



IPTV 架构下 VR 业务关键技术与解决方案

李峰, 杨琛, 李兴达

(中国电信股份有限公司上海研究院, 上海 200122)

摘要: 虚拟现实技术作为一种全新的技术, 在视频方面的革新带给用户全新的交互体验。介绍了国内外 VR/AR 产业的发展情况, 分析了 IPTV 架构下 VR 业务的需求; 对编解码、投影、业务平台、机顶盒和网络传输等关键技术进行了研究解析; 然后从 VR 的两种不同使用场景出发, 提出了 IPTV 架构下 VR 业务的解决方案及业务流程, 为 IPTV VR 的发展提供了一种可供参考的解决方案。

关键词: IPTV; VR; 解决方案

中图分类号: TN919.8

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018281

Key technologies and solutions of VR based on IPTV

LI Feng, YANG Chen, LI Xingda

Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China

Abstract: As a new technology, virtual reality technology's innovation on video brings users a completely new interactive experience. The developments in VR/AR industry at home and abroad were introduced. The IPTV-based demand of the VR was analyzed. Furthermore, the key technologies including video codec, projections, integrated service platform techniques, set top box, network transmission were also researched. At last, a solution and a process were presented from two different scenes. It's also a solution for reference to the development of IPTV VR.

Key words: IPTV, VR, solution

1 引言

当前 VR/AR (虚拟现实/增强现实) 产业的发展已进入高速增长期, 业内普遍认为 VR 将是个万亿级市场。据预测, 到 2025 年全球 VR 市场的年营收规模将达到 1 100 亿美元 (约 7 100 亿元), 相关的软件销售额达 720 亿美元, 这意味着届时 VR 领域总的市场规模将达到 1 820 亿美元

(约 12 000 亿元), 成长为一个万亿级别的新市场。

在我国, VR 技术已经列入《“十三五”国家科技创新规划》十大新一代信息技术, VR 产业覆盖技术领域广泛、业务形态丰富、产业发展潜力大、社会效益强, 是新一代信息通信技术 (ICT) 发展的新动能之一。虽然目前 VR 技术与应用的发展还处于爆发式增长的前夜, 但是作为一个具有较长发展历史、经历完整 Gartner 技术成熟度



曲线的产业,随着真实应用需求的增加,可以相信这是一个新起点。普遍认为,VR 技术将成为“下一代互联网”和“下一代计算平台”,并给人们的生产和生活方式带来革命性的变化。

与此同时,IPTV(交互式网络电视)经过十多年的持续创新发展,已成为融合传统媒体和新兴媒体通过数据网络传播视频内容的主导渠道,成为提高信息消费供给水平、丰富数字创意内容和服务的重要方式,目前已经积累了上亿用户群。依托 IPTV 业务、网络 and 终端在智慧家庭侧的规模化覆盖能力以及 IPTV 领域的技术创新活力,结合 VR 近眼显示、渲染处理、网络传输和内容制作技术的最新成果,在应用中改进 VR 沉浸体验、提高 VR 虚实交互,将会是 IPTV 和 VR 未来发展的重要方向之一,也是 VR 快速落地的重要路径之一^[1-2]。

2 IPTV 架构下 VR 业务的需求

IPTV 业务一直以来引领、推动着运营商网络带宽和视频业务的发展。从 2005 年开始,一步步推动视频成为运营商第四个亿级用户规模的基础业务,成为媒体网络传播的重要渠道。近几年,IPTV 以 4K 技术为引领,成为创新型的基础业务,有效地推动百兆宽带成为刚需。但是,居安思危,IPTV 未来向何处去已经成为摆在业务运营方案头的重要课题。同时由于家庭观看视频环境的限制,据家庭电视观看距离与屏幕大小、分辨率关联度数据分析,在一般家庭 2~4 m 的观看环境下,80~100 英寸屏幕下 4K 视频与 8K 视频肉眼观看差异不明显,超过 2 m 距离看 100 英寸电视,4K 就已经超过人眼分辨力。因此,对于家庭电视体验来说,分辨率 4K 已经到了极致。但随着技术的发展,数字视频内容的解析度越来越高,正在从 4K 向 8K 甚至更高分辨率的方向发展,用户仍然会追求极致影音体验。在这样一

