

电信运营商在

智能算力服务领域的发展浅析

A Brief Analysis of Development of Telecommunications Operators in Intelligent Computing Services

贺 鸣¹,曹晓冬¹,郭 熹²,董润莎¹,程新洲¹,秦守浩¹(1. 中国联通研究院,北京 100048;2. 联通在线信息科技有限公司,北京 100032)

He Ming¹,Cao Xiaodong¹,Guo Xi²,Dong Runsha¹,Cheng Xinzhou¹,Qin Shouhao¹(1. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China;2. Unicom Broadband Online Co.,Ltd, Beijing 100032, China)

摘 要:

电信运营商拥有庞大的网络基础设施和数据中心资源,在算力资源整合方面具有天然优势,应坚决落实国家战略决策部署,以市场需求和技术创新为双轮驱动,打造智能算力服务发展新优势。梳理了智能算力的发展背景,进一步介绍了智能算力服务产业的简要情况,在此基础上针对电信运营商的智能算力服务发展提出了相应的体系架构、目标范式 and 演进路径。

关键词:

智能算力;算力网络;算力服务;人工智能

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2026.03.002

文章编号:1007-3043(2026)03-0007-06

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:

Telecommunications operators possess extensive network infrastructure and data center resources, as well as inherent advantages in the integration of computing power resources. Telecommunications operators should resolutely implement the national strategic decision-making and deployment, adhere to being driven by market demand and technological innovation, and forge new advantages in the development of intelligent computing power services. The relevant development background of intelligent computing power has been sorted out, and the brief situation of the intelligent computing power service industry has been further introduced. On this basis, the corresponding system architecture, target paradigm, and evolution path for the development of intelligent computing power services of telecommunications operators have been proposed.

Keywords:

Intelligent computing power; Computing power network; Computing power service; Artificial intelligence

引用格式:贺鸣,曹晓冬,郭熹,等. 电信运营商在智能算力服务领域的发展浅析[J]. 邮电设计技术,2026(3):7-12.

0 前言

随着以人工智能大模型为代表的AI产业和应用的快速迭代,数据量和算力需求呈爆炸性增长,智算总量已成为数字化生产力发展水平的重要衡量指标。当前,我国算力指数、智算占比及人均算力均与世界先进水平存在差距,且算力芯片与关键技术、元件均面临“卡脖子”的风险。

在智算芯片与AI技术方面,国产信创已经开始取得突破,但目前国内智算的建设整体较为分散,资源

使用效率有待提升,缺少能引领行业的算力运营角色来进行统筹规划。电信运营商在此方面具备天然优势,需构建完善的智算服务体系,明确目标范式,阶段性推进实施,为智能算力服务的发展绘制蓝图。

1 智能算力发展背景

1.1 应用引领

2022年11月30日,OpenAI发布了语言大模型聊天生成式预训练转换器(ChatGPT),该模型基于大规模预训练语言模型(GPT-3.5)和自然语言生成技术实现多轮对话问答^[1]。ChatGPT展现了人工智能在语言理解和生成方面的潜能,也为各种应用场景提供了可

收稿日期:2026-01-05

能性,例如在线聊天、内容创作、机器翻译等。大模型,又称为预训练模型、基础模型^[2]等,通过海量数据预训练得到亿量级参数的模型,再需少量数据的微调甚至无需微调,就能迁移到各类应用场景,提升了人工智能的泛化性、通用性和实用性。目前大模型主要集中在自然语言处理(NLP)大模型、计算机视觉(Computer Vision, CV)大模型和多模态大模型3个领域,典型大模型有百度推出的文心一言大模型、Meta推出的LLaMA和DINOv2、华为推出的盘古大模型等。

1.2 需求强劲

ChatGPT的参数规模约达1 750亿,年算力需求总量约为80 EFLOPS,目前主流AI大模型的参数规模基本与ChatGPT同数量级,以ChatGPT为代表的AI大模型应用快速发展,标志着大模型时代的到来,同时也引发巨大的算力需求^[3]。自2012年以来,AI训练所需算力翻倍大约需要3.5个月,而按摩尔定律,相关指标翻倍大约需要18个月,该指标已增长30万倍以上^[4]。算力分为通用算力、智能算力和超算3种,人工智能特别是大模型需要的是智能算力。从算力规模来看,预计到2027年中国通用算力规模将达到117.3 EFLOPS,智能算力规模达1 117.4 EFLOPS。2022至2027年间,智能算力规模年复合增长率约为33.9%,通用算力规模年复合增长率约为16.6%^[5]。

