

《计算机网络与现场总线》复习题

1. 掌握计算机网络ISO/OSI七层模型中各层的作用，掌握TCP/IP体系结构各层的基本功能，熟悉TCP/IP体系结构中的主要协议。

七层模型：

应用层，表示层，会话层，运输层，网络层，数据链路层，物理层

应用层 (Application Layer)	与其它计算机进行通讯的一个应用，它是对应用程序的通信服务的
表示层 (Presentation Layer)	定义数据格式及加密
会话层 (Session Layer)	定义了如何开始，控制和结束一个会话，包括对多个双向信息的控制和管理，以便在只完成连续消息的一部分时可以通知应用，从而使表示层看到的数据是连续的
传输层 (Transport Layer)	这层的功能包括是否选择差错恢复协议还是无差错恢复协议，及在同一主机上对不同应用的数据流的输入进行复用，还包括对收到的顺序不对的数据包的重新排序功能。
网络层 (Network Layer)	这层对端到端的包传输进行定义，它定义了能够标识所有结点的逻辑地址
数据链路层 (Data link Layer)	定义了单个链路上如何传输数据。
物理层 (Physical Layer)	有关传输介质的特性标准。

主要协议：TCP,Telnet, DNS,SMTP,TCP,UDP,IP,ARP

TCP/IP 四层：

应用层，运输层，网际层，网络接口层

五层：

应用层，运输层，网络层，数据链路层，物理层

书上五层协议的内容：

应用层：通过应用进程之间的交互来完成特定网络应用。协议定义的是应用进程之间通信和交互的规则。域名系统DNS支持万维网应用的HTTP协议，电

子邮件的SMTP协议。应用层交互的数据单元为报文

运输层：向两台主机中进程之间的通信提供通用的数据传输服务（分用、复用）。传输控制协议TCP，单位是报文段；用户数据报协议UDP，尽最大努力，不保证可靠，单位是用户数据报

网络层：为分组交换网上的不同主机提供通信服务。无连接的网际协议IP

数据链路层：将IP数据报组装成帧，传达帧；

物理层：比特。

2. 通信网络的数据编码有哪几种，其特点是什么？叙述不归零制编码、曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码的特点。对于数字数据10101011，请画出它采用以上3种编码方式编码后的信号波形。

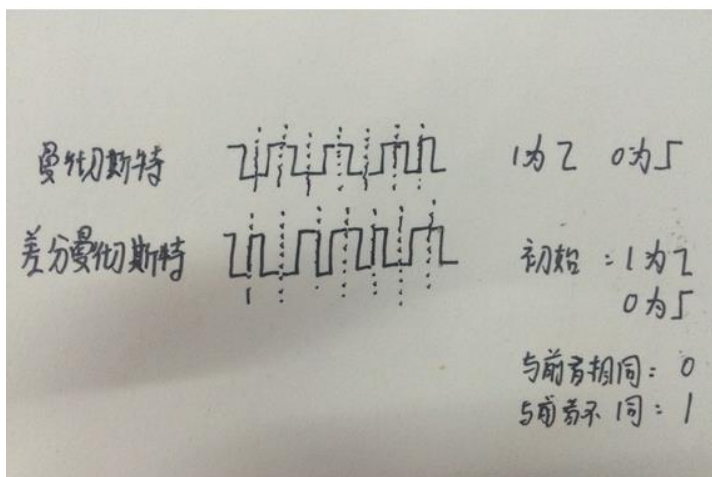
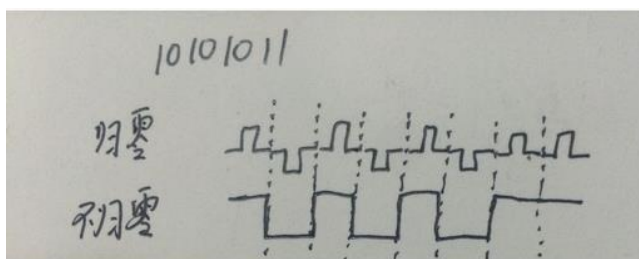
常用的编码方式：

1. 归零制：正脉冲代表1，负脉冲代表0

2. 不归零制：正电平代表1，负电平代表0。

3. 曼彻斯特编码：位周期中心的上跳变代表0，位周期中心的下跳变代表1

4. 差分曼彻斯特编码：跳变相同代表0，跳变不相同代表1。位开始边界有跳变代表0，而开始边界没有跳变代表1。



3. 举出至少三种提高数据传输可靠性的方法。

累积确认：

收方收到发方的数据后，会根据序号重组从起点开始的字节序列。

收方确认已经正确收到的积累的数据流，在确认报文段中，收方写入的确认序号比正确收到的字节序列的最高序号多1。他指示了收方所期望接受的下一个报文段的起始序号。（首字节编号）

推迟确认与捎带确认

TCP在收到一个报文段后并不立即发回确认，而是采用推迟确认的方式；推迟确认延时一般为200ms，若200ms之内收方也有数据发送，则发送数据并捎带确认；否则，200ms后发回确认。

回退-N确认

若TCP收到的报文段无差错，但断了序号，如何进行确认处理呢？

有两种方式：

收方将断了的序号报文段丢弃 回退

先将其暂存于接收缓冲区内，待所缺序号的报文段收齐之后再一起上交应用层选择重传ARQ.

