

基于 5G 网络的智能交通管理系统设计与实现

占祖德

362330*****3115

摘要: 随着城市化进程的加速, 交通拥堵、安全事故等问题日益凸显, 传统交通管理系统已难以满足现代交通需求。5G 网络凭借其高速率、低时延、广连接的特性, 为智能交通管理系统的发展带来新契机。本文详细阐述基于 5G 网络的智能交通管理系统设计与实现, 涵盖系统架构、关键技术、功能模块、安全保障及应用案例分析等方面, 旨在提升交通管理效率、优化交通流量、增强交通安全, 为城市交通可持续发展提供有效解决方案。

关键词: 5G 网络; 智能交通管理系统; 车联网; 自动驾驶

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 05. 013

引言

近年来, 城市人口和机动车数量急剧增长, 交通拥堵、环境污染及交通安全等问题严重影响城市运行效率与居民生活质量。智能交通系统(Intelligent Transportation System, ITS) 作为解决交通问题的有效途径, 通过融合先进信息技术、通信技术、控制技术和传感器技术, 实现交通系统智能化管理。5G 网络的出现, 极大提升了信息传输速度与质量, 为智能交通管理系统的深化发展提供强大技术支撑, 促使其向更高效、智能、安全方向迈进。

1 5G 网络技术概述

1.1 5G 网络关键特性

1.1.1 高速率

5G 网络理论峰值速率可达 20Gbps, 相比 4G 网络提升数十倍。在智能交通场景中, 能快速传输高清视频、大量传感器数据等, 如自动驾驶车辆需实时获取周边环境高清图像及复杂路况信息, 高速率确保数据及时传输, 为车辆决策提供充足依据。

1.1.2 低时延

5G 网络端到端时延低至 1 毫秒, 对实时性要求极高的交通应用至关重要。例如, 车与车(V2V)、车与基础设施(V2I)通信中, 低时延可使车辆及时响应周边车辆及交通设施信息, 有效避免碰撞, 提升交通安全。

1.1.3 广连接

5G 网络每平方公里可连接设备数高达 100 万, 能满足智能交通系统中大量设备接入需求。智能交通涵盖车辆、交通信号灯、摄像头、传感器等海量设备, 广连接特性保障各类设备稳定接入网络, 实现全面信息交互。

1.2 5G 网络与智能交通的适配性

5G 网络特性与智能交通需求高度契合。高速率满足交通数据快速传输, 如实时路况监测、车辆远程控制等; 低时延确保车辆行驶控制及紧急事件处理及时性; 广连接支撑车联网大规模设备互联, 构建全面智能交通生态。与传统通信技术相比, 5G 网络在智能交通复杂场景下, 数据传输更稳定、高效, 为智能交通创新应用提供可能。

2 基于 5G 网络的智能交通管理系统架构设计

2.1 系统总体架构

基于 5G 网络的智能交通管理系统采用云-边-端协同架构, 由感知层、网络层、边缘计算层和应用层组成。感知层通过各类传感器采集交通数据; 网络层利用 5G 网络传输数据; 边缘计算层实时处理分析部分数据; 应用层为交通管理部门和用户提供服务。

2.2 感知层设计

感知层由多种传感器构成。车辆传感器(如摄像头、毫米波雷达、超声波雷达等)实时感知车辆周边环境; 路侧传感器(地磁传感器、激光雷达、交通摄像头等)监测路段交通流量、车速、车辆位置等信息; 基础设施传感器(桥梁应力传感器、道路沉降传感器等)监测交通基础设施状态。这些传感器协同工作, 全面采集交通信息, 为系统决策提供数据基础。

2.3 网络层设计

网络层以 5G 网络为核心, 结合其他通信技术(如 4G、WiFi)。5G 网络承担主要数据传输任务, 保障车联网、路侧设备与云端间高速、低时延数据通信。4G 和 WiFi 作为补充, 用于覆盖 5G 信号薄弱区域或对实时性要

求较低的设备通信。通过多网融合,确保交通数据可靠传输,提升系统通信稳定性与覆盖范围。

2.4 边缘计算层设计

边缘计算层部署在路侧单元和车载单元。路侧边缘计算设备实时处理分析路侧传感器数据,如交通流量统计、事件检测等,并将关键信息上传至云端。车载边缘计算设备处理车辆传感器数据,为车辆提供实时决策支持,如紧急制动、自适应巡航控制等。边缘计算减少数据传输量,降低云端计算压力,提高系统响应速度与实时性。

