

# 计算机网络

Computer Networking

夏锋

大连理工大学

2012年

# 一个小广告...



- DUT Phone Lab（大连理工大学移动与社会计算实验室）诚邀本科生加入
  - 移动与社会计算、智能系统、物联网（CPS）
  - 5（+5）博士生；10+硕士生
- 主要工作任务：
  - 加入科研小组，协助研究生开展科研工作，协助撰写英文学术论文
  - 参与创新创业训练计划：基于移动终端的学习支持系统、优质教学资源推荐策略、智能题库
  - 参与其他（软件）系统研发工作
  - 协助组织成立移动开发者俱乐部

# 一个小广告...



## ● 你能获得什么？

- 导师指导、研究生协同指导
- 学习环境：实验室A312
- 成为实验室/项目组的一员
- 经历/经验
- 科研训练：学习科学研究的方法，培养文献检索、论文写作/专利著作权写作基本能力 → 成果：论文
- 创新软件系统开发：加入项目组，提供编程能力，培养系统设计能力，以及团队协作能力 → 成果：软件

# 一个小广告...



## ● 基本要求:

- 成绩优秀，有空余时间
- 英语较好
- 希望获得别人的尊重
- 不怕辛苦（天道酬勤）
- 积极主动
- 对程序/页面设计有（浓厚的）兴趣
- 有意出国深造或保送（本实验室）读研

# 一个小广告...



## ● 如何报名:

- 将简历发送至 [f.xia@ieee.org](mailto:f.xia@ieee.org)
- （之后）面谈
- 大约第10周左右确定，之后正式加入



# 内容提纲

- 考试信息
- 教学资源
- 各章知识点回顾
- 作业选讲
- 练习



# 考试题型

- 1. 单项选择题（每题2分，共20分）
- 2. 填空题（每题1分，共10分）
- 3. 名词解释题（英文；每题2分，共20分）
- 4. 简答题（每题5分，共30分）
- 5. 综合题（每题10分，共20分）



# 教学资源

- 课件
- 专业术语目录
- 其他参考资料
- 答疑时间？
- 考试时间？

一切尽在 <http://fengxia.net/cn/>



# Chapter 1

1.1 What *is* the Internet?

1.2 Network edge

- end systems, **access networks, links**

1.3 Network core

- circuit switching, packet switching, network structure

1.4 Delay, loss and throughput in packet-switched networks

1.5 Protocol layers, service models

1.6 Networks under attack: security

1.7 History

# Chapter 2

- ❑ 2.1 Principles of network applications
  - ❖ Transport Services
- ❑ 2.2 Web and HTTP
- ❑ 2.3 FTP
- ❑ 2.4 Electronic Mail
  - ❖ SMTP, POP3, IMAP
- ❑ 2.5 DNS
- ❑ 2.6 P2P applications
  - ❖ P2P概念、优缺点
- ❑ 2.7 Socket programming with TCP
- ❑ 2.8 Socket programming with UDP

# Chapter 3

- ❑ 3.1 Transport-layer services
- ❑ 3.2 Multiplexing and demultiplexing
  - ❖ TCP/UDP Socket
- ❑ 3.3 Connectionless transport: UDP
  - ❖ checksum
- ❑ 3.4 Principles of reliable data transfer
- ❑ 3.5 Connection-oriented transport: TCP
  - ❖ segment structure
  - ❖ reliable data transfer
  - ❖ flow control
  - ❖ connection management
- ❑ 3.6 Principles of congestion control
- ❑ 3.7 TCP congestion control

# Chapter 4

- ❑ 4.1 Introduction
- ❑ 4.2 Virtual circuit and datagram networks
- ❑ 4.3 What's inside a router
- ❑ 4.4 IP: Internet Protocol
  - ❖ Datagram format
    - IP fragmentation
  - ❖ IPv4 addressing
  - ❖ ICMP
  - ❖ IPv6
- ❑ 4.5 Routing algorithms
  - ❖ Link state
  - ❖ Distance Vector
  - ❖ Hierarchical routing
- ❑ 4.6 Routing in the Internet
  - ❖ RIP
  - ❖ OSPF
  - ❖ BGP
- ❑ 4.7 Broadcast and multicast routing

# Chapter 5

- ❑ 5.1 Introduction and services
- ❑ 5.2 Error detection and correction
  - ❖ CRC
- ❑ 5.3 Multiple access protocols
- ❑ 5.4 Link-layer Addressing
  - ❖ Data transfer procedures
- ❑ 5.5 Ethernet
  - ❖ CSMA/CD
  - ❖ Standards
  - ❖ Features
- ❑ 5.6 Link-layer switches
  - ❖ Hub
  - ❖ VS Routers
- ❑ 5.7 PPP
- ❑ 5.8 Link virtualization: ATM, MPLS

# 作业1



- How to solve the problem of **free-riding** in P2P applications? Describe as many solutions as possible?

基于惩罚的方法

基于奖励的方法

积分

交易

强制（限速）

.....

# 作业2



## • 为何选择UDP而不是TCP?何时?

### • P24:

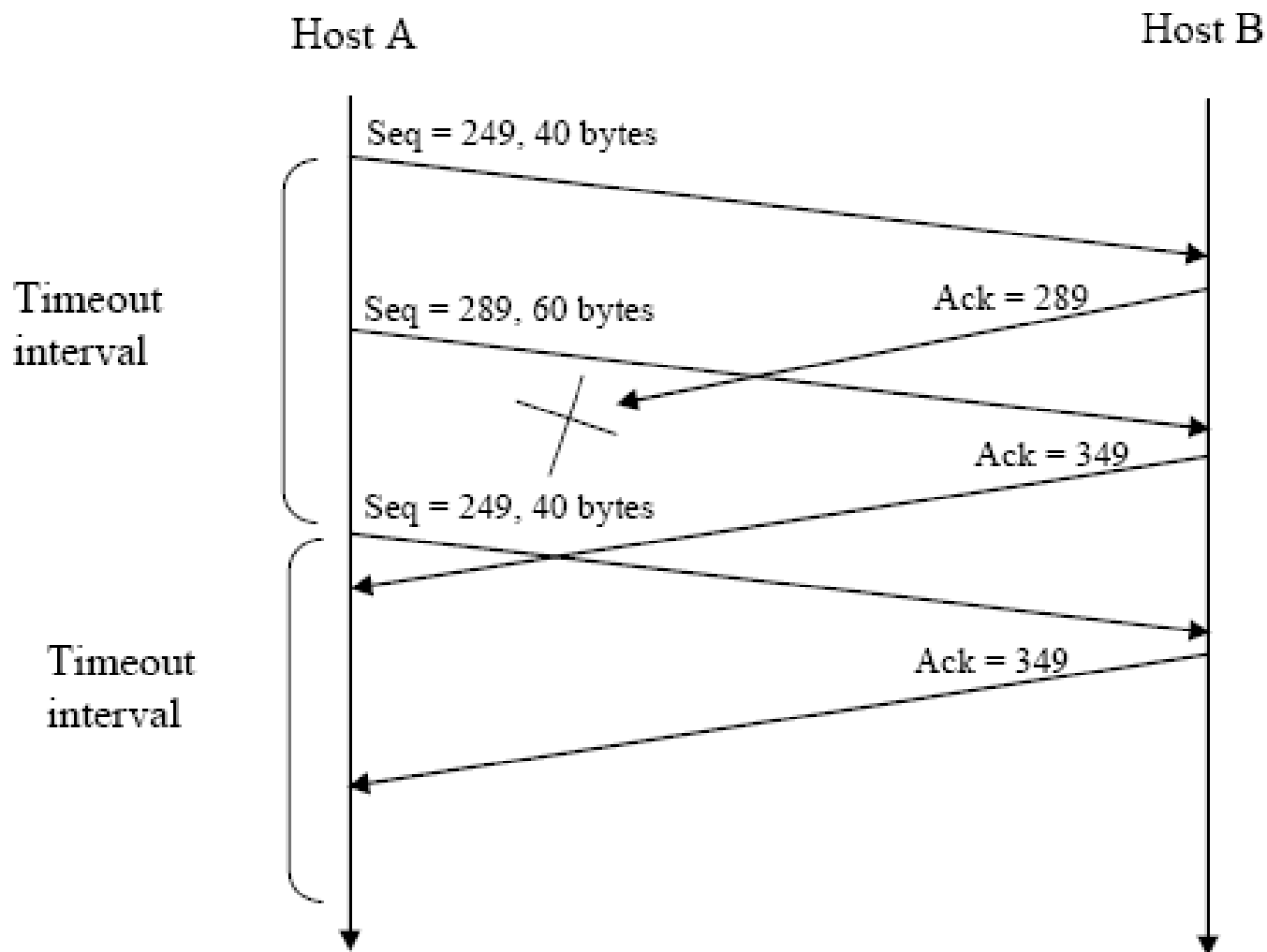
- a. In the second segment from Host A to B, the sequence number is 289, source port number is 503 and destination port number is 80.
- b. If the first segment arrives before the second, in the acknowledgement of the first arriving segment, the acknowledgement number is 289, the source port number is 80 and the destination port number is 503.
- c. If the second segment arrives before the first segment, in the acknowledgement of the first arriving segment, the acknowledgement number is 249, indicating that it is still waiting for bytes 249 and onwards.

# 作业2



d.

● P24:





# 作业2



- TCP使用了哪些机制来实现可靠的数据传输？



# 作业3



## 🌐 P22

Step	$N'$	$D(s),p(s)$	$D(t),p(t)$	$D(u),p(u)$	$D(v),p(v)$	$D(w),p(w)$	$D(y),p(y)$	$D(z),p(z)$
0	X	$\infty$	$\infty$	$\infty$	3,x	6,x	6,x	$\infty$
1	xv	$\infty$	7,v	6,v	3,x	6,x	4,v	$\infty$
2	xvy	$\infty$	7,v	6,v	3,x	6,x	4,v	18,y
3	xvyu	10,u	7,v	6,v	3,x	6,x	4,y	18,y
4	xvyuw	10,u	7,v	6,v	3,x	6,x	4,y	18,y
5	xvyuwt	8,t	7,v	6,v	3,x	6,x	4,y	12,t
6	xvyuwts	8,t	7,v	6,v	3,x	6,x	4,y	12,t
7	xvyuwtsz	8,t	7,v	6,v	3,x	6,x	4,y	12,t

