

5G网络智能运维AI应用研究

Research on AI Application in 5G Network Intelligent Operation and Maintenance

周 晶,王德政,洪 科(中兴通讯股份有限公司,江苏 南京 210012)
Zhou Jing,Wang Dezheng,Hong Ke(ZTE Corporation,Nanjing 210012,China)

摘 要:

系统研究了5G网络建设中的多个智能运维场景,设计了AI智能平台,应用AI技术提升网络智能运维的能力。在全域故障定位、资源智能调度、边缘智能、网络数据分析功能、切片智能等多种场景的研究中运用AI智能平台,以大数据云中心为基础,采集海量数据,通过云边协同技术、硬件加速技术、轻量化智能引擎技术、租户及数据安全技术等,为5G网络提供运维服务。

关键词:

AI;智能运维;云边协同;边缘计算;NWDAF
doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2021.11.016
文章编号:1007-3043(2021)11-0083-05
中图分类号:TN915
文献标识码:A
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Abstract:

According to the research on many scenarios in 5G network intelligent operation and maintenance, an AI intelligent platform is designed, which improves the ability of network intelligent operation and maintenance by applying AI technology. In the research of global fault location, resource intelligent scheduling, edge intelligence, network data analysis function, slice intelligence and other scenarios, AI intelligent platform is used to collect massive data based on big data cloud center, and by using cloud edge collaboration technology, hardware acceleration technology, lightweight intelligent engine technology, tenant and data security technology, it can provide some operation and maintenance services for 5G network.

Keywords:

AI; Intelligent operation and maintenance; Cloud and edge collaboration; Edge computing; Network data analytics function

引用格式:周晶,王德政,洪科. 5G网络智能运维AI应用研究[J]. 邮电设计技术,2021(11):83-87.

1 概述

2020年3月工信部发布《关于推动5G加快发展的通知》,国家确定了加快建设5G网络、发展5G用户和5G业务的方针。5G网络的建设也是新基建重要组成部分。AI人工智能技术这几年得到大力发展,算法、应用、芯片等技术水平不断提高,投资出现快速增长。

5G+AI已经成为数字化技术的关键环节。对于在5G网络中如何采用AI人工智能技术,运营商和很多企业都在进行尝试和探索,特别是在网络智能化运

维、效率提升、资源优化、自动化排障、性能预测等方面,以实现高效运营管理。

2 5G网络运维的挑战

2.1 5G网络要求高

a) 网络要求高:5G网络在流量密度、连接数密度、时延等方面的要求均发生质的变化,需满足更宽的带宽、更多的用户容量、更快的上网速率、更高的频谱效率等,未来通信网络流量势必爆炸式增长。5G主要KPI提升要求如表1所示。

b) 业务多元化:5G主要业务包括增强移动宽带(eMBB)、海量机器类通信(mMTC)、超高可靠低时延

收稿日期:2021-10-11

表1 5G主要KPI提升要求

网络	流量密度/(Mbit/s/m ²)	连接数密度/(万/km ²)	用户体验速率	时延/ms	峰值速率/(Gbit/s)
4G	0.1	10	10 Mbit/s	空口 10	1
5G	10.0	100	100 Mbit/s~1 Gbit/s	空口 1	20

通信(uRLLC)、车载通信技术(C-V2X)等,这些新业务使视频、AR、VR、直播、万物互联、车联网等业务需求日益增长。

c) 业务类型更加多样化、网络要求及组成越发复杂,同时网络基于开放架构、网络功能虚拟化(NFV)、弹性、云化技术,软件硬件解耦,系统要求更加灵活,网络运维也变得更加困难。

2.2 网络运维挑战

5G网络业务类型的多样化、网络复杂性、NFV的需求、云化的要求等等,会使运营成本不断攀升。

边缘云移动边缘计算(MEC)和网络切片的引入,使网络也更加复杂,既有中心,也有边缘;业务多样化,用户和业务还需要切片管理,使系统管理变得更加复杂。

5G网络时代,面对网络的高质量要求、业务多样化要求以及既有中心又有边缘的复杂网络,如何保障用户服务等级协议(SLA)质量,如何使网络资源分配更加合理、运维及定位问题更加高效,这些都是运营商面临的全新挑战。

