

王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

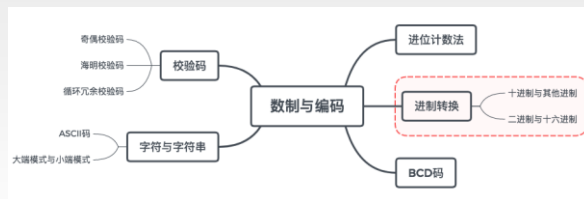
第二章 数据的表示和运算

本节内容

进位计数法

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

进位计数法

符号

一进制: 方便对应到物理器件的状态, 如高电平、低电平

二进制: 0, 1

四进制: 0, 1, 2, 3

八进制: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

十进制: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

十六进制: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

基数: 每个数位所用到的不同符号的个数

基数大(十进制) vs 基数小(二进制)

位数: 少 vs 多

运算(乘法为例): 100种情况 vs 4种情况

1010

22

12

10

A

王道考研/CSKAOYAN.COM

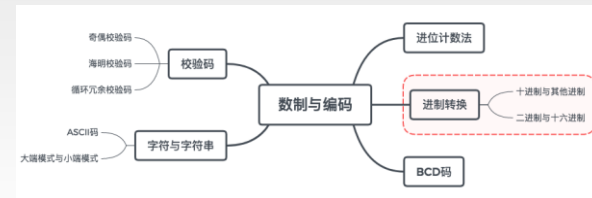
本节内容

数制与编码

进制转换

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

进制转换

十进制:

75.3

$$70 + 5 + 0.3$$

$$7 \times 10 + 5 \times 1 + 3 \times 0.1$$

$$7 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1}$$

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m} \quad \text{位权}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

任意进制 \rightarrow 十进制

$$\text{二进制: } 101.1 \rightarrow 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 5.5$$

$$\text{四进制: } 11.2 \rightarrow 1 \times 4^1 + 1 \times 4^0 + 2 \times 4^{-1} = 5.5$$

$$\text{八进制: } 5.4 \rightarrow 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} = 5.5$$

$$\text{十进制: } 5.5 \rightarrow 5 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} = 5.5$$

$$\text{十六进制: } 5.8 \rightarrow 5 \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} = 5.5$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

进制转换

十进制 \rightarrow 任意进制

$$r \text{ 进制: } K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

$$= 75.3$$

整数部分: 75

$$\frac{K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0}{r} = \frac{K_n \times r^{n-1} + K_{n-1} \times r^{n-2} + \dots + K_2 \times r^1 + K_1 \times r^0}{\text{商}} \dots \text{余数}$$

如: 十进制 \rightarrow 二进制 $r = 2$

$$\begin{array}{l} 75 \div 2 = 37 \dots 1 \quad K_0 \\ 37 \div 2 = 18 \dots 1 \quad K_1 \\ 18 \div 2 = 9 \dots 0 \quad K_2 \\ 9 \div 2 = 4 \dots 1 \quad K_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 4 \div 2 = 2 \dots 0 \quad K_4 \\ 2 \div 2 = 1 \dots 0 \quad K_5 \\ 1 \div 2 = 0 \dots 1 \quad K_6 \end{array}$$

$$75D = 1001011B$$

$$(75)_{10} = (1001011)_2$$

除基	取余
2 | 75	1
2 | 37	1
2 | 18	0
2 | 9	1
2 | 4	0
2 | 2	0
2 | 1	1
0	

王道考研/CSKAOYAN.COM

进制转换

十进制 \rightarrow 任意进制r 进制: $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

$$= 75_5^0$$

整数部分: 75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536

$$75 = 64 + 11$$

$$= 64 + 8 + 3$$

$$= 64 + 8 + 2 + 1$$

$$= 1 \times 2^6 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

$$= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

进制转换

十进制 \rightarrow 任意进制r 进制: $K_n K_{n-1} \dots K_2 K_1 K_0 K_{-1} K_{-2} \dots K_{-m}$

$$= K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 + K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}$$

$$= 75_5^0$$

小数部分: 0.3

$$(K_{-1} \times r^{-1} + K_{-2} \times r^{-2} + \dots + K_{-m} \times r^{-m}) \times r = K_{-1} \times r^0 + K_{-2} \times r^{-1} + \dots + K_{-m} \times r^{-(m-1)}$$

