

第13讲 编码

- 一、如何有效地编码
- 二、数值与字符编码
- 三、可靠性编码

习题：21、25、30

如何有效地编码

- 内容

用0和1有效地编码

- 目标

通过对八件物品进行编码练习，设计出简单有效的编码，编码中特定的位有特定的意义。

1.5 编码 (1/3)

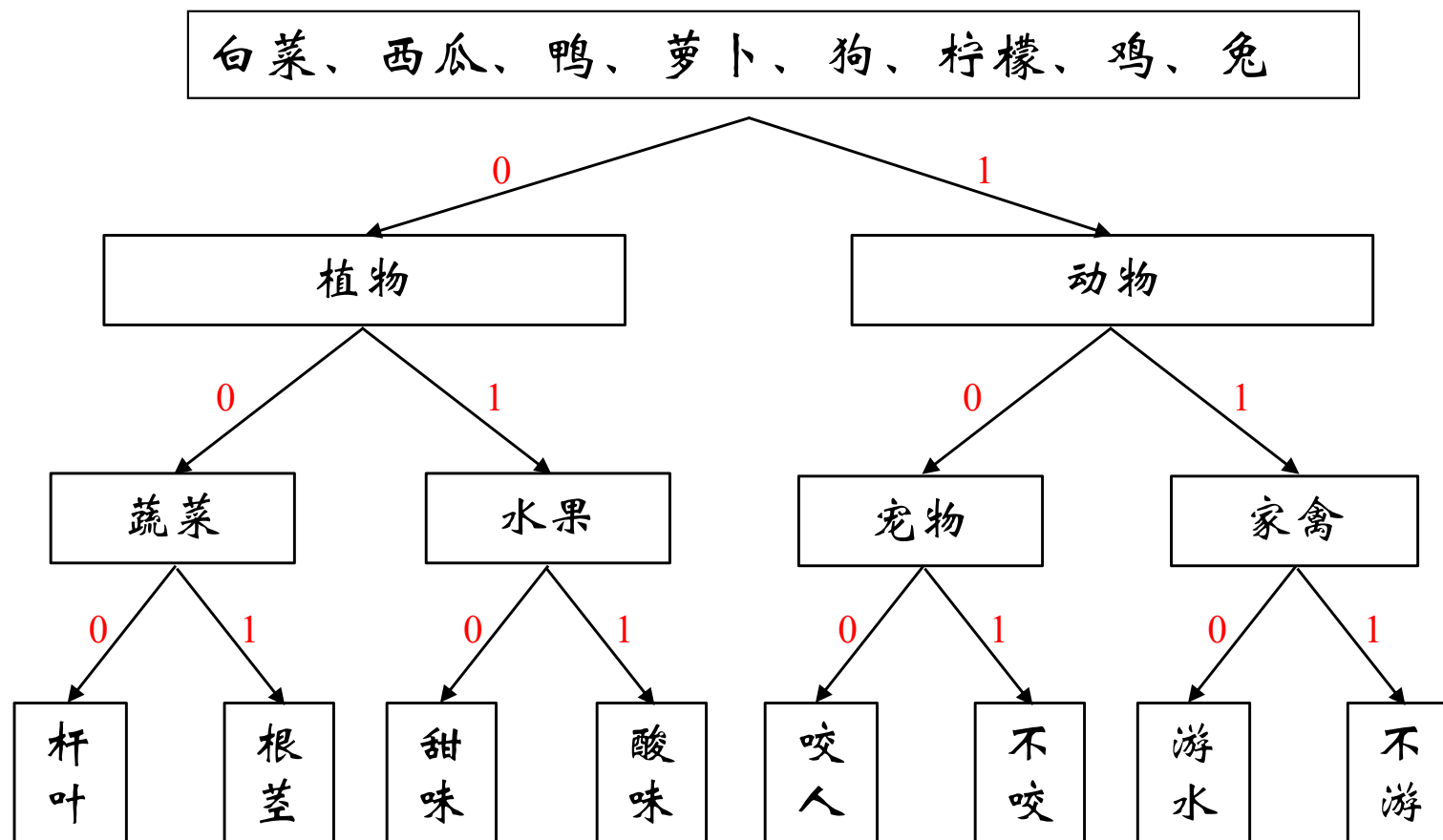
例13.1 给定白菜、西瓜、鸭、萝卜、狗、柠檬、鸡、兔8个对象，请用二进制数字对它们进行**有效**编码。

