

多源交通数据融合与分析在智慧交管中的应用研究

马 啸

中华通信系统有限责任公司, 河北 石家庄 050299

[摘要]随着全球城市交通压力的不断增加,现代化交通需求已经使传统的交通管理模式难以适应。应运而生的智慧交通系统,凭借多源数据融合与分析技术,能够实现实时交通监控、流量预测及事故预警等功能,从而显著提升了交通管理的效率与安全性。尽管这一技术展现出了巨大的应用前景,数据采集、技术融合及隐私保护等诸多挑战仍然存在。如何突破这些难题,进一步实现更加精准与高效的交通管理,已成为当前研究的核心问题。

[关键词]多源交通数据; 智能交通; 智能预测

DOI: 10.33142/sca.v8i2.15467

中图分类号: U492.8

文献标识码: A

Research on the Application of Multi-source Traffic Data Fusion and Analysis in Intelligent Traffic Management

MA Xiao

China Communications System Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050299, China

Abstract: With the continuous increase of global urban traffic pressure, the demand for modern transportation has made it difficult for traditional traffic management models to adapt. The emerging intelligent transportation system, relying on multi-source traffic data fusion and analysis technology, can achieve real-time traffic monitoring, flow prediction, and accident warning functions, thereby significantly improving the efficiency and safety of traffic management. Despite the enormous application prospects of this technology, many challenges still exist, such as data collection, technology integration, and privacy protection. How to overcome these challenges and further achieve more precise and efficient traffic management has become the core issue of current research.

Keywords: multi-source traffic data; intelligent transportation; intelligent prediction

引言

随着城市化进程的不断推进,交通管理正面临着越来越复杂的挑战。传统的交通管理模式,已难以有效应对高流量与复杂路况所带来的种种问题。借助大数据、物联网及人工智能等先进技术,智慧交通系统为交通管理提供了更加高效且智能的解决方案。作为智慧交管的核心技术,多源交通数据融合与分析通过整合来自不同来源的数据,能够实时监控交通状况,并进行精确地预测与调度,显著提高了管理效率缓解了交通拥堵并增强了交通安全。因此,深入探讨多源数据融合与分析在智慧交管中的实际应用,分析其关键技术要点与应用价值,进而为智慧交通系统的未来优化提供有益的参考。

1 多源交通数据融合与分析在智慧交管中的应用价值

1.1 提高交通管理决策的精准性与时效性

在智慧交通系统中,多源数据的融合为交通管理决策提供了更加精准与实时的支持。传统交通管理通常依赖单一的数据源,如交通流量监测设备或路面巡逻信息,尽管能够发挥一定作用,但常常面临数据孤岛问题,而且在应对突发情况时,时效性较差。与此不同,通过整合来自多个渠道的数据,如车载 GPS、交通监控摄像头、社交媒体反馈以及路面传感器,交通管理系统能够获得更全面、更

准确的交通状况分析,从而弥补各类数据源的不足。例如,当多个数据源同时揭示某一区域的交通压力时,系统能够迅速识别是否存在拥堵风险,并在多维度分析的基础上,提出更高效的疏导策略,这样的精准决策能力在复杂交通环境中显得尤为关键,减少了决策失误及其带来的延误,同时保障了应急响应的高效性。通过卡尔曼滤波、贝叶斯推断等先进的数据融合技术,实时数据能够在极短的时间内处理完毕,为交通管理系统提供最优调度方案,从而避免了传统人工判断方式带来的延迟或错误。此外,实时数据接入的优势在于其应对突发事件时的灵活性,无论是突发交通事故、恶劣天气,还是节假日的交通流量变化,经过融合分析的数据可以在几秒钟内作出决策,迅速适应这些动态变化,确保交通资源得到最优化使用。

1.2 优化交通流量与缓解拥堵

在现代城市的交通管理中,拥堵问题长期以来困扰着出行效率与交通安全。而多源交通数据融合为这一难题提供了全新的解决途径,通过将来自不同渠道的数据,如交通传感器、监控摄像头、智能交通信号系统、车载 GPS 设备及智能手机定位信息等整合,交通管理系统能够对道路网络状况进行实时监控,从而精确预测流量并实施动态调度。当交通流量异常时,依据实时数据,系统能准确地定位拥堵点,并迅速调整信号控制系统或发布出行建议,

引导驾驶员选择更顺畅的路线,这种基于数据分析的动态调整相较于传统的定时信号控制方式更加高效,能够根据实际交通状况灵活应对。例如,在高峰时段,某些路段的红绿灯周期会被适时延长以避免车流积压;同时,其他交叉口的信号灯可进行调整,从而有效疏导车流,优化交通流量。通过融合多源数据,系统不仅能够实时应对交通问题,还能进行流量预测,提前预判可能发生的拥堵情况。结合历史交通数据与实时路况信息,未来一段时间内的交通压力便可被准确预测,进而启动应急响应措施。这一机制有效减少了交通瓶颈的发生,同时为城市规划者提供了宝贵的数据支持,帮助优化交通设施的布局和路网规划,从而从根本上提升交通流畅性。借助精准的流量分析与智能调度,交通管理系统能够有效缓解即时交通拥堵,为未来的交通规划提供强有力的数据支撑。

