,识别设备异常运行特征,构建设备故障预警与剩余寿命预测模型,实现设备故障的早期识别与预防性维护,降低设备故障率,延长设备无故障运行时间。运营管理数据挖掘整合运维、客流、能耗等多维度数据,构建资源调度与运营优化模型,优化列车排班计划与人力配置方案,分析运营过程中的成本消耗特征,挖掘节能潜力,推动运营管理从经验驱动向数据驱动转变,提升运营管理的精准性与经济性。

## 2 人工智能技术在智慧地铁中的应用

### 2.1 机器学习技术应用

基于机器学习的预测应用依托地铁运营长期积累的海量历史数据,整合客流变化、设备运行、能耗消耗等多维度数据资源,通过监督学习与半监督学习算法构建

多维度预测模型,覆盖客流短时变化、设备运行状态演化、能耗波动等核心运营场景<sup>[2]</sup>。模型通过持续的数据迭代训练不断优化精度,捕捉数据背后隐藏的关联规律,为运营调整提供前瞻性数据支撑,有效提升运营规划的科学性与合理性,助力运营管理摆脱经验依赖,走向精准化管控。基于机器学习的识别应用聚焦地铁运营关键环节,针对运营安全与运维效率提升需求,采用分类算法与聚类算法,对运营异常行为、设备潜在隐患、乘客异常状态进行精准识别。通过特征提取与模式匹配技术过滤无效信息,强化识别结果的准确性,减少人工识别的误差与工作量,为运维管控与安全保障提供可靠技术支撑,筑牢地铁运营安全防线,推动运维工作向主动防控转变。

## 2.2 深度学习技术应用

图像识别与分析应用采用卷积神经网络算法,结合地铁运营场景特点优化模型结构,对地铁车站监控画面、轨道巡检图像、列车车身状态图像进行实时解析。通过像素级特征提取与量化分析,精准识别乘客拥挤程度、设备部件损耗、轨道异物等关键信息,无需人工干预即可完成全天候、全方位监测,有效弥补人工监测的局限性,提升运维与安全管控的智能化水平,降低人工运维成本。语音识别与交互应用结合深度学习中的循环神经网络技术,优化语音特征提取与语义理解能力,针对性适配地铁嘈杂运营环境下的语音交互需求。通过噪声抑制算法过滤环境干扰,提升语音识别准确率,实现乘客咨询应答、运营信息查询、设备控制指令识别等便捷功能,简化交互流程,打破传统服务模式的局限,提升乘客服务的便捷性与个性化水平,丰富智慧地铁服务场景。在实际部署中,图像识别模型还需融入注意力机制以增强对小目标与遮挡场景的感知能力,语音交互系统则需支持多轮对话管理与意图跳转功能,使智能客服能够应对乘客连续追问等复杂交互情形,提升服务闭环的完整性。

## 2.3 智能决策技术应用

运营调度智能决策整合人工智能算法与地铁运营规则,深度融合实时客流数据、列车运行状态、设备工况等多维度信息,构建动态调度优化模型。模型可根据运营场景的动态变化,自动生成最优列车排班、运力调整、停站优化等决策方案,有效提升调度效率,减少运营延误,保障运营秩序的稳定,实现运力资源的合理配置,平衡运营效率与服务质量。应急处置智能决策依托人工智能的推理与学习能力,预设各类突发应急场景的处置逻辑,结合实时监测数据快速判断应急事件等级

与影响范围。通过算法推演生成科学的处置流程与资源调配方案,缩短应急响应时间,规范应急处置流程,降低应急事件造成的运营影响与安全风险,提升地铁运营的应急处置能力,保障乘客出行安全。在决策输出环节,系统还需设置人工确认与干预接口,确保在算法判断置信度较低的极端场景下,调度人员能够快速接管并手动修正决策方案,实现人机协同的安全闭环,避免纯自动决策可能带来的风险隐患。

## 3 大数据与人工智能技术的融合应用

### 3.1 技术融合的核心逻辑

#### 3.1.1 数据与算法的协同适配

技术融合以大数据的海量数据供给为基础,以人工智能的算法模型为核心,实现数据资源与算法能力的深度适配<sup>[3]</sup>。大数据技术承担全场景数据的采集、预处理与存储任务,筛选并提纯高质量数据,为人工智能模型提供全维度、高可靠性的训练与运行支撑,破解人工智能算法训练中数据匮乏、数据质量不足的瓶颈。人工智能算法对大数据开展高效挖掘与深度解析,将海量无序数据转化为具备决策价值的有效信息,激活数据潜在价值,推动技术应用从数据积累向价值转化跨越,形成数据驱动算法、算法优化应用、应用反哺数据的闭环运转体系,支撑智慧地铁运营提质增效。

#### 3.1.2 技术优势的互补赋能

融合应用聚焦大数据与人工智能技术的优势互补,规避单一技术应用的固有局限。大数据技术具备海量数据处理、多源数据整合的核心优势,可实现地铁运营全流程数据的全面覆盖与高效管理,破解运营数据分散、处理效率低下的难题。人工智能技术具备自主学习、智能推理、精准决策的核心能力,可突破传统数据处理的局限,推动运营场景从被动响应向主动预判升级。二者深度融合实现数据处理与智能应用的有机衔接,既保障数据处理的高效性与全面性,又提升智能应用的精准性与适应性,推动智慧地铁运营模式从数据驱动向智能驱动稳步升级,契合智慧交通发展的核心趋势。

