

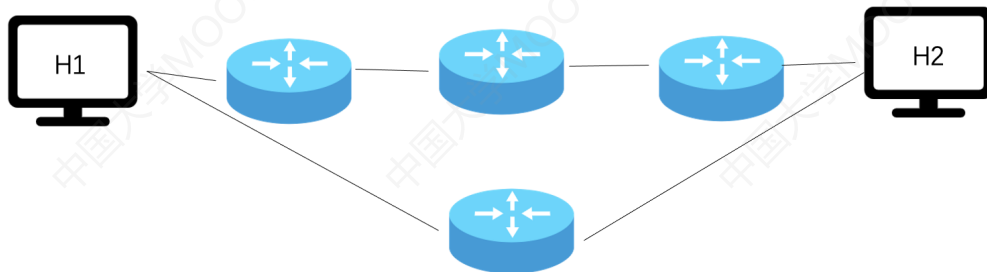
## 王道考研·计算机网络强化课第二节作业

大家自己对一下答案和解析，仍有不理解的地方我们周一直播讲解。

微博指路：@王道楼楼老师-计算机考研 @王道咸鱼老师-计算机考研 @王道计算机考研备考

### 考点1：数据交换方式

1.在下图所示的采用“存储-转发”方式的分组交换网络中，所有链路的数据传输速率为100 Mbps，分组大小为1000B，其中分组头大小为40B。若主机H1向主机H2发送一个大小为960 000B的文件，则在不考虑分组拆装时间和传播延迟的情况下，从H1发送开始到H2接收完为止，需要的时间至少是多少？



解析：至少为80.08ms。本题为真题改编题，首先问最少的时间，则确定最短路由，即在本题中只经过一个路由器。这种题目的关键在于找到**开始发送时刻**（刚开始发送第一个分组的时刻）和**接收完的时刻**（本题中也是下方路由器发送完最后一个分组的时刻），接下来有两种思考方式：

1.考虑第一个分组：总时间=第一个分组经历主机H1和路由器的两个传输延迟+剩下的分组依次经历路由器的传输延迟。

2.考虑最后一个分组：总时间=将全部分组经H1传输到链路上的延迟+最后一个分组经历路由器的传输延迟。

若采用第二种方法，计算过程如下：

(1) 先求出该文件可以分成多少个分组： $960000\text{B}/(1000\text{B}-40\text{B})=1000$ 个分组

(2) 求一个分组的传输延迟 $t_1=1000\text{B}/100\text{Mbps}=0.08\text{ms}$

(3) 总时间=1000个分组经H1传输到链路上的延迟+最后一个分组经历路由器的传输延迟  
 $=1000*t_1+1*t_1=1001*0.08=80.08\text{ms}$

楼楼注：这种题采用哪个思路都可以，关键在于**抓住起点和终点时刻**，你学fei了吗？

### 考点2：差错控制

1.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？采用CRC检验后，数据链路层的传输是否就变成了可靠的传输？

解析：

(1) 首先根据生成多项式写出除数为10011，接下来进行模二除法，得到余数为1110。（详细过程不会做的可以看王道书的CRC校验这一节，或者看视频也有详细讲解，必会会！）

(2) 按照题目要求把原数的最后一个1变成0，加上刚刚得出的校验用的余数1110，整个除以10011，看看能不能检验出来，得出的余数是0011，不是0，没有被整除，所以能够发现差错。

(3) 同上，计算出余数是0101，不是0，没有被整除，所以能够发现差错。

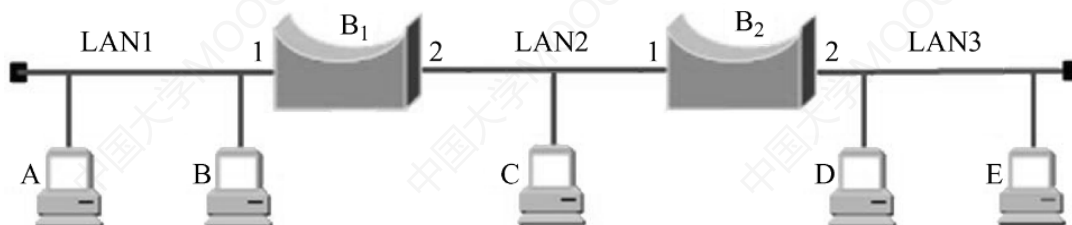
(4) 仅仅采用了CRC校验，缺重传机制，所以还是不可靠的传输。

楼楼注：差错控制历年没有考过，但也不能轻敌！

徐明子

### 考点3：转发表、ARP表、路由表

1. 如图，有五个站点分别连接在3个局域网，并且用网桥B1和B2连接起来，每一个网桥都有两个接口（1和2）。初始时，两个网桥中的转发表都是空的，以后有以下各站向其他的站发送了数据帧：B发送给D，C发送给E，A发送给D，D发送给C，E发送给D。请把有关信息填写在表中。



发送的帧	B1的转发表		B2的转发表		B1的处理 (转发? 丢弃? 登记?)	B2的处理 (转发? 丢弃? 登记?)
	地址	接口	地址	接口		
B->D	B	1	B	1	转发, 登记	转发, 登记
C->E	C	2	C	1	转发, 登记	转发, 登记
A->D	A	1	A	1	转发, 登记	转发, 登记
D->C	D	2	D	2	丢弃, 登记	转发, 登记
E->D	-	-	E	2	收不到	丢弃, 登记

楼楼注：网桥、交换机、路由器的转发过程以及对应转发表的创建过程一定要熟练掌握！

2. R1、R2是一个自治系统中采用RIP路由协议的两个相邻路由器，R1的路由表如图a所示，当R1收到R2发送的如图b的(V, D)报文后，R1更新的路由表项中距离值从上到下依次为0、4、4、3

目的网络	距离	路由
10.0.0.0	0	直接
20.0.0.0	5	R2
30.0.0.0	4	R3
40.0.0.0	3	R4

图 a

目的网络	距离
10.0.0.0	①
20.0.0.0	②
30.0.0.0	③
40.0.0.0	④

图 b

则①②③④可能的取值依次为()。

(A) 0、5、4、3

(B) 1、3、4、3

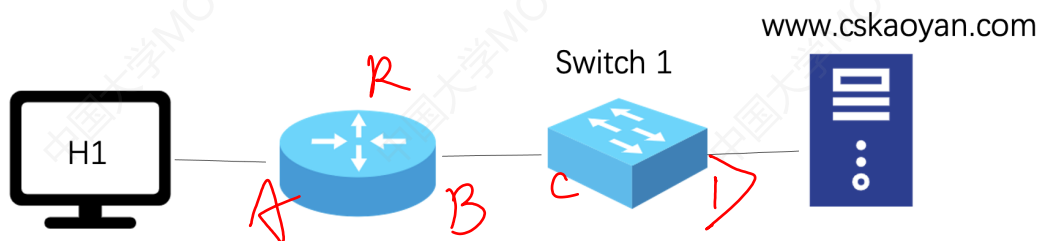
(C) 2、3、4、1

(D) 3、4、3、3

解析：选B。R1只有经过R2才能到达第二个网络，所以R2一定是将到第二个网络的距离更新为了3，R1才更新为4，因此排除A、D。接下来由于到第三、第四个网络的距离都没有发生变化，因此如果经过R2再到这两个网络一定是更远的，所以可以得到R2到第三、第四网络的距离应该分别是 $\geq 3$ 和 $\geq 2$ ，因此答案选择B。

楼楼注：路由器表项更新的重要规则是——（1）某路由器的下一跳路由器到某网络的距离更新了，则该路由器到该网络的距离也要更新（2）经过新路由器的距离比原来更短，则更新距离和下一跳路由器（3）如果经过新的路由器到某网络的距离不变，则不更新下一跳路由器。

3.请尽可能详细地描述用户在主机H1的浏览器上访问[www.cskaoyan.com](http://www.cskaoyan.com) 服务器资源时所发生的过程。



解析：过程如下，

1. 浏览器首先通过DNS域名解析到服务器IP地址。
2. 浏览器接着查询ARP缓存，查询服务器IP地址对应的MAC地址。
  - a. 如果缓存命中，则返回结果：目标IP地址——MAC地址；
  - b. 如果没有命中：
    - i. 查看本机维护路由表（见下图），看目标IP地址是否在本地路由表中的某个子网内：是则使用跟那个子网相连的接口IP地址，否则使用与默认网关相连的接口IP地址；

```
C:\Users\Administrator>netstat -r
=====
Interface List
  9...b0 7b 25 23 63 e3 .....Intel(R) Ethernet Connection (5) I219-LM
  1.....Software Loopback Interface 1
=====

IPv4 Route Table
=====
Active Routes:
  Network Destination        Netmask          Gateway          Interface        Metric
  0.0.0.0                    0.0.0.0          10.172.158.1     10.172.158.35    25
  10.172.158.0                255.255.254.0    On-link         10.172.158.35    281
  10.172.158.35               255.255.255.255  On-link         10.172.158.35    281
  10.172.159.255              255.255.255.255  On-link         10.172.158.35    281
  127.0.0.0                   255.0.0.0        On-link         127.0.0.1        331
  127.0.0.1                   255.255.255.255  On-link         127.0.0.1        331
  127.255.255.255             255.255.255.255  On-link         127.0.0.1        331
  224.0.0.0                   240.0.0.0        On-link         127.0.0.1        331
  224.0.0.0                   240.0.0.0        On-link         10.172.158.35    281
  255.255.255.255             255.255.255.255  On-link         127.0.0.1        331
  255.255.255.255             255.255.255.255  On-link         10.172.158.35    281
=====
```

- ii. 查询选择的网络接口IP地址的MAC地址：发送一个数据链路层的广播ARP请求分组，该网段内都可以收到这个广播分组，但只有对应网关路由器接口才会返回一个ARP单播响应分组，将MAC地址回传。

3. 找到MAC地址后，便找到了下一跳，数据就可以转发到网关，依此类推，客户机就可以通过TCP/IP协议建立到服务器的TCP连接。
4. 客户端向服务器发送HTTP协议请求包，请求服务器里的资源文档。
5. 服务器向客户机发送HTTP协议应答包，将资源返回给客户端。
6. 客户机与服务器断开，由客户端解释HTML文档，在客户端屏幕上渲染图形效果等。

楼楼注：在二层网络中源MAC地址和目的MAC地址保持不变，在三层网络中源MAC地址和目的MAC地址要发生改变，目的MAC地址指向下一跳路由器的接口MAC地址。IP地址除了在NAT情况下，其他情况源IP和目的IP地址都不变。

## 考点4：停等协议、后退N帧协议、选择重传协议

1. 用户A与用户B通过卫星链路通信时，传播延迟为270ms，假设数据速率是64Kb/s，帧长4000bit，若采用停等流控协议通信，则最大链路利用率为多少？若采用后退N帧ARQ协议通信，发送窗口为8，则最大链路利用率可以达到多少？

解析：无论使用什么协议，计算链路利用率的思想都是相同的，分母是从发送第一个帧开始到收到这个帧的确认时的总时间（通常是1个帧的发送延迟+RTT，如考虑确认帧则再加上确认帧的发送延迟），分子是在收到第一个确认前能发送数据的时间（不同协议可发送的数据量不同，停等协议只能为1个帧的发送延迟，后退N帧协议最多为发送窗口中全部数据帧的发送延迟）。

(1) 停等协议：分母总时间=RTT+1个帧的发送延迟=270ms\*2+4000b/64Kbps=602.5ms，分子为一个帧的发送延迟=4000b/64Kbps=62.5ms，因此链路利用率=62.5/602.5≈10.4%。

(2) GBN协议：分母总时间=RTT+1个帧的发送延迟=270ms\*2+4000b/64Kbps=602.5ms，分子为8个帧的发送延迟=8\*4000b/64Kbps=500ms（500ms<602.5ms，因此可以继续计算，否则利用率就可以达到100%），因此链路利用率=500/602.5≈83%。

2. 假设主机A向主机B发送5个连续的报文段，主机B对每个报文段进行确认，其中第二个报文段丢失，其余报文段以及重传的第二个报文段均被主机B正确接收，主机A正确接收所有ACK报文段；报文段从1开始依次连续编号（即1、2、3……），主机A的超时时间足够长。请回答下列问题：

- 1). 如果分别采用GBN、SR和TCP协议，则对应这三个协议，主机A分别总共发了多少个报文段？主机B分别总共发送了多少个ACK？它们的序号是什么？（针对3个协议分别给出解答）
- 2). 如果对上述三个协议，超时时间比5RTT长得多，那么哪个协议将在最短的时间间隔内成功交付5个报文段？

解析：

(1)

采用GBN协议时：

A共发送9个报文段；首先发送1,2,3,4,5，后来重发2,3,4,5。

B共发送8个ACK；先是4个ACK1，然后是ACK2, ACK3, ACK4, ACK5。

采用SR协议时：

A共发送6个报文段；首先发送1, 2, 3, 4, 5，然后重发2。

B共发送5个ACK；先发送ACK1, ACK3, ACK4, ACK5，然后是ACK2。

采用TCP协议时：

A共发送6个报文段；首先发送1, 2, 3, 4, 5，然后重发2。

B共发送5个ACK；先发送4个ACK2，然后发送1个ACK6（这是因为TCP协议有累计确认机制，所以一个ACK6就表示前面的几个都收到了）。

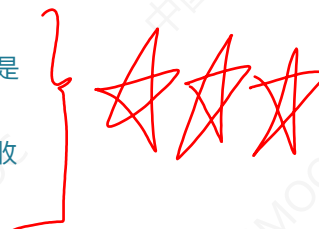
(2) TCP协议；因为TCP有快速重传机制，即在超时重传定时器溢出之前，如果接收到连续的三个重复冗余ACK（其实是4个同样的ACK，第一个是正常的，后面三个是冗余的），发送方就



知道哪个报文段在传输时丢失了，于是重发该报文段，不需要等超时重传，提高了效率。。

楼楼注：

1. 对于这些协议的动画演示，可以看这个宝藏网站——[https://wps.pearsoned.com/ecs\\_kurse\\_compnetw\\_6/216/55463/14198700.cw/index.html](https://wps.pearsoned.com/ecs_kurse_compnetw_6/216/55463/14198700.cw/index.html)
2. 要注意区分GBN、SR、TCP协议的确认机制：
  - a. GBN和TCP都采用累计确认机制，SR协议不是
  - b. 关于ACK序号的问题：
    - i. GBN：ACK N表示N及其之前的都正确接收
    - ii. SR：ACK N表示正确接收N号帧
    - iii. TCP：ACK N表示期待收到N号帧



## 考点5：介质访问控制

1. 某局域网采用CSMA/CD协议实现介质访问控制，数据传输速率为10 Mbps，主机甲和主机乙之间的距离为2km，信号传播速度是200000km/s。请回答下列问题：

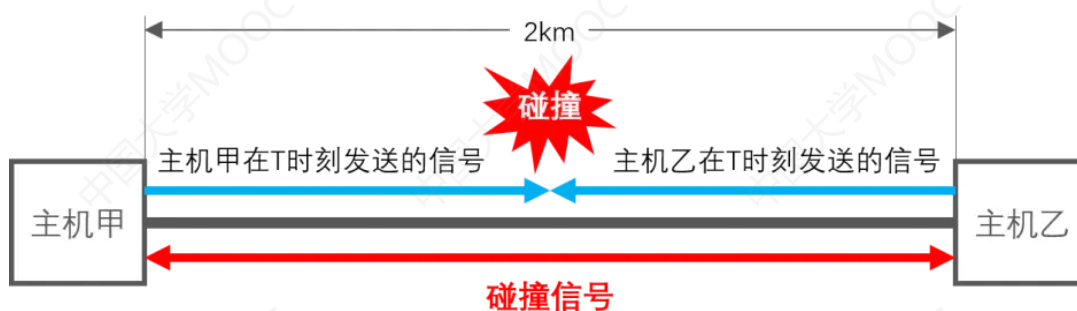
(1) 若主机甲和主机乙发送数据时发生冲突，则从开始发送数据时刻起，到两台主机均检测到冲突时刻止，最短需经过多长时间？最长需经过多长时间？（假设主机甲和主机乙发送数据过程中，其他主机不发送数据）

(2) 若网络不存在任何冲突与差错，主机甲总是以标准的最长以太网数据帧向主机乙发送数据，主机乙每成功收到一个数据帧后立即向主机甲发送一个64字节的确认帧，主机甲收到确认帧后方可发送下一个数据帧。此时主机甲的有效数据（上层协议数据）传输速率是多少？（不考虑以太网帧的前导码）

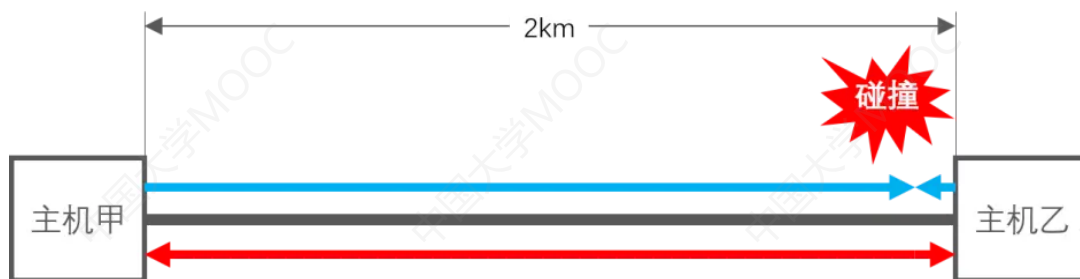
解析：本题为2010年真题，请同学们熟练掌握CSMA/CD协议的过程及相关计算。

(1) 如下图所示，只有主机甲和主机乙同时开始发送数据，才能使得它们从开始发送数据时刻起，到它们都检测到冲突时刻止，所经过的时间最短。这段时间包括主机发送的数据信号传播到距离中点处所耗费的传播时延，以及发生碰撞后的碰撞信号传播回主机所耗费的时间（这与数据信号传播到距离中点处所耗费的传播时延一样长）。因此，这段时间相当于两台主机间单程的传播时延，简称为端到端单程传播时延。

综上所述，最短需经过的时间为  $2\text{km} \div 200\,000\text{km/s} = 0.01\text{ms}$ 。



不难想象这样一种情况，当主机甲发送的数据信号传播到无限接近主机乙的某个时刻，主机乙也要发送数据，它检测到信道空闲（但信道此时并不空闲），就立刻开始发送数据，这必然会导致碰撞。主机乙会首先检测到碰撞信号，一段时间后主机甲也会检测到碰撞信号，如下图所示。从开始发送数据时刻起，到两台主机均检测到冲突时刻止，最长需要经过的时间为两台主机间信号传播的往返时延，简称为端到端往返时延。端到端往返时延也被称为争用期，若主机“边发送数据边检测碰撞”，经过争用期这么长的时间仍未检测到碰撞，那就表明这次发送没有（也不会）产生碰撞。



综上所述，最长需经过的时间为  $(2\text{km} \div 200\,000\text{km/s}) \times 2 = 0.02\text{ms}$

(2) 以太网最大帧长为1518B；发送1518B的数据帧所用时间(传输延迟)  $= 1518 \times 8 \text{ bits} / 10 \text{ Mbps} = 1214.4\mu\text{s}$ ；

发送64B的确认帧所用时间(传输延迟)  $= 64 \times 8 \text{ bits} / 10 \text{ Mbps} = 51.2\mu\text{s}$ ；

主机甲从发送数据帧开始到收完确认帧为止的时间记为T总，则

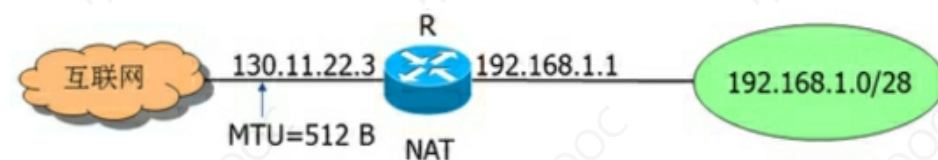
$T_{\text{总}} = 1214.4 + 51.2 + 2 \times 10 = 1285.6 \mu\text{s}$ ；

在1285.6μs内发送的有效数据长度  $= 1518\text{B} - 18\text{B} = 1500\text{B} = 12000\text{bits}$ ；

因此，主机甲的有效数据传输速率  $= 12000\text{bits} / 1285.6\mu\text{s} \approx 9.33\text{Mbps}$ 。

## 考点6：网络层预热

1.如图网络，请回答下列问题：



(1) 主机在配置IP地址时，其正确的子网掩码和默认网关分别是多少？

(2) 若路由器R在向互联网转发一个由主机192.168.1.5发送、ID=12345、length=500B、DF=1的IP分组时，则该IP分组首部的哪些字段会被修改？如何修改？

(3) 若主机192.168.1.10向互联网ID=6789、length=1500B、DF=0的IP分组时，路由器需要将该IP分组分为几片（每片尽可能封装为最大片）？给出分片结果，包括每片的ID、DF、MF、length、offset的取值。

解析：

(1) 子网掩码：255.255.255.240，默认网关（图中路由器的接口）：192.168.1.1。图中给出的无分类网段 192.168.1.0/28 表示子网中有 28 位 1，则子网掩码换算为十进制为 255.255.255.240。

(2) 该IP分组首部的源IP地址、TTL和首部校验和字段会被修改。图中路由器采用 NAT 技术，所以 IP 地址要换，同时经过一个路由器，生存时间也要变化，。源IP地址192.168.1.5会被替换为 130.11.22.3，TTL减1，首部校验和Checksum会重新计算。

注：首部检验和字段是根据IP首部计算的检验和码，不对首部后面的数据进行计算。计算一份数据报的IP检验和，首先把检验和字段置为0。然后，对首部中每个16位进行二进制反码求和(整个首部看成是由一串16位的字组成)，结果存在检验和字段中。当接收端收到一份IP数据报后，同样对首部中每个16 位进行二进制反码的求和。

(3) 路由器需要将该IP分组分为4片，分片结果如下：

第1片：{ID=6789, DF=0, MF=1, length=508, offset=0}；

第2片：{ID=6789, DF=0, MF=1, length=508, offset=61}；

第3片：{ID=6789, DF=0, MF=1, length=508, offset=122}；

第4片：{ID=6789, DF=0, MF=0, length=36, offset=183}

注：最后一个分片后面没有分片了，所以MF=0；片偏移字段以8B为单位。

每段数据长度为：

$$\text{length1} = 488\text{B} + 20\text{B}(\text{IP头}) = 508\text{B}$$

$$\text{length2} = 488\text{B} + 20\text{B}(\text{IP头}) = 508\text{B}$$

$$\text{length3} = 488\text{B} + 20\text{B}(\text{IP头}) = 508\text{B}$$

$$\text{length4} = (1480 - 3 \times 488)\text{B} + 20\text{B}(\text{IP头}) = 16\text{B} + 20\text{B} = 36\text{B}$$

每片的片偏移字段取值为：

$$F1 = (488/8) \times (1-1) = 0$$

$$F2 = (488/8) \times (2-1) = 61 \times 1 = 61$$

$$F3 = (488/8) \times (3-1) = 61 \times 2 = 122$$

$$F4 = (488/8) \times (4-1) = 61 \times 3 = 183$$

$$\begin{array}{r} 512 \\ 20 \\ \hline 492 \end{array}$$