



专题:视频技术与应用

开放互联网环境下电信运营商视频业务技术演进策略

肖 晴,王思伟

(中国电信股份有限公司上海分公司 上海 200120)

摘 要:首先论述了视频业务对电信运营商的重要性,结合电信运营商视频业务运营的探索和实践,分析比较了IPTV、OTT TV、IPTV+OTT 融合架构等体系架构的产生背景和优劣势,在此基础上提出,既吸取 OTT TV 开放化、智能化的特点,又保持 IPTV 可运营、差异化网络优势的“互联网化 IPTV”是电信运营商视频业务技术架构的演进方向,并针对视频编解码、流传输、CDN、多播、用户交互界面、端到端质量保障等关键技术提出技术发展策略。

关键词:OTT TV;IPTV;内容分发网络;视频业务

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015093

Technology Evolution Strategy of Video Service Based on Open Internet

Xiao Qing, Wang Siwei

(Shanghai Branch of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: Video service is an important service for telecom operators. The advantages and disadvantages among IPTV, OTT TV and IPTV+OTT convergent architecture were compared, then the evolution direction of video service technology architecture of telecom operators was presented. Internet-like IPTV is either open and intelligent like OTT TV, or easy to operate and differentiated on service like IPTV. The evolution strategies of some key technologies, such as video codec, stream transportation, CDN, multicast, user interface, and end-to-end quality assurance, were proposed.

Key words: OTT TV, IPTV, content delivery network, video service

1 视频业务对运营商的重要性

视频应用需求和视频业务流量的不断增长,决定了视频业务对电信运营商的重要性。根据思科公司 2014 年 6 月发布的年度互联网流量预测报告^[1]的统计:未来 5 年全球流量增长近 3 倍,从 2013 年的 51 EB 增加到 2018 年的 132 EB,其中在线视频占互联网流量的比例持续增加,将从 2013 年的 66% 增加到 2018 年的 79%;2014 年上半年,

Netflix、YouTube 两个视频应用的峰值流量占北美互联网流量的比例已经超过 50%。视频内容的高清晰化也使同样的内容占用了更多的流量,据预测,到 2018 年超高清视频将占 IP 视频流量的 11%(远远高于 2013 年的 0.1%);高清视频将占 IP 视频流量的 52%(同样高于 2013 年的 36%)。

视频应用的种类也更趋多元化。除了传统的视频节目播放,其他新型业务需求有:在线观看网络游戏直播、在线教育、在线秀场等。此外,与移动终端的普及相结合,图片

收稿日期:2015-03-15;修回日期:2015-04-07

论文引用格式:肖晴,王思伟. 开放互联网环境下电信运营商视频业务技术演进策略. 电信科学, 2015093

Xiao Q, Wang S W. Technology evolution strategy of video service based on open internet. Telecommunications Science, 2015093

及视频分享服务正在迅速成长为取代传统文字信息的新交流形式,在北美市场,Pinterest、Instagram 和 Snapchat 等应用的增长大幅度推动了网络流量的增长。

但是,单位比特流量的价值下降是不争的事实,如何提升流量价值,摆脱“加量不加价”的尴尬?美、日、韩等率先实现转型、走出盈利低谷的运营商给出了启示。例如,韩国运营商 LG U+高调发布 4K 超高清电视服务(分辨率达到 3 840 dpi×2 160 dpi),夯实网络优势,提升大流量视频服务体验,赢得大量高带宽套餐用户,大大提升了其用户的 ARPU(average revenue per user)值;AT&T 宣布以 485 亿美元收购 DirecTV,从而获得 DirecTV 积累了 20 多年的与影视制作方的关系,以内容提升用户黏性。

综上所述,电信运营商要使网络发挥更大的价值,变现流量红利,进一步获取数字红利,必须重视视频业务。一是提升网络的功能和性能,体现承载视频业务的差异化优势;二是构建高效、开放的业务聚合平台,布局内容,提升单位比特流量的价值,构筑内容堤坝。

2 电信运营商视频业务技术发展历程

电信运营商的视频业务是伴随着宽带接入业务的发展而逐步发展的。如同很多电信业务一样,电信运营商提供视频业务,也存在着“互联网化”、“电信化”两套体系。最早出现的基于 PC 的网络视频业务是一种互联网化的视频业务体系,随后出现了电信化的视频业务体系——IPTV。到 2010 年左右,互联网化商业模式发展迅速,OTT TV 冲击 IPTV,电信运营商开始思考应对之策和技术演进,积极探索“IPTV+OTT”以及“互联网化 IPTV”等新的模式。

