



ICT

基于意图与编排的新型 ICT 基础架构

张洁, 许建宏, 赵永建, 高允翔, 陈勋

(中国联合网络通信集团有限公司研究院, 北京 100048)

摘要: 通信网络复杂性的大幅增加与通信业务增长创新的迫切需要, 对运营商当前的运营架构与模式提出了新的挑战及要求。通过对基于意图的网络与服务编排技术的研究, 提出了一种结合商业意图自动转换与网络服务编排模型自动运行的新型 ICT 基础架构, 其是对运营商 BOSS 体系的自动化、智能化升级, 以网络智能自治为目标, 加速运营商全面数字化转型的进程。

关键词: 基于意图的网络; 服务编排; 运营商; BSS/OSS

中图分类号: TP311

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022127

ICT infrastructure based on intent-based network and service orchestration

ZHANG Jie, XU Jianhong, ZHAO Yongjian, GAO Yunxiang, CHEN Xun

Research Institute of China United Network Communications Co., Ltd., Beijing 100048, China

Abstract: Considering the complexity of communication networks and the requirement of communication business innovation, operators should upgrade their ICT infrastructure. Based on the study of intent-based network and service orchestration technology, a new ICT architecture that combines the automatic transformation of business intention and the automatic correlation of network service models were proposed. As an automatic and intelligent upgrade of the operator BOSS IT system, it aims to accelerate the process of comprehensive digital transformation of operators.

Key words: intent-based network, service orchestration, operator, BSS/OSS

0 引言

随着通信技术的革新与通信业务的发展, 当前传统的业务运营支撑系统及支撑模式将难以应对, 具体体现在以下方面。

- 客户需求定制化、个性化程度加大, 客户对服务交付的要求越来越高, 快速满足客

户需求成为未来运营商最大的竞争优势, 为此, 网络需要充分理解业务、动态协调、快速响应, 以满足业务需求。通信运营商业务与网络两套体系分开建设, 专业间理解、沟通、协作都存在难度, 网络与业务联动性不足。

- 网络规模与复杂性增加, 运营难度与成本

随之加大,如何降本增效,是运营商急需解决的难题。按照当前的传统运营方式,业务支撑涉及系统多、断点多,跨系统流转多数以工单/人工流程为主;产品创新、变更以系统迭代升级方式为主,改造复杂、开发周期长,难以支撑未来网络发展。

软件定义网络 (software defined network, SDN)/网络功能虚拟化 (network functions virtualization, NFV) 技术被人们广泛关注,以提升网络的灵活性、敏捷性并降低成本,但根据近几年结果来看,其并不能解决未来各类应用的大规模部署以及新技术引入与扩张的问题^[1],另外,考虑既有成本、架构、业务生产等原因,SDN/NFV 在相当长的一段时期内,无法替代现有的运营商 BSS/OSS 体系与流程。运营商普遍希望基于现有的技术能力平稳升级,实现网络服务的灵活敏捷、轻便智能,以支持业务的数字化转型。

近年来,业界提出了多个新的网络技术概念,如自动驾驶网络^[2]、智简网络^[3]、基于意图的网络^[4]等,致力于提升网络的智能化与自治能力。如何将智能化注入网络内生而不仅是外在营销与运维^[5],如何将前沿理念与运营商当前的基础架构结合落地,仍需要进一步的探索研究。

本研究基于运营商当前的 BOSS 体系架构,引入意图网络 (intent-based network, IBN)^[4]的理念,辅助网络对业务的自动化、智能化管理,利用服务编排技术,对网络 IT 与 CT 能力进行统一设计与编排,进而将意图与编排策略相关联,打通各个流程断点,实现业务意图的全流程自动执行,形成基于意图与编排的新型 ICT 基础架构,从而加快网络数字化转型的进程。

1 相关概念研究与运营架构现状

1.1 意图网络

在意图网络 (即基于意图的网络)^[4]中,网络使用者将不必直接输入策略命令,而转为输入

期望达到的“业务意图”,网络将自动转译并完成后续的操作,形成持续的闭环控制过程。

Gartner 认为,“基于意图的网络”最大好处是提高了网络的灵活性和可用性,并且能够支持跨多个基础设施的统一意图和策略,基于意图网络系统的实现可以将网络服务部署交付时间有效减少 50%~90%,同时将停机的次数和持续时间减少至少 50%。思科指出,“基于意图的网络”借助人工智能及机器学习技术构建一个自动化的网络,能够极大地弥合业务部门与 IT 部门之间的差异,从而为业务主管和 IT 主管带来益处。它带来的优势可归纳为 5 个方面:更高的业务灵活性、更高的运营效率、网络与业务目标不断保持一致、更好的合规性和安全性、减少风险。

