



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

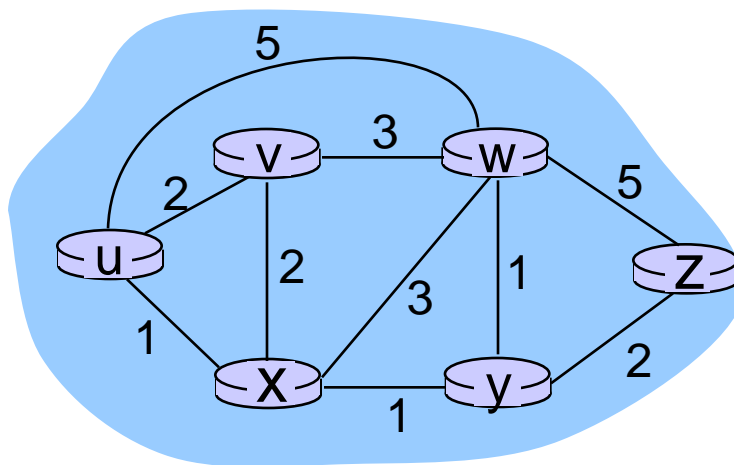


图:  $G = (N, E)$

$N$  = 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”
  - 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



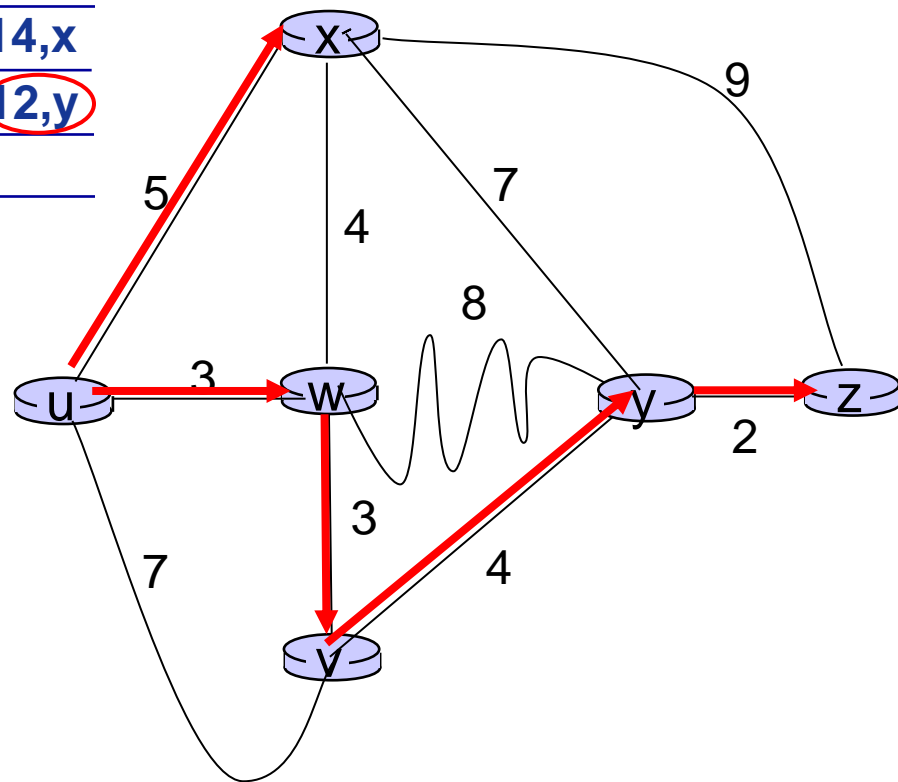
# Dijkstra 算法

```
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      $D(v) = \min( D(v), D(w) + c(w,v) )$ 
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
```



