

文章编号 :1007 - 649X(2001)01 - 0093 - 04

IP 网络的综合服务

张 敏,周春晖,张嘉一

(郑州工业大学电气信息工程学院,河南 郑州 450002)

摘 要 :阐述了在综合业务网上提供不同服务质量 QoS 的方法,由于网络应用需要不同的服务质量, IETF 提出了综合服务模型.首先描述了综合服务的 3 个服务等级和相应的服务质量,接着分析了综合服务实现框架的基本组件:分组分类、调度、准许控制、分组丢弃和预留协议,其中包括路由器中对通信量控制的实现机制,最后论述了综合服务的信令协议——资源预留协议及其对综合服务 QoS 的支持.
关键词 :综合服务 ;服务质量 ;通信量控制 ;资源预留
中图分类号 :TP 393.02 文献标识码 :A

0 引言

伴随着 Internet 的快速发展,在当今的网络上,各种新型的应用层出不穷,例如 IP 电话、视频会议、电子商务等. Internet 也从最初单纯传送数据向可传送数据、语音、图像、视频的多媒体网络转变.尽管计算机终端的软硬件经过不断的升级,已经完全能够满足多媒体应用的需要,但对于实时多媒体应用来说,问题的焦点集中于网络服务质量(QoS)的控制上.

从本质上讲,IP 协议是无连接的协议,基于 IP 的互连网只能提供点到点的尽最大努力(Best-effort)的数据传送服务.面对新应用的需求, IETF 提出了综合服务模型^[1]Int-Serv,希望在基于 IP 的互连网上提供 QoS 控制,以满足对 QoS 要求较为严格的实时业务的要求.

1 综合服务的概念

IP 网上的通信量可分为两大类:非弹性通信量和弹性通信量. Int-Serv 能够支持具有不同 QoS 需求的各种通信量.

非弹性通信量的特点在于它不能适应通信量通过互连网的延迟和延迟抖动的变化,因此它对通信量的 QoS 有较严格的要求,包括吞吐量、延迟、延迟抖动和分组丢失率等,网络必须能够为其提供有效的 QoS 保证.弹性通信量是一种调整范

围很大的通信量,可以适应 IP 网上延迟和吞吐量的变化.

为了使 IP 网络提供保证服务质量(QoS)的传输,首先应标识不同的业务类别.为此,综合服务提出了流(flow)的概念,RFC 1633 将流定义为由相关的 IP 分组构成的一个可区分的分组流(stream),它是由一个单独的用户活动产生的,并且要求同样的服务质量.

2 Int-Serv 提供的服务

综合服务模型针对不同的应用,规定了 3 种不同等级的服务,分别是:保证的服务^[2](Guaranteed Service)、可控负载的服务(Controlled load Service)、尽最大努力的服务(Best-effort Service).

应用以流为单位请求预留网络资源,以得到保证的或可控负载的 QoS,流以通信量规约 Tspec 的形式,定义所需服务的参数.只要应用的流量符合 Tspec 的描述,当预留得到允许后,网络就可以提供所请求的 QoS.对于流中超出 Tspec 的那一部分分组,则被默认为给予尽最大努力的服务,网络对这一部分业务流不提供任何 QoS 的保证.

2.1 保证的服务

这种服务等级提供确定的数据率.它对通过网络的延迟有明确的上限,决不会因为延迟过大而丢失分组.而延迟的产生是多方面的,但主要是路由器的排队延迟,通过对路由器中排队延迟进

行控制,可以保证分组不超过规定的延迟。

路由器中的排队延迟主要是采用令牌桶的方法^[1]进行控制的。令牌桶机制包括两个参数:令牌补充速率 R 和桶的大小 B 。精确的表达是这样的:在任何一段时间间隔 T 内,发送的数据总量不能超过 $RT + B$ 。

