



新一代多媒体实时通信系统架构增强演进研究

姜怡¹, 周越¹, 白雪茜¹, 吴滨¹, 刘晨², 张剑寅¹

(1. 中国移动通信有限公司研究院, 北京 100053;

2. 中国移动通信集团有限公司, 北京 100053)

摘要: 随着 5G 和 5G-Advanced 网络的演进发展, 多媒体实时通信业务正在向超清化、交互式、沉浸式及开放性趋势发展, 对现有基于 IP 多媒体子系统 (IP multimedia sub system, IMS 网络) 的多媒体实时通信系统提出了架构和网络能力方面的增强需求。对实时多媒体通信系统架构的增强技术进行了研究和探讨, 通过引入基于 IMS 网络架构的交互式通信通道技术, 提出了服务化统一媒体面和三方标识认证的架构及流程, 更好地满足个人和行业用户多样化、沉浸式多媒体实时通信体验需求。同时提出了一种多媒体实时通信网络新架构, 对多媒体实时通信的控制面架构进行演进重构, 提供更为简化、灵活和开放的会话控制、会话路由、媒体面管理、业务调用、业务组合机制。

关键词: 多媒体; 实时通信; IMS 网络; 语音业务演进

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi:10.11959/j.issn.1000-0801.2022048

Study on the architecture enhancement and migration for the next generation of the multimedia real time communication system

JIANG Yi¹, ZHOU Yue¹, BAI Xueqian¹, WU Bin¹, LIU Chen², ZHANG Jianyin¹

1. China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China

2. China Mobile Communications Corporation, Beijing 100053, China

Abstract: With the development of 5G and 5G-Advanced network, multimedia real time communications were migrating towards the trends of super high definition, enhanced interaction, immersion and openness, which requires enhancements on the architecture and capability of legacy IMS based multimedia real time communication system. The enhancement technologies of the multimedia real time communication system was studied and accordingly was proposed. By defining an “IMS network” based interactive data channel, a service-based unified media control architecture and procedures of third party identity on top of IMS network were proposed, to better fulfill the diverse and immersive service experiences for personal and vertical users. A new design of the real time communication system architecture was proposed, which enabled simpler, more flexible and more open mechanisms of the session control, session routing, media management, service invoking and combination.

Key words: multimedia, real time communication, IMS network, voice service migration

0 引言

基于人类听觉和视觉的多媒体实时通信需求一直是电信运营商需要解决的基本通信需求之一,从固定电话到移动通信,从窄带语音到宽带音/视频电话,电信运营商的通信网络一直在演进,以提供更好用户体验的多媒体通信业务。目前,运营商已建立一张基于 IMS 网络的支持固移融合的多媒体实时通信网络^[1-3],为用户提供高清语音或高清视频通话、呼叫等待、呼叫转移等补充业务,以及彩铃、智能网等增值业务。

但随着通信网络技术和多媒体实时通信新需求的不断涌现,运营商现有的网络已经难以快速满足需求,需要从功能和架构等方面进一步演进增强。

- 随着 5G 行业专网的发展,音/视频实时业务的场景将逐渐从人人通信向人人、人物、物物等多种场景发展。
- 面向垂直行业的终端类型、通信模式和应用场景与传统人人通信相比有很大的差异性和丰富性,音/视频实时业务需要快速适配这样的变化。
- 随着新业务需求以及与垂直行业的结合,语音/视频等实时通信业务模型从传统的终端点到点通信逐渐向终端与网络多种混合交互模型发展。
- 随着基础通信网络带宽的增加,视频应用,尤其是基于视频的交互类应用将明显增加,直播、AR (augmented reality) /VR (virtual reality) 的应用场景会带来音/视频实时业务的新增长点。
- 近年,移动 OTT (over the top) 业务发展迅猛,基于运营商连接能力实现消息、语音和视频等丰富的业务形式,这对运营商语音业务的替代愈发明显。

基于上述问题,需要对新一代多媒体实时通信的业务需求进行梳理,面向新需求研究并引入新的网络能力和新的网络架构,构建多媒体能力更强、部署更为灵活、成本更低的新一代多媒体实时通信系统。本文将对多媒体实时通信的新需求场景、多媒体通信新能力以及多媒体实时通信系统新架构进行探讨。

1 新一代多媒体实时通信需求

新一代多媒体实时通信业务和通信技术的需求与运营商网络架构的演进互为依托、相互促进,随着网络承载能力的增强,多媒体实时通信业务的发展逐渐呈现超清化、交互式、沉浸式及开放性趋势。

首先,5G 以及未来的 5G-Advanced 网络将提供更大的带宽和更低的比特成本,使清晰度(2K/4K...)更高、承载信息更多的视频应用成为可能,多媒体实时通信将全面向超清化方向发展。典型应用场景包括超清亲情通话、超清可视门禁、超清视频客服及超清视频报警等。