整数 小数

如: 十进制 \rightarrow 二进制 $r = 2$

$$0.3 \times 2 = 0.6 = 0 + 0.6 \quad K_{-1} \quad 0.3D = 0.01001\dots B$$

$$0.6 \times 2 = 1.2 = 1 + 0.2 \quad K_{-2}$$

$$0.2 \times 2 = 0.4 = 0 + 0.4 \quad K_{-3}$$

$$0.4 \times 2 = 0.8 = 0 + 0.8 \quad K_{-4}$$

$$0.8 \times 2 = 1.6 = 1 + 0.6 \quad K_{-5}$$

.....

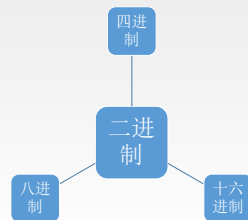
乘基 取整

$$\begin{array}{r} 0.3 \\ \times 2 \\ \hline 0.6 \\ \times 2 \\ \hline 1.2 \\ \times 2 \\ \hline 2.4 \\ \times 2 \\ \hline 4.8 \end{array}$$

0
1
1
0
1

王道考研/CSKAOYAN.COM

进制转换

 2^n 进制之间的转换: 二进制、四进制、八进制、十六进制

$$3C2.68H = 1111000010.01101B$$

$$(3C2.68)_{16} = (1111000010.01101)_2$$

二进制 \rightarrow 四进制、八进制、十六进制

n 位一组, 每组转换成对应进制的符号

如: 1111000010.01101

$$\begin{array}{ccccccc} 11 & 11 & 00 & 00 & 10 & . & 01 & 10 & 10 \\ 3 & 3 & 0 & 0 & 2 & . & 1 & 2 & 2 \end{array} \quad \text{四进制}$$

$$\begin{array}{ccccccc} 001 & 111 & 000 & 010 & . & 011 & 010 \\ 1 & 7 & 0 & 2 & . & 3 & 2 \end{array} \quad \text{八进制}$$

$$\begin{array}{ccccccc} 0011 & 1100 & 0010 & . & 0110 & 1000 \\ 3 & C & 2 & . & 6 & 8 \end{array} \quad \text{十六进制}$$

四进制、八进制、十六进制 \rightarrow 二进制

每位写成对应的二进制形式

王道考研/CSKAOYAN.COM

真值和机器数

$$15 \rightarrow 1111$$

$$8 \rightarrow 1000$$

$$+15 \rightarrow 0 \ 1111$$

$$-8 \rightarrow 1 \ 1000$$

$$\text{真值} \quad \text{机器数}$$

$$+1111$$

$$-1000$$

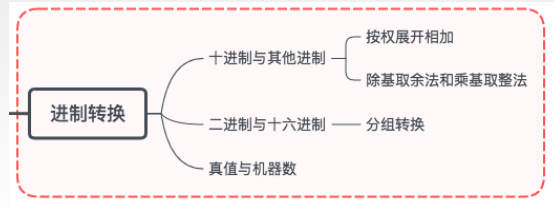
适应运算规则 \rightarrow 原码、反码、补码、移码扩大表示范围 \rightarrow 浮点数

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾

$$3C2.68H = 1111000010.01101B$$

$$(3C2.68)_{16} = (1111000010.01101)_2$$



王道考研/CSKAOYAN.COM

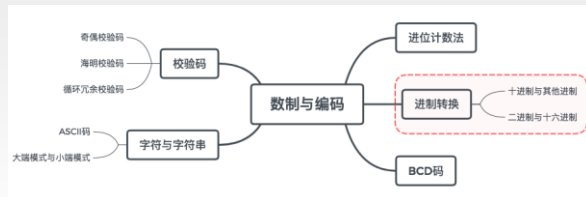
本节内容

数制与编码

BCD码

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

BCD码

二进制: 0, 1

方便计算机处理

十进制: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

符合人类习惯

$$K_n \times r^n + K_{n-1} \times r^{n-1} + \dots + K_2 \times r^2 + K_1 \times r^1 + K_0 \times r^0$$