图 1 说明了令牌桶的方法。

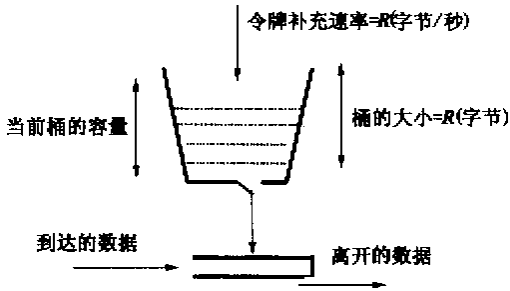


图 1 令牌桶的方法

Fig.1 The method of token bucket

桶表示一个计数器,“字节令牌”以速率 R 填入桶内,直到填满为止。IP 分组到达后就排队等待处理,该分组一旦被处理,就从桶中取走相应数量的令牌。如果到达了一个分组,但没有足够的令牌可用,可以将该分组调整为尽最大努力的分组或者简单地丢弃。因此,排队延迟是令牌桶大小和令牌速率的函数,不同的 QoS 需求设置不同的令牌补充速率,通过这种机制来调整排队延迟的大小。

2.2 可控负载的服务

这种服务在较轻负载的网络中和尽最大努力的服务相似。与保证的服务不同,它没有延迟上界,也不能保证排队的时候不丢失分组。但是,这种服务确保有相当大比例的分组,其延迟不会明显超过网络的最小延迟,这意味着大部分的通信量都能够成功的转发,因此它适合于自适应网络环境的实时应用。可控负载的服务是指网络具有足够的资源储备,使获得这种服务的应用感到自己在独享网络。

2.3 尽最大努力的服务

这种服务等级不提供任何的保证,这就是目前 Internet 所提供的服务。当网络负载比较轻时,可以获得较好的服务质量,但当网络拥挤时,所获得的服务质量就将随之下降。

3 综合服务实现构件

Int - Serv 的参考实现框架包括 5 个组件:分组分类,分组调度,准许控制,分组丢弃以及预留

协议^[3,4]。

3.1 分组分类

在 Internet 上,IP 分组的转发是机会均等的,所有的分组都得到统计性相同的服务质量,分组的转发使用先进先出(FIFO)的规则。但是对于综合服务模型,路由器要根据服务类型对每个流实现不同的 QoS。每一个进入网络的分组必须映射为某一类(class),调度程序对不同类的分组将作不同的处理。分类是根据 IP 首部的字段或者是每个分组附加的分类号进行的。

一个类可以对应一组具有同样 QoS 需求的流,如视频流的所有分组归属于某个类,特定组织的所有分组的流,也可以对应一个单独的类。通常,类对于路由器只具有本地意义,在传送路径上不同路由器可能对同一分组进行不同分类。

3.2 分组调度

分组调度一般通过多个队列来管理不同分组的转发。调度是在操作系统的输出驱动下实现的,对应于链路层协议,它的基本功能是重整输出队列。最简单的方法是采用严格的优先权调度(strict priority scheduling),每个分组按照优先权等级放入不同的队列,优先权高的队列的分组优先转发。但是,这会给某些分组绝对的优先,如果有大量的高优先权分组,则低优先权的分组将在长时间内得不到发送,这是不太合理的调度方式。

综合服务模型采用的是加权公平队列(Weighted Fair Queuing)调度算法,这是对公平队列调度算法的改进,它给每个队列一个权(weight),用来决定该队列可享用的链路带宽,这样,实时业务可以确实得到所要求的性能。

3.3 分组丢弃

路由器管理的另一个主要机制就是分组丢弃。当路由器的缓存溢出时,通常丢弃最近到达的分组,但这会带来意想不到的后果。在一条 TCP 连接上分组丢失意味着互连网上发生了拥塞,发送的 TCP 实体要进行退避并减少其负载。

因此,综合服务采用随机早期检测 RED(Random Early Detection)来丢弃分组,进行拥塞控制。RED 的设计是为了避免拥塞而不是对拥塞做出反应,它的原理是数据传输协议对分组丢弃敏感,如果业务的分组被丢弃了,就将此业务的发送降速,至少是瞬时降速。这样可以让路由器利用丢弃分组来降低某种业务流的速率,实际上就是利用随机丢包以尽量保持一个较小的平均队列长度,从而避免网络拥塞。

3.4 准许控制

当一个新的用户流发出请求时,路由器等网络结点进行准许控制来决定这个请求是否被接受.根据这个流所请求的 QoS,以及具有的可分配资源进行准许控制,而这个决定是基于对当前其它预留所承诺的水平,不能影响先前预留的 QoS.