其次,在 5G-Advanced 时代,多媒体实时通信业务越来越强调交互性,在交互方式上充分考虑个人和垂直行业的不同交互需求,支持多样的交互方式。在个人通信方面,随着个人移动终端逐步智能化和大屏化,用户实时通信的诉求不再局限于通话双方声音和影像的交流。触、摸、拖、拽等操作的互动,针对同一事务共同协作,这些更加复杂交互的需求逐渐涌现,让语音业务有了新的生命和活力。典型应用场景包括个性化新呼叫、多方协作、可视菜单及企业名片。在垂直行业方面,通过引入实时交互通道,面向垂直行业在高清实时多媒体通话过程中增加行业特色交互式应用,如医疗行业,医生可以远程控制戴在护士手上的触觉手套对救护车里的病人进行超声诊断,获取超声图像,做出决策。

第三,XR (X reality) 等新媒体技术的不断



发展和产业的成熟将催生沉浸式音/视频业务体验。在 AR 游戏、VR 视频直播点播、360° 视频直播点播等应用出现后,在实时音/视频场景,AR 已经率先在 2C/2B (to customer/to business) 领域开始了商用。典型应用场景包括 AR 社交、远程购物协助及 AR 远程维修。

最后,面向实时多媒体通信业务的网络能力开放将进一步丰富。通信网络提供更高的带宽、更多的连接数及更低的时延等新网络能力,都可以开放给各行业应用,给各垂直行业带来新的发展机遇,使能更丰富的行业应用场景。典型应用场景包括打车应用、企业园区通信及互动远程教育。

新一代多媒体实时通信极大拓展了传统实时音/视频通信的内涵。在业务能力上,打破了传统音/视频媒体流限制,升级成名副其实的多媒体通信;在用户体验上,打破了听觉和视觉一维、二维的限制,增加触觉等交互式和三维沉浸式的新体验;在沟通范围上,打破了原有人与人的限制,拓展到人与物、物与物之间的沟通。业务能力的多样性、用户体验的多样性、沟通范围的多样性,要求实时音/视频网络具备全新的能力。端到端服务质量 (quality of service, QoS) 保障已经不仅仅是语音、视频两种特定的 QoS 策略和执行,还要针对不同数据业务类型,进行定制化的 QoS 策略控制。同时,由于增加了新的接入方式和新的数据交互,需要针对整个通信流程提供端到端的安全机制,包括接入安全、传输安全、信令安全以及网络设备安全等方面的措施保障新一代多媒体实时通信业务。

2 基于 IMS 网络的实时多媒体通信系统架构增强技术

面向上述新一代多媒体实时通信的发展趋势和新需求,国际标准从 Rel-16 已经逐步开展了基于 IMS 网络的实时多媒体通信系统架构演进和增强的标准化工作,首先在 Rel-16 中引入交互式通信通道能力,在 Rel-17 和 Rel-18 中一方面制定新的业务及网络需求,另一方面对网络架构进行增强,以构建下一代的实时多媒体通信网络。下面将在第三代合作伙伴计划 (Third Generation Partnership Project, 3GPP) 标准的基础上对实时多媒体通信系统架构增强技术进行分析和研究。

2.1 IMS 网络交互式数据通信通道

为匹配未来多媒体业务的丰富性和灵活性诉求,引导终端遵循一种通用框架,以支持不断变化的业务逻辑定义和数据格式定义,3GPP 于 Rel-16 引入了独立于原有信令、音/视频数据通道的新数据通道 (IMS 网络) 技术,数据通道技术如图 1 所示。

新数据通道具有如下特性。

- 与音/视频同路径,IMS 网络数据通道叠加于音/视频能力之上,因此该数据通道的建立流程与 IMS 网络会话建立流程进行了整合,确保该通道与音/视频通道同时建立,可在实时通信过程中即时使用。
- 数据通道支持 UDP/TCP 传输,以满足后续高实时性、高可靠的内在内容要求。
- 数据通道内部可承载多种协议及内容,可基于不同的协议 (如 HTTP) 传递文字、菜单、文件等丰富内容,并为不同类型数据

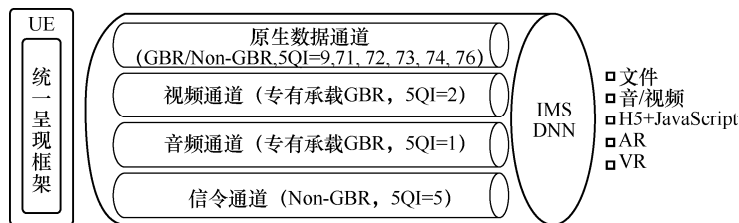


图 1 数据通道技术

通道提供不同的 QoS 保障。

数据通道方案中当前定义了如下传输通道。

- 自举 (Bootstrap) 通道: 终端通过该通道获取将在实时通信中需要使用的应用程序。应用程序包含 Web 页面渲染内容 (H5 页面等) 和应用控制逻辑 (JavaScript 脚本)。
- 应用 (Application) 通道: 终端通过该通道传输应用数据。Bootstrap 通道中的应用逻辑 (JavaScript 脚本) 控制 Application 通道中的动态应用数据收/发。Application 数据通道传输可以在终端与终端之间传输, 也可以在终端与网络侧之间传输, 由网络侧为用户提供丰富的, 基于 Web 界面的实时交互式体验增强内容。