1.3 芯片自研

传统通用算力CPU基础设施无法承载AI大模型完成高性能计算,GPU相较于CPU拥有大量的算术逻辑单元(Arithmetic and Logic Unit, ALU)和带宽,并支持半精度、单精度或双精度的浮点运算,在不同精度下可实现更高的FLOPS,从而提升深度学习模型训练的速度和精度^[6]。IDC数据显示,2023年全年中国加速服务器市场规模达94亿美元,其中GPU服务器依然处于主导地位,占据92%的市场份额^[7]。高端芯片进口的限制和制约给中国AI芯片厂商带来挑战与机遇,目前国内持续涌现出华为昇腾、寒武纪思元、燧原科技邃思、百度昆仑芯等新兴AI芯片,与英伟达高端GPU竞争的实力正逐步提升。

1.4 政策鼓励

我国高度重视人工智能基础设施的发展,密集出台了一系列相关政策。中央网络安全和信息化委员会发布的《“十四五”国家信息化规划》指出推动高质量发展和增进人民福祉,需要加快推进数字基础设施建设,适度超前部署下一代智能设施体系。统筹建设

面向人工智能的算力和算法中心。国家信息中心发布的《智能计算中心创新发展指南》指出智算中心业务是全国一体化大数据中心建设和“东数西算”工程的核心关键,对智能计算中心进行了全面深入解读,并对智能计算中心的规划建设给出了清晰的指导。工业和信息化部等六部门印发的《算力基础设施高质量发展行动计划》提出探索算力协同调度机制,推动以云服务方式整合算力资源,充分发挥云计算资源弹性调度优势。

2 智能算力服务简介

2.1 产业概述

算力产业上游是基础设施建设及设备供应,包括基础硬件、基础软件、网络和供电等基础设施。中游为算力网络及平台,包括数据中心、云计算服务、网络运营服务等。下游为各类人工智能应用,涉及政府、电信、金融、工业、交通、能源等行业。目前中国智能算力产业链上游的核心环节正逐步提升自主可控水平,打破国外企业的垄断,拥有自主可控的智能芯片技术是推动智算产业长期发展的坚实基础,也是未来国家竞争力的重要组成部分;中游不同类型的企业在技术、产品和供给能力等方面存在差异,出现了多种形式的智算服务,这些智算服务整合上游智算资源,提供灵活高效的资源管理和调度能力以及便捷的人工智能开发服务,为人工智能应用提供必要的支持环境;下游的多样性应用为千行百业的数智化转型赋能,将智能算力的资源和服务转化为实际价值,推动各行业技术革新,助推新质生产力发展。

2.2 建设主力

智能算力的主要建设方包括多个层面和类型的实体,它们共同推动着智能算力基础设施的发展和应用。各级政府通过制定相关政策,明确智能算力的发展目标 and 方向,为智能算力建设提供政策支持和引导。此外,政府还通过设立专项基金、提供税收优惠等方式,鼓励和支持企业、科研机构等参与智能算力建设。企业建设的算力主要服务于特定产业发展和特定场景应用:电信运营商依托其强大的网络资源和技术实力,不仅建设自己的数据中心,还通过提供云计算、大数据等服务,为智能算力提供支撑;第三方数据中心运营商通过建设和管理数据中心,凭借先进的技术和丰富的运营经验,满足不同客户对智能算力的需求;高校、科研机构通过科研资源和智能算力相结

合,为基础研究、前沿科学技术研究提供支持,推动产学研合作,促进智能算力的技术创新和应用推广;互联网头部企业如阿里巴巴、腾讯、百度等,建设自己的云计算平台和数据中心,利用自身在人工智能、大数据等领域的技术优势,推动智能算力的创新和应用。

