

LLM-Based 的网络智能体保障 5G 业务体验方案研究

Research on LLM-Based Network Agent Ensuring 5G Service Experience Scheme

赵永建,赵占纯,张 玎,武亚龙,刘志飞(中国联通研究院,北京 100048)

Zhao Yongjian,Zhao Zhanchun,Zhang Ding,Wu Yalong,Liu Zhifei(China Unicom Research Institute,Beijing 100048,China)

摘 要:

大模型技术的广泛应用使之成为提升网络运营智能化水平的关键手段。大模型应用的高级形态从副驾驶(Copilot)演进为智能体(Agent),自主处理业务人员的意图。探讨了智能体的基础架构和应用流程,分析了基于大模型的网络 Agent,与 5G 业务质量感知系统、网络控制系统等协同,主动实现客户体验感知和优化的自动化闭环方案。

关键词:

大模型;网络智能体;5G 业务优化;闭环自动化

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2025.11.004

文章编号:1007-3043(2025)11-0018-06

中图分类号:TP311

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

The widespread application scenarios of large model technology make it a key means to improve the level of network operation intelligence. The advanced form of big model applications has evolved from Copilots to Agents, which can autonomously handle the intentions of operations personnel. It explores the infrastructure and application process of intelligent agents, analyzes network agents based on large models, which collaborates with user quality perception systems and network control systems to actively achieve an automated closed-loop solution for customer experience perception and optimization.

Keywords:

LLM; Network agent; 5G business optimization; Closed loop automation

引用格式:赵永建,赵占纯,张玎,等. LLM-Based 的网络智能体保障 5G 业务体验方案研究[J]. 邮电设计技术,2025(11): 18-23.

1 大模型是智能化提升的关键技术手段

1.1 大模型发展概述

2022 年底,由 OpenAI 发布的 ChatGPT 引发了社会的广泛关注,在“大模型+大数据+大算力”的加持下,ChatGPT 能够通过自然语言交互完成多种任务,表现了多场景、多用途、跨学科的任务处理能力。ChatGPT 引发了 AGI(Artificial General Intelligence)的发展热潮,国内外上百家公司竞技基础通用大模型,抢占人工智能产业制高点。美国 Open AI 公司开发的

GPT-4 大模型是行业标杆,Google 开发的 Gemini 支持 100 万超长提示 Token,Anthropic 公司的 Claude 视频生成能力突出,Meta AI 开发的 LLaMA 以最强开源大模型著称。国内百度公司的文心大模型、阿里云的通义大模型、科大讯飞的星火大模型、月之暗面的 Kimi 大模型是当前国内影响力最大、应用最广泛的大模型。华为的盘古大模型以基础大模型+行业大模型为主,深耕行业应用,清华智谱的 GLM-4 大模型、百川智能的百川大模型在开源方面走在前列。

大模型因其强大的语言理解、文本生成、逻辑推理、知识问答、代码生成、数据分析、多模态能力,可在自动化生成文案、自动客服、人机互动、数据洞察、辅

收稿日期:2025-10-09

助决策场景有广泛的应用。目前大模型的发展进入第2阶段,重心由以基础大模型锤炼为主的技术研发阶段过渡到以应用驱动的场景赋能阶段。

据Gartner预测,2026年将有超过80%的企业在生产环境中使用生成式人工智能API或支持生成式人工智能的应用程序,大模型将像PC时代的操作系统一样,成为人工智能领域的关键基础设施。

1.2 大模型应用场景及应用模式

在通信网络运营领域,大模型可广泛应用于规划、建设、维护、优化、运营各生成环节,按照精度要求、风险容忍度等划分,通信领域大模型^[1]应用场景根据实施难度可划分为3类场景(见表1)。

表1 大模型在网络运营中的应用场景

参考项	初级场景	中级场景	高级场景
特征	精度要求低、实施风险低的非核心业务	精度要求较高、具有一定风险的辅助业务	风险高、容忍度低,任务差异大,数据多模态
应用场景	文档问答 营销文案 操作指导 信息查询	客服投诉 工单生成 告警摘要 网络规划 日志摘要 异常检测	故障诊断 故障处理建议 网络配置

