

# IPTV主要技术的发展趋势

## Development Trends of Key Technologies for IP TV System

**摘要:** 快速发展的IPTV业务成为中国信息领域的一个焦点,但经过长时间在中国多个城市的试验后其业务模型依然没有完全成熟,因此如何选择合适技术的问题成为一个短时期难以回答的问题。由于目前中国已经开展试验的IPTV业务主要是对本地的小批量用户播放电视和录像节目,采用的技术只能作为一种尝试而很难成为今后IPTV技术发展的范例,因此有必要从最终构建全国性的能满足商用运营需求的IPTV业务网络的角度出发,在全国性IPTV网络架构的设计、承载网的改造、视频编码的选择、终端的结构、内容分发网络的构建、开放DRM平台的建立和媒体资产管理系统的建设等几个方面开展研究。

**关键词:** IPTV业务;网络架构;数字版权管理;流媒体;发展趋势

**Abstract:** Fast growing IPTV services have become a major concern in the information industry of China. Unfortunately, the IPTV service model has not been perfected yet after long-time trial made in a couple of Chinese cities. The question of how to select optimum technologies for IPTV is difficult to be solved in a short term. So far most trial IPTV services in China are targeted to provide a small number of local viewers with television and recorded programs. Accordingly, the technology used for the available IPTV services can hardly become a paradigm for future IPTV technology development. Therefore, with a ultimate goal of constructing a countrywide IPTV service network that can meet requirements of commercial operations, it is necessary to conduct research into design of countrywide IPTV network architecture, improvement of the bearing network, selection of video encoding technology, terminal structure, building of the content distribution network, establishment of the open Digital Rights Management (DRM) platform, and construction of media asset management system.

**Key words:** IPTV service; network architecture; DRM; stream media; development trends

杨崑/ YANG Kun

(信息产业部电信研究院通信标准研究所, 北京 100083)  
(The Institute of Communications Standards Research, CATR, MII, Beijing 100083, China)

中图分类号:

TN393;TN94

文献标识码:

A

文章编号:

1009-6868(2006)03-0018-05

IPTV业务与传统的视频通信业务和广播电视业务都有区别,它代表了基于IP网络的新型传播视频业务的发展方向,因此在技术选择上也会遇到很多新的问题。由于目前中国已经开展试验的IPTV业务主要是对本地的小批量用户播放电视和录像节目,大量采用了传统视频点播的成熟技术,难以支持业务长期开展的需要。

要最终构建全国性的能满足商用运营需求的IPTV业务网络就必须对IPTV技术开展循序渐进的研究。下面本文逐一对这些影响到IPTV业务未来的关键技术进行探讨。

### 1 IPTV整体网络架构

IPTV系统目前的网络架构采用单层平面架构,各个试验地区单独构

建一套独立的IPTV系统,包括业务层的内容分发网络(CDN)、运营支撑系统、终端系统,网络层的承载网设备和接入网设备,以及由内容服务商控制的内容管理和编辑、数字版权保护等内容层设备。这种组网模式是由于政策和市场等多方面因素造成的,其最大的问题就是难以形成一个资源共享、统一管理、联合认证的全国性

系统,而且各个地区的系统和设备只能采用一个厂家的产品,不同厂家的产品彼此间无法实现互通和替换。这种架构只能满足短期的业务需求,如果将IPTV业务范围扩展到全国,并且业务内容从现有的电视广播和视频点播扩展到其他领域,那么其建设和运营成本将会十分高昂。

目前IPTV行业标准的制订和其他工作中都将网络架构的设计作为重点,虽然还没有最终方案提出,但已经有了很多好的思路:

(1) 整体系统必须是一个分为全国和本地两级的网络,这是开展全国性商业运营必须满足的要求。目前IPTV试验系统连接的内容源仅有上海文广一家,随着业务面的扩展,会有各个地方电视台和其他类型的内容服务商接入该系统。这些内容的接入和存储从降低成本的角度讲应该是在本地完成,但是从增大用户可使用服务内容角度出发,这些资源应该在全国网络上进行统一调度和管理。在实际设计网络架构时必须通盘考虑到两个不同网络层次的要求,比如,运营支撑、内容平台与业务平台的接口以及媒体资产管理的前端部分会根据业务开展情况分布在全国业务平台和本地业务平台上,而资源调度管理系统、结算系统则只能布置在全国业务平台上。

