

题型分布：

是否题（10 分） 选择题（15 分） 填空题（15 分） 英文名称的详细信息（5 分） 计算题（16 分） 图表题（24 分） 综合分析题（15 分）

考后回忆：

黄色——填空 绿色——选择 红色——大题

知识点：

第一章

传播时延、发送时延的计算

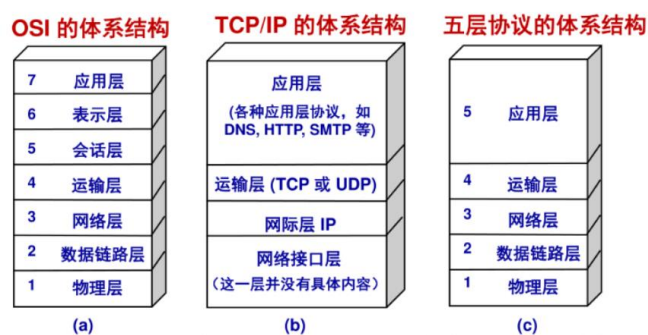
传播时延和传输时延、处理时延的关系

网络协议的三要素是什么：语法、语义、同步

TCP/IP 参考模型（有哪些层，每一层有哪些协议）

互联网的基础是 ARPAnet

OSI 参考模型各层的名称



(a) OSI 的七层协议；(b) TCP/IP 的四层协议；(c) 五层协议

N+1 层和 N 层的关系：N 向 N+1 提供服务

协议数据单元、服务数据单元

第二章

多路复用技术：频分、时分、CDMA

数字化的采样、量化与编码

理想条件下 $C=2W\log_2 M$

在信噪比和带宽已知的情况下，计算最大传输速率；或者在知道速率和信噪比的情况下求带宽。或者知道速率和带宽时求信噪比，或者已知两项求另一项（注意如果是 db 的话要进行转换）

CDMA 发送站发送数据（发送站如果有指定的码片序列，发送 1，发送什么序列，发送 0 发送什么序列、多站发送数据后叠加）、哪些站发了什么数据（码片序列与接收信号作内积得 1, 0, -1 进行判断）

调制技术、带宽与数据传输率之间的关系

物理层的 4 大特性：机械特性、电气特性、功能特性和过程特性（未考）

FDM、TDM、STDM、CDMA

第三章

PPP 协议透明数据传输（异步传输的字符填充法，同步传输的 0 比特填充法）

各种时延的特点

流量控制的概念

停等方式下的利用率，有效数据传输速率

连续 ARQ 和选择 ARQ 的发送窗口的大小与序号的长短的关系

CRC 码的计算、生成多项式对应的二进制串、对应的传输多项式（传输的二进制串），如何判别有无错误，编码效率（有效数据/传输总数据），有漏检

MAC 帧的前导码和帧首定界符

以太网的最小帧大小、最大帧大小

在跨距确定的情况下求最小帧大小，或反过来

检测冲突的最小时间和最大时间

二进制退避算法的退避时间的计算

MAC 地址

10M 以太网采用哪种编码方式（发送什么数据画出编码，或者反之）、信号的波特率是多少
集线器、交换机连网，系统的带宽、每个节点的带宽

冲突域、广播域的概念，什么设备可以隔离冲突域（交换机），什么设备可以隔离广播域（路由器）

在不划分 VLAN 的情况下，交换机连接的计算机是不同的冲突域，同一个广播域

网桥的工作过程（某个站点发送信息后，网桥执行什么操作）地址的登记、转发、丢弃？以及转发表的内容

交换机收到帧后的操作（交换表：写入什么新项，更新原项的时间；是否广播给源端口外的所有端口或者只发给某一个端口，或者过滤）

交换如何转发过滤的

透明网桥的生成树算法解决了什么问题（路由环路）

千兆位以太网解决网络跨距和效率的方法

VLAN 是不同的冲突域和广播域，VLAN 的概念

MAC, VLAN, CSMA/CD

各层网络互连的设备

第四章

IP 地址的分类（主机可分配使用的地址）（考了广播地址）、默认子网掩码，有效可用地址、有多少各类地址、每个网络有多少主机地址，各类地址的特点，每类地址的第一个字节的范围

一个地址块有哪些地址，地址块的最大地址、最小地址、地址数、可用地址数，地址块的地址、广播地址，地址块可用的最小地址和最大地址，根据前缀确定掩码，一组地址确定是否属于一个网段、是否能直接通信、求网络地址、广播地址、可用地址

IP 数据报的分片、（已知 TCP 数据部分、UDP 的数据部分、TCP 数据段大小、UDP 报文或 IP 数据部分，甚至应用层的报文，那还要知道其对应使用 UDP 还是 TCP）封装后的分片，各片的情况（标识、总长度、数据长度、首部长度、MF、DF、片偏移量，实际存放在内的值）

