

# 基于卫星的流媒体应用技术研究

## Streaming Media Application Technology Based on Satellite

中图分类号: TN929.5 文献标志码: A 文章编号: 1009-6868 (2018) 05-0057-005

**摘要:** 带宽贵、时延大和误码率高是流媒体在卫星链路传输中亟待解决的三大问题。针对带宽贵的问题,提出将传输链路根据特点进行分段并分别采用传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)协议,使得带宽占用与在线客户端数量无关,极大地提高卫星带宽利用率;针对时延大的问题,提出将获取流媒体的触发机制采用终端主动拉取并加入过滤机制,在协议改造前提下使得已经存在媒体流只需要解码时延而不需拉流时延,从而极大地缩减时延;针对误码高的问题,采用在流媒体源端进行冗余编码的前向纠错(FEC)方法,有效提高流媒体终端解码的成功率,从而提升流媒体应用的用户友好度。

**关键词:** 卫星传输;流媒体;UDP;FEC

**Abstract:** High bandwidth, high delay and high error rate are three main problems for streaming media in satellite link transmission. For the high bandwidth problem, the transmission link is segmented according to its characteristics, and the transmission control protocol (TCP) and the user datagram protocol (UDP) are adopted respectively, which makes the bandwidth occupation independent of the number of online clients and greatly improves the utilization of satellite bandwidth. The triggering mechanism of streaming media can be actively pulled by the terminal and added into the filtering mechanism. Under the premise of protocol transformation, the existing media stream only needs the decoding delay instead of the pulling delay, so that the delay can be reduced extremely. The forward error correction (FEC) method for redundant encoding at the source of streaming media is proposed, which effectively improves the success rate of streaming media terminal decoding and enhances the user-friendliness of steaming media applications.

**Key words:** satellite transmission; streaming meida; UDP; FEC

黄泽武/HUANG Zewu  
韩桂鲁/HAN Guilu  
李双全/LI Shuangquan

(中兴通讯股份有限公司,广东深圳  
518057)  
(ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

前,流媒体服务主要基于客户端/服务器(C/S)架构实现,其架构图如图1所示。

然而,因为高昂的建设成本导致地球表面依然有很多没有被蜂窝移动信号覆盖,比如大海、沙漠、高山、边缘地带等。卫星通信因其自身特点使其成为一种重要的移动通信的补充手段。具体而言,卫星传输链路具有如下优势:

(1)覆盖范围广。对地面的情况如高山海洋等不敏感,可以在业务量比较稀少的地区提供大范围的覆盖,在覆盖区内的任意点均可以进行通信,而且成本与距离无关<sup>[1]</sup>。

(2)通信质量好。卫星通信中电磁波主要在大气层以外传播,电波传播非常稳定。虽然在大气层内的传播会受到天气的影响,但仍然是一种可靠性很高的通信系统。

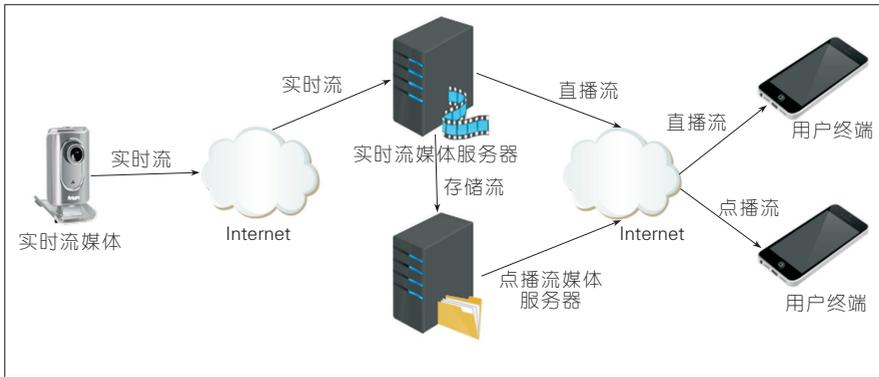
(3)成本低廉。卫星通信系统由卫星端、地面站、用户端3部分组成,除卫星固有成本外,只需要建设地面站,而无需其他的地面施工,因此卫星网络建设速度快、成本低,运行维护费用也相对低。