进行准许控制的路由器需要理解对它的请求.传统的方法是,根据以前得到准许的请求的服务参数,用每个服务最坏情况的边界值来进行计算,即基于参数的方法.这种方法带宽利用率不高.最新的方法是测量现存分组流的实际利用率,据此来判定是否接纳一个新的流,这样可以提供更好的链路利用率.

基于测量的准许控制方法尽管可以支持不同的 QoS 等级,但是由于使用测量值,它不能提供保证的 QoS 服务.尽管如此,通过使用更加保守的测量方法,基于测量的准许控制也还可以提供较好的 QoS 服务,而这对于大多数的实时应用已经足够了.

框架的最后一个组件是预留协议,它作为综合服务的信令协议将在下面单独讨论。

图 2 说明在路由器中,这些组件是如何提供综合服务的。

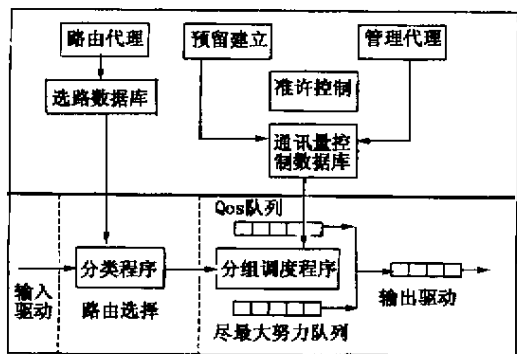


图 2 Int-serv 在路由器中的实现

Fig.2 The implementation of Int – serv in router

在粗水平线下面的是路由器的转发功能: 每一个分组都要被执行. 在水平线上面实现的是背景(background)功能, 用来产生为转发功能所使用的一些数据结构.

转发功能可分为 3 个部分: 输入驱动、分组转发和输出驱动。分组转发通过对所采用的协议栈的包头进行解析、分类后, 将分组传送到相应的输出驱动, 分类程序同时还要实现对路由表的查询。输出驱动实现分组的调度, 其中还包括对 I/O 硬件的驱动。

背景功能是通过载入路由器内存的代码并由通用 CPU 进行执行的. 这些背景线程通过创建一些数据结构来控制转发的路径. 路由代理实现路由协议并构造路由数据库. 预留资源的代理实现资源预留的建立. 如果准许控制同意了一个新的请求, 分组分类及调度数据库将被适当修改以实现请求的服务质量. 另外, 几乎所有的路由器都支持网络管理的代理, 这个代理必须能够修改分类和调度数据库以建立受控的链路共享以及设置准许控制策略.

4 资源预留协议(RSVP)

4.1 RSVP 的概念

该协议为每个流预先申请要求的网络资源，在 IP 分组从源端到接收端之间所要经过的每一个路由器上为每个流申请所需要的带宽、缓冲区等资源。路由器必须为每个流保持所需要的“软状态”。所谓软状态是进行资源预留时周期性控制的临时状态，它包括有关该流的源、目的地址、路由信息、需占用该路由器的资源信息等。它不需要明确的删除请求，而由周期性的 RSVP 消息刷新。

综合服务利用 RSVP 协议提供端到端的信令控制^[4],以使无连接的 Internet 网对于某些业务(实时业务)变成有连接的网络.RSVP 提供不同的预留模式,以允许应用选择不同的资源预留的合并方式.

4.2 RSVP 的操作

RSVP 根据用户的 QoS 需求进行资源预留,它使用“one pass with advertising”(OPWA)方式分布 QoS 需求,这样可以使资源预留在一个时间周期内完成^[4]。以单目传输(unicast)为例,RSVP 基本操作包括以下 3 步:发送者首先根据路由协议提供的路由发送 Path 消息给接收者,Path 消息保存路径中所有交换结点的状态信息。接收者收到 Path 消息后,沿反向路径开始发送 Resv 消息,其中包括所希望得到的服务质量描述和资源预留信息。Resv 消息将使路由器进行适当的资源预留。发送者收到预留消息后,就开始发送数据分组。