ICMP 报文的种类，ping 命令（询问报文-应用层直接使用 ICMP），tracert 命令是何种报文（差错报告报文-UNIX 下 UDP），分别使用了什么协议或什么技术，ping 不通过传输层（判

断)

ARP 的工作原理，什么时候使用 ARP

路由器对网络上数据的处理过程

路由过程中 MAC 地址和 IP 地址的变化，采用 ARP 协议获取下一跳的 MAC 地址

内部网关协议（自治系统内）、外部网关协议（自治系统之间）

RIP 报文对路由表的更新及理由

RIP、OSPF、BGP 怎么传输的，分别基于什么算法，OSPF 如何获知邻居的可达到性的（10s 交换一次 Hello 问候分组）

协议	RIP	OSPF	BGP
类型	内部	内部	外部
路由算法	距离向量	链路状态	路径向量
传递协议	UDP	IP	TCP
路径选择	跳数最少	代价最低	较好，非最佳
交换结点	和本结点相邻的路由器	网络中的所有路由器	和本结点相邻的路由器
交换内容	当前本路由器知道的全部信息，即自己的路由表	与本路由器相邻的所有路由器的链路状态	路径向量
何时交换	固定时间间隔	链路状态发生变化	有变化时只更新变化的部分
首部长度	首部4路由4	24	19
特点	最多15跳（16不可达） “好消息传的快，坏消息传得慢” 小型网		

CIDR 下网络地址的路由聚合

物理网络多播地址的产生

ARP、RARP、ICMP、RIP、IP、BGP(Border Gateway Protocol)

第五章

传输层提供什么逻辑通信（应用进程间的逻辑通信）

套接字的组成（IP+端口号）（未考）

TCP 的特点和 UDP 的特点，

TCP、UDP 校验码的计算包括哪些部分（首部 数据 伪首部），伪首部的组成，而 IP 仅仅检查首部

TCP 连接建立、数据发送、连接释放过程（各字段的值 SYN、ACK、seq, ack, FIN 如何变化）

TCP 的序号、确认号与数据长度之间的关系

TCP 中拥塞窗口、门限值的计算，慢开始、拥塞避免的拥塞窗口的增长规律（线性、指数）等等

TCP、UDP

应用层常用的协议，哪些采用 TCP，哪些采用 UDP

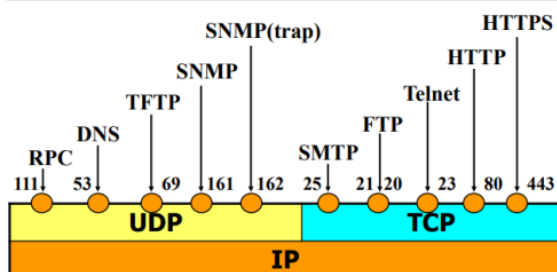
应用层常用的协议，使用 TCP 还是 UDP，以及端口号

使用UDP和TCP的应用层协议和端口号

使用UDP和TCP的应用举例

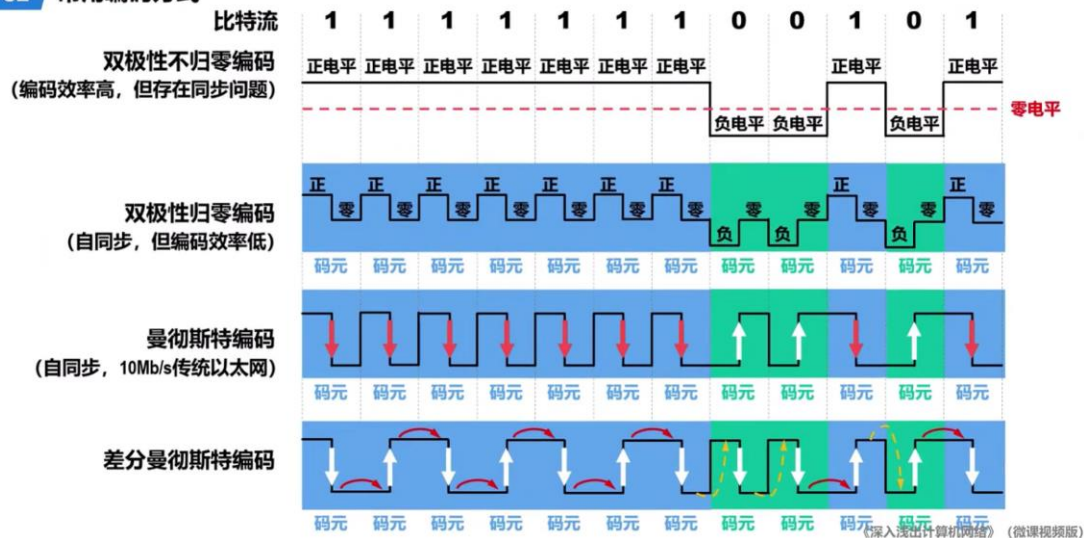
应用	应用层协议	运输层协议
名字转换	DNS	UDP
文件传送	TFTP	UDP
路由选择协议	RIP	UDP
IP地址配置	BOOTP、DHCP	UDP
网络管理	SNMP	UDP
远程文件服务	NFS	UDP
多播	IGMP	UDP
电子邮件	SMTP	TCP
远程终端接入	TELNET	TCP
万维网	HTTP	TCP
文件传送	FTP	TCP