(2) 内容平台和业务平台之间的接口设计要同时考虑两个方面:首先这个接口要实现标准化,对中国多家有影响力的内容服务提供商的内容提供格式都应兼容,并且不会阻碍其他的内容源接入;其次,接口要划分为本地接口和全国接口两个部分,以针对不同位置的内容源,和这个接口相互配合工作的数字版权保护系统、媒体资产管理系统和运营支撑系统也要相应地划分为全国和本地两个部分。

(3) 数字版权保护系统、媒体资产管理、存储系统和运营支撑系统等功能模块进行分割时要考虑子系

统中功能的相对完整和上下级系统间的连接和标准化,目前的试验系统中这些分系统均捆绑为一个整体,进行功能模块细分时必须统筹考虑;对于和用户日常使用密切相关的终端管理、业务和节目选择、计费等功能要尽可能地放在本地进行,而和整网运营有关的资源存储、资源调度目录、资费结算等功能应更多地放在全国中心。

(4) 未来很重要的工作就是要构建完整和开放的媒体资产管理系统,因为目前IPTV系统仅仅提出了电子节目菜单(EPG)的概念,其能够完成的功能远远不能满足未来业务开展的需要。IPTV开展商业运营时,内容的分类、管理和展示会涉及全国范围内的多个平台,这些分布在各处的内容很难用电子节目菜单这样仅能识别简单的标签和关键字的单级目录来涵盖,需要建立一个带有智能搜索功能的信息管理系统,这个系统还会逐步支持按图片、语音或其他信息进行模糊搜索,同时,媒体资产管理系统将和存储管理系统成为一个动态连接的整体,媒体资产管理系统可以直接影响到内容存储的分布结果,而不再是像EPG一样仅仅是简单的查找和调用。

上述这些思路在IPTV网络整体架构设计中必须体现,由于目前符合要求的系统还不存在,因此完善IPTV的网络架构将是一个循序渐进的过程,需要逐步地演进发展。目前在设计网络架构时,必须考虑到这种演进的趋势,在满足现有业务开展需要的情况下,给未来的发展留下空间。

## 2 媒体交付网

在IPTV网络中,将内容根据需要传递到单一或一批用户群的工作由媒体交付系统完成。目前商用试验中多采用内容分发网(CDN)技术来完成此项工作,实现对多媒体内容的存储、调度、转发、播放等功能。媒体交付系统可以降低服务器和带宽资源

的过多消耗并提高服务质量。但现有的CDN网络是从基于PC机的流媒体业务发展而来,在大用户同时选择同一内容时,存在服务效率低、重定向机制复杂等问题。媒体交付系统更适宜视频点播服务的开展,对直播电视、时移电视以及各种增值业务支持能力相对有限。虽然现在也提出了一些改善机制,但CDN先天性的架构缺陷还是难以满足IPTV业务的节目性要求,无法承载IPTV的全部功能并会引入流量“瓶颈”。

为解决CDN存在的问题,近期已经开展将现有的CDN架构改造为P2P形式的媒体交付网络的研究。建立P2P机制的媒体交付网络需要在业务会聚、内容分发和流媒体播放3个方面进行系统改造。首先在内容提供时可以将内容提供商作为整个P2P网络的一个节点来向整个业务平台提供节目内容,所提供的内容可以有选择地会聚到位于P2P网络内的中心业务节点以便进行相关的内容处理;其次,可采用基于P2P的内容分发机制将音、视频节目内容的切片由中心业务节点分发到靠近用户的边缘业务节点内,以降低核心网的传送压力,而且对于不同的节目内容往往会采用不同的内容分发策略;第三,通过靠近用户的边缘业务节点向用户提供流媒体服务的过程也可以采用基于P2P的流媒体播放方式,此时边缘业务节点由许多处于对等地位的流媒体服务器组成,用户使用服务时可以通过多个流媒体服务器同时工作,实现不同流媒体服务器的负载均衡增长,降低系统拥塞的风险。

