

6G 数据及其功能研究

Research on 6G Data and Its Functions

张雪贝,岳毅,杨文聪,王立文(中国联通研究院,北京 100048)

Zhang Xuebei, Yue Yi, Yang Wencong, Wang Liwen(China Unicom Research Institution, Beijing 100048, China)

摘要:

随着 DOICT 全融合驱动移动网络的变革和能力升级,数据技术逐渐成为助力全社会全领域数字化智能化转型的重要能力,数据“金矿”的价值已被市场广泛认知和期待。从移动网络中的数据及数据技术的演进切入,首先总结了目前 5G 网络中的数据及数据驱动技术架构,之后介绍了 6G 网络中数据相关的研究进展和业界共识,最后阐述了对 6G 网络中数据及数据功能研究的观点,肯定了数据将成为未来 6G 中的重要“金矿”的价值,有必要针对 6G 数据的定义、功能、框架等开展更深入的研究。

Abstract:

With the full integration of DOICT driving the transformation and capability upgrading of mobile network, data technology has gradually become an important ability to help the digital intelligent transformation of the whole society, and the value of data "gold mine" has been widely recognized and expected by the market. Starting from the evolution of data and data technology in mobile network, it firstly summarizes the current data and data-driven technology architecture in 5G, then introduces the research progress and industry consensus related to data in 6G, and finally expounds the views on the research of data and data functions in 6G. It is confirmed that data will become an important "gold mine" value in 6G, and it is necessary to carry out more in-depth research on the definition, function and framework of 6G data.

Keywords:

6G; Data-driven; Data technology; Data function

关键词:

6G; 数据驱动; 数据技术; 数据功能

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.05.004

文章编号:1007-3043(2023)05-0019-06

中图分类号:TN919

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式:张雪贝,岳毅,杨文聪,等. 6G 数据及其功能研究[J]. 邮电设计技术,2023(5): 19-24.

0 引言

移动通信网络从基础的语音业务发展到 5G 时代的三大典型场景业务,业务场景逐步向通信感知融合和普惠智能的方向发展。未来数据技术(DT)、运营技术(OT)、信息技术(IT)和通信技术(CT)(DOICT)的全融合将共同驱动网络变革和能力升级,助力全社会全领域的数字化、智能化发展。作为 CT 技术的重要呈现,移动网络从 4G/5G 时代引入了 IT 技术,将 NFV、容

器、服务化、基于 API 的能力开放等技术在系统中充分应用。未来将有更多的来自生产运营的需求,并通过 OT 技术为移动网络带来新的基因。OT 与 CT 的融合将成为移动网络发展的一个重要方向,通过增强网络能力实现高可靠、高可用、确定性和实时性,并成为工业数字化转型的重要推动力。与此同时,DT 技术也将为网络演进注入新的活力,数据的价值“金矿”已被市场广泛认知和期待,未来 6G 的生态系统本身将会产生、处理和消费海量的数据,从运营到管理、从网络到用户、从环境感知到终端等,这些数据将使智能服务更加完善,为运营商增值。因此,需要围绕未来移动

收稿日期:2023-04-14

网络中的数据展开研究。

1 5G 网络中的数据及数据驱动技术研究

1.1 5G 网络中的数据

5G 网络中的数据主要包括用户相关的数据和网络运维相关的数据。

对于用户数据,3GPP 标准中定义了用于存储用户数据的网元,用户的签约数据、策略数据、能力开放数据、应用数据等结构化数据可存储在 UDR 网元中,而一些非结构化的数据如 UE 的上下文数据则可存储在 UDSF 网元中,结构化和非结构化数据存储架构分别如图 1 和图 2 所示。5G 标准中用户数据通常采用集中化的方式存储,但是在实际部署中,由于技术实现、异厂家互操作等因素影响,除了存储在 UDR 中的结构化数据外,大部分非结构化数据仍分散地存储在 AMF、SMF、PCF、UDM、NSSF 等各个 NF 中,呈现分散化、多样化的特点。

