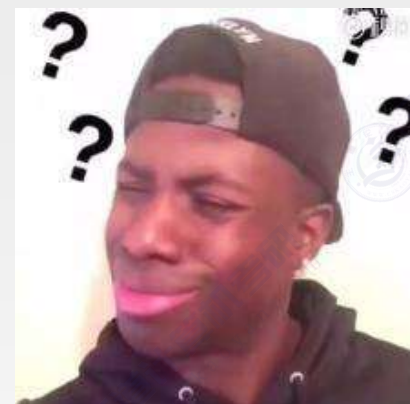
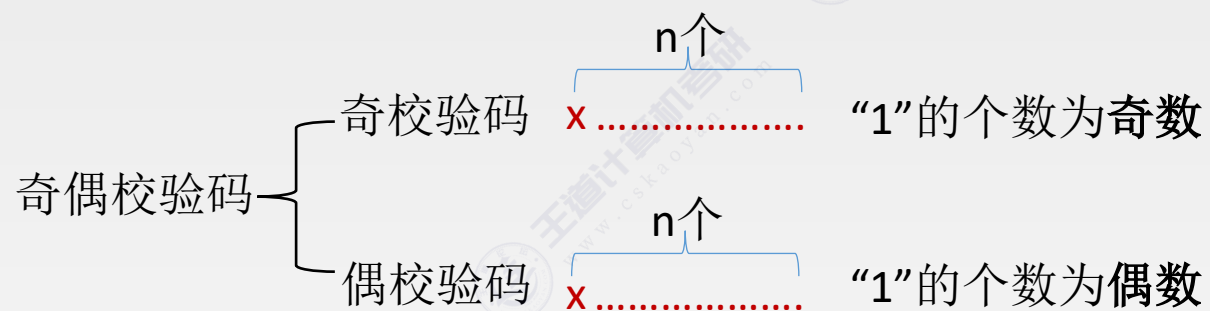


本节内容

差错控制 (纠错编码)

纠错编码——海明码



✓ 发现错误 ✓ 找到位置 ✓ 纠正错误

工作流程:



海明距离

两个合法编码(码字)的对应比特取值不同的比特数称为这两个码字的海明距离(码距)，一个有效编码集中,任意两个合法编码(码字)的海明距离的最小值称为该编码集的海明距离(码距)。

000
001
010
011
100
101
110
111



人数 83 和平精英

1 韩敬유

2

3 弓箭手丽尔513

跳伞跟随

该编码系统中的码距为1

传输中出错了咋整?

如果码距为3呢?

0000
0001
1001
1010
1100
1101
1111



0000
0001
1001
1010
1100
1101
1111



剩余 53 淘汰 0 和平精英

1 饺子粉丝111444

2

3 咳嗽咳

可检测出1位错但不可被纠正

该编码系统中的码距为2

传输中出错了咋整?

黄衣军小鸡 孤独夜晚的我

1.确定校验码位数r

数据/信息有m位，冗余码/校验码有r位

校验码一共有 2^r 种取值

$$2^r \geq m+r+1$$

海明不等式

要发送的数据：D=1100

数据的位数 $m=4$ ，
满足不等式的最小 r 为3，
也就是D=1100的海明码应该有 $4+3=7$ 位，
其中原数据4位，校验码3位。

2.确定校验码和数据的位置



D=1100

校验码放在序号为 2^n 的位置，数据按序填上

序号	7	6	5	4	3	2	1
值	1	1	0	x_4	0	x_2	x_1

3. 求出校验码的值

原始数据D=1100

二进制	111	110	101	100	011	010	001
序号	7	6	5	4	3	2	1
值	1	1	0	x_4	0	x_2	x_1

4号校验码负责4, 5, 6, 7的校验

2号校验码负责2, 3, 6, 7的校验

1号校验码负责1, 3, 5, 7的校验

采用偶校验

$$x_4 = 0$$

$$x_2 = 0$$

$$x_1 = 1$$

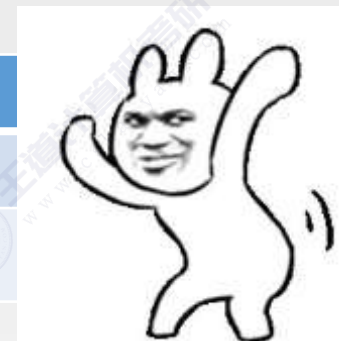
完整海明码:

序号	7	6	5	4	3	2	1
值	1	1	0	0	0	0	1

4.检错并纠错



二进制	111	110	101	100	011	010	001
序号	7	6	5	4	3	2	1
值	1	1	0	0	0	0	1



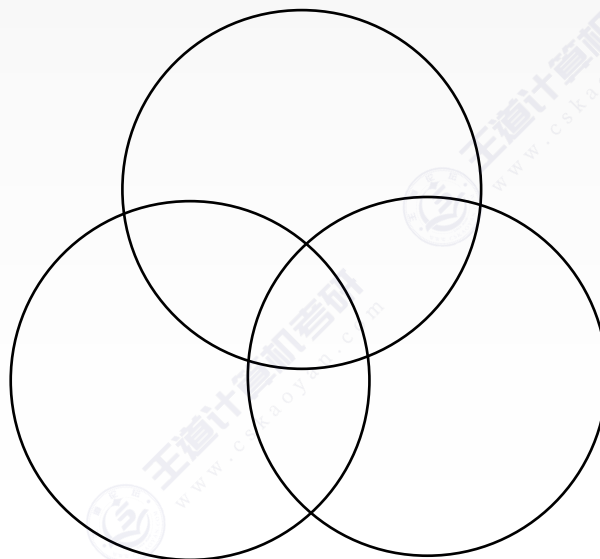
若接收方收到的数据为**1110001**，检错类似奇偶校验

4号校验码负责4, 5, 6, 7的校验 \longrightarrow 0, 1, 1, 1 ☐

2号校验码负责2, 3, 6, 7的校验 \longrightarrow 0, 0, 1, 1 ☒

1号校验码负责1, 3, 5, 7的校验 \longrightarrow 1, 0, 1, 1 ☐

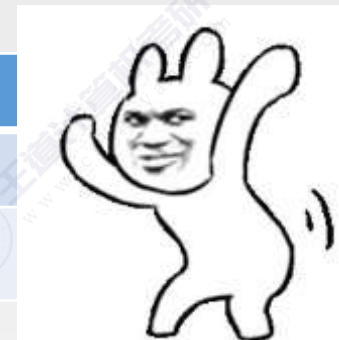
纠错方法一：
找到不满足奇/偶校验的分
组取交集，并与符合校验
的分组取差集。



4.检错并纠错



二进制	111	110	101	100	011	010	001
序号	7	6	5	4	3	2	1
值	1	1	0	0	0	0	1



若接收方收到的数据为1110001，检错类似奇偶校验

4号校验码负责4, 5, 6, 7的校验 \longrightarrow 0, 1, 1, 1 ☐

2号校验码负责2, 3, 6, 7的校验 \longrightarrow 0, 0, 1, 1 ☒

1号校验码负责1, 3, 5, 7的校验 \longrightarrow 1, 0, 1, 1 ☐



纠错方法二:

X4 0, 1, 1, 1
X2 0, 0, 1, 1
X1 1, 0, 1, 1

满足偶校验

Or异或为0

X4 = 1

X2 = 0

X1 = 1

X4 X2 X1

1 0 1

第五位错了

脑图时刻

