



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——网络层（下）

詹东阳

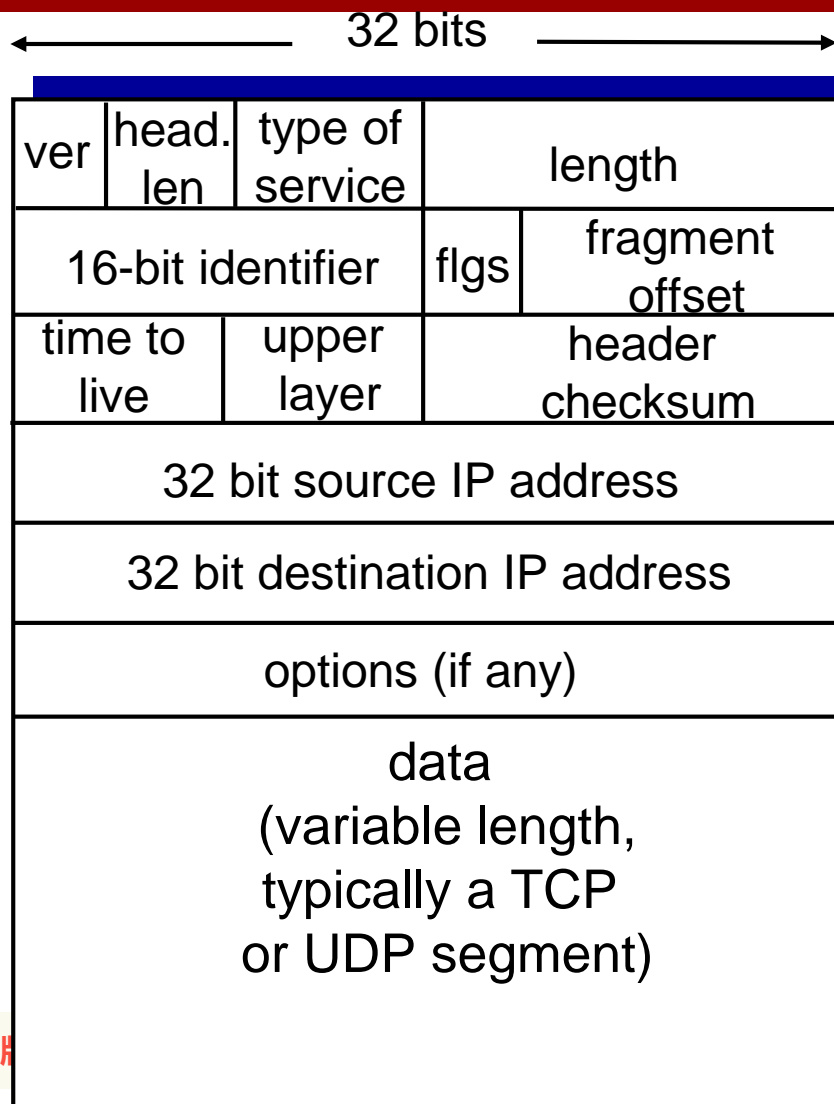
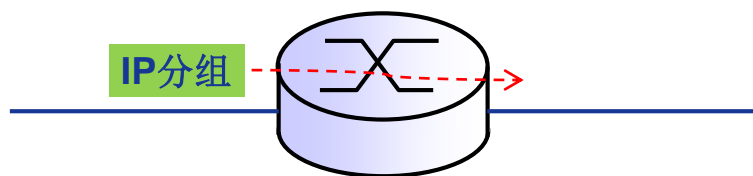
第7周课堂教学

❖ 束广就狭：

- 4.8 NAT
- 4.9 ICMP协议
- 4.10 IPv6简介
- 4.11 路由算法
- 4.12 Internet路由协议



1.一个路由器在转发IP分组时，IP分组的哪些字段可能会被修改？如何修改？

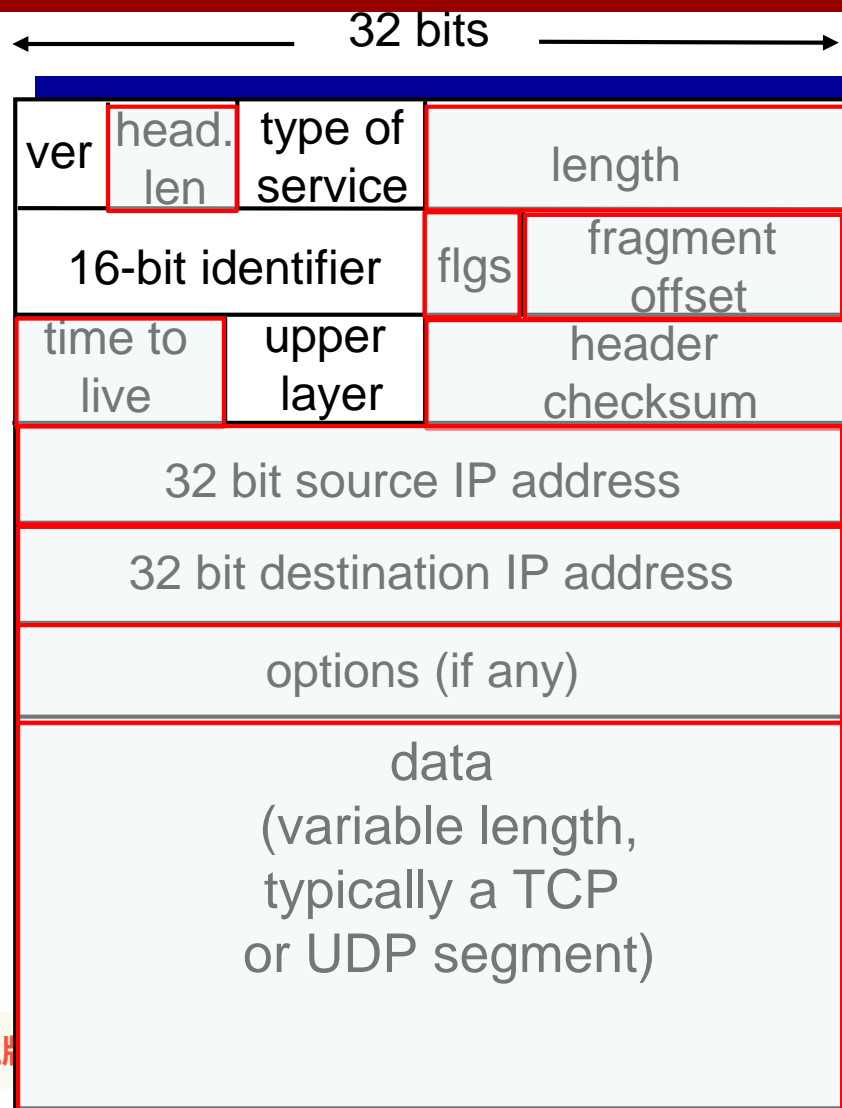
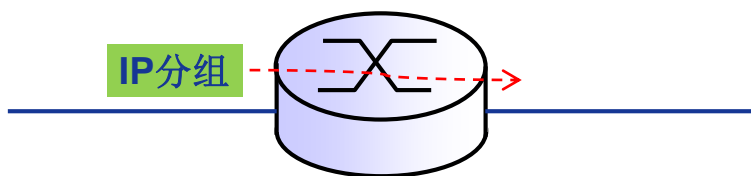


