

# 计算机网络 第十一周作业 11月25日 周三

PB18151866 龚小航

P4.1 在这个问题中，我们考虑虚拟电路和数据报网络的一些优点和缺点。

- a) 假设路由器遇到了可能经常会引起它无法正常运转的情况。提出理由说明是虚电路体系结构还是数据报体系结构更好，为什么？
- b) 对于源和目的结点间传输流量的排他性使用，假设该源和目的结点要求，在沿源到目的地的路径上所有路由器总能提供固定的容量。提出理由说明是虚电路体系结构还是数据报体系结构更好，为什么？
- c) 假设网络中的链路和路由器不出故障，所有源/目标对之间使用的路由路径保持不变。在这种情况下，VC 或数据报架构是否有更多的流量控制开销？为什么？

解：虚电路是面向连接的服务，数据报网络是无连接服务。

- a) 在面向连接的网络中，每一次路由器故障都涉及到该连接的路由问题。在面向连接的虚电路网络中，路由表将需要更新(例如，通过距离向量算法或链路状态算法)以考虑到失败的路由器。至少，这将要求从失败路由器前驱的路由器建立一个新的下游部分的路径到目的节点，所有必要的信令涉及到建立一个路径。此外，从失败节点下游的路径上的所有路由器都必须关闭失败的连接，并包含所有必要的信令。因此在这种情况下利用面向连接的虚电路网络会引入许多额外的开销。在无连接的数据报网络中，不需要任何额外开销来设置新的下游路径或采用旧的下游路径。因此，无连接的数据报网络将是更好的选择。
- b) 为了让路由器在源节点和目标节点之间的路径上保持一个可用的固定容量，它需要知道通过该链路的所有会话的流量的特征。这在面向连接的网络中是可能的，但在无连接的网络中则不可能。因此，一个面向连接的虚电路网络将是更好的。
- c) 在这个场景中，数据报网络结构有更多的控制流量开销。这是由于在网络中路由数据报所需的各种数据包报头造成的。但在 VC 架构中，一旦所有电路都建立起来，它们就永远不会改变。因此，从长期来看，信令开销可以忽略不计。

P4.10 考虑使用 32 比特主机地址的某数据报网络。假定一台路由器具有 4 条链路，编号为 0 ~ 3，分组能被转发到如下的各链路接口：

Destination Address Range	Link Interface
11100000 00000000 00000000 00000000 through 11100000 00111111 11111111 11111111	0
11100000 01000000 00000000 00000000 through 11100000 01000000 11111111 11111111	1
11100000 01000001 00000000 00000000 through 11100001 01111111 11111111 11111111	2
otherwise	3

- a) 提供一个有 4 个条目的转发表，使用最长前缀匹配，将数据包转发到正确的链接接口。
- b) 描述你的转发表是如何为具有下列目的地址的数据报决定适当链路接口的：

11001000 10010001 01010001 01010101  
11100001 01000000 11000011 00111100  
11100001 10000000 00010001 01110111

解：直接给出最长前缀匹配的转发表：

前缀匹配	接口
11100000 00	0
11100000 01000000	1
1110000	2
Other	3

再根据转发表求出以下三个数据报的转发情况：

第一条不与任何一项匹配，直接转发入 other，进入接口 3；

第二条与第三条都是前七位匹配，进入接口 2。

P4.12 考虑使用 8 比特主机地址的数据报网络。假定一台路由器使用最长前缀匹配并具有下列转发表：

前缀匹配	接口
1	0
10	1
111	2
Other	3

对这 4 个接口中的每个，给出相应的目的主机地址的范围和在该范围中的地址数量。

解：直接列于下表中：

前缀匹配	目的主机地址范围（含端点）	该范围中地址数量
1	1100 0000 ~ 1101 1111	32
10	1000 0000 ~ 1011 1111	64
111	1110 0000 ~ 1111 1111	32
Other	0000 0000 ~ 0111 1111	128

P4.13 考虑互联 3 个子网（子网 1、子网 2 和子网 3）的一台路由器。假定在这 3 个子网的每个子网中的所有接口要求具有前缀 223.1.17/24。还假定子网 1 要求支持多达 60 个接口，子网 2 要求支持多达 90 个接口和子网 3 要求支持多达 12 个接口。提供 3 个满足这些限制的网络地址（形式为  $a.b.c.d/x$ ）

解：32 位的 IP 地址前 24 位为子网掩码，这台路由器最多能提供  $2^8 = 256$  个地址，比  $60 + 90 + 12 = 162$  更多，因此是存在分割方法的。其中一种如下所示：（总共 8 位）