如图1所示,从人机交互协同的角度,大模型应用模式可分为嵌入(Embedding)、副驾驶(Copilot)和智能体(Agent)3种模式,决策权逐渐由人类转向AI。在Embedding模式中,人拆解任务,在某(几)个局部任务中AI提供信息或建议,在这种模式下,AI执行命令,人

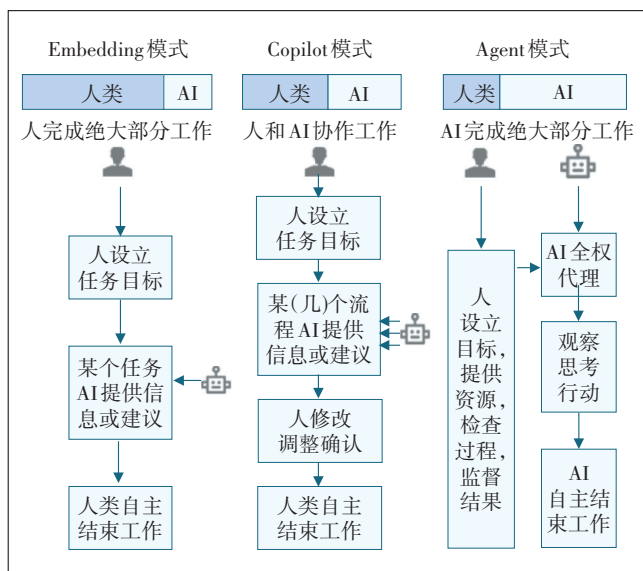


图1 人机交互模式示意

是决策者和指挥者,突显了人在流程和决策中的主导作用。在Copilot模式中,人和AI是合作伙伴,共同参与工作流程。AI提供建议、协助完成工作,此模式下AI是知识丰富的合作伙伴,而非简单的工具。在Agent模式中,人机一站式交互,人只需要设置目标、提供资源,并监督进程和评估结果,Agent全权代理,自主进行任务的理解、拆分、工具选择和任务执行。

智能体模式比嵌入模式和副驾驶模式更高效,将成为未来人机协同的主要模式。Agent模式的大模型应用将是AI应用的目标和方向。

2 大模型应用架构

2.1 行业大模型应用总体架构

通信行业大模型应用架构总体上可分为4层。

- 基础大模型提供通用语言、视频、多模态能力。
- 领域大模型基于通信行业大量特定的行业数据和行业知识训练和校准,提供行业大模型服务。
- 模型工具层提供大模型的微调工具,以及LlamaIndex、LangChain、Assistant API等大模型应用开发工具和能力,促进大模型应用。
- 模型应用层面向用户开发的AI应用(包含各种Copilot和Agent),直接促进组织增长收入和提升效率。

通信行业大模型应用基本框架如图2所示。

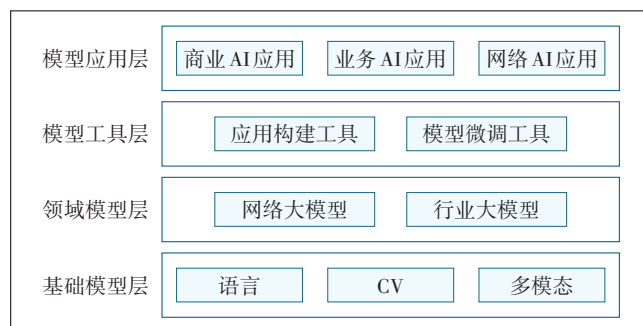


图2 通信行业大模型应用框架

从基础模型到领域模型,遵从由“通”到“专”的分层模式。分层解耦架构有利于从基础模型到领域的快速开发和应用,基础模型为领域模型提供初始化加速收敛,模型应用在实际问题中通过积累案例数据或行业经验反哺行业模型。

模型应用开发工具是大模型应用开发必备的工具栈,如模型微调、向量数据库、知识增强检索、langChain开发框架等,促进大模型服务和应用。

2.2 大模型应用技术架构

基于大模型的应用一般会需要一些大模型不具备的专有知识,需要与其他系统的接口实现某项功能。大模型应用架构设计基于是否需要补充知识、是否需要对接其他系统、是否值得模型微调,来确定大模型应用架构,基本思路如图3所示。