2.5 应用层设计

应用层为交通管理部门、出行者及相关企业提供服务。交通管理部门通过交通监控、信号控制、事件处理等应用,实现交通高效管理;出行者借助出行规划、实时路况查询、公交信息查询等应用,获取便捷出行服务;相关企业利用物流配送优化、智能驾驶辅助等应用,提升运营效率与安全性。

3 基于 5G 网络的智能交通管理系统关键技术

3.1 车联网技术

车联网(V2X)技术是智能交通核心。5G网络支持下,V2V通信使车辆间实时交换速度、位置、行驶意图等信息,实现协同驾驶与碰撞预警;V2I通信让车辆与交通基础设施(信号灯、道路标识牌等)通信,获取交通规则与路况信息,优化行驶路径;V2P通信保障车辆与行人通信,提升行人安全;V2N通信实现车辆与网络通信,获取云服务资源。车联网技术通过全面信息交互,提升交通效率与安全。

3.2 人工智能技术

人工智能技术在智能交通管理系统广泛应用。机器学习算法分析海量交通数据,预测交通流量、拥堵趋势,为交通信号优化、资源调度提供依据;深度学习算法用于图像识别与视频分析,实现车辆识别、违章检测、事件监测等功能;智能决策算法结合交通信息与规则,为交通管理部门提供决策支持,如应急事件处理方案制定。

3.3 大数据技术

智能交通管理系统产生海量数据,大数据技术用于数据存储、处理与分析。通过分布式存储技术存储交通

数据,利用并行计算框架快速处理数据,采用数据挖掘算法挖掘数据价值,如分析出行规律优化公交线路、评估交通设施使用效率指导规划建设。大数据技术为交通管理精细化、智能化提供数据支撑。

3.4 高精度定位技术

高精度定位技术对智能交通至关重要。5G网络结合卫星定位(如北斗卫星导航系统)、惯性导航、地图匹配等技术,实现车辆厘米级定位精度。高精度定位支持自动驾驶车辆精确行驶、辅助交通执法精准处罚,还为出行者提供精确位置服务,如导航引导至目的地精确位置。

4 基于 5G 网络的智能交通管理系统功能模块设计

4.1 交通实时监控功能

利用5G网络的高速率和低时延特性,整合交通摄像头和传感器数据,实现交通状况的实时高清监控。交通管理部门可以实时查看道路路况、车辆行驶轨迹、交通流量变化等信息,及时发现拥堵、事故等异常情况,为后续决策提供直观依据,从而提高交通管理的效率和准确性。

4.2 智能交通信号控制功能

基于实时交通流量数据,通过人工智能算法优化交通信号灯的配时。在车联网环境下,车辆与信号灯进行通信,信号灯根据车辆行驶需求动态调整绿灯时长,从而减少车辆等待时间,提高路口通行效率,缓解交通拥堵。这种智能交通信号控制功能,可以有效提升交通系统的整体运行效率。

4.3 交通事件检测与处理功能

运用图像识别、传感器监测等技术,结合人工智能算法实时检测交通事故、道路故障、恶劣天气等交通事件。系统在检测到交通事件后,会自动报警并通知相关部门,同时通过交通诱导系统引导车辆绕行,减少事件对交通的影响,提高应急处理效率。这样可以有效降低交通事故带来的损失,保障道路安全。

4.4 出行信息服务功能

为出行者提供实时、精准的出行信息。通过手机应用程序,出行者可以查询实时路况、公交地铁到站时间、

出行路线规划等信息。系统根据交通状况动态调整出行建议,帮助出行者选择最佳出行方式与路线,提升出行便利性与舒适度。这样可以有效减少出行者的出行时间,提高出行效率。

4.5 车辆管理功能

对车辆进行全生命周期管理,包括车辆登记、年检、违章处理等。车联网技术支持下,可实时监测车辆状态(如车速、油耗、故障信息等),为车辆维护保养提供依据,同时加强对营运车辆的监管,保障道路运输安全。这样可以有效提高车辆管理的效率和准确性,降低车辆运营成本,保障道路运输安全。

5 基于 5G 网络的智能交通管理系统安全保障策略

5.1 网络安全保障

在 5G 网络中,为了确保智能交通系统的数据传输安全性和可靠性,采用了先进的网络切片技术。这种技术能够为智能交通系统分配一个独立的虚拟网络,从而实现与其他网络的隔离,确保数据传输的独立性和安全性。此外,为了进一步加强数据传输的安全性,采用了多种加密技术,例如 SSL/TLS 加密,对传输中的数据进行加密处理,有效防止数据在传输过程中被非法窃取或篡改。为了实时监测网络流量,及时发现并防范潜在的网络攻击,还部署了入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统(IPS)。这些系统能够实时监控网络中的异常行为,及时采取措施,确保网络的安全稳定运行。

