

浅析通信大数据资源价值化运营

廖海明

广东 广州 510000

DOI:10.61369/ME.2025060015

摘 要： 阐述5G/6G通信大数据特征及价值化运营挑战，介绍多维度评估框架，包括数据资产估值、QoS和EEI，还涉及多种技术如非正交多址接入、动态接入算法等优化方法，通过案例展示协同优化系统价值，构建技术体系并提出未来方向。

关 键 词： 5G/6G；通信大数据；价值化运营

Analysis of the Commercialization - Oriented Operation of Communication Big Data Resources

Liao Haiming

Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This paper expounds on the characteristics of 5G/6G communication big data and the challenges of its commercialization - oriented operation. It introduces a multi - dimensional evaluation framework, including data asset valuation, QoS (Quality of Service) and EEI (Energy Efficiency Index). It also covers optimization methods of various technologies such as non - orthogonal multiple access and dynamic access algorithms. Through case studies, it demonstrates the value of the collaborative optimization system, constructs a technical system and proposes future directions.

Keywords： 5G/6G; communication big data; commercialization - oriented operation

引言

随着通信技术的飞速发展，5G/6G环境下通信大数据呈现出多源异构、实时性强、规模庞大等特点（工业和信息化部发布《5G应用“扬帆”行动计划（2021-2023年）》强调推动5G技术发展及应用）。然而，其在价值化运营过程中面临数据孤岛、隐私安全、计算能耗等诸多挑战。针对这些问题，本研究构建包含多维度评估框架，论证相关技术关联，设计多种算法及模型，包括动态接入算法、采样机制、神经网络模型等，旨在实现通信大数据资源的高效价值转化，提升频谱与能源效率，突破商业价值，为6G时代奠定基础。

一、通信大数据资源价值化运营的理论框架

（一）通信大数据资源特征与挑战

5G/6G环境下通信大数据呈现出多源异构性，数据来源于多种设备和系统，结构复杂多样^[1]。其实时性特征明显，大量数据需快速处理以满足应用需求。同时具备规模性，数据量庞大。然而，通信大数据在价值化运营过程中面临诸多挑战。数据孤岛问题严重，不同部门和系统间的数据难以共享和整合，阻碍了数据价值的挖掘。隐私安全问题至关重要，数据涉及用户大量隐私信息，一旦泄露将造成严重后果。此外，计算能耗也是一大瓶颈，大规模数据的处理和分析需要消耗大量能源，增加运营成本。

（二）价值化运营的评估体系构建

建立包含数据资产估值模型、服务质量指标(QoS)和能源效率指标(EEI)的多维度评估框架。数据资产估值模型用于衡量通信大数据的潜在经济价值^[2]。通过对数据的完整性、准确性、时效性等多方面进行量化分析，确定其在市场中的合理价值。服务质量

指标(QoS)关注通信服务的性能表现，如传输速率、延迟、丢包率等，确保大数据的传输和使用过程符合用户需求。能源效率指标(EEI)则考虑能源消耗与数据处理效率之间的关系，促使运营过程在满足数据需求的同时实现节能减排。同时，论证非正交多址接入与低功耗优化的内在关联，从技术层面为评估体系提供支撑，进一步完善价值化运营的评估体系构建。

二、非正交多址接入技术的数据承载优化

（一）NOMA的频谱效率增强机制

功率域非正交传输在密集连接场景下，串行干扰消除技术至关重要。通过该技术可有效处理干扰问题，提升系统性能。同时构建用户分群与功率分配联合优化模型，能够更合理地分配资源。用户分群可依据不同用户的需求、信道条件等因素进行，以实现差异化服务。功率分配则要综合考虑各用户群的优先级、信道质量等，确保功率的高效利用。通过联合优化这两个方面，能

够提高频谱效率，更好地满足通信大数据资源价值化运营的需求，增强 NOMA 在频谱利用方面的优势^[3]。

（二）物联网场景下的接入控制策略

为解决海量物联网设备接入时的信令风暴问题并降低控制面资源开销，设计基于 Q-learning 的动态接入算法。该算法通过学习物联网设备的接入模式和网络状态，自适应地调整接入策略。在物联网场景下，设备数量庞大且接入行为复杂，传统的接入控制策略难以满足高效接入和资源优化的需求。基于 Q-learning 的算法能够实时感知网络环境变化，如网络负载、干扰情况等，根据这些信息动态地决定设备的接入时机和方式，避免大量设备同时发起接入请求导致的信令拥塞，从而提高接入效率，优化控制面资源的使用，为非正交多址接入技术在物联网中的应用提供更为有效的接入控制策略^[4]。

