

直播业务保障场景 NWDAF

Discussion on NWDAF Technology in
Live Broadcast Service Support Scenario

技术探讨

范君,曾伟,夏威夷,钟检荣(中国联通北京分公司,北京 100038)

Fan Jun,Zeng Wei,Xia Weiyi,Zhong Jianrong(China Unicom Beijing Branch,Beijing 100038,China)

摘要:

随着 5G 业务形态的多样化,5G 网络的智能化发展成为必然趋势。通过部署 NWDAF,可构建用户主动感知、业务自动识别、动态保障、智能优化的网络体验。聚焦直播业务保障场景,首先介绍了 NWDAF 技术从 3GPP Rel-15 到 Rel-18 的标准演进,然后介绍了 NWDAF 的网络架构和功能实现,接下来结合直播业务场景提出了智能化网络保障技术方案,最后结合运营商网络和业务发展现状提出 NWDAF 部署建议,以推动网络智能化快速落地。

关键词:

NWDAF;5G;直播;网络保障;网络部署

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2026.04.009

文章编号:1007-3043(2026)04-0052-05

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:

With the diversification of 5G service forms, the intelligent development of 5G networks has become an inevitable trend. By deploying NWDAF, a network experience with active user awareness, automatic service identification, dynamic support, and intelligent optimization can be built. Focusing on the live broadcast service support scenario, 3GPP standard evolution of NWDAF technology from Rel-15 to Rel-18 is introduced firstly. Then the network architecture and function implementation of NWDAF is introduced, and the intelligent network support technology solution combined with the live broadcast service scenario is proposed. Finally, the NWDAF deployment proposal is put forward based on the current situation of operators' network and service development to promote the fast landing of network intelligentization.

Keywords:

NWDAF;5G;Live broadcast;Network support;Network deployment

引用格式:范君,曾伟,夏威夷,等.直播业务保障场景 NWDAF 技术探讨[J].邮电设计技术,2026(4):52-56.

0 引言

随着 5G 业务形态的多样化和业务需求的差异化,网络数据分析能力需要不断升级,因此 5G 网络的智能化发展成为网络技术演进的必然趋势。传统基于业务的 5G 用户体验保障通过将网络加速能力开放给 OTT,由 OTT 控制加速对象,再由终端/OTT 发起保障

请求的方式实现 VIP 保障。这种方法存在一定的局限性:一是运营商缺少主动控制权,不能综合用户业务体验需求、用户套餐配额、无线资源平衡等多方面进行智能分配和调度;二是需要终端安装加速软件,通过加速软件启动/关闭加速功能,对终端存在依赖;三是需要和 OTT 逐个合作,单就直播业务而言,直播平台有上百个,运营商无法逐一推动。

网络数据分析功能(Network Data Analytics Function,NWDAF)可以收集用户行为、网络负载、业务感知

收稿日期:2026-02-25

等数据,通过基于机器学习的人工智能后台进行数据分析,并提出相应的解决方案,实现核心侧、接入侧、终端协同的智能调度,运营商不仅可以主动挖掘潜在用户精准营销,还可以动态保障用户的业务体验。

1 标准演进

NWDAF是由3GPP定义的5G SA核心网功能,始于3GPP Rel-15,可向移动网络提供网络数据分析服务,具备AI能力标准化、聚集网络数据、实时性高、闭环可控等特点,为AI赋能5G网络数据分析打下了重要基础^[1]。

但3GPP Rel-15的NWDAF功能还有很多局限性,仅支持切片负载级别相关的网络数据分析。Rel-16在Rel-15的基础上引入了新的特性,设计了通用智能网络架构,扩展了NWDAF的分析能力。

然而Rel-16 NWDAF在部署灵活性、可扩展性上存在局限,3GPP Rel-17在Rel-16的基础上进一步扩展了NWDAF分析能力,设计了分层智能网络架构,NWDAF可分解成训练功能与推理功能,部署更灵活,同时还增强了数据管理机制,进一步为网络自动化提供了支持^[2]。