否认确定NAK

允许收方发送对某一个或多个序号的否定确认NAK，指定发方重传它们，收到之后再确认所有缓存的数据。

4. 为什么要使用信道复用技术？常用的信道复用技术有哪些？

通过共享信道，最大限度提高信道利用率

频分，时分，码分，波分（光的频分）

5. 什么是CRC 码?如何由信息码生成校验码?给定一个信息位串10110010 和生成多项式 $G(x)=11001$ ，问：校验码应该是几位的?请计算出校验码 $R(x)$ 和CRC 码 $C(x)$ ，并验证： $C(x)=G(x)Q(x)$ ，其中 $Q(x)$ 为生成校验码运算所得的商。

注意：模2除法！

循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check， CRC）

根据G是5位的，所以n是4

101100100000/11001=11010101.....1101

所以R=1101, C=101100101101, Q=11010101

6. 什么是数据传输速率和信号传输速率?它们有什么关系?

数据传输速率:

每秒传输的数据(编码前的数字数据)的二进制位数, b/s, 或bps, 比特率。

100兆的以太网其数据传输速率就是100Mb/s, 包括传输的净负荷以及为传输控制附加的数据。

信号传输速率

编码后传输信号在信道上的传输速率, 每秒钟传输信号变化次数, 波特 (baud), 码元传输速率, 波特率。

100Mb/s的比特率经NRZ、曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码编码后, 波特率?

100Mb/s的FDDI网络, 4B/5B码在光纤上传送的光信号速率?

在数字传输中, 可以采用多进制码编码方式, 达到更高的数据传输速率;

多进制码编码中, 有多种码元状态数, 例如四进制码, 有4种码元状态, 每个码元携带了2比特数据, 比特率等于2倍的波特率;

一般情况下, 若: 码元状态数为M (M为2的整数次幂), 码元传输速率为B, 则数据传输速率为:

$$C = B \log_2 M$$

信号传输速率: 表示单位时间内通过信道传输的码元个数

7. 叙述奈奎斯特准则和香农定理。对于一条带宽为200MHz的通信线路, 如果信噪比为30dB, 其最高数据传输速率能达到多少?如果信噪比为20dB呢?

奈奎斯特准则:

带宽为WHz的无噪声低通信道, 最高码元传输速率: $B_{\max} = 2W$

最高数据传输速率 $C_{\max} = B_{\max} \log_2 M$

香农定理:

信噪比为S/N的高斯白噪声干扰信道可达到的数据传输速率:

$$C = W \log_2 (1 + S/N)$$

注意: 信噪比 (dB) = $10 \log(S/N)$, 一般要先用这个公式得到S/N

8. 假定用户共享一条10Mbps的链路。同时假定当每个用户传输时连续以5Mbps

传输，但每个用户仅传输20%的时间。

- a) 当使用电路交换时，能够支持多少用户？
- b) 假定使用分组交换。为什么如果两个或更少的用户同时传输的话，在链路前面基本上没有排队时延？为什么如果 3 个用户同时传输的话，将有排队时延？
- c) 求出某指定用户正在传输的概率。
- d) 假定现在有 3 个用户。求出在任何给定的时间，所有 3 个用户在同时传输的概率。

答：

- a. 当使用电路交换时，信道带宽需要用户独占，最多只能支持 2 个用户。
- b. 因为 2Mbps 链路仅能容纳两个或更少的用户同时以 1Mbps 连续传输时，这时统计上会有资源富余，而当 3 个用户同时传输时，统计上便会出现供不应求的现象，导致排队时延。
- c. 每个用户仅可能有 20%的时间在传输，因此正在传输的概率是 $p=0.2$ 。
- d. 其中传输概率由二项式公式决定： $\binom{3}{n} p^n (1-p)^{3-n}$ ，其中 $n \leq 3$ 为传输用户数。当 $n=3$ 时，上式= $0.2^3 \times 0.8^0 = 0.008$ 。因为仅当 $n=3$ 时排队才会增长，因此排队增长的时间比率也为 0.008。

9. 假定两台主机A和B相隔10000Km，由一条直接的 $R=10\text{Mbps}$ 的链路相连。假定跨越该链路的传播速率是 $2.5 \times 10^8 \text{m/s}$ 。

- a) 计算带宽- 时延积 $R \cdot t_{\text{prop}}$
- b) 考虑从主机 A 到主机 B 发送一个 600000 比特的文件。假定该文件作为一个大的报文连续发送。在任何给定的时间，在链路上具有的比特数量最大值是多少？
- c) 给出带宽- 时延积的一种解释。
- d) 在该链路上一个比特的宽度（以米计）是多少？它比一个足球场更长吗？
- e) 根据传播速率 s ，带宽 R 和链路 m 的长度，推导出一个比特带宽的一般表达式。