由于卫星信道具有与地面信道不同的一些特点,导致基于卫星传输

随着第4代移动通信(4G)技术的普及移动手持设备性能的飞速提升,流媒体服务如远程监测控制、视频会议、远程教育、视频点播、网络直播等也得到高速发展。据统计:截至2017年6月,中国网络视频用户规模达5.65亿,较2016年底增加2 026万人,增长率为3.7%;网络视频用户使用率为75.2%<sup>[1]</sup>。

流媒体业务成为运营商继语音、短信和数据业务之后的第4种基本业务。所谓流媒体就是指采用流式传输技术在网络上连续实时播放的媒体格式,如实时音视频或多媒体文件。流媒体技术就是把连续的音视频信息经过压缩处理后放上网站服务器,由流媒体服务器向用户顺序或实时地传送各个压缩包,让用户一边下载一边观看、收听,而不需要等整个压缩文件下载到自己的计算机上才可以观看的网络传输技术<sup>[2]</sup>。目

收稿日期:2018-04-23  
网络出版日期:2018-10-24



▲ 图1 流媒体系统架构图

的流媒体应用发展非常缓慢。具体而言,基于卫星传输的流媒体应用主要有以下问题:

(1)低带宽、高费用。卫星频谱是宝贵的有限资源,因此价格昂贵,例如:Ku波段的频率范围是12.4~18 GHz,卫星发射机只有54 Mbit/s带宽,且费用高昂。然而,流媒体因自己特点导致对带宽占用较大,例如:采取H264编码、1 920×1 080分辨率和24帧/秒的视频传输需要的带宽为256 kbit/s,此视频仅传输成本约20万元人民币。

(2)较长的通信延时。卫星传输距离远且通过无线电波传输导致通信延时较大,例如:典型的卫星通信

延时在540 ms左右,传输控制协议(TCP)3次握手的延时可达到1.5 s,此性能对于实时多媒体系统是无法接受的。

(3)高误码率。卫星采取无线电波传输,其受环境、天气、太阳活动等各方面影响较大,从而导致实际的卫星通信中有较高的误码,由此对多媒体应用的用户体验极为不利,而如果采取TCP进行重传会降低TCP的发送窗口,从而会引起传输的带宽利用率下降<sup>[4]</sup>。