常用的熟知端口

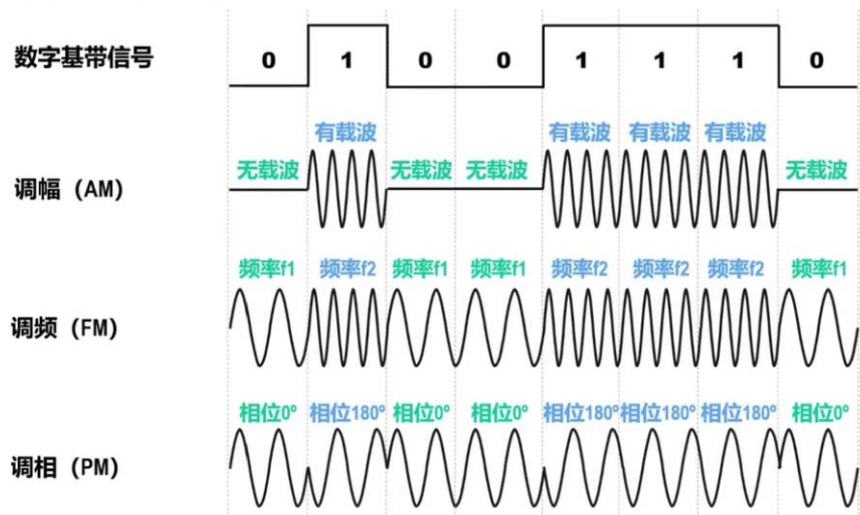


大题考点速通 (By 湖科大教书匠)

02 常用编码方式



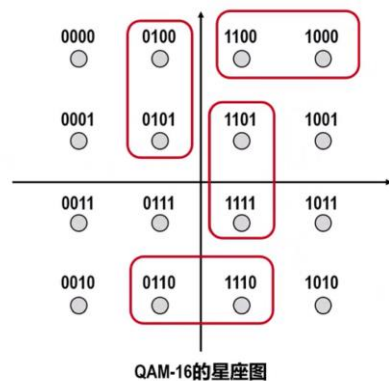
03 基本的带通调制方法和混合调制方法



03 基本的带通调制方法和混合调制方法

混合调制方法举例——正交振幅调制QAM-16

- 12种相位
- 每种相位有1或2种振幅可选
- 可以调制出16种码元 (波形), 每种码元可以对应表示4个比特 ($\log_2 16=4$)
- 每个码元与4个比特的对应关系采用格雷码, 即任意两个相邻码元只有1个比特不同



奈氏准则	香农公式
<p>理想低通信道的最高码元传输速率 = $2W$ Baud = $2W$ 码元/秒</p> <p>W: 信道的频率带宽 (单位为Hz) Baud: 波特, 即码元/秒</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 使用奈氏准则给出的公式, 就可以根据信道的频率带宽, 计算出信道的最高码元传输速率。 ■ 只要码元传输速率不超过根据奈氏准则计算出的上限, 就可以避免码间串扰。 ■ 奈氏准则给出的是理想低通信道的最高码元传输速率, 它和实际信道有较大的差别。因此, 一个实际的信道所能传输的最高码元传输速率, 要明显低于奈氏准则给出的上限值。 ■ 码元传输速率又称为波特率、调制速率、波形速率或符号速率。 ■ 波特率与比特率有一定的关系: <ul style="list-style-type: none"> □ 当1个码元只携带1比特的信息量时, 波特率 (码元/秒) 与比特率 (比特/秒) 在数值上是相等的。 □ 当1个码元携带n比特的信息量时, 波特率 (码元/秒) 转换成比特率 (比特/秒) 时, 数值要乘以n。 	<p>带宽受限且有高斯白噪声干扰的信道的极限信息传输速率</p> $C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (b/s)$ <p>C: 信道的极限信息传输速率 (单位为b/s)</p> <p>W: 信道的频率带宽 (单位为Hz)</p> <p>S: 信道内所传信号的平均功率 N: 信道内的高斯噪声功率</p> <p>S/N: 信噪比, 常用分贝 (dB) 表示</p> $\text{信噪比 (dB)} = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right) \quad (dB)$ <ul style="list-style-type: none"> ■ 信道的频率带宽W或信道中的信噪比S/N越大, 信道的极限信息传输速率C就越高。 ■ 实际信道不可能无限制地提高频率带宽W或信道中的信噪比S/N。 ■ 实际信道中能够达到的信息传输速率, 要比香农公式给出的极限传输速率低不少。这是因为在实际信道中, 信号还要受到其他一些损伤, 例如各种脉冲干扰和信号衰减等, 这些因素在香农公式中并未考虑。

