

6G 网络架构探讨

王欣晖 周星月 朱进国

(中兴通讯股份有限公司,南京 210012)

摘要:作为 6G 纲领性文件,《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》描绘了 6G 的目标和趋势,提出了 6G 的典型应用场景及能力指标体系,为未来 6G 技术的发展指明了方向。阐述了 6G 网络架构的演进方向,介绍了满足这些场景需求的关键技术手段。此外,还介绍了正在研究制定的 5G 增强标准的重点课题和相关标准工作进展,反映 5G 增强标准在向 6G 迈进的过程中起到的承上启下的作用。

关键词:6G;5G-A;网络架构;人工智能与通信融合;感知与通信融合;数据面

中图分类号:TN929.5

文献标志码:A

引用格式:王欣晖,周星月,朱进国. 6G 网络架构探讨[J]. 信息通信技术与政策, 2023,49(9):13-22.

DOI:10.12267/j.issn.2096-5931.2023.09.003

0 引言

2023 年 6 月,国际电信联盟通过了《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》(简称《建议书》)^[1]。作为 6G 纲领性文件,《建议书》反映了全球 6G 愿景共识,确定了 6G 发展目标与趋势,提出了 6G 的典型应用场景及能力指标体系,为未来 6G 技术的发展指明了方向。

网络愿景和目标是网络架构演进更新的驱动力之一。本文介绍了《建议书》提出的六大应用场景,从场景驱动的角度,阐述了 6G 网络架构如何演进以支持这些场景。此外,在 5G 向 6G 迈进过程中,5G 增强(5G-Advanced,5G-A)将承担承上启下的关键作用,本文还介绍了正在研究制定的 5G-A 相关标准研究进展。

1 IMT-2030(6G)应用场景

1.1 概述

《建议书》^[1]提出的六大应用场景包括:沉浸式通信、超大规模连接、极高可靠低时延通信、人工智能

(Artificial Intelligence, AI)与通信融合、感知与通信融合以及泛在连接(见图 1)。根据国际电信联盟的讨论内容以及场景与通信基础属性的关系,本文将这六大应用场景分为两类。一类是通信连接覆盖增强类场景:沉浸式通信、超大规模连接、极高可靠低时延通信、泛在连接。其中,前三个应用场景是 IMT-2020(5G)三大应用场景的扩展增强;考虑到泛在连接场景旨在增强通信连接和覆盖,这也是移动通信技术发展一直努力的目标之一,因此也归纳到“增强类”场景。另一类是跨通信技术融合类场景:人工智能和通信融合、感知与通信融合。这两个应用场景分别是 AI 和通信技术、传感与通信技术发展的跨域融合,是 6G 全新的应用场景。

表 1 显示了 IMT-2030(6G)六大应用场景和能力项之间的对应关系。由于使用场景的概念非常广泛,因此可以找到很多与之关联的能力项,表 1 列出的是可测试和验证的具有代表性的能力项。

1.2 通信连接覆盖增强类场景

1.2.1 沉浸式通信

沉浸式通信场景是对 IMT-2020(5G)的增强型移

表 1 IMT-2030(6G) 应用场景和对应代表的能力^[2]

应用场景	代表的能力
沉浸式通信	峰值数据速率、用户体验数据速率、区域流量容量、频谱效率、时延、移动性
极高可靠低时延	时延、可靠性
超大规模连接	连接密度、区域流量容量、能源效率
AI 与通信融合	AI 相关能力、安全、隐私和弹性
感知与通信融合	定位精度、传感相关能力
泛在连接	覆盖

动宽带(Enhanced Mobile Broadband, eMBB)场景的扩展,涵盖了为用户提供丰富的沉浸式视频交互体验的用例,也包括与机器界面的交互。此外,相比 IMT-2020(5G)的 eMBB 场景,沉浸式通信场景还涵盖城市和农村热点区域等一系列环境,对网络产生了新需求。该场景中典型的用例包括沉浸式扩展现实(Extended Reality, XR)通信、远程多感官呈现和全息通信等。支持视频、音频和其它环境数据混合流量的时间同步,是沉浸式通信的一个关键指标。

因此,提高频谱效率和保证一致的服务体验,并且兼顾在各种环境中更高的数据传输速率和增加的移动性之间的平衡至关重要。此外,有些沉浸式通信用例可能还需要支持高可靠性和低时延以及同时连接多个设备的更大系统容量,以保证真实和虚拟对象之间进行灵敏和准确的交互。

1.2.2 超大规模连接

超大规模连接场景是对 IMT-2020(5G)的大规模机器类型通信的扩展,涉及更广范围内海量设备(如传感器等)在不同场景应用中的连接。典型用例包括智慧城市、交通、物流、健康、能源、环境监测、农业和许多其它领域的扩展和新应用,例如无需供电或长寿命电池的物联网设备领域。

超大规模连接场景需要支持高连接密度,并且根据使用情况,对不同的数据速率、低功耗、移动性、扩展覆盖范围以及高安全性和可靠性都可能有一定的要求。

1.2.3 极高可靠低时延通信

极高可靠低时延通信场景是对 IMT-2020(5G)的超高可靠低时延通信场景的扩展,涵盖了对可靠性和时延有更严格要求的专门用例。尤其是如果不能满足

在时间同步操作方面的要求,可能会给应用程序带来严重后果。典型用例包括工业环境中用以实现完全自动化控制和操作的通信技术。这类通信技术可以帮助实现诸如机器人交互、紧急服务、远程医疗以及电力传输和分配的监控等业务应用。