前缀匹配	转向子网
00	1
1	2
01	3

子网 1: 223.1.17.0/26    子网 2: 223.1.17.128/25    子网 3: 223.1.17.64/26

P4.16 考虑具有前缀 128.119.40.128/26 的一个子网。给出能被分配给该网络的一个 IP 地址的例子。假定一个 ISP 拥有形式为 128.119.40.64/26 的地址块。假定它要从该地址块生成 4 个子网，每块具有相同数量的 IP 地址。这 4 个子网 (形式为  $a.b.c.d/x$ ) 的前缀是什么？

解：前 26 位为子网掩码，因此任意给出一个前 26 位与子网地址相同，后面不同的地址：128.119.40.129.

而将这个 ISP 拥有的地址块平均分为四个子网，需要额外的两位来区分四个子网，而每个子网内含有的 IP 地址数量为  $2^{8-2-2} = 16$  个。因此四个子网的前缀为：

128.119.40.64/28;

128.119.40.80/28;

128.119.40.96/28;

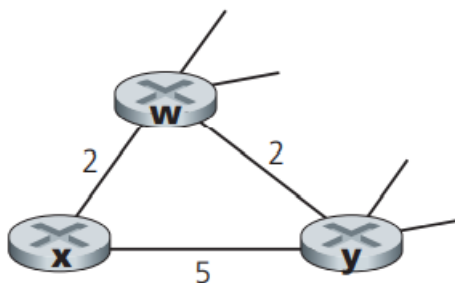
128.119.40.112/28

P4.19 考虑向具有 700 字节 MTU 的一条链路发送一个 2400 字节的数据报。假定初始数据报标有标识号 422。将会生成多少个分片？在生成相关分片的数据报中的各个字段中的值是多少？【课本 216、217 页】

解：每个数据报的最大有效长度为  $700 - 20 = 680$ ，因此需要的报文段数为  $\lceil (2400 - 20) / 680 \rceil = 4$  段，即生成 4 个分片。

分片相关的 IPv4 报文字段包括标识，标志和片偏移。对于标识字段，其中每一段都会有标识符 422；对于标志字段，前三段标志位都为 1，最后一段标志位为 0；对于片偏移字段，除最后一段外每一段包括 IP 头都是 700 字节，最后一个段包括 IP 头为  $2400 - 20 - 680 * 3 + 20 = 360$  字节。片偏移以 8 个字节为偏移单位，分片的长度必须是 8 字节的整数倍。680 恰好是 8 的倍数， $680 / 8 = 85$  因此这四个分片的片偏移字段应为 0, 85, 170, 255

P4.30 考虑下图所示的网络段。 $x$  只有两个相连邻居  $w$  与  $y$ 。 $w$  有一条通向目的地  $u$  (没有显示) 的最低费用路径, 其值为 5;  $y$  有一条通向目的地  $u$  的最低费用路径, 其值为 6。从  $w$  与  $y$  到  $u$  (以及  $w$  与  $y$  之间) 的完整路径未显示出来。网络中所有链路费用皆为正整数值。【课本 249, 250 页】



- 给出  $x$  对目的地  $w, y$  和  $u$  的距离向量;
- 给出对  $c(x, w)$  或  $c(x, y)$  的链路费用的变化, 使得执行了距离向量算法后,  $x$  将通知其邻居有一条通向  $u$  的新最低费用路径。
- 给出对  $c(x, w)$  或  $c(x, y)$  的链路费用的变化, 使得执行了距离向量算法后,  $x$  将不通知其邻居有一条通向  $u$  的新最低费用路径。

解: 分别解答:

- 根据 DV 算法,  $D_x(w) = 2$ ,  $D_x(y) = 4$ ,  $D_x(u) = 7$ ,

所选择的最低开销路径分别为:

$$x \rightarrow w$$

$$x \rightarrow w \rightarrow y$$

$$x \rightarrow w \rightarrow u$$

- 上一问得出的从  $x$  到  $u$  的最低开销路径为  $x \rightarrow w \rightarrow u$ , 开销为 7;

而从  $x$  到  $u$  共有四条简单无环路径:

$$x \rightarrow w \rightarrow u; \quad x \rightarrow w \rightarrow y \rightarrow u; \quad x \rightarrow y \rightarrow w \rightarrow u; \quad x \rightarrow y \rightarrow u;$$

