

第 12 章思考题

- 1、什么是拥塞？其主要特点是什么？拥塞控制的目的是什么？
- 2、任意一个给定网络节点（交换机或路由器）中都有_____个或多个 I/O 端口与其它节点相连，有_____个或多个 I/O 端口与端系统相连。
- 3、解释网络节点中的 I/O 端口以及每个 I/O 端口缓存的实现方案。
- 4、理想的网络性能的三个衡量指标是什么，归一化负载取值多少，它们达到理想值？
- 5、简述网络的实际性能。
- 6、拥塞控制的主要技术有哪些？并描述分类情况。
- 7、通信量管理除包含拥塞控制技术和丢弃规则以外，还需考虑哪些因素和策略？
- 8、传统的分组交换网中，主要有哪些拥塞控制机制？
- 9、ATM 网络的关键性能问题有那几个？
- 10、假定 CERnet 在清华的全国网管中心通过 ATM 传输干线向东南大学的华东北网管中心传输批量信息，如果华东北网管中心接收到网络拥塞指示并向全国网管中心全国发送拒绝报文。那么，从发送拒绝报文到对方接收到该报文这段时间，全国网管中心已向这条 ATM 干线发送了多少个信元？设线路长 1000 千米。
- 11、在以 ATM 网络 CBR 速率支持的 B-ISDN 上召开远程视频会议，信元速率 $R = 1\text{M}$ 信元/秒，从源站第一个信元插入后算起，第一个信元和第二个信元都花 10 微秒到达目的站，如第一个信元的交付时间变量 $V(0)$ 为 3 微秒，问第二个信元从发送到交付共需多少时间？
- 12、有两个通过 UNI 建立的 ATM 连接，连接 A 支持 53Mbps 速率，连接 B 支持 155Mbps 速率，假定连接 A 与连接 B 几乎同时发送数据，哪个连接的信元被延迟，产生多少信元时延偏差？
- 13、ATM 网络的 QoS 主要包括哪些属性？
- 14、PCR 与 MCR 有何区别？
- 15、一个用户想每微秒平均发送一个信元，且能在峰值时间每纳秒发送一个信元。然而用户需要能够保证每毫秒发送一个信元。问 MCR、PCR、SCR 各是多少？
- 16、如果网络在 10000 个信元中丢失了 5 个，并有 2 个信元出错？问 CLR 是多少？CER 是多少？
- 17、简述通信量与拥塞控制框架中分别对应四种时序的通信量控制功能和拥塞控制功能。
- 18、VPC 提供了将类似的多条 VCC 合并为一组的简便资源管理方法，使这些 VC 共享 VP 容量和性能特性。使用这样的连接有哪几类应用？
- 19、网络向 VPC 分配容量的两种可选策略是什么？
- 20、指出连接许可控制中定义服务质量的通信量参数与通信量类型的对应关系。
- 21、使用参数控制中，当发现与通信量合约不一致的信元时，最简单的策略是什么？
- 22、列举通信量整形技术的例子。
- 23、用伪代码描述适用于 ATM-ABR 的闭环拥塞控制的规则算法（参考教材第 323 页倒数第 9 行至倒数第 6 行以及第 324 页顶上的规则表）。
- 24、列举 ATM-ABR 的闭环拥塞控制中提供速率控制反馈的主要方法。
- 25、帧中继如何处理流量与拥塞？
- 26、帧中继如何重传丢弃的帧？
- 27、DE 比特对拥塞有何作用？
- 28、BECN 比特如何通知发送方网络拥塞？
- 29、FECN 比特如何通知接收方网络拥塞？
- 30、帧中继交换机输出速率是否真正是恒定速率？为什么？
- 31、许诺突发数据长度（许诺突发业务量）与许诺信息速率有何关系？

第 12 章思考题参考答案

1、什么是拥塞？其主要特点是什么？拥塞控制的目的是什么？

解答

网络通信量或者说通过任意网络传输的分组（帧、信元或数据报）的数量接近网络对分组的最大处理能力时，将产生拥塞。

拥塞的主要特点是具有扩散性，往往因一个节点的过载会造成网络局部的拥塞甚至全网的瘫痪。

拥塞控制的目的是将网络通信量维持在某个水准之下，超过该水准，网络性能极有可能发生拥塞。

2、任意一个给定网络节点（交换机或路由器）中都有_____个或多个 I/O 端口与其它节点相连，有_____个或多个 I/O 端口与端系统相连。

解答

1, 0

3、解释网络节点中的 I/O 端口以及每个 I/O 端口缓存的实现方案。

解答

网络节点中的一个 I/O 端口实际上是连接到其它网络节点或端系统的一条链路的接口，它包含着输入和输出两个缓存以及控制逻辑。

I/O 端口输入缓存和输出缓存的实现有两种方案。一种是，每个 I/O 端口有两个固定大小的存储区分别作为输入缓存和输出缓存。另一种是，每个 I/O 端口有两个大小可变的输入缓存与输出缓存，并提供一块共享存储区连接到所有端口，共各缓存动态分配容量。

4、理想的网络性能的三个衡量指标是什么，归一化负载取值多少，它们达到理想值？

解答

教材中考察的理想的网络性能的三个衡量指标分别是归一化吞吐率、时延和网络处理能力。归一化负载分别取值 1、0.8、0.5 时，这三个参数分别达到理想值。

5、简述网络的实际性能。

解答

负荷较轻时，网络吞吐率的增长与负载增长基本上是一种线性关系，网络吞吐率相关的网络利用率也与负载成正比。当网络负载增加到某个门限时，网络吞吐率的增长比起负载增长越来越缓，继续增加负载，网络产生拥塞，网络吞吐率反而迅速下降，直至吞吐率为 0，网络阻死。同样，网络时延到达该门限时，会急剧增加，直至无穷。

6、拥塞控制的主要技术有哪些？并描述分类情况。

解答

拥塞控制技术分为两类：一类是隐式拥塞信令，一类为显示拥塞信令。

隐式拥塞信令通过逐渐开始拥塞造成的网络性能降低，使得源站感受到时延增加（通过反压效应或者目的站对源站的回应时延明显变长），或者引起连续的分组丢弃，由目的站向源站反馈请求重发，使源站知道可能产生了拥塞。

显示拥塞信令是网络中某个节点感受到拥塞或预测出可能即将发生拥塞，明确给予拥塞指示（报文或者某（一或几）个与拥塞相关的标志比特）。这种指示或者采用反向策略，直

接通知源站减轻进入网络的通信量；或者采用前向策略，通知目的站，由目的站将拥塞情况反馈给源站。显示拥塞控制信令方式分为三类，一类是二进制的，如帧中继中将地址字段中的一些比特置位的方式。第二类是称基于信用量的，如适用于 ATM 的 VBR 服务的一种通信量整形技术——令牌桶。还有一类是基于速率的，如 ATM 的 ABR 通信量管理的 ACR 闭环反馈控制技术。

7、通信量管理除包含拥塞控制技术和丢弃规则以外，还需考虑哪些因素和策略？

解答

公平性，服务质量（QoS），预约

8、传统的分组交换网中，主要有哪些拥塞控制机制？

解答

- 1) 由拥塞节点向部分或全部源节点发送控制分组；
- 2) 依据路由选择信息，避开拥塞的路径；
- 3) 发送端到端探测分组；
- 4) 交换节点在分组经过时在分组内填加拥塞信息

9、ATM 网络的关键性能问题有那几个？

解答

主要有两个。一个是时延迟滞/速度的影响（Latency / Speed Effect），另一个是信元时延偏差（Cell Delay Variation）。

10、假定 CERnet 在清华的全国网管中心通过 ATM 传输干线向东南大学的华东北网管中心传输批量信息，如果华东北网管中心接收到网络拥塞指示并向全国网管中心全国发送拒绝报文。那么，从发送拒绝报文到对方接收到该报文这段时间，全国网管中心已向这条 ATM 干线发送了多少个信元？设线路长 1000 千米。

解答

$$\text{信元数} = [(1000 \times 10^3) \div (2 \times 10^8)] \div (2.8 \times 10^{-6}) = (5 \times 10^{-3}) \div (2.8 \times 10^{-6}) = 1786 \text{ 个}$$

11、在以 ATM 网络 CBR 速率支持的 B-ISDN 上召开远程视频会议，信元速率 $R = 1\text{M}$ 信元/秒，从源站第一个信元插入后算起，第一个信元和第二个信元都花 10 微秒到达目的站，如第一个信元的交付时间变量 $V(0)$ 为 3 微秒，问第二个信元从发送到交付共需多少时间？

解答

已知第二个信元传输时延 10 微秒；

求出信元插入时间 $\delta = 1/10^6 = 10^{-6}$ ；

第二个信元的交付时间变量

$$\begin{aligned} V(1) &= V(0) - [t_1 - (t_0 + \delta)] = 3 \times 10^{-6} - [10 \times 10^{-6} - (10 \times 10^{-6} + 10^{-6})] \\ &= 3 \times 10^{-6} + 10^{-6} = 4 \times 10^{-6}, \text{ 即 } 4 \text{ 微秒} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{第二个信元从发送到交付的总时间} &= \text{信元插入时间} + \text{信元传输时延} + \text{交付时间变量} \\ &= 1 + 10 + 4 = 15 \text{ 微秒。} \end{aligned}$$

12、有两个通过 UNI 建立的 ATM 连接，连接 A 支持 53Mbps 速率，连接 B 支持 155Mbps 速率，假定连接 A 与连接 B 几乎同时发送数据，哪个连接的信元被延迟，产生多少信元时

延偏差？

解答

连接 A 生成数据块的时间为 $(48 \times 8) \div (53 \times 10^6) = 7.28 \times 10^{-6}$

连接 B 生成数据块的时间为 $(48 \times 8) \div (155 \times 10^6) = 2.48 \times 10^{-6}$

忽略 ATM 信元封装和交付给物理层的时间开销，由于连接 B 的速率快，可以连续交付几个信元给物理层后，连接 B 才完成数据块生成及信元封装。

连接 B 在交付第 3 个信元给物理层过程中，连接 A 将生成好的数据块封装成信元也打算交付，但此时与连接 B 时间上重叠，所以连接 A 的该信元被延迟，需等待连接 B 的第 3 个信元交付后才轮到自己交付。

由于连续交付连接 B 的 3 个信元的时间为 $2.48 \times 10^{-6} \times 3 = 7.44 \times 10^{-6}$ ，而连接 A 在交付第 1 个信元前花 7.28×10^{-6} 秒，需要再等待 $7.44 \times 10^{-6} - 7.28 \times 10^{-6} = 0.16 \times 10^{-6}$ 秒才能交付给物理层，即产生了 0.16 微秒的信元时延偏差。

13、ATM 网络的 QoS 主要包括哪些属性？

解答

与用户相关的属性有：

SCR：持续信元速率

PCR：峰值信元速率

MCR：最小信元速率

CVDT：信元时延偏差容限

与网络相关的属性有：

CLR：信元丢弃率

CTD：信元传输时延

CDV：信元时延偏差

CER：信元误码率

14、PCR 与 MCR 有何区别？

解答

PCR 定义了发送方的最大信元速率，而 MCR 则是发送方可接受的最小信元速率。

15、一个用户想每微秒平均发送一个信元，且能在峰值时间每纳秒发送一个信元。然而用户需要能够保证每毫秒发送一个信元。问 MCR、PCR、SCR 各是多少？

解答

MCR 设为每毫秒发送一个信元，即 10^3bps ；PCR 设为每纳秒发送一个信元，即 10^9bps ；SCR 设为每微秒发送一个信元，即 10^6bps 。

16、如果网络在 10000 个信元中丢失了 5 个，并有 2 个信元出错？问 CLR 是多少？CER 是多少？

解答

$\text{CLR} = 5/10000 = 5 \times 10^{-4}$ ； $\text{CER} = 2/10000 = 2 \times 10^{-4}$ 。

17、简述通信量与拥塞控制框架中分别对应四种时序的通信量控制功能和拥塞控制功能。

解答

长期连接和请求建立连接的连接持续时间这两种情况只实现通信量控制功能，对于长

期，利用 VP 进行网络资源管理；对于连接持续时间，采用连接许可控制。

往返传播时间和信元插入时间这两种时刻，实现通信量控制和拥塞控制两方面功能。对于往返传播时间，通信量控制为快速资源管理，拥塞控制功能包括显式前向拥塞指示和 ABR 流量控制；对于信元插入时间，通信量控制有使用参数控制、信元优先级控制、通信量整形等技术，拥塞控制为选择性信元丢弃。

18、VPC 提供了将类似的多条 VCC 合并为一组的简便资源管理方法，使这些 VC 共享 VP 容量和性能特性。使用这样的连接有哪几类应用？

解答

- 1) VPC 在一对 UNI 之间建立连接，支持用户到用户应用；
- 2) VPC 通过一个 UNI 建立用户设备到网络节点之间的连接，支持用户到网络的应用；
- 3) VPV 通过 NNI 建立的两个网络之间的连接，支持网络到网络应用。

19、网络向 VPC 分配容量的两种可选策略是什么？

解答

- 一种是聚集峰值需求，将 VPC 容量设置为其包含的各 VCC 最大数据率的总和；
另一种为统计复用，将 VPC 容量设置为等于或略大于各 VCC 的平均数据率之和。

20、指出连接许可控制中定义服务质量的通信量参数与通信量类型的对应关系。

解答

一组为峰值信元速率（PCR）及其相关的信元时延偏差（CDV），适应的通信量类型为 CBR 和 VBR；另一组为持续信元速率（SCR）及其相关的突发容限（CVDT），适应的通信量类型只有 VBR。这两组参数除用于连接许可控制外，也用于使用参数控制。

21、使用参数控制中，当发现与通信量合约不一致的信元时，最简单的策略是什么？

解答

优先级控制策略。将这些不守约信元的优先级降低，即把该信元首部的 CLP 置为 1，当遇到拥塞，可采用选择性信元丢弃的拥塞控制方法，丢弃部分这样的信元。

22、列举通信量整形技术的例子。

解答

令牌桶。

23、用伪代码描述适用于 ATM-ABR 的闭环拥塞控制的规则算法(参考教材第 323 页倒数第 9 行至倒数第 6 行以及第 324 页顶上的规则表)

解答

```
if CI = 1 then
    ACR = ACR - RDF*ACR
    ACR = Max ( MCR, Min ( ER, ACR) )
else
    if NI = 0 then
        ACR = ACR + RIF*PCR
        ACR = Max ( MCR, Min ( ER, PCR, ACR) )
    else
        ACR = Max ( MCR, Min ( ER, ACR) )
    end if
end if
if ACR > ER then
    ACR = Max ( ER, MCR)
end if
```

24、列举 ATM-ABR 的闭环拥塞控制中提供速率控制反馈的主要方法。

解答

设置 EFCI (显示前向拥塞指示) ; 设置相对速率 ; 设置显式速率。

25、帧中继如何处理流量与拥塞 ?

解答

通过帧的地址字段中backward explicit congestion notification (BECN)比特和forward explicit congestion notification (FECN)比特来实现了流量和拥塞控制。

26、帧中继如何重传丢弃的帧 ?

解答

由发送方负责从拥塞中恢复并重传丢弃的帧。

27、DE 比特对拥塞有何作用 ?

解答

DE 比特指示帧的优先级,如果该 DE 比特置位,当流中出现具有优先级 0 的其它帧时,如果发生拥塞,网络可能会丢弃 DE 比特置位的此帧,和 ATM 的 CLP 作用相似。

28、BECN 比特如何通知发送方网络拥塞 ?

解答

BECN 比特向发送方警示网络中的拥塞,由交换机在接收方的用户响应帧中设置该指示,或者使用预先确定的连接发送专用帧。

29、FECN 比特如何通知接收方网络拥塞 ?

解答

在帧中设置 FECN 比特,将向接收方警示网络中的拥塞。

30、帧中继交换机输出速率是否真正是恒定速率？为什么？

解答

帧中继采用称为漏桶(和令牌桶相似的机制,令牌桶是漏桶的发展)的通信量整形方法,因此并不是绝对的恒定速率,数据的平均速率是恒定的,但用户可以发送突发数据。

31、许诺突发数据长度(许诺突发业务量)与许诺信息速率有何关系？

解答

$$CIR = Bc / T$$