正常使用主观题需2.0以上版本



第7周课堂教学

1. 一个路由器在转发IP分组时，IP分组的哪些字段可能会被修改？如何修改？

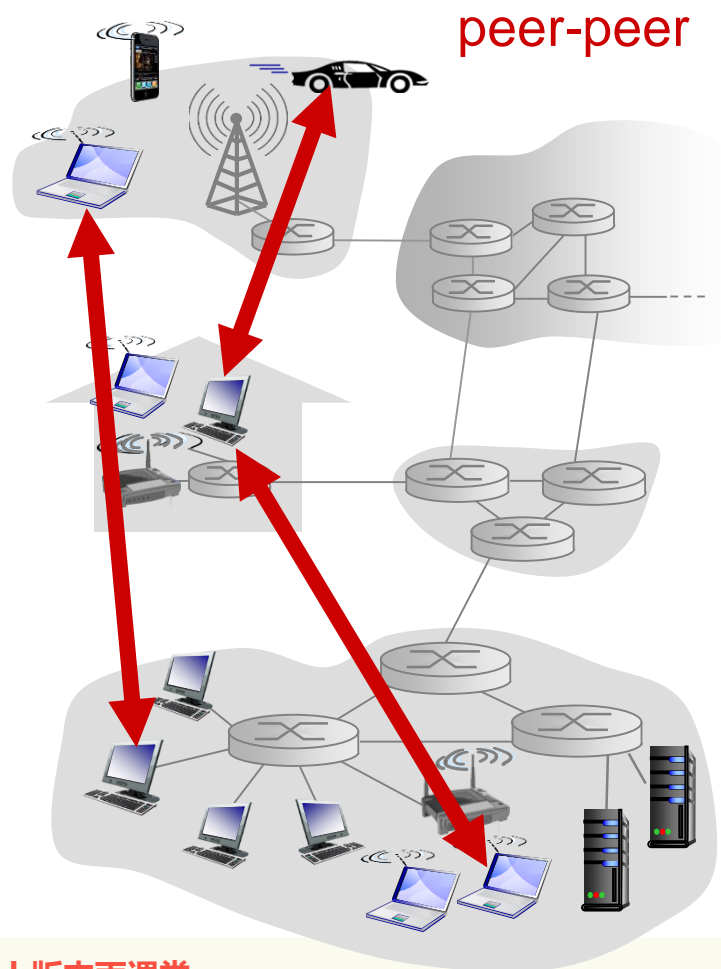


正常使用主观题需2.0以上版



❖ 质疑辨惑:

2.如果两个均使用私有IP地址的主机需要进行P2P通信？可能会遇到什么问题？如何解决？



正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

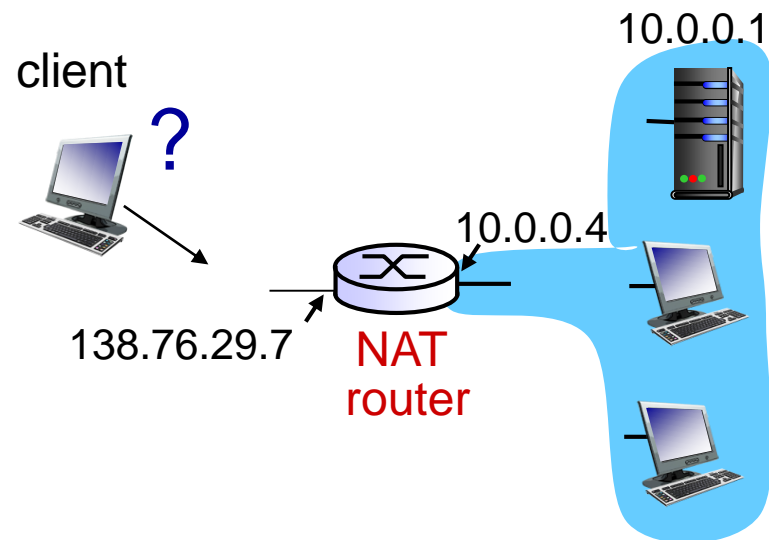
作答





NAT traversal problem

- ❖ client wants to connect to server with address 10.0.0.1
 - server address 10.0.0.1 local to LAN (client can't use it as destination addr)
 - only one externally visible NATed address: 138.76.29.7
- ❖ **solution 1:** statically configure NAT to forward incoming connection requests at given port to server
 - e.g., (138.76.29.7, port 2500) always forwarded to 10.0.0.1 port 25000



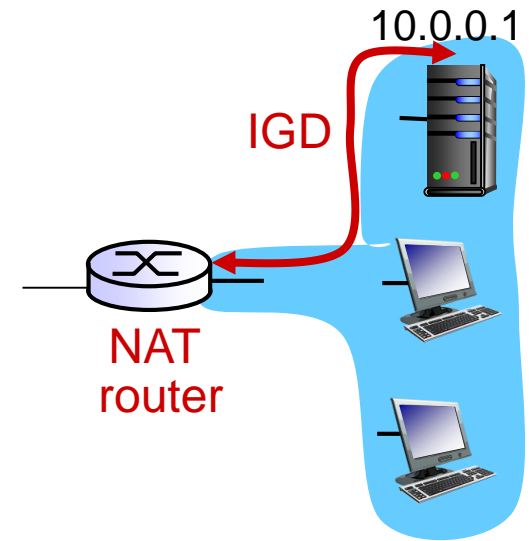


NAT traversal problem

- ❖ **solution 2:** Universal Plug and Play (UPnP) Internet Gateway Device (IGD) Protocol. Allows NATed host to:

- ❖ learn public IP address (138.76.29.7)
- ❖ add/remove port mappings (with lease times)