解：先对编码对象的属性或特征进行分析

- 1、生物（最高位）：植物、动物（0、1）
- 2、植物（次高位）：蔬菜、水果（0、1）
- 3、动物（次高位）：宠物、家禽（0、1）
- 4、蔬菜（最低位）：杆叶、根茎（0、1）
- 5、水果（最低位）：甜、酸（0、1）
- 6、宠物（最低位）：咬人、不咬（0、1）
- 7、家禽（最低位）：游水、不游（0、1）

| 码字 | 方案 |
|-----|----|
| 000 | 白菜 |
| 001 | 萝卜 |
| 010 | 西瓜 |
| 011 | 柠檬 |
| 100 | 狗 |
| 101 | 兔 |
| 110 | 鸭 |
| 111 | 鸡 |

1.5 编码 (2/3)



八种物品编码层次结构图

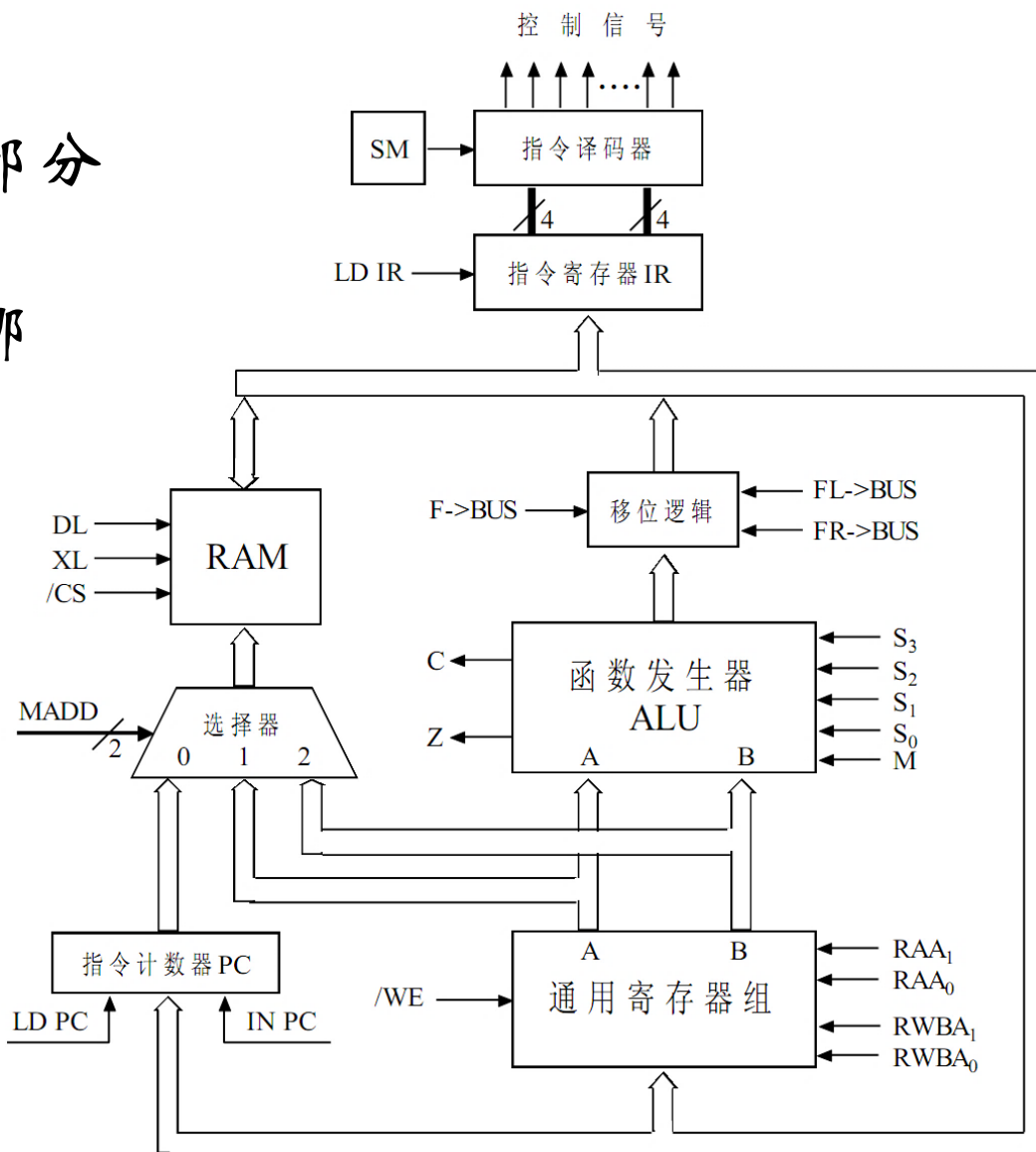
1.5 编码 (3/3)