转换麻烦

快速转换: 一一对应

BCD: Binary-Coded Decimal

8421码的映射关系:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

$$\begin{array}{r} \text{十进制: } 5 \quad + \quad 8 \quad 13 \\ \text{8421码: } 0101 \quad + \quad 1000 \quad \boxed{1101} \end{array} \xrightarrow{+0110} \begin{array}{r} 1 \quad 3 \\ 1 \quad 0011 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \quad 3 \\ 0001 \quad 0011 \end{array}$$

不在映射表里

8421码中 1010~1111 没有定义

王道考研/CSKAOYAN.COM

BCD码

8421码的映射关系:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

4个二进制位 \rightarrow 16种不同的状态

BCD码直接使用其中10种 \rightarrow 不同的映射方案

余3码: $8421\text{码} + (0011)_2$

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100

2421码: 改变权值定义

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	0001	0010	0011	0100	1011	1100	1101	1110	1111

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

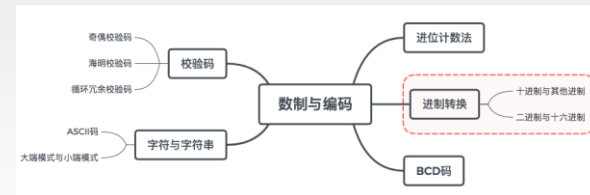
本节内容

数制与编码

字符
与
字符串

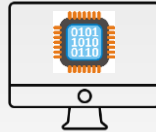
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

ASCII码



数字
字母
符号

共128个字符 → 7位二进制编码 → ASCII码

王道考研/CSKAOYAN.COM

ASCII码

0	NUL	16	DLE	32	SPC	48	0	64	@	80	P	96	`	112	p
1	SOH	17	DC1	33	!	49	1	65	A	81	Q	97	a	113	q
2	STX	18	DC2	34	"	50	2	66	B	82	R	98	b	114	r
3	ETX	19	DC3	35	#	51	3	67	C	83	S	99	c	115	s
4	EOT	20	DC4	36	\$	52	4	68	D	84	T	100	d	116	t
5	ENQ	21	NAK	37	%	53	5	69	E	85	U	101	e	117	u
6	ACK	22	SYN	38	&	54	6	70	F	86	V	102	f	118	v
7	BEL	23	ETB	39	'	55	7	71	G	87	W	103	g	119	w
8	BS	24	CAN	40	(	56	8	72	H	88	X	104	h	120	x
9	HT	25	EM	41	)	57	9	73	I	89	Y	105	i	121	y
10	LF	26	SUB	42	*	58	:	74	J	90	Z	106	j	122	z
11	VT	27	ESC	43	+	59	;	75	K	91	[	107	k	123	{
12	FF	28	FS	44	,	60	<	76	L	92	\	108	l	124	|
13	CR	29	GS	45	-	61	=	77	M	93	]	109	m	125	}
14	SO	30	RS	46	.	62	>	78	N	94	^	110	n	126	~
15	SI	31	US	47	/	63	?	79	O	95	_	111	o	127	DEL

可印刷字符: 32~126

大写字母: 65(100 0001)~90(101 1010)

数字: 48(011 0000)~57(011 1001)

小写字母: 97(110 0001)~122(111 1010)

王道考研/CSKAOYAN.COM

ASCII码

例1: 已知 'A' 的ASCII码值为65, 字符 'H' 存放在某存储单元M中, 求M中存放的内容。

首先明确, M中存放的是 'H' 的ASCII码(二进制形式)。

再由 'A' 的码值推出 'H' 的码值:

思路1. A是第1个字母, H是第8个字母, 则H的码值 = $65 + (8-1) = 72$
72 对应二进制为 100 1000, 故M中存放的内容为 0100 1000

思路2. A的码值65写成二进制为100 0001, A是第1个字母
H是第8个字母, 故对应100 1000, M中存放内容为 0100 1000

例2: 已知 'h' 的ASCII码值为104, 字符 'a' 存放在存储单元M1中, 字符 'z' 存放在存储单元M2中, 求M1、M2中存放的内容。

a: $104 - (8-1) = 97 \rightarrow$ M1中内容为 0110 0001

z: $104 + (26-8) = 122 \rightarrow$ M2中内容为 0111 1010

王道考研/CSKAOYAN.COM

字符串

每个存储单元存放4B

字符串: IF_A>B_THEN_READ(C)_

大端模式: 存储单元内先存储高位字节、后存储低位字节的顺序

小端模式: 存储单元内先存储低位字节、后存储高位字节的顺序

王道考研/CSKAOYAN.COM

字符串

I	F	空格	A
>	B	空格	T
H	E	N	空格
R	E	A	D
(	C	)	空格

每个存储单元存放4B

字符串: IF_A>B_THEN_READ(C)_
大端模式: 存储单元内先存储高位字节、后存储低位字节的顺序

王道考研/CSKAOYAN.COM

字符串

73	70	32	65
62	66	32	84
72	69	78	32
82	69	65	68
40	67	41	32

每个存储单元存放4B

字符串: IF_A>B_THEN_READ(C)_
大端模式: 存储单元内先存储高位字节、后存储低位字节的顺序

王道考研/CSKAOYAN.COM

字符串

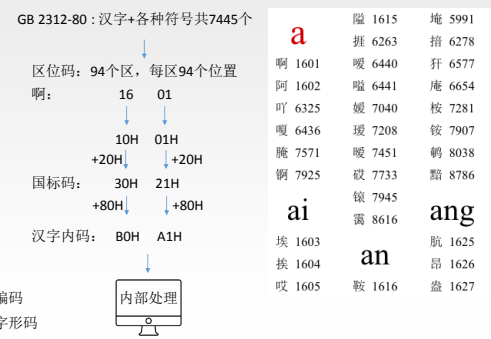
I	F	空格	A
>	B	空格	T
H	E	N	空格
R	E	A	D
(	C	)	空格

大端模式: 存储单元内先存储高位字节、后存储低位字节的顺序
字符串: IF_A>B_THEN_READ(C)_
小端模式: 存储单元内先存储低位字节、后存储高位字节的顺序

A	空格	F	I
T	空格	B	>
空格	N	E	H
D	A	E	R
空格	)	C	(

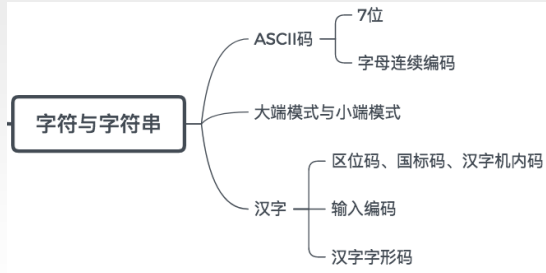
王道考研/CSKAOYAN.COM

汉字的表示和编码



王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

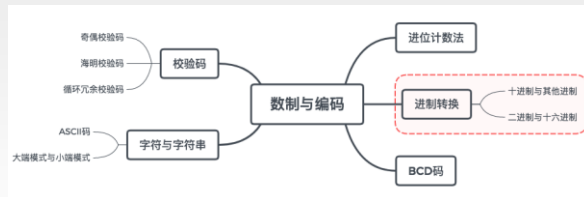
本节内容

数制与编码

校验原理
奇偶校验码

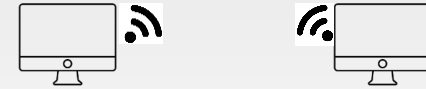
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

校验原理简介

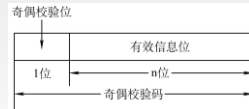


信息: A B 奇校验: 保证一段数据中出现奇数个1
 码字: 0100 0001 (C、D) **1** -> 2 仅需1位
 码字 (方案二): 00 11 **2** 改变规则 -> 海明码、CRC
 码距: 两个合法码字对应位上数字的不同位的个数

