

第3章 信息编码与数据表示 作业参考题解

3.1 求下列各数的十进制数值：

参考答案：

- (1) $(267.3)_8 = (2 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 7 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1})_{10} = (183.375)_{10}$
 (2) $(BD.C)_{16} = (11 \times 16^1 + 13 \times 16^0 + 12 \times 16^{-1})_{10} = (189.75)_{10}$
 (3) $1011011.101_2 = (1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3})_{10} = (91.625)_{10}$

3.2 将下列十进制数转化为二进制、八进制和十六进制数据（小数取四位二进制有效数据）：

- (1) -282.75 (2) 123.46 (3) -115/512 (4) 44.9375

参考答案：

十进制	二进制	八进制	十六进制
(1) -282.75	-100011010.11B	-432.6Q	-11A.CH
(2) 123.46	1111011.0111B	173.34Q	7B.7H
(3) -115/512	-0.001110011	-0.163Q	-0.398H
(4) 44.9375	101100.1111	54.74Q	2C.FH

3.3 写出下列各数的原码、反码和补码，机器数长度为8位：

- (1) 0 (2) -127 (3) -0.5 (4) -19/128 (5) 100 (6) 23/64

参考答案：

真值	二进制真值	原码	反码	补码
(1) 0	0000000	0, 0000000	0, 0000000	0, 0000000
		1, 0000000	1, 1111111	
(2) -127	-1111111	1, 1111111	1, 0000000	1, 0000001
(3) -0.5	-0.1000000	1.1000000	1.0111111	1.1000000
(4) -19/128	-0.0010011	1.0010011	1.1101100	1.1101101
(5) 100	1100100	0, 1100100	0, 1100100	0, 1100100
(6) 23/64	0.010111	0.0101110	0.0101110	0.0101110

3.4 写出下列各机器数的二进制真值X：

参考答案：

- (1) $[X]_{\text{补}}=0.1001$ $X=0.1001$
 (2) $[X]_{\text{补}}=1.1001$ $X=-0.0111$
 (3) $[X]_{\text{原}}=0.1101$ $X=0.1101$
 (4) $[X]_{\text{原}}=1.1101$ $X=-0.1101$
 (5) $[X]_{\text{反}}=0.1011$ $X=0.1011$

- (6) $[X]_{\text{反}}=1.1011$ $X=-0.0100$
 (7) $[X]_{\text{移}}=0,1001$ $X=-0111$
 (8) $[X]_{\text{移}}=1,1001$ $X=+1001$
 (9) $[X]_{\text{补}}=1,0000000$ $X=-10000000$, $X=-128$
 (10) $[X]_{\text{反}}=1,0000000$ $X=-1111111$, $X=-127$
 (11) $[X]_{\text{原}}=1,0000000$ $X=-0$
 (12) $[X]_{\text{移}}=1,0000000$ $X=0$

3.5 设某机器数字长为 8 位，有两个数的 16 进制表示形式为 9CH 和 FFH，问：若它们分别表示为下列格式的机器数时，其对应的十进制真值是多少？

参考答案：

	9CH	FFH
(1) 无符号整数；	156	255
(2) 原码表示的定点整数；	-28	-127
(3) 原码表示的定点小数；	$-28/128=-0.21875$	$-127/128=-0.9921875$
(4) 补码表示的定点整数；	-100	-1
(5) 补码表示的定点小数；	$-100/128=-0.78125$	$-1/128=0.0078125$
(6) 反码表示的定点整数；	-99	-0
(7) 移码表示的定点整数。	+28	+127