对技术与需求的推动下,超大型场景、高分辨

率的 VR 视频(比如大型演唱会、大型体育赛事的现场直播等)将是 VR 业务的一个重要市场切入点^[3]。

VR 内容对 GPU 芯片性能、数据存储、传输码率、数据传输时延等各个方面的要求都远超过现有视频内容的技术标准,因此 VR 视频的在线传输需要一个高带宽、低时延的宽带网络支持。从目前宽带网络的发展看,随着用户侧的带宽资源正在从兆级向百兆、吉比特级发展,原来限制高带宽业务发展的瓶颈正在消失,而没有业务填充的带宽冗余是一种浪费,VR 作为一种提高带宽利用率,推动流量的精细化经营的应用正可以成为业务与技术研究的新方向。

目前市场上存在的 VR 使用形态中:PC+HMD(头戴式显示设备,简称“头显”)的模式对主机成本和硬件门槛要求高,用户群体难以大规模普及;手机+HMD 模式 VR 主机处理能力有限。在这种情况下,随着 IPTV 机顶盒能力的提升,IPTV VR 的机顶盒+HMD 的业务场景清晰,成本相对较低,可以抢占 HMD 的主机地位。结合 HMD 设备功能和体验的提升,尤其是分辨率和视场角的提升;对终端接口和协议标准化推广,可以大幅提升用户在家庭中使用 VR 的用户体验,推动 VR 在家庭的普及应用,广泛激活用户的体验兴致。

同时,依托 IPTV 业务、网络 and 终端在智慧城市家庭的规模化覆盖能力以及 IPTV 领域的技术创新活力,依托 IPTV 拥有的专网专用、海量视频资源的先发优势,同时利用 IPTV 机顶盒作为家庭的规模化视频娱乐中心的地位、由家庭固网带宽支持、相对固定的使用场景,同时依托搭载的高性能芯片解码高质量的视频内容,在这样的条件下,对视频质量要求高的 VR 与 IPTV 结合,加上多样化的 VR HMD 设备,既赋予了 IPTV 业务发展的新领域和新能量,又为 VR 业务的发展与起飞提供了坚实的用户基石与内容平台^[4-5]。

3 IPTV 架构下 VR 业务的技术解决方案

3.1 总体架构

一般来说,目前的 VR 内容的应用场景可以分为弱交互和强交互两类,所谓弱交互类应用场景是指对适时渲染要求比较低,终端和服务端在内容播放过程中交互信令较少,典型应用如 VR 视频播放等;而强交互类则是在内容播放过程中交互信令频繁的应用,如大型交互式在线游戏等。针对这两类应用场景的特点,根据对网络条件、渲染方式、MTP (motion to photon) 时延等的要求,完全利用现有 IPTV 架构采用“云+机顶盒+头显”模式实现两类场景的播控存在一定技术难度,因为强交互类使用场景对 MTP、渲染实现方式的技术指标更加严格,所以在设计 IPTV VR 技术架构时考虑采用“利旧+新增”的方案:弱交互类场景利用 IPTV 现有架构走视频流,强交互类场景新增云渲染系统实现低 MTP 时延、适时渲染的技术要求。具体的技术解决方案软件逻辑架构如图 1 所示。

方案中充分利用了现有 IPTV 架构下的设备

与架构,对于弱交互类业务利用现有 IPTV 直播与点播模块与功能进行内容的播放与控制。新增的云渲染系统用于强交互类业务的播放与控制,通过云渲染系统实现实时建模、渲染、编解码及控制流交互功能。机顶盒 (STB) 支持 VR 视频流的本地解码、渲染、VR 视频播放器等功能,同时根据 VR HMD 接入方式的不同,机顶盒支持有线和无线两种连接接口,支持的接口类型包括:USB/HDMI/Wi-Fi/5G 等;根据接入 HMD 具备的功能不同,机顶盒支持本地解码/渲染功能和透传功能。HMD 作为用户端设备,支持设备鉴权与 VR 视频流播放功能。

在 IPTV VR 系统组网方案设计时,考虑到 VR 流对 MTP 时延指标普遍要 ≤ 20 ms,以及现有宽带网络部署架构和技术指标在内容服务器与云渲染平台的部署上强调靠近用户端部署,因此服务于 VR 的 CDN 和云渲染平台选择部署于边缘节点而不是中心节点。具体的组网架构方案如图 2 所示。

