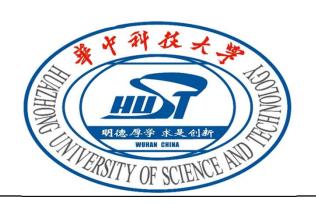
微机原理与接口技术

计算机运算基础

华中科技大学 左冬红



数的运算——加、减

- •整数运算
 - •无符号数]
 - •符号数

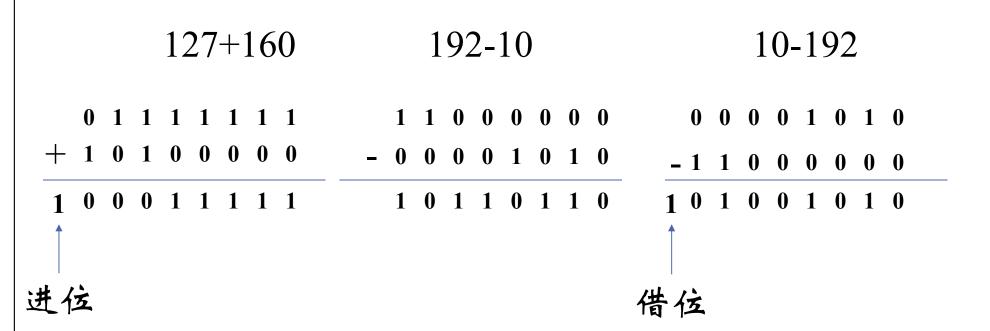
运算规则相同、结果处理方式不同

- •小数运算
 - 浮点数转换为定点数之后再依照符号整数运算规则运算
 - •运算结果再规范化为浮点数表示

整数运算

二进制数运算规则

无符号整数运算 (数的低位部分)



由状态寄存器的某一位(CF)保存,可继续参与运算

符号整数运算 (数的高位部分)

溢出
105+50=155
补码加法,结果为补码
01101001
+00110010
1001011
10011010
10010101
10010101
10010101
10010101

溢出: 结果超出了符号数的表示范围

8位符号数的表示范围为: -128~127

数据1	数据2	结果	溢出
1	1	0	1
0	0	1	1

3输入逻辑电路

符号整数运算 (数的高位部分)

数值部分进位Cy	符号位进位Cs	溢出OF
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

$$OF=C_S \oplus C_Y$$

符号数运算, 若产生溢出, 微处理器将产生溢出异常

浮点小数运算

不能二进制数直接运算

- 一般步骤:
- 1.检测0操作数
- 2.指数对齐, 尾数移位
- 3. 尾数求和 (定点数补码运算)
- 4.结果规范化
- 5.舍入处理 (1入, 0舍)
- 6.溢出处理(指数溢出、尾数溢出)

1.5 + 27.5

1.100 0000 0000 0000 0000 0000

0.000 1100 0000 0000 0000 0000

1.5的单精度数

27.5的单精度数 1000 0011-0111 1111=4

向指数大的对齐, 1.5的尾数加上整数部分的1右移4位

1.5 + 27.5

指数域 1000 0011

00.000 1100 0000 0000 0000 0000

 $+\ 01.101\ 1100\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

01.110 1000 0000 0000 0000 0000

 $1.1101 \times 2^4 = (11101)_2 = 16 + 8 + 4 + 1 = 29$

1.5-27.5

1.5的单精度数

 1.1×2^{0}

0 01111111

100 0000 0000 0000 0000 0000

-27.5的单精度数

1.5-27.5

-27.5 尾数原码 11.101 1100 0000 0000 0000 0000 尾数补码 10.010 0100 0000 0000 0000 0000

1.5尾数 00.000 1100 0000 0000 0000 0000

 $+\ 10.010\ 0100\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000$

结果是补码 10.011 0000 0000 0000 0000 0000

原码 11.101 0000 0000 0000 0000 0000

10000011 101 0000 0000 0000 0000 0000

 \rightarrow -1.101× 2⁴=-11010.=-26

-26.5-27.5

-27.5的单精度数

-26.5-27.5

指数域 1000 0011

-26.5尾数原码 11.101 0100 0000 0000 0000 0000 尾数补码 10.010 1100 0000 0000 0000 0000

-27.5尾数原码 11.101 1100 0000 0000 0000 0000 尾数补码 10.010 0100 0000 0000 0000 0000

+ 10.010 1100 0000 0000 0000 0000 + 10.010 0100 0000 0000 0000 0000

100.101 0000 0000 0000 0000 0000

10

溢出判断

尾数上溢

-26.5-27.5

指数域 1000 0011

尾数上溢 100.101 0000 0000 0000 0000 0000

尾数右移一位

指数加1

10.0101 0000 0000 0000 0000 0000

10000011 +1 10000100

原码 11.1011 0000 0000 0000 0000 000

1 10000100

101 1000 0000 0000 0000 0000

真値 ➡-1.1011× 2⁵=-110110.

=-54

 $A=(3f800000)_{16}$, $B=(79be371e)_{16}$, $C=(f9be371e)_{16}$

(1)(A+B)+C = 0?

(2) A + (B + C) = A

A的指数域为 $(011\ 1111\ 1)_2 = (7f)_{16}$

B的指数域为(111 1001 1)₂=(f3)₁₆

单精度浮点数(3f800000) $_{16}$ 的二进制规范化表示为: 1.0×2^{0}

单精度浮点数(79be371e)16的二进制规范化表示为:

 $1.011\ 1110\ 0011\ 0111\ 0001\ 1110\times 2^{116}$

单精度浮点数(f9be371e)₁₆的二进制规范化表示为:

 $-1.011\ 1110\ 0011\ 0111\ 0001\ 1110\ \times\ 2^{116}$

由于指数对齐、尾数右移导致运算结果产生很大误差。

小结

- •整数运算
 - •无符号数运算
 - •有符号数运算
- 浮点数运算
 - 指数对齐
 - 尾数运算——符号整数运算规则一致
 - •溢出处理
 - 指数溢出
 - 尾数溢出