

# 信息安全专业《计算机网络》课后作业参考答案

## 第一章

**1-3** 电路交换与分组交换相比，存在哪些优势？补充：从传输原理、每次传输的数据量限制、传输路径、资源分配方式、QoS、收费方法等多个方面比较电路交换和分组交换。

答：

### ● 传输原理

电路交换：电路交换网络中的信息按顺序在专用线路上传输，若要保持持续通话，首先要预留所需的资源，并建立固定的传输路径。电路交换必须经过“**建立连接（占用通信资源）、通话（一直占用通信资源）、释放连接（归还通信资源）**”三个步骤。

分组交换：分组交换网络以分组为单位采用存储转发技术进行数据传输和交换。在发送之前，**先将较长的报文划分成为较小的等长数据段，在每一个数据段前面加上必要的控制信息组成分组，分组是在因特网中传送的数据单元。**

### ● 每次传输的数据量限制

电路交换：无限制

分组交换：每次传输一个分组，数据量不超过分组最大长度

### ● 传输路径

电路交换：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。

分组交换：每个分组单独处理和传输，节点收到一个分组后，先存储，查找转发表（路由表），再转发给下一个节点。同一个源主机发给同一个目的主机、属于同一个网络应用的多个分组，可能采用不同的路径传输。

### ● 资源分配方式

电路交换：预先分配资源，在建立连接时分配资源，且资源是独占的。在数据传输结束后释放资源。

分组交换：动态分配资源，资源是共享的。分组交换在传送数据之前不必先占用一条端到端的通信资源，只有当链路上传送数据时，才占用这段链路的通信资源。分组到达一个路由器后，先存储，查找转发表，然后从另一条合适的链路转发出去，分组在传输时就这样一段段地断续占用通信资源。

### ● QoS

电路交换：可以保证 QoS，数据不会丢失，不会重复，且能保持原来的序列。

分组交换：不能保证 QoS。分组在各路由器存储转发时需要排队，会造成一定的时延，当网络通信量过大时，这种时延也可能会很大。当分组交换采用数据报服务时，可能出现失序、丢失或重复分组，分组到达目的结点时，要对分组按编号进行排序等工作。

### ● 收费方法

电路交换：收费与距离有关，按使用时间收费。

分组交换：收费与距离无关，可以按信息量、使用时间或者包月收费。

**与分组交换相比，电路交换存在下列优势：**

- 通信线路为通信双方用户专用，数据直达，所以传输数据的时延非常小。
- 通信双方之间的物理通路一旦建立，双方可以随时通信，实时性强。

- 可以保证 QoS，双方通信时按发送顺序传送数据，不存在失序问题；由于资源足够，也不会发生数据丢失问题。
- 电路交换设备（交换机等）及控制均较简单。
- 若要连续传送大量的数据，其传送时间远大于连接建立时间，则电路交换的传输速率更快。

**1-11** 两个可靠的网络都可以提供可靠的面向连接的服务。其中一个提供可靠的字节流，另一个提供可靠的报文流。请问二者是否相同？如果你认为相同，为什么要有这样的区别？如果不同，请给出一个例子说明其如何不同。

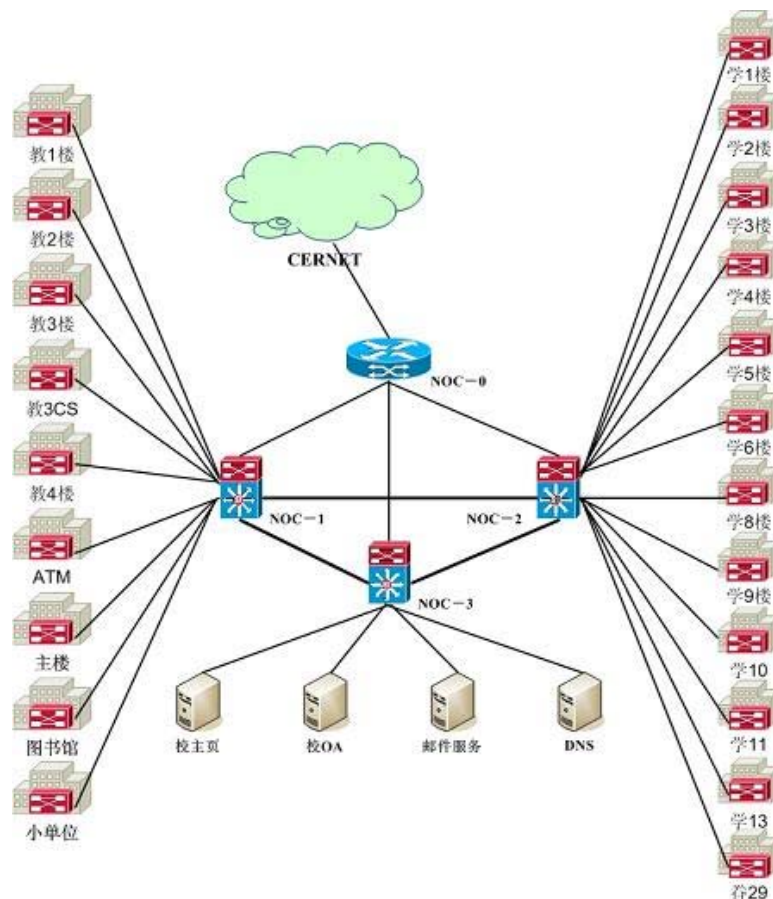
答：二者是不同的。可靠的报文流服务能够保持报文的边界，字节流服务则不能。例如，当发送方先后发送两个 1024 字节的报文时，经过提供可靠的报文流服务的网络，接收方收到的仍然是两个 1024 字节的报文；而经过提供可靠的字节流服务的网络，接收方收到的是长度为 2048 个字节的数据，无法区分是一个 2048 字节的报文，还是 2 个 1024 字节的报文。