3.2 业务流程

在弱交互类使用场景下,如图 3 所示,用户

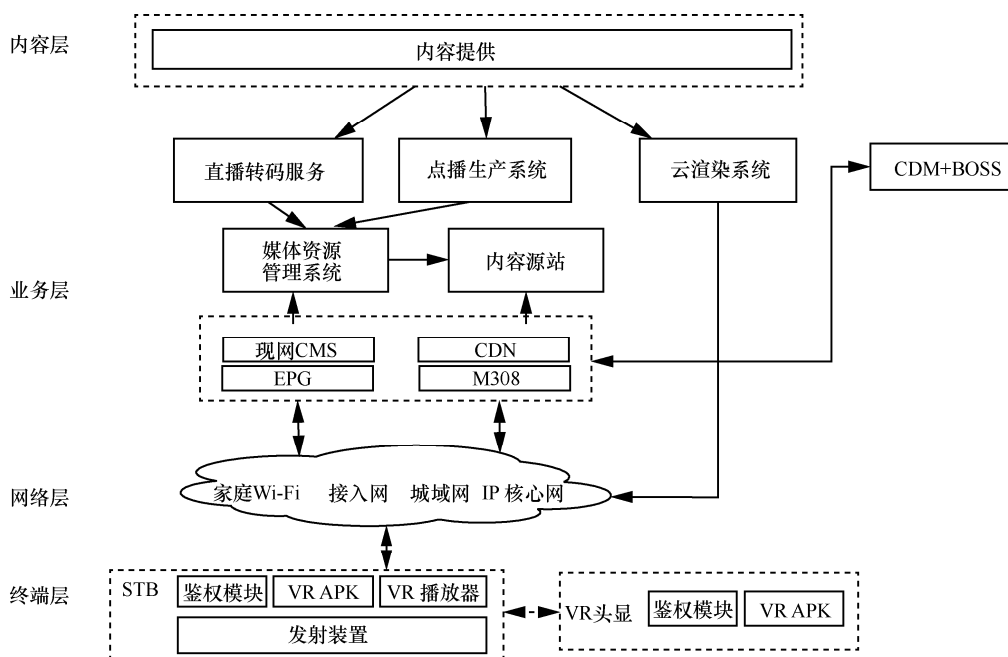


图 1 IPTV VR 系统逻辑架构

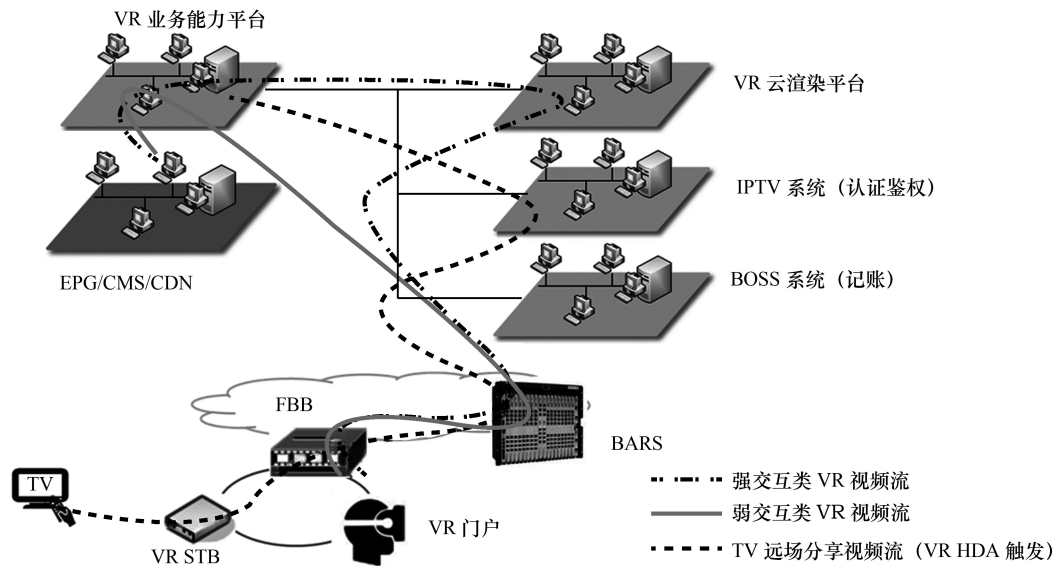


图2 IPTV VR 组网架构

在点击 VR 视频播放后, STB 处理用户向 CDN 发起 HTTP/RTSP 请求, CDN 将通过调度策略管理机制, 根据网络链路质量, 将用户调度至网络质量最优、访问速度最快的服务节点。该节点作为 CDN 系统的 VR 内容注入口, 负责存储 CDN 系统中的所有内容, 同时还为业务提供所承载 VR 内容的管理、处理、分发等功能。在服务节点未命中的场景下, 内容中心作为内容源为服务节点提供内容服务。