a) “带宽时延”积 = $(10^7/2.5 \times 10^8) \times 10^6 = 40,000 \text{bit}$

b) 考虑从主机A向主机B 发送一个400 kb的文件。假定该文件作为一个大的报文连续发送。在链路上具有的比特数量最大值是多少？ 40000bit

c) 带宽时延的解释：一条链路的带宽时延积就是这条链路上具有的比特数的最大值。

d) $10^7/4 \times 10^4 = 250 \text{m}$, 比一个足球场的长度还长。

e) 比特宽度的一般表示式： s/R

10. 分组交换网中的时延包含哪些类型，各自的含义是什么？

发送时延：发送数据时，数据帧从结点进入到传输媒体所需要的时间，数据帧长度（b）/发送速率（b/s）

传播时延：电磁波在信道中传播时间

处理时延：交换节点为存储转发而进行一些必要的处理所花费的时间

排队时延：结点缓存队列中分组排队所经历的时延，往往取决于网络中当时的通信量

11. 列写五种网络互连设备，并叙述各自的特点。

7. 列写五种网络互连设备，并叙述各自的特点。

1.集线器：数据链路层，多端口的中继器，但一次只能两个端口工作

2.网桥：数据链路层，也可放大信号，但工作在数据链路层

3.交换机：数据链路层，可称为多端口的网桥，也可放大信号，但所有端口共同工作时不影响

4.路由器：网络层，路由选择与转发IP数据报

5.网关：网络层，对收到的信息要重新打包，以适应目的系统需求

6.中继器：物理层，扩大信号，增加网络距离

网桥：具有过滤帧的功能；在数据链路层；只适合用户数不太多通信量不太大的局域网，否则会网络拥塞，引起广播风暴

集线器：转发帧时，不进行检测，网桥：执行CSMA/CD检测

交换机是多端口的网桥；

12. CSMA / CD 对CSMA 的改进主要是什么?目的是什么?冲突以后以太网采用什么后退算法?对该算法进行说明。在严重冲突的情况下，以太网随机选择的后退重试时机最多有多少个?

对CSMA的进一步完善，增加了冲突检测的功能。

冲突检测策略：

边发送边检测冲突

若在传输中测得冲突，停止发送，并发出一个32比特的阻塞信号。

回退算法，等待随机时间重试。

检测到冲突后停止发送，减少冲突引起的信道浪费。（1500字节以太网帧用100Mbps发送，需120us）

$K = \min \text{【重传次数, 10】}$

当重传次数达到16仍不能成功时丢弃该帧，并向高层报告

基本退避时间为 2τ

从0, 1, ..., 2^k-1 中随机取一个数 r ，时延为 r 倍的基本退避时间

13. 以太网的回退算法中，时槽取多大?根据是什么?以太网帧所携带数据的最小长度是多少?为什么?发送的数据长度达不到最小长度怎么办?

取51.2us，对于10mb/s，在争用期内可发送512bit，64字节，这也是最短有效帧长

达不到就加填充字段

14. 使用CSMA/CD协议，适配器在碰撞之后等待 $K \cdot 512$ 比特时间，其中 K 是随机选取的。对于 $K=64$ ，对于一个10Mbps的广播信道，适配器返回到第二步要等待多长时间?对于100Mbps的广播信道呢?

前面讲过，使用 CSMA/CD 协议，适配器在碰撞之后等待 $K \cdot 512$ 比特时间，这里 K 是随机选取的。对于 $K=100$ ，对于一个 10Mbps 的以太网来说，适配器返回到第二步要等多长时间?对于 100Mbps 的以太网来说呢?

答：等待的时间为 **51200** 比特时间。

对于 **10Mbps** 的以太网来说，等待的时间是：

$$\frac{51.2 \times 10^3 \text{ bits}}{10 \times 10^6 \text{ bps}} = 5.12 \text{ ms} ;$$

对于 **100Mbps** 的以太网来说，等待的时间是： **512 μs**。

15. 叙述交换机/交换机的基本工作原理，它为什么能提高网络传输的流量?叙述交换机/交换机的基本结构。帧转发机制有哪几种类型?它们的特点是什么?

书本100

交换机/交换器接受并暂存传入的帧，根据目的地址转发的另一个端口，非常类似多端口网桥，但其功能有望从基于软件向基于硬件来实现，使转发速度大大加快，交换器生成并维护一张表，该表记录了它的各个端口与其相连接的MAC地址，根据这张表，交换机由帧的目的地址得到相应的端口号，进行帧转发。

基本结构：端口，端口缓冲器，信息帧转发机构和底板体系

存储转发型：

在帧发送到一个端口之前，先全部存储在内部缓冲器中，交换器的延迟时间等于整个帧的传输时间。存储转发型交换机以CRC校验形式进行错误校验，能滤掉有问题的帧。

直通类型：

只查看帧的目的地址就立即转发，因此帧几乎可以立即转发出去，从而缩短延迟时间。但是它把目的地址的所有信息全部转发出去，包括有差错的帧，不进行错误校验。

路由器

路由选择：路由选择是决定哪一个端口是适合的输出端口。

转发：转发是将一个分组从路由器的输入端口移动到合适的输出端口。

16. 交换式以太网与共享式以太网的区别是什么？一个工作组级的100BaseTX以太网，由一台8口hub连接8台计算机组成。现在要把它改造为交换式以太网，需要更新什么设备？改造前网络的传输流量是多少？改造后网络能提供的最大传输流量是多少？

(2) 需要更新交换机（多口网桥）。

(3) 改造前最多100Mb/s

(4) 改造后最大 $0.5 \times 8 \times 100 = 400\text{Mb/s}$

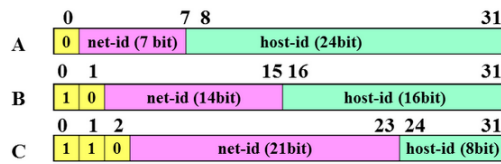
交换机以太网是以交换式集线器或交换机为中心构成，是一种星型拓扑结构的网络。简称为交换机为核心设备而建立起来的一种高速网络。

共享式以太网的典型代表是使用10Base2/10Base5的总线型网络和以集线器为核心的星型网络。在使用集线器的以太网，集线器将很多以太网设备集中到一台中心设备上，这些设备都连接到集线器中的同一物理总线结构中。从本质上讲，以集线器为核心的以太网同原先的总线型以太网无根本区别。

共享式以太网采用的是共享带宽的工作方式，简单来说，集线器就好比一条单行道，10M的带宽分多个端口使用，当一个端口占用了大部分带宽后，另外的端口就会显得很慢。相反，交换机是一个独享的通道，它能确保每个端口使用的带宽，如百兆的交换机，它能确保每个端口都有百兆的带宽。与共享式以太网相比，交换式以太网在工作组中有多台本地服务器时更加合适。