而3G、4G传统的运维方式是以人工运维管理方式为主,存在对运维团队的人员需求量大和专业要求高,故障问题定位困难,数据收集零散、核心网、承载及无线运维中心不统一等问题,缺乏端到端定位问题的手段。面对5G如此复杂的网络和业务,如何能节约运维成本,如何使故障分析更加智能和快速、资源分配更加合理,这些都对运营商提出了更多的挑战。

采用5G+AI可以逐渐实现网络智能化运维,帮助运营商实现高效运营管理。

3 AI智能平台

3.1 AI智能平台架构

AI智能平台可以提供网络智能化应用。AI智能平台架构如图1所示。

AI智能平台分为3层:数据采集层、AI算法框架层、应用层。

a) 数据采集层:采用ETL(Extract-Transform-Load)、Loader、接口采集等采集各种数据,例如数据

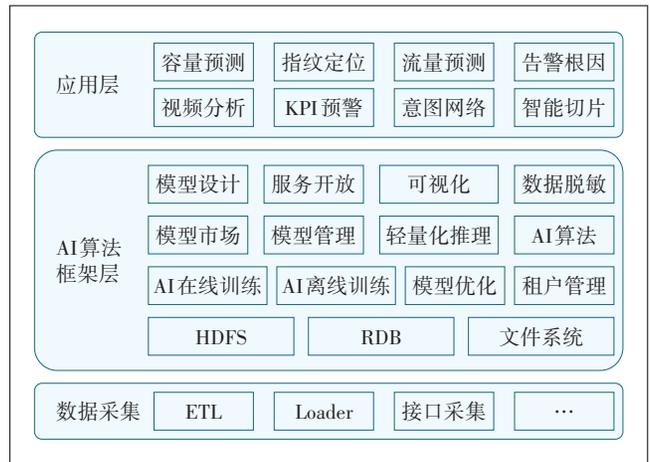


图1 AI智能平台架构

库、文本、日志数据等,可以包含结构化数据以及非结构化数据。

b) AI算法框架层:支持多种主流算法框架,例如深度学习框架Tensorflow、Caffe,机器学习框架如Sklearn、Spark MLlib,提供模型设计、可视化、AI在线训练、AI离线训练、轻量化推理、模型市场、模型管理等功能模块,同时,可以将AI模型作为服务开放。

c) 应用层:系统具有丰富的预测模型,可以为无线、有线、核心网等提供AI服务,适用多种5G网络运维的场景,例如容量预测、指纹定位、流量预测、告警根因分析、视频分析、KPI预警、意图网络、切片智能等。

AI智能平台,实际是一个以大数据为中心的平台,支持跨云边端多形态部署、云边端协同机制,采集网络运行的各类数据,融合、汇聚、分析、预测,为5G网络提供人工智能的服务。

3.2 功能模块

3.2.1 AI智能平台包含以下主要功能模块

a) 分析挖掘:该模块采用机器学习、深度学习和强化学习技术,用户通过可视化建模界面,实现包含数据采集、模型设计、模型训练、模型管理、模型部署的功能。该模块支持丰富的算法库,例如Spark MLlib、Tensorflow、Sklearn或者自研算法。同时,在边缘端资源受限的情况下,可以支持轻量化推理引擎。

b) 数据管理:该模块为系统提供整体的管理能力,包含大规模多集群管理、配置、安装部署、升级、多版本控制、智能巡检、智能排障、系统资源监控、日志管理等功能。同时系统支持从中心到边缘的管理和部署。

c) 计算存储:系统支持分布式计算存储,包含分布式存储技术 HDFS、HBase、Hive,支持分布式计算 MR、Spark,实时流处理 Storm、Flink、SparkStreaming,支持 Solr、ES (Elasticsearch) 搜索,以及交互式 SQL-SparkSQL。

d) 安全管理:该模块具有完整的安全管理框架,支持用户权限管理,支持数据加密保护、数据隐私保护、支持静态脱敏和动态脱敏,并且同时支持交互式、实时、离线数据的脱敏。系统具有完善的数据访问安全能力,遵从通用数据保护条例(General Data Protection Regulation, GDPR)隐私数据的保护。

