

基于意图增强的算网运营管理系统架构与模型设计

王晓晗, 赵鹏, 唐国华, 王琛, 袁向阳

中国移动通信有限公司研究院, 北京 100053

摘要

意图驱动网络作为算网运营管理和编排调度的关键技术之一, 可将用户意图直接转换为可部署策略, 实现灵活高效的策略配置, 是满足用户动态多样业务需求、提升算网编排调度智能化水平、增强智能化闭环保障能力、实现算网自智的重要途径。面向意图驱动技术在算力网络中的应用, 设计了基于意图增强的算网运营管理系统架构, 给出完整的意图处理流程, 同时为实现用户意图的准确表达, 制定了一套用于描述用户意图的标准模板, 列举意图模型的具体组件, 选取算网典型业务场景给出模型样例, 并在算网大脑原型系统进行功能验证。

关键词

算力网络; 意图驱动; 算网运营管理

中图分类号: TN915

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2025063

Architecture and model design of operational management system for computing force network based on intent enhancement

WANG Xiaohan, ZHAO Peng, TANG Guohua, WANG Chen, YUAN Xiangyang

China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China

Abstract

Intent-driven network, as one of the key technologies for operation management and scheduling of computing force network, can directly convert user's intent into deployable policies and realize flexible and efficient policy configuration, which is an important way to satisfy users' dynamic and diversified service demands, enhance the intelligent level of scheduling and dispatching of the computing force network, strengthen the intelligent closed-loop guarantee capability, and realize the self-intelligence of the computing force network. Facing the application of intent-driven technology in computing force network, this paper designs the architecture of computing force network operation management system based on intent enhancement, gives the complete intent processing flow. At the same time, in order to achieve the accurate expression of user's intent, a set of standard templates for describing the user's intent is formulated, the specific components of the intent model are listed, and the typical business scenarios of computing force network are selected to give the model samples and carry out the function verification in the prototype

system of computing force network brain.

Key words

computing force network, intent-driven network, computing force network management and orchestration

0 引言

数字经济时代,新技术、新业态、新场景和新模式不断涌现,新经济形态成为经济发展的新动能。为推动数字经济发展,我国陆续出台多项政策,加快构建以算力和网络为核心的新型基础设施体系^[1]。算力网络以算力为中心,以网络设施为基础,通过网、云、数、智、安、边、端、链等领域深度融合,为使用者提供算网一体化高效耦合协同的新型服务。算力网络旨在拉通算网全领域资源,实现算网的统一编排和全局优化,提供多要素融合的一体化服务和端到端一致性质量保障^[2-3]。

当前算网用户需求增长,网络服务需求增加,规模持续扩大,算网新业务涌现,对算网运营管理提出了更高的要求^[4-6]。传统的数据采集、编排调度难以满足高复杂性的算力网络的需求,智能化是面向超大规模、高复杂度、高动态的算网环境的必然选择。算力网络运营管理系统的发展愿景和目标是能够直接服务于终端消费者和垂直行业用户,并为其提供智能感知、协同编排的一体化融合算网服务,成为自服务、自优化、自决策、自保障的全生命周期全场景闭环管理的自智网络。意图驱动理念通过意图转译和智能策略配置,剥离了普通用户与网络底层运转的关联,用户仅需要提出服务需求,网络会自动将意图转译为策略,并将策略配置形成服务^[7-8]。面对高复杂度的算网环境,以及按需定制、灵活高效的用户需求,基于意图增强的算

网管理系统可协同调度算网各域资源,在提高算力网络管理效率的同时,降低管理的人力资源投入,保障业务服务质量,增强算力网络自动化、智能化能力。

本文总结了意图驱动理论和算力网络的发展现状,针对当前算网运营管理系统在业务开展中的局限性,研究意图驱动理念在当前算力网络中的应用形式,提出一种基于意图增强的算网运营管理系统架构。同时,为了实现用户意图的准确表达,本文设计了用于描述用户意图的标准模板,列举出意图模型的具体组件,最后针对算网典型场景给出模型样例,并在算网大脑原型系统进行功能验证。

1 相关理论研究现状

1.1 算力网络和意图驱动理论现状

算力网络是一种新型的网络架构和服务模式^[9-11],如图1所示。算力网络通过整合云计算、人工智能(AI)、网络、安全、边缘计算等多维度资源,构建智能、灵活、高效的算网服务体系。业务运营层是算网服务和能力的提供平台,引入第三方社会算力,整合算力、网络、AI等多领域资源,为用户提供一体化算网产品和解决方案。编排管理层是算力网络的调度中枢,结合人工智能、意图网络等关键技术,实现算网资源全局编排调度与动态优化。基础设施层是算力网络体系的底座,为算网业务提供计算、网络、存储等资源的物理承载。算网大脑是整个运营体系的智能中

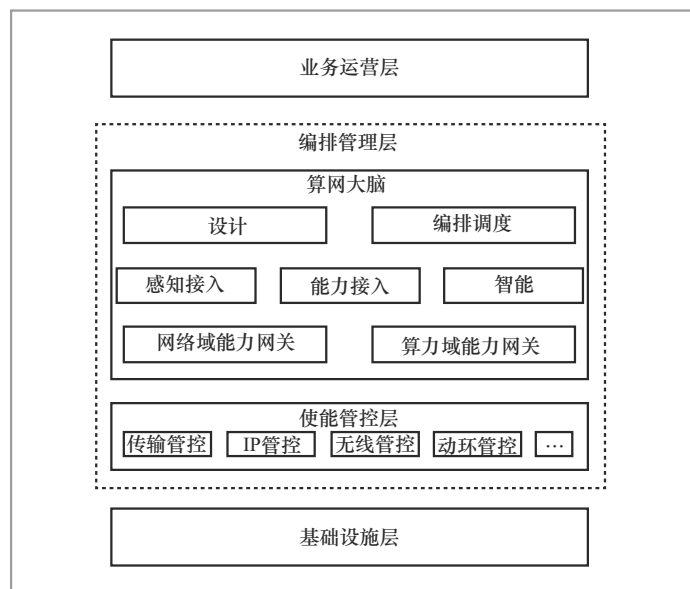


图1 算网运营管理体系功能架构

枢，是算力网络编排管理层的核心^[12-13]。算网大脑实现算网全领域资源拉通、抽象与灵活组合封装，实现算网融合类业务的一体化灵活供应与端到端全局运维。

意图驱动概念起源于2015年，由开放网络基金会北向接口工作组的主席 David Lenrow 提出。2017年，思科公司给出意图网络的明确定义，意图网络的工作模式为网络用户利用简明的语言提出意图，网络控制器收集意图并自动转换为策略，这些策略在网络环境中形成相应的解决方案并自动下发，最终满足用户业务需求。意图转译是意图驱动的关键步骤，主要实现从用户的自然文本形式的意图到机器可读语言的转换^[14-17]。为了实现对用户需求的完整准确表达，学术界和产业界针对用户意图模型进行了大量研究。动态意图驱动的服务管理方法 (dynamic intent-driven service management interface, DISMI) 预设了类似自然语言的语法规则，通过北向接口将用户的意图解析并转化为网络执行指令，实现对用户需求的精准理解和有效执行^[18]。