3GPP Rel-16与Rel-17阶段的NWDAF仅支持集中式模型训练,难以充分发挥网络数据和算力优势。3GPP Rel-18提出了基于NWDAF的横向联邦架构,可实现分布式联合学习,在不破坏数据隐私的前提下,增强了协同计算能力,为支撑更强大的智能化应用提供了基础。

2 功能与网络架构

NWDAF包括数据收集、数据分析以及数据分析结果反馈三大功能。

数据收集功能包括定义NF网元的EventExposure服务,收集non-OAM数据;打通NWDAF与OAM之间的双向接口,允许NWDAF和OAM双向交互数据;打通NWDAF与第三方AF之间的北向接口,收集业务数据;利用现有的MDT机制,收集终端数据。

数据分析功能可分解成模型训练功能(Model Training Logical Function, MTLF)与分析逻辑功能(Analytics Logical Function, AnLF),使NWDAF部署更灵活,例如云上训练、本地推理。

数据分析结果反馈是指定义通用服务,使能NWDAF向NF/OAM/AF反馈数据分析。例如,策略控

制功能(Policy Control Function, PCF)使用该数据优化其决策策略,而网络切片选择功能(Network Slice Selection Function, NSSF)使用NWDAF提供的数据为其切片选择算法添加实时情报。NWDAF高级网络分析通过标准化接口传递到网络中的其他NF、AF和OAM,以实现闭环自动化^[3]。

5G系统架构允许NWDAF在PLMN中以单个实例或多个实例的形式进行部署,支持分层NWDAF架构。如果部署了多个NWDAF实例,该体系结构支持将NWDAF部署为一个中央NF,作为各个分布式NF的集合或两者的组合。当部署多个NWDAF实例时,其中一个NWDAF可以充当聚合点(即聚合器NWDAF),并从其他可能对应不同服务区域的NWDAF收集分析信息,以生成聚合分析(按分析ID),当然也可能使用自己生成的分析信息。

5G系统架构支持NWDAF从任何5GC NF收集数据。NWDAF可通过Nnf接口直接向NFs请求/取消数据订阅、请求特定数据报告。如图1所示,NWDAF可通过数据收集协调功能(Data Collection Coordination Function, DCCF)的Ndcf接口间接收集数据,DCCF负责连接数据源NF与NWDAF,实现匹配调度;MFAF(Messaging Framework Adaptor Function)负责使数据格式化,适配框架。NWDAF、DCCF、MFAF还可以从NWDAF获取数据。

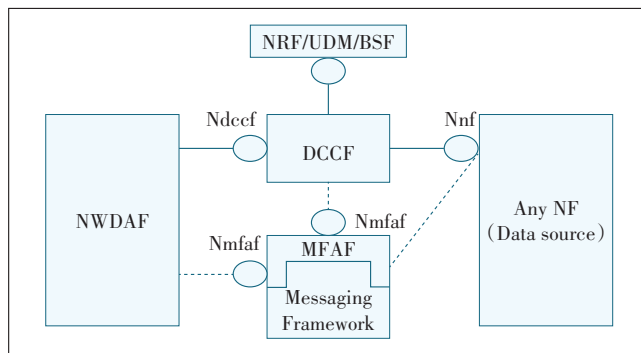


图1 使用DCCF的NWDAF数据收集架构

5G系统架构支持任何5GC NF通过Nnwdaf接口从包含AnLF的NWDAF收集数据。同理,NF需要通过DCCF的Ndcf接口间接收集数据(见图2)。NWDAF、DCCF、MFAF也可以向NWDAF请求历史分析数据^[4]。