极高可靠低时延通信场景在可靠性和时延方面的具体指标要求取决于各种具体用例、系统的精确定位能力以及连接密度。

1.2.4 泛在连接

泛在连接场景旨在增强连接性,通过与其它系统的互通来实现更广域的覆盖,以弥合“数字鸿沟”。该场景聚焦解决目前几乎没有通信覆盖的地区,特别是偏远地区的农村和人口稀少的地区。实现泛在连接场景的上述目标需要包括空地一体化在内的多接入技术的支持。

1.3 跨通信技术融合类场景

1.3.1 AI 与通信融合

从 3G 网络商用开始,移动互联网飞速发展,移动网络系统越来越庞大和复杂,处理的数据还在不断高速增长。同时,不断增长的海量数据为深度学习提供了源源不断的数据驱动力,是 AI 迎来了新一波浪潮的重要因素。AI 与通信融合是 AI 技术和通信技术的双向融合。

AI 赋能网络。数据、算力以及算法是实现 AI 的三个基本要素,而通信网络天然具备这三个要素。伴随新一波 AI 发展的浪潮,6G 网络将 AI 技术更全面深入地融入到网络,优化网络的性能,提升网络运行效率和用户体验,降低运维成本,实现 6G 网络的高度甚至完全自治化和智能化,正当其时。

网络使能 AI。AI 通过网络的多种支撑能力,满足

相关应用的 AI 训练/推理的庞大需求。当前深度学习和模型训练大量地采用分布式计算方式,网络模型训练过程的迭代特征导致网络中的计算节点之间需要频繁通信以交换大量的数据,因此通信网络提供的服务性能决定了分布式训练效果。作为 AI 服务的基础设施,6G 网络从架构的设计到网络功能的研究将全面考虑对 AI 服务的支持,旨在打造 AI 原生网络,提供安全可靠保障的 AI 即服务。

1.3.2 感知与通信融合

感知与通信融合场景促进了需要传感功能的新应用和服务的发展。在传统信息处理流程中,感知与通信相对独立。例如,雷达是典型的无线感知终端,具有目标检测、定位、跟踪、识别和成像等功能,长期独立于通信发展。随着超大规模天线通信、毫米波通信与雷达技术的发展,通信与感知的技术特征、信道特征和应用场景开始融合,成为 6G 的新场景^[3]。6G 网络将具备网络传感能力,提供广域多维传感,获取未连接对象以及连接对象设备的运动信息及其周围环境的空间信息。典型用例包括辅助导航、活动检测和运动跟踪(例如姿势/手势识别、跌倒检测、车辆/行人检测)、环境监测(例如降雨/污染监测)以及为 AI、XR 和数字孪生应用提供相关环境传感数据和信息。这些用例要求网络支持高精度定位并且具有相关传感功能,包括距离/速度/角度评估、对象状态监测、定位、成像和地图绘制等功能。

2 5G-A 的标准研究进展

5G-A 是由 5G 向 6G 演进的关键阶段,第三代合作伙伴计划(The 3rd Generation Partnership Project, 3GPP)第 18 版本(Release-18, R18)是 5G-A 的第一个版本,涉及 AI、机器学习(Machine Learning, ML)、通

感、XR 多媒体增强以及网络大数据智能分析等场景,第 19 版本(Release-19, R19)将对相关场景的技术路线演进做进一步研究讨论。这些工作旨在探索 5G 更广阔的前沿,为 6G 积累更多的理论和实践经验,为发展 6G 网络铺平道路。

3GPP 已经在 2023 年第二季度完成 R18 架构和关键技术标准,将于 2024 年 6 月完成整个 R18 标准。2023 年第四季度,3GPP 将启动 5G-A R19 架构标准制定。目前,R19 相关的研究内容还在讨论中,尚未最后确定。表 2 包含已在 R18 启动以及部分待定的 R19 研究课题。

下面针对 5G-A 和 IMT-2030(6G)场景相关的部分重点课题的标准进展进行简单梳理和介绍。

第一个重点课题是 AI/ML。在 3GPP 无线接入网(Radio Access Network, RAN)、核心网以及网络管理编排领域已经全面展开各项 AI/ML 相关的标准课题研究。

RAN 在 R18 的相关研究课题包括支持人工智能和机器学习的新空口(New Radio, NR)技术和 NG-RAN 接口技术两个项目。NR 技术项目研究针对每个目标用例对应的空中接口 AI/ML 框架,涉及空口的性能、复杂度和潜在的标准影响,重点研究的用例包括三个方面:信道状态信息(Channel State Information, CSI)反馈管理、波束管理和针对不同场景的定位精度增强。研究还针对所选用例的多种 AI/ML 方法,支持 5G 用户设备协作级别的各种要求。引入 AI 后, AI/ML 模型生命周期管理的通用框架也是重要研究内容。NG-RAN 的 AI/ML 则基于现有 NG-RAN 接口和架构研究数据收集增强功能和信令支持,实现基于 AI/ML 的网络节能、负载平衡和移动性优化。