2.1 互联网视频业务体系

电信互联网视频业务体系的出现早于电信视频业务体系。随着 xDSL(各种类型数字用户线路)宽带接入业务的发展,电信运营商意识到需要提供“接入+应用”类型的服务,为带宽填充内容,提升带宽价值,即开始积极引入基于宽带的视频内容服务,也就是网络视频业务。典型业务有

“互联星空”视频专区,由电信运营商提供承载网络,应用和内容由合作的 CP(content provider,内容提供商)、SP(service provider,服务提供商)提供。由于受到带宽和终端的限制,在开放的互联网环境下,只能提供“尽力而为”的视频服务,视频业务体验不好,因此在 2010 年以前,互联网视频业务体系没有很大的发展,网络视频业务仅限于 PC 用户群体使用,追求最新内容,以免费为主,未形成盈利模式。

2.2 电信视频业务体系

电信视频业务体系以 IPTV 业务为代表。国内的 IPTV 业务自诞生起,就是以提供电信级服务质量、电视级视频体验为目标,是可运营的、可管可控的业务。因此 IPTV 业务的技术体系设计,受限于当时接入带宽有限的客观条件,也借鉴了当时数字电视技术的优点。例如,ADSL(asymmetric digital subscriber line,非对称数字用户线路)接入带宽有限,为了开展有质量保障的视频业务需要建设专网;媒体传输采用 TS(transport stream,传输流),能够直接利用数字电视存量的节目资源;码率控制方式采用 CBR(constants bit rate,固定码率),在接入带宽有限的情况下传输网络容易规划。逻辑专网结构、多播技术的应用使得 IPTV 实现了传统电视的用户体验,产品逐步被广大普通用户接受。IPTV 的技术特征见表 1,IPTV 的结构如图 1 所示。

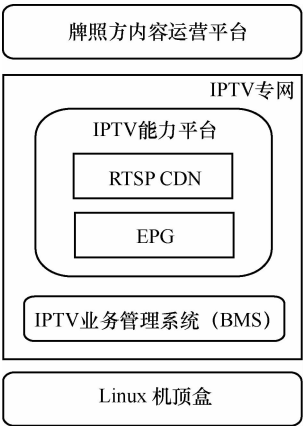


图 1 IPTV 结构示意图

表 1 IPTV 主要技术特征

机顶盒	Linux 机顶盒
专网承载	直播频道采用全网多播方式,IPTV CDN 提供点播内容的实时流媒体服务,媒体控制协议为 RTSP(real time streaming protocol,实时流传输协议),媒体传输协议为 UDP(user data protocol,用户数据报协议)或 TCP(transmission control protocol,传输控制协议)
专用 CDN	CDN 与 EPG(electronic program guide,电子节目菜单)紧耦合,为专用 CDN,共同构成 IPTV 能力平台
固定码流	H.264/CBR 编码,标清 1.3/2.5 Mbit/s,高清 8/10 Mbit/s
质量保障	可实现端到端服务质量保障



2010 年以来, iPhone、iPad 的出现带来了全新的视频业务体验, HLS (HTTP live streaming)、HTTP PD (HTTP progressive download, 渐进式下载) 流媒体传输技术成为主流, 开源的 OTT TV 迅猛发展。OTT TV 与 IPTV 在技术上的差异^[2]以及 OTT TV 所代表的互联网运营模式, 对 IPTV 造成极大的冲击。

IPTV 面临的主要问题有: 终端形态单一, 性能有限, 无法满足业务的融合发展需求; 未跟上业界主流流媒体技术趋势, 容易形成技术孤岛, 发展受限; 节目码率高, 对存储、带宽资源占用大; 现有流传输方式对网络稳定性要求高, 质量保障代价大; 专网承载运行成本高; CDN 与 IPTV 平台紧耦合, 能力不开放。

2.3 IPTV 演进的过渡阶段

虽然互联网化视频业务体系渐成主流, 对于电信运营商来说, 它并不能全盘替代电信化视频业务体系, 如何既保持电信 IPTV 业务的可管可控、可运营的优点, 又吸收互联网 OTT TV 开放、灵活的优点, 是电信运营商必须思考的问题。在过渡阶段, 电信运营商提出了“IPTV+OTT TV”融合架构。