2.3 应用需求

各行业对算力的需求在产品形态和商业模式方面因行业特性和需求差异而有所不同。其中,互联网、金融、制造业是智能算力需求的主要行业。互联网企业通常需要大规模的计算资源来支持其数据处理、模型训练等业务,对于在线游戏、实时视频处理等场景,采用边缘计算来提供低时延、高可靠性的算力支持;金融行业存在大量的复杂计算场景,如风险评估、交易分析等,需要高效、稳定的计算能力以及大数据分析能力来挖掘数据价值,为业务决策提供支持;制造业企业正在向智能制造转型,需要算力支撑智能制造系统的实时数据处理、设备控制等能力以及数字孪生系统处理复杂的物理模型和仿真数据。在社会效益方面,智能算力能够有效促进人才、资金、技术、数据等要素的联动,构建智慧城市的基础设施,广泛服务于社会治理、智慧安防、移动支付等城市数字化转型的各个方面。

2.4 服务模式

尽管智能算力供给在不断增加,但面对快速增长的需求,仍显得供不应求。算力需求的多样性引发了多元的智算服务模式,包括机房托管、算力租赁、智算平台、工具集及咨询等增值服务、模型即服务(Model-as-a-Service, MaaS)、大模型应用服务以及各种组合模式^[1]。机房托管与传统数据中心服务模式类似,算力租赁旨在实现算力资源配置效率的最优化,目前发展处于初级阶段,格局较为分散。除智算硬件基础设施之外,服务商进一步提供智能计算相关的软件和服务,通过构建智算平台实现对异构计算资源的统一纳管和调度,通过 MaaS 提供模型开发全生命周期的一体化服务,通过预训练大模型与流程化的微调工具拓展大模型在行业的应用价值。智能算力服务逐渐成为社会发展的基础能力,深度融合算力、网络、存储等多要素资源,支撑数据、模型等 AI 资产的沉淀和管理以及智能应用的发展。

3 电信运营商智能算力服务体系

3.1 发展基础

电信运营商作为央企,有责任和义务响应国家政策号召,积极参与算力产业的建设和发展。同时,作为信息通信行业的领军企业,电信运营商在发展智能算力服务方面扮演着至关重要的角色。电信运营商在发展智能算力服务方面具有显著的优势,但也面临一些挑战和劣势。

在基础设施层面,电信运营商拥有遍布全国、规模庞大的数据中心资源,为算力服务提供坚实的物理基础,同时拥有覆盖广泛且类型丰富的网络资源,为算力服务的数据传输和分发提供强大的支持。在技术能力层面,电信运营商在云网融合方面积累了丰富的经验,具备强大的技术实力,能够整合自身在网络、云计算、大数据等方面的资源,提供高效、灵活的算力服务。在数据资源层面,电信运营商在运营过程中积累的海量数据资源,对于 AI 模型训练、算力应用优化具有重要价值,可以提升智能算力服务的智能化水平和精准度。在品牌影响层面,电信运营商具有较高的知名度和影响力,且在技术研发、基础设施建设和市场推广方面进行大量投入,具有一定的技术领先和市场竞争优势。在生态合作层面,电信运营商与上下游企业合作紧密,能够整合产业链资源,共同推动智能算力产业的发展。

然而,在智能算力服务领域,除电信运营商外,众多互联网企业、设备厂商、IT 服务提供商等也在布局,市场竞争激烈。电信运营商在智能算力建设规模上尚有不足。并且,传统通用算力服务主要处理结构化数据和执行常规计算任务,而智能算力服务与应用场景的相关性更强。因此,电信运营商在提供基础算力资源之外,还需不断探索和尝试新的应用场景和商业模式,以提高智能算力服务的实用性。此外,智能算力服务领域的技术更新换代速度非常快,需要既懂信息技术又懂人工智能、云计算、大数据等技术的复合型人才,而这类人才在市场上相对稀缺。