对视频流解码, 解码后的数据发送给 GPU 做相应的 VR 处理, 最终显示呈现给用户 HMD。

在强交互类使用场景下, 与 STB 本地进行解码、渲染等处理不同, 这些处理流程都在云渲染平台进行, 最终将处理好后的视频流下发用户侧 HMD, 为保证 MTP 时延, 云平台对视频流的处理需要运用按需传输等手段进行特殊处理。

4 关键技术

IPTV VR 解决方案所涉及关键技术除了目前 VR 技术研究的热点: 编解码技术、投影技术、传感器技术等领域外, 还具有其自身特定的关键技术领域, 如机顶盒技术、内容分发与播控技术、网络传输技术等方面。

(1) 编解码技术

VR 视频目前应用最多的视频编码技术是 H.264, 业界公认的下一代编码技术是 HEVC 和 VP9。根据业界的测试结论, 在保证同等画质的前提下, HEVC 和 VP9 的压缩效率大约比 H.264 的最新版本提升 30% 左右。近期, Facebook 研发的棱锥结构编码技术成为业界研究的重点, 结合按需传输方法, 可以将 VR 视频大小减少 80%。

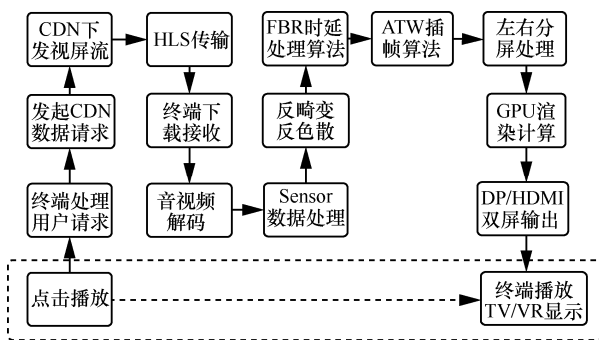


图3 弱交互视频处理流程

CDN 向 STB 提供高质量的 VR 视频服务, 基于 HLS 视频的点播功能, 通过与用户 HMD 配合, 支持实现码率自适应。根据内容管理平台查询到边缘节点, 通过边缘节点 CDN 下发视屏流, STB 接收并缓存在本地, STB 的硬件解码器基于 H.265

(2) 投影技术

目前 VR 视频投影技术主要有等角投影(equirectangular projection, ERP)和多面体投影(platonic solid projection, PSP)两大类。

• ERP

ERP 是当前全景视频主流格式,但画质存在失真,压缩效率存在瓶颈。这种投影方式使用了一种经典地图经纬线投影的思想,将球面展开为平面矩形。由于球面两极区域展开后,靠增大面积保持角度不变,引入了更多的无效冗余像素,导致视频文件编码压缩效率不佳。该投影方式通过 VR HMD 和应用程序将这些明显变形的画面还原为全视角的内容,让使用者有一种身临其境的包围感。目前 Oculus、Samsung Gear、优酷、爱奇艺均采用此种投影格式生产 VR 360 度媒体文件。

• PSP

目前, PSP 是业界关注的新方向,具有失真小、压缩效率高的特点。按相等经差与纬差的经纬线将球面划分为许多球面梯形,投影到某种多面体上,此处的多面体可以为四面体、立方体、金字塔、12 面体等。由于每个梯形单独投影,因此失真极其微小。