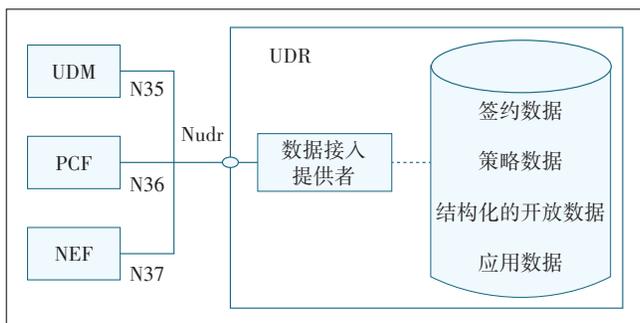


图 1 结构化数据存储架构

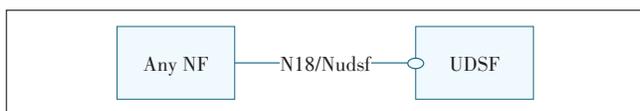


图 2 非结构化数据存储架构

网络运维相关的数据则主要存储在各网元设备的网管系统和云资源的基础设施管理系统,用于网络的规范化、建设、维护、优化、运营等,提升用户体验,同时提供给第三方做关联分析等。目前这部分数据同样由于异厂家的限制,也离散分布在网络各处,没有标准化统一的服务接口,不便于运营商的统一管理和向用户友好地开放使用。

1.2 5G 中的数据驱动技术

随着网络中数据不断增多,数据价值被更广泛地认可,5G 网络中已经设计了一些数据驱动的挖掘数据价值对外赋能的架构和技术方案,例如 NWDAF、

MDAF、SON、NEF 等。

1.2.1 NWDAF

对于网络功能及 OAM 相关的数据驱动架构,网络数据分析功能是 5G 核心网中定义的用于提供特定的数据分析服务的标准化网元,该网元融合了人工智能技术,提升网络数据分析能力以满足复杂的业务需求。作为 5GC 架构的一部分,网络数据分析功能最先在 3GPP Release15 (Rel-15) 中引入,主要提供网络切片的分析能力,具备初步的 AI 能力、汇聚网络数据、实时性高、支持闭环可控等特点,为 AI 赋能 5G 网络数据分析提供了重要基石。在后续 Rel-16 和 Rel-17 阶段,NWDAF 的网络分析架构和网络分析能力进一步增强,Rel-16 NWDAF 可支持业务体验网络数据分析、NF 负载分析、网络性能分析、UE 行为分析等。Rel-17 则主要从层次结构、数据管理和逻辑功能方面丰富了 NWDAF 网络分析架构,设计了分层的智能网络架构,引入了数据采集协调功能(Data Collection Coordination Function, DCCF)、消息框架适配器功能(Messaging Framework Adaptor Function, MFAF)和分析数据存储库功能(Analytics Data Repository Function, ADRF),分别用于数据的采集、传递和存储,NWDAF 数据管理架构如图 3 所示。将 NWDAF 的逻辑功能进行进一步拆解,划分为模型训练逻辑功能(Model Training Logical Function, MTLF)和分析逻辑功能(Analytics Logical Function, AnLF)(见图 4),其中包含 MTLF 的 NWDAF 可以提供 ML 模型供应服务,包含 AnLF 的 NWDAF 可以执行推理分析服务,便于运营商根据业务需求更灵活地部署侧重不同能力的 NWDAF。

