

关于 FRPISCN 网络拥塞控制的研究^{*}

罗源明, 黎瑞麟, 刘 梅
(中山大学信息科学与技术学院, 广东 广州 510275)

摘 要: 有关网络的拥塞控制是网络设计和管理中一个重要问题. 论述基于帧中继网络开发的专用综合服务通信网络 (FRPISCN) 的拥塞控制的特点和实施拥塞控制的方法.

关键词: 拥塞控制; 流量控制; 分组丢弃; 正向显式拥塞通知 (FECN); 时延; 反向显式拥塞通知 (BECN)

中图分类号: TP393.03 文献标识码: A 文章编号: 0529-6579 (2001) 02-0024-03

在网络通信中, 当到达通信子网某一部分的分组数目高于一定水平时, 该部分网络节点来不及处理这些分组, 从而使这部分以至整个网络的性能下降, 即发生网络拥塞现象. 此时节点的队列快速增长, 缓冲区空间很快被全部占满^[1], 以至造成分组丢失, 而发送这些被丢失分组的源结点在没有得到分组被接收确认前, 还会重新发送这些分组, 使得网络负荷急剧增加. 这种恶性循环的结果, 将使得网络的有效吞吐量接近于零. 显然在开发一个网络应用系统时, 设计一种有效的网络拥塞控制系统, 首先能对拥塞进行高效的预防和回避, 而当某种原因造成网络拥塞时, 又能够尽快排除拥塞、恢复拥塞发生前的良好的网络状态是非常重要的.

1 FRPISCN 网络的拥塞问题

FRPISCN 网络是基于帧中继 FR (frame relay) 开发出来的一个专用综合服务通信网络. 它的拥塞问题除了 FR 网络拥塞所共有的问题外, 还有一些特殊的问题.

在 FRPISCN 网络的业务处理过程中, 呼叫期、分组适配/传输期等不同阶段都会出现不同的拥塞, 即呼叫拥塞, 分组适配/传输拥塞. 其中呼叫拥塞是用户申请建立通信连接过程中, 没有被网络所接受; 分组适配/传输拥塞是用户需要传送信息时, 因受到网络资源的限制而造成分组时延增大, 分组丢弃甚至连接中断而不能正常完成传送任务. 这些拥塞是相互关联的. 通过分析, 可以清楚地看到拥塞与网络的负荷量、网络

可允许的通过量、分组时延值有密切关系^[2] (图 1).

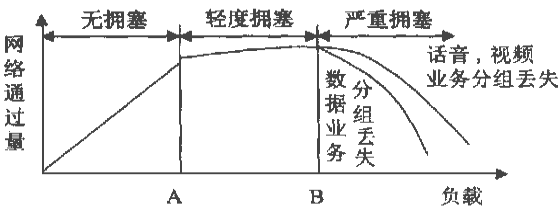


图 1 网络分组通过量与拥塞状态关系
Fig 1 Relationship between network package loading and congestion

从图 1 中可清楚地看到无拥塞时, 网络的负载与通过量相同; 轻度拥塞阶段, 进入网络的负载不能全部快速地通过网络, 出现部分分组滞留现象. 当网络负荷继续增加超过 B 点后, 网络的有效通过量不但不会因负载的增加而增大, 而是急剧地减少, 特别是对时延敏感的数据分组减少得更快. 这时网络发生严重拥塞. 数据业务较之语音和视频业务更快减少的原因是对于数据业务, 接收端在规定时间内没有收到相应分组时, 就要请求发送端重发该分组, 这样就大大地增加了网络传输无用信息的负担. 语音和视频业务分组虽然无需重传, 但分组时延的增加和分组的丢弃将会导致接收端原有信息的严重失真.

图 2 表明, 在网络负载轻时, 网络不产生拥塞, 分组时延小, 在图中的 AB 区间中, 网络负载增加分组时也有一定的增加, 网络产生轻度拥塞, 当网络负载继续增加超过 B 点时, 网络产生严重拥塞, 实时性的语音和视频业务比数据业

^{*} 基金项目: 广州市科委重点攻关项目资助 (98-018-425085)
收稿日期: 2000-10-16; 作者简介: 罗源明 (1946—), 男, 副教授.
(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

务的时延敏感性更强。

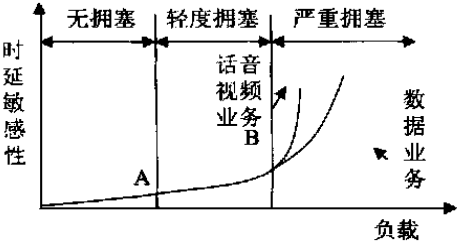


图 2 时延与拥塞状态关系

Fig 2 Relationship between the delay and the congestion

2 拥塞回避方法

我们对 FRPISCN 网络的拥塞控制的基本策略是：首先针对拥塞发生的特点，采取预防性的措施，尽量避免拥塞发生，在拥塞发生时，则及时采取相应措施处理拥塞尽快消除拥塞，如果出现较多的突发拥塞而使分组传输过程受损时，则宁可减少服务的用户数而保证通信质量，即是通过增大呼叫拥塞来减少分组适配/传输拥塞。