● 模型机指令编码

- 分为操作码和地址码两部分
- 操作码：指明干什么
- 地址码：指明操作数在哪

| | |
|----------|----------|
| 操作码 (4位) | 地址码 (4位) |
|----------|----------|

| 操作码助记符 | 指令编码* |
|--------|-------------------|
| MOV | 1111 XX XX |
| ADD | 1001 XX XX |
| SUB | 0110 XX XX |
| AND | 1110 XX XX |
| NOT | 0101 XX XX |
| SHR | 1010 XX 00 |
| SHL | 1010 XX 11 |
| JMP | 10001 00 00, XXXX |
| JZ | 10001 00 01, XXXX |
| JC | 10001 00 10, XXXX |
| IN | 0010 XX XX |
| OUT | 0100 XX XX |
| NOP | 0111 00 00 |
| HALT | 1000 00 00 |



十进制数值与字符编码

- 内容

十进制数值编码、字符编码

- 目标

列举几种常用的二——十进制数值编码和字符编码。

1.6 十进制数值与字符编码 (1/5)

- 十进制数值编码：有很多种，但只有少数留用至今

大于1001则需修正，余3码修正+3(0011)有进位
+6(0110)
-3(0011)无进位

| Decimal digit | BCD (8421) | 2421 | Excess-3 | Biquinary | 1-out-of-10 |
|---------------|------------|------|----------|-----------|-------------|
| 0 | 0000 | 0000 | 0011 | 0100001 | 1000000000 |
| 1 | 0001 | 0001 | 0100 | 0100010 | 0100000000 |
| 2 | 0010 | 0010 | 0101 | 0100100 | 0010000000 |
| 3 | 0011 | 0011 | 0110 | 0101000 | 0001000000 |
| 4 | 0100 | 0100 | 0111 | 0110000 | 0000100000 |
| 5 | 0101 | 1011 | 1000 | 1000001 | 0000010000 |
| 6 | 0110 | 1100 | 1001 | 1000010 | 0000001000 |
| 7 | 0111 | 1101 | 1010 | 1000100 | 0000000100 |
| 8 | 1000 | 1110 | 1011 | 1001000 | 0000000010 |
| 9 | 1001 | 1111 | 1100 | 1010000 | 0000000001 |

- 请分别用一句话定义2421码和余3码

1.6 十进制数值与字符编码 (2/5)

- 编码、码字、非码字

- 编码

- 一个 N 位字符串集合，每一个不同的串表示一个不同物品或数字

- 码字

- 编码中任意一个字符串

- 非码（字）

- 不是码字的其它字符串

- “1111” 在2421编码中是一个码字，但在8421编码中不是一个码字，而是一个非码（字）

1.6 十进制数值与字符编码 (3/5)

● ASCII字符编码(American Standard Code for Information Interchange), 它用7位表示:

- 94 个可打印字符, 34个不可打印的控制字符

 - 打印格式控制字符

 - 信息分隔控制字符

 - 通信控制字符

- ASCII码经过精心设计, 有一些有意思的特性

- 数 0、....、9 与数字字符0、....、9不同

- 扩展ASCII码表

- 摩尔斯码

- 布莱叶盲文

1.6 十进制数值与字符编码 (4/5)

