维普资讯 http://www.cqvip.com

应用层的多播协议

吴映波　符云清
(重庆大学计算机学院　重庆400044)

摘　要　传统的多播(multicasting)服务被实现在TCP/IP协议的网络层,但由于网络层的多播服务实现需要扩展网络层的路由与数据包收发协议,这在大多数的实际网络环境里并不是一件容易的事情。从最近几年来,研究人员开始重新审视多播服务的实现宿主层,并提出将多播服务实现在TCP/IP协议的应用层。应用层的多播在提供与网络层的多播的相近质量的服务情况下,具有更好的应用灵活性。本文介绍了应用层多播的定义和方法,及现阶段国内外已提出的应用层多播协议,并简要地讨论了应用层多播协议的性能评价问题。

关键词　应用层多播,网络层多播,TCP/IP

Application Layer Multicast

WU Ying-Bo　FU Yun-Qing
(Computer College of Chongqing University, Chongqing 400044)

Abstract　Traditional multicasting is implemented in the network layer of TCP/IP suites, but it's not a available thing because it need extend the forwarding algorithm of data packet in the network layer protocol. Recent years, researchers revisited the issue whether the network layer is the best suitable hosting layer for multicast functionality, and proposed application layer as the alternate hosting layer of multcast. Application layer multicast can reach the approximate efficiency of data transforming compared with the network layer multicast, furthermore it has better scalability. The article introduces the definition and means of application layer multicast, also presents the current proposed application layer protocols, and discuses the issues of the evaluation of functionality

Keywords　Application layer multicast, Network layer multicast, TCP/IP

1　引言

多播(Multicasting)又称组播,是指从发送方将同一个数据包一次传输给n(n>=1)个接收者集合的通信方式。目前在IP网上的多播协议可分为基于网络层(IP层)的多播和基于应用层的多播。基于网络层的多播协议的多播功能实现是在传统的IP层添加必要的多播机制,如扩展网络层中主机的现有分组收发功能,支持收发多目标分组;扩展网络层中路由器的现有分组转发功能,添加群组通信路由算法,支持多目标分组的转发。基于网络层的多播需要增加路由器的处理负载和网络层协议设计的复杂性,并且目前并不是所有的ISP服务商的路由器都支持多播功能。对于多播传输的服务质量(QoS)问题,虽然目前已有一些多播可靠性传输协议(如SRM和RMTP)和拥塞控制协议(如MTCP和PGMCC),但是在广域网如Internet的环境中多播传输的服务质量仍然不能得到较好的保证。因此最近几年来,多播的研究开始重新评估网络层是否是最佳的多播功能的实现层,并且提出了基于应用层来实现多播的思想。

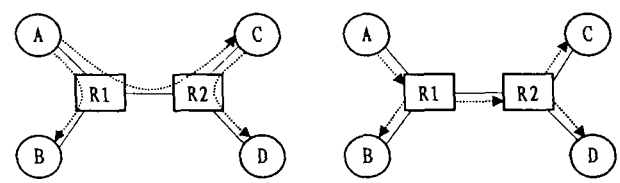
2　应用层多播的定义

应用层多播(Application Layer Multicasting)是指多播功能是实现在终端主机的应用层而不是网络层路由器上。这主要体现在以下两个方面:

(1)对同一个数据包向多个接收者的发送是由应用层根据某种应用层的多播路由协议,利用网络的UDP或TCP协议提供的单播服务分别单播给多个接收者。

(2)在应用层实现多播组的创建、组成员的加入和退出及安全认证等所有关于多播组的管理与维护功能。

这虽然是将网络层协议的复杂性和处理负载转移到了应用层,并且不可避免地造成数据包的传输效率要低于基于网络层的多播。但是这一思想具有更好的伸缩性和对下层网络服务的无关性,它能够在任何仅支持IP数据包的转发的网络上实现各种不同服务质量,如可靠/不可靠和实时/非实时的多播传输,而不需要扩展任何现有底层网络的通信协议。同时这也更加符合Clark等提出的ALF(Application Layer Framing,应用层组帧)的现代网络通信协议设计原则[3]。图1显示了这两种多播实现从发送节点A到其它各个主机的数据包多播传输特点。



(a)应用层多播　　(b)网络层多播

图1　(注:圆型代表主机,方形代表路由器)

3　应用层多播的策略

为了提高多播数据包的高效率的传输以及多播组成员的管理,应用层多播协议都是将参与多播的成员基于某种逻辑的拓扑图来组织进行数据的多播传输,而基于某种连通性更强的逻辑拓扑图来进行多播组的管理与维护。用来进行多播数据传输的拓扑图称为数据逻辑拓扑图,而将用于多播组的管理与维护的拓扑图称作控制逻辑拓扑图。为识别控制多播组成员的动态改变,在每个多播成员上要维持一张多播组成员信息表,多播成员之间要相互交换状态信息来创建和更新多播组成员信息表,因此要求控制逻辑拓扑图比数据逻辑拓

维普资讯 http://www.cqvip.com

扑图具有更高的连通性，数据逻辑拓扑图的边集是控制逻辑拓扑图边集的一个子集。并且通常前者是一个树型的拓扑结构，后者是一个网型的拓扑结构。

由于应用层多播不像网络层多播实现数据包的复制在网络层路由器上，而是在应用层上，因此不可避免地在同一条数据逻辑链路上形成多个同样的数据包的传输而造成较大的传输负载，另外多播数据包转发在应用层也会形成比网络层多播更高的传输延迟。因此应用层多播的关键是如何构建和维护一个高效的应用层的数据传输逻辑拓扑结构。在多播的过程中，网络服务状态的变化如带宽、延迟抖动，多播组成员状态的改变如成员的正常或异常退出、新成员的加入，应用层多播应自适应地对多播数据的传输拓扑逻辑和路由做出相应的改变以保证多播传输的正常和更高效性。总的说来，应用层的多播协议要求具有以下特点：

·自组织性　多播所基于的逻辑拓扑结构的构建应该是分布式的自组织方式。参与多播的成员可能分布在极广的地理位置范围内，地理位置相近（如处于同一个局域网中）的成员应能先自组织成一个逻辑子拓扑结构来联入整个多播逻辑拓扑中。

·自适应性　多播所基于的数据逻辑拓扑在构建后要能自适应地根据网络服务状态和多播组成员变化做出改变和优化，以便可选择更佳的多播传输路径。

·高效性　一般地，多播构建的数据传输逻辑拓扑结构必须尽量使得在同一条逻辑传输路径上的冗余数据传输（同一个数据包的多份传输）最低。但针对不同的应用要求，多播的高效性也具有不同的侧重含义。如对于视频会议的应用，多播的有效性是指传输的实时性，而对于白板之类的应用既要求实时性也要求传输的可靠性。

4　应用层多播协议

根据构建应用层多播的数据传输逻辑拓扑和控制逻辑拓扑的先后顺序，我们可以将目前的应用层多播协议划分为网优先（mesh-first）多播、树优先（tree-first）多播和隐含多播三类[2]。

网优先多播协议中，多播组成员首先分布式地自组织形成一个网型的控制拓扑，在某一对多播组成员之间可能存在多条的连接路径。基于这个网型的拓扑，每一个多播组成员根据某种路由协议分布式地计算出自己到每一个其它多播组成员的数据传输路径。然后可借助许多网络层多播协议如DVMRP使用的转发逆向路径（Reverse Path Forwarding）算法可构造出基于任一多播组成员为树根的树型多播传输拓扑。Narada[1]就是属于这类的一种应用层多播协议，也是最早提出的应用层多播协议之一。

相反地在树优先多播协议中，首先构建的是一个所有多播组成员共享的树型多播数据传输拓扑。接着，每个多播组成员寻找发现那些树型拓扑中与其不相邻的多播组成员，并分别建立连接路径到这些成员，这样在树型拓扑基础上再加入这些新添的连接路径构成网型的控制拓扑。目前的Yoid[4]和HMTP[5]都是属于这类的应用层的多播协议。