根据Rel-18的定义,横向联邦架构为集成MTLF的NWDAF分配了2类角色,分别为协调者(Server

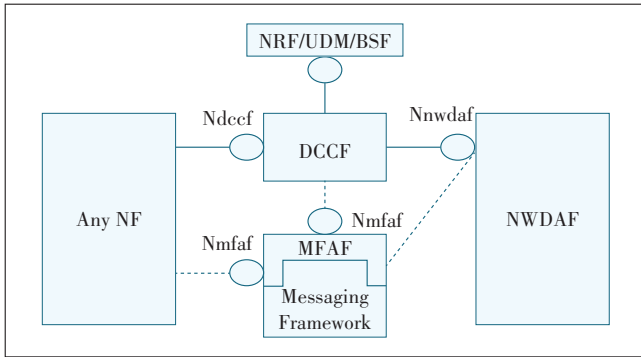


图2 使用DCCF的NWDAF网络数据分析公开架构

NWDAF)和参与者(Client NWDAF)。协调者负责参与服务器发现、模型训练任务派发和模型聚合,具有唯一性;参与者负责利用本地数据完成模型训练,并与协调者服务器进行模型交互^[5](见图3)。

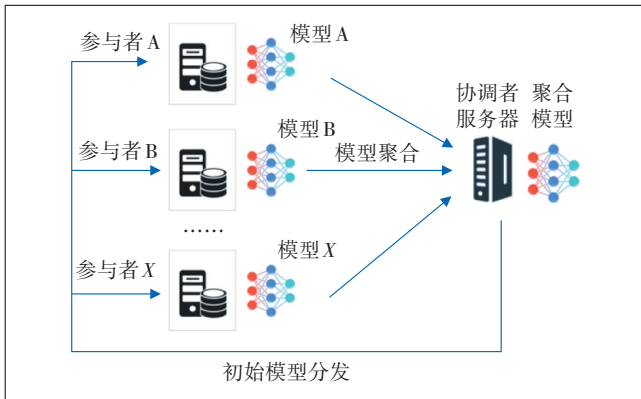


图3 支持横向联邦的NWDAF服务架构

在机器学习过程中,各参与方地位对等,通过协调者实现公平协作;各参与方的原始数据不会泄露到外部,仅需在NWDAF之间交换模型参数,让参与方在保持独立性的基础上进行联合建模,并不断迭代优化。在满足用户隐私保护、数据安全和法律法规的前提下,该解决方案有助于实现在多个NWDAF之间的高效无损建模,避免了独立建模的分治和割裂,进一步促进了AI和5G融合,实现5G AI内生^[6]。

3 直播业务保障场景网络方案

直播业务保障是NWDAF的典型应用场景,NWDAF不仅可以主动挖掘潜在用户,实现精准营销,还可以动态保障用户的业务体验。

3.1 直播业务网络需求

从受众群体来看,直播业务可分为娱乐类(如

UGC主播)和办公类(如视频会议)2类业务。其中,娱乐类直播又可细分为专业类和消费类2类直播,专业类直播通常使用4K视频,消费类直播多使用1080P视频。而办公类直播一般使用高清、全景2种视频方式,高清视频一般需要1080P分辨率,全景视频通常需要4K分辨率。

1080P视频所需带宽为10 Mbit/s左右,以提供更清晰的画面和更好的观看体验。4K视频所需的带宽可能在25~60 Mbit/s,具体带宽取决于编码方式、帧率和视频内容的动态程度等。因此,直播业务需要网络提供大上行能力和稳定的下行能力,对应到网络保障策略上,需要使用5QI4/6高优先级调度。

根据以上直播业务网络需求,对于直播业务保障场景,运营商首先需要对要保障的直播、视频应用进行识别(如淘宝、抖音、快手、虎牙等);然后针对签约保障套餐的用户,在用户使用业务时提供GBR保障。此外,考虑到市场拓展,运营商最好能够挖掘出开直播的重度用户,进行潜在客户营销。

3.2 网络方案

3.2.1 潜在客户挖掘

潜在客户挖掘网络方案的实现流程如图4所示,具体步骤如下。

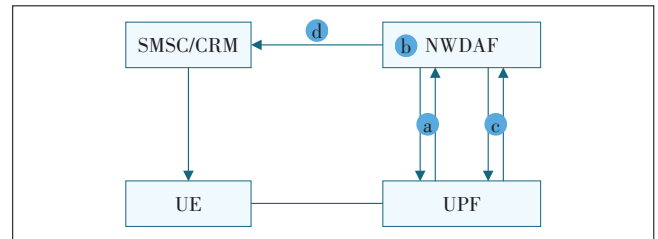


图4 潜在客户挖掘网络方案实现流程

a) UPF开启DPI(Deep Packet Inspection)和数据采集能力,NWDAF从UPF订阅直播业务xDR(Extended Data Record)数据消息。对于消息内容,业务过滤条件建议设置为直播应用ID列表,数据汇聚维度建议设为IMSI或MSISDN,数据汇聚指标建议设置为上行流量/下行流量/总流量,消息发送周期一般可设为5 min。

