

应用IP Multicasting 技术构建

基于视频服务的网络教学环境

解放军军医进修学院教育技术中心 谭珂、郭光友

摘要：利用计算机通信技术和多媒体技术进行的网络教学作为正规教育的一种重要补充，越来越受到人们的重视。因此，构建基于视频服务的网络教学环境已经成为教育技术现代化的重要内容。视音频结合的信息流是最佳的教学信息传播的媒体，是网络教学的最佳模式。本文主要结合我院建立网络教学环境的实际情况，阐述如何利用IP Multicasting（基于IP的多点传送或称为多播）技术构建基于视频服务的网络环境。重点介绍其技术原理、如何实现数据转换、网关和路由器的实时监控、视频服务器的构建、网络结构与应用等内容。通过应用IP Multicasting技术构建的基于视频服务的网络教学环境，能有机的把视频广播和点播结合在一起，充分满足了现代网络教学的需要。我们有理由相信随着IP Multicasting技术的发展和成熟，必将促进我国网络教育和远程教育水平的提高。

关键词：IP Multicasting、网络教学、数据传输

当今世界已进入信息社会，信息社会的一大特点就是：人们对知识的需求更迫切、更持久，终身教育已成为一种趋势，无论个人还是集体都已把培训和再培训视为一种竞争的需要。而利用计算机通信技术和多媒体技术进行的网络教学正是用来满足人们这种需要的，它作为正规教育的一种重要补充，越来越受到人们的重视。因此，构建基于视频服务的网络教学环境已经成为教育技术现代化的重要内容，它将对培养和造就新世纪的高素质人才发挥巨大的作用。

1. 基于视频服务的网络教学的特点和几种技术模式

网络教学中是以学生为主体，所有教学活动均是以学生为中心展开的，并且在整个学习过程中，是以学生的个别学习为主，通过充分调动其主观能动性而达到学习的目的。网络教学的主要功能是远距离教学和资源的获取，因而从教学信息资源到信息的接受者——学生之间的媒体传输是实现教学过程的重要环节。教学信息包括文字、图像、图形、音频、视频等多种媒体信息，由于人获取的信息中有70%以上是通过眼睛的观看获得的，而视音频结合的信息流是最佳的教学信息传播的媒体，再通过让学生进行实时的交互操作，可以获得非常好的学习效果，是网络教学的最佳模式。现代网络技术的迅猛发展，已经为实现多媒体传输尤其是视频传输奠定了坚实的技术基础，使构建宽带多媒体网络教学环境成为可能。

以视音频为主的多媒体信息有两个特点，一是数据量大，尤其是视频信息，耗费了绝大多数的带宽，二是实时性强。这就对网络带宽和数据流量的控制提出了较高的要求，基于视频服务的网络解决方案就成为构建网络教学环境的核心问题。众所周知，未经压缩的视频信息的数据量是非常大的，例如以每秒25帧速率播放，640×480×24 bit的视频流数据量达185M bit/S，对任何网络来讲都是不切实际的，所以在传输前必须经过压缩，视频压缩的方法有很多种，如：MPEG-1、MPEG-2、离散余弦变换、小波压缩等等，其中MPEG-1的压缩方法压缩比较高，技术手段成熟，图像效果也能满足需要，利用此方法压缩后数据量在1.2M——1.5Mbit/S之间。

视频服务的功能主要有两个，一个是视频广播（Video Broadcast），一个是视频点播（Video On Demand，简称VOD）。实现这些功能的网络技术主要有以下几种：

1. 全ATM方式。采用大型ATM交换机，通过光纤连接到25Mb/s的桌面ATM交换机，利用PC接收信号。该方式就是费用昂贵，一般用户承受不起；
2. Cable Modem方式。利用光纤同轴混合网和Cable Modem提供能够传输视频数据流的特点，采用Cable接入技术和双向传输技术为学生提供视频服务，但是其数据流量的控制还不是非常稳定；
3. ATM骨干网加非对称用户数字环路（ADSL）方式。利用了ATM骨干网组成共享式资源子网，采用电话的ADSL Modem技术接收信号，但是ADSL的线路承载能力有限；
4. 交换式快速以太网结合IP Multicasting（基于IP的多点传送或称为多播）技术的方式。利用了以太网的交换

功能，进行IP分配、流量控制、路由选择，控制视频流分别流向各自的通道。这种方法成本较低，尤其是对已建立了以太网的用户非常方便，只需进行技术升级即可，并且能较好的满足100用户规模应用的需要。