隐含多播协议里，控制拓扑是由协议使用一定的算法将多播组成员事先组织成某种逻辑结构。基于这个逻辑结构，分别按照某种数据的转发算法来定义形成协议的控制拓扑与数据传输拓扑。这样控制拓扑和数据传输拓扑都是在协议事先基于的逻辑结构中被定义，而不需要像前面提到的两类多播协议一样来基于其中之一构建形成另一者。并且协议只需维护多播组成员事先组织成的逻辑结构，不需要去直接维护协议的控制拓扑与数据传输拓扑。这类应用层多播协议由于不需要在多播组成员之间进行频繁的状态信息的通信交互，从而避免了除数据传输之外的成员状态信息通信的传输负载，因此特别适合于大规模的多播组的多播通信。目前这类应用层多播协议很多，如NICE[6]、CAN-Multicast[7]、Scribe[8]和Bayeux[9]协议等。

5　应用层多播协议的性能评价

不同的应用层多播协议适应于不同的具体应用环境，因此需根据具体的应用环境来对应用层的多播协议设定性能的评价指标。一般说来我们可以从协议的数据传输拓扑性能和控制拓扑性能两个方面来评价。

对协议的数据传输拓扑性能可以根据以下两个指标来评价：

·传输载荷强度（stress）　其定义为从源节点到多播组其它节点，同一数据包在数据传输拓扑上的每条连接路径上的重复发送份数。对整个数据传输拓扑的连接路径可以计算它的平均传输载荷强度来衡量它的传输负载指标。该指标可以比较粗略地衡量协议的数据传输效率。

·伸展度（stretch）　其定义为从数据包源节点到多播组其它某一节点的经过的路径长度除以直接通过单播服务所需经过的路径长度的比值。该比值通常可以简单用来评价协议的传输延时性。

对控制拓扑性能的评价主要是评价多播组成员之间状态信息传输的载荷。在一个具有较多的多播成员参与的多播组里，用来进行多播组控制与管理的状态信息传输是一个很高的带宽消耗。特别是在多播组的规模较大且分布较广时，这种传输负载的高低直接影响到协议对多播组规模大小是否具有可伸缩性，这是评价一个应用层的多播协议是否适合于大规模的多播服务的一个重要指标。

结论　应用层的多播研究目标是构建高效的应用层的数据传输拓扑和用来维护这种拓扑的控制拓扑以解决多播组的动态变化，目前的应用层多播研究也主要是研究构建这两种拓扑的算法和基于它们的数据传输与组管理机制。应用层多播作为一种在应用层实现数据多播服务的传输方式，相对于网络层多播具有更好的应用灵活性和可伸缩性。虽然在传输性能上要低于网络层的多播，但由于其不需要对现有网络层协议的单播数据传输服务进行扩展，而只需凭借现有的网络提供的单播服务在应用层实现多播功能，因此应用层的多播在应用实现中具有更强的现实意义。

参考文献

1　Chu Yang-hua, Rao S G, et al. A Case for End System Multicast. In ACM SIGMETRICS, 2000. 1～20

2　Banerjee S, Bhattacharjee B. A Comparative Study of Application Layer Multicast Protocol. Unpublished, 2002

3　Clark D D, Tennenhouse D L. Architecture Considerations for a New Generation of the Protocol. ACM, 1990

4　Francis P. Yoid: Extending the Multicast Internet Architecture, 1999. White paper http://www.aciri.org/yoid/.

5　Zhang B, Jamin S, Zhang L. Host multicast: A Framework for delivering mulitcast to end users. In: Proc. of IEEE infocom, June 2002

6　Banerjee S, Bhattacharjee B, Kommareddy C. Scalable application layer multicast. In: Proc. of ACM Sigcomm, Aug. 2002

7　Ratnasamy S, Handley M, Karp R, Shenker. A scalable content-addressable network. In: Proc. of ACM Sigcomm, Aug. 2002

8　Castro M, Druschel P, et al. Scalable application layer multicast. In: Proc. of ACM Sigcomm, Aug. 2002

9　Zhang S Q, Zhao B Y, Joseph A D, et al. An architecture for scalable and fault-tolerant wide area data dissemination. In: Eleventh Intl. Workshop on Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video (NOSSDAY 2001), 2001