王道考研/CSKAOYAN.COM

奇偶校验码

奇校验码：整个校验码（有效信息位和校验位）中“1”的个数为奇数。
偶校验码：整个校验码（有效信息位和校验位）中“1”的个数为偶数。



【例2-3】给出两个编码1001101和1010111的奇校验码和偶校验码。

设最高位为校验位，余7位是信息位，则对应的奇偶校验码为：

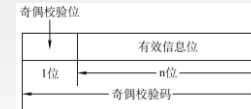
奇校验： 11001101 01010111

偶校验： 01001101 11010111

王道考研/CSKAOYAN.COM

奇偶校验码

奇校验码：整个校验码（有效信息位和校验位）中“1”的个数为奇数。
偶校验码：整个校验码（有效信息位和校验位）中“1”的个数为偶数。



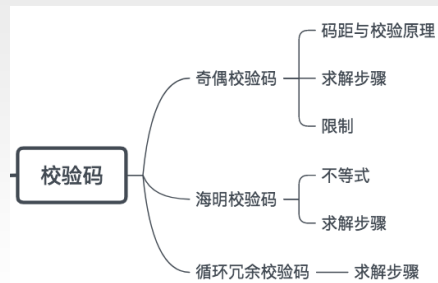
【例2-3】给出两个编码1001101和1010111的奇校验码和偶校验码。

设最高位为校验位，余7位是信息位，则对应的奇偶校验码为：

1001101 11001101（奇校验） 01001101（偶校验）
 1010111 01010111（奇校验） 11010111（偶校验）

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

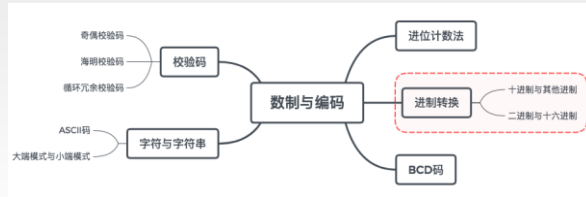
本节内容

数制与编码

海明校验码

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

海明校验码思路简介

海明码设计思路：分组校验 → 多个校验位
→ 校验位标注出错误位置

1010 → 1011

校验位：001

需要多少校验位？



王道考研/CSKAOYAN.COM

海明码求解步骤

信息位：1010

1. 确定海明码的位数： $2^k \geq n + k + 1$

$n = 4 \rightarrow k = 3$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010)，共4位，校验位 $P_3P_2P_1$ ，共3位，对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

2. 确定校验位的分布

H_7	H_6	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1
D_4	D_3	D_2	P_3	D_1	P_2	P_1

校验位 P_i 放在海明位号为 2^{i-1} 的位置上

信息位按顺序放到其余位置

王道考研/CSKAOYAN.COM

海明码求解步骤

信息位：1010

1. 确定海明码的位数： $2^k \geq n + k + 1$

$n = 4 \rightarrow k = 3$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010)，共4位，校验位 $P_3P_2P_1$ ，共3位，对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

2. 确定校验位的分布

H_7	H_6	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1
D_4	D_3	D_2	P_3	D_1	P_2	P_1
1	0	1		0		

校验位 P_i 放在海明位号为 2^{i-1} 的位置上

信息位按顺序放到其余位置

3. 求校验位的值

$H_3 : 3 \rightarrow 011$

$H_5 : 5 \rightarrow 101$

$H_6 : 6 \rightarrow 110$

$H_7 : 7 \rightarrow 111$

⊕: 异或

$0 \oplus 0 = 0$

$0 \oplus 1 = 1$

$1 \oplus 0 = 1$

$1 \oplus 1 = 0$

相当于偶校验

$$\begin{aligned}
 P_1 &= H_3 \oplus H_5 \oplus H_7 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 \\
 &= 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0 \\
 P_2 &= H_3 \oplus H_6 \oplus H_7 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_1 \\
 &= 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1 \\
 P_3 &= H_5 \oplus H_6 \oplus H_7 = D_3 \oplus D_2 \oplus D_4 \\
 &= 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0
 \end{aligned}$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

海明码求解步骤

信息位: 1010

1. 确定海明码的位数: $2^k \geq n + k + 1$
 $n = 4 \rightarrow k = 3$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010), 共4位, 校验位 $P_3P_2P_1$, 共3位, 对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