在信道的频率带宽W一定的情况下, 根据奈氏准则和香农公式, 要想提高信息的传输速率, 就必须采用多元制 (更复杂的调制技术), 并努力提高信道中的信噪比。
自从香农公式发表后, 各种新的信号处理和调制方法就不断出现, 其目的都是为了使码元可以携带更多个比特, 进而可以尽可能地接近香农公式给出的传输速率极限。

【2017年 题34】若信道在无噪声情况下的极限数据传输速率不小于信噪比为30dB条件下的极限数据传输速率, 则信号的状态数至少是 (D)。

A. 4 B. 8 C. 16 D. 32

解析

设信号状态数 (可调制出的不同基本波形或码元数量) 为X

则每种码元可携带的比特数量为 $\log_2 X$

信道在无噪声情况下的极限数据传输速率 (用奈氏准则计算) = $2W$ (码元/秒) = $2W \log_2 X$ (比特/秒)

30dB信噪比条件下的极限数据传输速率 (用香农公式计算) = $W \log_2 (1+1000)$ (比特/秒)

根据题意列出不等式 $2W \log_2 X \geq W \log_2 (1+1000)$ 解得 $X \geq 32$

03 循环冗余校验

【CRC举例】接收到的信息为101101001, 生成多项式为 $G(X) = X^3 + X^2 + 1$, 判断传输是否误码?

1	构造“被除数” 接收到的信息作为被除数
2	构造“除数” 生成多项式各项系数构成的比特串作为除数
3	做“二进制模2除法” 相当于对应位进行逻辑异或运算
4	检查“余数” 余数为0, 可认为传输过程无误码; 余数不为0, 可认为传输过程产生了误码。

$$\begin{array}{r}
 110010 \\
 1101 \overline{) 101101001} \\
 \oplus 1101 \\
 \hline
 1100 \\
 \oplus 1101 \\
 \hline
 1100 \\
 \oplus 1101 \\
 \hline
 11
 \end{array}$$

余数不为0
可认为传输过程产生了误码!

03 PPP帧的透明传输

面向比特的同步链路使用零比特填充来实现透明传输



发送方的处理:

对帧的数据载荷进行扫描（一般由硬件完成），每出现5个连续的比特1，则在其后填充一个比特0。

接收方的处理:

对帧的数据载荷进行扫描，每出现5个连续的比特1时，就把其后的一个比特0删除。

03 PPP帧的透明传输

面向字节的异步链路使用字节填充来实现透明传输[RFC1662]



发送方的处理:

- (1) 将数据载荷中出现的每一个0x7E减去0x20（相当于异或0x20），然后在其前面插入转义字符0x7D。
- (2) 若数据载荷中原来就含有0x7D，则把每一个0x7D减去0x20，然后在其前面插入转义字符0x7D。
- (3) 将数据载荷中出现的每一个ASCII码控制字符（即数值小于0x20的字符），加上0x20（相当于异或0x20，将其转换成非控制字符），然后在其前面插入转义字符0x7D。

接收方的处理:

进行与发送方相反的变换，就可以正确地恢复出未经过字节填充的原始数据载荷。

01 共享式以太网的争用期

- 使用CSMA/CD协议的共享总线以太网上的任意站点在发送帧的过程中都可能会遭遇碰撞。
- 站点从发送帧开始，最多经过时长 2τ （即 $\delta \rightarrow 0$ ）就可检测出所发送的帧是否遭遇了碰撞。
- 因此，共享总线以太网的端到端往返时间 2τ 被称为争用期（Contention Period）或碰撞窗口（Collision Window），它是一个非常重要的参数。
 - ☐ 站点从发送帧开始，经过争用期 2τ 这段时间还没有检测到碰撞，就可以肯定这次发送不会产生碰撞。
- 从争用期的概念可以看出，共享总线以太网上的每一个站点从发送帧开始，到之后的一小段时间内，都有可能遭遇碰撞，而这一小段时间的长短是不确定的，它取决于另一个发送帧的站点与本站点的距离，但不会超过总线的端到端往返传播时延，即一个争用期 2τ 。
 - ☐ 很显然，总线的长度越长（单程端到端传播时延越大），网络中站点数量越多，发生碰撞的概率就越大。
 - ☐ 因此，共享以太网的总线长度不能太长，接入的站点数量也不能太多。