3.6 假设某规格化浮点数的尾数表示形式为 $M_0.M_1\dots M_n$ ，选择正确的答案写在横线上：

- (1) 若尾数用原码表示，则尾数必须满足 D。
 (2) 若尾数用补码表示，则尾数必须满足 G、H。

A. $M_0=0$ B. $M_0=1$ C. $M_1=0$ D. $M_1=1$
 E. $M_0.M_1=0.0$ F. $M_0.M_1=1.1$ G. $M_0.M_1=0.1$ H. $M_0.M_1=1.0$

3.7 浮点数的表示范围取决于 D 的位数，浮点数的表示精度取决于 C 的位数，浮点数的正负取决于 A，E 在浮点数的表示中是隐含规定的。

A. 数符 B. 阶符 C. 尾数 D. 阶码 E. 阶码的底

3.8 设某浮点数格式为：字长 12 位，阶码 6 位，用移码表示，尾数 6 位，用原码表示，阶码在前，尾数（包括数符）在后，则按照该格式：

- (1) 已知 $X=-25/64$ ， $Y=2.875$ ，求数据 X、Y 的规格化的浮点数形式。

参考答案： $X=-0.011001$ $X=-0.11001\times 2^{-1}$ $E_X=-00001$ $M_X=-0.11001$
 $[E_X]_{\text{移}}=0, 11111$ $[M_X]_{\text{原}}=1.11001$ 所以 $[X]_{\text{浮}}=0,11111 1.11001$
 $Y=10.111$ $Y=0.10111\times 2^{10}$ $E_Y=00010$ $M_Y=0.10111$
 $[E_Y]_{\text{移}}=1, 00010$ $[M_Y]_{\text{原}}=0.10111$ 所以 $[Y]_{\text{浮}}=1,00010 0.10111$

- (2) 已知 Z 的浮点数以十六进制表示为 9F4H，则求 Z 的十进制真值。

参考答案： $[Z]_{\text{浮}}=1,00111 1.10100$ $[E_Z]_{\text{移}}=1, 00111$ $[M_Z]_{\text{原}}=1.10100$
 $E_Z=00111$ $M_Z=-0.10100$
 $Z=-0.10100\times 2^{+7}$ $Z=-1010000$ $Z=-80$

3.9 设某机器数字长 16 位，求下列各机器数的表示范围：

参考答案：

- (1) 无符号整数： $0 \sim 2^{16} - 1$ 即 $0 \sim 65535$
- (2) 原码表示的定点整数： $-(2^{15} - 1) \sim 2^{15} - 1$ 即 $-32767 \sim +32767$
- (3) 补码表示的定点整数： $-2^{15} \sim 2^{15} - 1$ 即 $-32768 \sim +32767$
- (4) 补码表示的定点小数： $-1 \sim 1 - 2^{-15}$
- (5) 非规格化浮点表示，格式为：阶码 8 位，用移码表示，尾数 8 位，用补码表示（要求写出最大数、最小数、最大负数、最小正数）；
 - ◆ 最大数： $(1 - 2^{-7}) \times 2^{127}$
 - ◆ 最小数： $-1 \times 2^{127} = -2^{127}$
 - ◆ 最小正数： $2^{-7} \times 2^{-128} = 2^{-135}$
 - ◆ 最大负数： $-2^{-7} \times 2^{-128} = -2^{-135}$
- (6) 上述浮点格式的规格化浮点表示范围（要求写出最大数、最小数、最大负数、最小正数）。
 - ◆ 最大数： $(1 - 2^{-7}) \times 2^{127}$
 - ◆ 最小数： $-1 \times 2^{127} = -2^{127}$
 - ◆ 最小正数： $2^{-1} \times 2^{-128} = 2^{-129}$
 - ◆ 最大负数： $-(2^{-7} + 2^{-1}) \times 2^{-128}$

3.10 将下列十进制数转换为 IEEE754 单精度浮点数格式：

- (1) $+36.75$ (2) $-35/256$

参考答案：

$$\begin{aligned} (1) (+36.75)_{10} &= (100100.11)_2 = (1.0010011)_2 \times 2^{+5} \\ &= (-1)^0 \times (1.0010011)_2 \times 2^{132-127} \end{aligned}$$

所以： $M_s=0$ ， $E=(132)_{10}=(10000100)_{10}$ ， $M=001\ 0011\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$ ；
单精度浮点数表示形式为 $0\ 10000100\ 001\ 0011\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000B=42130000H$

$$\begin{aligned} (2) (-35/256)_{10} &= (-0.00100011)_2 = (-1.00011)_2 \times 2^{-3} \\ &= (-1)^1 \times (1.00011)_2 \times 2^{124-127} \end{aligned}$$

