



专题：5G 演进技术

5G XR 及多媒体增强技术分析

史晓楠¹, 熊春山², 倪慧³, 王丹¹

- (1. 中国移动通信有限公司研究院, 北京 100053;
2. 中信科移动通信技术股份有限公司, 北京 100083;
3. 华为技术有限公司, 北京 100085)

摘要: 5G XR (extended reality, 扩展现实) 及多媒体增强是 5G-Advanced 网络中非常重要的业务场景, 随着用户对新兴的新媒体服务的需求逐渐增长, 网络需要针对 XR 等多媒体业务做出相应的增强。主要介绍了 XR 及增强多媒体的主要业务场景, 包括沉浸式虚拟现实、增强现实、基于混合现实的远程遥控技术、虚拟工厂、远程无人机控制等。针对 XR 的典型业务场景, 在已有的国际标准对 XR 技术的研究和支持的基础上, 针对 5G XR 及多媒体增强, 仍然需要在 QoS 机制设计、网络 and 应用的相互感知和传输协同、大规模 XR 业务流的同步传输以及节能等方面进行针对性设计, 从而实现 5G 网络对 XR 及多媒体增强业务更好的支持。

关键词: XR; 多媒体增强; 多流协同; 5G 架构增强

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022053

Analysis on 5G XR and enhancement on media service

SHI Xiaonan¹, XIONG Chunshan², NI Hui³, WANG Dan¹

1. China Mobile Research Institute, Beijing 100053, China
2. CICT Mobile Communications Technology Co., Ltd, Beijing 100083, China
3. Huawei Technologies Co., Ltd., Beijing 100085, China

Abstract: 5G XR and enhancement on media service are very important business scenarios in 5G-Advanced network. With the increasing user demands for emerging new media services, 5G network needs to make corresponding enhancements for media services such as XR. The main business scenarios of XR and augmented multimedia were mainly introduced, including immersive virtual reality, augmented reality, remote control technology based on mixed reality, virtual factory, remote unmanned aerial vehicle control, etc. For the typical business scenarios of XR, there were already some specifications and on-going studies in 3GPP. Based on these existing activities, 5G network need further enhancements including 5G QoS framework for XR service, coordination between network and application, synchronization of flows of multi-user and multi-stream, power saving of terminals and network etc., so that the 5G network could provide better support to 5G XR and enhanced media services leveraging the above enablers.

Key words: XR, enhancement on media service, coordinated dataflow, enhancement on 5G architecture



0 引言

扩展现实（extended reality, XR）是指通过计算机技术和可穿戴设备产生的一个真实与虚拟结合、可人机交互的环境。当前的 XR 产业发展形式以虚拟现实（virtual reality, VR）和增强现实（augmented reality, AR）为主。VR 在 20 世纪 60 年代初首次被提出，指借助计算机系统及传感器技术生成一个三维环境，创造一种崭新的人机交互状态，通过调动用户所有的感官（视觉、听觉、触觉、嗅觉等），带来更加真实的、身临其境的体验。AR 指生成现实中不存在的物体并与现实世界融合在一起的图像，并与其交互，通过投射装置，将手机或电脑上的影像投影到其他介质上。

近年来，XR 技术得到较快的发展，并被认为是元宇宙初级阶段的关键技术，吸引国内外科技巨头纷纷入场。2021 年 10 月，Facebook 正式更名为“Meta”，通过前期不断收购 VR 硬件和内容公司，积累了丰富的 VR/AR 内容和技术，在消费级场景深入布局；早在 2010 年，微软就进行了 AR 领域的探索，目前在 AR 硬件市场份额全球领先，并通过不断丰富 XR 内容和硬件设备，在企业元宇宙和游戏方面已经拥有先发优势；作为底层技术核心供应商，英伟达创建元宇宙数字化虚拟空间的技术平台底座，技术平台目前已广泛应用在传媒娱乐、自动驾驶、工业机器人等六大领域。国内互联网巨头，如腾讯、阿里巴巴、字节跳动和百度等，虽在硬件和底层技术端相较国外优势不足，但也积极在 AR、VR、数字人这些领域进行布局，在元宇宙内容和用户侧的优势不断显现^[1]。