这四种方式可以依据自己的实际情况作出选择，由于我院已经建成了一个交换式快速以太网络，在此基础上采用第四种方式可以快捷的构建起基于视频服务的网络教学环境。以下我们将对IP Multicasting技术实现视频服务的原理和功能进行探讨。

1. IP Multicasting技术的系统原理和技术实现

IP Multicasting 技术是为局域网提供视音频服务的一种技术，它还可以用于多种网络服务，包括网络时间协议（Network Time Protocol）、路由器的搜寻（Router Discovery）等。它的最大优点是能从网上实时发送一点对多点的训练或教学的视频信息，比如说它可为那些在地理位置上分布得很分散的用户，同时提供视频服务，如视频广播或者是视频点播，就像在家里收看电视一样，这样将为网络教学带来更多灵活性和节约大量的教学费用。

1、传统的Unicasting（单点传输）与Multicasting（多点传输）的区别

大量的信息包采用传统的Unicasting方式进行传送时，信息包拥有一个指向单个接收者的IP地址；采用广播方式时，信息包拥有一个针对所有专用子网主机的IP地址（其地址必须与在网络上的主机的数据包相关联）。采用Multicasting方式的数据报（自带寻址信息，从数据源传输至目标点的数据包）的传送也类似于广播的模式。

Multicasting包和 Unicasting 包之间的主要差别在于：Multicasting包通过其目标地址查阅一群主机时，其性能优于查阅单独的主机或网络，这样应用Multicasting技术对大量主机进行信息的发送时，其效率是非常高的。在 IP地址中，Multicasting组地址被认为是“D类”地址，而且其IP地址的范围是从224.0.0.0到239.255.255.255的。这样就较好的保证了网络视频传输的实时性，尤其是用户越多时，这种优点越突出，其传输的实时性大大优于传统的Unicasting。而且已经成为 IP协议核心部分的Multicasting技术，几乎可以自由的服务于任何一种操作系统，并且不必重新构建网络，这样可以使你的网络教学环境平稳升级。

2、如何解决Multicasting数据包的传输问题

如果系统想把视频数据发送给一群学生用的客户机，实际上它只需把数据包发送到与那些相关联的D类地址就可以了，接着，具有这些地址的客户机将先提取出数据包，然后处理数据内容，与此同时，其他客户机就会忽略这些数据包，这样在他们的端口上，就不会产生由于这些数据包而影响其他数据通信的情况（如数据冲突），这样在较大程度上减少了系统中的数据传输的碰撞，从而提高了网络性能。

在MAC层（媒体存取控制层），如果客户机希望接收那些发送到特殊的 Multicasting地址的信息，就可以指示本地IP栈和网络适配器开始监控为其所预设的通信。在这些处理过程中，起关键作用就是IP栈，所以必须知道其 MAC层的IP地址。在这个传输的过程中有这样两个问题尚待解决：一是处理IP信息包并依据本地系统的第二层拓扑地址和帧服务进行发送；二是网络适配器将只处理MAC层的数据帧（这些帧包含任意一个本系统的硬件地址或网络广播地址）。然而在IP Multicasting中，由于数据报不是采用Unicasting方式的，并且MAC层的数据帧也不会拥有这种地址，所以这两个问题都是不宜解决，然而如何处理呢？可以这样考虑：因为Multicasting 数据报在一共享网络中是为多种驱动程序设计的，网络的第二层帧结构就需要一个有不确定的地址来允许驱动程序阅读他们，一些网络拓扑结构在 MAC层就提供了独特的Multicasting地址，这些地址能够被映射为D类IP地址。但是，D类IP地址使用的是26位地址，而以太网仅仅为Multicasting提供了23位地址，这时，为了把IP Multicasting地址映射为以太网的MAC地址，就需对IP Multicasting地址的最后23位进行一些必要的数据转换。这样，这些数据帧就拥有D类IP地址了（当然，这些地址是映射的）。但是这种方法将会产生一些地址重叠，那么就可以让IP软件在目标系统上执行一些额外的过滤程序，丢弃任何不需要的D类地址的 IP 包，以解决地址重叠问题。尽管这样使在以太网上应用IP Multicasting技术产生了一些复杂性，但是其他的拓扑方式甚至会产生更多的重叠和需要更巨大的过滤过程。

3、实现网关和路由器对Multicasting通信的监控

在网络中进行视频传输时，为了那些针对下行设备驱动的Multicasting包，交换机或路由器必须对局域网进行实时监控，它们将把任何匹配的数据帧传送到远程设备驱动上去。为了这项工作，终端系统将提