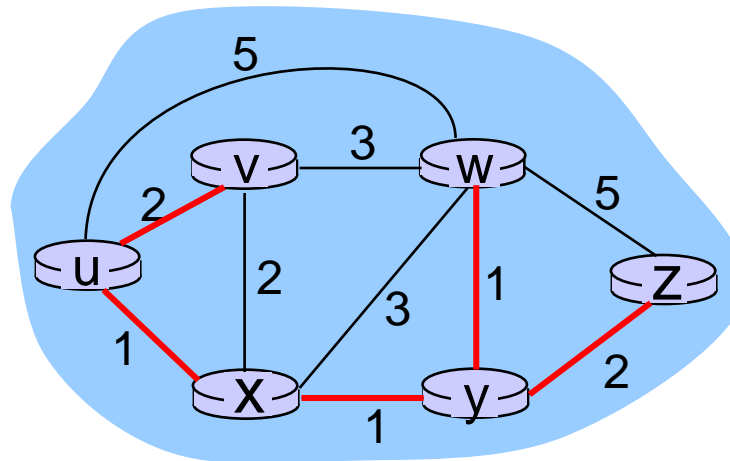
# Dijkstra 算法:例1

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	$\infty$	$\infty$
1	uw	6,w		5,u	11,w	$\infty$
2	uwx	6,w			11,w	14,x
3	uwxv				10,v	14,x
4	uwxvy					12,y
5	uwxvyz					



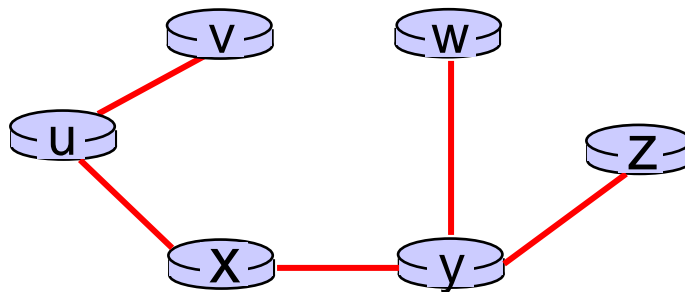
# Dijkstra 算法:例2

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	$\infty$	$\infty$
1	ux	2,u	4,x		2,x	$\infty$
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)





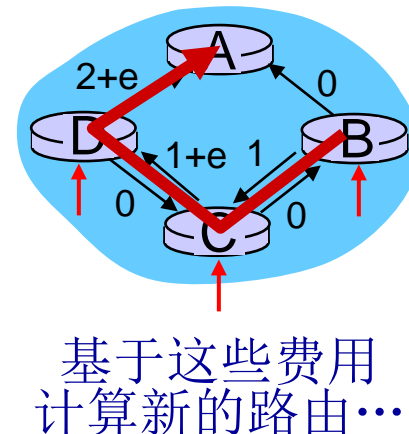
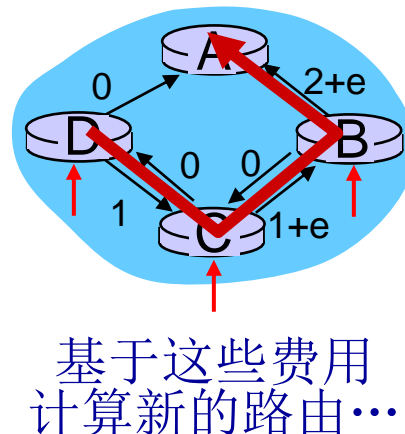
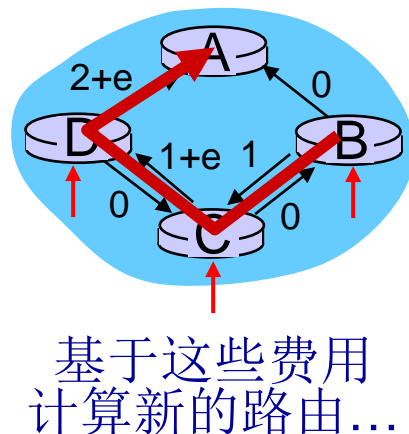
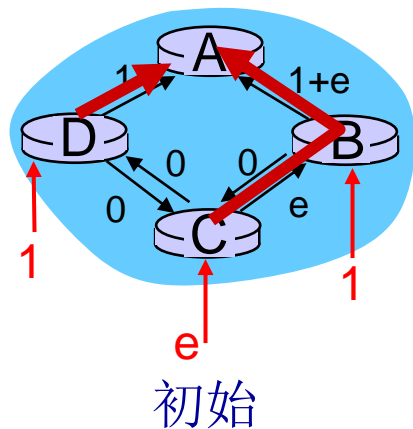
# Dijkstra 算法:讨论

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:

- ❖ e.g., 假设链路费用是该链路承载的通信量:





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！