目前已经开展了采用P2P机制的混合式媒体交付体系结构的标准化研究工作,由于中国目前还没有能大规模商用的案例,要发展和完善基于P2P机制的媒体交付系统还需要一段时间。作为临时性的解决办法,目前的IPTV业务依然可以沿用现有的CDN系统,并在业务达到一定规模时采取由上而下的方式逐步完成整个

媒体交付网络的升级。

### 3 数字版权管理

在IPTV业务的产业链中,数字版权管理(DRM)技术是保证内容提供商利益的关键所在。DRM技术主要包括数字识别技术、安全和加密技术以及电子交易技术。IPTV和数字电视业务在数字视频的版权保护方面存在着明显的不同,其版权保护技术的基本原理要遵循双向特点来实现。

业务运营商实现DRM目前可以选择不同方案,如运营商自建全套DRM系统,运营商与内容提供商合建DRM系统,业务运营商不建DRM系统。3种方案各有利弊,而且同一运营商在不同地区开展业务时由于用户发展状况不同,对建设DRM系统的要求也会有所不同。由于IPTV本身是一个内容传播平台,与DRM的实现方式无关,理想的方式是建立一个开放式的DRM平台。

在业务开展初期,业务运营商需要使用内容提供商指定的DRM方案,此时IPTV系统必须方便地集成多个内容提供商的DRM系统,系统的开放性可以满足内容提供商对DRM系统的不同需求。运营商自建全套DRM系统可以为大量非主流内容提供商提供相应的保护机制,扩大运营商的内容服务范围,是运营商必须要考虑的工作。在这个过程中,IPTV业务平台DRM系统要面对不同来源的内容,必须考虑标准化的需求。

在IPTV DRM所遵循的标准选择上,由于目前还没有适合运营商采用的完整的DRM解决方案,而开放移动联盟(OMA)的标准化方案存在高额的专利费,所以建立开放的标准化DRM系统不是短时间内能实现的问题,需要投入专门的力量加以解决。多种DRM方案并存的局面预计还会在相当长的时间内存在。

### 4 视频编码

开展IPTV业务需要消耗大量的

网络带宽资源,采用合适的视频编码技术是实现IPTV业务的关键。

目前国际标准化组织(ISO)和国际电信联盟(ITU)相继推出了一系列视频压缩编码的国际标准,标准包括H.261、H.262、H.263、H.264以及MPEG1、MPEG2、MPEG4等。目前IPTV系统中使用较多的标准主要是H.264和MPEG4。此外国外一些有实力的公司也提出了自己的视频编码标准,如ASF、nAVI、AVI、DIVx、QuickTime、Real Audio、Real Video及Real Flash等。音视频编解码技术标准(AVS)是中国自行开发、具有自主知识产权的新一代编码方式,目前正在进行AVS的标准制订工作。AVS是以取代MPEG2规格为目标的高效编码方式之一,编码效率相当于H.264和Windows Media 9(VC-1)的水平<sup>[1]</sup>。

考虑IPTV业务采用的视频编码要从编码压缩率、业务的需求程度、互通性和使用成本几个方面来统一衡量,其中使用成本是最为关键的因素。IPTV目前通常采用的H.264和MPEG4视频编码都面临着不同程度的专利费问题。由于这些视频编码标准组织采用了同时向设备制造商和运营商收费的政策,大大增加了整个产业的总体经营成本。中国的AVS许可政策相对优惠。

目前各地区建设的IPTV试验系统对视频编码的选择更多地侧重于网络和技术性能,但从长远发展来看,尽快开展对AVS和其他视频编码技术水平的摸底工作,并最终实现全网向高效的统一视频编码的过渡是必然要考虑的问题。

### 5 存储系统

数字视频文件一般需要占用大量的存储空间,因此必须建立高效、低成本的储存和分发机制,一方面可以优化系统对数据网络的带宽占用,另一方面可以提高IPTV系统的安全稳定性和客户端的快速响应速度。存储系统大体上包括存储设备、存储网