3.2.2 预测分析过程

5G 的运维中心支持云化,大数据中心成为云中心,收集网络运维以及运营的各类数据,利用大数据进行 AI 预测分析,为网络运行提供完善的服务。大数据中心支持海量数据的采集、海量数据的分布式存储、异构数据的融合管理、超大规模的集群管理能力、跨云边端多形态部署的能力。利用大数据 AI 预测分析如图 2 所示。

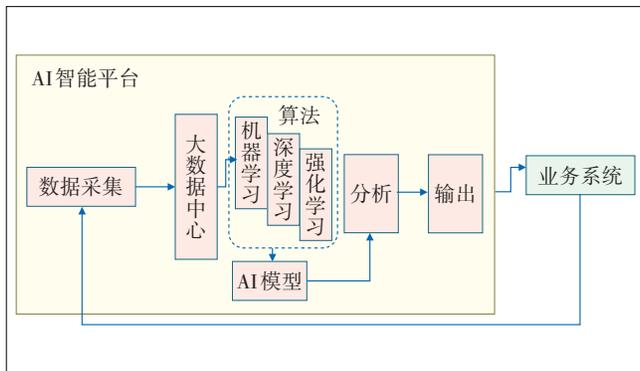


图2 利用大数据AI预测分析

3.3 关键技术

3.3.1 超大集群管理技术

智能平台采用AI及大数据技术,支持超大规模集群能力和管理能力,支持6000+超大规模集群管理的能力,系统支持分布式、弹性部署,支持云化K8S(Kubernetes)或物理机部署,部署灵活、方便。系统提供高性能、高可靠的大数据集群,支持高IO、高负荷、大数据量的大型集群,并支持集群快速部署/删除/伸缩等特性。智能平台支持云边协同部署能力,支持边缘节点的轻量化部署。系统支持资源配置、监控、管理,可以监控任务和租户的资源使用,提供完善的日志管理以及大数据智能巡检、智能排障等能力。

3.3.2 云边协同技术

如图3所示,智能平台支持云边协同技术,将中心云到边缘云协同运作,中心云支持AI算法中心、模型市场,边缘云支持边缘推理轻量化、服务开放等模块,在中心云、大数据中心进行训练,形成模型,发布到模型市场,边缘端可以到中心云获取轻量化模型引擎,为业务实现服务,完成从中心云到边缘云的云边协同。

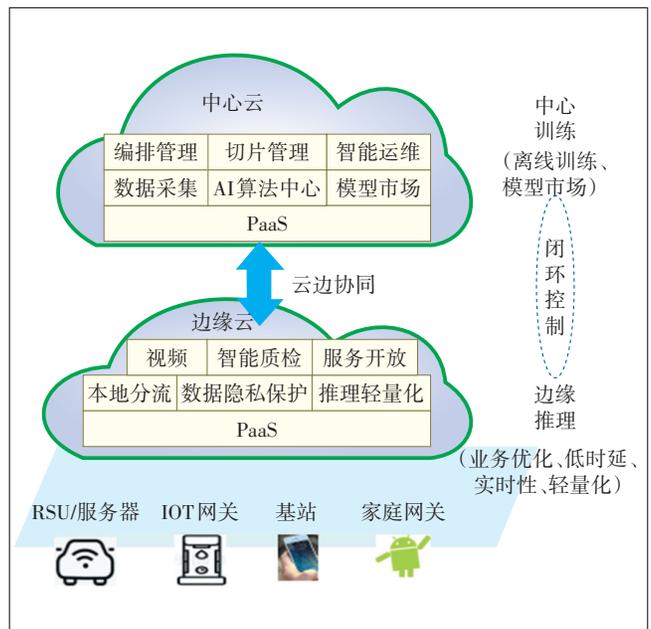


图3 云边协同架构中应用AI

3.3.3 硬件加速技术

系统采用高性能硬件,支持GPU硬件加速技术,采用较高的运算能力提升AI训练性能。平台支持分布式多GPU环境来并行执行任务,从而快速完成模型训练、评估和优化等工作。系统具有资源自动优化方案,可以以数据并行、模型并行、混合并行等不同方式自动执行。

