

三网融合的技术现状和未来发展

鲁士文 李政

(中国科学院 计算技术研究所 北京市 100190)
(中国移动通信集团深圳分公司 深圳市 518048)

摘要 三网融合是网络发展的主要方向,无线网络是接入有线网络的一个重要途径。本文主要概述了因特网、电信网络、有线电视网络和无线网络的技术现状;分析在三网融合的形势下,它们各自都可以为发展未来包含现在由三种网络提供的所有服务的综合业务网提供核心技术的能力;指出没有单个网络技术能够成为无争议的赢家:融合的网络将具有异构网络集合的特征,提供多种多样的服务;然后在更广阔的视野上阐明了在三网融合之后的未来全局多媒体网络的特征以及建立具有这样的特征的网络所面临的挑战和所需要的变革和创新。

关键词 三网融合;电信网络;有线电视网络;因特网;全局多媒体网络

The Present Technological Condition and Future Developments of the Three Networks Convergence

LU Shi-wen LI Zheng

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)
(China Mobile Group Guangdong Co., Ltd. Shenzhen 518048)

Abstract The three networks convergence is a main direction of network development, and wireless networks will mainly serve as a means of access to the wire-line networks. This paper mainly describes in outline the present technological condition of the Internet, telecommunications networks, cable TV networks, and wireless networks, analyses respectively from a view of the trend of the three networks convergence their capability to provide the core technologies that can be used to develop future integrated service networks that can provide all of the services now provided by the three types of networks. It is pointed out that no single network technology will emerge as the undisputed winner, the converged networks will be characterized by a collection of heterogeneous networks which offer a variety of services. Finally, the paper takes a broader perspective, presents the characteristics of the future global multimedia network that will be seen after the three networks convergence, the challenges that will be confronted with by the researchers and the needed innovations to build the network with these characteristics.

Keywords the three networks convergence; telecommunications networks; cable TV networks; the Internet; the global multimedia network

1 引言

现代社会的显著特征是数字化、网络化和信息化,它是一个以通信网络为核心的信息时代。实际上,网络(特别是因特网)正在改变着我们工作和生

活的许多方面,对经济的发展已经产生了不可逆转的影响。

这里所说的通信网络应当包括“三网”,即电信网络(主要的业务是电话,但也有其它业务,如传真和数据承载业务等)、有线电视网络(即单向传送电视节目的网络)和计算机网络(主要是将大量的局域

网通过路由器广域互连形成的因特网)。虽然这三种网络在信息化过程中都起着重要的作用,但其中发展最快的并起核心作用的是计算机网络。

目前,电信网络、有线电视网络和计算机网络的规模都很大,但它们所使用的技术也相差很多,因此在短期内要用一种网络来代替这三种网络看来不大可能。现在这三种网络都逐步在演变,都力图使自己也具有其它网络的优点,形成“三网融合”的趋势。

三网融合的通信网络将是一个覆盖全球、功能强大、业务齐全的信息服务网络。而这一网络结构应是一个统一完整的结合体系,为全球任一地点,采用任何终端的用户提供综合的语音、数据、视频等多种服务。

从技术领域的角度看,它将是数字化为前提,以光导纤维为物理层核心媒介,并以IP协议为基础,所有网络将向以IP为基本协议的分组网统一。在网络的不同层次,融合目标可以归纳为:传输技术趋向一致,网络层面实现互连互通,业务层上互相交叉,应用层上趋向使用统一的协议与应用软件。

2 技术现状

2.1 因特网

今天的因特网由世界范围内的众多的局域网(LAN)通过主干广域网互连而成。LAN典型地运行在10到100Mbps的速率。随着光纤链路成本的降低,以及用户信息流量的显著增加,现在主干链路速率已经普遍增加到数十个Gbps的数量级。为了处理这样大的链路速率,许多网络服务提供商已经采用由SONET/SDH交换网络互连的IP路由器。