表 2 5G-A 重点课题分布

分类	5G-A 网络增强	5G-A 新特性
课题名称	XR 及多媒体增强	网络大数据智能分析
	天地一体化增强	基于直通链路的测距及定位
	下一代实时通信新业务	通感一体化(R19 待定)
	用户面功能服务化	元宇宙服务(R19 待定)
	元宇宙研究(R19 待定)	节能服务(R19 待定)
		环境物联网(R19 待定)

3GPP 早在 3GPP R15 版本(即 5G 标准)的核心网中就引入了“AI 角色”网络功能,即网络数据分析功能(Network Data Analytics Function, NWDAF)。后续从 R16 到 R18, 3GPP 的每个版本都围绕 NWDAF 展开研究。一方面, NWDAF 通过收集用户连接管理、移动性管理、会话管理、接入业务等信息,利用可靠分析和预测模型,对不同类型用户进行评估和分析,确定用户的移动轨迹和业务使用习惯,预测用户行为以调整相关策略来保证用户体验;对网络功能的状态(如负载均衡状态)、网络资源(如切片负荷)进行分析,优化网络性能,提高网络资源效率。另一方面, NWDAF 支持向外部用户或应用开放网络分析能力,促进创新,释放新价值。

在网络编排领域, 3GPP 也早在 R16 版本就开始定义自智网络相关标准规范,研究并制定包括自智网络分级、闭环控制、意图驱动网络管理、管理数据分析等标准规范^[4]。R18 课题继续聚焦智能网络分级、意图网络管理增强,新增了 AI/ML 管理的研究课题。

R19 AI/ML 的课题范围还在讨论中,将围绕信令风暴抑制、业务质量决策、绿色节能辅助等目标展开,拓展网络 AI 服务范围,提升网络 AI 适应性和决策能力。

第二个重点课题是通感一体化。目前 3GPP 完成了 R19 感知与通信融合对 5G 系统的需求研究,讨论了不同领域和场景中的需求,涉及入侵检测、降雨监测、智慧城市/家庭/工厂以及辅助导航等多个场景用例。具体的架构增强、终端、基站和网络功能的研究任务还处于课题准备阶段的讨论中。

第三个重点课题是卫星接入增强。3GPP 在 R17 批准引入非地面网络(Non-Terrestrial Networks, NTN)标准化工作,涵盖适配物理层和接入层方面、无线接入网和系统架构、无线资源管理以及在低轨(Low Earth Orbit, LEO)、中轨(Medium Earth Orbit, MEO)或地球同步轨道(Geostationary Earth Orbit, GEO)运行的目标卫星网络的无线频谱需求。此外, R17 还支持基于窄带物联网(Narrow Band Internet of Things, NB-IoT)和长期演进的增强型机器类型通信(Enhanced Machine-Type Communication, eMTC)的卫星接入,以解决农业、运输、物流等领域的大规模物联网使用案

例。R18 继续支持 5G 无线非地面网络和非地面网络物联网,支持基于 5G 无线技术的 10 GHz 以上频段卫星接入覆盖场景,制定满足相关监管要求(例如合法监听、紧急呼叫、公共警报系统)检查和验证用户设备(User Equipment, UE)报告的位置信息的系统方案。在架构增强层面, R18 针对卫星接入类型、注册区域分配与管理、移动性限制、基于 UE 位置的接入控制等增强对移动性和服务连续性的支持。另外, R18 引入 5G 系统中的动态卫星回传场景,支持用户面功能(User Plane Function, UPF)上星,进而使能边缘计算业务,增强用户设备的本地数据交换功能。

第四个重点课题是 XR 及多媒体增强。3GPP 在 R16 就开始了关于 XR 流量特征的研究并对 XR 应用进行了整理分析,完成了针对 XR 交互式服务的新 5G 服务质量标识符的标准化工作。当前正在进行的 R18 工作是基于 R17 研究提出的一套统一的 XR 流量模型和框架来制定标准方案,重点针对 XR 特定流量采用节能机制,以进一步增加支持的 XR 用户数量,并引入基于协议数据单元套(Protocol Data Unit Set, PDU Set)概念的 XR 流量感知特性,在空口进行优化,提高 XR 服务的整体性能。

R19 XR 课题预计将在多模态业务协同传输、PDU Set 传输、端到端时延监测以及网络信息开放等 R18 特性的基础上继续扩展,针对业务体验、容量以及通用网络能力方面进行进一步深入研究。

3 场景驱动 6G 网络架构落地方案的思考

3.1 概述

网络架构是网络运行的基石,整个系统的能力与效率都与网络架构息息相关。业界已经深度开展针对 6G 网络架构相关的研究,但在关键技术方面尚未达成共识。本章基于 6G 应用场景需求,结合 5G 到 5G-A 的演进经验对 6G 网络架构进行探讨,提出 6G 网络架构的三个重要技术特征:“服务+数据”双总线、分布式架构和多接入融合。