3.3.4 轻量化推理技术

智能平台为支持网元的智能化,例如边缘计算、基站、核心网网元等,提供了轻量化推理技术,设计了轻量化智能引擎(Lite Smart Engine, LSE),旨在为网络设备提供轻量级智能引擎。LSE采用微服务方式,包含计算推理模块、共享存储模块和服务接口模块,其中计算推理模块为系统提供算法推理能力,共享存储模块用于存储轻量化推理算法,服务接口模块为业务层提供统一的接口服务。LSE通过这3个模块的配合提供在线推理能力。LSE模块如图4所示。

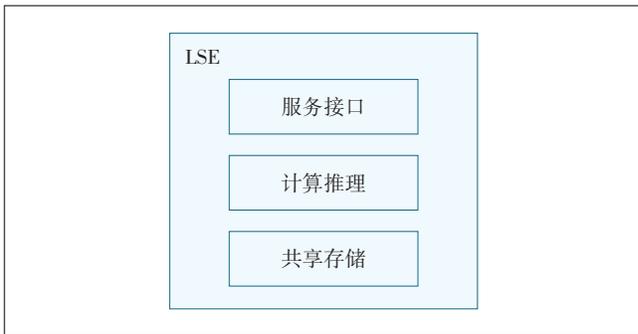


图4 LSE模块

3.3.5 租户及数据安全技术

系统支持租户管理及数据安全保障技术,完善的用户管理及数据访问安全控制,保障用户使用系统及数据的安全;同时系统支持大数据脱敏框架,采用分布式框架,遵从GDPR隐私数据及数据脱敏标准,具有较低的性能开销;系统提供数据开放服务能力。

4 智能平台的5G运维应用场景

在5G网络的设计研发及实验中,应用AI技术提升5G智能运维的能力,例如在全域故障定位、资源智能调度、边缘智能等方面均做了一些尝试。下面分别就这些场景进行描述。

4.1 全域故障定位

a) 全域故障定位将系统中多种类型的数据进行采集,例如收集配置、告警、日志、性能KPI、系统资源、用户感知异常、投诉、历史运行等各类信息。

b) 统一的全域故障定位系统同时兼具预测模块、智能分析模块以及智能巡检模块:其中预测模块提供系统容量超限、资源不足、节假日峰值等的预测,系统提供丰富的预测模型;智能分析模块可以对网络故障进行分析,例如告警溯源分析、网络故障根因分析、关联分析;智能巡检模块支持一键式巡检方式,系统可以通过运维人员运行一键收集功能,获取系统设备实时运行状态,提升运维效率。

c) 基于AI进行智能故障诊断:系统通过采集数据并进行大数据分析和AI分析完成故障诊断和定位,实现运维智能化。

d) 全域故障定位可以融合无线、承载、核心网通信系统中的多种数据,采用分域及全域协同能力,进行告警压减、根因分析,并支持需要全域协同定位的情况,根据系统的告警、日志、资源等的协同分析,来精准定位故障的原因,实现网络智能化。

