



研究与开发

智能开放的新一代电信业务体系及关键技术

廖建新¹, 张昊², 徐童¹, 尼凌飞², 王敬宇¹, 吴问付³

(1. 北京邮电大学, 北京 100876; 2. 中国移动通信集团有限公司研究院, 北京 100053;
3. 华为技术有限公司, 广东 深圳 518129)

摘要: 针对复杂异构网络提出了基于业务系统全面解耦的智能开放的电信业务体系(IOTSA), 以及网络资源智能调度、动态服务编排组合、异常行为智能监控等核心机制。通过建立三级接口、四层能力开放架构, 实现多粒度的能力开放与全面的资源共享, 满足了多场景的需求。提出了业务系统低风险低成本快速解耦、多业务动态协调等关键技术。相关成果形成了系列国际标准, 并在现网大规模应用。通过提供大量超细粒度能力、396个原子能力以及灵活的复合能力, 有力支撑了运营商及第三方业务应用的发展。

关键词: 业务体系; 智能开放; 解耦共享

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2020262

Intelligent and open new generation telecom service architecture and its key technologies

LIAO Jianxin¹, ZHANG Hao², XU Tong¹, NI Lingfei², WANG Jingyu¹, WU Wenfu³

1. Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China

2. Research Institute of China Mobile Communications Group Co., Ltd., Beijing 100053, China

3. Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen 518129, China

Abstract: For complex heterogeneous networks, IOTSA (intelligent and open telecom service architecture) based on the comprehensive decoupling of service systems was proposed, as well as core mechanisms such as intelligent scheduling of network resources, dynamic service orchestration and combination, and intelligent monitoring of abnormal behavior. Through the establishment of a three-level interface and four-layer capability opening architecture, multi-granular capability opening and comprehensive resource sharing were realized, which met the needs of multiple scenarios. Key technologies such as low-risk and low-cost rapid decoupling of service systems and dynamic coordination of multiple services were proposed. These achievements had formed a series of international standards and had been applied on a large scale on existing networks. By providing a large number of ultra-fine-grained capabilities, 396 atomic capabilities, and flexible composite capabilities, the development of operator and third-party services and

收稿日期: 2020-07-31; 修回日期: 2020-09-04

基金项目: 国家重点研发计划基金资助项目(No.2018YFB1800502); 国家自然科学基金资助项目(No.61671079, No.61771068); 北京市自然科学基金资助项目(No.4182041); 教育部-中国移动科研基金项目(No.MCM20180101)

Foundation Items: The National Key R&D Program of China (No.2018YFB1800502), The National Natural Science Foundation of China (No.61671079, No.61771068), Beijing Municipal Natural Science Foundation (No.4182041), Ministry of Education and China Mobile Joint Fund (No.MCM20180101)

applications were strongly supported.

Key words: service architecture, intelligence and openness, decoupling and sharing

1 引言

电信网的价值通过自有业务和第三方应用来实现。建立开放共享的电信业务体系,支持运营商自有业务及第三方应用的快速提供,这已成为全球电信行业多年来的努力方向。然而传统电信业务体系由独立封闭的竖井型业务孤岛构成,由于没有解耦,因此无论通过综合业务网关还是能力开放平台,都只能开放有限的粗粒度能力,难以满足多场景应用对能力的需求,同时运营商自有新业务也无法共享系统资源,这严重制约了运营商自有业务和第三方应用的创新和发展。随着 5G 时代的来临,能否建立智能开放的新一代电信业务体系已成为决定运营商发展转型成败的关键,必须解决 2G~5G 复杂异构网络中构建开放电信业务体系的多项关键技术难题,包括能力智能提供、开放安全可控、资源高效共享、多业务冲突避免等,在确保现网业务稳定运行的前提下实现网络及业务系统能力的全面智能开放和资源的充分共享,创建多方共赢的数字生态。

2 电信业务体系的演进

多年来,电信业务体系的演进总体上遵循解耦

和开放的原则。所谓解耦是指将功能繁多、紧密耦合的复杂网元系统拆分为若干功能单一的简单网元,各网元之间采用标准化的协议通信,从而使电信业务体系从垂直封闭的一体化平台向水平分层的业务网络发展;所谓开放是指采用能力开放网关、开放协议/API 等将电信网络的资源和能力对外共享和开放,使其能够被运营商内外部的业务应用所使用。

推动电信业务体系不断解耦和开放动力有 3 个方面:一是核心网所追求的高效、稳定、少改动与业务应用所追求的反应灵活、开发简单、提供快速之间的内在矛盾;二是运营商希望通过网元解耦引入更多厂商,从而从大厂手中夺回产业主导权,降低电信业务体系的建设运维成本;三是运营商希望通过能力开放和资源共享促进自身新业务和第三方应用的快速提供,降低成本,增加收入。

电信业务体系的解耦历程如图 1 所示。早期的电信业务体系是由交换机组成的封闭网络,交换机负责话路交换/媒体承载、呼叫控制和业务提供,是一个紧密耦合的复杂系统,难以支持快速系统扩容和新业务提供。智能网(intelligent network, IN)实现了业务提供与呼叫控制的分离,极大提升了新业务的开发部署速度,降低了成本。