01 共享式以太网的争用期

■ 10Mb/s共享总线以太网（传统以太网）规定：争用期 2τ 的值为512比特的发送时间，即 $51.2\mu s$ 。

$$\text{争用期 } 2\tau = \frac{512 \text{ b}}{10 \text{ Mb/s}} = \frac{512 \text{ b}}{10 \times 10^6 \text{ b/s}} = 51.2\mu s$$

除考虑了信号传播时延外，还考虑到网络中可能存在转发器所带来的时延以及产生碰撞时继续发送32比特或48比特人为干扰信号所持续的时间等。

$$\text{单程端到端传播时延 } \tau = \frac{51.2\mu s}{2} = 25.6\mu s$$

假设信号的传播速率为 $2 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\text{则总线长度为 } 2 \times 10^8 \text{ m/s} \times 25.6\mu s = 5120 \text{ m}$$

共享总线以太网规定：总线长度不能超过2500m。

以太网V2的MAC帧（最大长度1518B）				
目的地址	源地址	类型	数据载荷	FCS
6B	6B	2B	46B ~ 1500B	4B

满足最小帧长为64B的要求
(6B + 6B + 2B + 46B + 4B = 64B)

01 IPv4地址的分类编址方法

32比特的IPv4地址	
网络号	主机号
<ul style="list-style-type: none"> ● 标志主机（或路由器）的接口所连接到的网络 ● 同一个网络中，不同主机（或路由器）的接口的IPv4地址的网络号必须相同，表示它们属于同一个网络。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 标志主机（或路由器）的接口 ● 同一个网络中，不同主机（或路由器）的接口的IPv4地址的主机号必须各不相同，以便区分各主机（或路由器）的接口。

01 IPv4地址的分类编址方法

■ A类、B类和C类地址都是单播地址，只有单播地址可以分配给网络中的主机（或路由器）的各接口。

■ 主机号为“全0”的地址是网络地址，不能分配给主机（或路由器）的各接口。

■ 主机号为“全1”的地址是广播地址，不能分配给主机（或路由器）的各接口。

A类地址	8位 0 网络号	24位 主机号
B类地址	16位 10 网络号	16位 主机号
C类地址	24位 110 网络号	8位 主机号
D类地址	1110	多播地址
E类地址	1111	保留地址

网络类别	最小可指派网络号	最大可指派网络号	可指派网络数量	每个网络中最大可分配地址数量	不能指派的网络号	占总地址空间
A	1	126	126 ($2^8 - 1 - 2$)	16777214 ($2^{24} - 2$)	0和127	50% ($2^{32-1} / 2^{32}$)
B	128.0	191.255	16384 (2^{16-2})	65534 ($2^{16} - 2$)	无	25% ($2^{32-2} / 2^{32}$)
C	192.0.0	223.255.255	2097152 (2^{24-3})	254 ($2^8 - 2$)	无	12.5% ($2^{32-3} / 2^{32}$)

一般不使用的特殊IPv4地址

网络号	主机号	IP地址	作为源地址	作为目的地址	表示的意思
0	0	0.0.0.0	可以	不可以	在本网络上的本主机（例如，DHCP协议）
0	host-id	0.host-id	可以	不可以	在本网络上的某台主机host-id
全1	全1	255.255.255.255	不可以	可以	只在本网络上进行广播（各路由器均不转发）
net-id	全1	A类：net-id.255.255.255 B类：net-id.255.255 C类：net-id.255	不可以	可以	对网络net-id上的所有主机进行广播
127	非全0或全1的任何数	127.0.0.1~127.255.255.254	可以	可以	用于本地软件环回测试

01 IPv4地址的划分子网编址方法

■ 随着更多的中小网络加入因特网，IPv4分类编址方法不够灵活、容易造成大量IPv4地址资源浪费的缺点就暴露出来了。

■ 为新增网络申请新的网络号存在以下弊端：

- ☐ 需要等待时间和花费更多的费用 ☐ 会增加其他路由器中路由条目的数量 ☐ 浪费原有网络号中剩余的大量地址

■ 子网掩码可以表明分类IPv4地址的主机号部分被借用了几个比特作为子网号。

■ 与IPv4地址类似，子网掩码也是由32比特构成的。

- ☐ 用左起多个连续的比特1对应IPv4地址中的网络号和子网号； ☐ 之后的多个连续的比特0对应IPv4地址中的主机号。

■ 将划分子网的IPv4地址与相应的子网掩码进行逐比特的逻辑与运算，就可得到该IPv4地址所在子网的网络地址。

■ 给定一个分类的IPv4地址和其相应的子网掩码，就可得出子网划分的细节：

- ☐ 划分出的子网数量 ☐ 每个子网可分配的地址数量
☐ 每个子网的网络地址和广播地址 ☐ 每个子网可分配的最小地址和最大地址

■ 默认子网掩码是指在未划分子网的情况下使用的子网掩码。

- ☐ A类：255.0.0.0 ☐ B类：255.255.0.0 ☐ C类：255.255.255.0

01 IPv4地址的无分类编址方法

■ 为了简便起见，可以不明确给出配套的地址掩码的点分十进制形式，而是在无分类编址的IPv4地址后面加上斜线“/”，在斜线之后写上网络前缀所占的比特数量（也就是地址掩码中左起连续比特1的数量），这种记法称为斜线记法。