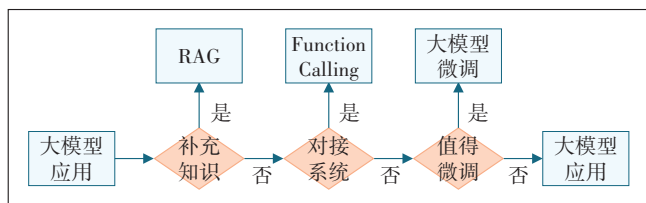


图3 大模型应用构造示意

根据大模型应用的需求,RAG、Function Calling、微调功能按需配置。以某应用同时需要上述3个能力为例,其大模型应用技术架构如图4所示。

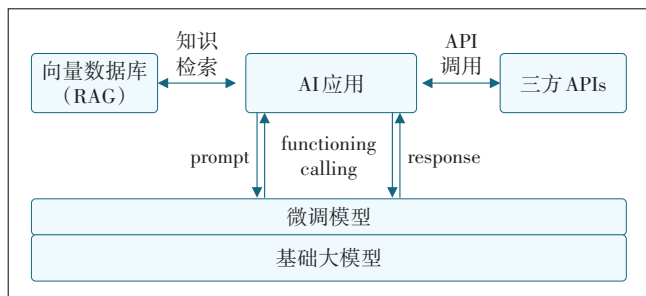


图4 大模型应用技术架构

a) AI应用接收用户问题(query)后,首先去向量数据库进行知识查询,确认是否有专业知识相匹配,并召回相关的专业知识。

b) AI应用召回专业知识后,将专业知识和用户query组合在一起作为提示词,通过prompt发送到大模型。

c) 大模型判断该请求需要调用第三方API,将第三方API调用需要的参数字段提取出来返回给AI应用。

d) AI应用将参数封装成API请求调用第三方API。

e) AI应用将第三方API返回的结果发送到大模型,大模型将其转换为自然语言反馈给AI应用。

3 基于网络智能体的5G业务体验保障方案

3.1 5G业务体验保障业务场景及支撑系统现状

当业务需求为对某重点区域的重点业务进行保

障时(如某体育馆区域,在某个时段需要保障某类业务的质量和可用性,比如扫码支付业务),首先基于网络资源管理系统圈出重点区域的5G基站和小区,5G业务感知系统通过分析DPI、MR、TRACE等数据,可感知特定基站和小区的业务质量,并识别质差业务^[2]。质差业务对应的小区 and 基站与无线网优系统中的质差小区进行匹配(如弱覆盖、重叠覆盖、天线故障、高负荷、参数),无线网优系统识别无线网引起的质差根因。发现根因后,对于可远程解决的问题,通过登录无线OMC对方向角、功率、参数进行远程调整,提升业务质量,从而解决问题;对于无法远程解决的问题提供解决方案,由调度人员进行现场处理。

当前业务流程及系统支撑现状如图5所示。

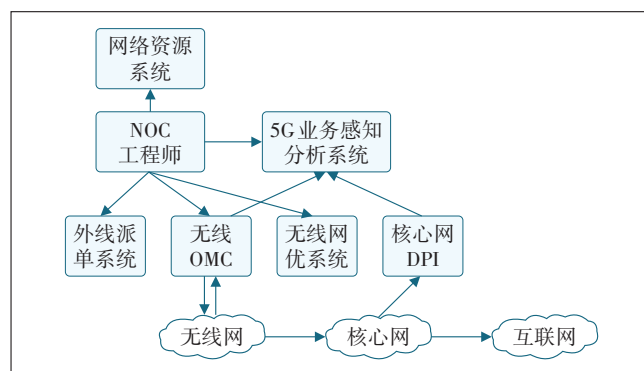


图5 5G重保业务逻辑示意

5G业务感知分析系统分析无线OMC和DPI数据,将位置信息与业务信息结合,可分析出特定时间特定区域的具体业务质量,并根据门限值设定分析是否为质差业务。当前5G业务质差识别系统主要基于可编排规则或AI小模型实现,并对外提供API查询接口。

无线网优系统可查询某区域的无线覆盖情况、容量情况、故障情况、参数配置情况。

具体业务体验保障流程如下。

a) NOC工程师登录5G业务感知系统识别特定业务质差情况。

b) NOC工程师登录5G网优系统查询,并进行质差根因分析,判断是否为无线网(弱覆盖、天线故障、参数、高负荷)引起的质差。

c) 对于无线网引起的异常,若可远程解决,NOC工程师登录OMC进行远程修复。若不能远程解决,NOC工程师派发工单,调度相关人员现场解决。

该方案存在的问题是不能及时发现业务质差问题,发现后需要人工登录不同的系统进行根因分析和

异常处置。人工参与的节点多,异常处置慢。

3.2 LLM-Based的智能体基础架构及应用流程

AI智能体是人工智能代理(Artificial Intelligence Agent),可以感知环境、进行决策和执行动作,具备自主性和自适应性。

因大语言模型具有语言理解生成、知识学习、复杂推理、自主学习等人工智能必需的核心能力,在基于大语言模型的AI智能体中^[3],LLM充当智能体大脑角色。基于大模型的智能体的一般架构如图6所示。

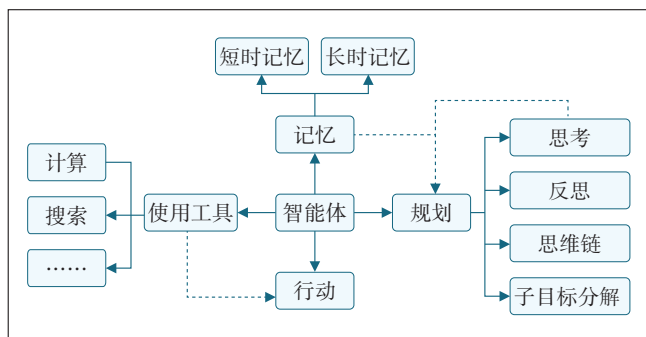


图6 智能体系统架构

智能体构造主要涉及如下三大主要功能。

a) 规划推理能力。将复杂任务分解为更多的简单子任务,明确执行子任务的顺序及执行子任务需要具备的知识,这主要基于Prompt及大语言模型实现。

b) API能力使用。明确可以调用的API能力描述及参数设置要求,进行能力调用,这主要基于Function Calling实现。

c) 记忆。分为长时记忆和短时记忆。完成一个意图涉及多个任务,完成一个任务的过程记录到短时记忆,跨任务信息、知识存储到长时记忆储中。基于短时记忆和长时记忆辅助解决问题。

智能体解决方案的一般流程如图7所示。

基于智能体构建的基本功能和基本流程,可知智能体构建的最关键功能是规划推理能力,构造的Prompt应明确、具体,LLM接收的任务越明确,越有利

于LLM的思考和推理。

3.3 基于大模型的智能体解决方案

面向特定场所特定业务的体验保障,构建1个基于大模型的5G业务保障智能体,该智能体具备语言意图识别、服务编排能力,通过调用各业务系统的API,实现质差业务闭环保障,达到人机一站式交互的大模型Agent业务模式。

本智能体应用涉及的外部工具主要包括5G资源管理系统、5G业务感知系统、5G无线网优系统、外线派单系统、5G控制系统(OMC),涉及的知识图谱为无线优化方案知识库。基本业务解决框架如图8所示。

上述方案基于大模型和知识图谱协同实现,知识图谱(优化方案知识库)提供无线质差根因及对应的解决方案知识。考虑到外线派单及无线操作接收的都是操作指令。且操作之前需要人工审核。本方案中的Agent仅处理到优化方案建议,后续操作由运维人员登录OMC远程恢复,或通过与智能体交互触发判单动作。

基本业务流程如图9所示。

基于以上的业务处理过程,人和智能体交互2次。第1次,智能体判断是否需要业务优化,若需要业务优化,给出远程操作建议或外线派单建议。第2次,运维人员基于远程操作建议或外线派单建议让智能体进行外线派单操作,若可以远程修复,人工登录OMC根据修复方案完成远程修复。本期方案暂不让智能体执行远程操作。

