

AI在5G网络中的应用与创新

刘军涛 陈玉玺 庞松涛

河南省信息咨询设计研究有限公司 河南 郑州 450008

摘要：随着数字化浪潮推进，AI与5G网络融合成为通信领域焦点。本文阐述了AI与5G网络概念，深入探讨AI在5G网络资源管理、运维管理、服务质量提升及边缘计算中的具体应用与创新。AI通过动态频谱分配、智能故障诊断等技术优化5G网络性能，在边缘计算中实现“云-边-端”协同与智能任务卸载。研究表明，AI显著提升5G网络资源利用率与服务质量，推动多行业数字化转型。同时对其未来在技术融合深化、行业应用拓展、技术持续创新等方面的发展趋势进行展望，为后续研究与实践提供参考。

关键词：AI；5G网络；应用；创新

引言：在数字经济蓬勃发展的当下，5G网络以高速率、低时延和大容量的特性，成为推动各行业数字化转型的关键基础设施，而AI作为智能化发展的核心驱动力，二者融合具有重要意义。传统5G网络在资源管理、运维效率等方面面临挑战，亟需AI技术赋能。目前，AI与5G网络的融合研究虽已取得一定成果，但仍需深入探索其应用与创新路径。

1 AI与5G网络概念

1.1 AI（人工智能）概念解析

AI即人工智能，是一门融合计算机科学、数学、心理学等多学科的综合技术，旨在让计算机模拟人类智能行为，实现诸如学习、推理、感知和决策等功能。AI的发展历经多个阶段，早期以符号主义为代表，通过构建规则系统实现逻辑推理；随着数据量爆发和计算能力提升，连接主义兴起，以深度学习为核心的神经网络模型成为主流。深度学习作为当前AI的核心技术，通过构建多层神经网络，让计算机自动从海量数据中提取特征。例如图像识别领域，卷积神经网络（CNN）能够自动识别图像中的物体、人脸；在自然语言处理方面，Transformer架构推动了机器翻译、智能问答的突破。AI技术广泛应用于医疗诊断、金融风控、智能家居等领域，像AI辅助医生识别医学影像中的病灶，利用算法分析金融市场数据预测风险，使机器能理解人类语言并提供服务，极大地改变了人们的生活与生产方式。

1.2 5G网络概念

5G是第五代移动通信技术，相比4G，它具有高速率、低时延、大容量的显著特征。5G网络的理论峰值速率可达20Gbps，下载一部高清电影仅需数秒；其超低时延特性，端到端时延低至1毫秒，为自动驾驶、远程手术等对实时性要求极高的应用提供可能；5G还能实现每平

方公里百万级的设备连接，满足物联网设备海量接入需求。5G网络采用全新的网络架构，包括网络切片、边缘计算等关键技术。网络切片可根据不同应用场景需求，将物理网络虚拟成多个逻辑网络，如面向增强移动宽带的eMBB切片、服务海量机器类通信的mMTC切片，保障不同业务的服务质量^[1]。边缘计算将计算和存储能力下沉到网络边缘，减少数据回传至核心网的延迟，支持本地数据处理，例如在智能工厂中，设备数据在边缘节点快速分析处理，实现实时控制。

2 AI在5G网络中的具体应用

2.1 AI优化5G网络资源管理

在5G网络资源管理中，5G网络频段更高，覆盖范围相对较小，频谱资源呈现碎片化、动态化特征，传统静态频谱分配难以满足多样化业务需求。AI依托强化学习、深度学习等算法，实时监测网络环境参数、用户行为模式和业务流量特征。通过分析基站覆盖范围内用户的业务使用时段、流量分布，AI能动态调整频谱分配方案，将闲置频谱资源分配给急需的业务，使频谱利用率提升，有效缓解资源紧张问题。网络切片是5G网络支持差异化服务的关键技术，针对eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量机器类通信）、uRLLC（超高可靠低时延通信）等不同业务场景，AI根据业务的带宽、时延、丢包率要求，为每个切片精准分配计算、存储和网络资源。在实际运行中，AI通过持续收集切片内设备负载、数据吞吐量等指标，运用动态资源分配算法，如基于博弈论的资源分配模型，实现资源的动态调整，确保每个切片的服务质量，使网络资源整体利用率提升25%~30%。AI还通过智能流量预测与负载均衡优化5G网络资源。利用长短期记忆网络（LSTM）等时间序列预测模型，结合历史流量数据、天气、节假日等因素，AI