(3) VR 业务平台技术

高分辨率 VR 视频内容的分发对现有 IPTV 架构下的内容分发提出了新要求。VR 超高分辨率视频比普通平面视频的码率高出十倍以上,即使采用基于分片编码与按需传输的技术方案也对采用传统的将寻址文件全部传输的分发方式提出挑战,对 CDN 的处理形成很大的压力;另外基于云渲染的内容处理也对 CDN 提出了很高的技术要求。因此当前对业务平台方面的研究关注点在于:基于 IPTV 架构下的 CDN 并行流化处理技术研究,高效存储、网络均衡、智能调度和流媒体能力优化的 CDN 平台技术研究,针对 VR 的 QoS 保障技术研究等^[6]。

(4) 机顶盒技术

当前推广的机顶盒在芯片、内存、Flash 方面都以全 4K 能力为基础设计,要支持 VR 的关键是能支持 HMD 设备,尤其是满足高清全景视频(单眼分辨率 $\geq 4K$)的解码能力,现有的硬件和软件能力明显不足。因此对于需要本地渲染能力的机顶盒硬件研究的关键点在于 GPU 性能、VR 视频处理专用硬件、内存容量速率规格的提升。同时,在硬件接口上,VR 机顶盒要具备连接大屏电视和 HMD 的能力,且 HMD 和 VR 外设所用到的陀螺仪、手柄等传感器信息也需要通过相应接口传给机顶盒进行对应处理,因此机顶盒的多接口支持也是技术研究的关键点。

VR 机顶盒和 HMD 之间采用 HDMI/USB 线连接完成视频传输、传感信息回传和供电,这造成使用者移动不便,对用户体验影响严重,因此,无线传输方式成为目前研究的重要方向。目前广泛应用的 Wi-Fi 协议并不能满足 VR 高分辨率视频传输和 MTP 20 ms 的刚性要求,因此对 WiGig (IEEE 802.11ad)、WirelessHD、Li-Fi 等可见光通信技术的研究与应用也是一个热点领域。

(5) 网络传输技术

目前 VR 视频内容的在线传输方案有两种主要的技术路线:全视角网络传输和 FOV 网络传输。

• 全视角网络传输

全视角网络传输方式将 360°环绕的画面全部传输给终端,画面切换等处理均在本地完成,即终端接收到的一帧数据中包含了用户可看到的空间球对应的全部视角信息。用户改变视角的交互信号在本地终端完成处理,终端根据视角信息从已缓存到本地的帧中解出对应的 FOV 信息,在播放器中进行矫正还原,使用户看到正常视角的视觉信息。因此,在交互过程中涉及的时延等问题,均由终端性能来决定。这种方案对带宽的要求高,对时延的要求低。

• FOV 网络传输

FOV (field of view) 传输方案主要传输当前



视角中的可见画面。通常情况下,将 360 度全景视野划分为若干个视角,每个视角生成一个视频文件,只包含视角内高分辨率和周围部分低分辨率视觉信息,终端根据用户当前视角姿态位置,向服务器请求对应的视角文件。当头部转动视角发生变化时,终端向服务器请求新视角对应的视角文件。分视角传输示意图如图 4 所示。

VR 业务的在线传输还对宽带网络提出了更高的技术要求。VR 业务改变了人机交互的方式,既包含传统的人机交互行为,又有 VR 特有的虚拟交互行为。不同的交互形式和预期带来了对网络传输的不同需求,根据不同的业务需求对带宽及 MTP 时延的要求见表 1。VR 业务所需要的网络,关键在于提供稳定的高带宽和低时延,以保障 VR 业务的每一次交互行为体验^[7-8]。

5 结束语

随着超高清视频技术的发展,一般家庭环境

下的 4K 分辨率已经到了极致。在数字视频解析度越来越高的大趋势下,VR 的出现正好给家庭视频观看方式的发展提供了新的方向。目前,IPTV 架构下开展 VR 业务尚处在探索阶段,需要内容制作、CDN 分发、带宽升级乃至整个视频产业链来共同推动其发展和完善,加快 IPTV VR 的商业化进程。

参考文献:

- [1] 中国智慧家庭产业联盟. IPTV VR 技术产业白皮书[R]. 2017. China Intelligent Family Industry Alliance. IPTV VR technology industry white paper[R]. 2017.
- [2] 华为 iLab. 面向 Cloud VR 的承载网络白皮书[R]. 2017. Huawei iLab. Carrier networks white paper for cloud VR[R]. 2017.
- [3] 徐火顺,叶剑章,尹海生. 大视频 VR 直播业务及其技术[J]. 中兴通讯技术, 2017(6): 24-27. XU H S, YE J Z, YIN H S. Service and technology of VR live on big video system[J]. ZTE Technology Journal, 2017(6): 24-27.
- [4] 金伟. IPTV 机顶盒现状与趋势的研究[J]. 电信科学, 2006,