AI在全域故障定位中的应用如图5所示。

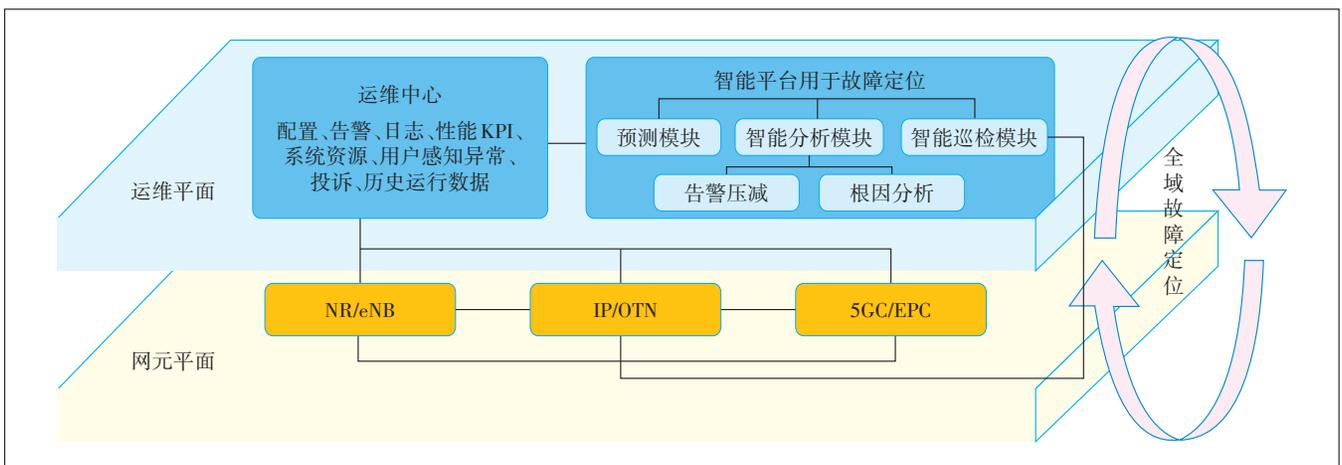


图5 AI在全域故障定位中的应用

4.2 资源智能调度

5G的网络中基站更加密集,同时在网络边缘也会设置较多的边缘节点MEC。无线资源以及MEC之间存在资源共享调度的需求,这些情况下,可以考虑资源的智能调度。将资源的规划、调度和流量监测以及实际业务历史的模型相互配合,实现动态调整资源、合理共享资源、管理策略优化。AI在资源智能调度中

的应用如图6所示。

4.3 边缘智能

在边缘侧引入人工智能,实现MEC的智能应用。智能MEC边缘云不需要到中心云去处理,而是在边缘云近用户端/基站的位置,进行业务处理,这样可以更有效地减少业务时延、提升实时性响应,特别是在近用户端进行人工智能的赋能,例如边缘侧的视频分

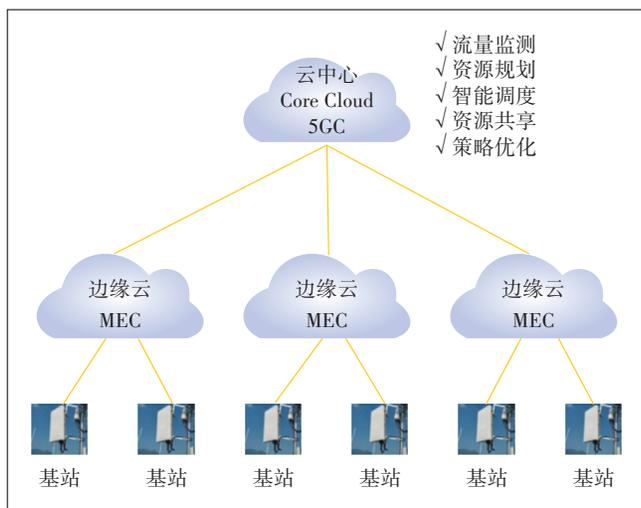


图6 资源智能调度中应用AI

析、人脸识别、安防、智慧调度等业务,还有工业流水线产品的质量检测、远程医疗中的增强现实(Augmented Reality, AR)、虚拟现实技术(Virtual Reality, VR)、车联网等智能化应用,势必会推进5G行业的应用。