“IPTV+OTT TV”融合架构的主要技术特征见表 2, 其结构如图 2 所示。通过这一混合模式, 能够在技术改动较小的情况下, 快速推出智能机顶盒; 并且能够在现有业务合作框架下, 较为平滑、缓和地引入 OTT TV 内容。

IPTV+OTT 融合架构面临的问题是: OTT TV 与 IPTV 相对独立, 仅通过混合模式机顶盒形成组合产品, 没有真正实现业务融合; 市面上大部分家用路由器(包括电信运营商早期部署的家庭网关)不支持双跨承载, 部署有门槛; IPTV 面临的资源占用大、质量保障代价大、专网运行成本高的问题没有得到解决。

3 互联网化 IPTV 的技术关键点及演进策略

既吸取 OTT TV 开放化、智能化的特点, 又保持 IPTV

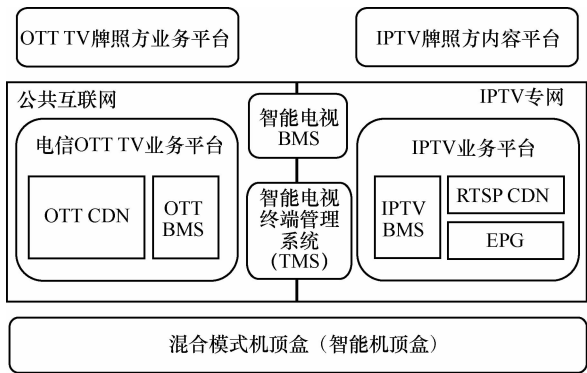


图 2 IPTV+OTT 融合架构示意

可运营、差异化网络优势的“互联网化 IPTV”是电信运营商视频业务技术架构的演进方向。互联网化 IPTV 技术架构的 4 个关键点是: 开放化、智能化、可运营、差异化。

3.1 开放化

互联网化 IPTV 技术架构的开放化体现在: 与主流互联网视频采用一致的编解码技术、流传输技术、内容分发技术、承载网络方案, 从而避免技术孤岛, 降低电信运营商视频业务与内容运营商的对接门槛, 降低对终端的要求, 支持多屏终端、FTTH/LAN、3G/4G/Wi-Fi 等多种接入方式, 业务适用场景广。

3.1.1 编解码和流传输技术

编码格式采用 H.264, 并逐步试验 H.265, 即 HEVC (high efficiency video coding); 码率控制方式采用 VBR (variable bit rate, 动态比特率) 取代 CBR。流传输技术上, 以自适应流媒体取代实时流传输, 即媒体控制协议以 HTTP 取代 RTSP, 目前互联网视频常用的 HLS 是自适应流媒体的一种。

如图 3 所示, 从 IPTV 与 OTT TV 流传输协议栈的对比可以看出, 两者都是基于 IP, 区别仅在 4 层以上, 两者在技术上是一脉相承的。因此, 从现有的 IPTV 技术架构演进到互联网化 IPTV 技术架构是平滑过渡的, 无需另建系统。

表 2 IPTV+OTT 融合架构主要技术特征

机顶盒	智能机顶盒
双跨承载	IPTV 业务由专网承载; OTT TV 业务由公共互联网承载。通过机顶盒与家庭网关配合实现双跨方案(终端侧进行业务标签和路由选择的解决方案)
两套 CDN	IPTV 由专用 CDN 承载; OTT TV 由互联网通用 CDN 承载
两套码流	IPTV 视频采用固定码率码流; OTT TV 视频采用 H.264/VBR 编码, 标清平均码率为 700 kbit/s~1.3 Mbit/s, 高清平均码率为 2.3~4 Mbit/s
质量保障	IPTV 侧提供端到端服务质量保障; OTT TV 侧无质量保障

IPTV		OTT TV	
媒体数据 (H.264 TS)	信号控制	媒体数据 (H.264 TS/MP4)	信号控制
RTP	RTSP	HTTP	HTTP
UDP/TCP	TCP	TCP	
IP		IP	

