

5G+边缘计算赋能智慧园区的网络优化与低时延应用

包 刚

杭州敏迪电子技术开发有限公司 浙江杭州

【摘要】随着 5G 技术的快速发展和广泛应用,边缘计算作为云计算的补充和发展,使得数据处理的速度大大提升,从而积极推动智慧园区的建设。本文首先描述了 5G 网络和边缘计算的基础知识和关键技术,接着描述了 5G 和边缘计算双重赋能下的智慧园区网络优化情况及其低时延应用。采用边缘计算中的资源调度算法和流量调度策略,对 5G 网络进行了优化,为智慧园区的大规模并发设备提供了高质量的网络服务,大大提升了网络质量和工作效率。通过 5G 网络和边缘计算协同作用,加快了数据处理的速度,降低了数据传输的时延,最终实现了园区的低时延需求。

【关键词】5G 技术;边缘计算;智慧园区;网络优化;低时延

【收稿日期】2025 年 3 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.aics.20250005

5G+ edge computing empowers network optimization and low-latency applications in smart parks

Gang Bao

Hangzhou Mindi Electronic Technology Development Co., LTD., Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】With the rapid development and wide application of 5G technology, edge computing, as a supplement and development of cloud computing, has greatly increased the speed of data processing, thereby actively promoting the construction of smart parks. This paper first describes the basic knowledge and key technologies of 5G networks and edge computing, and then describes the network optimization of smart parks and their low-latency applications under the dual empowerment of 5G and edge computing. By adopting the resource scheduling algorithm and traffic scheduling strategy in edge computing, the 5G network has been optimized, providing high-quality network services for the large-scale concurrent devices in the smart park, and greatly improving the network quality and work efficiency. Through the synergy of 5G networks and edge computing, the speed of data processing has been accelerated, the latency of data transmission has been reduced, and ultimately the low latency requirement of the park has been achieved.

【Keywords】5G technology; Edge computing smart park; Network optimization; Low latency

引言

随着信息化时代的全面到来,5G 技术逐步融入每一个角落。与此同时,由于其超高速度和大容量的特性,5G 技术也显著改变着人们的的生活方式。特别的是,这种改变在智慧园区的建设中显得尤为明显。伴随着 5G 技术的广泛应用,云计算的拓张速度逐渐过快,出现了以数据中心为服务器,边缘设备为客户端的传统模式已经无法满足用户对低时延,高速度的需求。因此,边缘计算这一新颖的计算模式应运而生。边缘计算充分利用网络边缘的资源进行数据处理和分析,使得数据不必回传到数据中心,大大降低了网络传输的时延。正

是由于 5G 技术和边缘计算的有力赋能,才使得智慧园区的建设得以顺利进行。然而,如何优化网络,如何实现低时延,这些问题一直困扰着科研工作者。

1 5G 技术的理论基础及关键技术

1.1 5G 技术的基本原理

5G 技术是第五代移动通信网络技术,相较于前几代技术具有显著提升,其基本原理围绕着增强的移动宽带(eMBB)、超可靠低延迟通信(URLLC)和海量机器通信(mMTC)三个主要应用场景^[1]。增强的移动宽带旨在通过提高频谱效率和扩展频谱资源来提升网络数据传输速率,使用户能够享受更高速的互联网服

作者简介:包刚(1983-)男,汉族,黑龙江省鹤岗市,本科,工程师,研究方向:智慧园区。

务。超可靠低延迟通信则关注于实现极低的网络延迟和高度可靠的数据传输，这对于实时应用如自动驾驶、工业自动化等至关重要。海量机器通信聚焦于支持海量物联网设备的连接，为大规模设备互连提供基础设施保障。5G 技术通过先进的天线技术、网络切片和更高频段的引入等关键技术实现这些应用场景。网络切片允许运营商为不同的应用场景提供定制化的网络服务，而毫米波技术通过利用高频段提高带宽和降低干扰，支持更高的数据传输速度。

1.2 5G 网络的关键技术概述

5G 网络的关键技术主要包括毫米波、高频段通信、多输入多输出（MIMO）、波束赋形、非正交多址（NOMA）和网络切片等。毫米波技术利用高频段进行数据传输，能够显著增加网络的容量和速率。MIMO 技术通过多天线系统实现空间复用，提高了传输效率。波束赋形技术则通过动态调整天线的辐射方向来增强信号覆盖和质量。NOMA 允许多个用户共享同一资源块，从而提高频谱效率。网络切片技术则使网络能够划分成多个虚拟网络，以满足不同应用的多样化需求^[2]。所有这些技术的结合使 5G 网络能够提供更高效、更灵活的移动通信服务，为智慧园区中的网络优化和低时延应用提供了重要支撑。