在近期举行的北京冬奥会上，XR 技术更是成为助力高科技体育的关键技术，在赛事中得到了广泛应用。如针对专业运动员的训练，通过 VR 训练模拟器，为运动员模拟钢架雪山训练系统、越野滑雪训练系统等，提高运动员训练的真实感受。在场馆内通过 VR 技术为运动员、观众和工

作人员带来了基于三维空间重建技术的虚拟导览系统，从而为他们提供场景展示、设施说明、自助导览等服务。

虽然 VR/AR 技术在过去 10 年得到了长足发展，内容场景不断丰富，但是当前仍然存在一些技术瓶颈，主要集中在 GPU 的运算能力、屏幕的分辨率、刷新速率、视角、时延、传感器等方面。其中，最关键也是最直观影响体验的当属分辨率、刷新速率与时延。分辨率越高，画面质量越好，需要传输的数据就越多；刷新率越高，画面更灵动和舒适，传输压力也更大；时延越低（MTP（motion to photons）需低于 20 ms），人眼感觉更舒服，交互性更好，但对系统稳定性要求更高。基于云平台渲染的 XR 业务，通过将计算能力和能耗更高的渲染功能部署在云平台上，使得终端侧可以聚焦在显示和用户交互等功能上，从而在有效提升用户体验的同时，降低用户侧设备能力的复杂性。

基于云平台渲染的 XR 业务将成为未来 XR 业务的重要实现方式。但这一实现方式也提出了对网络传输带宽、时延和可靠性的严苛需求。

随着无线通信技术的发展，3GPP 在 2015 年启动了第五代移动通信技术的标准研究工作，其中，支持 XR 业务成为 5G 系统设计的关键场景之一。根据 ITU 对 5G 的指标要求，其最大带宽可达到 10 Gbit/s，最低极致时延为 1 ms，被认为是解决 XR 业务极致传输要求的有效通信手段。结合近年不断成熟的云计算、边缘计算等技术，XR 业务有望将复杂的处理渲染功能在云端实现，进一步降低终端能力要求，依靠 5G 的极致传输，实现实时交互。

从 3GPP Release 15（Rel-15）开始，5G 基础网络架构设计完成了，到 3GPP Rel-16 支持 URLLC 和 mMTC，5G 能力逐步丰富，再到 3GPP Rel-17，5G 面向工业互联网、支持以太数据的确定性传输。但是，对于 XR 业务的承载，5G 系统处于采用一套 QoS 流机制对音/视频频流、触觉信号流、传感器信号进行传输，并没有考虑各种 XR

流的特征以及业务属性,导致 5G 无法支持大密度 XR 业务接入情况下的一致性体验。此外, XR 终端的能耗成为限制其商业应用的一个关键,如何降低终端功耗、延长待机时间,也成为 5G 需要研究的重要方向。

1 5G XR 及多媒体增强的主要用例及场景

1.1 沉浸式虚拟现实

VR 通过构建 3D 虚拟环境,使用户在佩戴 VR 眼镜的情况下可以看到在虚拟空间中与物体进行交互的场景,从而创造身临其境的体验。通常 VR 体验的数据类型涉及视频和音频,然而,为了获得更好的沉浸式体验,有些 VR 设备会提供更多维度的感知方式(例如触觉、嗅觉等)。VR 设备以及 VR 应用为用户创建虚拟环境的真实程度,体现在其让用户达到的沉浸程度,由于人类感官非常的敏锐,虚拟环境下一些非常细微的问题都会被发现,从而影响 VR 体验。沉浸式虚拟现实应用可广泛应用于游戏、教育、培训等多个领域^[2]。