1.2.2 MDAF

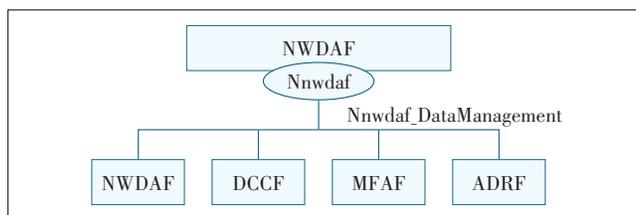


图 3 NWDAF 数据管理架构

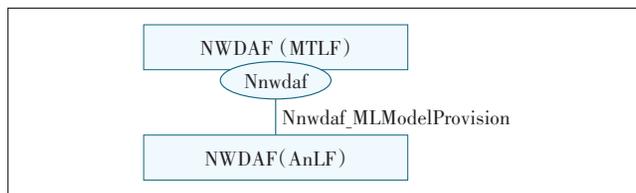


图 4 NWDAF 逻辑功能拆分

对于网络管理领域的驱动架构, 3GPP 在 R16 中定义了管理数据分析功能(MDAF), 通过数据分析, 帮助管理系统设置合理的网络拓扑参数进行网络配置, 增强与运维相关的管理面数据智能化运营, 保障服务质量。在无线方面, 与 SON 技术配合, MDAF 可以提供更精准的覆盖分析能力, 指出覆盖问题产生的原因, 指导基站调整参数, 保证用户的业务体验; 能够精准地分析 RAN 用户面的拥塞情况, 指出导致拥塞的原因, 并且提供相关的策略建议; 可以提供资源利用方面的分析报告, 并且提供解决资源利用问题的策略建议。在 SLA 的关键参数方面, 例如时延、可靠性等, MDAF 也会进行精准的分析, 提供改善实验性能的建议。在故障管理方面, MDAF 会进行精准更高的故障定位, 提供相关的决策建议。MDAF 也会在用户的移动性管理上提供精准的策略建议, 提高用户的切换成功率, 提高网络效率。对于切片的管理, MDAF 可以提供更强大、更智能化的服务, 精细地管理切片的各项性能指标, 保障 SLA 的参数。另外, MDAF 和 NWDAF 交互方面也将得到完善。MDAF 与 NWDAF、CN、RAN 域协同架构如图 5 所示。

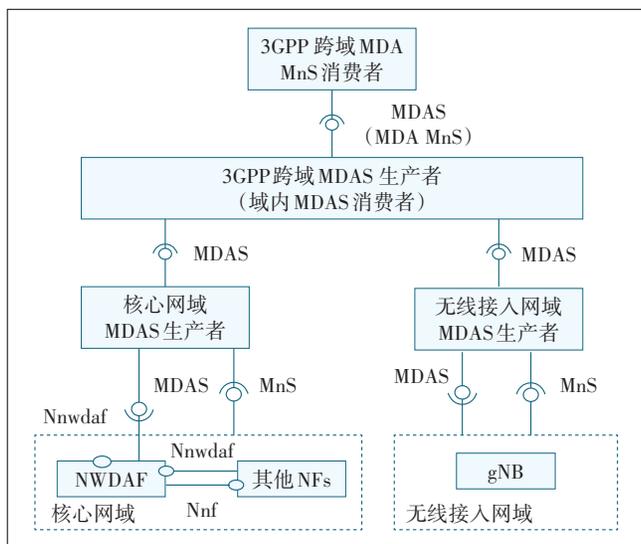


图5 MDAF与NWDAF、CN、RAN域协同架构

1.2.3 SON

在无线接入网侧, 3GPP 也定义了自组织网络 (SON) 的标准体系, 旨在实现无线网络的自配置、自优化、自愈。定义了一系列 SON 应用场景, 例如网络覆盖与性能优化、节能管理、天线角度远程控制、干扰减轻、切换优化、随机接入优化、移动性负载均衡、路测最小化等等, 并且为了把自动化、智能化的基因注

入基站侧网络架构本身, 设计了多种 SON 网络架构, 包括分布式、集中式以及混合式部署方式。但由于无线设备厂商在功能接口、数据接口设置的封闭性和非标准性, 目前在商业化进程中很难实现 3GPP SON 的愿景。但在未来 6G 智慧内生、分布式、极简自治的网络中, SON 网络的价值将进一步被发掘。

1.2.4 NEF

除了对内用于网络内部运营优化的数据驱动架构, 5G 网络中也设计了支持对外赋能的能力开放网元 NEF 和网络能力开放架构通用 API 框架 (Common API Framework, CAPIF)。NEF 提供 5G 网络能力的汇聚及对外开放, 包括对内面向其他 5G 网元以及对外面向应用功能 AF 开放, 目前 NEF 支持的对外开放能力包括事件监控、QoS、参数配置、计费 and 流量引导能力等, NEF 网元组网架构如图 6 所示。为了标准化地集成网络服务并开放给应用层, 避免 API 能力开放标准的碎片化, 3GPP 也定义了 CAPIF 能力开放框架标准作为通用标准, 主要包括 API 调用方、CAPIF 核心功能 CCF、API 开放功能 AEF、API 发布功能 APF 和 API 管理功能 AMF, CAPIF 能力开放架构如图 7 所示。当前 CAPIF 在 3GPP 标准中是可选功能, 如果网络支持 CAPIF, 则 NEF 主要承担 CAPIF 框架中 API 提供者域相关功能, 即 AEF、APF 以及 AMF 功能。

