



用CRC校验求冗余校验码.

$G(x)$

$U(x)$

1. 采用CRC 校验,生成多项式为11011,待发送的信息是1101001110,求冗余校验

码.

5位.加5-1个"0"

$$\begin{array}{r}
 11011 \overline{) 1101001110000} \\
 \underline{11011} \\
 000010111 \\
 \underline{00001} \\
 011000 \\
 \underline{01101} \\
 00011000 \\
 \underline{00011} \\
 000110
 \end{array}$$

① 添"0" $\rightarrow n-1 = \text{最高次数}$.

② "同0异1"的运算.

③ 冗余校验码为 $U(x) + \text{余数}$.

$n-1 \text{ 位}$.

1. 采用CRC 校验, $G(x) = x^3 + x^2 + 1$, 接收方收到的比特序列是11001100110011.

判断是否出现传输错误?

$$G(x) = x^3 + x^2 + 0x^1 + x^0$$

\Rightarrow 生成多项式为1101

$$\begin{array}{r}
 1101 \overline{) 11001100110011} \\
 \underline{1101} \\
 1110 \\
 \underline{1101} \\
 1101 \\
 \underline{1101} \\
 1001 \\
 \underline{1001} \\
 100
 \end{array}$$

这个不用加0! "0"!

余数不为0 \Rightarrow 有传输错误.

奈氏、香农

① 香农“数据传输率”要用波特率转换。

奈氏准则: $B = 2 \times W$ (band)
波特率 信道带宽 (Hz)

比特率与波特率的关系: $S = B \times \log_2 N$ N 为码元状态数

波特 \rightarrow 数据传输
(B)

$$S = 2 \times W \times \log_2 N$$

eg. 八相调制: $C = 3 \times B$

香农定理: $C = W \times \log_2 (1 + S/N)$ (bps)

信道
带宽

信噪比: $10 \times \log_{10} (S/N)$ (dB)

S : 平均信号功率
 N : 平均噪声功率

IPv4 编址

网络类别	第一个可指派的网络号	最后一个可指派的网络号	最大可指派的网络数量	每个网络中的最大主机数量	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	1/2 ($2^{(32-1)} / 2^{32}$)
B	128.0	191.255	16384 ($2^{(16-2)}$)	65534 ($2^{16} - 2$)	无	1/4 ($2^{(32-2)} / 2^{32}$)
C	192.0.0	223.255.255	2097152 ($2^{(24-3)}$)	254 ($2^8 - 2$)	无	1/8 ($2^{(32-3)} / 2^{32}$)

网络类别	作用	第一个地址	最后一个地址	地址数量	占总地址空间
D	多播地址	224.0.0.0	239.255.255.255	268435456 (2^{28})	1/16 ($2^{(32-4)} / 2^{32}$)
E	保留为今后使用	240.0.0.0	255.255.255.255	268435456 (2^{28})	1/16 ($2^{(32-4)} / 2^{32}$)

■ 32比特的子网掩码可以表明分类IP地址的主机号部分被借用了几个比特作为子网号

- ☐ 子网掩码使用连续的比特1来对应网络号和子网号
- ☐ 子网掩码使用连续的比特0来对应主机号

☐ 将划分子网的IPv4地址与其相应的子网掩码进行逻辑与运算就可得到IPv4地址所在子网的网络地址

注意看题，可能有“全0全1子网不算”。

- ① 是哪类。
- ② 用子网掩码判断 子网号几位。
- ③ 看题目要求，“全0全1”子网算不算。
- ④ “主机数”要减网络地址 广播地址。

看“/”后的数
将CIDR地址块划分。

分类编址

无分类编址

在划分子网时，若需2种分配方式。

eg. 设2位子网号，6位主机号 ($2^6 - 2 = 62$ 主机)。

但有要求：子网主机数为 10、60、120。

时分为

0 / 0000000 100 台
10 / 0000000
11 / 0000000

用广播地址来联系某子网的全部主机

有“IP地址范围”就要找 全网络号 全广播号

MTU·传输·IPv4数据报首部格式·

IP包总长度 > 20
数据部分 = 数据长度 - 首部长度

4. 在采用 TCP/IP 协议的网中,网络的 MTU 为 1480, 一个 IP 包的数据部分为 2000 字节, 问分几段传输? 每段的偏移量是多少? $1480 - 20 = 1460$

题给: 要传的数据为 A 字节, $MTU = B$

① 分几段传输

2种问法

看 $A - 20$ 在 $B - 20$ 的几倍内.