2 边缘计算的理论基础与关键技术

2.1 边缘计算的基本概念及其特性

边缘计算是通过在网络边缘靠近用户设备的位置提供计算和存储资源，以减少数据传输的时延并提高整体处理效率的一种计算方式。它将计算任务从传统的集中化云服务器转移到靠近数据源的边缘节点，使得数据处理更加快速和高效。边缘计算的特性包括位置分布性、实时性和本地智能。位置分布性指的是边缘计算节点分布在网络的各个位置，能够处理源头数据并减少长距离传输。实时性是指通过边缘计算可以实现快速的数据处理和响应，降低时延并提高服务质量。本地智能则利用边缘节点的计算能力进行数据的预处理和分析，从而削减对中央服务器的依赖，提升服务灵活性和响应速度。边缘计算作为 5G 网络的重要组成部分，其特性为网络优化及低时延应用提供了坚实的基础，尤其是在智慧园区中的应用，能够显著提升网络性能和用户体验。

2.2 边缘计算的关键技术解析

边缘计算作为一种新兴技术，通过将计算任务从中央云推向网络的边缘，促进了低时延和高效率的网络服务。其关键技术包括边缘节点的配置与管理、计算

负载的分布式处理、数据的本地存储和实时分析^[3]。边缘节点的配置与管理技术涉及对节点位置、数量和资源的有效规划，确保优化计算资源的利用率。分布式处理技术则实现了在多个节点之间的协作与通信，从而提升数据处理的速度和效率。数据本地存储和实时分析技术支持在靠近数据源处进行数据处理，减少了传输延迟。这些技术共同奠定了边缘计算在智慧园区中发挥作用的基础。

2.3 边缘计算在网络优化中的应用

边缘计算在网络优化中的应用，主要体现为其对数据处理的速度和效率的显著提升。在传统的云计算模式下，大量数据需远程传输至云端处理，这容易造成延迟增加和网络负担加重。边缘计算将数据处理功能下放至靠近数据源的边缘节点，使数据处理更接近实时。这一实施方案通过在边缘节点进行资源调度和流量控制，能够减少数据传输路径，实现快速响应。通过智能化的算法优化，可以有效管理和分配网络资源，提升网络的整体性能和稳定性。在智慧园区中，实现了高效的设备实时监控和响应^[4]。

3 5G+边缘计算对智慧园区的网络优化影响

3.1 5G+边缘计算对网络优化的理论分析

5G 和边缘计算的结合在智慧园区网络优化中体现出显著的优势。5G 技术的高带宽和低时延特性能够为智慧园区内大量设备提供稳定且高速的连接，而边缘计算的引入则进一步优化了数据处理流程，通过将计算资源部署在靠近数据源的边缘节点，减少了数据传输的距离和时间，从而显著降低了时延。边缘计算能够动态调整资源分配，根据网络流量实时优化资源使用，提升了网络的整体效率。两者的结合实现了网络的高效调度，使智慧园区的网络能够适应大量并发设备和复杂应用场景的需求，确保了数据处理的速度和可靠性。这种优化不仅提供了高质量的网络服务，也为智慧园区的低时延应用提供了坚实的基础。通过理论分析，5G+边缘计算的协同作用显著提升了智慧园区网络的性能，实现了智能化网络管理和优化。

3.2 资源调度算法和流量调度策略在网络优化中的应用与效果

资源调度算法和流量调度策略在 5G 网络优化中扮演至关重要的角色。资源调度算法通过多因素权衡和优化，使网络资源的分配更加高效，保证了大规模并发设备的稳定连接和高质量服务。流量调度策略则关注于网络流量的分配和管理，通过动态调整网络路径，提升数据传输的速度和稳定性^[5]。结合边缘计算的分布

式处理优势，资源调度和流量调度在智慧园区中实现了带宽资源的最优分配和流量负载的均衡。应用这些技术后，网络的利用效率得到显著提高，特别是在面对高密度设备和多样化应用需求时，能有效减少数据传输时延，提升整体网络性能。

3.3 通过实例分析 5G 与边缘计算实现智慧园区网络优化的案例

在一个智慧园区网络优化的实际案例中，通过利用 5G 网络与边缘计算的协同效应，对安防监控系统进行了显著的性能提升。该园区部署了众多高清摄像头，并通过 5G 网络实现摄像头与边缘服务器的连接。借助边缘计算处理能力，视频数据在边缘端快速处理，从而减少了需要传输到云端的数据量。资源调度算法实时优化网络负载，确保了视频监控流的稳定传输。通过这种优化，视频监控系统的响应时间显著降低，支持高效的实时监控和异常事件快速响应。

4 5G+边缘计算在智慧园区低时延应用中的表现

4.1 5G+边缘计算在较低时延应用中的关键作用

在智慧园区的建设中，低时延应用至关重要。5G 技术与边缘计算的结合提供了一种有效的解决方案，通过其协同作用显著降低数据传输时延。5G 网络具有高速率和高容量的特点，能够支持大量设备的连接，而边缘计算则将数据处理转移至离用户更近的边缘节点，从而减少往返于中心服务器的数据流量。这种优化策略极大地缩短了响应时间，提升了园区内服务的实时性和可靠性。例如，在视频监控、物联网设备控制等场景中，数据的快速处理和低时延传输实现了更高效的实时监控和设备管理^[6]。5G 与边缘计算的结合为智慧园区的基础设施提供了坚实的技术支持，是现代化园区低时延应用的重要保障。

