

# 移动边缘计算与云计算协同在移动通信中的应用模式研究

张莉娜 黄祥 栾雨辰 刘坤 文俊

中国电信股份有限公司贵州分公司 贵州贵阳 550025

**摘要:** 随着移动通信技术的快速发展, 移动边缘计算 (MEC) 与云计算的协同应用成为提升网络性能和用户体验的关键技术。本文探讨了移动边缘计算与云计算在移动通信中的应用模式。研究首先分析了 MEC 与云计算各自的优势与局限性, 并提出了二者协同工作的模式。通过构建基于 MEC 和云计算的分布式架构模型, 研究表明, MEC 能够有效地将计算和存储资源推向网络边缘, 从而减少延迟、提高数据处理效率; 而云计算则提供了强大的集中式计算能力和海量数据存储支持。通过仿真实验与性能分析, 验证了两者协同工作在提升网络吞吐量、降低响应时间和增强服务质量方面的显著优势。研究结果表明, MEC 与云计算的结合能够优化资源分配, 支持更加灵活、高效的移动通信服务, 对未来 5G 及边缘计算技术的应用具有重要意义。

**关键词:** 移动边缘计算; 云计算; 移动通信; 协同工作

## 引言:

随着信息技术尤其是移动通信技术的快速发展, 如何提升网络性能和优化用户体验成为当前研究的热点。传统云计算面临延迟高、带宽不足的挑战, 促使移动边缘计算 (MEC) 作为新兴架构应运而生。MEC 将计算和存储资源推向网络边缘, 减少延迟、提高响应速度。然而, MEC 单独使用时在资源和计算能力上存在不足, 特别是在大规模数据处理和复杂应用场景下。因此, MEC 与云计算的协同工作成为一种有效的解决方案。云计算具备强大的集中式存储和计算能力, 但存在高延迟和带宽瓶颈。通过结合 MEC 与云计算的优势, 形成协同模式, 可以显著降低网络延迟、提高网络吞吐量和服务质量。本文探讨了 MEC 与云计算在移动通信中的协同应用模式, 并构建了基于二者的分布式架构模型, 分析其实际应用中的优缺点。研究表明, MEC 与云计算的结合为 5G 及边缘计算技术的未来发展提供了理论支持和实践参考, 推动了移动通信服务的优化与创新。

## 1. 移动边缘计算与云计算概述

### 1.1 移动边缘计算的定义与发展

移动边缘计算 (MEC) 是一种通过将计算和数据处理能力推向网络边缘节点的技术, 旨在满足日益增长的数据处理需求和实时应用的低延迟要求<sup>[1]</sup>。MEC 的出现背景源于对移动网络性能及用户体验的提升需求, 尤其是在物联网、增强现实等应用的推动下, 该技术得到广泛关注。随着 5G

网络的推出, MEC 进一步发展为移动通信领域的重要组成部分, 为用户提供接近实时的数据处理和服务响应能力。

### 1.2 云计算的基本概念与演进

云计算是一种通过互联网提供计算资源的模型, 包括计算能力、存储、网络和应用服务等。这种模式为用户提供按需自助服务、广泛的网络接入和资源池化等优点。最初的云计算主要局限于大型数据中心及集中式架构, 其技术基础源自虚拟化、并行计算和分布式系统的发展。随着技术的进步, 云计算演进出多种服务模式, 如基础设施即服务 (IaaS)、平台即服务 (PaaS) 和软件即服务 (SaaS), 以及私有云、公共云和混合云等部署模式。这一演进不仅显著提升了资源利用效率和应用服务灵活性, 还为移动通信等领域提供了强大的支持能力。云计算的持续发展不断推动着大数据分析、人工智能等新兴技术与行业应用的深度融合。

## 2. 移动边缘计算与云计算的协同工作模式

### 2.1 协同工作模式的基本架构

移动边缘计算与云计算的协同工作模式依托于一种分布式架构, 旨在充分利用两者的各自优势, 实现高效的数据处理和传输。在这种模式下, MEC 被部署在接近用户的网络边缘节点上, 用于处理延迟敏感和对带宽要求较高的任务。MEC 节点通过实时数据处理, 能够快速响应用户请求, 降低网络延迟。云计算则负责对非实时性的复杂计算任务进行处理, 以及提供海量的数据存储和高级数据分析功能。数

据在 MEC 和云计算之间的流动通过优化的网络策略和通信协议进行, 确保有效的任务分配和资源利用。这样一来, 网络架构在满足低延迟和高吞吐量的也兼顾了计算资源的高效管理和灵活调度。有了这种协同架构, 移动通信网络不仅能够提供优质的服务体验, 还具备了较强的适应能力, 以应对不断变化的用户需求和科技创新挑战。