也可能不用 -20
eg. $2000 - 20 \in (1480 - 20)$

$(1480 - 20) \times 2 \rightarrow 2$ 段

② 每段的偏移量

第一段偏移量为 0.

$(B - 20) \div 8$ 向下取整

eg. $(1480 - 20) \div 8 = 185$

要是有多个分片, 求偏移量地址 $\div 8$.

③ 分片最大长度

取小于 $B - 20$ 且能整除 8 的最大整数.

eg. $\lfloor (1480 - 20) \div 8 \rfloor \times 8 = 185 \times 8 = 1480$

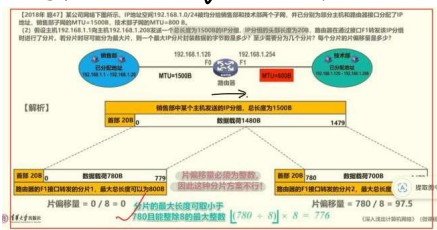
④ 每段长度

第一段 $0 \sim (1480 - 1)$

第二段 $1480 \sim [(A - 20) - \text{第一段}] - 1$

若分段数大于 2, 则偏移量成倍即可.

最后一段长度为 $(A - 20) - \text{前几段总长度}$
即剩余长度.



编码与解码

非极性编码

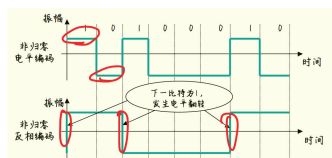


极化编码

① 非归零编码 NRZ

反向非归零 NRZ

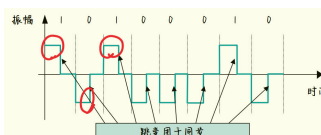
非归零: 后半段为0



遇'1'翻转

② 归零编码 RZ

归零: 要么1要么0只在上或下



只看前半段, 1高0低
后半段归零

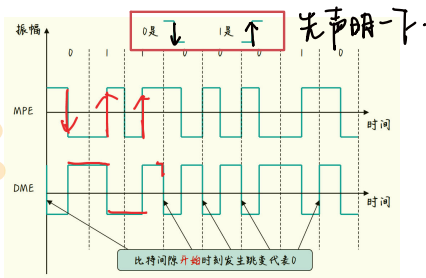
③ 双相位编码

在中间, 0个1, 先画出个, 再逆回来

曼彻斯特

差分曼彻斯特

个是0则变, 是1不变
在每个中间都翻下

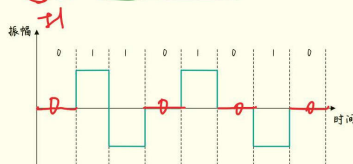


0变, 1不变

都从"1"开始画

信号交替反转码(AMI)

- 0电平代表比特0,
- 比特1由交替的正负电平代表



CSMA/CD

求最短帧长

单位!

■ 最短帧长的计算公式:

$$F_{min} = 2R \times D/V$$

$$F = 2R \times \frac{D}{V}$$

= 时间

■ F_{min} : 最短数据帧长 (bit)

■ R : 数据传输速率 (bps)

■ D : 任意两站点间的最大距离 (m)

又叫冲突域

■ V : 电子传播速度 (m/s)

信号传播速度, 与介质有关

若有延时 t (传输中通过集线器连接, 延时为 t)

$$F_{min} = 2R \left(\frac{D}{V} + t \right)$$

单位转换

1. 速率

数据量的单位	换算关系
比特 (b)	基本单位
字节 (B)	1B = 8bit
千字节 (KB)	KB = 2^{10} B
兆字节 (MB)	MB = K·KB = 2^{20} B
吉字节 (GB)	GB = K·MB = 2^{30} B
太字节 (TB)	TB = K·GB = 2^{40} B

速率的单位	换算关系
比特秒 (b/s)	基本单位
千比特秒 (kb/s)	kb/s = 10^3 b/s
兆比特秒 (Mb/s)	Mb/s = k·kb/s = 10^6 b/s
吉比特秒 (Gb/s)	Gb/s = k·Mb/s = 10^9 b/s
太比特秒 (Tb/s)	Tb/s = k·Gb/s = 10^{12} b/s

$$Mbps = 10^6 \text{ bit/s}$$

最后别忘了将 bit 转为 B (字节). bit ÷ 8

用求出来结果 F 的单位为 bit. 即题目往往给的是字节 B.