3.2 “服务+数据”双总线

服务化架构(Service-based Architecture, SBA)作为 5G 网络架构的“灵魂”,其本质是按照“自包含、可重用、独立管理”三原则,将网络功能定义为若干个可被灵活调用的服务模块,每个服务模块可自主注册、发

布和发现。网络功能间的交互由服务调用实现,并且每个网络功能对外呈现通用的服务化接口,可被授权的网络功能或服务调用,规避了传统网络模块之间基于点到点架构带来的模块间紧耦合导致繁复互操作的问题,提高了功能的重用性,实现了业务流程的简化。因此 6G 网络架构将进一步全面和深入地进行服务化演进。

AI、感知和通信融合给网络带来更复杂的业务逻辑和庞大的数据,6G 需要满足相关数据的高效安全迭代、网络状态的可靠迁移。这类数据与传统端到端的业务数据在功能、传输和处理方式上都存在差异。例如,在感知成像和 AI 模型训练等服务中,对于感知数据和计算数据的处理,不仅包括转发,还包括数据采集、预处理、存储和分析等。而传统用户面仅转发数据而不做数据内容的解析和处理,对这类数据传输和处理需求产生了限制。因此,在 6G 网络架构中引入数据面的提议在业界研究讨论中得到越来越多的响应和重视。

《6G 网络架构展望白皮书》^[5]提出了一种 6G 智简网络架构方案的双总线架构(见图 1)。在这个架构中,通过对网络功能(Network Function, NF)进行重构和聚合对网络进行简化:解耦细化 NF 功能(如将 5G 接入和移动管理功能(Access and Mobility Management Function, AMF)拆分为接入控制功能和移动性管理功能),根据特定的特征或维度对 NF 进行再聚合。例如,将 5G 网络中的 AMF、会话管理功能(Session Management Function, SMF)、网络切片选择功能(Network Slice Selection Function, NSSF)、网络开放功能(Network Exposure Function, NEF)、策略控制功能(Policy Control Function, PCF)以及统一数据管理

(Unified Data Management, UDM)的逻辑处理等部分功能纳入网络控制单元(Network Control Unit, NCU)中;将 UDM 和 PCF 的静态数据、统一数据库(Unified Data Repository, UDR)数据等统一由网络数据单元(Network Data Unit, NDU)进行数据处理,并引入数据总线实现高效数据查询和处理;将 UPF 和 NWDAF 优化增强分别作为网络报文处理单元(Network Packet Unit, NPU)和网络智能单元(Network Intelligence Unit, NIU)。四个网络单元分别对应 6G 网络逻辑功能架构中网络功能层的控制面、数据面、用户面和智能面。该架构包括基于服务化接口(Service Based Interface, SBI)总线 and 数据总线。SBI 总线基于现有的服务化信令交互总线,延续服务化架构设计理念,将服务化的范围由核心网控制面扩大到无线接入侧、用户面等,实现网络架构的深入服务化。数据总线指网络单元 NCU/NIU 通过数据通道与负责数据处理网络功能的 NDU 进行交互,以达到数据的高效获取与处理,不同网络单元之间的数据交互均通过数据通道进行传递。

3.2.1 SBI 总线

在 6G 网络向全服务化演进的过程中,RAN 和核心网之间的控制面接口服务化是重要研究课题。这个接口负责 RAN 和核心网之间的两类控制面流程:UE 关联的流程(例如 UE 上下文管理、PDU 会话管理、UE 位置上报等)和非 UE 关联的流程(例如接口管理、配置管理、节点状态指示等)。当前这个接口的两端是 AMF 和 RAN,属于非服务化接口,AMF 作为和 RAN 直连的接入管理功能对 RAN 屏蔽了其他核心网 NF。当执行 UE 关联的流程时,流程执行的很多目的实质上面向的是 RAN 和其它核心网 NF。例如,SMF 决策

