

操作符详解

操作符和表达式

版权@比特科技

本章重点

1. 各种操作符的介绍。
2. 表达式求值

正文

操作符

分类：

算术操作符

移位操作符

位操作符

赋值操作符

单目操作符

关系操作符

逻辑操作符

条件操作符

逗号表达式

下标引用、函数调用和结构成员

算术操作符

+ - * / %

1. 除了%操作符之外，其他的几个操作符可以作用于整数和浮点数。
2. 对于/操作符如果两个操作数都为整数，执行整数除法。而只要有浮点数执行的就是浮点数除法。
3. %操作符的两个操作数必须为整数。返回的是整除之后的余数。

移位操作符

<< 左移操作符

>> 右移操作符

左移操作符 移位规则：

左边抛弃、右边补0

```
000000000000000000000000000000000000000000001010  
0000000000000000000000000000000000000000000010100
```

num左移一位产生的结果

但实际上num在没被赋值的情况下，自身的值不会变化。

1. 逻辑移位 左边用0填充，右边丢弃
2. 算术移位 左边用原该值的符号位填充，右边丢弃

我们假设，num是-1。
这样内存中存储-1的补码为32个全1。
如图：

11

算术右移：左边用原该值的符号位填充

111

由于是负数，所以符号位为1，即左边补1.

逻辑右移：左边补0

01111111111111111111111111111111111111

警告△：对于移位运算符，不要移动负数位，这个是标准未定义的。例如：

```
int num = 10;  
num>>-1; //error
```

位操作符

位操作符有：

& //按位与
| //按位或
^ //按位异或

注：他们的操作数必须是整数。

练习一下：

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int num1 = 1;
    int num2 = 2;
    num1 & num2;
    num1 | num2;
    num1 ^ num2;
    return 0;
}
```

一道变态的面试题：

不能创建临时变量（第三个变量），实现两个数的交换。

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a = 10;
    int b = 20;
    a = a^b;
    b = a^b;
    a = a^b;
    printf("a = %d b = %d\n", a, b);
    return 0;
}
```

练习：

编写代码实现：求一个整数存储在内存中的二进制中1的个数。

参考代码：

//方法1

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int num = 10;
    int count = 0; //计数
    while(num)
    {
        if(num%2 == 1)
            count++;
        num = num/2;
    }
    printf("二进制中1的个数 = %d\n", count);
    return 0;
}
```

//思考这样的实现方式有没有问题?

//方法2:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int num = -1;
    int i = 0;
    int count = 0; //计数
    for(i=0; i<32; i++)
    {
        if( ((num>>i)&1) == 1 )
            count++;
    }
    printf("二进制中1的个数 = %d\n",count);
    return 0;
}
```

//思考还能不能更加优化, 这里必须循环32次的。

//方法3:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int num = -1;
    int i = 0;
    int count = 0; //计数
    while(num)
    {
        count++;
        num = num&(num-1);
    }
    printf("二进制中1的个数 = %d\n",count);
    return 0;
}
```

//这种方式是不是很好? 达到了优化的效果, 但是难以想到。

赋值操作符

赋值操作符是一个很棒的操作符, 他可以让你得到一个你之前不满意的值。也就是你可以给自己重新赋值。

```
int weight = 120; //体重
weight = 89; //不满意就赋值
double salary = 10000.0;
salary = 20000.0; //使用赋值操作符赋值。
```

赋值操作符可以连续使用, 比如:

```
int a = 10;
int x = 0;
int y = 20;
a = x = y+1; //连续赋值
这样的代码感觉怎么样?
```

那同样的语义, 你看看:

```
x = y+1;
a = x;
这样的写法是不是更加清晰爽朗而且易于调试。
```

复合赋值符

`+=`
`--`
`*=`
`/=`
`%=`
`>>=`
`<<=`
`&=`
`|=`
`^=`

这些运算符都可以写成复合的效果。比如：

```
int x = 10;  
x = x+10;  
x += 10; //复合赋值  
//其他运算符一样的道理。这样写更加简洁。
```

单目操作符

单目操作符有哪些呢？

<code>!</code>	逻辑反操作
<code>-</code>	负值
<code>+</code>	正值
<code>&</code>	取地址
<code>sizeof</code>	操作数的类型长度（以字节为单位）
<code>~</code>	对一个数的二进制按位取反
<code>--</code>	前置、后置--
<code>++</code>	前置、后置++
<code>*</code>	间接访问操作符(解引用操作符)
<code>(类型)</code>	强制类型转换

演示代码：

