

## P2P 流量控制方法的研究及实现\*

於建华<sup>1</sup>, 廖祥<sup>2</sup>, 张静林<sup>1</sup>

(1. 盐城工学院 电气与信息工程学院, 江苏 盐城 224003; 2. 盐城工学院 学工部, 江苏 盐城 224003)

**摘要:**研究了流量控制技术,分析了令牌桶算法和 RED 算法的优缺点;给出了一种 P2P 流量控制算法,并且提出一种数据包调度策略和带宽配置策略,为用户合理分配了网络带宽资源,缓解了资源紧张现状,实现网络资源的按需分配;最后给出了实验测试结果。

**关键词:**P2P;数据包调度;带宽配置

**中图分类号:**TP393.07

**文献标识码:**A

**文章编号:**1671-5322(2007)02-0036-04

当前网络环境中,以 BT 为代表的 P2P 下载软件流量占用了宽带接入的大量带宽,据统计已经超过了 50%,这造成了网络带宽的巨大消耗,妨碍了正常网络业务的开展和关键应用的普及<sup>[1]</sup>,因此实现分类、标识和控制 P2P 流量越来越成为企业、网络运营商急需解决的问题。对运营商或企业来说,简单的扩容无法满足容量增长的需要,对 P2P 流量进行识别、管理和控制是解决目前网络状态的根本途径。

### 1 流量控制

流量控制不管是对用户还是运营商都是必要的。当对资源的要求大于网络可提供的资源时,网络将产生拥塞,网络的吞吐量急剧下降。而简单的通过增加路由器或缓冲区等网络资源不能很好地解决拥塞问题,往往会造成更严重的拥塞,因此必须采用流量控制技术来解决该问题。流量控制的主要作用是限制最大带宽,保证最小可用带宽,其实现算法有 RED 算法和令牌桶算法等。

#### 1.1 令牌桶算法(TBF)<sup>[2]</sup>

令牌桶可以由令牌桶深度  $B$  和令牌产生速率  $R$  和当前令牌数  $C$  3 个参数来描述。当令牌桶满,新到来的牌将被丢弃。当一个长度为  $L$  的数据报来时,假设此时桶内的令牌个数为  $C$ ,如果  $L \leq C$ ,则数据报通过令牌桶,同时令牌个数减少

$L$ ;如果  $L > C$ ,则数据报被丢弃。

令牌桶算法的优点是其流量控制效果较好,能很好地完成流量整形:其桶深保证了一定的突发速率,其令牌注入速率决定了稳定的最大流量,使流量曲线的起伏较小。缺点是在基于多个控制目标时,需要解决其令牌更新的问题。更新时间太长,会造成类似于滑动窗口算法的问题,即流量不稳定,其流量整形功能效果不明显,太短会造成对系统处理速度要求高,所以需要综合考虑,以确定较优的更新时间。

#### 1.2 随机早期检测(RED)<sup>[3]</sup>

早期 IP 网中的控制机制由端系统根据分组丢弃来估计网络中是否出现拥塞,如果出现拥塞则通过降低发送速率来减轻网络的负担;拥塞时网络中的传输节点采用尾部丢弃策略。尾部丢弃策略可能导致“TCP 流的全局同步问题”<sup>[4]</sup>,RED 算法基于平均队列长度预测可能到来的网络拥塞,并采用随机选择的策略对分组进行标记或丢弃该分组,在拥塞尚未出现时提示端系统降低其发送速率,以达到避免拥塞的目的。

#### 1.3 两种算法的比较

令牌桶算法综合考虑了报文长度、优先级,避免了报文丢弃造成的网络重传,因此是较为完善的一种算法。但是令牌桶算法实现较为复杂,需要占用大量的缓冲区资源,调度算法本身也要占

\* 收稿日期:2007-02-27

作者简介:於建华(1979-),女,江苏南通人,硕士,讲师,主要研究方向为网络通信。

用大量的 CPU 时间,因此,在轻负载网络环境中,推荐使用令牌桶。

RED 算法是根据一定的调度策略,将低优先级的队列在调度过程中如果没有可用的网络资源发送数据,简单地丢弃报文。RED 算法较为简单,适合在高速网络中实现,同时尽量用延缓报文发送时间的方法而不是直接丢弃,这样能够用一定的设备资源的占用换取网络传送时延增大效应,抑制用户端数据的发送<sup>[5]</sup>。