在 2017 年年初, Gartner 发布的 *Innovation Insight: Intent-Based Networking Systems* 报告中,定义了 IBN 应该具备的 4 种能力:转译和验证、自动化实施、网络状态感知、保障和自动化优化/补救。

- 转译和验证:系统从最终用户获取更高级别的业务策略,并将其转换为必要的网络配置,生成并验证最终的设计和配置以保证正确性。
- 自动化实施:系统可以在现有网络基础设施上配置适当的网络变更,通过网络自动化或网络编排完成。
- 网络状态感知:系统为其管理控制的网络提供实时网络状态,并且协议和传输是不可见的。
- 保障和自动化优化/补救:系统持续验证原始业务意图是否得到实现,并且可以在所需意图无法实现时采取纠正措施。

IBN 的实现,需要用到一系列 IT 技术^[5],如意图的获取和转译需要用到自然语言解析识别以及 AI 智能策略选取技术,策略验证需要用到网络自动化验证和形式化验证的方法,策略的下发



可采用 OpenFlow^[6]协议、P4^[7]数据平面编程语言等技术。在软件定义网络中,北向控制器 API 提供一个通用的“网络意图”接口^[8],供基于软件的网络应用和决策者控制网络元素。

各行业标准组织正在进行意图网络相关概念、场景、技术、用例的标准制定。具体情况见表 1。

华为、思科等行业领先者早在 2017 年开始搭建意图网络平台产品,涵盖业务语言的转换、自动激活及维护优化。华为智简网络^[3]IDN 意图引擎是一个面向业务的输入平台,也是一个业务语言到网络语言的翻译器,其核心价值在于使用业务语言,高效准确地设计、部署、维护网络及使用网络应用。思科 DNA 产品用于构建“意图网络”,涵盖意图转换、激活和保障功能,把基于意图的模型贯穿到网络建设的整个生命周期,对业务需求和安全威胁进行快速响应。

1.2 服务设计与编排

业务服务编排是对网络服务进行抽象,以 API 为载体,并按照一定的业务逻辑和流程进行编排的过程。突破传统系统中工单驱动的流转方式,以业务场景驱动,支持灵活组合和编排,形成新的能力,避免二次开发和重复建设。

在抽象过程中,按照 TMF SID 体系,包括了产品(product)、服务(service)、资源(resource) 3 个主要概念,其中服务又细分为面向客户的服务(customer facing service, CFS)(客户可感知的端到端网络通信能力,面向客户/业务提供服务的规范定义)和面向资源的服务(resource facing service, RFS)(各通信网络提供的网络通信能力,

基于网络资源提供服务的规范定义)。其中产品可以包含多个面向客户的服务、面向客户的服务由多个面向资源的服务组成,面向资源的服务由资源组成。TMF、3GPP、ONAP 均引入 PSR 模型,对运营商云网服务实现逐层抽象、封装。

服务设计编排是指对网络进行编程,即以单一端到端事务的方式,自动配置参与服务的所有元素,将新配置作为原子事物应用于网络,而非传统的工作流方式。与服务编排相关的可编程性和自动化使此类事务能够以更低的成本近乎实时地执行。全新的业务发展速度要求频繁变更服务,服务编排还需管理在使用中对服务进行的持续配置变更,以便它们能够应对客户需求的动态特性。“服务编排”正在替代传统的资源调配与网络激活概念,这种按需动态配置、激活物理/虚拟网元的能力是运营商未来的关键能力,是实现可编程网络/用户定义网络/网络即服务(NaaS)的基础。

云网融合、5G 切片等新网络、新业务应用场景下,连接更加丰富、业务形态更加多样,部分运营商开始积极探索构建全局业务编排中心,提供在线、随选、自助、高效的业务组合能力。美国第四大运营商 DISH,与公有云合建 5G 全网络。通过标准的 API、网络和 IT 能力开放,以及利用 AWS 的 AI、云编排和 CI/CD 等能力和服务,帮助 Dish、AWS 和第三方开发人员简化和加速 5G 行业应用和解决方案创新。中国三大运营商的最新版 OSS 体系架构中,均已规划设计或试点建设业务设计编排中心,目标打造业务模型与流程设计、端到端自动化执行能力。