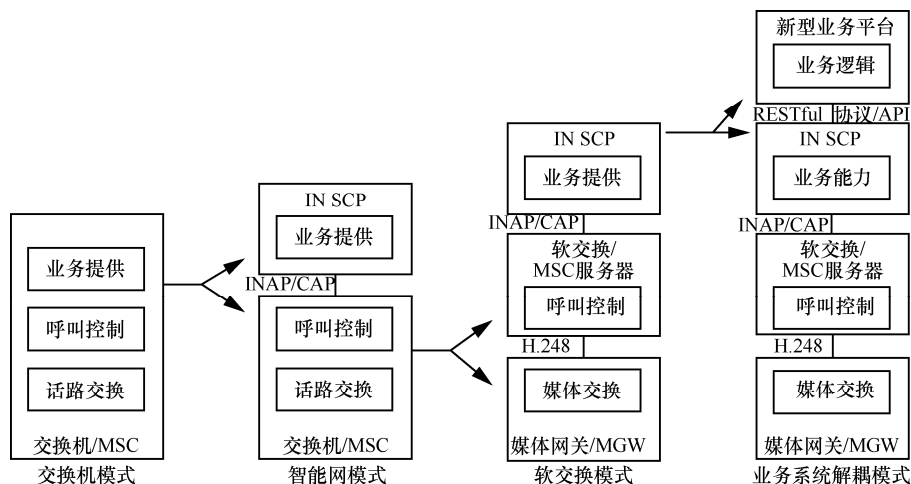


图 1 电信业务体系的解耦历程



软交换 (soft switch) 以及 IP 多媒体子系统 (IP multimedia subsystem, IMS) 基于分组交换技术, 实现了呼叫控制与媒体承载的分离, 支持高效、低成本的系统扩容与业务提供。近年来, 智能网等电信业务系统继续进行解耦, 实现业务逻辑与业务能力的分离, 从而进一步降低业务开发的难度, 缩短业务提供周期。

在电信业务体系的开放技术方面, OSA/Parlay API 和 Parlay X^[1]是最重要的技术, 其架构如图 2 所示。1998 年成立的 Parlay Group 制订了旨在实现电信网络能力开放的 Parlay API, 后被 3GPP 接受, 形成 OSA (open service access, 开放业务接入)/Parlay API 体系。该体系中, SCS (service capability server, 业务能力服务器) 通过通信协议与各种电信网元交互, 将呼叫控制、消息等网络能力抽象为 OSA/Parlay API, 供内外部业务应用使用; OSA/Parlay Framework 一方面与 SCS 连接, 提供业务注册, 另一方面为内外部应用提供鉴权认证、业务发现和订购、安全管理等框架 API。OSA/Parlay API 提出了一种跨越异构网络的通用的能力开放接口, 但其基于 CORBA 实现, 运行效率低下, 技术复杂, 需要开发者对电信网络有相当深入的了解, 这严重限制了其推广应用。

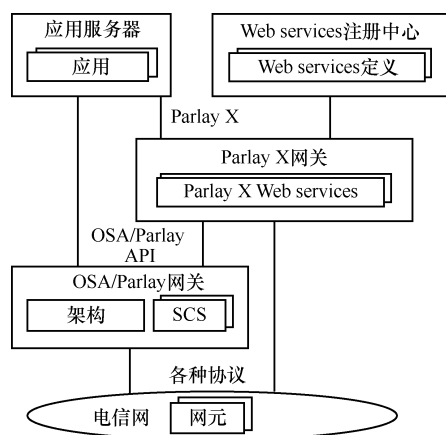


图 2 OSA/Parlay API 及 Parlay X Web services 架构

针对这一问题, Parlay Group 和 3GPP 推出了 Parlay X Web services, 在 Parlay 架构上叠加 Parlay

X 网关, 针对特定业务场景的需求对 OSA/Parlay API 进行组合封装, 形成更加简单易用的 Parlay X 业务组件。不过, Parlay X 能力少、功能简单、不灵活, 而且 Web services 对互联网开发者来说仍然不够简单。

2008 年后, OSA/Parlay API 和 Parlay X 的标准化工作转由 OMA 负责。OMA 将其纳入 OSE (OMA service environment, OMA 业务环境) 架构^[2]中, 与 OMA 提出的各种业务引擎融合。与此同时, RESTful 风格的协议因具有无状态、轻量级等优点, 逐渐成为能力开放 API 的首选技术。为此, OMA 针对 Parlay X 发布了 Parlay REST 规范, 而 GSMA 和 OMA 也推出了 RESTful 风格的 OneAPI^[3], 用于替代 Parlay X Web services。不过, 上述各种 RESTful API 都存在能力少、功能简单的问题。

移动通信核心网的演进也遵循解耦和开放的思想。3GPP 在 4G 阶段早期引入了 AAC (application access control, 应用接入控制) 网元, 它基于 PCC (policy and charging control, 策略和计费控制) 机制实现了 QoS 能力的开放。3GPP 在 R13 阶段引入了 SCEF (service capability exposure function, 业务能力开放功能)^[4], 可通过 OMA、GSMA 等定义的 API 开放 4G 网络能力。3GPP 在 R15 阶段确定了 5G 网络架构, 各核心网网元通过提供服务化接口进行功能解耦, 实现了控制面与用户面分离, 控制面与数据面分离, 采用基于 NFV、SDN 的软件化技术实现了网元的虚拟化和软硬件解耦。5G 中还定义了 NEF (network exposure function, 网络开放功能)^[5], 通过 API 对内外部的 AF (application function, 应用功能) 提供用户设备监控、策略控制和计费等 5G 能力。此外, 为了进一步规范能力开放架构, 3GPP 还提出了 CAPIF (common API framework, 通用 API 框架)^[6], 定义了对 AF 的认证、授权、业务发现机制以及对业务 API 的发布、访问控制、计费、

监控管理等机制。

综上可知, OSA/Parlay API 和 Parlay X Web services 针对复杂异构网络的能力开放做了不少尝试, 3GPP 也在 4G、5G 阶段高度重视能力开放, 引入了专用的能力开放网元 AAC、SCEF 和 NEF, 但由于这些技术没有对业务系统进行全面解耦, 因此无法提供超细粒度的原子能力和面向各种场景的复合能力, 无法建立资源共享、智能开放的新一代的电信业务体系。