1.3 增强交通安全与应急响应

多源交通数据融合在提升交通安全与应急响应能力方面发挥了至关重要的作用,通过整合来自路面监控、车辆感知、气象数据以及社交媒体等实时信息,交通管理系统能够实时检测潜在的安全隐患并迅速做出反应。例如,交通监控摄像头与传感器能够及时捕捉到异常行为或事故发生,如车辆失控或碰撞,一旦系统接收到此类信息,立即启动分析并触发应急响应机制,迅速通知交警及相关紧急服务,从而最大限度地减少事故对交通流的影响。除应急响应外,融合后的数据还具有提前预警功能,能够在潜在的交通事故发生前提供警示,通过将气象信息与道路状况相结合,系统可预测恶劣天气条件下的事故风险,并通过智能交通信号系统调整车速限制或发出安全警告,帮助驾驶员及时调整驾驶行为,以减少事故的发生。借助这一预警机制,驾驶员可在行驶过程中获得实时路况更新,从而避免潜在的危险。在应急响应阶段,融合后的多源数据为应急人员提供了精准的路况信息,协助其选择最快的路线到达事故现场。以重大交通事故为例,系统不仅能够实时更新事故发生地点的交通状态,还能基于交通流量与路况预测,为救援车辆提供最佳通行路径,从而避免因拥堵或交通阻塞带来的延误。这一高效响应方式显著缩短了救援时间,减少了事故后续可能带来的二次伤害。

2 多源交通数据融合与分析要点

多源交通数据融合与分析的核心在于如何有效整合来自不同来源的信息,并通过精确处理和深入分析,从中提取出具有实际意义的交通管理决策依据,此过程涵盖了数据收集、清洗、融合及分析等多个环节,以确保从海量数据中获得可靠且有价值的洞察。交通数据来源丰富且复杂,常见的包括路面传感器、视频监控、GPS定位、社交媒体信息以及各类交通应用程序的数据等,每种数据类型均具有其独特的优势。例如,路面传感器能够提供实时流量数据,视频监控则通过图像进行事故检测,GPS设备有

助于实时追踪交通工具的位置,社交媒体数据则常常反映公众对交通状况的即时反馈。由于这些数据的多样性,它们各自拥有独特的价值,但也伴随着格式不统一及数据类型差异等技术难题,导致数据融合处理面临较大的挑战。为确保精准的交通管理,数据预处理与清洗显得至关重要,预处理的任務主要包括去除噪声、填补缺失值、解决数据不一致性等。例如,传感器数据可能因环境干扰而导致不准确,视频监控图像则可能受到天气或光线变化的影响。基于此,数据清洗过程需要运用多种方法对这些问题进行修正,从而确保最终数据的可靠性。数据融合是连接各类数据源的关键步骤,常用的融合方法包括加权平均法、卡尔曼滤波、贝叶斯推断等,每种方法均有其特定的优势与应用场景。例如,加权平均法适合处理一致性较高的数据,卡尔曼滤波则能有效去除连续数据中的噪声,尤其适用于时序数据。而贝叶斯推断通过构建概率模型,综合考虑各数据源的不确定性,最终将数据有效融合为统一且准确的结果,为后续决策提供科学依据。在数据融合的基础上特征提取与建模是至关重要的环节,特征提取的目的是从原始数据中提炼出有用的信息,如交通流量、车速或车道占用率等,这些特征构成了分析的基础,通过构建交通流量预测或交通行为分析模型,可帮助预测未来交通状况,为管理部门提供决策支持。在建模过程中,借助机器学习或深度学习技术进行训练,能有效提高模型的准确性及预测能力。数据分析与挖掘阶段则是对融合数据的深度解析,通过数据挖掘技术从中发现潜在的规律。例如,分析交通流量的变化趋势,识别交通事故高风险区域等。此阶段不仅为交通管理提供实时决策支持,还能为长远的交通规划提供重要依据,通过对历史数据的挖掘能够预测某些区域或时段的交通瓶颈,提前调整信号配时,从而优化交通流、减少事故发生的概率。这一从数据清洗到深度分析的全过程,确保了多源交通数据在实际应用中的高效性与准确性,为智能交通管理系统提供了坚实的技术支持。

3 多源交通数据融合与分析在智慧交管中的应用

3.1 智慧交管中的实时交通监控与调度

智慧交通管理系统中的实时监控与调度,构成了高效且灵活交通管理的核心。随着城市交通规模的不断扩展,传统的交通监控方法已难以有效应对日益复杂的交通状况,通过实时监控技术,城市主要路段、交叉口及交通枢纽均得到了覆盖,交通管理部门可以实时掌握交通流动情况、突发事件及其他相关信息。结合多源数据融合技术,系统能够将来自交通摄像头、传感器、GPS设备、社交媒体以及道路监测系统等各类数据进行整合,从而为交通管理提供全面且精确的交通信息。实时数据分析不仅帮助系统迅速识别出交通拥堵、事故或施工等突发状况,还能够精准预测交通流量的变化^[1]。例如,当系统检测到某关键路段流量急剧增加时,能够即时调整相邻路段的信号控制,

