

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

第一章 基本知识

主讲教师 | 于俊清

01

■ 提纲



数字信号与系统



数制及其转换



带符号二进制数的代码表示



几种常用的编码

■ 几种常用的编码



二进制表示的十进制编码



可靠性编码



字符编码

■ 几种常用的编码



■ 十进制数的二进制编码 (BCD 码)



BCD - Binary Coded Decimal

BCD码



8421码



2421码



余3码

十进制数的二进制编码

十进制数的二进制编码

十进制数	8421码	2421码	余3码
0	0 0 0 0	0 0 0 0	0 0 1 1
1	0 0 0 1	0 0 0 1	0 1 0 0
2	0 0 1 0	0 0 1 0	0 1 0 1
3	0 0 1 1	0 0 1 1	0 1 1 0
4	0 1 0 0	0 1 0 0	0 1 1 1
5	0 1 0 1	1 0 1 1	1 0 0 0
6	0 1 1 0	1 1 0 0	1 0 0 1
7	0 1 1 1	1 1 0 1	1 0 1 0
8	1 0 0 0	1 1 1 0	1 0 1 1
9	1 0 0 1	1 1 1 1	1 1 0 0
未选用的编码	1 0 1 0	0 1 0 1	0 0 0 0
	1 0 1 1	0 1 1 0	0 0 0 1
	1 1 0 0	0 1 1 1	0 0 1 0
	1 1 0 1	1 0 0 0	1 1 0 1
	1 1 1 0	1 0 0 1	1 1 1 0
	1 1 1 1	1 0 1 0	1 1 1 1

十进制数串在机器中的表示

字符串形式



一个字节存放一个十进制位
(8421)

-3 5 6

0011

0101

0110

1101 (符号位)

符号位用8421
码中未选用的
编码：
正号用1100，
负号用1101

压缩的十进制数串



一个字节存放两个十进制位，
节省一半的存储空间

-3 5 6

0011

0101

0110

1101



■ 几种常用的编码



二进制表示的十进制编码



可靠性编码



字符编码

■ 可靠性编码

为了减少或者发现代码在形成和传送过程中可能发生的错误

可靠性编码的作用是为了提高系统的可靠性

介绍两种可靠性编码：

奇偶校验码

格雷码

奇偶校验

奇偶校验

奇校验

让整个校验码（包含有效信息和校验位）中1的个数为奇数

偶校验

让整个校验码中1的个数为偶数



有效信息（被校验的信息）部分可能是奇性（1的个数为奇数）也可能是偶性



奇偶两种校验都只需配一个校验位，就可以使整个校验码满足指定的奇偶性要求

奇偶校验



奇校验

$$P = b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 \oplus b_8$$

偶校验

$$P = b_1 \oplus b_2 \oplus b_3 \oplus b_4 \oplus b_5 \oplus b_6 \oplus b_7 \oplus b_8$$

奇偶校验

校验位的取值

被校验信息	奇校验位取值	偶校验位取值
10 10 10 10	1	0
11 00 11 01	0	1
11 01 00 11	0	1
10 01 10 01	1	0
10 10 11 00	1	0
11 10 11 00	0	1

■ 奇偶校验的特点

一种常见的简单校验，只需要1位校验码

只具有发现错误的能力，不具备对错误定位和纠正错误的能力

只具有发现一串二进制代码中，同时出现奇数个代码出错的能力

如果同时发生偶数个代码出错，奇偶校验失效

奇偶校验的性能

00001



00001

正确传输

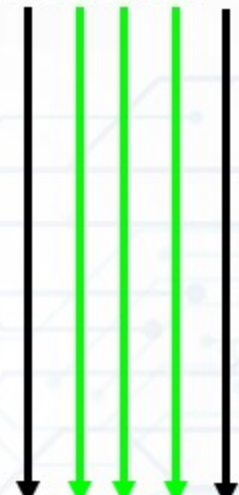
00001



00000

正常检错

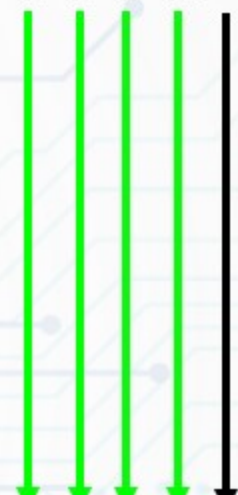
00001



01111

正常检错

00001



11111

检错失效

格雷码 (Gray Code)

特点

任意两个相邻的数，
其格雷码仅有一位不
同

作用

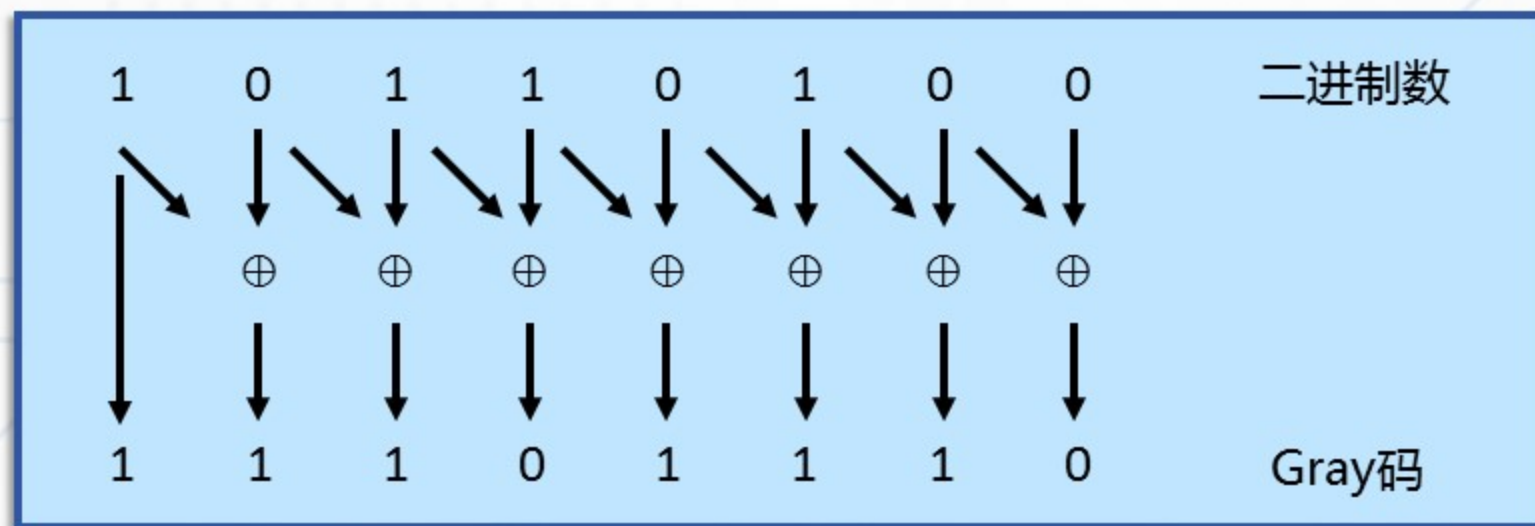
避免代码形成或者变
换过程中产生的错误



4位二进制码对应的典型格雷码

十进制数	4位二进制码	典型格雷码
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

格雷码的转换



格雷码的转换

二进制到格雷码的转换

$$G_{n-1} = B_{n-1} \quad G_i = B_{i+1} \oplus B_i$$

格雷码的用途



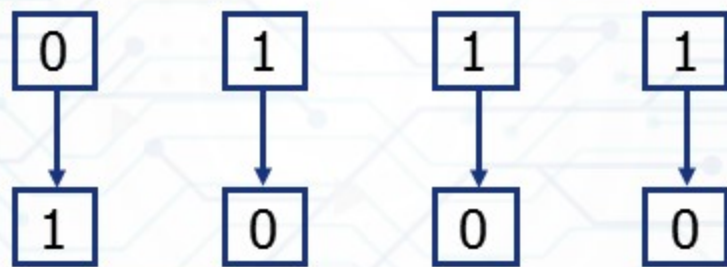
在数字系统中，数字0或1是用电子器件的不同状态表示的



若采用二进制数，当数据按照升序或者降序变化时，每次增1或者减1，可能使多位变化



例如：二进制表示的十进制数由7变为8，要4位同时发生变化，0111变为1000



显然，当电子器件的变化速度不一致时，便会产生错误的代码，例如：产生1111（假定最高位变化比低3位快）、1001（假定最低位变化比高3位慢）等错误代码



格雷码从编码上杜绝了这类错误

■ 几种常用的编码



二进制表示的十进制编码



可靠性编码



字符编码



字符编码 (ASCII-American Standard Code for Information Code)

$b_7b_6b_5$ $b_4b_3b_2b_1$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SPACE	0	@	P		P
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	A	Q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	B	R
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	C	S
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	D	T
0101	ENO	NAK	%	5	E	U	E	U
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	F	V
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	G	W
1000	BS	CAN	(	8	H	X	H	X
1001	HT	EM	)	9	I	Y	I	Y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	J	Z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	K	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	L	|
1101	CR	GS	-	=	M	}	M]
1110	SO	RS	.	>	N	↑	N	~
1111	SI	US	/	?	O	←	o	DEL

数字电路与逻辑设计

Digital circuit and logic design

谢谢，祝学习快乐！

主讲教师 | 于俊清

01

课后作业



教材习题：1.6，1.8，1.9，1.12

课堂作业



将下列十进制数转换成二进制、八进制和十六进制数（二进制小数精确到小数点后4位）

29

0.27

33.33