3.2 体系架构

智能算力服务的供给涵盖资源的构建、管理、调用、产品化等多个层面。如图 1 所示,本研究针对电信运营商建立了一个涉及硬件设施、网络连接、软件服务、数据流动、运营管理和安全保障等多个方面的智能算力服务架构,以保障智能算力服务的有效提供与使用。

a) 算网资源层:主要负责提供基础的算力资源和网络资源。算网资源包括数据中心、高性能服务器、

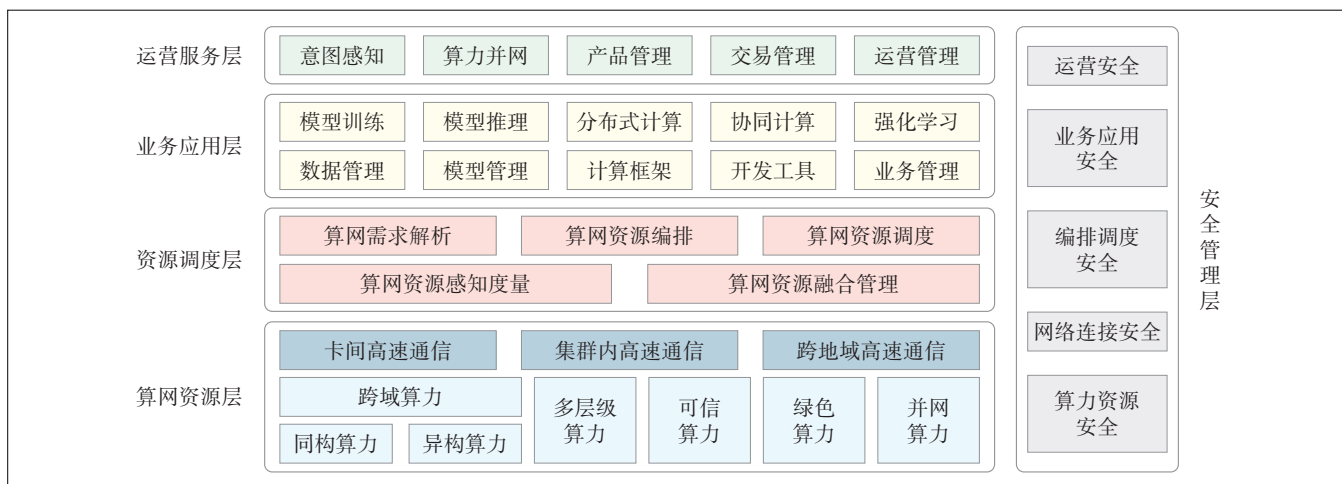


图1 智能算力服务体系

存储设备、网络设备以及配套的冷却和电力供应系统等。算力形态包括同构算力、异构算力、云边端多场景多层级算力、跨域算力集群、可信联邦算力、绿色节能算力以及跨行业跨企业并网算力等多种类型。网络连接采用卡间高速互联、远程直接数据存取(Remote Direct Memory Access, RDMA)网络、全光网络和IP承载等技术,实现卡间、集群内及跨地域高速通信,从而保证云、边、端算力的高速互联和数据的高速、无损传输。

b) 资源调度层:负责对算网资源进行管理、编排、调度和优化,为上层提供统一的资源调用入口,实现算力资源的合理分配、灵活供给和高效利用。算网资源的感知度量和融合管理能够弱化底层异构算力芯片供给的技术差异性,它通过抽象芯片架构并融合算力特性,将提供底层计算能力的通用算力和各类智能算力进行统一标识和管理,构建异构算力资源池。算网需求解析、资源编排和调度模块接收业务对算网资源的需求,匹配调度策略,创建调度任务,将算网资源按照业务需求进行配置、组合和调度,以实现资源的高效利用和业务性能的优化。

c) 业务应用层:为AI模型的研发提供开发环境和服务,它能够调用基础算网资源,支撑多种人工智能应用。该层具备提供计算框架、模型训练与优化工具、模型版本管理服务、数据预处理及特征工程工具等工程化能力,支撑模型训练、模型推理、分布式计算、协同计算和强化学习等不同场景下的AI计算作业。其中,计算框架除主流的深度学习框架之外,还包括大模型框架、自动机器学习框架、联邦学习框架等细分领域的计算框架。