## 2.2 移动边缘计算与云计算协同的优势

移动边缘计算与云计算的协同在移动通信中展现出显著优势<sup>[3]</sup>。MEC 能够将计算和存储资源推向网络边缘, 显著减少数据处理过程中的传输延迟。这种特性使得 MEC 非常适合实时性要求较高的应用, 如自动驾驶、AR/VR 等, 而云计算则提供了强大的数据处理能力和海量存储支持, 为复杂计算任务和大数据分析提供保障<sup>[4]</sup>。MEC 与云计算的协同, 使得网络能够动态调整资源分配, 缓解中心服务器的负载压力, 提升网络吞吐量和服务质量。协同模式还增强了网络的灵活性和扩展性, 为未来移动通信服务的多样化和高效性提供重要支持。这样的协同不仅优化了现有网络资源的使用, 还为 5G 及后续技术的发展奠定了基础。

## 2.3 协同工作模式的挑战与限制

协同工作模式虽具有显著优势, 但也面临多重挑战与限制。网络安全问题因数据在边缘和云端之间的频繁传输而更为复杂, 保护用户隐私及数据安全至关重要。异构网络环境下的标准化和兼容性问题可能导致协同效率降低, 需建立统一的技术标准。实时性要求对计算和通信资源管理提出了更高挑战, 需优化资源调度策略。硬件设备的性能瓶颈限制了边缘设备处理能力, 影响整体协同效率。

## 3. 移动边缘计算与云计算在移动通信中的应用

### 3.1 移动通信网络的需求与发展

移动通信网络的需求随着用户数量的增长、终端设备的多样化以及数据业务的复杂化而不断变化和扩大。5G 技术的兴起标志着移动通信进入一个崭新阶段, 其核心目标是提供超高速率、极低时延和大连接数的网络服务, 以满足从个人用户到企业级应用的广泛需求。这一演进要求网络架构具有更强的灵活性和可扩展性, 以支持异构设备和多样化服务场景。

在此背景下, 传统的集中式云计算模式面临挑战, 难以单独应对日益增长的边缘计算需求。相比之下, MEC 通过将计算功能和数据存储迁移到网络边缘节点, 更接近数据

源和用户终端, 能够有效降低时延, 提高实时数据处理能力。云计算仍然在提供集中式强大计算能力和海量数据分析方面不可或缺。在移动通信网络中, 结合两者的优势, 可实现资源利用最大化, 提升用户体验, 为应对未来复杂多变的通信需求奠定基础。

### 3.2 移动边缘计算与云计算在 5G 中的应用

在 5G 网络中, 移动边缘计算 (MEC) 与云计算的协同应用显著提升了移动通信的效率和效能。MEC 将计算和存储资源部署在网络边缘, 极大降低了数据传输的延迟, 满足了 5G 网络对低延迟的关键需求。云计算则通过其强大的集中式计算能力和海量数据存储支持, 确保了 MEC 节点的灵活扩展和资源高效利用。两者的结合使得对大规模并发用户请求的处理更加及时, 数据分析和处理速度大幅提高, 服务质量进一步增强。这种协同应用为 5G 网络下的高密度用户环境提供了稳定、高效的保障, 对于快速发展的移动通信服务而言至关重要。

### 3.3 MEC 与云计算协同在智能移动服务中的应用

在智能移动服务中, 移动边缘计算与云计算的协同应用能够大幅提升数据处理效率和用户体验。通过将计算和分析任务合理分配到边缘节点和云端, 边缘计算实现了低延迟的数据处理, 适用于实时性要求高的应用场景, 如智慧交通和增强现实等。与此云计算为大规模数据分析和存储提供支持, 使得复杂任务能够得到集中处理与优化。协同应用还促进了个性化服务的推送和资源的动态调整, 在提高移动服务灵活性和响应速度的实现了系统的整体性能优化。

## 4. 协同工作模式下的性能优化与资源分配

### 4.1 网络吞吐量与延迟优化

在移动边缘计算与云计算的协同工作模式下, 网络吞吐量和延迟的优化是提升整体系统性能的关键环节。通过将计算和数据处理任务合理分配到边缘和云端, 可以有效地缓解网络核心的拥堵, 增加吞吐量。边缘节点负责实时性要求高的任务处理, 这不仅减少了由于数据传输至云端所导致的延迟, 还提高了数据处理的效率。云计算则承担大量复杂计算任务及长期数据存储, 以其强大的集中计算能力为系统提供保障。在这种架构中, 优化算法和机器学习技术可以用于动态预测网络状态和流量模式, 从而对任务进行智能分配与调度。边缘和云资源的协同管理策略有助于实现网络资源的动态调整, 保证高效的负载均衡。这种优化方法可以显著提