供其监控的那些群组的网关设备驱动，这样，网关就会知道它需要监视的是哪一个Multicasting地址。这个功能可以通过IGMP的2.0版本来实现，该版本提供了发布“接入”和“离开”信息的方法。无论何时，当一个终端系统试图开始监视和接收特殊的Multicasting通信时，它将发布一个基于IGMP的接入信息，上行的设备驱动将看见该信息。同样，当系统想停止接收为专用的Multicasting组地址而进行的通信时，它会发布一条离开的信息，而且网关将停止传送数据通信。这种方式对想要结束视频流服务的拨号式链接来说是非常重要的。比如说，系统需要视频服务时，就会发送一个“接入”信息，网关根据该信息把Multicasting的视频流发送给这个终端系统，而当终端系统想结束服务时，其就会发送一个“离开”信息，网关接收到该信息后，就会停止数据传送。另外，Multicasting的路由器将定期向已激活的群组成员（如一系列客户机）发布测试信号，如果客户机没有对发出的查询和测试进行回应，Multicasting的网关和路由器将会假设在这些特定的网络上会需要这些Multicasting的通信，从而为其预留一定的带宽，以保证必要时立即起用这些带宽进行通讯，这样有了预留带宽就保证了视频数据传输的实时性。

4、视频服务器的构建

视频服务器在网络教学环境中占有很重要的位置，它决定了系统的服务能力，在基于视频服务时，它必须完成响应客户机需求、权限控制、视频资源管理、数据查询、带宽分配、费用统计等功能，其模块结构如下图所示：

权限控制模块用于对网络用户的权限控制和分配，比如可以授权教师机根据教学需求修改信息资源的内容和结构；数据查询模块负责响应客户机的请求，查询视频数据库中的信息，并把它发送给IP Multicasting网关；资源管理模块用来分配系统资源，如定义广播节目和点播节目、IP地址分配、流量分配等；计费模块负责统计应用时间和费用；IP Multicasting网关解析客户机的IP地址，并把视频信息流通过网络接口发送出去。由于视频数据容量大，其视频数据库通常存放于提供扩展冗余和热插拔的硬盘阵列中，一般可采用Raid 5技术标准，其性价比较高。

网络结构与应用

应用IP Multicasting技术可以方便地对原有的以太网进行平稳的技术升级，可以在交换式快速以太网的基础上配置视频服务器，作为视频资源管理和视频广播、点播的工作服务器，并采用支持IP Multicasting技术的交换机或路由器，其网络拓扑结构如下图所示：

各子网中包含了各学生机的用户，把视频点播和广播的服务器分开，是为了保证在用户使用频繁时分流负载，保障系统运行稳定。在视频广播服务器一端，我们添加了视频实时采集系统，它主要用来在某些情况下要求视频实况进行现场直播，就象大家在电视上收看现场直播的节目一样，通过实时采集、压缩视频数据，再利用IP Multicasting技术进行网上现场直播可以收到实时性强、同步教学的效果。

例如，我院作为一所大型综合性医院，经常有国内外医学专家到我院进行现场教学和学术交流，其中非常重要的一项就是现场高难度手术、血管造影、内窥镜、B超等操作示教，如能现场亲眼目睹学习专家的操作演示，对于任何一位学生来说都是一个千载难逢的机会，但由于手术室狭窄，手术人员较多，手术洁净度控制严格，不可能给太多的人提供现场观摩的机会，而如何解决呢？可以通过前端摄像机拍摄视频同时麦克风采集音频，采用MPEG实时采集压缩卡，把前端获取的手术、医学影像信息进行MPEG 编码压缩，以IP Multicasting方式在网上进行现场直播，实现实时观摩和教学，甚至可以通过网络进行交互提问，师生共同探讨学习中的难点，这样不仅打破了网上观看同一教学实况的观众数目的限制，而且通过师生之间的实时信息互动，大大提高的教学的效果。

应用IP Multicasting技术构建的基于视频服务的网络教学环境，有机的把视频广播和点播结合在一起，有效的利用了网络的带宽，充分满足了现代网络教学的需要，实现了同步集体教学和非同步的个别化教学相结合，我们有理由相信随着IP Multicasting技术的发展和成熟，必将促进我国网络教育和远程教育水平的提高。

作者简介：

谭珂：男，生于1973年12月，1996年毕业于国防科技大学信息工程专业，获工学学士学位。1996年至今在解放军总医院军医进修学院教育技术中心任助理工程师，主要研究方向：基于宽带网络的远程教学、多媒体技术和虚拟现实技术。获军队科技进步二等奖一项，全军电教教材评比一等奖一项，全国优秀教学软件大奖赛优秀奖一项，在国家核心期刊发表论文五篇。