17. IP地址有哪几类？什么是子网掩码？它的作用是什么？如何得出子网掩码？给你一个IP地址192.168.0.119，请叙述出其组成。如果其子网掩码为255.255.255.0，试写出该IP地址代表的主机地址是多少？该主机所在的网络地址是多少？

15. IP地址有哪几类？什么是子网掩码？它的作用是什么？如何得出子网掩码？给你一个IP地址192.168.0.119，请叙述出其组成。如果其子网掩码为255.255.255.0,试写出该IP地址代表的主机地址是多少？该主机所在的网络地址是多少？

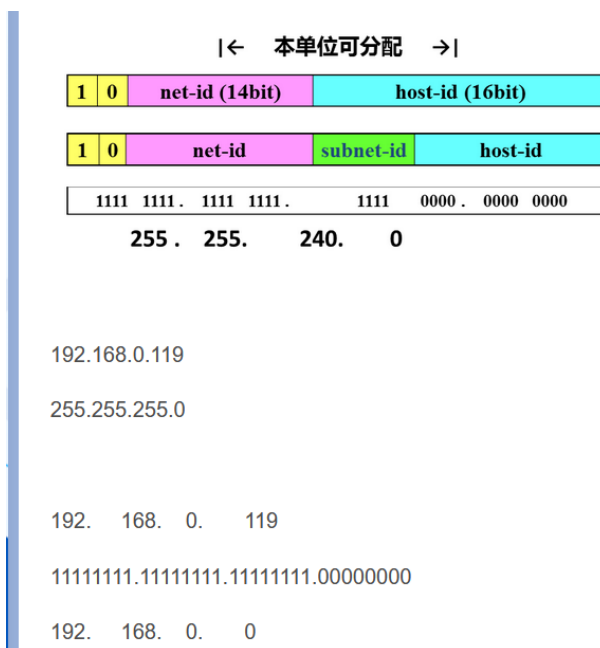


类别，网络号，机号

单位内部可划分子网，相当于三级寻址。被称为子网掩码。

A类地址默认地址掩码是255.0.0.0，B类地址默认地址掩码是255.255.0.0，C类地址默认地址掩码是255.255.255.0

由路由器互连起来的每个网络有一个唯一的网络前缀，并由主机号为全0的IP地址来表示该网络的网络地址。使用子网掩码的好处就是计算机能够非诚方便的利用子网掩码来计算一个IP地址所在网络的网络地址：逐位与运算。



18. 什么是最大传输单元MTU?IP数据报传输中为什么要进行分片与重组?如何进行分片与重组？

Maximum Transfer Unit, 是被封装成数据链路层帧的时候的总长度的max, 若超过，则需要分片处理

片偏移：13位，某片在原分组的相对位置，以8个字节为单位偏移

19. 试给出一个报头长 20 个字节，数据区长 2140 个字节的 IP 数据报在 MTU 为 1500 字节的以太网中最少分片数及各片的偏移量。

1500-20=1480 这是每个报片数据部分的最大长度，所以需要两个分片数

偏移量为 0/8=0 1480/8=185

20. 考虑向具有 800 字节 MTU（最大传送单元）的一条链路发送一个 2400 字节

的数据报。假定初始数据报标有标识号 433。将会生成多少个分片？在生成相关分片的数据报中的各个字段的值是多少？

每个报片数据部分长度最多 780 字节，2400/780 的上取整为 4，需要 4 个分片，且 $780/8=97\cdots\cdots4$ ，所以取 97

MF：1 代表后面还有分片，0 代表后面没有了

DF：1 代表不能分片，0 代表能分片

26. 考虑向具有800字节MTU（最大传送单元）的一条链路发送一个2400字节的数据报。假定初始数据报标有标识号433。将会生成多少个分片？在生成相关分片的数据报中的各个字段的值是多少？

(假设片头长20字节)

	总长度	标识	MF	DF	片偏移
原始数据报	2400	433	0	0	0
数据报片1	796	433	1	0	0
数据报片2	796	433	1	0	97
数据报片3	796	433	1	0	194
数据报片4	72	433	0	0	291

21. 路由选择和转发的区别是什么？

21. 路由选择和转发的区别是什么？

路由是根据路由表查找到达目标网络的最佳路由表项，转发是根据最佳路由中的出口及下一跳IP转发数据包的过程。因此，路由选择是转发的基础，数据转发是路由的结果。

22. 已知地址块中的一个地址是 140.120.84.24/20。试求这个地址块中的最小地址和最大地址。地址掩码是什么？地址块中共有多少地址？相当于多少个 C 类地址？（10 分）

140.120.84.24e 140.120. (01010100) .24。

最小地址是140.120 (01010000) .0/20 (80)

最大地址是140.120. (01011111) .255/20 (95)

地址数是4096.相当于16个C类地址。

23. 假定网络中的路由器 B 的路由表有如下的项目：

目的网络	距离	下一跳路由器
N1	7	A
N2	2	C

N6	8	F
N8	4	E
N9	4	F

现在 B 收到从 C 发来的路由信息：

目的网络	距离
N2	4
N3	8
N6	4
N8	3
N9	5

试求出路由器 B 更新后的路由表。（10 分）

新的消息为，下一跳路由器都是 C

N2 5 C

N3 9 C

N6 5 C

N8 4 C

N9 6 C

比较原来的，如果下一跳路由器一样，则更新，否则，取距离最短的更新
不同的下一跳，距离一样，不改变

N1 7 A

N2 5 C

N3 9 C

N6 5 C

N8 4 E

N9 4 F

24. 什么是可靠的传输和不可靠的传输，其主要区别是什么？了解IP、TCP/UDP 数据报的格式。IP 数据报可携带的数据最多是多少？请分析TCP报文中的几个标志 (URG、ACK、PSH、RST、SYN、FIN) 的含义。请用图、文字说明TCP协议的连接建立、数据传输、连接释放、数据重传过程。