用户以两种方式之一访问因特网,在一个大公司、政府部门或大学内部,用户PC或工作站附接到属于因特网一部分的LAN。在家里或在小公司的用户通过ISP(因特网服务提供商)访问因特网。他们使用低速Modem把他们的PC连接到ISP主机,该主机再接入因特网。现在越来越多的用户正在改变成通过ADSL(非对称数字用户线)或有线电视线缆以较高的速率接入因特网。

目前全世界已有数十亿用户连接到因特网。对于连接到LAN的用户来说,接入因特网所增加的成本只是LAN成本的一小部分。这个不显著的附加成本,再加上外部对诸如电子邮件、Web访问这样的服务需求,以及各种各样特别兴趣小组的形成,导致因特网

在上个世纪90年代中、后期的指数型增长。同时,越来越多的家庭拥有PC,新的PC都配有连网硬件(包括内建的Modem)和软件。对于这些用户来说,接入因特网的成本只是ISP收取的费用,该项费用一般说来是比较低的。通过ADSL或有有线电视线缆的高速接入的费用要稍高一些,但多数用户也还是可以承受的。

非延迟敏感的应用特别是WWW的位图驱动的接口使得浏览变得容易了。因特网以其他网络无法与其竞争的成本提供像是电子邮件和文件传送这样的应用服务。这类应用的设计者们免费提供相关的软件。它们之所以这样好,是因为因特网由一批非凡的专家们开发,同时又帮助培养了一大批专家,他们都强烈支持保留因特网的免费和开放性。商业软件(比如WWW浏览器)的成功引入也需要在早期以低价发行,才能逐步产生规模效益。

因特网在节点、用户、交通量和应用诸方面都在经历着爆炸性的增长。这种增长的技术因素在于IP数据报服务的简单性以及等级式编址和命名机制。然而,在长远的发展上看问题,因特网把无连接的数据报传输作为其基本业务的选择很可能把它的增长限制在不需要以最大延迟或最小带宽作为需求限制条件的性能保证的应用范围内。路由器用同样的方式处理所有的分组。缺乏状态信息意味着分组不能够根据它们的应用或连接被区别对待,因此路由器将不能够对服务质量有更高要求的应用提供附加的资源。

设计新的因特网协议和路由器来满足这些应用的需求并非一件困难的事情。技术的挑战是如何扩展由TCP/UDP和IP提供的业务,既要保留因特网可以提供的向后兼容性,又能根据基础硬件设施发展的条件逐步改变,以保证新增业务的性能。近年来研究人员已经提出了许多建议来面对这一挑战。这些建议可以粗略地分为两大类:一类仍然使用传统的IP承载业务,但扩展由UDP和TCP提供的业务来更好地适配新的应用;另一类改变IP路由器的无状态性质。

因特网的一种未来发展是同样种类的更多增长:更多的用户和更多的低位率、非延迟敏感的应用使因特网具有压倒性的成本优势。

未来的另一种可能性是因特网通过支持诸如交互语音和视频这类实时的高位率的延迟敏感的应用发展成宽带综合业务网络。为了支持这些应用,因特网将需要在三个方面予以改变。主干链路将必须升级,连接这些链路的网络交换机必须用具有非常大的吞吐率和低的延迟的交换机替换,并且采用MPLS协议。这些

改变目前正在进行之中。当发展到这一阶段的时候，网络设计人员就可能要用新版本的IP协议（IPv6）来替换现有的IPv4（互连网协议第4版）了，因为现有的IPv4不能保证实时应用需要的延迟、带宽和丢失限制方面的指标。

向支持因特网的高速率、低延迟链路的IPv6过渡的决定可能是被IPv6对于集成服务的潜在支持能力所驱使。然而在当前，即使采用了IPv6，也只是先解决IP地址短缺的紧迫问题，主要服务于将其流标记域的值置成0的传统应用，对多媒体业务特别是实时通信的支持，还有很长的路要走。

Everything Over IP在当前可见的是IP PHONE。从实际运行来看，IP PHONE只说明IP网可以进行话音通信；然而，要将现在主要在STM（同步传递方式）网的传统线路上传的所有话音通信全部移到IP网上来，并且具有同样的性能，达到同样的效果，不仅在技术方面是否容易实现，就是IP PHONE最吸引人的价格相对低廉的优势是否能得到保证都难以预料。首先，路由器需要支持资源预留，从而改变其无状态的性质；另外现在利用IPv6执行集成服务特别是实时通信的应用和操作系统还很少。

对于MPLS和IPv6方案的考虑指向建立在SONET/SDH技术和高带宽链路之上的因特网综合业务发展通路。

2.2 电信网络

电信网络是一个开放的网络，过去主要注重于语音业务和数据业务的发展，其网络发展也是以满足语音和数据业务需求为首要目标的。

迄今为止，电信部门建立、曾经运营和正在运营的网络除了传统的采用线路交换技术的电话网外，还有x.25、ISDN（集成业务数字网）、帧中继、SONET/SDH（同步光纤网/同步数字等级体系结构）、ATM（异步传输方式）和MPLS（多协议标记交换）。

在接入网络方面，当前一种在双绞线电缆上传输数据距离达数公里的称作非对称数字用户线（ADSL）的新技术逐步替代了ISDN。该技术以类似于ISDN的方式使用现有的电话用户线，可以在继续提供常规的模拟话音服务的同时，提供对因特网和其他网络的高速接入。具体的数据速率跟线路的长度有关，在传输距离是2.7~3.7km时下行速率为6~8Mbps，上行速率为1.5Mbps；在传输距离是4.5~5.5km时下行传输速率为1.5Mbps，上行速率为64kbps。

ATM曾被认为是实现宽带ISDN（B-ISDN）的关键技术，并将统一整个网络，取代包括TCP/IP在内的各

种协议。它的大部分交换和路由选择功能采用硬件实现，可以同时支持线路交换网络和基于IP的网络。ATM还曾被看好用以实现局域网。然而，有许多因素导致ATM目前处于不那么重要的地位。IP和它的一些配套协议（例如资源预留协议等）结合在一起，也可以提供集成服务所需要的技术，而且相比ATM而言复杂性低，可扩展性强。另外，使用很小的固定长度信元来减少时延抖动的需求随着传输速度的进一步提高也不复存在。在IP协议之上的话音和视频技术的发展使得在IP级就可以提供集成服务能力。

也许，与ATM角色减弱相对比，最重要的发展是多协议标记交换的广泛采纳。多协议标记交换的中心思想是在每个分组的前面加上一个标记，并且基于标记而不是目的地址做路由选择。使用这种技术，可以很快地完成路由选择，并且可以沿着通路预留需要的资源。

MPLS的实质是将路由器移到网络的边缘，将快速、简单的交换机置于网络主干，对一个连接请求实现一次路由选择，多次交换。其主要目的是将标记交换转发数据报的基本技术与网络路由选择有机地集成。

MPLS在基于IP的互联网上植入了一个面向连接的框架，因此为提供精细可靠的QoS保证打下了基础，它也支持流量工程和虚拟专用网络。

电信网络的发展趋势是在分组化的IP平台上提供丰富的、多样化业务。在三网融合的大趋势下，电视、监控、视讯等视频类业务的飞速发展是其基础网络面临的巨大挑战，大带宽和质量控制是应首先解决的问题。为了提高单用户的带宽能力，光纤到户（FTTH）将是未来接入网络建设的总体方向。单用户接入带宽的提升又导致核心网络所需带宽的激增。目前在中国，40G承载已成熟并在现网中大量部署，建设100G的大带宽承载网也不是很遥远的事情了。

现在，电信网正在向NGN（下一代网络）方向发展，IP化是其主要特点。NGN将以软交换为切入点，IP多媒体子系统（IMS）为核心框架，可灵活提供大规模视讯、话音、数据等多种通信业务。它将以分组交换为业务统一承载平台，传输层能够适应多种业务特别是数据业务和视频业务的特征及不断增长的带宽需求，还必须是一个可运营、维护和管理的通信网络。

软交换技术是近年发展起来的一种新的呼叫控制技术，它具有开放的体系结构、基于分组传输、能够

提供多种接入方式,可以提供多媒体业务。采用软交换技术实现电路交换向分组交换演进是电话网发展的一个重要技术举措。

NGN架构包括6个网络子系统,即IP多媒体子系统(IMS)、PSTN/ISDN(公用交换电话网/集成业务数字网)仿真子系统、基于RTSP(实时流协议)的流媒体子系统、其他多媒体子系统、网络附属子系统(NASS),以及资源和准入控制子系统(RACS)。其中,IP多媒体子系统(IMS)为NGN接入网和终端提供基于SIP(会话初始化协议)的业务,包括多媒体会话业务、集群信息订购等。

PSTN/ISDN仿真子系统是从与IP网络通过网关相连的传统终端的角度模拟PSTN/ISDN,它保证PSTN/ISDN业务的可用性和同一性,使得用户感觉不到他们并未与PSTN/ISDN直接相连。

网络附属子系统(NASS)提供IP地址分配(如利用动态主机配置协议DHCP)、IP层认证、基于用户框架文件的网络接入身份鉴别和授权、基于用户框架文件的接入网络配置、IP层位置管理等功能。

资源和准入控制子系统(RACS)提供准入控制和网关控制功能。准入控制即依据用户框架文件、运营者策略和资源可用性进行准入决定;网关控制包括网络地址和端口转换、DSCP(区分服务码点)标记等。

IMS系统采用SIP进行端到端的呼叫控制,这就为IMS同时支持固定和移动接入提供了技术基础,也使得两者的融合成为可能。

IMS是一种全新的多媒体业务形式,它能够满足现在的终端客户更新颖、更多样化的多媒体业务需求。目前,IMS被认为是NGN的核心技术,也是解决移动与固网融合,引入语音、数据、视频三重融合等差异化业务的重要方式。但是,目前全球IMS网络多数处于初级阶段,应用方式也还在探讨过程中。

2.3 有线电视网络

有线电视,起初叫做社区天线电视(Community Antenna Television, CATV),于20世纪40年代在那些不能无障碍地接收电视信号的地区采用,它在一个大的公用竿子的顶部放置一个天线,并且在本地共享信号。正像我们现在所知道的那样,使用同轴电缆,CATV把信号从一个主天线分发到一个大的区域。

CATV利用光缆在长距离上传送TV信号。跟同轴电缆相比,光缆的衰减要低得多,因此它们在变得需要使用一个放大器之前可以传送信号到较长的距离。在这种实现中,在光纤上的传输仍然是模拟的。信号在

多个不同的点馈入同轴电缆,在这些点上,光信号被转换成电信号。每条光传输线路的成本在几百个用户中分摊。而且现有的同轴电缆可以被再度使用。跟同轴电缆相比,这种混合光纤/同轴(HFC)线缆分布系统有更长的跨度和更好的信号质量。

为了增加TV通道的数目,CATV工业已经开始向数字传输技术迁移。在发送TV信号之前,CATV公司使用一个CODEC(编码解码器)把每个信号转换成表示视频帧的一个位流。使用被MPEG(移动图像专家组)标准化了的压缩算法,CODEC压缩该位流以减少它的速率。这种CATV网络依然是单向的。

CATV工业正在开发能够投递可以被用户控制的视频节目的双向网络。这样的—个网络的用户接口速率要比在电话网络中的接口速率大得多。增加的速率来自光纤到宅边加上本地同轴电缆网络,而不是双绞线回路。

通过使用频分多路复用,CATV网络还可以提供数据、电话和压缩视频电话业务。把这个CATV网络连接到电话和因特网,使得实施广域多媒体网络成为可能。在这样的—个网络上,信息在本地通过CATV网络传输,而在长距离上,则是通过电话公司的在SONET/SDH上的IP网络传输。CATV和电话网络的融合需要通过两个系统的合作来推动。

三种革新把CATV从一个电视节目分发系统转变成可以提供交互式集成业务的系统。第1种革新把CATV升级为一个双向通信系统。第2种革新引入链路层功能,可以提供用户对一条共享数据链路的访问。第3种革新是数据压缩机制,使得视频数据可以用相对低的速度传输。