### 3.2 融合应用的主要场景

#### 3.2.1 智能运维融合场景

智能运维融合场景整合大数据与人工智能技术,依托大数据技术全面采集列车、轨道、车站设备的全生命周期运行数据,涵盖运行参数、损耗数据、故障记录等核心信息,通过人工智能算法对数据进行深度剖析,构建设备故障预警、性能退化评估模型。通过挖掘设备运行参数与故障之间的内在关联规律,实现设备异常的精准识别与提前预警,结合大数据分析的历史故障数据,

优化设备维护方案,摒弃传统粗放式维护模式,实现维护工作的精准化、个性化,有效降低运维成本,提升运维效率,保障地铁设备运行的稳定性与可靠性,为智慧地铁安全运营筑牢基础。

### 3.2.2 智慧服务融合场景

智慧服务融合场景以提升乘客出行体验为核心导向,整合乘客出行数据、车站服务数据、换乘衔接数据等多维度大数据,通过人工智能算法深度挖掘乘客出行偏好、出行规律,构建个性化服务推荐模型<sup>[4]</sup>。结合图像识别、语音交互等人工智能技术,实现乘客身份精准识别、出行路径智能规划、咨询应答高效响应,基于大数据分析的客流分布特征,优化车站服务资源配置,合理调配服务人员与服务设备,减少乘客排队等待时间,实现服务供给与乘客需求的精准匹配,全方位提升智慧地铁的服务品质,彰显智慧交通的人文关怀。

## 4 技术应用的发展趋势

### 4.1 大数据技术的发展方向

大数据技术将向精准化、高效化与绿色化深度演进,依托5G-R与北斗定位技术提升数据采集的实时性与精准度,打破传统数据采集的时空局限,实现线网级全场景数据的无缝采集。数据预处理技术将进一步优化,结合智能清洗与自适应归一化算法,提升数据提纯效率,减少无效数据消耗。存储架构将向云边端深度协同升级,强化国产化算力适配,提升海量数据存储的弹性与安全性,同时融入节能算法,降低数据存储与处理过程中的能耗,契合双碳战略与智慧地铁高质量发展需求。数据挖掘将更注重多维度数据的关联分析,推动数据价值转化的精准度与效率提升,为运营优化提供更具针对性的支撑。

### 4.2 人工智能技术的发展方向

人工智能技术将朝着更智能、更适配、更可靠的方向发展,机器学习模型将结合多模态数据优化结构,提升对复杂运营场景的适配能力,减少对人工干预的依赖。深度学习技术将进一步突破,优化图像识别与语音交互的精度,适配地铁复杂运营环境,推动无感通行、智能安检等场景的升级。智能决策模型将融入数字孪生

技术,实现运营场景的虚拟仿真与推演,提升决策方案的科学性与可行性。同时,国产化大模型的应用将逐步普及,降低推理成本,强化技术自主可控性,推动人工智能技术与地铁运营全流程的深度渗透。

### 4.3 两者融合应用的发展方向

大数据与人工智能技术的融合将突破现有单点应用局限,向线网级协同融合升级,构建统一的智慧地铁数字底座,实现跨专业数据融合与业务联动<sup>[5]</sup>。融合应用将聚焦全生命周期管理,贯穿地铁建设、运营、运维全流程,推动运维模式向状态修、预测修转型,提升运营管控的智能化水平。同时,融合技术将向生态化延伸,实现与城市CIM、能源、应急等平台的数据互通,打造轨道上的城市大脑。联邦学习与边缘计算的结合将进一步推广,实现数据安全与价值挖掘的双重提升,为智慧地铁向零中断、零排放、零值守目标迈进提供核心支撑。

## 结束语

大数据与人工智能技术在智慧地铁中的应用,已覆盖运维、服务、调度等全核心场景,实现了数据资源的高效利用与运营模式的优化升级。二者的融合打破了单一技术的应用局限,构建起数据驱动、智能赋能的运营体系,有效降低了运维成本,提升了服务精准度与运营安全性。技术的深度渗透的同时,也实现了地铁运营与城市交通的协同发展,为城市智慧交通建设提供了可借鉴的实践经验,筑牢城市公共交通高质量发展的根基。

## 参考文献

- [1]彭晓璐.大数据和人工智能技术在智慧地铁上的应用分析[J].智能建筑与智慧城市,2025(3):158-160.
- [2]王毅力.大数据和人工智能技术在智慧地铁上的应用分析[J].数字化用户,2022,28(41):91-93.
- [3]余凯.大数据和人工智能技术在智慧地铁上的应用分析[J].电视技术,2021,45(7):154-156.
- [4]董帅.大数据和人工智能技术在广州市智慧地铁建设中的应用[J].通讯世界,2021,28(10):158-160.
- [5]王戈,钟如意,黄浩,等.基于轻量级人脸识别的智慧地铁云支付系统搭建[J].湖北大学学报(自然科学版),2021,43(4):437-442.