高三位

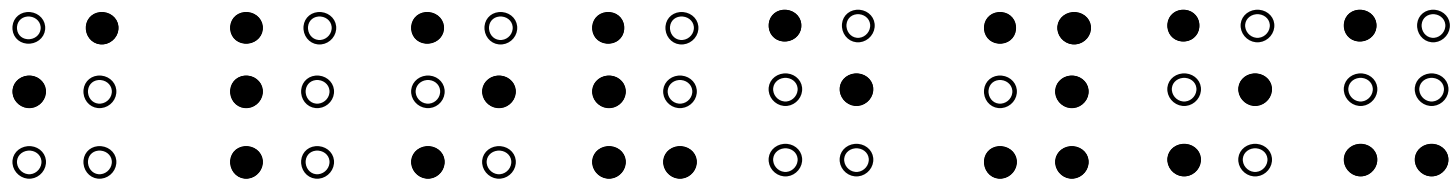
| | | $b_6b_5b_4$ (column) | | | | | | | |
|----------------|-----------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| $b_3b_2b_1b_0$ | Row (hex) | 000 0 | 001 1 | 010 2 | 011 3 | 100 4 | 101 5 | 110 6 | 111 7 |
| 低四位 | 0000 | 0 | NUL | DLE | SP | 0 | @ | P | ' |
| | 0001 | 1 | SOH | DC1 | ! | 1 | A | Q | a |
| | 0010 | 2 | STX | DC2 | " | 2 | B | R | b |
| | 0011 | 3 | ETX | DC3 | # | 3 | C | S | c |
| | 0100 | 4 | EOT | DC4 | \$ | 4 | D | T | d |
| | 0101 | 5 | ENQ | NAK | % | 5 | E | U | e |
| | 0110 | 6 | ACK | SYN | & | 6 | F | V | f |
| | 0111 | 7 | BEL | ETB | ' | 7 | G | W | g |
| | 1000 | 8 | BS | CAN | (| 8 | H | X | h |
| | 1001 | 9 | HT | EM |) | 9 | I | Y | i |
| | 1010 | A | LF | SUB | * | : | J | Z | j |
| | 1011 | B | VT | ESC | + | ; | K | [| k |
| | 1100 | C | FF | FS | , | < | L | \ | l |
| | 1101 | D | CR | GS | - | = | M |] | m |
| | 1110 | E | SO | RS | . | > | N | ^ | n |
| | 1111 | F | SI | US | / | ? | O | _ | o |
| | | | | | | | | | DEL |

- 汉字编码，电报码
- 图像、声音、视频编码

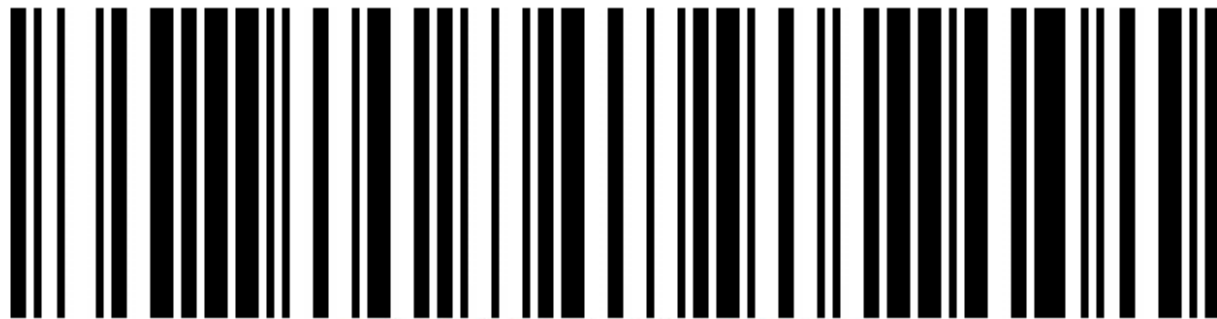
1.6 十进制数值与字符编码 (5/5)

● 摩尔斯码SOS ... --- ...

● 布莱叶盲文



● 条形码



● 邮政编码: 410082。学号、身份证号是怎么编的?

可靠性编码

● 内容

可靠性编码的基本原理、奇偶校验码和格雷码

● 目标

通过举例，解释可靠性编码的基本原理，会生成奇偶校验码，能写出一种 n 位的格雷码。

1.7 可靠性编码 (1/2)

● 错误总会发生

| 数字 | 8421码 | 接收方可能出现的情况 |
|----|-------|------------|
| 0 | 0000 | 0000 |
| 1 | 0001 | 0001 |
| 2 | 0010 | 0010 |
| 3 | 0011 | 0011 |
| 4 | 0100 | 0100 |
| 5 | 0101 | 0101 |
| 6 | 0110 | 0110 |
| 7 | 0111 | 1111 ✓ |
| 8 | 1000 | 1001 ✗ |
| 9 | 1001 | 1001 |