b) NWDAF统计直播重度用户,过滤掉已签约套餐的用户并导出到本地。在挖掘潜在用户方面,建议基于长周期,如日、周、月等,筛选直播流量TOP N用户,或直播流量超过一定阈值的用户进行潜在客户挖掘。

c) NWDAF针对潜在客户启动实时体验监测。对于潜

客体验监测,业务过滤条件建议设置为目标用户 ID 列表或直播应用 ID 列表,数据汇聚指标建议设置为上行带宽/下行带宽/RTT,对应体验基线建议设置为上行带宽基线/下行带宽基线/RTT 基线,监测周期建议设置为 5 s,事件类型建议设置为质差事件,例如,直播业务质差事件可以定义为用户带宽小于 6 Mbit/s,或 RTT 时延大于 80 ms。

d) NWDAF 按配置阈值,针对目标用户进行短信营销^[7],发送短信给用户。

3.2.2 按需保障

按需保障网络方案的实现流程如图 5 所示,具体如下。

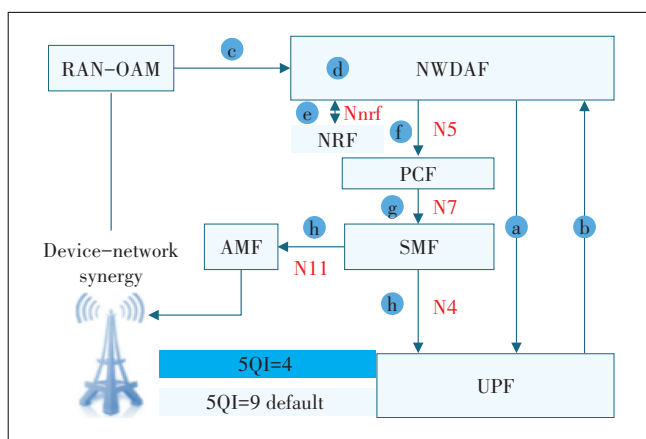


图 5 按需保障网络方案实现流程

a) NWDAF 向 UPF 发起 VIP 用户质差事件订阅。业务过滤条件建议设置为 VIP 套餐策略以及直播应用 ID 列表,数据汇聚指标建议设置为上行速率/下行速率/RTT,用户体验基线建议设置为上行带宽基线/下行带宽基线/RTT 基线,监测周期建议设置为 5 s,事件类型建议设置为质差事件。

b) UPF 进行实时监控,并上报质差事件。

c) NWDAF 从 RAN OAM 采集无线话统数据,估算小区容量。

d) NWDAF 基于预设条件,决策是否为该 VIP 用户触发 QoS 保障策略。预设条件建议设置为用户配额是否超额(例如,XX 套餐用户保障配额为 100 h/月)以及用户当前小区的 GBR 资源是否耗尽(NWDAF 根据客户需求配置小区阈值)。

e) 当满足上述条件时,NWDAF 启动体验保障。首先通过 NRF 发现对应的 PCF,发现消息携带 IMSI/MSISDN+DNN,然后 NRF 在相应消息中返回对应的

PCF。

f) NWDAF 触发 QoS 保障请求给 PCF,通过 Npcf_PolicyAuthorization 服务,携带 {gpsi, supi, ueIp, fDescs, afAppID, mediaType, marBwUl, marBwDl, mirBwDl, mirBwUl}。

g) PCF 把 N5 请求和 N7 绑定,并根据 afAppId 和 mediatype 映射到 5QI=4(以直播为例,5QI 为 4,游戏类应用采用 3)和 ARP,通过 N7 接口下发专载建立请求。

h) SMF 向 AMF/UPF 发起专载建立请求。

4 部署建议

从部署架构来看,初期建议分省各部署 1 对 NWDAF(同级 2 套 NWDAF 之间 1+1 主备容灾),NWDAF 支持 MTLF 以及 AnLF 功能,完成省内的体验闭环优化;后续建议按需增量部署全国集中的 1 对 NWDAF(同级 2 套 NWDAF 之间 1+1 主备容灾),NWDAF 支持 MTLF 功能,汇聚各省数据分析和学习结果,持续优化学习模型,并向其他区域赋能。

