

第五章 网络层

链路状态路由选择

为什么DV逐渐让位于LS?

DV

- 站的不高，看得不远
- 完全相信邻居

LS

- 想办法站得高，看更远
- 多高、多远？
- 怎么做？



链路状态路由 (Link State)

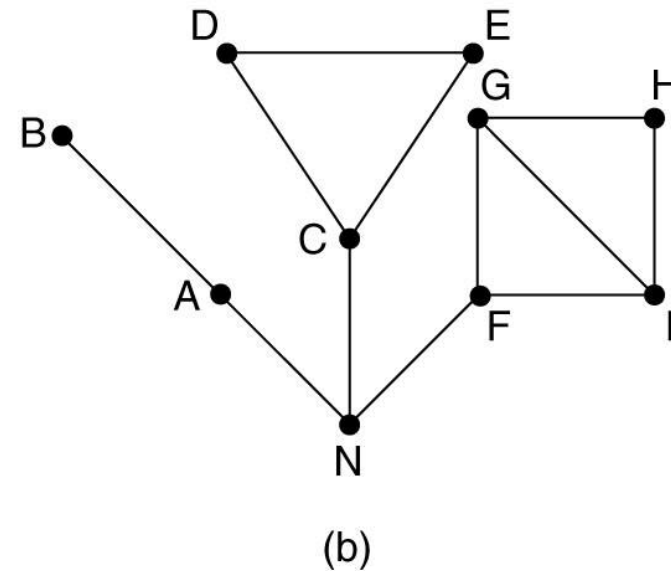
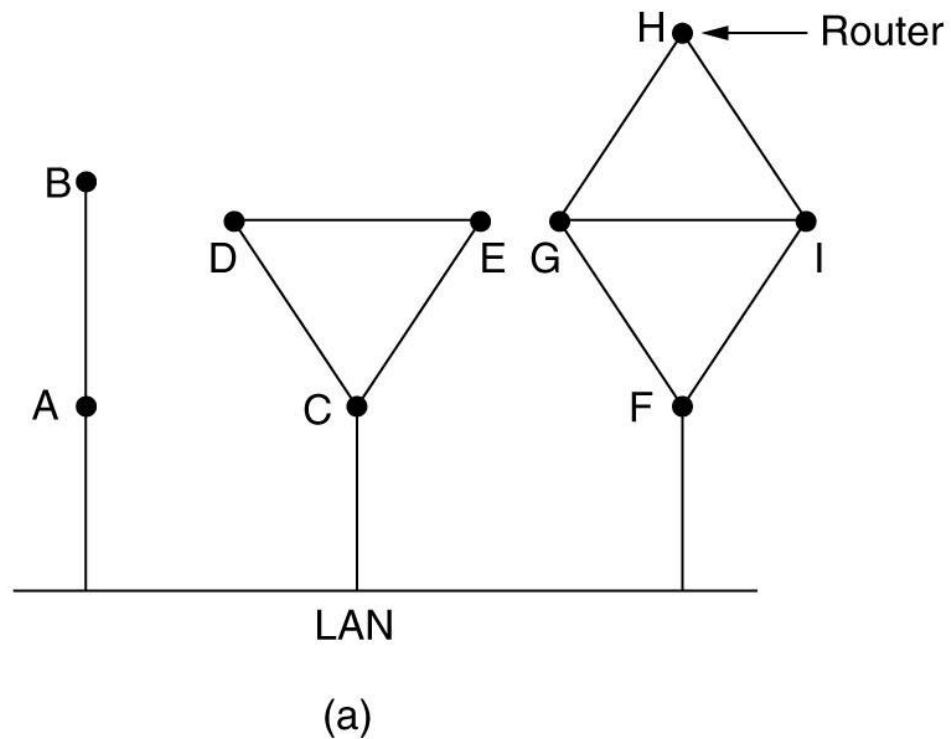
主要思想

- ➡ **发现** 它的邻居节点们，了解它们的网络地址
- ➡ **设置** 到它的每个邻居的成本度量
- ➡ **构造** 一个分组，包含它所了解到的所有信息
- ➡ **发送** 这个分组给所有其他的路由器
- ➡ **计算** 到每个路由器的最短路径



发现邻居节点

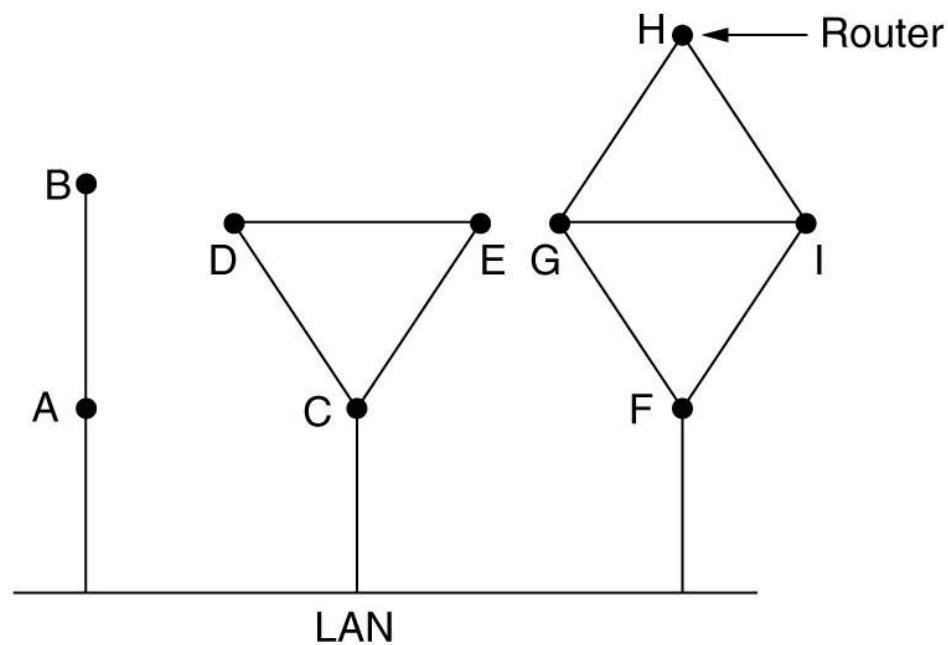
- 当一个路由器启动的时候，在每个点到点的线路发送一个特别的HELLO分组



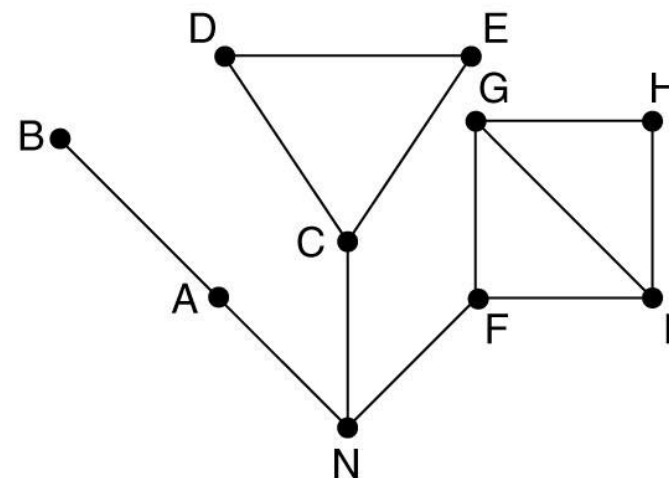


发现邻居节点

- 收到HELLO分组的路由器应该回送一个应答，应答中有它自己的名字（采用一个全球唯一的名字 **globally unique name**）



(a)



(b)



设置链路成本

- 为了决定线路的开销，路由器发送一个特别的 ECHO 分组，
另一端立刻回送一个应答
- 通过测量往返时间（round-trip time），发送路由器可以获得一个合理的延迟估计值
 - 为了得到更好的结果，可多次测量，取均值
- 一种常用的选择
 - 与链路带宽成反比



构造链路状态分组

链路状态分组构造后被发送给其他的路由器，分组中包含这些信息：

1

发送方的标识（ID of the sender）

2

序列号（sequence number）

3

年龄（age）

4

邻居列表（list of neighbors）

5

到邻居的成本/量度（delay to each neighbor）

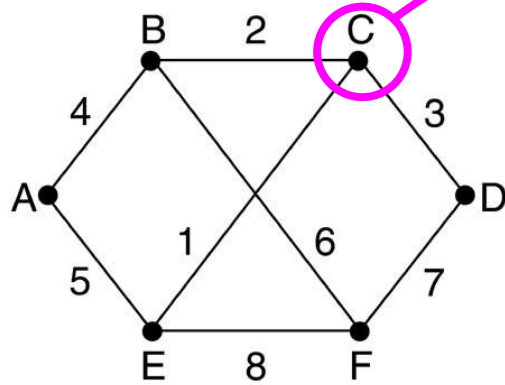


应该什么时候构造分组？

周期性地构造和发送，**或者**有特别的事件发生时构造，比如某条线路或邻居down掉了



构造链路状态分组



(a)

(a) A subnet.

		Link		State		Packets	
A		B		C		D	
Seq.		Seq.		Seq.		Seq.	
Age		Age		Age		Age	
B	4	A	4	B	2	C	3
E	5	C	2	D	3	F	7
		F	6	E	1		

E		F	
Seq.		Seq.	
Age		Age	
A	5	B	6
C	1	D	7
F	8	E	8

(b)

(b) The link state packets for this subnet.



发布链路状态分组

基本算法：

- 每个分组都包含一个序列号，序列号随着新分组产生而递增
- 路由器记录下他看见的所有（源路由器，序列号）对



发布链路状态分组

基本算法：

- 当一个的新的分组到达时，路由器根据它的记录：
 - 如果该分组是新的，就被从除了来线路外的所有其他线路转发出去 (flooding, 泛洪)
 - 如果是重复分组，即被丢弃(喜新厌旧)
 - 如果该分组的序列号比对应的源路由器发送的到过此地的分组的最大序列号还小，则该分组被当作过时的信息而被拒绝

基本算法遇到的问题：

- 序列号回转，引起新老分组识别混淆

- 解决办法：使用 32-bit 的序列号，即使每秒产生一个分组，也需要137年才发生号码回转

- 如果一台路由器崩溃，那么他将丢失自己的序列号记录，如果他再从0开始，新分组将被当作旧分组被拒绝



发布链路状态分组

- 解决上述的路由器崩溃和序列号损坏的方法是：每个分组的序列号之后是年龄(**age**)，并且每秒钟年龄减1
- 当年龄为零 (**zero**)时，来自该路由器的信息被丢弃
- 通常地，每隔一段时间，如10秒钟，一个新分组就会到来，所以，只有路由器down机才可能导致超时（或者，连续6个间隔因为丢失，没有收到新的分组）

一些改进让基本算法更加健壮：

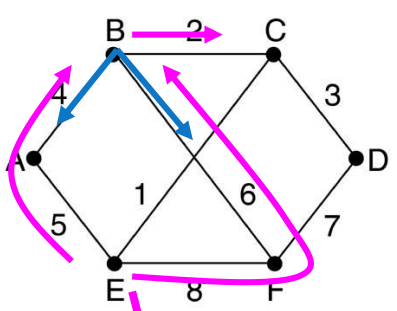
- 当一个链路状态分组到达某个路由器时，它首先被放到一个保留区中等待一段时间
- 如果来自相同路由器的另一个分组到达了，这两个分组的序列号会被比较：
 - 如果**相等**，是重复分组，丢弃
 - 如果**不相等**，旧的那个被丢弃

一些改进让基本算法更加健壮：

- 为了防止路由器到路由器的线路发生错误，所有的链路状态分组都要被确认
- 当一条线路空闲的时候，路由器扫描保留区，以便选择一个分组或确认，并将其发送出去



发布链路状态分组



B的保留区

E's LSP arrivagin from C.

Link			State			Packets		
A	B	C	D	E	F			
Seq.	Seq.	Seq.	Seq.	Seq.	Seq.			
Age	Age	Age	Age	Age	Age			
B 4	A 4	B 2	C 3	A 5	B 6			
E 5	C 2	D 3	F 7	C 1	D 7			
	F 6	E 1		F 8	E 8			

Source	Seq.	Age	Send flags			ACK flags			Data
			A	C	F	A	C	F	
A	21	60	0	1	1	1	0	0	
F	21	60	1	1	0	0	0	1	
E	21	59	0	1	0	1	0	1	0 0 0 1 1 1
C	20	60	1	0	1	0	1	0	
D	21	59	1	0	0	0	1	1	



计算新的路由路径

- 一旦一个路由器获得了全部的链路状态分组就可以构造出全网络图来了（Graph）
- 现在，可以使用最短路径算法来计算路由器之间的最短路径
- 计算结果是一棵树，会形成相应的路由，安装在路由表中，引导数据分组的转发

L-S 路由算法的特点

优点	缺点
每个路由器的认识一致	每个路由器需要较大的存储空间
收敛快	计算负担很大
适合在大型网络里使用	



小结

□ 链路状态路由选择的基本原理

- 发现邻居
- 设置成本
- 构造LSA
- 分发LSA
- 计算

思考题

- 相比距离适量路由选择DV，链路状态路由选择LS具有哪些优点？
- 相比距离适量路由选择DV，链路状态路由选择LS具有哪些缺点？
- 链路状态路由选择LS的基本工作原理是怎样的？你认为哪一步最关键？

谢谢观看

致谢

本课程课件中的部分素材来自于：（1）清华大学出版社出版的翻译教材《计算机网络》（原著作者：Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall）；（2）思科网络技术学院教程；（3）网络上搜到的其他资料。在此，对清华大学出版社、思科网络技术学院、人民邮电出版社、以及其它提供本课程引用资料的个人表示衷心的感谢！

对于本课程引用的素材，仅用于课程学习，如有任何问题，请与我们联系！