除了上述标准化组织的工作以外, 国内外各运营商也在积极探索建立新一代的电信业务体系, 例如法国电信通过建立统一的能力开放平台来汇聚网络能力, 向内部和外部的业务应用提供 100 多个 API; 而国内运营商如中国电信、中国联通也在建立统一的能力开放平台, 开放呼叫、消息等能力^[7-8]。不过, 总体上这些运营商没有实现业务系统的全面解耦, 只开放一些业务基地的有限的粗粒度能力, 无法实现复杂异构网络能力的全面开放和海量业务系统资源的充分共享, 难以

满足多场景应用对能力的需求。

3 智能开放的电信业务体系及核心机制

3.1 智能开放的电信业务体系

面对复杂异构网络上运营商自有业务及第三方应用的不同需求, 在充分借鉴了各种解耦与开放技术的基础上, 本文提出了一种基于业务系统全面解耦的智能开放的电信业务体系——IOTSA (intelligent and open telecom service architecture), 如图 3 所示。

该业务体系支持对复杂异构网络的能力收敛、抽象、封装、编排组合和统一开放, 提供包括轻量级网络协议、原子能力 API、复合能力 API 的三级接口, 其中轻量级网络协议提供超细粒度的能力, 是功能最强的开放接口; 而原子能力 API 将轻量级网络协议封装成细粒度的能力, 屏蔽了协议的复杂性, 是稳定、简明的开放接口; 复合能力 API 则在原子能力 API 基础上根据具体的应用场景需求封装编排而成, 具有动态灵活、简单

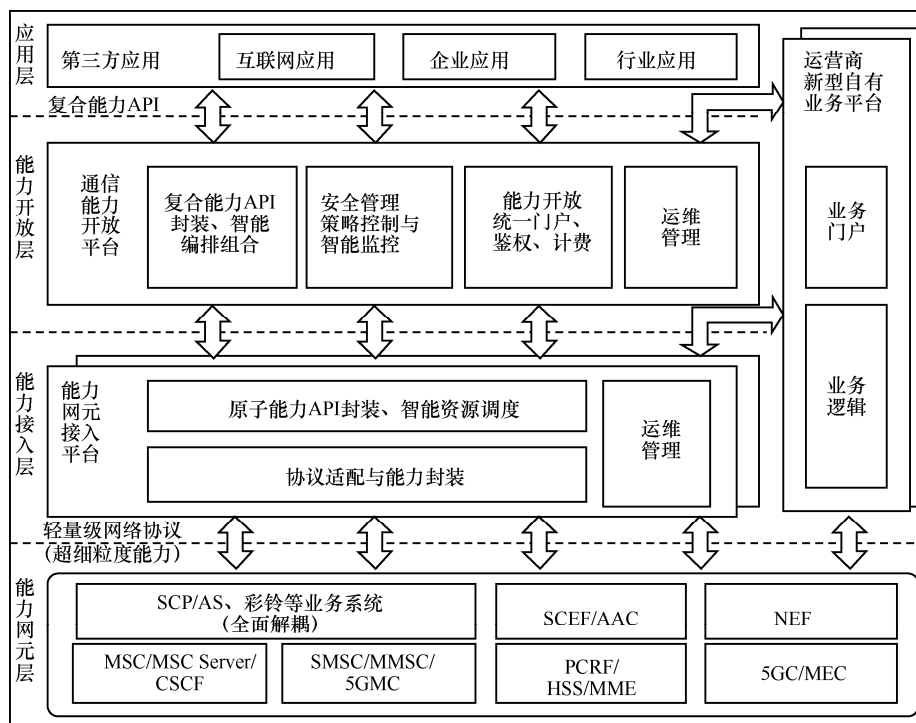


图3 智能开放的电信业务体系 IOTSA



易用的特点。上述三级能力开放接口的功能、性能和复杂度都不同,可满足运营商自有业务和第三方应用的不同层次需求。该业务体系分为如下4层。

(1) 能力网元层

包括电信网的各种能力网元,覆盖音视频、消息、管道和数据等多种能力。在保证现网稳定、业务不受影响的前提下,对作为关键能力网元的业务系统进行大规模解耦,将完整、丰富、超细粒度的能力采用基于 RESTful 的轻量级网络协议从原本封闭的业务系统中挖掘并开放出来,为全面的能力开放和系统资源共享奠定基础。轻量级网络协议功能最强、性能最高,但业务开发难度也相对较大,适合运营商在提供重量级的自有业务时使用。

(2) 能力接入层

能力网元接入平台一方面通过轻量级网络协议连接各个能力网元,屏蔽其具体部署和实现细节,将其提供的超细粒度能力封装为丰富的原子能力 API,提供给能力开放平台及自有业务平台使用;另一方面接受能力开放平台的能力调用任务,采用智能调度机制将任务分配给各个能力网元,实现优化的资源利用。原子能力 API 功能强、性能高,开发难度不大,适合运营商在快速提供轻量级的自有业务时使用。

(3) 能力开放层

能力开放平台作为全网统一的能力开放门户,连接多个能力网元接入平台,根据多样化的场景需求对原子能力进行封装和动态编排组合,形成灵活的复合能力 API,统一对外开放,同时与内外部业务应用对接,实现鉴权、计费、安全管理等功能,保证能力被安全可控地调用。复合能力 API 聚焦于特定的场景提供灵活的功能,开发难度很低,适合广大第三方开发者开发面向多样化场景的应用,同时也适合运营商自有业务的快速演示和功能验证。

(4) 应用层

包括第三方应用平台以及运营商自有业务平台,前者通过复合能力 API 调用能力开放平台提供的能力,后者可根据具体需求接入能力开放平台、能力网元接入平台或能力网元,直接(侧重高效运行需求)或间接(侧重快速开发上线需求)使用不同粒度的能力。

该业务体系兼顾了业务应用多元多变、求新求快的需求与核心网络稳定运行、少做改造的需求,开放了粒度可控的丰富能力,实现了网络和系统资源的充分共享。通过在国际规范层面与 4G (SCEF) 和 5G (NEF) 能力开放机制深度融合,实现了对 4G/5G 的全面支持。