5.2 数据安全保障

为了确保数据的安全性,建立了严格的访问权限管理机制。根据用户的角色和职责,合理分配数据访问权限,确保只有授权用户才能访问敏感数据,从而有效防止未授权访问和数据泄露。此外,为了防止数据丢失,采用了数据备份与恢复技术,定期对交通数据进行备份,确保在发生意外情况时能够迅速恢复数据。在数据分析和应用过程中,对数据进行脱敏处理,以保护用户隐私,确保用户信息的安全。

5.3 设备安全保障

为了确保路侧设备、车载设备等的安全性,实施了设备身份认证机制,防止非法设备接入网络。通过身份认证,确保只有授权的设备才能接入网络,从而有效防

止恶意设备对网络的干扰和攻击。为了及时修复设备固件中的安全漏洞,定期对设备固件进行更新,确保设备的安全性和稳定性。此外,加强了设备的物理安全防护措施,例如安装防盗设备和加固设备外壳,防止设备被盗或损坏,确保设备的正常运行和数据的安全传输。

6 基于 5G 网络的智能交通管理系统性能评估指标

6.1 通信性能指标

包括数据传输速率、时延、丢包率等。高速率确保数据快速传输,低时延保障实时应用响应及时,低丢包率提升数据传输可靠性。通过实际测试与模拟仿真评估 5G 网络在智能交通场景下的通信性能。

6.2 交通管理效率指标

如交通拥堵缓解程度、路口通行能力提升率、交通事故发生率降低比例等。通过对比系统应用前后交通状况数据,评估系统对交通管理效率的提升效果。

6.3 系统可靠性指标

包括设备故障率、系统平均无故障时间(MTBF)等。通过长期运行监测设备与系统状态,统计故障发生次数与时间,评估系统可靠性。

6.4 用户体验指标

如出行时间缩短比例、出行信息准确性满意度等。通过问卷调查、用户反馈等方式收集数据,评估用户对系统提供服务的体验感受。

7 基于 5G 网络的智能交通管理系统应用案例分析

7.1 案例背景介绍

某城市交通拥堵严重,交通事故频发,传统交通管理系统难以满足需求。为改善交通状况,该城市引入基于 5G 网络的智能交通管理系统,期望提升交通管理水平与运行效率。

7.2 系统部署与实施情况

在城市主要道路部署 5G 基站、路侧传感器、边缘计算设备等基础设施,在部分公交、出租及私家车安装车载终端设备。构建智能交通管理平台,集成交通监控、信号控制、事件处理等功能模块,并与现有交通系统对接。

7.3 应用效果分析

系统应用后,交通拥堵明显缓解,主要路口通行能力提升 30%,高峰期平均车速提高 20%。交通事故发生率降低 25%,应急事件处理时间缩短 40%。出行者对出行信息服务满意度达 85%,有效提升城市交通运行效率与居民出行体验。

8 结论与展望

8.1 研究总结

本文设计的基于 5G 网络的智能交通管理系统,利用 5G 网络优势,结合车联网、人工智能、大数据等技术,实现交通实时监控、智能信号控制、事件检测处理及出行信息服务等功能。通过合理架构设计、关键技术应用、功能模块开发及安全保障策略制定,有效提升交通管理效率与安全性,改善出行服务质量。案例分析验证系统可行性与有效性。

8.2 未来发展展望

未来,随着 5G 网络进一步普及与技术升级,智能交通管理系统将向更智能化、自动化方向发展。自动驾驶技术将更成熟,车路协同应用将更广泛,实现交通流高效优化。同时,智能交通管理系统将与智慧城市其他系统深度融合,构建更全面、高效的运行体系,为城市可持续发展提供有力支撑。但在发展过程中,仍需解决技术标准统一、数据共享安全、基础设施建设成本等问题,推动智能交通产业健康发展。

参考文献

- [1]金永杰.一种基于 5G 通信的智能交通管理系统:CN202210442998.5[P].CN114828025A[2025-07-14].
- [2]丛紫杰,吴珊珊,苏德奎,等.一种基于 5G 定位和视频分析的智能交通管理系统:202411672741[P][2025-07-14].
- [3]张璞凡,申振强,冯科榜.路迅通智能交通管理系统设计与实现[J].科学大众:科技创新,2020(2):1.