4.2 通过实例阐述 5G 和边缘计算降低数据传输时延的实际效果

在智慧园区的低时延应用中，5G 和边缘计算技术协同工作，显著降低数据传输时延^[7]。以视频监控系统为例，传统架构下，视频数据需要发送至中央服务器进行处理，导致传输时延较长。而通过 5G 网络的高速连接和边缘计算技术的分布式处理能力，视频数据可在靠近数据源的边缘节点进行实时处理，减少了数据需长距离传输的环节。

4.3 智慧园区各场景下的低时延应用举例

在智慧园区中，5G 和边缘计算技术显著增强了低时延应用的表现。视频监控系统通过边缘计算加速图像处理和分析，实现实时数据反馈，提升安全监控效率。

物联网设备控制在边缘计算的支持下，通过本地化处理减少数据传输时延，确保园区内设备即刻响应，实现精确控制。园区自动化服务，如智能照明和环境监测，通过 5G 与边缘计算的协同作用，提供动态实时调整，提高舒适度和资源利用率。这些低时延应用不仅提高了运营效率，还改善了用户体验^[8]。

5 5G 与边缘计算在智慧园区中的发展预测及展望

5.1 5G 与边缘计算在智慧园区发展的短期预测

在智慧园区的短期发展预测中，5G 与边缘计算的结合将会以加速园区数字化进程为核心目标，并逐步实现园区内各类智能应用的广泛落地。这体现在多个方面。5G 技术的高带宽和低时延特性将显著提升网络传输速度，保障园区内大规模设备的稳定连接。边缘计算通过在接近数据源的位置进行数据处理，减少了数据传输路径，从而进一步降低时延，提高了数据处理效率。

园区网络的智能化管理将显著提升资源利用率。采用先进的资源调度算法，可以动态分配计算和存储资源，从而适应各种复杂的应用需求。流量调度策略将在保障网络稳定性的基础上，优化数据传输路径，减少网络拥堵，提高整体网络性能。通过联合使用这些技术手段，园区内的数据流动将更为高效，网络利用率也将得到显著提升。

在实际应用方面，智慧园区内的视频监控、能耗管理、智能安防等系统将普遍受益于 5G 和边缘计算的赋能。这些系统将能够在近乎实时的条件下，进行数据传输和处理，确保园区内的安全和运营效率。5G 与边缘计算的协同作用也将为未来更多创新应用奠定基础，如无人驾驶、自动巡检、虚拟现实等新兴技术，将在智慧园区中迅速部署并推广。

5.2 对未来研究方向和挑战的探讨

5G 与边缘计算在智慧园区中具有广阔的发展空间，但也面临多方面的挑战与研究方向。随着设备数量和数据量的急剧增加，网络的安全性和数据隐私问题将更加突出。需要发展更复杂的加密技术和访问控制机制来保护数据。在资源调度和负载均衡方面，优化算法必须不断发展以应对动态变化和复杂环境。第三，跨多系统、多网络的集成难题亟待解决，以实现更加无缝的数据流动和协作。开发能够实时检测和响应问题的智能监测系统，将是未来研究的重要方向。面对这些挑战，研究者需着眼于创新解决方案，推动智慧园区的持续发展。

6 结束语

本研究探讨了 5G 技术与边缘计算在智慧园区网络优化和低时延应用中的协同作用。通过分析 5G 网络和边缘计算的关键技术及资源调度与流量策略,实现了网络优化,大幅提升了并发设备的服务质量,满足了低时延需求。研究显示,这种协同作用有效增强了园区视频监控、物联网设备控制等场景的服务能力,优化园区功能与效率。但边缘计算算法的复杂性、特定场景的适用性及智慧园区应用的多样性仍是挑战。此外,新技术演进和架构升级对未来方案提出更高要求。后续可深入研究通用化资源调度算法、扩展 5G 与边缘计算在智能化园区的应用,并结合人工智能技术构建动态优化机制,以全面提升网络服务质量。

参考文献

- [1] 贾丹,于海涛,葛红志.面向智慧园区的安全可信位置服务系统设计与应用[J].计算机与网络,2024,50(06):476-480.
- [2] 原恩育.智慧园区无源全光网络架构设计与实现[J].信息与电脑(理论版),2024,36(21):98-100.
- [3] 王浩.基于移动边缘计算的低时延 5G 网络研究[J].湖南

邮电职业技术学院学报,2022,21(03):13-15.

- [4] 张云鹏.高可靠低时延的“5G+智慧物流”[J].中国电信业,2020,(08):69-69.
- [5] 欧阳恩山,方云根,田经化.5G SA 共享网络时延优化策略[J].通信技术,2022,55(09):1217-1225.
- [6] 艾雪瑞,许放,曹瑾,等.智慧园区无线传感网络能量均衡覆盖优化系统[J].电子设计工程,2024,32(11):110-114.
- [7] 黄民聪,苏健渊,梁晓昀.业务随行多网融合的智慧园区网络设计与优化[J].电脑知识与技术,2024,20(07):86-88.
- [8] 丁伟,李树泉,李思维,等.面向智慧园区的 WSN 路由优化算法[J].电信科学,2016,32(03):171-175.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS