

基于大数据的城市道路交通事故成因多维 分析与智能预防策略

徐鸿领

山东交通学院司法鉴定中心 山东 济南 250000

摘要: 本文聚焦于城市道路交通事故这一社会关注的焦点问题,深入探讨基于大数据技术对其成因进行多维分析以及制定智能预防策略的必要性。论述大数据在交通事故成因多维分析中的具体应用,涵盖数据采集与整合、多维度成因分析模型构建等,运用大数据分析方法挖掘事故成因的内在规律。在此基础上,提出涵盖智能交通系统优化、驾驶员行为干预、车辆智能安全技术应用等方面的智能预防策略,旨在降低城市道路交通事故发生率,提升城市交通安全水平。

关键词: 大数据;城市道路交通事故;成因分析;智能预防策略

1 引言

随着城市化进程的加速和机动车保有量的持续增长,城市道路交通事故已成为影响社会稳定和人民生命财产安全的重大问题。据世界卫生组织统计,全球每年约有135万人死于道路交通事故,且这一数字仍在逐年上升。城市道路交通事故不仅给受害者家庭带来巨大的痛苦,也对社会经济造成了严重的损失,包括医疗费用、财产损失、生产力下降等。传统的事故成因分析和预防策略主要依赖于经验判断和小样本数据统计,难以全面、准确地把握事故发生的复杂规律。而大数据技术的出现为解决这一问题提供了新的途径。大数据具有海量性、多样性、高速性和价值密度低等特点,能够对城市道路交通系统中产生的各种数据进行全面采集、存储和分析,从而为事故成因的多维分析和智能预防策略的制定提供有力支持。

2 大数据在交通事故成因多维分析中的应用

2.1 数据采集与整合

2.1.1 多源数据采集

大数据时代,交通相关数据的来源非常广泛。交通传感器可以实时采集道路上的交通流量、车速、车距等信息;车载设备如GPS导航仪、行车记录仪等可以记录车辆的行驶轨迹、速度变化、急刹车等数据;手机定位数据可以反映行人的出行轨迹和聚集情况;气象部门可以提供实时的天气信息,如降雨、降雪、大雾等;道路管理部门可以提供道路的几何参数、路面状况、交通标志标线等信息。

2.1.2 数据整合与清洗

数据格式统一:由于不同数据源的数据格式存在差

异,因此需要对采集到的多源数据进行格式统一。例如,交通传感器采集的数据可能是二进制格式,车载设备采集的数据可能是JSON格式,手机定位数据可能是CSV格式等。为了方便后续的数据处理和分析,需要将这些不同格式的数据转换为统一的标准格式,如XML格式或数据库表格式。

数据质量评估:在数据整合之前,需要对采集到的数据进行质量评估,检查数据是否存在缺失值、异常值、重复值等问题。数据缺失值可能是由于传感器故障、数据传输中断等原因导致的,异常值可能是由于数据采集错误或特殊事件引起的,重复值可能是由于数据重复采集或存储错误导致的^[1]。对于存在质量问题的数据,需要进行相应的处理。

数据清洗方法:对于数据缺失值,可以采用插值法进行填充,如线性插值、样条插值等。对于异常值,可以采用基于统计方法或机器学习方法进行检测和修正。例如,利用 3σ 准则检测数据中的异常值,对于超出均值 ± 3 倍标准差的数据点,可以认为其是异常值,然后根据具体情况进行修正或删除。对于重复值,可以直接删除重复的数据记录。

2.2 多维度成因分析

2.2.1 人员因素分析

通过车载设备采集驾驶员急加速、急刹车等行为数据,用层次分析法确定指标权重,计算驾驶行为评分,评分越高越危险。结合年龄、性别等个人信息,发现年轻驾驶员因经验不足事故概率高,男性在超速、酒驾等事故发生率高于女性。利用车载传感器或图像处理技术检测驾驶员疲劳状态,如监测眼部特征、头部姿态等,

疲劳时及时预警。同时,结合大数据分析疲劳驾驶与事故的关联,为交通管理提供依据。

2.2.2 车辆因素分析

整合车辆维修保养记录、年检数据等,建立机械故障数据库,分析故障规律和趋势,找出高发车型和部件。评估安全配置对事故的影响,对比安装与未安装安全气囊、ABS、ESP等配置的车辆事故发生率,研究表明安装ESP的车辆在湿滑路面侧翻事故发生率降低。分析车辆加速、制动等性能与事故的关联,如发现某些车型制动距离长易致追尾,交通管理部门可据此加强监管检测。

2.2.3 道路因素分析

利用大数据分析不同道路类型、几何设计参数(弯道半径、坡度等)与事故的关联,如弯道半径小路段事故率高,雨天或夜间更甚,道路设计部门可据此优化设计。用路面平整度检测仪等设备实时监测路面状况,关联分析监测数据与事故数据,发现路面破损严重、摩擦系数低路段事故增加,道路养护部门可及时维修养护^[2]。评估交通标志标线设置的合理性、清晰度及其对驾驶行为和安全的影响,如路口标志标线不明确易致误判引发事故,交通管理部门可优化调整。

2.2.4 环境因素分析

实时采集气象数据并关联分析,不同天气事故规律不同,雨天和雪天路面湿滑事故率高,雾天易引发连环追尾,交通管理部门可依天气预报和实时数据调整管制措施,如限速、封路等。

分析不同光照条件(白天、夜间等)下事故情况,夜间光线不足、疲劳驾驶和酒驾常见,事故风险高,交通管理部门可加强夜间监管,增加照明亮度,开展酒驾整治行动。实时监测交通流量,分析其与事故的关系,交通高峰期易发生轻微事故,流量小时突发情况易致严重事故,交通管理部门可依流量变化调整信号配时,优化交通组织,缓解拥堵,降低风险。

2.3 事故成因关联分析与挖掘

2.3.1 关联规则挖掘

常用关联规则挖掘算法有Apriori、FP-Growth算法等。Apriori算法通过逐层搜索找频繁项集,再生成关联规则;FP-Growth算法采用频繁模式树结构,避免多次扫描数据库,效率更高。在交通事故成因分析中,利用其找出人员、车辆等因素关联规则。如发现“驾驶员疲劳驾驶”与“夜间行驶”“高速公路行驶”“超速”存在强关联,即疲劳驾驶时,夜间或高速超速行驶事故概率更高。交通管理部门可据此加强对夜间高速疲劳、超速驾驶的监管。

2.3.2 聚类分析

常用聚类算法有K-Means、层次聚类、DBSCAN算法等。K-Means基于距离划分数据为K个簇;层次聚类通过构建层次结构聚类,有凝聚和分裂两种方式;DBSCAN基于密度划分,能发现任意形状簇。在交通事故成因分析中,用聚类分析将事故按成因分类,如“人为因素”“车辆故障”“道路环境因素”导致的故事等^[3]。分析不同类型事故特征,可采取针对性预防措施,如人为因素事故加强驾驶员安全教育,对车辆故障事故加强车辆检测维护,对道路环境因素事故改善道路条件。

2.3.3 决策树分析

决策树分析基于树结构决策,通过数据划分构建模型用于预测分类。构建过程含特征选择、生成和剪枝,特征选择常用信息增益等方法,生成是按特征划分数据集递归构建子树,剪枝为防过拟合简化模型。在交通事故成因分析中,以驾驶员年龄、驾龄等为输入,是否发生事故为输出构建模型。分析模型可找出关键因素,如雨天时,年轻驾龄短且超速的驾驶员事故概率高。交通管理部门可据此加强对这类驾驶员的监管教育。

3 基于大数据的城市道路交通事故智能预防策略

3.1 智能交通系统优化

3.1.1 交通信号智能控制

利用大数据分析交通流量数据和事故数据,优化交通信号控制策略。根据不同时段、不同路段的交通流量变化,实时调整信号灯的时长和配时方案,提高道路通行效率,减少车辆等待时间和拥堵情况,降低事故发生的风险。例如,在事故高发路段,可以通过延长绿灯时间、缩短红灯时间等方式,加快车辆通行速度,减少车辆在路口的停留时间,降低刮擦和碰撞事故的发生概率。

3.1.2 交通诱导系统

建立基于大数据的交通诱导系统,实时采集和分析交通信息,为驾驶员提供准确的交通路况信息和最佳行驶路线建议。通过电子显示屏、手机应用等渠道向驾驶员发布交通诱导信息,引导驾驶员避开拥堵路段和事故高发区域,合理选择行驶路线,减少不必要的行驶时间和里程,降低事故发生的可能性^[4]。同时,交通诱导系统还可以与智能停车系统相结合,为驾驶员提供停车场位置和剩余车位信息,引导驾驶员快速找到停车位,减少因寻找停车位而产生的交通混乱和事故风险。

3.1.3 智能监控与执法系统

利用大数据和人工智能技术,提升交通监控与执法系统的智能化水平。通过在道路上安装高清摄像头、传感器等设备,实时采集车辆行驶数据和交通违法行为信

息,并利用大数据分析技术对采集到的数据进行快速处理和分析,及时发现交通违法行为和事故隐患。例如,利用图像识别技术自动识别闯红灯、超速、逆行等违法行为,并及时将违法信息上传至交通管理平台,通知驾驶员接受处理。同时,智能监控与执法系统还可以对事故现场进行实时监控和记录,为事故调查和责任认定提供准确依据。

3.2 驾驶员行为干预

3.2.1 个性化安全教育与培训

基于大数据分析驾驶员的年龄、性别、驾驶经验、事故记录等信息,为驾驶员制定个性化的安全教育与培训方案。针对不同类型驾驶员的特点和需求,开展有针对性的安全知识讲座、模拟驾驶培训等活动,提高驾驶员的安全意识和驾驶技能。例如,对于新手驾驶员,重点培训基本驾驶技能和交通安全法规;对于经常疲劳驾驶的驾驶员,开展疲劳驾驶危害和预防知识的教育。同时,利用在线学习平台和移动应用,为驾驶员提供便捷的学习渠道,方便驾驶员随时随地接受安全教育和培训。

3.2.2 驾驶员行为评估与预警

建立驾驶员行为评估模型,利用大数据分析驾驶员的行驶数据,如车速、加速度、刹车频率、转向角度等,对驾驶员的驾驶行为进行评估和打分。根据评估结果,对驾驶行为不良的驾驶员进行预警和提醒,督促其改正不良驾驶习惯。例如,当系统检测到驾驶员频繁急刹车或超速行驶时,及时向驾驶员发送预警信息,提醒其注意安全驾驶。同时,将驾驶员行为评估结果与保险费率挂钩,对驾驶行为良好的驾驶员给予一定的费率优惠,激励驾驶员养成良好的驾驶习惯。

3.2.3 社交互动与激励机制

利用社交媒体和移动应用,建立驾驶员之间的社交互动平台,鼓励驾驶员分享安全驾驶经验和心得,互相监督和提醒。同时,设立安全驾驶奖励机制,对在一定时期内无事故、驾驶行为良好的驾驶员给予物质奖励和精神表彰,如颁发安全驾驶证书、赠送礼品等。通过社交互动和激励机制,营造良好的安全驾驶氛围,提高驾驶员参与安全驾驶的积极性和主动性。

3.3 车辆智能安全技术应用

3.3.1 车辆主动安全技术

鼓励汽车制造商加大车辆主动安全技术的研发投入,推广应用先进的主动安全系统,如前方碰撞预警系统、自动紧急制动系统、车道偏离预警系统、盲点监测系统。这些系统可以在事故发生前及时向驾驶员发出预警信号,并在必要时自动采取制动、转向等措施,避

免或减轻事故的严重程度。利用大数据分析不同主动安全技术的应用效果和用户反馈,为汽车制造商改进产品提供参考,同时引导消费者选择配备先进主动安全技术的车辆。

3.3.2 车辆联网与协同安全技术

推进车辆联网技术的发展,实现车辆与车辆(V2V)、车辆与基础设施(V2I)之间的信息交互和协同通信。通过车辆联网,车辆可以实时获取周围车辆和道路基础设施的信息,如前方车辆的行驶速度、距离、道路状况等,提前做出决策和调整,避免碰撞事故的发生。例如,当车辆检测到前方车辆突然刹车时,可以通过V2V通信及时向后方车辆发送预警信息,后方车辆可以提前采取制动措施,避免追尾事故。同时,车辆联网还可以与智能交通系统相结合,实现交通信息的共享和优化调度,提高道路安全性和通行效率。

3.3.3 车辆故障预警与远程诊断技术

利用大数据和物联网技术,建立车辆故障预警与远程诊断系统。通过在车辆上安装各种传感器,实时采集车辆的运行状态数据,如发动机转速、水温、油压等,并将这些数据传输至远程诊断中心。诊断中心利用大数据分析技术对采集到的数据进行实时监测和分析,及时发现车辆潜在的故障隐患,并向驾驶员发送预警信息。同时,诊断中心还可以对故障进行远程诊断和指导维修,提高故障排除效率,减少因车辆故障引发的交通事故。

结语

城市道路交通事故成因复杂,涵盖交通环境等多方面。大数据技术助力全面准确分析成因,挖掘内在规律与影响因素。基于此制定智能预防策略,如优化智能交通系统等,可降低事故率、提升安全水平。不过,实现智能预防面临数据安全、共享协同等挑战。未来需各方协作,加强数据安全、建立共享机制、制定统一标准,并结合新兴技术探索创新策略,提升城市道路交通安全智能化水准,营造良好出行环境。

参考文献

- [1]李虹燕,朱龙波,任宪通,等.基于数据挖掘的道路交通事故成因分析[J].山东交通学院学报,2023,31(02):20-27.
- [2]黄家盛.基于大数据的城市道路交叉口交通事故成因分析[D].吉林建筑大学,2021.
- [3]虞博翔,杨金云.大数据下交通事故影响因素分析及预测[J].电子元器件与信息技术,2021,5(05):61-63.
- [4]张健.智能交通系统在减少交通事故中的应用[J].运输经理世界,2025,(10):69-71.