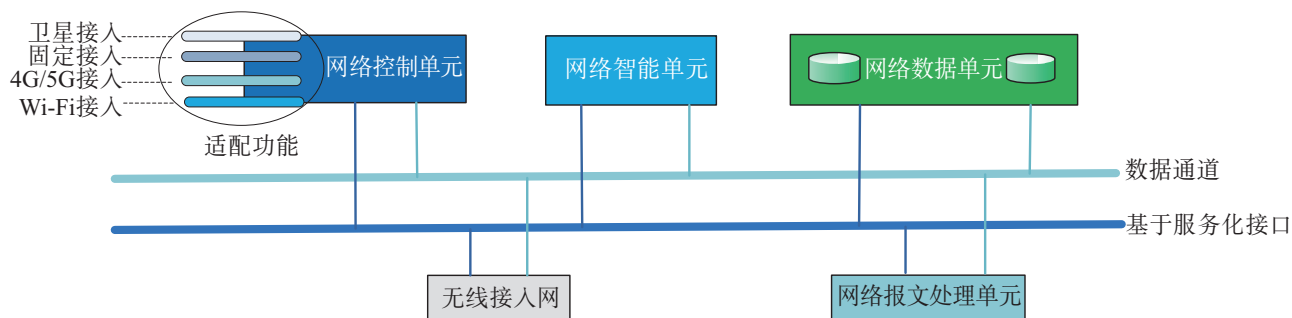


图 1 6G 智简网络架构方案

的用于 RAN 使用的 UE 的 PDU 会话 QoS 配置信息。非 UE 关联流程也包含 AMF 只做透传的情形,例如自组织网络配置信息传输流程中,AMF 为源无线节点和目标无线节点之间转发自组织配置传输信元。这种和 AMF 的紧耦合流程使得 RAN 和其它节点之间的交互缺乏灵活度,通信效率不高。在面向 AI、感知应用带来的海量数据时,RAN 和核心网之间的非服务化接口流程会更加复杂,信令处理效率也面临挑战。关于实现该接口服务化,目前主要讨论集中在如下两种方式(见图 2)。方式 1 为 RAN 和核心网的接口全服务化,对 RAN 和核心网的接口进行重构,该接口上的协议需要重新设计。方式 2 为 RAN 和核心网的接口部分服务化,其中 UE 关联/非 UE 关联的流程仍然重用原有的 N2 接口,在此之上叠加一个服务化接口用于 RAN

和核心网之间的数据传输。具体采用哪一种方式将在 6G 标准讨论中明确。

3.2.2 数据总线

在 AI 与通信融合、通感融合、沉浸式通信、超大规模连接场景中会产生、处理和消费海量数据,这些数据来自终端、边缘、基站和核心网等。因此,数据也呈现出更多形态(见图 3)。用户数据主要指用户端到端的数据信息,以及网络从终端侧或基站侧收集的感知数据,例如用户地理位置信息、用户能力数据、低/中/高速标签数据、用户实时轨迹、物联网感知数据等;核心数据主要指用户的核心静态数据,包括用户签约数据、业务策略数据、业务签约数据等;网络数据包含网络各节点管理数据、运行数据、服务水平协议数据等,例如切片管理、网络各节点负载情况等;算力数据主要指用

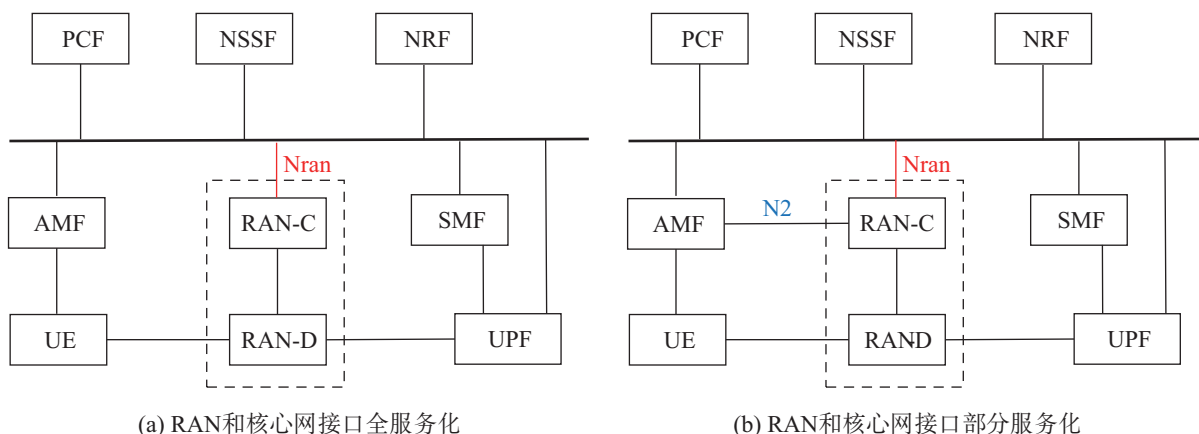


图 2 RAN 和核心网之间接口服务化

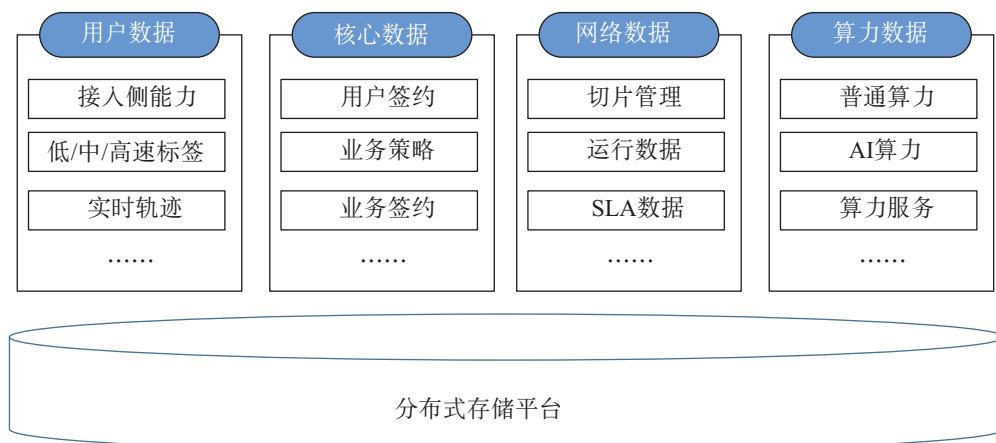


图 3 数据通道服务的数据类型

户消费的算力资源以及构建在其之上的服务数据,包括普通算力、AI算力/算法/模型等。

6G网络将上述数据类型(后续根据业务场景的变化可能将引入更多的数据类型)与业务逻辑进一步分离,降低数据和业务处理的紧耦合,引入独立的数据总线,负责数据的统筹管理,并可通过标准接口向控制面和用户面开放,实现网络对数据的实时高效收集、传输和计算需求。例如,其它网络功能通过数据总线获取NWDAF的分析数据,同时NWDAF又可以通过数据总线采集到所有数据(包括分析数据)再做分析,如此可以进行高效地迭代。