1.2 增强现实

AR 可以提供在真实场景中形成虚拟物品的能力,使用户可以通过 AR 眼镜、头盔、手机等看到虚拟物体,从而提供特殊的用户体验。通过扫描房间并在空间中定位,物理物品可以通过虚拟贴片呈现在远程 AR 设备中。这样,远端用户就可以在 AR 设备中体验虚拟物品在实际场景中的出现。在这个过程中,需要在本地和远程进行空间扫描和初始定位,同时在两端传输音视频数据,提供基于手势、触摸或键盘输入的交互体验。

1.3 基于混合现实的远程遥控技术

混合现实(mixed reality, MR)技术是虚拟现实技术的进一步发展,通过在现实场景呈现虚拟场景信息,在现实世界、虚拟世界和用户之间搭起一个交互反馈的信息回路,以增强用户体验的真实感。在一些特殊场景中,当不适合人类活动或者希望提供远端操作时,可以通过混合现实技术

遥控机器人进行操作^[3]。通过现场视频、音频、触觉等多路信号反馈并在视觉上叠加真实场景而呈现,遥控机器人的操作人员会根据情况作出适当的反应,使遥控机器人完成相应的动作行为。遥控机器人的应用场景非常丰富,包括远程养老、远程引爆、远程操作、设施远程维护、远程消防等。

1.4 虚拟工厂

虚拟工厂是工业 4.0 的重要场景,它为用户提供了一种轻松访问远程工厂的方法。基于传输工厂视频和音频以及工厂设备的运动信号,可以通过 VR 或 AR 在远端完成虚拟工厂的模拟。虚拟工厂可以支持对实际工厂真实场景的沉浸式监控,并提供生产线的规划以及对实际生产过程的模拟调整和分析。此外,当需要结合多个工厂的能力制造复杂的设备时,可以将具有多个模块的生产线虚拟组合成一条生产线,从而提供一种管理分布式真实工厂的方法^[4]。

1.5 远程沉浸式无人机控制

通常,无人机是由飞行员一边操作手柄一边观察其飞行姿态来控制的。随着无人机技术的发展和无人机飞行场景的扩展,出现了需要飞行员一边观看无人机回传的无人机视角视频、一边调整无人机控制手柄的场景。例如,在非视距场景中,飞行员无法直接看到无人机的飞行状态,需要通过机载摄像头的视频回传来监控无人机周围的环境。在这种场景下,通过无人机的第一视角飞行视频,可以让更多人体验身临其境的飞行体验。在这个过程中,无人机、控制手柄、头戴式显示器与高清视频是同时使用的。无人机飞行员需要佩戴头戴式显示器,根据回传的高清视频控制无人机飞行。

2 面向 XR 业务的 5G 网络架构演进

2.1 面向 XR 业务的 5G QoS 机制设计

传统移动通信网络对数据业务采用通用的基于业务流粒度的差异化 QoS 控制机制。这种控制机制具有很强的普适性,但应用于 5G XR 业务时,由于未能考



考虑 XR 业务流内部报文的差异性, 导致网络容量和传输效率较低, 因此, 有必要针对 5G XR 业务, 设计专用 QoS 的传输框架和机制, 提升流量传输效能, 从而利用有限的空口资源支持更多的 XR 用户接入^[5]。

SA1 在 3GPP TS 22.261 及 3GPP TS 22.263 定义了 5G XR 所包含的各类业务的 KPI 参数集, 这些 KPI 参数集将为 3GPP 的各个工作组研究目前的 QoS 机制是否能够有效地支持这些 5G XR 业务提供基础。根据 SA2、RAN 及 SA4 的研究工作, 目前的 5G QoS 架构是基于 QoS Flow 粒度的。但考虑 XR 业务流内的不同报文对用户体验贡献的差异性, QoS Flow 粒度对于 XR 业务流来说, 仍然不够细致。针对 5G XR 业务, 需要研究对同一个 QoS Flow 中不同媒体单元的数据包进行不同的 QoS 处理。这就对现有的 QoS 架构和机制提出了增强的需求。

