

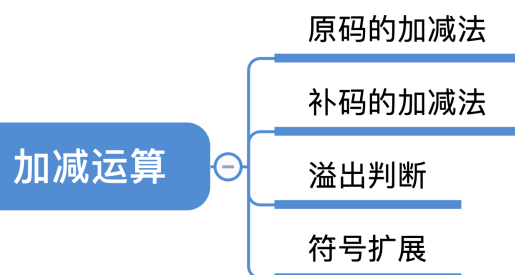
本节内容

加减运算 & 溢出判断

王道考研/CSKAOYAN.COM

1

本节总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

2

原码的加减运算

原码表示的有符号数

$$\begin{array}{r} 14 \\ -14 \\ 0 \\ \oplus \\ \downarrow \\ \begin{array}{r} 00001110 \\ + 10001110 \\ \hline 00001110 \\ - 00001110 \\ \hline 00000000 \\ \oplus \end{array} \end{array}$$

用减法器实现

$$\begin{array}{r} 00001110 \\ + 10001110 \\ \hline 10011100 \end{array}$$

加法器直接对原码进行加法运算，可能出错

原码的加法运算：

- 正+正 → 绝对值做加法，结果为正 可能会溢出
- 负+负 → 绝对值做加法，结果为负
- 正+负 → 绝对值大的减绝对值小的，符号同绝对值大的数
- 负+正 → 绝对值大的减绝对值小的，符号同绝对值大的数

原码的减法运算，“减数”符号取反，转变为加法：

- 正-负 → 正+正
- 负-正 → 负+负
- 正-正 → 正+负
- 负+正 → 负-负

王道考研/CSKAOYAN.COM

3

补码的加减运算

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

| | 原码 | 补码 |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| $A = +1111$ | $\rightarrow 0,0001111$ | $\rightarrow 0,0001111$ |
| $B = -11000$ | $\rightarrow 1,0011000$ | $\rightarrow 1,1101000$ |

$[A+B]_{补} = [A]_{补} + [B]_{补} = 0,0001111 + 1,1101000 = 1,1110111$

原码：1,0001001 真值-9

$[A-B]_{补} = [A]_{补} + [-B]_{补} = 0,0001111 + 0,0011000 = 0,0100111$ 真值+39

$[-B]_{补}$ ：[B]补连同符号位一起取反加1


$C = 124$ ，求 $[A+C]_{补}$ 和 $[B-C]_{补}$

$[A+C]_{补} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117

$[B-C]_{补} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108

溢出

负数补→原：①数值位取反+1；②负数补码中，最右边的1及其右边同原码。最右边的1的左边同反码



原来如此

对于补码来说，无论加法还是减法，最后都会转变成加法，由加法器实现运算，符号位也参与运算

王道考研/CSKAOYAN.COM

4

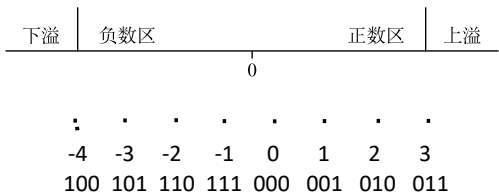
公众号：考研拼课
配套课程请关注

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{补}$ 和 $[B-C]_{补}$

$[A+C]_{补} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117
 $[B-C]_{补} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108



只有“正数+正数”才会上溢——正+正=负
只有“负数+负数”才会下溢——负+负=正

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{补}$ 和 $[B-C]_{补}$

$[A+C]_{补} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117
 $[B-C]_{补} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108

逻辑表达式

与：如 ABC ，表示A与B与C
仅当A、B、C均为1时， ABC 为1
A、B、C中有一个或多个为0，则 ABC 为0

或：如 $A+B+C$ ，表示A或B或C
仅当A、B、C均为0时， $A+B+C$ 为0
A、B、C中有一个或多个为1，则 $A+B+C$ 为1

非：如 \overline{A} ，表示A非
若A为1，则 \overline{A} 为0
若A为0，则 \overline{A} 为1

方法一：采用一位符号位
设A的符号为 A_s ，B的符号为 B_s ，运算结果的符号为 S_s ，则溢出逻辑表达式为

$$V = A_s B_s \overline{S_s} + \overline{A_s} \overline{B_s} S_s$$

若 $V=0$ ，表示无溢出；
若 $V=1$ ，表示有溢出。

$$A_s \text{ 为1且 } B_s \text{ 为1且 } S_s \text{ 为0} \quad \text{或} \quad A_s \text{ 为0且 } B_s \text{ 为0且 } S_s \text{ 为1}$$

公众号：考研拼课
配套课程请关注

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{补}$ 和 $[B-C]_{补}$

$[A+C]_{补} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117
 $[B-C]_{补} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108