3.4 智能体构造方案

5G业务保障智能体构造需要明确智能体使用的大模型、可以使用的工具列表、工作目录以及Prompt。智能体最核心的能力是规划推理能力,主要基于Prompt指示大模型进行反思、思考、推理及实施。5G业务保障智能体构建Prompt模板的过程和示例如下。

a) 定义大模型的角色。对大模型的角色进行定义,如你是强大的AI助手,可以使用工具和指令自动

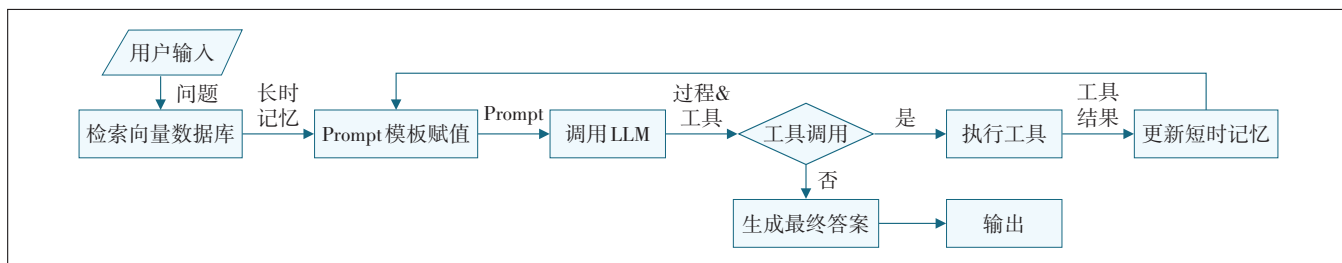


图7 智能体应用示意

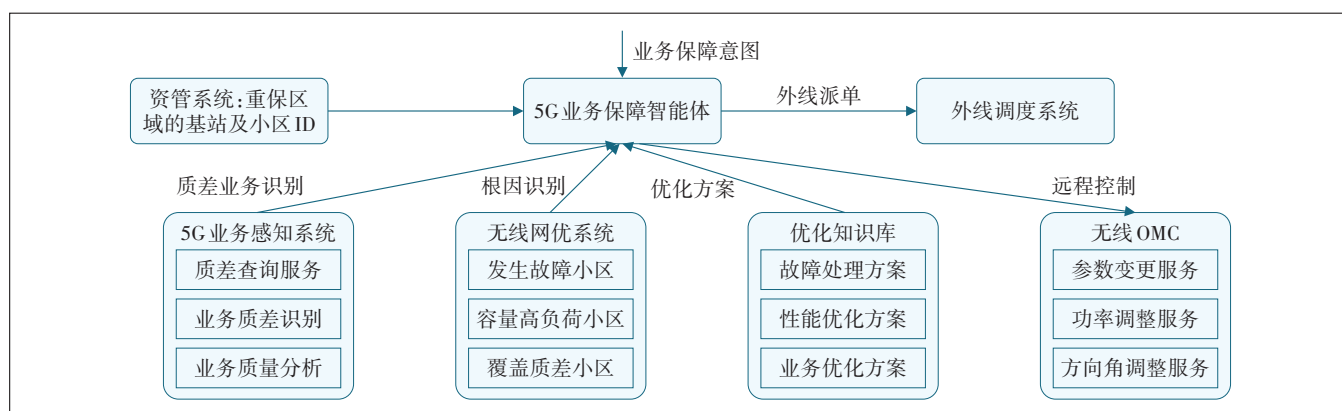


图8 重保5G业务智能体应用示意

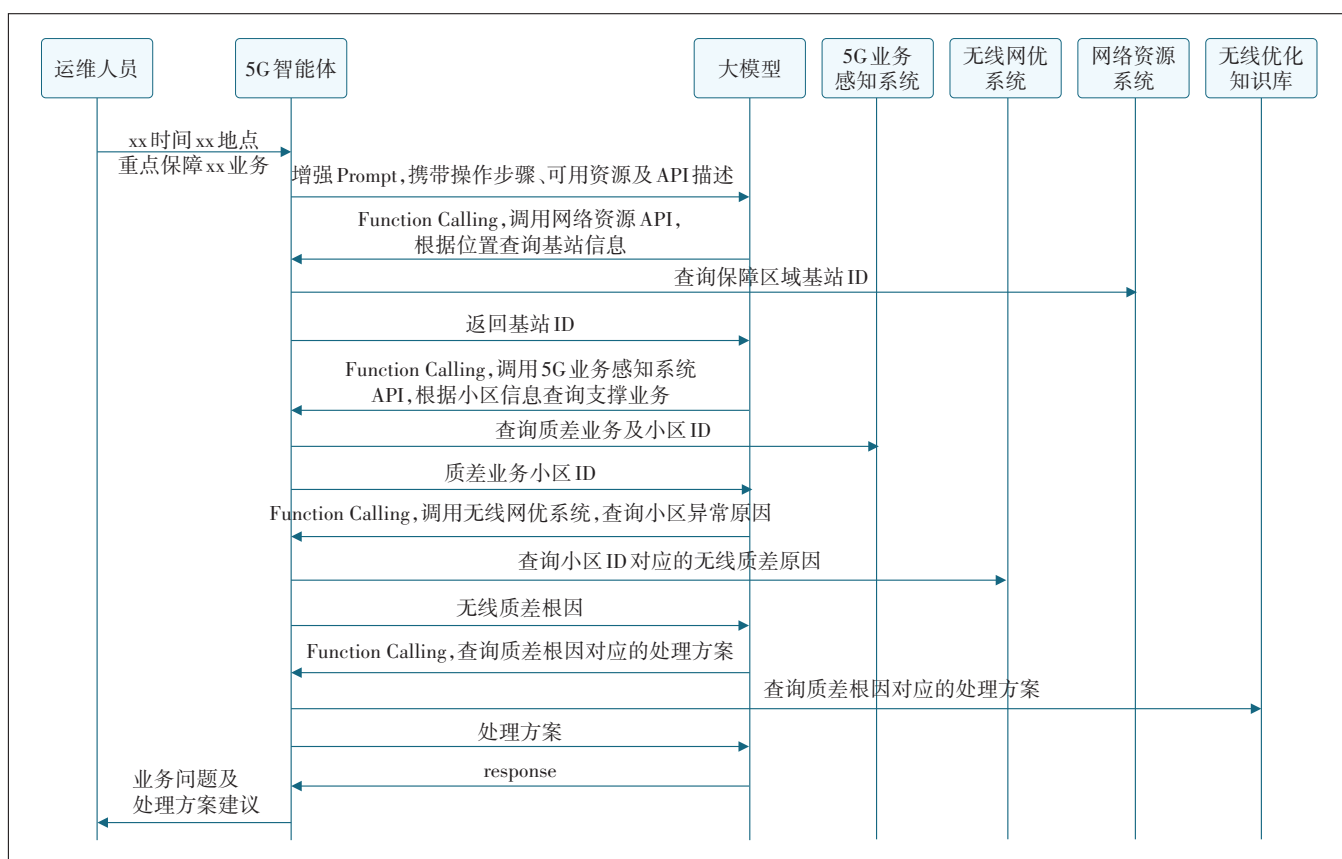


图9 智能体重保5G业务流程示意

化解决问题。

b) 描述任务。对需要执行的任务进行描述,如你的任务是判断业务是否需要优化,如果需要优化,请给出明确的优化方案。

c) 描述任务约束。对大模型执行任务的约束进行明确,如你必须遵循以下约束完成任务,你每次决策只能调用一个工具但可以任意多次调用,你调用的工具和指令必须在给定的工具列表中,确保你生成的

动作是可以精确执行的,动作中可以包含具体方法和目标输入,已经得到的信息不要反复查询等。

d) 描述完成任务可以使用的文件。对完成任务可以使用的文件进行描述,如你可以查询的文件列表,你可以阅读的本地文件等。

e) 描述完成任务可以使用的工具。对可以使用的API和工具,以及每个工具需要的参数进行描述。如你可以使用以下工具,查询保障区域的查询基站ID

及小区 ID,基于小区 ID 查询质差业务,基于小区 ID 查询是否发生小区故障,基于小区 ID 查询是否属于高负荷小区,基于小区 ID 查询是否属于质差小区,基于质差原因查询解决方案库,基于基站 ID 查询资产维护责任人、生成外线施工单。

f) 思考和计划任务过程。对大模型思考和计划任务的思维链进行描述。如你的思考过程如下:

(a) 找出关键概念:任务中涉及的组合型概念或实体。已经明确获得取值的关键概念,将其取值完整备注在概念后。

(b) 对概念进行拆解:将任务中的关键概念拆解为一系列待查询的子要素,后接这个概念的子要素。

(c) 反思:自我反思,观察以前的执行记录,思考概念拆解是否完整、准确。一步步思考每一个关键概念或要素的查询是否都得到了准确的结果。反思你已经得到哪个要素/概念,你得到的要素/概念取值是否正确,从当前的信息中还不能得到哪些要素/概念。

(d) 思考:观察执行记录和你的自我反思,并一步步思考。分析要素间的依赖关系,排列子要素之间的查询优先级,找出当前需要获得取值的子要素。不要使用假设,不要对要素的取值/定义做任何假设,确保你的信息都来自明确的数据源。

(e) 推理:根据你的反思和思考、一步步推理被选择的子要素取值的获取方式,如果前一次的计划失败了,请检查输入中是否包含每个概念/要素的明确定义。

(f) 计划:严格按照以下规则,计划你的当前动作。详细列出当前动作的执行计划,只计划一步的动作。一步步分析,包括数据源,对数据源的操作方式。不要对要素的取值做任何假设,确保你的信息来自给定的数据源,不要编造信息。确保你执行的动作涉及的所有要素都已获得明确的取值/定义。

g) 相关的记录:描述长时记忆和短时记忆的位置。如长时历史记录和短时本次任务记录。

h) 输出你的思考过程,及你选择执行的工具和动作。

基于以上 Prompt 构造,智能体可输出优化方案,并在操作人员的指示下进行外线派单操作。

4 演进及展望

基于大模型的智能体应用依赖大模型本身的能力和数量,训练大模型的数据质量和规模的提升、大

模型决策过程的可解释性和透明性、基础大模型对不同领域的有效适配和改进,将促进基于大模型的智能体的应用^[4-9]。

智能体的核心能力是感知、控制和行动。在感知方面,智能体将在文本输入的基础上,支持视觉输入、听觉输入能力,乃至更丰富的感知模块,如触觉、嗅觉等,增强对周围环境的感知。在控制方面,智能体依托 LLM 的增强,将具备更强大的推理规划、迁移泛化能力。在行动方面,智能体除了文本输出和工具调用外,将支持具身行动能力。

多智能体协同将是未来网络复杂场景智能化运营的主要方式,必将极大提升复杂网络意图的闭环自动化实现能力。对于风险高、容忍度低、任务复杂差异性大的应用场景,主控智能体负责任务拆分、任务分配、任务流程控制等外部循环的实现,子任务智能体负责接受任务输入,完成本任务的输出到主控智能体等内部循环的实现。多智能体协同可实现基于意图的网络运营。

参考文献:

- [1] 徐东兵,刘瑞宏. 通信网络大模型构建思路[J]. 通信世界, 2024 (2):45-46.
- [2] 苗雨. 基于 5G 用户体验的业务质量优化模型研究及其应用[J]. 数字技术与应用, 2020, 38(5):200-203, 205.
- [3] XI Z H, CHEN W X, GUO X, et al. The rise and potential of large language model based agents: a survey[J]. Science China (Information Sciences), 2025, 68(2):15-58.
- [4] 赵永建,赵占纯,张玓,等. 面向自智网络的 OSS 智能化能力提升方案[J]. 电信科学, 2024, 40(4):170-177.
- [5] 李涛,王春佳,李姗姗. 电信网络智能化方案研究[J]. 电信科学, 2023, 39(3):162-172.
- [6] 宋磊,郑志刚,胡磊,等. 基于用户体验速率的 5G 无线网容量指标阈值研究[J]. 邮电设计技术, 2023(3):40-43.
- [7] 欧阳晔,王立磊,杨爱东,等. 通信人工智能的下一个十年[J]. 电信科学, 2021, 37(3):1-36.
- [8] 韩炳涛,屠要峰,王永成,等. 人工智能技术助力通信网络智能化升级[J]. 人工智能, 2021(1):107-116.
- [9] 罗锦钊,孙玉龙,钱增志,等. 人工智能大模型综述及展望[J]. 无线电工程, 2023, 53(11):2461-2472.

作者简介:

赵永建,高级工程师,主要研究方向为网络数字化转型、自智网络;赵占纯,高级工程师,主要研究方向为网络数字化转型、网络 IT 规划;张玓,高级工程师,主要研究方向为网络数字化转型、6G、自智网络;武亚龙,工程师,主要研究方向为无线网络智能化运营、信息技术;刘志飞,工程师,主要研究方向为网络数字化转型、信息技术。