```
#include <stdio.h>  
int main()  
{  
    int a = -10;  
    int *p = NULL;  
    printf("%d\n", !2);  
    printf("%d\n", !0);  
    a = -a;  
    p = &a;  
    printf("%d\n", sizeof(a));  
    printf("%d\n", sizeof(int));  
    printf("%d\n", sizeof a); //这样写行不行?  
    printf("%d\n", sizeof int); //这样写行不行?
```

```
    return 0;
}
```

关于sizeof其实我们之前已经见过了，可以求变量（类型）所占空间的大小。

sizeof和数组

```
#include <stdio.h>
void test1(int arr[])
{
    printf("%d\n", sizeof(arr)); //(2)
}
void test2(char ch[])
{
    printf("%d\n", sizeof(ch)); //(4)
}
int main()
{
    int arr[10] = {0};
    char ch[10] = {0};
    printf("%d\n", sizeof(arr)); //(1)
    printf("%d\n", sizeof(ch)); //(3)
    test1(arr);
    test2(ch);
    return 0;
}
```

问：

- (1)、(2) 两个地方分别输出多少？ 40, 10
- (3)、(4) 两个地方分别输出多少？ 4, 4

//++和--运算符

//前置++和--

//前置++和--:

```
#include <stdio.h>
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    int a = 10;
```

```
    int x = ++a;
```

//先对a进行自增，然后对使用a，也就是表达式的值是a自增之后的值。x为11。

```
    int y = --a;
```

//先对a进行自减，然后对使用a，也就是表达式的值是a自减之后的值。y为10；

```
    return 0;
```

```
}
```

//后置++和--

```
#include <stdio.h>
```

```
int main()
```

```
{
```

```
    int a = 10;
```

```
    int x = a++;
```

//先对a先使用，再增加，这样x的值是10；之后a变成11；

```
    int y = a--;
```

//先对a先使用，再自减，这样y的值是11；之后a变成10；

```
    return 0;
```

```
}
```

关系操作符

关系操作符

```
>
>=
<
<=
!=      用于测试“不相等”
==      用于测试“相等”
```

这些关系运算符比较简单，没什么可讲的，但是我们要注意一些运算符使用时候的陷阱。

警告：在编程的过程中== 和=不小心写错，导致的错误。

逻辑操作符

逻辑操作符有哪些：

```
&&      逻辑与
||      逻辑或
```

区分**逻辑与**和**按位与** 区分**逻辑或**和**按位或**

```
1&2----->0
1&&2----->1

1|2----->3
1||2----->1
```

逻辑与和或的特点：

360笔试题

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int i = 0, a=0, b=2, c =3, d=4;
    i = a++ && ++b && d++;
    //i = a++ || ++b || d++;
    printf("a = %d\n b = %d\n c = %d\n d = %d\n", a, b, c, d);
    return 0;
}

//程序输出的结果是什么？
```

条件操作符

```
exp1 ? exp2 : exp3
```

练习：

```
1.
if (a > 5)
    b = 3;
else
    b = -3;
转换成条件表达式，是什么样？
```

2. 使用条件表达式实现找两个数中较大值。

逗号表达式

exp1, exp2, exp3, ...expN

逗号表达式，就是用逗号隔开的多个表达式。逗号表达式，从左向右依次执行。整个表达式的结果是最后一个表达式的结果。

```
//代码1
int a = 1;
int b = 2;
int c = (a>b, a=b+10, a, b=a+1); //逗号表达式
c是多少？
```

```
//代码2
if (a = b + 1, c=a / 2, d > 0)
```

```
//代码3
a = get_val();
count_val(a);
while (a > 0)
{
    //业务处理
    a = get_val();
    count_val(a);
}
```

如果使用逗号表达式，改写：

```
while (a = get_val(), count_val(a), a>0)
{
    //业务处理
}
```

下标引用、函数调用和结构成员

1.[] 下标引用操作符

操作数：一个数组名 + 一个索引值

```
int arr[10]; //创建数组
arr[9] = 10; //实用下标引用操作符。
[ ] 的两个操作数是arr和9。
```

2.() 函数调用操作符 接受一个或者多个操作数：第一个操作数是函数名，剩余的操作数就是传递给函数的参数。


```

#include <stdio.h>
void test1()
{
    printf("hehe\n");
}
void test2(const char *str)
{
    printf("%s\n", str);
}
int main()
{
    test1();                //实用 ( ) 作为函数调用操作符。
    test2("hello bit.");    //实用 ( ) 作为函数调用操作符。
    return 0;
}

