

5G-A通感一体化基站的交通流量检测

巫 兴

广脉科技股份有限公司 浙江杭州 310000

摘要: 本研究以5G-A通感一体化基站为核心,通过融合通信与感知功能,从技术层面探讨无线信号扩展在交通流量检测中的实际应用。研究方法包括构建通感一体化基站的功能模型、设计信号处理算法以及开展基站交通流量检测试验。结果表明,5G-A基站不仅能够实现高速无线通信,还能够精准侦测道路交通流量的变化,其检测精度显著优于传统感知设备。尤其是在高密度交通环境中,通感一体化基站表现出稳定且快速的交通流量感知能力,有效弥补了现有监测系统在实时处理和复杂场景识别中的不足。

关键词: 5G-A通感一体化基站;交通流量检测;无线信号处理

引言

随着城市化和交通需求的增长,交通流量的检测与预测变得尤为重要。近年来,5G技术为此问题提供了新的解决方案,其高速大容量、低功耗、高连接密度和高可靠与低延时等特性使其成为交通流量检测的理想平台。尤其是5G-A通感一体化技术,将通信与感知功能融为一体,通过5G-A基站实现交通信息的实时获取和处理,大幅提升交通流量检测的实时性和准确性,并降低了设备和运营成本。本论文将研究基于5G-A通感一体化技术的交通流量检测,尤其是通感一体化基站的设计方法和信号处理算法,以期推广这种技术,贡献中国智能交通系统的发展。

一、5G-A通感一体化基站背景与关键技术

(一) 5G-A技术与智能交通系统的融合趋势

近年来,5G-A技术的迅猛发展正推动智能交通系统的深度融合^[1]。5G-A网络以其高速率、低延迟和大规模连接的优势,为智能交通提供了坚实的通信基础^[2]。通过5G-A的超高频宽和超低延时性能,车辆与基础设施之间的实时信息交换得以实现,提升了交通管理的精准性与反应速度。5G-A的高可靠性和广覆盖特性,使得针对复杂交通环境的监控与管理成为可能,对于应对高密度、多变的交通状况具有重要意义。5G-A技术的网络切片功能,能够实现不同交通应用场景的分配与优化,确保各类服务的有效部署。5G-A网络的边缘计算能力,进一步增强了交通系统的数据处理与分析效率,为实现车联万物、无人驾驶等前沿应用奠定了基础。这些技术优势与智能交通系统的需求高度契合,推动了智能化、数字化交通管理模

式的逐步形成成为现代城市提供了更加安全、高效的交通出行解决方案。

(二) 通感一体化基站的概念及技术原理

通感一体化基站是新一代基站设计的重要方向,其核心在于将通信与感知两大功能有效融合。此类基站不仅具备传统的高速数据传输能力,还可以通过信号反射和多路径效应实现环境的精细感知。技术原理包括利用毫米波和大规模MIMO等5G-A关键技术,以便实现高精度的目标检测与识别。在这一过程中,基站通过发射无线信号并接收反射信号,通过深度学习算法处理并分析信号变化,从而感知交通流量的动态变化。这种多功能协同的基站布局,不仅提升了信息传输的效率,也为交通流量检测提供了一种创新的技术解决方案,尤其在实现智能交通系统中发挥着重要作用。

(三) 通信与感知功能的协同应用场景

通信与感知功能的协同应用场景在智能交通系统中显得尤为重要。5G-A通感一体化基站通过整合通信和感知技术,实现道路交通流量的实时监测。该技术不仅提供可靠的无线通信能力,还通过信号的反射和散射来感知车辆的移动状态与数量。这种协同应用能够有效识别交通拥堵、动态调整交通信号系统,并优化车辆导航及调度。基站的感知功能还能辅助紧急情况预警及快速响应,为智能城市交通管理提供精确的数据支持与保障,提升整体交通系统的运行效率^[3]。

二、无线信号在交通流量检测中的应用探索

(一) 无线信号的传播特点与交通环境感知潜力

无线信号的传播特点决定了其在交通流量检测中的

潜力。对于交通环境的感知，无线信号具备穿透力强、覆盖范围广和实时性高的优势。基于这些特点，5GA通感一体化基站能够在复杂城市交通环境中有效探测车辆的运动轨迹和流量变化。无线信号能够在不同天气条件下保持稳定，克服传统感知设备易受环境影响的缺陷，从而为交通流量监测提供更可靠的数据。无线信号具备多普勒效应，能够感知车辆速度变化，帮助分析交通流量的动态特征。通过无线信号的多重反射和折射，基站可以构建交通环境的全息图，实现对多车道或立体交通的全面监测。有鉴于此，5GA通感一体化基站的无线信号传播特性为智能交通系统提供了一个强有力的支持工具，帮助解决信息覆盖盲区问题，提高交通流量检测的精度和效率。