CATV运行者可以提供三类业务:因特网访问,视频点播和电话。有了上述革新,CATV可以开始竞争因特网接入和本地电话业务。但由于上行通道需要安装Cable Modem,这就使得实施费用变得比较昂贵。Cable Modem的广泛采用还将需要技术的进步,使得它能够像电话线上的Modem那样易于安装。

2.4 无线网络

今天广泛使用的移动电话基于蜂窝和频率再利用的概念,其思想是利用无线信号衰减很迅速的事实,取有限的发射机功率,把城市划分成“单元”,在非邻接的单元中重用同一频率同时传输。起初的系统是模拟的。现代系统都是数字的。为了满足巨大的需求,工业界正在减少单元的尺寸,发明更有效的调制方案,同时政府也在把更多的频谱转交给无线通信。

移动电话是有线电话系统的一个延伸，其呼叫是电路交换的。移动电话的增长速度非常快。

不同于已经取得了可比于有线电话的渗透力的移动电话，目前无线LAN在市场上所占的比例还比较小。现在普遍使用的无线LAN的峰值速率还不高，仅有54Mbps。然而无线LAN（也称Wi-Fi: Wireless Fidelity）在未来可能随着越来越多的手机和笔记本电脑等移动设备随时随地访问因特网的需求而有较大的增长。

对随时随地使用话音、因特网和多媒体业务的需求，加上对对称移动性的渴望，预示着无线网络光辉的未来。无线话音业务已经有了巨大的增长，但是针对无线数据业务的当前产品和服务跟人们所期待的水平还相差甚远。这主要是由于它们的高成本和低性能。为解决性能和成本的问题，新的标准和系统正在涌现。这些系统在城市、乡村和边远地区的室内和户外为固定和移动用户支持大范围的话音、数据和多媒体业务。

在建立高性能的无线网络方面有许多技术挑战要面对。无线通道是一种困难的通信媒体。已经有了复杂的技术，可补偿无线通道的许多缺陷，但它们会产生显著的成本和复杂度问题。对频谱的使用必须非常地高效，主要是通过先进的链路层、接入和蜂窝系统设计来实现。支持漫游用户和端到端QoS保证的联网协议同样是一个挑战。移动终端有限的尺寸和电池的生命期引来了明显的复杂度限制，因此复杂度必须在整个网络中分布以补偿这一限制条件。

最后，无线通道不可预料特征需要在无线网络设计的所有层次上适配：链路层、网络层、传输层和应用层。这需要在这些层次之间的交互操作，这样又违反了传统的网络设计常规，即在OSI模型中每一层的设计都应该独立于其它层次。虽然该常规对于有线网络工作得很好，特别是在今天的网络向着高性能演变的时候；然而对于无线网络，如果不在系统设计的所有层次上以及在整体网络的集成和自适应设计方面有明显的技术突破，高性能是不可能取得的。

3 竞争的势态

我们可以肯定，没有一种单个的网络技术会成为无争议的赢者。技术上的理由是所有三种不同的技术（电话网络，因特网，CATV）正在会聚，以提供一组重叠业务。因此，在有限的程度上，每一种技术都能

够替代其它技术。

经济上的原因是在所有三种类型的网络中都已经有了大量的投资。这就意味着它们都将长时间地被采用。因此，未来的宽带综合业务数字网络将具有异构网络集合的特征，提供多种多样的服务。

在今后若干年内，我们可能会看到视频和数据业务的大量采用，例如，在混合光纤/同轴网络上的电影、视频点播、远程购物和因特网接入。这些网络将被电话公司跟CATV公司合作采用。一旦有了这样一个网络，到达大量用户的分布式视频节目的通信代价将会降低，能够提供人们愿意购买的视频业务或其它内容的公司将会得到增长的盈利。

使用快速链路和路由器以及能够更好地控制服务质量的新协议，因特网还会增长。这种增长将来自跟越来越多的LAN的互连和新的业务的引入，后者包括物联网和云计算。因特网协议正在演变，以支持资源预留和呼叫准许，最终可能结合进计价成分，以控制资源的预留。这样，因特网将继续提供尽力而为的服务，比如电子邮件、文件传送和WWW，最初因特网就是为这类业务设计的。这类应用的潜力是巨大的，这可以从在线B2B商务的快速发展中看出。因特网将不断地试图捕获包括电话业务在内的潜在的实时交通巨大市场。当高速SONET/SDH和MPLS在因特网主干上普遍采用的时候，因特网运载实时交通的能力将会增长。