表 1 意图网络研究情况统计

标准组织	研究情况
3GPP	在 3GPP Release 17 中, 3GPP SA5 正在研究意图网络的概念、场景和解决方案, 以简化网络运营管理, 输出标准为 TR 28.812/TS 28.312
ETSI	在最新的 ENI 架构中, 中国电信牵头新增了意图翻译的描述、架构和用例
IETF	提出“针对不同方案和用户的意图分类”技术报告
CCSA	成立“面向意图网络的技术架构研究”课题

1.3 运营商 BOSS 体系架构

运营商当前的业务支撑架构，以业务支撑系统（BSS）域与运营支撑系统（OSS）域为主，在庞大的组织架构下与长期的业务演进过程中，BSS 与 OSS 各自形成了数量客观的系统群。

BSS 是面向市场营销和客户服务等企业前端的应用支撑平台，同时也是业务和财务等企业内部运营流程的重要一环，包含客户关系管理（CRM）、计费帐务、综合结算和营销分析等类型的主要应用。从覆盖的业务流程角度，BSS 主要覆盖了 eTOM 模型（由电信管理论坛 TMF 提出的扩展的电信运营模型）中客户关系管理层的运营支撑、服务提供、服务保障、服务计费和产品生命周期管理部分。

OSS 主要覆盖 eTOM 模型中横向的服务管理与运营层、资源管理与运营层与纵向的开通、保障流程的交界部分，包括服务开通、服务保障、运维管理、流程支撑、网络资源管理和网管类系统。

运营商 BOSS 系统规模庞大、数量众多、归属组织不同、孤岛建设等原因，在业务端到端支撑、功能优化升级、产品创新支撑等方面有待加强，需要对整体基础架构进行灵活性、规范性、融通性、敏捷性的升级，以支持业务的自动化、智能化发展。

2 基于意图与编排的运营架构

2.1 “意图-编排”架构设计思路

结合意图网络与服务编排的概念与技术，立足于业务到网络的融合、全面贯通，构建自动化、智能化的编排环境，同时充分利用 AI、大数据技术，打造智慧协同运营的基础架构。整体架构设计思路如图 1 所示，业务意图输入意图引擎，进行翻译转换，将网络配置策略输出到跨域跨层的业务编排引擎，进行端到端流程的自动执行，执行结果输入感知引擎，利用大数据技术对执行情况进行汇总分析，闭环优化业务意图。整个架构须以自动化、智能化、便捷化为目标原则。

进一步地，按照既定思路，结合当前运营商 BOSS 架构体系，统筹各类系统的开放服务，在适当的位置，引入意图网络、服务编排、无代码开发等技术，形成智能化协同编排的整体基础架构。如图 2 所示。

- “业务—网络”意图转换：在业务与网络衔接处，引入意图自动转换能力，加强网络对业务理解的自动化、智能化。
- 跨层跨域的统一编排：以业务场景为驱动，对网络和 IT 所开放的标准能力进行灵活组合和编排，简化和加速业务上线与产品创新。

