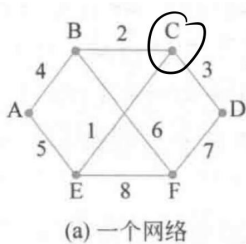


第三次作业参考答案

| | | | | | | | |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|
| P380 | 7 | 10 | 12 | 21 | 25 | 27 | 36 |
| Weight | 15 | 15 | 15 | 15 | 10 | 20 | 10 |

注：没有步骤，直接给出答案，答案错误不得分；反之，酌情给分。

✓ 考虑图 5-12(a) 中的网络。使用距离向量路由算法，路由器 C 刚刚收到下列距离向量：来自 B 的 (5, 0, 8, 12, 6, 2)，来自 D 的 (16, 12, 6, 0, 9, 10)，来自 E 的 (7, 6, 3, 9, 0, 4)。从 C 到 B、D 和 E 的链路成本分别为 6、3 和 5。请给出 C 的新路由表，并给出使用的输出线路和成本。



7. 答：从 C 经过 B 到 A、B、C、D、E、F 的延迟向量为 (11, 6, 14, 12, 8)
- 从 C 经过 D 到 A、B、C、D、E、F 的延迟向量为 (19, 15, 9, 3, 12, 13)
- 从 C 经过 E 到 A、B、C、D、E、F 的延迟向量为 (12, 11, 8, 14, 5, 9)
- 取除 C 本身以外到每个目标的最小值，得到 C 的新路由表

| 到 | 延迟 | 线路 |
|---|----|----|
| A | 11 | B |
| B | 6 | B |
| C | 0 | - |
| D | 3 | D |
| E | 5 | E |
| F | 8 | B |

✓ 19. 一个有 4800 台路由器的网络采用了层次路由。对于 3 层结构来说，应该选择多大的区域和簇才能将路由表的尺寸降低到最小？一个好的起点是假设这样的方案接近最优：有 k 个簇，每个簇有 k 个区域，每个区域有 k 台路由器。这意味着 k 大约是 4800 的立方根（约等于 16）。用试错的方法给出这 3 个参数在 16 附近的各种组合。

10.

解:

不妨设方案有 x 个簇, 每簇有 y 个区域, 每区域有 z 台路由器.

则每个路由器的路由表项的个数为: $(x-1) + (y-1) + z$.

满足的条件为 $x \cdot y \cdot z \geq 4800$ 且 x, y, z 均为整数.

因此, x 和 y 和 z 在数字上等价, 所以默认为 $x \leq y \leq z$ 的方式给出满足三元组 (x, y, z) .

① (13, 14, 27) ② (13, 15, 21) ③ (13, 16, 23) ④ (13, 17, 22)

⑤ (13, 18, 21) ⑥ (13, 19, 20) ⑦ (14, 15, 23) ⑧ (14, 16, 22)

⑨ (14, 17, 21) ⑩ (14, 18, 20) ⑪ (15, 16, 20) ⑫ (15, 17, 19)

⑬ (15, 18, 18) ⑭ (16, 16, 19) ⑮ (16, 17, 18) ⑯ (17, 17, 17)

分别计算以上 16 种情况的路由表项, 可得 ⑩ (15, 16, 20) 的最小, 为 49.

所以 (15, 16, 20) 有 $A_3^3 = 6$ 种排列方法, 其中的一种为 15 个簇, 每簇 16 个区域, 每区域 20 个路由器.

12. 考虑图 5-6 中的网络。若使用以下方法, 从 B 发出的一次广播将生成多少个数据包?

(a) 逆向路径转发。 有自环的路由表

(b) 汇集树。

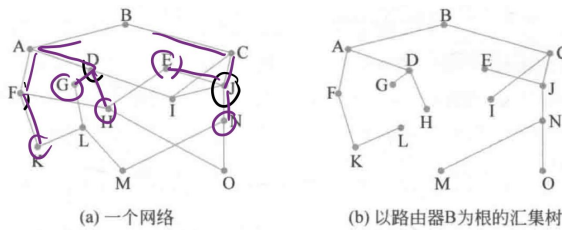
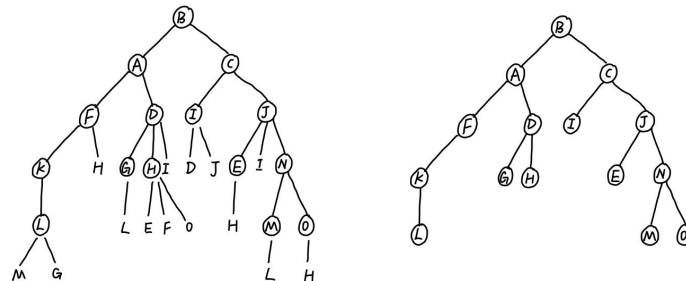


图 5-6 一个网络及其汇集树

12. 答: (a) 从 B 由逆向路径转发算法 构成的树:

(b) 从 B 由汇集树算法 构成的树:



(a) 采用逆向路径转发算法时, 当广播分组到达路由器, 若该分组未自带用于发送该组到广播源的线路, 则向除进入端口外的其余端口转发; 否则会丢弃.

对于 B 外的路由器, 转发产生的数据包个数为节点的度减 1.

各个路由器产生的数据包个数如下:

B: 2 个, A: 2 个, C: 2 个, D: 3 个, F: 2 个, J: 2 个, I: 2 个

H: 3 个, G: 1 个, K: 1 个, L: 2 个, M: 1 个, E: 1 个, N: 2 个, O: 1 个

一共会生成 28 个数据包.

(b) 汇集树算法会沿汇集树进行广播, 只在汇集树路径上转发分组.

由路由器 B 的汇集树的边数为 14 可得:

从 B 发出的广播将生成 14 个数据包.

24. 一台计算机使用一个容量为 500MB 的令牌桶, 速率为 5MB/s。当该桶包含 300MB 时, 计算机每秒产生 15MB 的数据。请问它发送 1000MB 的数据要花多长时间?

21. 答: 令计算机以 15 MB/s 的速度产生数据时间为 t_1

由 $300 + 5t_1 = 15t_1$, 得 $t_1 = 30$ (秒)

此时已发送 $15t_1 = 15 \times 30 = 450$ MB 的数据,

此后, 计算机只能以 5MB/s 的速度产生数据

时间 $t_2 = \frac{1000 - 450}{5} = 110$ (秒)

故, 它发送 1000 MB 的数据共需 $30 + 110 = 140$ 秒。

25. 一台路由器每秒可以处理 200 万个数据包。提供给路由器的负载为每秒 150 万个数据包。如果从源到目标的路径上有 10 台路由器, 请问路由器花在排队和服务上的时间为多少?

25. 答: 由题意知 $\lambda = 1.5 \times 10^6$, $\mu = 2 \times 10^6$, $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0.75$

根据排队理论, 一个数据包经历的平均延迟 $T = \frac{1}{\mu} \times \frac{1}{1-\rho} = 2 \mu s$

这个时间值包含了排队时间和服务时间。

如果从源到目标的路径上有 10 台路由器,

路由器花在排队和服务上的时间为 $2 \times 10 = 20 \mu s$ 。

27. 假设主机 A 与路由器 R1 连接, R1 又与另一台路由器 R2 连接, R2 与主机 B 连接。假设一个要发给主机 B 的 TCP 消息被传递给主机 A 上的 IP 代码, 该消息包含了 900 字节的数据和 20 字节的 TCP 头。请写出在这 3 条链路上传输的每个数据包中 IP 头的总长度、标识符、DF、MF 和段偏移字段值。假定链路 A-R1 可以支持的最大帧长为 1024 字节, 其中包括 14 字节的帧头; 链路 R1-R2 可以支持的最大帧长为 512 字节, 其中包括 8 字节的帧头; 链路 R2-B 可以支持的最大帧长为 512 字节, 其中包括 12 字节的帧头。

27.

解:

(1) 在链路 A-R1, 接收到一个数据传输单元, 为 920B

因为最大帧长为 1024B, 其中帧头为 14B, 则传输的 IP 数据包最大为 1010B.

因为 TCP 首部 + 数据部分 + IP 数据包首部 = 20B + 900B + 20B = 940B < 1010B.

0 不需要分段传输, 数据包相关参数如下:

总长度 (16bit): 0000 0011 1010 1100 = (03AC)₁₆ = (940)₁₀

标识符 (16bit): 此处假设传输的 IP 数据包标识为 0, 即为 (0000)₁₆.

DF (1bit): 0, 代表发送方允许分段

MF (1bit): 0, 代表是最后一份段

段偏移 (13bit): 0 0000 0000 0000, 未分段, 相对偏移为 0.

12) 链路 $R_1 - R_2$, 接收到一个 TCP 报文段, 为 920B

因为最大帧长为 512B, 其中帧头为 8B, 则传输的 IP 数据包最大为 504B.

因为 TCP 首部 + 数据部分 + IP 数据包首部 = 20B + 900B + 20B = 940B > 504B.

需要分段传输, 将 TCP 报文段的 0B - 480B 分为第一段, 480B - 920B 分为第二段.

○ 第 1 个 IP 数据包的长度为 480B + 20B = 500B, 首部如下:

总长度 (16bit): 0000 0001 1111 0100 = (01F4)₁₆ = (500)₁₀.

标识符 (16bit): 同属一个 IP 数据包, 标识相同, 则为 (0000)₁₆

DF (1bit): 0, 代表发送方允许分段

MF (1bit): 1, 代表不是最后一个分段

段偏移 (13bit): 0 0000 0000 0000, 分段, 相对偏移为 0.

○ 第 2 个 IP 数据包的长度为 440B + 20B = 460B, 首部如下:

总长度 (16bit): 0000 0001 1100 1100 = (01CC)₁₆ = (460)₁₀.

标识符 (16bit): 与第 1 段同属一个 IP 数据包, 标识相同, 则为 (0000)₁₆

DF (1bit): 0, 代表发送方允许分段

MF (1bit): 0, 代表是最后一个分段

段偏移 (13bit): 0 0000 0011 1100, 分段, 相对偏移为 (480/8) = 60

(3) 链路 $R_2 - B$, 接收到两个数据传输单元, 分别长 480B 和 440B

因为最大帧长为 512B, 其中帧头为 12B, 则传输的 IP 数据包最大为 500B.

因为最大的数据部分 + IP 数据包首部 = 480B + 20B = 500B, 恰好可以被数据链路层传输.

不需要分段传输, 与 $R_1 - R_2$ 传输的 IP 数据包的首部字段相同 (TTL 除外).

○ 第 1 个 IP 数据包的长度为 500B, 首部如下:

总长度 (16bit): 0000 0001 1111 0100 = (01F4)₁₆ = (500)₁₀

标识符 (16bit): (0000)₁₆

DF (1bit): 0, 代表发送方允许分段

MF (1bit): 1, 代表不是最后一个分段

段偏移 (13bit): 0 0000 0000 0000, 分段, 相对偏移为 0.

○ 第 2 个 IP 数据包的长度为 440B + 20B = 460B, 首部如下:

总长度 (16bit): 0000 0001 1100 1100 = (01CC)₁₆ = (460)₁₀.

标识符 (16bit): 与第 1 段同属一个 IP 数据包, 标识相同, 则为 (0000)₁₆

DF (1bit): 0, 代表发送方允许分段

MF (1bit): 0, 代表是最后一个分段

段偏移 (13bit): 0 0000 0011 1100, 分段, 相对偏移为 (480/8) = 60

36. 一台路由器刚刚接收到以下新的 IP 地址: 57.6.96.0/21, 57.6.104.0/21, 57.6.112.0/21 和 57.6.120.0/21. 如果所有这些地址都使用同一条输出线路, 那么, 它们可以被聚合吗? 如果可以, 它们可以被聚合到哪个地址上? 如果不可以, 为什么?

36. 答: $57.6.\underline{96}.0/21$ 、 $57.6.\underline{104}.0$ 、 $57.6.\underline{112}.0$ 、 $57.6.\underline{120}.0$

$\begin{array}{c} \downarrow \\ \underline{01100000} \end{array}$
 $\begin{array}{c} \downarrow \\ \underline{01101000} \end{array}$
 $\begin{array}{c} \downarrow \\ \underline{01110000} \end{array}$
 $\begin{array}{c} \downarrow \\ \underline{01111000} \end{array}$

故它们可以被聚合, 可以被聚合到 $57.6.96.0/19$ 上。

注: 红色框圈住的是出错率比较高的题目!!!