络和管理3个部分,它们分别担负着数据存储、存储容量和性能扩充、数据管理等任务。

IPTV的存储设备可以选用磁盘冗余阵列、光盘和磁带等。磁盘冗余阵列具有速度快、容量大、安全可靠等优点,一般作为流媒体应用的在线(On-line)存储设备。与硬盘相比,光盘和磁带在读写访问速度方面存在明显的差距,但是在单位容量价格和容量扩展性等方面有着明显的优势,因此通常作为系统的近线(Near-line)或离线(Off-line)存储设备。在实际工作中,3种存储设备将组合使用,以满足不同场景的要求。

存储网络包括直接连接存储(DAS)、网络访问存储(NAS)和存储区域网络(SAN)3种方式。采用DAS连接的方法,具有技术简单、投资较小的优点,可以满足IPTV内容的海量存储要求,但安全性低,难以实现数据高效备份,维护管理困难,不是今后的发展方向;NAS方式可利用已搭建的局域网络,扩展方便,实施简单,但不能满足大容量、实时性要求较高的数据存储访问,并会对网络性能产生较大影响,也不宜作为IPTV存储方案的首选;SAN是一个由存储设备和系统部件构成的网络,通过光网络完成工作,其具有较高的数据读取速度,增加了对存储系统的冗余链接,提供了对高可用群集系统的支持,但输出带宽不能随着用户和业务规模的扩展而线性扩展,系统建设成本较为昂贵。从技术的角度讲,SAN具有很大的优势,但在成本大幅下降以前,现有存储系统的利用是IPTV业务开展中不可避免的一个问题。

IPTV系统对网络资源的要求很高,大规模部署必须考虑分布的存储方式,目前常用中心节点和多个边缘节点形成多级存储结构以降低成本。但是这种方式由于会给内容分发过程带来时延增大和网络负担增加的问题,因此选取优化的存储管理机制就成为IPTV中的重要课题。目前的



IPTV 系统对存储内容的组织和管理有文件和切片两种方式。文件方式以文件作为网络的最小存储单元,将视频流按照文件的方式存储在磁盘上,对实时业务的反映能力较差;切片方式可以很好地解决文件存储方式无法很好满足多媒体业务实时性的问题,能够支持更加灵活的内容交换及路由策略,将大大提升网络的负载均衡和快速响应能力,同时降低存储网络对带宽和存储空间的占用。切片方式在内容的分发、内容的交换、内容的集成和链接、系统性能和用户体验等方面有许多优势,是 IPTV 业务中存储技术的发展方向。

## 6 用户接入认证

目前 IPTV 系统可以采用宽带网络的常用接入认证方式,如虚拟拨号认证、Web 认证、动态主机控制协议(DHCP)认证、IEEE 802.1x 认证等。

传统的接入认证方式用于宽带视频业务时,存在“瓶颈”,如上行带宽小,设备处理能力低,难以应付大流量高并发的环境,对组播的支持差等。而且对越来越多的基于机顶盒方式的 IPTV 业务,传统的接入认证方式在认证时都存在用户使用不方便的问题。

DHCP 认证方式存在计费时间不准确、用户空闲时间长、会自动下线等问题。但其优点是不存在二层网络限制、可支持组播协议。IPTV 业务不需要按时长精确进行计费,在业务提供时也不存在用户空闲状态,而且能够实现对组播的支持,所以适合业务开展。目前在业务实施中可以通过采用独立的 IP 地址池和有针对性的策略配置,实现 IPTV 业务与其他互联网业务的隔离。

未来 IPTV 的业务开展要考虑多种接入认证方式结合的统一认证,需要进一步研究和论证。

## 7 媒体资产管理

在 IPTV 业务中需要处理的数据

对象主要是视频节目,它与传统的文字、图片等信息有着很大的不同。为此在 IPTV 业务中引进了媒体资产管理(MAM)的概念。媒体资产管理系统技术的可行性已被证实,但有些问题,如内容索引的格式规范问题,还需要解决。媒体资产管理技术涉及媒体数据存储管理、内容搜索、编目数据管理、媒体资产应用与发布等多个内容。目前运营商已经在 IPTV 系统中采用的 EPG 技术就属于媒体资产应用与发布的范畴。