**1-13** OSI 模型中的哪一层处理以下问题：

- 把传输的位流分成帧：数据链路层
- 在通过子网的时候决定使用哪条路由路径：网络层
- 在两台直接相连的路由器之间传送数据：数据链路层
- 在用户访问 Web 服务器时，将网页可靠地从服务器传送到用户计算机：传输层

**1-16** 请说出你的学校或者工作所在单位使用哪种网络？请描述此网络的类型、拓扑结构及所使用的交换方法。

答：北邮的校园网三期的拓扑结构如下：



([http://nic.bupt.edu.cn/content/content.php?p=4\\_28\\_198](http://nic.bupt.edu.cn/content/content.php?p=4_28_198))

北邮的校园网由多个 LAN 互联构成,以万兆以太网为核心,连接多个千兆以太网和百兆以太网。校园网主干先期采用环状拓扑结构,后采用星型拓扑结构。整个校园网采用多级星形拓扑结构。采用分组交换方式工作。

1-20 A、B 主机通过 10Mbit/s 的链路连接到交换机,每条链路的传播延迟均为 20us,交换机接受完一个分组为 35us 后转发该分组,计算 A 向 B 发送一个长度为 10000bit 的分组时,从 A 开始发送至 B 接收到该分组所需的总时间。(2 分)

答: 总传输时间=排队时延+发送时延+传播时延

$$= \frac{10000}{10 \times 10^6} \times 2 + 35 \times 10^{-6} + 20 \times 10^{-6} \times 2 = 2.075ms$$

1-21 假设源节点要发送  $x$  位报文,从源节点到目的节点要经过  $k$  段链路,每段链路的数据率均为  $b$  位/秒,传播时延均为  $d$  秒。若采用电路交换方法,则建立链路和释放链路的时间为  $s$  秒;若采用分组交换方法,则分组的长度为  $p$  位。请问,在什么条件下,分组交换的时延比电路交换要小?

答: 电路交换的时延:  $s + \frac{x}{b} + kd$

分组交换的时延:  $\left\lceil \frac{x}{p} \right\rceil \times \frac{p}{b} + kd + (k-1) \frac{p}{b}$

假定  $x$  能被  $p$  整除,若分组交换的时延小于电路交换的时延,则有  $s > (k-1) \frac{p}{b}$ 。

## 第二章

2-1 试比较 C/S 和 P2P 的异同 (5 分)

答: 不同点:

- 在 C/S 模型中,通信双方的角色分别是客户和服务端。服务端提供服务,服务端一般使用存储容量大、速度快、性能好的计算机,通过高性能、高带宽的网络设备连接至网络;客户通过网络从服务端获取服务,只需使用普通的个人计算机和较简单的客户端程序。而在 P2P 模型中,没有明确的客户和服务端的角色划分,文件、处理能力等资源不是集中保存在服务端中,而是分散在网络边缘的各个计算机中,每个 Peer 同时承担客户和服务端的功能。
- C/S 模型采用的是集中式的体系结构,资源和服务由服务端统一保存,便于管理和维护,主要的任务执行和数据处理工作在服务端完成,软件的修改和升级主要在服务端上完成,客户端程序简单、开销低,安全性管理也有服务端统一实现,易于实现加密、认证等安全性措施。P2P 模型中,资源是分布式存储的,数据是在 Peer 中分散存储和管理的,需要解决数据的一致性问题,例如,同一个文件可能有不同的版本。由于 P2P 模型下的系统在很大程度上是开放的,任何个人计算机均可以加入系统,每个计算机的安全措施也不同,因此服务的安全性很难保障。
- C/S 模型中,数据传输量双向不对称,从服务端到客户端的下载的数据量一般远大于从客户端到服务端上行的数据量,服务端成为提供应用的瓶颈。当用户访问量剧增时,会出现因服务端过载而导致访问速度急剧下降,甚至无法访问的问题。P2P 模型中,资源是分布式存储的,因此消除了 C/S 模型中

的瓶颈问题，同时各个计算机中的资源可以得到充分利用。与 C/S 模型不同，随着访问服务的人数增加，P2P 模型中服务访问效率反而更高，访问时延更短。

- 在 C/S 模式下，服务器进程需要保持联网运行状态，等待客户的请求，当收到请求后进行处理并返回相应数据。P2P 模型中，Peer 不需要一直保持联网运行状态。

相同点：都是以网络为基础，两台或多台计算机之间通信的体系结构；都得到了广泛的应用；都能实现资源的共享。

**2-4** 一台计算机可以有两个属于不同的顶级域的 DNS 名字吗？如果可以，试给出一个看起来合理的例子。如果不可以，请解释原因。

答：可以。例如 B2C 电子商务网站卓越，其创立时的域名为 `www.joyo.com`，之后被亚马逊公司所收购，将域名改为 `www.amazon.com.cn`。但是出于对于原有用户的考虑，也保留了之前的域名。显然，这两个域名属于不同的顶级域，且指向同一个 IP 地址 `203.81.17.195`。

**2-5** 在访问一个网站时，若 DNS 服务器出了故障不能工作，而用户知道该网站的 IP 地址，能否访问该网站。

答：可以。

**2-8** 在 HTTP 协议中，持久连接和非持久连接有什么不同？

答：非持久连接中，一个 TCP 连接只用于传输一个文件，文件传输结束后即拆除连接。如果一个网页中包含一个 HTML 文本文件和一个图像文件，则需要建立两次 TCP 连接。

若采用持久连接，一个文件传输结束后，TCP 连接继续保持，因此一个 TCP 连接可以传输多个文件。如果一个网页中包含一个 HTML 文本文件和一个图像文件，则可以在一个 TCP 连接中完成这两个文件的传输。

