

5G 网络技术在智能交通中的应用研究

刘博宇

郑州工业应用技术学院

DOI:10.32629/acair.v4i2.20413

[摘要] 随着城市化进程的不断加快和机动车保有量的持续攀升,交通拥堵、出行安全和环境污染等问题日益突出,传统交通管理模式已难以应对现代交通系统的复杂需求。5G移动通信技术以其高带宽、低时延和海量连接的特性,为智能交通系统的升级提供了关键的网络支撑。本文围绕5G网络技术在智能交通中的应用展开系统研究,首先介绍了5G与智能交通融合的技术基础,梳理了网络切片、智能天线等关键使能技术;其次,从车联网通信、交通信号智能调控、高速公路监测等维度,深入分析了5G在典型交通场景中的具体应用;最后,针对实际部署中面临的网络覆盖、安全防护和多技术协同等挑战提出了优化建议。研究表明,5G技术能够显著提升智能交通系统的实时性、可靠性和智能化水平,为构建更加高效、安全和绿色的城市交通体系奠定坚实的技术基础。

[关键词] 5G技术; 智能交通; 车联网; 网络切片; 边缘计算

中图分类号: TN915.5 **文献标识码:** A

5G Network Technology and Its Application in Intelligent Transportation

Boyu Liu

Zhengzhou University of Industrial Technology

[Abstract] With the acceleration of urbanization and the continuous increase of vehicle ownership, traffic congestion, travel safety and environmental pollution have become increasingly prominent. Traditional traffic management models have been difficult to cope with the complex needs of modern transportation systems. 5G mobile communication technology provides key network support for the upgrading of intelligent transportation systems due to its high bandwidth, low latency and massive connectivity. This paper focuses on the application of 5G network technology in intelligent transportation. Firstly, the technical basis of 5G and intelligent transportation integration is introduced, and the key enabling technologies such as network slicing and smart antenna are sorted out. Secondly, the specific application of 5G in typical traffic scenarios is analyzed in depth from the dimensions of vehicle networking communication, traffic signal intelligent control, highway monitoring and adjustment. Finally, optimization suggestions are proposed for the challenges of network coverage, security protection and multi-technology collaboration in actual deployment. Research shows that 5G technology can significantly improve the real-time, reliability and intelligence level of intelligent transportation systems, and lay a solid technical foundation for building a more efficient, safe and green urban transportation system.

[Key words] 5G technology; intelligent transportation; vehicle networking; network slicing; edge computing

引言

交通系统是现代城市正常运转的基础性支撑,其运行效率直接关系到城市经济活力和居民生活品质。近年来,随着我国机动车保有量突破4亿辆,一线和新一线城市普遍面临严重的交通拥堵困扰,早晚高峰时段的道路通行效率大幅下降,由此引发的时间损耗、燃油浪费和尾气排放问题日益严重。传统的交通管理手段主要依赖人工信号调度、固定式监控摄像和人工违章抓

拍,这些手段在信息获取的实时性、数据处理智能性和管理响应的敏捷性等方面都存在明显不足,已经难以满足现代化城市交通治理的需要。

智能交通系统的提出为上述问题的解决提供了全新的思路。它通过将先进的信息技术、通信技术、传感技术和控制技术融合应用于交通管理全过程,实现对人、车、路、环境的全要素感知和协同管控。赖名廉在关于智能交通物联网中5G移动通

信息技术应用的研究中指出, 5G网络凭借其超高速率、超低时延和海量连接等特性, 为智能交通物联网的深度发展提供了最为契合的通信基础, 使得大规模车辆数据的实时上传、车车之间的毫秒级交互以及远程自动驾驶等高阶应用从概念走向现实^[1]。本文在梳理已有研究的基础上, 系统探讨5G网络技术在智能交通中的典型应用场景、关键技术支撑和实践挑战, 以期为智能交通的高质量发展提供有参考价值的思路。

1 5G与智能交通融合的技术基础

1.1 5G通信的三大应用场景与交通需求匹配

5G移动通信系统在设计之初便明确了增强移动宽带、超可靠低时延通信和大规模机器类通信三大应用场景, 这三大场景与智能交通的多样化通信需求高度契合。增强移动宽带场景可以为车载高清视频传输、路侧监控画面回传和车内乘客娱乐等大流量业务提供充足的带宽保障。超可靠低时延通信场景的端到端时延被压缩至毫秒级别, 同时保证极高的传输可靠性, 这对于车辆防碰撞预警、自动驾驶决策控制和紧急事件响应等时延敏感型业务具有至关重要的意义。大规模机器类通信场景支持每平方公里百万级别的终端接入密度, 能够充分满足城市道路中海量车辆、交通信号灯、路侧传感器和智能杆件同时接入网络的连接需求。三大场景的协同支撑使得5G成为当前最能适配智能交通复杂业务需求的通信基础设施。