在兼容原有 5G QoS 架构的基础上, 针对 5G XR 业务, QoS 架构还需要能够识别 XR 应用流的报文特性, 如 XR 视频流中的不同帧类型及其各自的流量特征 (例如帧数据包大小、时间周期特性等)。同时, QoS 架构需要对同一 XR 数据流下的不同的媒体单元进行识别、标记与 QoS 处理, 这将涉及是否定义并使用新的标记、新的 5QI (5G QoS identifier) 以及定义和使用新的 QoS 参数 (例如抖动等)。

2.2 基于 XR 流量感知的 5G 传输调度

提升 XR 业务 QoS 调度的关键是网络感知业务能力的增强。与传统的传输调度机制相比, 基于 XR 流量感知的 5G 传输调度, 要求 5G 网络能够识别 XR 应用流中不同的媒体单元, 并根据这些不同的媒体单元进行不同的 QoS 处理。现有的 QoS 架构只有一个 QoS 控制级别, 即 QoS Flow 级别, 而新的 QoS 架构是在不同的媒体单元级别进行的不同的 QoS 控制, 例如这些不同级别的媒体单元可以是图片组 (group of picture, GOP) 级, 也可以是帧级, 还可以是帧内的不同的 slice (图条) 或 tile (图片)^[6]。

当 XR 应用的数据流没有加密, 5G 核心网络

可以通过视频编码规则识别不同级别的媒体单元。当 XR 应用的数据流是加密的, 则需要第三方 XR 应用通过一些机制 (如 RTP 头信息) 来指示这些不同的级别的媒体单元, 并与网络进行相应的交互。这也需要对现有的网络架构和 QoS 机制进行增强。

网络架构和 QoS 机制需要定义可靠的方法来快速指示和识别这些不同级别的媒体单元, 如通过控制面的带外方式或者通过用户面的带内方式。在此基础上, 基站可以根据指示的媒体单元的不同 QoS 需求对传输进行针对性的优化, 从而提升空口资源利用效率和用户容量。

2.3 XR 业网传输协同

由于 5G XR 业务通常需要非常高的传输带宽, 因此, 很有可能引起或快速加重无线网络的拥塞概率。XR 业网传输协同机制, 通过网络传输资源状态和媒体层之间的实时协同, 实现端到端业务与网络的快速自适应流量调整, 从而避免卡顿, 提升用户的业务体验^[7]。当无线网络出现拥塞时, 业务层需要迅速获取网络状态并调整业务层编解码和传输流量模型, 从而适应无线网络的状态, 避免无线网络拥塞的进一步恶化从而保证时延等关键指标。可适性视频编码可在将不重要数据包丢弃的同时还能帮助 XR 应用适应网络状态并为用户提供更好的 QoE。5G 系统需要将部分网络信息实时开放给应用, 让 XR 业务可以根据网络状态进行快速的编解码调整及根据数据包的重要性进行打标^[8]。

2.4 大规模 XR 业务流同步传输

虚拟世界往往需要支持多个用户间的互操作, 而对于同一虚拟事件, 多个用户的感知需要保持同步, 以保证用户体验。对于同一用户的不同感官信号, 往往也会通过不同业务流进行同步传输。因此, 5G 网络需要支持大规模的同类型和异类型的 XR 业务流之间的协同, 以确保它们在到达 UE 时, 不同流之间保持一个合理的时间差, 从而避免用户感知不同流之间明显的时延。例如, 当用户在玩沉浸式 VR 游戏

时, 会看到队友的动作, 听到队友的声音, 同时感受到相应动作反馈的触觉, 这三者之间需要维持在相对同步的状态下, 防止出现声音、图像和触感之间的断层, 影响用户体验。在 XR 及多媒体增强服务中对于同步的要求主要包括:

- 对于多条具有同步性要求的数据流, 需要进行传输的协同, 以及使用相应的 QoS 要求, 从而使他们可以同步到达特定的终端;
- 当同一个业务下存在多个 UE 共同参与或者处于同一个网络切片中的情况, 对不同 UE 上承载的数据流需要进行协同。