# 作业3



- 给定子网掩码255. 255. 255. 224，请问与主机210. 30. 97. 245对应的网络地址和主机地址分别是多少？
- 列举IPv6和IPv4的5项不同点



# 练习

- 给出OSI, TCP/IP参考模型、各层的协议、协议数据单元
- 以下功能典型地属于**OSI**模型的哪一层？
  - 介质访问控制(Medium Access Control)
  - 位的差错检测与恢复
  - 路由学习
  - 分组转发
  - 进程-进程之间的可靠传输

# 练习



- 以下具体设备或软件工作在**OSI**模型的哪一层？
  - XML（扩展超标记语言）
  - IP路由器
  - Web服务器
  - JAVA RMI（远程方法调用）
  - 以太网网卡

# 端到端延迟计算

- 考虑两台主机A和B由一条速率为 $R$  bit/s的链路相连。假定这两台主机相隔 $m$ 米，沿该链路的传播速率为 $s$  m/s。主机A向主机B发送长度为 $L$ 比特的分组。书上课后习题5. P46
  - a. 根据 $m$ 和 $s$ 表达传播时延 $d_{\text{prop}}$
  - b. 根据 $L$ 和 $R$ 确定分组的传输时延 $d_{\text{trans}}$
  - c. 忽略处理时延和排队时延，得出端到端时延的表达式
  - d. 假定主机A在时刻 $t=0$ 开始传输该分组，在时刻 $t= d_{\text{trans}}$ ，该分组的最后一个比特在什么地方？
  - e. 假定 $d_{\text{prop}}$ 大于 $d_{\text{trans}}$ ，在时刻 $t=d_{\text{trans}}$ ，该分组的第一个比特在何处？
  - f. 假定 $d_{\text{prop}}$ 小于 $d_{\text{trans}}$ ，在时刻 $t=d_{\text{trans}}$ ，该分组的第一个比特在何处？
  - g. 假定 $s=2.5 \times 10^8$ ， $L=100\text{b}$ ， $R=28 \text{ kb/s}$ 。求出传播时延等于传输时延的距离 $m$ 。

## 解答

- a. m/s
- b. L/R
- c. L/R + m/s
- d. The bit is just leaving Host A.
- e. 在链路上还未到达B且距离A  $d_{\text{trans}} * s$ 米处
- f. The first bit has reached Host B.
- g.  $m = \frac{L}{R} S = \frac{100}{28 \times 10^3} (2.5 \times 10^8) = 893 \text{ km.}$

# TCP整个过程练习

A

B

SYN=1, 序列号= ?

Base  
Seq#.=6999

SYN=1, Seq#=? ,  
ACK=1, Ack#= ?

Base  
Seq#=1999

建立连接

ACK=1, Ack#= ?

Seq#=? , 500B

500B Ready

ACK=1, Ack#= ?

400B ready

Seq#= ? , 400B

ACK=1, Ack#= ?

FIN=1, Seq#= ?

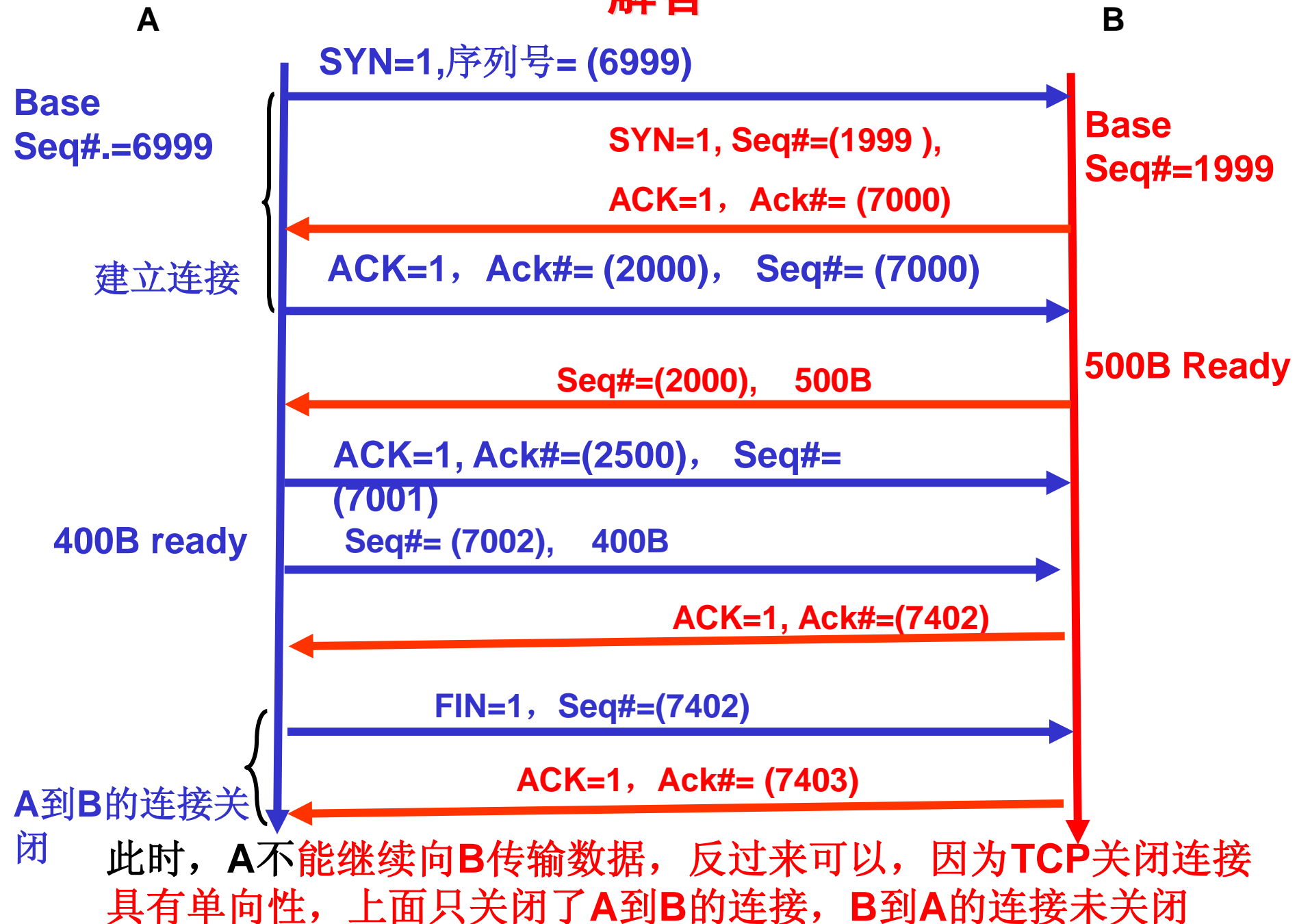
ACK=1, Ack#= ?

A到B的连接关  
闭

此时，A还能继续向B传输数据吗，反过来呢，为什么



# 解答



# UDP和TCP比较

- UDP和TCP都是因特网传输层协议，它们有哪些重要区别？
- 答：UDP为无连接传输，TCP为有连接传输；
  - ➔ UDP不可靠，TCP可靠；
  - ➔ UDP支持广播和组播，TCP对这两者都不能支持；
  - ➔ UDP没有流量调节机制，TCP有流量调节机制；
  - ➔ UDP面向消息（数据有边界）；TCP面向字节流（数据无边界）。
- 一个多媒体应用软件需要支持视频流的组播功能，问采用TCP还是UDP实现较为合适？说明理由。
- 答：采用UDP，因为UDP支持组播但TCP不支持。

# 练习

● 以下IP地址分别属A、B、C、D哪一类？

- 12.92.56.7 A
- 131.90.7.60 B
- 110.70.75.58 A
- 205.7.88.21 C
- 224.9.8.29 D

# 子网掩码

- 子网掩码与IP地址做“与”运算得到该IP地址的网络地址。
- 1.根据子网掩码的长度，计算以下IP地址的子网地址：
  - ➔ 136.52.121.9/8
  - ➔ 136.52.121.9/11
  - ➔ 136.52.121.9/16
  - ➔ 136.52.121.9/19
  - ➔ 136.52.121.9/24
- 2.分别写出用点分十进制记号表示的9位、11位、17位、21位和25位长度的子网掩码。

# 解答

- 1.

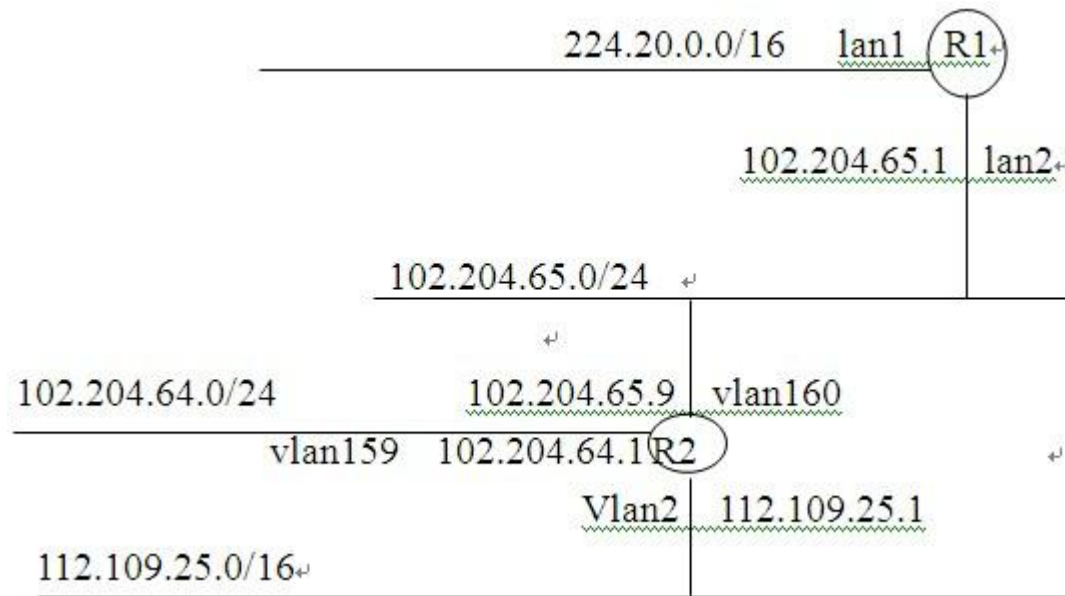
- 136.52.121.9/8      136.0.0.0
- 136.52.121.9/11    136.32.0.0
- 136.52.121.9/16    136.52.0.0
- 136.52.121.9/19    136.52.96.0
- 136.52.121.9/24    136.52.121.0

- 2.

- 255.128.0.0
- 255.224.0.0
- 255.255.128.0
- 255.255.248.0
- 255.255.255.128

# IP寻址练习1

- 一个网络见下图，写出路由器R1、R2的路由表(lan1, lan2等是接口的名字；对直接相连的网络，表项中的下一跳IP地址请用”C”标记；不要求写默认路由项)



路由表格式:

目标IP地址	子网掩码	下一跳的IP地址	离出接口的名字
--------	------	----------	---------

# 解答

R1的路由表:

目标IP地址	子网掩码	下一跳的IP地址	离出接口的名字
224.20.0.0	255.255.0.0	C	Lan1
102.204.65.0	255.255.255.0	C	Lan2
102.204.64.0	255.255.255.0	102.24.65.9	Lan2
112.109.25.0	255.255.0.0	102.24.65.9	Lan2

R2的路由表:

目标IP地址	子网掩码	下一跳的IP地址	离出接口的名字
224.20.0.0	255.255.0.0	102.204.65.1	vlan160
102.204.65.0	255.255.255.0	C	Vlan160
102.204.64.0	255.255.255.0	C	Vlan159
112.109.25.0	255.255.0.0	C	Vlan2

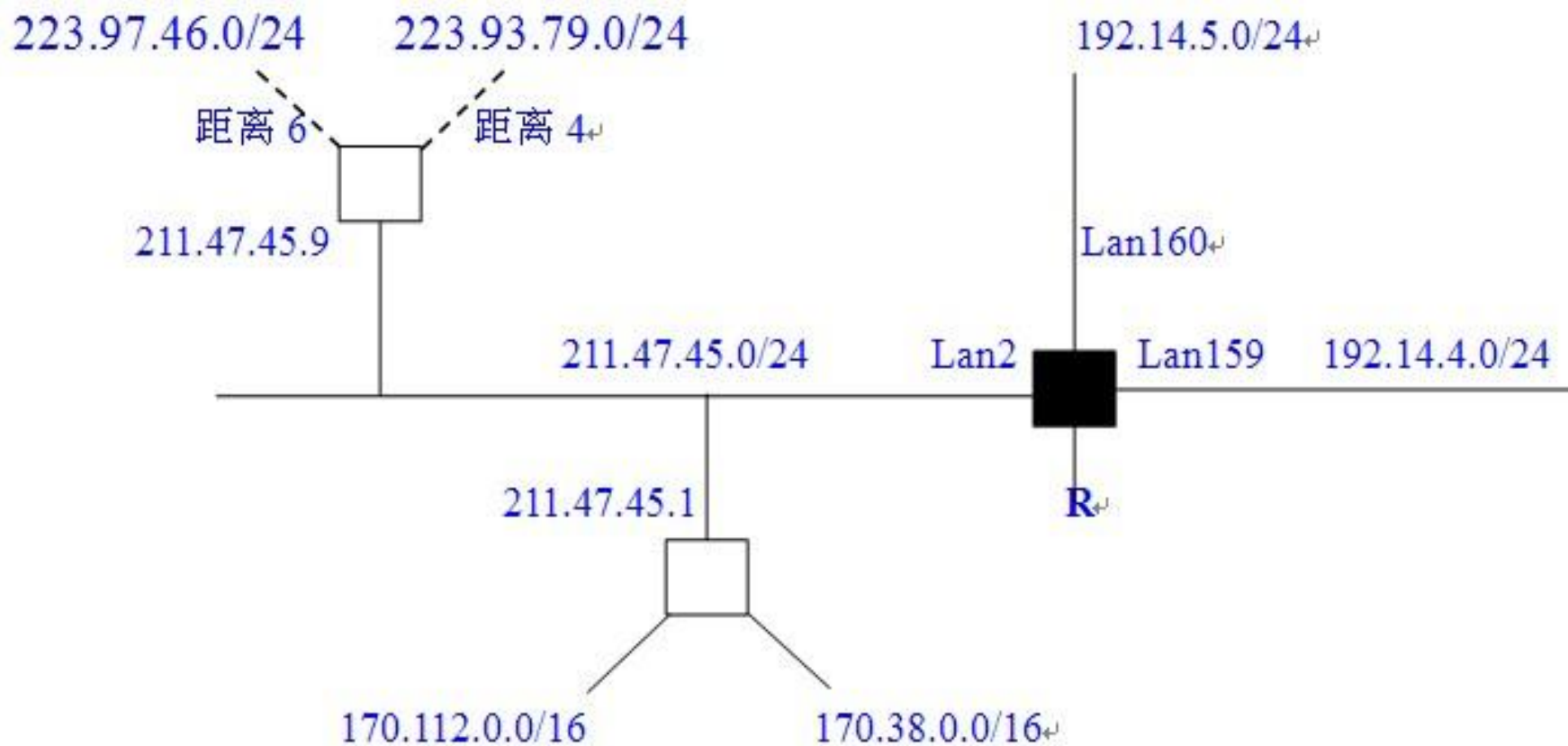
## IP寻址练习2

- 一个路由器R上的路由表如下，试画出该路由器与其邻居路由器的连接关系，并在图上标出各个接口的名字、接口的IP地址、通过每个邻居路由器可到达的目标网络。
- 注：“下一跳的IP地址”栏的C表示直接相邻。