Path 和 Resv 消息的转发如图 3 所示, 尽管 Resv 消息将使路由器进行资源预留, 但 RSVP 对于路由器如何进行资源预留是透明的。

4.3 RSVP 对综合服务 QoS 的支持

由于 RSVP 协议是在 Internet 中,为改善网络对通信流的控制能力而设计的资源预留协议,所以其主要目的是改善网络对实时应用的 QoS 的支

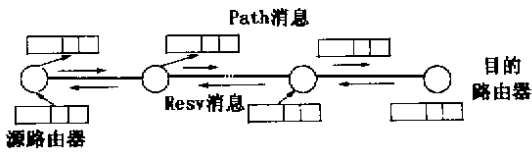


图 3 RSVP 进行资源预留

Fig.3 Resource reservation using RSVP

持能力. RSVP 协议可以提供 Int - Serv 中的可控负载的服务和尽最大努力的服务等级的 QoS 支持能力. 对于保证的服务, 由于其 QoS 要求在数据传输之前分配通信过程以固定资源, 而 RSVP 协议不包含数据传输、路由选择和资源配置功能, 只能通过路由器中的资源管理来实现, 包括分组调度(带宽管理)、排队规则(缓存分配)等. 在数据传输过程中, 由于某种原因可能引起路由改变, 在新路径上各结点的资源重新配置之前, 数据分组可能沿着未预留资源的路径传输, 因此, RSVP 协议不能完全提供保证的服务等级的 QoS 支持. 实际上, 这也是 Int - Serv 本身存在的问题, 由于实现端到端的资源预留, 要求全网都要支持它的实现, 如果中间有不支持的网络和路由器时, 虽然信令可以透明通过, 但已无法实现真正意义上的资源预留, 但它仍不失为一种好的解决方法.

正如前文所说, 路由器中网络资源的真正预留和 RSVP 协议无关, RSVP 协议本身并不实现应用所需网络资源的预留和配置, 真正的实现是在路由器中完成的. 另外, 应用 RSVP 协议时, 新增的通信量 and 处理协议的时空开销也是其实现的关

键问题, 由于 RSVP 消息的周期性刷新, 因此需要新增大量的通信量, 现在已经有专家开始研究 RSVP 隧道和 QoS 的聚合来解决这样的问题.

5 结束语

综合服务的主要目标是在基于 IP 的网络中提供一定级别的服务质量(QoS), 也就是说, 在传输非实时、尽最大努力的通信量的同时, 还提供了传输实时通信量的能力. 在网络发展中, 抛弃原有的网络从零开始建设一个新的网络是很困难的, 因此, 这种体系结构为目前尽最大努力的 Internet 的发展指明了方向.

参考文献:

- [1] BRADEN R, CLARK D, SHENKE R. Integrated Services in the Internet: An Overview[DB/OL]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1633.txt>, 1994 - 06 - 13.
- [2] SHENKE R, PARTRIDGE C, GUERIN R. Specification of guaranteed quality of service[DB/OL]. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2212.txt>, 1997 - 09 - 09.
- [3] STALLINGS William. 高速网络 TCP/IP 和 ATM 的设计原理[M]. 齐望东, 薛卫娟, 译. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [4] 赵慧玲, 胡琳, 张国宏, 等. 宽带 Internet 网络技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [5] ZHANG L, DEERING S, ESTRIN D. A New Resource ReSerVation Protocol[DB/OL]. <http://www.cs.cornell.edu/cs614-sp98/papers/rsvp.ps>, 1993 - 09 - 21.

Int - Serv in IP Network

ZHANG Min, ZHOU Chun - hui, ZHANG Jia - yi

(College of Electrical & Information Engineering Zhengzhou University of Technology Zhengzhou 450002, China)

Abstract: This paper expounds provisioning a set of Quality of Service(QoS) in integrated services network. As network applications need different quality of service, IETF proposed integrated services model. We first depict three service degrees and their quality of service, then state the basic components of Int - Serv implementation framework which includes packet classification, scheduling, admission control, packet dropping and resource reservation, and implementation mechanism of traffic control in router, finally study resource reservation protocol which is the signaling protocol of integrated services and its support to quality of service in Int - Serv.

Key words: integrated services; quality of service; traffic control; resource reservation