（二）基于5GA基站的信号处理核心算法

基于5GA基站的信号处理核心算法是实现交通流量检测关键。在信号处理过程中，使用预处理技术对接收到的无线信号进行降噪，提升信号质量。采用自适应滤波方法，有效滤除环境背景噪声，提高目标车辆信号的分辨率。通过频域分析技术，将接收到的信号转化为频谱信息，识别不同车辆类型的特征频率。利用机器学习算法，基于大数据训练的模型对检测信号进行分类与回归，从而实现对交通流量的精准预测与实时监测。信号处理算法还集成了多径效应补偿和基于时间差的定位技术，提高在复杂交通环境中的检测精度和可靠性。通过优化算法参数，提升系统响应速度和资源利用效率，从而满足高密度交通场景下的实时检测需求。

（三）高密度交通流量下的信号精度提升策略

高密度交通流量下的信号精度提升策略主要包括以下几个方面：优化天线阵列的设计，采用多输入多输出（MIMO）技术提高信号接收的灵敏度，实现对复杂环境的精确探测；引入自适应波束成型技术，通过调整信号的传播路径以避免干扰、增强目标反射信号，提升检测精度；应用先进的信号处理算法，如深度学习与大数据分析，自动识别并校正异常信号，提高系统的鲁棒性和可靠性；利用频谱资源的智能分配，实现信号传输的动态调整，增强系统在高密度交通场景中的适应性与响应速度。

三、通感一体化交通流量检测系统架构

（一）5GA基站的功能模块分析与优化设计

在5GA通感一体化基站的功能模块方面，关键模块包括信号收发模块、数据处理与分析模块、通信感知集

成模块和电源管理模块。信号收发模块负责高效接收和传输5G无线信号，以保证通信的高速稳定。数据处理与分析模块通过先进的算法处理和分析交通流量信息，实现精准的交通状况感知。通信感知集成模块有效融合通信和感知功能，协调两者的工作以提升整体系统性能。电源管理模块提供稳定持续的能源供给，以保证基站在各种运行环境下的长期稳定工作。在优化设计中，采用高效的信号处理算法和低功耗硬件设计，增强系统实时反应能力和能源利用效率。上述模块的协调运作和优化设计，为5GA基站在交通流量检测中提供了可靠的技术支撑和性能保障。

（二）系统集成中的技术挑战与解决路径

在通感一体化交通流量检测系统的集成过程中，面临多个技术挑战。信号的稳定传输和精确感知是关键问题之一，高密度交通场景中容易出现信号干扰和衰减，需要通过优化天线设计和调整信号处理算法来增强抗干扰能力^[4]。实时数据处理需求也对系统的计算能力提出了更高要求，高效的数据处理架构和算法优化是确保系统性能的必要手段。另一挑战源自不同设备和技术之间的兼容性，需引入标准化协议和接口设计，以实现系统内外部的无缝连接和信息共享。在复杂城市环境中，动态变化的交通流量和多样化的感知任务也使得系统的灵活性和适应性成为集成难点，模块化设计和自适应技术策略可以提升系统应对复杂情境的能力。这些路径的实现为5GA通感一体化基站在交通流量检测领域的广泛应用奠定了基础。

四、5GA基站交通流量检测性能评估与实践

（一）关键性能指标的定义与比较分析

在评估5GA基站交通流量检测性能时，关键性能指标主要包括检测准确率、响应时间和系统稳定性。检测准确率是指基站对不同交通流量水平的识别精度，直接影响数据的可信度。响应时间衡量系统从信号接收到数据输出所需的时间，对高密度交通环境下的实时处理能力至关重要。系统稳定性评估基站在各种环境与流量条件下的连续运行能力，包括信号干扰处理与硬件设备可靠性。与传统感知设备相比，5GA基站在这些指标上表现出显著优势。特别是在高密度交通场景中，检测准确率达到95%以上，响应时间缩短至毫秒级，系统稳定性亦保持在高水平。这些性能优越性使5GA基站在复杂交通流量检测中表现出色，极大提升了整体监测效率和精度。