一般来说,流媒体应用对于数据流畅度要求大于数据传输稳定性,也就是说用户对于流媒体卡顿忍耐度小于数据花屏或者清晰度下降。针

对流媒体应用特点和卫星传输的特点,文中我们提出一种基于一种TCP叠加用户数据报协议(UDP)混合分段传输优化组合技术方案,以满足卫星传输流媒体应用。

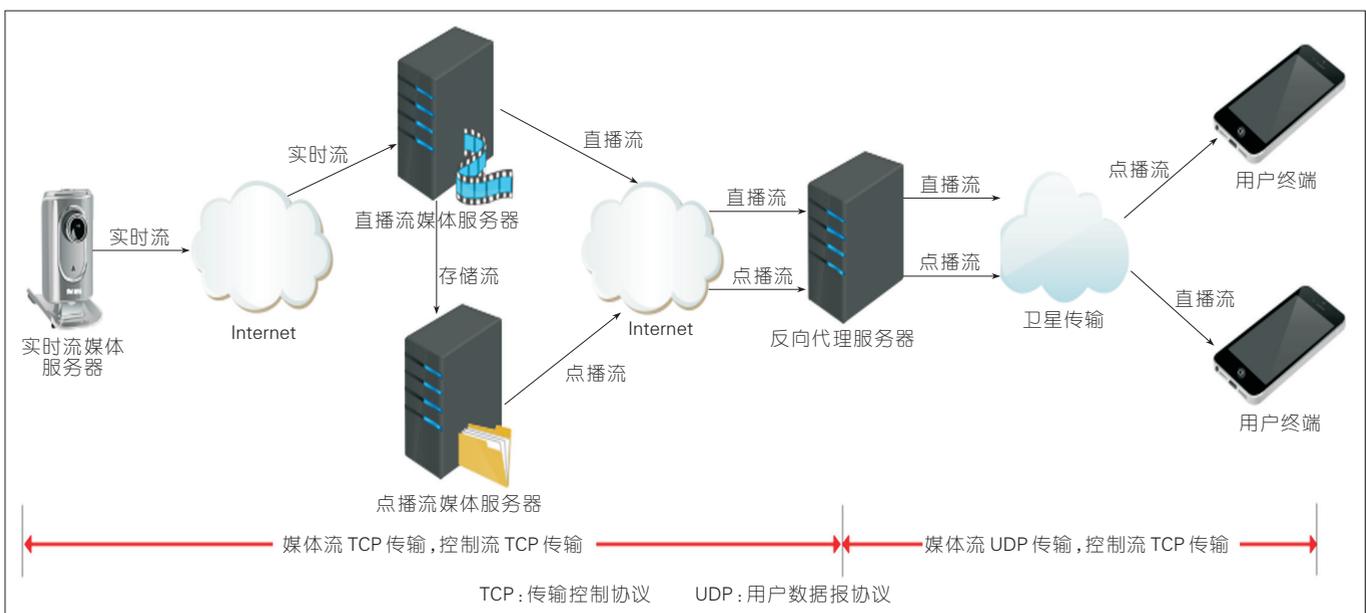
## 1 适合基于卫星传输的流媒体系统架构

基于卫星传输的流媒体系统的传输有2部分:一部分与传统流媒体系统相同,均基于固网传输;另一部分是基于卫星反射广播传输。卫星链路的传输层不适合采用面向连接的协议,因此我们提出了一种TCP叠加UDP混合分段传输方式的基于卫星通信的流媒体系统,其架构图如图2所示。

图2中重要部分的功能描述具体如下:

(1)实时多媒体源对多媒体进行采集、编码、压缩、音视频混合等操作形成原始实时流媒体,然后将实时流媒体源与直播流媒体服务器采用传输层TCP协议建立连接,并且将原始实时流媒体推送到直播流媒体服务器之上。

(2)因卫星传输中误码率较高,故直播流媒体服务器在接收实时多



▲ 图2 基于卫星传输的流媒体架构图

媒体流之后,采用前向纠错码(FEC)算法对实时流重新编码;然后对实时多媒体流转码、加密;同时,可将编码后的实时多媒体流转存到点播多媒体服务器形成多媒体文件。

(3)因卫星带宽较昂贵,为避免无用户观看的流占用带宽,本流媒体系统故采用终端触发媒体流下发的机制;终端采用TCP协议与直播流媒体服务器和点播多媒体服务器建立连接,如果卫星空口上没有待拉取的媒体流,则反向代理服务器向媒体流服务器拉取相应的媒体流;如果卫星空口上已经存在待拉取的流,否则终端直接从卫星空口接受广播数据进行解码即可。

(4)多媒体服务器(包括直播和点播)与反向代理服务器建立TCP连接,将相应的流推送到反向代理服务器;反向代理服务器将接收到的流进行协议转换,去除TCP包头并添加UDP包头,然后转发到卫星转发器继而将媒体流推送到卫星上,卫星采用下行广播的方式将流媒体流下发到各个地面接收器。

(5)终端通过UDP协议接收与反向代理服务器协商好的组播组接收多媒体流,然后对多媒体流进行缓冲、解密、音视频解码、FCE纠错、渲染、呈现等处理。

综上所述,本系统具有如下几个重大改进点:

(1)大幅度缩减带宽占用。假设一路多媒体流占用256 kbit/s带宽,如

果有1 000路视频且同时有1万观众观看,新系统的带宽占用只有传统流媒体系统带宽的0.01%(因传统流媒体系统将占用2.560 Tbit/s带宽,而采用本文系统将只占用256 Mbit/s)。从上述结果看:本系统占用的带宽只与流媒体源的数量有关,而与终端用户的数量无关。

(2)传统流媒体系统与本系统无缝对接。因本系统也有基于传统互联网传输链路,使得本系统可以与传统流媒体系统无缝对接。具体而言,从终端用户角度看,可以无感知地接入卫星网络和微蜂窝网络并无缝切换。从系统开发者角度看,其使用方法和与传统流媒体系统没有区别,可实现平滑对接和部署。

(3)大幅度减少时延问题。在本系统拉流时,反向代理服务器会判断媒体是否已经下发,所以本系统的时延只在流媒体首次拉取时发生。对于已经下发的流媒体,新用户拉取时是从卫星终端拉取而不需要从流媒体服务器拉取,从而大大缩短延时,从而大幅提升用户体验。