**2-9** 在 HTTP/1.1 规范中，客户机、服务器两者都能通知连接关闭吗？

答：都可以。客户机和服务器都可以通过将 connection 消息头的值设为 close 来通知对端关闭连接。

### 第三章

**3-2** 假定使用连续 ARQ 协议中，发送窗口大小是 3，序列范围[0,15]，传输媒体保证在接收方能够按序接收到数据包。在某时刻接收方的下一个期望收到的序号为 5。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、但在网络中（还未到达发送方）的 ACK 数据包可能有哪些？说明这些 ACK 包是用来确认哪些序号的数据包。

答：

(1) 期望收到的序号为 5 表示接收方已经收到 4 及以前的数据包。此题要考虑 ACK 在传输途中的情况，如果发送方收到 ACK5，则发送窗口应该为[5, 6, 7]，如果所有的 ACK 都还没有到达发送方，则发送窗口应该为[2, 3, 4]。因此下列窗口是可能的：[2, 3, 4]、[3, 4, 5]、[4, 5, 6]、[5, 6, 7]。

(2) 按照 (1) 中的分析，接收方已经发出，但还未到达发送方的 ACK 可能有：

- ACK3，用于确认 2 号数据包

- ACK4, 用于确认 2 号和 3 号数据包
- ACK5, 用于确认 2 号, 3 号和 4 号数据包

**3-4** 一个 UDP 用户数据报的首部的十六进制表示为: 06 32 00 45 00 1C E2 17。试求源端口, 目的端口, 用户数据报的总长度, 数据部分长度。这个用户数据报是客户发给服务器的还是服务器发给客户的? 使用 UDP 的服务器程序是什么?

答: 按照 UDP 数据报头的格式找出各个字段, 并进行十六进制到十进制的转换, 得出:

- 源端口号 (0x0632): 1586
- 目的端口号 (0x0045): 69
- 用户数据报总长度 (0x001C): 28 字节

数据部分长度:  $28 - 8 = 20$  字节

由于目的端口号小于 1023 (是熟知端口), 可以知道该用户数据报是由客户发给服务器的, 服务器程序是 TFTP (简单文件传输协议)。

**3-6** 为什么 TCP 头部有一个段头长度字段, 而 UDP 头部没有这个字段? 为什么 TCP 头部最开始的 4 个字节是 TCP 的端口号?

答: UDP 头部是固定长度, 因此不需要报头长度字段; 而 TCP 头部包含可选项字段, 长度可变, 因此需要一个长度字段来表明头部的长度。

端口号用于确定该数据包的发送进程以及要交付的进程, 即寻址, 因此应该放在段头的最开始部分。

**3-8** 在 TCP 头部的校验和中包括对伪报头的校验, 为什么?

答: 伪报头中包含源主机 IP 以及目的主机 IP, 因特网的网络层使用 IP 地址进行数据包的选路和转发, 如果 IP 地址在传输中发生差错, 则数据包无法到达接收主机。因此, TCP 为强化对 IP 地址的验证, 计算校验和时对伪报头以及数据包头都进行校验。

**3-13** 在使用 TCP 传送数据时, 如果一个确认报文段丢失, 不一定引起对方数据重传。试说明理由。

答: TCP 支持“累积 ACK”, 即一个报文段中的接收序号表示该序号之前的所有数据字节均已正确收到, 因此不需要为每个接收到的报文段都发送确认。同样, 当某个确认报文段丢失后, 发送端在超时重传前接收到了对序号更高的数据字节的确认时, 就可以继续发送, 而不需要重传。