可靠传输与不可靠传输

可靠传输，采用一系列技术来保障信息在发送方和接收方准确的、精确的传输。不可靠传输，则无法保证发送方和接收方的准确、精确数据数据传输。两者的具体区别，包括是否面向连接、是否重传、是否有序、是否有流量（拥塞）控制、协议负责度等。

可靠传输技术：

累计确认：

收方收到发放的数据后，会根据序号重组从起点开始的字节序列。收方确认已经正确收到的积累的数据流。在确认报文段中，收方写入的确认序号比正确收到的字节序列的最高序号多1，它指示了收方所期望接受的下一个报文段的起始序号（首字节编号）

推迟确认与捎带确认，回退-N确认，否定确认NAK

UDP用户数据报:

UDP 报头	UDP 数据
--------	--------

IP数据报:

IP报头	IP 数据
------	-------

UDP用户数据报格式: (图11.2)

0	16	31
UDP 源 端 口		UDP 目的 端口
UDP 长度(8 ~ 65535字节)		UDP 校 验 和
数 据		

0	4	10	16	24	31		
首部	源 端 口				目的 端口		
	序 号						
	确 认 序 号						
	首部长度		保 留	码元比特		窗 口	
	校 验 和				紧 急 指 针		
	选 项					填 充 域	
	数 据						

首部: 20字节定长 部分+可变长选项

紧急比特URG: URG=1时, 紧急数据应尽快传送, 使紧急指针字段有效, 指出本报文段中紧急数据的最后一个字节的位置。

确认比特ACK: ACK=1时, 确认序号字段有意义

急迫比特PSH: 请求收方将报文段立即交应用层

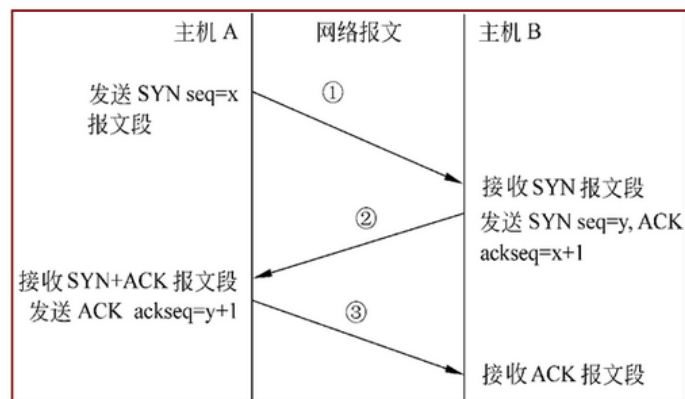
复位比特RST: RST=1时, 严重差错, 释放连接

同步比特SYN: 建立连接使用

终止比特FIN: 释放连接

TCP使用三次握手来建立连接

- 1.主机A发起连接，发同步报文段，SYN=1,seq=x, ACK=0
- 2.主机B响应，发同步报文段，SYN=1, seq=y, ACK=1, ackseq=x+1
- 3.主机A确认B的同步报文段，连接建立，发出对B的确认，ACK=1, ackseq=y+1



TCP关闭连接

TCP协议使用4次报文段交互来关闭连接：

- 1.主机A关闭端口1到主机B端口2的传输连接，发FIN报文段，FIN=1, seq=x, x为A发送数据的最后字节的序号加1
- 2.主机B相应，对A的FIN报文段进行确认，ACK=1, 确认序号ackseq = x+1

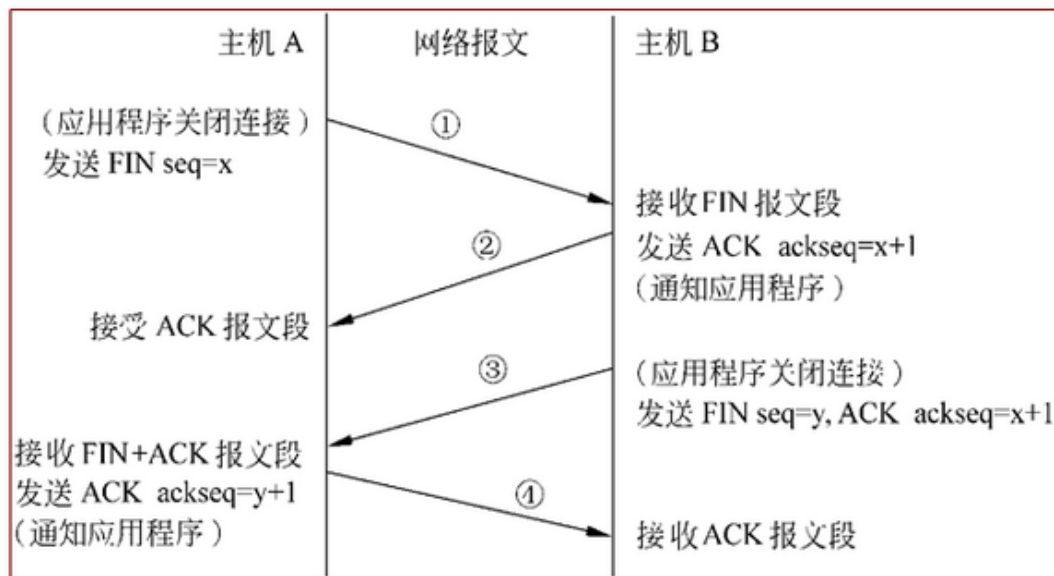
此时，A到B方向上的传输连接已经关闭。

- 3.主机B关闭B端口2到A端口1的传输连接

收到对最后数据的确认后，发送一个FIN报文段，FIN=1, seq=y, y为B发送数据的最后字节的序号加1, ACK=1, ackseq=x+1.