或根据具体情况建议车主选择替代路线,从而有效避免拥堵的进一步扩展,如此灵活且高效的调度机制,大大提高了道路使用效率并有效减轻了交通压力。实时监控还为交警及交通管理人员提供了决策支持,当交通事故或其他紧急事件发生时,监控系统能够迅速将现场图像、视频及相关信息传输至指挥中心,使管理人员能够快速制定应急响应方案,从而缩短事故处理时间,减轻事故对交通流的负面影响。

3.2 交通流量预测与动态路况信息发布

交通流量预测与动态路况信息发布,作为智慧交通管理系统的核心功能之一,显著提升了道路资源的利用效率,并为驾驶员提供了更加精准的出行决策支持。通过对历史交通数据、实时监测数据以及外部因素(如天气变化、突发事件、节假日等)的综合分析,系统得以准确预测未来一段时间内各主要路段的交通状况,并实时发布动态路况信息,这种预测不仅限于短期内的交通状况,更通过时间序列分析、机器学习以及深度学习等技术,针对路段流量、车速、交通密度等多个维度进行多步骤预测。这些预测涵盖了日常高峰时段,还考虑了特殊情况,如大型活动或节假日出行所带来的交通压力。基于这些精准的流量预测,交通管理部门可以提前进行流量调度优化信号控制,及时缓解可能出现的拥堵风险。动态路况信息发布则通过多种渠道将实时交通状况反馈给公众,无论是通过手机应用、导航系统还是智能路标,系统能够实时推送路况信息,告知驾驶员哪些路段出现了拥堵,哪些道路畅通无阻,或提前预警交通事故发生区域^[2]。借助这些信息,驾驶员能够灵活调整出行路线,避开拥堵或潜在的交通瓶颈,从而避免因信息延迟所带来的行程延误。通过精准的交通流量预测与动态路况信息发布,智慧交通管理系统不仅提高了交通管理效率,还在降低驾驶员时间成本、减少燃油消耗、降低交通事故发生率等方面发挥着重要作用,更为关键的是这一系统推动了出行信息的透明化与智能化,使道路使用者能够基于实时数据做出最佳决策,进而推动城市交通向更加智能、环保的方向发展。

3.3 智能交通信号控制与优化

智能交通信号控制与优化,作为智慧交通管理系统的核心组成部分,对于提升道路通行能力和交通流畅度具有至关重要的作用。传统的交通信号控制通常依赖固定的时间周期或简单的感应方式,这些方式难以应对日益复杂且

动态变化的交通需求。与此不同,智能交通信号控制系统通过实时监控交通流量、车速及各路段的交通状况,能够根据实时数据动态调整信号灯的周期和配时,更加灵活地适应不同的交通需求。依托多源数据融合技术,智能交通信号系统能够整合来自路面传感器、视频监控、行车记录仪等设备的数据,实时分析各路段的车流密度、等待时间以及交通拥堵情况,通过对这些信息的综合分析,信号系统得以精确调整信号灯时长优化交通流向,减少不必要的等待时间^[3]。例如,在早高峰时段,主干道的绿灯周期可适当延长,从而缓解交通压力;而在夜间或非高峰时段,信号周期则自动缩短,提升道路通行效率,这样的动态优化不仅能够有效应对交通流量的实际变化,也能够显著降低交通拥堵,避免时间与能源的浪费。智能交通信号系统还具备较强的自适应能力,能够根据不同的交通场景灵活调整。当发生突发交通事故或道路封闭时,系统可依照预设方案迅速切换信号灯控制方式,调整交通流向,避免交通瓶颈的形成,并确保应急车辆优先通行。与传统交通信号系统相比,智能控制系统不仅提升了道路通行效率,也极大地增强了系统的响应速度与灵活性。

4 结语

随着城市交通需求的不断增加,传统的管理方法已无法适应日益复杂的交通环境。在智慧交通管理中,通过实时监控、流量预测以及智能信号控制等手段,多源数据融合与分析技术的应用,显著提升了交通管理的精准度、效率与安全性。不仅有效缓解了交通拥堵,资源配置也得到了优化。尽管在这一领域已经取得了显著进展,数据隐私、技术整合及系统适应性等挑战仍待解决。随着技术的不断进步,智慧交通管理将在提升交通管理能力、保障城市交通安全以及推动可持续发展方面,发挥更加关键的作用。

[参考文献]

- [1]杨馥宁.基于多源数据融合的城市路网流量均衡研究[D].吉林:吉林大学,2022.
- [2]王博伟.基于多源数据融合的高速公路拥堵状况预警研究[D].甘肃:兰州交通大学,2023.
- [3]邓笑茹.基于多源数据融合的短时交通状况预测[D].海南:海南大学,2022.

作者简介:马啸,男,北京航空航天大学软件工程专业,目前就职于中华通信系统有限责任公司,软件售前解决方案工程师。