图3 IPTV 与 OTT TV 流传输协议栈对比

3.1.2 CDN 开放化

CDN 开放化有以下 3 层含义。

- CDN 向“管道化”发展。原有的 IPTV CDN 与 EPG、CMS (content management system) 紧耦合,“管道化”就是要将 CDN 中与业务相关的功能剥离至外部业务系统,内部则分为媒体信令、媒体服务及用户/内容调度模块,将分发与服务分离。
- 同一运营商多个 CDN 之间的协同。使用多个 CDN 来承载内容,并在多个 CDN 之间进行流量切换和调度,从而达到冗余备份以及应对突发流量等目的,其中最重要的就是负载均衡和流量调度技术。
- 不同运营商的 CDN 互通。在管道化 CDN 的基础上,实现不同运营商的 CDN 互通,把 CDN 打造成一个与 IP 网络一样的全球覆盖、全球可互联互通的内容传输网络。

3.1.3 承载网络开放化

采用开放的承载网络,视频业务由公共互联网承载,这一开放的前提是:新的码率控制算法、流传输技术、CDN 的应用,使得视频业务对网络的依赖度下降,不再需要建设专网。承载网络开放后,节省了专网投资,解决了采用专网承载时内容和应用引入困难的问题,降低了用户终端的接入门槛。终端与云端结合的智能感知能力,能及时感知到网络的波动,并通过客户端进行修正,保证了媒体流端到端的稳定传输。

3.1.4 内容开放化服务

内容开放化服务是互联网化 IPTV 未来的发展趋势,内容制作、内容编/转码、内容分发、内容缓存、媒体服务各个环节都可以进行云化,以实现真正的视频云。

3.2 智能化

3.2.1 终端智能化

全面使用开放的智能终端和智能操作系统,加强终端能力。终端智能化所带来的业务与硬件的分离,互联网化 IPTV 的媒体播放功能已实现“软件化、应用化”,即可以封装为一个应用。同时,Android 系统所提供的应用间调用、数据交互的能力使得业务的交互从传统的系统之间转

变为应用之间,大大降低了业务融合的开发难度,同时提高了用户对于业务的访问率。

3.2.2 界面展现智能化

应用富媒体技术实现 EPG 界面的优化、提供动态化和个性化 UI(user interface, 用户界面)呈现。富媒体技术应用于视频服务和内容展现,其主要特点有:媒体内容由一种或多种媒体类型构成;统一的后端业务系统,适配不同终端的前端展现系统,跨终端、跨平台服务;支持通过 Mashup(混搭)方式对外提供内容服务,混搭方式如图 4 所示。富媒体应用主要的技术实现方式有:客户端方式(应用程序、App/Widget)、Ajax 浏览器方式、RIA (rich internet application, 丰富互联网程序)插件方式(Flash、Silverlight)、HTML5 浏览器,技术依次进化。富媒体技术的应用,为电视屏应用提供了社交化、个性化、互动化、实时性的呈现界面。



图4 混搭模式显示

3.2.3 操控智能化

可提升用户体验的各种智能操控技术,被越来越多地应用到 TV 屏的操控中。例如,可以实现多屏协同与互动的 DLNA、airplay、miracast 等;支持各种传感技术的外设,如重力传感器、陀螺仪遥控器等;语音识别功能则有望成为终端的标配。

3.2.4 数据运营智能化

互联网化 IPTV 需要积极引入各种互联网技术手段,实现导视能力、搜索能力、推荐能力。导视能力是指引入互联网丰富的视频内容数据来源,增强内容互动性和自主运营能力,通过影片评分和评论等手段,引导用户提高节目点播率,提升用户 ARPU 值。搜索能力是指引入互联网丰富的视频内容元数据,如标签、产地、导演、演员等关键字,提高用户的搜索效率,增加用户的影片点击量。推荐能力是指基于用户收视行为的采集和引入的互联网数据标签、评分、评论效果,结合大数据分析,提炼出不同类型的用户



感兴趣的内容,实现精准推荐。

3.3 可运营

3.3.1 完备的认证与计费体系

继承电信业务可管、可控的优势,互联网化 IPTV 技术体系具有完备的终端管理(终端认证、路由下发)、用户管理、业务管理(业务开户、业务鉴权、产品订购、计费出账)模块,并且与电信大网的 IT/CRM 系统、宽带 RADIUS 系统、家庭网关 ITMS (integrated terminal management system, 终端综合管理系统) 对接,实现了基于令牌(token)的应用服务安全认证、基于智能管道的流媒体分级服务、基于安全域技术的智能机顶盒芯片级安全解决方案^[3]。

