

章节重点总结

第一章 概述

1. 电路交换和分组交换；
2. 网络性能指标：带宽、时延、吞吐量；
3. 协议（语法、语义、同步）、层次体系结构（OSI七层、TCP/IP协议栈、教学用五层）；
4. 广域网、局域网、区等小概念。

第二章 应用层

1. DNS、WWW、Email的应用层协议要点和原理；
2. FTP、Telnet功能及主要概念；
3. 重要概念：
 - **C/S VS P2P**
 - 传输要求：可靠（TCP） VS 不可靠（UDP）
 - 控制信息 VS 数据信息（FTP：20/21）
 - 有状态 VS 无状态

第三章 传输层

1. 传输层服务主要原理：
 - 多路复用/多路分解
 - 可靠的数据传送
 - 流量控制
2. 因特网传输层协议要点：
 - UDP：服务、报头结构（字段含义）；
 - TCP：服务、报头结构（字段含义）、连接管理、可靠传输原理、流量控制原理
 - 拥塞控制：概念、TCP的拥塞控制
 - **注：报头结构不用背！**

解题要点

1. 读准题目，不要遗漏 or 误读；
2. 辨析概念，按定义确认其原理；
3. 计算题要保留完整过程，以便考试时能够按照过程得分，要注意单位：
 - $1K/M/Gbps = 10^3/10^6/10^9 bit/s$ ；

- $1K/M/GByte = 8 \times 1024/8 \times 1024^2/8 \times 1024^3bit$ (除非特别说明, 默认如上计算);
- 光速 $3 \times 10^8m/s$
- $1B = 8bit$

习题讲解

第一章 概述

1. 电路交换、报文交换、分组交换：

◆ 至少从三个方面对比电路交换、报文交换、分组交换的优缺点			
	电路交换	报文交换	分组交换
通信资源分配	预先分配资源，独占线路	动态分配，逐段占用	动态分配，逐段占用
通信质量	可以保证通信质量QoS	不能保证QoS	不能保证QoS
传输路径	所有数据连续地从源点直达终点，采用同一条路径，好像在一个管道中传送	报文在链路中每个节点都进行选路	每个分组单独选路
传输效率	对于连续传送大量数据，传输时间远大于连接建立时间，电路交换的整个报文比特会连续从原点到终点，传输速率最快	需要考虑每个中间节点的转发	需要考虑每个中间节点的转发。分组交换因为分成小分组可以并发，更加灵活，传输效率优于报文交换
收费方法	倾向于按照时间收费	倾向于按照流量收费	倾向于按照流量收费

2. 层次结构计算：

- ◆ 一个5层分层体系结构的网络中，已知应用层、传输层、网络层的头部分别为32字节、20字节和20字节，数据链路层的帧头和帧尾分别14字节和4字节；网络层不能传输载荷长度超过1500字节的数据包。网络中的某主机的应用程序发送一个2900字节的请求消息（不含应用层首部）到带宽为1Mbps的线路上，假设传输不出错，试求数据的传输效率、该消息完整的发送时延以及有效利用的带宽。数据的传输效率是指发送的应用层数据除以所发送的总数据（即应用数据加上各种首部和尾部的额外开销）。
- ◆ 答：应用层请求消息为2900字节，在应用层协议处理后加上应用层包头共 $2900+32=2932$ 字节，在传输层协议处理后加上传输层报头共 $2932+20=2952$ 字节。网络层不能传输长度超过1500字节的数据包，因此2952字节将被分到2个数据包进行传输（1500、1452），再分别添加网络层包头20字节变成（1520、1472）字节，在数据链路层添加包头后成为（1520+14+4，1472+14+4）字节。所以实际传输的总数据量为 $1520+14+4+1472+14+4=3028$ 字节。
- ◆ 简单的，只要确定网络层及其下各层要分为2个数据包，就可以直接计算包头开销： $32+20+20*2+18*2=128$ 字节
- ◆ 数据的传输效率= $2900/3028 = 95.78\%$
- ◆ 发送时延为： $3028\text{字节}/1\text{Mbps}=3028 \times 8\text{bit}/10^6\text{bps}=2.42224\text{ms}$
- ◆ 有效利用的带宽（请求消息占用带宽）= $2900/3028 \times 1\text{M} = 0.9578\text{Mbps}$

3. LAN、WAN、LAN:

◆ 请从覆盖范围、对应五层模型中哪些层、带宽范围、路由选择、网络拓扑、实现方式等多方面功能对LAN、WAN和WLAN进行比较。

◆ 答：

	LAN	WAN	WLAN
功能	连接同一建筑物/单位内的设备	将分布在不同地区的计算机系统互连起来，达到资源共享的目的	通过无线方式连接同一建筑物/单位内的设备，特别适用于难以布线/需要移动性的环境
覆盖范围	同一建筑物/单位内，1m-10km	不同地区，10-1000km	同一建筑物/单位内，50m-1km
五层模型	数据链路层、物理层	网络层、数据链路层、物理层	数据链路层、物理层
带宽范围	10Mbps-10Gbps	100kbps-1Gbps	10Mbps-10Gbps
路由选择	无，	有	无
网络拓扑	拓扑简单，共享信道，一条链路上可能连接了多台设备，采用广播通信+冲突检测算法	网状拓扑，一条通信线路只连接一对结点，一端的结点发送的数据只有唯一的另一端结点接收。为了将分组从源结点经网络传送到目的结点，一般需要经过多个中间结点的转发	拓扑简单，共享信道，一条链路上可能连接了多台设备，采用广播通信+冲突避免算法
实现方式	以太网，双绞线、光纤等，可能包括交换机、路由器	运营商通信子网与主机结合构成	无线路由器、无线电波
适用场景	高速稳定的内部通信	远距离的数据交互	高灵活性和移动性的内部通信

第二章 应用层

1. 域 VS 区：

- ◆ 简要解释DNS中域(Domain)和区 (Zone) 的概念，并举例说明它们之间的多种对应情形。

◆ 答：

- ◆ 域是DNS树形名字空间中的一颗子树，它包含下面的全部子域，例如edu.cn域包含中国所有的学校子域，bupt.edu.cn是北邮校园网对应的域，包含北邮所有的域名。区是从名字管理的角度来划分，一个区对应一个名字数据库，由一个权威服务器来管理。

- ◆ 例如北邮校园网就对应一个区。

- ◆ 域和区的对应有多种情形：

- ◆ 1) 一个域对应一个区，例如北邮域bupt.edu.cn对应一个区，只有一个名字数据库
- ◆ 2) 一个域对应多个区，比如某跨国公司，在不同国家有多个权威服务器，分别管理不同的名字数据库，因此要划分成多个区
- ◆ 3) 一个区对应多个下级域，比如某ISP管理一个名字数据库，提供域名分配和管理服务，它的区中包含了多个公司（域）。

12

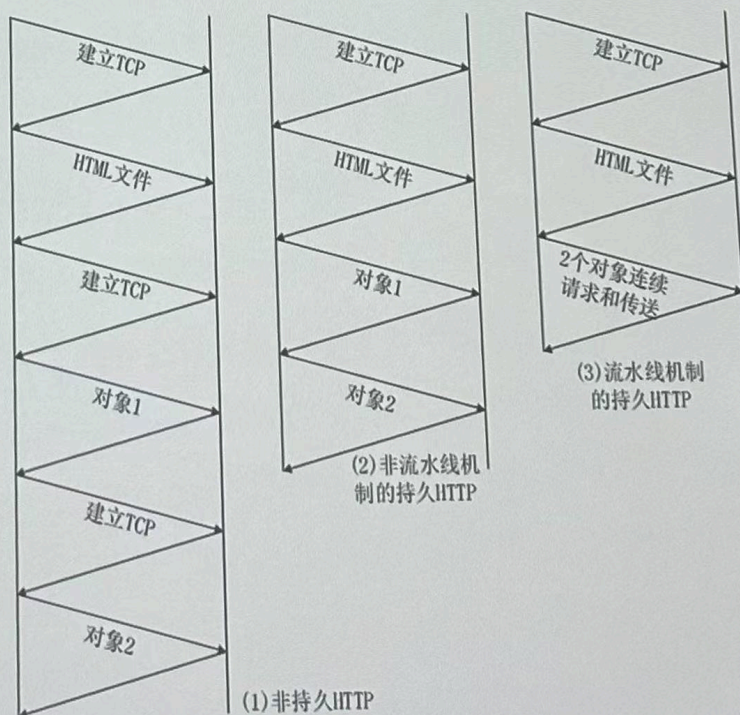
2. HTTP连接：

- ◆ 网页服务器Su的HTML文件中链接了2个非常小的对象。若忽略这些对象的发送时延，且不考虑DNS解析的时间(用户主机本地有DNS缓存)，从本地主机到Su的往返时间是50ms。试计算用户点击读取这些对象所需的时间，并画出通信过程的图解：

- ◆ (1)非持久HTTP；
- ◆ (2)非流水线机制的持久HTTP；
- ◆ (3)流水线机制的持久HTTP。

◆ 答：

- ◆ (1)每个对象建立1次连接：
 $(1+2) \times (50+50) = 3 \times 100 = 300\text{ms}$
- ◆ (2)只建立1次连接：
 $50 + (1+2) \times 50 = 4 \times 50 = 200\text{ms}$
- ◆ (3)后2个对象可流水线传输：
 $50 + (1+1) \times 50 = 3 \times 50 = 150\text{ms}$



3. Email接收协议：

- ◆ 电子邮件应用中有三种方式接收邮件：POP3、IMAP和Webmail，从传输层服务、端口号、邮件默认保存位置、是否在线读取、是否可建立子文件夹、是否可下载邮件、是否需要邮件客户端等多方面总结和比较这三种方式的异同点。

◆ 答：

	POP3	IMAP	Webmail
应用层协议	POP3	IMAP	HTTP
传输层协议	TCP	TCP	TCP
服务器端口号	110	143	80
邮件默认保存地点	本地（下载后从服务器删除）	服务器	服务器
是否在线读邮件	否	是	是
是否可以在服务器上建立子文件夹	否	是	是
是否可以下载部分邮件	否	是	是
是否需要安装邮件客户端	是	是	否

14

4. DNS + 代理（答案见期中卷）：

4. 假定用户在浏览器地址栏输入：www.abc.com/example.html，该网页包含文本文件 example.html 和一个图形 image.gif，用户主机到该 Web 服务器的往返时延(RTT)为 20ms，Web 服务器对文件的发送时延均为 15ms，用户主机与服务器之间最多只能建立 1 个 TCP 连接。忽略 TCP 连接消息和网页请求消息的发送时延及 TCP 关闭连接时延等。

(a)非持久连接 HTTP 协议中，从发起 TCP 连接到收到该网页所有文件的总时延为多少？

(b)持久连接 HTTP 协议中，从发起 TCP 连接到收到该网页所有文件的总时延为多少？

(c)如果在用户访问该 Web 服务器时使用了一个具有条件 GET 功能的代理服务器，采用持久连接的 HTTP 协议，代理服务器缓存中只有 example.html 的文本文件部分（该部分服务器未进行更新），而没有图形 image.gif（该文件为服务器最近更新内容）。代理服务器到其他主机的往返时延（RTT）及对文件的发送时延都与 Web 服务器相同。忽略非文件传输消息的发送时延。则从发起 TCP 连接到收到该网页所有文件的总时延为多少？

- 解题：每次主机先向代理服务器请求，然后由代理向服务器请求，**条件GET节省的时间只在于服务器向代理发送文件时的发送时延！**

5. POP3 VS IMAP：

- **POP3:**
 - 所有操作都在客户端进行;
 - 不支持接收误入垃圾、广告邮件箱的邮件。
- **IMAP:**
 - 邮箱服务器与客户端二者更新同步;
 - 支持移入垃圾、广告邮件箱。

第三章 传输层

1. 拥塞窗口大小:

- ◆ 设某TCP连接拥塞控制阈值的初始值为8（单位为报文段）。当拥塞窗口上升到12时，收到了3个重复的ACK，随后在拥塞窗口达到8时又出现了定时器超时，试写出第一轮到第十五轮传输各拥塞窗口的大小。
- ◆ 答：

轮次	1	2	3	4	5	6	7	8
cwnd	1	2	4	8	9	10	11	12
轮次	9	10	11	12	13	14	15	
cwnd	6	7	8	1	2	4	5	

2. 连续ARQ发送窗口:

- ◆ 假定使用连续ARQ协议中，序号范围[0,7]，发送窗口大小是4，该信道上接收方能够按序收到分组。在某时刻接收方的下一个期望收到序号是6。试问：
- ◆ (1)在发送方的发送窗口中可能出现的序号组合有哪几种？
- ◆ (2) 接收方已经发送出去的、但仍滞留在网络中(还未到达发送方)的确认分组可能有哪些？说明这些确认分组是用来确认哪些序号的分组。

◆ 答：

◆ (1)