目标IP地址	子网掩码	下一跳的IP地址	RIP-距离	离出接口的名字
211.47.45.0	255.255.255.0	C	1	lan2
192.14.4.0	255.255.255.0	C	1	lan159
192.14.5.0	255.255.255.0	C	1	lan160
223.97.46.0	255.255.255.0	211.47.45.9	8	lan2
223.93.79.0	255.255.255.0	211.47.45.9	6	lan2
170.112.0.0	255.255.0.0	211.47.45.1	2	lan2
170.38.0.0	255.255.0.0	211.47.45.1	2	lan2 32



## 解答



## IP寻址练习3

- (1) 什么是分组转发过程中的“最长掩码匹配”规则？
- (2) 对目标地址分别为224.211.71.0/12、224.211.71.0/24、224.211.71.0/17的三个路由项，在路由表中正确的排列顺序是什么？

答：(1) “最长掩码匹配”规则是指对相同前缀的目标地址，子网掩码越长则越排列在路由表的前面，子网掩码越短则越排列在路由表的后面。

(2) 正确的（从前向后）顺序是  
224.211.71.0/24、224.211.71.0/17、224.211.71.0/12。

# IP组网练习1

- 假定一个网络上需要连接最多709台计算机设备。
  - ➔ (1) 若对其分配VLSM(可变长子网掩码的)IP地址, 问子网掩码最长可达多少? 简要说明计算过程。地址空间的使用效率(%)是多少?
  - ➔ (2) 若分配有类型的IP地址, 问A、B、C哪一类最合适? 简要说明理由。地址空间的使用效率(%)是多少?

解: (1) 设最少需要k位主机号, 由 $2^{k-1}-2 < 709 < 2^k-2$ 得k=10, 故子网掩码最长可达 $32-k=22$ 位。

地址空间使用效率= $709/(2^{10}-2)=70\%$

(2) B类最合适, 因为B类地址的地址空间大小最接近709。

地址空间使用效率= $709/65534=1\%$

## IP组网练习2

- 一个企业网有8个子网，每个子网上的主机数量相同，各为1000台。若要求所有的IP地址都有形式202.100.x.y，试写出各个子网的IP地址(即NetID)、最短子网掩码长度，并简要说明计算方法。

解: 根据子网大小,每个子网至少需要10位主机号; 由于有8个子网, 因此需要至少3位扩展网络号部分, 因此每个子网掩码最短需要19位, 剩余13位 (>10位) 作为主机号。由此, 8个子网的IP地址分别是:

202.100.0.0/19

202.100.32.0/19

202.100.64.0/19

202.100.96.0/19

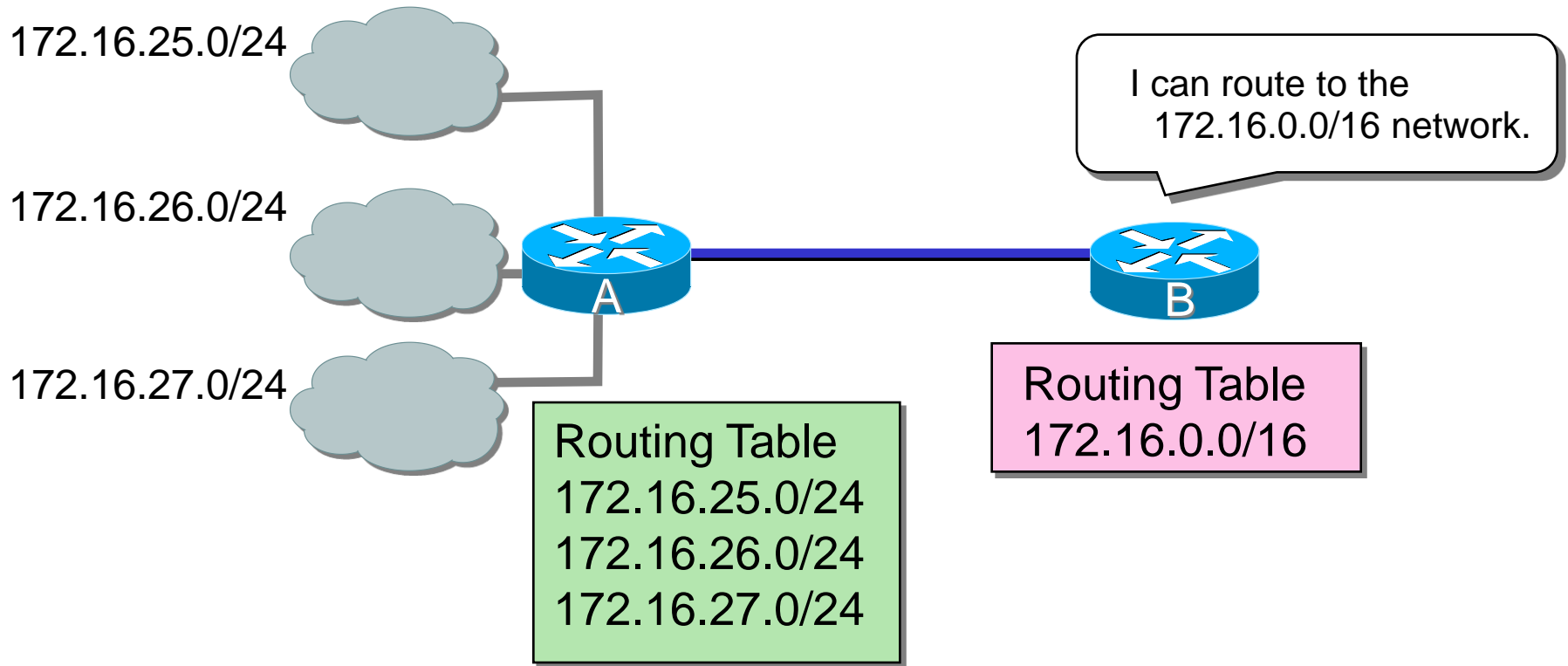
202.100.128.0/19

202.100.160.0/19

202.100.192.0/19

202.100.224.0/19

# 路由汇聚



→ Routing protocols can summarize addresses of several networks into one address

# (Summarizing within an Octet)

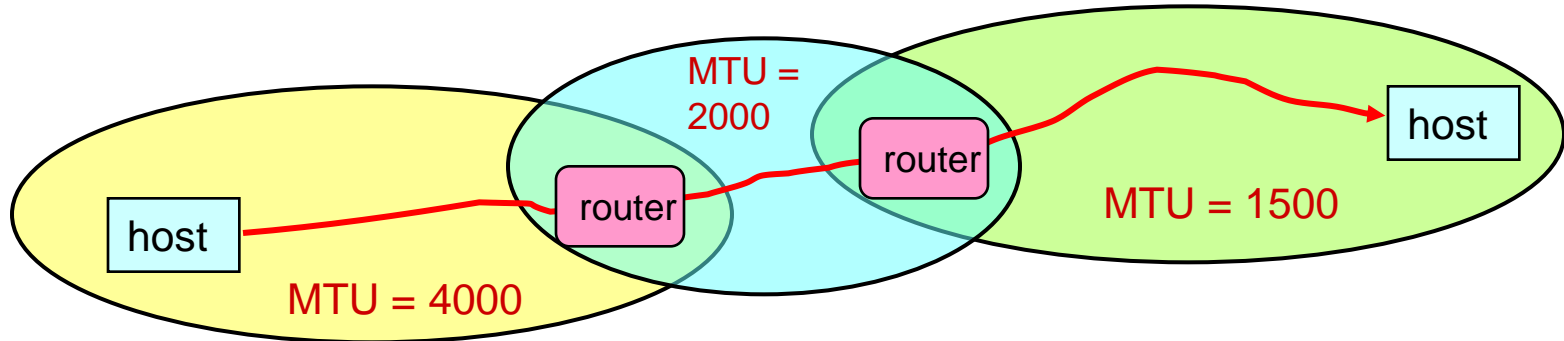
172.16.168.0/24 =	10101100	.	00010000	.	10101	000	.	00000000
172.16.169.0/24 =	172	.	16	.	10101	001	.	0
172.16.170.0/24 =	172	.	16	.	10101	010	.	0
172.16.171.0/24 =	172	.	16	.	10101	011	.	0
172.16.172.0/24 =	172	.	16	.	10101	100	.	0
172.16.173.0/24 =	172	.	16	.	10101	101	.	0
172.16.174.0/24 =	172	.	16	.	10101	110	.	0
172.16.175.0/24 =	172	.	16	.	10101	111	.	0

相同的位数为21 (Number of Common Bits = 21)