**3-14** 若收到的报文段无差错, 只是未按序号到达, 则 TCP 标准对次未作明确, 而是让 TCP 的实现者自行确定。试讨论两种可能方法的优缺点:

- (1) 将不按序的报文段丢弃;
- (2) 先将不按序的报文段暂存于接收缓存内, 待所缺序号的报文段收齐后再一起上交应用层。

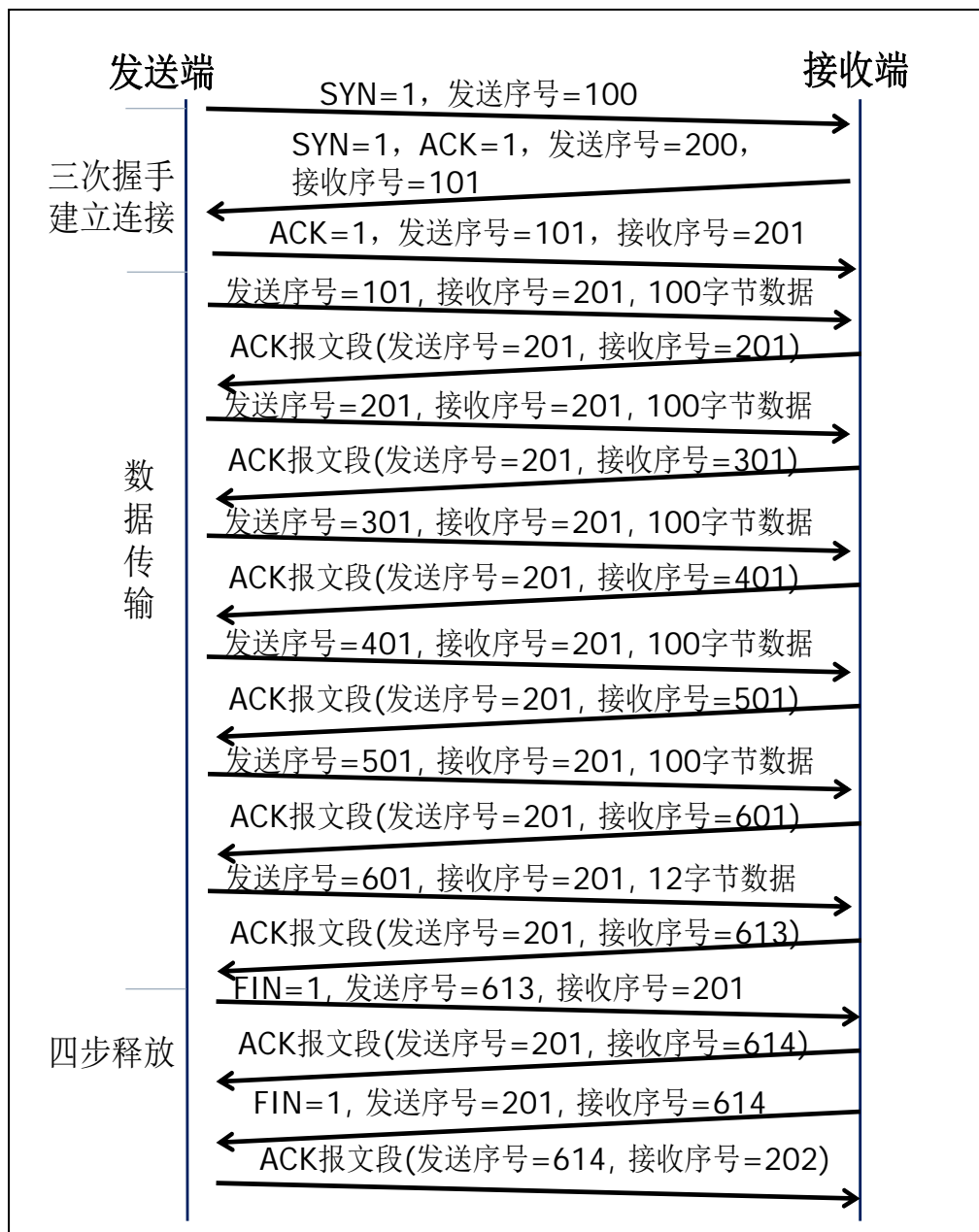
答: 第一种方法就是 Go-Back-N, 第二种方法是选择重传。

GBN 的优点是实现简单, 接收端系统开销小; 缺点是一旦出现问题, 从出错的报文段开始, 所有已经发出的数据都需要重传, 重传开销大。

选择重传的优点是重传开销低, 节省网络资源; 缺点是接收端实现相对复杂, 开销大。

**3-16** TCP 传送 512 字节的数据。设窗口为 100 字节，而 TCP 报文段每次也是传送 100 字节的数据。再设发送端和接收端的起始序号分别为 100 和 200，试画出消息序列图（从连接建立阶段到连接释放阶段）。

答：



**3-18** TCP 在进行流量控制时是以报文段的丢失作为产生拥塞的标志。有没有不是拥塞而引起报文段丢失的情况？如有，试举出三种情况。

答：有。

第一种情况：发送端的发送速率大于接收端的处理速率时，接收端会出现数据缓存溢出而导致数据丢失；

第二种情况：在发送过程中出现了差错，例如目的 IP 地址字段发生了差错；

第三种情况：IP 包在网络中兜圈子，生命期（TTL）字段值降为 0，而被路由器丢弃。

**3-21** 设 TCP 拥塞控制阀门的初始值为 8（单位为报文段）。当拥塞窗口上升到 12 时定时器超时，TCP 使用慢启动和拥塞避免。试分别求出第一轮到第十五轮传输各拥塞窗口的大小。

答：

第一轮	第二轮	第三轮	第四轮	第五轮	第六轮	第七轮	第八轮
1	2	4	8	9	10	11	12
第九轮	第十轮	第 11 轮	第 12 轮	第 13 轮	第 14 轮	第 15 轮	
1	2	4	6	7	8	9	

**3-25** 一个 TCP 连接下面使用 256Kib/s 的链路，其端到端时延为 128ms。经测试，发现吞吐量只有 120Kib/s。试问发送窗口是多少？

答：设发送窗口为 W 位，且接收端在收到全部 W 位数据之后才发送 ACK 报文段，

$$\text{此时，吞吐量} = \frac{W}{\frac{W}{256kb/s} + 256ms} = 120kb/s;$$

解得，W=57825 位=7228 字节

**3-27** 设 TCP 的拥塞窗口初始阈值为 18KB。设报文段最大长度为 1KB，试问：拥塞窗口从最小经过 6 次变化后是多少？

答：如下表所示，经过 6 次变化之后，拥塞窗口的值是 19KB。

第一轮	第二轮	第三轮	第四轮	第五轮	第六轮	第七轮
1	2	4	8	16	18	19KB

**补充题 1** 一个卫星信道的数据率是 1Mbps，地面到卫星的单程传播时延为 270 毫秒。若要在信道上采用**捎带确认**的方式传输多个长度为 1000 比特的数据包，试计算对于停等协议、3 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：发送时延=1000/1M=1ms， $\alpha$  =传播时延/发送时延=270/1=270

注意：采用捎带确认方式时，对端发回数据包的时间也要考虑在内，因此总时延是 2×发送时延+2×传播时延。

1) 停等协议： $U=1/(2+2\alpha)=1/542=1.8\%$

2) GoBackN 协议：3 位序号，最大发送窗口=7， $U=7/(2+2\alpha)=7/542=12.9\%$

3) 选择重传协议：最大发送窗口=4， $U=4/(2+2\alpha)=4/542=7.4\%$

**补充题 2** 一个卫星信道的数据率为 64Kbps，地面到卫星的单程传播时延为 270 毫秒。若要在信道上发送多个 512 字节的数据包，假设 ACK 包的长度很短（可以忽略发送时间），试计算要达到最大的信道利用率，序号应该为多少位？

答：发送时延=512×8/64k = 64ms

$1+2\alpha=1+270\times 2/64=9.4$

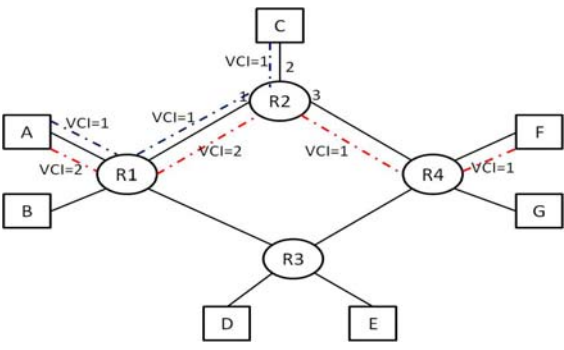
设发送窗口为 W， $U=W/9.4$ ，要达到最大信道利用率， $W\geq 9.4$ ，即 W=10