OpenDayLight 采用 YANG 建模语言构建其模型体系，设计了一套抽象的语法应用于北向接口^[19]。网络模型 (network model, NEMO) 模块化编程语言是2015年华为专门针对意图网络的北向接口而设计的，可通过较少的关键字和表达语句实现对网络意图需求的描述^[20]。智能网络部署意图应用 (intelligent network deployment intent renderer application, INDIRA) 系统应用自然语言处理技术将用户意图转化为资源描述框架 (resource description framework, RDF) 图表示，智能生成对应的网络配置命令^[21-22]。Liao 等人^[23]提出了基于意图的网络策略库的概念，设计区分各种模板的类型来生成网络策略，并将其存入策略数据库中。

1.2 差异性分析

随着算网覆盖场景增加，所纳管的资源日益丰富，算网用户通常难以准确把握自身业务需求与基础资源的映射关系，有赖于专业人员指导；同时，由于算网业务的广泛性，运营及运维人员通常难以快速明确业务需求并设计优化方案，这极大提升了算网运营管理的人力成本。意图驱动相关技术的引入允许更多用户通过直接陈述业务需求的方式，实现业务的订购、优化、运维，无须大量专业人员实时支撑。

当前算网意图驱动相关研究较少，尚未有直接应用于算力网络场景的意图模型，意图转译缺乏模型支撑。如果意图转译结果与用户实际需求存在偏差，容易导致算网服务无法达到预期的性能指标或业务目标，错误的配置也可能使资源分配不当，引发流量拥塞、算力资源闲置等问题，问题的诊断和修复需要时间和资源，增加额外的维护工作量，产生额外的运营运维成

本，并且安全领域的意图被错误解释，可能会使用户业务受到未经授权的访问或攻击，引入安全漏洞。

上述问题可能会对算网后续运营管理的效果产生较大且持续的影响。本文针对意图驱动功能架构、方法和转译模型开展研究，助力算网意图驱动的高效实现。

2 基于意图驱动的算网运营管理体系

2.1 意图驱动的算网架构

面向蓬勃发展的算网业务和灵活多样的客户需求，设计意图驱动的算网运营管理架构如图2所示。其保留业务运营层-编排管理层-基础设施层的基本结构，用户在家庭、终端、基础资源等领域提出需求发送至业务运营层；在图1原有算网运营管理系统的基础上，业务运营层新增意图门户和意图处理模块，解析用户意图并将意图对象信息发送至编排管理层；编排管理层新增意图门户和意图处理模块，负责用户意图对应的解决方案设计、运维人员意图处理以及意图目标实现情况的全生命周期管理；基础设施层纳管多方算力资源、网络资源，实现算网资源统一编排调度，进一步提高算网自动化、智能化程度。

在意图驱动的算网运营管理过程中，意图转译、规则/策略映射等处理均结合丰富的场景进行功能设计和处理，并具备新场景的快速适应能力和新技术的灵活引入能力，以满足多样化的用户需求。

业务运营层是用户直接交互的对象，定位于对外提供各类能力的统一运营门户简单入口，负责接收用户侧传递的自然语言形式的意图并进行解析处理，下发意图要求的指令和感知完成情况。

编排管理层新增意图门户和意图处理

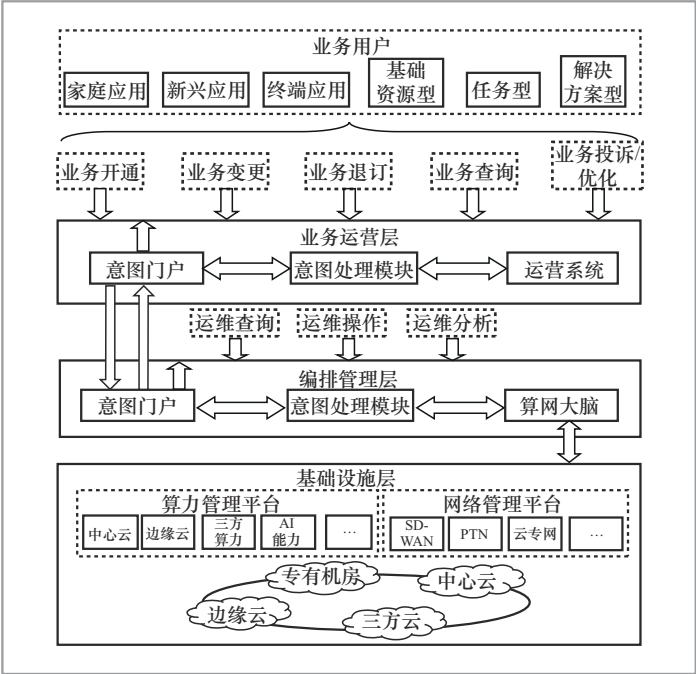


图2 意图驱动的算网运营管理架构

模块。该类模块负责接收运营层下发的间接业务意图及同层运维人员的运维类意图，进行意图转移与解析，然后将具体需求和指令下发至算网大脑对应模块，完成算网业务的方案设计、资源数据感知、原子能力管理与调度等工作，最后反馈至意图模块进行汇总与上报。

基础设施层为算网融合提供计算、网络、存储等资源的物理承载，受益于架构设计解耦化，基础设施层不需要二次开发，仅需保证系统正常接入和已有调度指令正常执行。

意图增强的算网运营管理架构对新业务需求有更强的适应性，系统仅需要对意图解析的策略库进行少量修改和补充，无须重构或重建整个系统。业务运营层的意图处理模块可对新型业务需求进行快速解析，匹配合适的业务场景而不需要增加更多的人力成本。

同时，算力网络在发展过程中既有现

有技术的加速创新，又有交叉技术的跨界创新，还有原创技术的引领创新，因此意图增强的算网运营管理架构对新技术的引入有极高的包容度，集成算力度量、算力感知、数字孪生及泛在调度策略等关键技术，构建出共生互融的新型算网体系，实现对算网资源的协同优化调度，确保业务灵活部署与资源高效利用。

2.2 算网意图增强处理模块

业务运营层的意图处理模块接收意图门户处理后的意图，主要由解析模块、生命周期管理模块、指令分发模块和信息汇聚模块组成。解析模块解析用户自然文本

形式的意图，将其转换为机器可读语言，接收编排管理层解决方案生成计费策略，发送到指令分发和生命周期管理模块。生命周期管理模块维护意图实例信息记录，实时监控意图实现情况，实现意图的全生命周期管理。指令分发模块接收解析模块的配置请求，按需向原有服务运营层的各个模块发送配置要求。信息汇聚模块收集原有服务运营层针对意图配置请求的执行情况，向意图处理模块和生命周期管理模块反馈意图完成信息。

编排管理层意图门户通过接口与运营层意图门户进行交互，实现意图转发、意图完成情况反馈等信息传递。编排管理层意图处理模块负责进一步处理来自用户侧的业务意图以及来自算网工作人员的运维意图，主要由解析模块、意图验证和生命周期管理模块、指令分发模块、信息汇聚模块组成。解析模块解析运营层意图门户发送的机器意图和编排层意图门户发送的自然语言形式的意图，转化为具体的意图处理具体方案。意图验证和生命周期管理模块勘察资源情况并发送至意图解析模块，实时监控并更新意图完成情况，维护意图实例信息记录。指令分发模块接收并解析意图验证和生命周期管理模块的配置请求和资源核查请求，按需向原有服务运营层的各个模块发送配置要求。信息汇聚模块接收意图信息汇聚请求，收集原有算网大脑针对意图配置请求的执行情况，并反馈资源核查反馈信息。

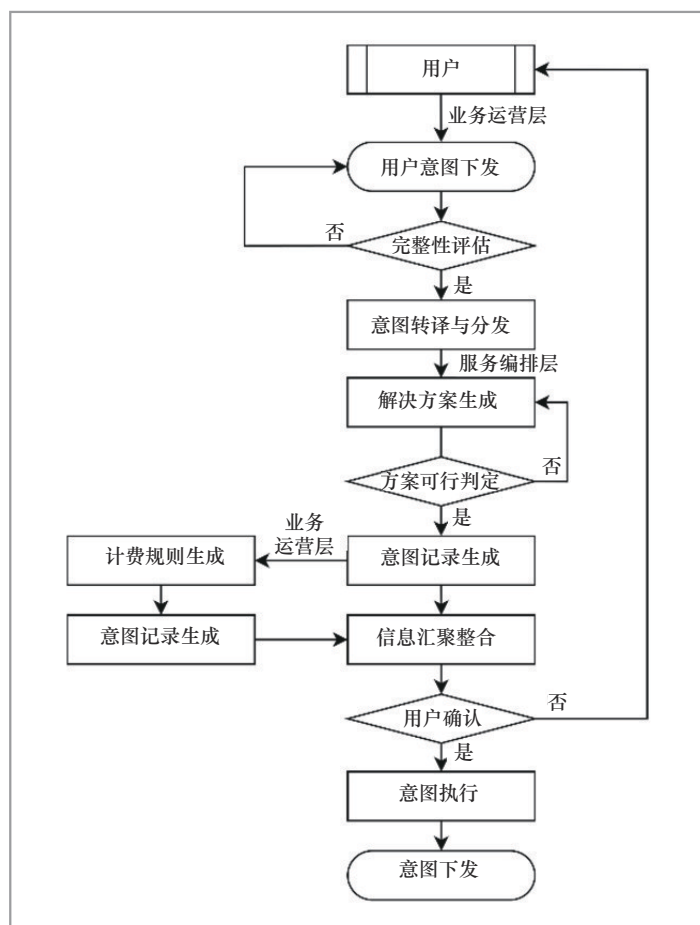


图3 业务开通意图处理流程

2.3 意图处理流程

用户侧开通意图处理流程如图3所示。业务运营层意图门户接收用户下发的意图，判断意图类型并进行完整性评估，若判定意图描述不完整，则与用户进行多轮对话，

补充完善意图需求。随后意图门户解析用户自然语言形式意图，将其转换为机器可读语言，并拆解为两条机器可读的意图，一条由业务运营层意图处理模块处理，一条由编排管理层意图门户接收。编排管理层意图门户转发至解析模块生成具体解决方案，发送至意图验证和生命周期管理模块。该模块对此解决方案进行可行性分析，并按需调用指令分发模块收集基础设施层关键数据。若判定为可行，则在生成对应

意图实例记录后反馈信息至业务运营层，生成计费规则。业务运营层意图门户汇聚两方意图解决方案信息，生成用户可读的反馈报告后交由用户确认。

由算网运维人员发起的意图处理流程如图4所示。系统首先判定是否需要用户感知，并执行不同流程，判定策略的核心依据为用户是否会受到直接影响及用户的订购费用是否需要发生变化。如果判定用户无须介入，则编排管理层意图处理系统

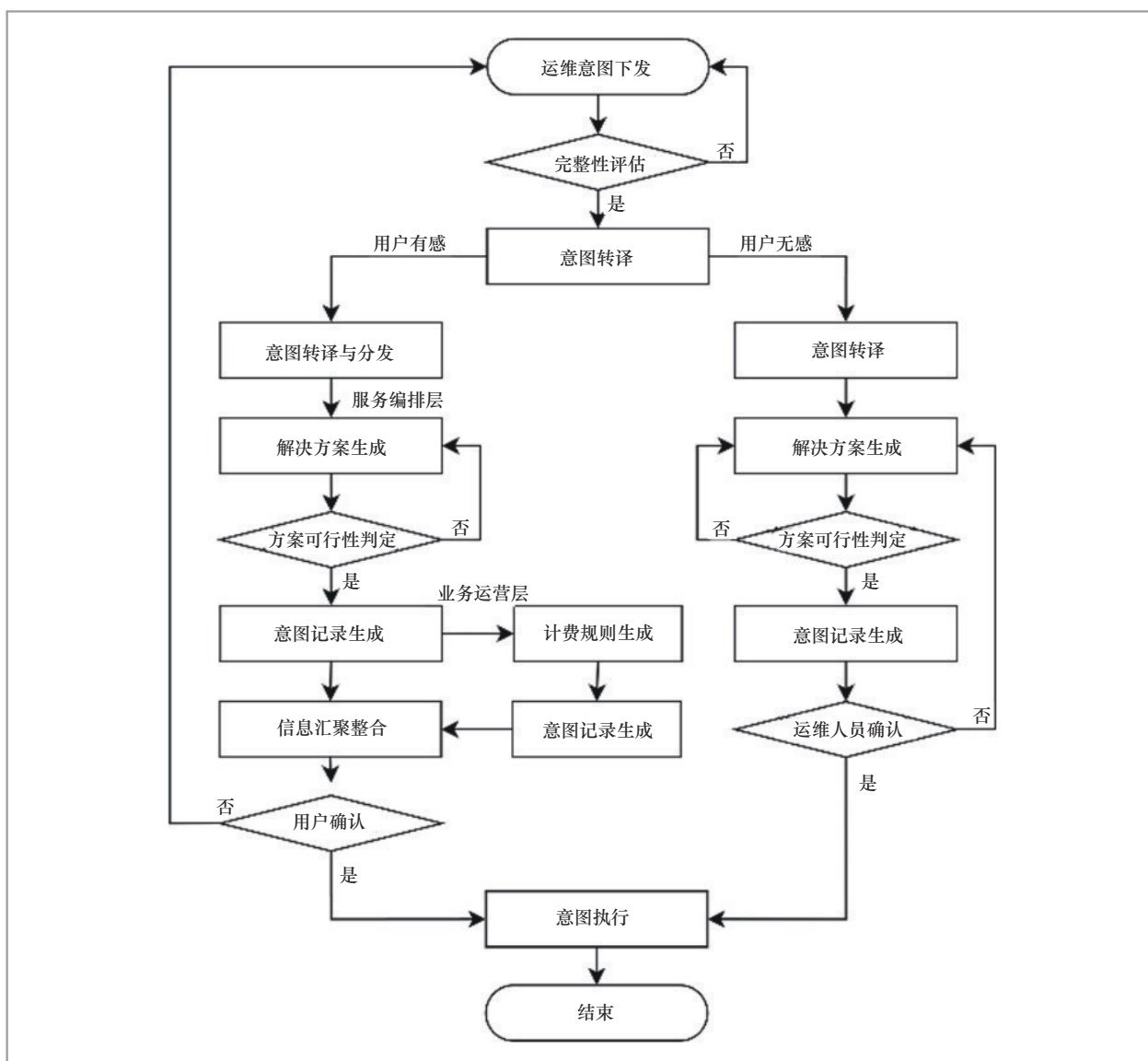


图4 运维意图处理流程

与算网大脑协同生成可行解决方案，并由运维人员确认后即可进行实现。若判定用户需要进行服务变更确认，则通过IM-1接口传递转译意图，分别进行方案生成，再汇总交由用户确认。

3 算网意图模型

3.1 意图公共模型总体结构

意图转译表达是算网意图驱动中的关键步骤，主要将算网用户的意图转译成算网设备能识别执行的策略，实现用户需求与算网资源编排调度之间的高效准确匹配。算网场景覆盖多要素能力，且用户需求种类繁多、灵活多变。为了实现用户业务需求的准确表达和意图在算网运营管理系统中的准确传递，需要针对算网场景的适用性设计合适的意图描述模型，通过规范的语言准确识别意图的应用场景、期望以及目标等属性，全面覆盖意图的表达范围，同时在意图处理模块与算网运营管理系统的交互过程中，减少不准确的意图表达给系统带来的不稳定因素。因此，本文针对算网典型的应用场景，综合考虑算网业务的全生命周期管理，设计了包含意图对象组件、意图可行性报告组件以及意图完成情况组件的算网意图公共模型，用于准确全面覆盖用户意图。

算网意图公共模型指定每个intentInstance 包含 intentObject、 feasibility Report 和 fulfillmentReport 三部分，分别表示意图对象、意图可行性报告和意图履行报告三部分。意图对象描述用户自然语言文本所涵盖的其对算网业务的期望、目标以及具体的条件，意图可行性报告用于描述完成意图解析后，反馈用户确认的目标所对应算网场景解决方案可行性及方案的规格参数，意图履行报告用于描述意图期望及目标的实现情况和算网解决方案的施行情况，实现用户意图的全生命周期管理。

如图5和表1所示，intentInstance 从意图的期望目标及具体条件、可实现性、履行状态等方面，实现对用户意图的转译、可行性分析、方案确认与跟踪汇报，实现用户意图的全生命周期管理。该模型参数在意图转译过程中由解析模块进行填充。

3.2 意图对象组件

intentObject 用于对用户自然文本形式意图分解后的进一步细化表示，描述原始意图解析后的用户对于算网业务的具体期望、目标及上下文，见表2。该组件主要由一到多条 intentExpectation 组成。intenteExpectation 可以进一步细分为作用对象和对该对象的期望目标信息参数，见表3。expectationObject 用于描述期望作用的算网场景或实例，

表1 intentInstance 组件详情

属性名称	限定符	类型	描述
intentInstanceId	M	Identifier	描述此意图实例的唯一全局标识符
intentObject	M	Object	描述意图所含有期望、目标及条件的信息
feasibiltyReport	O	Object	描述拆解后意图的方案信息与可行性信息
fulfillmentReport	O	Array	描述意图完成情况信息

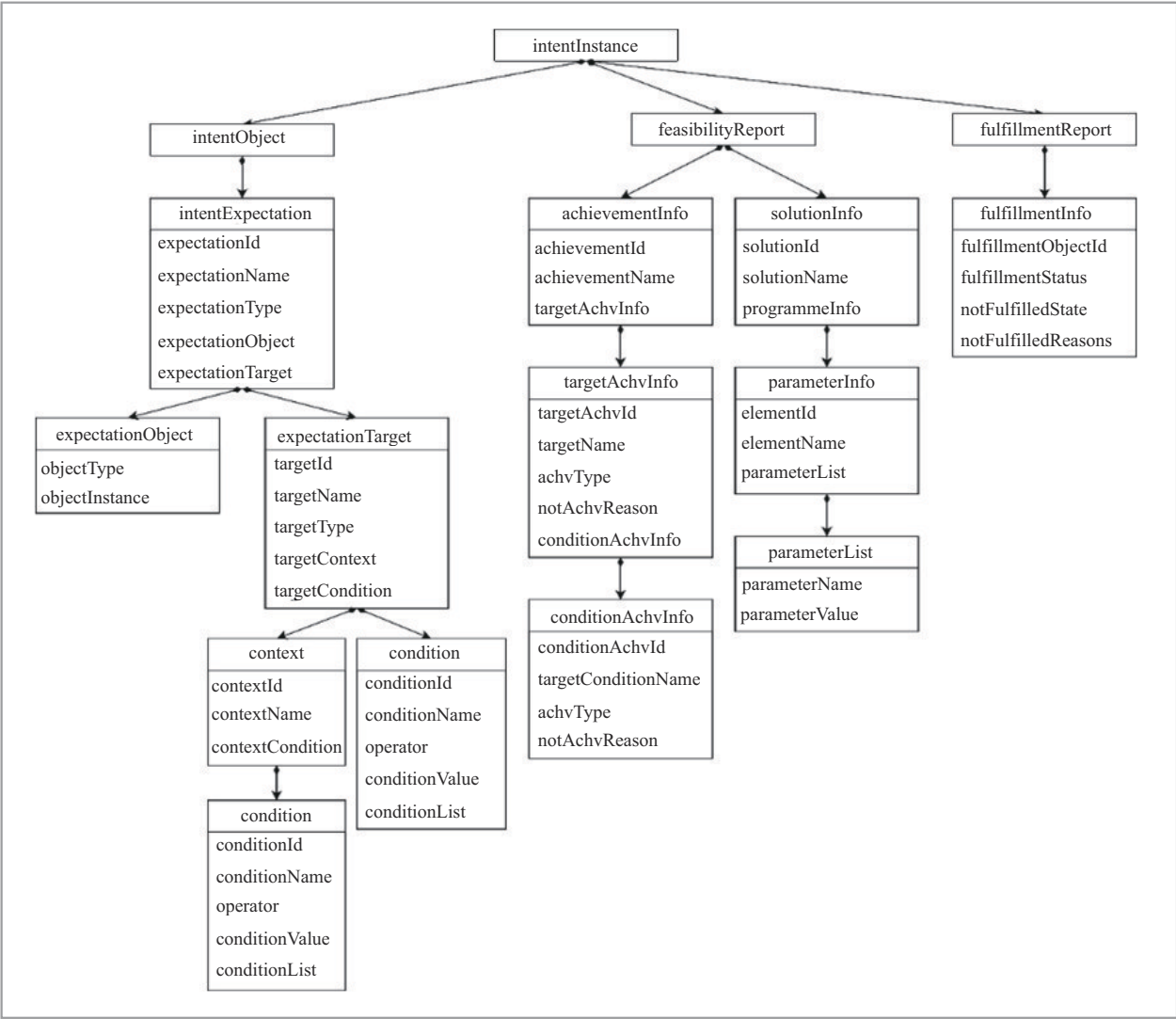


图5 意图公共模型示意

表2 intentObject组件详情

属性名称	限定符	类型	描述
intentId	M	Identifier	描述此意图对象的标识符
intentName	M	String	描述此意图名称
intentExpectation	M	Array	描述此意图的一到多个期望

ExpectationTarget 用于描述某个期望下对算网性能指标的特定要求，context 描述适用于特定情况的约束信息，condition 代表了期望目标需要满足的条件要求参数。

3.3 意图可行性报告组件

feasibilityReport 用于初步解析过后，经过“解决方案生成”和“方案可行性判定”环节进行填充，交由用户进行意图解

表3 intentExpectation 组件详情

属性名称	限定符	类型	描述
expectationId	M	Identifier	所对应的期望 ID
expectationName	M	String	期望的名称
expectationType	M	Enum	描述了意图期望类型的属性
expectationObject	O	Object	表示需要作用的意图期望对象信息
expectationTarget	M	Array	描述 expectationTarget 的列表,代表了意图性能指标的期望目标
context	O	Array	描述适用于特定 intentExpectation 的约束及条件的上下文列表
condition	O	Array	描述上下文需满足的条件

析结果的确认,见表4。在该类中,将对解析出来的期望信息进行逐条分析,给出可实现性结果和对应的解决方案。其中,achievementInfo 组件用于描述用户期望目标、条件的可实现性或不可实现的原因; solutionInfo 组件用于表示对用户意图解析完成后,算网解决方案及参数的具体信息。

3.4 意图完成情况组件

fulfilmentReport 用于描述用户意图完成情况的建模,组件给出完成情况的结果和未完成具体原因,实现对用户意图的生命周期管理,见表5。其中,fulfillmentReport 用于描述意图的履行情况,fulfillmentStatus 表示意图的履行状态;若该意图未正常执行,则通过

表4 feasibilityReport 组件详情

属性名称	限定符	类型	描述
feasibilityReportId	M	Identifier	描述此意图可行性的标识符
feasibilityReportName	M	String	描述此意图可行性的名称
achievementInfo	M	Object	描述用户意图的可实现性信息
solutionInfo	M	Object	描述解决方案的信息

表5 fulfillmentReport 组件详情

属性名称	限定符	类型	描述
fulfillmentReportId	M	Identifier	描述意图期望履行报告的 ID
fulfillmentReportName	M	String	描述意图期望履行报告的名称
associatedIntenId	CM	List	所关联的原有意图实例标识符,当依赖于原有意图实例时为必选
fulfillmentInfo	M	Array	描述意图、意图期望和目标的实现信息

表6 fulfillmentInfo 组件详情

属性名称	限定符	类型	描述
fulfillmentObjectId	M	Identifier	所对应的/期望/目标 ID
fulfillmentStatus	M	Enum	它描述了完成结果的当前状态
notFulfilledState	C	Enum	如果 fulfillmentStatus 取值为“未完成”,该属性为必选
notFulfilledReasons	O	String	描述未履行的原因

notFulfilledReasons 给出具体未实现原因，再由意图代理进行汇聚后反馈给用户（见表6）。

4 东数西存开通意图模型样例

4.1 东数西存业务场景及意图分析

东数西存是算力网络的典型应用场景和服务模式^[24]，通过构建数据中心、云计算、大数据一体化的新型算力网络体系，将东部地区产生的大量非实时处理或对网络时延要求不高的数据，通过高速网络传输到西部地区进行存储，利用西部地区的低成本优势来实现大规模、绿色、节能的数据存储，减轻东部地区的能源压力和环境负担，通过算网融合技术保障数据的安全高效传输，促进数据中心资源最大化共享、流通和利用。在东数西存场景中，算网大脑统一编排调度算力和网络能力要素，感知用户的业务需求，结合当前算力资源和网络资源的使用情况，选择合适的网络节点、传输路径和数据中心资源，以更低的成本和更高的效率保证数据高效传输。

当算网用户输入如下意图文本“我需要在2023年11月1日开始开通东数西存服务，每天产生的数据增量通常约为50 GB，所以需要带宽大于10 Mbit/s，通常从晚上8点开始进行数据传送，第二天早上8点以后暂停”。对意图文本进行意图解析，意图的产生者为终端用户，“开通东数西存业务”为用户的期望，“2023年11月1日”为开通东数西存服务的约束，“数据增量50 GB”“带宽大于10 Mbit/s”和“晚上8点开始进行数据传送，第二天早上8点以后暂停”为实现用户意图需要达成的条件。

4.2 模型填充示例

用户输入4.1节所示意图文本，运营层意图门户接收并判定意图类型，随后判断该意图是否完整。运营层意图门户解析自然文本形式的用户意图，填充意图对象信息以完整覆盖意图文本所表达的内容，将其送至编排管理层意图解析模块以生成具体方案。在该过程中，由运营层填充的意图对象信息使用数据序列化语言（YAML Ain't a markup language, YAML）格式表达，如图6所示。intentId是此意图实例的唯一全局标识符，intentName描述了该文本为东数西存业务的开通意图；expectationObject描述了需要作用的意图期望对象信息，包括objectType期望对象类型“用户”、objectScenario应用场景“东数西存”，以及elementType算网要素类型“云、网”；expectationTarget用于描述满足意图所需实现的条件列表，包括在targetContext目标上下文“2023年11月

```
1. intentObject:
2.   intentId: "2f5d01a1-1cef-4067-9280-f6dcf086b43c"
3.   intentName: "customeropeningserviceEDWS"
4.   intentExpectation:
5.     expectationId: "0be83a42-e9d6-41c7-802d-e3e6e99ae2c0"
6.     expectationName: NULL
7.     expectationType: operation
8.     expectationObject:
9.       objectType: customer
10.      objectInstances: NULL
11.      objectScenario: East-data-west-storage
12.      elementType: Cloud, Network
13.      expectationContext: NULL
14.      expectationTarget:
15.        targetId: "4634604c-dd94-4981-a38c-7dcde2e5c9f0"
16.        targetName: customer001openingserviceEDWS-1
17.        targetType: opening
18.        targetContext:
19.          contextId: "6d54d81d-9585-45c4-afb6-8fa2293a4644"
20.          contextName: NULL
21.          contextCondition:
22.            conditionId: "84e3c1a8-5c8d-4299-9c82-94f466c3b4e1"
23.            conditionName: openingdate
24.            operator: equals to
25.            conditionValue: "2023-11-01"
26.          targetCondition:
27.            conditionId: "84e3c1a8-5c8d-4299-9c82-94f466c3b4e1"
28.            conditionName: bandwidth
29.            operator: larger than
30.            conditionValue: 10M
31.            conditionId: "8a5b2n78-7d9a-4751-4z92-81a998b1n5d2"
32.            conditionName: throughput
33.            operator: equals to
34.            conditionValue: 50G
35.            conditionId: "23b6m0c9-2j8z-7841-2n98-89u912m4d4o9"
36.            conditionName: peakduration
37.            operator: equals to
38.            conditionValue: "20:00:00 08:00:00"
```

图6 意图对象信息的YAML格式表达

1日开通业务”的情况下，需要实现的目标条件 targetCondition “带宽大于 10 Mbit/s”“数据增量 50 GB”“开通时间为晚 8 点至次日 8 点”。

服务编排层的解析意图门户发送的意图对象信息，判断用户意图及目标的可行性，并转化为具体的意图处理解决方案，以意图可行性报告的形式发送到业务运营层，交由用户确认。该模型使用 YAML 格式表达，如图 7 所示。feasibilityReportId 是描述该意图可行性的标识符，achievementInfo 描述用户意图的可实现性信息，包括了“带宽”“数据增量”和“开通时间”3 类条件，实现类型 achvType 均为“可实现”，solutionInfo 用于描述东数西存解决方案信息，包括解决方案涉及的能力要素 elementName “存储”“专线”“负载均衡信息”及涉及的参数列表 parameterList。

```
1. feasibilityReport:
2.   feasibilityReportId: "98e3c2a7-5v9c-8564-4t72-94f957n6x9n1"
3.   feasibilityReportName: feadbackcustomeropeningserviceEDWS
4.   achievementInfo:
5.     achievementId: ach0001
6.     achievementName: customer001openingserviceEDWS001feedbackach
7.     targetAchvInfo:
8.       targetAchvId: "1"
9.       targetName: NULL
10.      achvType: achievable
11.      notAchvReason: NULL
12.      conditionAchvInfo:
13.        conditionAchvId:
14.          targetConditionName: bandwidth
15.          achvType: achieved
16.          notAchvReason: NULL
17.        targetAchvId: "2"
18.        targetName: NULL
19.        achvType: achievable
20.        notAchvReason: NULL
21.        conditionAchvInfo:
22.          conditionAchvId:
23.            targetConditionName: throughout
24.            achvType: achieved
25.            notAchvReason: NULL
26.          targetAchvId: "3"
27.          targetName: NULL
28.          achvType: achievable
29.          notAchvReason: NULL
30.          conditionAchvInfo:
31.            conditionAchvId:
32.              targetConditionName: openingdate
33.              achvType: achieved
34.              notAchvReason: NULL
35.      solutionInfo:
36.        solutionId: "1"
37.        solutionName: solutioncustomeropeningserviceEDWS
38.        elementInfo:
39.          elementId: "001"
40.          elementName: storage
41.          parameterList:
42.            size: 50G
43.            share: yes
44.            location: Zhejiang
45.            pool: zhejiang-hangzhou-001
46.            flavor: 1
47.          elementId: "002"
48.          elementName: private-line
49.          parameterList:
50.            accessWay: PTN
51.            requestNumIPv4: 20
52.            requestNumIPv6: 0
53.            interfaceType: FE-RJ45
54.          elementId: "003"
55.          elementName: load-balance
56.          parameterList:
57.            location: Zhejiang
58.            pool: zhejiang-hangzhou-001
59.            flavor: advance001
60.            balancingCount: 2
```

图7 意图可行性报告的YAML格式表达

```
1. fulfillmentReport:
2.   fulfillmentReportId: "25q4c2a0-8d9x-3595-6189-72z284n6m2b4"
3.   fulfillmentReportName: "reportofcustomeropeningserviceEDWS"
4.   associatedIntentId: NULL
5.   fulfillmentInfo:
6.     fulfillmentObjectId: "6883573e-ba4e-4fd5-8df5-f59b6c365b5b"
7.     fulfillmentStatus: notfulfilled
8.     notFulfilledState: compliant
9.     notFulfilledReasons: NULL
```

图8 意图完成情况的YAML格式表达

性，并转化为具体的意图处理解决方案，以意图可行性报告的形式发送到业务运营层，交由用户确认。该模型使用 YAML 格式表达，如图 7 所示。feasibilityReportId 是描述该意图可行性的标识符，achievementInfo 描述用户意图的可实现性信息，包括了“带宽”“数据增量”和“开通时间”3 类条件，实现类型 achvType 均为“可实现”，solutionInfo 用于描述东数西存解决方案信息，包括解决方案涉及的能力要素 elementName “存储”“专线”“负载均衡信息”及涉及的参数列表 parameterList。

算网大脑意图处理模块维护用户意图完成情况信息，以实现对该意图的生命周期管理。用户意图下发后，通过运营层入口查询意图处理进度，算网大脑意图处理模块将意图完成情况信息发送到运营层交由用户查看。意图完成情况使用 YAML 格式表达，如图 8 所示。fulfillmentReportId 是描述该意图期望履行报告的标识符，fulfillmentInfo 表示意图、意图期望和期望目标的实现信息，其中，fulfillmentStatus 表示该意图的完成状态为“未完成”，notFulfilledState 表示该意图的未完成原因为“可行”，即方案部署中。

4.3 开通意图功能验证

为了验证算网意图模型在算网业务开展中的有效性和适用性，本文选取了具有代表性的东数西存业务开通流程作为研究案例，涵盖业务咨询、业务开通及进度查询完整周期，在算网大脑原型系统上进行功能性验证。如图 9 所示，用户通过运营门户的交互界面提交包含业务咨询意图的文本输入，意图处理模块对其语义进行分析，依据用户需求精准关联为东数西存业务场

景，生成东数西存场景介绍并向用户反馈。

完成业务咨询后，用户可通过对话形式实现业务开通，如图 10 所示。用户通过交互界面输入详细的业务需求文本，编排管理层意图处理模块接收并对其语义进行分析，结合实时算网资源状态，转化为具体的意图处理解决方案，并告知意图目标的可行性，交由用户确认。

完成下单后，用户可通过对话形式实时查询实例进度，如图 11 所示。用户可通过交互界面提交查询业务进度的文本输入，意图处理模块对其语义进行分析，并展示当前业务进度。

5 结束语

本文针对算网传统业务开通模式依赖人工参与，导致业务数据难以即时解析的问题，引入意图驱动理论，研究面向算力网络的意图驱动方法，构建了一套基于意图增强的算网运营管理系统的架构。为了实现用户意图的准确表达，本文设计了用于描述用户意图的标准模板，给出了具体的意图模型组件，最后针对东数西存的典型算网业务场景给出模型样例，在算网大脑原型系统进行功能验证，为算网运营管理系统的智能化演进提供了新的思路。本文的研究取得了一定成果，但仍存在进一步需要完善和改进之处，今后还需针对意图转译后的策略生成、策略选择方法进行研究，最终实现在实际算网场景中的落地。

参考文献：

[1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施



图 9 用户交互界面:业务咨询

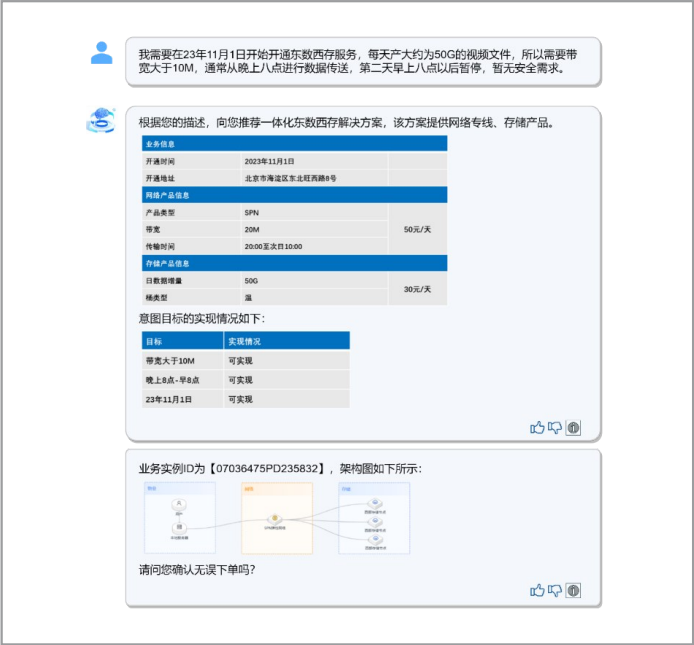


图 10 用户交互界面:业务开通

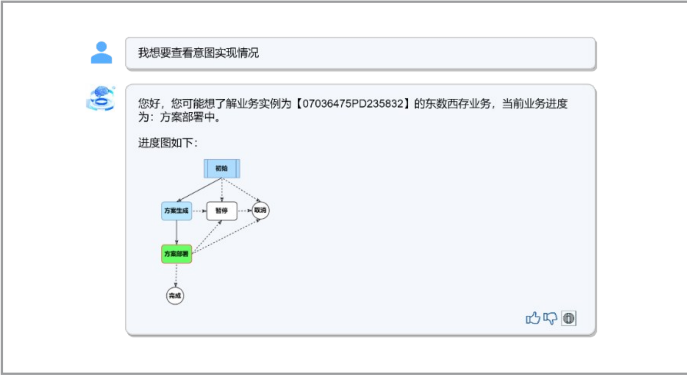


图 11 用户交互界面:进度查询

- 方案[Z]. 2021.
- National Development and Reform Commission. Implementation plan for computing hub of national integrated big data center collaborative innovation system[Z]. 2021.
- [2] 雷波, 刘增义, 王旭亮, 等. 基于云、网、边融合的边缘计算新方案: 算力网络[J]. 电信科学, 2019, 35(9): 44–51.
- LEI B, LIU Z Y, WANG X L, et al. Computing network: a new multi-access edge computing[J]. Telecommunications Science, 2019, 35(9): 44–51.
- [3] TANG X Y, CAO C, WANG Y X, et al. Computing power network: the architecture of convergence of computing and networking towards 6G requirement[J]. China Communications, 2021, 18(2): 175–185.
- [4] 段晓东, 姚惠娟, 付月霞, 等. 面向算网一体化演进的算力网络技术[J]. 电信科学, 2021, 37(10): 76–85.
- DUAN X D, YAO H J, FU Y X, et al. Computing force network technologies for computing and network integration evolution[J]. Telecommunications Science, 2021, 37(10): 76–85.
- [5] 曹畅, 唐雄燕. 算力网络关键技术及发展挑战分析[J]. 信息通信技术与政策, 2021(3): 6–11.
- CAO C, TANG X Y. Analysis of key technologies and development challenges of computing power network[J]. Information and Communications Technology and Policy, 2021(3): 6–11.
- [6] 鲁蔚征, 戴奇志, 张策. 面向算力网络的跨域数据管理方法[J]. 大数据, 2024, 10(2): 94–108.
- LU W Z, DAI Q Z, ZHANG C. Cross-domain data management for computing power networks[J]. Big Data Research, 2024, 10(2): 94–108.
- [7] 陈成, 陈跃国, 刘宸, 等. 意图知识图谱的构建与应用[J]. 大数据, 2020, 6(2): 57–68.
- CHEN C, CHEN Y G, LIU C, et al. Constructing and analyzing intention knowledge graphs[J]. Big Data Research, 2020, 6(2): 57–68.
- [8] ONF T R. Intent NBI – definition and principles[EB]. 2016.
- [9] 中国移动通信集团有限公司. 算力网络白皮书[R]. 2021.
- China Mobile Communications Corporation Co., Ltd. Computing force network white paper[R]. 2021.
- [10] 任晓旭, 谭靖超, 邓辉, 等. 基于端边云超融合的算力网络架构[J]. 计算机应用, 2022, 42(z1): 195–200.
- REN X X, TAN J C, DENG H, et al. Computing power network framework based on end-edge-supercloud collaboration[J]. Journal of Computer Applications, 2022, 42(z1): 195–200.
- [11] 何涛, 杨振东, 曹畅, 等. 算力网络发展中的若干关键技术问题分析[J]. 电信科学, 2022, 38(6): 62–70.
- HE T, YANG Z D, CAO C, et al. Analysis of some key technical problems in the development of computing power network[J]. Telecommunications Science, 2022, 38(6): 62–70.
- [12] 中国移动通信集团有限公司. 算网大脑白皮书[R]. 2022.
- China Mobile Communications Corporation Co., Ltd. Brain of computility network white paper[R]. 2022.
- [13] 周俊, 刘克清, 王世魁, 等. 算网大脑智能化建模和决策方法研究[J]. 电信科学, 2023, 39(9): 54–62.
- ZHOU J, LIU K Q, WANG S K, et al. Research on intelligent modeling and policy making of CNC brain[J]. Telecommunications Science, 2023, 39(9): 54–62.
- [14] CHAO W, HORIUCHI S. Intent-based cloud service management[C]//Proceedings of the 2018 21st Conference on In-

- novation in Clouds, Internet and Networks and Workshops (ICIN). Piscataway: IEEE Press, 2018: 1-5.
- [15] RAFIQ A, MEHMOOD A, AHMED KHAN T, et al. Intent-based end-to-end network service orchestration system for multi-platforms[J]. Sustainability, 2020, 12(7): 2782.
- [16] LIM H, KIM Y. A design of service function chaining with VNF and CNF on cloud native environment[C]//Proceedings of the 2021 International Conference on Information and Communication Technology Convergence. IEEE, 2021: 1467-1469.
- [17] COMER D, RASTEGATNIA A. OSDF: an intent-based software defined network programming framework[C]//Proceedings of the 2018 IEEE 43rd Conference on Local Computer Networks. Piscataway: IEEE Press, 2018: 527-535.
- [18] SKÖLDSTRÖM P, JUNIQUE S, GHAF-OOR A, et al. DISMI - an intent interface for application-centric transport network services[C]//Proceedings of the 2017 19th International Conference on Transparent Optical Networks. Piscataway: IEEE Press, 2017: 1-4.
- [19] 张佳鸣. 基于知识图谱的网络安全意图配置研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2022.
- ZHANG J M. Research on network security intent deployment based on knowledge graph[D]. Xi'an: Xidian University, 2022.
- [20] 宋延博, 高先明, 杨春刚, 等. 意图驱动的韧性网络安全研究[J]. 系统工程与电子技术, 2024, 46(9): 3211-3220.
- SONG Y B, GAO X M, YANG C G, et al. Research on intent-driven resilience network security[J]. Systems Engineering and Electronics, 2024, 46(9): 3211-3220.
- [21] MERCIAN A, KIRAN M, POUYOUL E, et al. INDIRA: "application intent" network assistant to configure SDN-based high performance scientific networks [C]//Proceedings of the Optical Fiber Communication Conference. Piscataway: IEEE Press, 2017.
- [22] KIRAN M, POUYOUL E, MERCIAN A, et al. Enabling intent to configure scientific networks for high performance demands[J]. Future Generation Computer Systems, 2018, 79: 205-214.
- [23] LIAO B S, GAO J. An automatic policy refinement mechanism for policy-driven grid service systems[C]//Grid and Cooperative Computing - GCC 2005. Heidelberg: Springer, 2005: 166-171.
- [24] 童楠楠, 陈东, 李慧颖, 等. "东数西算"工程建设的现状、问题与对策[J]. 大数据, 2023, 9(5): 9-19.
- TONG N N, CHEN D, LI H Y, et al. Research on the internal logic and solution of the "Channel Computing Resources from the East to the West" project[J]. Big Data Research, 2023, 9(5): 9-19.

作者简介



王晓晗 (1997-), 男, 中国移动通信有限公司研究院人工智能与智慧运营中心解决方案工程师, 主要研究方向为算力网络、人工智能等。



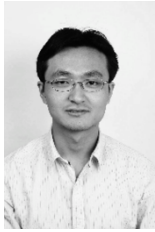
赵鹏（1987-），男，中国移动通信有限公司研究院人工智能与智慧运营中心主任研究员、高级工程师，主要研究方向为人工智能、算力网络、5G等。



唐国华（1990-），男，中国移动通信有限公司研究院人工智能与智慧运营中心解决方案工程师，主要研究方向为算力网络、算网大脑等。



王琛（1995-），男，中国移动通信有限公司研究院人工智能与智慧运营中心解决方案工程师，主要研究方向为算力网络运营管理、算网大脑标准化等。



袁向阳（1978-），男，中国移动通信有限公司研究院人工智能与智慧运营中心副总经理，主要研究方向为BSS、OSS等IT支撑系统及AI技术在网络智能化中的应用。

收稿日期: 2024-10-21
通信作者: 王晓晗, wangxiaohan@chinamobile.com