MEC边缘端支持轻量化AI引擎,以适应MEC边缘端资源受限的环境。轻量化AI引擎也是轻量化推理引擎,为业务提供基于微服务的推理能力。

4.4 其他场景

a) 网络数据分析功能(Network Data Analytics Function, NWDAF)融合AI技术。NWDAF是5G核心网智能架构新增加的功能,采集网络功能、OAM和应用层的数据,利用人工智能技术进行分析。例如从接入和AMF(移动管理功能)、SMF(会话管理功能)等采集运行数据、性能数据、负载数据等,利用AI+大数据进行分析预测,再将算法模型应用到5G网络中。

b) 切片智能。在5G网络切片系统中引入AI分析系统,该系统以租户需求数据、网络切片运行数据等为数据源,通过智能分析算法计算得出能够匹配租户业务需求的网络能力,进而动态调整网络切片的服务能力。在切片智能系统中,通过NWDAF和AI,获取网络切片的体验评估,进行AI分析之后,再进行网络切片的资源配置优化等能力。

NWDAF、切片智能相关的标准仍在讨论之中,也会随着5G网络的建设得以实践、完善和应用。

5 结束语

随着5G网络的发展,在网络智能运维中应用AI

和大数据技术越来越成为可能。AI智能平台以大数据云中心为基础,采集海量数据,并且具有超大规模的集群管理能力以及跨云边端多形态部署、云边协同技术、硬件加速技术、轻量化智能引擎、租户及数据安全技术的支撑能力,在5G网络建设中为多种场景提供支撑服务,例如全域故障定位、资源智能调度、边缘智能、NWDAF、切片智能等多种场景。所以,在5G时代,AI智能平台势必为5G的建设提供智能运维的支撑,帮助运营商和用户实现更大的价值。

参考文献:

- [1] 杨峰义,张建敏,王海宁,等. 5G网络架构[M]. 北京:电子工业出版社,2017.
- [2] 周晶,沈隽城. AI赋能实现全流程业务的云边端智能闭环[J]. 电子世界,2020(14):120-121.
- [3] 周建锋. 自动化运维关键技术:智能监控和故障分析[J/OL]. 中兴通讯技术(简讯),2020(3). [2021-06-18]. <https://www.zte.com.cn/china/about/magazine/zte-technologies/2020/3-cn/6/1.html>.
- [4] ETSI. Multi-access Edge Computing (MEC); Framework and reference architecture(V2.1.1): ETSI GS MEC 003-2019[S/OL]. [2021-06-18]. <http://www.nssi.org.cn/nssi/front/110378310.html>.
- [5] 中国联通. 中国联通智能 MEC 技术白皮书[R/OL]. [2021-06-18]. <https://max.book118.com/html/2020/0411/6120013242002153.shtm>.
- [6] 3GPP. Study on IMS Centralized Services (ICS) requirements: 3GPP TS 23.791, TS 23.501, TS 23.502[S/OL]. [2021-06-18]. <https://www.tech-invite.com/3m23/tinv-3gpp-23-501.html>.
- [7] 3GPP. System architecture for the 5G System (5GS): 3GPP TS 23.501[S/OL]. [2021-06-18]. <https://www.tech-invite.com/3m23/tinv-3gpp-23-501.html>.
- [8] 3GPP. Network Data Analytics Services: 3GPP TS 29.520[S/OL]. [2021-06-18]. <https://www.tech-invite.com/3m23/tinv-3gpp-23-501.html>.
- [9] IMT-2020(5G)推进组.《基于AI的智能切片管理和协同》白皮书[R/OL]. [2021-06-18]. http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201907/t20190717_203409.htm.
- [10] 郭贺铨. 关于5G的十点思考[J]. 中兴通讯技术,2020,26(1):2-4.
- [11] 崔景. 浅谈5G网络智能运维模式的构建[J]. 技术与市场,2021,28(5):2.

作者简介:

周晶,毕业于四川大学,工程师,硕士,主要从事大数据及人工智能方面的研究工作;王德政,毕业于浙江大学,硕士,主要从事大数据及人工智能方面的研究工作;洪科,毕业于长春理工大学,项目经理,本科,主要从事大数据项目的管理和研发推进工作。