2. 采用 CSMA/CD 的以太网网络中, 其速率为 20Mbps, 最短帧长度采用 64 字节

信号在电缆中的传播速度为 200m/us, 主机 A 和 B 的距离是 4KM, 问主机 A 和 B 能否在 CSMA/CD 算法下正常工作.

$20Mbps = 2 \times 10^6 \text{ bit/s}$

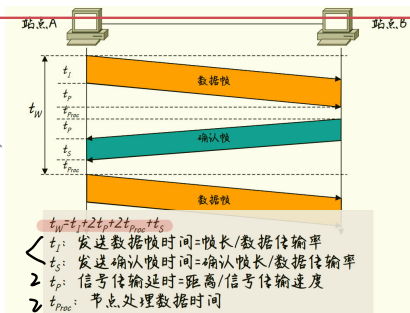
$$F = 2 \times \frac{20 \times 10^6 \text{ bps}}{200 \text{ m/us}} = 800 \times 10^3 \text{ bit} = 100 \text{ B}$$

数据居传输率：停等。

$$t_w = t_1 + 2t_p + 2t_{proc} + t_s$$

发数据帧中 信息传输时间 结点处理数据 发确认帧

信道有效忙碌时间 $t_1 + t_p$



有效数据居传输率: $S = \frac{N}{t_w}$ 有效数据的帧数 / 发送一帧的时间。

信道利用率: $P = t_1 / t_w$

有差错时正确传递一帧的平均的时间 $t_v = t_w / (1-p)$ P : 出错率

系统最大吞吐量: $\lambda_{max} = 1 / t_v = (1-p) / t_w$ 单位/s

(每秒成功发送的帧数)

极限吞吐量 $M = 1 / t_1$

系统传输效率 $\rho = \lambda_{max} / M$

$$= [(1-p) / t_w] / (1 / t_1)$$

$$= (1-p) / (t_w / t_1)$$

这种题全都分部算!!!

时延带宽积: 传播时延 \times 带宽。

滑动窗口

$$\begin{cases} nt_i > 2(t_i + t_p) \\ n > 2 + 2 \times t_p / t_i \end{cases}$$

t_i : 帧发送时间

t_p : 传播时间.

n : 窗口大小 而非帧序号!

2. 信道速率为 20Mbps, 帧的长度是 200B, 传播延时 $t_p = 240\mu s$, 使用滑动窗口协议, 帧序号最少多少位?

2. 【解】

$$t_i = \frac{200 \times 8 \text{ bit}}{20 \text{ Mbps}} = 80\mu s$$

$$WT = t_i + 2 \times t_p = 80\mu s + 2 \times 240\mu s = 560\mu s$$

$$n > \frac{WT}{t_i} = \frac{560}{80} = 7$$

帧序号为 3 位。

3. 【解】

总长度 $6 + 6 + 2 + 20 + 92 + 4 = 150B$

$$t_i = \frac{150 \times 8 \text{ bit}}{12 \text{ Mbps}} = 100\mu s$$

$$WT = t_i + 2t_p = 100 + 50 \times 2 = 200\mu s$$

利用率 $\frac{t_i}{WT} = \frac{100}{200} \times 100\% = 50\%$

4. 网络速率为 100Mbps, 帧的长度是 1000B, 传播延时 $t_p = 150\mu s$, 使用滑动窗口协议, 帧序号最少多少位?

4. 【解】

因为使用的是滑动窗口协议,

$$nt_i > 2(t_i + t_p)$$

$$t_i = \frac{1000 \times 8 \text{ bit}}{100 \text{ Mbps}} = 8\mu s$$

代入求得 $n > \frac{2 \times (8 + 150)}{8} = 37.5$

\rightarrow 人数叫 40. 序号取 40.

$36 > 40 \rightarrow$ 序号为 6.