数据通道为运营商已有的通话业务带来全新的想象空间, 网络侧不仅提供数据交互能力, 还可以结合音/视频和数据通道, 提供多媒体体验增强功能, 如在特定群体通信场景中, 网络侧媒体面提供自动语音识别 (automated speech recognition, ASR)、文本—语音转换 (text to speech, TTS) 和手语合成等功能, 把音/视频媒体转换为文字、手语动作等辅助信息并通过数据通道传输给终端。值得注意的是, 网络侧数据通道能力的使用需要与终端的统一呈现框架进行配合, 当前 3GPP 已在 TS 26.114^[3]中对终端支持数据通道提出定义, 但其在 IMS 网络架构中的呈现框架, 如数据通道控制功能、Bootstrap 通道和 Application 通道的建立方式等重要技术尚未定义, 仍需在后续标准化中进行明确。

2.2 三方标识认证及可信企业名片授权

个人用户获取移动电话网码号时, 移动通信运营商通过与个人用户签订服务合同验证用户的身份信息, 再为其分配独立的移动电话网码号, 但该码号并不与个人用户的所在企业产生联系。而面向企业用户的外呼需求, 为了拓展用户码号的企业接入属性, 3GPP 引入了第三方标识接入应

用场景 (以下简称第三方接入) 的方式, 企业员工可以使用所属企业分配的账号接入运营商 IMS 网络发起呼叫。运营商 IMS 网络提供直接接入及代理接入两种对象接入能力, 以满足企业内部呼叫及企业到其客户的呼叫; 运营商 IMS 网络需对接入企业及其所属用户进行鉴权和实名认证, 涉及的认证与鉴权需要满足可信原则, 通常指: 防仿冒、防抵赖、防篡改、防信息泄露、保护用户隐私; 在此基础上运营商 IMS 网络对认证的用户使用实名信息进行授权并在呼叫中进行传递与显示, 可叠加在现有的彩振、名片技术上进行显示, 也可通过第 3.1 节中定义的数据通道进行显示。

如图 2 所示, 第三方标识接入的可能架构包括运营商 IMS 网络、运营商企业数据服务器和企业内网的认证服务器等网络功能, 涉及的关键技术如下。

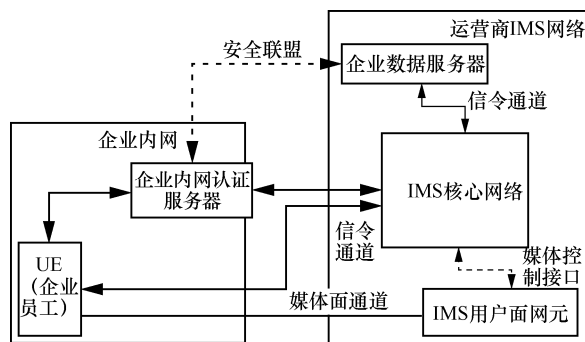


图2 第三方ID接入架构示意图

(1) 企业与IMS网络双向认证

IMS 网络提供企业数据服务器 (enterprise data server, EDS), 作为 IMS 网络内安全联盟的企业级数据中心与企业提供的企业认证服务器交互, 利用各自部署的 CA 证书和服务器证书借助一系列安全协议 (如 TLS、OAuth2、SAML 等) 实现双向认证。

(2) 企业对企业员工认证

企业对新入职人员根据企业管理要求完成自然人与其有效证件身份核对后, 确认其符合企业员工身份, 将为其分配员工账号。企业员工使用



员工账号接入 IMS 网络发起对外呼叫前, 企业员工首先与企业认证服务器交互完成身份认证并获取用户令牌 (token) 信息, 该 token 信息将进一步用于企业员工被 IMS 网络认证的依据。

此外, 三方认证还支持代理认证, 企业协同办公应用 (如钉钉) 可以作为小微企业 (如 IT 化能力较弱的企业) 的接入代理提供认证服务, 帮助小微企业接入 IMS 网络。

(3) 企业员工接入 IMS 网络及 token 信息的传递

企业员工接入 IMS 网络有 SIP 终端接入和 SIP 中继接入两种方式。

1) SIP 终端接入

员工使用员工账号登录 IMS 网络终端发起注册/呼叫, SIP 消息通过 Authorization 头域携带其从认证服务器获取的 token 并传递给 IMS 网络核心网; IMS 网络收到 SIP 消息解析获取 token 并传递给 EDS, EDS 认证 token 有效并进一步向认证服务器获取企业员工信息。

2) SIP (session initial protocol) 中继接入

员工使用账号登录企业网关, 企业网关作为企业员工的代理接入 IMS 网络并发起 SIP 注册/呼叫流程 (是否需要注册流程取决于企业网关能力), 后续流程同 SIP 终端接入。

其中, 企业提供的企业网关与 IMS 网络提供的中继接入系统对接时, 建议简化对接数据配置, 即考虑采用本端 IP 地址端口和对端数字证书, 代替现有的本端与远端的五元组配置方案。同时, 考虑企业员工的流动性 (如离职/转岗), 建议尽量避免 IMS 网络针对企业员工进行静态数据配置。