(4)有效部分解决误码问题。本系统采用FEC算法进行解决,因为传输数据有冗余导致对带宽略有损失,但这样避免终端经常出现的花屏,从而有效提升用户体验。

## 2 适合基于卫星传输的流媒体系统关键技术

为了使本系统充分利用卫星传

输特点,我们做了大量创新,本节着重讲解卫星传输在流媒体应用的相关部分。将图2的反向代理至终端部分,细化即为图3。

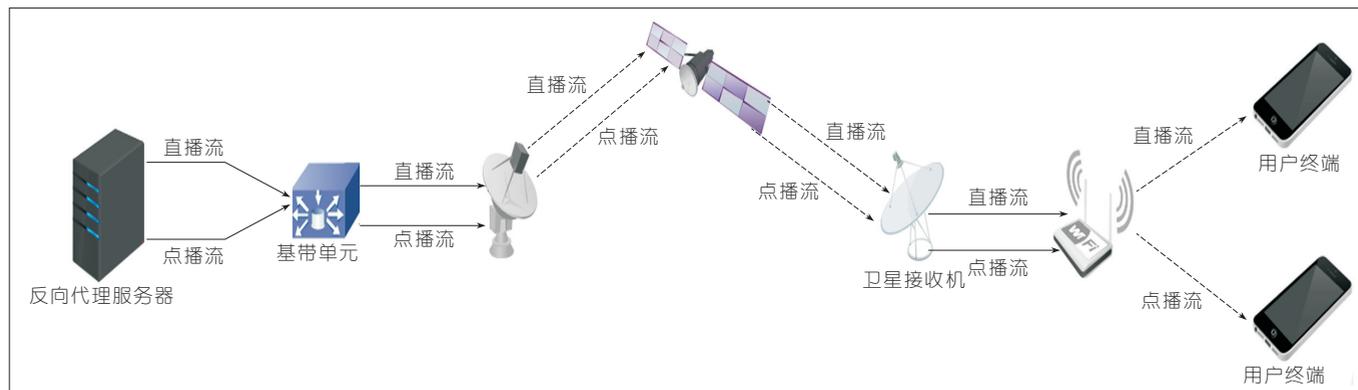
如图3所示,卫星链路传输主要包括反向代理服务、基带处理单元、卫星地面转发器、通信卫星、卫星地面接收器、卫星信号分发器及终端设备。反向代理与基带单元在同一个层二网络中,且一般部署在运营商的机房中且只有内网IP,因此需要通过机房的网络地址转换(NAT)机制与公网进行通信。卫星接收机只需要在通信卫星覆盖范围内即可,且不限数量,此设备负责接受/发送卫星链路数据并进行传输协议解析转换。