2. 确定校验位的分布

H_7	H_6	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1
D_4	D_3	D_2	P_3	D_1	P_2	P_1
1	0	1	0	0	1	0

校验位 P_i 放在海明位号为 2^{i-1} 的位置上

信息位按顺序放到其余位置

3. 求校验位的值

$H_3: 3 \rightarrow 011$

$H_5: 5 \rightarrow 101$

$H_6: 6 \rightarrow 110$

$H_7: 7 \rightarrow 111$

$$P_1 = H_3 \oplus H_5 \oplus H_7 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$P_2 = H_3 \oplus H_6 \oplus H_7 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$P_3 = H_5 \oplus H_6 \oplus H_7 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

4. 纠错

$$S_1 = P_1 \oplus D_1 \oplus D_2 \oplus D_4$$

$$S_2 = P_2 \oplus D_1 \oplus D_3 \oplus D_4$$

$$S_3 = P_3 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

海明码求解步骤

信息位: 1010

1. 确定海明码的位数: $2^k \geq n + k + 1$
 $n = 4 \rightarrow k = 3$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010), 共4位, 校验位 $P_3P_2P_1$, 共3位, 对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

2. 确定校验位的分布

H_7	H_6	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1
D_4	D_3	D_2	P_3	D_1	P_2	P_1
1	0	1	0	0	1	0

校验位 P_i 放在海明位号为 2^{i-1} 的位置上

信息位按顺序放到其余位置

3. 求校验位的值

$$P_1 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$P_2 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$P_3 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

4. 纠错

校验方程:

$$S_1 = P_1 \oplus D_1 \oplus D_2 \oplus D_4$$

$$S_2 = P_2 \oplus D_1 \oplus D_3 \oplus D_4$$

$$S_3 = P_3 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4$$

接收到: 1010010

$$S_1 = P_1 \oplus D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = P_2 \oplus D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$S_3 = P_3 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

接收到: 1010000

$$S_1 = P_1 \oplus D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$S_2 = P_2 \oplus D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$S_3 = P_3 \oplus D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

海明码求解步骤-格式变化

信息位: 1010

1. 确定海明码的位数: $2^k \geq n + k + 1$
 $n = 4 \rightarrow k = 3$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010), 共4位, 校验位 $P_3P_2P_1$, 共3位, 对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

2. 确定校验位的分布

H_7	H_6	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1
D_4	D_3	D_2	P_3	D_1	P_2	P_1
1	0	1	0	0	1	0

校验位 P_i 放在海明位号为 2^{i-1} 的位置上

信息位按顺序放到其余位置

3. 求校验位的值

$$P_1 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$P_2 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$P_3 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010), 共4位, 校验位 $P_3P_2P_1$, 共3位, 对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7
P_1	P_2	D_1	P_3	D_2	D_3	D_4
		1		0	1	0

$$P_1 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$P_2 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$P_3 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

海明码求解步骤-格式变化

信息位: 1010

1. 确定海明码的位数: $2^k \geq n + k + 1$
 $n = 4 \rightarrow k = 3$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010), 共4位, 校验位 $P_3P_2P_1$, 共3位, 对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

2. 确定校验位的分布

H_7	H_6	H_5	H_4	H_3	H_2	H_1
D_4	D_3	D_2	P_3	D_1	P_2	P_1
1	0	1	0	0	1	0

校验位 P_i 放在海明位号为 2^{i-1} 的位置上

信息位按顺序放到其余位置

3. 求校验位的值

$$P_1 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 1 = 0$$

$$P_2 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 = 1$$

$$P_3 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

设信息位 $D_4D_3D_2D_1$ (1010), 共4位, 校验位 $P_3P_2P_1$, 共3位, 对应的海明码为 $H_7H_6H_5H_4H_3H_2H_1$ 。

H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6	H_7
P_1	P_2	D_1	P_3	D_2	D_3	D_4
1	0	1	1	0	1	0

