

计算机网络要点计算题（2021 年）

(计算机网络第七版——谢希仁)

- 1、(1) 试在下列条件下比较电路交换和分组交换。要传送的报文共 x (bit)。从源点到终点共经过 k 段链路，每段链路的传播时延为 d (s)，数据率为 C (b/s)。在电路交换时电路的建立时间为 s (s)。在分组交换时分组长度为 p (bit)，且各结点的排队等待时间可忽略不计。问在怎样的条件下，分组交换的时延比电路交换的要小？（提示：画一下草图观察 k 段链路共有几个结点。）

答：对电路交换，

当 $t=s$ 时，链路建立；

当 $t=s+x/C$ ，发送完最后一 bit；

当 $t=s+x/C+kd$ ，所有的信息到达目的地。

对分组交换，

当 $t=x/C$ ，发送完最后一 bit；

为到达目的地，最后一个分组需经过 $k-1$ 个分组交换机的转发，每次转发的时间为 p/C ，所以总的延迟 = $x/C + (k-1)p/C + kd$

所以当分组交换的时延小于电路交换 $x/C + (k-1)p/C + kd < s + x/C + kd$ 时，

$(k-1)p/C < s$

- (2) 在上题的分组交换网中，设报文长度和分组长度分别为 x 和 $(p+h)$ (bit)，其中 p 为分组的数据部分的长度，而 h 为每个分组所带的控制信息固定长度，与 p 的大小无关。通信的两端共经过 k 段链路。链路的数据率为 b (bit/s)，但传播时延和结点的排队时间均可忽略不计。若打算使总的时延为最小，问分组的数据部分长度 p 应取为多大？

答：分组个 x/p ，传输的总比特数： $(p+h)x/p$

源发送时延： $(p+h)x/pb$

最后一个分组经过 $k-1$ 个分组交换机的转发，

中间发送时延： $(k-1)(p+h)/b$

总发送时延 D = 源发送时延 + 中间发送时延 $D = (p+h)x/pb + (k-1)(p+h)/b$ 令其对 p

的导数等于 0，求极值 $p = \sqrt{hx/(k-1)}$

2、共有4 个站进行码分多址CDMA 通信。4 个站的码片序列为：

A: (-1 -1 -1 +1 +1 -1 +1 +1) B: (-1 -1 +1 -1 +1 +1 +1 -1)

C: (-1 +1 -1 +1 +1 +1 -1 -1) D: (1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 -1)

现收到这样的码片序列：(-1 +1 -3 +1 -1 -3 +1 +1)。问哪个站发送数据了？发送数据的站发送的1 还是0？

答： $S \cdot A = (+1 -1 +3 +1 -1 +3 +1 +1) / 8 = 1$, A 发送1

$S \cdot B = (+1 -1 -3 -1 -1 -3 +1 -1) / 8 = -1$, B 发送0

$S \cdot C = (+1 +1 +3 +1 -1 -3 -1 -1) / 8 = 0$, C 无发送

$S \cdot D = (+1 +1 +3 -1 +1 +3 +1 -1) / 8 = 1$, D 发送1

3、要发送的数据为1101011011。采用CRC 的生成多项式是 $P(x) = x^4 + x + 1$ 。试求应添加

在数据后面的余数。数据在传输过程中最后一个1 变成了0，问接收端能否发现？

若数据在传输过程中最后两个1 都变成了0，问接收端能否发现？

答：添加的检验序列为1110 (11010110110000 除以10011)

数据在传输过程中最后一个1 变成了0，11010110101110 除以10011，余数为011，不为0，接收端可以发现差错。

数据在传输过程中最后两个1 都变成了0，11010110001110 除以10011，余数为101，不为0，接收端可以发现差错。

4、一个PPP 帧的数据部分（用十六进制写出）是7D 5E FE 27 7D 5D 7D 5D 65 7D 5E。

试问真正的数据是什么（用十六进制写出）？

答：7E FE 27 7D 7D 65 7E。

5、PPP 协议使用同步传输技术传送比特串0110 1111 1111 1100。试问经过零比特填充后变成怎样的比特串？若接收端收到的PPP 帧的数据部分是

00 0111 0111 1101 1111 0110，问删除发送端加入的零比特后变成怎样的比特串？

答：第一个比特串：经过零比特填充后编程 0110 1111 1011 1110 00

另一个比特串：删除发送端加入的零比特后变成 0001 1101 1111 1111 1110。

6、假定1km 长的CSMA/CD 网络的数据率为1Gb/s。设信号在网络上的传播速率为200000km/s。求能够使用此协议的最短帧长。

答：对于1km 电缆，单程传播时间为 $1 \div 200000 = 5 \times 10^{-6}$ s，即5us，

来回路程传播时间为10us。

为了能够按照CSMA/CD 工作，最短帧的发射时间不能小于10us。以1Gb/s 速率工作，10us可以发送的比特数等于：

$$1 \times 10^9 \times 10 \times 10^{-6} = 10000 \text{ bit}$$

因此，最短帧是10000 位或1250 字节长。

7、假定在使用CSMA/CD 协议的10Mb/s 以太网中某个站在发送数据时检测到碰撞，执行退避算法时选择了随机数r=100. 试问这个站需要等多长时间后才能再次发送数据？如果是100Mb/s 的以太网呢？

答：协议规定基本退避时间为争用期 $2r$ ，对10Mb/s的以太网，具体的争用期时间为51.2 μ s，对100Mb/s的以太网，具体的争用期时间为5.12 μ s，故

对于10Mb/s 的以太网，等待时间是 $r \times 51.2 \times 10^{-6} = 5.12 \text{ ms}$

对于100Mb/s 的以太网，等待时间是 $r \times 5.12 \times 10^{-6} = 512 \mu\text{s}$

8、(1) 假定站点A 和B 在同一个10Mb/s 以太网网段上。这两个站点之间的时延为225 比特时间。现假定A 开始发送一帧，并且在A 发送结束之前B 也发送一帧。如果A 发送的是以太网所容许的最短的帧，那么A 在检测到和B 发生碰撞之前能否把自己的数据发送完毕？换言之，如果A 在发送完毕之前并没有检测到碰撞，那么能否肯定A 所发送到帧不会和B发送的帧发生碰撞？（提示：在计算时应当考虑到每一个以太网帧在发送到信道上时，在MAC帧前面还要增加若干字节的前同步码和帧定界符）

答：以太网规定最小帧长为64B，同步码8B，

设在 $t=0$ A 开始发送。

$t = (64+8) \times 8 = 576 \text{ bit}$ 时间，A 应当发送完毕。

$t=225$ 比特时间，B 就检测出A 的信号。只要B 在 $t=224$ 比特时间之前发送数据，A 在发送完毕之前就一定检测到碰撞。就能够肯定以后也不会再发送碰撞了。

如果A 在发送完毕之前并没有检测到碰撞，那么就能够肯定A 所发送到帧不会和B

发送的帧发生碰撞（当然也不会和其他的站点发送碰撞）。

(2) 在上题中的站点A 和B 在 $t=0$ 时同时发送了数据帧。当 $t=255$ 比特时间, A 和B 同时检测到发送了碰撞, 并且在 $t=225+48=273$ 比特时间完成了干扰信号的传输。A 和B 在CSMA/CD算法中选择不同的 r 值退避。假定A 和B 选择的随机数分别是 $r_A=0$ 和 $r_B=1$ 。试问A 和B各在什么时间开始重传其数据帧? A 重传的数据帧在什么时间到达B?A重传的数据会不会和B 重传的数据再次发送碰撞? B 会不会在预定的重传时间停止发送数据?

答: 记争用期 $t_1=512\text{bit}$ 时间, 传播延迟 $t_2=255\text{bit}$ 时间, 帧间最小间隔 $t_3=96\text{bit}$ 时间, 则

$T_0=0$ 时, A 和B 开始发送数据。

$T_1=255$ 比特时间, A 和B 都检测到碰撞。

$T_2=273$ 比特时间, A 和B 结束干扰信号的传输。 (T_1+48)

$T_3=594$ 比特时间, A 开始发送 ($T_2+t_3+t_2+r_A*t_1=273+96+225+0$)

$T_4=785$ 比特时间, B 再次检测信道。 ($T_2+r_B*t_1=273+512$)如空闲, 则B 在881 比特时间 (T_4+t_3)发送数据。否则再退避。

9、有 10 个站连接到以太网上。试计算一下三种情况下每一个站所能得到的带宽。

(1) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网集线器;

(2) 10 个站都连接到一个 100Mb/s 以太网集线器;

(3) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网交换机。

答: (1) 10 个站都连接到一个 10Mb/s 以太网集线器: 10mbs

(2) 10 个站都连接到一个 100mb/s 以太网集线器: 100mbs

(3) 10 个站都连接到一个 10mb/s 以太网交换机: 10mbs

10、一个 3200 位长的 TCP 报文传到 IP 层, 加上 160 位的首部后成为数据报。下面的互联网由两个局域网通过路由器连接起来。但第二个局域网所能传送的最长数据帧中的数据部分只有 1200 位。因此数据报在路由器必须进行分片。试问第二个局域网向其上层要传送多少比特的数据（这里的“数据”当然指的是局域网看见的数据）?

答: 第二个局域网所能传送的最长数据帧中的数据部分只有 1200bit,

即每个 IP 数据片的数据部分最大长度为 $1200-160=1040(\text{bit})$,

这样 3200bit 的报文要分 4 个数据片, 所以第二个局域网向上传送的比特数等于 $(3200+4\times 160)$, 共 3840bit。

11、 设某路由器建立了如下路由表:

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.128	接口 m0
128.96.39.128	255.255.255.128	接口 m1
128.96.40.0	255.255.255.128	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
* (默认)	——	R4

现共收到 5 个分组, 其目的地址分别为:

(1) 128.96.39.10

(2) 128.96.40.12

(3) 128.96.40.151

(4) 192.153.17

(5) 192.4.153.90

(1) 分组的目的站 IP 地址为: 128.96.39.10。先与子网掩码 255.255.255.128 相与, 得 128.96.39.0, 可见该分组经接口 0 转发。

(2) 分组的目的 IP 地址为: 128.96.40.12。

① 与子网掩码 255.255.255.128 相与得 128.96.40.0, 不等于 128.96.39.0。

② 与子网掩码 255.255.255.128 相与得 128.96.40.0, 经查路由表可知, 该项分组经 R2 转发。

(3) 分组的目的 IP 地址为: 128.96.40.151, 与子网掩码 255.255.255.128 相与后得 128.96.40.128, 与子网掩码 255.255.255.192 相与后得 128.96.40.128, 经查路由表知, 该分组转发选择默认路由, 经 R4 转发。

(4) 分组的目的 IP 地址为: 192.4.153.17。与子网掩码 255.255.255.128 相与后得 192.4.153.0。与子网掩码 255.255.255.192 相与后得 192.4.153.0, 经查路由表知, 该分组经 R3 转发。

(5) 分组的目的 IP 地址为: 192.4.153.90, 与子网掩码 255.255.255.128 相与后得 192.4.153.0。与子网掩码 255.255.255.192 相与后得 192.4.153.64, 经查路由表知, 该分组转发选择

默认路由，经 R4 转发。

- 12、一个数据报长度为 4000 字节（固定首部长度）。现在经过一个网络传送，但此网络能够传送的最大数据长度为 1500 字节。试问应当划分为几个短些的数据报片？各数据报片的数据字段长度、片偏移字段和 MF 标志应为何数值？IP 数据报固定首部长度为 20 字节。

	总长度(字节)	数据长度(字节)	MF	片偏移
原始数据报	4000	3980	0	0
数据报片 1	1500	1480	1	0
数据报片 2	1500	1480	1	185
数据报片 3	1040	1020	0	370

- 13、有如下的 4 个/24 地址块，试进行最大可能性的聚会。

212.56.132.0/24

212.56.133.0/24

212.56.134.0/24

212.56.135.0/24

答：212= (11010100) 2， 56= (00111000) 2

132= (10000100) 2，

133= (10000101) 2

134= (10000110) 2，

135= (10000111) 2

所以共同的前缀有 22 位，即 11010100 00111000 100001，聚合的 CIDR 地址块是：

212.56.132.0/22

- 14、一个自治系统有 5 个局域网。LAN1 至 LAN5 上的主机数分别为：3，91，150，3 和 15。该自治系统分配到的 IP 地址块为 30.138.118/23。试给出每一个局域网的地址块（包括前缀）。

答： 本题的解答有很多种，下面给出两种不同的答案：

	第一组答案	第二组答案
LAN1	30.138.119.192/29	30.138.118.192/27
LAN2	30.138.119.0/25	30.138.118.0/25
LAN3	30.138.118.0/24	30.138.119.0/24
LAN4	30.138.119.200/29	30.138.118.224/27
LAN5	30.138.119.128/26	30.138.118.128/27

15、 假定网络中的路由器 B 的路由表有如下的项目（这三列分别表示“目的网络”、“距离”和“下一跳路由器”）

N1	7	A
N2	2	B
N6	8	F
N8	4	E
N9	4	F

现在 B 收到从 C 发来的路由信息（这两列分别表示“目的网络”“距离”）：

N2	4
N3	8
N6	4
N8	3
N9	5

试求出路由器 B 更新后的路由表（详细说明每一个步骤）。

路由器 B 更新后的路由表如下：

N1	7	A	无新信息，不改变
N2	5	C	相同的下一跳，更新
N3	9	C	新的项目，添加进来
N6	5	C	不同的下一跳，距离更短，更新
N8	4	E	不同的下一跳，距离一样，不改变
N9	4	F	不同的下一跳，距离更大，不改变

16、一个 UDP 用户数据的数据字段为 8192 字节。在数据链路层要使用以太网来传送。试问应当划分为几个 IP 数据报片？说明每一个 IP 数据报字段长度和片偏移字段的值。

答：6 个

数据字段的长度：前 5 个是 1480 字节，最后一个 800 字节。

片偏移字段的值分别是：0，1480，2960，4440，5920 和 7400。

17、假定使用连续 ARQ 协议中，发送窗口大小是 3，而序列范围 [0, 15]，而传输媒体保证在接收方能够按序收到分组。在某时刻，接收方，下一个期望收到序号是 5。

试问：

(1) 在发送方的发送窗口中可能有出现的序号组合有哪几种？

(2) 接收方已经发送出去的、但在网络中（即还未到达发送方）的确认分组可能有哪些？说明这些确认分组是用来确认哪些序号的分组。

答：(1) 无差错（5 前面的全部收到）：(2, 3, 4)

有差错（5 未正确收到）：(3, 4, 5)，(4, 5, 6)，(5, 6, 7)

(2) 因为接收方会发出当前按序接收的最后序号，而序号 1 的确认已经被接收方接收，所以这个序号可能是 2, 3, 4，分别是用来确认 2, 3, 4 序号的分组。

18、主机 A 向主机 B 发送一个很长的文件，其长度为 L 字节。假定 TCP 使用的 MSS (最大数据报长度) 有 1460 字节。

(1) 在 TCP 的序号不重复使用的条件下，L 的最大值是多少？

(2) 假定使用上面计算出文件长度，而运输层、网络层和数据链路层所使用的首部开销共 66 字节，链路的数据率为 10Mb/s，试求这个文件所需的最短发送时间。

解：(1) TCP 报文序号字段为 32 位，故 L_{\max} 的最大值是 $2^{32} - 1$ 字节

(2) 满载分片数 $Q = \{L_{\max} / \text{MSS}\}$ 取整 = 2941758 发送的总报文数

$$N = Q * (\text{MSS} + 66) + \{(L_{\max} - Q * \text{MSS}) + 66\} = 4489122708 + 682 = 4489123390$$

总字节数是 $N = 4489123390$ 字节，发送 4489123390 字节需时间为：

$$N * 8 / (10 * 10^6) = 3591.3 \text{ 秒，即 } 59.85 \text{ 分，约 } 1 \text{ 小时。}$$

19、 主机A向主机B连续发送了两个TCP 报文段，其序号分别为70 和100。试问：

(1) 第一个报文段携带了多少个字节的数据？

(2) 主机B 收到第一个报文段后发回的确认中的确认号应当是多少？

(3) 如果主机B收到第二个报文段后发回的确认中的确认号是180，试问A发送的第二个报文段中的数据有多少字节？

(4) 如果A 发送的第一个报文段丢失了，但第二个报文段到达了B。B 在第二个报文段到达后向A 发送确认。试问这个确认号应为多少？

解：(1) 第一个报文段的数据序号是70 到99，共30 字节的数据。

(2) 确认号应为100.

(3) 80 字节。

(4) 70