EPG 可以给用户提供一个容易使用、界面友好、可以快速访问节目的方式,用户还可以通过 EPG 查看感兴趣的信息。

由于 IPTV 业务的内容提供者日益增多,对内容进行分类也就日益复杂,通过 EPG 使用业务将变得非常困难,而且随着业务开展的需要,一些业务的内容调度不会严格按照 EPG 习惯的索引菜单的方式进行,还要进行多方向的搜索和查询,因此必须逐步考虑在未来的 IPTV 系统中引入完整的媒体资产管理的概念。

## 8 流媒体

流媒体技术是采用流式传输方式,在 IP 网上播放音视频等多媒体信息的技术,与单纯的信息下载方式相比,不仅启动延时大幅度缩短,而且对系统的缓存容量需求也大大降低。数字视频流在完成编码压缩以后,可通过不同的网络传输协议实现数据的传输和控制,其中比较常用的有实时传送协议(RTP)和实时流式媒体协议(RTSP)等。因特网流媒体联盟(ISMA)发布的技术规范对数据的传输和控制方案做了规范。此外流传输协议(TS)也被用于规范此方面的内容。

ISMA 和 TS 两种流格式在市场上都有一定范围的应用,各有优缺点。ISMA 的方案适合 IP 网的特点,开销小,但音、视频要分开用两个流传输,同步难度大;TS 的方案是将音、视频流复用在同一个流中,同步精度较

高,并且可以在一个流中携带丰富的节目相关信息,但是开销较大。从目前 IPTV 系统的应用情况看,ISMA 和 TS 两种流格式短时间内难以统一,但不会对系统的正常工作造成影响。可以通过支持两种流格式的机顶盒或专门的 ISMA-TS 转码模块来解决这一问题。

在 IPTV 系统中使用的流媒体服务器担负着将预先编码压缩或实时编码压缩的视频文件以流的方式推送到网络中去的任务,要有很高的性能和可靠性要求。为达到此要求,就必须考虑提高单机可靠性或通过服务器集群设置来解决。依靠单台服务器的性能改善来解决整体性能和服务可用性问题,存在着性能价格比方面的限制。服务器集群(Cluster)技术的出现有效地解决了这个问题。负载均衡的松散耦合集群系统是解决大规模流媒体服务的重要方向。

## 9 承载网

为了保证用户能够便捷地使用 IPTV 业务,就要求运营商能够提供适宜的承载网络。目前的 IP 承载网络技术还存在许多不足。

IPTV 业务需要一个大容量、高速率的接入系统,目前可用于 IPTV 业务接入承载的方式有不对称数字用户线(ADSL)、千兆以太网无源光网络(GEPON)、局域网(LAN)和宽带无线接入等。中国主要采用 ADSL 技术,受线路质量及 ADSL 接入复用器(DSLAM)的影响,存在速率低、有效传输距离短、服务质量(QoS)无法保证、对组播功能支持有限等问题。虽然数字用户线(DSL)技术在不断发展,传输的带宽有所提高,但是服务品质仍难以令人满意。目前运营商也试图采用 ADSL2+ 的方式来解决这一问题,ADSL2+ 可以提供更高的接入带宽和更远的传输距离。GEPON 正在受到越来越多的关注。GEPON 采用全光网络结构,可提供上、下行对称的高带宽,对每个 IPTV 用户的带宽可进行动态分

配,同时在整个接入链路上支持全程的QoS保证,接入覆盖范围广,可大大降低维护成本和线路的质量。GEAPON系统可以很好地满足IPTV系统业务开展的需要,但是前期的设备费用和光纤铺设费用很高,影响了其推广。目前运营商基本还是立足于对ADSL线路升级改造来提供相应的业务。

接入网目前采用千兆比无源光网络(GPON)方式来支持IPTV等宽带多媒体业务的成本比较高,但随着用户的增多和业务的不断普及,在一定时期后将会是IPTV的接入方式的较好选择。