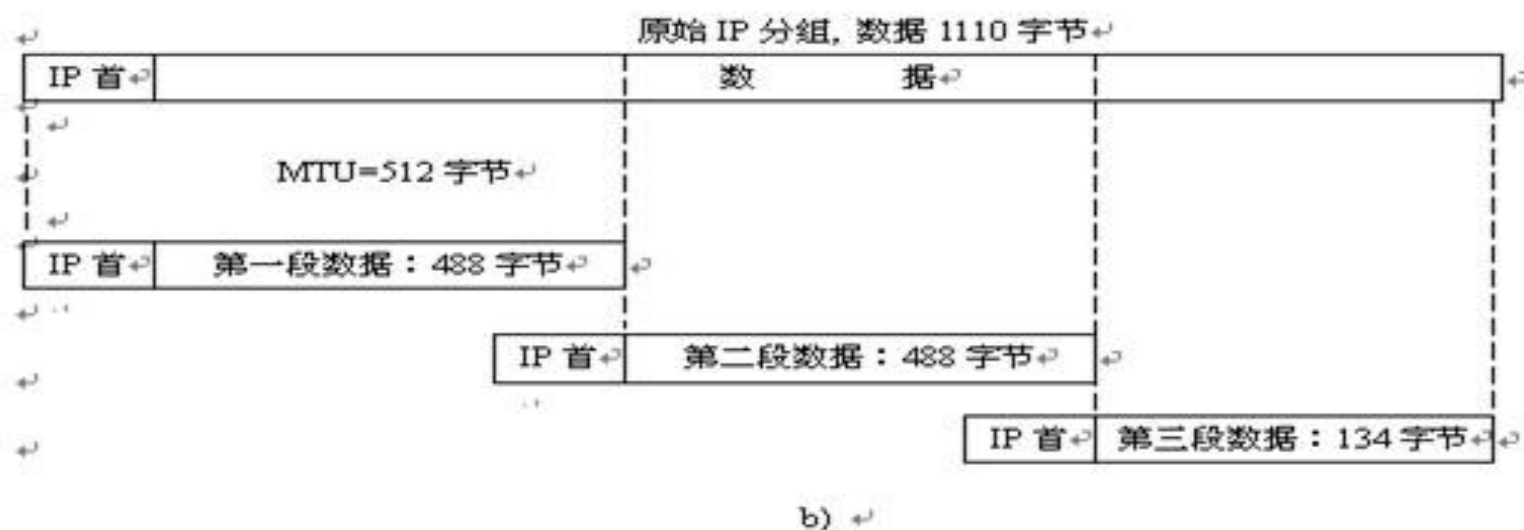
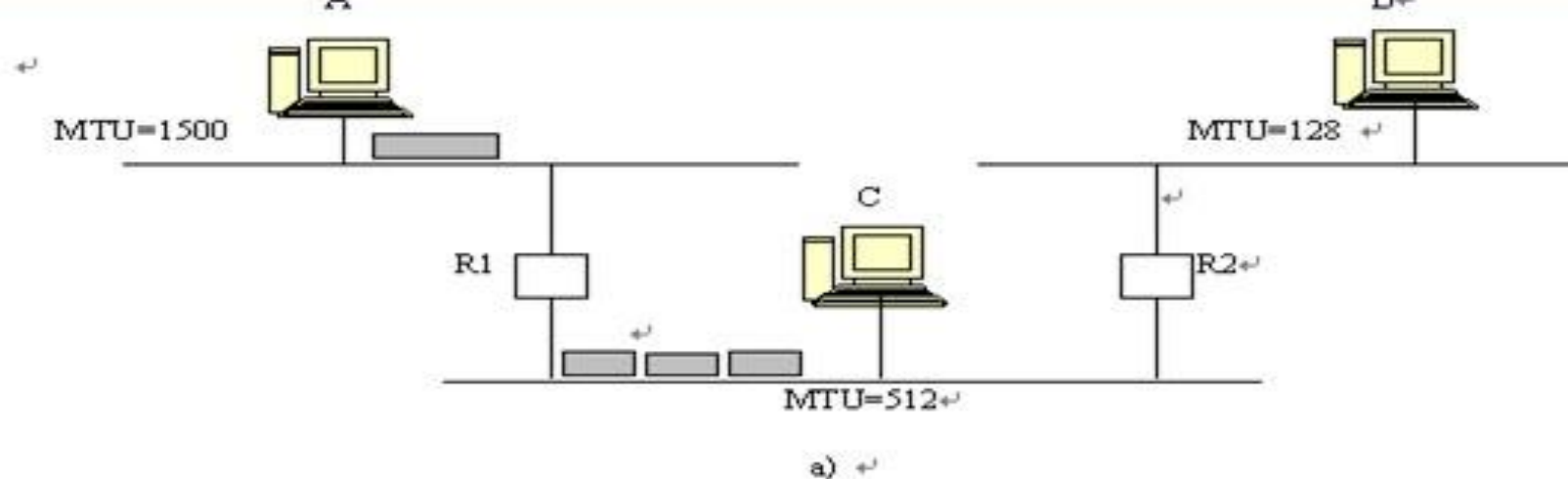
不同位数11位 (Noncommon Bits = 11)

汇总: 172.16.168.0/21 (Summary: 172.16.168.0/21)

# IP分片与组装



- 不同的链路层协议能承载的最大数据量为最大传输单元(MTU)不同，如上图所示。网络层分组在传输的过程中就需要分片。
- 除了最后一片外所有初始有效载荷数据的数量应当是8字节的倍数，并且偏移值(offset)以8字节为单位
- 书上219页例题



设原始 IP 分组的分组标识号为 X，分段标志域的 DF 位=0，则每个新 IP 分组的首部域值如下：

第一个 IP 分组：分组标识号=X，分段标志域的 MF 位=1，分段位置=0，分组长度=508

第二个 IP 分组：分组标识号=X，分段标志域的 MF 位=1，分段位置=61，分组长度=508

第三个 IP 分组：分组标识号=X，分段标志域的 MF 位=0，分段位置=122，分组长度=154

图 3-9 IP 分组的切割

a) 发生 IP 分组切割的网络 b) 在 R1 上发生的 IP 分组切割过程





# 练习

- 组播和广播的相同点和不同点是什么？
- 说明ARP协议的主要功能，并简述其工作过程。
- 在什么情况下，一个主机在发送一个IP分组前不需要检索其ARP缓存或使用ARP？
- ARP缓存用来提高ARP的效率，请问为什么强制ARP缓存的表项寿命有限？
- 说明局域网的介质访问控制协议的主要目的，并概述CSMA/CD协议的工作过程。
- MAC地址和IP地址有什么本质区别？

# 差错检测和纠错

- 利用CRC校验法计算：假设D的值为10101010，生成多项式G的值为 $x^3+1$ 。求出R的值是什么？课后习题5, P326
- 用10101010000除以1001，可以得到10111101，余数是001，即R=001。

# The End

*Thanks and Good Luck!*