本节内容

各种码的作用

加减运算

原码表示的有符号数		无符号数
14	00001110	14
-14	+ 10001110	142
0	10011100	156
☹		☺

↓

$$\begin{array}{r} \boxed{\begin{matrix}0\\1\end{matrix}}\begin{matrix}0001110\\0001110\end{matrix} \\ +\quad \\ \hline \end{array}$$

↓

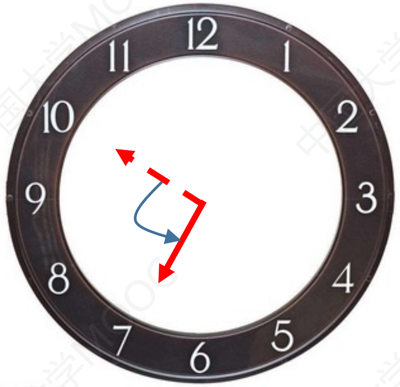
$$\begin{array}{r} 00001110 \\ -\ 00001110 \\ \hline 00000000 \end{array}$$

☺

能否用加法代替减法

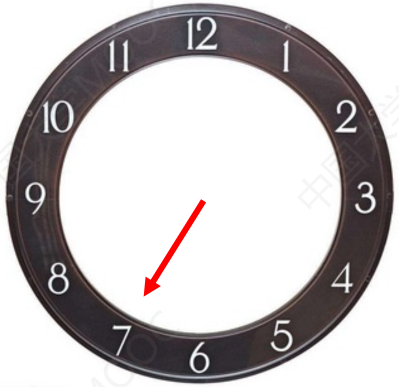
使用原码运算：
加法——用加法器完成
减法——用减法器完成
……

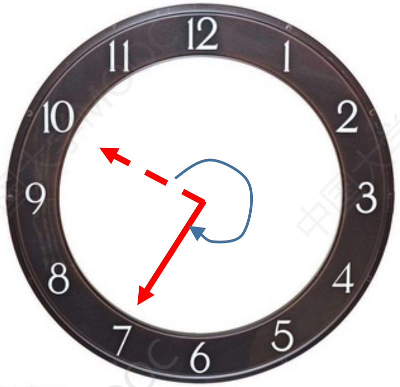
用加法代替减法



$10 - 3 = 7$

$-3 \equiv 9 \pmod{12}$





$10 + 9 = 19$

$\frac{19}{12} = 1 \cdots\cdots 7$

$19 \bmod \boxed{12} = 7$

模

相当于
求余数

模运算的性质

带余除法——设 $x,m\in Z, m>0$ 则存在唯一决定的整数 q 和 r，使得：

$$x = qm + r \quad ,0 \le r < m$$

数论中余数的定义

互为补数

二者绝对值之和=模

-3 = (-1)*12 + 9

9 = 0*12 + 9

21 = 1*12 + 9

33 = 2*12 + 9

-15 = (-2)*12 + 9

……

(mod 12) 把所有整数分为 12 类（余数为 0~11）

mod 12 余数相同的数，都是同一类，都是等价的

即 10+(-3) 、10 + 9、10+21 .... 在 (mod 12) 的条件下效果相同

在 (mod m) 的条件下，若能找到负数的补数，就可以用正数的加法来等价替代减法

模 - a的绝对值 = a 的补数

加减运算

有符号数		无符号数
14	00001110	14
-14	+ 10001110	142
0	10011100	156
☹		☺

$$\begin{array}{r} \boxed{0}0001110 \\ + \ \boxed{1}0001110 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 00001110 \\ \boxed{-\ \ 00001110} \\ \hline \boxed{00000000} \end{array}$$

任何运算结果在(mod 2^8)后只保留最低8位

(mod 2^8)

$\boxed{+\ \ 1,00000000 - 00001110}$

模 - a的绝对值 = a 的补数

补码——让减法操作转变为加法操作，节省硬件成本

$$\begin{array}{r} 00001110 \\ +\ \ 11110010 \\ \hline 1\boxed{00000000} \end{array}$$

加减运算

有符号数

88
-66

$$
\begin{array}{r}
01011000 \\
-\ \boxed{01000010} \\
\hline
\end{array}
\rightarrow
\begin{array}{c}
(\text{mod } 2^8) \\
\boxed{+\ \ 1,00000000 - 01000010} \\
\text{模 - a的绝对值 = a 的补数}
\end{array}
\rightarrow
\begin{array}{r}
01011000 \\
+\ \ 10111110 \\
\hline
1\boxed{00010110}
\end{array}
$$

22D

补码的作用：　使用补码可将减法操作转变为等价的加法，ALU 中无需集成减法器。执行加法操作时，符号位一起参与运算

留个坑：溢出的判断？

移码

真值(十进制)	补码	移码
-128	1000 0000	0000 0000
-127	1000 0001	0000 0001
-126	1000 0010	0000 0010
…	…	…
-3	1111 1101	0111 1101
-2	1111 1110	0111 1110
-1	1111 1111	0111 1111
0	0000 0000	1000 0000
1	0000 0001	1000 0001
2	0000 0010	1000 0010
3	0000 0011	1000 0011
…	…	…
124	0111 1100	1111 1100
125	0111 1101	1111 1101
126	0111 1110	1111 1110
127	0111 1111	1111 1111

真值增大

移码表示的整数很方便对比大小