3.3 分布式网络架构

分布式网络架构是6G网络架构的一个核心特征。针对分布式网络架构方案的讨论可以归纳到两个层面:分布式自治互联架构和基于技术驱动(例如AI)的分布式网络。前者聚焦研究网络部署方式,通过分布式网络的互联实现网络的高效运行、柔性定制和自治管理;后者则侧重研究分布式网络使能相关应用(如AI应用)的技术手段。

3.3.1 分布式自治互联网络架构

分布式自治互联网络架构可以满足多种新应用场景的需求。超大规模连接场景中的终端用户数规模将更大,网络流量容量有更大的要求。分布式自治互联网络架构可以分担中心网络的压力,根据用户规模、通信开销提供和调整分布式子网。此外,行业专网中的极可靠低时延业务的特点,也需要网络进一步下沉,尽可能靠近专网设备。沉浸式通信、通感融合等场景引入更多类型的终端和业务,将需要多样化、灵活的柔性网络接入和灵活组网能力,以满足垂直行业、个人客户的个性化需求,分布式自治互联网络架构可根据业务特点和需求为各业务场景提供定制化网络。在AI与通信融合场景中,分布式自治互联网络架构为深度学习和模型训练采用分布式学习方式传递模型参数提供支撑,可以减少通信资源的消耗。在泛在连接场景中,分布式自治互联架构可以帮助其实现全域覆盖的目标。

图4对比展示了从5G中经常采用的运营商网络和专网连接的部署方式到6G分布式自治互联网络架构的演进。

5G的专网可使用独立非公共网络(Stand-alone

Non-Public Network, SNPN)或公共网络集成的非公共网络(Public Network Integrated Non-Public Network, PNI-NPN)。SNPN是完全独立的网络,建设部署成本较高,且SNPN终端只能通过非3GPP互操作网络功能接入运营商网络,这种覆盖层连接方式导致终端协议栈实现比较复杂,数据加载连接开销大。PNI-NPN则依赖运营商的网络建设,建设成本低,可以采用切片方式来实现,也可以下沉专门的用户面组件来实现,但这种方式完全依赖运营商进行运维,企业或者组织可能无法灵活根据自己的需求变化进行调整升级。此外,各专网之间缺乏互联,中心网络也无法对各专网的资源进行灵活调配。

到6G阶段可采用“集中+分散”模式向域内自治、域间互联演进的方式,通过分布式自治互联网络架构技术,适配差异化网络需求,实现域内自治和域间互联。每个自治域类似局域网或者专网,服务不同区域业务场景;自治域之间隔离自治,同时安全机制保持互联互通实现相互补充。自治域互联的目的是扩大网络的范围,传统的设计思路是一张网覆盖尽可能广的范围,分布式自治互联网络架构则是通过自治域间互联的方式扩大网络覆盖范围,当网络需要增加覆盖范围或接入能力时,原有网络基本上不受影响。

3.3.2 分布式网络使能AI应用

本节以分布式网络使能AI应用为例^[4],介绍技术驱动下的分布式网络的应用。图5是网络集中式的独立AI(例如NWDAF)向分布式智能内生架构演变示意图。

5G网络NF缺乏AI能力,依赖于NWDAF的集中分析,需要收集大量数据,可能消耗大量的通信网络资源,集中式处理、分析、反馈的方式需要算力资源的高度聚合,较难高效利用多点、边缘的算力资源等,在规模组网下AI模型训练的时效性难以保证。

AI和通信的融合促使6G网络架构需要具备智能内生、分布式协同的能力,即“独立AI+内嵌AI”混合模式(见图5)。核心网网络功能一方面由于内嵌AI服务单元本身具备数据处理和AI分析能力,进而可提供与该网络功能相关的数据感知处理、模型训练、推理和决策能力,同时与独立AI服务单元组成分布式学习和推理框架,共同构建多点协同的智能内生网络。独