最后，在对网络的移动和无线接入方面的需求将会有较大的增长。通过无线设备连接到基站或连接到无线LAN（Wi-Fi）的终端，例如今天的手机和笔记本电脑，将会普遍起来。

具有上述特征的融合网络的一种可能的结构是包括一个主干线路交换的SONET/SDH网络，链路速率达每秒数太比特。SONET/SDH网络既为IP业务提供交通，也为把视频节目运载到本地CATV头端的电路交换连接提供交通。后者在光纤同轴分布网络上分发节目，来自用户的控制报文在分组交换网络上提供。最后，无线终端连接到有线网络的基站。

面临的挑战是如何把这些网络互相连接起来，所采用的连接方式应该能够提供异构性，并且是可扩展的，还要能够提供为支持大量不同种类的信息服务所需要的质量范围。

综上所述，今天的通信业务由有线和无线电话、CATV和数据网络提供。这些网络使用不同的技术服务不同的市场。然而，技术的进步正在使这些区别逐步消失，并且这些网络在它们的功能方面正朝着融合的

方向发展, 以提供集成的业务。IP代表这些发展中的一种主要的技术集成。未来的综合业务网络将由一组异型网络构成, 其中包括:

(1) 电路交换的SONET/SDH网络, 它们运载电话和视频交通, 并且传送IP分组;

(2) 用于视频业务的光纤同轴电缆分布网络;

(3) 无线接入网络;

(4) 组织成网状的因特网, 提供最经济的尽力而为的分组传输业务, 并且用修改了的协议控制服务质量。

对于网络工程师的挑战是如何使这些异型网络互操作, 并且其操作方式是可扩展的, 安全的, 提供所需要的服务质量范围。

4 全局多媒体网络

在更广阔的视野上, 网络研究人员追求的长远目标是全局多媒体网络。术语“全局多媒体网络”容易给人一种单一网络的误解。实际上, 大多数研究人员都认为, 全局网络将是由一组可以互操作的网络构成的一个集合体, 支持结合数据、音频、图形、视频、图像和动画的多媒体应用。该网络将提供成本有效的高性能的服务, 包括娱乐质量的视频。它是规模可伸展的, 也是灵活的, 并且支持未来的应用增长。

首先全局网络将是异构的, 会有多个成分网络, 包括公用电话网, 因特网, 当前CATV分发系统的扩展, 卫星网络, 分组无线网络和局域网。这些网络各自地或集合地采用分立的传输技术, 包括光纤, 同轴电缆, 微波, 无线电和红外无线媒体。将会有多种多样的网络终端, 执行用于显示、回放和处理的广泛的不同的功能, 从电池供电的手机、无线个人数字助理和PC, 直到装备多处理器的巨型机。

用户希望通过网络基础设施无缝地运行应用程序。通信的有关各方(除用户外, 也包括服务提供者, 内容提供者和设备厂商)都要求有一个灵活的动态的网络, 规模可伸展, 可演变, 满足他们多种多样的需求, 并可以支持新的事先未能预见到的应用, 同时又不会在这种基础设施中引起混乱或新的显著投资。

基于上述考虑, 全局多媒体网络需要具有如下五个属性:

(1) 异构性, 指处理大量种类的传输、终端技术和应用的能力;

(2) 服务质量, 指在网络和终端设备内部预留资源以保证满足某种感觉的或客观的性能测量要求的能力;

(3) 移动性, 指提供对网络的移动接入点的能力;

(4) 可扩展性, 指在网络建立后可以为增加大量新的应用和用户提供服务的能力。这里有两方面的含义。第一, 网络允许用户和应用数目的增加。第二, 网络能够包容未来新的技术和应用;

(5) 安全可靠, 包括保证用户通信不被截取、它们的位置不被跟踪, 并且保证网络服务高度可用性的能力。

所有上述目标都必须在一个统一的体系结构中提供。该体系结构可能通过适当的抽象和模块化来管理固有的复杂性。因此, 不同的基础技术可以独立地演变, 新的技术可以被采纳。这就意味着在服务建立的时候, 在应用和网络之间可以协定使用高度可配置类属资源(例如可靠的带宽, 分辨率和延迟)。所有这些都要求在系统的各个成分之间有一套精致的交互, 要求有一个仔细策划的体系结构, 以一种有帮助的方式结构化这些交互。现在有的研究人员在尝试把自组织设备引入网络。在这种机制中, 设备可以发出表明自己的存在和自己的特征信号, 也可以发现其它的可达设备。例如, 网上的一台打印机开启之后, 可以通告自己的可用性, 连网的计算机然后就可以选择适当的驱动程序来使用它。

在技术层面上, 建立全局网络需要使用三组技术: 网络连接, 信号处理和应用。为了提供前述5种属性, 这些技术必须包含在按照统一的体系结构规范组织的网络成分中。

网络连接技术关心在服务提供者和用户之间保证质量的端到端传输。网络连接技术必须能够跨越异种链路技术和各自独立的子网传输多种多样的多媒体数据类型, 而同时又支持用户的移动性和保护用户的隐私。网络连接技术包括传输、复用、交换和路由、通信协议和网络管理(也包括计帐和安全一类的管理)。

信号处理涉及编码、压缩、存储、视频回放和图像信号。信号处理技术包括用于编码、加密和错误纠正的算法, 并且要把这些算法实现在硬件或软件中。算法必须很好地匹配网络传输能力和应用的多媒体需求。

应用技术用以决定和开发类属应用, 方便用户

应用的研制。类属应用的一个例子是文件传送协议（FTP）。大部分未来应用将结合多媒体（数据，图形，音频，视频和动画），就像CD-ROM和WWW的成功所显示出来的那样。HTML和相关的浏览器的发展则是已经普及了Web页面使用的另一个类属应用的例子。

第三个例子是由MBone提供的。作为一个组播试验网络，MBone是一个IP应用，在一个用户（讲话人）和一组其他用户之间建立连接，新的用户可以加入或离开。实现MBone的一个本征途径是在讲话人和每个用户之间各建一条分立的连接。MBone不是采用这种本征的方法，而是建立一个以讲话人为根的用户分布树。新的用户附接到最近的已连接的用户，该用户把讲话人分组的一个拷贝转发给新的用户。现在拷贝功能分布在许多用户上，对于可以连接的用户数目没有限制。

MBone有许多有趣的特征。第一，该方法是规模可扩展的。第二，其思想可以扩展到其它功能。例如，从一个特定的Web场点经常访问的信息可以存储在中间节点，这样可以减少在源Web场点的负担。第三，MBone服务可以渐增地采用，仅从那些实施了相关的分布树和路由协议的路由器处提供。

在历史上，信号处理、网络连接和应用学科的演变很少具有交互性。然而，现在研究人员普遍认为，为了成功地应对全局多媒体网络的挑战，他们必须跨越这三个学科协同工作，并把精力集中到最后的设计目标上。这种对跨越研究学科的需要将可能把研究人员组织在体系结构、QoS、移动性、异构性、可扩展性和安全性等6个分支领域中工作，共同朝着比较远大的但又不是不可及的全局多媒体网络的目标尝试变革和创新。

参 考 文 献

- [1] 赵慧玲. NGN和软交换 [EB/OL]. 2012, http://www.edu.cn/20050617/3141121_1.shtml.
- [2] 李洋. 网络协议本质论 [J]. 电子工业出版社, 2011.
- [3] Tanenbaum A S, Wetherall D J. Computer networks [M]. Fifth Edition: Pearson Education Inc., 2011.
- [4] Stallings W. Data and computer communications [M]. Ninth Edition: Pearson Education, Inc., 2011.
- [5] Walrand J, Varaiya P. High-performance communications networks [M]. Second Edition: Morgan Kaufmann Publishers, 2000.