10100	(5)	2	(3)	2	(4)	10100
10100	(6)	2	(3)	2	(4)	10100
10100	(7)	2	(3)	2	(4)	10100
10100	(8)	2	(3)	2	(4)	10100
10100	(9)	2	(3)	2	(4)	10100
10100	(10)	2	(3)	2	(4)	10100

滑动窗口协议回退N的效率

- 不考虑应答帧的丢失, 正确传送一帧所需的平均时间为:

$$t_f = t_i + p t_w / (1 - p)$$

- 系统最大吞吐量:

$$\lambda_{max} = 1 / t_f = (1 - p) / (t_i + p(a - 1))$$

- 系统的传输效率: 最大吞吐量/极限吞吐量

$$\rho = (1 - p) / (1 + p(a - 1))$$

其中 $a = t_w / t_i$

退回 n 帧
选择重传

$n-1$
 $\frac{n}{2}$

链路状态数据库表

广告者	相关网络	费用	邻居
排序号 每个路由	这个路由能通 哪些网络		邻居路由

Dijkstra (PPT 5 → P40)

以自己为起点，依次递出费用最短路径。

注：在同一网络的费用，只用算一次的。

在网络节点的开始与总费用。

路由表

目的网络	费用	下一跳	有路由聚合技术要再加一项 子网掩码。
网络号		下一路由。 只是直接的下一个 △△△	

链路状态路由算法，给出收敛后路由器X的路由表。

要看全所有可能的路径，找全局上的最短。

RIP 距离向量路由算法

更新路由表

设原表为B，收到由C发来的更新表。

- ① 2个表中各自独有的连接
 - 原表独有的 不变
 - 更新表独有的 距离 + 1
F-跳更新
- ② 2个表重叠的信息. 原表B中F-跳
 - 是C 距离 C的+1
F-跳 C
 - 不是C 哪个表中的距离最短
送哪个的信息

假设网络采用距离向量路由算法，路由器B的路由表如下：

目的网络	距离	下一跳路由器
NetID-1	7	A
NetID-2	2	C
NetID-4	5	A
NetID-5	3	C
NetID-6	8	
NetID-8	4	E
NetID-9	4	F
NetID-10	9	

现在路由器B收到从C发来的路由信息：

目的网络	距离
NetID-2	4
NetID-3	8
NetID-5	2
NetID-6	4
NetID-7	5
NetID-4	4
NetID-9	5
NetID-10	5

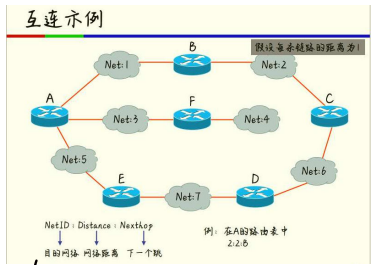
请写出路由器B更新后的路由表：

目的网络	距离	下一跳路由器
NetID-1	7	A
NetID-2	4+1=5	C
NetID-3	8+1=9	C
NetID-4	4	A
NetID-5	2+1=3	C
NetID-6	4+1=5	C
NetID-7	5+1=6	C
NetID-8	4	E
NetID-9	4	F
NetID-10	5+1=6	C

各路由器表. (目的: 距离: 路径: 路由) 格式.

路由表的创建与更新(轮次0, 1)

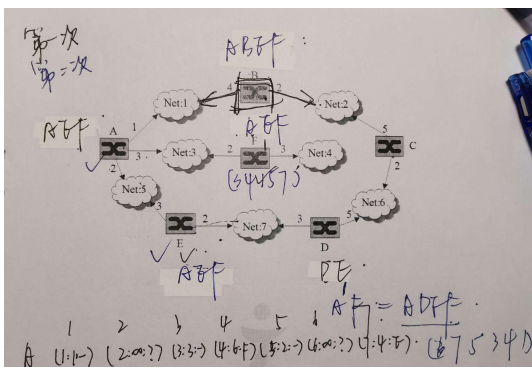
轮次	路由器	1	2	3	4	5	6	7
0	A	1:1:-	2:-:?	3:1:-	4:-:?	5:1:-	6:-:?	7:-:?
	B	1:1:-	2:1:-	3:-:?	4:-:?	5:-:?	6:-:?	7:-:?
	C	1:-:?	2:1:-	3:-:?	4:-:?	5:-:?	6:1:-	7:-:?
	D	1:-:?	2:-:?	3:-:?	4:-:?	5:-:?	6:1:-	7:1:-
	E	1:-:?	2:-:?	3:-:?	4:-:?	5:1:-	6:-:?	7:1:-
	F	1:-:?	2:-:?	3:1:-	4:1:-	5:-:?	6:-:?	7:-:?
1	A	1:1:-	2:2:B	3:1:-	4:2:F	5:1:-	6:-:?	7:2:E
	B	1:1:-	2:1:-	3:2:A	4:-:?	5:2:A	6:2:C	7:-:?
	C	1:2:B	1:1:-	3:-:?	4:-:?	5:-:?	6:1:-	7:2:D
	D	1:-:?	2:2:C	3:-:?	4:-:?	5:2:E	6:1:-	7:1:-
	E	1:2:A	2:-:?	3:2:A	4:-:?	5:1:-	6:2:D	7:1:-
	F	1:2:A	2:-:?	3:1:-	4:1:-	5:2:A	6:-:?	7:-:?



需三次更新
才能覆盖所有路由

当某节点向邻居路由器发送自己路由信息时.

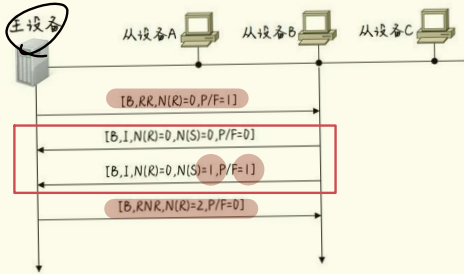
在每个节点上更新后. 每个路由器能拥有的
所有节点信息.
并能到达的网络号.



HDLC

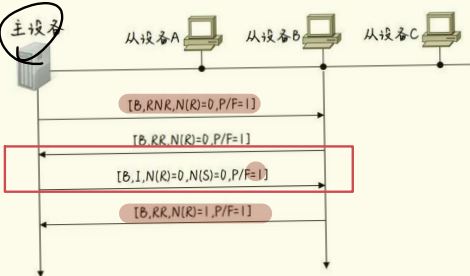
接收就绪 RR
接收未就绪 RNR
拒绝 REJ
选择拒绝 SREJ

查询/响应

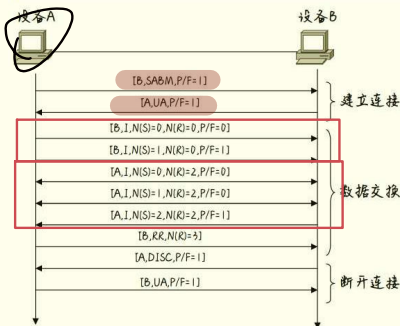


RR) NR) P/F
[B, I, 0, 0, 0]
1 2
:
:

选择/应答

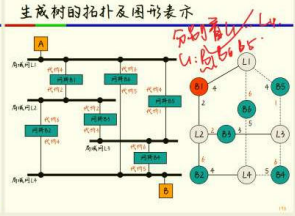
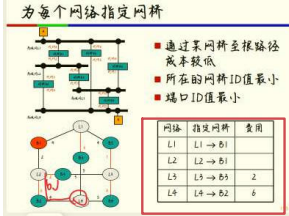
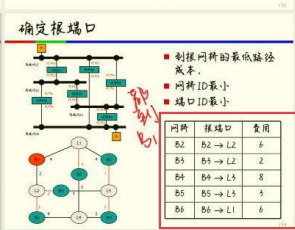
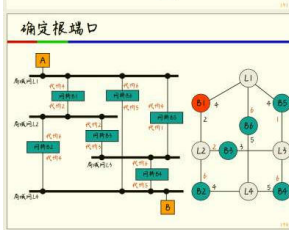
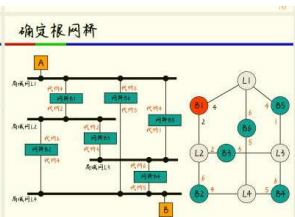
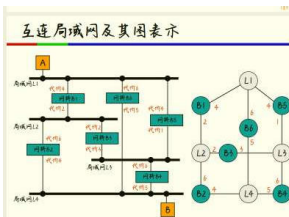


对等通信



生成树算法 TSP.

B表. 不看根网桥B1



B1能到 L2, L4
序号 1, 2, 3
→ B → L2
L表 列上 L1 ... L4
L1能到 B1, B5, B6
看谁离B1近? B1
L1 → B1, cost.

失都画虚线
看 L1 ... L4.
L1: 相邻 B1 B5 B6.
看谁离B1近? B1
→ 将 L1 与 B1 画实