

基于智慧交通的公路交通信息工程设计与管控控制探讨

黄日光

(莱阳市交通运输局, 山东 烟台 264000)

摘要 智慧交通是新时代交通运输现代化建设的重要方向。本文以公路交通信息工程设计与管控控制为研究对象,从交通信息采集、传输、处理、服务等环节入手,剖析了当前智慧交通建设的关键问题;针对海量异构交通数据融合、突发事件应急管控、精准信息服务等难点,探讨了交通大数据智能化处理、多模态感知下智能管控与车路协同信息交互等关键技术;提出了深化交通基础设施与信息化融合、强化大数据与人工智能应用、完善产业生态和政策标准、加强人才队伍建设等智慧交通升级改造策略,以期为推动传统公路交通向智能化、网联化方向发展提供有益借鉴。

关键词 公路交通; 信息工程; 智能管控; 大数据融合; 车路协同

中图分类号: U412

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.23.012

0 引言

传统公路交通面临交通拥堵、事故多发、能源消耗大等诸多挑战。为适应新时代经济社会发展需求,亟须加快推进公路交通信息化、智能化转型升级。随着大数据、人工智能、车联网等先进信息技术的发展,为破解交通领域难题带来新的契机。如何充分发挥新技术优势,突破传统交通信息工程在数据感知、传输、处理、服务等环节的瓶颈制约,实现全方位、全周期、可持续的智慧交通发展,成为业界关注的热点问题。

1 公路交通信息工程设计与管控控制中的关键问题剖析

1.1 公路交通信息采集与传输可靠性问题

公路交通信息采集与传输的可靠性是影响交通管理与服务效果的关键因素。恶劣环境干扰、设备故障、网络不稳等问题导致数据缺失、误差较大、延迟严重,难以满足实时动态管控需求。复杂场景下,固定式监测设备易受损,关键路段、时段信息盲区频现。此外,采集设备、传输协议互不兼容,加剧了系统集成与维护难度。这些问题制约了公路交通感知的时空覆盖度与可靠性,亟须引起重视和深入研究。

1.2 海量异构交通信息高效处理与融合问题

随着公路交通信息化、网联化的发展,雷达、视频、GPS等多源异构交通数据呈爆发式增长。异构数据在格式、精度、更新频率等方面差异大,难以直接比对关联。同时,海量数据对实时处理和融合应用提出了严

峻挑战,传统数据处理架构难以满足低延时计算需求。多源异构交通数据的标准化表示、实时语义映射、高效关联融合等关键问题亟待突破,这对于充分发挥海量交通数据的价值具有重要意义。

1.3 突发事件下交通管控决策支持问题

恶劣天气、重大活动、交通事故等突发情况给公路交通系统带来诸多不确定性因素,管控决策难度大。目前在突发事件快速感知、综合研判与协同处置方面缺乏有效的决策支持工具,主要依赖经验式的被动应急操作,事后效果评估与优化改进不足^[1]。这种应对突发事件的方式难以适应现代交通管理对多场景、强动态的响应要求,往往导致事件处置不及时、方案不科学、多部门联动不顺畅等问题,影响交通系统的安全、高效运行。

1.4 复杂交通场景下信息服务精准推送问题

城市快速路、高速公路等复杂交通场景下,车流密集、行驶工况多变,司乘人员对交通信息的需求呈现多样化、个性化特征。司机关注路况、事故、限行等行车安全信息,乘客偏好沿途景点、加油站、充电桩等出行服务信息。然而,当前交通信息服务以粗粒度、广播式推送为主,忽视了司乘人员的差异化需求,导致信息匹配度低、接收不及时、服务体验差等问题。精准、智能的交通信息推送服务亟待突破,这对于缓解信息过载、提升出行决策效率、优化公路通行环境具有重要意义。

2 面向交通大数据的公路交通信息融合处理关键技术

聚焦海量异构交通数据融合处理,探讨智能化数据修复、知识挖掘、交通预测等大数据分析技术在智慧交通中的应用,为管控与服务提供高质量数据支撑。

2.1 多源异构交通数据智能化清洗与修复技术

多源异构交通数据的质量参差不齐,普遍存在噪声、冗余、不一致等问题,给后续的关联分析、深度挖掘带来了很大的困扰。传统的人工检查、统计过滤等方法效率低下,难以应对海量数据场景。因此,迫切需要探索智能化、自动化的数据清洗与修复技术,充分利用机器学习、知识图谱等人工智能方法,对异构数据进行有效抽取、语义理解、一致性校验,识别数据中的错误、缺失、不确定性,并自适应构建模型实现数据修复、质量改进^[2]。在此基础上,还可挖掘多源数据的内在关联特征,自动生成完整性约束、一致性规则等,形成迭代优化、持续进化的异构交通数据治理体系,为后续应用奠定坚实的基础。

2.2 交通数据挖掘与知识发现技术

海量交通数据中蕴含着丰富的模式、规律、关联等隐性知识,但由于数据维度高、噪声多、稀疏性强等特点,传统的数据挖掘方法难以直接应用,需要探索融合深度学习、图神经网络、因果推理等先进人工智能技术,针对性设计复杂交通场景下的数据挖掘框架与算法,充分考虑时空依赖、多尺度效应、突发事件干扰等复杂语义特征,构建面向交通领域的知识发现流程与模型体系。(1)聚焦经典交通问题,如拥堵成因分析、事故多发路段识别等,挖掘数据内在关联,形成可解释的因果机理。(2)探索数据驱动的新问题、新场景,发现交通系统演化的新特征、新规律,刷新认知边界,助力理论创新。

2.3 基于大数据分析的交通状态评估与预测技术

传统方法主要依赖固定地点、间断时段的交通参数采样统计,难以全面反映交通系统的动态时空特征。亟需利用大数据分析技术,充分汇聚车、路、环境、行人等多维异构数据,刻画交通流时空演化的多尺度效应,构建反映宏观微观交通运行机理的评估预测一体化框架。

在实时评估方面,融合流量、速度、密度等多参数,建立科学的交通健康指数,多维呈现路网饱和度和通行效率等运行状态。在趋势预判方面,充分考虑周期性、突发性等多重影响因素,综合利用时序序列挖掘、因果推理等技术,探索滚动更新、持续优化的多步长交通预测模型,为管控决策提供前瞻性参考。

3 基于多模态感知的智能交通管控与引导技术

围绕动态交通流感知、事件检测、个性化诱导等,研究多模态数据驱动下交通管控的智能化升级策略,提升交通系统安全性、通行效率与精细化治理水平。

3.1 动态交通流智能感知与实时监测技术

动态交通流智能感知与实时监测是智慧交通的重要基础。传统固定式交通流采集设备布设受限、覆盖范围小、易受环境干扰,难以满足全时空、高精度、连续化的感知需求。随着车载 GPS、北斗定位等移动传感技术的发展,海量车辆轨迹数据为交通流监测带来新契机。车辆轨迹数据样本量大、时空分辨率高、实时性强,可精细刻画交通流时空演化^[3]。然而,轨迹数据也存在噪声大、异常多、语义模糊等问题,亟须研究智能化的数据清洗、修复与融合算法,提取隐含的速度、流量、密度等交通参数,构建全维度、动态化的交通监测体系,为智能管控提供关键支撑。

3.2 交通事件智能检测与应急联动处置技术

交通事件的快速发现与及时处置对保障安全、提高通行效率至关重要。传统事件检测主要依赖人工巡逻、热线举报等方式,存在发现不及时、信息不准确、处置不规范等问题。随着视频监控、车载传感、社交媒体等多模态数据快速增长,为事件智能检测提供了新思路。深度学习可用于构建视频图像智能分析模型,自动识别交通事故、违法行为等异常情况;自然语言处理可应用于道路风险隐患、重大活动等文本信息的智能提取与综合研判。在实现精准事件感知的基础上,还需建立多部门协同的应急联动机制,优化处置预案,提升突发事件应对能力,及时恢复交通秩序,最大限度降低事件影响。

3.3 个性化交通线路规划与诱导引导技术

随着交通网络日益复杂、出行方式日益多样,驾乘人员对个性化出行服务的需求不断提升。传统的 shortest path 导航已难以满足实时路况避让、多目标权衡等复杂场景需求。亟须研究融合实时交通信息的个性化线路规划方法,综合考虑通行时间、路况拥堵、过路费用、限行管控等多源约束条件,智能推荐与用户偏好匹配的最优路线。同时,结合用户当前位置、行驶方向等实时场景特征,提供差异化的交通信息诱导策略,引导车辆在进入拥堵、事故多发路段前提前绕行,动态平衡路网交通压力。个性化、精准化的诱导引导不仅能提升驾乘人员的出行体验,也为缓解拥堵、促进路网均衡利用提供了新思路。

4 车路协同环境下的交通信息服务智能化关键技术

立足车路协同互联趋势,聚焦交通信息交互、精准服务与安全可信等关键技术,探索 LTE-V2X、区块链等

新技术赋能下的全场景、个性化智慧出行服务新模式。

4.1 基于LTE-V2X的车路协同信息交互技术

LTE-V2X是新一代车联网无线通信技术,支持车车、车路、车人等多场景直连通信,具有低时延、高可靠、广覆盖等优势。将其引入车路协同环境,可显著提升交通信息交互的实时性与灵活性。一方面,路侧单元可利用LTE-V2X广播信号传递配时、限速、拥堵等关键信息,协助车辆及时决策,提高通行安全与效率。另一方面,车载单元也可通过LTE-V2X主动上传车速、加速度、轨迹等实时数据,为道路交通状态评估、信号优化控制等提供数据支撑。此外,LTE-V2X还可支持车城信息交互,实现与智慧停车、电子收费等系统的无缝对接。

4.2 面向个体出行的交通信息精准推送技术

移动互联网、智能终端的普及,促进交通信息服务向移动化、社交化发展,对推送的精准性、时效性提出更高要求。传统的交通广播、路侧显示等信息发布方式难以满足个性化需求。亟须研究面向个体用户的精准推送技术,挖掘历史出行轨迹、实时位置、偏好标签等多维特征,刻画用户出行意图和决策行为,构建个性化信息推荐引擎。同时,考虑推送信息的优先级排序、呈现方式优化等,在不同时空环境下智能调整推送频次和粒度,最大化吸引用户注意力。探索增强现实、虚拟现实等新型人机交互技术,为用户提供沉浸式、交互式的出行信息服务。

4.3 基于区块链的可信交通信息服务技术

在交通信息服务智能化、个性化发展的同时,海量交通数据在采集、传输、存储、应用等环节也面临诸多安全隐患,对用户隐私保护、数据版权确权等提出严峻挑战。区块链技术有望破解数据确权难、流转慢、追责难等共性问题。第一,区块链分布式账本、智能合约等机制可用于构建车路协同数据交换网络,保障多源异构交通数据可信登记、授权共享与自主交易,促进数据价值有序流通与变现^[4]。第二,联盟链、私有链等多种区块链模式可灵活适配交通管理、运营、服务等场景需求,平衡数据共享开放与安全隐私的边界。区块链与物联网、边缘计算等新兴技术的融合应用,也为交通数据全生命周期的可信服务提供了新思路。

5 公路交通信息工程的智能化升级改造策略

公路交通信息工程的智能化升级改造是一项系统工程,需要在多方面协同发力、系统推进。其一,要着力提升交通基础设施与信息化的深度融合水平,统筹规划、设计、建设、运维等各环节数字化改造,将先进的传感、通信、计算等技术嵌入道路、桥梁、隧道、

收费站等传统基础设施,构建全覆盖、泛在化的智能化感知网络,提高交通系统的数字化、网联化、智能化水平。其二,要充分发挥大数据与人工智能技术在交通领域的应用优势,建立海量异构交通数据的汇聚共享与融合分析平台,研发交通流预测、事件检测、信号优化、需求响应等智能化应用,推动实时感知、动态分析、科学决策、精准服务等管理模式变革。其三,还需完善智慧交通产业生态与政策标准体系,加快关键共性技术、核心器件的自主创新,打造产学研用协同创新平台,健全标准规范、质量认证、测试评估等配套机制,营造规范有序、开放包容的产业发展环境^[5]。其四,加强智慧交通科技创新人才队伍建设也至关重要,要强化“新工科”交通运输专业建设,完善产教融合、校企联合的协同育人机制,培养懂交通、善管理、能创新的复合型人才,为智慧交通高质量发展提供源源不断的智力支撑。

6 结束语

加快推进公路交通信息工程智能化升级改造是顺应智能交通发展大势、破解行业发展瓶颈的必由之路。未来,应坚持需求导向与技术驱动相结合,在提升交通基础设施信息化水平的同时,强化大数据、人工智能等新技术在采集、管控、服务等环节的应用,优化顶层设计,完善标准规范,营造良好产业生态,加强复合型人才培养,多管齐下推动形成政府引导、企业主体、社会参与的智慧交通发展新格局,为建设交通强国提供坚实支撑。但是,受制于海量异构数据融合、复杂环境感知等方面的技术瓶颈,当前智慧交通建设仍面临诸多挑战,需各领域持续发力、协同攻关。

参考文献:

- [1] 赵永通,周冉,徐蛟.基于BIM的公路建设信息一体化管理云平台设计与实现[J].现代信息科技,2023,07(08):40-43,47.
- [2] 叶明,谭伟,史贺,等.公路工程沥青材料全过程管理信息系统的设计与工程应用[J].江苏建筑,2022(S1):117-120.
- [3] 吴飞,沈达佳.基于GIS技术的高速公路边坡施工信息管理系统设计[J].工程与建设,2021,35(06):1256-1259,1272.
- [4] 雷宗建,熊巍.高速公路养护网级管理信息系统功能设计[J].湖南交通科技,2020,46(04):131-134,141.
- [5] 戴晨.高速公路交通智能管理信息系统的设计与研究[J].科技资讯,2018,16(23):61,63.