【举例】

128.14.35.7 / 20

网络前缀：20比特
主机号：12比特 (32-20)

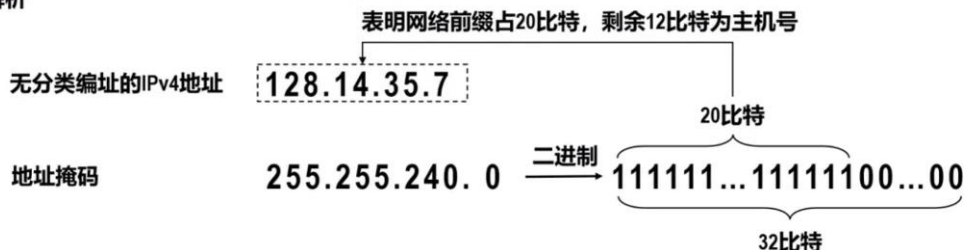
01 IPv4地址的无分类编址方法

■ 无分类编址方法使用的**地址掩码**与划分子网使用的**子网掩码**类似，由32比特构成。

- ☐ 用左起多个**连续的比特1**对应IPv4地址中的**网络前缀**；
- ☐ 之后的多个**连续的比特0**对应IPv4地址中的**主机号**。

【举例】假设给定的无分类编址的IPv4地址为128.14.35.7，配套给定的地址掩码为255.255.240.0，请指出该IPv4地址的网络前缀和主机号各自的长度。

解析



01 IPv4地址的无分类编址方法

■ 实际上，无分类域间路由选择CIDR是将网络前缀都相同的、连续的多个无分类IPv4地址，组成一个**CIDR地址块**，只要知道CIDR地址块中的任何一个地址，就可以知道该地址块的以下全部细节：

- ☐ 地址块中的**最小地址**
- ☐ 地址块中的**最大地址**
- ☐ 地址块中的**地址数量**
- ☐ 地址块中**聚合某类网络（A类、B类、C类）的数量**
- ☐ **地址掩码**

■ 使用CIDR的一个好处是，可以根据客户的需要**分配适当大小的CIDR地址块**，因此可以更加有效地分配IPv4的地址空间。

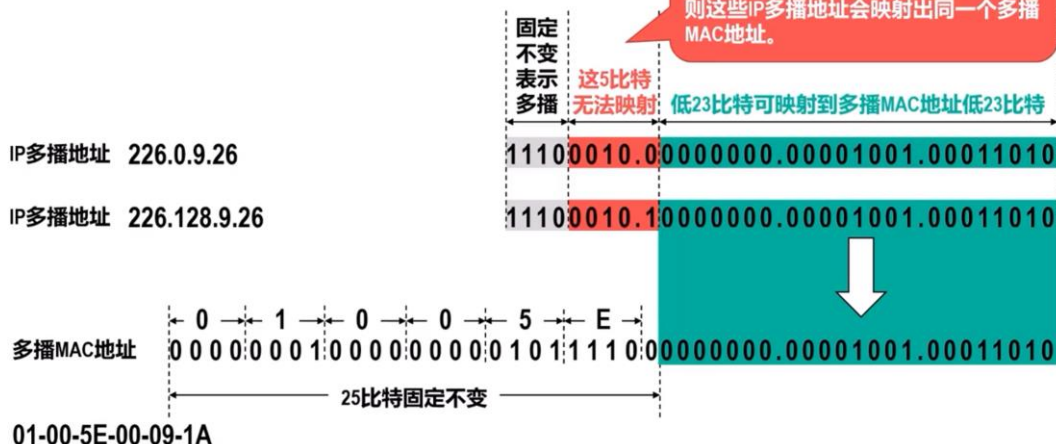
■ 使用CIDR的另一个好处是**路由聚合（也称为构造超网）**。

网络前缀越长，地址块越小，路由越具体；

■ 若路由器查表转发分组时发现有多条路由条目匹配，则选择网络前缀最长的那条路由条目，这称为**最长前缀匹配**，因为这样的路由更具体。

01 在局域网上进行硬件多播

【举例】IP多播地址与多播MAC地址的映射关系并不是唯一的。



网际组管理协议IGMP

- 网际组管理协议 (Internet Group Management Protocol, IGMP) 是TCP/IP体系结构网络层中的协议, 其作用是让连接在本地局域网上的多播路由器知道本局域网上有无主机 (实际上是主机中的某个进程) 加入或退出了某个多播组。
- IGMP仅在本网络有效, 使用IGMP并不能知道多播组所包含的成员数量, 也不能知道多播组的成员都分布在哪些网络中。
- 仅使用IGMP并不能在因特网上进行IP多播。连接在局域网上的多播路由器还必须和因特网上的其他多播路由器协同工作, 以便把IP多播数据报用最小的代价传送给所有的多播组成员, 这就需要使用多播路由选择协议。