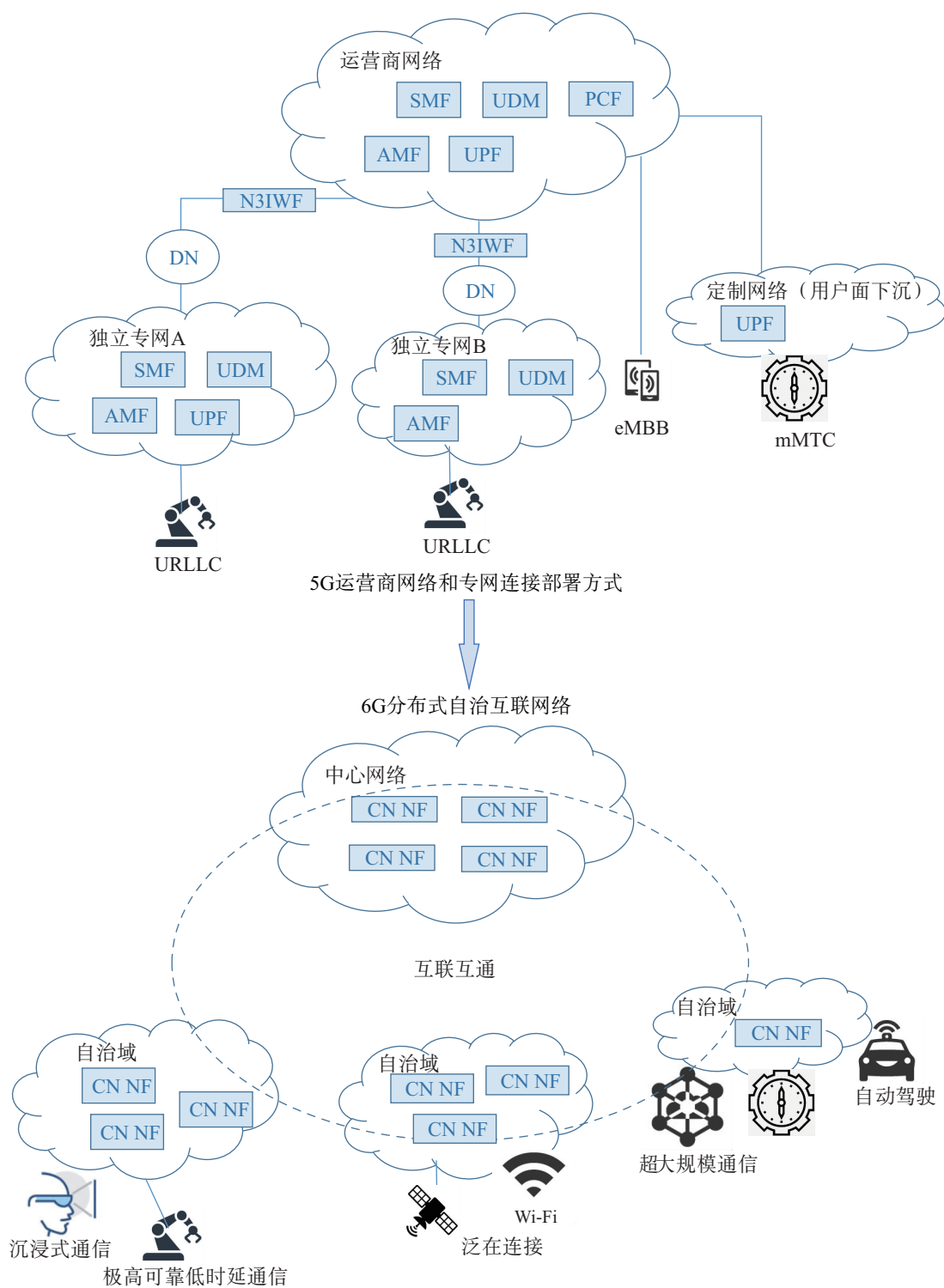


图4 从5G运营商网络和专网部署方式到6G分布式自治互联网络

立AI可按需收集数据,或采用分布式学习方式在各网络单元之间传递模型参数,充分利用各独立AI单元和分布AI单元的数据、能力和本地的算力资源,提供高效的AI服务。

3.4 多接入融合

泛在连接场景面向山区、沙漠、海洋和空中提供宽带接入或广域物联,形成空天地海一体化融合通信,用于解决无服务或服务不足地区的可达性和服务连续性

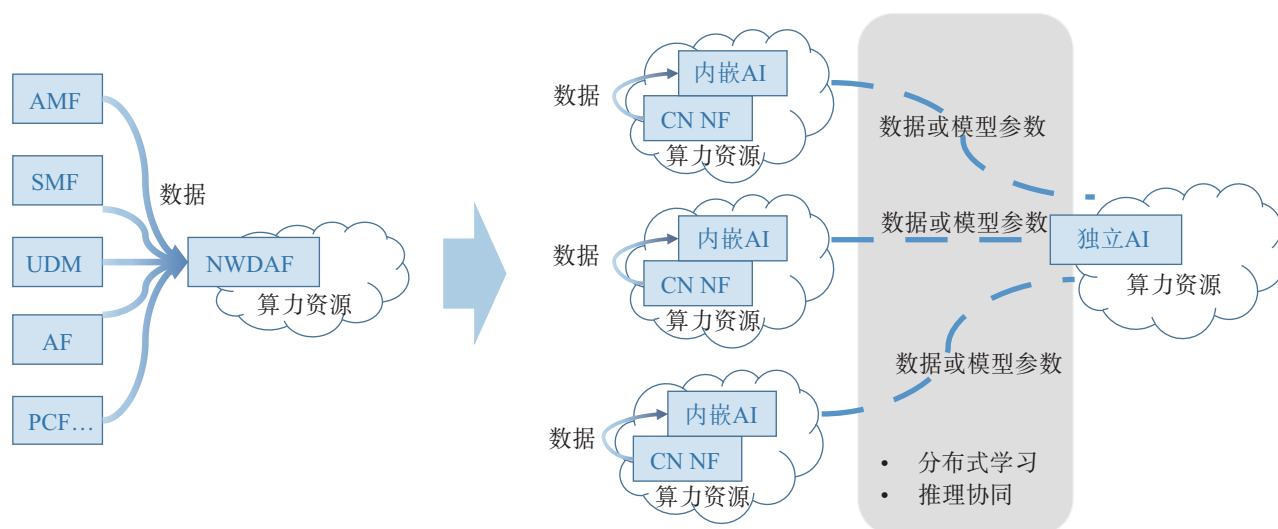


图5 分布式智能内生架构

问题。通过各种接入技术之间(如卫星接入、无线局域网接入、固定网络接入等)的连接增强可靠性,提高网络应对自然和人为灾害的弹性和可靠性。由于空天地海是全异构、多模态接入,支持卫星、飞机、空中平台、地面基站或固定网络等多种方式,因此支持多接入融合是网络架构满足这些场景需求的关键。

在多接入场景中的一个挑战是采用统一接入方法和移动性管理协议来支持不同的异构网络终端接入到移动通信网络。图6提供了一种支持多接入融合的网络架构方案,即在网络的接入侧部署可以适配不同接入方式的适配模块。该适配模块可以通过组件或微服

务的方式实现,进而可以对不同的接入协议进行适配和转换。同时,该适配模块可代表通过异构网络连接的终端或设备,使用统一安全的认证授权方式接入到6G网络。为保证异构网络终端的快速和可靠接入,适配模块和网络控制层之间接口设计的关键目标包括简化信令开销、建立统一终端标识管理机制以及使用易扩展的认证方法。此外,在这个架构中,适配模块还可以为网络控制层提供多接入侧的算力、定位感知、拥塞状态等信息,为多接入场景提供更多的业务支持。

4 结束语

伴随业界对6G网络技术研究的深入,针对6G网络架构的设计思路开始逐步清晰,为后续6G标准化工作的顺利开展奠定了基础。同时,要认识到移动通信网络已经发展成为一个非常庞大的系统,这样庞大的系统变革并非一蹴而就,而是循序渐进的过程。要在5G-A阶段积极探索通感融合、AI和通信融合等新技术在网络中的商业模式和技术能力,进一步发挥标准对技术研究的先行引导作用,为迎接6G铺平道路。

参考文献

- [1] ITU. Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond[R], 2023.

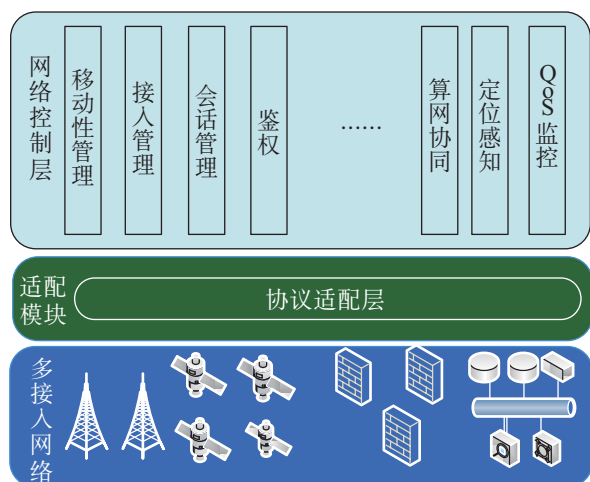


图6 多接入适配模块

- [2] LIU R, LI R Y, RENZO M D, et al. A vision and an evolutionary framework for 6G: scenarios, capabilities and enablers [J], arXiv preprint arXiv: 2305.13887, 2023.