升移动通信网络的用户体验，满足未来高带宽低延迟应用的需求。

#### 4.2 资源分配策略与负载均衡

在协同工作模式下，资源分配策略与负载均衡是提升网络性能的关键环节。有效的资源分配策略可以确保计算与存储资源在移动边缘计算与云计算间的动态切换，以满足不同应用场景的需求。这种策略通过智能化分配算法，实现资源的最优配置，避免资源闲置或超载问题。负载均衡则是通过实时监控网络流量和资源使用情况，将任务合理分配至各计算节点，确保每个节点的负载处于最佳状态。这不仅能提高系统的响应速度，还能有效降低网络延迟与拥塞。协同使用资源分配与负载均衡策略，有助于实现计算资源的弹性伸缩和高效利用，为用户提供更优质的移动服务体验。

#### 4.3 服务质量保障与提升

在移动边缘计算与云计算协同工作模式下，服务质量的保障与提升至关重要。性能优化策略有助于实现网络服务的可靠性和稳定性。通过智能算法动态调整计算和存储资源的分配，能够有效应对网络负载波动，从而提高服务的响应速度。服务质量还依赖于对网络资源的实时监控及故障检测与修复机制的完善。这种主动式监控可以预防潜在问题，并及时调整资源，减少因网络拥塞或失败带来的服务中断。优化后的服务质量不仅提高用户体验，还能适应不断变化的网络环境<sup>[5]</sup>。

### 5. 未来发展与挑战

#### 5.1 未来技术趋势与发展方向

在移动通信技术不断演进的背景下，移动边缘计算与云计算的协同应用被视为未来通信网络的重要发展方向。随着 5G 网络的广泛部署以及即将到来的 6G 时代，网络对超低延迟、高带宽和大连接数量的需求进一步增强，推动 MEC 与云计算的深度融合。未来的技术趋势包括通过智能网络切片技术实现资源的动态调整，以适应不同的应用场景和实时需求。在物联网的快速发展下，边缘计算与云计算的协同可以支持大规模设备的高效管理和数据处理。人工智能的引入将进一步提升边缘节点的智能化水平，使其具备更强的自主决策能力和数据分析能力。随着技术的发展，安全与隐私保护也成为重要挑战，网络需引入更先进的加密技术和安全协议。通过这些技术的不断创新，边缘与云的协同将进一步推

动移动通信服务的多样化和高效化。

#### 5.2 面临的技术挑战与解决方案

移动边缘计算与云计算的协同在移动通信中面临多重技术挑战。安全性与隐私保护是重要难题，因多个节点分布式处理数据，容易导致数据泄露与未经授权的访问。为解决此问题，可以在设备层和网络层实施多层次加密技术，并引入基于区块链的访问控制机制。网络异构性带来的复杂性增加了资源管理的难度。在异构网络环境中，可采用动态资源分配算法与机器学习技术来优化资源调度。实时性与稳定性要求对网络能力提出更高标准，需通过实施自动化运维工具和边缘缓存策略来保证高效服务交付。通过推广上述解决方案，能够有效应对协同过程中存在的技术障碍，实现移动通信的高效和安全。

#### 结束语：

本文深入研究了移动边缘计算（MEC）与云计算在移动通信中的协同应用模式。首先分析了两者的优势与局限性，并提出了一种协同工作模式。通过构建基于 MEC 和云计算的分布式架构模型，结合仿真实验和性能分析，展示了该模式在提升网络性能、降低响应时间和提升服务质量方面的优势。尽管研究取得了积极成果，仍面临一些挑战，尤其是在协同工作模式优化、资源管理和调度策略方面。随着 5G 技术的推进，MEC 和云计算在安全性、隐私保护等方面也面临新问题。未来的研究应集中在提升协同工作模式的效率，优化资源管理与调度，及加强安全性与隐私保护，以应对不断变化的网络环境和应用需求，为智能、高效的移动通信网络提供理论支持。

#### 参考文献：

- [1] 唐俊胜, 王向龙, 丘小红. 云计算与移动边缘计算协同的现代化智慧园区探讨 [J]. 广西通信技术, 2021,(01):1-6.
- [2] 马永亮. 论移动边缘计算在移动通信中的应用 [J]. 名城绘, 2020,(11):0351-0351.
- [3] 王妍, 葛海波, 冯安琪. 云辅助移动边缘计算中的计算卸载策略 [J]. 计算机工程, 2020,46(08):27-34.
- [4] 雷健. 基于移动边缘计算的 5G 移动通信网络研究 [J]. 通信电源技术, 2020,37(13):101-103.
- [5] 李顺, 葛海波, 刘林欢, 陈旭涛. 移动边缘计算中的协同计算卸载策略 [J]. 计算机工程与应用, 2022,58(21):83-90.