10

位运算

10.1 引言

- C语言既是一种高级语言，广泛应用于应用软件的开发和程序设计，同时又是一种低级语言，可以用于系统软件的开发和程序设计，如自动控制系统中的过程控制、参数检测、数据通讯等控制程序，都可以综合利用C语言中的指针操作、位运算和位段技术来实现。
- 本章介绍位运算的基本形式和常用运算符,并简要介绍位段的概念。位运算的深入学习，应该在《计算机原理》和《汇编语言程序设计》课程中进行。

10.2 基本位运算

❖ 位运算概述

- 所谓“位运算”，是指按二进制位进行运算。

运算符	含义	示例	说明
&	按位与	b&c	求b和c的位与
|	按位或	b|c	求b和c的位或
^	按位异或	b^c	求b和c的位异或
~	取反	~b	求b的位反
<<	左移	c<<2	c左移2位
>>	右移	b>>3	b右移3位

注：参与运算的数是以补码形式出现的，并且参与运算的量应为整型或字符型，不能为实型数据

按位与（均为1时结果为1）

```
#include<stdio.h>
main( )
{
    int a,b;
    printf("Enter a :");
    scanf("%d",&a);
    printf("Enter b:");
    scanf("%d",&b);
    printf("a&b=%d\n",a&b);
}
```

```
    0001 0100 (a)
&   0001 1110 (b)
    0001 0100

    0000 1010  (a)
&   0001 0100  (b)
    0000 0000
```

```
Enter a and b: 20,30
a&b=20
```

```
Enter a and b: 10,20
a&b=0
```

按位或（均为0时结果为0）

```
#include<stdio.h>
main( )
{
    int a,b;
    printf("Enter a :");
    scanf("%d",&a);
    printf("Enter b:");
    scanf("%d",&b);
    printf("a|b=%d\n",a|b);
}
```

```
    0001 0100 (a)
|   0001 1110 (b)
    0001 1110

    0000 1011  (a)
|   0001 0100  (b)
    0001 1111
```

```
Enter a and b: 20,30
a|b=30
```

```
Enter a and b: 11,20
a&b=31
```

按位异或（相等时为0，不等时为1）

```
#include <stdio.h>
main()
{
    unsigned char a=0x39, b=0x0F;
     a=a^b;
     printf("%#x\n", a);
}
```

```
    0011 1001 (a)
^   0000 1111 (b)
    0011 0110
```

0x36

按位取反

```
#include <stdio.h>
 main( )
 {
     char a=3;
     int b=10;
     printf("~a=%d,~b=%d\n",~a,~b);
 }
```

~ a:

补码: 11111100

原码: 10000100

~ b:

补码:11110101

原码:10001011

~a=-4， ~b=-11

左移　a<<n 将a中各位向左移n位，右端补0，高位溢出丢弃。

```
#include <stdio.h>
main()
{
    unsigned int a=0x3ef,b;
    b=a<<2;
    printf("%x,%x\n",a,b);
}
```

A）3ef,fb　B) 3ef,fbc　C) fbc,3ef　D) fbc,fbc

结果：B

右移运算

a>>n 将a中各位右移n位，溢出则舍弃。

左端补位

a为正数时（符号位为0），填0；

a为负数时（符号位为1），填0或填1与系统有关

填0（逻辑右移）

填1（算术右移） TC使用算术右移

右移

```
#include <stdio.h>
main()
{
   int a=9,b=-9;
   printf("%d,%d",a>>2,b>>2);
}
```

结果：2， -3

-9的补码 ：1111111111110111

右移后为：1111111111111101

10.3 位段

- C语言允许在一个结构体中以位为单位来指定其成员所占内存长度。这种以位为单位的成员称为“位段”。

```
void main()
{    struct packed_date{
      unsigned int a:2;
      unsigned int b:6;
      unsigned int c:4;
      unsigned int d:4;
      unsigned int :0;
      int i;
}data;
data.a=3;data.b=4;
data.c=data.a+data.b;
data.d=data.b-data.a;
printf(“data.c=%d,data.d=%d\n”,data.c,data.d);
data.i=data.a+data.b+data.c+data.d;
printf(“%d\n”,data.i);
}
```

- 位段的类型只能是int，unsigned int，signed int三种类型，不能是char型或者浮点型；
- 位段占的二进制位数不能超过该基本类型所能表示的最大位数，比如在VC中int是占4个字节，那么最多只能是32位；
- 无名位段不能被访问，但是会占据空间；
- 不能对位段进行取地址操作；
- 若位段占的二进制位数为0，则这个位段必须是无名位段，下一个位段从下一个位段存储单元(VC环境下是4个字节)开始存放；
- 若位段出现在表达式中，则会自动进行整型升级，自动转换为int型或者unsigned int。
- 对位段赋值时，最好不要超过位段所能表示的最大范围，否则可能会造成意想不到的结果。
- 位段不能出现数组的形式。

10.4 应用实例

从整数a最右端第m个位置开始取该位开始右面n位

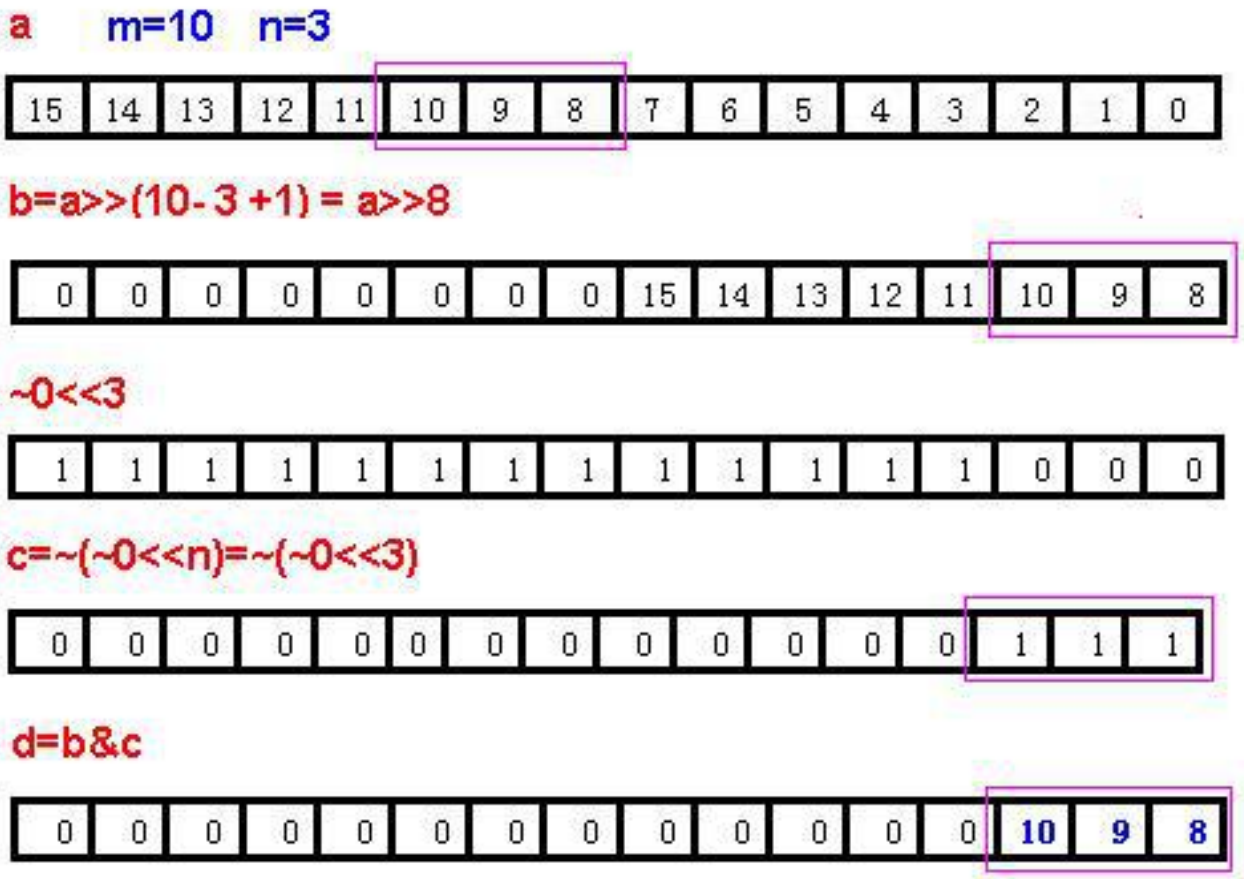
算法如下：

b=a>>(m-n+1)

c=~(~0<<n)

d=b&c

注：位自右向左从0开始编号



将一个整数a循环右移n位。

算法如下：

b=a<<(16-n)

c=a>>n

c=c|b