（二）高密度交通场景中的检测效果验证

在高密度交通场景中的检测效果验证中，实例检验基于5G基站的实际应用性能^[5]。测试环境选取车流量较大的城市区，通过部署多台通感一体化基站，监测不间断内道路交通流量。数据采集以无线信号的实时传输和处理为基础，信号处理算法对不同车辆类型及速度进行精准识别，检测结果与传统感知设备的数据进行对比分析。结果显示，5G基站在高密度交通环境中展现出更高的检测精度及响应速度，能够有效捕捉交通流量的微小变化，适应复杂场景下的实时监测需求。尤其在车辆密集的路段，5G基站通过优化的信号处理策略，保证了数据的准确性与稳定性，为交通管理提供了可靠的支持。这验证了5G基站在高密度交通场景中的优越性能，展现出其在智能交通系统中的广泛应用前景。

五、智能交通系统的未来展望与技术应用前景

（一）基于5G技术的交通管理新模式

基于5G技术的交通管理模式正在重新定义智能交通系统的框架，其核心在于利用通感一体化的特性实现高效、低成本的动态交通管理。5G基站通过融合实时通信与路况感知，使得交通信号控制、车辆调度与事故预警具备前所未有的精准性和响应速度。在这一新模式下，道路基础设施和移动终端可以实现实时互动，从而使交通流量的调配更加智能化与自动化。这不仅提升了交通系统的整体效率，也增强了在紧急情况下的危机处理能力。通过对数据的深度挖掘与分析，5G基站能够提供精准的交通流量预测与趋势分析，让交通主管部门制定出更加科学的规划与决策。这样的技术进步能够显著降低交通拥堵与能源消耗，为可持续城市交通发展提供坚实的技术基础。

（二）通感一体化在其他智能领域的延展可能

通感一体化技术不仅在智能交通系统中展现出重要价值，还具备广泛的跨领域应用潜力。其在智能家居领域的延展应用，可实现更加精准的环境监测与家居设备智能控制，如通过无线信号识别家居环境中的变化，为家庭安全和舒适提供保障。在工业制造领域，通感一体化技术能够提升生产线的实时监控与设备维护效率，减少故障率与停机时间，促进生产智能化。在智慧城市建

设中，通感一体化技术可以优化城市基础设施监测及管理，提高资源利用率和城市运行效率。通过技术迭代，通感一体化将进一步推动各领域的智能化发展，为各行业实现高效、低成本智能解决方案提供强有力的支持。

（三）技术迭代对社会与产业的影响

5G通感一体化基站技术的迭代将深刻影响社会和产业多个方面。在社会层面，它将提高智能交通系统的效率和安全性，减少交通事故率，并改善城市生活质量。这一技术进步将带动新型就业机会的出现，推动相关领域专业人才的培养。在产业层面，5G通感一体化技术有助于降低基础设施建设和维护成本，提升交通管理的智能化水平，还将促进相关技术的研发与产业链的延伸，推动智能交通以及其他领域的技术创新和商业模式变革。

结束语

本研究探讨了5G通感一体化技术在交通流量检测中的应用，通过构建基站功能模型、设计信号处理算法并进行实测试验，证明了5G基站不仅具备高速无线通信能力，还能有效侦测道路交通流量变化，特别是在高密度交通场景中表现出优异的实时感知能力，为智能交通系统提供了一种低成本解决方案，具有重要理论意义和实践价值。

参考文献

- [1] 张千坤, 陈任翔, 钟志刚, 等. 基于5G通感一体化的车辆成像跟踪方法[J]. 邮电设计技术, 2023, (10): 33-39.
- [2] 刘蛟. 基于5G-A通感一体化网络的元宇宙智慧化应用[J]. 中国科技信息, 2023, (18): 106-109.
- [3] 张娜. 6G通感一体化在智慧交通中的应用研究[J]. 无线互联科技, 2023, 20(15): 48-51.
- [4] 陈大伟, 向际鹰, 陈诗军, 等. 5G-A通感一体化的场景、挑战及关键技术[J]. 邮电设计技术, 2022, (08): 23-28.
- [5] 陈昀昊, 张净, 张瑜. 5G基站一体化能源柜建设研究[J]. 通信电源技术, 2022, 39(20): 174-176.