浙江大学实验报告

课程名称：计算机系统原理

实验项目名称：移码运算

学生姓名：翁罗轩 专业：软件工程 学号：3170103226

一、实验目的

1. 给出移码的算术运算算法，并编程实现。
2. 分析移码的字位扩展（8-16，16-32 位）、运算溢出、大小比较等的方法。

二、 实验原理

2.1 四则运算的证明

令 $H = 2^{N-1}$，则$[x]_{移码} = x + H$。

1. 加法

$$[x + y]_{移码} = x + y + H$$
$$= [x]_{移码} - H + [y]_{移码} - H + H$$
$$= [x]_{移码} + [y]_{移码} - H$$

```
INT madd(INT code1, INT code2)  //add
{
    INT result = (code1 + code2) - HALFINT;
    return result;
}
```

2. 减法

$$[x - y]_{移码} = x - y + H$$
$$= [x]_{移码} - H - [y]_{移码} + H + H$$
$$= [x]_{移码} + [y]_{移码} + H$$

```
INT msub(INT code1, INT code2)  //subtract
{
    INT result = (code1 - code2) + HALFINT;
    return result;
}
```

3. 乘法

$$[x * y]_{移码} = x * y + H$$
$$= ([x]_{移码} - H) * ([y]_{移码} - H) + H$$
$$= [x]_{移码} * [y]_{移码} - H * ([x]_{移码} + [y]_{移码}) + H^2 + H$$

```
INT mmul(INT code1, INT code2)  //multiply
{
    INT result = code1 * code2 -
                 HALFINT * (code1 + code2) +
                 HALFINT * HALFINT + HALFINT;
    return result;
}
```

4. 除法（只考虑整除的情况）

$$[x / y]_{移码} = x / y + H$$
$$= ([x]_{移码} - H) / ([y]_{移码} - H) + H$$

```
INT mdiv(INT code1, INT code2)  //divide
{
    INT result = (code1 - HALFINT) / (code2 - HALFINT) + HALFINT;
    return result;
}
```

2.2 字位扩展

首先分析一般情况，即从 N 位扩展到 M 位。

$[x]_N = 2^{N-1} + x$, $[x]_M = 2^{M-1} + x$

$\therefore [x]_M = 2^{M-1} + [x]_N - 2^{N-1}$

$= [x]_N + (2^{M-N} - 1) * 2^{N-1}$

故$[x]_{16} = [x]_8 + (2^8 - 1) * 2^7$, $[x]_{32} = [x]_{16} + (2^{16} - 1) * 2^{15}$。

2.3 溢出判断

有符号数运算后，结果超出所能表示的范围，即为溢出；无符号数不考虑溢出。对于 N 位数，若数值小于-2^{N-1}或大于$2^{N-1}-1$，则为溢出。

为找到移码运算的溢出判断条件，我们先从简单的例子出发。考虑 4 位的情况：

$[x]_{移码} = x + 8$, $\because 0 <= [x]_{移码} <= 15 \therefore -8 <= x <= 7$

1.$[2]_{移码} + [4]_{移码} = 1010 + 1100 = 10110$, 未溢出

2.$[2]_{移码} + [6]_{移码} = 1010 + 1110 = 11000$, 溢出

3.$[-2]_{移码} + [-4]_{移码} = 0110 + 0101 = 01011$, 未溢出

4.$[-2]_{移码} + [-7]_{移码} = 0110 + 0001 = 00111$, 溢出

可见，是否溢出取决于移码相加后的前两位符号位。

一般地，移码运算的溢出判断条件如下：

溢出	上溢	11
	下溢	00
未溢出	正	10
	负	01

2.4 大小比较

首先需明确，移码与补码只是符号位相反，其他位数字均相同。

1. 同号

   正数与正数比较时，移码符号位都是 1，对于其他位，均与它们的补码相同。由于大的正数的补码数值位大于小的正数的补码数值位，因此只需

比较移码本身的大小关系，即为真值的大小关系。

负数与负数比较时，移码符号位都是 0，对于其他位，均与它们的补码相同。由于大的负数的补码数值位大于小的负数的补码数值位，因此只需比较移码本身的大小关系，即为真值的大小关系。

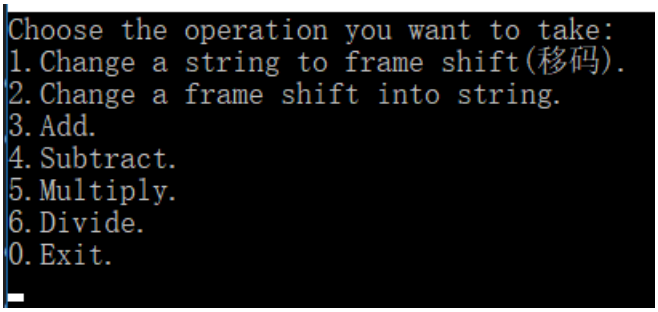
2. 异号

正数与负数比较时，由于正数移码的符号位是 1，负数移码的符号位是 0，因此移码的大小关系即为真值的大小关系。

综上所述，移码的大小关系与真值的大小关系相同。

三、程序使用方法

1.运行程序，根据提示选择相应操作。



2.选择操作 1 时，输入一个数字，程序会自动将其转换为移码。

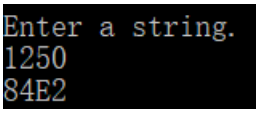
3.选择操作 2 时，输入一个移码，程序会自动将其转换为原数字。

4.选择操作 3 时，根据提示先后输入两个数字，程序会模拟移码下的加法运算。

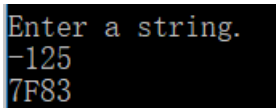
5.选择操作 4、5、6 时，与加法相同，先后输入两个数字，程序会模拟移码下的减法\乘法\除法运算。

四、测试结果

4.1 移码转换

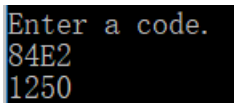


（正数）



（负数）

4.2 移码还原



（正数）

```
Enter a code.
7F83
-125
```
（负数）

4.3 加法

```
Enter the first number.
125
Enter the second number.
15
125(807D) + 15(800F) = 140(808C)
```
（正数加法）

```
Enter the first number.
-125
Enter the second number.
-15
-125(7F83) + -15(7FF1) = -140(7F74)
```
（负数加法）

```
Enter the first number.
125
Enter the second number.
-50
125(807D) + -50(7FCE) = 75(804B)
```
（正负数加法，结果为正数）

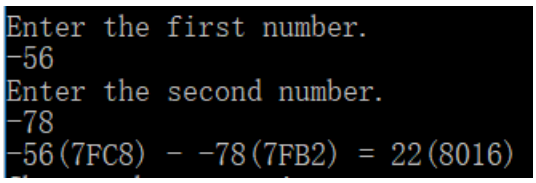
```
Enter the first number.
13
Enter the second number.
-45
13(800D) + -45(7FD3) = -32(7FE0)
```
（正负数加法，结果为负数）

4.4 减法

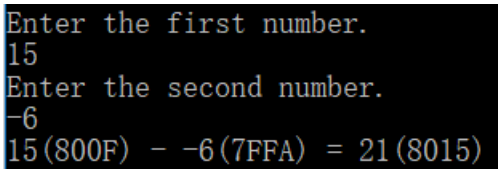
```
Enter the first number.
18
Enter the second number.
14
18(8012) - 14(800E) = 4(8004)
```
（正数减法，结果为正数）

```
Enter the first number.
25
Enter the second number.
32
25(8019) - 32(8020) = -7(7FF9)
```
（正数减法，结果为负数）

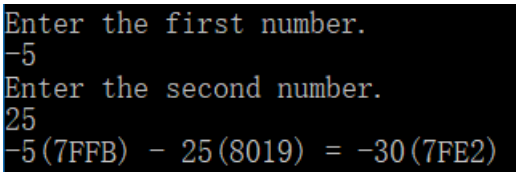
```
Enter the first number.
-16
Enter the second number.
-6
-16(7FF0) - -6(7FFA) = -10(7FF6)
```
（负数减法，结果为负数）



（负数减法，结果为正数）

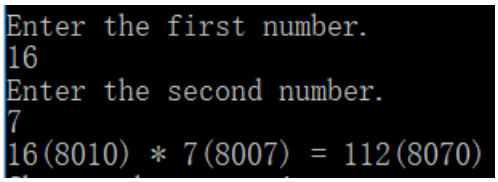


（正负数减法，结果为正数）

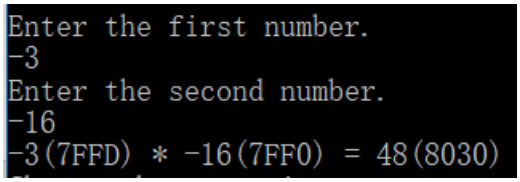


（正负数减法，结果为负数）

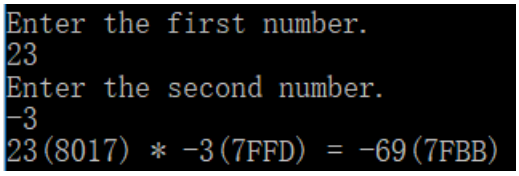
4.5 乘法



（正数乘法）

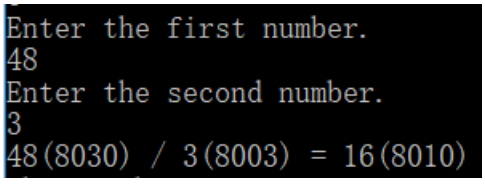


（负数乘法）

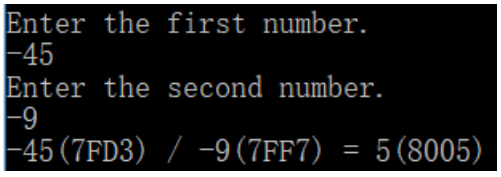


（正负数乘法）

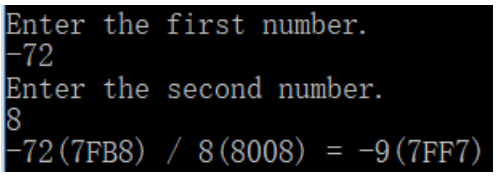
4.6 除法（只考虑整除）



（正数除法）



（负数除法）


Enter the first number.
-72
Enter the second number.
8
-72(7FB8) / 8(8008) = -9(7FF7)
（正负数除法）