1.7 可靠性编码 (2/2)

- 在原来的编码中增加一些位（冗余位），使得新的编码字具有某种特性，而非码字不具有这种特性

| 数字 | 8421码 | 8421码的偶校验形式 |
|----|-------|-------------|
| 0 | 0000 | 00000 |
| 1 | 0001 | 10001 |
| 2 | 0010 | 10010 |
| 3 | 0011 | 00011 |
| 4 | 0100 | 10100 |
| 5 | 0101 | 00101 |
| 6 | 0110 | 00110 |
| .. | | |

- 奇偶校验码的检错能力与代价

1.7 可靠性编码-奇偶校验码 (1/3)

● 偶校验码

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | ? |
| 0 | 0 | 1 | 0 | ? |
| 0 | 0 | 1 | 1 | ? |
| 0 | 1 | 0 | 0 | ? |
| ? | ? | ? | ? | ? |

1.7 可靠性编码-奇偶校验码 (2/3)

● 偶校验码

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

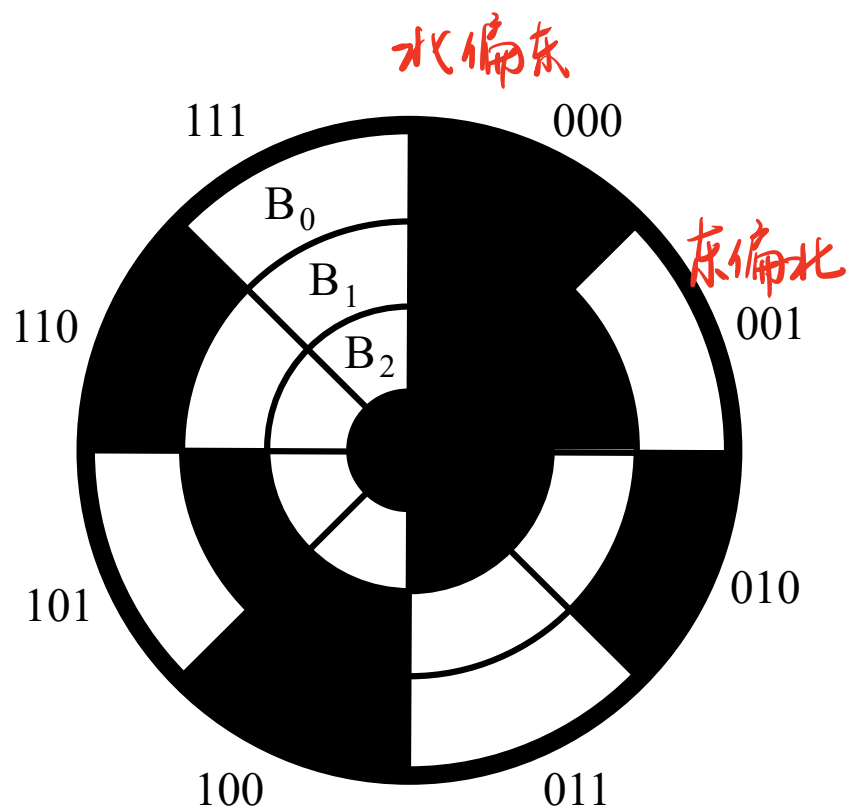
1.7 可靠性编码-奇偶校验码 (3/3)

● 偶校验码纠错

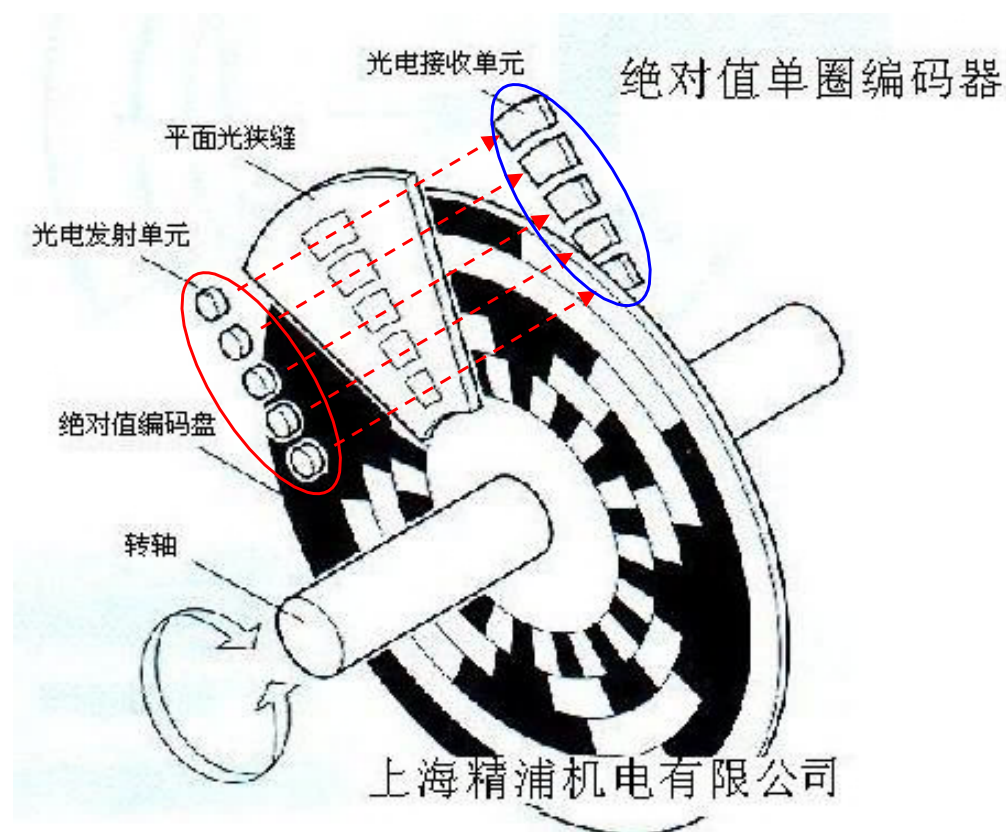
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

1.7 可靠性编码-格雷码 (1/3)

● 光学轴角编码器

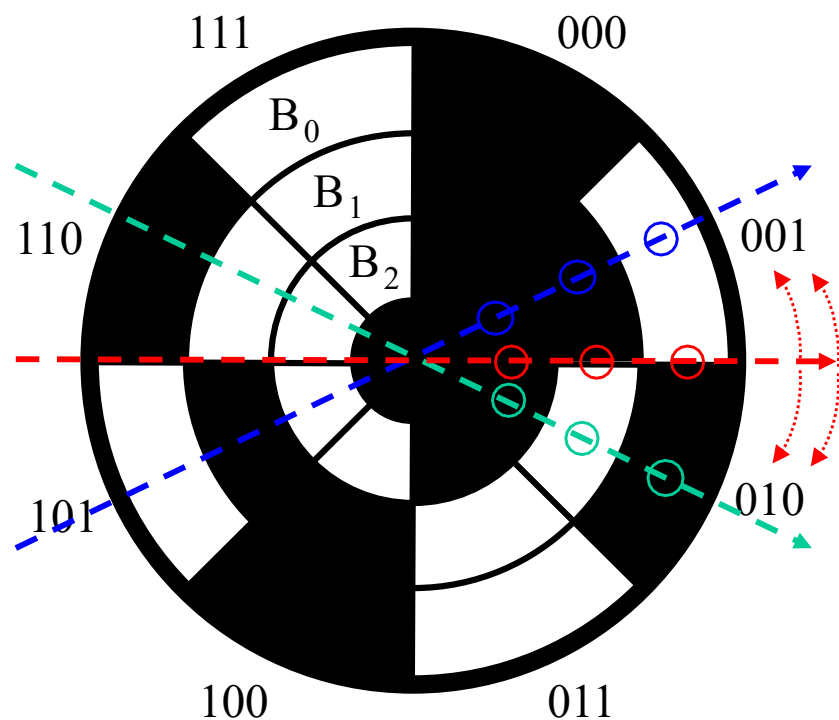


(a) 位置0~7的二进制编码

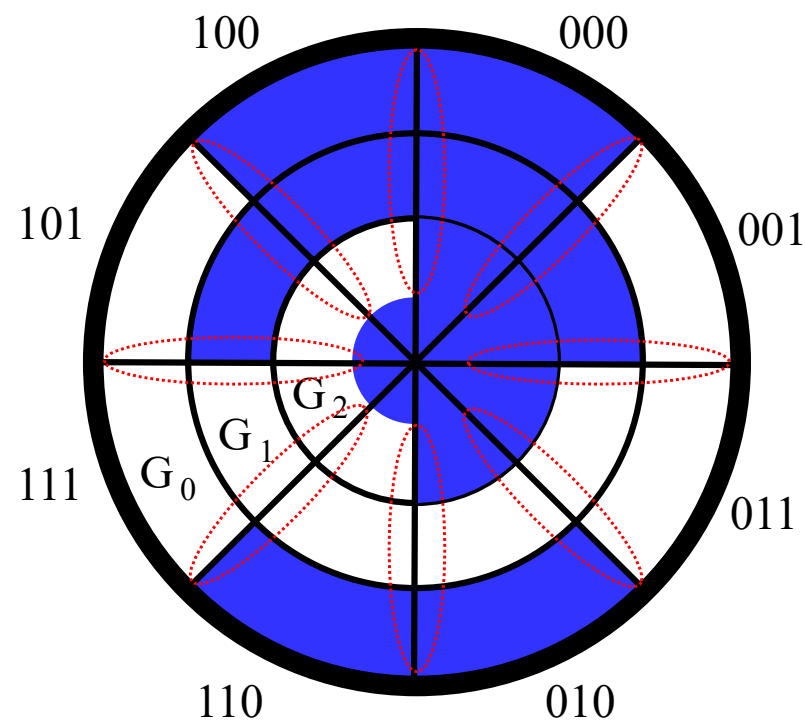


1.7 可靠性编码-格雷码 (2/3)

● 格雷码：任意两相邻代码之间只有1位不同



(a) 位置0~7的二进制编码



(b) 位置0~7的格雷码编码

1.7 可靠性编码-格雷码 (3/3)

● 十进制数字的格雷码 (有多种)

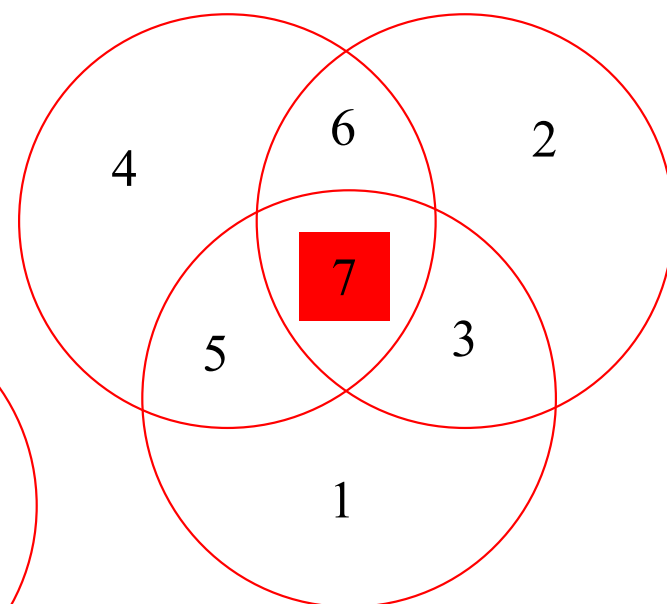
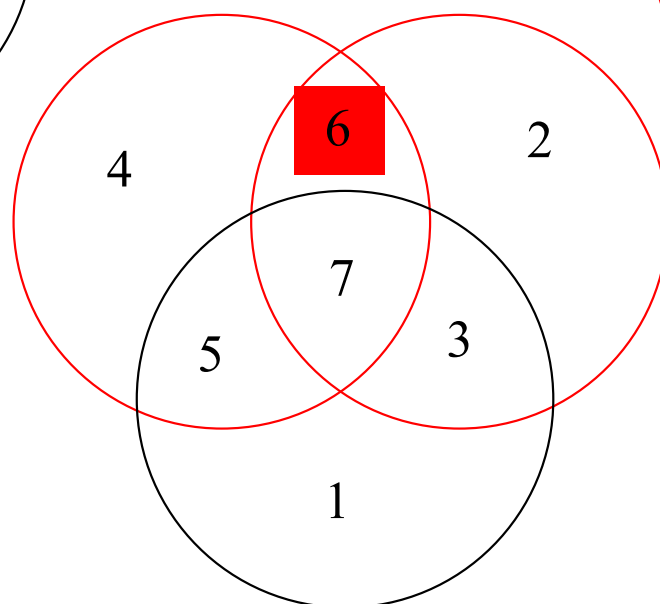
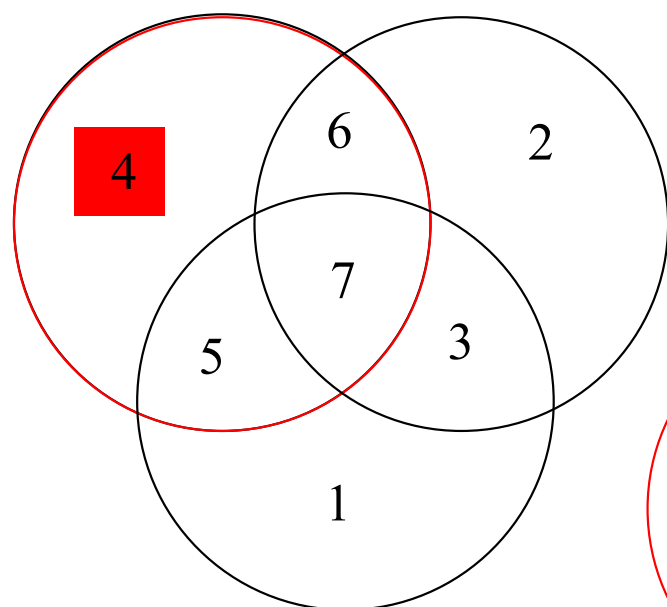
生成格雷码
① 镜像补0、1
② 异或

| Decimal | 8421码 | Gray |
|---------|-------|------|
| 0 | 0000 | 0000 |
| 1 | 0001 | 0100 |
| 2 | 0010 | 0101 |
| 3 | 0011 | 0111 |
| 4 | 0100 | 0110 |
| 5 | 0101 | 0010 |
| 6 | 0110 | 0011 |
| 7 | 0111 | 0001 |
| 8 | 1000 | 1001 |
| 9 | 1001 | 1000 |

● 在降低功耗、提高可靠性方面有很多应用

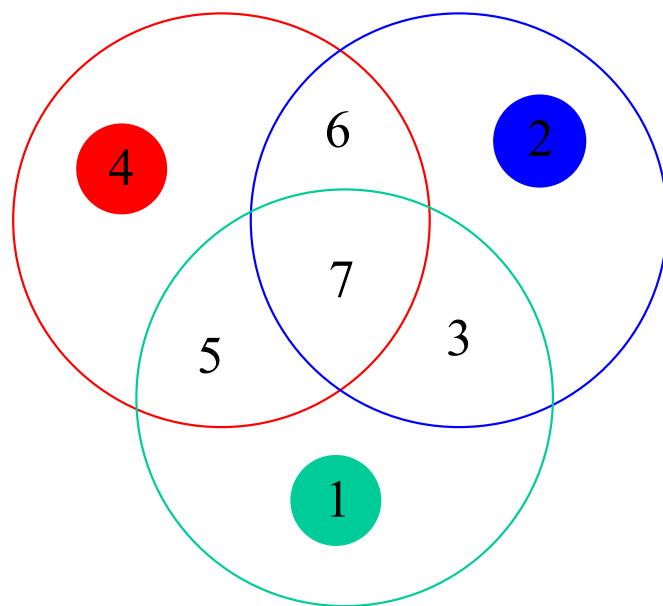
1.7 可靠性编码-海明校验码 (1/2)

● 将信息位分为多个组，每个组增添一个校验位，利用各组间的关系进行查错与纠错。



1.7 可靠性编码-海明校验码 (2/2)

- 分组规律
 - 每个校验位只参加一组校验
 - 每个信息位至少参加一组以上的校验，且这些组别不完全相同
- 要分多少个组，如何安排位置比较方便？



小结

- 有效编码

- 长度最短

- 每一位有特定意义

- 数字与字符编码

- 8421码、2421码、余3码

- ASCII码

- 可靠性编码

- 编码具有某种规律，出现错误时，规律通常会被打破

- 奇偶校验码可以发现奇数位错误

- 格雷码常用于计数器，可降低功耗，提高可靠性

- 海明校验码（分组奇偶校验码）可以纠正错误

- 测验