

令牌桶算法在 IP QoS 中的应用

◆ 中国建设银行保定分行 李建宝 桑海

IP QoS 技术的开发,是近几年业界研究的热点。目前存在多种 IP QoS 服务模型,其中应用最广的是 DiffServ 区分服务模型。DiffServ 模型通过数据包分类、拥塞管理、拥挤避免、速率限制和流量整形技术来实现服务质量控制,在其速率限制和流量整形中,主要使用了令牌桶 (Token Bucket, TB) 算法。

一、令牌桶和令牌的概念

(一)、令牌桶的含义

令牌桶 (Token Bucket, TB) 是网络设备的内部存储池,而令牌 (Token) 则是以给定速率填充令牌桶的虚拟信息包。每个到达的令牌都会从数据队列领出相应的数据包进行发送,发送完数据后令牌被删除。由此,将令牌流和数据流进行了紧密的关联。

(二)、令牌桶的有关参数

令牌桶尺寸 (bucket size),即瞬间可用的最大令牌数量。

令牌流入速率 (inbound rate),即令牌进入令牌桶的设定速率。

峰值速率 (peakrate),即令牌流出令牌桶的最大速率,也就是令牌耗尽速率。

缓冲队列尺寸 (buffer queue size):等待可用令牌到达前,允许数据包缓冲存储的字节数。

(三)、令牌桶算法的基本过程描述

1. 设置令牌桶。假设令牌桶的尺寸为 a (以字节 byte 计,即每个 byte 表示一个令牌),令牌流入速率为 r_1 ,峰值速率 (令牌耗尽速率) 为 r_2 ($r_2 > r_1$),缓冲队列长度为 L (以字节 byte 计)。

2. 令牌流入令牌桶的过程。每隔 $1/r_1$ 秒一个令牌被加入到令牌桶中,如果令牌到达时令牌桶已经满了,那么这个令牌会被丢弃。

3. 令牌流出令牌桶的过程。假设令牌桶中现有 t ($t \leq a$) 个令牌,则当一个 n 个字节的数据包到达时,考虑下面三种情况:

(1)、如果 $n < t$ (令牌数量充足),就从令牌桶中清除 n 个令牌,数据包被发送到网络出口;

(2)、如果 $n = t$ (令牌总量 = 数据包字节数),则令牌桶清空,令牌清除速率 $\leq r_2$,数据包同样被发送到网络出口,但是发送速率受 r_2 限制;

(3)、如果 $n > t$ (令牌数量不足),那么不会清除令牌,并且认为这个数据包在流量限制之外。

4. 对于在流量限制外的数据包处理方式有三种:一是直接被丢弃;二是排在缓冲队列中,以便当令牌桶中累积了足够多的令牌时再传输,但是如果 $n > L$,数据包也将被丢弃;三是它们可以继续发送,但需要做特殊标记,比如设置较低的优先级。

5. 令牌桶算法的概念模型如图 1 所示:

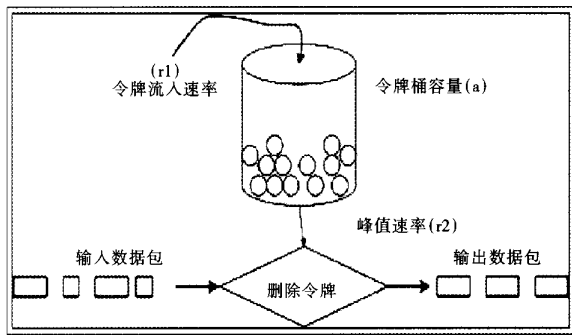


图1 令牌桶基本算法描述示意图

(四)、分析数据流速率和令牌流速率的关系

1. 数据流到达速率 = 令牌流入速率: 这种情况下,进入的数据流都会得到匹配的令牌,而无延迟的穿过队列发出去。

2. 数据流到达速率 < 令牌流入速率: 这种情况下, 数据流同样可以无延迟的被发出去, 而且多余的令牌将被积累, 并逐渐填满令牌桶。令牌桶填满后, 后续的令牌将被丢弃。由于令牌充足, 对于到达的数据流就可以超过令牌流速率的速度被发送, 这就是令牌桶允许突发的原因。

3. 数据流到达速率 > 令牌流入速率: 这种情况将导致令牌桶中缺少令牌, 此时数据包的发送将受到抑制, 数据包流的发送速率将被钳制到令牌流的进入速率。当缓冲队列被填满后, 后续的数据包将被丢弃。这也是令牌桶限制速率的机制。

二、令牌桶技术在限制数据流峰值发送速率的作用

在不设置峰值速率 (peakrate) 参数的情况下, 当令牌桶有充裕的令牌而且允许被清空时, 数据流的突发速率几乎是无限的 (达到端口速率)。要限制峰值速率, 可以通过设定峰值速率的参数来实现。理论上, 此参数可被设为任何数, 但如果高于端口速率, 就失去了作用。

三、令牌桶技术在约定访问速率 (Committed Access Rate, CAR) 中的应用

CAR 利用令牌桶进行流量控制。CAR 进行流量控制的基本处理过程如图 2 所示:

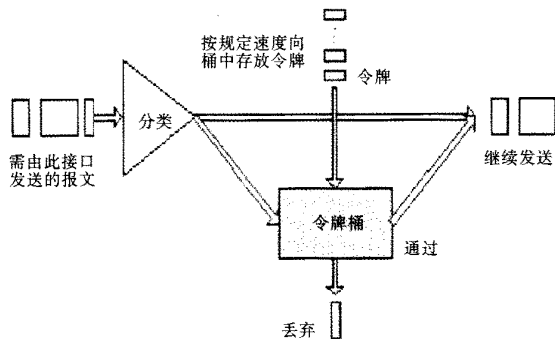


图2 CAR进行流量控制示意图

首先, 根据预先设置的匹配规则来对报文进行分类, 如果是没有规定流量特性的报文, 就直接继续发送, 并不需要经过令牌桶的处理; 如果是需要进行流量控制的报文, 则使用令牌桶进行处理。

当报文被令牌桶处理的时候, 如果令牌桶中有足够的令牌可以用来发送报文, 则报文可以通过, 可以被继续发送下去, 同时, 令牌桶中的令牌量按报文的长度做相应的减少。当令牌桶中的令牌少到报文不能再发送时, 报文被丢弃。

当令牌桶中充满令牌的时候, 桶中所有的令牌代表的报文都可以被发送, 这样可以允许数据的突发性传输。当令牌桶中没有令牌的时候, 报文将不能被发送, 只有等到桶中生成了新的令牌, 报文才可以发送, 这就可以限制报文的流量只能是小于等于令牌生成的速度, 达到限制流量的目的。

在实际应用中, CAR 不仅可以用来进行流量控制, 还可以进行报文的标记 (mark) 或重新标记 (re-mark)。具体来讲就是 CAR 可以设置 IP 报文的优先级或修改 IP 报文的优先级, 达到标记报文的目的。

四、令牌桶技术在通用流量整形 (Generic Traffic Shaping, GTS) 中的应用

GTS 可以对不规则或不符合预定流量特性的流量进行整形, 以利于网络上下游之间的带宽匹配。GTS 与 CAR 一样, 均采用了令牌桶技术来控制流量。

在 GTS 的基本处理过程中, 用于缓存报文的队列称为 GTS 队列。

GTS 与 CAR 的主要区别在于: 利用 CAR 进行报文流量控制时, 对不符合流量特性的报文进行丢弃; 而 GTS 对于不符合流量特性的报文则是进行缓冲, 减少了报文的丢弃, 同时满足报文的流量特性。即当令牌桶中的令牌少到报文不能再发送时, 报文将被缓存入 GTS 队列中。当 GTS 队列中有报文的时候, GTS 按一定的周期从队列中取出报文进行发送, 每次发送都会与令牌桶中的令牌数作比较, 直到令牌桶中的令牌数减少到队列中的报文不能再发送或者队列中的报文全部发送完毕为止。

五、物理接口总速率限制 (Line rate, LR)

利用物理接口总速率限制 (以后简称 LR), 可以在一个物理接口上限制接口发送报文 (包括紧急报文) 的总速率。

LR 的处理过程同样采用令牌桶算法, 对物理接口上的报文流量进行控制。由于 CAR 和 GTS 是在 IP 层实现的, 所以对于不经过 IP 层处理的报文不起作用。LR 相比较于 CAR, 能够限制在物理接口上通过的所有报文。较之于 GTS, LR 不但能够对超过流量限制的报文进行缓存, 并且利用 QoS 丰富的队列来缓存报文, 而 GTS 则是将报文缓存在 GTS 队列中。

(责任编辑: 董叶敏)

令牌桶算法在IP QoS中的应用

作者: [李建宝](#), [桑海](#)
作者单位: [中国建设银行保定分行](#)
刊名: [华南金融电脑](#)
英文刊名: [FINANCIAL COMPUTER OF HUANAN](#)
年, 卷(期): 2006, 14(4)
被引用次数: 4次

引证文献(4条)

1. [黄霞](#), [李一兵](#) [一种基于srTCM的令牌桶改进算法及其在FRTS中的应用](#)[期刊论文]-[黑龙江科技信息](#) 2009(4)
2. [张晓彤](#), [李培娅](#), [王沁](#), [杜立国](#) [接入网MAC层QoS系统的多业务令牌桶流量整形算法](#)[期刊论文]-[计算机科学](#) 2009(1)
3. [李晓利](#), [郭宇春](#) [QoS技术中令牌桶算法实现方式比较](#)[期刊论文]-[中兴通讯技术](#) 2007(3)
4. [於建华](#), [廖祥](#), [张静林](#) [P2P流量控制方法的研究及实现](#)[期刊论文]-[盐城工学院学报\(自然科学版\)](#) 2007(2)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_hnjrdn200604029.aspx

授权使用: 大连理工大学图书馆(dllg), 授权号: d216b13f-a08c-49f4-b623-9e690139ad63

下载时间: 2011年1月12日