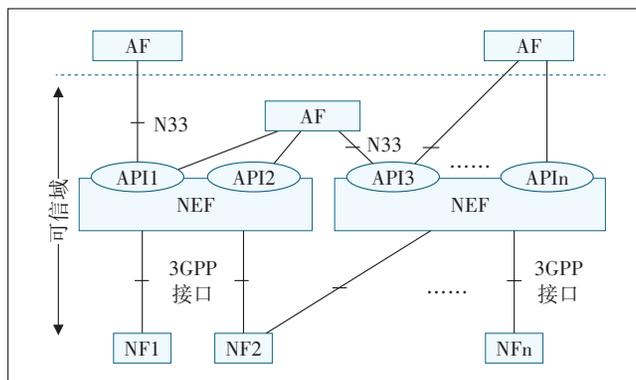


图6 NEF网元组网架构

2 6G 的数据研究进展

本章介绍目前业界对于 6G 数据研究的进展以及观点共识。

2.1 IMT-2030

IMT-2030(6G)推进组是国内积极推进 6G 愿景需求研究、关键技术研发等各项工作的重要 6G 研究组织之一。其下设的网络组主要关注 6G 网络架构及关键

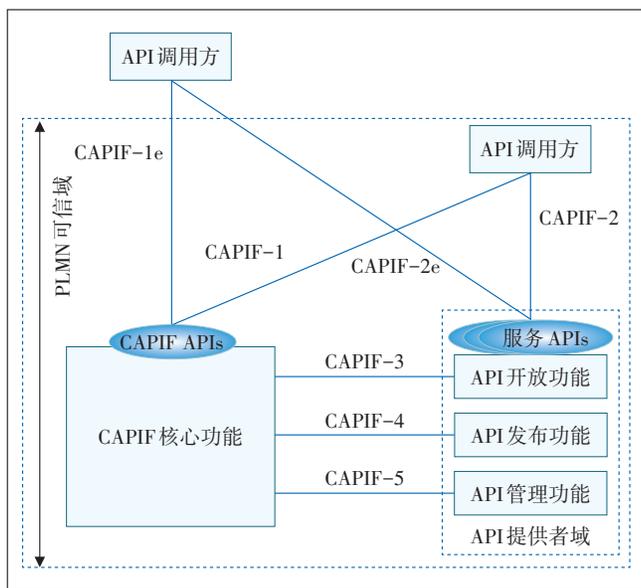


图7 CAPIF能力开放架构

技术研究,已形成了以网络架构和网络安全为2条主线,空天地一体化网络、内生AI网络、确定性网络、算力网络、信息中心网络和数字孪生网络为6个研究方向的“2+6”重点技术研究,发展6G网络布局。

《6G网络架构愿景与关键技术展望白皮书》指出,在DOICT融合的技术驱动中,未来数据技术(DT)将为网络演进注入新活力,数字经济的发展基础是海量连接、数据采集以及建模分析。移动网络与大数据、AI、区块链等技术结合,基于丰富的算法和业务特征构建数据模型,可以实现更加精准可信的数据服务,进一步推动网络演进。并提出将可信数据服务作为一种6G潜在的能力技术,需要在6G中引入独立的数据面,构建架构级的统一可信的数据服务框架,在满足数据法规监管要求的同时,提供可信的数据服务,为运营商提高运营效率,智能增值。

2.2 6GANA

6GANA(6G Alliance of Network AI)是多家产学研单位倡议发起的针对6G网络架构的创新交流平台。其目标是聚焦6G Network AI,从技术和生态角度积极推动人工智能(AI)成为6G网络的内生能力和服务(AIaaS),重点开展针对6G Network AI的需求场景、架构数据、理论算法验证等的研究,引导形成6G Network AI的行业共识,牵引未来标准化、产业化方向。

《6G数据服务概念与需求白皮书》中提出了6G网络数据服务愿景,即为6G网络AI等智能服务提供可信数据服务(Trusted Data as a Service, TDaaS),并设计

