

## 第六章答案

R2. 如果在因特网中的所有链路都提供可靠的交付服务，TCP 可靠传输服务将是多余的吗？为什么？

TCP 可靠传输服务不是多余的。虽然每个链接都保证通过该链接发送的 IP 数据报将在链接的另一端被接收而不会出现错误，但不能保证 IP 数据报将按正确的顺序到达最终目的地。使用 IP，同一 TCP 连接中的数据报可以在网络中采取不同的路由，因此到达顺序不一致。仍然需要 TCP 以正确的顺序向应用程序的接收端提供字节流。此外，IP 可能由于路由循环或设备故障而丢失数据包。

R6. 在 CSMA/CD 中，在第 5 次碰撞后，节点选择  $K=4$  的概率有多大？结果  $K=4$  在 10Mbps 以太网上对应于多少秒的时延？

第五次碰撞后，节点选择  $K$  的范围为  $\{1, 2, \dots, 32\}$ 。故选择  $K=4$  的概率为  $\frac{1}{32}$ ，其对应  $K*512$  比特时间，其值为  $T = 4 * \frac{512}{10 * 10^6} = 204.8 \text{ us}$ .

R11. ARP 查询为什么要在广播帧中发送呢？ARP 响应为什么要在一个具有特定目的 MAC 地址的帧中发送呢？

在广播帧中发送 ARP 查询是因为查询主机不知道哪个 MAC 地址对应于讨论的 IP 地址。对于响应报文，发送节点知道应该将相应报文发送至哪个 MAC 地址，因此不需要广播。

R12. 对于图 6-19 中的网络，路由器有两个 ARP 模块，每个都有自己的 ARP 表。同样的 MAC 地址可能在两张表中都出现吗？

不可能，因为每个 LAN 都有自己对应的 MAC 地址并且 MAC 地址独一无二。

P2. 说明（举一个不同于图 6-5 的例子）二维奇偶校验能够纠正和检测单比特差错。说明（举一个例子）某些双比特差错能够被检测但不能纠正。

0	0	0	0	0
1	1	1	1	0
0	1	0	1	0
1	0	1	0	0
				0 0 0 0

初始矩阵：

若是第二行，第三列交叉出出现错误，现在矩阵中第 2 行和第 3 列的奇偶校验是

错误的:

$$\begin{array}{r|l} \begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} & 0 \\ \hline \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{array} & \end{array}$$

现在假设第二行、第二列和第三列有一个小错误。第二行奇偶校验现在是正确的，第二列和第三列的奇偶性是错误的，但是我们无法检测错误发生在哪一行：

$$\begin{array}{r|l} \begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} & 0 \\ \hline \begin{array}{c} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{array} & \end{array}$$

P5. 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：  
 $r+1=5$   
 $r=4$

$$\begin{array}{r} 1011011 \\ \hline 10011 \overline{)10101010100000} \\ 10011 \\ \hline 11001 \\ 10011 \\ \hline 10100 \\ 10011 \\ \hline 11110 \\ 10011 \\ \hline 11010 \\ 10011 \\ \hline 10010 \\ 10011 \\ \hline 0100 \end{array}$$

$\therefore R = 0100$

P8. 在 6.3 节中，我们提供了时隙 ALOHA 效率推导的概要。在本习题中，我们将完成这个推导。

- 前面讲过，当有  $N$  个活跃节点时，时隙 ALOHA 的效率是  $Np(1 - p)^{N-1}$ 。求出使这个表达式最大化的  $p$  值。
- 使用在 (a) 中求出的  $p$  值，令  $N$  接近于无穷，求出时隙 ALOHA 的效率。（提示：当  $N$  接近于无穷时， $(1 - 1/N)^N$  接近于  $1/e$ 。）

$$(1) E(p) = Np(1 - p)^{N-1}$$

对  $p$  求导可以得到

$$E'(p) = N(1 - p)^{N-1} - Np(N - 1)(1 - p)^{N-2}$$

$$\text{令 } E'(p) = 0, \text{ 此时 } p = \frac{1}{N}$$

$$(2) \text{ 带入 } p = \frac{1}{N}, \text{ 此时 } E(p) = (1 - \frac{1}{N})^{N-1} = (1 - \frac{1}{N})^N \frac{N}{N-1}$$

$$\text{由于 } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{N}\right)^N = 1/e, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{N}{N-1} = 1$$

$$\text{所以 } \lim_{n \rightarrow \infty} E(p) = 1/e$$

P15. 考虑图 6-33。现在我们用一台交换机代替子网 1 和子网 2 之间的路由器，并且将子网 2 和子网 3 之间的路由器标记为 R1。

- 考虑从主机 E 向主机 F 发送一个 IP 数据报。主机 E 将请求路由器 R1 帮助转发该数据报吗？为什么？在包含 IP 数据报的以太网帧中，源和目的 IP 和 MAC 地址分别是什么？
- 假定 E 希望向 B 发送一个 IP 数据报，假设 E 的 ARP 缓存中不包含 B 的 MAC 地址。E 将执行 ARP 查询来发现 B 的 MAC 地址吗？为什么？在交付给路由器 R1 的以太网帧（包含发向 B 的 IP 数据报）中，源和目的 IP 和 MAC 地址分别是什么？
- 假定主机 A 希望向主机 B 发送一个 IP 数据报，A 的 ARP 缓存不包含 B 的 MAC 地址，B 的 ARP 缓存也不包含 A 的 MAC 地址。进一步假定交换机 S1 的转发表仅包含主机 B 和路由器 R1 的表项。因此，A 将广播一个 ARP 请求报文。一旦交换机 S1 收到 ARP 请求报文将执行什么动作？路由器 R1 也会收到这个 ARP 请求报文吗？如果收到的话，R1 将向子网 3 转发该报文吗？一旦主机 B 收到这个 ARP 请求报文，它将向主机 A 回发一个 ARP 响应报文。但是它将发送一个 ARP 查询报文来请求 A 的 MAC 地址吗？为什么？一旦交换机 S1 收到来自主机 B 的一个 ARP 响应报文，它将做什么？

(a) 不会，主机 E 会检查 F 的 IP 地址，发现在同一局域网中，所以他并不会发送数据包给 R1  
源 IP：主机 E 的 IP 地址      目的 IP：主机 F 的 IP 地址

源 MAC：主机 E 的 MAC 地址      目的 MAC：主机 F 的 MAC 地址

(b) 不会，因为 B 和 E 不在同一局域网中

源 IP：主机 E 的 IP 地址      目的 IP：主机 B 的 IP 地址

源 MAC：主机 E 的 MAC 地址      目的 MAC：路由器 R1 连接子网 3 接口的 MAC 地址

(c) S1 会通过其两个接口广播这个 ARP 请求报文。路由器 R1 也会收到这个 ARP 请求报文，但是它不会向子网 3 中转发。B 不会发送 ARP 查询报文请求 A 的 MAC 地址，因为 A 的 MAC 地址可以从其广播的请求报文中得出。S1 收到后会在转发表中添加 B 的表项并将该帧丢弃。

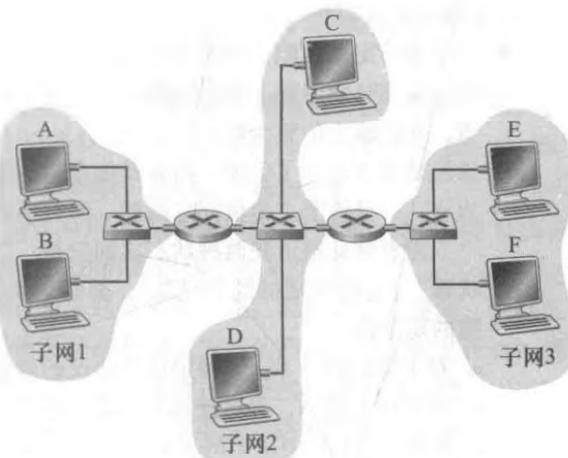


图 6-33 由路由器互联的 3 个子网

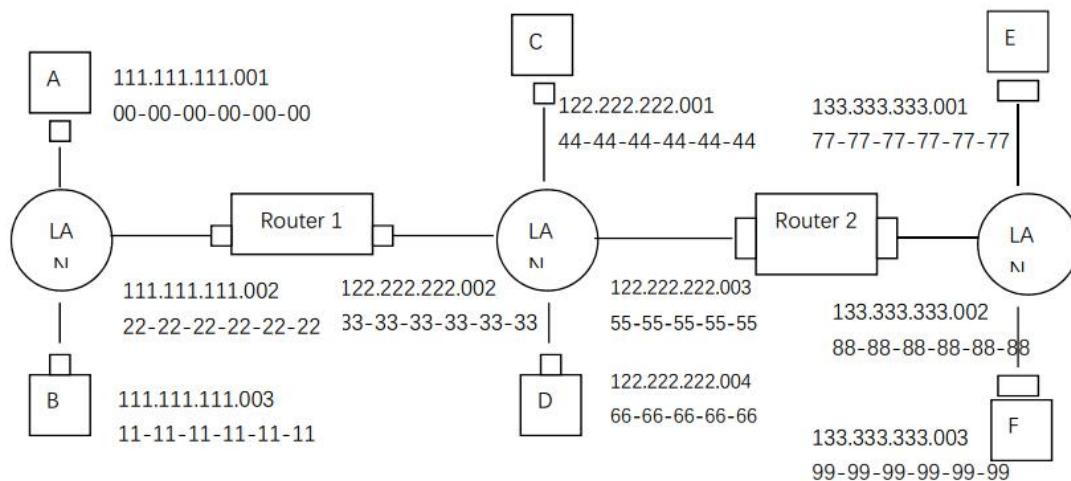
- P17. 前面讲过，使用 CSMA/CD 协议，适配器在碰撞之后等待  $K \cdot 512$  比特时间，其中  $K$  是随机选取的。对于  $K = 100$ ，对于一个 10Mbps 的广播信道，适配器返回到第二步要等多长时间？对于 100Mbps 的广播信道来说呢？

$$10\text{Mbps 广播信道, 需等待 } \frac{100 \times 512\text{bits}}{10 \times 10^6\text{bps}} = 5.12\text{ms}$$

$$100\text{Mbps 广播信道, 需等待 } \frac{100 \times 512\text{bits}}{100 \times 10^6\text{bps}} = 512\mu\text{s}$$

- P21. 现在考虑习题 P14 中的图 6-33。对主机 A、两台路由器和主机 F 的各个接口提供 MAC 地址和 IP 地址。假定主机 A 向主机 F 发送一个数据报。当在下列场合传输该帧时，给出在封装该 IP 数据报的帧中的源和目的 MAC 地址：(i) 从 A 到左边的路由器；(ii) 从左边的路由器到右边的路由器；(iii) 从右边的路由器到 F。还要给出到达每个点时封装在该帧中的 IP 数据报中的源和目的 IP 地址。

假设主机 A、两台路由器和主机 F 的各个接口对应的 MAC 地址和 IP 地址如下：



(i) 从 A 到左边的路由器：源 MAC: 00-00-00-00-00-00

目的 MAC: 22-22-22-22-22-22

源 IP: 111.111.111.001

目的 IP: 133.333.333.003

(ii) 从左边的路由器到右边的路由器：源 MAC: 33-33-33-33-33-33

目的 MAC: 55-55-55-55-55-55

源 IP: 111.111.111.001

目的 IP: 133.333.333.003

(iii) 从右边的路由器到 F：源 MAC: 88-88-88-88-88-88

目的 MAC: 99-99-99-99-99-99

源 IP: 111.111.111.001

目的 IP: 133.333.333.003

P26. 在某网络中标识为 A 到 F 的 6 个节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。

事件	交换机表状态变化	转发传输帧的链路	解释
B 向 E 发送一个帧	交换机表中添加 B 的 MAC 地址及对应端口	A, C, D, E, F	此前交换机表为空，交换机不知道 E 对应的端口号
E 向 B 发送一个帧	交换表中添加 E 的 MAC 地址及对应端口	B	交换机表中已存有 B 的 MAC 地址及对应端口
A 向 B 发送一个帧	交换表中添加 A 的 MAC 地址及对应端口	B	交换表中已存有 B 的 MAC 地址及对应端口
B 向 A 回答一个帧	交换表不变	A	交换表中已存有 A 的 MAC 地址及对应端口

R16. 假设支持  $K$  个 VLAN 组的  $N$  台交换机经过一个干线协议连接起来。连接这些交换机需要多少端口？评价你的答案。

最头和最尾两个交换机各需要 1 个端口，中间的  $N-2$  个交换机各需要 2 个端口，共需要  $2(N-2) + 2 = 2N-2$  个。

P28. 考虑图 6-25 中的单个交换 VLAN，假定一台外部路由器与交换机端口 1 相连。为 EE 和 CS 的主机和路由器接口分配 IP 地址。跟踪从 EE 主机向 CS 主机传送一个数据报时网络层和链路层所采取的步骤（提示：重读课文中对图 6-19 的讨论）。

EE 的主机 IP 地址（从左到右）依次为 111.111.1.1, 111.111.1.2, 111.111.1.3, 子网掩码为 111.111.1/24, CS 主机 IP 地址（从左到右）依次为：111.111.2.1, 111.111.2.2, 111.111.2.3, 子网掩码为 111.111.2/24。与 EE、CS 子网相连的路由器 IP 地址分别为 111.111.1.0、111.111.2.0, 每个 IP 地址与 VLAN ID 相关联, 假设 111.111.1.0、111.111.2.0 分别与 VLAN11、VLAN12 相关联, 子网 111.111.1/24、111.111.2/24 中的每个帧分别添加一个 VLAN ID 为 11、12 的 802.1q 标记。假设有 IP 地址 111.111.1.1 的 EE 部门中的主机 A 想向 CS 部门中的主机 B (111.111.2.1) 发送 IP 数据报。主机 A 首先将 IP 数据报（目的地为 111.111.2.1）封装在一个帧中，目的 MAC 地址为连接到交换机端口 1 的路由器接口卡的 MAC 地址。一旦路由器收到帧，将其传递到 IP 层，IP 层决定 IP 数据报应通过自接口 111.111.2.0 转发到子网 111.111.2/24。然后，路由器将 IP 数据报封装到一个帧中并将其发送到端口 1，此帧 802.1q 标记为 VLAN ID12，一旦交换机接收到帧，知道该帧目的地为 VLAN 12，交换机将帧发送到 CS 部门的主机 B。主机 B 接收到此帧后，将删除 802.1q 标记。

P31. 在这个习题中，你将把已经学习过的因特网协议的许多东西拼装在一起。假设你走进房间，与以太网连接，并下载一个 Web 页面。从打开 PC 电源到得到 Web 网页，发生的所有协议步骤是什么？假设当你给 PC 加电时，在 DNS 或浏览器缓存中什么也没有。（提示：步骤包括使用以太网、DHCP、ARP、DNS、TCP 和 HTTP 协议。）明确指出在这些步骤中你如何获得网关路由器的 IP 和 MAC 地址。

首先使用 DHCP 获取 IP 地址，计算机在 DHCP 服务器创建一个发往 255.255.255.255 的特殊 IP 数据报，将其放入以太网帧并在以太网中广播。然后按照 DHCP 协议中的步骤，计算机可以获得具有给定租约时间的 IP 地址。以太网中的 DHCP 服务器还提供第一跳路由器的 IP 地址列表、计算机所在子网的子网掩码以及本地 DNS 服务器的地址（如果存在）。计算机的 ARP 缓存

最初为空，使用ARP协议来获取第一跳路由器和本地DNS服务器的MAC地址计算机具有网页的IP地址后，如果网页不驻留在本地Web服务器中，它将通过第一跳路由器发出HTTP请求。HTTP请求消息将被分段并封装到TCP数据报中，然后进一步封装到 IP 数据报中，最后封装到以太网帧中。计算机发送目的地为第一跳路由器的以太网帧，一旦路由器收到帧，将它们传递到 IP 层，检查其路由表，然后将数据包发送到正确接口。然后，IP 数据报通过 Internet 路由，直到它们到达 Web 服务器。托管网页的的服务器通过 HTTP 响应消息将网页发送回计算机，这些消息将被封装到 TCP 数据报中，然后再封装到 IP 数据报中。这些 IP 数据报遵循 IP 路由并最终到达第一跳路由器，然后路由器将这些 IP 数据报封装到以太网帧中转发到计算机。