3.2 支撑智能开放电信业务体系的核心机制

上述电信业务体系在实际部署应用时还需要满足资源高效利用、能力按需提供、开放安全可控等重大需求,这要求电信业务体系不但要“开放”,还要“智能”,为此 IOTSA 采用了支撑电信业务体系的多项智能的核心机制,包括网络资源智能调度、动态服务编排组合、异常行为智能监控。

(1) 网络资源的智能调度机制

通过大规模解耦,能力网元层具备了大量能力网元资源,必须采用网络资源智能调度机制,将任务合理地分配给相关的能力网元,实现资源的优化利用。

能力调用具有突发性和实时性的特点,在某些场景下业务量极大,例如在“双十一”等特殊时间点大量商家将集中调用能力向海量用户同时发起短信/语音验证码和通知、一键登录等实时通信请求,这将对网络形成巨大冲击。与此同时,各个能力网元需要支撑现网业务,其系统性能、服务质量将根据现网业务负荷、能力调用任务量、其他能力网元的状态,以及任务发起的时间、地点、用户的分布和状态等多种因素呈现复杂的非线性变化。必须在保证能力调用服务质量的前提

下充分利用现有的能力网元资源,实现优化的能力调用任务调度,达到尽量高的吞吐量。传统的任务调度策略采用简单算法和固定规则,对环境进行简单建模决策,忽略了历史经验和不同类型能力的服务质量需求,导致效率低下,完全无法实现上述目标。

为此,IOTSA通过能力网元接入平台持续收集各能力网元的实时负载和可用资源等数据,同时能力网元接入平台记录每次能力调用请求的返回时延、成功率等数据。基于这些实时和历史数据,结合各能力网元的地理位置、网络拓扑、系统容量等数据,提出一种智能的能力网元供给机制^[9],根据实时网络环境的复杂性和流量变化进行决策,采用一种基于克罗内克因式分解的可置信区域策略优化算法进行能力调用任务的智能动态调度,在各能力网元间合理分配任务,如图4所示。通过对流量数据的mGBDT识别感知到的动态业务需求,结合实时获取的网络状态信息,作为依据进行网络资源调度与引导,在满足业务需求的前提下尽可能降低资源的消耗与传输的时延。采用深度增强学习(deep reinforcement

learning, DRL)模型选路,选择合理的状态与动作空间,学习网络功能服务链供给与重组的最优策略。将量化的动态业务需求与网络资源状态信息共同组成状态空间,将虚拟网络功能部署与供给方案作为动作空间,以网络中流量的调度与引导效果作为奖励信息,训练出合理的服务链供给重组策略,实现对网络资源的最优利用和对网络流量的最优引导,提升用户的服务质量。在图4的案例中,一次包含100万次语音验证的能力API调用任务通过本机制被按比例分配给多个能力网元来执行,以实现网络资源的优化利用。现网应用显示,该方案通过实时的业务资源供给可有效改进能力开放中的服务质量。基于新算法的深度增强模型对比传统规则匹配调度模型,可降低30%的网络拥塞并实现更高的吞吐量。

(2) 过系统解耦开放出丰富的超细粒度能力,对其进行抽象封装,提出了网络原子能力的概念,建立了覆盖音视频、消息、管道、数据等各领域的原子能力API体系。在此基础上设计实现了跨域的复合能力封装和动态编排组合技术^[10],根据不同用户不同场景的差异化需求编排组合原子能

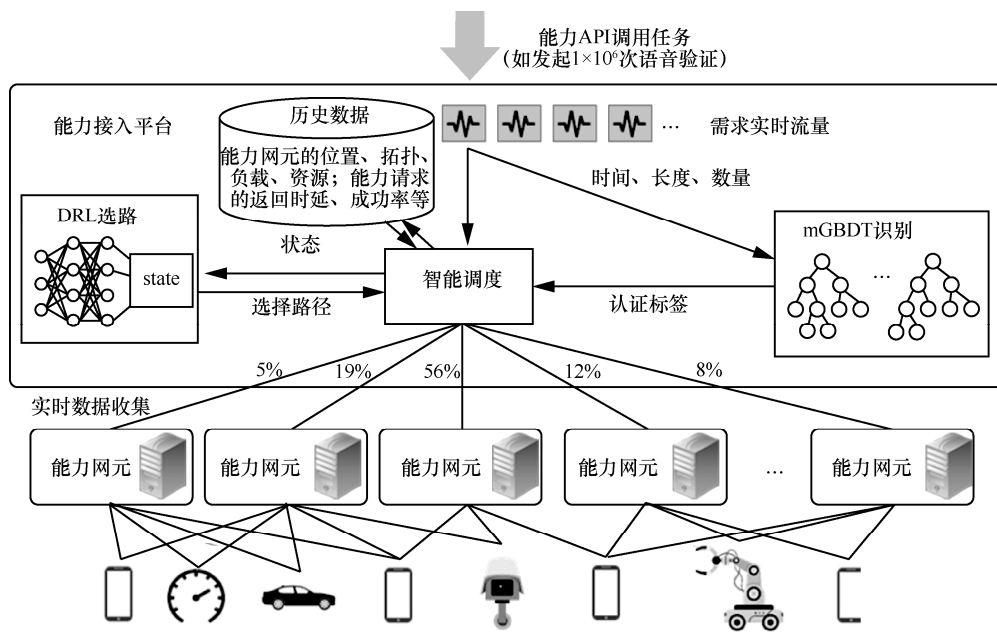


图4 网络资源的智能调度机制



力 API, 形成具有可执行逻辑的复合能力 API, 可以在执行时根据实时网络情况自适应地动态调用原子能力 API, 从而实现能力的快速灵活开放, 满足多样化的业务需求。