2.5 节能传输

由于 XR 业务对数据传输以及数据实时处理的要求非常高, 在终端、网络侧都需要非常高的计算和功耗要求。为了提升终端的电池使用寿命、降低终端能耗、减小终端体积重量等目的, 需要考虑如何充分利用 XR 业务的流量特征 (如 XR 业务的周期性传输与终端的非连续周期接收之间的协调), 从而实现节能传输。

3 3GPP XR 标准化进展

3.1 3GPP XR 工作概述

3GPP 是制订无线通信标准的国际标准化组织, 其关于 XR 及多媒体部分的研究从 3GPP Rel-15 就已经启动, 主要围绕场景需求、编解码方式、部分 QoS 增强等。随着 XR 业务的发展, 新增的需求不断涌现, 3GPP 决定在 3GPP Rel-18 全面启动端到端系统架构和网络机制的研究, 涉及 RAN1、RAN2、RAN3、SA1、SA2、SA4 等多个工作组。5G XR 的网络增强被广泛地认为是 3GPP Rel-18 的重要标准工作。2021 年下半年, 3GPP 启动 5G Rel-18 立项, 多家中国公司率先在 SA2 提出基于 XR 业务的 5G 网络架构增强, 在 SA 全会的立项排名中名列第一, 同时 RAN 侧的 5G XR 项目也获得非常多公司的支持。本文将通过分析 5G XR 立项的背景以及业务需求, 对 5G XR

的关键技术展开介绍。

3.2 SA1 工作组

3GPP SA1 工作组, 主要制订通信业务需求及 KPI, 为 3GPP 后续的工作组明确典型场景和业务诉求。SA1 为 XR 业务定义了基本的业务需求 KPI 参数集。

SA1 在 2019 年 5 月确定了网络控制的交互式业务需求^[9]并写入 3GPP TS 22.261^[4]标准, 并被统一地命名为高数据率和低时延业务, 同时给出了 3 个 VR/AR 类业务的具体 KPI 参数集。KPI 参数集包含最大允许的端到端时延、业务速率、可靠性及影响因子 (用户数、用户的移动速率和业务服务区域)。高数据速率和低时延服务的 KPI 见表 1。

SA1 在 2019 年下半年开始了 3GPP Rel-17 的 3GPP TS 22.263^[10]中分别为低时延的视频业务、低时延周期的确定性语音业务、专业级低时延周期的确定性语音业务定义了端到端时延、数据包的周期性、上行与下行带宽、上行与下行数据包的可靠性的 KPI 参数集。

在 3GPP Rel-18 阶段, SA1 在 2021 年开始了触感通信及多模态传输的研究工作, 并将相关需求 (如沉浸式 VR 的 KPI 需求 (见表 2)、触感信号传输要求、网络支持多流协同等) 写入 3GPP TS 22.261^[4]标准。

3.3 SA4 工作组

3GPP SA4 工作组主要制订各种媒体的编解码技术。

SA4 最早从 2016 年上半年就开始 3GPP 支持 VR 媒体业务研究工作, 并在 2017 年下半年完成, 输出研究报告 3GPP TR 26.918^[11]。基于这个研究报告针对 5G VR 流应用的配置标准工作就在 3GPP TS 26.118^[12]开启了。在这个 3GPP TS 26.118^[12]标准中, 定义了基于 DASH 的 5G VR 流交互的架构, 3 种 Video 操作点参数集与一种音频操作点参数集。

2018 年下半年, 5G XR 的研究开始了^[13-15], 在 3GPP TR 26.928^[16]中记录的 5G XR 研究期



表 1 高数据速率和低时延服务的 KPI

用例	KPI			影响量		
	最大端到端时延	服务比特率：用户体验的数据速率	可靠性	终端数目	终端速度	服务范围
云/边缘/分割渲染	5 ms	0.1~1 Gbit/s 支持具有 4K、8K 分辨率和高达 120 f/s 内容的视觉内容（例如基于 VR 或高清视频）	99.99% 上行 99.9% 下行	—	固定或行人	全国范围
游戏或交互式数据交换	10 ms	0.1~1 Gbit/s 支持具有 4K、8K 分辨率和每秒高达 120 f/s 内容的视觉内容（例如基于 VR 或高清视频）	99.99 %	小于或等于 10	固定或行人	20 m×10 m；在一辆汽车中（最高速度 120 km/h）在一辆列车中（最高 500 km/h）
通过 VR 头显观看 VR 内容	5~10 ms	0.1~10 Gbit/s	99.99 %	—	固定或行人	—