1.2 网络切片技术在交通场景中的价值

网络切片是5G技术体系中最具代表性的创新之一, 它通过软件定义的方式在同一套物理网络上虚拟化出多个逻辑隔离的专用网络, 每个切片可以根据对应业务的特性进行独立的资源配置和参数优化。程斌等人在关于5G网络切片技术在物联网中应用的研究中系统阐述了切片技术的体系架构与资源调度机制, 指出切片能够为不同优先级的物联网业务提供差异化的服务质量保障^[2]。在智能交通的实际应用中, 这一特性被充分发挥——自动驾驶车辆的控制指令可以被分配到一个超低时延、超高可靠的切片中传输, 城市交通监控视频流被分配到一个高带宽切片进行传输, 而道路沿线的环境传感器数据则使用一个普通切片上传至后台平台。三类业务在同一物理网络上互不干扰地并行运行, 既保证了关键业务的服务质量, 又提高了整体网络资源的利用效率。

2 5G在典型交通场景中的具体应用

2.1 车联网与车路协同通信

车联网是5G智能交通最具代表性的应用领域之一。基于5G蜂窝车联网技术, 车辆之间、车辆与路侧基础设施之间、车辆与交通管理云平台之间可以实现毫秒级的信息交互。车车通信使得相邻车辆能够实时共享速度、位置、行驶方向和制动状态等关键参数, 当前方车辆发生急刹或出现故障时, 后方车辆可以在驾驶员反应之前收到预警信息并自动采取减速避让动作, 大幅降低追尾事故的发生概率^[3]。车路通信则将红绿灯状态、道路施工信息、交通事故位置和前方拥堵情况等信息实时推送至车辆, 帮助驾驶员优化行驶路线和车速, 提升出行效率和驾驶舒适

度。对于自动驾驶车辆而言, 5G网络提供的超低时延车路协同通信是感知系统的重要补充, 当车载传感器因视线遮挡而无法感知前方路况时, 路侧智能设备采集的视角互补信息可以通过5G网络实时传递给车辆, 使自动驾驶决策系统获得更加全面的环境信息。

2.2 交通信号智能调控与路口管理

传统交通信号控制多采用固定配时或简单的感应控制方式, 难以实时适应路口车流量的动态变化。基于5G网络构建的智能信号调控系统通过整合路口的视频监控、地磁检测器和雷达等多源感知设备, 实时采集各方向的车流量、车速和排队长度等数据, 并将这些数据以低时延方式传输至交通信号控制平台^[4,2]。平台借助机器学习算法对数据进行综合分析, 动态生成最优的信号配时方案并即时下发至路口信号机执行, 从而实现信号灯配时与实际交通需求的精准匹配。对于相邻的多个路口, 系统还可以实施绿波带协调控制, 通过合理的信号相位差设置, 使车辆以特定速度行驶时能够连续通过多个路口而无需停车等待。此外, 针对急救车、消防车等特种车辆, 智能信号系统可以在接收到车载终端的优先通行请求后, 提前调整沿途路口的信号相位为其开辟绿色通道, 保障紧急任务的快速执行。

2.3 高速公路监测与应急管理

高速公路作为长距离运输的主要通道, 对交通监测和应急响应的实时性与连续性提出了较高要求。5G网络在高速公路沿线的全覆盖部署, 使得从路况感知到应急处置的整条业务链条得以打通。在路况感知方面, 沿线部署的高清摄像机、毫米波雷达和气象传感器通过5G网络将实时数据传输至区域监控中心, 管理人员可以对路段的车流状态、突发事件和气象变化形成全局态势感知。在应急管理方面, 一旦发生交通事故或严重拥堵事件, 系统能够在秒级时间内自动识别异常并通过可变情报板向沿途驾驶员发布预警和绕行建议, 同时协调路政、救援和医疗力量快速到达现场处置。5G网络的大带宽特性还使得现场画面的高清回传成为可能, 指挥中心可以实时查看事故现场的全貌, 准确研判事件性质和严重程度, 为科学决策提供直观依据。陈泽黎和刘海涛在5G技术在智能交通中的应用研究中指出, 5G网络支持下的高速公路远程监控与应急响应体系能够显著缩短事件处置时间, 对于降低事故二次伤害和维护路网通行效率具有重要意义^[5]。