序号为  $\log_2 10=4$  位



第四章

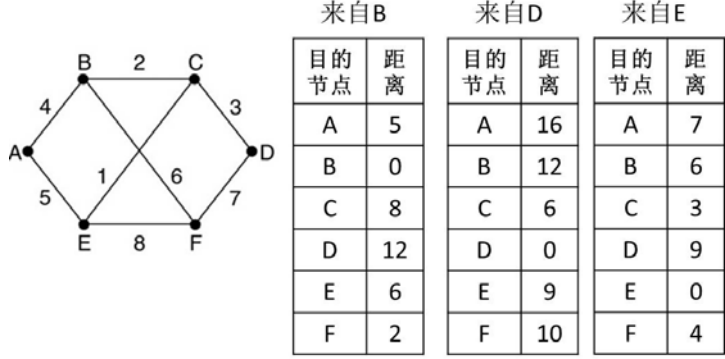
4-2 如下图所示的虚电路网络中，增加了两条虚电路：VC3: B-R1-R2-C 和 VC4: G-R4-R2-R1-A，请写出 R2 的虚电路表。



答：R2 的虚电路表如下：

输入		输出	
接口号	VCI	接口号	VCI
1	1	2	1
1	2	3	1
1	3	2	2
3	2	1	4

4-6 一个采用距离矢量选路算法的网络的拓扑结构如下左图所示，已知节点 C 收到了来自邻居节点的路由信息如下右图所示，C 到邻居节点 B、D、E 的距离分别是 6、3、5。请计算出 C 的路由表。



答：

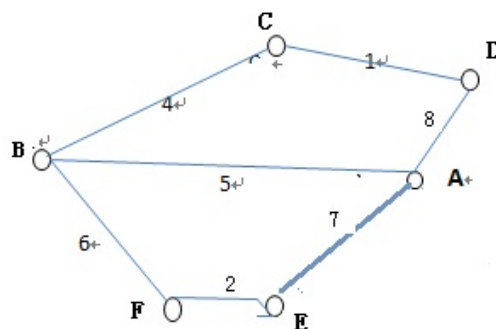
目的节点	距离	下一跳
A	11	B
B	6	B
C	0	-
D	3	D
E	5	E
F	8	B

4-7 一个网络上的各节点采用链路状态选路法来构造路由表，各链路上的开销是双向对称的，已知节点 A 收到了下列链路状态包（LSP），（1）画出该网络的拓扑结构 （2）计算出 A 的路由表，并画出其最短路径树。

B		C		D		E		F	
A	5	B	4	A	8	A	7	B	6
C	4	D	1	C	1	F	2	E	2
F	6								

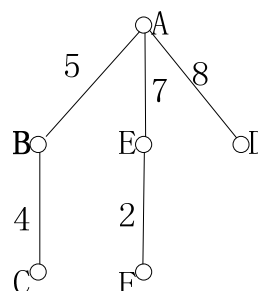


答：(1) 网络拓扑结构（注意：画拓扑结构时，应该把边最多的结点画在中间，尽量不要两条线交叉）



(2) A 的路由表和最短路径树

目的节点	距离	下一跳
A	0	-
B	5	B
C	9	B
D	8	D
E	7	E
F	9	E



**4-10** (1) 子网掩码为 255.255.255.0 代表什么意思？(2) 网络的子网掩码为 255.255.255.248，问该网络能够连接多少个主机？(3) 一个 A 类网络和一个 B 类网络的子网号 subnet-id 分别为 16 个 1 和 8 个 1，问这两个子网掩码有何不同？(4) 一个 B 类地址的子网掩码是 255.255.240.0。试问在其中每一个子网上的主机数最多是多少？(5) A 类网络的子网掩码为 255.255.0.255；它是否为一个有效的子网掩码？(6) 某个 IP 地址的十六进制表示 C2.2F.14.81，试将其转化为点分十进制的形式。这个地址是哪一类 IP 地址？(7) C 类网络使用子网掩码有无实际意义？为什么？

答：(1) 一个子网掩码，对应网络的网络号为 24 位，主机号为 8 位。

(2) 子网掩码的最后一个字节，把 248 转换成二进制，可以看出网络号有 5 位，主机号有 3 位，去掉网络地址（主机号为全 0）和广播地址（主机号全 1），最多能够连接的主机数= $2^3-2=6$ 。

(3) 从子网掩码看没有任何不同。但是两个网络内的子网数目不同，A 类网络的子网号 subnet-id 用了 16 个 1，因此有  $2^{16}$  个子网；B 类网络的子网号 subnet-id 用了 8 个 1，因此有  $2^8$  个子网。

(4) 看第三字节，240 表示其中有 4 位主机号，因此主机号共有  $4+8=12$  位，每一个子网上的主机最多可能有  $2^{12}-2=4094$  个。

(5) 是一个有效地子网掩码，但不推荐这样使用。

(6) C2.2F.14.81 转为十进制数：194.47.20.129，这是一个 C 类地址。

(7) 有实际意义, 可以将一个 C 类网络划分为几个子网。例如, 某公司使用一个 C 类网络, 该公司有 6 个办公室, 各办公室之间通过路由器相连, 此时需要将该 C 类网络划分为 6 个子网, 需要的子网号位数为 3 位, 子网掩码是 255.255.255.224。

