



计算机学院 2021-2022(2)《计算机网络》第 2 次作业参考答案 (第 4~5 章)

一、选择题

1. D 2. B 3. C 4. D 5. D 6. A 7. B 8. D 9. B 10. D
 11. C 12. A 13. B 14. B 15. A 16. D 17. A 18. B 19. C 20. C
 21. C 22. C 23. D 24. B 25. D 26. D 27. B 28. C 29. C 30. A
 31. A 32. C 33. A 34. A 35. A

二、填空题

1. (1) $(2^{32}-7000)/1M$ 2. (2) 30.0.0.7 3. (3) 128.202.10.0 4. (4) 网络 5. (5) 20.0.0.6 6. (6) 21
 7. (7) 目的主机 8. (8) 不可靠 9. (9) 默认 10. (10) 静态 11. (11) 202.94.120.255 12. (12) 路由器或网关
 13. (13) 拥塞或拥挤

三、问答题

1. 计算下一跳的方法是将目标地址与路由表中的子网掩码进行相与，如果与该子网掩码所对应的目的网络相同，则目的地址的下一跳就是路由表中该行的下一跳，如果没有目的网络与计算结果相同，则使用默认路由的下一跳。本题没有使用可变长子网掩码，因此遇到第一个与结果相同的目的网络即可停止计算。另外，本路由表中出现了 2 中子网掩码，因此，对于每一个目的网络，最多只需要计算两次。

(1) $128.96.39.10 \& 255.255.255.128 = 128.96.39.0$ ，下一跳为接口 **m0**

(2) $128.96.40.12 \& 255.255.255.128 = 128.96.40.0$ ，下一跳为 **R2**

(3) $128.96.40.151 \& 255.255.255.128 = 128.96.40.128$,

$128.96.40.151 \& 255.255.255.192 = 128.96.40.128$ ，没有匹配项，使用默认的下一跳为 **R4**

(4) $192.4.153.17 \& 255.255.255.128 = 192.4.153.0$

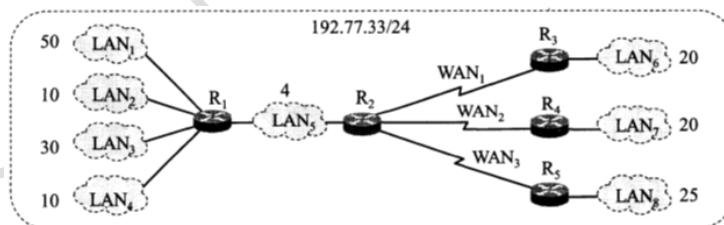
$192.4.153.17 \& 255.255.255.192 = 192.4.153.0$ ，下一跳为 **R3**

(5) $192.4.153.90 \& 255.255.255.128 = 192.4.153.0$

$192.4.153.90 \& 255.255.255.192 = 192.4.153.64$ ，没有匹配项，使用默认的下一跳为 **R4**

2. 这是一个可变长子网掩码题，子网号和主机号可不考虑各减去 2，因此，分配时必须满足每个子网内能够容纳该子网内所需的主机数量即可，去掉主机所需的位数后即为网络号的长度，即网络掩码的长度。分配时可以首先统计各个子网内的主机数量，既可以按主机数量从多到少分配，也可以按主机数量从少到多分配，因此，这种类型的题目通常答案不唯一。

(1) 首先统计各子网的主机数量及其所需要的主机位数，按从多到少顺序为：



子网	主机台数	所需主机位数
Lan1	50	6
Lan3	30	5
Lan8	25	5
Lan6	20	5
Lan7	20	5
Lan2	10	4
Lan4	10	4
Lan5	4	2

下面采用两种分配方案，无论哪一种，必须保证网络前缀的位数和网络地址不完全相同。

(2) 按主机数量从多到少的分配方案(之一)：

Lan1: 网络前缀长度需要 $32-6=26$ 位，共有 $2^{26-24}=2^2=4$ 种网络地址：192.77.33.0/26(192.77.33.00000000)、192.77.33.64/26 (192.77.33.01000000₂)、192.77.33.128/26(192.77.33.10000000₂)、192.77.192./26(192.77.33.11000000₂)，若取 Lan1 的网络地址为 **192.77.33.0/26**，则其余网络可从剩余的三种中通过增加网络前缀选择

Lan3: 网络前缀长度需要 $32-5=27$ 位，假设从 192.77.33.64/26 地址中选择，则共有 $2^{27-26}=2^1=2$ 种选择：192.77.33.64/27 (192.77.33.01000000₂)、192.77.33. 96/27 (192.77.33.01100000₂)，假设选择 **192.77.33. 64/27** 作

为 Lan3 的网络前缀

Lan8: 网络前缀长度需要 $32-5=27$ 位, 同上, 则可将 $192.77.33.96/27$ 作为 Lan8 的网络前缀。

Lan6: 网络前缀长度需要 $32-5=27$ 位, 同理, Lan6 和 Lan7 可从 $192.77.33.128/26$ 扩充一位网络号作为它们的网络前缀, 也有两种: $192.77.33.128/27$ ($192.77.33.10000000_2$)、 $192.77.33.160/27$ ($192.77.33.10100000_2$), 假设选择 **$192.77.33.128/27$** 作为它的网络前缀

Lan7: 网络前缀长度需要 $32-5=27$ 位, 同理, 可将 $192.77.33.160/27$ 作为她的网络前缀。

Lan2: 网络前缀长度需要 $32-4=28$ 位, 可从 $192.77.192./26$ 扩充 2 位网络前缀, 共四种: $192.77.192./28$ ($192.77.33.11000000_2$)、 $192.77.192.208./28$ ($192.77.33.11010000_2$)、 $192.77.192.224./28$ ($192.77.33.11100000_2$)、 $192.77.192.240./28$ ($192.77.33.11110000_2$), 从中选择两种分别作为 Lan2 和 Lan4 的网络前缀, 假设将 **$192.77.192./28$** 作为 Lan2 的网络前缀。

Lan4: 按 Lan2 的分配方案, 可将 **$192.77.192.208./28$** 作为 Lan4 的分配方案

Lan5: 按 Lan2 的分配方案, 可从 $192.77.192.224./28$ ($192.77.33.11100000_2$) 或 $192.77.192.240./28$ ($192.77.33.11110000_2$) 扩充两位网络前缀分配给它, 也可以将这两种之一直接分配给它。假设将 $192.77.192.224./28$ 扩充两位的则有四种: $192.77.192.224./30$ ($192.77.33.11100000_2$)、 $192.77.192.228./30$ ($192.77.33.11100100_2$)、 $192.77.192.232./30$ ($192.77.33.11101000_2$)、 $192.77.192.236./30$ ($192.77.33.11101100_2$), 从中选择之一如 **$192.77.192.224./30$** 作为 Lan5 的网络前缀。

3. 这是一个可变长掩码选择路由问题, 需要将所有路由表项全部计算, 使用最长匹配原则来选择路由。

8 位网络前缀的掩码为 $255.0.0.0$, 16 位网络前缀的掩码为 $255.255.0.0$, 24 位网络前缀的掩码为 $255.255.255.0$,

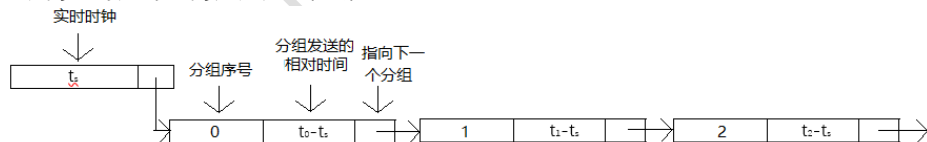
$11.1.2.5 \& 255.0.0.0 = 11.0.0.0$

$11.1.2.5 \& 255.255.0.0 = 11.1.0.0$

$11.1.2.5 \& 255.255.255.0 = 11.1.2.0$

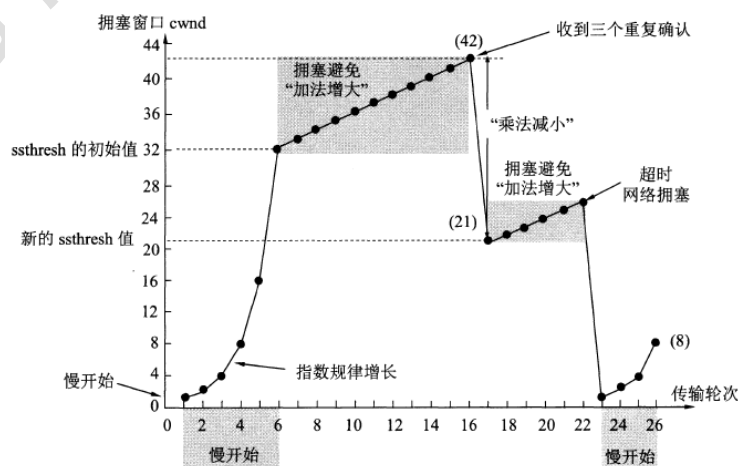
计算结果全部匹配, 按最长匹配原则, 应选择路由 3 来转发。

4. (1) 由于计算机里只有一个硬时钟, 而每次发送的分组数量可能大于 1, ARQ 要求每个发送出去的分组必须有一个定时值, 因此, 存储每个分组的定时时间值只能是相对于定时器启动时的相对时间; (2) 每次发送的分组数量可能不同, 这就要求系统中存储的相对时间值的数量是可变的, 因此, 不能使用静态存储方法, 可以使用链表或向量来存储; (3) 每个存储分组时间值的节点应包括分组的序号、分组的相对时间值; (4) 硬时钟(实时时钟)应该用独立的存储空间来存储; (5) 一种使用链表的超时定时器的方法如下图所示;



- (6) 实时时钟 t_s 在发送窗口变为 0 时停止, 而从 0 变为非 0 时启动, 即链表中无分组时停止, 当链表中出现第一个分组时启动; (7) 节点中 $t_s - t_s$ 为分组 x 发送的相对时间, 即该分组的定时时长; (8) 周期性地扫描该链表, 当收到一个分组的确认时则从链表中删除该分组的节点; 当分组超时时则重发该分组, 并重置该超时分组的相对时间; (9) 可在节点中增加重发次数字段, 用于判断是否能够继续重发, 重发次数满可用于表示网络故障, 此时不再重发该分组; (10) 当发送窗口右边沿移动时, 则新发送的分组添加在链表的尾部;

5. (1) 拥塞窗口与传输轮次的关系曲线如下图:





(2)慢开始阶段，每经过一个传输轮次则拥塞窗口的大小是上一个轮次的一倍，从表格或上图中可以看出，[1,6]和[23,26]是慢开始时间间隔。需要注意的是，慢开始阶段的起点的 cwnd 通常是 1 或 2 个 MSS（由于版本不同，通常是 1 个 MSS），而其终点是它的下一个轮次使用拥塞避免。

(3)拥塞避免阶段，每经过一个传输轮次则拥塞窗口的大小是上一个轮次 cwnd 值加 1，因此，从表格或图中可以看出，[6,16]和[17,22]是拥塞避免时间间隔。需要注意的是拥塞避免阶段的起点是慢开始阶段的终点(如 6)或 cwnd 减半后的起点（如 17）（收到 3 个重复的确认），而其终点为下一个慢开始阶段的起点-1（如 22）或 cwnd 减半后的起点-1（如 16）。

(4)由于第 17 轮次的 cwnd 值为 21，是第 16 轮次的 cwnd 值的一半，且从第 17 轮次开始，每经过一个轮次 cwnd 值加 1，即执行拥塞避免算法，因此，在第 16 轮次之后发送方是**通过收到三个重复的确认检测到丢失了报文段**（说明：由于能够收到三个重复的确认，系统猜测网络还没有发生拥塞，所以执行拥塞避免）。

由于第 22 轮次的 cwnd 值为 26，而第 23 轮次的 cwnd 值为 1，说明系统中已经发生了拥塞，为防止加剧网络拥塞，需要执行慢开始算法，因此第 22 轮次之后发送方是**通过超时检测到丢失了报文段**。

(5) 第一个传输算法阶段的门限值 ssthresh 需要进行初始化，但从表格或曲线上可以看出这一阶段的门限值实际上就是其终点的 cwnd 值，从第 2 个传输算法阶段开始的门限值 ssthresh 总是上一阶段终点 cwnd 值的一半。另外，处于同一阶段的所有轮次的门限值相同。因此，从第 1 轮次开始到第 6 轮次结束的慢开始阶段的门限 ssthresh 值为 32。第 18 轮次是从第 17 轮次到第 22 轮次的拥塞避免阶段的中间点，而其前一个阶段即从第 6 轮次到第 16 轮次也是拥塞避免阶段，因此，从第 17 轮次开始的拥塞避免阶段的门限值是其上一个拥塞避免阶段的终点 cwnd 值的一半，即 $42/2=21$ 。

同理，第 24 轮次是从第 23 轮次开始执行慢开始算法的中间点，因此这一阶段的门限值 ssthresh 是上一阶段结束点 cwnd 值的一半，即 $26/2=13$ 。

(6) cwnd 值是一次可以发送出去的报文数量，只需要按轮次累加 cwnd 值即可知道某文本是在那个轮次发出，从表格中可知，到第 6 轮次结束时发送出去的报文数量为 $1+2+4+8+16+32=63$ ，到第 7 轮次结束时发送出去的报文数量为 $1+2+4+8+16+32+33=96$ ，因此，第 70 个报文是在第 7 轮次发送出的。

(7) 如果在第 26 轮次之后发送方收到了三个重复的确认，则从第 27 轮次开始应该执行拥塞避免算法，此时拥塞窗口 cwnd 和门限 ssthresh 都应设置为上一阶段终点即第 26 轮次时的 cwnd 值的一半，即 $8/2=4$ 。

6. (1)从 TCP 报文段的首部格式知序号为 32 位，TCP 按字节编号，序号范围为 $0 \sim 2^{32}-1$ ，总共 2^{32} (即 4294967296) 个序号。由于假定 TCP 充分利用了线路的带宽，在一次封装大量的数据载荷时可以忽略首部字节占用的时间，因此，发生序号绕回经过的时间大约是 $2^{32} \times 8 \text{bit} / 40 \text{Gbps} = 859 \text{ms}$ 。

(2) 由于时间戳使用了 32 位，共有 2^{32} 个时间戳值，每一次时间戳的变化需要 859 微妙，因此，时间戳值发生绕回时大约需要 $2^{32} \times 8.59 \times 10^{-4} / (24 \times 60 \times 60) = 42.7 \text{天} = 3689376.907264 \text{s}$

7. C 类网络地址进行子网划分时，只能从 8 位主机号进行子网号与子网内的主机号的划分，且全 0 和全 1 均不可用。现要将该 C 类地址划分为 4 个子网（至少需占 3 位），且子网内最多的主机数量为 20（至少占 5 位），因此子网部分和子网内主机部分分别占用 3 位与 5 位可满足题目要求，4 个部门的子网掩码和 IP 地址范围可以从下表中的 6 种选择其 4 即可。

子网掩码	IP 地址范围
255.255.255.224	192.168.1.33 ~ 192.168.1.62 (192.168.1.00100001 ₂ ~192.168.1.00111110 ₂)
255.255.255.224	192.168.1.65 ~ 192.168.1.94 (192.168.1.01000001 ₂ ~192.168.1.01011110 ₂)
255.255.255.224	192.168.1.97 ~ 192.168.1.126 (192.168.1.01100001 ₂ ~192.168.1.01111110 ₂)
255.255.255.224	192.168.1.129 ~ 192.168.1.158 (192.168.1.10000001 ₂ ~192.168.1.10011110 ₂)
255.255.255.224	192.168.1.161 ~ 192.168.1.190 (192.168.1.10100001 ₂ ~192.168.1.10111110 ₂)
255.255.255.224	192.168.1.193 ~ 192.168.1.222 (192.168.1.11000001 ₂ ~192.168.1.11011110 ₂)

8. 数据包从主机 A 到达主机 B，4 个路由器不丢包的概率为 $p=(1-0.1)^4=0.94=0.656$

主机 A 发送一次就成功到达主机 B 时 4 个路由器不丢包的概率为 p；

主机 A 需发送两次才能成功到达主机 B 的概率为 $p(1-p)$ ；

主机 A 需发送三次才能成功到达主机 B 的概率为 $p(1-p)^2$ ；

同理，主机 A 需发送 i 次才能成功到达主机 B 的概率为 $p(1-p)^{i-1}$ ；

因此，假设数据包需要平均发送 x 次才能成功到达主机 B，则有：

$$\begin{aligned}
 E &= p + 2(1-p)^1 + 3p(1-p)^2 + \dots + x(1-p)^{x-1} + \dots \\
 &= \sum_{x=1}^{\infty} xp(1-p)^{x-1} = p \sum_{x=1}^{\infty} x(1-p)^{x-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \sum_{x=1}^{\infty} x(1-p)^{x-1} &= -\frac{d}{dp} \sum_{x=1}^{\infty} (1-p)^x = -\frac{d}{dp} \left[\frac{1}{1-(1-p)} \right] = \frac{1}{p^2} \quad (|p| < 1) \\ \therefore p \sum_{x=1}^{\infty} x(1-p)^{x-1} &= \frac{1}{p} \end{aligned}$$

因此，一个数据包平均经过 $\frac{1}{p} = \frac{1}{0.656} = 1.5244$ 次传输后才能成功。

9. (1) 采用固定首部长度，则固定首部长度为 20 字节；(2) 长度为 4000 字节的数据报中数据字段的长度为 $4000-20=3980$ 字节；(3) 网络能够传送的最大数据长度为 1500 字节，即每个数据报的数据字段最大为 $1500-20=1480$ 字节；(4) 需要将 3980 字节的数据划分 $\lceil \frac{3980}{1480} \rceil = 3$ 个报片分别进行封装才能进行传送；(5) 由于片偏移字段的值是该数据报中数据字段的第 1 个字节在报文中的编号，且编号从 0 开始，以 8 字节为单位。而 MF 字段表示该数据包之后是否还有原报文的数据报片，1 表示还有数据报片，0 表示这个数据报是原报文的最后一个数据报片。因此，① 第 1 个数据报片中的数据字段长度为 1480 字节，剩余 $3980-1480=2500$ 字节，片偏移字段的值为 $0/8=0$ ，MF 字段的值为 1；② 第 2 个数据报片的数据字段长度为 1480 字节，剩余 $2500-1480=1020$ 字节，片偏移字段的值为 $(0+1480)/8=185$ ，MF 值为 1；③ 第 3 个数据报片将全部 1020 字节封装成一个数据报片，因此数据字段长度为 1020 字节，片偏移字段的值为 $(0+1480+1480)/8=370$ ，MF 值为 0；

报片序号	数据字段长度 (字节)	片偏移值	MF 值
1	1480	0	1
2	1480	185	1
3	1020	370	0

10. (1) 表格中下一跳地址为……表示直接交付，因此路由器 R1 与它所在行的目的网络地址直接连接，即，目的网络 110.71.0.0/16、180.15.0.0/16 和 190.16.0.0 分别直接连接到路由器 R1 的 m0、m2 和 m1 接口上。下面考虑间接交互的情况：(2) 目的网络地址 140.5.12.64/26 直接或间接地连接到拥有地址为 180.15.2.5 的路由器上，而该地址的网络号与 R1 路由器 m2 接口所连接的网络号 180.16.0.0/16 相同，因此，140.5.12.64/26 直接或间接地连接到路由器 R1 的接口 m2 所连接的网络上；(3) 同理，目的网络地址 130.5.8.0/24 直接或间接地通过拥有地址为 190.16.6.2 的路由器连接到路由器 R1 的接口 m1 所连接的网络 190.16.0.0/16 上；(4) 默认路由的下一跳 110.71.4.5 是所有其它目的网络地址的下一跳路由器的入口地址，而这个下一跳路由器连接到路由器 R1 的 m0 接口所连接的网络 110.71.0.0/16 上；

