

## 第五章习题

CH5 R1 R4 R7 R8 P3 P5 P7 P14 P15

R1 基于每路由器控制的控制平面意味着什么？在这种情况下，当我们说网络控制平面和数据平面是‘整体地’实现时，是什么意思？

答：每路由器控制意味着路由算法在每个路由器中运行；转发和路由功能都受限于每个路由器。每个路由器都有一个路由选择组件，与其他路由器中的路由选择组件通信，以计算其转发表的值。在这种情况下，我们说网络控制和数据平面是“整体地”实现的，因为每个路由器都作为一个独立的实体工作，实现自己的控制和数据平面。

\*R4

比较和对照链路状态和距离向量路由选择算法。

答：链路状态算法：使用关于网络的完整全局知识计算源和目标之间的最低成本路径。

距离矢量路由：最低成本路径的计算以迭代的分布式方式执行。节点只知道它应转发数据包的邻居，以便沿最低成本路径到达给定目的地，以及从自身到目的地的该路径的成本。

### LS 和 DV 算法的比较

消息复杂度（DV胜出）

- **LS:** 有  $n$  节点,  $E$  条链路, 发送报文  $O(nE)$  个
  - 局部的路由信息；全局传播
- **DV:** 只和邻居交换信息
  - 全局的路由信息，局部传播

健壮性：路由器故障会发生什么（LS胜出）

**LS:**

- 节点会通告不正确的链路代价
- 每个节点只计算自己的路由表
- 错误信息影响较小，局部，路由较健壮

收敛时间（LS胜出）

- **LS:**  $O(n^2)$  算法
  - 有可能震荡
- **DV:** 收敛较慢
  - 可能存在路由环路
  - **count-to-infinity** 问题

**DV:**

- **DV** 节点可能通告对全网所有节点的不正确路径代价
  - 距离矢量
- 每一个节点的路由表可能被其它节点使用
  - 错误可以扩散到全网

2种路由选择算法都有其优缺点，而且在互联网上都有应用

\*R7

为什么在因特网中用到了不同类型的 AS 间与 AS 内协议？

答：见书 P263

策略：在 AS 之间，策略问题起主导作用。一个给定 AS 产生的流量不能穿过另一个特定的 AS，这可能非常重要。类似地，一个给定的 AS 也许想很好地控制它承载的其他 AS 之间穿越的流量。我们已看到，BGP 承载了路径属性，并提供路由选择信息的受控分布，以便能做出这种基于策略的路由选择决策。一个 AS 内部，一切都是在相同的管理控制名义下进行的，因此策略问题在 AS 内部选择路由中起着微不足道的作用。

规模: 扩展一个路由选择算法及其数据结构以处理到大量网络或大量网络之间的路由选择的这种能力, 是 AS 间路由选择的一个关键问题。在一个 AS 内, 可扩展性不是关注的焦点。首先, 如果单个 ISP 变得太大时, 总是能将其分成两个 AS, 并在这两个新的 AS 之间执行 AS 间路由选择。(前面讲过, OSPF 通过将一个 AS 分成区域而建立这样的层次结构。)

性能: 由于 AS 间路由选择是面向策略的, 因此所用路由的质量(如性能)通常是次要关心的问题(即一条更长或开销更高但能满足某些策略条件的路由也许被采用了, 而更短但不满足那些条件的路由却不会被采用)。我们的确看到了在 AS 之间, 甚至没有与路由相关的开销(除了 AS 跳计数外)概念。然而在一个 AS 内部, 这种对策略的关心就不重要了, 可以使路由选择更多地关注一条路由实现的性能级别。

R8.判断: 当一台 OSPF 路由器发送他的链路状态信息时, 他仅向那些直接相邻的节点发送, 解释理由。

答: 错误;

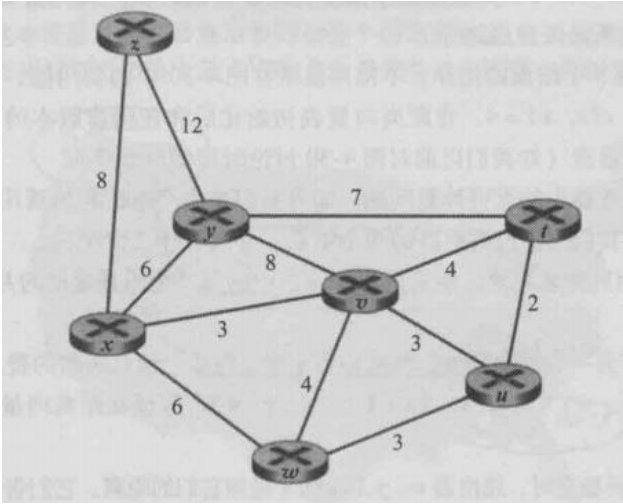
使用 OSPF, 路由器将其链路状态信息广播到它所属的自治系统中的所有其他路由器, 而不仅仅是其相邻路由器。这是因为对于 OSPF, 每个路由器需要构建整个 AS 的完整拓扑图, 然后在本地运行 Dijkstra 的最短路径算法, 以确定到同一 AS 中所有其他节点的最低成本路径。