(4) 企业员工可信信息的获取及授权

EDS 在完成员工认证后获取企业员工的可信信息用于生成可信企业名片, 并在员工发起呼叫时授权 IMS 网络将企业名片发送给被叫终端向客户显示, 可信企业名片的具体内容可根据不同企业外呼显示要求自定义完成。

企业员工信息的主权归属企业, IMS 网络运营商不负责创建和配置企业员工信息, 但可以按需动态获取企业员工信息。这种方式下要求 IMS 网络不感知企业员工的自然人信息, 保护企业数据隐私。如果根据工业和信息化部要求进行通信恶意呼叫追溯, IMS 网络可以对企业员工信息进行缓存以帮助快速追溯。

(5) 可信企业名片的跨网传递

在一些企业外呼的场景中, 可信企业名片可能经过多个运营商的 IMS 网络传递, 中间经过的多个网络可能存在篡改企业名片信息的风险。因此, 建议引入主叫身份签名及被叫网络验证技术 (IETF RFC8224^[4]、RFC8225^[5]、RFC8588^[6]), 在主叫侧网络针对主叫的用户身份或企业名片 (如果网络生成企业名片) 进行签名, 在被叫网络对主叫的签名进行验证, 以确认主叫身份在传递过程中未被篡改。

2.3 IMS 网络统一媒体面架构

IMS 网络对媒体面的控制普遍采用 H.248 协议^[7], 存在解耦困难、不利于快速满足新型媒体能力需求等问题。随着交互式通信的发展, 媒体功能架构需具备更强的灵活性和可扩展性, 以应对未来更加多样化的多媒体业务需求。

当前 IMS 网络媒体功能主要包含音频转发、音频转码、音频播放、音频录制、音频会议、视频播放等, 这些媒体能力部署在多个不同媒体功能网元时易出现不必要的媒体迂回。随着 IMS 网络数据通道技术的发展, 网络需承载传统音频、视频以外更为丰富的多媒体类型, 以实现音/视频通话与文字、图片、AR/VR、屏幕共享、多流渲染等媒体能力的融合。

结合以上所提及的主要问题, 新一代网络架构需在满足支持多样化媒体处理能力的同时, 具备接口的灵活扩展性和解耦性。在 5G 引入的服务化架构基于 HTTP/2 协议, 具备敏捷性、易扩展性、灵活性和开放性等优势, 将在统一媒体面新

架构下重点进行考虑。

实时通信媒体能力架构将结合 5G 服务化架构机制实现媒体能力的服务化,并以 IMS 网络基础网络为依托,同步融合现网媒体网元功能和数据通道所需的媒体功能。实时通信媒体能力架构如图 3 所示,该实时通信媒体能力架构主要包含以下内容。

(1) 媒体控制接口的服务化

- 统一媒体面(unified media function, UMF)基于服务化媒体面控制接口与 IMS 网络核心网交互,该示例中 IMS 网络核心网的 P-CSCF(proxy-call session control function)为统一媒体面 UMF 的控制网元,通过媒体面控制接口完成媒体资源协商后,UMF 将基于媒体通道(media path)进行音/视频媒体的传输。
- UMF 基于服务化媒体面控制接口与应用服务器集合(AS set)交互,以数据通道服务器(data channel server)为例,数据通道服务器为数据通道媒体的控制网元,通过媒体面控制接口完成数据通道资源协商后,统一媒体面将基于所建立的数据通道进行相应媒体或数据的传输。

(2) 媒体网元的融合化

- UMF 融合了 IMS 网络既有媒体能力(IMS 网络 AGW(IMS 网络 access gateway)、TrGW(transit gateway)、IM-MGW(IP multimedia-media gateway)、MRFP(multimedia resource function processor)等)和新的数据通道相关媒体能力。
- UMF 基于音/视频媒体通道与终端交互传统音/视频媒体,基于数据通道与终端和服务交互数据通道相关媒体。

该实时通信媒体能力架构旨在形成统一的服务化媒体面架构,支撑多媒体业务的快速构建,从而更好地满足用户日渐多样化、沉浸式的体验需求,并具备媒体功能的模块化、媒体功能的解耦合、媒体接口的一致性和媒体功能扩展的灵活性等特征。

3 多媒体实时通信系统架构重构设计

3.1 基于 IMS 网络的多媒体实时通信系统问题分析

基于 IMS 网络的多媒体实时通信系统虽然已经成功地承载了音/视频实时通信业务,且具备一定业务灵活性和部署灵活性,但针对未来多媒体业务发展需求丰富、业务定制化要求高、音/视频业务低价化等趋势,存在网络复杂、部署成本高、

