

IPv6 及其前景展望

IPv6 and the Prospect of It's Future

刘晓兰 高胜法 颜菲菲 (济南 山东大学计算机科学与技术学院 250061)

摘要: IPv6 作为下一代网络协议,在地址空间、服务质量、安全性和移动性等方面具有明显的优势。目前,尽管 IPv6 的实现有种种的困难,但 IPv4 向 IPv6 过渡,并最终全面实现 IPv6 将是不变的趋势。本文介绍了 IPv6 的特点、IPv6 对 QoS 的支持以及 IPv4 向 IPv6 过渡的技术,并对其发展现状和发展前景作了展望。

关键词: IPv6 QoS 业务类型 流标号 双协议栈 隧道

1 引言

作为 Internet 中网络层的数据传输协议,IP 成功地包容了下层的各种通信技术,从而得到了广泛的应用。但是随着 Internet 的发展和网络规模的扩大,特别是多媒体应用领域的拓展和网上通信的日益增多,IP 的当前版本 IPv4 逐渐不能满足应用的需求,其局限性主要表现在这几个方面:地址空间不足,安全性保证不够,无法更好地支持移动通信,特别是对于一些需要高速、实时传输的如视频点播、网络 TV、视频会议等多媒体应用无法提供可靠和高质量的服务质量保证。正是由于 IPv4 的上述不足促使人们寻求一种新的解决办法:IPv6 应用而生。

IPv6 最早出现在 1992 年初,经过多次修改完善,在 1998 年 IETF 完成了新的 IPv6 规范,即 RFC2460。目前,IPv6 的主要协议都已经成熟并形成了 RFC 文本,包括 IPv6 基本协议、邻居发现协议、互联网控制信息协议、OSPFv3、RIPng 等等。与 IPv4 相比,IPv6 具有以下主要优势:

采用 128 位地址长度,几乎可以不受限制地提供 IP 地址,从而确保了端到端连接的可靠性,同时在设计上改进了选路结构,采用简化的报头定长结构和更合理的分段方法,使路由器加快数据包处理速度,提高了转发效率,从而提高网络的整体吞吐量。

2 IPv6 对 QoS 的支持

2.1 QoS 的有关概念

服务质量(QoS)是指网络在多种技术(如帧中继、异步传输模式(ATM)等)之上给指定的网络通信提供更好的服务能力。为研究 IP 网络如何实现 QoS,Internet 工程任务组(IETF)专门成立了综合业务(IS)工作组和差分业务(DS)工作组,研究 IP 网络的 QoS 问题。这两个工作组分别提出了各自基于 IP 网络的 QoS 服务协议模型 IS 模型和 DS 模型,并制定了相关的标准和协议草案。QoS 的主要目标是提

供优先权,包括带宽分配,抖动和延迟控制(部分实时和交互式通信所要求),以及改进的丢弃特性等。

2.2 流的概念

流是从一个特定的源到一个特定的(单播或单播)的目的地的包的序列,对于这个序列源要求中间路由器有特殊的处理。这种特定处理的属性可以通过一个相应的控制协议(如 RSVP)或流的包自身的信息(如位于 IP 头部或 Hop-by-Hop 头部的信息)与路由器相互通信。从源端主机的角度来看,流是某个应用程序产生的一系列分组,它们对传输服务质量具有相同的要求;而从路由器的角度来看,流是一系列分组,它们具有一些共同的属性,需要在路由器上做相同的处理。从一个发送者到一个接收者可能有多个活动的流,属于同一个流的所有的包必须以相同的 IP 源地址、IP 目的地址和非零的流标号发送。IP 协议中的流以源 IP 地址和一个非零的标识符(流标号)唯一的确定。并非所有的分组都属于流,不属于流的分组携带一个全零的流标号。

2.3 IPv6 对 QoS 的支持

当网络过载或拥塞时,QoS 能确保重要业务量不受延迟或丢弃,同时保证网络的高效运行。在 IPv6 分组的头部中定义了两个重要参数:业务类别字段和流标号字段,标识那些需要保证 QoS 而可能需要路由器进行特殊处理的多媒体数据分组(如语音和视频数据分组),以确保带宽、时延和相位抖动等条件能得到满足。