**4-11** 有如下的 4 个/24 地址块, 试进行最大可能性的聚合。

212.56.132.0/24、212.56.133.0/24、212.56.134.0/24、212.56.135.0/24

答: 这几个地址的前面两个字节都一样, 因此只需要比较第三个字节。

212.56.132.0/24 的第三个字节的二进制表示是 10000100

212.56.133.0/24 的第三个字节的二进制表示是 10000101

212.56.134.0/24 的第三个字节的二进制表示是 10000110

212.56.135.0/24 的第三个字节的二进制表示是 10000111

可以看出, 第三个字节前面 6 位都是相同的。因此这 4 个地址的共同前缀是两个字节加上 6 位, 即 22 位, 因此最大可能的聚合的 CIDR 地址块是: 212.56.132.0/22。

**4-12** 以下地址中的哪一个和 86.32/12 匹配? 请说明理由。

(1) 86.33.224.123; (2) 86.79.65.216; (3) 86.58.119

答: 方法 1: 86.32/12 指定了前 12 位固定网络地址, 因为题目给定的地址第一字节都是 86, 我们只需看第二字节的高四位。86.32/12 的第二字节高四位为: 0010, 而题目中的 3 个 IP 地址的第二字节高四位分别为: 0010、0100 和 0011, 因而只有第一个地址 86.33.224.123 与之匹配。

方法 2: 86.32/12 对应的网络的地址范围是: 86.32.0.0-86.47.255.255, 只有第一个地址在这个范围内, 因此只有第一个地址匹配。

**4-13** 设 IP 数据报使用固定首部, 其各字段的具体数值如下图所示(除 IP 地址外, 均为十进制表示)。试用二进制运算方法计算应当写入到首部检验和字段中的数值(用二进制表示)。

4	5	0	28	
1			0	0
4		17	首部检验和(待计算后写入)	
10.12.14.5				
12.6.7.9				

答: 把 IP 包头按 16 位分为一组, 进行累加:

```

4,5,0  →  01000101 00000000
28      →  00000000 00011100
1       →  00000000 00000001
0,0     →  00000000 00000000
4,17    →  00000100 00010001
0       →  00000000 00000000
10,12   →  00001010 00001100

```

14,5 → 00001110 00000101  
 12,6 → 00001100 00000110  
 7,9 → 00000111 00001001  
 总和 → 01110010 01001110  
 校验和 → 10001101 10110001

**4-14** 设某路由器建立了如下路由表：

目的网络	子网掩码	下一跳
128.96.39.0	255.255.255.128	接口 m0
128.96.39.128	255.255.255.128	接口 m1
128.96.40.0	255.255.255.128	R2
192.4.153.0	255.255.255.192	R3
* (默认)	——	R4

现共收到 5 个分组，其目的地址分别为：

- (1) 128.96.39.10      (2) 128.96.40.12      (3) 128.96.40.151  
 (4) 192.4.153.17      (5) 192.4.153.90

分别计算其下一跳。

答：用目的地址分别与各行的子网掩码进行按位与操作，发现结果与目的网络匹配，则确定下一跳；如果都不匹配，则选择默认路由。

IP 地址	下一跳
128.96.39.10	接口 m0
128.96.40.12	R2
128.96.40.151	R4
192.4.153.17	R3
192.4.153.90	R4

**4-15** 某单位分配到一个 B 类 IP 地址，其 net-id 为 129.250.0.0，该单位有 4000 台机器，分布在 16 个不同的地点。如选用子网掩码为 255.255.255.0，试给每一个地点分配一个子网掩码号，并算出每个地点主机号码的最小值和最大值。

答：4000 台计算机，平均分布在 16 个不同地点。每个地点有 250 台计算机。子网掩码为 255.255.255.0，说明子网的主机号为 8 位。而 16 个不同地点需要 16 个子网，选用 IP 地址的第三字节的后 4 位为子网号，因此 16 个子网的网络地址为 129.250.0.0/20—129.250.15.0/20。

子网 1 的主机地址为：129.250.0.1-129.250.0.250

子网 2 的主机地址为：129.250.1.1-129.250.1.250

....

子网 16 的主机地址为：129.250.15.1-129.250.15.250。

**4-16** 一个数据报长度为 4000 字节（固定首部长度）。现在经过一个网络传送，但此网络能够传送的最大数据长度为 1500 字节。试问应当划分为几个短些的数据报片？各数据报片的数据字段长度、片偏移字段和 MF 标志应为何数值？

答：IP 包头=20 字节，原数据包中的数据字段长度=4000-20=3980 字节

网络可传送的最大数据包长度（MTU）为 1500 字节，除去 IP 包头，数据部分长度为 1480 字节。因此原数据报要分成  $3980/1480=3$  个片段，前两个片段的数据长度均为 1480 字节，最后一个片段数据长度  $=3980-1480 \times 2=1000$  字节

片段序号	数据字段长度	MF 字段	段偏移量
1	1480	1	0
2	1480	1	$1480/8=185$
3	1000	0	$185 \times 2=370$

## 第五章

**5-8** 什么是校验码？什么是奇偶校验码？请写出二进制数 0010110 的奇校验码和偶校验码。

答：（1）对传输的数据信息加上与其满足一定关系的冗余码，形成一个加强的符合一定规律的发送序列。这些冗余码称为校验码。校验码按功能分为检错码和纠错码。

（2）奇校验码是指在面向字符的数据传输中，在每个字符的 7 位数据码后附加一个校验位 0 或 1，使整个字符中二进制位 1 的个数为奇数；偶校验码是指在面向字符的数据传输中，在每个字符的 7 位数据码后附加一个校验位 0 或 1，使整个字符中二进制位 1 的个数为偶数。

（3）奇校验：0010110 0；偶校验：0010110 1。

**5-9** 待发送的数据为 1101011011。采用 CRC 的生成多项式是  $P(X)=X^4+X+1$ 。试求应添加的校验码。

答：生成多项式的用二进制表示为 10011，最高阶为 4，因此在数据后面需要先添加 4 个 0。

$$\begin{array}{r}
 \text{1100001010} \leftarrow Q \text{商} \\
 \text{除数 } P \rightarrow 10011 \overline{) 11010110110000} \leftarrow 2^n M \text{被除数} \\
 \underline{10011} \\
 10011 \\
 \underline{10011} \\
 000010110 \\
 \underline{10011} \\
 010100 \\
 \underline{10011} \\
 01110 \\
 1110 \leftarrow R \text{余数}
 \end{array}$$