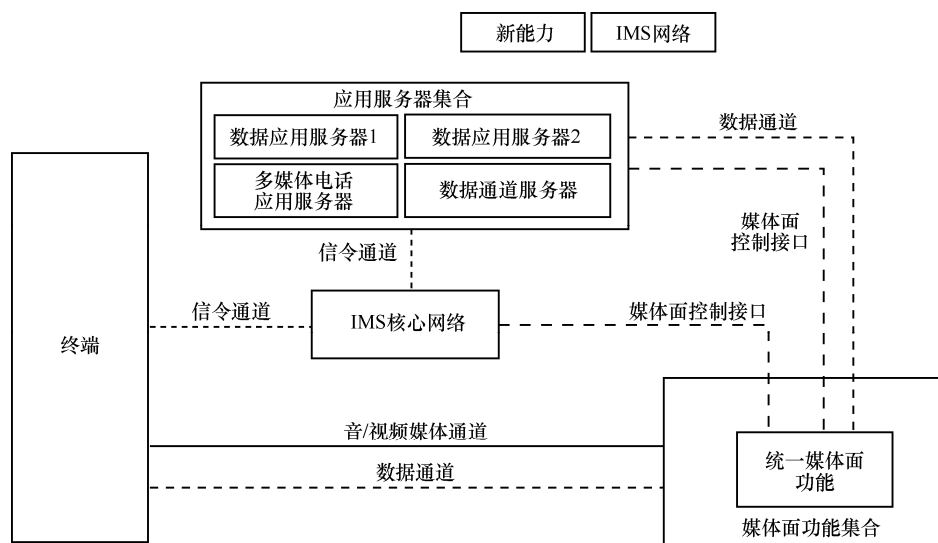


图3 实时通信媒体能力架构



业务能力更新慢等架构性问题,无法很好地适应未来多媒体实时通信需求。

(1) 控制面和用户面均异构,复杂度较高

IMS 网络属于典型的异构网络,定义了包括 P-CSCF、S-CSCF (serving-call session control function)、I-CSCF (interrogating-call session control function)、AS (application server)、MGCF (media gateway control function) 等在内的十余个控制面网元,以及 IM-MGW、IMS 网络-ALG (IMS 网络 application level gateway)、MRFP (multimedia resource function processor) 等用户面网元,其网元、接口及协议数量众多,流程复杂,且网元功能和性能差异较大,组网、路由、负载均衡、容灾等机制复杂且无法实现各网元共享,由此带来的网络测试、部署和维护复杂度和成本也相应较高。

(2) 静态业务编排组合,业务部署灵活性差

IMS 网络采用的是基于初始过滤规则 (initial Filter Criteria, iFC) 机制^[8]的静态业务编排机制,基本原理是在会话建立的第一条消息传输过程中按照预定义的静态业务编排规则完成所有相关业务平台可能的触发,在整个会话周期内该路径不能发生变化。这种机制存在两个主要的缺点:

- 无法支持业务灵活编排,无法在会话进行过程中动态加入业务,大量未使用的业务平台冗余触发,造成业务平台资源的不必要占用和不必要的呼叫时延。
- 解决业务嵌套和业务冲突难度大,任何新业务在部署时,都需要考虑与已有业务的嵌套和冲突,以确定其触发顺序和优先级,部署成本和潜在业务风险很大。

(3) 业务运营域多,漫游成本高

IMS 网络严格遵循归属网络服务原则,制定了复杂的运营商间国际漫游架构,在数据漫游的基础上人为将多媒体实时通信系统业务运营域划分为归属网络和拜访网络,带来运营商间额外的互操作和业务结算成本,同时无法充分利用运营

商自有漫游数据路由资源,导致多媒体业务流量的路由迂回和成本增加。

(4) 用户面资源使用效率低,成本高

媒体面资源建设成本是 IMS 网络成本的主要组成部分,但 IMS 网络对媒体面资源的使用效率却比较低。IMS 网络只能支持媒体面处理资源的静态调用,即需要在每个呼叫建立前预留媒体面处理资源 (如编/解码转换、媒体面混合等),在呼叫过程需要时使用媒体面处理,即使呼叫最终不需要,这些资源仍然被占用,媒体面处理资源利用效率低。

在媒体面路由方面,IMS 网络只能在呼叫建立时为媒体面数据包建立静态路由路径,而不能对媒体数据包的路由进行动态调整。媒体面数据包的路由在承载层面无法根据呼叫双方位置以及当前承载网络状态对路由路径进行动态控制,无法灵活快速调整路由以保证承载质量。

3.2 多媒体实时通信系统新架构设计

在 5G-Advanced 以及 6G 时代,为弥补基于 IMS 网络的多媒体实时通信系统架构的缺陷,快速低成本满足垂直行业对于实时音/视频业务的多样性需求,需要对多媒体实时通信系统进行增强和升级。一种方式是基于现有 IMS 网络进行修改和增强,通过对业务特性和业务质量要求进行合理删减,实现 IMS 网络架构简化,减少网元数量。同时,基于 3GPP 标准逐步引入服务化接口以及增强技术,提升 IMS 网络的业务提供能力,降低网络建设成本。但考虑上述问题基本是 IMS 网络架构设计和协议设计等系统基本面的问题,无法通过 IMS 网络自身的增强完全解决,可能需要考虑对多媒体实时通信的网络架构进行重构和优化,充分结合 IT 和 CT,研究制定更为简化、灵活和开放的会话控制、会话路由、媒体面管理、业务调用、业务组合机制,解决当前系统存在的问题。