2.3.1 Traffic Class(业务类别)

“业务类别”字段的设计是为了源端机器能够为不同的分组指定不同的优先级别,路由器根据 IP 包的优先级别来分别对那些需要特殊 QoS 业务的数据进行不同的处理。

在 IPv6 的包头中,业务优先级别用 8 位表示,它将数据分组分成 16 个等级,并按照是否进行拥塞控制分成两类(每类 8 个优先级别)。第一类为受拥塞控制影响的流量(优先权值为 0-7),应用于网络发生拥塞时通过减少数据分组的发

送速度,来实现拥塞控制的数据分组。使用该类优先级的发送设备必须能提供拥塞控制机制(如一个文件服务器),而且分组到达目的地时允许延时有少量变化,甚至允许分组按不同的顺序到达。第二类为恒速、恒延迟或速率和延迟相对稳定的实时通信量(优先权为 8-15),应用于一些实时性很强的业务(如语音和视频业务),它在网络拥塞时要求平滑的数据率和传输延时,不作任何减少流量的控制,不需要重传丢失的分组。

2.3.2 Flow Label(流标号)

Flow Label 字段是 IPv6 的新增字段,用于定义任意一个传输的数据流,以便网络中所有的节点能对这一数据进行识别,并作特殊的处理。在 IPv6 头部中使用该字段来识别传输,可使路由器标识和特殊处理属于一个流的包。属于同一个流的包的流标号字段,其源地址和目标地址均相同。不支持流标号字段的主机或路由器在发送包的时候要将这个字段设为全零,在转发包的时候不能改变这个字段,在接收包时忽略这个字段。

发送流的源节点给流指定流标号。新的流标号必须在 00001 到 FFFFF 之间随机选择,以使得在流标号域中的任何组合适合于路由器作为 Hash 因子,以便寻找与流有关系的状态。任何的流标号都不得在某路由器中保持 6 秒以上。路由器在 6 秒之后必须删除高速缓存(cache)中的登录项,当该流的下一个分组出现时,此登录项被重新学习。

3 IPv4 向 IPv6 过渡的技术

从 IPv4 到 IPv6 的过渡是一个逐渐推进的过程,所有机器不可能同时需要升级软件,所以过渡阶段是必然存在的。目前基于 IPv4 的服务已经很成熟,我们只能是一方面要继续维护这些服务,同时还要支持 IPv4 和 IPv6 之间的互通性。以下是实现这一目标的几种技术:在网络设备和终端上设置 IPv4/IPv6 双协议栈、隧道技术(自动的或手工配置的)和地址和/或协议翻译器。

3.1 IPv4/IPv6 双协议栈

采用 IPv4/IPv6 双协议栈是主要的演进机制。在每个 IP 节点上分别为 IPv4 和 IPv6 运行两套协议栈。这种配置需要一种接口,该接口能够识别两种类型的流量并能使其流向正确的位置。双协议栈方案的工作方式如下:

- 如果应用程序使用的目的地址是 IPv4 地址,则使用 IPv4 协议;
- 如果应用程序使用的目的地址是 IPv6 中的 IPv4 兼容地址,则同样使用 IPv4 协议,所不同的是此时 IPv6 就封装在 IPv4 当中;
- 如果应用程序使用的目的地址是一个非 IPv4 兼容的

IPv6 地址,那么此时将使用 IPv6 协议,而且很可能此时要采用隧道等机制来进行路由、传送;

• 如果应用程序使用域名来作为目标地址,那么此时先要从 DNS 服务器那里得到相应的 IPv4/IPv6 地址,然后根据地址的情况进行相应的处理。

在目前的环境下,人们一般采用 IPv6 over IPv4 的点对点隧道技术,将 IPv6 分组打包,放入 IPv4 分组的数据区,加上 IPv4 的报头,在 IPv4 互联网世界中进行路由,到达目的地后再把数据区中的 IPv6 分组取出来作相应的处理。

3.2 隧道技术

为了充分利用 IPv4 的资源,IPv6 网络应该覆盖在 IPv4 网络上,以虚拟网的形式运行,这样可以采用隧道技术。所谓隧道,就是在一方将 IPv6 的包封在 IPv4 包里,然后在目的地将其解封得到 IPv6 包。具体来说就是在 IPv6 Native Network 之间需要通信时,IPv4 协议就被当作 IPv6 数据传输的一个隧道。通过隧道,IPv6 分组被作为无结构无意义的数,封装在 IPv4 数据报中,被 IPv4 网络传输。如图 1 所示:

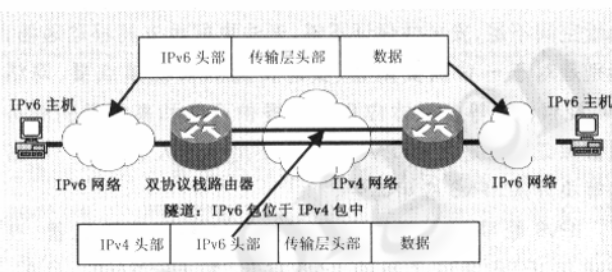


图 1 IPv6 over IPv4 Tunnels

隧道技术需要双协议栈技术的支持。

3.3 地址和/或协议翻译器

最后一种方法是使用地址和/或协议翻译器,即网络地址转换/协议转换技术 NAT-PT(Network Address Translation-Protocol Translation)。通过与 SIIT(Stateless IP/ICMP Translation Algorithm)协议转换和传统的 IPv4 下的动态网络地址翻译(NAT)以及适当的应用层网关(ALG)相结合,实现了在只安装了 IPv6 的主机和只安装了 IPv4 机器的大部分应用之间的相互通信。这种方法要求 IPv4 的地址是全局唯一的,并要求终端节点不能改变,而且 IP 包的路由对终端节点是完全透明的。该机制要求主机必须是双栈的。其基本操作如图 2 所示:

(下转第 78 页)

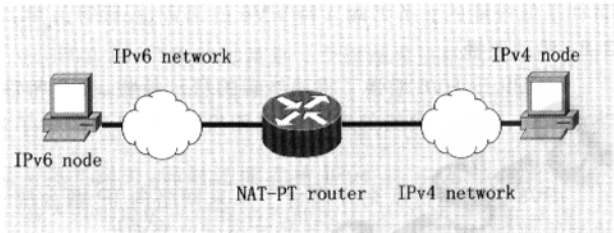


图 2 NAT-PT Operation

4 发展现状及前景展望

目前,在世界范围内已经布置了许多用于试验和测试的 IPv6 网络。比较著名的有 IETF 建立的实验网,称为 6BONE,其目标是通过早期不同 IPv6 技术的实施来获取实践经验。从这个实验网上获得的信息形成了一整套有关各种机制和程序的文献;IPv6 研究与教育网 6REN,建立于 1998 年末,是一个非官方协调的研究与教育网,提供产品级的 IPv6 连接,并作为一个 IPv6 工具、应用和程序开发的平台;还有 BNS、NTT 等。同时许多厂商都纷纷声称已经或未来将支持 IPv6,如操作系统方面的有 Microsoft、Apple、Linux 等;硬件厂商有 Cisco、NEC、Nortel 等。

截至 2003 年 10 月,着手研究和部分使用 IPv6 的国家已经增长为 54 个,而 ISP(Internet 服务提供者)全世界共有 482 个,大部分分布在欧亚地区(56%),其余的在亚太地区(26%)、北美(17%)和拉丁美洲(1%)。

总的来说 IPv6 的规范大部分已经完成,但广泛部署的条件尚未成熟,在 IPv4 到 IPv6 转换过程中问题是不可避免的。但是可以肯定,随着网络应用和多媒体技术的发展,特别是随 IPv6 在商业上的应用而出现的新的服务(如家庭网络、移动 IP 等)的发展,IPv4 到 IPv6 的系统升级乃至 IPv6 的全面实现,将是不可避免的趋势。

参考文献

- 1 S. Deering, R. Hinden. Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, [S]. RFC 2460 of IETF, 1998. 12.
- 2 Silvia Hagen. IPv6 Essentials[M], <http://safari.oreilly.com/>, 2003.
- 3 蔡茂国、杨淑雯、董海峰、周建华,基于 IPv6 的多媒体通信策略[J], 计算机工程与应用, 2002.5.
- 4 <http://www.ipv6forum.com/>, 2003.
- 5 Jim Bound, IPv6 Deployment Next Steps & Focus[R]. IPv6 U. S. Summit, Dec 8-11, 2003, Arlington AV.