此外,UPF 还需新增智能板,支持 DCCF 功能。建议根据体验保障套餐发展诉求选择 UPF 业务开通方式,快速抢占市场。地(市)根据业务发展按需选择是否开启 UPF 智能板,如需开启,初期建议每地(市)选择 2 套 UPF,每套 UPF 增加一块智能板,SMF 将签约保障套餐的用户选择到这 2 套 UPF,但这种策略无法进行全量用户监测,因此无法实现潜客挖掘,影响套餐推广;后续建议整个地(市)级别部署,地(市)每套 UPF 增加一块智能板,进而全面发展体验保障套餐,自动挖掘潜在客户,自动化营销推送,实现商业大闭环。

当前,运营商 2C/2B 网络分开建设,NWDAF 的应用场景不同,应用模型和体验模型也不同,建议 NWDAF 也按照 2C/2B 分开建设。另外,2B 场景园区(入驻式 UPF 场景)边缘可部署 Local NWDAF,支持数据不出园区,本地体验管理和开放。

基于以上部署建议,网络架构如图 6 所示。

此外,对于部署位置,从网元性质出发,由于 NWDAF 是 3GPP 定义的标准网元,与 AMF/SMF 等网元同级,所以从性质划分上,部署在 I 类资源池更合适。从网元部署在不同资源池的难易程度来看,NWDAF 需要与周边网元(PCF、AMF、SMF 等)通过 SBA(Service-based Architecture)接口进行交互,SBA 接口均通过 IP 承载网的信令 VPN 进行疏通,而 II 类资源池当前与 IP 承载网只打通了网管 VPN,若 NWDAF 部署