3.3.2 灵活的业务开通方式

通过在智能机顶盒上部署终端管理客户端,与平台侧的终端管理系统对接,实现了基于线路识别的免受理开通流程,可以灵活地支持正向开通(由平台侧事先生成账号,终端首次登录时通过认证即完成开通)和反向开通(由终端发起在线开通申请,平台侧即时生成账号,完成开通)。

3.3.3 提升后向经营能力

建立基于大数据的精细化运营支撑系统,提升后向经营能力。互联网化 IPTV 系统的基础数据包括:内容元数据、用户元数据、行为元数据、消费元数据等。充分利用 IPTV 用户活跃度高、黏性大、用户地理位置明确的特点,适合拓展教育、健康、旅游、电视商城等应用,为后向经营提供一个稳定的潜在市场。

3.4 差异化

3.4.1 百兆级高带宽承载超高清电视

超高清电视(4K 电视)采用 H.264/VBR 编码所需的平均带宽为 30~40 Mbit/s,采用 H.265/VBR 编码所需平均带宽为 15~20 Mbit/s。从 2014 年开始,4K 电视的制作、终端显示产业链已经成熟,4K 电视机的出货量节节攀升。随着“宽带中国”计划的全面铺开,电信运营商的百兆带宽普及

加速,4K 电视也将加速推广。这正是电信运营商视频业务可提供的差异化服务优势。

3.4.2 基于多播技术提供直播电视

直播是电视屏业务的刚需功能,多播技术是承载直播业务的经济、高效的解决方案。随着 IPTV 业务的发展,多播技术越来越成熟,目前在售的网络设备均能提供多播服务能力,如快速频道切换(fast channel change,FCC)、前向纠错(forward error correction,FEC)等新技术都不断完善,使得通过多播方式提供直播的用户体验越来越好,频道切换时间可降到 1 s 以内^[4],达到电视级体验的要求。随着 4K 电视的发展,单个频道的码率上升到 20 Mbit/s 甚至更高,多播技术节省骨干网带宽的优势进一步凸显。

3.4.3 提供端到端质量保障服务

通过 IPTV 的运营,电信运营商在视频业务的端到端质量保障方面已积累了较多经验,制定了监测指标和监测体系的相关标准规范。互联网化 IPTV 继承了这一体系,在网络层、终端层、平台层分别提供了相应的质量监测手段和质量保障措施,见表 3。可见,互联网化 IPTV 架构下,除了网络层的质量保障措施之外,终端和服务端还可提供应用层的质量保障,实现云、端结合的智能感知和管控,达到双保险的效果。

表 4 从技术特征、用户体验等角度,给出了 IPTV、OTT TV、互联网化 IPTV 3 种技术架构的对比。

4 结束语

从早期与 SP 合作的网络视频业务到 IPTV、IPTV+OTT 融合架构,再到互联网化 IPTV,电信运营商对视频业务体系架构的设计经历了无质量保障的开放——有质量保障的封闭专网——适应多种合作模式的分层次能力开放架构的螺旋形上升的过程。

互联网化 IPTV 是电信运营商视频业务技术体系的演进方向,但仍在不断演进之中,亟需解决的问题如下。

表 3 互联网化 IPTV 的质量监测手段和质量保障措施

	监测手段	保障措施
终端	预装测速客户端和 QoS 监测客户端	增加终端缓存容量;提供终端自诊断软件,提升用户自维护能力
平台	部署业务可用性拨测探针	终端侧与平台侧结合;完善 HTTP 自适应流传输机制;采用多码率自适应;网络有分组丢失时,应用层采用多 TCP 连接
承载网	部署业务可用性拨测探针	开放基于智能管道的动态提速能力;对于有高服务等级需求的用户,通过机顶盒与家庭网关配合实现双跨方案,提供 IPTV 专网和公共互联网的双跨承载
接入网		提供应用通道,解决带宽争用问题(通过应用通道访问合作内容商的服务器,保证通道的带宽,不与普通互联网接入业务争抢带宽)