方法二：采用一位符号位，根据数据位进位情况判断溢出
符号位的进位 C_s 最高数值位的进位 C_1

| | | |
|----|---|---|
| 上溢 | 0 | 1 |
| 下溢 | 1 | 0 |

即： C_s 与 C_1 不同时溢出

处理“不同”的逻辑符号：异或 \oplus

溢出逻辑判断表达式为 $V=C_s\oplus C_1$

若 $V=0$ ，表示无溢出； $V=1$ ，表示有溢出。

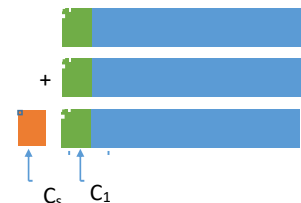
异或逻辑：不同为1，相同为0

$0 \oplus 0 = 0$

$0 \oplus 1 = 1$

$1 \oplus 0 = 1$

$1 \oplus 1 = 0$



王道考研/CSKAOYAN.COM

7

溢出判断

设机器字长为8位（含1位符号位）， $A = 15$ ， $B = -24$ ，求 $[A+B]_{补}$ 和 $[A-B]_{补}$

$C = 124$ ，求 $[A+C]_{补}$ 和 $[B-C]_{补}$

$[A+C]_{补} = 0,0001111 + 0,1111100 = 1,0001011$ 真值-117
 $[B-C]_{补} = 1,1101000 + 1,0000100 = 0,1101100$ 真值+108

方法三：采用双符号位

正数符号为00，负数符号为11

$[A+C]_{补} = 00,0001111 + 00,1111100 = 01,0001011$ 上溢
 $[B-C]_{补} = 11,1101000 + 11,0000100 = 10,1101100$ 下溢

记两个符号位为 $S_{s1}S_{s2}$ ，则 $V=S_{s1}\oplus S_{s2}$

若 $V=0$ ，表示无溢出；若 $V=1$ ，表示有溢出。

$[A+B]_{补} = 00,0001111 + 11,1101000 = 11,1110111$
 $[A-B]_{补} = 00,0001111 + 00,0110000 = 00,0110111$

实际存储时只存储1个符号位，运算时会复制一个符号位

双符号位补码又称：模4补码
单符号位补码又称：模2补码

王道考研/CSKAOYAN.COM

8

公众号：考研拼课
配套课程请关注

符号扩展

int→long，短数据→长数据。多出来的那些位应该怎么填补？

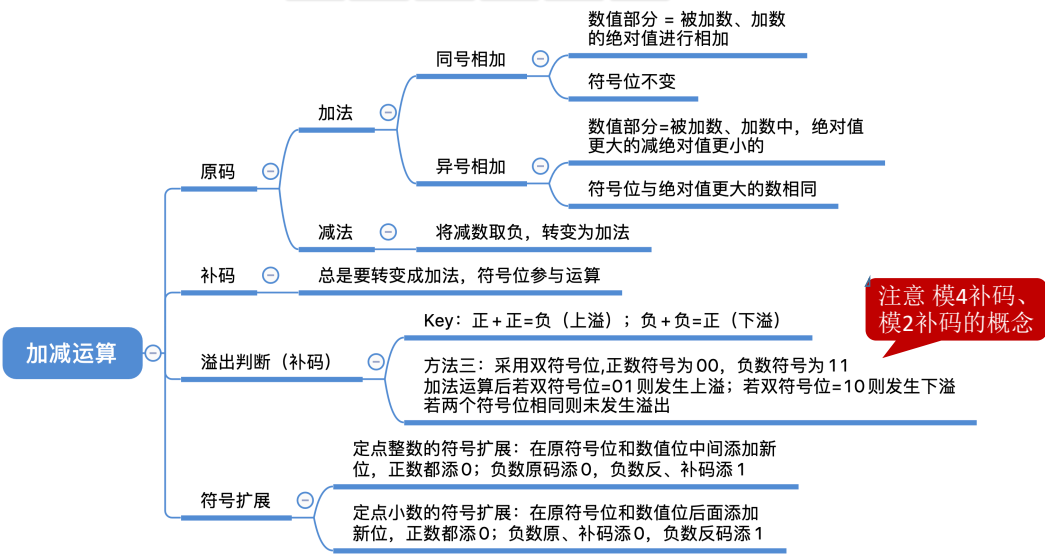
| | | | |
|-------------------|---|--------------------|--|
| Eg: 8位→16位 | | | |
| 正整数（原、反、补码的表示都一样） | | | |
| 0,1011010 | → | 0,00000000 1011010 | |
| 正小数（原、反、补码的表示都一样） | | | |
| 0.1011010 | → | 0.1011010 00000000 | |
| 负整数： | | | |
| 原码：1,1011010 | → | 1,00000000 1011010 | |
| 反码：1,0100101 | → | 1,11111111 0100101 | |
| 补码：1,0100110 | → | 1,11111111 0100110 | |
| 负小数： | | | |
| 1.1011010 | → | 1.1011010 00000000 | |
| 1.0100101 | → | 1.0100101 11111111 | |
| 1.0100110 | → | 1.0100110 00000000 | |

定点整数的符号扩展：
在原符号位和数值位中间添加新位，正数都添0；负数原码添0，负数反、补码添1

定点小数的符号扩展：
在原符号位和数值位后面添加新位，正数都添0；负数原、补码添0，负数反码添1

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识点回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

公众号：考研拼课
配套课程请关注