d) 运营服务层:面向用户提供便捷的一站式服务和智能无感的体验,负责意图感知、产品封装、算力交易、算力并网、运营管理等功能的实现,打造一体化运营服务体系和新型商业模式。具体包括实现多方算力的并网、算网产品的封装和交易,提供算网产品的一体化服务。同时,实现对用户需求的意图识别和服务供给,完成对用户的身份管理、需求管理和服务使用管理。

e) 安全管理层:智能算力服务安全能够保障计算任务的顺利进行和结果的准确性,确保企业数字化业务的连续性和稳定性。具体涉及到多个方面,包括算力基础设施、网络连接、计算任务编排和算网资源调度等方面的安全,数据隐私和模型等业务应用安全,以及服务交易和安全审计等运营安全。

3.3 目标范式

智能算力服务范式如图2所示。为提供更灵活、高效、可扩展的服务,提升计算效率和服务质量,电信运营商应不断完善自身智能算力服务体系,将智能算力服务的硬件、软件、算法和数据等各个组成部分进行解耦,针对不同行业和场景特点,在已有产品、能力及方案的基础上,结合定制、集成或者合作共建、研发的模式,满足服务需求方的基础设施即服务(Infrastructure-as-a-Service, IaaS)、平台即服务(Platform-as-a-Service, PaaS)、软件即服务(Software-as-a-Service, SaaS)和MaaS需求。

a) 算网资源层。需提高信创智能算力占比,加快算力结构升级,结合电信行业自身以及外部垂直行业的人工智能应用需求,分步骤、分层级建设算力形态多样、覆盖区域不同、行业特性多元的高品质智能算

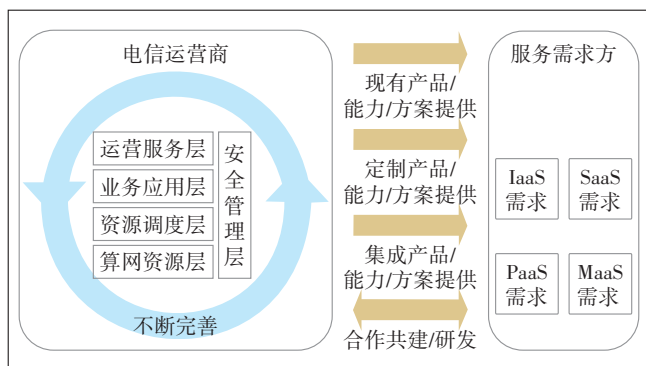


图2 智能算力服务范式

力网络基础设施。

b) 资源调度层。加强算网资源度量、异构算力和调度等技术研究,建设灵活的算网调度系统,实现跨地域、跨层级的算网资源统一管理、统一编排、智能调度和全局优化,从而确保算网资源的合理配置、高效利用和供需平衡。

c) 业务应用层。面向通用大模型和场景小模型的落地应用场景,构建自主可控的模型研发工具,沉淀优质数据集和各领域场景模型,推进基于AI技术的产品和系统重构,促进跨行业场景AI能力迁移,支撑多样化的内外业务需求。

d) 运营服务层。建设“算网全景洞察、算网用户运营、算网场景化服务”的业务服务能力,构建算力、网络、数据、应用的智能联动服务体系,实现敏捷的业务调度管理与优化,动态智能的供需服务匹配。

e) 安全管理层。构建坚实的基础设施安全底座,打造自适应的网络防御能力、动态的数据安全风险发现和监测能力、实时可控的内容安全分析能力,实现开放融合+内生免疫+弹性健壮+网安智治的一体化安全。

3.4 服务评价

基于对智能算力服务发展的分析和针对电信运营商设计的智能算力服务体系架构,从算网资源、资源调度、业务应用、运营服务和安全管理等多个维度对智能算力服务质量进行评价,主要元素如表1所示。

设 Q 为智算服务质量, R 为算网资源、 D 为资源调度、 A 为业务应用、 O 为运营服务、 S 为安全管理,用以下简化模型描述影响智算服务质量的主要因素:

$$Q = w_R \times R + w_D \times D + w_A \times A + w_O \times O + w_S \times S \quad (1)$$