了6G数据服务的概念和框架,着重对网络AI相关的数据服务展开研究。6G数据服务框架通过对现有单点技术的增强和优化,以及引入新的创新数据保护技术,基于去中心化的可信机制,按需调用数据保护技术,为网络AI及各类应用提供可信数据服务。

2.3 其他

除了上述2个主要的6G研究组织外,国内一些公司对6G的数据也基本形成共识。

a) 中国移动。中国移动发布的《中国移动6G网络架构技术白皮书》中提出了“三体四层五面”的6G网络总体架构,为满足未来6G庞大用户数据的高效安全迭代、网络状态的可靠迁移以及通过可信的方式引入数据服务等需求,将数据面作为新平面引入6G网络,成为“五面”之一。

b) 中国电信。其发布的《6G架构展望白皮书》中提出了“用户数据为中心”的理念,认为这是6G网络架构的核心特征之一,并基于业务逻辑与用户数据分离的设计原则,设计了网络数据单元(Network Data Unit, NDU)模块,在当前UDR/UDSF提供用户核心数据的基础上,扩展了6G数据范围,提供标准化的信令交互方式和数据访问通道;同时考虑引入单独的数据面,完成各种数据的统筹管理工作,并通过标准接口向其他面开放。

c) 中信科移动。其发布的《6G网络体系架构白皮书》中设计了“三层五面”的智简赋能6G体系架构,其中也将数据面作为“五面”之一进行阐述,数据面负责全网所有数据的采集、处理、分析和服务等数据管理功能。在“万物智联,数字孪生”的需求驱动下,提高数据服务性能、降低数据传输对带宽的开销以及全网数据的统一协同管理,将会对6G在提供安全可信共享的数据服务、数据智能处理和分析等方面创造更多价值。

可以看出,目前业界对于6G数据及数据赋能的研究已形成初步共识,认为相比于以通信网络运营数据和用户签约数据为主的5G网络数据,未来6G的数据范畴和类型必然随着感知、计算、内生AI等能力的提升而扩大,数据将成为未来6G中的重要“金矿”,影响未来移动网络为用户提供服务及产品的模式,有必要针对6G数据的定义、功能、框架等开展更深入的研究。