3 部署挑战与优化策略

3.1 网络覆盖与建设成本平衡

5G智能交通应用的落地首先面临网络覆盖层面的挑战。由于5G信号的传播特性, 其有效覆盖半径小于4G, 在同等面积内需要建设更多的基站才能实现连续覆盖, 特别是在郊区公路和高速公路沿线的长线状覆盖场景下, 基站建设和运维的综合成本相当可观。针对这一问题, 可以采取分级分区建设的策略, 优先在车流密集的城市主干道、高速公路关键路段和重点交通枢纽实现5G深度覆盖, 在次要路段采取5G与4G混合组网的方案过渡,

以有限的投资获得最大的应用效益。同时,积极探索基于运营商共建共享的基站部署模式,多家运营商共用一套物理基础设施可以显著降低单家运营商的建设成本,加快5G网络在交通场景下的普及进程。

3.2 数据安全与隐私保护

智能交通系统在运行过程中会产生海量的车辆位置、行驶轨迹和驾驶员行为等敏感数据,这些数据一旦泄露或被恶意利用,可能对公民隐私权益和社会公共安全造成严重威胁。因此,建立完善的数据安全防护体系是智能交通应用必须妥善解决的核心问题。在技术层面,应当对车联网通信链路实施端到端加密,对上传到云平台的数据进行脱敏处理,并建立严格的数据访问权限控制机制。在管理层面,需要制定明确的数据采集、存储、使用和共享规范,对涉及个人隐私的数据处理活动实施全过程审计。同时,还应警惕黑客通过网络漏洞对车辆或交通基础设施发起的网络攻击,建立覆盖车端、路侧和云端的多层次主动防御体系,保障智能交通系统在复杂网络环境下的稳定可靠运行。

3.3 多技术协同与标准统一

智能交通涉及通信、计算、感知、控制等多个技术领域,不同技术之间的协同配合是系统整体效能发挥的关键。当前,行业内存在多种车联网通信标准、不同厂商的路侧设备协议和各异的应用层数据格式,这种技术碎片化给系统集成和跨区域互通带来了较大困难。推进相关技术标准的统一和互操作性的提升,是智能交通持续发展必须解决的长期课题。政府主管部门和行业协会应当发挥主导作用,加快制定和推广涵盖通信协议、数据格式、设备接口和业务流程等方面的统一标准,鼓励主要设备厂商在新产品中优先支持开放标准。在此基础上,通过建设开放的测试验证平台和示范应用项目,促进不同厂商的设备和系统在实际环境中实现无缝协同,为智能交通的规模化应用扫清技术障碍。

4 结语

5G网络技术的商用落地为智能交通系统的跨越式发展注入了强大的技术动力。本文围绕5G在智能交通中的应用展开系统研究,从技术基础、典型应用和部署挑战三个维度进行了深入分析。研究表明,5G网络的高带宽、低时延和海量连接特性能够有效支撑车联网通信、交通信号智能调控、高速公路监测和公共交通调度等多样化应用场景,显著提升交通系统的运行效率、管理精度和服务品质。同时,在推进5G智能交通落地的过程中,需要统筹考虑网络覆盖、数据安全和标准统一等现实问题,通过技术创新和制度建设的协同推进逐步化解障碍。

展望未来,随着5G-Advanced技术的持续演进、人工智能算法的不断进步以及“车路云一体化”架构的加速成熟,智能交通将迎来更加广阔的发展空间。自动驾驶车辆的规模化运营、城市交通的全局最优调度、绿色低碳出行模式的普及等愿景都将逐步从蓝图变为现实,5G技术将在构建安全、高效、绿色、智能的现代化综合交通体系中发挥越来越重要的作用。

[参考文献]

- [1]赖名廉.智能交通物联网中5G移动通信技术的应用研究[J].数字通信世界,2025,(10):131-133.
- [2]程斌,唐鹏,万传栋,等.5G网络切片技术在物联网中的应用研究[J].价值工程,2025,44(29):125-128.
- [3]徐杰,吴茂雪.5G通信网络在智能交通工程中的应用[J].电子技术,2025,54(01):190-191.
- [4]柏杨,初文博,孙钰,等.智能天线技术在5G通信网络中的应用[J].电子技术,2024,53(06):30-31.
- [5]陈泽黎,刘海涛.5G技术在智能交通中的应用研究[J].数字通信世界,2021,(03):30-31+3.

作者简介:

刘博宇(2004--),男,汉族,河南省周口市沈丘县人,本科在读,主要研究方向(专业):计算机科学与技术(数据库工程师方向)。