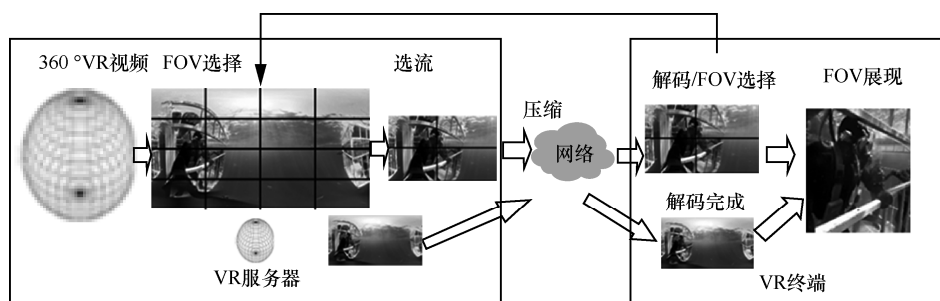


图 4 分视角传输示意图

表 1 VR 业务网络需求^[1-2]

标准		全视角 4K 2D 视频	全视角 4K 3D 视频	全视角 8K 2D 视频	全视角 8K 3D 视频
弱交互 VR 业务 (全视角)	典型码率/ (Mbit·s ⁻¹)	16	26	50	79
	典型带宽需求/ (Mbit·s ⁻¹)	25	40	75	120
	典型网络 RTT/ms	30	30	30	20
	典型网络分组丢失率/ (Mbit·s ⁻¹)	2.6×10 ⁻⁴	9.9×10 ⁻⁵	2.7×10 ⁻⁵	2.4×10 ⁻⁵
强交互 VR 业务 (FOV)	典型码率/ (Mbit·s ⁻¹)	18	28	40	60
	典型带宽需求/ (Mbit·s ⁻¹)	50	80	120	210
	典型网络 RTT/ms	15	15	15	15
	典型网络分组丢失率	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶

22(3): 28-31.

JIN W. Study on IPTV STB: status and trends[J]. Telecommunications Science, 2006, 22(3): 28-31.

- [5] 罗传飞, 孔德辉, 刘翔凯, 等. 智慧家庭的 VR 全景视频业务实现[R]. 电信科学, 2017, 33(10): 185-193.

LUO C F, KONG D H, LIU X K, et al. A business realization of VR panoramic video in smart home[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(10): 185-193.

- [6] 宋盈, 于翔, 刘文楷. 运营商 CDN 系统视频内容存储调度策略探讨[J]. 邮电设计技术, 2017(10): 30-33.

SONG Y, YU X, LIU W K. Discussion on video content storage and scheduling strategy of carrier CDN system[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2017(10): 30-33.

- [7] 董振江, 张东卓, 黄成, 等. 虚拟现实视频处理与传输技术[J]. 电信科学, 2017, 33(8): 45-52.

DONG Z J, ZHANG D Z, HUANG C, et al. Technology of virtual reality video processing and streaming[J]. Telecommunications Science, 2017, 33(8): 45-52.

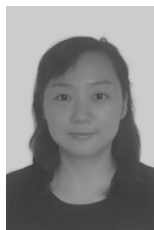
- [8] 魏三强, 孙彦景. 虚拟现实的无线网络传输技术研究进展[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2017(3): 324-331.

WEI S Q, SUN Y J. Research progress on wireless network transmission technology in virtual reality[J]. Journal of Huaqiao University(Natural Science), 2017(3): 324-331.

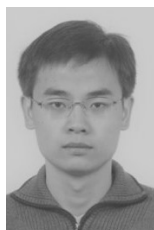
[作者简介]



李峰(1971-), 男, 中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师, 主要研究方向为视频技术与应用、交互式网络电视、虚拟现实等。



杨琛(1981-), 女, 中国电信股份有限公司上海研究院研发工程师, 主要研究方向为超高清视频技术家庭应用、虚拟现实等。



李兴达(1987-), 男, 中国电信股份有限公司上海研究院研发工程师, 主要研究方向为超高清视频技术家庭应用、DRM 等。