余数 R 就是应当添加在数据后面的检验序列：1110。

**补充题 1.** 设要传输的数据是：0001 0000 0111 1110 1110 1111 1111 1100，

(1) 分别写出采用下列方法构成的帧：(a) 字符计数法；(b) BISYNC 的字符填充法；(c) 零比特填充法；(d) RS-232 的串行传输：每个 8 比特字符前面增加 1 个起始比特“0”，后面增加 1 个停止比特“1”。

(2) 计算上述每种方法的效率（有效数据量/传输总数据量）。

答：(1) (a) 传输的数据共 4 字节，因此在帧头加一个长度字节 0x05，构成的帧为：0000 0101 0001 0000 0111 1110 1110 1111 1111 1100

(b) BISYNC 的控制字符：SOH 0x01, EOT 0x02, DLE 0x10，由于数据的第一个字节与 DLE 相同，因此在成帧时需要在该字节前加上一个 DLE，再加上帧头和帧尾字符，构成的帧为：0000 0001 0001 0000 0001 0000 0111 1110 1110 1111 1111 1100 0000 0010

(c) 构成的帧为：0111 1110 0001 0000 0111 11 0 10 1110 1111 1 0 111 11 0 00 0111 1110

(d) 得到的帧为：0 0001 0000 1 0 0111 1110 1 0 1110 1111 1 0 1111 1100 1

(2) 各种方法的效率为：

(a)  $4/5=80\%$ ；(b)  $4/7=57.1\%$ ；(c)  $32/(32+16+3=51)=62.7\%$ ；(d)  $4/5=80\%$ 。

**补充题 2.** 若要传输一个 ASCII 字符 m(1101101)，采用汉明码进行校验(偶校验)。

(1) 校验信息至少应该为多少比特？

(2) 请写出完整的传输码字。

答：(1)  $(m + r + 1) \leq 2^r$ ， $m=7$ ，校验位  $r \geq 4$

(2) 位置编号 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

P1 P2 1 P3 1 0 1 P4 1 0 1

采用偶校验，校验位的值：P1=1（校验 3，5，7，9，11 对应位），

P2=1（校验 3，6，7，10，11 对应位），P3=0（校验 5，6，7 对应位），

P4=0（校验 9，10，11 对应位）

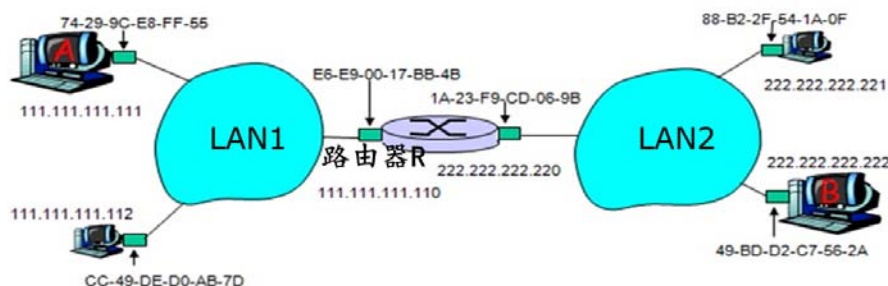
因此完整的传输码字为：1110 1010 101。

**补充题 3.** RARP 协议和 DHCP/BOOTP 协议都是通过 MAC 地址来获得本主机的 IP 地址，这两个协议有哪些区别？

答：1) RARP 是数据链路层协议，解决同一个子网上的主机或路由器的 IP 地址和硬件地址的映射问题，不会跨越路由器；BOOTP 是应用层协议，它可以跨越路由器，因而可以在多个子网上工作。

2) RARP 只能获得 IP 地址，而 DHCP 可以获得子网掩码、DNS 服务器地址、网关地址、启动程序地址等多项信息

**补充题 4.** 在本讲义 45 页的图中，主机 A 要发送一个 IP 包给主机 B，假设主机 A 和路由器的 ARP 缓存表均为空，请写出这个 IP 包的传输过程。



答：1)  
主机A先  
将目的

IP 地址与子网掩码相“与”，求出目的网络地址，发现不在同一个子网内，确定要先转发给路由器；

(2) 因为 ARP 缓存表为空，主机 A 不知道路由器的 MAC 地址，A 广播 ARP 请求(包含路由器的 IP 地址 111.111.111.110)，路由器左边的接口回送 ARP 响应(对应 MAC 地址是 E6-E9-00-17-BB-4B)，A 将 IP 包封装成帧并发送到 LAN1。

(3) 路由器收到帧，取出 IP 包，上交网络层，网络层根据目的 IP 地址进行路由选择，确定应转发给右边的接口。

(4) 路由器在 LAN2 广播 ARP 请求(包含 B 的 IP 地址 222.222.222.222)，主机 B 返回 ARP 响应(对应 MAC 地址是 49-BD-D2-C7-56-2A)，路由器将 IP 封装成帧并发送到 LAN2。

(5) 主机 B 接收到帧，取出 IP 包，交给网络层。

#### 补充题 5. 教材 p187 5.9.3

使用 Wireshark 捕获的一个 TCP 连接请求报文段如下，每字节的数据均用两位十六进制数据表示，其中物理层在其头部插入的前同步码、帧定界符，以及帧尾部的检验序列均已去掉，试分析：

- 1) 源 MAC 地址和目的 MAC 地址；
- 2) 目的 IP 地址和源 IP 地址(用点分十进制方式表示)；
- 3) IP 数据报所承载的传输层协议；
- 4) 计算该 IP 数据报的长度，并说明该数据报是否被分段。。

