练习

设机器数字长为 24 位，欲表示±3万的十进制数，试问在保证数的最大精度的前提下，除阶符、数符各取1 位外，阶码、尾数各取几位？

解： ∵ $2^{14} = 16384$ $\quad$ $2^{15} = 32768$

∴ 如果是定点数15 位二进制数可反映 ±3 万之间的十进制数

$$2^{\boxed{15}} \times 0.\underbrace{\times\times\times\ \cdots\ \times\times\times}_{n\text{位}}$$

$m = 4，5，6，\cdots$

满足 最大精度 可取 $m = 4，\ n = 18$

3. 浮点数的规格化形式

$r = 2$ 尾数最高位为 1

$r = 4$ 尾数最高 2 位不全为 0

$r = 8$ 尾数最高 3 位不全为 0

基数不同，浮点数的规格化形式不同

4. 浮点数的规格化

$r = 2$	左规	尾数左移 1 位，阶码减 1
	右规	尾数右移 1 位，阶码加 1
$r = 4$	左规	尾数左移 2 位，阶码减 1
	右规	尾数右移 2 位，阶码加 1
$r = 8$	左规	尾数左移 3 位，阶码减 1
	右规	尾数右移 3 位，阶码加 1

基数 r 越大，可表示的浮点数的范围越大

基数 r 越大，浮点数的精度降低

例如：设 $m = 4$，$n = 10$，$r = 2$ 6.2

尾数规格化后的浮点数表示范围

最大正数 $2^{+1111} \times 0.\underbrace{1111111111}_{10\text{个}1} = 2^{15} \times (1-2^{-10})$

最小正数 $2^{-1111} \times 0.1\underbrace{000000000}_{9\text{个}0} = 2^{-15} \times 2^{-1} = 2^{-16}$

最大负数 $2^{-1111} \times (-0.1\underbrace{000000000}_{9\text{个}0}) = -2^{-15} \times 2^{-1} = -2^{-16}$

最小负数 $2^{+1111} \times (-0.\underbrace{1111111111}_{10\text{个}1}) = -2^{15} \times (1-2^{-10})$

三、举例

例 6.13　将 $+\frac{19}{128}$ 写成二进制定点数、浮点数及在定点机和浮点机中的机器数形式。其中数值部分均取 10 位，数符取 1 位，浮点数阶码取 5 位（含1位阶符），尾数规格化。

解：　设 $x = +\frac{19}{128}$

二进制形式　$x = 0.0010011$

定点表示　$x = 0.0010011\,000$

浮点规格化形式　$x = 0.1001100000 \times 2^{-10}$

定点机中　$[x]_原 = [x]_补 = [x]_反 = 0.0010011000$

浮点机中　$[x]_原 = 1, 0010;\ 0.1001100000$

$[x]_补 = 1, 1110;\ 0.1001100000$

$[x]_反 = 1, 1101;\ 0.1001100000$

例 6.14 将 –58 表示成二进制定点数和浮点数，并写出它在定点机和浮点机中的三种机器数及阶码为移码、尾数为补码的形式（其他要求同上例）。

解： 设 $x = -58$

二进制形式 $x = -111010$

定点表示 $x = -0000\,111010$

浮点规格化形式 $x = -(0.1110100000) \times 2^{110}$

定点机中

$[x]_{原} = 1, 0000111010$

$[x]_{补} = 1, 1111000110$

$[x]_{反} = 1, 1111000101$

浮点机中

$[x]_{原} = 0, 0110; 1. 1110100000$

$[x]_{补} = 0, 0110; 1. 0001100000$

$[x]_{反} = 0, 0110; 1. 0001011111$

$[x]_{阶移、尾补} = 1, 0110; 1. 0001100000$

机器零

- 当浮点数 尾数为 0 时，不论其阶码为何值按机器零处理
- 当浮点数 阶码等于或小于它所表示的最小数 时，不论尾数为何值，按机器零处理

如 $m = 4$ $n = 10$

当阶码和尾数都用补码表示时，机器零为

×, × × × ×； 0. 0 0 ··· 0

（阶码 = −16） 1, 0 0 0 0 ； ×.×× ··· ×

当阶码用移码，尾数用补码表示时，机器零为

0, 0 0 0 0; 0. 0 0 ··· 0

有利于机器中“ 判 0 ” 电路的实现

四、IEEE 754 标准 6.2

S	阶码（含阶符）	尾　　数

数符　　小数点位置

尾数为规格化表示

非“0”的有效位最高位为“1”（隐含）

	符号位 *S*	阶码	尾数	总位数
短实数	1	8	23	32
长实数	1	11	52	64
临时实数	1	15	64	80