3 面向6G的数据及数据功能研究

未来6G网络应是面向不同类型用户的多样化业

务需求,提供普惠智能的、平台化的、服务的网络,是用户友好的网络。从层次上,网络自下而上可分为4

层,分别是资源层、功能层、能力普惠层和用户层,6G网络系统架构如图8所示。

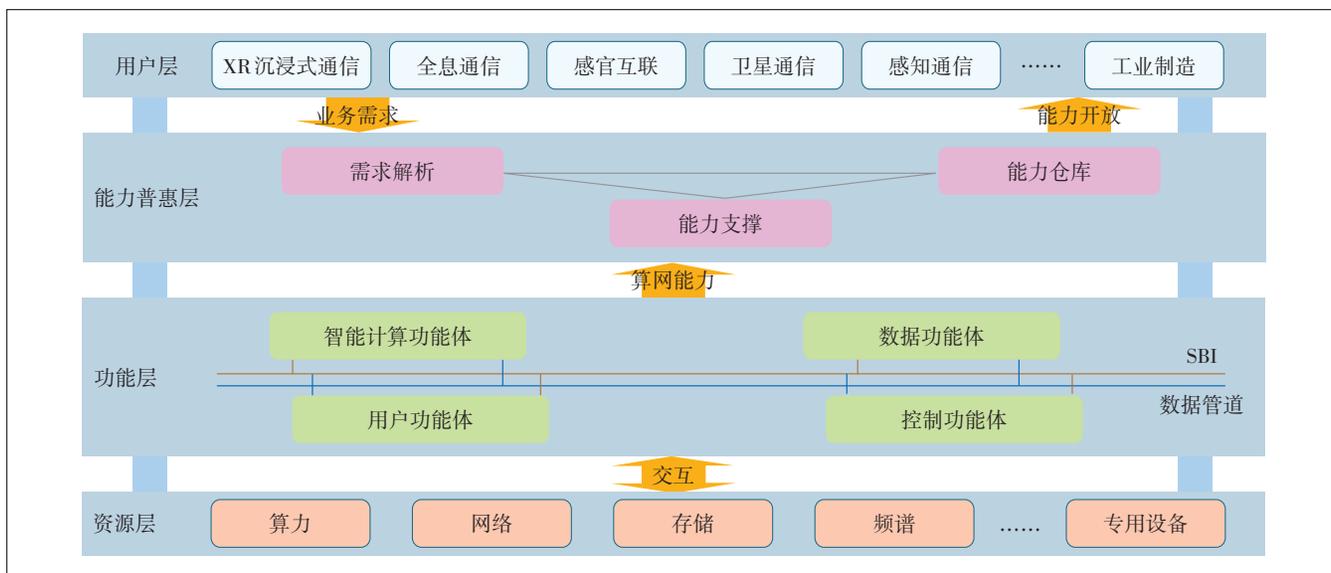


图8 6G网络系统架构

资源层提供了功能层所需的基础设施和资源,包括网络、算力、存储、频谱等。功能层基于资源层提供的泛在基础设施,通过对多维的资源进行统一编排和协调调度,为上层能力普惠层提供所需的网络功能。功能层在基于现有的控制功能与用户功能演进,进行相应能力和架构增强的同时,引入了新的智能计算功能体和数据功能体,4种类型的功能实体相互协作,共同提供未来6G网络通感算智数安的网络能力。能力普惠层对下可基于功能层和资源层提供的能力和功能进行封装组合和对外开放,为网络内部或外部业务按需提供存储开放的服务和原子能力的的能力仓库,对上可基于用户层的业务需求进行解析,根据业务意图用于实现业务向网络需求的转换。本章将围绕功能层新增的数据功能体展开进一步阐述。

3.1 6G网络中的数据

随着6G服务从传统的移动通信服务,扩展到通信、感知、计算、安全、智能等全方位多维度服务,网络中的数据更加海量多态、时序关联、隐私保护,数据将呈现泛在化、协作化、知识化、资产化的特点。为了更好地驱动这些数据,挖掘数据价值,将6G网络中承载的数据从数据来源、时变性、关联性、隐私保护等多个维度进行了划分。

a) 签约数据。主要指用户所有与业务相关的签约数据,通常生存期较长且相对静态,对隐私保护的

要求较高,包括用户签约数据、业务签约数据、策略数据等。

b) 用户数据。主要指用户业务过程中产生的上下文数据,以及网络从终端侧/基站侧收集的感知数据,一般具有时效性且动态变化,对隐私保护要求较高,包括用户上下文数据、地理位置信息、用户能力数据、移动速度数据、实时轨迹、物联网感知数据等。

c) 网络数据。从运营商的网络设备获取网络功能相关数据,主要用于维持网络日常运行的数据,通常具有一定生存周期且有明显时序性,对隐私保护要求不高,包括切片数据、网络功能运行数据、性能数据、测量数据等。

d) 计算数据。从底层基础设施获取的计算资源数据,包括通用算力、AI算力/算法/模型及相关的配置数据等,一般具有动态时变性,对隐私要求中等,呈现分布式泛在化等特点。

可以看到,6G网络中的数据对现有的网络功能和业务逻辑都提出了差异化的需求。

a) 在数据收集和分发方面,需要对现有的控制功能、用户功能做增强,满足新的通感算一体化融合业务需求,并具备对外提供服务的能力。

b) 在业务数据传输方面,需要与已有的控制面和用户面的传输信道区分,提供专有的数据通道,用于非用户级的数据传输或较大规模的AI数据传输,满足

数据提供的服务。

c) 在数据参与方面,用户面主要由外部应用和用户参与数据服务,控制面主要由网络功能和用户提供和使用数据服务,但是未来新增的感知数据、算网数据可能需要更加灵活的方式自由组合网络内外部数据使用方向的数据通道。

d) 在业务逻辑方面,现有模式以运营商向用户提供单向服务和单向收费模式为主,而未来6G网络将是更加服务化、平台化、开放化的共享网络,数据及数

据服务的共享将是其中的重要环节,需要引入新的数据开放模式。

3.2 6G 数据功能

结合第3.1节对6G数据的研究分析,网络中围绕数据和相关数据功能的需求也将随之增强,有必要增加独立的数据功能体,以提供针对6G数据及数据服务统一的数据感知、采集存储、分析处理、安全隐私和开放能力。数据功能体如图9所示。