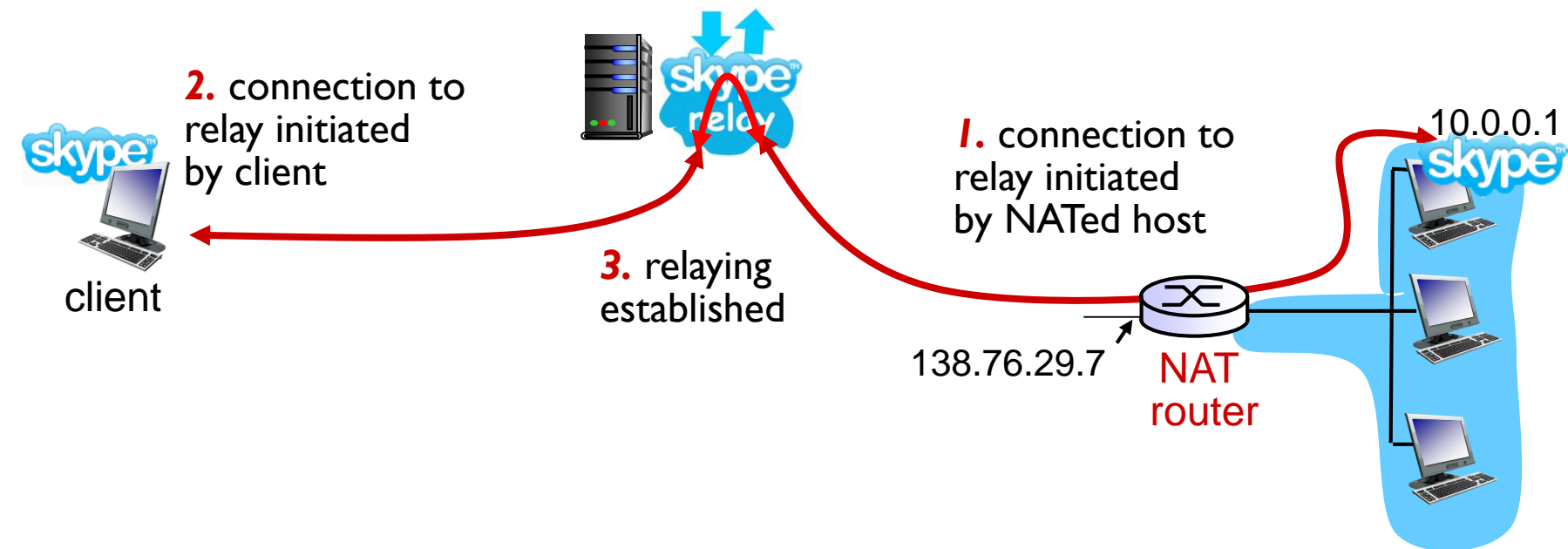
i.e., automate static NAT port map configuration





NAT traversal problem

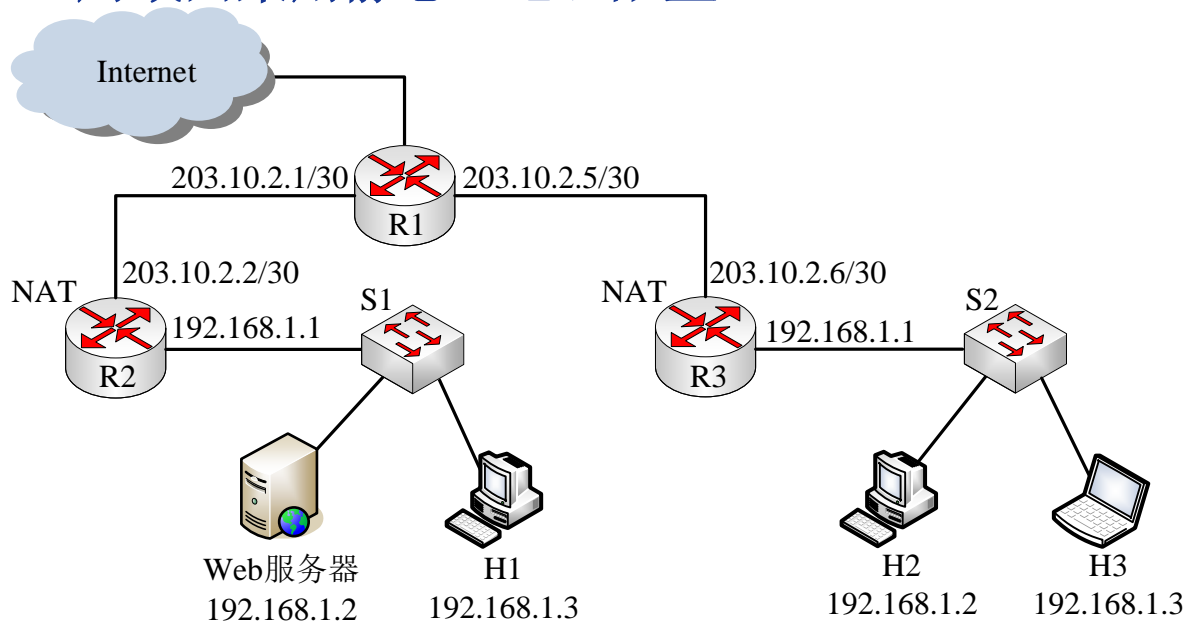
- ❖ **solution 3:** relaying (used in Skype)
 - NATed client establishes connection to relay
 - external client connects to relay
 - relay bridges packets between two connections



❖ 质疑辨惑:

3.某校园网有两个局域网，通过路由器R1、R2和R3互联后接入Internet，S1和S2为以太网交换机。局域网采用静态IP地址配置。

(1) 为使H2和H3能够访问Web服务器（使用默认端口号），需要进行什么配置？



NAT转换表结构:

外网		内网	
IP 地址	端口号	IP 地址	端口号

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

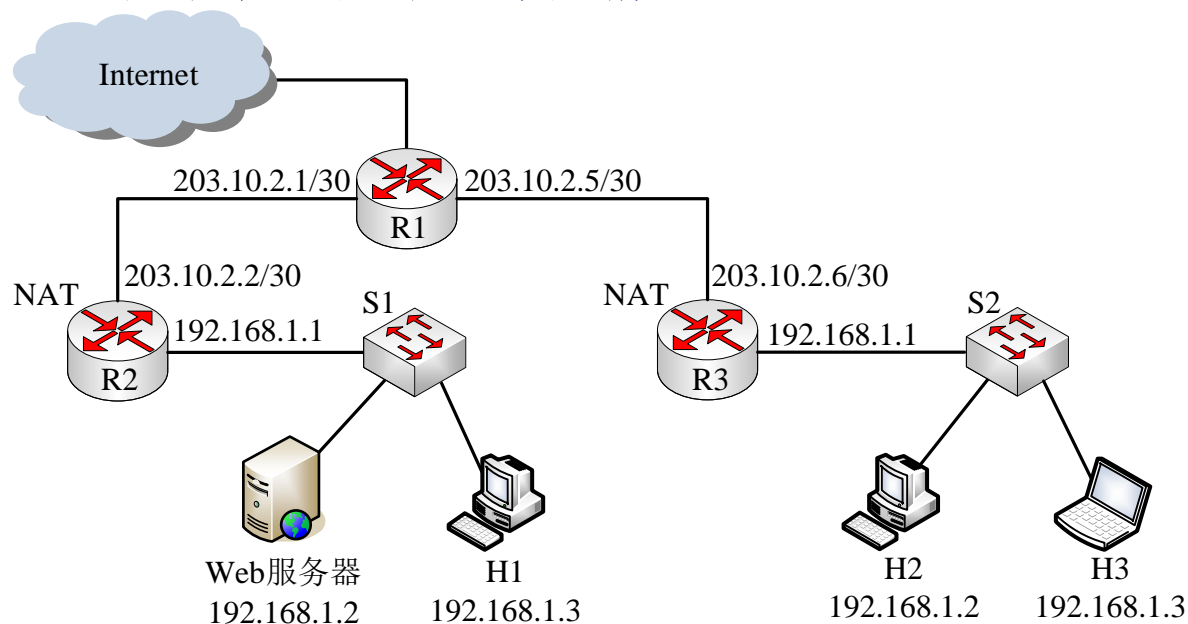


第7周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

3.某校园网有两个局域网，通过路由器R1、R2和R3互联后接入Internet，S1和S2为以太网交换机。局域网采用静态IP地址配置。

(1) 为使H2和H3能够访问Web服务器（使用默认端口号），需要进行什么配置？



静态配置R2的NAT:

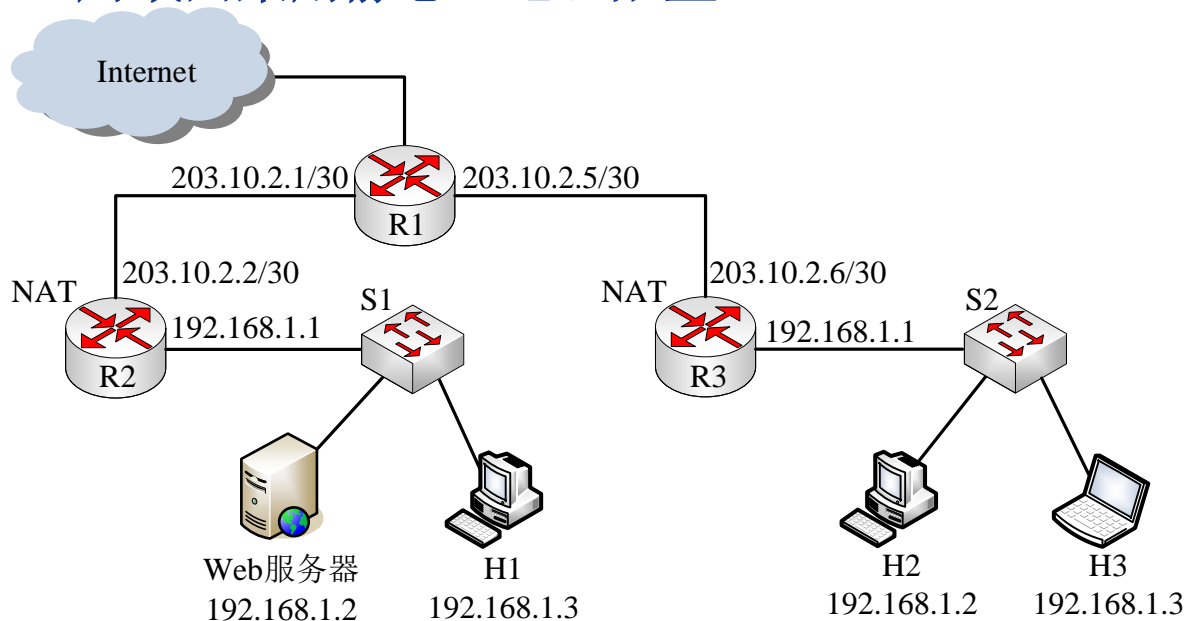
外网		内网	
IP 地址	端口号	IP 地址	端口号
203.10.2.2	80	192.168.1.2	80



❖ 质疑辨惑:

3.某校园网有两个局域网，通过路由器R1、R2和R3互联后接入Internet，S1和S2为以太网交换机。局域网采用静态IP地址配置。

(2) 若H2主动访问Web服务器时，将HTTP请求报文封装到IP数据报P中发送，则H2发送的P的源IP地址和目的IP地址分别是什么？经过R3转发后，P的源IP地址和目的IP地址分别是什么？经过R2转发后，P的源IP地址和目的IP地址分别是什么？



静态配置R2的NAT:

外网		内网	
IP 地址	端口号	IP 地址	端口号
203.10.2.2	80	192.168.1.2	80

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

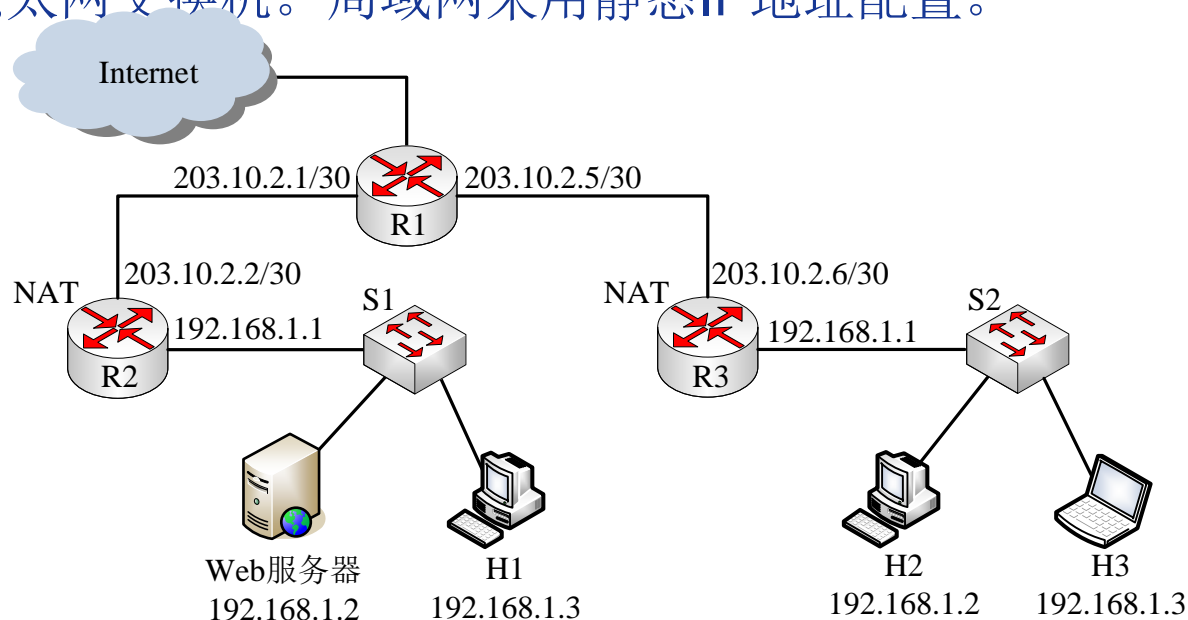


第7周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

3.某校园网有两个局域网，通过路由器R1、R2和R3互联后接入Internet，S1和S2为以太网交换机。局域网采用静态IP地址配置。

(2) 若H2主动访问Web服务器时，将HTTP请求报文封装到IP数据报P中发送，则H2发送的P的源IP地址和目的IP地址分别是什么？经过R3转发后，P的源IP地址和目的IP地址分别是什么？经过R2转发后，P的源IP地址和目的IP地址分别是什么？



答:

H2发送的P的源IP地址和目的IP地址分别是：**192.168.1.2**和**203.10.2.2**；
R3转发后，P的源IP地址和目的IP地址分别是：**203.10.2.6**和**203.10.2.2**；
R2转发后，P的源IP地址和目的IP地址分别是：**203.10.2.6**和**192.168.1.2**。



❖ 质疑解惑:

4.可以利用**ICMP**协议实现哪些网络检测功能？如何实现？

正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答



第7周课堂教学

❖ 质疑解惑:

4.可以利用**ICMP**协议实现哪些网络检测功能？如何实现？

探测网络连通性？

检测通信路径？

检测路径**MTU**？

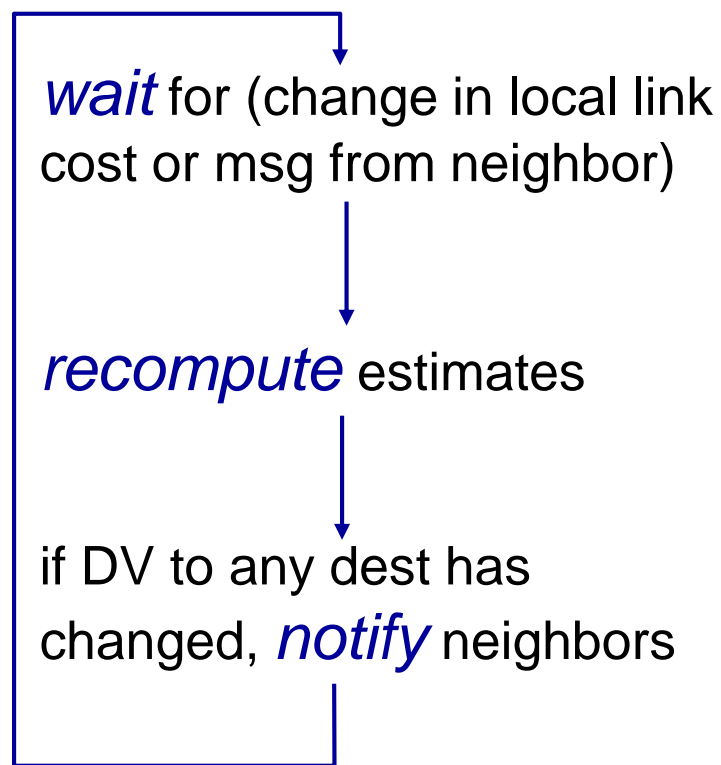
拥塞控制？

.....



5.距离向量路由算法可能会产生什么问题？为什么会发生该问题？如何消解该问题？

each node:



正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答

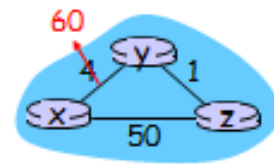
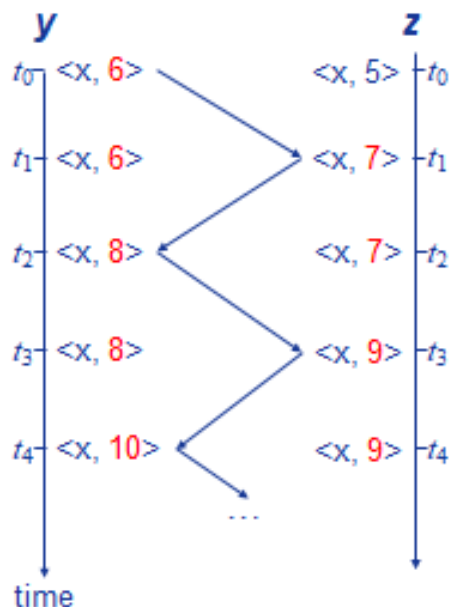


第7周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

5. 距离向量路由算法可能会产生什么问题？为什么会发生该问题？如何消解该问题？

距离向量DV: 无穷计数问题



坏消息传播慢！
——“无穷计数
(count to infinity)”
问题！



第7周课堂教学

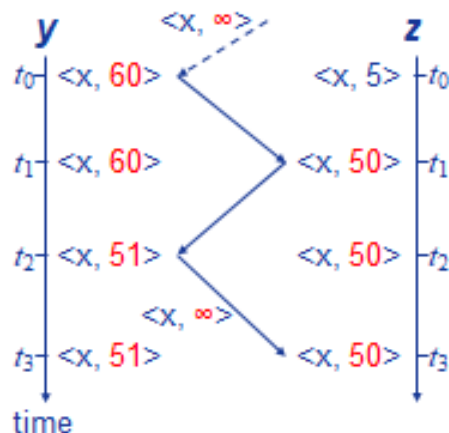
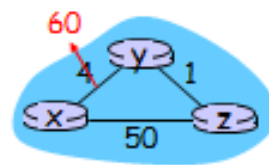
❖ 质疑辨惑:

5. 距离向量路由算法可能会产生什么问题？为什么会发生该问题？如何消解该问题？

距离向量DV: 无穷计数问题

毒性逆转(poisoned reverse):