所以： $M_s=1$ ， $E=(124)_{10}=(01111100)_{10}$ ， $M=000\ 1100\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$ ；
单精度浮点数表示形式为 $1\ 01111100\ 000\ 1100\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000B=BE0C0000H$

3.11 求下列各 IEEE754 单精度浮点数的十进制真值：

- (1) $43990000H$ (2) $00000000H$

参考答案：

$$\begin{aligned} (1) 43990000H &= 0100\ 0011\ 1001\ 1001\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000B \\ M_s &= 0; E = 1000\ 0111B = 135D; M = 1.001\ 1001\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \\ N &= (-1)^0 \times 1.001\ 1001\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \times 2^{135-127} \\ &= 1.001\ 1001 \times 2^8 = 100110010B = 306D \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) 00000000H &= 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000B \\ M_s &= 0; E = 0000\ 0000B = 0; M = 1.000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \\ N &= (-1)^0 \times 1.000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 \times 2^{0-127} \\ &= 1 \times 2^{-127} = 2^{-127} \end{aligned}$$

3.12 在汉字系统中，有哪几种编码？它们各自有什么作用？

参考答案：在汉字系统中，有 4 种编码：

- ◆ 汉字输入码：也称外码，用于将汉字通过西文键盘输入计算机。
- ◆ 汉字交换码：用于在具有不同汉字处理功能的计算机系统之间进行汉字信息交换。
- ◆ 汉字内码：汉字的机内代码，用于汉字信息的存储、交换、检索等操作，一般采用两个字节表示。
- ◆ 汉字字形码：又称字模码，是将汉字字形经过点阵数字化后形成的一串二进制数，用于汉字的显示和打印。

3.13 汉字库中存放的是汉字的哪一种编码？汉字库的容量如何计算？

参考答案：汉字库中存放的是汉字字形码，汉字库的容量=汉字库中容纳的汉字个数×汉字字形码位数。

3.14 在一个应用系统中，需要构造一个包含了 100 个汉字的汉字库，假设采用 16×16 的汉字字形，问：该汉字库所占存储容量是多少字节？一篇由 50 个汉字构成的短文，需要占用多少字节的存储容量来存储其纯文本？

参考答案：

- 因为汉字库中存放的是字模码，每个字模码占用存储空间=16×16 位；所以该汉字库所占存储容量是 100×16×16 位=3200 字节
- 纯文本文件中存放的是汉字的机内码，每个汉字机内码是 2 字节，因此需要占用 50×2=100 字节的存储容量来存储 50 个汉字的纯文本。

3.15 汉字系统的几种编码中，对于某个汉字来说，__C__是惟一的。

- A. 输入码 B. 字模码 C. 机内码

3.16 若下面的奇偶校验码均正确，请指出哪些是奇校验码，哪些是偶校验码。

- (1) 10110110 (2) 01111110 (3) 11011000 (4) 10100001

参考答案：(1) 奇校验码 (2) 偶校验码 (3) 偶校验码 (4) 奇校验码

3.17 在 7 位的 ASCII 码的最高位前面添加一位奇（偶）校验位后，即可构成 8 位的 ASCII 码的奇（偶）校验码。假设字符“A”的这样的奇（偶）校验码为 41H，则它是(1)；字符“C”的这样的 (1) 是(2)。

- (1) : A. 奇校验码 B. 偶校验码

- (2) : A. 43H B. 87H C. C3H D. 86H

参考答案：(1) B (2) C

3.18 对于 3.6.2 节所介绍的 k=8, r=4 的能纠错一位的海明码，若编码为 100110111100，试判断该海明码是否有误，若有，请纠正，并写出其 8 位正确的有效信息。

参考答案：k=8, r=4 的海明码分组如下表：

序号	H ₁₂	H ₁₁	H ₁₀	H ₉	H ₈	H ₇	H ₆	H ₅	H ₄	H ₃	H ₂	H ₁
分组	D ₈	D ₇	D ₆	D ₅	P ₄	D ₄	D ₃	D ₂	P ₃	D ₁	P ₂	P ₁
P ₄	√	√	√	√	√							
P ₃	√					√	√	√	√			

