



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

立足航天，服务国防，面向国民经济主战场



计算机网络之探赜索隐

主讲人：李全龙

本讲主题

链路状态路由算法



网络抽象：图

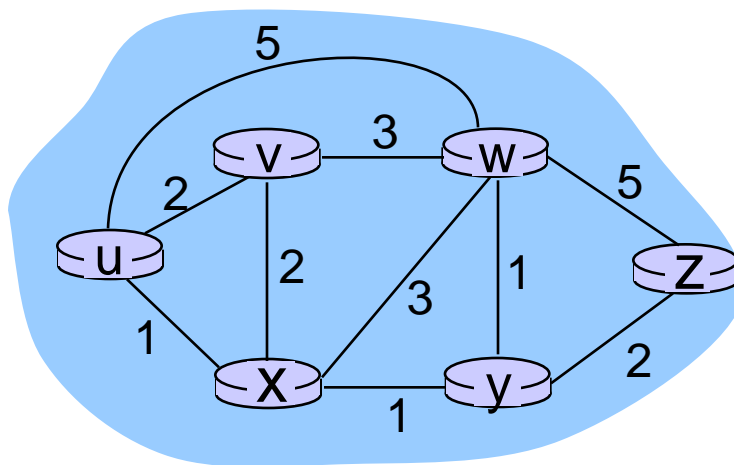


图: $G = (N, E)$

N = 路由器集合 = $\{ u, v, w, x, y, z \}$

E = 链路集合 = $\{ (u,v), (u,x), (v,x), (v,w), (x,w), (x,y), (w,y), (w,z), (y,z) \}$



链路状态路由算法

Dijkstra 算法

- ❖ 所有结点(路由器)掌握网络拓扑和链路费用
 - 通过“链路状态广播”(打散. 泛洪)
 - 所有结点拥有相同信息
- ❖ 计算从一个结点(“源”)到达所有其他结点的最短路径
 - 获得该结点的转发表
- ❖ 迭代: k 次迭代后, 得到到达 k 个目的结点的最短路径

符号:

- ❖ $c(x,y)$: 结点 x 到结点 y 链路费用; 如果 x 和 y 不直接相连, 则 $=\infty$
- ❖ $D(v)$: 从源到目的 v 的当前路径费用值
- ❖ $p(v)$: 沿从源到 v 的当前路径, v 的前序结点
- ❖ N' : 已经找到最小费用路径的结点集合



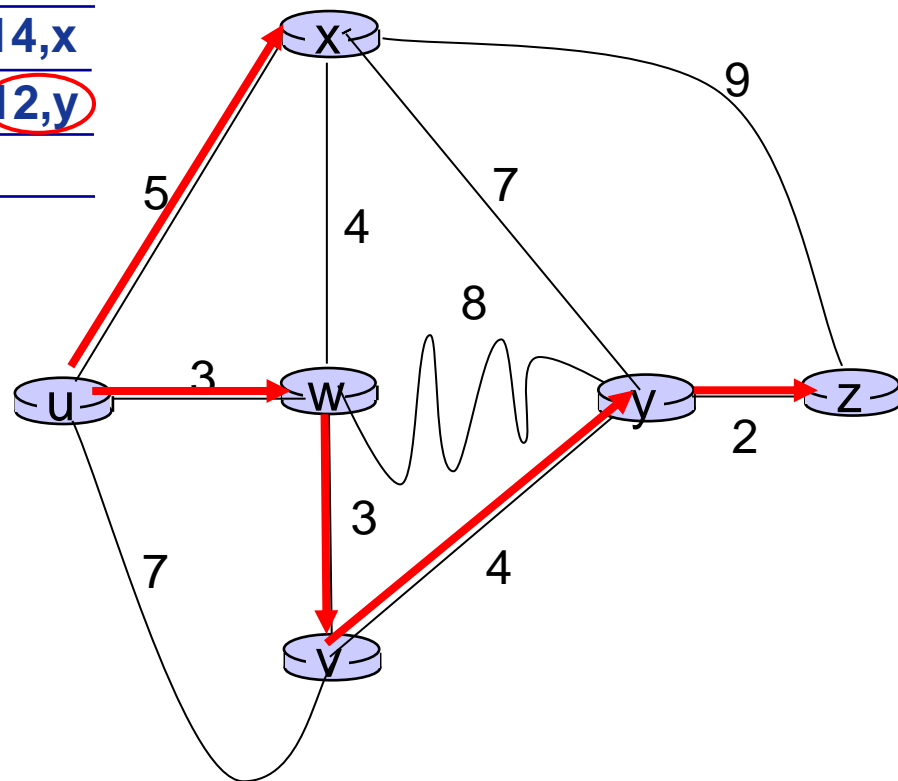
Dijkstra 算法

- 1 初始化:
- 2 $N' = \{u\}$
- 3 for 所有结点 v
- 4 if v 毗邻 u
- 5 then $D(v) = c(u, v)$
- 6 else $D(v) = \infty$
- 7
- 8 **Loop**
- 9 找出不在 N' 中的 w , 满足 $D(w)$ 最小
- 10 将 w 加入 N'
- 11 更新 w 的所有不在 N' 中的邻居 v 的 $D(v)$:
- 12 $D(v) = \min(D(v), D(w) + c(w, v))$ 松弛
- 13 /*到达 v 的新费用或者是原先到达 v 的费用, 或者是
- 14 已知的到达 w 的最短路径费用加上 w 到 v 的费用 */
- 15 until 所有结点在 N' 中