拥塞回避是在网络处于轻度拥塞时采取的措施，目的是试图避免网络进入严重的拥塞区，在 FRPISCN 中采用如下的拥塞回避方法。

2.1 阻止呼叫

当得知网络出现拥塞时，链路控制层的呼叫/连接控制实体不再接受新的连接请求。

2.2 实施拥塞流量控制

拥塞流量控制策略的实现需要用户和网络之间的密切合作，当网络向用户发出拥塞通知时，用户要相应地减少流入网络的业务分组量。

我们采用基于中央信令控制器的拥塞流量控制方法。其运行机制是：网络内各个节点周期地向中央信令控制器的网络控制层、汇报本节点的网络资源状态；当中央信令控制器发现网络中某一节点出现拥塞时，则向各有关节点发出拥塞通知，并对流经该节点的各条 VC (virtual circuit) 的源节点发送控制分组，要它们作出相应的响应；再由该节点的链路控制层与发送端用户重新进行流量协议的再协商，根据网络拥塞的不同程度，按不同的分组减少速率动态地重构网络参数，减慢发送端用户向网络发送信息分组。使用这种拥塞控制方法，可对网络拥塞快速地实施控制，有效地防止网络拥塞的蔓延。

另外，基于中央信令控制器的流量控制机制还可以应用在网络的非拥塞状态，以提高网络带

宽的利用率^[3]。当中央信令控制器网络控制层发现网络资源有较多空闲时，可向某些有需要扩大带宽的 VC 提供服务，通过向该 VC 的源节点发出允许其扩大带宽的控制分组，使该节点的呼叫/连接控制实体与发送端用户进行重新协商，根据网络资源空闲的不同程度，增加其使用的带宽，重构流量控制协议，加快用户的分组发送速率，从而充分利用网络资源，提高网络的效率。

3 拥塞—恢复—控制方法

这里的拥塞恢复是指当网络出现严重拥塞状态时，采取相应措施，尽快消除网络拥塞，使网络恢复到正常的运行状态。

在 FRPISCN 中，我们根据不同的业务类型而采取不同的拥塞—恢复—控制方法。

3.1 自动路由切换

如果是因为网络的某部分故障或处理能力下降而造成拥塞时，由中央信令控制器的网络控制层重新调整和配置 VC，并向相关的网络节点发出控制分组，有关网络节点根据中央信令控制器的要求进行新路由切换。

3.2 选择性丢弃分组

由于话音和视频图像业务是等时服务，对时间敏感，而且没有使用重传机制；而对于数据业务是非等时服务，对时间不敏感，而且使用了重传机制，所以当网络拥塞发生时，可以先对话音和视频图像业务的分组采用丢弃方法，第一批丢弃的分组是哪些 DE (discard eligibility)^[4] 位为 1 的分组，以减少网络的负载、降低网络拥塞的程度。

对于视频图像业务，由于采用了分层编码策略，将组成视频图像主要部分的信息帧，设置为 DE=0 的分组流进行传送，而将剩下的细节部分或微小变化部分的信息帧，设置为 DE=1 的分组流。当网络拥塞时，把 DE=1 的视频图像的信息帧丢弃，对整个视频图像的效果不会有大的影响。

对于话音业务，虽然在用户设备将话音信号送入网络时没有携带 DE 信息，但在话音信号网络接入节点处，以一定的分组间隔对部分话音分组的 DE 置为 1，所以在网络拥塞出现时，将 DE=1 的话音分组丢弃，对话音传送也不会有严重影响。

对于数据业务分组不能采取丢弃分组的方

法, 若采用丢弃分组的方法, 则会导致更多分组的重传, 将加剧网络拥塞. 对数据业务只能用减少源节点发送分组的速率来降低网络的负载, 减轻网络拥塞.

3.3 中断连接

如果网络拥塞继续严重存在, 就采取中断一些优先级较低的连接, 以确保优先级高的连接继续使用网络, 并使拥塞尽快消除, 恢复网络的正常运行.

拥塞控制的实质是网络带宽控制的一个重要方面, 避免和解决拥塞现象与网络控制层、链路控制层和业务控制层都有关系. 我们正是以 3 个

控制层的协调操作来进行共同控制, 所以能得到较好的效果.

参考文献:

[1] 汤子瀛, 汤小丹. 计算机网络技术及其应用[M] . 成都: 电子科技大学出版社, 1999. 62
[2] TANENBAUM A S. Computer network[M] . Third ed. 北京: 清华大学出版社, 1999. 286.
[3] 赵键. 主动网络技术在网络拥塞中的控制策略[A] . 见: '99 青岛—香港国际计算机会议论文集[D] . 1999. 446—451.
[4] 赵慧玲. ATM、帧中继、IP 技术与应用[M] . 北京: 电子工业出版社, 1999. 105.

The Research of the FRPISCN Network Congestion Control

LUO Yuan-ming, LI Rui-lin, LIU Mei

(Information Science and Technology College, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Network congestion control is a very important problem of network designing and management. This paper discusses the characters of congestion control and methods to congestion on the private integrated service communication network (FRPISCN) which is based on frame relay network.

Keywords congestion control; flow control; package discarded; forward explicit congestion notification (FECN); time delay; backward explicit congestion notification (BECN)

(上接第 9 页)

A Two Dimensional Object Layout Algorithm Based on Evolutionary Computation

HOU Guang-kun, LI Ming

(Department of Computer Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: The two dimensional object layout problem, i. e. layout two dimensional polygonal pieces of some material inside a rectangular sheet of stock material of fixed width and minimum length, has been proved to be an NP complete combinatorial optimization problem, and it is hard to obtain a satisfying solution by traditional methods. In this paper, an Evolutionary Computation (EC) based algorithm about this problem is proposed and implemented, and also applied to an apparel CAD system, showing that it is very good at solving layout problem. In order to encode the problem's candidate solutions, the problem is transformed into its equivalent form about polygon motion planning. The algorithm adopts current optimal algorithms about polygon motion planning in decoding and evaluating candidate solutions.

Keywords: evolutionary computation; combinatorial optimization problem; layout; polygon motion planning; apparel CAD