可提前数小时甚至数天预测流量趋势。当预测到某区域即将出现流量高峰时, AI会预先规划资源分配方案, 同时在网络拥塞发生时, 基于深度强化学习算法, 快速识别拥塞区域和高优先级业务, 将低优先级业务流量分流至负载较轻的基站或频段, 实现网络负载的全局均衡, 保障网络运行的稳定性和流畅性。

2.2 AI赋能5G网络运维与管理

AI的引入彻底革新了5G网络运维管理模式。在故障预测与智能诊断方面, AI构建基于深度神经网络的故障预测模型, 对网络设备的CPU使用率、内存占用、信号强度等数百项运行数据进行实时分析。通过无监督学习算法学习正常状态下数据的分布特征, 当检测到数据偏离正常模式时, AI能提前预测潜在故障, 如基站设备过热、链路异常等, 预测准确率可达90%以上。一旦故障发生, AI通过对比故障数据与历史故障案例库, 结合贝叶斯推理等算法, 快速定位故障位置和原因, 将故障定位时间从数小时缩短至分钟级, 大幅提升网络可靠性。自动化网络配置与运维是AI在5G运维管理中的重要应用。AI基于网络规划目标和业务需求, 利用生成式对抗网络(GAN)等技术, 自动生成最优网络配置方案, 涵盖基站参数设置、路由协议配置、安全策略部署等。在网络运行过程中, AI持续监测网络拓扑变化、业务流量波动, 运用自适应控制算法, 自动调整配置参数。在网络安全领域, AI构建起抵御威胁的坚固防线。面对5G网络中海量设备连接带来的复杂安全风险, AI采用集成学习算法, 融合多种数据源, 如网络流量日志、用户登录行为、设备指纹信息等, 构建异常行为检测模型。通过无监督学习发现未知攻击模式, 利用有监督学习识别已知攻击类型, 基于机器学习的入侵检测系统可实时监测DDoS攻击、恶意软件传播等威胁, 并联动防火墙、入侵防御系统等安全设备, 自动阻断攻击源、隔离受感染设备, 保障网络信息安全和用户隐私。

2.3 AI提升5G网络服务质量

AI从多维度提升5G网络服务质量。在用户体验感知优化方面, AI构建基于用户画像的感知模型, 整合用户网络使用习惯、设备性能参数、应用使用偏好等数据, 运用自然语言处理、情感分析等技术, 量化用户对网络服务的满意度。如针对高清视频用户, AI分析其播放卡顿、加载延迟等行为数据, 为其动态分配更高优先级带宽资源, 将视频播放流畅度提升20%-30%, 显著增强用户满意度。智能QoS动态调控是AI保障服务质量的关键手段。AI实时监测网络带宽利用率、时延抖动等性能指标, 结合业务的SLA(服务等级协议)要求, 通过模糊

逻辑控制、遗传算法等优化算法, 动态调整网络资源分配。对于uRLLC类的工业控制业务, AI确保其端到端时延低于1ms, 丢包率低于0.1%; 对于eMBB类的高清视频业务, 在保障关键业务前提下, 最大化分配带宽资源, 提高视频清晰度和流畅度, 实现不同业务的差异化服务质量保障。面对网络拥塞, AI实施精准控制策略。AI通过实时监测网络流量密度、链路负载等指标, 判断网络拥塞程度和类型, 采用基于强化学习的拥塞控制算法, 动态调整数据发送窗口大小和传输速率^[2]。对于非实时性的文件传输业务, 在拥塞时降低传输速率; 对于实时性的语音通话业务, 优先保障其传输质量, 确保关键业务不中断。

3 AI在5G边缘计算中的创新应用

AI与5G边缘计算的融合, 为网络技术的发展带来了前所未有的变革, 催生出以下一系列极具创新性的应用模式。(1) 在边缘智能协同计算架构方面, AI搭建起了边缘节点与云端高效协作的桥梁。随着5G网络中数据量呈爆发式增长, 若将所有数据都传输至云端处理, 不仅会造成网络拥塞, 还会产生较高的时延。轻量化AI模型, 如MobileNet和ShuffleNet, 凭借其参数量少、计算复杂度低的特点, 被部署在边缘节点。这些模型能够在本地对图像、视频等数据进行初步处理, 而云端则依托强大的计算资源, 运行大型AI模型, 负责对边缘节点的模型进行全局优化与更新。通过定期向边缘节点推送优化后的模型参数, 确保边缘节点始终具备高效的处理能力, 形成“云-边-端”协同的计算体系。(2) AI在助力边缘节点实现智能任务卸载上同样发挥着关键作用。在5G网络庞大的连接体系下, 物联网设备、移动终端等产生的数据规模庞大且类型复杂。AI通过深度强化学习算法构建起的任务卸载决策模型。它综合考量设备计算能力、网络带宽、任务时效性等多重因素, 对任务处理位置进行精准判断。对于一些对实时性要求极高的任务, 如虚拟现实游戏中的画面渲染, 当本地设备计算资源不足时, AI会迅速判断将任务卸载至边缘服务器, 利用边缘服务器强大的计算能力进行处理, 确保游戏画面的流畅性, 避免因延迟造成的卡顿和眩晕感; 而对于一些计算量较小、适合本地处理的业务, 如智能家居设备的简单控制指令, AI则安排在边缘节点完成计算, 减少数据传输带来的能耗与延迟。(3) 基于边缘AI, 众多实时性应用场景得以成功落地, 深刻改变了多个行业的发展模式。在自动驾驶领域, 车辆通过5G网络与路边单元(RSU)、云端构建起实时通信网络。边缘AI利用YOLO、FasterR-CNN等先进的目标检测算法, 对车载传

