

单元三习题

第 1 题

请自拟一个 14 位长的二进制码串，计算其海明纠错编码。将编码后的码串某位翻转，利用海明码进行纠错。

自拟码串：01 0010 1100 1001

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
符号	P_1	P_2	D_1	P_3	D_2	D_3	D_4	P_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	P_5	D_{12}	D_{13}	D_{14}
数值	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1

海明纠错编码：11101

翻转 1 位后的误码：01 0110 1100 1001

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
符号	P_1	P_2	D_1	P_3	D_2	D_3	D_4	P_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	D_{11}	P_5	D_{12}	D_{13}	D_{14}
收得	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
验得	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1

计算校验码时，第 1、2、4 位与得到的码串不同，所以可判定码串第 7 位出错，翻转后得到 01 0010 1100 1001，与原始码串相同。

第 2 题

请自拟一个 10 位长的二进制码串。设 CRC 校验生成式为： $G(x) = x^4 + x^3 + 1$ 。

- 请计算出校验码。
- 将编码后的码串某两位翻转，利用 CRC 校验进行检错。

自拟码串：10 1110 0101

- CRC 校验生成式对应的二进制数：11001；则校验码应为 10 1110 0101 0000 / 11001 所得的余数，为 0010。
- 将上一问得到的码串翻转 2 位，得 10 0010 0101 0010，接收方使用 11001 检错时，余数为 0111，不为 0，说明出错。

第 3 题

设无线信道误码率为 5×10^{-5} ，信道速率为 300Mbps，出现比特错误的平均时间间隔为多少？

平均 2×10^4 位中会出现一比特错误，平均时间间隔为

$$t = \frac{2 \times 10^4}{300 \times 1024^2} = 6.36 \times 10^{-5} s$$

第 4 题

设滑动窗口协议的收发窗口都为 6，帧序号为 0-8 循环。双方在传输过程中发现了差错，使用选择性重传并进行了控制。什么情况下会出现发送方认为自己正确发送的帧数量，比接收方认为正确接收的数量多 2 个及以上，即例举一种可能的场景和演变过程。

如果是接收方认为自己正确接收的帧数比发送方认为自己正确发送的多 2 个及以上，那么有可能例如：

- 发送方发送第 1、2 帧；接收方接收第 2 帧时出错，向发送方报错；
- 发送方在收到报错信息前，以为自己没错，又发送了第 3、4 帧；
- 发送方在第 5 帧前，收到了第 2 帧的报错，以为自己只发对了第 1 帧；
- 但此时发送方已经接收到了正确的第 1、3、4 帧，只是第 3、4 帧被缓存了起来。
- 此时，接收方认为自己正确接收的帧数比发送方认为自己正确发送的多 2 帧。
- 如果 RTT 够高，还可能出现多 3、4..... 帧的情况。

第 5 题

设某个信道上设计的滑窗协议最佳 W_s 为 2000 字节，已知数据传输速率为 10Mbps，如果平均帧长为 200 字节：

1. 该信道的传输往返延时为多少？
2. 如果最小帧长度为 50 字节，这个滑动窗口协议的序号最小容量上限值为多少？（序号是从 0 开始编到容量上限，然后循环回来继续编号）
3. 发送窗口大小为多少帧？

1. 最坏的情况如下：发送方发送的第一个帧就错了，但直到发了最后一帧才收到接收方的报错。

$$RTT = \frac{2000 \times 8}{10 \times 1024^2} = 1.53ms$$

2. 由 W_s 为 2000 字节、最小帧长为 50 字节，可知窗口内最多有 40 帧。又有发送窗口大小 $\leq (\text{序号容量} + 1) / 2$ ，所以序号最小容量上限为 79。
3. 发送窗口为 40 帧。

第 6 题

假设当前网络情况稳定，TCP 协议持续稳定地滑动窗口，已测得 A、B 之间的 RTT 为 10ms，TCP 窗口大小为 2KB，请问，发送方测得的网速是多少？

$$v = \frac{2 \times 1024 \times 8}{10 \times 10^{-3}} = 1.6Mbps$$