P ₂		√	√			√	√			√	√	
P ₁		√		√		√		√		√		√

H₁₂~H₁= 1001 1011 1100, 计算得 P₄ P₃ P₂ P₁ = 1001, 表明 H₉ 出错, 将其取反得正确的海明码为 1000 1011 1100, 则 8 位正确的有效信息为: 1000 011 1。

3.19 试设计有效信息为 10 位的能纠错一位的海明码的编码和译码方案, 并写出有效信息 0110111001 的海明码。

参考答案: k=10, r=4 的海明码分组如下表:

序号	H ₁₄	H ₁₃	H ₁₂	H ₁₁	H ₁₀	H ₉	H ₈	H ₇	H ₆	H ₅	H ₄	H ₃	H ₂	H ₁
分组	D ₁₀	D ₉	D ₈	D ₇	D ₆	D ₅	P ₄	D ₄	D ₃	D ₂	P ₃	D ₁	P ₂	P ₁
P ₄	√	√	√	√	√	√	√							
P ₃	√	√	√					√	√	√	√			
P ₂	√			√	√			√	√			√	√	
P ₁		√		√		√		√		√		√		√
	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0

有效信息 0110111001 的海明码为: 01 1011 0100 1110

3.20 在 3.6.2 节所介绍有效信息为 8 位的能纠错一位的海明码基础上, 思考如何改进, 使其能够达到检错两位并能纠错一位的校验能力。

参考答案:

在最高位添加一个 P₅ 位, 用以实现对所有海明码位的校验, 来区分两位出错和一位出错两种情况。

$$P_5 = P_1 \oplus P_2 \oplus P_3 \oplus P_4 \oplus D_8 \oplus D_7 \oplus D_6 \oplus D_5 \oplus D_4 \oplus D_3 \oplus D_2 \oplus D_1$$

$$S_5 = P_1 \oplus P_2 \oplus P_3 \oplus P_4 \oplus P_5 \oplus D_8 \oplus D_7 \oplus D_6 \oplus D_5 \oplus D_4 \oplus D_3 \oplus D_2 \oplus D_1$$

- ◆ S₅S₄S₃S₂S₁=00000 : 海明码正确;
- ◆ S₅S₄S₃S₂S₁=10000 : 海明码有一位出错, 即 P₅ (H₁₃) 本身出错;
- ◆ S₅=1 且 S₄S₃S₂S₁≠0000: 海明码有一位出错, 出错的海明位号由 S₄S₃S₂S₁ 指出;
- ◆ 当 S₅=0 且 S₄S₃S₂S₁≠0000 时, 海明码有两位出错, 出错的海明位号无法确定。

3.21 设生成多项式为 X³+X+1 (即 1011B), 请计算有效数据 10101 的 CRC 编码。

参考答案:

构成 CRC (8, 5) 码, r=3, k=5, n=8。用有效信息扩展成的编码 10101000 模 2 除以 1011, 得冗余码 101, 则 CRC 编码为 10101 101。

$$\begin{array}{r}
 10011 \\
 1011 \overline{) 10101000} \\
 \underline{1011} \\
 0011 \\
 \underline{0000} \\
 0110 \\
 \underline{0000} \\
 1100 \\
 \underline{1011} \\
 1110 \\
 \underline{1011} \\
 101
 \end{array}$$

3.22 试分析 3.3 节介绍的奇偶校验、海明校验和 CRC 校验三种校验码的检错纠错能力，它们的码距各为多少？

参考答案：

- ◆ 奇偶校验的码距：d=2，具有检查出奇数个错误的能力；
- ◆ 海明校验（k=8,r=4）：d=3，具有纠错 1 位错误的能力，或者用来检错 2 位。
- ◆ CRC 校验：d=3，具有纠错 1 位错误的能力，或者用来检错 2 位。

3.23 在 Motorola 系列的微处理器中，数据存放在内存的规则是高位字节存放在低地址单元的，对照图 3.10 写出各数据在这种情况下存储方式。

参考答案：

