



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

聂兰顺

第1周课堂教学

❖ 束广就狭：

- 总结第1章主要内容、心得、体会



第1周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 1.为什么现代计算机网络采用分组交换技术？列表比较电路交换、报文交换、分组交换。
- 2.FDM、TDM是如何实现信道共享的？可否举例说明？
- 3.分组交换网络中是否也能应用诸如FDM、TDM等多路复用技术？
- 4.分组交换网络如何实现路由（选路）与转发？存在哪些可能的方案？
- 5.流量控制与拥塞控制有什么区别和联系？
- 6.对比OSI参考模型、TCP/IP参考模型、5层参考模型，有什么异同？



第1周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1. 动态转接时选择最近路线还是最优路线，会根据当前链路情况作出适当改动吗？路由器只采用先到先走的原则吗？
- 2. 是否会发生一个报文部分数据已到达，而其他数据还没有到达？接收端是等到所有文件都到了，才会提醒用户有文件？
- 3. TCP/IP参考模型中没有会话层和表示层，这两个层的功能在Internet网络中无需实现？
- 4. 网络层的逻辑寻址和链路层的物理寻址的区别和联系？数据链路层一定需要物理地址吗？
- 5. 网络体系结构分层是不是越多越好？有什么缺点？
- 6. 在OSI参考模型中，为什么在数据链路层和传输层都可能进行差错控制？



第1周课堂教学

❖ 演武修文：

■ 课堂测验



第2周课堂教学

❖ 束广就狭：

- 总结网络应用体系结构、应用进程通信、Web应用、电子邮件应用、DNS

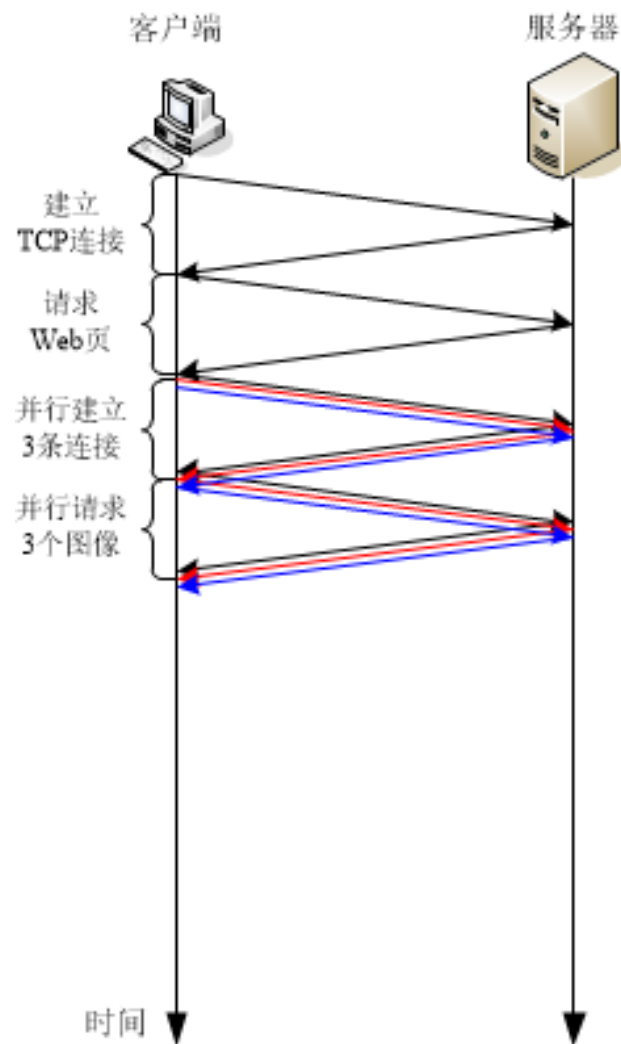
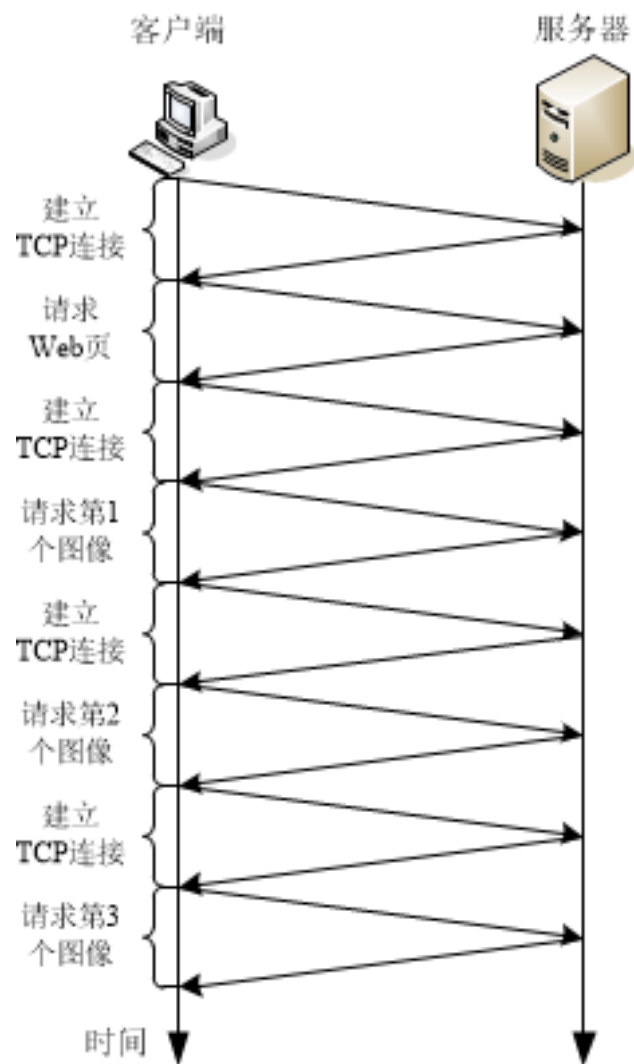


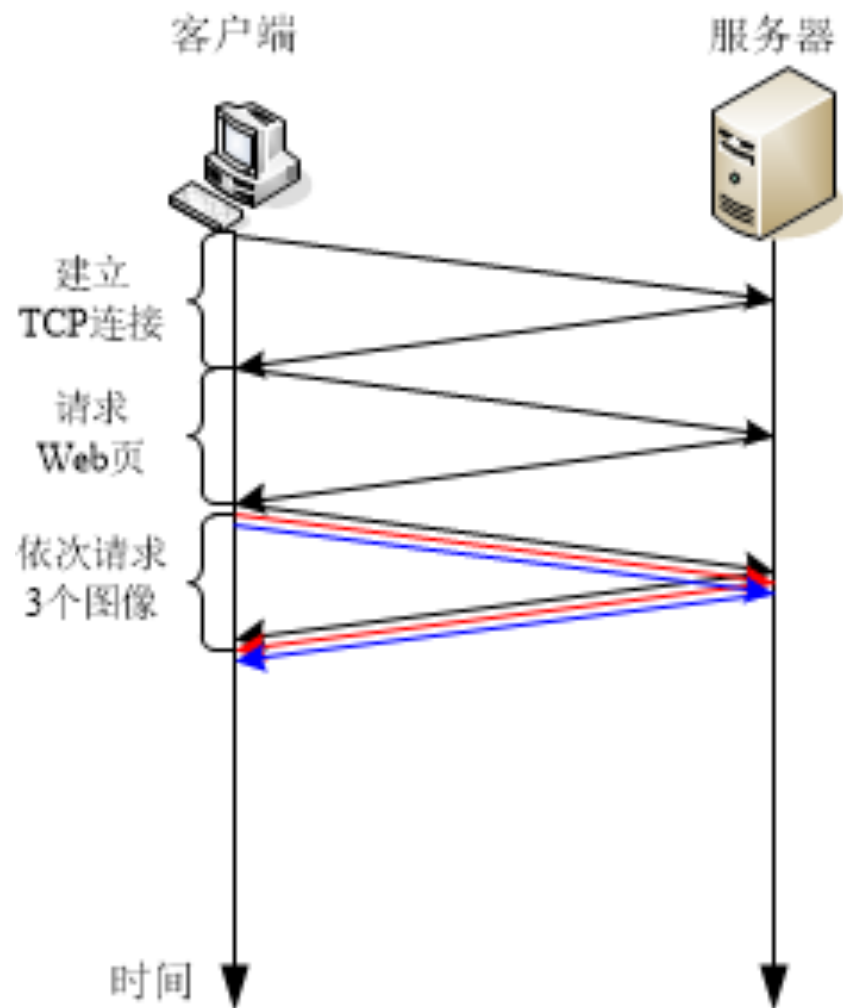
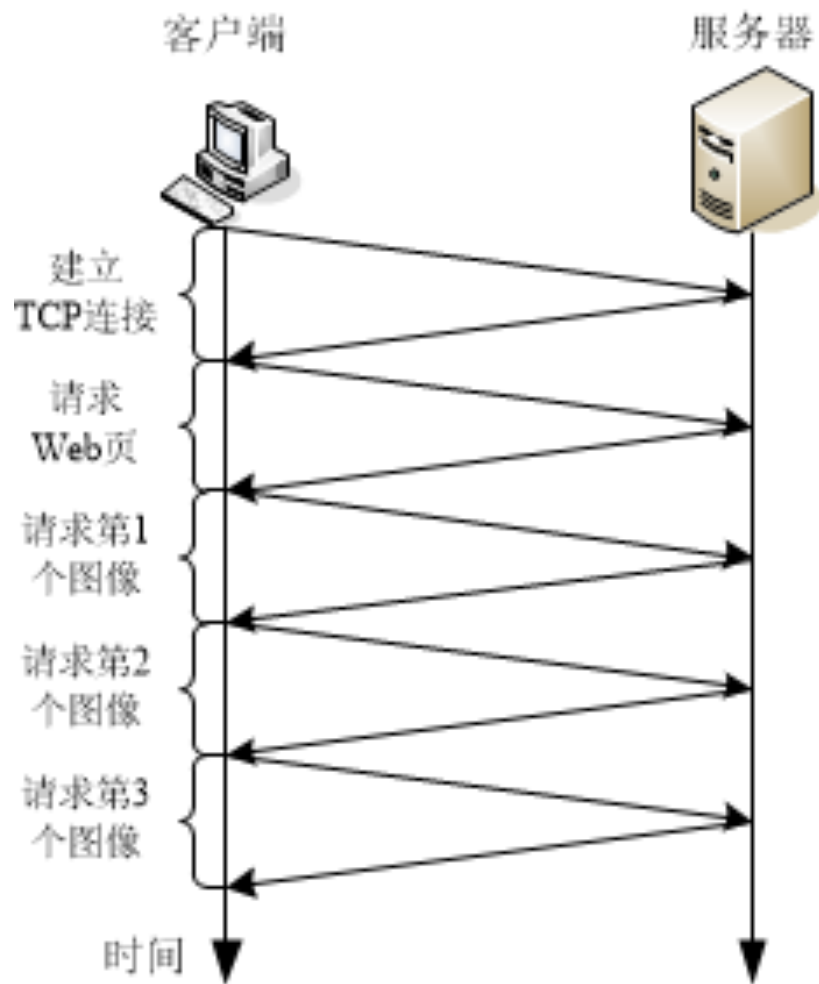
第2周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 1. P2P网络应用与C/S应用的区别与联系?
- 2. HTTP1.0与HTTP1.1的主要区别是什么?
- 3. 如何理解HTTP的无状态特性? 有什么优点和缺点? 会带来什么问题? 如何解决?
- 4. 讨论设计一个Web代理, 都可以实现哪些功能?
- 5. DNS是否存在安全隐患? 设想一下可能会如何被攻击?
- 6. HTTP/2相比于HTTP1.1有哪些扩展和升级? 动机是什么?
- 7. Web应用是否一定要架构在TCP上? 架构在TCP上有什么缺点?







第2周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1. 网络应用通信的本质?
- 2. 为什么继续使用SMTP?
- 3. P2P应用使用DNS吗?
- 4. 如何提高DNS解析效率?



第2周课堂教学

❖ 演武修文：

■ 课堂测验



第3周课堂教学

❖ 束广就狭：（20分钟）

- 总结P2P应用、Socket编程

❖ 质疑辨惑：（20分钟）

- 1.P2P网络应用DNS吗？
- 2.如何理解Socket编程接口？
- 3.P2P应用如何实现对等端与内容检索？
-

❖ 开疆拓土：（15分钟）

- DHT

❖ 解疑释惑：（15分钟）

- 解答疑问

❖ 演武修文：（30分钟）

- 课堂测验



第3周课堂教学

❖ 束广就狭:

- 总结P2P应用、Socket编程



第3周课堂教学

❖ 质疑解惑:

- 1.P2P网络应用DNS吗？为什么？
- 2.如何理解Socket编程接口？
- 3.基于TCP的服务器如何实现同时与多客户通信？为什么？
- 4.P2P应用如何与对等端协作实现内容检索？



第3周课堂教学

❖ 开疆拓土:

- DHT



第3周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 覆盖网络（**overlay network**）中的连接是不是一定是**TCP**连接？
- 纯**P2P**网络应用在**Peer**加入时如何知道与哪些**Peers**连接/联系？
- **Email**算**P2P**应用吗？
- 为什么基于**UDP**的客户端也能调用**connect（）**？真的会建立连接吗？
-



第3周课堂教学

❖ 实战拓展:

- 开发一个支持文件共享的P2P应用
 - 基于DHT
- 设计并实现一个简单的路由器
 - 基于WinPcap/Pcap
 - 支持多网卡/单网卡
- 以组为单位



第4周课堂教学

❖ 束广就狭：（10分钟）

- 传输层服务、复用与分用、UDP协议、可靠数据传输（停等协议、滑动窗口协议）

❖ 质疑解惑：（30分钟）

- 1.如何理解复用与分用？复用与分用只在传输层进行吗？
- 2.实现可靠数据传输的主要机制有哪些？能实现100%可靠吗？
- 3.如何理解滑动窗口协议？
- 4.滑动窗口协议窗口大小与序列号比特位数有什么关系？为什么？
-

❖ 解疑释惑：（15分钟）

- 解答疑问

❖ 演武修文：（30分钟）

- 课堂测验
- 讲解



第4周课堂教学

❖ 束广就狭：

- 传输层服务、复用与分用、UDP协议、可靠数据传输（停等协议、滑动窗口协议）



第4周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 1.如何理解复用与分用？复用与分用只在传输层进行吗？可能通过其他方式实现复用与分用吗？
- 2.如何理解滑动窗口协议？都有哪些因素会影响窗口大小的确定？
- 3.滑动窗口协议窗口大小与序列号比特位数有什么关系？为什么？
- 4.如何计算停等协议的信道利用率？如何计算滑动窗口协议的信道利用率？如何理解信道利用率？
- 5.停等协议和滑动窗口协议能实现流量控制吗？能用于实现拥塞控制吗？



第4周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1.可靠数据传输机制能实现100%可靠吗?
- 2.停等协议与滑动窗口协议只用于传输层吗?
- 3.UDP协议如何计算校验和?
-



第4周课堂教学

❖ 演武修文：

■ 课堂测验



第6周课堂教学

- ❖ 束广就狭：（10分钟）
 - 总结TCP协议：TCP段结构，TCP连接管理，TCP的可靠数据传输、拥塞控制策略、TCP拥塞控制方法。
- ❖ 开疆拓土：（15分钟）
 - TCP的快速恢复
- ❖ 质疑解惑：（30分钟）
 - 1.如何理解TCP协议的点对点特性？
 - 2.TCP协议为什么要采用三次握手建立连接？涉及哪几个标志位？
 - 3.TCP协议三次握手过程中序列号如何确定与变化？
 - 4.TCP如何断开连接？
 - 5.TCP有哪几个状态？如何迁移？
 - 6.TCP如何进行拥塞控制？
 -
- ❖ 解疑释惑：（15分钟）
 - 解答疑问
- ❖ 演武修文：（30分钟）
 - 课堂测验
 - 讲解



第6周课堂教学

❖ 束广就狭:

- 总结TCP段结构, TCP连接管理, TCP的可靠数据传输、拥塞控制策略、TCP拥塞控制方法。



第6周课堂教学

❖ 质疑解惑:

- 1.TCP如何进行流量控制？可能存在什么问题？
- 2.TCP协议为什么要采用三次握手建立连接？TCP协议三次握手过程中序列号如何确定与变化？
- 3.网络拥塞控制可以有哪些策略？
- 4.如何改进TCP拥塞控制过程以便提高TCP协议吞吐量？



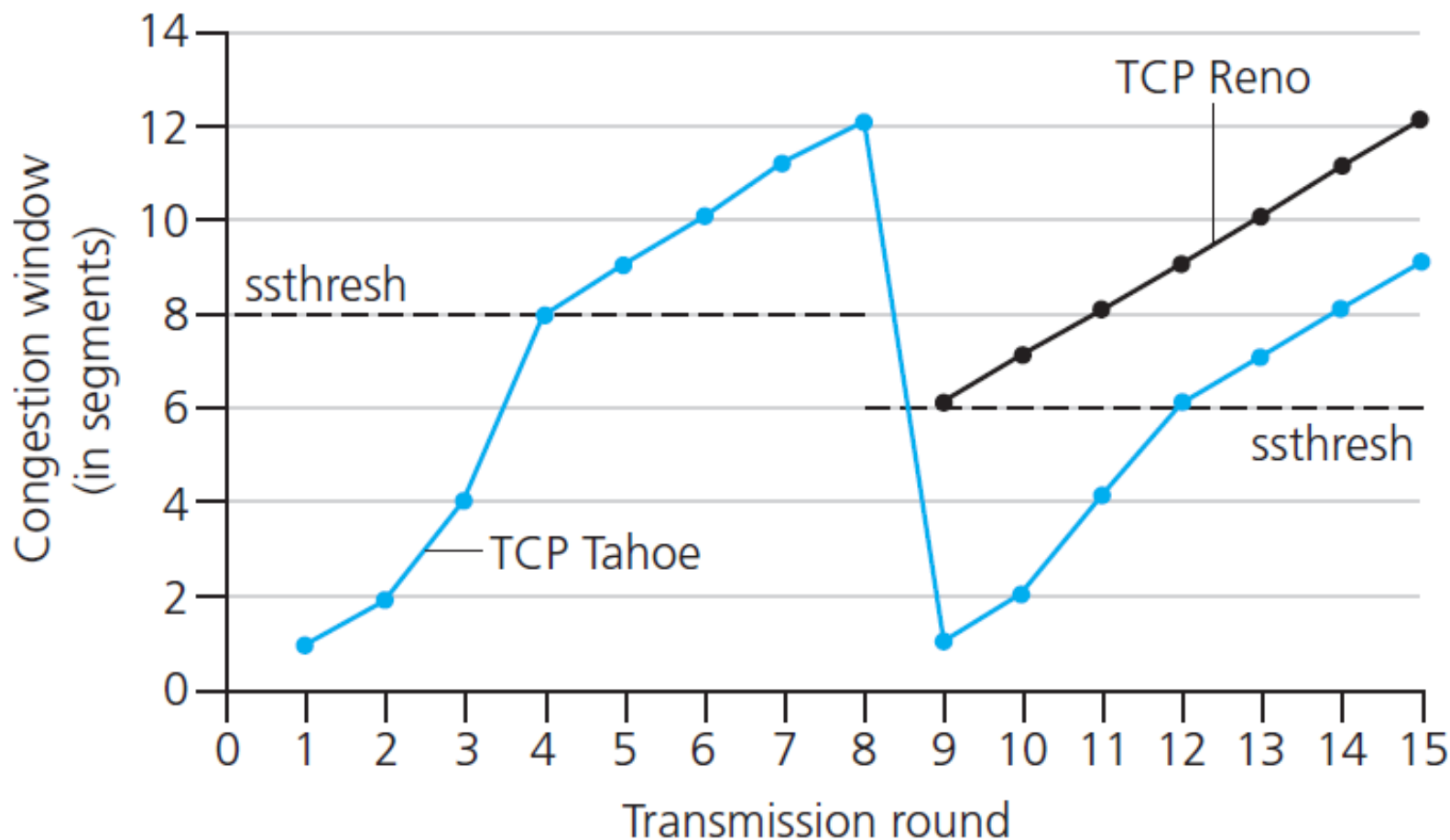
第6周课堂教学

❖ 开疆拓土:

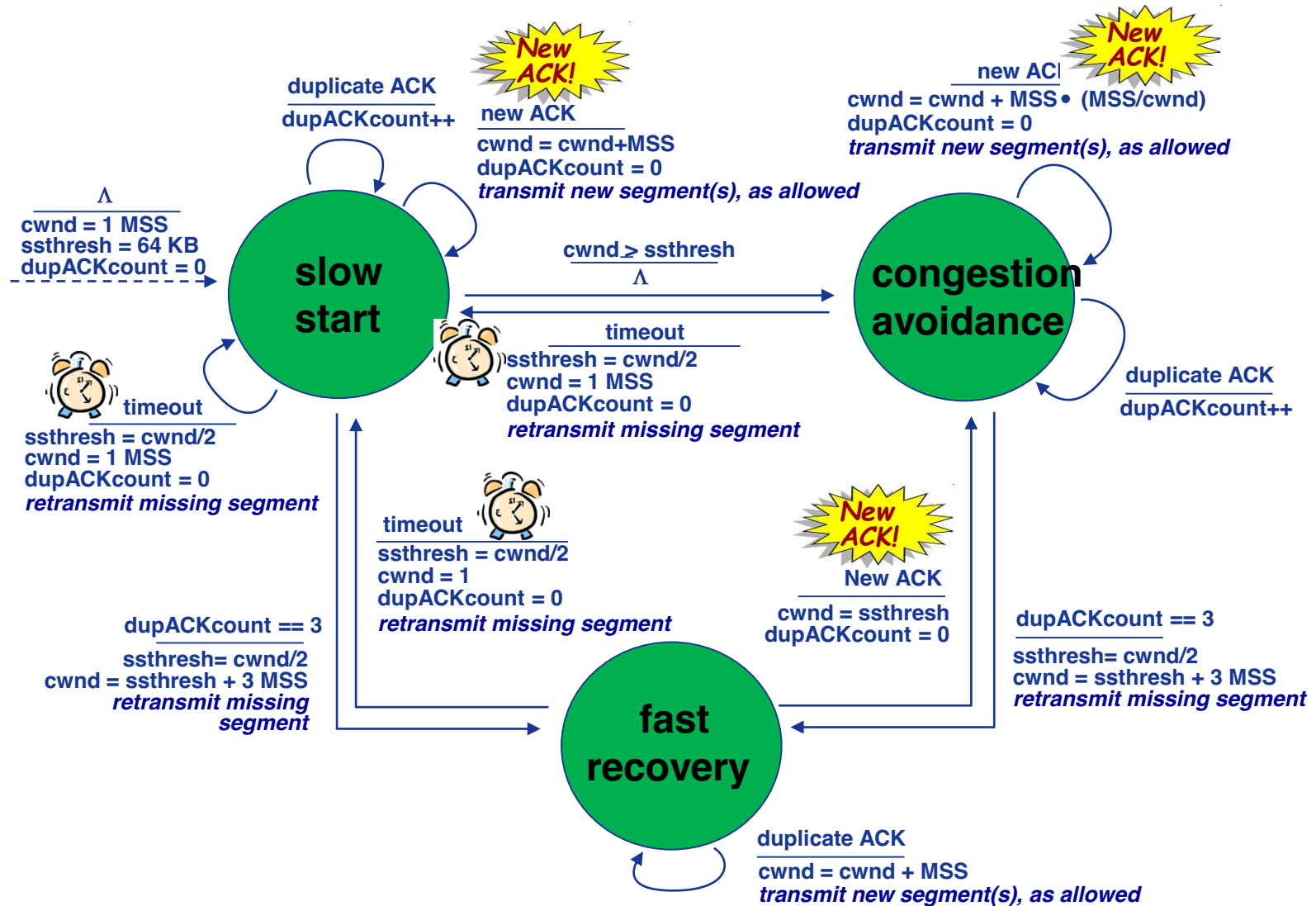
- TCP的快速恢复
- TCP的有限状态机



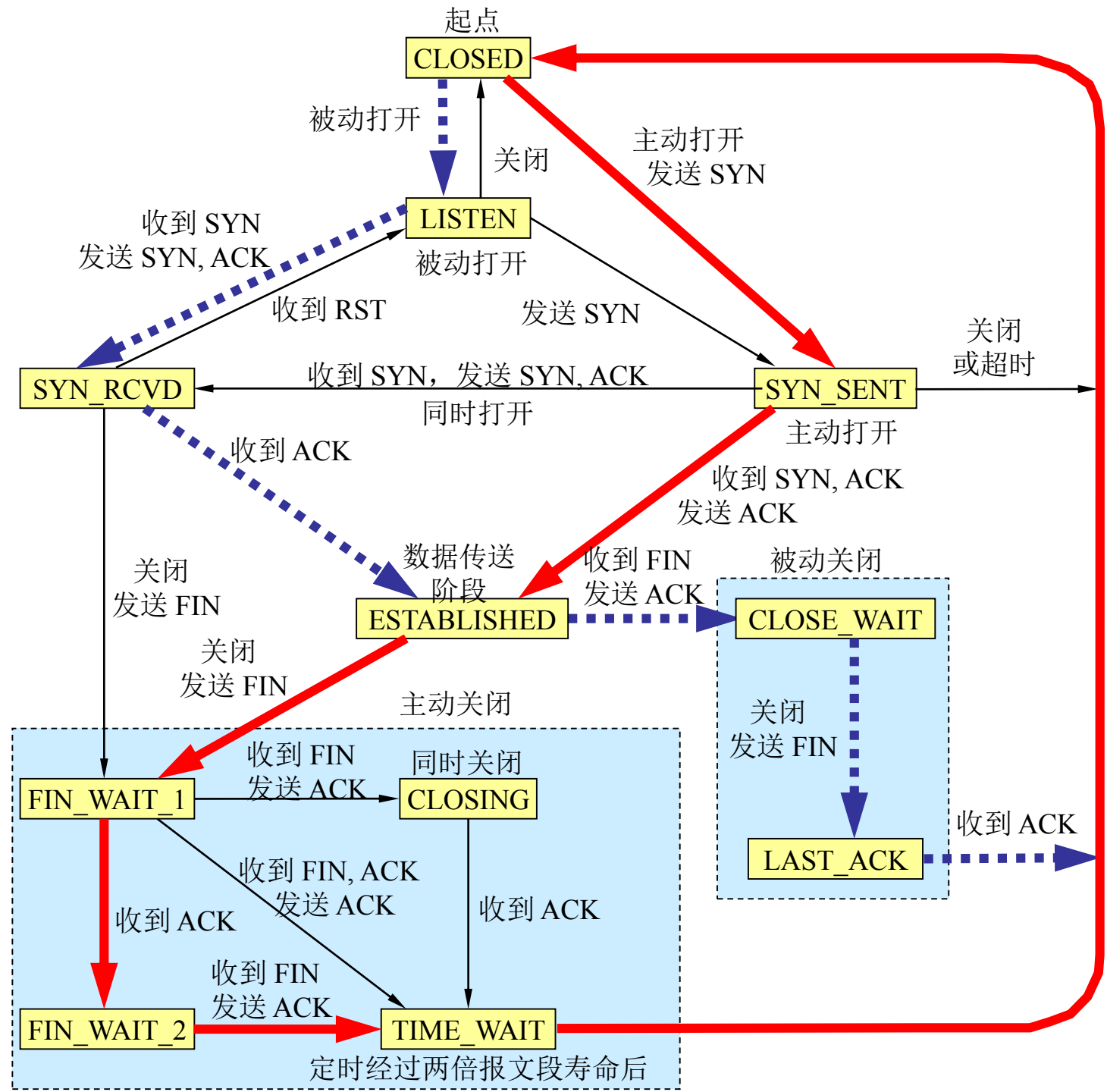
TCP拥塞控制



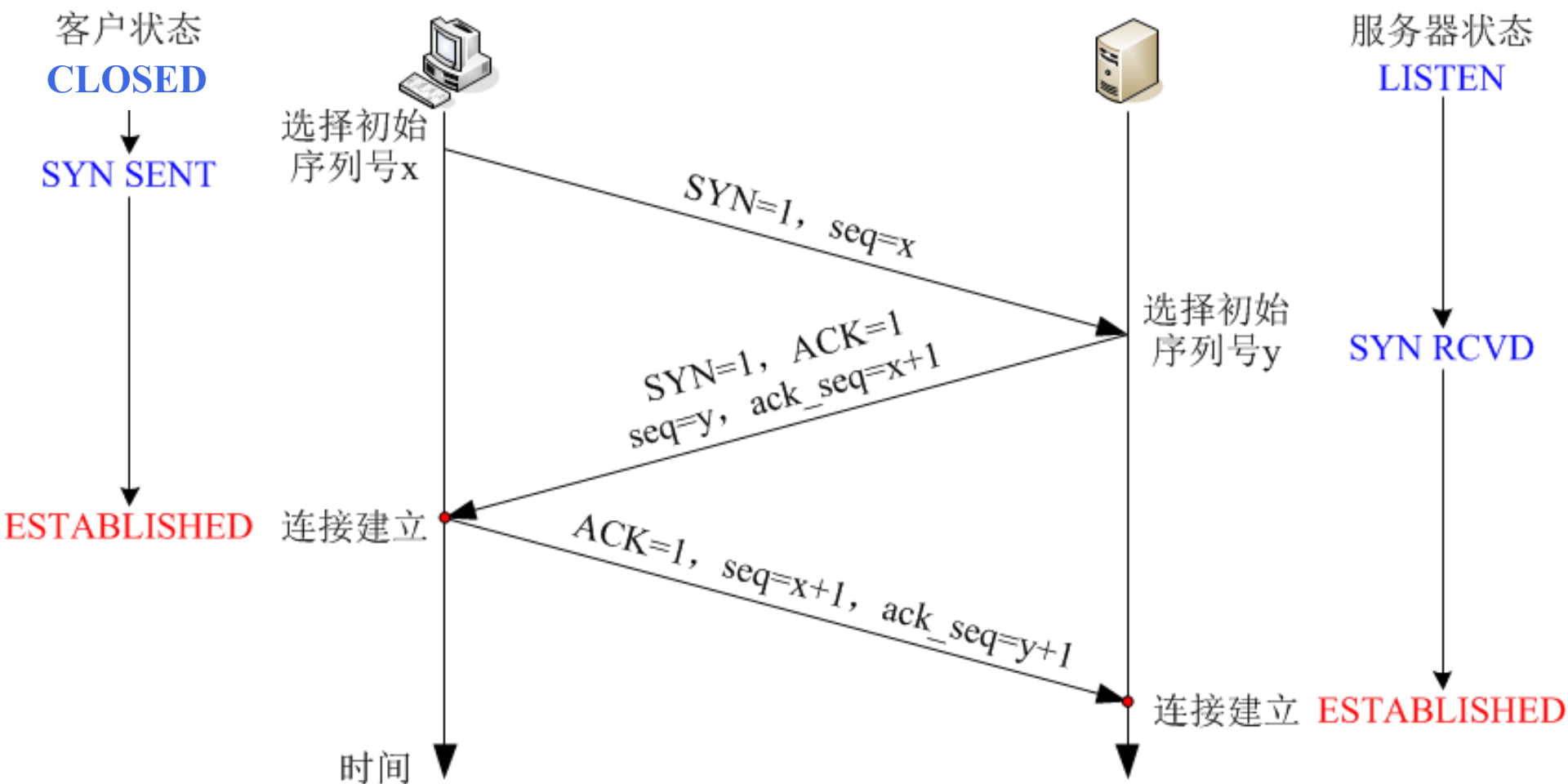
Summary: TCP Congestion Control



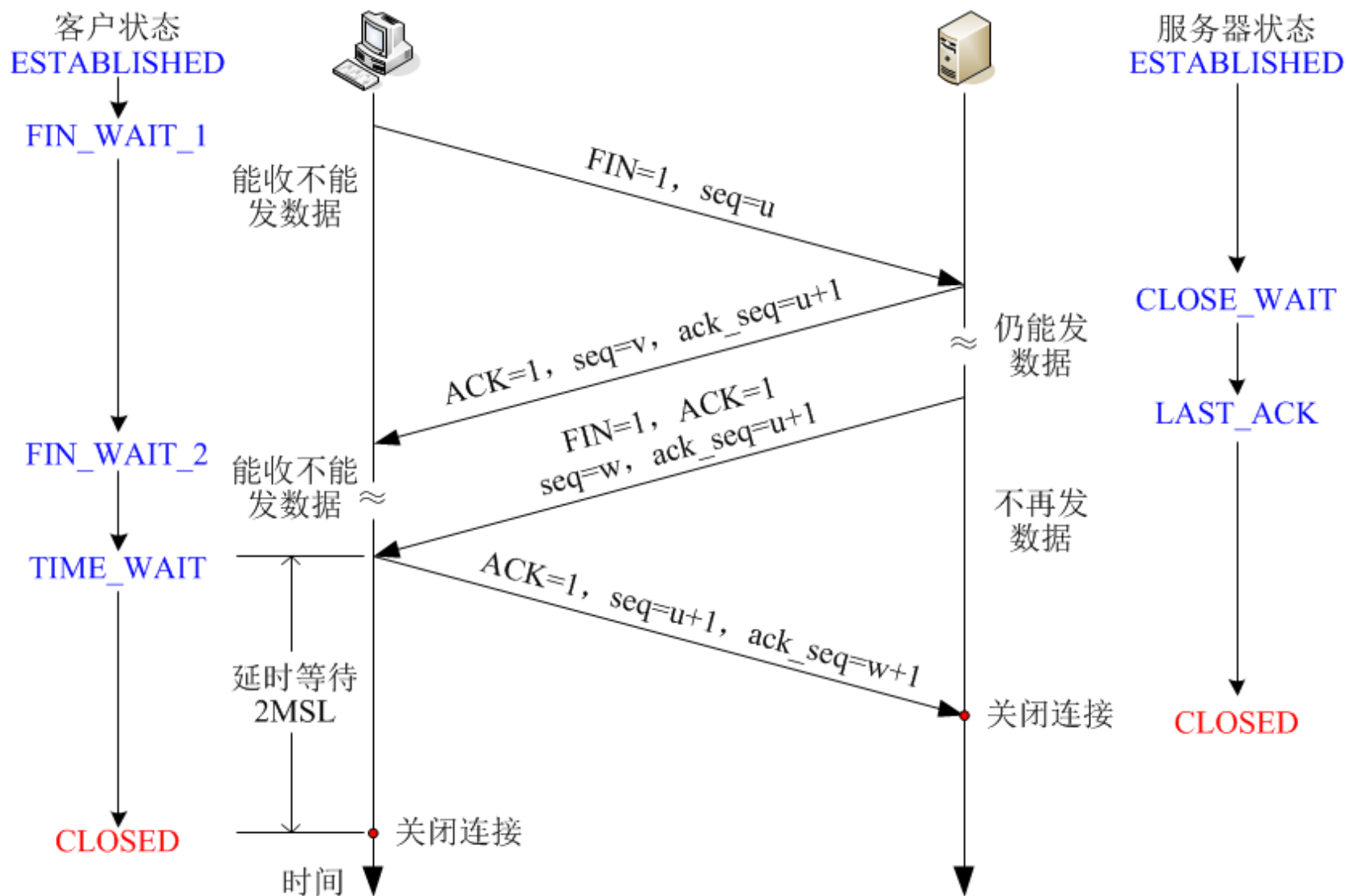
TCP 的有限状态机



TCP建连过程的状态



TCP断连过程的状态



第6周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1. 如何理解TCP协议的点对点特性?
- 2. TCP是GBN协议还是SR协议?
- 3. TCP如何处理为按序到达的数据?
- 4. TCP的确认序号(ack_seq)的意义?
- 5. TCP如何断开连接? 为什么?
- 6. TCP的发送窗口大小如何确定?
- 7. TCP拥塞控制的慢启动阶段的拥塞窗口如何变化?
- 8. TCP拥塞控制的拥塞避免阶段的拥塞窗口如何变化?



第6周课堂教学

❖ 演武修文：

■ 课堂测验



第7周课堂教学

- ❖ 束广就狭：（10分钟）
 - 总结网络层服务，转发与路由，虚电路网络与数据报网络，IP协议与IP数据报，IP地址，IP子网，IP子网划分与子网掩码。
- ❖ 开疆拓土：（15分钟）
 - 路由器结构及各组成部分的主要功能
- ❖ 质疑辨惑：（30分钟）
 - 1.虚电路网络有什么特点？数据报网络有什么特点？两者有什么共同点？
 - 2.IP数据报首部长度的字段占几位？其单位是什么？
 - 3.IP数据报首部的片偏移量字段占几位？为什么？
 - 4.什么是子网掩码？如何取值？作用是什么？
 - 5.什么是默认网关？作用是什么？
 -
- ❖ 解疑释惑：（15分钟）
 - 解答疑问
- ❖ 演武修文：（30分钟）
 - 课堂测验
 - 讲解



第7周课堂教学

❖ 束广就狭:

- 总结网络层服务，转发与路由，虚电路网络与数据报网络，IP协议与IP数据报，IP地址，IP子网，IP子网划分与子网掩码，CIDR与路由聚集，路由表，DHCP协议，NAT。



第7周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

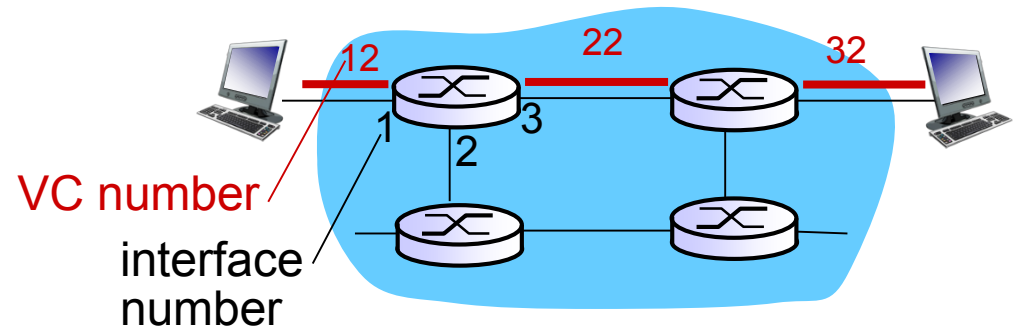
- 1.虚电路的VCID如何取值？在每段物理链路上都相同吗？为什么？





VC forwarding table

*forwarding table in
northwest router:*



Incoming interface	Incoming VC #	Outgoing interface	Outgoing VC #
1	12	3	22
2	63	1	18
3	7	2	17
1	97	3	87
...

VC routers maintain connection state information!

第7周课堂教学

❖ 质疑解惑:

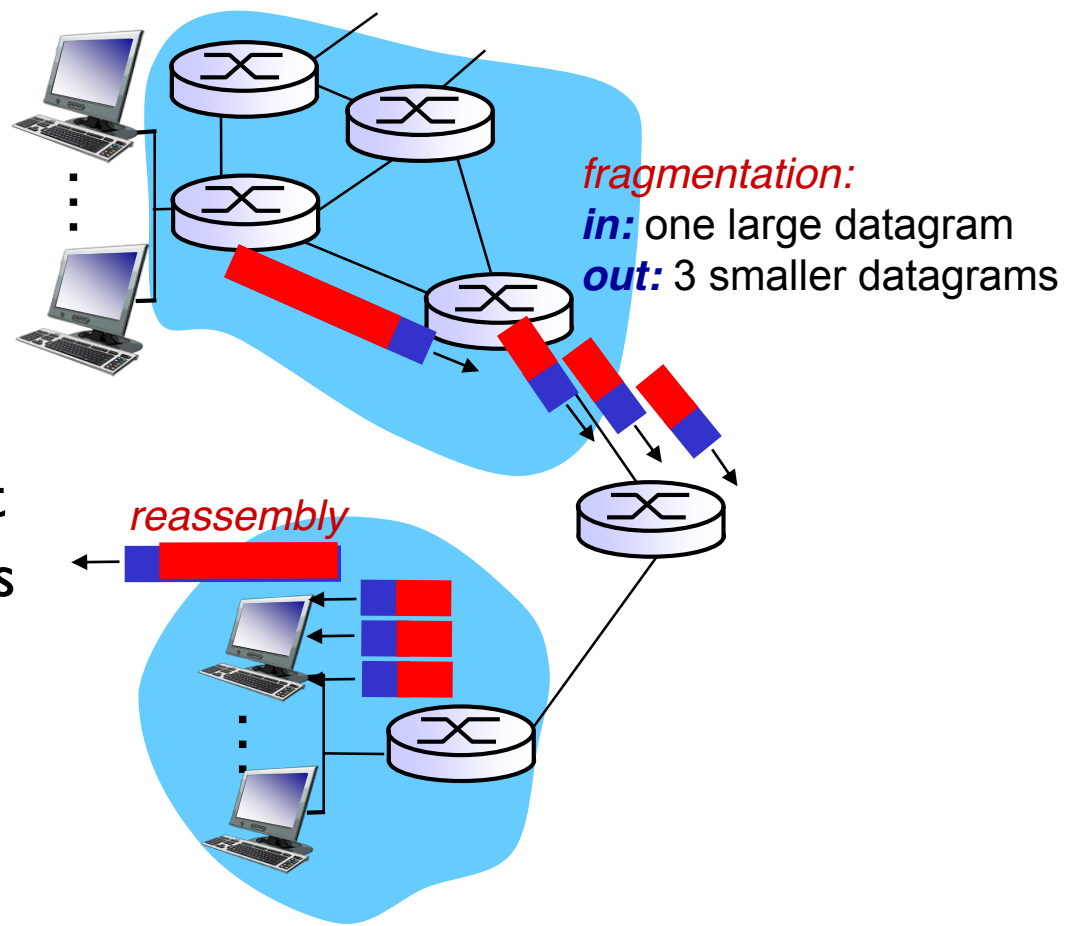
- 2.IP分片在哪里重组？为什么？





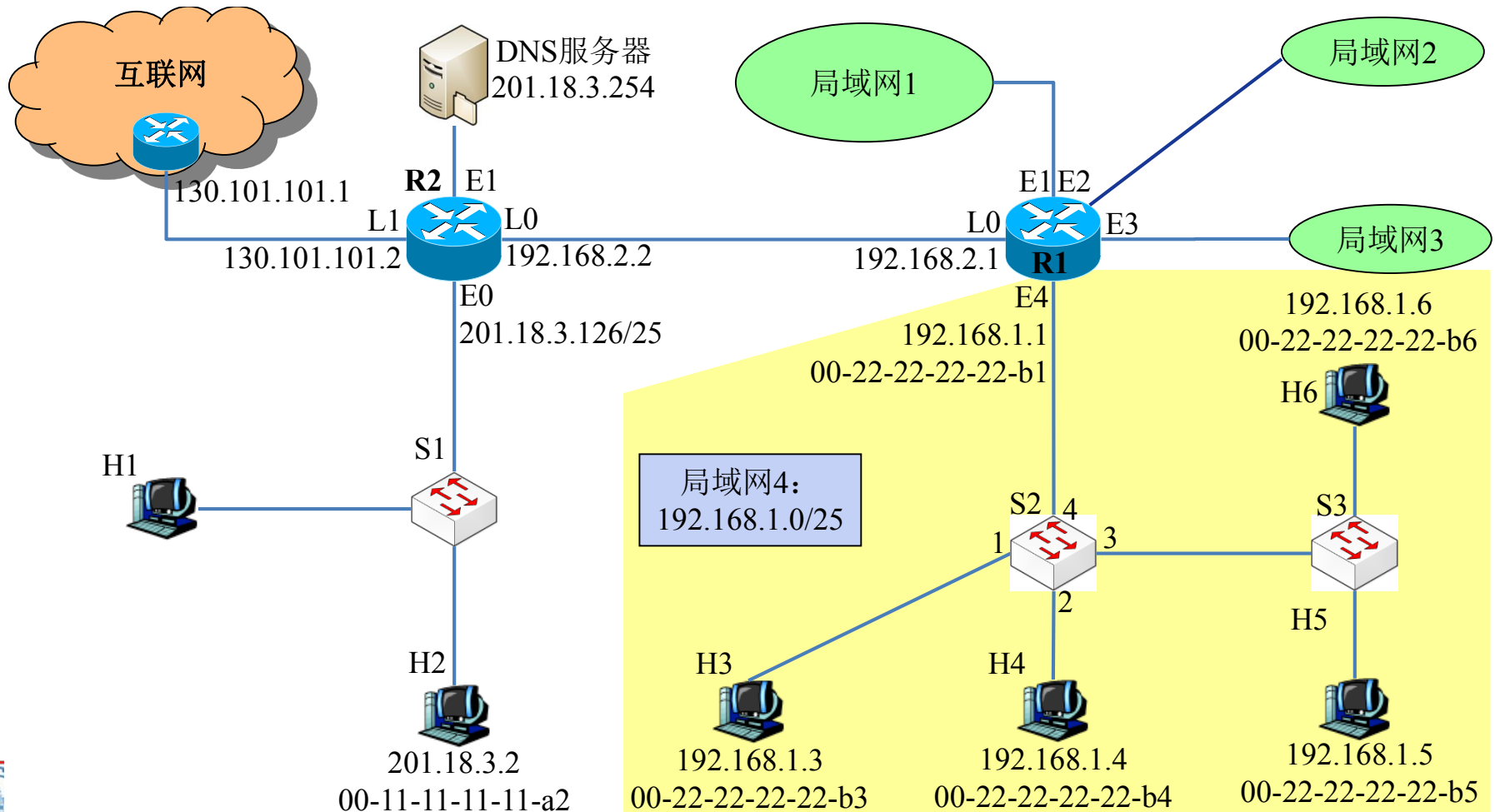
IP fragmentation, reassembly

- ❖ network links have MTU (max.transfer size) - largest possible link-level frame
 - different link types, different MTUs
- ❖ large IP datagram divided (“fragmented”) within net
 - one datagram becomes several datagrams
 - “reassembled” only at final destination
 - IP header bits used to identify, order related fragments



第7周课堂教学

- ❖ **质疑辨惑：** 请将192.168.1.0/24剩余IP地址分配给局域网1~3，其中局域网1需要IP地址数不少于60个，局域网2、3需要IP地址数不少于30个。说明局域网1~3的子网地址、广播地址、子网掩码、可分配IP地址数及范围。



第7周课堂教学

❖ 将剩余IP地址空间（192.168.1.128/25）划分为两三个不等长子网：

- 192.168.1.128/26

- 子网地址：192.168.1.128，广播地址：192.168.1.191，子网掩码：255.255.255.192，可分配IP地址数：62，范围：192.168.1.129~ 192.168.1.190。

- 192.168.1.192/27

- 子网地址：192.168.1.192，广播地址：192.168.1.223，子网掩码：255.255.255.224，可分配IP地址数：30，范围：192.168.1.193~ 192.168.1.222。

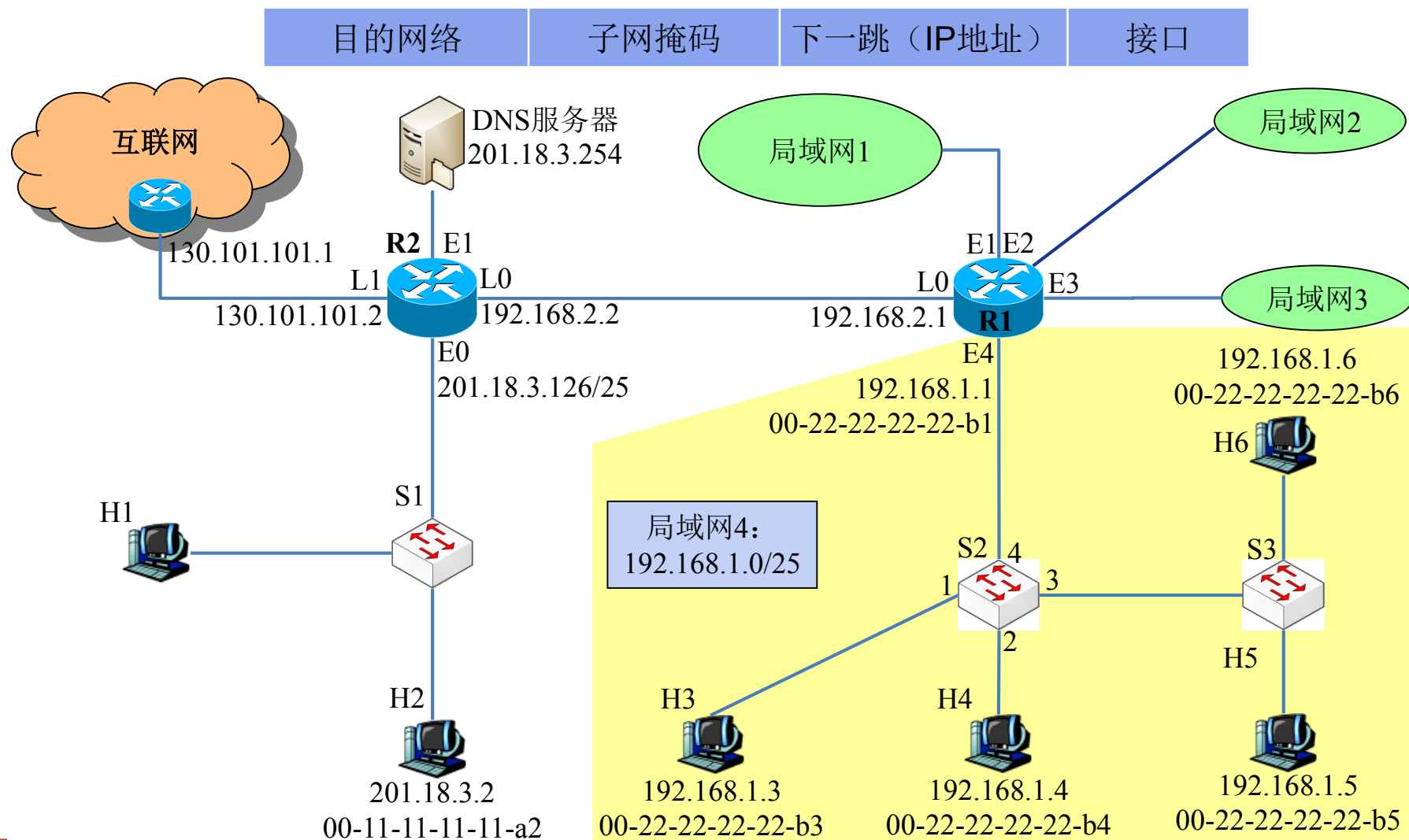
- 192.168.1.224/27

- 子网地址：192.168.1.224，广播地址：192.168.1.255，子网掩码：255.255.255.224，可分配IP地址数：30，范围：192.168.1.225~ 192.168.1.254。



第7周课堂教学

❖ 质疑辨惑：给出R1的路由表。路由表结构如下：



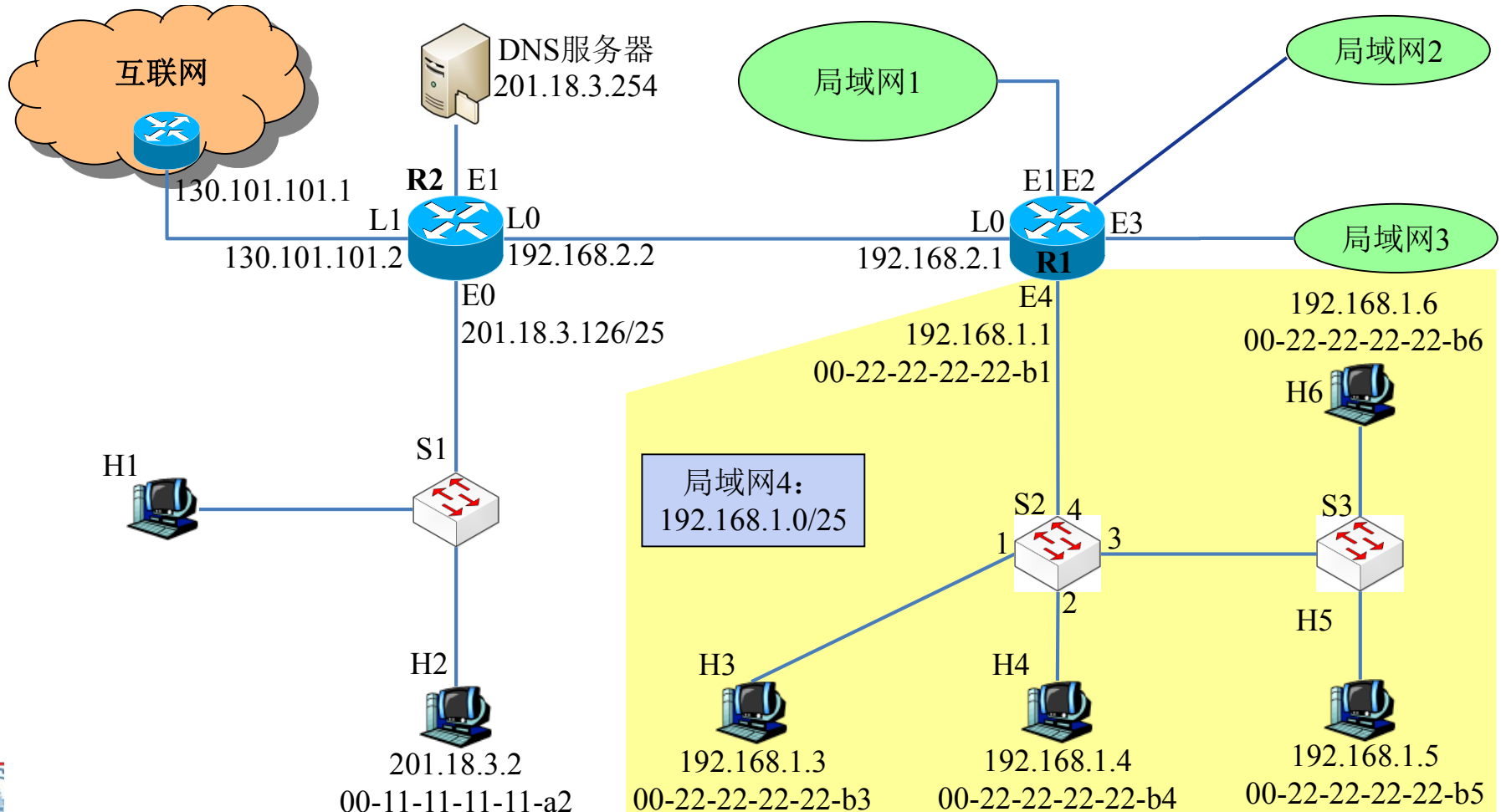
第7周课堂教学

目的网络	子网掩码	下一跳 (IP地址)	接口
192.168.1.128	255.255.255.192	—	E1
192.168.1.192	255.255.255.224	—	E2
192.168.1.224	255.255.255.224	—	E3
192.168.1.0	255.255.255.128	—	E4
201.18.3.0	255.255.255.128	192.168.2.2	L0
201.18.3.254	255.255.255.255	192.168.2.2	L0
0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.2.2	L0



第7周课堂教学

❖ **质疑辨惑：** 请为主机H1配置IP地址信息，包括IP地址、子网掩码、默认网关以及域名服务器。



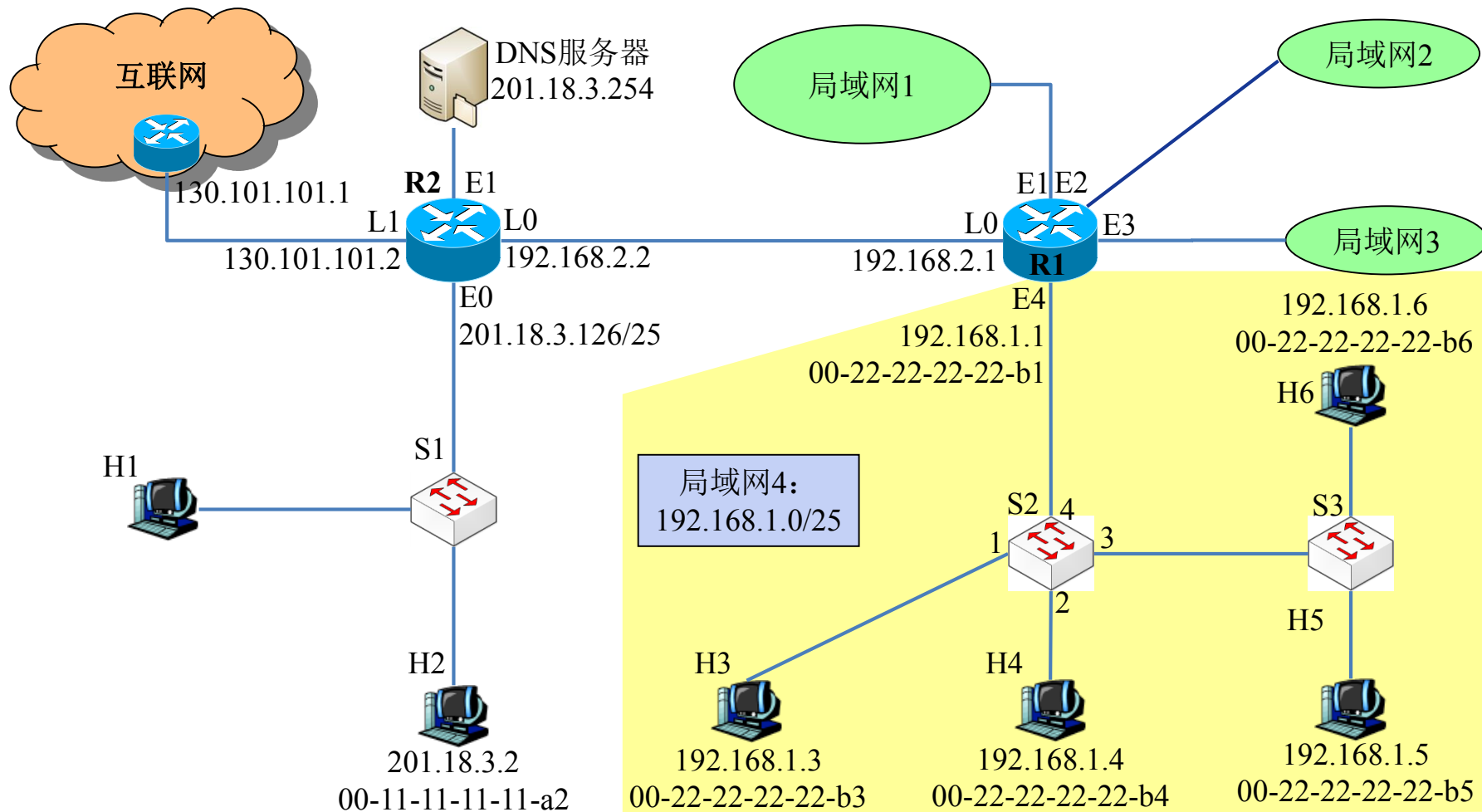
第7周课堂教学

- ❖ H1的IP地址： 201.18.3.1
- ❖ 子网掩码： 255.255.255.128
- ❖ 默认网关： 201.18.3.126
- ❖ 域名服务器： 201.18.3.254



第7周课堂教学

❖ **质疑辨惑：** 若主机H2的子网掩码被配置为255.255.255.0，DNS配置为201.18.3.254，则H2能否成功访问www.sina.com.cn？为什么？



第7周课堂教学

❖ 开疆拓土:

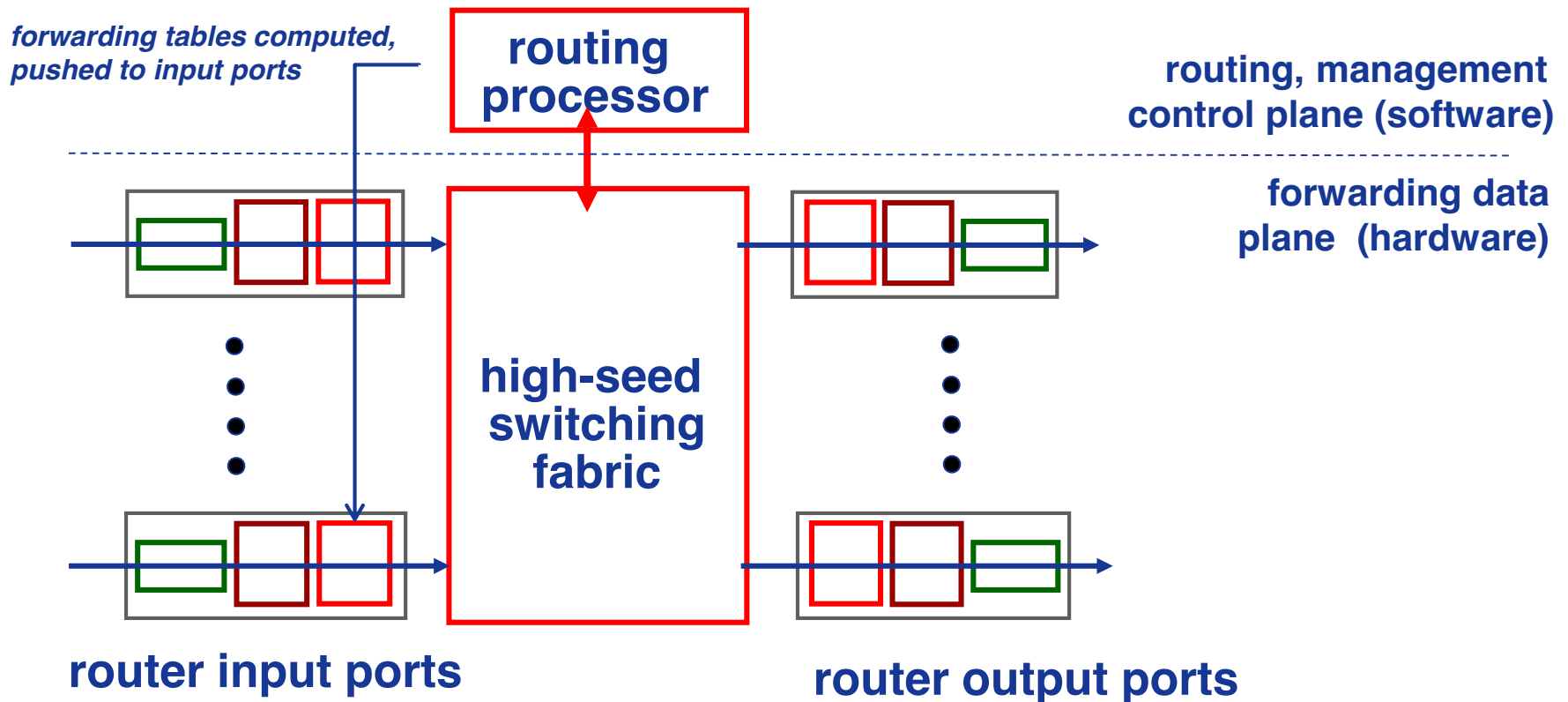
- 路由器体系结构



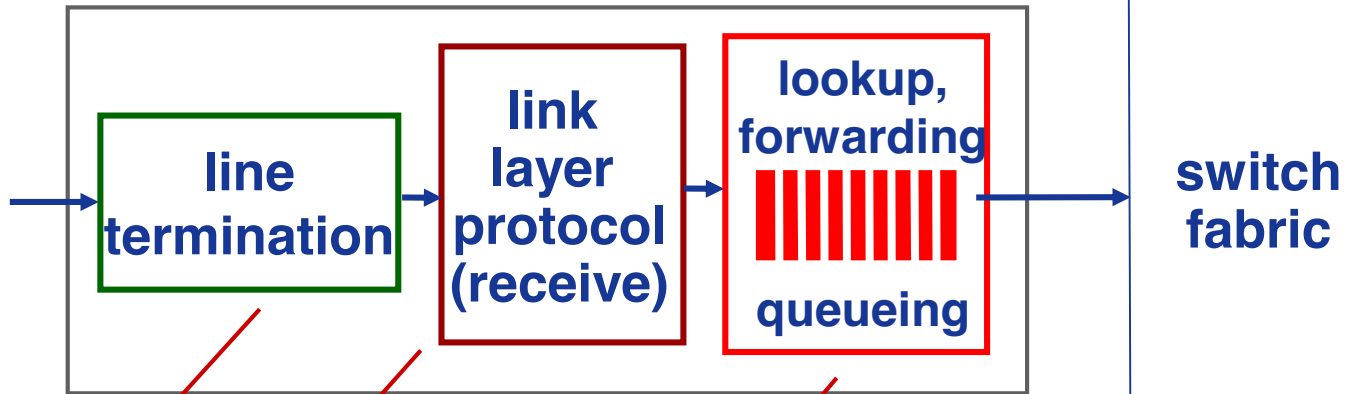
Router architecture overview

two key router functions:

- ❖ run routing algorithms/protocol (RIP, OSPF, BGP)
- ❖ *forwarding* datagrams from incoming to outgoing link



Input port functions



physical layer:
bit-level reception

data link layer:
e.g., Ethernet
see chapter 5

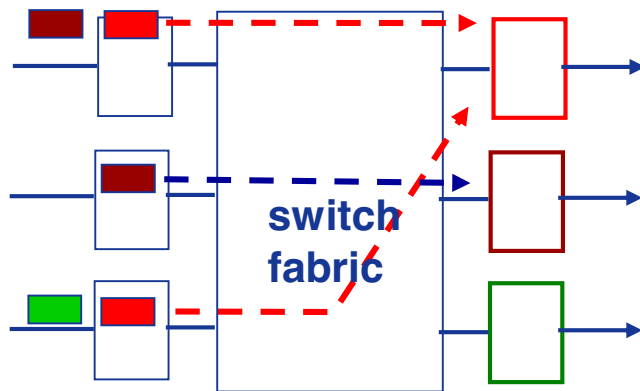
decentralized switching:

- ❖ given datagram dest., lookup output port using forwarding table in input port memory (*“match plus action”*)
- ❖ goal: complete input port processing at **‘line speed’**
- ❖ queuing: if datagrams arrive faster than forwarding rate into switch fabric

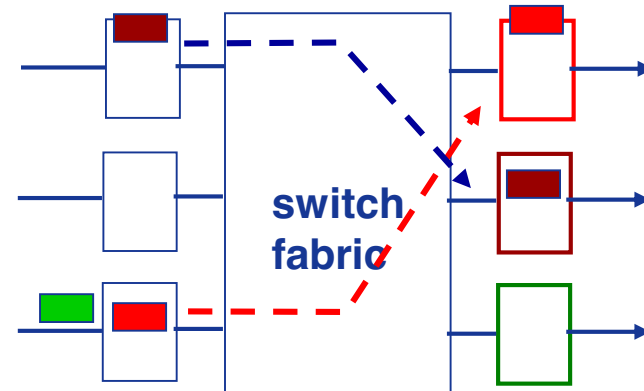


Input port queuing

- ❖ fabric slower than input ports combined -> queueing may occur at input queues
 - *queueing delay and loss due to input buffer overflow!*
- ❖ **Head-of-the-Line (HOL) blocking:** queued datagram at front of queue prevents others in queue from moving forward



**output port contention:
only one red datagram can
be transferred.
lower red packet is blocked**

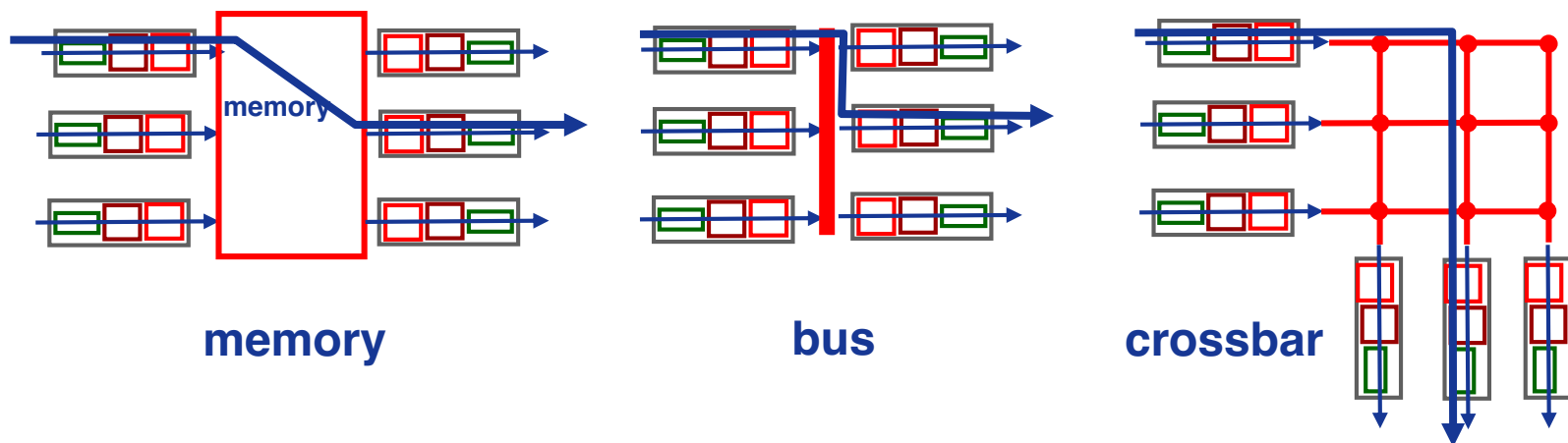


**one packet time
later: green packet
experiences HOL
blocking**



Switching fabrics

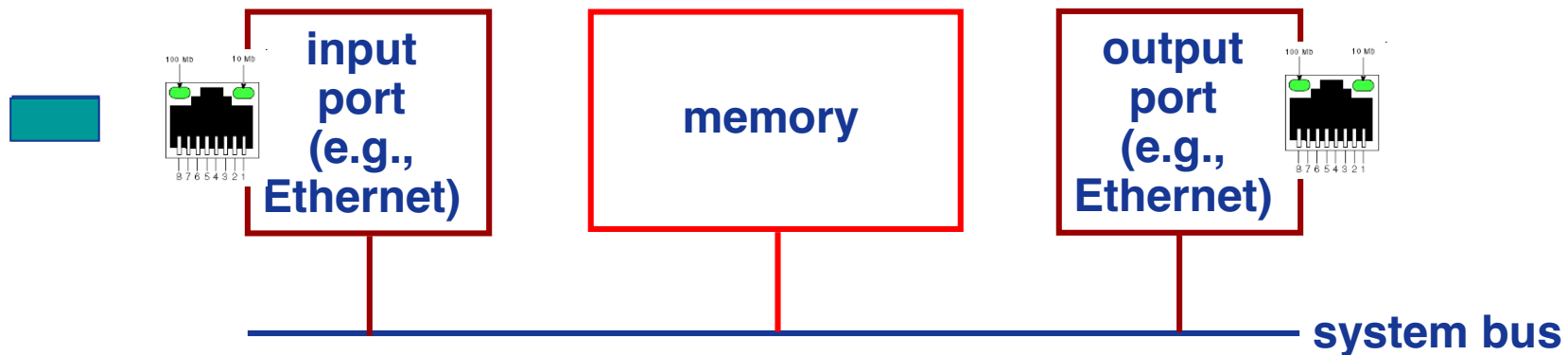
- ❖ transfer packet from input buffer to appropriate output buffer
- ❖ switching rate: rate at which packets can be transfer from inputs to outputs
 - often measured as multiple of input/output line rate
 - N inputs: switching rate N times line rate desirable
- ❖ three types of switching fabrics



Switching via memory

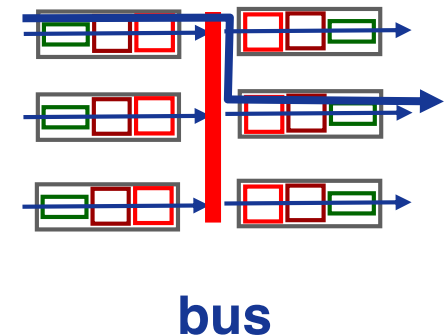
first generation routers:

- ❖ traditional computers with switching under direct control of CPU
- ❖ packet copied to system' s memory
- ❖ speed limited by memory bandwidth (2 bus crossings per datagram)



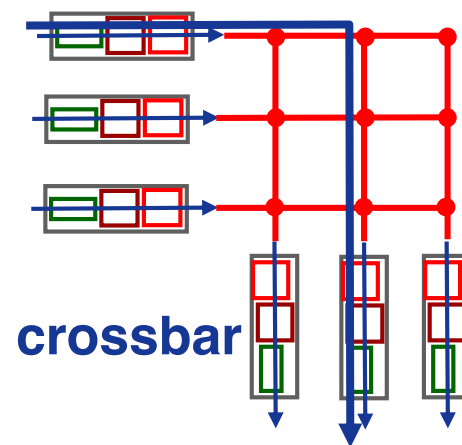
Switching via a bus

- ❖ datagram from input port memory to output port memory via a shared bus
- ❖ *bus contention*: switching speed limited by bus bandwidth
- ❖ 32 Gbps bus, Cisco 5600: sufficient speed for access and enterprise routers

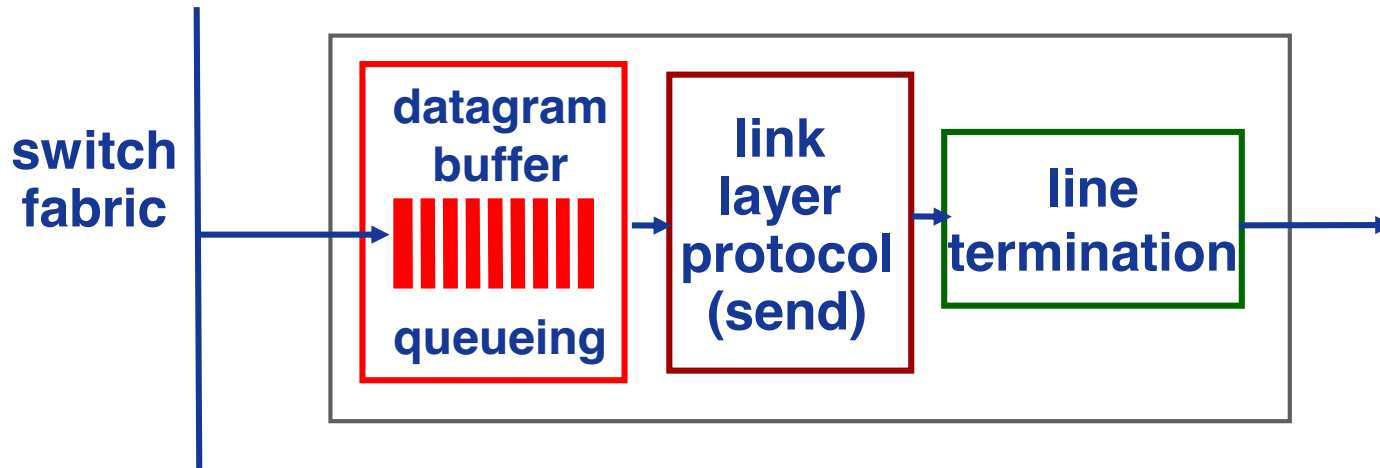


Switching via interconnection network

- ❖ overcome bus bandwidth limitations
- ❖ banyan networks, crossbar, other interconnection nets initially developed to connect processors in multiprocessor
- ❖ advanced design: fragmenting datagram into fixed length cells, switch cells through the fabric.
- ❖ Cisco 12000: switches 60 Gbps through the interconnection network



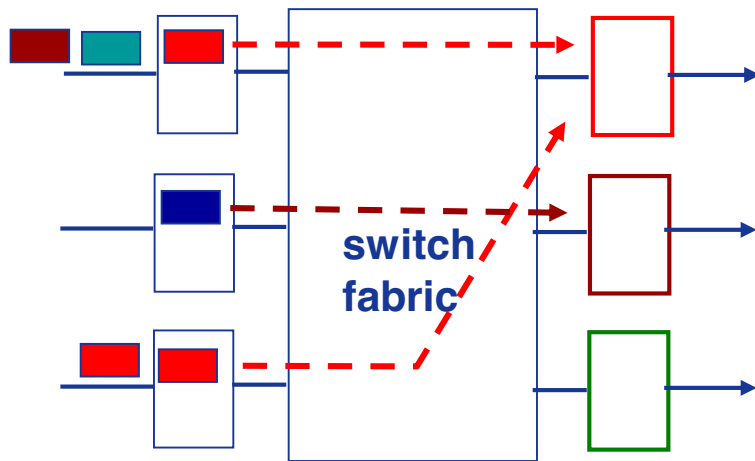
Output ports



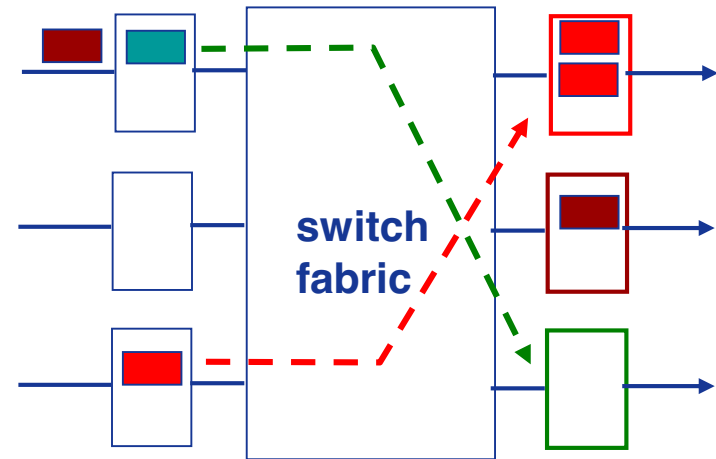
- ❖ *buffering* required when datagrams arrive from fabric faster than the transmission rate
- ❖ *scheduling discipline* chooses among queued datagrams for transmission



Output port queueing



at t , packets more
from input to output



one packet time later

- ❖ buffering when arrival rate via switch exceeds output line speed
- ❖ *queueing (delay) and loss due to output port buffer overflow!*



第7周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1.虚电路网络有什么特点？数据报网络有什么特点？两者有什么共同点？
- 2.IP数据报首部长度的单位是什么？其单位是什么？
- 3.IP数据报首部的片偏移量的单位是什么？为什么？
- 4.IP分组首部的标志位(flags)有几位？分别是什么作用？
- 5.IP分组分片时涉及到哪些字段？这些字段如何取值？
- 6.什么是子网掩码？如何取值？作用是什么？
- 7.什么是默认网关？作用是什么？
- 8.端系统如何探测到达另一端系统的路径的最小MTU？
- 9.如何将一个IP网络划分为指定数量的子网？
- 10.如何确定一个子网的可分配IP地址数？



第8周课堂教学

❖ 束广就狭：（10分钟）

- 总结CIDR与路由聚集，路由表，ICMP协议，DHCP协议，NAT，IPv6简介，路由基本原理与算法，典型路由算法（链路状态算法与距离矢量算法），层次化路由。

❖ 质疑解惑：（30分钟）

- 1.什么是路由聚集？为什么要路由聚集？什么条件下可以进行路由聚集？
- 2.ICMP协议的作用是什么？
- 3.通过DHCP动态分配IP地址过程中需要交换哪些DHCP报文？这些报文直接封装到哪个协议的数据包中？封装这些报文的IP数据报的目的IP地址是什么？
- 4.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？
- 5.距离向量路由算法可能会产生什么问题？如何消解该问题？
-

❖ 解疑释惑：（15分钟）

- 解答疑问

❖ 演武修文：（30分钟）

- 课堂测验
- 讲解

开始上实验课！



第8周课堂教学

❖ 束广就狭：

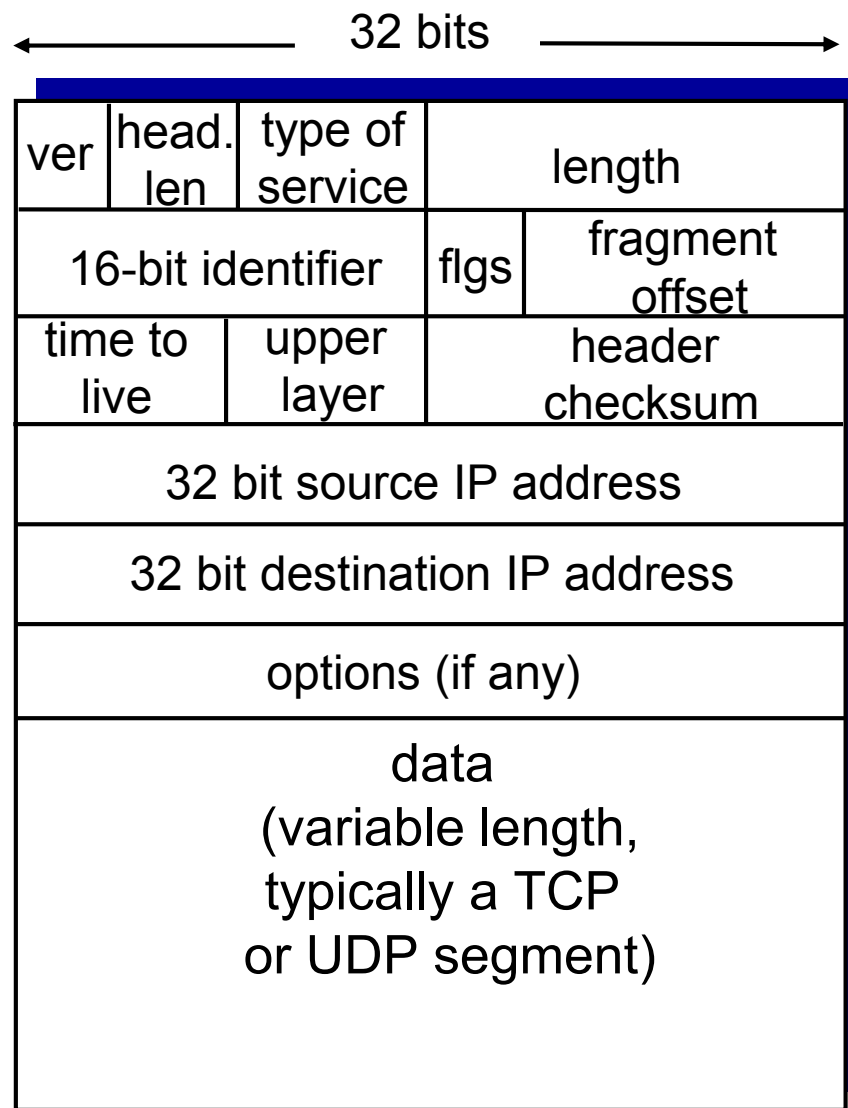
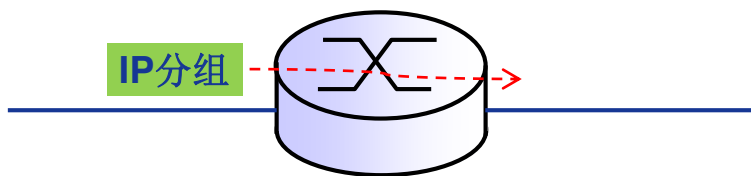
- 总结， ICMP协议， IPv6简介， 路由基本原理与算法， 典型路由算法（链路状态算法与距离矢量算法）， 层次化路由， Internet路由， 典型路由协议（RIP、OSPF、BGP）



第8周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

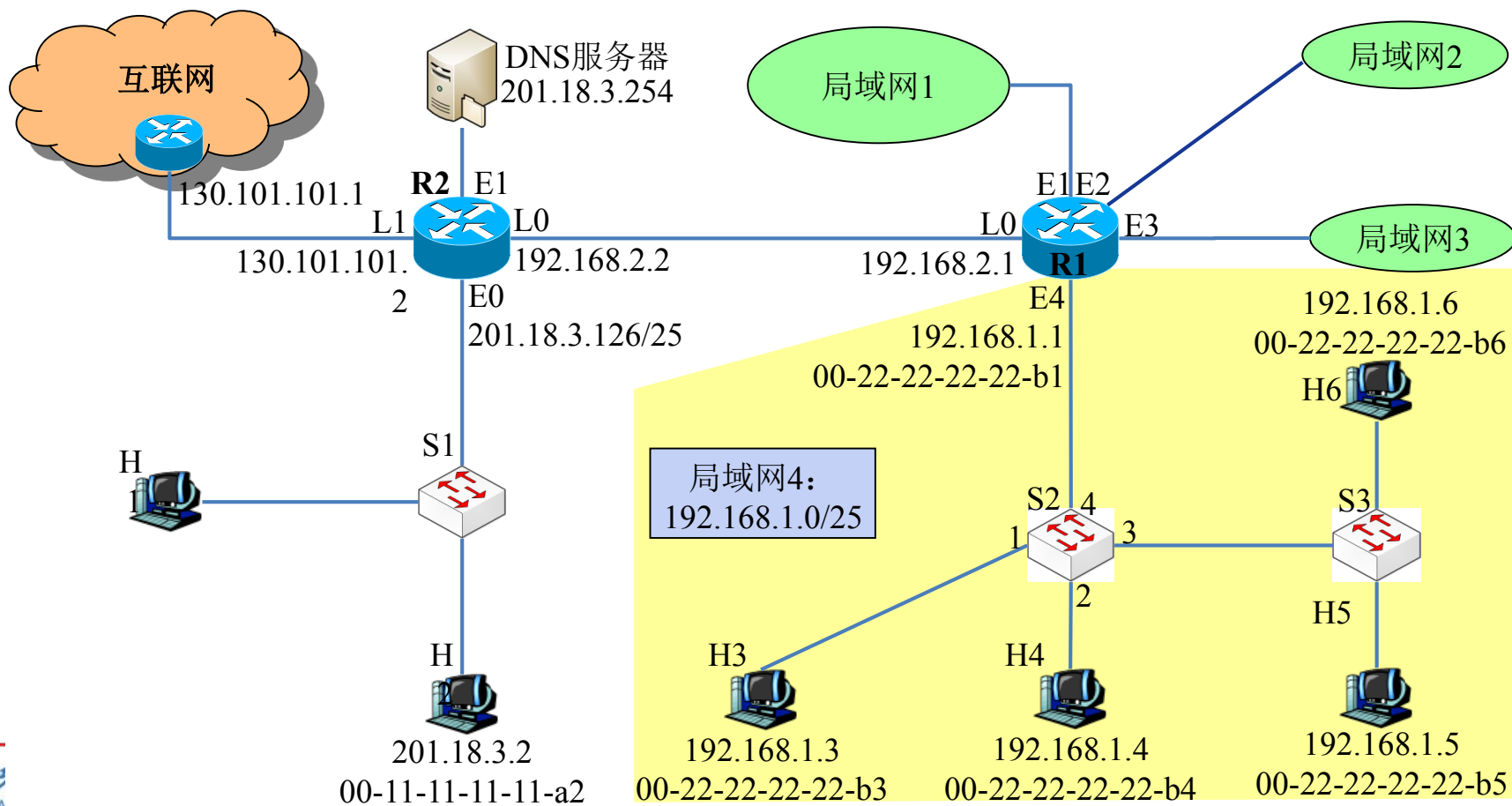
- 1. 一个路由器在转发IP分组时，IP分组的哪些字段可能会被修改？如何修改？



第8周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

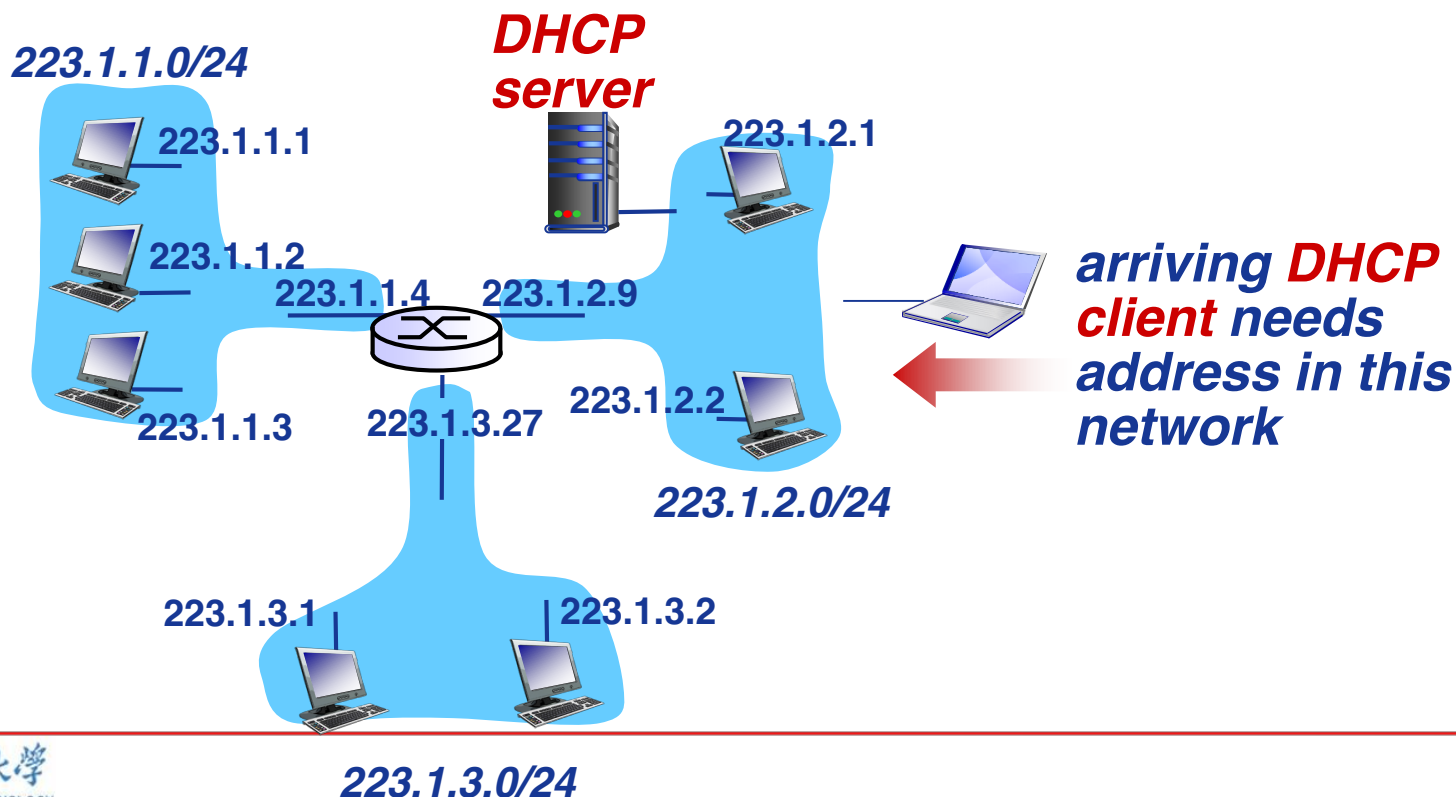
- 2. 什么是路由聚集？为什么要路由聚集？什么条件下可以进行路由聚集？



第8周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

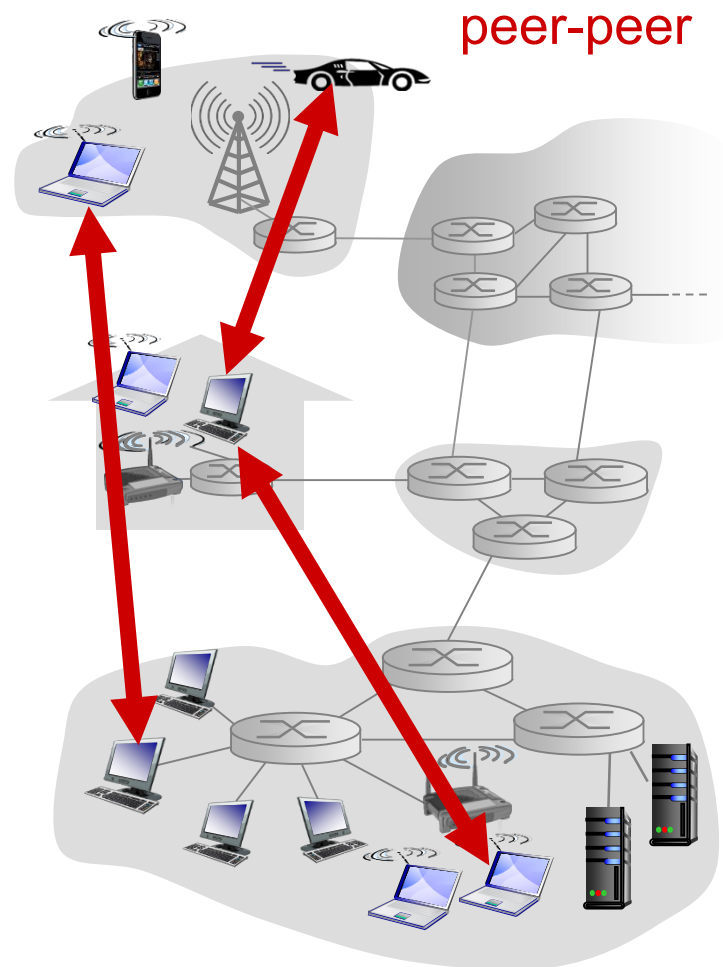
- 3.通过DHCP动态分配IP地址过程中需要交换哪些DHCP报文？这些报文直接封装到哪个协议的数据包中？封装这些报文的IP数据报的目的IP地址是什么？为什么？



第8周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 4.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？

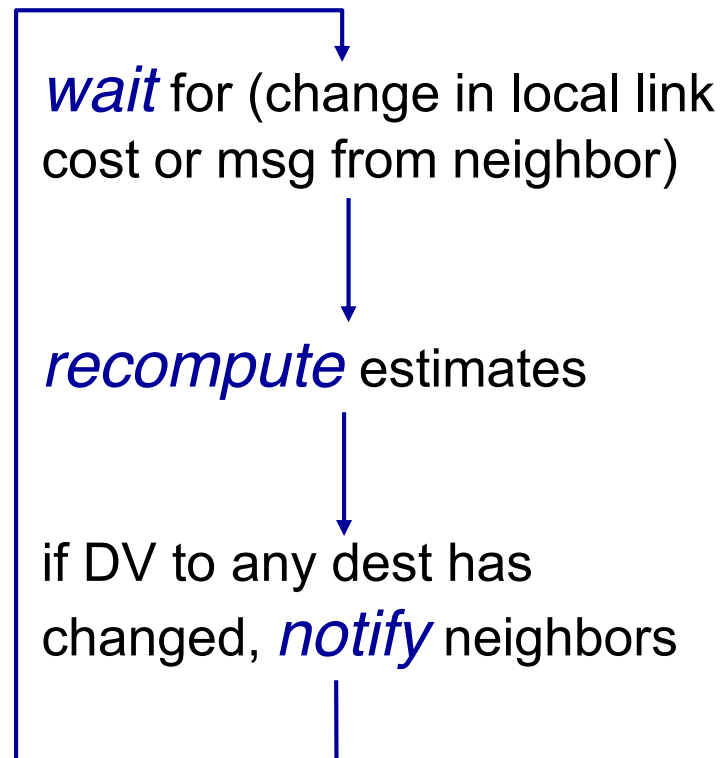


第8周课堂教学

❖ 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？

each node:



第8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8周课堂教学

❖ 开疆拓土:

- 多播与广播通信简介



第8周课堂教学

❖ 演武修文：

■ 课堂测验



第9周课堂教学

❖ 束广就狭：（10分钟）

- 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。

❖ 质疑辨惑：（30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：（15分钟）

- 解答疑问

❖ 演武修文：（30分钟）

- 课堂测验
- 讲解

实验3：可靠数据传输协议



第9周课堂教学

❖ 束广就狭：

- 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。



第9周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 1. 如何实现差错控制？可以采用哪些协议？
- 2. 对于CSMA协议，当欲发送数据的结点检测到信道忙时，可以采取哪些策略？分别有什么优缺点？
- 3. 设计和实现一个TDMA协议，需要解决哪些关键问题？
- 4. 某局域网采用CSMA/CD协议实现介质访问控制，数据传输速率为10 Mbps，主机甲和主机乙之间的距离为2 km，信号传播速度是200 000 km/s。

请问：若主机甲和主机乙发送数据时发生冲突，则从开始发送数据时刻起，到两台主机均检测到冲突时刻止，最短需经过多长时间？最长需经过多长时间？



第9周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

■ 4. 解:

主机甲和主机乙之间单向传播延迟时间 = $2\text{km}/(200\,000\text{ km/s}) = 10\mu\text{s}$;
两台主机均检测到冲突时, 最短所需时间和最长所需时间对应下面两种极端情况:

① 主机甲和主机乙同时各发送一个数据帧, 信号在信道中发生冲突后, 冲突信号继续向两个方向传播。因此, 双方均检测到冲突需要1个单向传播延迟, 即 $10\mu\text{s}$ 。

因此, 甲乙两台主机均检测到冲突时, 最短需经过 $10\mu\text{s}$ 。

② 主机甲 (或主机乙) 先发送一个数据帧, 当该数据帧即将到达主机乙 (或主机甲) 时, 主机乙 (或主机甲) 也开始发送一个数据帧。这时, 主机乙 (或主机甲) 将立即检测到冲突; 而主机甲 (或主机乙) 要检测到冲突, 冲突信号还需要从主机乙 (或主机甲) 传播到主机甲 (或主机乙), 因此, 主机甲 (或主机乙) 检测到冲突需要2个单向传播延迟, 即 $20\mu\text{s}$ 。

因此, 甲乙两台主机均检测到冲突时, 最长需经过 $20\mu\text{s}$ 。



第9周课堂教学

❖ 解疑释惑:

- 1. 差错编码的检错和纠错能力与什么有关?
- 2. 信道划分MAC协议有什么特点?
- 3. 随机访问MAC协议有什么特点?
- 4. 轮转访问MAC协议有什么特点?
- 5. 什么是1-坚持CSMA协议? 非坚持CSMA协议? P-坚持CSMA协议?
- 6. CSMA/CD协议的特点是什么?



第10周课堂教学

❖ 束广就狭：（10分钟）

- 总结局域网编址与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），IEEE802.11无线局域网，典型点对点链路层协：PPP协议。

❖ 质疑解惑：（30分钟）

- 1.为什么需要MAC地址和IP地址？
- 2.以太网帧中的Data字段长度是多少？为什么？
- 3.路由器、交换机、集线器网络互连设备有什么区别？
- 4.802.1Q是什么协议？为什么需要该协议？
- 5.CSMA/CA协议如何实现信道预约？
-

❖ 解疑释惑：（15分钟）

- 解答疑问

❖ 演武修文：（30分钟）

- 课堂测验
- 讲解



第10周课堂教学

❖ 束广就狭：

- 总结局域网编址与**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**），**IEEE802.11**无线局域网，典型点对点链路层协：**PPP**协议。



第10周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 1.当需要向另一子网的某主机发送IP分组时, 是否可以利用ARP协议解析该主机的MAC地址?
- 2.如何理解冲突域、广播域和子网? 如何分割冲突域? 如何分割广播域?
- 3.VLAN划分中的Trunk端口是什么? 802.1Q是什么协议? 为什么需要该协议?
- 4.CSMA/CA协议如何实现信道预约?
- 5.IEEE802.11帧中有几个地址? 分别是什么含义?



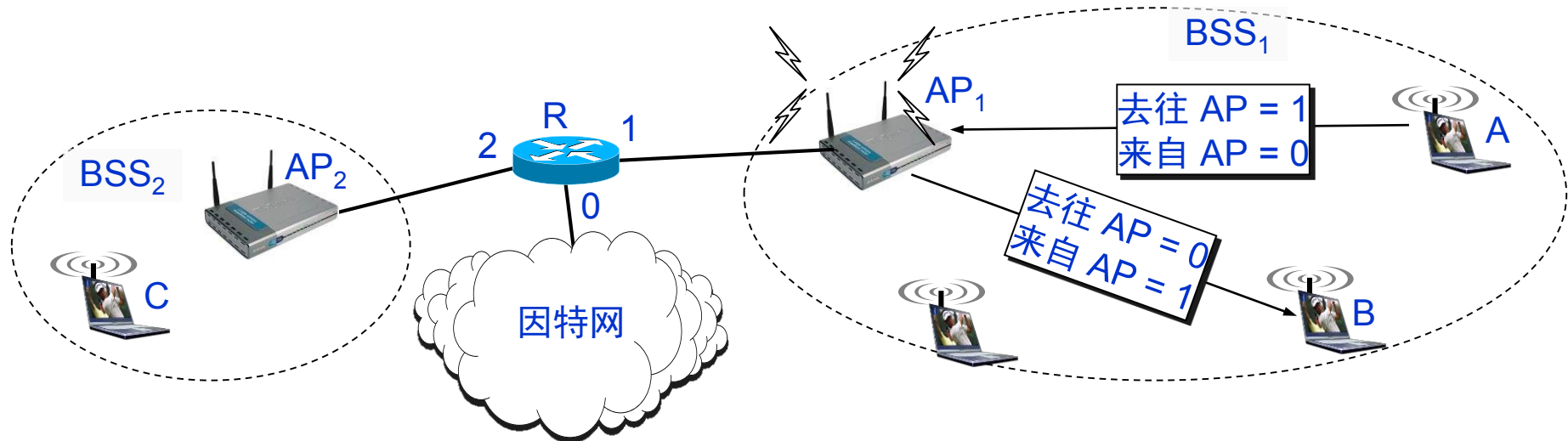
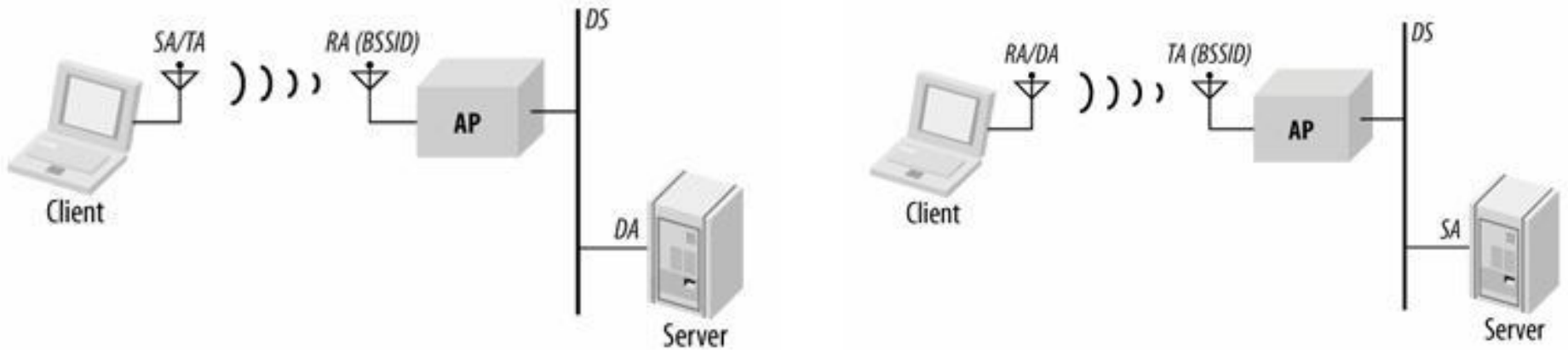
关于 802.11 数据帧的地址

❖ 802.11 数据帧最特殊的地方是有四个地址字段

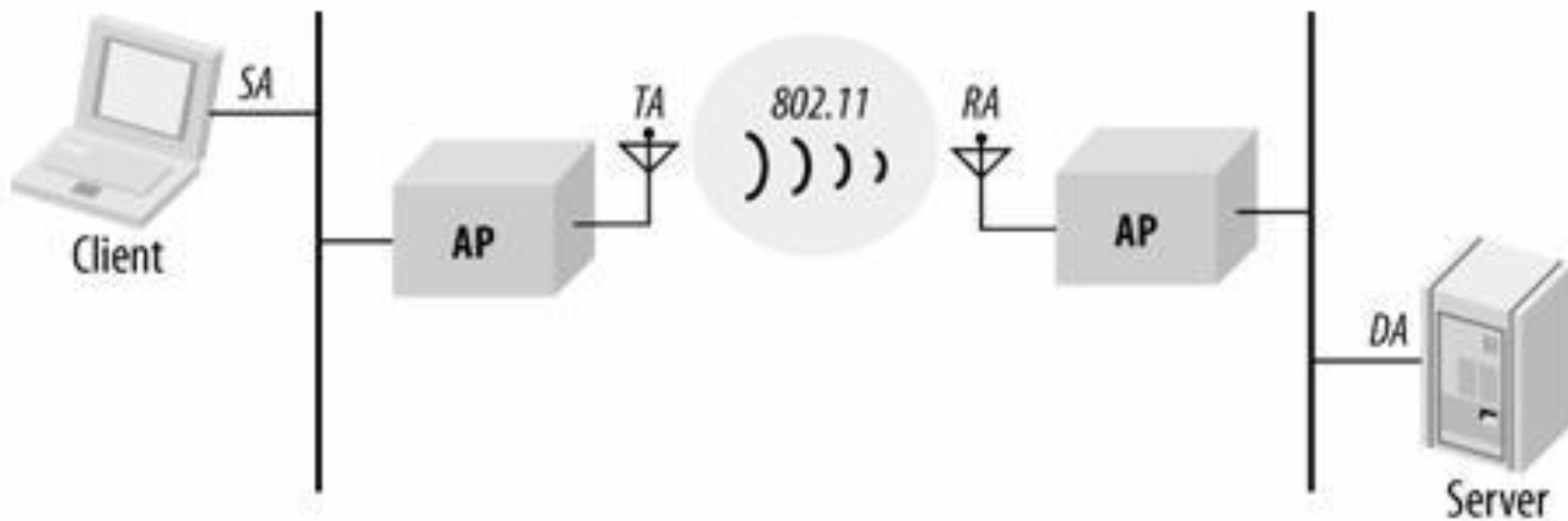
功能	去往 AP	来自 AP	地址 1	地址 2	地址 3	地址 4
IBSS	0	0	DA (目的地址)	SA (源地址)	BSSID	——
架构 网络	0	1	DA	AP 地址 (BSSID)	SA	——
	1	0	AP 地址 (BSSID)	SA	DA	——
WDS	1	1	RA	TA	DA	SA



802.11 基础设施网络



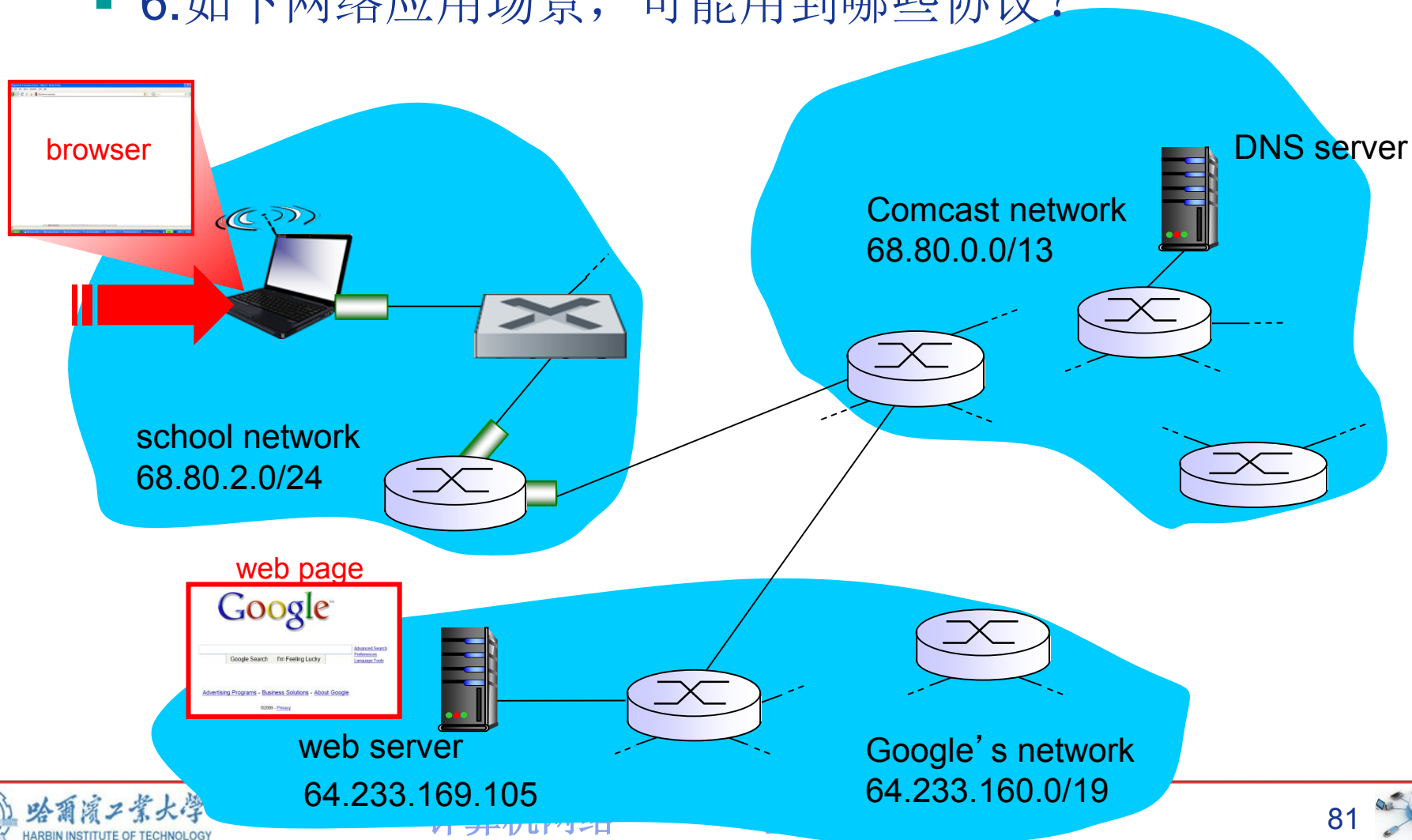
无线分布系统WDS



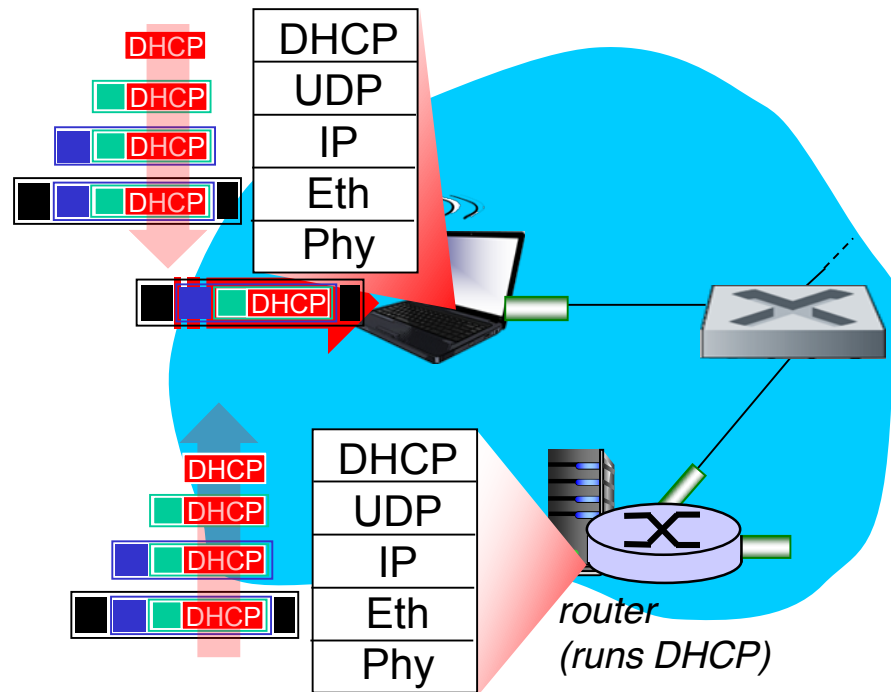
第10周课堂教学

❖ 质疑辨惑:

- 6. 如下网络应用场景，可能用到哪些协议？



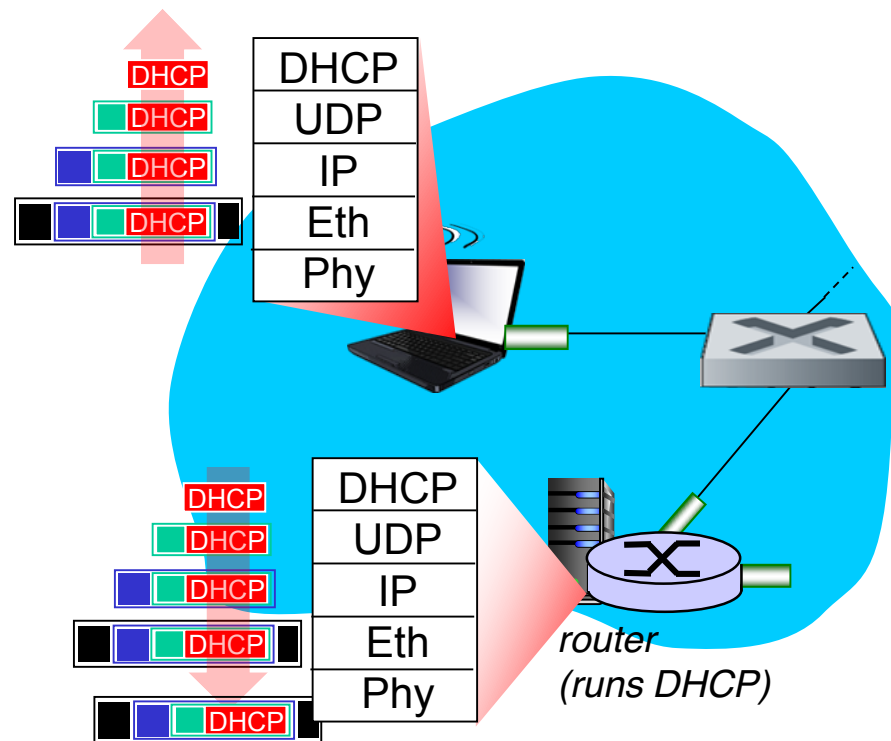
A day in the life... connecting to the Internet



- ❖ connecting laptop needs to get its own IP address, addr of first-hop router, addr of DNS server: use **DHCP**
- ❖ DHCP request *encapsulated* in **UDP**, encapsulated in **IP**, encapsulated in **802.3** Ethernet
- ❖ Ethernet frame *broadcast* (dest: FFFFFFFFFFFFFFFF) on LAN, received at router running **DHCP** server
- ❖ Ethernet *demuxed* to IP demuxed, UDP demuxed to DHCP



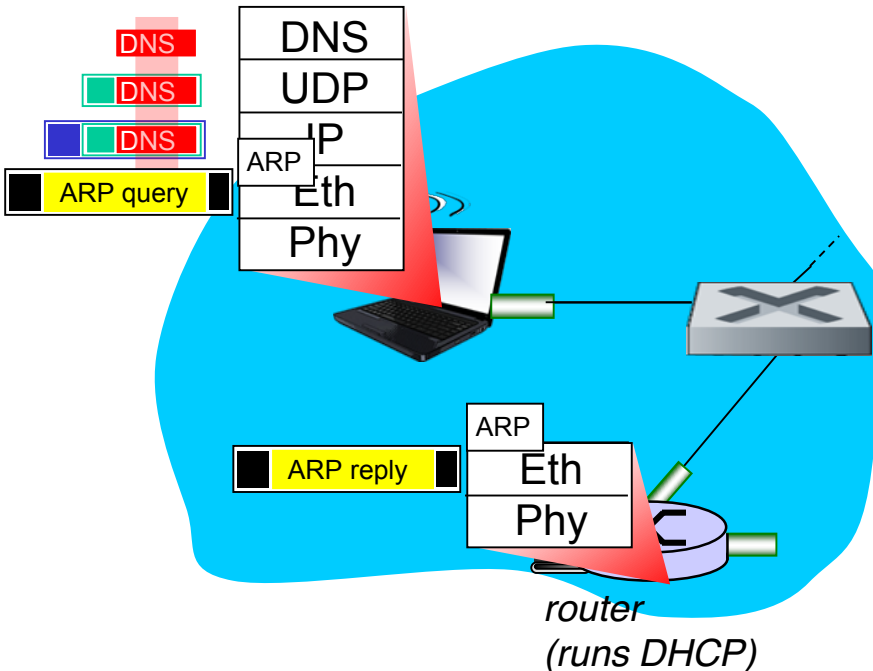
A day in the life... connecting to the Internet



- ❖ DHCP server formulates *DHCP ACK* containing client's IP address, IP address of first-hop router for client, name & IP address of DNS server
- ❖ encapsulation at DHCP server, frame forwarded (*switch learning*) through LAN, demultiplexing at client
- ❖ DHCP client receives DHCP ACK reply

Client now has IP address, knows name & addr of DNS server, IP address of its first-hop router

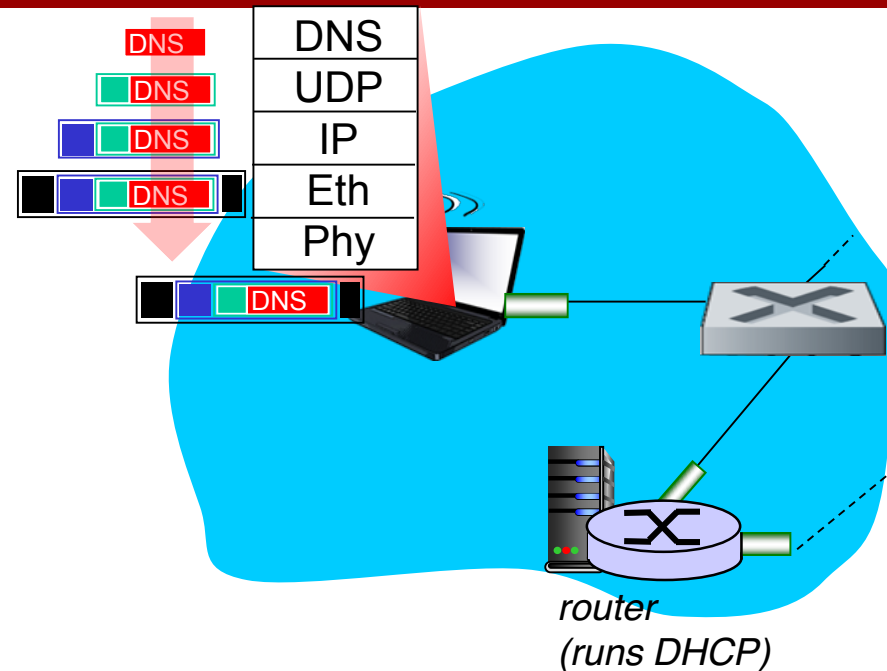
A day in the life... ARP (before DNS, HTTP)



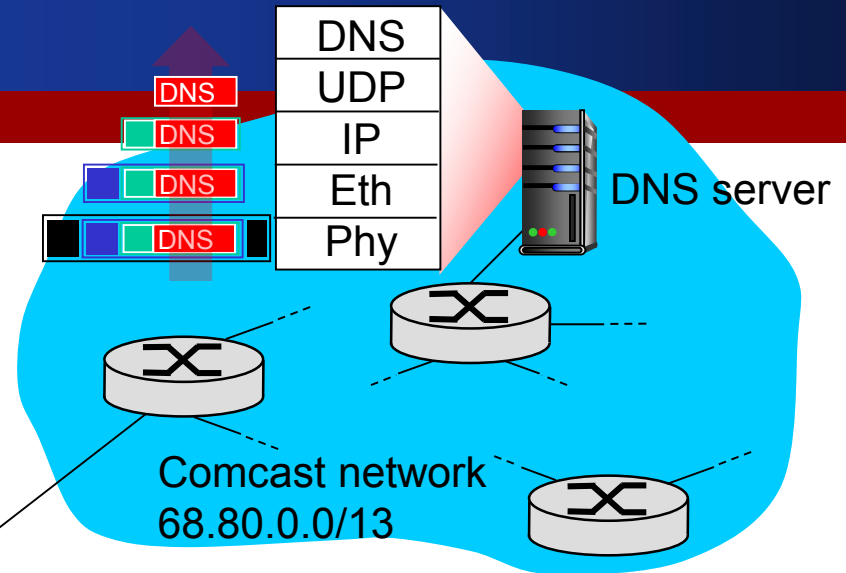
- ❖ before sending *HTTP* request, need IP address of `www.google.com`: *DNS*
- ❖ DNS query created, encapsulated in UDP, encapsulated in IP, encapsulated in Eth. To send frame to router, need MAC address of router interface: *ARP*
- ❖ *ARP query* broadcast, received by router, which replies with *ARP reply* giving MAC address of router interface
- ❖ client now knows MAC address of first hop router, so can now send frame containing DNS query



A day in the life... using DNS



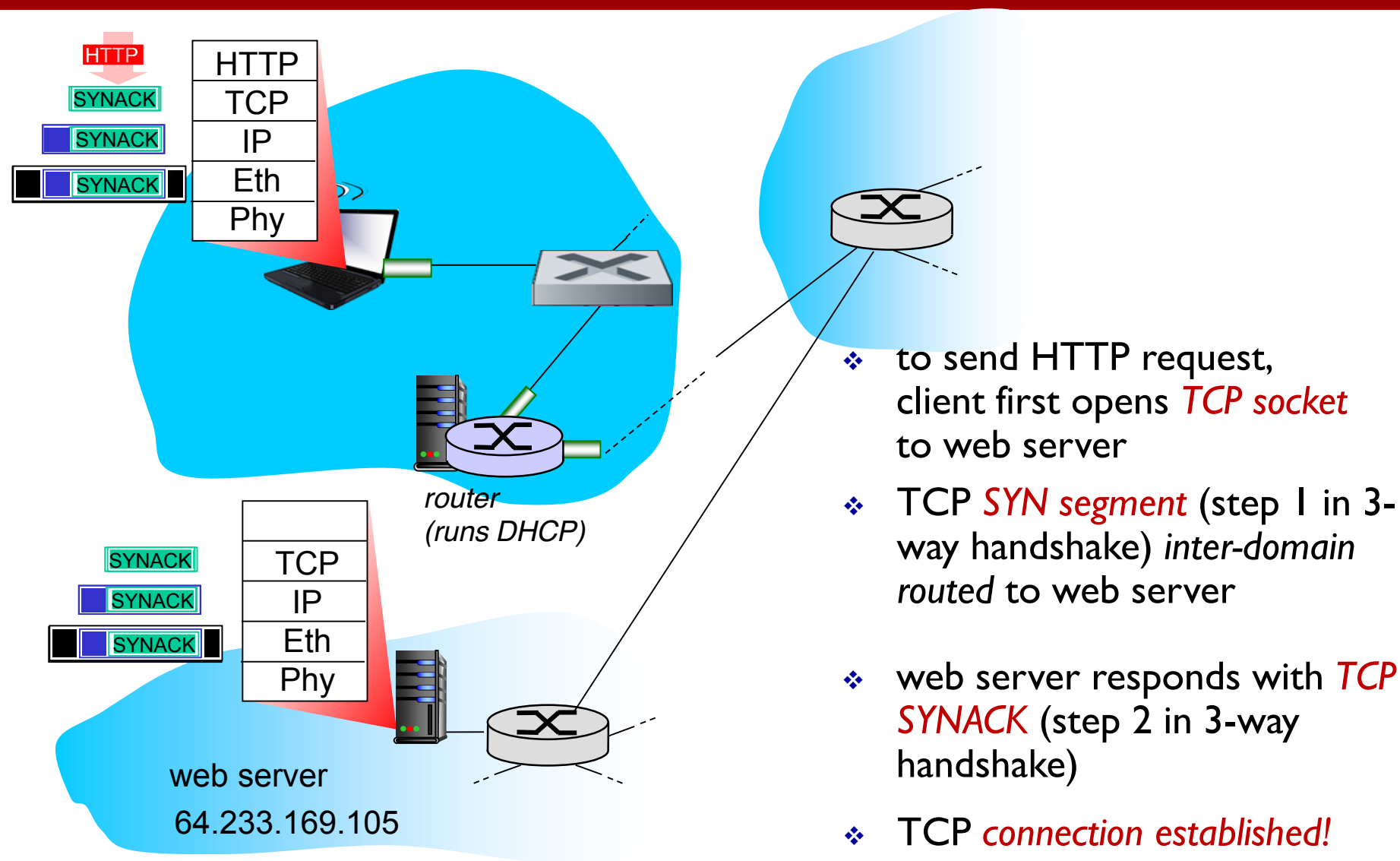
- ❖ IP datagram containing DNS query forwarded via LAN switch from client to 1st hop router



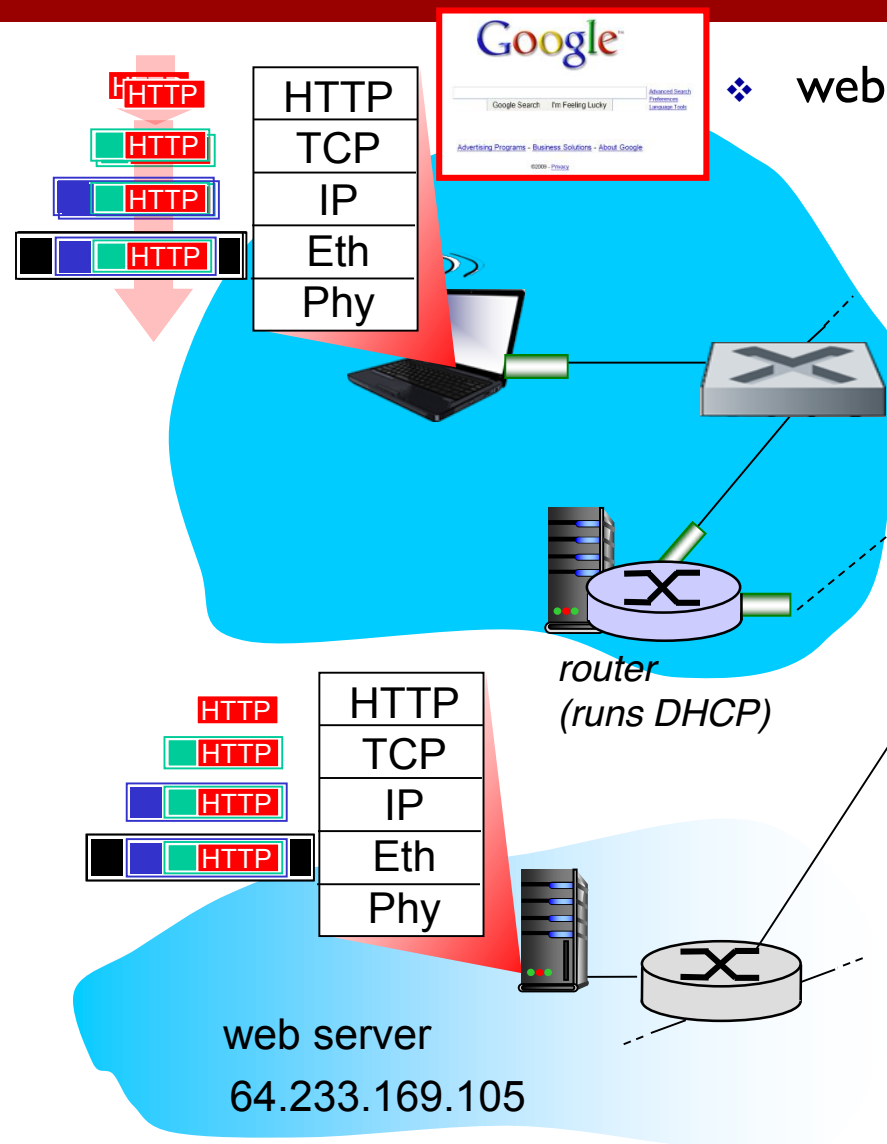
- ❖ IP datagram forwarded from campus network into comcast network, routed (tables created by *RIP, OSPF, IS-IS* and/or *BGP* routing protocols) to DNS server
- ❖ demux'ed to DNS server
- ❖ DNS server replies to client with IP address of www.google.com



A day in the life...TCP connection carrying HTTP



A day in the life... HTTP request/reply



❖ web page *finally (!!!)* displayed

- ❖ *HTTP request* sent into TCP socket
- ❖ IP datagram containing HTTP request routed to `www.google.com`
- ❖ web server responds with *HTTP reply* (containing web page)
- ❖ IP datagram containing HTTP reply routed back to client



第10周课堂教学

❖ 解疑释惑：

- 1.为什么需要MAC地址和IP地址？
- 2.以太网帧中的Data字段长度是多少？为什么？
- 3.路由器、交换机、集线器网络互连设备有什么区别？
- 4.二层交换机和三层交换机有什么区别？
- 5.IEEE802.11如何判断冲突？



第11周课堂教学

❖ 演武修文：

■ 课堂测验



第12-13周课堂教学

❖ 传统课堂！

- 物理层
- 无线与移动网络
- 网络安全简介





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！