根据以上分析,结合 P2P 业务流量的高速传输、数据量大、在线时间长、上下行流量对称、业务点分布广泛的特点,论文对带宽控制采用令牌桶算法。

## 2 P2P 流量控制

### 2.1 P2P 流量控制算法

下面介绍此策略中使用的几个重要函数和文件。

P2PIpPort() 函数,输出参数为使用 P2P 业务的主机的 IP 地址以及端口号。

P2Plist:此文件中记录了使用 P2P 业务的主机的 IP 地址和端口号。

P2P 流量统计策略的流程(见图 1):

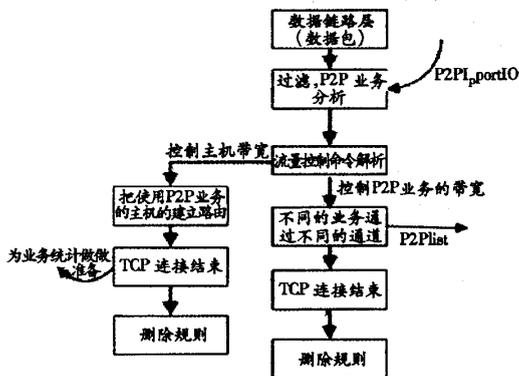


图 1 P2P 流量控制流程图

Fig. 1 The flow chart of P2P traffic control

(1) 从数据链路层接收到一个数据包,用 P2P 流量识别算法判断是否为 P2P 流,若是则由 P2PIpPort() 函数返回此机的 IP 地址和对应的端口号;

(2) 控制命令解析,若控制主机的带宽则转向(3),若控制 P2P 业务流量的带宽,则转向(4);

(3) 若为控制主机的带宽,则根据 P2Plist 地址列表建立主机路由;

(4) 若为控制 P2P 业务流量的带宽,则为 P2P 数据包打上标签,归到令牌桶队列中,然后根据令牌桶的速率进行数据包的传输;

(5) TCP 连接结束或超时,则到 P2Plist 规则表中删除此地址和端口的规则。

### 2.2 数据包调度策略

此数据包调度策略图是控制 P2P 流量带宽的设计图(见图 2)。在此根队列下有两个类 1:1 (优先级为 0),1:2 (优先级为 3),在类 1:1 下有两个队列 1:11 (优先级为 1,通道为 1),主要让一些重要的数据包通过,如 TCP 连接中的 SYN、RST、ACK 等。队列 1:12 (优先级为 2,通道为 2),让一些 ftp 小数据包通过;队列 1:21 (优先级为 4,通道为 3),让最常用的 http,https,POP 数据通过;队列 1:22 (优先级为 5,通道为 4),让邮件数据通过;队列 1:23 (优先级为 6,通道为 5),ftp-data 一般是大量数据的传送,让它跑 5 道;队列 1:24 (优先级为 7,通道为 6),让 P2P-data 数据跑 6 道<sup>[6]</sup>。

### 2.3 带宽配置策略

DEV = "eth0", 变量 DEV 为设备接口名。UPLINK = 300, 变量 UPLINK 为下载带宽。

(1) 建立网络接口的排队策略

tc qdisc add dev \$DEV root handle 1:0 htb bandwidth \$ DOWNLINK avpkt 1000 default 24  
tc qdisc add 是排队策略添加命令,dev \$DEV 为设备接口名,root handle 1:0 说明根设备的句柄,htb 为排队策略,avpkt 1000 为平均包的大小,default 24 没有进行分类的数据包都走这个 1:24 是缺省类。上述命令在网络接口上设定了一个流量管理的“排队策略”。