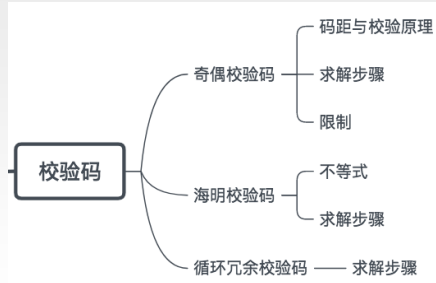
$$P_1 = D_1 \oplus D_2 \oplus D_4 = 1 \oplus 0 \oplus 1 = 0$$

$$P_2 = D_1 \oplus D_3 \oplus D_4 = 1 \oplus 1 \oplus 0 = 0$$

$$P_3 = D_2 \oplus D_3 \oplus D_4 = 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

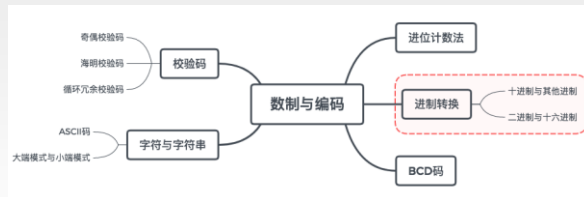
本节内容

数制与编码

循环冗余
校验码

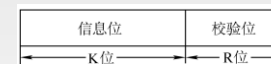
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

循环冗余校验码

【例2-5】设生成多项式为 $G(x)=x^3+x^2+1$ ，信息码为101001，求对应的CRC码。

1. 确定K、R以及生成多项式对应的二进制码

K = 信息码的长度 = 6, R = 生成多项式最高次幂 = 3 → 校验码位数 $N = K + R = 9$ 生成多项式 $G(x) = 1 \cdot x^3 + 1 \cdot x^2 + 0 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0$ ，对应二进制码1101

2. 移位

信息码左移R位，低位补0

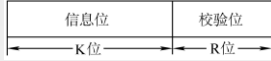
3. 相除

对移位后的信息码，用生成多项式进行模2除法，产生余数

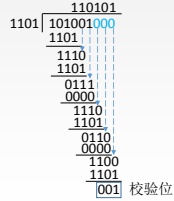
1101 | 101001000

王道考研/CSKAOYAN.COM

循环冗余校验码



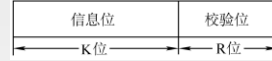
【例2-5】设生成多项式为 $G(x)=x^3+x^2+1$ ，信息码为101001，求对应的CRC码。



对应的CRC码：
101001 001

王道考研/CSKAOYAN.COM

循环冗余校验码

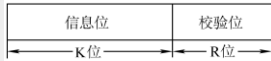


【例2-5】设生成多项式为 $G(x)=x^3+x^2+1$ ，信息码为101001，求对应的CRC码。

1. 确定K、R以及生成多项式对应的二进制码
 K = 信息码的长度 = 6, R = 生成多项式最高次幂 = 3 \rightarrow 校验码位数 $N = K + R = 9$
生成多项式 $G(x) = 1 \cdot x^3 + 1 \cdot x^2 + 0 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0$, 对应二进制码1101
2. 移位
信息码左移 R 位, 低位补0
3. 相除
对移位后的信息码, 用生成多项式进行模2除法, 产生余数
对应的CRC码: 101001 001
4. 检错和纠错

王道考研/CSKAOYAN.COM

循环冗余校验码



【例2-5】设生成多项式为 $G(x)=x^3+x^2+1$ ，信息码为101001，求对应的CRC码。

3. 相除

对移位后的信息码, 用生成多项式进行模2除法, 产生余数

对应的CRC码: 101001 001

4. 检错和纠错

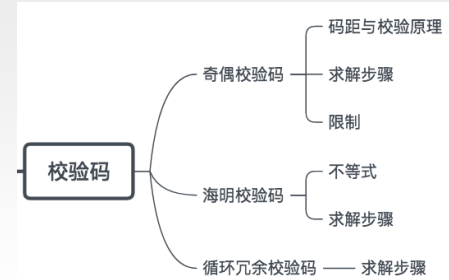
发送: 101001001 记为 $C_9C_8C_7C_6C_5C_4C_3C_2C_1$

接收: 101001001 用1101进行模2除 \rightarrow 余数为000, 代表没有出错

接收: 101001011 用1101进行模2除 \rightarrow 余数为010, 代表 C_2 出错

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM