

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：
 - $1K/M/Gbps = 10^3/10^6/10^9 \text{bit/s}$ ；

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

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）= $2900/3028 \times 1\text{M} = 0.9578\text{Mbps}$ 6

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递到目的结点，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。

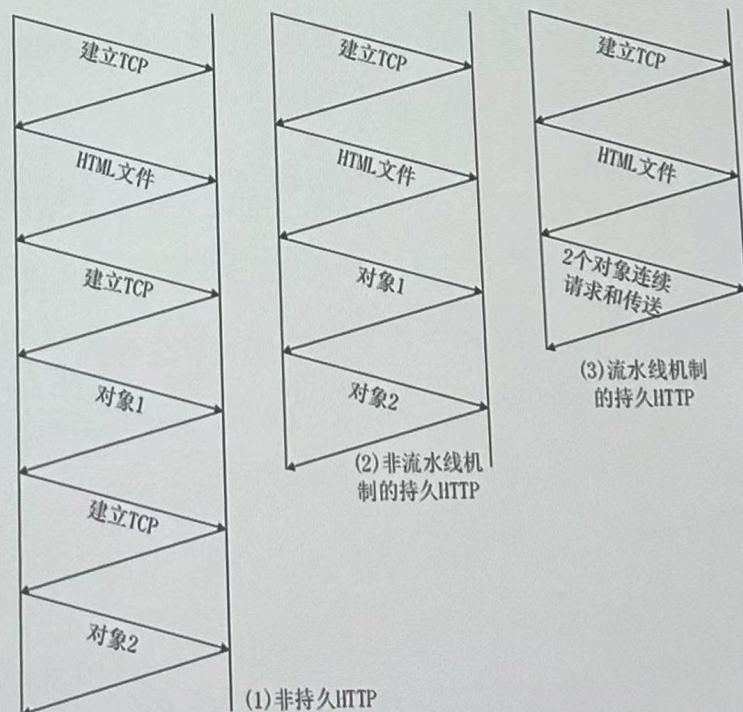
◆ 答：

- ◆ (1)每个对象建立1次连接：

$$(1+2)*(50+50)=3*100=300\text{ms}$$
- ◆ (2)只建立1次连接：

$$50+(1+2)*50=4*50=200\text{ms}$$
- ◆ (3)后2个对象可流水线传输：

$$50+(1+1)*50=3*50=150\text{ms}$$



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]

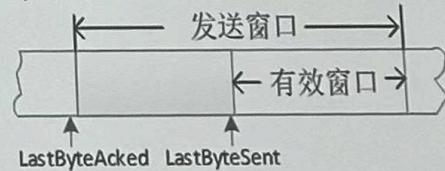
◆ (2)

◆ 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,

◆ 携带确认的情况下，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：

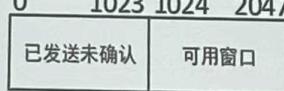
主机H和WWW服务器S之间采用TCP协议进行HTTP应用的通信。已知H发出的请求数据为100字节，S返回的数据为1个纯文本HTML文件，大小为500字节。H与S协商的MSS为1460字节，双方采用非持久连接的HTTP协议、在TCP中使用捎带确认机制。如果H和S的起始序号都是0，从双方建立连接起到双方释放完连接为止：

- ◆ 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

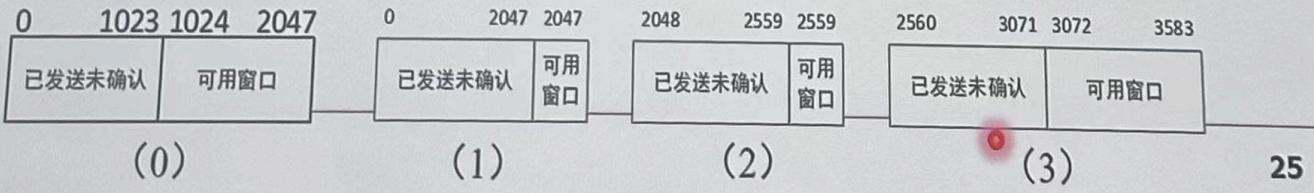
24

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。



25