字节编号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0-15 字节	00	17	08	7D	89	71	00	1F	16	2B	2A	A1	08	00	45	00
16-31 字节	00	30	11	10	40	00	80	06	8F	83	0A	02	00	C9	77	4B
32-47 字节	D8	1E	C1	31	00	50	4A	43	A0	7B	00	00	00	00	70	02
48-63 字节	20	00	5A	57	00	00	02	04	05	B4	01	01	04	02		

答：1) 源 MAC 地址：00-1F-16-2B-2A-A1，目的 MAC 地址：00-17-08-7D-89-71

2) 源 IP 地址：0A0200C9，即 10.2.0.201，目的 IP 地址：774BD81E，即 119.75.216.30

3) 协议字段值为 0x06，因此传输层协议为 TCP

4) IP 包长度：0x0030，即 48 字节。MF=0 且段偏移量=0，说明该数据包没有被分段。

## 第六章

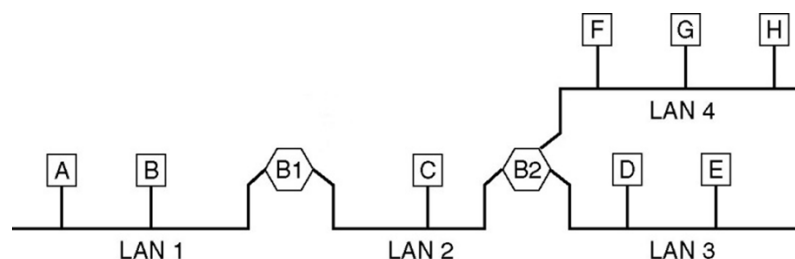
**6-8.** 假定使用 CSMA/CD 协议的 10Mbps 以太网中的某个站在发送数据时检测到冲突，执行退避算法时选择了随机数  $r=100$ 。试问这个站需要等待多长时间后才能再次发送数据？如果是 100Mbps 的以太网呢？

答：对于 10Mbps 的以太网，争用期（冲突窗口）为  $51.2 \mu s$ ，要退后 100 个争用期，等待时间是  $51.2 \mu s * 100 = 5.12ms$ ；

对于 100Mbps 的以太网，以太网争用期（冲突窗口）为  $5.12 \mu s$ ，要退后 100 个争用期，等待时间是  $5.12 \mu s * 100 = 512 \mu s$ 。

**补充题**下图中，网桥 B1 和 B2 均为透明网桥，其初始转发表均为空；主机按照下列次序发送数据。请填写出每一步，B1、B2 对帧的处理（转发、丢弃等），并画出 B1 和 B2 的最终转发表（站点地址、LAN 号）。

- 1) A 发一帧给 C    2) E 发一帧给 A    3) D 发一帧给 E    4) C 发一帧给 A
- 5) B 发一帧给 C



答：B1 和 B2 在每一步对帧的处理如下表所示：

序号	事件	B1 的处理	B2 的处理
1	A 发给 C	洪泛转发	洪泛转发
2	E 发给 A	转发到 LAN1	转发到 LAN2
3	D 发给 E	收不到帧	丢弃
4	C 发给 A	转发到 LAN1	丢弃
5	B 发给 C	转发到 LAN2	丢弃

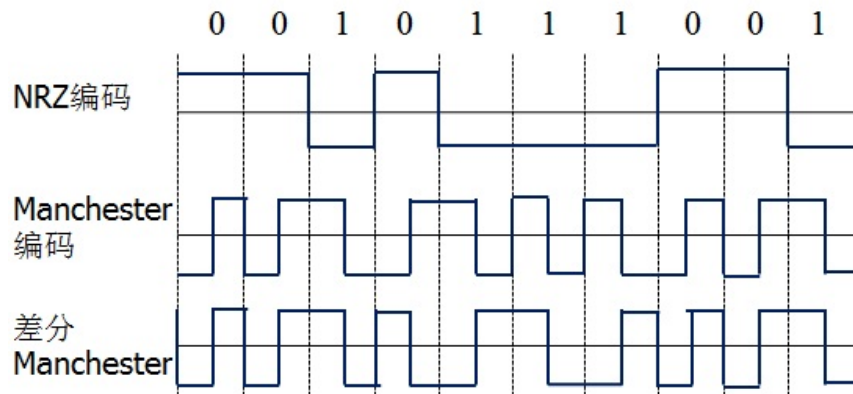
B1 的最终转发表		B2 的最终转发表	
站地址	LAN 号	站地址	LAN 号
A	LAN1	A	LAN2
E	LAN2	E	LAN3
<del>D</del>	<del>LAN2</del>	D	LAN3
C	LAN2	C	LAN2
B	LAN1	B	LAN2



## 第七章

**7-9.** 以 0010111001 为例画出不归零编码、曼彻斯特编码和差分曼彻斯特编码示意图。

答：假设 NRZ 编码中，高电平表示 0；曼彻斯特编码中，上跳变表示 0；差分曼彻斯特编码中，边缘有跳变表示 0。



**7-12** 简述 Hub 的工作原理、作用及其与中继器的区别。

答：Hub 又称为集线器，主要作用是连接双绞线构成 LAN，其工作原理是使用广播技术，即从某一个端口收到一个数据帧时，将帧发送到其他所有的端口。Hub 与中继器的主要区别在于 Hub 能提供多端口服务，因此也称为多端口中继器。

**补充题 1.** 已知电视频道的带宽是 6MHz，假定信道无噪声，若采用 16QAM 调制技术，最大数据率是多少？

答：根据奈奎斯特公式，最大数据率 =  $2 \times 6M \times \log_2 16 = 48\text{Mbps}$

**补充题 2.** 要在 50kHz 的信道上传输数据率为 1.544Mbps 的 T1 信号，信噪比应该是多少分贝？

答：根据香农公式， $1.544M = 50K \times \log_2(1+S/N)$ ，求出  $S/N \approx 2^{31}-1$

$10\log_{10}(S/N) \approx 93$  分贝