- [3] IMT-2030(6G)推进组. 通信感知一体化技术研究报告[R], 2021.
- [4] 巨满昌. 自智网络技术标准进展[EB/OL]. (2022-05-16) [2023-06-28]. <https://www.zte.com.cn/china/about/magazine/zte-technologies/2022/5-cn/4/8.html>.
- [5] 中国电信股份有限公司研究院, 中兴通讯股份有限公司. 6G 网络架构展望白皮书[R], 2023.

作者简介:

- 王欣晖 中兴通讯股份有限公司副总裁, 无线标准和工业关系总经理, 主要研究方向为无线技术与标准化
- 周星月 中兴通讯股份有限公司标准资深专家, 高级工程师, 主要研究方向为移动通信核心网标准预研
- 朱进国 中兴通讯股份有限公司标准总监, 高级工程师, 主要研究方向为无线核心网领域技术和标准

Discussion on 6G network architecture

WANG Xinhui, ZHOU Xingyue, ZHU Jinguo

(ZTE Corporation, Nanjing 210012, China)

Abstract: As the fundamental document for 6G, Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond puts forward typical scenarios and capability indicator systems for 6G and indicates the direction for the development of 6G technology in the future. This paper introduces the six usage scenarios proposed in Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond. Then, it explains how the 6G network architecture evolves to support the technical means that need to support these scenarios. In addition, it introduces the progress of the 5G-Advanced related standards being studied and specified.

Keywords: 6G; 5G-A; network architecture; convergence of AI and communication; integrated sensing and communication; data plane

(收稿日期:2023-07-21)