

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？
尾数长度越长，精度越大

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

\therefore 如果是定点数 15 位二进制数可反映 ± 3 万之间的十进制数

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

$m = 4, 5, 6, \dots$

满足 最大精度 可取 $m = 4, n = 18$

3. 浮点数的规格化形式

6.2

$r = 2$ 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

改变尾数的数据，左移或者右移，移掉多余的0

$r = 2$ 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

6.2

例如：设 $m = 4$, $n = 10$, $r = 2$

尾数规格化后的浮点数表示范围

最大正数 $2^{+1111} \times \underbrace{0.1111111111}_{10 \text{ 个 } 1} = 2^{15} \times (1 - 2^{-10})$

最小正数 $2^{-1111} \times \underbrace{0.1000000000}_{9 \text{ 个 } 0} = 2^{-15} \times 2^{-1} = 2^{-16}$
规格化后，尾数第一位必须是1

最大负数 $2^{-1111} \times (-\underbrace{0.1000000000}_{9 \text{ 个 } 0}) = -2^{-15} \times 2^{-1} = -2^{-16}$

最小负数 $2^{+1111} \times (-\underbrace{0.1111111111}_{10 \text{ 个 } 1}) = -2^{15} \times (1 - 2^{-10})$

三、举例

6.2

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 $[x]_{\text{原}} = [x]_{\text{补}} = [x]_{\text{反}} = 0.0010011000$

浮点机中 $[x]_{\text{原}} = 1, 0010; 0.1001100000$
阶符, 阶码

$[x]_{\text{补}} = 1, 1110; 0.1001100000$

$[x]_{\text{反}} = 1, 1101; 0.1001100000$

例 6.14 将 -58 表示成二进制定点数和浮点数，**6.2**
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 $x = -0000111010$

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

定点机中

$[x]_{\text{原}} = 1, 0000111010$

$[x]_{\text{补}} = 1, 1111000110$

$[x]_{\text{反}} = 1, 1111000101$

浮点机中

$[x]_{\text{原}} = 0, 0110; 1. 1110100000$

$[x]_{\text{补}}$ $= 0, 0110; 1. 0001100000$

$[x]_{\text{反}} = 0, 0110; 1. 0001011111$

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

机器零

6.2

- 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

$\times, \times \times \times \times; \quad \mathbf{0.00 \dots 0}$

(阶码 = -16) $\mathbf{1, 0000}$; $\times.\times\times \dots \times$

当阶码用移码，尾数用补码表示时，机器零为

$\mathbf{0, 0000}; \mathbf{0.00 \dots 0}$

有利于机器中“判 0”电路的实现

四、IEEE 754 标准

6.2



↑ 数符 数符和尾数是分开的！！ 小数点位置

尾数为规格化表示

增加了尾数的位数，增大了精度

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
<u>临时实数</u>	1	15	64	80