- ❖ 如果一个结点(e.g. Z)到达某目的(e.g. X)的最小费用路径是通过某个邻居(e.g. Y), 则:
 - 通告给该邻居结点到达该目的的距离为无穷大



毒性逆转能否彻底解决无穷计数问题？

第7周课堂教学

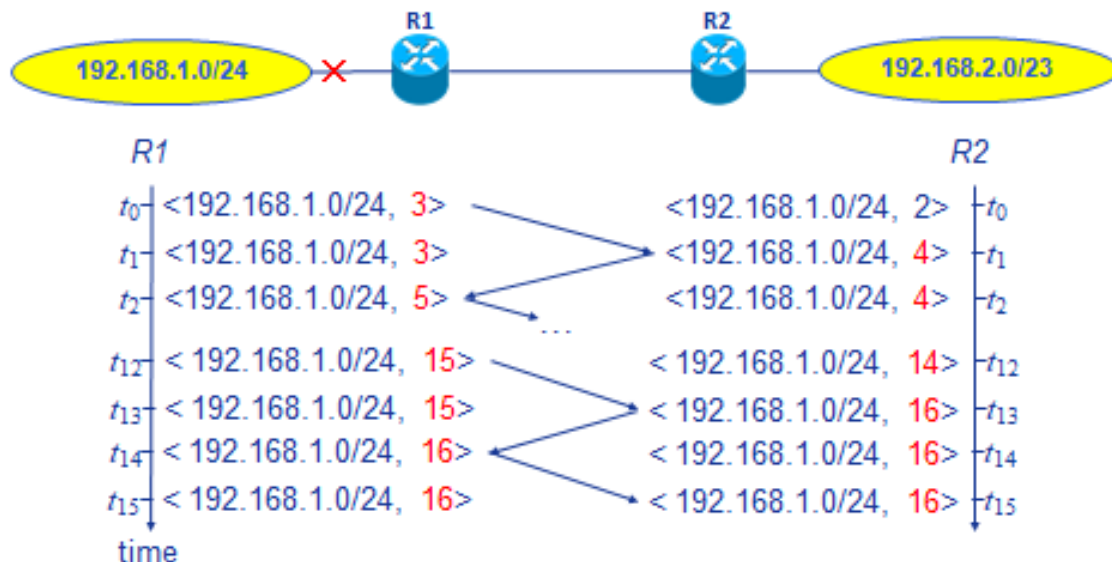
❖ 质疑辨惑:

5.距离向量路由算法可能会产生什么问题？为什么会发生该问题？如何消解该问题？

距离向量DV: 无穷计数问题

定义最大度量(maximum metric):

- ❖ 定义一个最大的有效费用值，如15跳步，16跳步表示 ∞

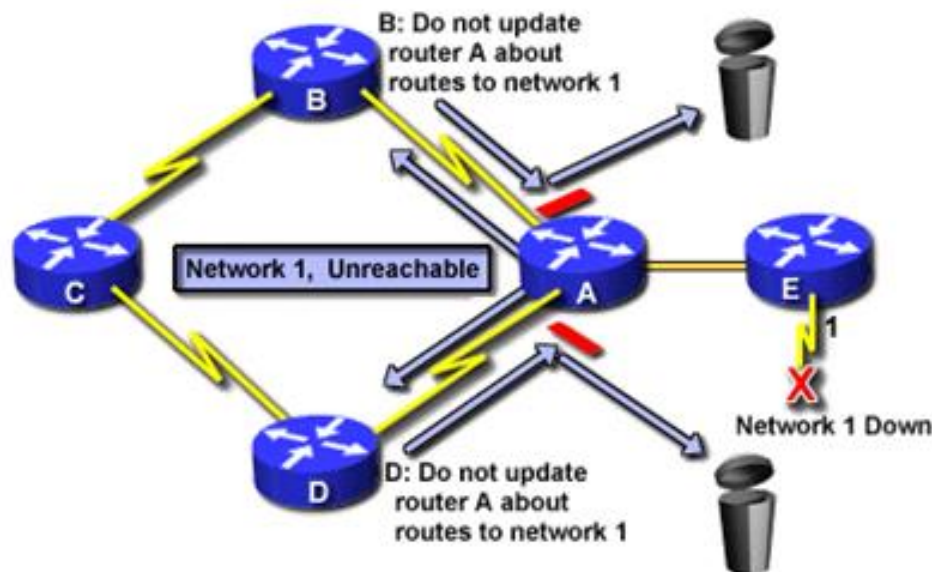


第7周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

5. 距离向量路由算法可能会产生什么问题？为什么会发生该问题？如何消解该问题？

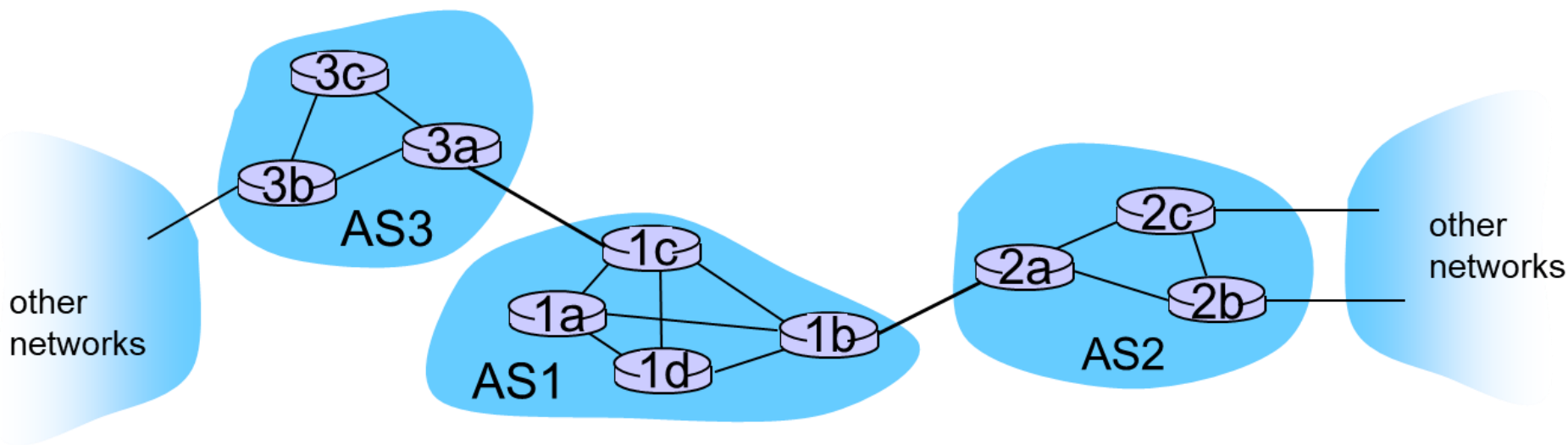
Solution: Split Horizon



- If you learn a protocol's route on an interface, do not send information about that route back out that interface

❖ 质疑辨惑:

6. 自治系统网关路由器（如1c）向自治系统内路由器（如1d）交换经其他自治系统（如AS3）可达的网络前缀时，基于哪类路由协议（IGP或EGP）？为什么？



正常使用主观题需2.0以上版本雨课堂

作答



第7周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1.CIDR的重要意义是什么？
- 2.一个主机的IP地址为202.115.1.3/25表示什么意思？
- 3.为什么要采取层次化路由？
- 4.什么是热土豆（hot potato routing）路由？
- 5.RIP协议基于什么路由算法？可能产生什么问题？如何消解？
- 6.OSPF协议有哪些优点？
- 7.Internet在自治系统内交换到达其他自治系统目的网络可达性信息的是什么协议？
- 8.如何理解BGP协议的下一跳（NEXT-HOP）？



第7周课堂教学

❖ 开疆拓土:

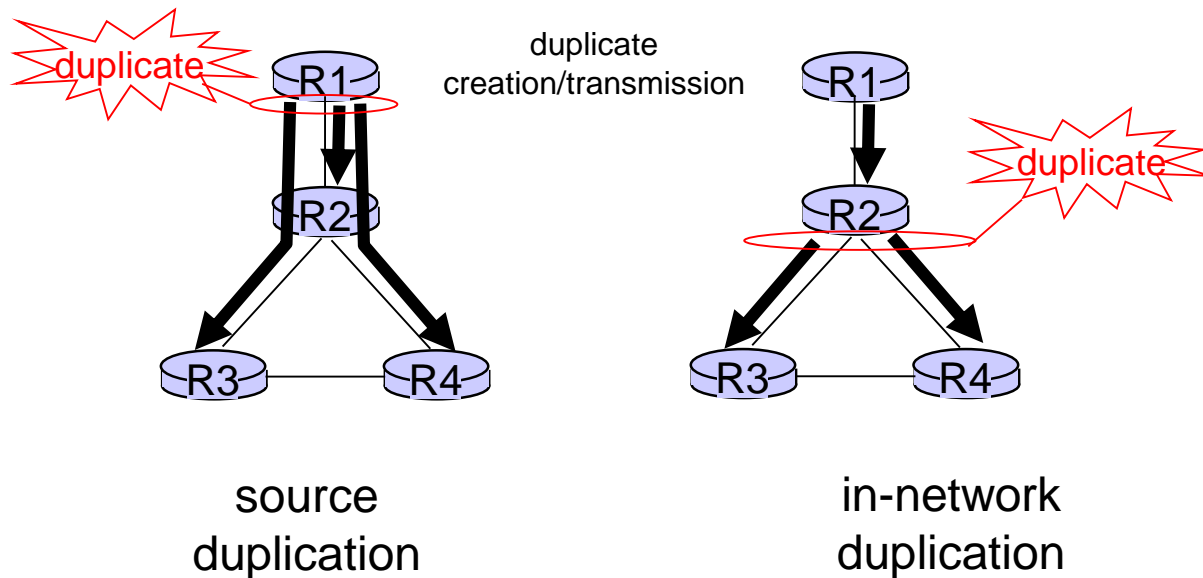
- 组播与广播通信简介





Broadcast routing

- ❖ 从一个节点传递数据包到所有其他节点
- ❖ 源节点链路上充满了重复数据包，效率低：





网络复制

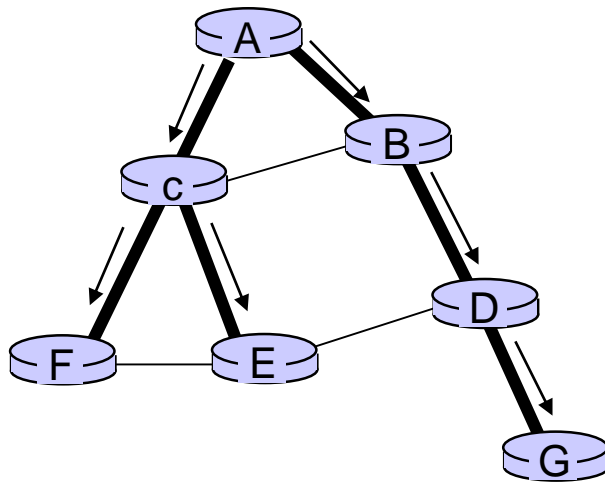
- ❖ **洪泛:** 当节点收到广播包时, 向所有邻居发送副本
 - 问题: 环路、广播风暴
- ❖ **受控的洪泛:** 如果节点之前没有广播过相同的数据包, 节点才会广播 pkt, 防止环路
 - 节点必须跟踪已经广播的数据包
 - 或反向路径转发 (RPF): 仅在数据包到达节点和源之间的最短路径时转发数据包
- ❖ **生成树:**
 - 任何节点都没有收到冗余数据包



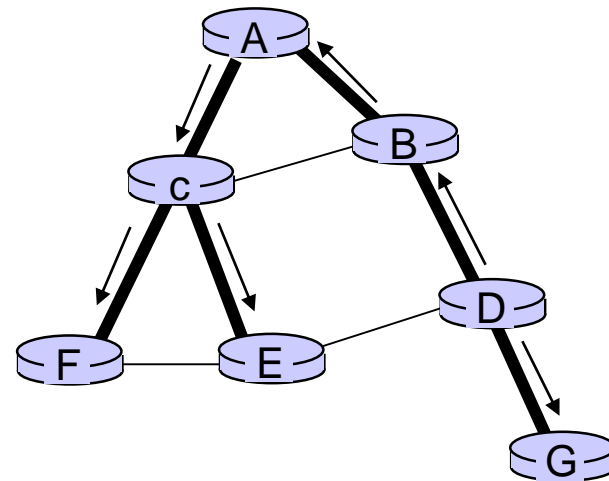


生成树

- ❖ 首先构造一个生成树
- ❖ 节点然后仅沿生成树转发/制作副本



(a) broadcast initiated at A

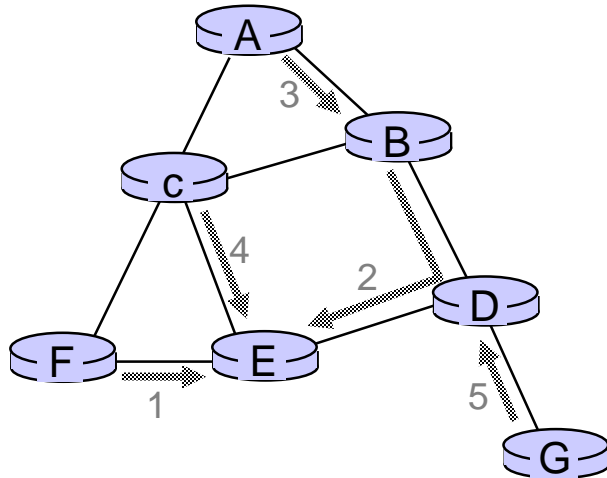


(b) broadcast initiated at D

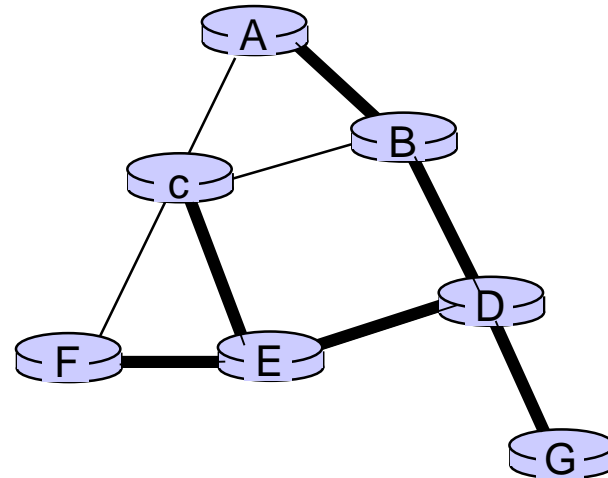


生成树: 创建

- ❖ 选择中心节点
- ❖ 每个节点向中心节点发送单播加入消息
 - 消息被持续转发，直到它到达一个已经属于生成树的节点



(a) stepwise construction of spanning tree (center: E)



(b) constructed spanning tree



多播路由：问题陈述

目标：找到一棵树（或多棵树）连接具有本地mcast成员的路由器

- ❖ **树：**并非所有路由器之间的路径都使用
- ❖ **共享树：**所有信源/节点用同一个树结构
- ❖ **source-based：**每个信源使用独立树

legend



group member



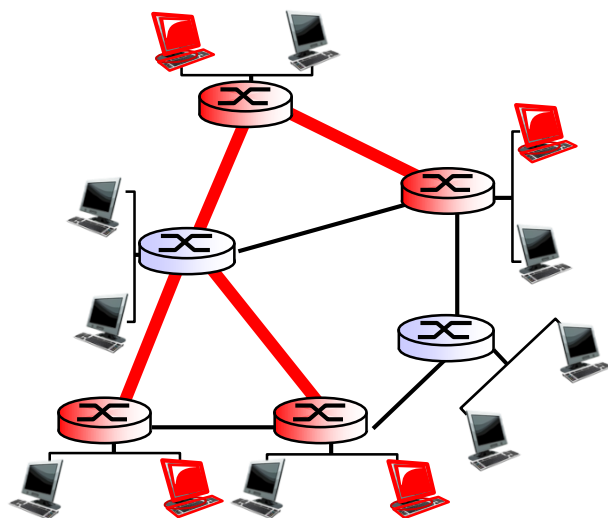
not group member



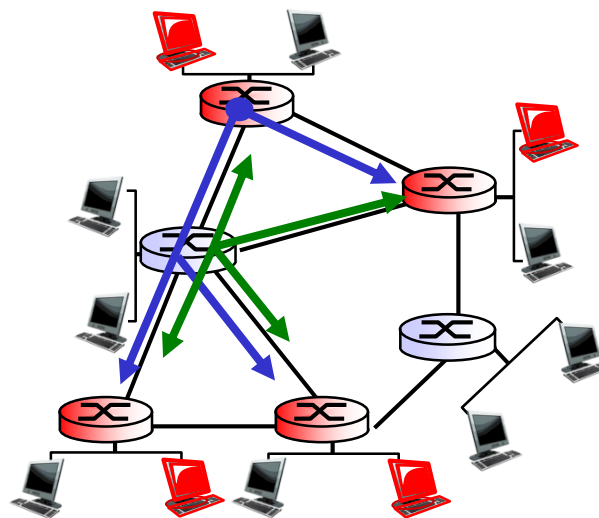
router with a group member



router without group member



shared tree



source-based trees



构建mcast树方法

方法:

- ❖ *source-based tree*: one tree per source
 - 最短路径法
 - 反向路径传播
- ❖ *group-shared tree*: group uses one tree
 - 最小生成树
 - 基于中心的树

第7周课堂教学

❖ 演武修文：

- 课堂测验（10 mins）

第7周
开始上实验课！



若路由器R因为拥塞丢弃IP分组，则此时R可向发出该IP分组的源主机发送的ICMP报文类型是_____。

- ☐ A 路由重定向
- ☐ B 目的不可达
- ☒ C 源抑制
- ☐ D 超时

提交



某自治系统内采用**RIP**协议，若该自治系统内的路由器**R1**收到其邻居路由器**R2**的距离矢量，距离矢量中包含信息<net1, 16>，则能得出的结论是

- ☐ A R2可以经过R1到达net1，跳数为17
- ☐ B R2可以到达net1，跳数为16
- ☐ C R1可以经过R2到达net1，跳数为17
- ☒ D R1不能经过R2到达net1

提交



在IPv6网络中，如果希望将一个IP数据报发送给一组主机中的每个主机接收，则该数据报的目的IPv6地址是

- ☐ A 单播地址（Unicast Address）
- ☒ B 组播地址（Multicast Address）
- ☐ C 任意播地址（Anycast Address）
- ☐ D 广播地址（Broadcast Address）

提交



第8周课堂教学

❖ 束广就狭：（40分钟）第7组报告总结

- 数据链路层服务，差错检验与纠正，多路访问技术与协议：信道划分协议、随机访问协议、轮转协议，局域网编址与ARP协议，以太网，链路层交换，网络互连设备：集线器、交换机，虚拟局域网（VLAN），典型点对点链路层协：PPP协议。

❖ 质疑辨惑：（45分钟）

- 1. 差错编码的检错和纠错能力与什么有关？
- 2. 什么是1-坚持CSMA协议？非坚持CSMA协议？P-坚持CSMA协议？
- 3. CSMA/CD协议的特点是什么？
-

❖ 解疑释惑：（5分钟）

- 解答疑问

❖ 演武修文：（10分钟）

- 课堂测验
- 讲解





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！