- 4.主机A响应，对B的FIN报文段进行确认，ACK=1, 确认序号ackseq=y+1

至此，双方的全双工连接就彻底关闭了。



25. TCP 拥塞控制主要采用哪几种技术?描述它们的工作机制。TCP 的重传机制是保证什么性能的重要措施?在什么情况下启动重传? UDP 具有重传机制吗?运行在一台主机上的一个进程使用什么信息来标识运行在另一台主机上的进程?

1.慢启动 (slow start)

拥塞时将慢启动门限减为发送窗口的一半,并将拥塞窗口降到一个报文段长度,收到发出的发送窗口中所有报文段的确认后,将拥塞窗口加倍。

2.拥塞避免(congestion avoidance)

当拥塞窗口加到慢启门限之后,进行加性递增 (additive increase)

3.快速重传 (fast retransmission)

若丢失报文段,收方每收到后续报文段,立即发出一个对丢失序号的确认,当收到第3个重复的确认后就重发报文段,而不等待重传定时器到时。

4.快速恢复 (fast recovery)

快速重传后不执行慢启动,不把拥塞窗口降到1个报文段长度,而是执行拥塞避免。

TCP 的重传机制是保证什么性能的重要措施?

数据可靠性

在什么情况下启动重传?

TCP发送方每发送一个报文段,就会为这个报文段设置一个计时器,只要计时器设置的重传时间已经到了但还没有收到确认,就要重传这一报文段

当发送方收到一连三个重复的确认后,就知道现在可能是网络出现了拥塞导致分组丢失,或者是报文段M2虽然没有丢失但目前正滞留在网络中的某处,可能还要经过较长的延时才能达到接收方。快速重传算法规定,发送方只要一连收到三个重复的确认,就立即重传丢失的报文段。

UDP 具有重传机制吗?没有

运行在一台主机上的一个进程使用什么信息来标识运行在另一台主机上的进程?

目的主机的 IP 地址和目的套接字的端口号

TCP吞吐量

$(\text{最大窗口报文段数} W * \text{每个报文段长} RSS) / \text{双向传播时延} RTT = \text{链路速度}$

设当丢包发生时窗口报文段数是 W

如果窗口报文段数是 W ，吞吐量是 $W * RSS / RTT$

当丢包发生后，窗口报文段数降为 $W/2$ ，吞吐量为 $W * RSS / 2 * RTT$

一个连接的平均吞吐量为 $0.75 * W * RSS / RTT$

26. UDP和TCP使用反码来计算它们的校验和。假设你有下面3个8比特字节：01010110，01110110，11010100。这些8比特字节和的反码是多少？（注意到尽管UDP和TCP使用16比特的字来计算校验和，但对于这个问题，你应该考虑8比特和。）写出所有工作过程。UDP为什么要用该和的反码，即为什么不直接使用该和呢？使用该反码方案，接收方如何检测出差错？

首先，三个相加，得到1,0010,1101

$0010,1101 + 0000,0001 = 0010,1110$

取反，1101，0001，ok！

检测的时候，只需要检测当前的三个字节相加取反（即计算当前的校验和）与发送过来的校验和是否相等，如果不相等则证明发生了错误。但是如果有偶数个错误就有可能发送忽略，比方说第一个字节和第二个字节的相同位发生了错误，此时相加的结果不会有影响。

这么说吧，TCP/IP协议簇中所有的校验和基本上都是使用这种反码求和的方法，一方面实现简单，而且也可以检测一部分错误。校验和是16位的，计算时先将其置0，然后将要校验的字段按16位相加，假设得出的结果为0001（应该是16位，这里为方便写了4位），这时应该将校验和置为1110（取其反码）。接收端接收后，先不计算校验和，将其他16位相加得到的也是0001，再加上他的反码（即校验和1110），结果正好为全一（1111）。如果不将校验和置为反码，接收端计算后的16位码是一个不确定得数（这样就没有一个标准检验是否出错）。这里是 $0001 + 0001 = 0010$ ，所以应该置为反码。

接收方直接加起来看是不是全是1就可以知道是不是正确了 方便

27. TCP拥塞控制与流量控制所解决的问题有什么不同?解决问题的根本途径是什么?

当网络中出现太多的分组时, 网络的性能开始下降, 这种情况称为拥塞。拥塞时分组交换网中一个非常重要的问题。如果网络中的负载, 即发送到网络中的数据量, 超过了网络的容量, 那么在网络中就可能发生拥塞。所谓拥塞控制, 就是防止过多的数据注入到网络中, 这样可以使网络中的路由器或链路不致过载。

TCP流量控制, 解决因发送方发送数据太快而导致接收方来不及接收, 使接收方缓存溢出的问题。

TCP流量控制的基本方法就是接收方根据自己的接收能力控制发送方的发送速率, TCP采用接收方控制发送窗口大小的方法来实现TCP连接上的流量控制。在TCP报文首部的窗口字段写入的数值就是当前给对方设置的发送窗口数值的上限。

吞吐量: 单位时间内输入给网络的分组数目

既然网络拥塞是因为发送到网络中的数据量超过了网络的容量, 要彻底解决分组交换网中的拥塞问题, 就要想办法限制输入到网络中的负载, 即控制源端的发送速率。

拥塞控制的任务是防止过多的数据注入到网络中, 使网络能够承受现有的网络负载, 这是一个全局性的问题, 涉及各方面的行为, 包括所有的主机, 所有的路由器, 路由器内部的存储转发处理过程, 以及与降低网络传输性能相关的所有因素。