## OSPF (Open Shortest Path First)

- “open”: 标准可公开获得
- 使用LS算法
  - LS 分组在网络中(一个AS内部)分发
  - 全局网络拓扑、代价在每一个节点中都保持
  - 路由计算采用Dijkstra算法
- OSPF通告信息中携带: 每一个邻居路由器一个表项
- 通告信息会传遍AS全部(通过泛洪)
  - 在IP数据报上直接传送OSPF报文(而不是通过UDP和TCP)

\*P3

考虑下面的网络。对于标明的链路费用，用 Dijkstra 的最短路径算法计算出从  $x$  到所有网络结点的最短路径。通过计算一个类似于表 4-3 的表，说明该算法是如何工作的。

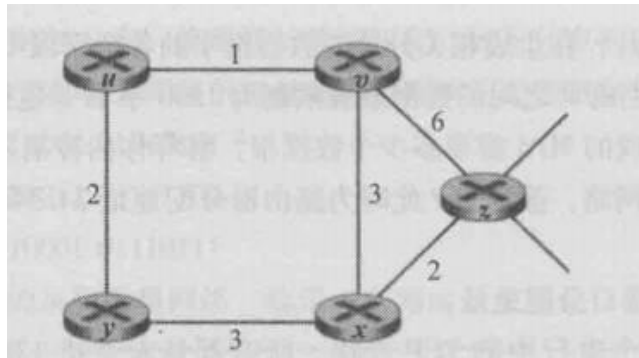


解：

步骤	$N'$	$D(t), p(t)$	$D(u), p(u)$	$D(v), p(v)$	$D(w), p(w)$	$D(y), p(y)$	$D(z), p(z)$
0	x	$\infty$	$\infty$	3,x	6,x	6,x	8,x
1	xv	7,v	6,v		6,x	6,x	8,x
2	xvu	7,v			6,x	6,x	8,x
3	xvuw	7,v				6,x	8,x
4	xvuwy	7,v					8,x
5	xvuwyt						8,x
6	xvuwytz						

\*P5

考虑下图所示的网络，假设每个结点初始时知道到它的每个邻居的费用。考虑距离向量算法，并显示在结点  $z$  中的距离表表项。



答：节点 z 的距离表表项：

		到…开销				
		u	v	x	y	z
从	v	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	x	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
	z	$\infty$	6	2	$\infty$	0

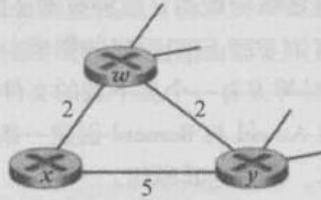
		到…开销				
		u	v	x	y	z
从	v	1	0	3	$\infty$	6
	x	$\infty$	3	0	3	2
	z	7	5	2	5	0

		到…开销				
		u	v	x	y	z
从	v	1	0	3	3	5
	x	4	3	0	3	2
	z	6	5	2	5	0

		到…开销				
		u	v	x	y	z
从	v	1	0	3	3	5
	x	4	3	0	3	2
	z	6	5	2	5	0

\*P7

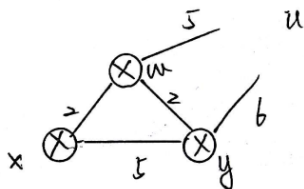
考虑下图所示的网络段。 $x$  只有两个相连邻居  $w$  与  $y$ 。 $w$  有一条通向目的地  $u$ （没有显示）的最低费用路径，其值为 5； $y$  有一条通向目的地  $u$  的最低费用路径，其值为 6。从  $w$  与  $y$  到  $u$ （以及  $w$  与  $y$  之间）的完整路径未显示出来。网络中所有链路费用皆为正整数值。



- 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。

a)  $D_x(w)=2, D_x(y)=4, D_x(u)=7$

b c)



① 费用开销路径改变: ( $x \rightarrow w \rightarrow u \rightarrow x \rightarrow y \rightarrow u$ )

$$c(x, w) + 5 > c(x, y) + 6$$

$$c(x, y) \text{ 不变时, } c(x, w) > c(x, y) + 6 - 5 = 6$$

即  $c(x, w) > 6$  时, 路径改变. 从  $x \rightarrow w \rightarrow u$  到  $x \rightarrow y \rightarrow u$

当  $c(x, w) \leq 6$  (不) 时, 虽路径不变, 但费用开销变化, 也会通知邻居.

$$c(x, w) \text{ 不变时, } c(x, y) < c(x, w) + 5 - 6 = 1$$

但注意题目要求: 网络中所有链路开销皆为正整数值,  $c(x, y)$  不会  $< 1$ .

故舍去.

即  $c(x, y) \geq 1$  下的所有变化均不会导致改变, 不会通知.

② 费用开销路径不变 (仍为  $x \rightarrow w \rightarrow u$ ):

$$c(x, w) + 5 \leq c(x, y) + 6$$

$c(x, y)$  不变时,  $c(x, w) \leq 6$  时, 路径仍为  $x \rightarrow w \rightarrow u$  (但若开销变化会通知)

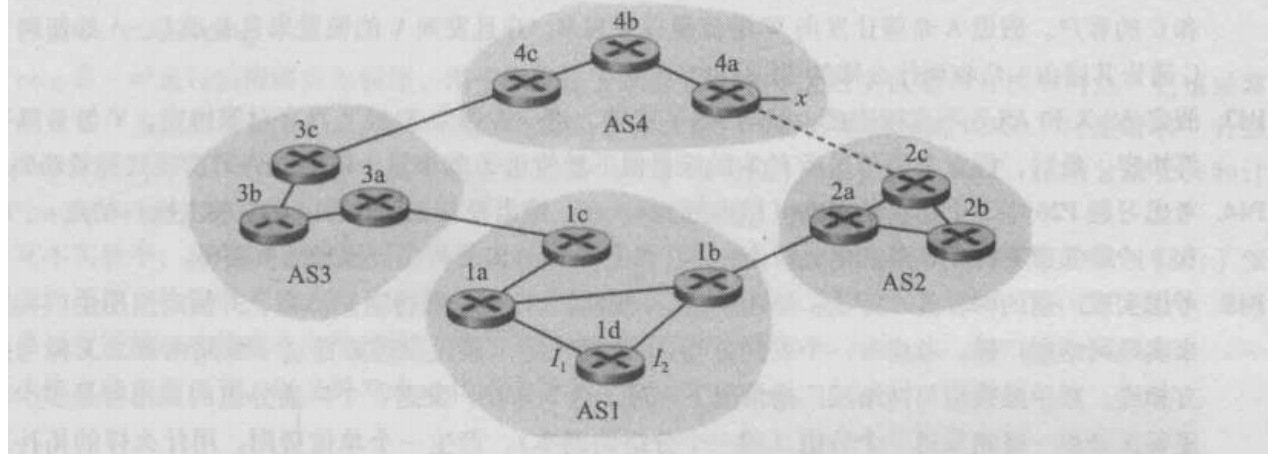
$c(x, w)$  不变时,  $c(x, y) \geq 1$  时, 路径不会改变, 不会通知.



\*P14

考虑下图所示的网络。假定 AS3 和 AS2 正在运行 OSPF 作为其 AS 内部路由选择协议。假定 AS1 和 AS4 正在运行 RIP 作为其 AS 内部路由选择协议。假定 AS 间路由选择协议使用的是 eBGP 和 iBGP。假定最初在 AS2 和 AS4 之间不存在物理链路。

- 路由器 3c 从下列哪个路由选择协议学习到了前缀  $x$ : OSPF、RIP、eBGP 或 iBGP?
- 路由器 3a 从哪个路由选择协议学习到了前缀  $x$ ?
- 路由器 1c 从哪个路由选择协议学习到了前缀  $x$ ?
- 路由器 1d 从哪个路由选择协议学习到了前缀  $x$ ?



答：a、路由器 3c 从路由器 4c 处学习到前缀 x，所以是外部 BGP（eBGP）。

b、路由器 3a 从路由器 3c 处学习到前缀 x，所以是内部 BGP (iBGP)。

c、路由器 1c 从路由器 3a 处学习到前缀 x，所以是外部 BGP (eBGP)。

d、路由器 1d 从路由器 1c 处学习到前缀 x，所以是内部 BGP (iBGP)。

\*P15

参考上一习题，一旦路由器 1d 知道了  $x$  的情况，它将一个表项  $(x, l)$  放入其转发表中。

- 对这个表项而言,  $I$  将等于  $I_1$  还是  $I_2$ ? 用一句话解释其原因。
- 现在假定在 AS2 和 AS4 之间有一条物理链路, 显示为图中的虚线。假定路由器 1d 知道经 AS2 以及经 AS3 能够访问到  $x$ 。 $I$  将设置为  $I_1$  还是  $I_2$ ? 用一句话解释其原因。
- 现在假定有另一个 AS, 它称为 AS5, 其位于路径 AS2 和 AS4 之间 (没有显示在图中)。假定路由器 1d 知道经 AS2 AS5 AS4 以及经 AS3 AS4 能够访问到  $x$ 。 $I$  将设置为  $I_1$  还是  $I_2$ ? 用一句话解释其原因。

答: a、l 等于 l1, 因为 l1 离 1c 的距离更近。

b、l 等于 l2, 通过 1c, 1b 都需要两大跳, AS-PATH 相同, 但是在自治区内部 1b 距离 1d 更近, 最靠近 NEXT-HOP 路由器。

c、l 等于 l1，通过 1c 需要自治区之间的两大跳，通过 1b 需要三大跳，通过 1c 的 AS-PATH 更短。