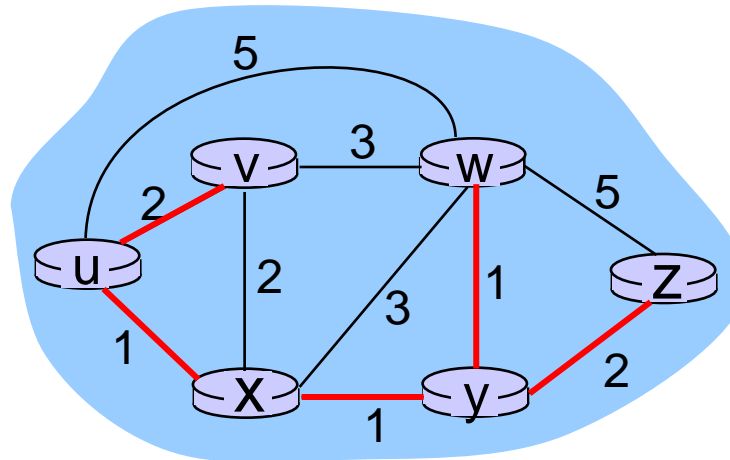
Dijkstra 算法:例1

Step	N'	D(v) p(v)	D(w) p(w)	D(x) p(x)	D(y) p(y)	D(z) p(z)
0	u	7,u	3,u	5,u	∞	∞
1	uw	6,w		5,u	11,w	∞
2	uwx	6,w			11,w	14,x
3	uwxv				10,v	14,x
4	uwxvy					12,y
5	uwxvyz					



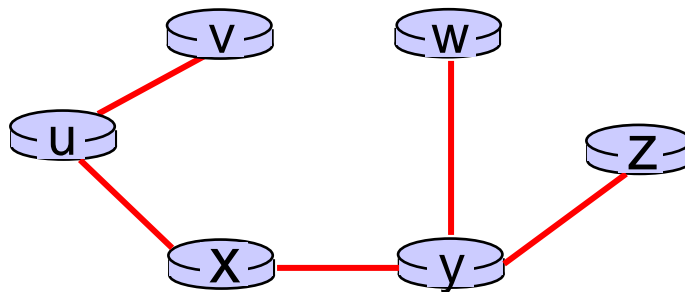
Dijkstra 算法:例2

Step	N'	D(v),p(v)	D(w),p(w)	D(x),p(x)	D(y),p(y)	D(z),p(z)
0	u	2,u	5,u	1,u	∞	∞
1	ux	2,u	4,x		2,x	∞
2	uxy	2,u	3,y			4,y
3	uxyv		3,y			4,y
4	uxyvw					4,y
5	uxyvwz					



Dijkstra 算法:例2

u的最终最短路径树:



u的最终转发表:

目的	链路
v	(u,v)
x	(u,x)
y	(u,x)
w	(u,x)
z	(u,x)



Dijkstra 算法:讨论

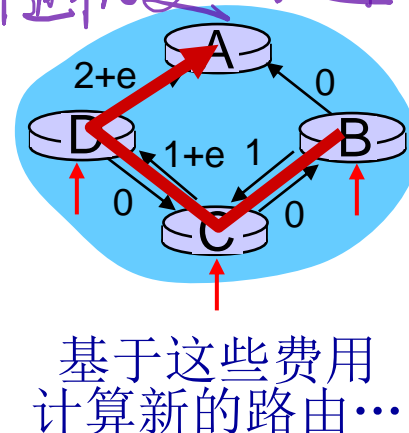
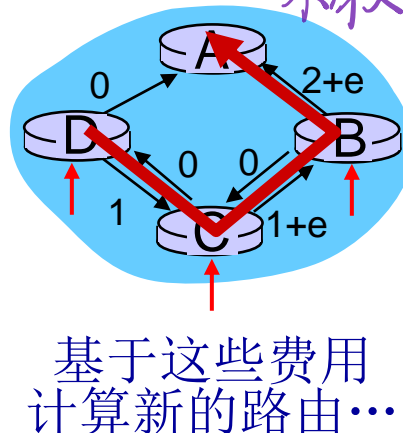
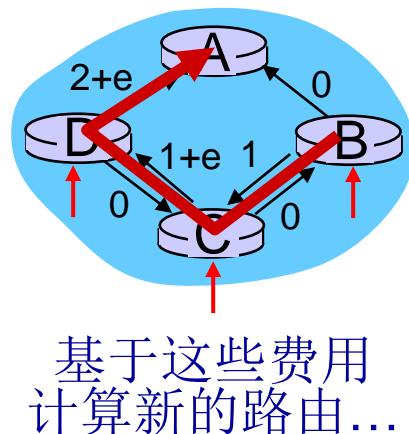
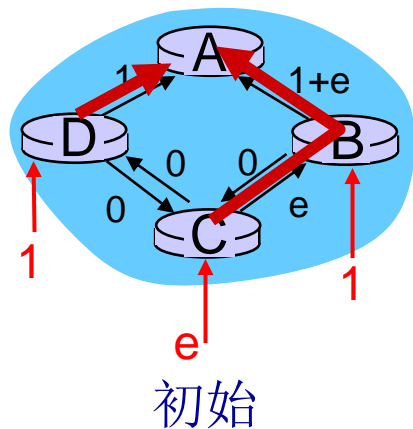
算法复杂性: n 个结点

- ❖ 每次迭代: 需要检测所有不在集合 N' 中的结点 w
- ❖ $n(n+1)/2$ 次比较: $O(n^2)$
- ❖ 更高效的实现: $O(n \log n)$

存在震荡(oscillations)可能: (摆动现象)

- ❖ e.g., 假设链路费用是该链路承载的通信量:

不希望发生
采取随机延时避免





哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY



立足航天，服务国防，面向国民经济主战场

谢谢！