数据功能体泛指与6G中的各类数据相关的逻辑

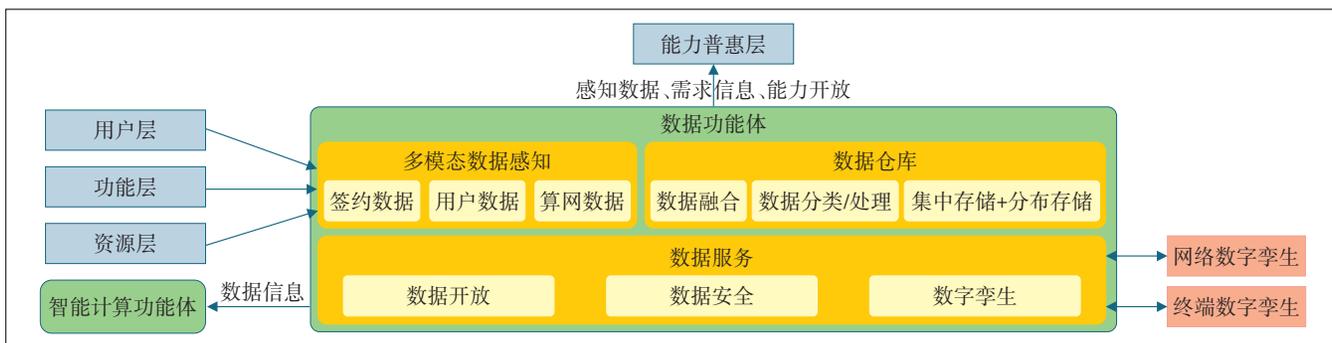


图9 数据功能体

功能,各智能节点的数据功能体之间支持多维数据的深度交互协作。数据功能体主要具备3个方面的能力,即多模态数据感知能力、融合数据仓库能力以及统一数据服务能力。

a) 多模态数据感知主要在用户的业务过程中从用户层、功能层以及资源层感知多维度数据,按需完成数据的发现、采集、预处理等工作,之后会将收集到的数据传输到数据仓库。

b) 数据仓库对海量多元异构的数据源进行统一管理,对融合数据进行建模分析处理,实现数据所有权和使用权分离,对原始数据、中间数据和应用数据进行分层存储和管控,满足数据自生长的需求。

c) 数据服务则主要使能数据的应用,通过统一的规范化描述和格式化表达,提供对外的数据服务接口,支持内外部的服务请求方如智能计算功能体、上层能力普惠层、数字孪生等调用,并通过数据服务注册、发现、授权等安全机制及安全协议来保障数据服务的安全可信。

4 结束语

近年来随着大数据技术以及人工智能的巨大成功,人工智能在移动网络中的应用日趋成熟,未来6G网络内生智能和感知在为网络带来新的能力和服务

的同时,也带来了全新的数据流量,包括海量的感知用户数据和计算数据。同时,6G使能的数字孪生、全息通信、工业互联网等新型应用也将在产生和消费数据的同时形成全新的网络流量。此外6G网络产生的运营数据将驱动人工智能算法实现网络自动运维和管理。这些多维多模态的数据蕴含巨大价值,需要研究专用的数据功能及数据服务实现数据变现,内外数据通过数据功能的融合加工、去隐私化处理、标准化封装,形成对外数据服务,以标准化的数据服务方式,向6G网络自身及外部第三方用户提供开放服务,实现对数据的资产化变现。

参考文献:

- [1] 林奕琳,何宇锋,刘玉芹,等. 5G网络能力开放部署及关键技术方案[J]. 移动通信,2021,45(6):81-87.
- [2] 林琳,朱斌,王光全. 5G网络能力开放功能和应用研究[J]. 信息技术,2022,16(2):60-64.
- [3] 严学强,程冠杰,邓水光,等. 6G移动通信网络数据服务与数据面[J]. 物联网学报,2023,7(1):60-72.

作者简介:

张雪贝,工程师,主要从事5G/6G核心网网络架构及关键技术、面向行业边缘UPF研究工作;岳毅,毕业于北京邮电大学,工程师,博士,主要从事通信网络技术与网络功能虚拟化等研究工作;杨文聪,高级工程师,主要从事移动通信新技术研究工作;王立文,工程师,博士,主要从事无线核心网相关技术研究工作。