为了更加清晰描述上述各设备在流媒体系统中发挥作用,下面我们实例化手机端从流媒体服务器中下拉多媒体流的过程,如图4所示。

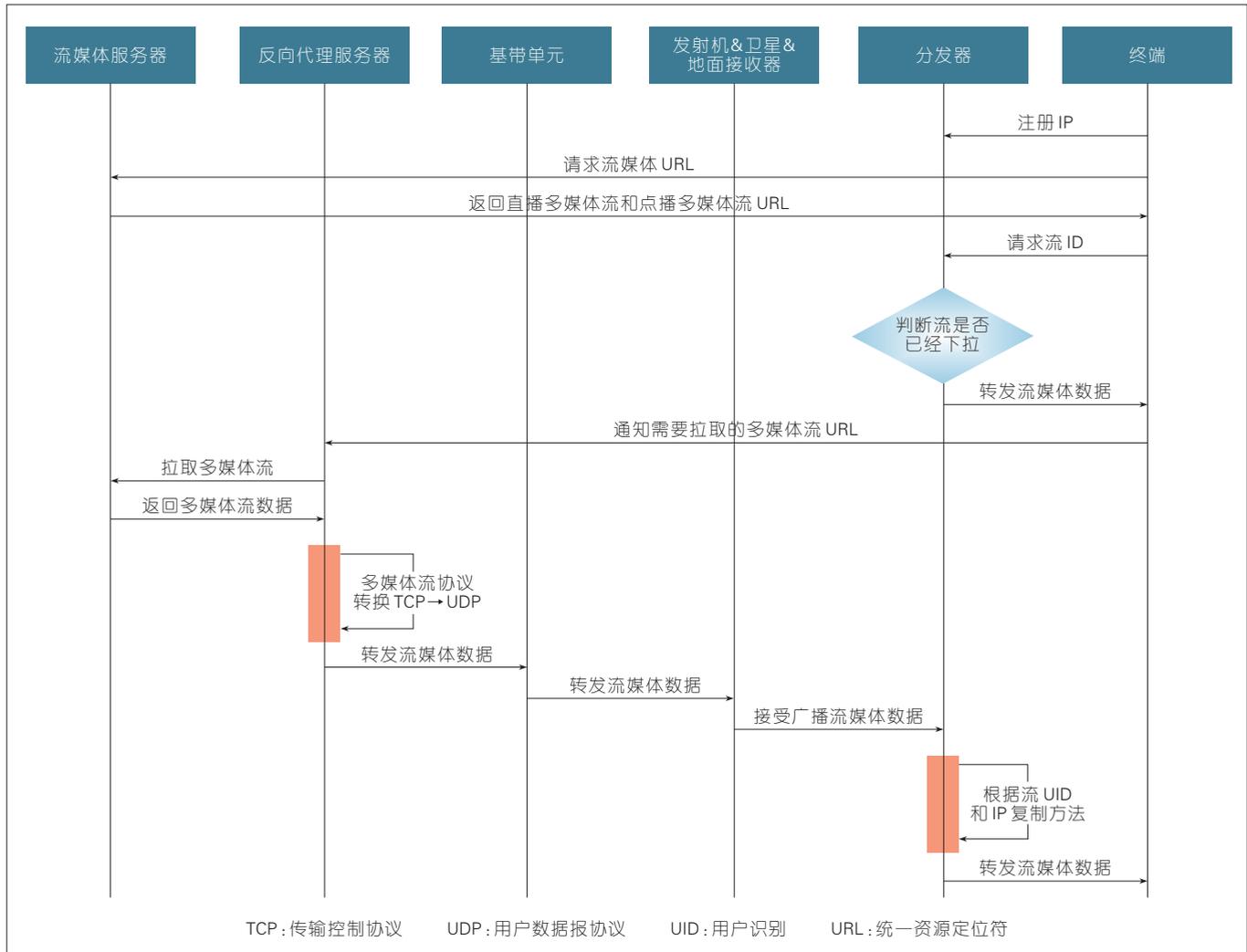
针对图4,需要特别说明2点。

(1)关于多路媒体流。反向代理收到拉取的流媒体数据后,将数据包中包头去掉,重新封装UDP包头。此时转发给基带单元协商好的固定IP和特定组播组发送。由于有多路流,为了避免多路流相互影响,端口就是一个范围,并且反向代理服务器向基带单元转发时选择一个未使用的端口即可,并将组播组详情通知到分发器和终端,这样分发器和终端才从对应的组播组分发和接收数据。

(2)关于节省带宽,主要采取3



▲图3 流媒体卫星传输链路示意图



▲图4 基于卫星链路的流媒体系统终端拉取流媒体流过程

种方法:首先,因为卫星链路具有广播特性,当一个流媒体被终端拉取后,除此终端对应的分发器能接受到此流数据外,处于卫星覆盖范围的所有的分发器都可以接受到媒体流数据,那当其他分发器下的终端拉取此媒体流时,不需要再拉取流从而节省带宽,如果没有请求此媒体流,那么分发器可以直接抛弃此媒体流数据;其次,对于已经被终端拉取的多媒体流,如果同一个分发器下的其他终端也需要获取相同的多媒体流,此时其将请求流 ID 发送给分发器,分发器将相应的流复制一份给此终端,不再需要从流媒体服务器上拉取,这样也解决大部分用户的流媒体延时的长

问题,提示用户体验友好度;最后,反向代理将拉流情况进行记录,当某一路所有的用户都没有查看时,反向代理服务器主动断掉从流媒体服务器获取媒体流数据,这样既可避免卫星带宽的占用,又可以节省 Internet 的带宽。

### 3 试验结果

关于文章提出的基于卫星链路的流媒体系统的测试,针对上文中提到的卫星传输的带宽贵、时延大、误码高的 3 个问题,我们主要从带宽占用、用户延时 2 个方面进行测试。

针对带宽占比测试,我们采用一路媒体源,因为基于卫星链路,故视

频参数设置较低,通用影像传输格式的摄像头的比特率为 64 kbit/s。终端采用 2 种模式:使用传统方案即基于 TCP 模式;使用本文所提方案。主要关注点是随着终端的增加(从 100 个用户增加到 1 000 个用户),卫星空口带宽的占用情况,其具体的测试结果如 5 所示。

