

计算机网络 第十四周作业 12月16日 周三

PB18151866 龚小航

P5.5 考虑 5 比特生成多项式, $G = 10011$, 并且假设 D 的值为 1010101010。 R 的值是什么?

解: $r = 4$, $d = 10$. 因此计算 R 的过程就是: 将 D 左移 $r = 4$ 位并在空位补 0; 再将这个结果除以生成多项式(模 2 除法), 得到的余数就是 R 。

$$\begin{array}{r} 1011011100 \\ 10011 \overline{) 10101010100000} \\ \underline{10011} \\ 11001 \\ \underline{10011} \\ 10100 \\ \underline{10011} \\ 11110 \\ \underline{10011} \\ 11010 \\ \underline{10011} \\ 10010 \\ \underline{10011} \\ 100 \end{array}$$

从左图的计算结果来看, 最终的余数 R 为 0100

($r = 4$, 不足四位左侧补0)。

P5.7 在这道习题中, 我们探讨 CRC 的某些性质。对于在 5.2.3 节中给出的生成多项式 $G(= 1001)$, 回答下列问题:

- 为什么它能够检测数据 D 中的任何单比特差错?
- 上述 G 能够检测任何奇数比特差错吗? 为什么?

解: 只需证明第二问即可, 单比特差错也是奇数比特差错。

这个生成多项式为 $G = 1001$, 它在模 2 运算中乘以任意一个整数倍都必得到一个有偶数个 1 的结果。也就是说, 一个由它生成的合法的不出错的 CRC 码都一定会有偶数个 1。

若某个由它生成的 CRC 码出现了奇数个比特的错误, 那么它最终一定会含有奇数个 1, 即奇数次翻转必然改变 1 的个数, 且这个改变量为奇数。奇数+偶数必为奇数, 因此它不是 G 的整数倍, 能被检测出来。

P5.9 说明纯 ALOHA 的最大效率是 $1/(2e)$ 【课本 297 页】

解：由课本 297 页的推导，若令 p 表示如果一个传输的帧与一个或多个传输经历了碰撞，这个节点将立即（在完全传输完它的碰撞帧之后）以概率 p 重传该帧； N 表示节点数。那么一个给定的节点成功传输一次的概率为 $p(1-p)^{2(N-1)}$ ，任意一个节点成功传输的概率为 $Np(1-p)^{2(N-1)}$ 。这是一个与 p 和 N 有关的函数，求它关于 p 的最大值并令 $N \rightarrow \infty$ 即可：

$$f(p) = Np(1-p)^{2(N-1)} \Rightarrow f'(p) = N(1-p)^{2(N-1)} - 2(N-1)Np(1-p)^{2N-3}$$

令 $f'(p) = 0$ 求出其极值：

$$f'(p) = N(1-p)^{2(N-1)} - 2(N-1)Np(1-p)^{2N-3} = 0 \Rightarrow p_0 = \frac{1}{2N-1} (p \neq 1)$$

将 p_0 代入并令 $N \rightarrow \infty$ ：

$$\begin{aligned} f_{MAX} &= \lim_{N \rightarrow \infty} Np_0(1-p_0)^{2(N-1)} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N}{2N-1} \cdot \left(1 - \frac{1}{2N-1}\right)^{2(N-1)} \\ &= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{N}{2N-1} \cdot \left(1 + \frac{1}{1-2N}\right)^{-(1-2N)} \left(1 + \frac{1}{1-2N}\right) = \frac{1}{2e} \end{aligned}$$

其中利用了

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$$

P5.14 如图 5-33 所示，考虑通过两台路由器互联的 3 个局域网。

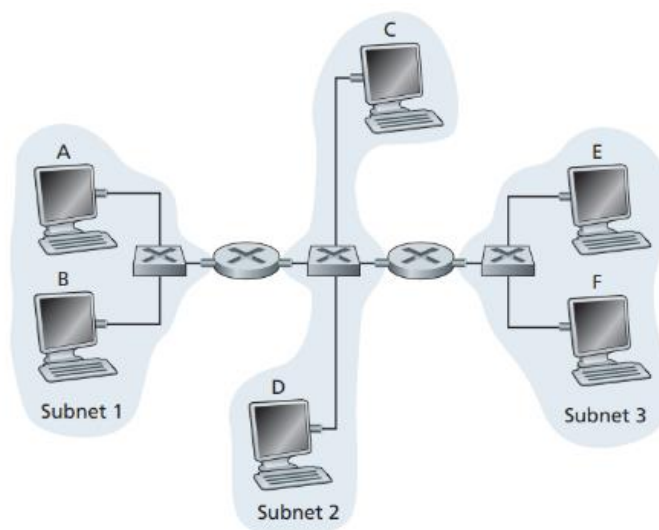


Figure 5.33 ♦ Three subnets, interconnected by routers

- a. 对所有的接口分配 IP 地址。对子网 1 使用形式为 192.168.1.xxx 的地址，对子网 2 使用形式为 192.168.2.xxx 的地址，对子网 3 使用形式为 192.168.3.xxx 的地址。
- b. 为所有的适配器分配 MAC 地址。
- c. 考虑从主机 E 向主机 B 发送一个 IP 数据报。假设所有的 ARP 表都是最新的。就像在 5.4.1 节中对单路由器例子所做的那样，列举出所有步骤。【课本 308 页】
- d. 重复(c)，现在假设在发送主机中的 ARP 表为空（并且其他表都是最新的）。

解：前两问列表于下。由于 MAC 地址是生产硬件时唯一确定的，此处未知，只要都不相同即可：

主机/	IP 地址	MAC 地址
A	192.168.1.1	AA-AA-AA-AA-AA-AA
B	192.168.1.2	BB-BB-BB-BB-BB-BB
左路由器左口	192.168.1.3	11-11-11-11-11-11
左路由器右口	192.168.2.4	22-22-22-22-22-22
C	192.168.2.1	CC-CC-CC-CC-CC-CC
D	192.168.2.2	DD-DD-DD-DD-DD-DD
右路由器左口	192.168.2.3	33-33-33-33-33-33
右路由器右口	192.168.3.4	44-44-44-44-44-44
E	192.168.3.1	EE-EE-EE-EE-EE-EE
F	192.168.3.2	99-99-99-99-99-99

- (c) 1. 发送主机 E 将数据报交给其适配器，并告知应将其交给 192.168.3.4。
2. E 的适配器用目的 MAC 地址 44-44-44-44-44-44 (右路由器右口) 创建以太网包并发送。
3. 图中右侧路由器接收数据包并提取数据报。此路由器中的转发表指示要将这个数据报路由到地址 192.168.2.4 (左路由器右口)
4. 右侧路由器通过其 IP 地址为 198.162.2.3 的接口发送目的 MAC 地址为 22-22-22-22-22-22 和源地址为 33-33-33-33-33-33 的以太网包。
5. 图中左侧路由器接收数据包并提取数据报。此路由器中的转发表指示要将这个数据报路由到地址 192.168.1.3 (左路由器左口)
6. 左侧路由器通过其 IP 地址为 192.168.1.3 的接口发送目的 MAC 地址为 BB-BB-BB-BB-BB-BB (通过 ARP 获得) 和源地址为 11-11-11-11-11-11 的以太网包。

7. B 的适配器将数据报交给主机 B

(d) 与上一问稍有不同的是 E 现在必须通过 ARP 协议确定右路由器 198.162.3.4 的 MAC 地址。主机 E 在广播以太网帧内发送一个 ARP 查询包。右侧路由器接收到查询包并向主机 E 发送一个 ARP 响应包。该 ARP 响应包由以太网帧携带, 以太网目的地地址为 77-77-77-77-77-77 (B 的 MAC 地址)。由于其他表都是最新的, 其他步骤与上一问没有变化。

P5.17 前面讲过, 使用 CSMA/CD 协议, 适配器在碰撞之后等待 $K \cdot 512$ 比特时间, 其中 K 是随机选取的。

对于 $K = 100$, 对于一个 10Mbps 的广播信道, 适配器返回到第二步要等多长时间? 对于 100Mbps 的广播信道来说呢?

解: 关于运行 CSMA/CD 协议的步骤参考课本 299 页。具体为:

- 1) 适配器从网络层一条获得数据报, 准备链路层帧, 并将其放入帧适配器缓存中。
- 2) 如果适配器侦听到信道空闲 (即无信号能量从信道进入适配器), 它开始传输帧。在另一方面, 如果适配器侦听到信道正在忙, 它将等待, 直到侦听到没有信号能量时才开始传输帧。
- 3) 在传输过程中, 适配器监视来自其他使用该广播信道的适配器的信号能量的存在。
- 4) 如果适配器传输整个帧而未检测到来自其他适配器的信号能量, 该适配器就完成了该帧。在另一方面, 如果适配器在传输时检测到来自其他适配器的信号能量, 它中止传输 (即它停止了传输帧)。
- 5) 中止传输后, 适配器等待一个随机时间量, 然后返回步骤 2。

对于本问来说, 一个节点等待的实际时间量是 $K \cdot 512\text{bit}$ 时间, 即发送 512 比特进入以太网所需时间的 K 倍。因此, 对于一个 10Mbps 的广播信道, 适配器返回第二步的时间为:

$$T_{10M} = \frac{100 \times 512\text{bit}}{10 \times 10^6\text{bps}} = 5.12 \times 10^{-3}\text{s} = 5.12 \text{ ms}$$
$$T_{100M} = \frac{100 \times 512\text{bit}}{100 \times 10^6\text{bps}} = 5.12 \times 10^{-4}\text{s} = 0.512 \text{ ms}$$

P5.23 考虑图 5-15。假定所有链路都是 100Mbps。在该网络中的 9 台主机和两台服务器之间，能够取得的最大总聚合吞吐量是多少？你能假设任何主机或服务器能够向任何其他主机或服务器发送分组。为什么？【课本 308 页：集线器】

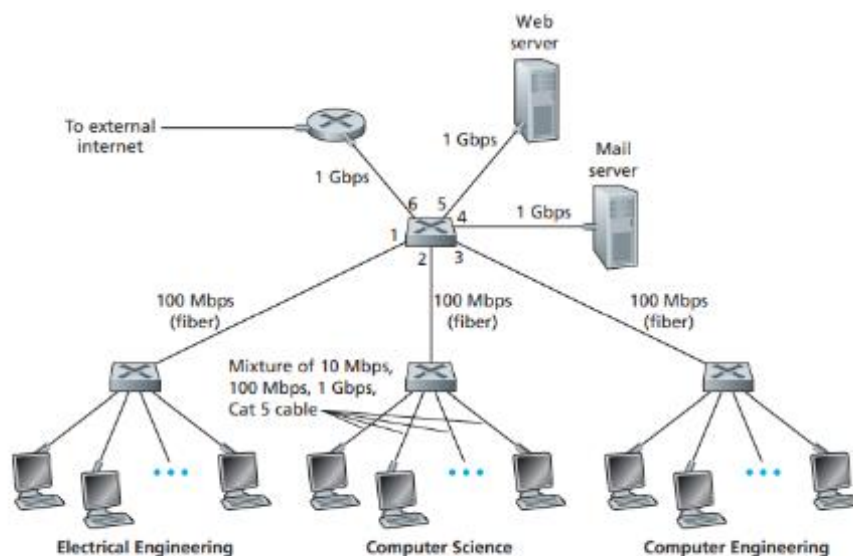


Figure 5.15 • An institutional network connected together by four switches

解：关于交换机与集线器的区别可见课本 309 页。此处为交换机，因此最大总聚合吞吐量为每个终端和服务器的最大链路带宽。因此最大聚合吞吐量为： $11 \times 100\text{Mbps} = 1100\text{Mbps}$

P5.24 假定在图 5-15 中的 3 台连接各系的交换机用集线器来代替。所有链路是 100Mbps。现在回答习题 P5.23 中提出的问题。

解：此处为集线器，集线器没有作碰撞处理，因此每条链路只能传输 100Mbps 数据。因此此时最大的聚合吞吐量为 500Mbps

P5.26 在某网络中标识为 A 到 F 的 6 个结点以星形与一台交换机连接，考虑在该网络环境中某个正在学习的交换机的运行情况。假定：(I) B 向 E 发送一个帧；(II) E 向 B 回答一个帧；(III) A 向 B 发送一个帧；(IV) B 向 A 回答一个帧。该交换机表初始为空。显示在这些事件的前后该交换机表的状态。对于每个事件，指出在其上面转发传输的帧的链路，并简要地评价你的答案。【课本 314 页】

解：关于交换机自学习参考课本 314 页。以下为自学习流程：

1) 交换机表初始为空。

2) 对于在每个接口接收到的每个入帧，该交换机在其表中存储：

①在该帧源地址字段中的 MAC 地址； ②该帧到达的接口； ③当前时间。

交换机以这种方式在它的表中记录了发送节点所在的局域网网段。如果在局域网上的每个主机最终都发送了一个帧，则每个主机最终将在这张表中留有记录。

3) 如果在一段时间（称为老化期）后，交换机没有接收到以该地址作为源地址的帧，就在表中删除这个地址。以这种方式，如果一台 PC 被另一台 PC（具有不同的适配器）代替，原来 PC 的 MAC 地址将最终从该交换机表中被清除掉。

由于到达时间并不知道，因此仅写出交换机表中的 MAC 地址项内容及端口。列表如下：

事件	交换机表内容(学习新增部分)	转发传输的帧的链路
B 向 E 发送一个帧	B 的 MAC 地址以及这个地址对应的端口	A, B, C, D, E, F
E 向 B 回答一个帧	E 的 MAC 地址以及这个地址对应的端口	B
A 向 B 发送一个帧	A 的 MAC 地址以及这个地址对应的端口	B
B 向 A 回答一个帧	不变	A