简单地说只要使其中一条比 7 的开销更小即可, 例如令  $c(x, y) = 0.1$

- 与上一问类似, 在其他三种情况里任意令若干种情况的开销增大即可, 例如令  $c(x, y) = 100$

P4.34 考虑图 4-31。假定有另一台路由器  $w$ ，与路由器  $y, z$  连接。所有链路费用给定如下： $c(x, y) = 4$ ， $c(x, z) = 50$ ， $c(y, w) = 1$ ， $c(z, w) = 1$ ， $c(y, z) = 3$ 。假设在距离向量路由选择算法中使用了毒性逆转。

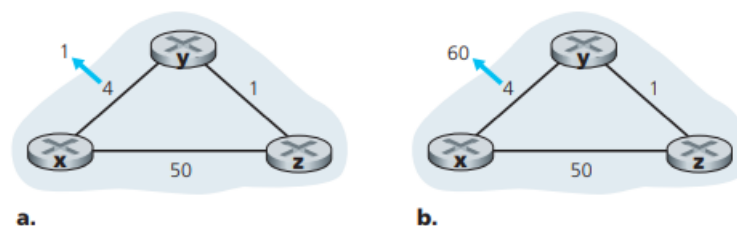


Figure 4.31 ♦ Changes in link cost

- a) 距离向量路由选择稳定时，路由器  $w, y$  和  $z$  互相通知它们到  $x$  的距离。它们告诉彼此的数值为？
- b) 现在假设  $x$  和  $y$  之间的链路成本增加到 60。即使使用了毒性逆转，将会存在无穷计数问题吗？为什么？如果存在无穷计数问题，距离向量路由选择需要多少次迭代才能再次到达稳定状态？评估你的答案。
- c) 如果  $c(y, x)$  从 4 变化到 60，怎样修改  $c(y, x)$  使得不存在无穷计数问题？

解：分别分析：

a) 列表如下：

通知方（发送方）	被通知方（接收方）	到 $x$ 的距离
$w$	$y$	$\infty$
	$z$	5
$y$	$w$	4
	$z$	4
$z$	$w$	$\infty$
	$y$	6

b) 涉及三个及更多结点的环路无法用毒性逆转技术检测到。

本题会涉及无穷计数的问题。显然  $w, y, z$  形成一个环路来计算到  $x$  结点的开销。假设  $t = 0$  时刻，各个路由器中的信息如上表所示，此时恰好  $x, y$  之间的开销增加到 60。显然在  $t = 27$  时， $z$  通知它的邻居它到  $x$  的开销为 50，此后再经过三次报文传递，在  $t = 31$  时刻系统达到稳定状态。因此需要 30 次迭代才可以再次达到稳定状态。

c) 可以切断  $y$  和  $z$  之间的连接，这样就可以避免无穷计数的问题。

P4.47 考虑图 4-44 中所示的拓扑。假定所有链路具有单位费用并且结点 E 是广播源。在给定结点 E 为源的情况下，使用如图 4-44 中所示的箭头，指出使用 RPF 转发分组的链路，以及不转发分组的链路。

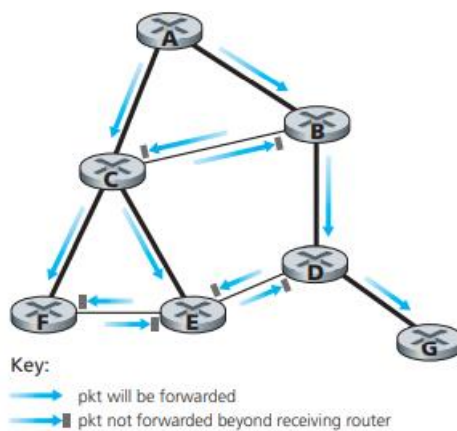
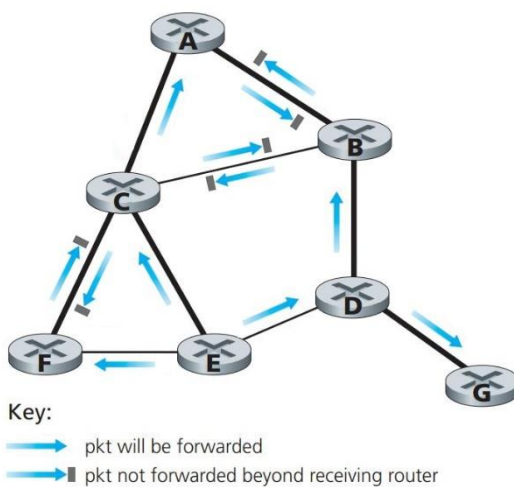


Figure 4.44 ♦ Reverse path forwarding

解：反向路径转发。从 E 开始广播，利用节点内部的单播路由表，节点仅转发从本节点->源节点最短路径的反向路径上到来的广播分组。转发图如下：



P4.49 考虑在图 4-46 中所显示的拓扑，并假定每段链路有单位费用。假设结点 C 在基于中心的多播路由选择算法中被选为中心。假定每个相连路由器都使用到结点 C 的最低费用路径向 C 发送加入报文，画出所产生的基于中心的多播路由选择树。产生的树是一棵最低费用树吗？评估你的答案。【生成树广播】

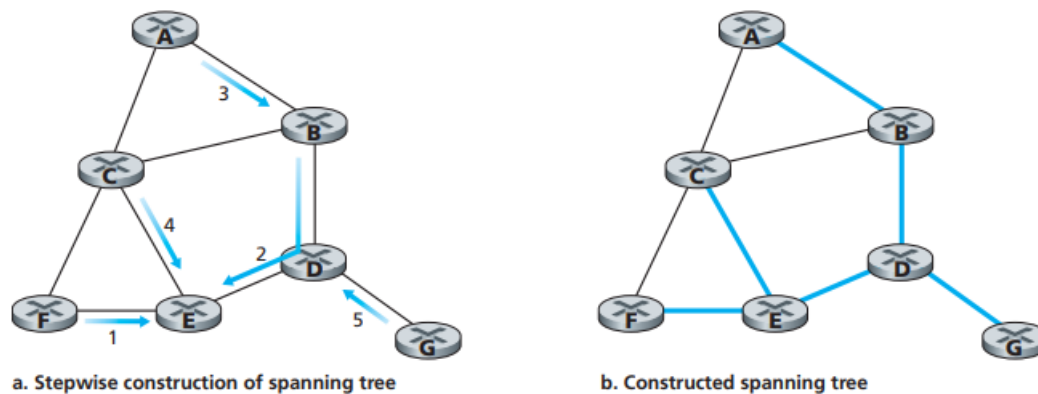
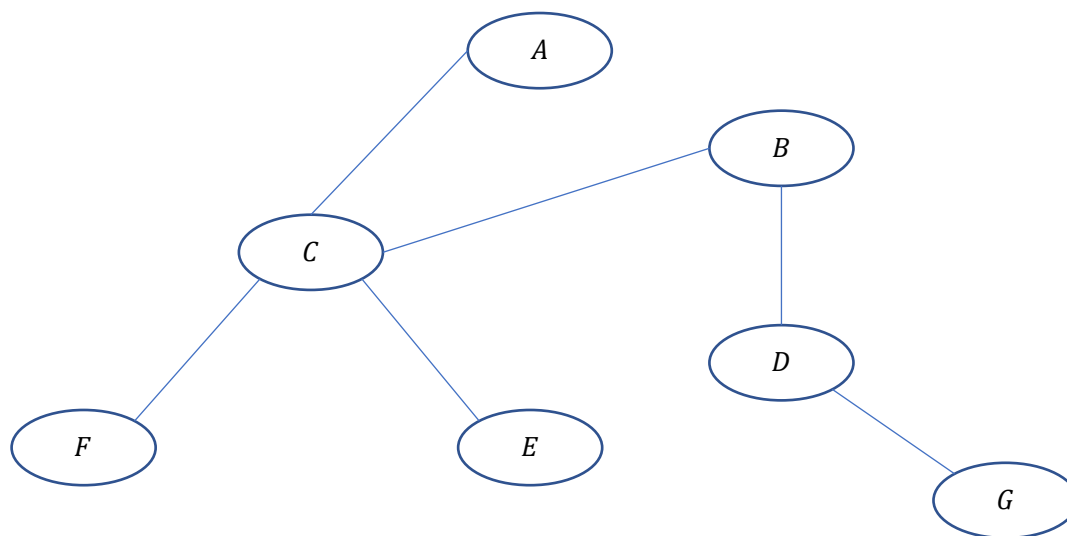


Figure 4.46 ♦ Center-based construction of a spanning tree

解：生成树广播方法不适用于动态变化的网络情况。

以 C 为中心的生成树如下所示：（假设  $D \rightarrow B \rightarrow C < D \rightarrow E \rightarrow C$ ）



这是最小生成树，因为对每个节点，都选择了到 C 最近的路径。但这棵最小生成树与 4-46 不同。