从图 5 来看:本文所提的系统架构的卫星带宽占用至于流媒体源大小有关,与用户数无关;而传统的系统架构不但与流媒体源大小有关,而且与用户数成直线关系。

关于用户时延测试,本文系统的优势主要在于已经下发流的用户接入情况。针对时延测试,主要有 2 种

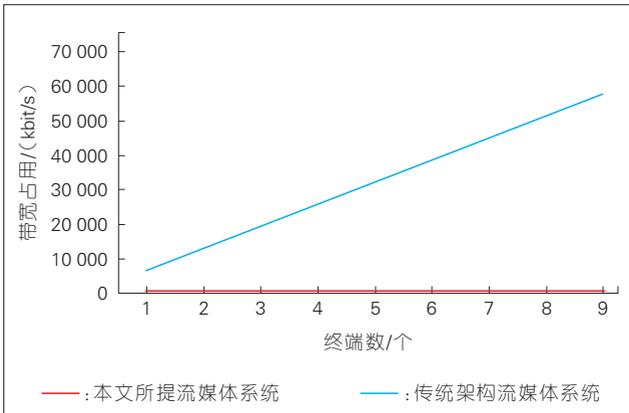


图5 带宽占用与终端数量的关系图

场景:观看当前无人观看的实时流;观看当前已经有人观看的实时流。终端采用2种模式:使用传统方案即基于TCP模式;使用本文所提方案。测试结果如图6所示。

从图6来看,对于流媒体第1次下发,2种架构时延基本持平;而对于已经下发的流,其他用户再次请求此多媒体流时,其延时急剧降低,

几乎为常量,究其原因分是分发器组播的设计。

### 5 结束语

卫星作为移动通信的有效补充手段,有着部署便利和运维成本低等优势,但带宽贵、时延大、误码高等问题影响基于卫星链路的多媒体应用。通过协议改造、架构优化、冗余

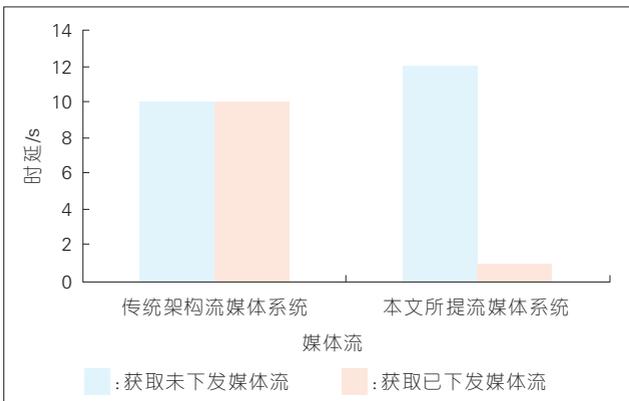


图6 不同媒体流下发时延对比图

纠错等相关手段,可以提高卫星传输的性能,改善卫星作为多媒体特别是流媒体的媒介功能,对移动通信网络系统的扩展至关重要的作用。

#### 参考文献

- [1] CNNIC.第40次中国互联网络发展状况统计报告[R].北京:中国互联网络信息中心,2017
- [2] 吴莉莉,刘益成.流媒体技术及应用[J].信息技术,2002,(1):39-41
- [3] 刘旭东,王罡,马杏池,等.卫星通信技术[M].北京:国防工业出版社,2000
- [4] 车晴,王京玲.数字卫星广播系统[M].北京:北京广播学院出版社,2000

#### 作者简介



**黄泽武**,中兴通讯股份有限公司资深软件架构师,参与或主持多项产品产业化研发工作,在嵌入式软件和高并发系统方面有丰富经验;拥有6项创新型发明专利。



**韩桂鲁**,中兴通讯股份有限公司高级工程师,先后从事CDMA、FDD LTE产品软件研发、无线大数据算法工作,在使用大数据进行无线性能优化方面积累了丰富的经验。



**李双全**,中兴通讯股份有限公司资深项目经理、架构师,在嵌入式操作系统方面积累丰富经验。