表 4 3种技术架构的比较

	IPTV	OTT TV	互联网化 IPTV
编解码技术	标清:1.3~2.5 Mbit/s; 高清:8~12 Mbit/s; 编码格式:H.264; 码率控制方式:CBR	标清:700 kbit/s~1.3 Mbit/s; 高清:2.3~4 Mbit/s; 编码格式:H.264; 码率控制方式:VBR	标清:700 kbit/s~1.3 Mbit/s; 高清:2.3~6 Mbit/s; 编码格式:H.264; 码率控制方式:VBR/ABR (adaptive bit rate, 自适应比特率)
流传输技术	直播:多播 IGMP/UDP; 点播:单播 RTSP/UDP 或 TCP	点播:单播 HTTP/TCP	直播:单播 HTTP/TCP 或多播 IGMP/UDP; 点播:单播 HTTP/TCP
组网结构	专网承载,不支持 Wi-Fi 接入	公共互联网承载,支持 Wi-Fi 接入	公共互联网承载(多播由专网承载),支持 Wi-Fi 接入
CDN	与 IPTV 平台紧耦合,只能为 IPTV 业务服务	采用业界通用 CDN 技术,内容分发、存储与业务逻辑分离	采用业界通用 CDN 技术,内容分发、存储与业务逻辑分离
终端	Linux 机顶盒,少量智能机顶盒和智能电视一体机	智能机顶盒、智能电视一体机、手机、平板电脑	智能机顶盒、智能电视一体机、手机、平板电脑
质量保障措施	IPTV 通过建设专网来保障业务质量,终端和服务端之间没有纠错机制。要求每 10 s 分组丢失率<0.1%	OTT TV 承载在尽力而为的互联网上,终端和服务端在应用层面适应网络的质量变化。可容忍>10%的分组丢失率	网络层以双跨方案、智能管道(应用通道、动态提速)提供差异化的服务质量保障,终端和服务端再提供应用层的质量保障。可容忍>10%的分组丢失率
用户体验	直播时延 7 s; 频道切换 1.5 s; 点播响应 2 s	无直播; 点播响应 2.5 s	直播时延 7 s(多播); 直播时延 30 s(单播 HTTP); 频道切换 1.5 s; 点播响应 2.5 s

(1)保证公共互联网上承载直播业务的安全性和实时性。如果采用多播技术,则如何解决多播在开放承载能力方面的缺陷,使得各种组网场景下、各种社会化终端都能接收到多播流。

(2)解决有限的存储与内容无限增长的矛盾。采用按需实时服务模式发挥长尾价值,基于云资源进行转码、流服务、回源,可解决按需服务的实时性、动态性问题,是值得探索的方向。

(3)实现互联网化元素(应用、云服务、多屏、社交)的快速迭代服务。构建视频能力开放体系,通过核心能力的封装及共享,打造平台型的产业生态,创建“视频+X”的融合服务,是电信运营商在视频业务领域发挥管道/渠道优势、体现业务差异化、应对竞争、快速接应用户需求的有效手段。

参考文献

1 Cisco VNI global IP traffic forecast, 2013-2018. <http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/visual-networking-index-vni/index.html#-complete-forecast>, 2014

2 施唯佳, 蒋力, 贾立鼎. OTT TV 和 IPTV 的技术比较分析. 电信科学, 2014, 30(5): 15~19

Shi W J, Jiang L, Jia L D. Technique comparative analysis of OTT TV and IPTV. Telecommunications Science, 2014, 30(5): 15~19

3 胡冰松, 黄小桑. 一种安全的智能机顶盒实现方案. 电信科学, 2013, 29(4): 33~36

Hu B S, Huang X S. An implement scheme for secure STB. Telecommunications Science, 2013, 29(4): 33~36

4 翁颐, 姚良, 奚溪. 基于单播流的 IPTV 频道切换提速方案研究. 电信科学, 2014, 30(9): 159~163

Weng Y, Yao L, Xi X. Research on a unicast-based IPTV channel change solution. Telecommunications Science, 2014, 30 (9): 159~163

[作者简介]



肖晴,女,博士,中国电信股份有限公司上海分公司总工程师室高级工程师,主要研究方向为视讯技术与业务、互联网业务平台、智能终端、IP 宽带网络等。



王思伟,男,中国电信股份有限公司上海分公司资深经理兼副总工程师、教授级高级工程师,在电信企业信息化应用、网络与业务平台建设、面向综合信息服务转型以及新技术应用与规划方面,具有丰富经验。