权重 w_x 反映了每个因素对服务质量的影响程度,所有权重之和等于1。在实际应用中,这些权重可能

表1 智能算力服务质量相关元素

核心元素	细化元素	内容
算网资源	资源结构	AI加速器的数量和类型、算力形态多样性
	资源利用率	计算资源利用率、内存资源利用率、存储资源利用率、通信资源利用率、算力资源能耗
	计算能力	每秒浮点运算次数(FLOPS)或整数运算次数(IOPS)等
	网络能力	网络接入能力、网络通信质量、网络架构合理性、网络监控与管理
资源调度	资源编排	算网资源可视化、资源编排、算网能力开放
	调度策略	负载类型识别与划分、多种调度算法、多种调度策略
	算力调度	同构算力资源调度、异构算力资源调度、跨逻辑资源池调度、跨物理域资源池调度、算力调度效率
	算力重构	算力注册、算力感知、异构算力虚拟化和池化、云原生水平
业务应用	工程化能力	AI框架与库的支持、中间件和服务、开发工具
	AI资产	业务应用相关数据集、算法、模型等AI资产
	应用领域	服务行业类型及数量、服务单位类型及数量、算力服务覆盖场景及应用数量
运营服务	算力交易	数据全链路可追溯、生成账单等服务
	算力并网	第三方资源统一注册、认证、接入等能力
	运维管理	监控管理、告警管理、日志管理、性能监控等
	服务管理	用户需求理解能力、用户信息管理、业务信息管理
安全管理	用户安全	用户权限管控、访问控制、角色管理、用户信息保护机制等
	数据安全	数据加密、数据脱敏、数据传输、安全隔离、日志记录、数据备份机制等
	资源安全	算力基础设施安全、网络基础设施安全
	应急响应	安全风险监测、异常行为检测、故障记录、自动修复、容灾备份等

会根据具体的业务场景和需求进行调整。

各因素之间也存在相互影响,如 D 受 R 影响, A 受 D 和 R 影响, R 、 D 和 A 则影响 O 、 S 的持续优化。表1和式(1)是简化的示例,实际上影响智算服务质量的元素众多且复杂,相互之间的关系也更加微妙。

3.5 演进路径

智能算力服务的不同形态是随着技术发展和市场需求的变化而不断演变的,应由需求牵引,技术创新支撑,分阶段提供不同层次的服务,其演进路径如图3所示。

a) 规模化供给服务:本阶段旨在扩大可向服务侧提供的算力资源规模,主要面向智能算力直接需求者,解决智能算力资源不足、资源零散以及利用率低的问题。运营商统筹规划智算体系构建和智算能力梯次布局,构建绿色高效的智能算力数据中心和可靠

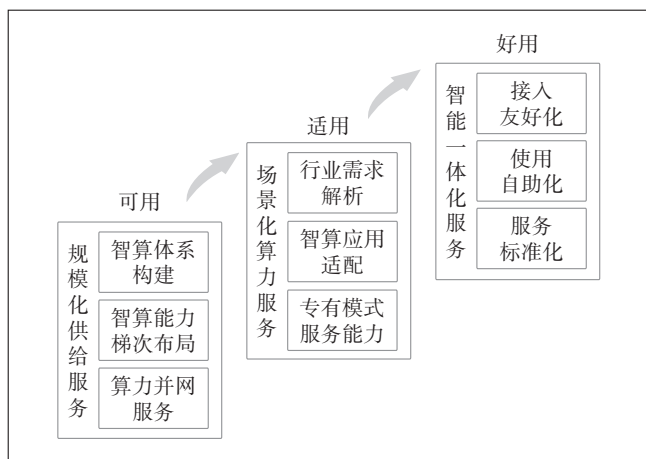


图3 智能算力服务演进

稳定的智算互联网络,搭建跨域算力集群纳管调度平台,整合调用多元异构算力资源,提供智算算力供给、算力能力调度、训练推理服务等智算服务能力。同时吸纳社会算力资源,发展算力并网服务,探索算力类型、组织模式以及运营模式的变革。