表 2 沉浸式 VR 的 KPI 需求

用例	KPI			影响量			标记
	最大端到端时延	服务比特率：用户体验的数据速率	可靠性	信息大小	终端速度	服务范围	
沉浸式多流 VR（上行：终端到应用服务器）	5 ms	16 kbit/s~2 Mbit/s（没有触感压缩编解码）； 0.8~200 kbit/s（有触感压缩编解码）	99.9%（没有触感压缩编解码） 99.999%（有触感压缩编解码）	1 DoF：2~8 byte 3 DoF：6~24 byte 6 DoF：12~48 byte 支持更高自由度	固定或行人	< 100 km ²	触感反馈
	5 ms	<1 Mbit/s	99.99%	1 500 byte	固定或行人	< 100 km ²	传感器信息
沉浸式多流 VR（下行：应用服务器到终端）	10 ms	1~100 Mbit/s	99.9%	1 500 byte	固定或行人	< 100 km ²	视频
	10 ms	5~512 kbit/s	99.9%	50 byte	固定或行人	< 100 km ²	音频
	5 ms	16 kbit/s~2 Mbit/s（没有触感压缩编解码）； 0.8~200 kbit/s（有触感压缩编解码）	99.9%（没有触感压缩编解码） 99.999%（有触感压缩编解码）	1 DoF：2~8 byte 3 DoF：6~24 byte 6 DoF：12~48 byte	固定或行人	< 100 km ²	触感反馈

间，收集了包括云游戏在内的 XR 服务的几个初步考虑因素。具体来说，包括下行和上行比特率、数据包时延预算、错误率和往返时间等参数。

SA4 在 2021 年提出并通过的 XR 立项 SP-210043^[17]主要研究 XR 业务的业务特性，包括收集和记录流量特征、上下行数据速率范围、最大包时延预算、最大数据包错误率、最长往返时间、数据包大小、IP 级别的流量特征等。另一个重要的研究是确定现有 5QI/PQI 对此类服务的适用性，并可能确定对新 5QI/PQI 或 QoS 相关参数的要求。

3.4 SA2 工作组

SA2 于 2019 年通过高级交互式业务的 5G 系统增强标准立项 SP-190564^[18]，通过 5G 架构及关键技术增强支持 VR/AR、云游戏等高速率低时延业务。此标准输出包括引入了 4 个新的 5QI 来支持不同场景的 AR、VR、云游戏业务，同时也将这些业务流的周期信息作为 QoS 参数的一部分提供给 RAN，从而让 RAN 更加有效地进行无线资源的调度。

SA2 在 3GPP Rel-18 阶段通过 FS_XRM SP-211646^[19]立项，进一步开展 5G 网络架构增强

研究,以更好地支持移动媒体服务、云AR/VR、云游戏、基于视频的机器或无人机远程控制等5G XR业务。当前5GS使用通用的QoS机制来处理媒体流业务和其他数据服务,没有充分利用媒体业务的特征。3GPP Rel-18将考虑充分应用这些媒体的特性信息(如I/B/P帧、slice/tile等)构建新的QoS保障机制,并将媒体特征传递给无线网络,让5G网络更好地感知5G XR应用,以有利于5G网络更好地进行无线资源的分配与调试,实现不同QoS需要的应用数据包的差异化处理,从而提升用户的QoE。另外,为了帮助应用感知网络状态并对业务进行适时调整,5GC需要将网络信息开放给应用,让5G XR业务根据网络状态进行快速的编解码调整,从而缓解无线网络的拥塞情况。此外,5G XR媒体流量具有高吞吐量、低时延、高可靠性要求的特点,网络的时延抖动对用户的体验会造成一定的影响,需要研究减少时延抖动的机制与策略;由于高吞吐量需要终端侧的高功耗,因此需要开展终端节电的研究,如支持连接状态下扩展的非连续性接收(connected mode extended discontinuous reception, CDRX^[20])。