本文提出了一种多媒体实时通信网络新架构,如图 4 所示,通过构建跨运营商、跨区域的

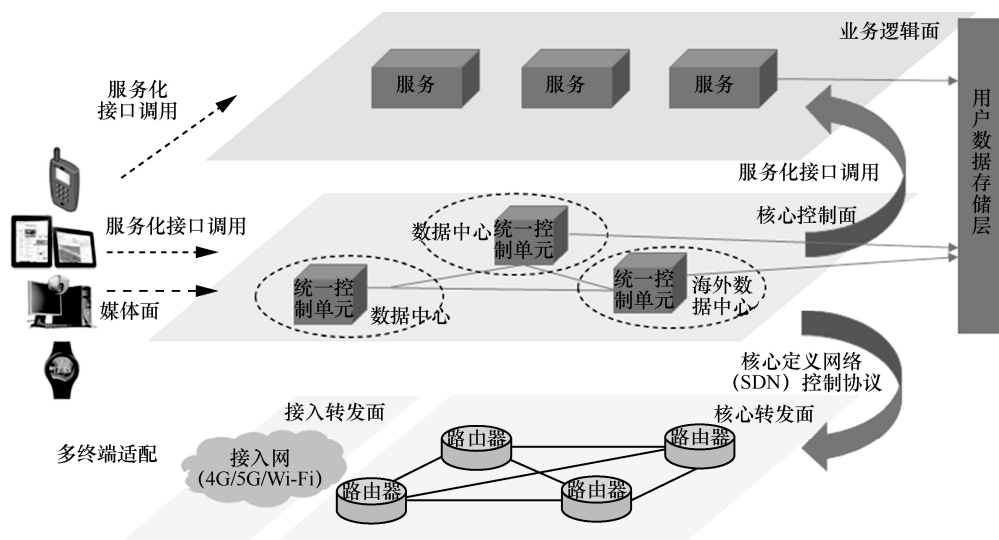


图4 一种多媒体实时通信网络新架构

分层 overlay 网络及服务，满足垂直行业的实时音/视频业务需求。

3.2.1 架构总体设计原则

在多媒体实时业务仍然保持会话型业务的情况下，新的系统架构仍然保持会话控制和承载解耦的设计原则，构建基于数据承载面之上的 overlay 架构，同时将会话控制和业务逻辑以及数据存储进一步解耦，将整个架构分为 4 个层面，分别为数据转发面、核心控制面、业务逻辑面和数据存储面。

底层为数据转发面，提供业务数据包的实际路由和传输。底层转发面包括接入转发面以及核心转发面两个部分。接入转发面提供多种类型终端的接入和数据转发，提供移动管理、承载管理、转发 QoS 差异化控制等能力，核心转发面提供各数据中心间的数据转发，可利用互联网或者运营商自建的跨国跨区域的数据中心和数据承载网，为语音业务提供汇聚和数据包的转发路由。相比互联网，利用运营商自己的数据中心和数据承载网，一方面更利于通过在不同地区的数据中心部署上层网元设备，另一方面可以保证转发性能，避免引入应用层数据转发的新技术，从而降低整

体的建设成本和运营成本。在转发面层之上，叠加用于会话路由和业务调用的核心控制面，实现用户的鉴权授权、会话管理和业务调用。最上层是业务逻辑面，基于服务化提供多媒体实时通信业务相关服务注册、服务发现、动态服务编排和能力开放，使得服务增值能力和新业务扩展能力更易于快速实现。此外，还引入数据存储面，同时服务于核心控制面和业务逻辑面，提供静态用户数据、业务数据和动态系统数据的持久化存储和访问，支撑核心控制面和业务逻辑面的无状态实现，提高系统的稳健性。在系统实现方式上则可以引入云化、服务化、切片等新技术，在软件化基础上实现网络功能解耦和网络功能的灵活组合，具备高度的灵活性和定制化能力，更好应对垂直行业的业务需求。

3.2.2 均质化核心控制面架构

为解决 IMS 网络异构网络架构和协议复杂、部署运维成本高、业务运营域多和漫游成本高的问题，新架构打破 IMS 网络的归属地服务的原则，提出本地服务和均质化核心控制面的概念，定义统一控制（unified control, UC）单元，作为会话控制面的唯一核心网元功能，提供鉴权认证、会



话控制、信令路由、接入承载控制、业务触发和转发面资源管理等功能。UC 单元可按照运营商的业务提供范围实现全球范围跨区域部署,网内部署在运营商数据中心内,漫游场景部署在运营商海外数据中心内,这些单元通过相互连接和调度,形成一张跨域统一的 overlay 核心控制网络。终端在任何地点只需要就近接入一个服务 UC,由本地 UC 通过统一的业务调用机制,提供完整的多媒体实时通信业务能力。

本地服务和均质化核心控制面的部署可以实现跨区域不依赖运营商互通的一张业务网络,继而实现对当地用户的接入,实现用户全球漫游情况的统一服务域、统一服务能力和统一业务体验。这种方式避免了原有复杂的基于 IP 交换转接(IP eXchange, IPX)网络转接的漫游架构,无须 IPX 网络和运营商即可实现漫游用户的本地接入,将大幅简化漫游架构,降低漫游费用,并提升用户业务体验。

3.2.3 业务动态编排机制

为解决 IMS 网络静态业务编排组合、业务部署灵活性差的问题,将原有 IMS 网络 AS 进行服务化重构,将业务特性分割成更小粒度的功能原子或组件(如鉴权、号码补全、业务连续性等),用通用服务的方式进行定义。对不同的场景或不同的服务对象,可以按需定制服务,调用不同的服务模块。同时打破 IMS 网络基于 iFC 规则的串行静态业务触发模式,终端和 UC 统一控制器可以根据自身需求直接调用所需服务,业务调用不再受 SIP 类协议本身的状态跳转限制,可实现业务逻辑的随时调用、按需调用,从而实现无状态的灵活业务调用。

3.2.4 媒体面资源动态调用及路由选择机制

为解决 IMS 网络用户面资源使用效率低、成本高的问题,引入媒体面处理资源动态调用机制和动态路由选择机制,UC 可根据用户业务需求、所在位置、终端能力等信息动态决定是否调用媒体面资源以及调用不同类型和性能的媒体面资

源。例如,如果一次呼叫双方的编/解码协商成功,不涉及编解码转换,则 UC 无须为用户预留媒体面资源,主被叫终端点对点直接传输媒体数据,从而实现呼叫控制与媒体面处理转发完全解耦。媒体面处理资源动态调用机制和动态路由选择机制可以增强运营商网络在媒体面处理和路由方面的能力,通过会话控制和媒体处理的解耦,在呼叫过程中随时提供动态资源调用和路由动态选择的能力,提升媒体面资源利用效率以及媒体面承载质量。本文第 2.3 节中的统一媒体面架构也可映射到新架构中。

3.2.5 服务化会话控制及动态路由选择

会话控制和路由是系统的核心功能,IMS 网络的会话控制和路由建立在 SIP、Diameter 等传统会话控制协议的基础上,呼叫流程非常复杂。一次典型的 LTE 语音呼叫(voice over LTE, VoLTE)的呼叫建立过程涉及 10 个以上的网元和 70 条以上的消息交互。考虑后续业务新需求将带来更多新功能和消息交互需求,呼叫流程将进一步复杂化。降低呼叫控制和路由的复杂度,可以有效提升多媒体实时通信系统的建立时延和交互效率。受益于更为简化和更扁平的新架构,一个典型的呼叫流程在新的多媒体实时通信系统中的消息交互可以减少到 20 条消息交互或服务调用之内。会话控制及动态路由示意图如图 6 所示。

会话控制及动态路由可以分为应用层路由和转发面路由两部分,其中应用层路由完成被叫寻址、主被叫呼叫会话建立和业务调用,转发面路由则完成媒体面数据的转发。

(1) 应用层路由

- UE 向接入的 UC 发起呼叫请求,UC 完成被叫用户号码到统一资源标识符(uniform resource identifier, URI)及 IP 地址的映射,并根据 URI 获得被叫接入的 UC 地址。
- 主叫 UC 将请求转发给被叫 UC,被叫 UC 寻址被叫 UE。

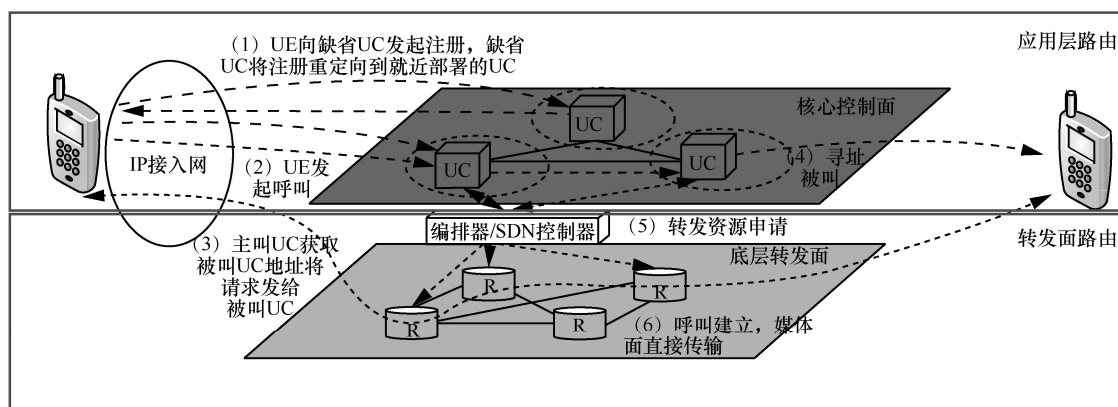


图6 会话控制及动态路由示意图

- 主被叫完成媒体协商, UC 向 IP-CAN 建立媒体承载, 同时调用编排器服务申请 UC 间转发资源。
- 端到端资源建立后, 呼叫进入通话状态。

(2) 转发面路由

- POP 点间通过运营商控制的网络连接。
- POP 点间的转发面路径应根据 POP 点间的业务模型提前规划, 不支持呼叫粒度的动态路径建立。
- 转发面路径调整由软件定义网络 (software defined network, SDN) 控制器完成, 对应用层透明。
- POP 点间通过互联网或通过运营商承载网互联。