一个典型的动态服务编排组合案例如图 5 所示。来电提示、个人名片、紧急通知等应用场景都需要在手机上投递弹屏消息, 这种弹屏消息与普通短消息相比, 具有即时送达、弹屏即显等显著优点。针对这个特定场景需求设计了复合能力 API “投递弹屏消息”, 该复合能力 API 通过编排组合形成可执行逻辑, 可根据用户实时网络情况选择最适宜的消息投递方式: 首先调用原子能力 API “域选查询” 来查询用户当前驻留的网络类型, 如果用户当前驻留在非 VoLTE 网络上, 则选择使用时效性最好的 USSD 消息, 因此调用原子能力 API “投递 USSD 消息”; 如果用户当前驻留在 VoLTE 网络上, 则由于 VoLTE 网络不支持 USSD 消息投递, 应调用原子能力 API “投递闪信消息”。

(3) 能力调用异常行为的智能监控机制

电信网络的能力开放必须做到安全可控, 一方面要防止第三方应用对能力的违规使用 (如利用音视频呼叫、消息等能力对用户发起骚扰和攻

击); 另一方面要防止内外部业务平台因为系统故障、软件缺陷等原因对能力进行不正常的使用 (如持续不断或周期性地向某用户发起呼叫或发送消息)。基于能力调用门限的简单安全方案可以防止特征明显的安全事件, 但无法发现精心设计、特征不明显的异常行为。传统机器学习方法通常将异常事件看作发生在多个时间点上孤立、离散的事件, 而忽视了异常事件的连续性, 因此在实际应用中效果有限。

对此, IOTSA 采用了一种基于多阶段机器学习的连续区间异常检测模型^[11], 如图 6 所示。标签筛选模型筛选出异常区间中更加重要的异常点, 并且从训练集中移除“非必要”的点。再学习模型则强调了被检出异常之间的差异性, 并在更细的粒度上对被检出异常进行重新分类。与传统的、使用时间序列预测模型的异常检测方案相比, 机器学习方法通常具有更好的通用性。多阶段 KPI 异常检测模型使用 DNN 全连接结构作为基础分类器, 并与标签筛选模型与再学习模型相结合, 体现了连续区间异常检测的特点。该模型利用异常区间的连续性对训练集数据进行筛选, 并对被检出的真/假异常报告进行重新分类, 有效减少了异常误报的数量。利用滑动窗口提取的多

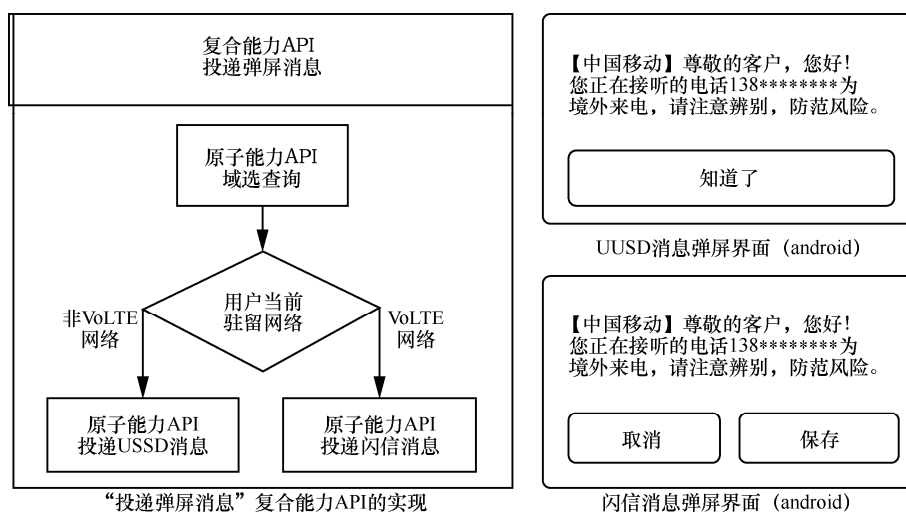


图5 动态服务编排组合案例

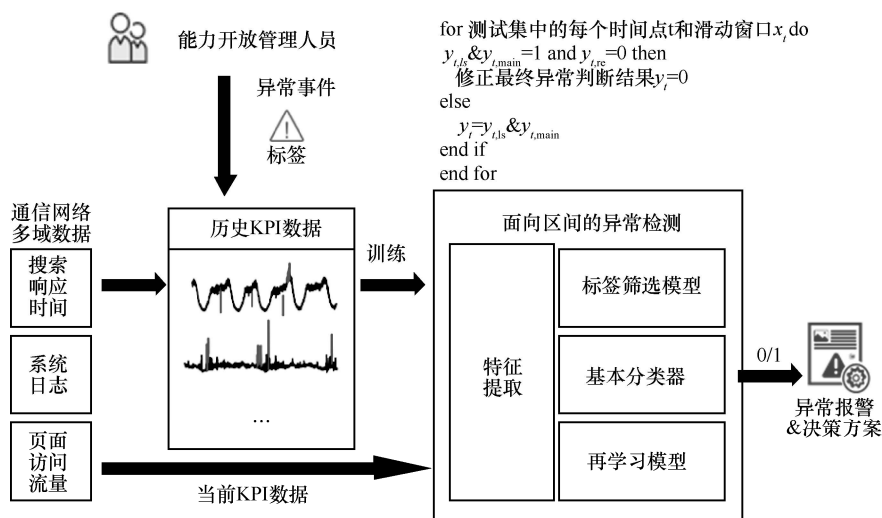


图6 能力调用异常行为的智能监控机制

个特征组成的特征集，被证明能够较好地描述业务流量时间序列的特征。IOTSA 对 25 项关键指标进行了检测，获得了 96.5% 的异常行为查准率，显著优于 LSTM (89.4%)、RF (87.8%)、SVM (61.9%) 等其他主流异常检测模型。

4 智能开放的电信业务系统关键技术

智能开放的电信业务体系要求业务系统进行大规模解耦，以实现超细粒度的能力开放和全面的资源共享，在此过程中面临大规模现网业务系统解耦和平滑升级、多业务动态协调、稳态呼叫保障等重大技术难题，IOTSA 采用了一系列关键创新技术，并将成果应用于现网。

(1) 低风险低成本快速业务系统解耦升级方案

现网存在大量 SCP/AS、彩铃等业务系统，提供移动虚拟专用网 (V 网)、彩铃等业务，支撑着数亿用户。在保证现网业务不受影响的前提下实现业务系统的大规模、低风险、低成本的快速解耦是一项重大技术挑战。

为此，IOTSA 采用了一种基于 Service Broker 的业务系统解耦升级方案，如图 7 所示。传统业务系统后台中包含 CAP/SIP 协议适配功能和业务逻辑与呼叫状态自动机。业务逻辑与呼叫状态自

动机高度耦合，这使得其能力与业务无法分离，资源无法被外部共享，不支持新业务的快速低成本提供。Service Broker 则实现了业务逻辑与呼叫状态自动机的解耦，自身仅保留 CAP/SIP 协议适配功能和呼叫状态自动机，同时将签约触发、呼叫控制、IVR 交互、媒体播控、USSD 消息、位置/状态查询等业务系统的超细粒度的能力从传统业务系统后台业务逻辑中抽象出来，通过基于 RESTful 的轻量级网络协议对外开放。外部的运营商自有业务平台无须支持 CAP、SIP 等复杂通信协议，也无须实现呼叫状态自动机，只需基于 RESTful 轻量级网络协议实现业务逻辑，即可通过 Service Broker 调用业务系统的超细粒度能力，并充分复用业务系统的信令资源和媒体资源，因而可以快速低成本地提供新业务。通过能力开放平台接入的第三方应用也同样可快速低成本地使用业务系统的能力，复用其资源。

本升级方案在业务后台和负载均衡器之间插入 Service Broker 模块，该模块将对呼叫信令消息进行区别处理：如果呼叫信令消息属于现网业务（如 2G/3G 移动虚拟专用网、彩铃等老业务），则在本地业务后台与负载均衡器之间进行透传处



理, 以确保现网业务不受影响; 如果呼叫信令消息属于新业务应用 (如 4G/5G 融合移动虚拟专用网、视频彩铃、高频骚扰电话防护等新业务, 以及中间号等第三方应用), 则进行协议适配/转换, 并由呼叫状态自动机进行状态迁移和维护, 通过基于 RESTful 的轻量级网络协议与外部的业务应用进行通信。通过这种方案可实现业务系统的解耦以及超细粒度能力的开放, 同时使业务系统资源被外部业务应用所共享。部署 Service Broker 的升级过程对业务系统的业务后台和负载均衡器透明, 无须改造, 因而是一种低风险、低成本、快速的解耦升级方案。

(2) 多业务动态协调机制

智能开放的电信业务体系将催生大量运营商和第三方创新应用, 新业务之间及其与现有业务之间存在冲突。一个呼叫如何触发多个智能签约业务, 多个业务逻辑如何协同控制一个呼叫, 涉

及多业务触发冲突避免和并发共存, 这是全球电信行业多年来长期关注而一直没有攻克的重大技术难题。此前运营商迫于市场的巨大需求 (中国移动 V 网有 5 亿多用户), 不得不采用开发难度极高的多业务融合方案。实践证明, 该方案改造风险巨大、投资成本极高、建设周期漫长, 完全无法支撑智能开放电信业务体系中新业务的大规模快速部署。

为此, IOTSA 采用了基于 Service Broker 的多业务动态协调机制^[12]。Service Broker 在实现业务系统解耦功能的基础上, 进一步支持多业务动态协调功能: 基于匹配过滤准则的触发方式, 设计了多业务动态调用触发算法, 支持串行、并行和链式等多种触发模式, 根据业务优先级和用户呼叫状态触发其对应的业务逻辑。将呼叫的实时运行状态映射到多个业务的有限状态机上, 在运行时根据编排原则合理调度内外部多个业务逻辑,

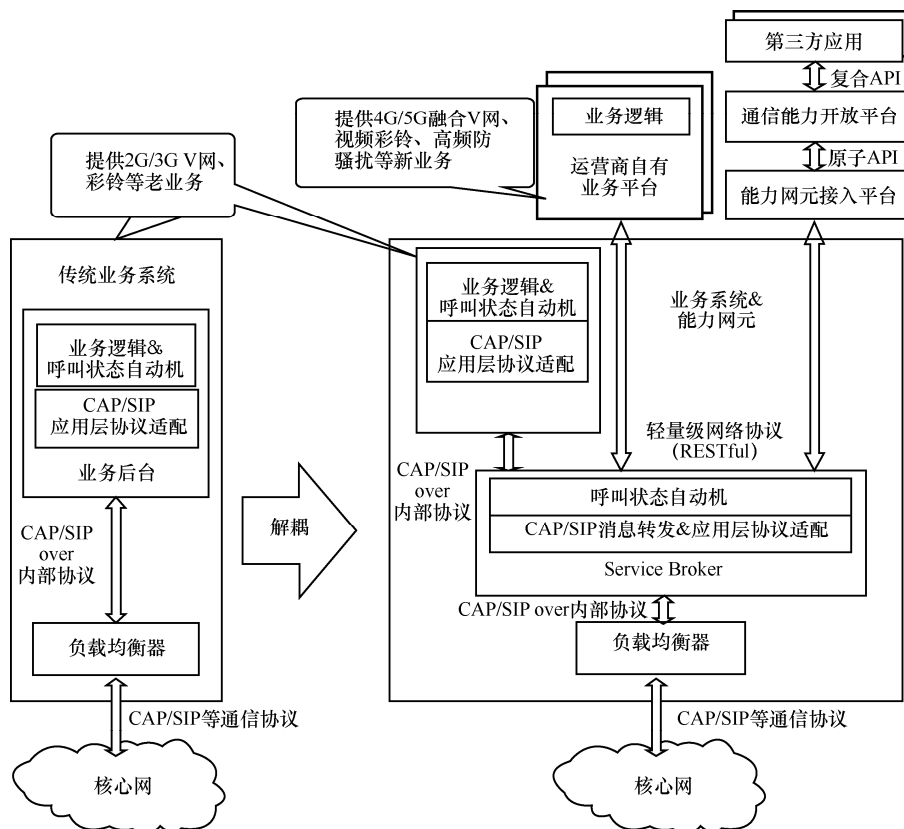


图7 低风险低成本快速业务系统解耦升级方案及多业务动态协调机制

拆分组装信令,控制消息时序,避免了多业务并发对核心网资源的抢占。通过该机制的实施,多业务触发冲突难题得到彻底解决,这为运营商和第三方新业务应用的大规模快速上线和并发共存奠定了基础。

(3) 面向云化环境的稳态呼叫保障技术

在云化过程中,业务系统由独占的专用物理机迁移到共享的通用云资源池的虚拟机上,这大幅度降低了建设成本,增加了部署灵活性,但虚拟机的稳定性和可靠性低于专用的物理机,这会导致业务实例虚拟机僵死的概率显著增加。一旦虚拟机僵死,受其控制的稳态呼叫必将受到影响,导致呼损。这个由云化过程激化的严重问题必须得到解决。

为此,IOTSA 采用了一种稳态呼叫保障技术,如图 8 所示。该技术将虚拟机各自独立处理一部分稳态呼叫的传统机制改为多虚拟机无差别协同处理全部稳态呼叫的新机制。在传统机制中,每个虚拟机负责一定量的稳态呼叫,需要保存和维

护每个稳态呼叫的状态,将这些状态数据保存在本机内存中,一旦虚拟机僵死,这些状态数据将丢失,这些稳态呼叫也将损失。而在新的机制中,稳态呼叫不再按照固定的分发策略绑定特定的虚拟机,每个虚拟机都将稳态呼叫上下文数据写入高可用集群库,虚拟机自身并不保存和维护任何稳态呼叫的状态。当某个稳态呼叫有新消息到来时,系统随机选择某个空闲的虚拟机进行处理,它从高可用集群库中读出该稳态呼叫的上下文数据,进行状态迁移和业务处理操作,然后将更新后的数据写回高可用集群库。这样就实现了多个虚拟机无差别地协作,任何一个虚拟机的僵死都不会影响任何稳态呼叫的后续处理,从而实现了稳态呼叫无呼损,降低了掉话率,提升了业务体验,保障了业务系统云化的顺利进行。