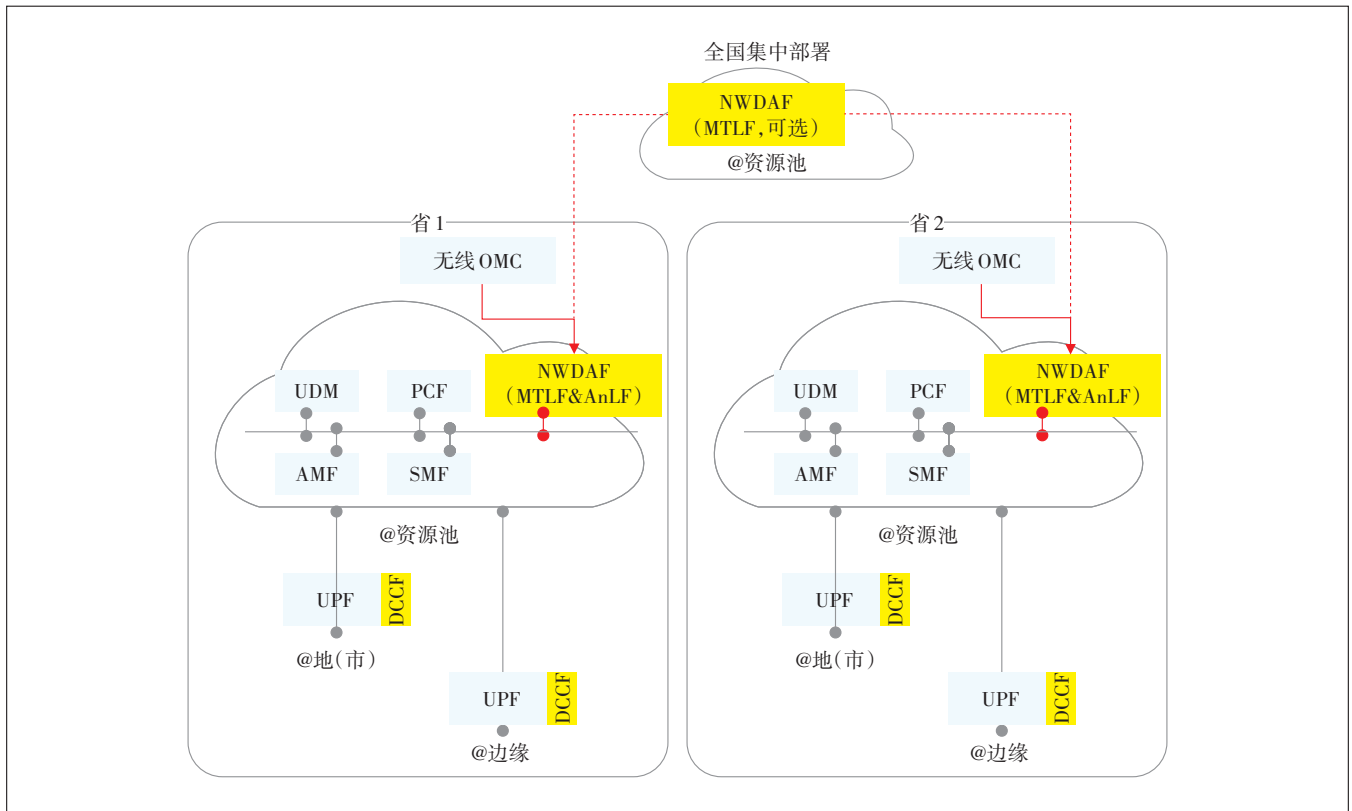


图6 建议NWDaf部署网络架构示意

在II类资源池,还需要II类资源池进行新的VPN放通,因此,建议NWDaf部署在I类资源池。

5 结束语

网络智能化在落地应用时面临许多挑战,本文聚焦直播业务保障场景的网络智能化技术,首先介绍了NWDaf技术从3GPP Rel-15到Rel-18的标准演进,然后介绍了NWDaf的网络架构和功能实现,接下来结合直播业务场景提出了智能化网络保障的技术方案,最后结合运营商网络和业务发展现状提出NWDaf部署建议,推动网络智能化快速落地。

未来,NWDaf技术具有广阔的应用前景,但在面向现网应用与部署时,核心网智能运行仍存在诸多问题亟待解决,例如更深入的运营商数据价值挖掘和特征信息更丰富的模型构建,开放化的AI服务能力等,是未来研究的挑战与方向。

参考文献:

[1] 梁冰,李琴,邱巍,等.基于直播体验保障业务场景的NWDaf网络功能研究[J].广东通信技术,2024,44(3):52-55.

[2] 牛煜霞,赵嵩,贺智敏.NWDaf网络数据分析功能的标准演进[J].移动通信,2023,47(1):29-33.

[3] PAN M.通过自动保障和NWDaf来确保5G网络切片质量[EB/OL].[2025-07-23].<https://hongwangle.com/5g-server-assurance/5g-slicing-service-assurance/>.

[4] 3GPP. Architecture enhancements for 5G system (5GS) to support network data analytics services; 3GPP TS 23.288[S/OL].[2025-07-23].<ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.

[5] 中移智库.核心网运行智能标准演进分析与展望[EB/OL].[2025-07-23].<https://www.cww.net.cn/article?id=596019>.

[6] 通信世界网.中国移动首次在3GPP标准引入基于联邦学习的分布式智能架构[EB/OL].[2025-07-23].<https://www.cww.net.cn/article?id=473332>.

[7] 程亚锋,叶晓斌.基于应用识别和感知优化的5G服务质量保障方案研究[J].邮电设计技术,2024(1):70-73.

作者简介:

范君,高级工程师,硕士,主要从事移动通信网络规划及优化工作;曾伟,高级工程师,硕士,主要从事移动通信网络规划及优化工作;夏威夷,工程师,硕士,主要从事移动通信网络规划及优化工作;钟检荣,高级工程师,硕士,主要从事移动通信网络规划及优化工作。