(2) 建立分类

分类是建立在排队策略之上。在每个网络接口上针对一个队列建立一个要分类,然后在根分类的基础上建立子分类。

① 在网络接口上先设定两个带宽管理类。带宽管理类号为 1:1,分配的带宽为 300 kB;优先级为 0;带宽管理类号为 1:2,分配的带宽为 150 kB;优先级为 3。

```
tc class add dev $DEV parent 1:0 classid 1:1 htb rate $ { UPLINK } kbit ceil $ { UPLINK } kbit prio 0
```

```
tc class add dev $DEV parent 1: classid 1:2 htb rate $ [ $ UPLINK - 150 ] kbit prio 3
```

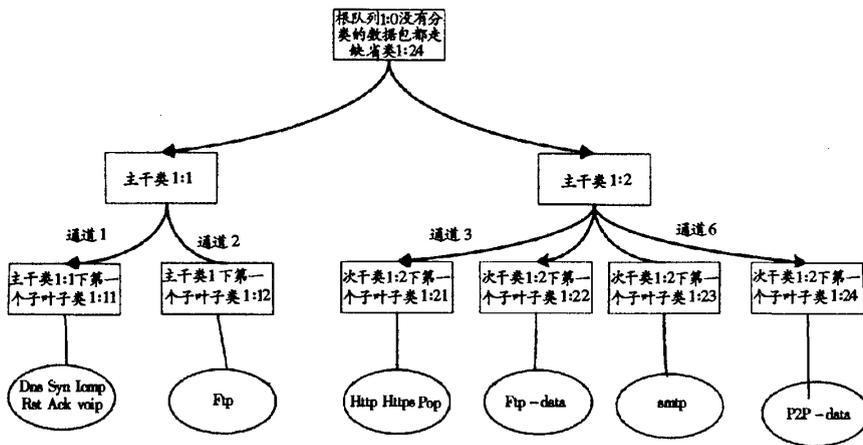


图 2 数据包调度策略

Fig. 2 The strategy of packet data scheduler

上述命令实现在网络接口上绑定一个根带宽管理类,添加完成以后,实现带宽管理的基础框架就已经成功搭建了。

②在管理类号为 1:1 下创建要带宽管理类的两个子类,子分类 1:11,父分类为 1:1,分本的带宽为 150 kB;子分类 1:12,父分类为 1:1,分配的带宽为 150 kB

```
tc class add dev $DEV parent 1:1 classid 1:11 htb rate $ [ $UPLINK - 150 ] kbit ceil $ {UPLINK} kbit prio 1
```

```
tc class add dev $DEV parent 1:1 classid 1:12 htb rate $ [ $UPLINK - 150 ] kbit ceil $ {UPLINK - 50} kbit prio 2
```

上述命令添加完成后,我们在网络接口上建立要带宽管理类的两个子类,这两个子类分别用于具有优先级的数据包和普通数据包,具有优先级的数据包比普通数据包拥有更多的带宽。

(3)增加带宽管理的过滤原则。应用防火墙 fw 分类器到 htb 队列的要,过滤协议为 ip。

```
tc filter add dev $DEV parent 1:0 protocol ip prio 1 handle 1 fw classid 1:11
```

tc filter add 指明了添加过滤原则, fw 指明了使用的过滤器,这个过滤器可以根据防火墙的过滤规则进行分类, handle 1 是 fw 过滤器的句柄,它唯一标志了一个过滤器。同时这条命令将句柄为 1 的 fw 过滤器和 id 为 1:11 的带宽管理子类关联起来。这样,凡是匹配句柄为 1 的过滤器的数据包都转发到 id 为 1:11 的带宽子类中。

(4)增加包过滤的匹配规则

```
iptables -t mangle -A PREROUTING -m tos --tos Minimize-Delay -j MARK --set-mark 1
```

通过此带宽配置策略,可以对 P2P 流量进行带宽限制。

### 3 实验测试结果

根据第 3 小节提出的 P2P 流量控制算法、数据包调度策略和带宽配置策略,我们在 Linux 环境下实验测试结果,实验环境如下:整个系统由 4 台主机构成,其中使用 1 台主机运行 BT 下载,一台进行 ftp 下载,还有一台用 UUCALL 打电话。另外一台主机将被配置成 Linux 服务路由器,以便利用 Linux 的流量控制机制支持本论文的 P2P 业务的控制。

