

## 数据链路层及局域网习题及参考答案

1、假定站点 A 和 B 在同一个 10Mbps 经典以太网网段上。现在要把网速提高到 100Mbps，同时保持 51.2ms 的碰撞窗口时间大小不变，

1) 请问提速后最小帧长应变为多少？

2) 提速后这两个站点之间的传播时延为 2400 比特时间。假设站点 A 和 B 在  $t=0$  比特时间同时发送 1) 中的最小帧长数据帧，在  $t=2400$  比特时间，A 和 B 同时检测到了碰撞，并且在  $t=2400+480=2880$  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  $r_a=1$  和  $r_b=0$ 。试问 A 和 B 各在什么时间开始重传其数据帧？B 重传的数据会不会和 A 重传的数据再次发送碰撞？（注：本题中发送干扰信号为 480 比特时间，最小帧间间隔为 960 比特时间。）

参考答案

经典以太网中碰撞窗口为  $t=51.2\text{ms}$ ,

最小帧长为  $L=51.2\text{ms} \times 100\text{Mbps} = 5120\text{bit} = 640\text{B}$ 。

b)  $t=0$  时，A 和 B 开始发送数据

$t_1=2400$  比特时间，A 和 B 都检测到碰撞；

$t_2=2880$  比特时间，A 和 B 结束干扰信号的传输；

1)  $t_3 = t_2 + s + r_b \times t + 960 = 6240$  比特时间，B 开始发送， $s=2400$ ，碰撞窗口为  $t=5120$  比特时间；

$t_4 = t_2 + r_a \times t = 8000$  比特时间，A 再次检测信道。如信道空闲，则 A 在  $t_5 = t_4 + 960 = 8960$  比特时间发送数据。

2) B 传输的数据为新求的最小帧长数据帧，B 重传的数据在  $t_3 + s = 8640$  比特时间到达 A

$8640 < 8960$ ，所以 A 先检测到信道忙，因此 A 在预定的 8960 比特时间停止发送。B 重传的数据不会和 A 重传的数据再次发送碰撞。

2、连接局域网的互联设备有集线器、二层交换机以及三层交换机等网络交换设备，简述下列问题：

1) 二层交换机工作原理；

2) 二层交换机采用向后学习机制建立 MAC 地址转发的过程。

参考答案

二层交换一般采用存储转发方式，利用 MAC 地址转发表完成数据帧转发，MAC 地址转发表采用向后学习机制自动建立；组成的网络是交换式网络，网络中任何一对节点之间可实现相互通信，不会出现冲突。最高工作在数据链路层。构建的网络是一个大的广播域，但接口可以隔离冲突域。

2)

根据接收帧的目的 MAC 地址查找转发表

```
if 目的 MAC 地址的转发记录被查找到
then{
```

```
    if 如果目的地址和源地址在相同接口（表示同一个网段中）
    then 丢弃该帧？
```

```
    else 转发该帧到指定的接口，根据源 MAC 地址判断增加新记录或更新生存期；
```

```
}
```

```
else 扩散
```

向所有(除接收帧所在的接口外)其它端口转发；

根据源 MAC 地址判断增加新转发记录或更新生存期。

3、假定在使用 CSMA/CD 协议的 10Mbit/s 以太网中，某个站点在发送数据时检测到碰撞，执行退避算法时选择了随机数  $r=100$ 。试问这个站点需要等待多长时间后才能再次发送数据？如果是 100Mbit/s 的以太网（争用期的比特时间保持与 10Mbit/s 以太网一致）呢？

参考答案

51.2μs

对于 10Mbit/s 的以太网，争用期是 512 比特时间。现在  $r=100$ ，因此退避时间是 51200 比特时间。

此站点需要等待的时间是  $51200 \text{ 比特时间} / 10\text{Mbit/s} = 5120\mu\text{s} = 5.12\text{ms}$ 。

对于 100Mbit/s 的以太网，争用期仍然是 512 比特时间，退避时间是 51200 比特时间。因此，这个站需要等待的时间是  $51200/100=512\mu\text{s}$ 。（3 分）

4、在数据传输率为 100kb/s 的卫星信道上传送长度为 1500bit 的帧，假设确认帧总由数据帧捎带，帧头的序号长度为 4bit，卫星信道端到端的单向传播延迟为 270ms。对于下面三种协议，信道的最大利用率分别是多少？

1) 停止等待协议；

2) 后退 N 帧协议；

3) 选择重传协议(假设发送窗口和接收窗口相等)

参考答案

每帧发送时延为:  $1.5/100=0.015\text{ s}$ , (2分)

每帧传输周期为:  $(0.015+0.27+0.015+0.27)\text{ s}=0.57\text{ s}$ ,

1) 停止-等待协议:  $0.015/0.57 \approx 2.6\%$ ,

2) 后退 N 帧协议:  $15 \times 0.015 / 0.57 \approx 39.5\%$ ,

3) 选择重传协议:  $8 \times 0.015 / 0.57 \approx 21.1\%$ ,

5、如图 1 所示, 假设以太网交换机有 6 个接口, 分别接了 5 台主机和一个路由器。

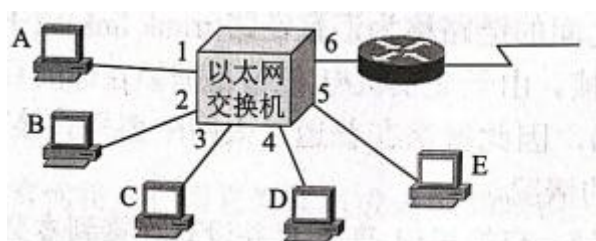


图 1. 网络拓扑图

在下面表中的“动作”一栏中, 表示先后发送了 4 个帧。假定在开始时, 以太网交换机的交换表是空的。请把该表中其他的栏目都填写完。

动作	交换表的状态	向哪些接口转发帧	理由
A 发送帧给 D			
D 发送帧给 A			
E 发送帧给 A			
A 发送帧给 E			

参考答案

动作	交换表的状态	向哪些接口转发帧	理由
A 发送帧给 D	写入 (A, 1)	所有的接口	开始时交换表是空的, 交换机不知道应向何接口转发帧
D 发送帧给 A	写入 (D, 4)	A	交换机已知道 A 连接在接口 1
E 发送帧给 A	写入 (E, 5)	A	交换机已知道 A 连接在接口 1
A 发送帧给 E	更新 (A, 1) 的有效时间	E	交换机已知道 E 连接在接口 5

6、假定站点 A 和 B 在同一个 10Mbps 以太网网段上。这两个站点之间的传播时延为 225 比特时间。假设站点 A 和 B 在  $t = 0$  比特时间同时发送经典以太网允许的最小帧长数据帧，在  $t = 225$  比特时间，A 和 B 同时检测到了碰撞，并且在  $t = 225 + 44 = 269$  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  $r_a = 1$  和  $r_b = 0$ 。试问

- 1) A 和 B 各在什么时间开始重传其数据帧?
- 2) B 重传的数据帧在什么时间到达 A?
- 3) B 重传的数据会不会和 A 重传的数据再次发送碰撞? A 会不会在预定的重传时间停止发送数据?

参考答案

$t=0$  时，A 和 B 开始发送数据

$t_1=225$  比特时间, A 和 B 都检测到碰撞, 单程传播时延为:  $s=225$ ;

$t_2=269$  比特时间, A 和 B 结束干扰信号的传输 ( $t_2=t_1+44$ )

1)  $t_3 = t_2 + s + r_a * t + 88 = 582$  比特时间;

B 开始发送, 碰撞窗口为  $t=512$ ;

$t_4 = t_2 + r_b * t = 781$  比特时间, A 再次检测信道。如信道空闲, 则 A 在  $t_5 = t_4 + 88 = 869$  比特时间发送数据。

2) B 重传的数据在  $t_3 + s = 807$  比特时间到达 A。

3) 所以 A 先检测到信道忙, 因此 A 在预定的 869 比特时间停止发送。B 重传的数据不会和 A 重传的数据再次发送碰撞。

7、在无线网络中, 为什么采用 CSMA/CA 协议, 而不采用 CSMA/CD 协议?

参考答案

碰撞检测 (CD) 要求: 一个站点在发送本站数据的同时, 还必须不间断地检测信道, 但接收到的信号强度往往会远远小于发送信号的强度, 在无线局域网的设备中要实现这种功能就花费过大。

即使能够实现碰撞检测的功能, 并且在发送数据时检测到信道是空闲的时候, 在接收端仍然有可能发生碰撞。

8. 某局域网采用 CSMA/CD 协议实现介质访问控制, 数据传输率为 10Mbps, 主机甲和主机乙之间距离为 2 km, 信号传播速率为 200000km/s。请回答下列问题, 要求说明理由或写出计算过程。

(1) 如果主机甲和主机乙发送数据时发生冲突, 则从开始发送数据的时刻起, 到两台主机均检测到冲突为止, 最短需要多长时间? 最长需要经过多长时间。(假设主机甲和乙发送数据过程中, 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 (1518 字节) 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。分析计算此时主机甲有效数据传输速率是多少? (不考虑以太网的前导码)

参考答案

(1) 当甲和乙同时向对方数据帧时, 两台主机检测到冲突需要经过的时间最短。

$$T=1 \text{ km}/200000 \text{ km/s} \times 2=0.01\text{ms};$$

如果甲先向乙发送数据帧, 当数据帧传播到靠近乙的位置时, 主机乙开始发送数据帧, 此时甲检测冲突最长经过时间是:

$$2T=2 \text{ km}/200000 \text{ km/s} \times 2=0.02\text{ms};$$

(2) 甲发送一个数据帧的时间, 即发送时延  $T_1 = 1518 \times 8 \text{ b} / 10 \text{ Mbps} = 1.2144 \text{ ms}$ ; 乙成功收到一个数据帧后, 向甲方一个确认帧, 确认帧的发送时延  $T_2 = 64 \times 8 \text{ b} / 10 \text{ Mbps} = 0.0512 \text{ ms}$ ;

主机甲收到确认帧后发送下一个数据帧, 故主机甲发送周期:

$$T_3 = T_1 + T_2 + 2T = 1.2856 \text{ ms},$$

则主机甲有效发送速率 =  $1500 \times 8 / T_3 = 9.33 \text{ Mbps}$  (以太帧数据部分最长为 1500B)