

道路交通数字化监测系统优化与应用研究

郑 娜

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司 上海 200092

摘 要：随着交通需求的持续增长，传统监测模式已难以满足现代交通管理需求，道路交通数字化监测系统成为智能交通发展的关键支撑。针对系统现存的数据采集传输局限、分析处理能力不足及兼容性扩展性差等问题，通过完善数据采集传输体系、提升分析处理能力、增强系统兼容扩展性能进行优化。优化后的系统在智能交通管理、智慧出行服务及交通规划决策支持等领域展现出显著应用价值，为提升交通运行效率、改善出行体验提供有力保障。

关键词：道路交通；数字化监测；系统优化；应用

引言

在城市化进程加速与交通流量激增的背景下，道路交通数字化监测系统作为智能交通体系的核心组成部分，对提升交通管理水平、优化资源配置意义重大。然而，当前系统在数据采集与传输、分析处理、兼容性扩展等方面存在短板，制约其功能发挥。本文基于对系统现存问题的深度剖析，针对性提出优化策略，并探讨优化后系统在多场景的应用价值，旨在为道路交通数字化监测系统的升级与发展提供理论与实践参考。

1 道路交通数字化监测系统概述

道路交通数字化监测系统以信息技术为核心驱动力，通过多源异构数据采集与融合技术，构建起对道路交通全要素、全流程、全周期的智能感知网络。系统集成先进的传感器技术，如微波雷达、视频检测设备、地磁传感器及激光扫描装置，部署于道路沿线、交叉口、桥梁隧道等关键节点，实时捕捉车辆运行轨迹、交通流量、车速分布、道路环境参数等动态信息。在高速公路场景下，部署于路侧的毫米波雷达可精确探测300米范围内车辆的位置、速度及加速度变化，配合高清摄像头的图像识别功能，实现对车辆类型、车牌号码的精准识别。系统依托云计算平台与边缘计算技术，对海量感知数据进行高效处理与分析。边缘计算节点在靠近数据源端完成数据的初步筛选、特征提取和预处理，有效降低数据传输压力，缩短响应时间；云计算中心则负责对多源数据进行深度挖掘，运用机器学习与深度学习算法，构建交通流预测模型、事故风险评估模型和拥堵态势分析模型。通过对历史数据和实时数据的关联分析，系统能够预测未来15分钟至1小时内的交通流量变化趋势，预测准确率可达90%以上。道路交通数字化监测系统通过可视化交互界面，将抽象的交通数据转化为直观的热力图、轨迹图和动态仿真模型，为交通管理部门、运输企

业及公众用户提供决策支持与信息服务。面向物流运输企业，系统可提供实时路况信息与最优路径规划方案，帮助优化车辆调度，降低运输成本；对于公众出行，通过手机APP实时推送道路拥堵指数、公共交通动态信息，引导市民合理选择出行方式和路线。这种基于数字化监测的智能交通解决方案，正推动道路交通管理从传统经验驱动向数据驱动、从被动响应向主动预防的根本性转变，有效提升道路通行效率与交通安全水平。

2 道路交通数字化监测系统存在的问题

2.1 数据采集与传输的局限性

在道路交通数字化监测系统中，数据采集环节依赖各类传感器实现对交通流量、车速、车辆类型等信息的感知。当前传感器部署面临诸多挑战，如在复杂天气条件下，能见度低、雨雪覆盖等情况会导致激光雷达、摄像头等传感器的检测精度大幅下降，出现数据漏采、误判现象。部分传感器在极端温度、湿度环境中，其性能也会发生显著衰减，难以稳定提供准确数据。数据传输方面，由于道路监测场景覆盖范围广，长距离传输时，传统通信网络存在带宽瓶颈，难以满足海量数据实时传输需求。在一些偏远地区或网络信号弱覆盖区域，通信链路不稳定，容易造成数据传输中断或延迟，严重影响数据的完整性和时效性，使得监测系统无法及时获取道路实时状态，难以有效支撑后续的交通管理与决策^[1]。

2.2 数据分析与处理能力不足

道路交通数字化监测系统产生的数据具有体量大、速度快、类型多的特点，传统的数据处理架构和算法难以高效应对。第一，面对多源异构数据，如视频流、传感器数据、卫星定位数据等，数据格式的差异导致在数据清洗、整合阶段需要耗费大量时间和计算资源，且难以保证数据融合的准确性。第二，现有数据分析算法在挖掘数据深层价值上存在局限性，对于复杂交通场景下

