

网络拥塞控制概述

魏星* 高振中

(桂林航天工业高等专科学校计算机系 广西 桂林 541004)

摘要 论文介绍了网络拥塞的相关知识,着重分析了网络拥塞产生的原因及其危害,并结合实际提出了避免网络拥塞的策略,(1)合理设计网络拓扑结构;(2)合理设计路由器的缓冲区;(3)增加资源能力;(4)均衡链路负载。由此可以看到,网络拥塞控制必须协调数据源和网络中间节点,乃至客户机一起协调工作。

关键词 拥塞控制;人工智能;网络拥塞;TCP/IP

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-1033(2008)01-0035-02

随着计算机网络本身规模的迅速扩大,网络应用的不断增加和用户数量的迅速增长,使得网络正经历越来越多的性能问题,其中一个比较严重的现象就是网络拥塞(network congestion)。

1 网络拥塞

当通信子网中存在过多的数据包时,网络的性能就会下降,这种现象称为拥塞(Congestion)。在网络发生拥塞时,会导致端到端时延(Delay)的急剧增加,并造成大量的分组丢失(Packetloss),使吞吐量(Throughput)下降,甚至有可能使整个系统发生崩溃(Congestioncollapse)。图1

果负载继续增加,路由器开始丢包,当负载超过一定量时,吞吐量开始急剧下降,延迟急剧上升,这一点称为崖点(Cliff)。通常将Knee点附近称为拥塞避免区间,Knee和Cliff之间是拥塞恢复区间,Cliff之外是拥塞崩溃区间。可以看出,负载在Knee附近时网络的使用效率最高。拥塞控制就是由网络节点来采取措施避免拥塞的发生或者对拥塞的发生作出反应,使得网络能够传输较大的有效吞吐量,具体说,在图1(a)中就是要使负载保持在膝点附近,而这时,我们可以看到在图1(c)中网络性能也就处于最佳状态。

2 网络拥塞的危害

网络拥塞导致的直接后果是整个网络的性能下降,包括:包丢失率增加、端到端延迟增大、系统吞吐量(Goodput)下降、甚至有可能使整个系统发生拥塞崩溃(Congestion Collapse)。当网络处于拥塞崩溃状态时,微小的负载增量都将使网络的有效吞吐量急剧下降。拥塞的危害主要表现为以下几个方面:

(1) 延迟增加,包丢失率增大。拥塞发生时,路由器缓冲队列长度增加,分组等待排队输出的时间变长,进而导致延迟的增加。并且,随着延迟的增加还会引起超时重传,更多的分组进入网络,进一步加重拥塞程度。而这时,路由器不得不丢弃一些分组,在路由器缓存溢出的情况下,随后到达路由器的分组都会被丢弃,直接影响着系统的性能。

(2) 资源利用率降低,无效利用率增加。例如:拥塞发生时,路由器缓存通往链路的分组都会被丢弃,造成这些链路得不到充分利用,降低了资源的有效利用率。

(3) 导致拥塞崩溃的发生,这是最严重的后果。此时,几乎无任何有效的数据传输,网络进入死锁状态。

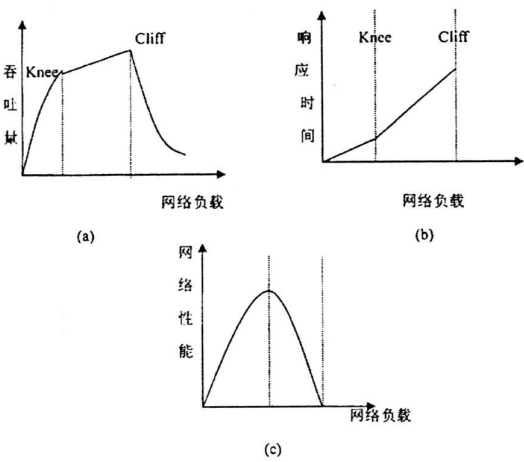


图1 网络负载与吞吐量、响应时间及网络性能的关系
描述了网络负载和吞吐量、延时、网络性能之间的关系。当网络负载较小时,吞吐量基本上随着负载的增长而增长,呈线性关系,延迟增长缓慢。当负载达到网络容量时,吞吐量缓慢增长,而延迟急剧增加,这一点称为膝点(Knee)。如

* 作者简介:魏星(1980-),男,四川资中人,桂林航天工业高等专科学校计算机系教师。桂林电子科技大学2007级硕士研究生,研究方向:计算机网络技术及应用。

3 网络拥塞产生的原因

网络产生拥塞的根本原因在于用户(或叫端系统)提供给网络的负载(load)大于网络资源(包括链路带宽、存储容量和处理器处理能力等)的容量。由于网络中有限的资源是由多个用户共享使用,网络无法根据资源的情况限制用户的数量,随着用户和应用的不断增加,必然会导致网络发生拥塞。拥塞产生的主要原因有:

(1) 存储空间不足。当几个数据流需要同一个端口时,它们就必须排队,如果没有足够的内存空间,数据包就会丢失,即使路由器增加了一定的内存空间,但是网络中的数据经过长时间排队才被转发,也会加重网络拥塞。

(2) 网络资源有限。当网络中出现太多的分组,超出了网络的承受能力时,出现拥塞。例如,网络带宽容量不足,当高速数据流在低速链路上传输时会产生拥塞;路由器处理能力弱、速度慢,跟不上高速链路时,也会产生拥塞。

(3) 另外,TCP/IP 协议拥塞控制机制中的缺陷,Internet 资源和流量分布的不均衡性,用户的恶意攻击等现象都会造成的网络拥塞。

当然,在目前的 Internet 中,网络拥塞产生的原因有很多,是无法避免的。网络拥塞并不可怕,世界上没有哪个城市没有出现过交通阻塞问题,即使它的交通管理水平再高,也还是有可能存在车辆数量的膨胀和道路容量之间的矛盾。我们必须采取积极主动的策略控制和避免拥塞,把拥塞发生的可能性降到最低,即使在发生拥塞后也能及时地恢复到正常运行状态。

4 避免拥塞的策略

对于数据网络中的拥塞问题,主要涉及两个方面,一是拥塞的避免(Congestion Avoidance),另一方面是当拥塞发生后如何进行调整。俗话说“一分预防抵得上十分治疗”,因此,我们可以使用各种方法来避免拥塞。例如:

(1) 合理设计网络拓扑结构,这是提高网络性能的关键。针对不同的节点采用不同的拓扑结构,比如,对于某些重要节点,应设计成网状拓扑结构,增加冗余度,使该节点

具有冗余的出入路径,采用 OSPF 协议,可以动态选择最佳路径。

(2) 合理设计路由器的缓冲区大小。根据路由器所处的网络环境,调整路由器发送和接收缓冲区的大小,获得一个最佳值,使路由器处在一个良好的工作状态,尽量减少拥塞。

(3) 通过增加资源能力来避免拥塞。比如,增加网络带宽,将传输分配在多个路由器进行,也可使用备份路由器来增加网络带宽等。

(4) 均衡链路负载。要使用具有实时负载均衡能力的路由选择算法来均衡各条链路的负载,提高设备利用率。

由此可以看到,网络拥塞控制是提高网络系统总体性能、保证系统长期稳定的主要手段。有研究认为网络拥塞控制必须协调数据源(源端),网络中间节点(路由器,交换机等),乃至客户机一起协同工作,而不是一味地追求集中化或边缘化,这样也许能够最完美地解决拥塞问题。这一点笔者也比较赞同。

5 结束语

总之,关于网络拥塞的问题不可能找到一个十全十美的解决方案。如果网络带宽足够宽,网络的处理能力足够强,那么,在网络上就没有拥塞问题。而实际上,网络的带宽和处理能力是有限的,网络的状况又很难准确预知,这样就很容易导致拥塞。另外,随着人工智能、神经网络等技术的提高,当拥塞发生后,通过反馈机制,来学习网络,使网络有优秀的自适应功能,从而提高了网络传输性能,这样,可能会比较好的解决网络拥塞的问题。当然最有效的解决方案是增加网络硬件设施投入,配以更好的控制策略,来减少网络拥塞,当然这需要大量的资金投入,不一定是最经济的方式。

综上所述,网络拥塞是不可避免的,其实解决网络拥塞问题,只有可能是不断追求拥塞发生概率的最小化。笔者相信,随着科技的不断发展,终究会有一个完善的策略来解决网络拥塞问题。

参考文献

- [1] 李敏,张利萍.网络拥塞控制概述[J].军民两用技术与产品,2006(8).
- [2] 毛奇凤,王岩.TCP 拥塞控制算法研究[J].洛阳工业高等专科学校学报,2006(3).
- [3] 徐远纯,谭小萍.校园网络拥塞控制研究和对策[J].电脑知识与技术,2007(10).
- [4] 武航星,慕德俊.网络拥塞控制算法综述[J].计算机科学,2007(2).
- [5] 罗万明,林闯,阎保平.TCP/IP 拥塞控制研究[J].计算机学报,2001(1).
- [6] 王越,曹长修.基于主动网的拥塞控制研究[J].计算机工程与科学,2002(3).
- [7] 潘巍,王明政,李建华.主动网络拥塞控制的研究与实现[J].计算机工程,2004,(20).

(责任编辑 李卫华)