三、物联网低功耗优化的数据处理机制

（一）能耗敏感型数据采集技术

1. 自适应采样频率控制

基于数据价值密度的动态采样机制是一种有效的自适应采样频率控制方法。该机制考虑到不同数据的价值密度存在差异，对于价值密度高的数据，采用较高的采样频率以确保数据的准确性和完整性；而对于价值密度低的数据，则适当降低采样频率，从而减少不必要的能耗。卡尔曼滤波在其中起到了关键作用，它能够对采集到的数据进行实时处理和优化，在保证监测精度的同时，有效地降低了因频繁采样带来的能耗。通过这种方式，实现了监测精度与能耗的平衡，为物联网低功耗优化的数据处理提供了一种可行的技术手段^[5]。

2. 休眠调度协同优化

构建马尔可夫决策过程模型是实现休眠调度协同优化的关键。该模型可综合考虑设备的多种状态及转移概率，准确把握设备休眠周期与数据有效期之间的关系^[6]。通过对设备能耗模式以及数据产生和使用规律的分析，利用马尔可夫决策过程的动态规划特性，找到最优的休眠策略。这不仅能有效降低设备的能耗，还能确保在数据有效期内完成必要的数据采集和传输。同时，模型可根据环境和业务需求的变化不断调整优化，以适应复杂多变的物联网应用场景，提升整个系统的能效和性能。

（二）边缘计算驱动的数据处理

1. 分层特征提取架构

设计轻量级神经网络模型，在边缘节点实现数据特征的层次化提炼与压缩。通过这种方式，可有效利用边缘计算的优势，减少数据传输量，降低功耗。该模型能够对原始数据进行初步处理，提取出关键特征，这些特征具有不同的层次和抽象程度。高层次特征能够概括数据的主要信息，低层次特征则保留了更多细节。在这个过程中，数据被逐步压缩，同时重要信息得以保留，为后续的分析 and 决策提供了有力支持。这种分层特征提取架构符合物联网低功耗优化的需求，提高了数据处理效率和质量，是实现物联网可持续发展的重要手段之一^[7]。

2. 计算任务迁移策略

建立能耗-时延联合优化函数，动态决策本地处理与云端卸载的边界条件是计算任务迁移策略的关键。通过综合考虑能耗和时延因素，能够更合理地分配计算任务。能耗方面，需分析本地处理和云端卸载各自的能耗模型，找到能耗最优的处理方式^[8]。时延方面，要明确不同任务在本地和云端处理所产生的时延差异，以满足实时性要求较高的任务需求。根据这两个关键因素构建联合优化函数，从而确定在何种情况下应选择本地处理，何种情况下应将任务卸载至云端，实现计算任务的高效迁移，达到物联网低功耗优化的目的。

四、协同优化系统的价值实现路径

（一）跨域资源联合调度

1. 频谱-功率-计算三维映射

构建混合整数非线性规划模型，对无线资源与计算资源进行综合考量。通过频谱-功率-计算三维映射，精准把握各资源要素之间的关联与相互影响^[9]。在跨域资源联合调度过程中，依据此模型实现全局最优配置。这种配置方式能够充分挖掘通信大数据资源的潜在价值，提高资源利用效率，减少资源浪费，为通信大数据资源价值化运营提供有力支撑，促进通信行业的可持续发展。

2. 时变信道自适应机制

在移动场景中，信道质量波动是影响通信效果的关键因素。开发基于深度强化学习的动态调整算法可有效应对这一问题。该算法通过对大量通信数据的学习和分析，能够实时感知信道质量的变化，并自适应地调整通信参数，如功率、调制方式等^[10]。它利用深度神经网络强大的特征提取能力，从复杂的信道环境中提取关键特征，为决策提供依据。同时，强化学习机制通过不断试错和奖励反馈，使算法能够逐渐优化调整策略，以达到最佳的通信性能。这种基于深度强化学习的动态调整算法，在跨域资源联合调度的协同优化系统中具有重要价值，是实现时变信道自适应机制的关键技术手段。