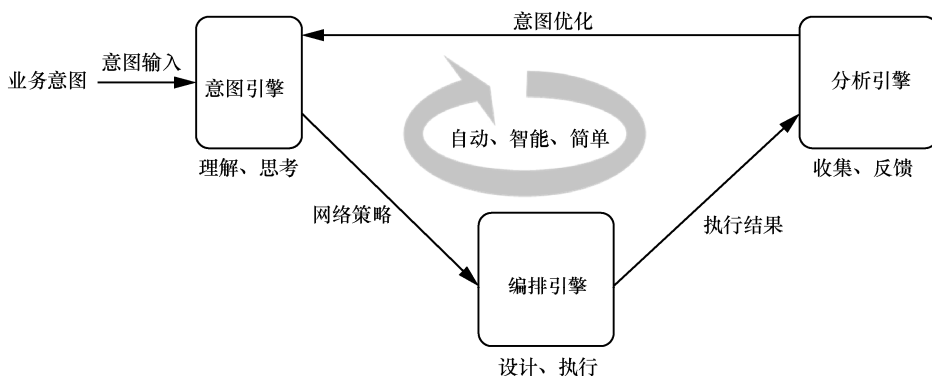


图 1 整体架构设计思路

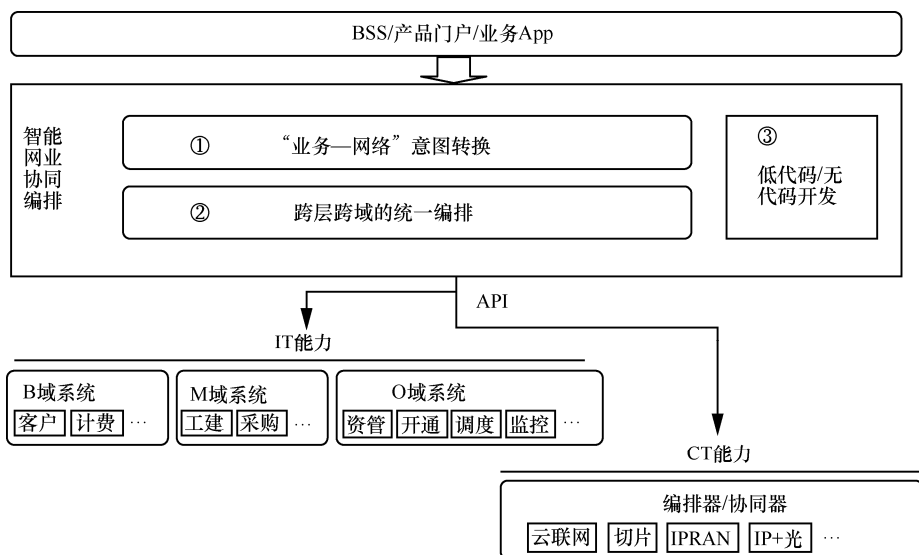


图2 落地架构设计思路

- 低代码/无代码开发：以标准、解耦的网络/业务模型，及可视化的开发环境，实现低门槛、敏捷开发，升级当前业务支撑的运营/开发模式。

2.2 “意图—编排”架构设计方案

运营商当前已有成熟的BSS/OSS系统及运营流程，同时，对于各类新业务在快速建立对应的编排协同器，应基于当前的IT/CT能力，进行能力开放，并与业务意图紧密关联，根据业务意图灵活敏捷调用各类开放能力。

基于意图与编排的新型ICT基础架构整体设计方案如图3所示。在BSS域中，充分利用现有的客户关系管理、营业受理、计费账务等能力，建立产品模型、对话模型、经验知识模型、意图库，结合文本/语音识别、自然语言处理、多轮人机对话、知识图谱、机器学习等，形成商业意图转换能力，实现意图的接收与表达。在OSS域中，引入决策引擎、编排引擎、分析引擎的概念，现有的资源管理、运维监控等系统可为决策引擎提供网络资源、网络状态信息，决策引擎可人工或

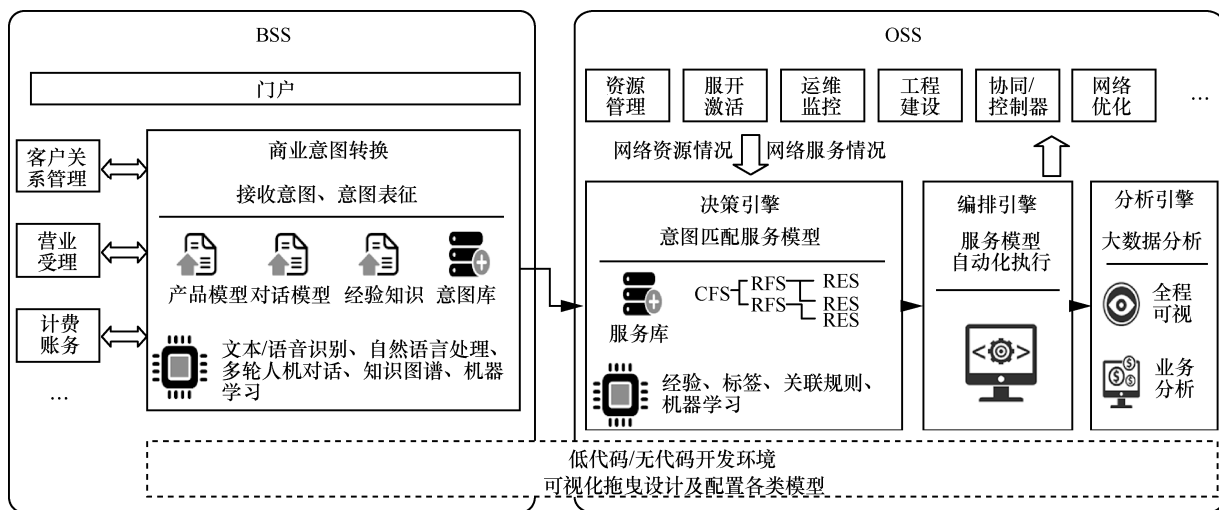


图3 “意图—编排”架构设计方案

自动将意图与服务模型进行匹配关联,并将所匹配的服务模型发送到编排引擎进行全流程自动化执行,执行过程中,结合当前运营商生产现状,可使用现有系统的各类服务,对于新型业务通过 RES 模型直接对最底层设备进行编排。执行过程及结果数据由分析引擎进行收集汇总,可进行业务过程展示与业务分析。在设计及编排过程中,打造低代码/无代码开发环境,降低开发门槛,加强已有模型的复用效率,加快新业务上线速度。

概念设计中的“意图引擎”通过 BSS 中的“商业意图转换”功能与 OSS 中的“决策引擎”功能来实现。

(1) 商业意图转换

在设计准备阶段,结合现有 BSS 系统中的产品信息、客户信息、计费信息等,设计产品模型、意图模型,此外对营销、交付团队的一线营销受理经验进行知识沉淀,进一步加工可用自然语言描述的语言片段,用于客户或客户经理与运营商系统人机交互时,输入自然语言描述的业务意图。借助知识图谱、机器学习等 AI 技术,可以探索新模型的自动生成与已有模型的自优化。

在当前的各类研究中,意图的分析转译工作主要使用自然语言处理的方法,但是目前自然语言处理方法对语义挖掘等任务的处理能力有限^[1],且在网络业务运营的特殊场景,挖掘模型及方法需要通过积累大量业务数据进一步地研究与探索。因此,更适合利用现有产品模型预先进行意图模板的定义,模板需具有一定业务范围内的通用性,具体业务规则根据不同使用单位(如省级、地市级分公司等)业务规则自行配置,使模型设计具备一定程度的规范性与灵活性。

在业务运行阶段,网络使用者在前端受理系统通过文本或语音方式,将自然语言表述的意图输入商业意图转换模块,系统从意图库选择合适的意图模型,根据模型内容,通过多轮人机对话,自动将业务意图补充完整,输出网络侧可识别的

网络意图,如客户信息、网络产品、业务属性及性能参数等。如果系统未能选择合适的意图模型,则转为人工受理,业务人员在意图库中查找对应的意图模型,关联后进入后续自动化流程,并提交意图优化需求,如果业务人员无法找到对应意图模型,则按照传统方式人工受理,并提交新意图开发需求。

(2) 决策引擎

• 模型准备

在意图接收之前,根据网络业务场景,梳理组网方案及网络资源,参考 TMF PSR 模型概念,自下而上设计模型,首先设计资源模型 RES,对网络中涉及的物理/逻辑资源进行规范定义(网元、端口、时隙等),由各专业网管封装原子能力,如“RES_BRAS 设备_VLAN_装 API”。其后,设计面向网络的服务 RFS,即各通信网络提供的网络通信能力,基于网络资源提供服务的规范定义,如“城域网 RFS”,并定义其具有一定通用性的 API 服务,如“RFS_城域网_资源查询_API”“RFS_城域网_资源分配_API”“RFS_城域网_网络施工_装_API”“RFS_城域网_资源归档_API”等。最后,设计面向客户的服务 CFS,即客户可感知的端到端网络通信能力,面向客户/业务提供服务的规范定义,CFS 由 1 到多个 RFS 组成,对 RFS-API 进行编排组合,并封装 CFS 自身的 API 服务,供上层应用调用。模型设计遵循统一的设计规范,新模型按要求加入,模型可生成基于通用协议的编排包,实现高级需求分派到每个设备的命令集。

模型设计需注重兼容与复用,新技术(如 SDN/NFV)、新业务等元素使用通用模型与规范接口,可以随时加入网络,统一融合编排,增强网络应用开放性。标准模型可复用、可配置,避免从头开发,提升业务敏捷性。

设计模块包含可视化操作界面、对象定义及识别等能力,将模型、API、动作流等元素进行可



视化封装,支持通过拖曳方式组合复杂模型。

- 意图匹配策略

接收到“商业意图转换”模块发来的网络意图后,对相关的网络资源及状态进行判断,根据当前在用的有效匹配规则,计算与该条网络意图对应的策略。其中,策略为一个或多个 CFS 服务的组合,策略设计过程中,系统可抽象流程动作及其关联关系,根据业务特性,利用动态策略自动编排创建流程,使用智能算法自动寻找最优编排方案,此种动态策略源于设计并高于设计,是实现全流程自动化的必经之路。匹配规则包括对意图模型中的特定元素进行判断,或对网络信息进行判断等,如在资源具备、状态正常的情况下,系统自动进行网络配置、设备激活等策略;否则,则采用业务挂起,资源建设、修复等策略。初期,可由业务支撑人员根据经验,在系统提供的无代码开发能力的辅助下,简单便捷的人工匹配意图与策略,后期,可将意图与策略标签化,系统根据标签自动匹配,或者更进一步利用机器学习技术,学习业务处理、解决方案等经验数据,自动生成匹配规则及结果。

- 网络策略验证

依据 IBN 的设计思想,平台系统需提供对策略的自动验证功能。在设计中,可以包括策略正确性验证:策略是否可以满足该条意图;可行性验证:对于复杂意图,涉及多个 CFS 的组合,需要验证 CFS 之间的先后顺序、互斥、依赖等关系;风险影响评估:策略执行后会对网络造成哪些影响,是否会对现有业务带来危害。

4) 网络策略输出

网络策略以编排包的形式进行输出,实现业务快速加载。根据现有研究,编排包可基于 OASIS 组织制定的云应用拓扑编排规范的 TOSCA (topology and orchestration specification for cloud applications) 规范,将设计内容采用统一结构、统一命名规范、策略及流程描述语言进行打包。

文件包内包括 SR 服务对象(CFS/RFS/RES)信息、公共对象信息、产品服务模板 PST 信息、网络拓扑信息、API 信息、流程信息、策略信息、测试用例信息等运行时所需要依赖的配置项^[9]。

(3) 编排引擎

编排引擎负责将“决策引擎”输出的策略编排包自动加载执行。编排引擎包含编排包解析、编排包就绪、沙箱测试(全自动化测试工具、提供端到端业务服务测试、验证编排包可行性)、编排包运行、运维监控等功能。对编排包进行解析、存储、管理。收到实例化需求后,进行实例化执行,并对执行中的编排包进行过程监控、异常处理,同时收集数据供运维分析。

(4) 分析引擎

- 全程可视

系统统一编排各类服务能力,可收集并展示业务全流程执行过程及情况,具备天然的“一点看全”基础能力,无须额外建设业务看板,从各个孤岛系统采集数据。

- 业务分析

可利用大数据、AI 等技术,自动捕获意图、分析意图、预测意图,具备更复杂的洞察力。如根据意图数据、执行数据,持续核查意图与网络动态的一致性,如发现偏离,智能自动调整;了解、预测意图趋势,在用户提出主观意图的过程中,智能提示、推荐更优方案;沉淀并不断丰富意图库,探测外界信息,从中自动捕获、匹配已有意图。

2.3 “意图—编排”架构的实用意义

基于意图与编排的新型 ICT 基础架构目标承载网络全业务全场景,兼容传统网络业务及 SDN 等新兴网络业务。对于网络业务使用人员与网络开发运营人员而言,升级后的 ICT 基础架构,会带来使用方式与运营模式的积极转变:通过 BOSS 服务的集成,打通 IT 孤岛,贯通业务全流程;通过自动化能力,减少低效重复人工操作,加速业

务上线开通；通过引入智能技术，基于统一的模型表达，消除业务与网络的差异，实现业务智能理解，网络与业务持续保持一致。例如，客户、客户经理、解决方案人员、交付人员、运维人员、设计开发人员，可以利用平台辅助业务理解、方案设计、人工调度、产品开发等工作。

- 客户/客户经理：客户提出需求，平台通过点选式或多轮对话补全业务意图，自动匹配产品。无须客户理解产品，或由客户经理解释、挑选产品。
- 解决方案人员/交付人员：平台根据意图输入，自动解析、匹配已有产品。若产品存在或可组合，则自动执行后续编排；若产品不存在，则反馈客户，人工操作，并申请开发。减少一线人工工作量。
- 运维人员：平台根据意图解析结果自动匹配编排设计，运维人员仅负责编排包的审核确认或修改。替代运维人员的人工调度、派单等环节，减少运维人员工作量。
- 设计开发人员：通过使用平台的低/无代码开发环境，对需要新开发的产品，进行模型设计、API 设计等操作。开发人员可以复用模型、拖拽配置产品，敏捷开发，快速交付。

2.4 “意图—编排”架构的发展阶段

基于意图与编排的新型 ICT 基础架构无法一蹴而就，当前的技术和运营现状与之相比差距较大，需要分阶段实现目标，从服务集成，到自动化，再到智能化，可分为 3 个阶段逐步发展。

(1) 第一阶段：“数字化”为主

该阶段的重点工作是梳理、规范现有能力，升级基础架构，建成基于意图与编排的新型 ICT 基础架构底座。规范服务能力开放，制定广泛兼容/适配各类能力的集成框架，纳入 BSS、OSS 各类服务能力，具备以服务编排的形式支撑部分业务实现的能力；形成规范有序的模型设计、服务

抽象方法论，将已有服务、模型、经验按照统一规范沉淀为意图模型、服务模型；搭建意图转换与服务编排的整体架构框架，具备基础功能；建成面向开发团队的低代码开发环境，可人工拖拽设计流程，实现局部自动编排。

(2) 第二阶段：“自动化”为主

该阶段的重点工作是提升架构的自动化能力，从意图自动转换、编排自动执行等方面，实现真正意义上的全流程自动化流转。前台系统通过点选式、文本/语音输入等方式输入意图，意图自动翻译为网络服务模型语言；系统根据意图解析结果，自动匹配预先配置好的编排模型，执行可重复的任务，减少人工操作，提高编排效率。

(3) 第三阶段：“智能化”为主

该阶段的重点工作，是将智能化技术全方位注入基础架构，实现网络内生智能。通过感知意图执行情况、用户反馈、环境变化等信息，结合智能算法，实现意图自优化、自调整；利用机器学习，实现意图信息的分析、预测、引导、推荐，提升用户感知，促进产品创新；主动跟踪外部数据，根据智能模型，分析用户潜在意图，建设意图识别能力；建立流程自动设计与执行能力，系统可根据意图策略，端到端全流程自动编排网络服务。

3 “意图—编排”体系的应用场景分析

为了清晰描述“意图—编排”架构设计的应用方式，本文以车联网行业应用场景为例。

车联网是 5G 商用的重点场景之一，《5G 应用“扬帆”行动计划（2021—2023 年）》中明确指出，要强化汽车、通信、交通等行业的协同，加快 5G+车联网部署。在“意图—编排”框架中，当某个企业客户向运营商提出车联网建设需求时，系统执行过程如下。

(1) 意图获取与补全

客户提出车联网产品需求，并大致描述需求



背景及内容，意图模块根据用户描述，快速判断，该用户需求属于“工业园区车联网部署”细分场景，根据意图模板，与客户进行多轮对话，补全意图信息，如客户位置信息、SLA 要求、服务项目（编排行駛、自动泊车、远程驾驶等）。同时，根据场景知识库，向客户推荐可选择的相关第三方服务，如高清视频监控、AR/VR 等。与客户确认全部意图后，即时生成资费预估，向客户展示。

（2）意图分析与转换

根据第一步的意图模型输入，系统根据关联规则，自动将意图拆分并关联相关产品与服务，如 MEC 服务（边缘识别、地图存储、数据采集、分析计算）、5G 网络切片服务（根据细分场景，选择海量连接类切片；服务包含相关的无线接入网切片服务、承载网切片服务、核心网切片服务）、云中心 VPC 切片服务、云边协同服务、第三方应用服务（编队行驶服务、自动泊车服务、高清视频监控服务）、认证授权服务等。并按照执行流程，将各类服务编排组合，生成编排包。

（3）意图验证与执行

编排包在沙箱测试环境进行模拟运行，验证流程是否畅通，意图需求是否满足。通过测试后，编排包自动执行，将指令下发到各个相关网元及应用系统，完成端到端自动化实施。

（4）意图评估

跟踪意图执行情况 & 用户反馈信息，对问题进行优化调整，沉淀经验，补充完善各类模型。

4 “意图—编排”体系的发展愿景

以基于意图与编排的新型 ICT 基础架构为手段，逐步形成全方位的配套运营体系，通过技术升级提升企业的灵活性、敏捷性、自动化程度，促使商业模式升级、开发运营模式升级，适配面向未来的业务需求。