传感器采集的图像、雷达数据进行毫秒级处理。在复杂的道路环境中,能够迅速识别前方的障碍物、交通信号灯状态、其他车辆的行驶轨迹等信息,并及时做出制动、转向等决策,极大地提高了驾驶的安全性。以高速公路场景为例,即使在车辆高速行驶状态下,边缘AI也能快速响应突发状况,避免交通事故的发生。在工业制造领域,边缘AI通过实时分析生产线上设备的振动、温度、电流等数据,运用异常检测算法敏锐捕捉设备运行中的细微异常,结合预测性维护模型,提前预判设备故障,如轴承磨损、电机过热等^[3]。企业可以根据预测结果,合理安排维修计划,在设备故障发生前进行维护,有效减少了设备停机时间,提高了生产效率和产品质量,为企业降低了大量的维修成本和生产损失。

4 AI在5G网络中的发展趋势

在数字化与智能化加速发展的当下,AI与5G网络的融合正迈向新的阶段,其发展趋势如下:(1)在技术融合方面,AI与5G网络将向更深层次、更广领域拓展。AI算法将深度嵌入5G网络的各个环节,实现网络全生命周期的智能化管理。如在网络规划阶段,AI将利用大数据和仿真技术,精准预测网络覆盖需求和流量分布,优化基站部署和频率规划;在网络运行阶段,AI与5G网络切片、边缘计算等技术的融合将更为紧密,实现资源的实时动态调度和优化,使网络资源利用率得到极大提升。AI与6G等下一代通信技术的预研结合也将逐步展开,探索更高性能、更智能的通信网络架构。(2)行业应用创新将成为AI与5G融合发展的重要方向。在工业领域,5G+AI将推动智能制造向柔性化、定制化升级,通过AI对生产数据的实时分析和优化,实现生产流程的动态调整和质量控制;在医疗领域,远程手术、智能诊断等应

用将更加成熟,5G网络的高速低时延特性与AI的图像识别、数据分析能力相结合,助力医疗资源的高效共享和精准诊疗。此外,在教育、娱乐等行业,AI与5G将催生更多创新应用,如沉浸式远程教学、云游戏等,为用户带来全新体验。(3)在技术演进上,AI与5G网络将持续突破与创新。一是轻量化、高效能的AI模型将不断涌现,以适应5G边缘设备计算资源有限的特点,实现更快速、更智能的本地数据处理;二是5G网络将向更高频段、更密集组网方向发展,AI将在干扰管理、波束成形等关键技术上发挥更大作用,保障网络性能^[4]。

结束语

本文全面分析了AI在5G网络中的应用与创新,从概念解析到具体实践,展现了AI对5G网络性能提升和行业变革的重要作用。AI通过优化资源管理、革新运维模式、创新边缘计算应用等,显著增强了5G网络的智能化水平与服务能力。同时,AI与5G网络的融合在技术、应用等方面展现出广阔发展前景。融合过程中仍面临技术瓶颈、安全隐私等挑战。未来需进一步深化技术融合创新,拓展行业应用场景,加强安全保障,推动AI与5G网络融合向更高水平发展,释放更大的经济与社会价值。

参考文献

- [1]余洋,刘春来,范曾亚,等.5G消息与AI技术在网络故障处理机制中的应用研究[J].江苏通信,2024,40(6):29-33.
- [2]张昶.人工智能在5G无线网络优化中的应用[J].移动通信,2024,46(9):4-6.
- [3]任强.基于AI的多系统协同在5G网络节能中的应用[J].数字通信世界,2020(5):11-12,20.
- [4]张勉知,刘惜吾,叶晓斌,等.AI智能运维在5GCSA网络中的应用研究[J].邮电设计技术,2020(10):47-50.