（二）价值转化商业模式

1. 数据服务分级定价

设计基于数据新鲜度、完整度和隐私级别的多维定价体系，从数据新鲜度来看，越新的数据往往更能反映当下的实际情况，对市场动态把握、实时决策等具有更高价值，可根据其时效性设定不同价格层级。数据完整度方面，完整的数据能提供更全面准确的信息，对于深入分析和精准预测至关重要，完整度高的应比低的价格更高。隐私级别也是关键因素，涉及较高隐私的数据在使用和保护上有更严格要求，其定价也应体现这种特殊性，综合这些维度实现数据服务分级定价，从而优化协同优化系统的价值转化商业模式。

2. 能效合约交易机制

建立区块链赋能的智能合约平台，旨在实现节能效益的可靠量化与交易。通过区块链技术的不可篡改和去中心化特性，确保

节能效益数据的真实性和可靠性。智能合约则自动执行节能效益的量化和交易规则，减少人为干预，提高交易效率。在这个平台上，各方参与者的节能贡献能够被准确记录和评估，根据预设的规则进行公平的效益分配和交易。这种机制激励了各方积极参与节能行动，促进了能源的高效利用，同时也为通信大数据资源价值化运营提供了一种创新的商业模式，实现了从节能效益到经济价值的转化。

（三）典型应用场景验证

1. 智慧城市物联网案例

在智慧城市物联网的环境监测网络案例中，协同优化系统展现出显著价值。通过对环境监测数据的高效整合与分析，系统实现了能效的大幅提升，达到35%。这得益于系统对各类传感器数据的精准采集和优化处理，减少了不必要的能源消耗。同时，数据价值密度增加了40%，系统能够从海量的环境监测数据中挖掘出更有价值的信息，如精准的污染源头定位、环境变化趋势预测等。这些成果为城市环境管理提供了有力支持，使得相关部门能够更及时、准确地采取措施应对环境问题，提升城市的生态质量和居民的生活品质。

2. 工业互联网实施分析

在工业互联网实施中，协同优化系统的价值实现路径可通过

典型应用场景验证。以预测性维护场景为例，通过对设备运行数据的实时监测与分析，利用通信大数据资源，提前预测设备可能出现的故障。这使得企业能够及时采取维护措施，避免设备突发故障带来的生产损失。同时，精准的维护可有效延长设备寿命达20%，大大降低了设备更换成本。而且，由于能够有针对性地进行维护，减少了不必要的维护操作，运维成本可降低28%，从而实现了显著的经济效益，充分体现了协同优化系统在工业互联网中的价值。

五、总结

本研究通过将 NOMA 与低功耗技术深度耦合，成功构建了通信大数据价值转化的技术体系。在频谱效率方面，所提方案带来了积极影响，使频谱资源能得到更高效利用。能源效率上也有显著提升，降低了能耗，符合绿色通信的发展趋势。同时，在商业价值维度实现了重要突破，为相关产业带来了新的经济增长点。这一成果为 6G 时代智能连接服务奠定了理论基础，提供了实践范例。未来还需重点探索 AI 原生架构下的自主优化机制，以进一步提升通信大数据资源价值化运营的水平，适应不断发展的通信技术需求。

参考文献

- [1] 翟秀杰. 基于 GA-LightGBM 的通信信用违约预测模型研究与应用 [D]. 安徽大学, 2022.
- [2] 王娟. 基于大数据的通信运营商商业化模型及应用研究 [D]. 兰州交通大学, 2016.
- [3] 王海涛. 新乡移动通信公司移动数据业务运营策略研究 [D]. 北京邮电大学, 2013.
- [4] 周文婷. 数据仓库技术在移动通信中的应用研究 [J]. 数字技术与应用, 2017(5): 1.
- [5] 谭瀚威. 基于大数据的 A 通信运营公司营销成本理改进研究 [D]. 广西大学, 2019.
- [6] 徐珂. 通信大数据资源价值化运营分析 [J]. 大科技, 2019, 000(011): 212-213.
- [7] 张泽坤. 移动通信大数据资源价值化运营研究 [J]. 信息通信, 2017(5): 2.
- [8] 王洋, 顾佩月. 移动通信大数据资源价值化运营研究 [J]. 武汉理工大学学报: 信息与管理工程版, 2016, 38(3): 5.
- [9] 倪青. 移动通信大数据资源价值化运营探究 [J]. 数字化用户, 2018, 024(31): 4.
- [10] 张晓川. 移动通信大数据资源价值化运营研究 [J]. 数码世界, 2020(3): 1.