5 标准化与应用情况

通过与中国移动、华为、东信北邮等单位建

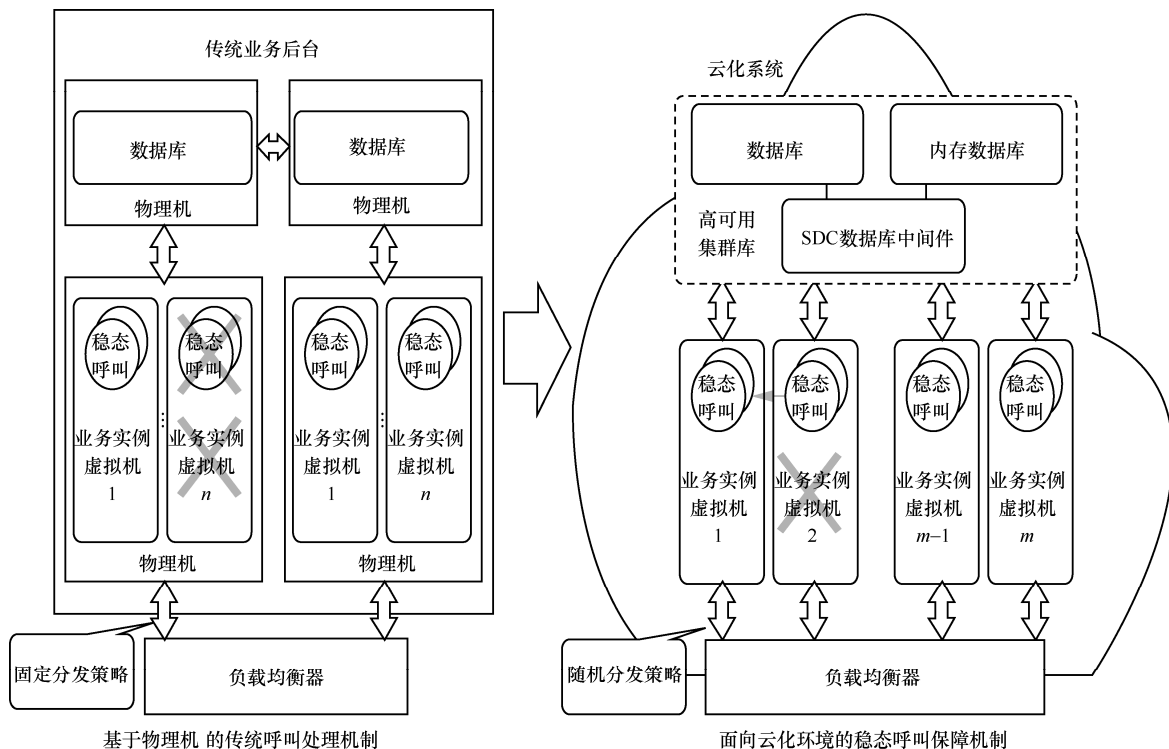


图 8 面向云化环境的稳态呼叫保障技术



立的“产学研用”一体化机制,上述成果在 ITU-T 和 3GPP 形成了智能开放电信业务体系的首批系列国际标准 (ITU-TY.3131、Y.3133, 3GPP TS29.122、TS29521、TS29.522)。随着 VoLTE 的普及,上述成果在中国移动现网大规模应用。中国移动通过大规模业务系统解耦建成了全球首个面向复杂异构网络环境的智能开放的电信业务体系,提供了大量超细粒度能力、396 个原子能力以及灵活的复合能力,实现了资源的优化利用和共享,满足了多场景的客户需求,同时保证了原有业务不受影响。中国移动遵循解耦和开放的原则实现了业务系统的平滑演进,无缝兼容 4G (VoLTE) 和 5G,提供了融合音视频彩铃 (3.2 亿用户,其中 4G/5G 高清视频彩铃业务用户数已超过 1 亿,成为全球首个大规模商用的 5G 业务)、移动虚拟专用网 (5.5 亿用户)、统一 Centrex、高频骚扰电话防护、彩印、和多号、渔讯通、Wi-Fi 补盲等大量自有业务,支撑了阿里巴巴、腾讯、滴滴、美团、58 同城、海康威视等 7 000 余家第三方企事业单位的应用,极大促进了各行业信息化、数字化、智能化的转型升级进程,帮助其获得了数百亿的经济效益。相关成果获国际电信管理论坛 (TM Forum)“数字开放生态平台建设”大奖、全球电信大奖 Glotel Awards“最佳数字化转型奖”。TM Forum 指出本成果“塑造了数字商业革命中复杂 B2B 交易的市场,在推动数字生态系统走向开放方面做出了特别贡献。”

6 结束语

近年来,电信网络正在变得日益复杂,而运营商降本增收、开放转型的需求也日益迫切。国际标准化组织提出的电信业务体系相关技术无法支撑复杂异构网络的能力开放和资源共享,无法适应运营商自有业务和第三方应用的差异化需求。为此,本文提出了一种基于业务系统全面解

耦的智能开放的电信业务体系及其核心机制和关键技术,支持多级、多粒度的智能能力开放与高效资源共享,现网大规模应用表明该业务体系可充分满足运营商自有业务及第三方应用的需求。该电信业务体系是一个开放、可扩展的架构,在 5G 时代可进一步支持切片、边缘计算、物联网等领域的能力开放与创新业务提供,有效推动运营商以及各行业的信息化、数字化和智能化转型。

参考文献:

- [1] 3GPP. Open service access (OSA) stage 2. TS23.198 V9.0.0[S]. 2009.
- [2] Open Mobile Alliance. OMA service environment: OMA-AD-service-environment V1.0.5[S]. 2009.
- [3] Open Mobile Alliance. OneAPI profile of Parlay X Web services: OMA-TS-PXPROF V1.0[S]. 2010.
- [4] 3GPP. Architecture enhancements to facilitate communications with packet data networks and applications: TS23.682 V13.11.0[S]. 2018.
- [5] 3GPP. System architecture for the 5G system (5GS): TS23.501 V16.5.0[S]. 2020.
- [6] 3GPP. Common API framework for 3GPP northbound APIs: TS23.222 V16.8.0[S]. 2020.
- [7] 邱巍, 吴倩, 吴海. 基于 IMS 网络的核心网能力开放部署方式[J]. 电信科学, 2017, 33(4): 155-162.
QIU W, WU Q, WU H. Capability exposure deployment of IMS core network[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(4): 155-162.
- [8] 张海峰, 董昭, 李娟, 等. 电信运营商大数据能力开放平台建设[J]. 电信科学, 2017, 33(4): 183-190.
ZHANG H F, DONG Z, LI J, et al. The construction of telecommunications operators of large data open platform[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(4): 183-190.
- [9] HE B, WANG J Y, QI Q, et al. Towards intelligent provisioning of virtualized network functions with traffic identification: a deep reinforcement learning based approach[Z]. 2020.
- [10] FU X Y, RICHARD YU F, WANG J Y, et al. Dynamic service function chain embedding for NFV-enabled IoT: a deep reinforcement learning approach[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2020, 19(1): 507-519.
- [11] WANG J Y, JING Y H, QI Q, et al. ALSR: an adaptive label screening and relearning approach for interval-oriented anomaly

detection[J]. Expert Systems with Applications, 2019(136): 94-104.

- [12] WANG J Y, QI Q, QING S D, et al. Elastic vehicular resource providing based on service function-group resource mapping of smart identify network[J]. IEEE System Journal, 2018, 12(2): 1897-1908.

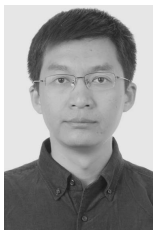
[作者简介]



廖建新（1965—），男，博士，北京邮电大学网络智能研究中心主任、教授、博士生导师，教育部长江学者特聘教授，教育部创新团队带头人，国家杰出青年基金获得者，百千万人才国家级人选，长期从事业务网络的理论和关键技术研究工作，获得国家科学技术进步奖 2 次，教育部科学技术进步奖 3 次，中国通信学会科学技术奖 4 次，信息产业重大技术发明奖 1 次，中国专利优秀奖 1 次。



张昊（1979—），男，博士，中国移动通信集团有限公司研究院网络与 IT 技术研究所副所长、高级工程师，主要从事移动通信网技术与标准研究工作。



徐童（1977—），男，博士，北京邮电大学网络智能研究中心讲师，获得国家科学技术进步奖 1 次，教育部科学技术进步奖 2 次，中国通信学会科学技术奖 3 次，主要从事业务网络的理论和关键技术研究工作。



尼凌飞（1978—），男，中国移动通信集团有限公司研究院高级工程师，主要从事移动通信网技术与标准研究工作。



王敬宇（1978—），男，博士，北京邮电大学网络智能研究中心教授、博士生导师，获得教育部科学技术进步奖 1 次，中国通信学会科学技术奖 2 次，主要从事业务网络的理论和关键技术研究工作。

吴问付（1977—），男，华为技术有限公司高级工程师，主要从事移动通信网标准研究工作。