IPTV业务的开展对城域网的传输质量也提出了新的要求,目前有两种方案可供选择:一是将原有IP城域网改建为一张真正的多业务承载网,实现全网组播业务的开通、全网QoS策略的保证、高可靠性、高带宽支持与带宽保证等,这适合于原城域网基础较好的城市;另一方案是构建IPTV业务专用网络,原城域网只承载原有互联网业务,接入网流量在汇聚层被分离,这适合原城域网较复杂的城市。两种方案的选择可以根据各地的自身网络状况而定,但也可采用其他更为经济的临时性解决办法。

组播技术是开展IPTV业务的关键技术,但目前遇到下面几个问题:

- 现有的互联网组管理协议(IGMP)V1和V2版本,对于组播用户的加入、离开组播组,对于组播源的建立都没有相应的安全机制,很可能会对现有网络造成冲击和影响。

- 现有网络核心设备虽然支持多协议边界网关协议(MBGP)和协议独立型组播(PIM)等协议,但是并没有经过实际业务检验,而在组播支持方面存在较大缺陷。

- 现有城域网汇聚设备主要是宽带接入远程服务(BRAS)设备,在组播支持方面存在较大缺陷。

- 接入网中的大量设备在支持组播组数目、复制效率(CPU占用率)等方面都不是很强,在组播大规模开

展时候都可能存在性能问题。

组播在IPTV业务开展中是一个很关键的问题,不可能在短时间内得以解决。目前比较现实的就是针对业务实际需求给出临时性解决办法,在IPTV业务属性和承载内容完全明确后再通盘考虑。

## 10 终端

IPTV业务的终端目前可分为个人电脑+软件、机顶盒+电视两种。前者实现较为简单,投资小,但播放器软件局限于厂商私有的文件格式,通用性差,而且不会使用电脑的人无法享受此项业务,因此利用个人电脑作为IPTV终端系统适合于低成本推广IPTV业务的场合,不会成为发展的重点。但是基于P2P机制的播放器软件依然是近期发展亮点。

基于机顶盒形式的IPTV终端兼顾了个人电脑和电视机的功能,而且可以直接利用家庭中已有的电视终端来扩张业务,因此成为目前发展的重点。IPTV机顶盒目前有3种实现方式:即基于专用芯片(ASIC)的机顶盒、基于数字信号处理器(DSP)的机顶盒、基于中央处理器(CPU)的机顶盒。采用ASIC方式的机顶盒解码效率高,成本低,但扩展性不好,功能单一;采用DSP方式的机顶盒可编程,所以扩展性较好,并且可以增加功能,但开发成本较高,互通性较差;通用CPU结构的机顶盒开发简单,功能易扩展,但是成本较高。目前阶段由于视频编码、传输流格式和DRM等技术没有完全确定,因此要求终端具有一定的灵活性和可扩展性,更适合采用DSP或通用CPU架构。在技术稳定后低成本的专用芯片的机顶盒会有更为广阔的市场。

在终端设计上,越来越多地引入了中间件的概念。由于IPTV是一个逐渐丰富的业务系统,如果不能很好地解决后续业务功能添加的问题,就会增加IPTV业务的推广成本,通过中间件可以很好地解决新功能的引入的

问题。但中间件本身的概念和范围还有争议,需要一段时间的研究和实用验证。

## 11 结束语

本文仅涉及到了IPTV系统中主要的技术方向,还有很多细节限于篇幅没有一一论述,这些细节的完善对于IPTV系统的发展也是十分重要的。本文所探讨的技术发展趋势是基于目前业务开展的情况进行论述的。应该清醒地认识到,IPTV本身是一种全新的业务形式,其业务特性和发展方向还有许多有待进一步明确的地方,因此对技术发展趋势的认识也要不断调整和完善。

## 12 参考文献

[1] 黄铁军,高文,庄喆. AVS与ISMA共建IPTV标准平台[J]. 中兴通讯技术, 2005,11(4):18-22.

收稿日期: 2006-03-28

### 作者简介



杨崑, 信息产业部电信研究院通信标准研究所IP多媒体研究部/RTNet实验室副主任, 长期从事IP网络业务与设备的研究, 先后组织或参与了IP电话、会议电视、可视电话、IPTV、视频点播、电子邮件等多项重要项目或行业标准的研究工作, 组织或参加了多项中国行业或运营

商大型测试试验,目前正在承担IPTV框架标准的起草工作。