4 结束语

随着 5G 和 5G-Advanced 网络的逐步演进发展, 多媒体实时通信业务将突破传统语音/视频交互的限制, 逐渐向超清化、交互式、沉浸式及开放性趋势发展, 对现有基于 IMS 网络的多媒体实时通信系统提出了架构和网络能力方面的增强需求。

本文面向多媒体实时通信业务的发展需求, 对基于 IMS 网络实时多媒体通信系统架构的增强技术进行了研究和探讨。首先, 引入基于 IMS 网络架构的交互式通信通道技术, 结合音/视频和数据通道, 提供实时通信中多媒体体验增强; 其次,

对媒体面控制架构进行优化, 提出了统一的服务化媒体面架构, 支撑多媒体业务的快速构建, 更好地满足用户日渐多样化、沉浸式的体验需求。此外, 在网络能力方面提出三方标识认证的架构和流程, 扩展用户码号价值, 提升对面向垂直行业多媒体实时通信的支持能力。

本文还对未来多媒体实时通信系统的演进进行探讨, 提出了一种多媒体实时通信网络新架构, 对多媒体实时通信的系统架构进行重构, 提供更为简化、灵活和开放的会话控制、会话路由、媒体面管理、业务调用、业务组合机制。随着各项技术的标准、产品和产业的逐渐成熟应用, 运营商的多媒体实时通信系统将进一步演进成为更为高效灵活开放的系统, 满足超清化、交互式、沉浸式及开放性的实时通信需求。

参考文献:

- [1] 3GPP. IP multimedia subsystem (IMS network); Stage 2: TS 23.228[S]. 2021.
- [2] 3GPP. IP multimedia call control protocol based on session initiation protocol (SIP) and session description protocol (SDP); stage 3: TS 24.229 [S]. 2021.
- [3] 3GPP. IP multimedia subsystem (IMS network); multimedia telephony; media handling and interaction : TS 26.114[S]. 2021.
- [4] IETF. Authenticated identity management in the session initiation protocol (SIP) : RFC8224 [S]. 2018.
- [5] IETF. PASSporT: personal assertion token : RFC 8225 [S]. 2018.
- [6] IETF. Personal assertion token (passport) extension for signature-based handling of asserted information using toKENs (SHAKEN) : RFC8588[S]. 2019.
- [7] ITU Recommendation. Gateway control protocol : H.248[S]. 2000.
- [8] 3GPP. IP multimedia (IM) subsystem Cx and Dx interfaces; signalling flows and message contents; TS 23.501: [S]. 2019.

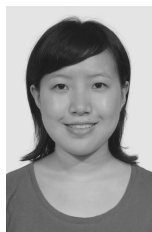


- [9] IETF. SIP: session initiation protocol : RFC3261[S]. 2002.
- [10] 3GPP. Service requirements for the 5G system; Stage 1: TS 22.261[S]. 2021.
- [11] 3GPP. System architecture for the 5G system (5GS) ; Stage 2: TS 23.501 [S]. 2021.
- [12] 3GPP. Procedures for the 5G system (5GS); stage 2: TS 23.502[S]. 2021.
- [13] 5G-Advanced 网络技术演进白皮书[R]. 2020.
5G-Advanced network technology evolution white paper[R]. 2020.
- [14] 5G VoNR+白皮书[R]. 2020.
5G VoNR+ white paper[R]. 2020.
- [15] 3GPP. Access security for IP-based services: TS33.203:[S]. 2012.
- [16] IETF. Session description protocol : RFC4566[S]. 2006.
- [17] IETF. Personal assertion token (PASSporT) extension for diverted calls : RFC8946 [S]. 2021.
- [18] 3GPP. IP multimedia (IM) session handling; IM call model: TS23.218[S]. 2012.
- [19] 3GPP. IMS 网络 multimedia telephony communication service and supplementary services; Stage3: TS24.173[S]. 2012.
- [20] IETF. An offer/answer model with session description protocol (SDP): RFC3264[S]. 2002.

[作者简介]



姜怡（1975-），男，博士，中国移动通信有限公司研究院高级工程师，主要研究方向为 5G 专网技术、5G 多媒体实时通信及标准化等。



周越（1989-），女，中国移动通信有限公司研究院工程师，主要研究方向为 IMS 网络、NFV、5G 新语音演进等。



白雪茜（1985-），女，中国移动通信有限公司研究院工程师，主要研究方向为 5G 多媒体实时通信技术。

吴滨（1977-），男，博士，中国移动通信有限公司研究院高级工程师，主要研究方向为移动网络架构、通信业务等。

刘晨（1984-），男，中国移动通信集团有限公司工程师，主要研究方向为 IMS 网络、智能网、电路域等。

张剑寅（1974-），男，博士，中国移动通信有限公司研究院高级工程师，主要研究方向为核心网演进、5G 专网、星地融合等。