流量控制置于特定点点对点通信的发送方与接收方之间的流量有关, 他的任务是, 确保一个快速的发送方不会持续地以超过接收方接受能力的速率发送数据, 以防止接收方来不及处理数据, 流量控制通常涉及的做法是, 接收方向发送方提供某种直接的反馈, 以抑制发送方的发送速率。

慢启动: 当主机刚开始发送数据时完全不知道网络的拥塞情况, 如果立即把较大的发送窗口中的所有数据字节都注入到网络, 那么就有可能引起网络拥塞。较好的方法是经试探发现网络的可用带宽, 即由小到达逐渐增大发送方的拥塞窗口数值, 直到发生拥塞。通常在拥塞开始时可设置一个最大报文段MSS的数值, 然后没收到一个确认后, 增加至多一个MSS的数值。用这样的方法逐步增加发送方的拥塞窗口cwnd, 可以使分组注入网络速率更加合理。

慢启动门限: ssthresh

拥塞避免算法使发送方的拥塞窗口cwnd每经过大约一个往返时间RTT就增加一个MSS的大小。实际做法是, 每收到一个新的确认, 将cwnd增加MSSXMSS/cwnd。这样, 拥塞窗口cwnd按线性规律缓慢增长, 比慢启动算法的拥塞窗口缓慢的多。

无论是在慢启动阶段还是在拥塞避免阶段, 只要发送方发现网络出现拥塞, 就立即将拥塞窗口cwnd重置为1, 并启动慢启动算法。将ssthresh设置为出现拥塞时的发送窗口值的一半。这一次在该窗口值发生拥塞, 则下次很有可能再出现拥塞。因此当下次拥塞窗口又接近该值时, 就要降低窗口的增长速率, 进入拥塞避免阶段。缓存溢出的问题。

快速恢复

当发送方收到3个连续重复的ACK时, 就重新设置慢启动门限ssthresh, 将其设置为当前发送窗口的一半, 这一点和慢启动算法是一样的。

与慢启动算法不同的是, 拥塞窗口不是设置为1, 而是设置为新设置的慢启动门限ssthresh, 然后开始执行拥塞避免算法, 使拥塞窗口慢慢地线性增长。

28. 考虑仅有一条单一的TCP (Reno) 连接使用一条10Mbps链路, 且该链路没有缓存任何数据。假设这条链路是发送主机和接收主机之间的唯一拥塞链路。假定某TCP发送方向接收方有一个大文件要发送, 而接收方的接收缓存比拥塞窗口要大得多。我们也做下列假设: 每个TCP报文段长度为1500字节; 该连接的双向传播时延是150ms; 并且该TCP连接总是处于拥塞避免阶段, 即忽略了慢启动。

- 这条 TCP 连接能够取得的最大窗口长度 (以报文段计) 是多少?
- 这条 TCP 连接的平均窗口长度 (以报文段计) 和平均吞吐量 (以 bps 计) 是多少?
- 这条 TCP 连接在从丢包恢复后, 再次到达其最大窗口要经历多长时间?

发送窗口的上限值 = $\min[rwnd, cwnd] = cwnd = 1500$ 字节

$10\text{Mbps} = 10^7 \text{ bps}$

1500 字节 = 12000 bit

$10^7 \text{ bit/s} = w * 12000 \text{ bit} / 0.15 \text{ s} \Rightarrow w = 125$

这条TCP连接的平均窗口长度（以报文段计）和平均吞吐量（以bps计）是多少？

平均窗口长度 $0.75 * 125$

平均吞吐量 $0.75 * 10^7 = 7.5 * 10^6$

这条TCP连接在从丢包恢复后，再次到达其最大窗口要经历多长时间？

$t = 125 / 2 * 0.15$

（提示：回想TCP拥塞控制的“加性增，乘性减”。当窗口长度是w字节，且当前往返时间是RTT秒时，TCP的发送速率大约是w/RTT。于是TCP每经过1个RTT，将w增加一个MSS探测出额外的带宽，直到一个丢包事件发生为止。当丢包发生时，用W表示此时w的值。那么TCP的传输速率在W/(2·RTT)到W/(RTT)之间变化。）

d) $125 / (2 * 0.15) \sim 125 / 0.15 = 417 \sim 833$

（提示：回想TCP拥塞控制的“加性增，乘性减”。当窗口长度是w字节，且当前往返时间是RTT秒时，TCP的发送速率大约是w/RTT。于是TCP每经过1个RTT，将w增加一个MSS探测出额外的带宽，直到一个丢包事件发生为止。当丢包发生时，用W表示此时w的值。那么TCP的传输速率在W/(2·RTT)到W/(RTT)之间变化。）

这是因为，当丢包以后，cwnd下降到1，sssthresh下降到125/2，总共要增加125/2，而增加1就需要收到一个接收方的确认，一个接收方的确认就意味着一次往返，也就是0.15s

29. 列出5种非专用的因特网应用及它们所使用的因特网协议。HTTP 客户机以给定的URL 获取一个web 页面，为获得该HTTP 服务器的IP 地址，除了HTTP 外，还需要什么传输层和应用层协议。

答案：Web 应用和 HTTP 协议、电子邮件应用和 SMTP（简单邮件传输协议）、因特网的目录服务 DNS 和 DNS 协议、P2P 应用和 P2P 协议、远程终端访问和 Telnet、文件传输和 FTP。

1. Problem 6:

考虑一个 HTTP 客户机要以给定的 URL 获取一个 web 页面。开始时并不知道该 HTTP 服务器的 IP 地址，在这种情况下除了 HTTP 外，还需要什么传输层和应用层协议？