b) 场景化算力服务:本阶段旨在突破仅提供算力的服务模式,在基础智能算力服务的基础上,面向千行百业多样化的智算应用场景,创新构建适合各行业的智能算力服务范式。从领域特性、场景共性、算力类型、资源调度、业务应用、商业模式、发展趋势和服务成熟度等多维度解析行业智能算力服务需求,并对各层级的智能算力服务进行优化和调整,提供丰富的适配工具和接口,形成专有模式服务能力。还可合作共建智能算力应用场景,推动形成良性发展的市场生态。比如,电信运营商构建各专业线的优质数据集,研发网络大模型,以赋能网络智慧运营应用场景;归集外部客户数据和开源通用数据,结合内部专业数据,构建行业数据集,研发行业大模型,打造企业数字化转型、行业智能应用和公众业务创新等场景化模型应用。

c) 智能一体化服务:本阶段旨在降低智能算力服务的使用门槛,提高服务的易用性和灵活性,为用户提供更好的业务体验。以一体化综合服务接入形式,提供基于“任务式”量纲的新服务模式,为智能无感极简的最终服务形态奠定基础。通过大模型、低代码技术使用户能够轻松接入和自助使用智能算力服务。制定统一的算力服务标准和接口规范,屏蔽异构算力环境和应用代码的差异,并预置服务模板和示例,通过自动化工具和脚本,实现算力服务的高效调度和管

理。

在不同阶段,影响智算服务质量的各因素的重要性有所差异。在规模化供给服务阶段,式(1)中权重 w_R 最大,权重 w_D 和 w_S 增大;在场景化算力服务阶段,式(1)中权重 w_A 最大,权重 w_D 和 w_O 增大;在智能一体化服务阶段,式(1)中权重 w_O 最大,权重 w_A 和 w_S 增大。

4 结束语

智能算力服务发展受到战略规划、市场需求、技术创新等多重因素的共同驱动,电信运营商应紧密围绕战略性新兴产业的发展要求,采取加强智能算力基础设施建设、推动算力资源整合和优化、拓展智算应用场景和服务模式以及加强技术创新和研发投入等举措,为用户提供可靠高效、个性定制、敏捷易用的智能算力服务,助力数字经济健康发展,推进自身业务的数字化转型和升级。

参考文献:

- [1] 张嗣宏,张健.以ChatGPT为代表的生成式AI对通信行业的影响和应对思考[J].电信科学,2023,39(5):67-75.
- [2] BOMMASANI R, HUDSON D A, ADELI E, et al. On the opportunities and risks of foundation models[EB/OL]. [2025-08-20]. <https://arxiv.org/abs/2108.07258>.
- [3] 高丹,袁钰. AI大模型需求高企 助推“东数西算”加速发展[J]. 数字经济,2023(5):28-32.
- [4] OpenAI. AI and compute[EB/OL]. [2025-09-16]. <https://openai.com/index/ai-and-compute/>.
- [5] IDC,浪潮信息. 2023-2024年中国人工智能算力发展评估报告[R/OL]. [2025-10-29]. <https://www.ieisystem.com/global/file/2025-02-07/17389098029062c975afc93734c785330194df19e19a40f2.pdf>.
- [6] 王晨,邓昌义,李嘉伟,等. 人工智能芯片测评研究现状及未来研究趋势[J]. 新型工业化,2021,11(10):82-84,87.
- [7] 国际数据公司(IDC). 中国半年度加速计算市场(2023全年)跟踪[R/OL]. [2025-08-26]. <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prCHC52005324>.

作者简介:

贺鸣,毕业于西安电子科技大学,工程师,硕士,主要从事人工智能、产业互联网领域研发工作;曹晓冬,毕业于哈尔滨工业大学,高级工程师,学士,主要从事大数据及人工智能计算领域研究工作;郭熹,毕业于华中科技大学,高级工程师,硕士,主要从事5G行业应用研究与产品研发工作;董润莎,毕业于北京大学,高级工程师,博士,主要从事大数据及网络AI领域研究工作;程新洲,毕业于北京邮电大学,教授级高级工程师,硕士,主要从事网络智能运营架构等研究工作;秦守浩,毕业于北京邮电大学,工程师,硕士,主要从事人工智能领域研发工作。