（1）商业模式升级，改善客户体验

当前运营商的营销模式，是“以产品为驱动”：

运营商制定产品规格，客户在客户经理辅助说明后选择，存在一系列典型问题，如产品效果严重依赖运营商商业判断及设计水平、产品无法灵活调整内容、客户难以理解与选择产品、业务交付时间长等。运营商应向“以意图为驱动”的商业模式转换：客户直接说明意图，产品自动匹配生成，无须客户理解、选择产品，以自动化取代大部分低效人工操作，实现网随意动，网络产品快速满足甚至超越用户需求。

（2）加速 toB 生态成熟，提升通信运营商价值

通过智能编排的能力构建，实现运营商极致灵活、敏捷的基础架构，在面向客户，尤其是 toB 领域，可以极大地提升运营商的行业赋能水平，加速 toB 生态成熟。于 5G 时代背景中，更容易地探索新型商业模式、产业模式，发掘并提升运营商价值。

5 结束语

为更好地支撑通信业务的发展演进，运营商作为生态中最关键的一环，需对自身基础架构进行升级改良，实现真正意义上的数字化、自动化与智能化。本文提出的结合意图网络与服务编排的新型 ICT 基础架构，将意图转译和验证、自动下发与执行策略、网络状态察觉以及动态优化等理念落地到平台功能，并通过将网络能力分层解耦的方式对网络服务进行建模，承载意图策略，进而自动化执行，在此基础上，收集、分析数据，闭环优化意图与流程。

该基础架构的实施，基于当前运营商主流运营架构的升级，保留了现有能力及投资，而非进行革命性的颠覆，可以将对现有业务运营的影响降到最低，同时对各类网络使用角色带来更为便捷友好的使用体验，促进通信业务的效率提升。

展望未来，基于意图与编排的新一代架构，可对网络运营体系进行全面升级，催生下一代通信业务的商业模式转型，带来全新的客户体验，加速 toB 生态成熟，提升通信运营商价值。

参考文献:

- [1] 李福亮, 范广宇, 王兴伟, 等. 基于意图的网络研究综述[J]. 软件学报, 2020, 31(8): 296-309.
LI F L, FAN G Y, WANG X W, et al. State-of-the-art survey of intent-based networking[J]. Journal of Software, 2020, 31(8): 296-309.
- [2] 华为技术有限公司. 自动驾驶网络解决方案白皮书[R]. 2020.
Huawei Technologies Co., Ltd.. ADN solution white paper (autonomous driving network)[R]. 2020.
- [3] 华为技术有限公司. 智简网络 (IDN) 白皮书[R]. 2019.
Huawei Technologies Co., Ltd.. Intent-driven network white-paper[R]. 2019.
- [4] SZIGETI T, ZACKS D, FALKNER M, et al. Cisco digital network architecture: intent-based networking for the enterprise[M]. New Jersey: Cisco Press, 2018.
- [5] 王敬宇, 周铖, 张蕾, 等. 知识定义的意图网络自治[J]. 电信科学, 2021, 37(9): 1-13.
WANG J Y, ZHOU C, ZHANG L, et al. Knowledge-defined intent-based network autonomy[J]. Telecommunications Science, 2021, 37(9): 1-13.
- [6] MCKEOWN N, ANDERSON T, BALAKRISHNAN H, et al. OpenFlow: enabling innovation in campus networks. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2008, 38(2): 69-74.
- [7] BOSSHART P, DALY D, GIBB G, et al. P4: Programming protocol-independent packet processors. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2014, 44(3): 87-95.
- [8] ZHANG H D, WANG Y, QI X T, et al. Demo abstract: an intent solver for enabling intent-based SDN[C]//Proceedings of 2017 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS). Piscataway: IEEE Press, 2017: 968-969.
- [9] ESG. 向基于意图的网络迈进白皮书[R]. 2018.
EGS. Towards a intent-based network[R]. 2018.

[作者简介]



张洁 (1986-), 女, 中国联合网络通信集团有限公司研究院高级工程师, 主要研究方向为新型网络系统、信息技术、网络业务等。

许建宏 (1971-), 男, 中国联合网络通信集团有限公司研究院高级工程师, 主要研究方向为数字化规划、网络规划、信息技术等。

赵永建 (1978-), 男, 中国联合网络通信集团有限公司研究院高级工程师, 主要研究方向为网络规划、网络信息系统等。

高允翔 (1979-), 男, 博士, 中国联合网络通信集团有限公司研究院高级工程师, 主要研究方向为软件开发、信息技术、网络规划等。

陈勋 (1968-), 男, 中国联合网络通信集团有限公司研究院教授级高级工程师, 主要研究方向为网络规划、通信技术等。