

基于智慧交通的高速公路拥堵缓解技术研究

曹志伟

(中咨泰克交通工程集团有限公司)

【摘要】论文研究了高速公路传统的拥堵缓解管理方式,分析了人工方式与自动化方式存在的不足之处,提出了将智能交通平台应用在高速公路拥堵缓解中,通过高速公路路况与车流量的动态监测、交通运行特征挖掘、拥堵过程模拟、交通时空资源失衡问题诊断与资源智能调控等,实现了高速公路交通时空资源的高效、均衡利用,有效缓解高速公路的拥堵问题。

【关键词】智慧交通;高速公路;拥堵缓解技术

中图分类号:U495

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.11.052

Research on Highway Congestion Relief Technology Based on Intelligent Transportation

CAO Zhi-wei

(China Consulting Têche Transport Engineering Group Co., Ltd.)

【Abstract】The thesis has studied the traditional congestion relief management method of motorways, analyzed the shortcomings of manual and automated methods, and proposed the application of intelligent transportation platform in motorway congestion relief. Through dynamic monitoring of motorway road conditions and traffic flow, traffic operation characteristics mining, congestion process simulation, traffic time and space resource imbalance diagnosis and resource intelligent control, etc., it achieves the efficient and balanced use of spatial and temporal resources of motorway traffic, and effectively alleviates the congestion problem of motorway.

【Keywords】intelligent transportation; motorway; congestion relief technology

1 引言

城市化进程加快使得城市交通压力日益增加,尤其是在节假日等特殊时期,高速公路的交通拥堵问题越发突出,凸显了城际之间通行需求和高速公路实际运输力供给情况之间的深刻矛盾,影响着居民的出行体验,严重制约了城际之间的人员流动与货物运输的效率。在传统的高速公路交通管理与规划模式下,高速公路车流的监测不够实时、分析不够动态,无法为高速公路拥堵缓解提供决策支持^[1]。将智能交通平台应用到高速公路中,可以更好地发挥现行交通体系的运输效能,革新高速公路交通管理与规划模式,切实提升高速公路的管理效率与管理水平,提高群众出行的满意度与舒适度,助力城际之间的经济交流与可持续发展。

2 高速公路传统拥堵缓解管理方式

2.1 人工方式

高速公路早期管理方式多借助于高速公路不同路段设置的监控设备如电子眼、摄像头等,通过监控设备组建监控中心,并组织专业的高速公路管养机

构对监控中心的监控内容进行24小时不间断监督,及时发现高速公路中因突发状况或特殊时期车流激增导致的拥堵现象,并通过电话等方式调度值班人员或执法单位进行异常状况核实与突发事件处理,人工干预缓解高速公路拥堵问题。在早期的高速公路拥堵缓解与管理模式下,突发事件处理与拥堵问题缓解主要依赖于高速公路中全覆盖的视频监控以及线下相对灵活的应急处理机构与执法队伍,技术手段专业性与自动化水平不高。尤其在线网规模受限、队伍建设不足等现实环境下,采用此类人工方式对高速公路拥堵问题进行现场处置与缓解的方案效率不高、效能不高。

2.2 自动化方式

自动化方式是对传统高速公路人工监测与管理方式的一种革新,其依托高速公路的局域网络环境架设独立运行的高速公路管理平台。在高速公路管理平台中高度集成了公路视频监控系统、路况分析与应急处置系统等,在各类信息共享机制以及各项复杂功能的支持下,高速公路管理平台实现了高速公路的实时监测、动态分析与资源调度,为高速公路

的全天候安全通行、车道与车流量管控等提供了良好的平台支持。但是现阶段的自动化方式仅高度关联高速公路的监控体系与应急处置体系,自动化功能主要体现在高速公路交通流量实时监测以及线上应急救援资源调度方面,对于高速公路拥堵的智能化预测判断、拥堵过程的精准模拟与推演以及交通拥堵时各项资源的均衡调度与调控等仍存在诸多不足。

3 智能交通及其在高速公路拥堵缓解中的技术应用

3.1 智能交通

智能交通是智能化技术在交通领域的深度融合应用,其是将先进的信息技术如物联网技术、云计算技术、人工智能技术、自动控制技术等引入到交通领域,对高速公路中的车辆、车道、车流、突发事件等数据进行集成、共享与智能化分析,全方位支撑高速公路的高效管理。在智能交通平台的支持下,高速公路的车辆行驶信息、驾驶人员信息、运输货物信息以及车流信息等均能够实时反映高速公路不同路段的现实通行情况。在信息实时收集汇聚与共享的基础上,依托人工智能技术与自动控制技术对高速公路的各类数据进行智能化分析与预测,并对高速公路的各类资源如监控设备、预警设备等交通基础设施进行高效调度,更好地发挥高速公路各类资源的协同能力与工作效能。

3.2 主流智慧交通平台在公路拥堵缓解中的应用

当前国内主流的智慧交通平台如高德智慧交通公共服务平台、百度交通智慧交通平台等均是依托于电子地图以及实时监测的高速公路车流量信息等,以可视化呈现方式在电子地图上实时、动态展示高速公路的拥堵情况,以便通行人员及时掌握行车的拥堵状况。主流智慧交通平台在公路拥堵缓解中的应用主要依据通行人员的GPS数据、高速公路不同路段的车流监控数据以及高速公路应急处置机构或通行人员实时上传的特定区域交通事故数据等。在各类数据的综合分析下,高速公路的实时交通运行态势可以得到较好的监测与预演,为通行人员提供诸如实时拥堵指数、拥堵里程、预计通行时间等数据,出行人员可根据上述提示科学规划出行方式与出行时间^[2]。主流智慧交通平台的研发为智能交通

在高速公路拥堵缓解中的应用指明了具体的方向,也为高速公路管理部门科学管控交通流量、优化资源调度、精细化管理通行状况等提供了应用参考。

3.3 高速公路车流量实时监测

高速公路车流量监测是高速公路交通拥堵缓解的重要环节,也是高速公路交通拥堵智能化缓解与应对的重要前提。对于高速公路而言,恶劣的天气状况、特殊的时间节点(早高峰或节假日等)均会导致高速公路出现拥堵现象。前述传统高速公路车流监测的传统方式中,无论是人工方式还是自动化方式,实时监测的应用深度均不足,尤其是人工方式下的车流量实时监控多依赖于不同路段的视频监控设备以及组建的视频监控中心,并以人工目视的方式发现高速公路中的拥堵现象、拥堵部位等,在层层审核后开展应急调度,无法为高速公路中的通行人员提供实时的拥堵预警。智能交通平台借助高速公路上架设的各类监控设备、传感器设备以及通行人员移动智能手机自带的GPS定位功能等实时收集高速公路上通行车辆的流量情况,实现对高速公路车流量的实时、精准监测。

3.4 高速公路拥堵预测预判

3.4.1 高速公路交通运行特征挖掘

在高速公路车流量实时监测的基础上,智能交通平台依托数据挖掘技术、深度学习技术等对高速公路的交通运行特征进行快速、智能地挖掘,分析得出高速公路交通运行的一般性规律,为高速公路交通拥堵过程模拟等奠定基础。利用数据挖掘算法提取高速公路交通运行特征,可根据不同时间段、不同路段以及高速公路不同等级,依托聚类分析法等数据挖掘算法挖掘出上述时间与空间重叠下的交通运行特征,从而将高速公路拥堵情况按照时间与空间分类为不同的交通运行场景,进而为高速公路不同路段打造出兼具一般规律与个性特征的交通运行模式库^[3]。在具体应用时,利用物联网以及GPS定位系统动态监测高速公路的车流量,结合不同时间段以及不同空间路段的高速公路交通运行模式库,分析当前高速公路交通运行状况下的个性特征,以便基于此个性特征进行高速公路拥堵过程的精准模拟与推演。

3.4.2 基于复杂网络的交通拥堵过程模拟与推演

将高速公路网络映射到逻辑层面,构建出复杂的高速公路有向网络。在有向网络的基础上,利用强化学习算法对高速公路交通运行的各类历史数据进行迁移学习与推演分析,模拟在不同场景下的交通拥堵过程以及演变情况,从不同维度与不同层次剖析高速公路的拥堵进程,为高速公路拥堵调控与缓解提供相对精准的预测结果参考^[4]。将强化学习算法、人工智能技术等应用到高速公路复杂网络的交通拥堵过程模拟与推演中,可针对特定的空间或网络节点分析网络的拥堵属性,包括高速公路复杂网络的拥堵线路、途经节点空间坐标、预计拥堵时间以及交通拥堵过程的传播机制等。通过对高速公路交通拥堵过程的精准、动态模拟与推演,高速公路管理平台可以对不同道路层级如路网、路段、交叉口等的车流量疏散、资源均衡调度与调控等提供更加精准、实时、可靠的方案,助力高速公路拥堵调控与缓解^[5]。

3.5 高速公路拥堵调控与缓解

3.5.1 交通时空资源失衡问题诊断

高速公路拥堵调控与缓解有赖于对高速公路的交通时空资源进行有效调度,使得各交通时空资源能够在相对均衡的状态下得以高效利用。将深度学习、人工智能等新兴技术引入到智能交通平台中,针对前期基于复杂网络的交通拥堵过程模拟与推演情况,利用上述技术对高速公路的交通时空资源进行分析,挖掘模拟与推演的交通拥堵过程和交通时空资源二者之间的关联关系以及在时间、空间上的重合度与匹配度,以便利用闲置的交通时空资源对即将出现的交通拥堵过程进行干预与纾解。同时,高速公路拥堵调控与缓解要着眼于精准诊断交通时空资源的失衡问题,哪些时空资源利用率超出标准阈值,哪些时空资源利用率偏低且可以用于均衡性辅助与置换,这些均是人工智能算法应用在高速公路交通时空资源失衡问题诊断时需要考量的要素^[6]。在综合考虑资源均衡性、匹配度以及实时动态的交通运行供需情况的基础上,构建高速公路时空资源失衡评价指标体系,科学评判不同场景下的交通时空资源失衡情况,以便智能交通平台合理调度时空资源、缓解交通拥堵^[7]。

3.5.2 交通网络拥堵智能主动均衡调控

针对拥堵热点、线、面,揭示交通管控、道路条件、交通流特征等组合因素对路网容量的作用机理,构建路网容量关键影响因素辨识方法,建立路网容量约束下分层级联主动均衡调控技术^[8]。例如,基于大数据、边缘计算、5G、物联网等技术研发智能交通信号控制系统,以AI雷达和AI摄像头等感知设备为基础,对高速公路上的车流量、路况等进行智能识别研判,根据现场实时情况远程控制、动态调整红绿灯时间,实现交通动态管控,缓解拥堵、加速特种车辆通行等功能。

4 结语

智能交通平台依托移动通信技术、无线传感网络、云计算信息处理技术、Hadoop 信息处理技术等全面采集与融合交通管理数据、交通综合检测数据、互联网路况数据等,借助大数据平台健全交通管理。同时,与电信运营商、技术行业优势企业、互联网地图服务商等合作,融合电子地图、车辆GPS实时数据等,对高速公路的各类数据进行智能化分析与预测,并对高速公路的各类资源如监控设备、预警设备等交通基础设施进行高效调度与拥堵预警,为市民提供全面优质的出行服务。

参考文献

- [1] 周方正.基于车流预测的高速公路交通流动态控制方法研究[J].交通建设与管理, 2022 (6): 121-123.
- [2] 于凡媛, 孙宁.高速公路拥堵路段缓解系统[J].微处理机, 2022, 43 (5): 55-59.
- [3] 曹丹妮.异常事件下高速公路交通流拥堵特性分析及控制策略研究[D].北京: 北京交通大学, 2022.
- [4] 梁正才.基于人工智能和机器视觉的车流主动管控技术在高速公路中的应用[J].长江信息通信, 2022, 35 (5): 114-115+118.
- [5] 董军, 钟亮文, 何军, 汤海天, 温英杰, 肖慧, 柯辉, 庄成桂, 黄童, 陈羽洁.以疏解高速公路堵点为目标的AR可视化智能收费管理模式[J].国企管理, 2021 (2): 54-61.
- [6] 勾洋.智能网联环境高速公路主线可变限速控制方法研究[D].石家庄: 石家庄铁道大学, 2020.
- [7] 周政川.高速公路拥堵机理与匝道控制研究[D].长沙: 长沙理工大学, 2019.
- [8] 张春波.车联网条件下高速公路车道变窄路段缓堵控制方法[D].南京: 东南大学, 2018.