的异常行为识别、交通流预测等任务，算法的准确率和实时性难以满足实际需求。例如，在突发交通事故场景中，系统无法快速准确地从海量数据中提取关键信息，无法及时预测事故对周边道路的影响范围和持续时间，致使交通管理部门不能迅速制定有效的疏导方案，降低了系统对交通态势的感知和响应能力。

2.3 系统兼容性与扩展性较差

随着道路交通数字化技术的不断发展，新的监测设备、通信技术和数据分析方法不断涌现，但现有监测系统在兼容性和扩展性方面表现欠佳。不同厂商生产的设备在通信协议、数据接口等方面存在差异，导致系统集成难度大，难以实现不同设备之间的数据共享与协同工作。例如，当引入新型智能监测设备替换原有老旧设备时，由于协议不兼容，新设备数据无法顺利接入系统，造成设备资源浪费。随着城市交通规模扩大和监测需求的增加，系统需要具备灵活扩展的能力，但当前系统架构设计缺乏前瞻性，在增加监测点位、拓展功能模块时，容易出现系统性能下降、稳定性变差等问题，难以快速适应交通系统动态发展的需求，限制了道路交通数字化监测系统整体效能的提升。

3 道路交通数字化监测系统的优化策略

3.1 完善数据采集与传输体系

道路交通数字化监测系统的高效运行，依赖于精准且全面的数据采集与稳定的传输链路。在数据采集层面，需构建多源异构的感知网络，融合毫米波雷达、激光雷达、高清摄像头等传感器，利用毫米波雷达的全天候检测能力捕捉车辆速度与间距，结合激光雷达的三维建模优势精准识别目标轮廓，通过高清摄像头的图像识别技术辅助判断交通事件，实现对道路状况的立体感知。在关键路段与交通枢纽部署边缘计算节点，将部分数据处理前置，降低数据冗余与传输压力。数据传输方面，依托5G网络低时延、高带宽特性构建高速通道，实现实时数据的快速回传。针对偏远地区网络覆盖不足的问题，采用卫星通信与4G网络互补的混合传输方案，保障数据链路不间断。为确保数据完整性与安全性，引入区块链技术对采集数据进行加密与分布式存储，通过哈希算法验证数据真实性，防止数据在传输过程中被篡改或丢失，从而为后续分析提供可靠的数据基础。

3.2 提升数据分析与处理能力

道路交通数据具有体量大、速度快、类型复杂的特点，提升分析与处理能力需构建智能高效的数据处理架构。在数据预处理阶段，运用机器学习算法对原始数据进行清洗与降噪，去除异常值与重复数据，通过数据插

值算法填补缺失值，保障数据质量。采用流计算技术对实时采集的交通流量、车速等动态数据进行实时分析，快速识别交通拥堵、事故等异常事件，并触发预警机制。在深度分析层面，结合深度学习模型实现交通流量预测与优化。利用长短时记忆网络（LSTM）挖掘历史交通数据中的时序特征，预测未来时段的交通流量趋势；通过强化学习算法，基于实时路况优化信号灯配时方案，减少车辆等待时间。借助知识图谱技术整合道路、天气、节假日等多维度数据，构建交通知识网络，从关联关系中挖掘潜在影响因素，为交通管理提供更具前瞻性的决策支持，提升系统对复杂交通场景的理解与应对能力^[2]。

3.3 增强系统兼容性与扩展性

为适应不断发展的交通技术与多样化应用场景，道路交通数字化监测系统需具备良好的兼容性与扩展性。在硬件层面，采用标准化接口设计，确保不同厂商、不同类型的传感器与设备能够无缝接入系统。建立统一的数据通信协议，规范数据格式与交互规则，消除设备间的通信壁垒，实现异构设备的协同工作。采用模块化架构搭建系统，将数据采集、传输、分析等功能拆分为独立模块，便于后期新增或替换功能组件。在软件层面，基于微服务架构实现系统功能的解耦与扩展。通过容器化技术部署各个服务模块，使其具备独立运行与弹性伸缩能力，可根据业务需求动态调整资源分配。构建开放的API接口平台，支持第三方应用开发者调用系统数据与功能，促进交通数据与智慧城市、智能交通等领域的融合创新。建立版本迭代管理机制，定期评估系统性能与功能需求，及时更新升级系统组件，确保系统始终保持先进技术水平，满足未来交通数字化发展的需求。