◆ ACK都收到的情况：发送窗口前移，为[6,7,0,1]；

◆ ACK都没收到的情况：发送窗口为[2,3,4,5]；

◆ 处在中间的都是可能出现的序号组合：[2, 3, 4, 5], [3, 4, 5, 6], [4, 5, 6, 7], [5, 6, 7, 0], [6, 7, 0, 1]

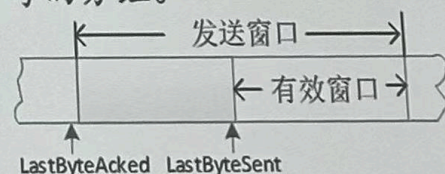
◆ (2)

◆ ACK 3，对2号分组的确认；

◆ ACK 4，对3号分组的确认；

◆ ACK 5，对4号分组的确认；

◆ ACK 6，对5号分组的确认。



21

3. 最大信道利用率（关注捎带确认）：

- ◆ 通信信道带宽为1Mbps，端到端的单程传播时延为8毫秒。若要在信道上采用捎带确认的方式传输多个长度为2000比特的数据包，试计算对于停等协议、4位序号的GoBack-N协议和选择重传ARQ协议，最大的信道利用率分别是多少？

◆ 答：捎带确认，对端也需要发送时延，信道利用率公式分母变化

◆ 发送时延=2000bit/1Mbps=2ms, α = 传播时延/发送时延=8/2=4,

◆ 捎带确认的情况下，信道利用率的分母为 $2 + 2\alpha = 10$

◆ 最大的信道利用率：

◆ 1)停等协议： $\frac{1}{2+2\alpha} = 10\%$

◆ 2) 4位序号的GoBack-N协议： $\frac{15}{2+2\alpha} = 150\% > 1$ ，大于1时，信道利用率达到上限，则为100%

◆ 3) 4位序号的选择重传ARQ协议： $\frac{8}{2+2\alpha} = 80\%$

4. TCP连接流程：

主机H和WWW服务器S之间采用TCP协议进行HTTP应用的通信。已知H发出的请求数据为100字节，S返回的数据为1个纯文本HTML文件，大小为500字节。H与S协商的MSS为1460字节，双方采用非持久连接的HTTP协议、在TCP中使用捎带确认机制。如果H和S的起始序号都是0，从双方建立连接起到双方释放完连接为止：

◆ 1) H和S最少分别发出了几个报文段？

◆ 2) 按1) 中情况，请写出每个报文段中的ACK、SYN、FIN位以及发送序号与接收序号。

◆ 答：2) 按时间顺序，每个报文段的发送序号与接收序号如下：

◆ H建立连接：ACK=0, SYN=1, FIN=0, 发送序号0, 接收序号0

◆ S连接响应：ACK=1, SYN=1, FIN=0, 发送序号0, 接收序号1

◆ H连接确认：ACK=1, SYN=0, FIN=0, 发送序号1, 接收序号1

◆ S发送网页：ACK=1, SYN=0, FIN=0, 发送序号1, 接收序号101

◆ H释放请求：ACK=1, SYN=0, FIN=1, 发送序号101, 接收序号501

◆ S释放确认：ACK=1, SYN=0, FIN=0, 发送序号501, 接收序号102

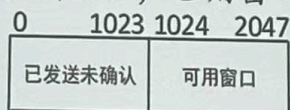
◆ ~~S释放请求：ACK=1, SYN=0, FIN=1, 发送序号501, 接收序号102~~

◆ H释放确认：ACK=1, SYN=0, FIN=0, 发送序号102, 接收序号502

24

5. 接收窗口反馈调整发送窗口：

- ◆ 已知主机A要向主机B发送3KB的数据，在TCP连接建立后，A的发送窗口大小是2KB，B的接收窗口是2KB。A的初始序号是0。一开始A发送1KB的数据，则发送窗口的序号是0到2047，已用窗口0到1023，可用窗口是1024到2047，如下图所示。



- ◆ 在下列情况下，画出发送窗口的变化，并标明可用窗口的位置，并配合文字说明发送窗口与可用窗口的取值范围。
- ◆ (1) 接着A就一直发送数据，直到把发送窗口用完，这期间一直未收到来自B的ACK消息。
- ◆ (2) 发送方A收到ACK消息：接收序号等于2048，接收窗口等于512。发送方A按照要求发出了尽可能多的数据。
- ◆ (3) 发送方A收到了对ACK消息：接收序号等于2560，接收窗口等于1024。发送方A按照要求发出了尽可能多的数据。