多播路由选择协议

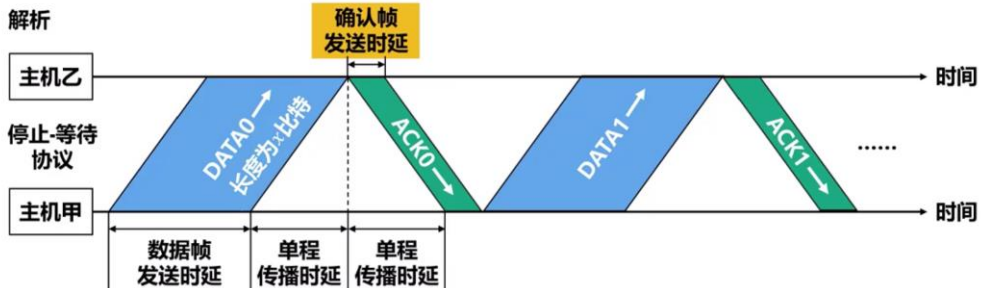
- 多播路由选择协议的主要任务是: 在多播路由器之间为每个多播组建立一个多播转发树。
- 多播转发树连接多播源和所有拥有该多播组成员的路由器。
- IP多播数据报只要沿着多播转发树进行洪泛, 就能被传送到所有拥有该多播组成员的多播路由器。
- 之后, 在多播路由器所直连的局域网内, 多播路由器通过硬件多播, 将IP多播数据报发送给该多播组的所有成员。
- 针对不同的多播组需要维护不同的多播转发树, 而且必须动态地适应多播组成员的变化, 但此时网络拓扑并不一定发生变化, 因此多播路由选择协议要比单播路由选择协议 (例如RIP、OSPF等) 复杂得多。
- 即使某个主机不是任何多播组的成员, 它也可以向任何多播组发送多播数据报。
- 为了覆盖多播组的所有成员, 多播转发树可能要经过一些没有多播组成员的路由器。

02 停止-等待协议的信道利用率

【2018年 题36】主机甲采用停-等协议向主机乙发送数据, 数据传输速率是3kbps, 单向传播延时是200ms, 忽略确认帧的传输延时。当信道利用率等于40%时, 数据帧的长度为 (D)。

A. 240比特 B. 400比特 C. 480比特 D. 800比特

解析



$$\text{信道利用率} = \frac{\text{数据帧的发送时延}}{\text{数据帧的发送时延} + \text{单程传播时延} \times 2}$$

$$40\% = \frac{\frac{x \cdot b}{3k \cdot b/s}}{\frac{x \cdot b}{3k \cdot b/s} + 200ms \times 2}$$

解得 $x = 800b$

01 回退N帧协议

发送方

- 发送窗口 W_T 的取值范围是 $1 < W_T \leq (2^n - 1)$, 其中, n 是构成分组序号的比特数量。
- 如果 $W_T = 1$ 变成了停止-等待协议
- 如果 $W_T > (2^n - 1)$ 接收方无法分辨新旧数据分组
- 可在未收到接收方确认分组的情况下, 将序号落入发送窗口内的多个数据分组全部发送出去。
- 只有收到对已发送数据分组的确认分组时, 发送窗口才能向前滑动到相应位置。
- 收到多个重复确认时, 可在重传计时器超时前尽早开始重传, 由具体实现决定。
- 发送窗口内某个已发送的数据分组产生超时重传时, 发送窗口内该数据分组的后续已发送的数据分组也必须全部重传, 这就是回退N帧 (Go-back-N, GBN) 协议名称的由来。

接收方

- 接收窗口 $W_R = 1$ 的, 因此只能按序接收数据分组。
- 只接收序号落入接收窗口内且无误码的数据分组, 并且将接收窗口向前滑动一个位置, 与此同时给发送方发送相应的确认分组。
- 为了减少开销, 接收方不必每收到一个按序到达且无误码的数据分组就给发送方发送一个相应的确认分组。
- 可以在连续收到多个按序到达且无误码的数据分组后 (数量由具体实现决定), 才针对最后一个数据分组发送确认分组, 这称为累积确认。
- 或者可以在自己已有数据分组要发送时才对之前按序接收且无误码的数据分组进行捎带确认。
- 接收方收到未按序到达的数据分组后, 除丢弃外, 还可对之前最后一个按序到达的数据分组进行重复确认, 以便发送方尽快重传。

回退N帧协议在流水线传输的基础上, 利用发送窗口来限制发送方连续发送数据分组的数量, 是一种连续ARQ协议。在回退N帧协议的工作过程中, 发送窗口和接收窗口不断向前滑动, 因此这类协议又称为滑动窗口协议。在信道质量较差 (容易出现误码) 的情况下, 回退N帧协议的信道利用率并不比停止-等待协议的信道利用率高。

01 选择重传协议

从滑动窗口的角度对比停止-等待协议、回退N帧协议和选择重传协议

停止-等待协议	回退N帧协议	选择重传协议
<p>仅用1个比特给分组编号</p> <p>$W_T = 1$</p> <p>$W_R = 1$</p>	<p>用$n(n > 1)$个比特给分组编号</p> <p>$1 < W_T \leq (2^n - 1)$</p> <p>$W_R = 1$</p> <p>W_T 超过上限 无法分辨 新旧数据分组</p>	<p>用$n(n > 1)$个比特给分组编号</p> <p>W_R 超过 W_T 没有意义</p> <p>$1 < W_R \leq W_T$</p> <p>$W_T + W_R \leq 2^n$</p> <p>$1 < W_R \leq 2^{(n-1)}$</p> <p>确保接收窗口向前滑动后, 落入接收窗口内的新序号与之前的旧序号没有重叠, 避免无法分辨新旧数据分组。</p> <p>当 W_R 取最大值 $2^{(n-1)}$ 时, W_T 能取到的最大值也为 $2^{(n-1)}$。</p>

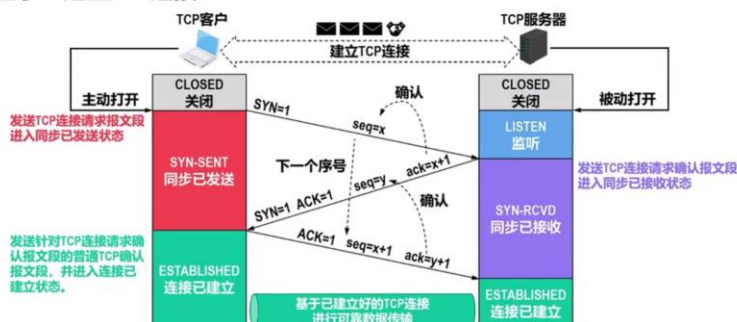
01 选择重传协议

用 $n(n > 1)$ 个比特给分组编号, 发送窗口 W_T 与接收窗口 W_R 的关系如下:

<p>W_R 超过 W_T 没有意义</p> <p>确保接收窗口向前滑动后, 落入接收窗口内的新序号与之前的旧序号没有重叠, 避免无法分辨新旧数据分组。</p>	<p>$1 < W_R \leq W_T$</p> <p>$W_T + W_R \leq 2^n$</p> <p>$1 < W_R \leq 2^{(n-1)}$</p>	<p>当 W_R 取最大值 $2^{(n-1)}$ 时, W_T 能取到的最大值也为 $2^{(n-1)}$。</p>
--	--	---

发送方	接收方
<ul style="list-style-type: none"> 可在未收到接收方确认分组的情况下, 将序号落入发送窗口内的多个数据分组全部发送出去。 只有按序收到对已发送数据分组的确认分组时, 发送窗口才能向前滑动到相应位置。 如果收到未按序到达的确认分组, 应对其进行记录, 以防止其相应数据分组的超时重发, 但发送窗口不能向前滑动。 	<ul style="list-style-type: none"> 可接收未按序到达但没有误码并且序号落入接收窗口内的数据分组。 为了使发送方仅重传出现差错的分组, 接收方不再采用累积确认, 而需要对每一个正确接收到的数据分组进行逐一确认。 只有在按序接收数据分组后, 接收窗口才能向前滑动到相应位置。

01 “三报文握手”建立TCP连接



请同学们注意:

- TCP规定SYN被设置为1的报文段 (例如TCP连接请求报文段和TCP连接请求确认报文段) 不能携带数据, 但要消耗掉一个序号。
 - 按上述规定, TCP连接请求报文段不能携带数据 (即没有数据载荷), 但是会消耗掉序号x。
 - 因此, TCP客户进程下一次发送的TCP报文段的数据载荷的第一个字节的序号为x+1。
- TCP规定普通的TCP确认报文段可以携带数据, 但如果不携带数据, 则不消耗序号。
 - 如果该报文段不携带数据, 则TCP客户进程要发送的下一个数据报文段的序号仍为x+1。

01

“四报文挥手” 释放TCP连接