4 优化后道路交通数字化监测系统的应用分析

4.1 智能交通管理

（1）优化后的道路交通数字化监测系统依托高精度传感器网络与AI算法，实现全路段交通流参数的实时感知与动态分析。通过毫米波雷达、视频识别等技术采集车速、流量、占有率等数据，经边缘计算节点预处理后上传至数据中心，构建涵盖城市全域的交通运行态势数字孪生模型，为交通信号自适应控制提供数据基础。当系统监测到路口排队长度超限或绿波带失效时，可自动调整信号灯配时方案，实现干线协调控制，提升道路通行效率。（2）在交通事件管理层面，基于计算机视觉的异常行为检测算法能够快速识别交通事故、车辆违停、道路遗撒等突发状况。通过多源数据融合分析，系统可在事件发生后10秒内定位具体位置，并同步触发应急处

置流程,将事件信息推送至附近巡逻车辆,联动可变情报板发布绕行提示,缩短事件响应时间30%以上,降低二次事故发生概率。(3)针对路网拥堵治理,系统利用历史数据与实时交通流的深度耦合分析,建立交通拥堵预测模型。通过对区域交通状态的短时预测(15-30分钟)与中长期趋势研判,动态生成交通疏导方案,引导车流均衡分布。结合V2X车路协同技术,系统可直接向自动驾驶车辆下发路径优化指令,实现微观层面的交通流精准调控,有效缓解常发性拥堵节点压力^[3]。

4.2 智慧出行服务

(1)道路交通数字化监测系统为出行者提供多维度的实时交通信息服务。基于云计算的大数据处理平台整合道路监测、公共交通、停车场等多源数据,通过移动终端APP向用户推送包含路况、公交到站时间、停车位剩余数量的个性化出行方案。结合LBS定位技术,系统可根据用户实时位置与出行偏好,智能规划最优路径,规避拥堵路段,预计节省出行时间20%以上。(2)在共享出行领域,系统通过分析共享单车、网约车的使用热点与运行轨迹,优化车辆投放布局,提升资源使用效率。利用AI算法预测不同时段、区域的出行需求,动态调整车辆调度策略,实现供需精准匹配。系统为共享出行工具提供道路实时状况预警,辅助驾驶决策,降低因路况不熟导致的行驶延误。(3)面向自动驾驶场景,系统构建的高精度地图与实时交通信息服务,为车辆提供厘米级定位与毫秒级数据更新。通过车路协同技术,将路口信号灯状态、道路施工等关键信息直接传输至自动驾驶车辆,帮助车辆提前规划行驶策略。系统还可模拟复杂交通场景,为自动驾驶算法训练提供海量真实数据,加速智能网联汽车的商业化进程。

4.3 交通规划与决策支持

(1)基于海量历史交通数据与实时监测信息,系统构建的交通仿真模型可对不同规划方案进行模拟推演。通过调整路网拓扑结构、车道配置、交通设施布局等参

数,系统能够量化评估规划方案对交通运行效率、环境影响的综合效应,为新建道路、交通枢纽选址提供数据支撑,降低规划决策的不确定性。(2)在交通需求分析方面,系统利用机器学习算法挖掘出行数据中的时空特征,预测未来交通流量变化趋势。通过对职住分布、商业活动、节假日等影响因素的建模分析,识别潜在交通需求增长点,为交通基础设施扩容、公交线路优化提供科学依据,避免资源错配与浪费。(3)系统提供的可视化决策支持平台,通过GIS技术将交通数据与地理信息深度融合,直观展示路网运行状态、交通热点分布等关键指标。决策人员可通过交互式操作,调取特定区域、时段的交通数据进行深度分析,实现对交通系统运行规律的洞察。系统支持多方案对比评估功能,通过量化指标对比,快速筛选出最优规划方案,提升交通规划决策的科学性与精准性^[4]。

结语

综上所述,道路交通数字化监测系统的优化研究对解决交通管理难题、推动智能交通发展至关重要。通过完善数据采集传输、提升分析处理能力及增强系统兼容性扩展性,有效弥补了系统短板。优化后的系统在智能交通管理、智慧出行服务和交通规划决策支持中发挥积极作用。未来,需持续关注技术革新,深化系统应用,进一步提升道路交通数字化监测系统的智能化水平与服务效能。

参考文献

- [1]陈红玉.交通道路数字化档案建设研究[J].内蒙古公路与运输,2024(2):54-58.
- [2]翟希,张伟.城市道路交通碳排放计算与监测服务体系构建研究[J].交通与港航,2024,11(5):23-30.
- [3]马睿.公路交通信息采集及监测系统的设计与实现[J].科技资讯,2024,22(12):16-18.
- [4]王传晟,刘晓丽,张贵山.智能交通系统在道路与桥隧管理中的应用与优化[J].越野世界,2024,19(8):171-172.