如图 3 所示,在 A 时刻,10.10.136.154 打开 FlashFXP,在 B 时刻实施带宽管理,在 D 时刻撤销带宽管理。从上图可以看出,在 AB 时间段,FTP 的服务占的带宽接近(730 kB/s),在 B 时刻实施带宽管理后,FTP 服务占用的带宽降低,在 C 时刻达到带宽配置策略的带宽 100 kB/s,在 CD 时间段,基本平衡在 100 kB/s,在 D 时刻,撤销带宽管理后,FTP 服务占用的带宽增加到 700 kB/s,占用网络大部分带宽。结果表明,能够有效实施管理策略。

10.10.136.16 进行 BT 下载,下载速度也从 20 kB/s 降低到 5 kB/s。

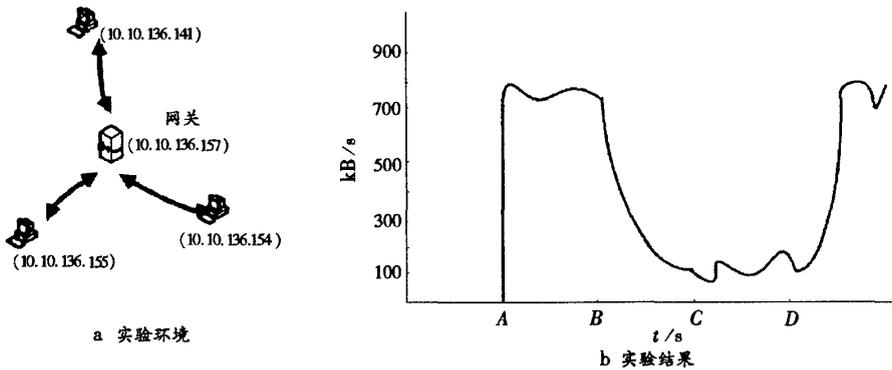


图3 流量控制数据图

Fig. 3 The data chart of traffic control

#### 4 结束语

带宽管理的一个重要组件就是测量,本文使用的测量工具是用令牌桶算法实现的,但是传统的令牌桶算法存在着不足,当有突发量出现的时候,容易出现数据包的丢失。如何解决这个问题,可行的解决方案是优化令牌桶算法,还可以使用双令牌桶算法。路由器是网络中的关键设备,其

主要功能是进行路由转发,随着用户 P2P 应用的增加,需要加载很多应用识别模块,当今主流的 P2P 应用已经发展到 100 多种,而且还有越演越烈的趋势,因此在路由器中大量加载 P2P 应用封堵模块,将极大的降低了路由器的性能,最终导致网络不可用。因此本论文中 P2P 流进控制办法不适用于复杂的网络环境。

#### 参考文献:

- [1] 刘晓红,邱力戈. 对等网络运营模式探讨[J]. 通讯世界,2001(9):41-43.
- [2] 李建宝,桑海. 令牌桶算法在 IP QoS 中的应用[J]. 华南金融电脑,2006(4):25-26.
- [3] 文宏,唐玉华. 随机早期检测主动队列管理算法的改进研究[J]. 计算机工程与设计,2005(10):7-10.
- [4] Floyd Sally, Jacobson Van. Random early detection gateways for congestion avoidance[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking,1993(4):397-413.
- [5] 卢洁,张淑清. 几种网络拥塞控制算法比较分析[J]. 自动化仪表,2006(5):12-15.
- [6] 谢鲲,张大方. 一种基于网络业务流的流量监测分析算法[J]. 小型微型计算机系统,2006(1):46-49.

## The Research and Implementation of the Method of P2P Traffic Control

YU Jian-hua<sup>1</sup>, LIAO Xiang<sup>2</sup>, ZHANG Jing-lin<sup>1</sup>

(1. College of Electrical and Information Engineering, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China; 2. Students Office of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

**Abstract:** The article has explored the technique of traffic control and analysed the advantages and disadvantages of HTB and RED algorithm. Then a algorithm of P2P traffic control is given and a strategy of packet data scheduler and bandwidth allocation put forward. For the user, reasonable allocation of network bandwidth resources alleviates the tight condition of resources to carry out the network resources on demand. Finally the results of the experiment is given.

**Keywords:** P2P; packet data scheduler; bandwidth allocation