为了提升XR业务的沉浸式体验,手柄、手套等新的XR终端不断涌现,可以传递包括触觉信息、身体3DoF姿态、语音指令等信息。这些信息存在着特定的关联关系,必须在特定的时间范围内到达接收端。因此5G系统需要在流控机制上增强支持多流间的传输协同,以确保最佳服务体验。

3.5 RAN工作组

无线电接入网作为XR业务的主要瓶颈点,需要进一步在上下行带宽、时延、抖动、丢包率、网络拥塞、节电方面有所提升。

在3GPP Rel-17阶段,3GPP RAN1工作组于2020年开始XR的业务模型、仿真方法与KPI性能评估工作3GPP TR 38.838^[21],为后续定义支持XR业务的空口传输规范设立基础。3GPP RAN3工作组

对XR业务(包括视频流、AR、VR等)进行QoE的管理与优化研究,并输出到3GPP TR38.890^[22]。

在3GPP Rel-18阶段,RAN全会在2021年12月确定面向无线电接入网的XRM立项RP-213587^[23],包括gNB感知XR流特征(如周期性、多流、抖动、时延、可靠性等),从而进行QoS调整及资源配置。针对XR业务开展终端节电研究^[24],包括C-DRX增强及PDCCH监视增强。此外还包括提升5G网络对XR业务的容量,进行更加有效的资源分配与调度。

4 结束语

XR作为一种提供高度沉浸体验的技术手段为用户提供了更高的用户体验,元宇宙概念的出现加速了产业界对于XR业务的期望。与4G网络相比,5G网络提供的大带宽、低时延为XR、元宇宙等新业务提供了新的技术引擎,将极大地加速XR、元宇宙业务的发展与普及。与此同时,用户对XR业务服务质量的需求也在逐渐提高,更清晰的画面、更低的时延、与触感等其他感知维度的结合等都为网络提出了更高的要求。更大带宽、更低时延、更高可靠性、确定性传输等需求对现有的5G网络提出了非常大的挑战^[25]。与此同时,XR业务本身也在快速的发展和演进中,新的业务形式层出不穷,也为网络进一步增强带来了持续的驱动力。例如,目前的XR业务主要还是基于PGC(平台产生内容),若是基于UGC(用户产生内容)来创建XR业务内容,则将对5G的上行造成巨大的挑战。随着XR业务商业化部署及5G无线网络的潜在挑战的进一步显现,5G系统也将相应地持续演进和增强。面向这些新增的需求和挑战,3GPP Rel-18标准将通过网络与业务的深层协同,提升5G网络对XR业务的支持能力,使得5G网络不仅提供底层的网络通道支持,而且提供针对XR业务的网络增强和服务质量提升。



参考文献:

- [1] 民生证券. 突破增长瓶颈, 抢占下一代网络先机[R]. 2021. Minsheng Securities. Break through the bottleneck of growth and seize the opportunity of the next generation network[R]. 2021.
- [2] 3GPP. Study on supporting tactile and multi-modality communication services: TR 22.847 [R]. 2021.
- [3] HU F H, DENG Y S, ZHOU H, et al. A vision of an XR-aided teleoperation system toward 5G/B5G[J]. IEEE Communications Magazine, 2021, 59(1): 34-40.
- [4] SCHULTE S, SCHULLER D, STEINMETZ R, et al. Plug-and-play virtual factories[J]. IEEE Internet Computing, 2012, 16(5): 78-82.
- [4] 3GPP. Service requirements for the 5G system: TS 22.261[S]. 2021.
- [5] CHEN M Z, SAAD W, YIN C C. Virtual reality over wireless networks: quality-of-service model and learning-based resource management[J]. IEEE Transactions on Communications, 2018, 66(11): 5621-5635.
- [6] HU F H, DENG Y S, SAAD W, et al. Cellular-connected wireless virtual reality: requirements, challenges, and solutions[J]. IEEE Communications Magazine, 2020, 58(5): 105-111.
- [7] CHEN M Z, SAAD W, YIN C C. Resource management for wireless virtual reality: machine learning meets multi-attribute utility[C]//Proceedings of GLOBECOM 2017-2017 IEEE Global Communications Conference. Piscataway: IEEE Press, 2017: 1-7.
- [8] ZHAO S H, ABOU-ZEID H, ATAWIA R, et al. Virtual reality gaming on the cloud: areality check[C]//Proceedings of 2021 IEEE Global Communications Conference. Piscataway: IEEE Press. [S.l.:s.n.], 2021: 1-6.
- [9] 3GPP. Study on network controlled interactive service (NCIS) in the 5G system (5GS): TR 22.842[R]. 2019.
- [10] 3GPP. Service requirements for video, imaging and audio for professional applications (VIAPA): TS 22.263 [S]. 2019.
- [11] 3GPP. Virtual reality (VR) media services over 3GPP: TR 26.918[R]. 2017.
- [12] 3GPP. Virtual reality (VR) profiles for streaming applications: TS 26.118[S]. 2018.
- [13] 3GPP. Virtual reality (VR) streaming audio; Characterization test results: TR 26.818 [R]. 2018.
- [14] 3GPP. QoE parameters and metrics relevant to the virtual reality (VR) user experience: TR 26.929 [R]. 2019.
- [15] 3GPP. Virtual reality (VR) streaming interoperability and characterization: TR 26.999[R]. 2022.
- [16] 3GPP. Extended reality (XR) in 5G: TR 26.928[R]. 2020.
- [17] 3GPP. Revised SID on feasibility study of typical traffic characteristics for XR services and other media: SP-210043[R]. 2021.
- [18] 3GPP. 5G system enhancement for advanced interactive services: SP-190564[R]. 2019.
- [19] 3GPP. New SID on study on architecture enhancement for XR and media services: SP-211646[R]. 2021.
- [20] 3GPP. Study on architecture enhancement for XR and media services: TR 23.700-60[R]. 2022.
- [21] 3GPP. Study on XR (extended reality) evaluations for NR: TR 38.838[R]. 2022.
- [22] 3GPP. Study on NR QoE (quality of experience) management and optimizations for diverse services: TR 38.890[R]. 2021.
- [23] 3GPP. Study on XR enhancements for NR: RP-213587[R]. 2021.
- [24] LI D R, YOU H Z, JIANG W, et al. Enhanced power saving schemes for eXtendedreality[C]//Proceedings of 2021 IEEE 32nd Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. Piscataway: IEEE Press, 2021: 1-6.
- [25] 刘鹏, 杜宗鹏, 李永竞, 等. 端到端确定性网络架构和关键技术[J]. 电信科学, 2021, 37(9): 64-73.
LIU P, DU Z P, LI Y J, et al. End-to-end deterministic networking architecture and key technologies[J]. Telecommunications Science, 2021, 37(9): 64-73.

[作者简介]



史晓楠 (1993-), 女, 现就职于中国移动通信有限公司研究院, 主要研究方向为后 5G 及 6G 前沿网络技术, 包括增强多媒体、移动算力网络、绿色低碳等。



熊春山 (1972-), 男, 博士, 现就职于中信科移动通信技术股份有限公司, 主要从事无线网络架构、IP 互联网技术、移动视频方面的研究与标准化工作。



倪慧 (1980-), 男, 博士, 现就职于华为技术有限公司, 主要研究方向为移动网络架构和标准化。



王丹 (1988-), 女, 现就职于中国移动通信有限公司研究院, 主要研究方向为 5G 网络架构及关键技术、后 5G 及 6G 前沿网络技术等。