应用层协议：DNS 和 HTTP

传输层协议：UDP——DNS；TCP——HTTP；

30. 为什么 HTTP 运行在 TCP 上，而不是 UDP 上？

29. 为什么HTTP运行在TCP上，而不是UDP上？

TCP提供面向连接的可靠的连接，HTTP对连接的可靠性要求高

31. 简要介绍 Web 缓存器（Web cache）技术以及它带来的好处。

用户设置浏览器：通过缓存访问

浏览器向缓存发送所有HTTP请求。

对象在缓存中，缓存返回对象

否则缓存向起始服务器请求对象，然后向客户机返回对象

减少客户机请求的响应时间

减少机构访问链路的流量

32. 请列写 3 种现场总线。

基金会现场总线（FF）

CAN 控制器局域网

Lonworks

PROFIBUS

ARCnet 令牌总线

33. 请从通信模型、编码方式、传输速率、支持的网络拓扑、调度机制等方面分析 FF、PROFIBUS 的区别。

通信模型：FF 取了 ISO/OSI 模型中的物理层、数据链路层、应用层，并在

应用层上增加了用户层；如果说三层的话，就是物理层，**通讯栈**和用户层；PROFIBUS 中，FMS 中 1, 2, 7 层都定义，应用层包括现场总线信息规范和低层接口，DP 定义了物理层，数据链路层和用户接口，3-7 层未定义，PA 好像没说

编码方式:FF 采用双向-L 曼切斯特编码(周期中间正跳变为 0, 负跳变为 1)；

PROFIBUS 的 IEC61158-2 传输技术采用曼切斯特编码

传输速率:就 FF-H1 低速总线来看,为 31.25kbs,高速 H2 则为 1 或者 2.5Mbps 的量级；对于 PROFIBUS, RS485 传输速率为 9.6kbs-12Mbps, IEC61158-2 为 31.25kbs, 光纤的话应该接近光速吧

支持的网络拓扑:FF 支持总线拓扑和树型拓扑; PROFIBUS 支持树型拓扑、总线拓扑和环形拓扑

调度机制:链路活动调度器 LAS 中有一张“预定调度时刻表”，对各总线设备中需要周期性传输数据的数据缓存器起作用，按照表格周期性依次发起通信活动，这是**受调度通信**，另外，**非调度通信**为表格之外的时间得到令牌而发送报文；PROFIBUS 则在主设备间建立逻辑令牌环，每个主设备连接一系列从站和从设备（令牌机制+主从方式）

34. FF 基金会总线中的客户/服务器、发布者/预定者、报告分发的通信关系是指什么。

客户/服务器:用于**操作员更改控制系统的参数**或对**报警确认**、**设备的上下载**等操作时的通信连接，是**非调度通信**，按照用户优先级排队进行，**一对一**的通信关系，客户方与服务器方之间的数据传输服务需经过确认，一般用于设置参数或改变操作模式等；

发送/预定:用于**周期通信**的**丽娜姐**，发布方是需要周期发布信息的现场设备，**预约接收方是预先约定的接受特定发布方消息的现场设备。是调度通信，缓存型通信关系（只保留最新版本，会覆盖），一对多通信**，一般用于功能模块输入输出的数据定时更新；

报告分发:用于**事件和报警报告的分发**。**非调度通信**，按用户优先级排队进行，**一对多通信**，一般用于现场总线设备发送报警，通知操作员控制台

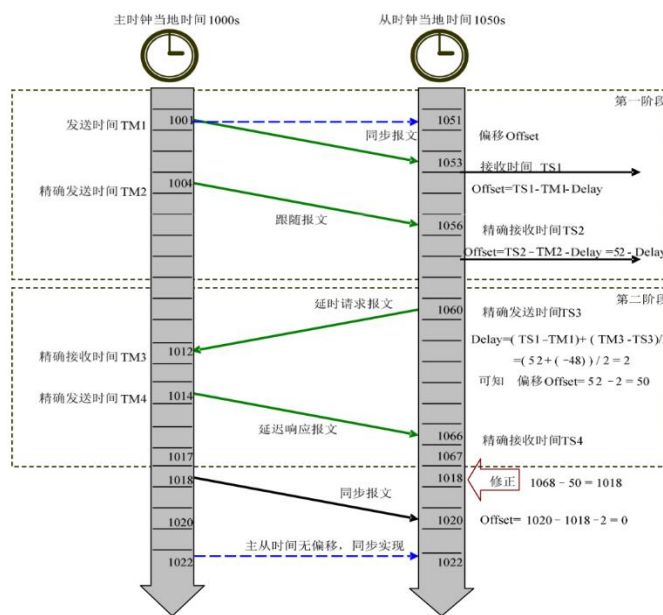
35. 试分析 EPA 的调度机制。

EPA 采用 **CSME 通信调度**，**分区分时**。每个通信宏周期分为两个阶段，Tp

阶段每个现场设备都有一段单独的事件发送周期数据报文，发送完后，可以选择性地发送非周期数据声明报文。；在第二个周期 T_n 中，之前声明的设备可以发送非周期数据报文，发送完成后发送非周期数据结束声明报文。

36. 请分析时钟同步协议 IEEE 1588 的同步机理。

IEEE1588主从时钟同步过程示意图



$$\begin{aligned}
 TS_1 - TM_1 &= \text{offset} + \text{Delay} \\
 TM_3 - TS_3 &= -\text{offset} + \text{Delay} \\
 + \\
 (TS_1 - TM_1) + (TM_3 - TS_3) &= 2\text{Delay}
 \end{aligned}$$