```

3.访问一个结构的成员

. 结构体.成员名

-> 结构体指针->成员名

```

#include <stdio.h>
struct Stu
{
    char name[10];
    int age;
    char sex[5];
    double score;
};

void set_age1(struct Stu stu)
{
    stu.age = 18;
}
void set_age2(struct Stu* pStu)
{
    pStu->age = 18; //结构成员访问
}
int main()
{
    struct Stu stu;
    struct Stu* pStu = &stu; //结构成员访问

    stu.age = 20; //结构成员访问
    set_age1(stu);

    pStu->age = 20; //结构成员访问
    set_age2(pStu);
    return 0;
}

```

表达式求值

表达式求值的顺序一部分是由操作符的优先级和结合性决定。

同样，有些表达式的操作数在求值的过程中可能需要转换为其他类型。

隐式类型转换

C的整型算术运算总是至少以缺省整型类型的精度来进行的。

为了获得这个精度，表达式中的字符和短整型操作数在使用之前被转换为普通整型，这种转换称为**整型提升**。

整型提升的意义：

表达式的整型运算要在CPU的相应运算器件内执行，CPU内整型运算器(ALU)的操作数的字节长度一般就是int的字节长度，同时也是CPU的通用寄存器的长度。

因此，即使两个char类型的相加，在CPU执行时实际上也要先转换为CPU内整型操作数的标准长度。

通用CPU (general-purpose CPU) 是难以直接实现两个8比特字节直接相加运算 (虽然机器指令中可能有这种字节相加指令)。所以，表达式中各种长度可能小于int长度的整型值，都必须先转换为int或unsigned int，然后才能送入CPU去执行运算。

```
//实例1
char a,b,c;
...
a = b + c;
```

b和c的值被提升为普通整型，然后再执行加法运算。

加法运算完成之后，结果将被截断，然后再存储于a中。

如何进行整体提升呢？

整型提升是按照变量的数据类型的符号位来提升的

```
//负数的整形提升
char c1 = -1;
变量c1的二进制位(补码)中只有8个比特位:
11111111
因为 char 为有符号的 char
所以整形提升的时候，高位补充符号位，即为1
提升之后的结果是:
11111111111111111111111111111111
```

```
//正数的整形提升
char c2 = 1;
变量c2的二进制位(补码)中只有8个比特位:
00000001
因为 char 为有符号的 char
所以整形提升的时候，高位补充符号位，即为0
提升之后的结果是:
00000000000000000000000000000001
```

```
//无符号整形提升，高位补0
```

整形提升的例子:

```
//实例1
int main()
{
    char a = 0xb6;
```

```

short b = 0xb600;
int c = 0xb6000000;
if(a==0xb6)
    printf("a");
if(b==0xb600)
    printf("b");
if(c==0xb6000000)
    printf("c");
return 0;
}

```

实例1中的a,b要进行整形提升,但是c不需要整形提升 a,b整形提升之后,变成了负数,所以表达式 `a==0xb6`, `b==0xb600` 的结果是假,但是c不发生整形提升,则表达式 `c==0xb6000000` 的结果是真.

所程序输出的结果是:

c

```

//实例2
int main()
{
    char c = 1;
    printf("%u\n", sizeof(c));
    printf("%u\n", sizeof(+c));
    printf("%u\n", sizeof(!c));
    return 0;
}

```

实例2中的,c只要参与表达式运算,就会发生整形提升,表达式 `+c`,就会发生提升,所以 `sizeof(+c)` 是4个字节.

表达式 `-c` 也会发生整形提升,所以 `sizeof(-c)` 是4个字节,但是 `sizeof(c)`,就是1个字节.

算术转换

如果某个操作符的各个操作数属于不同的类型,那么除非其中一个操作数的转换为另一个操作数的类型,否则操作就无法进行.下面的层次体系称为**寻常算术转换**.

```

long double
double
float
unsigned long int
long int
unsigned int
int

```

如果某个操作数的类型在上面这个列表中排名较低,那么首先要转换为另外一个操作数的类型后执行运算.

警告: 但是算术转换要合理,要不然会有一些潜在的问题.

```

float f = 3.14;
int num = f; //隐式转换, 会有精度丢失

```

操作符的属性

复杂表达式的求值有三个影响的因素。

- 1. 操作符的优先级
- 2. 操作符的结合性
- 3. 是否控制求值顺序。

两个相邻的操作符先执行哪个？取决于他们的优先级。如果两者的优先级相同，取决于他们的结合性。

操作符优先级

操作符	描述	用法示例	结果类型	结合性	是否控制求值顺序
()	聚组	(表达式)	与表达式同	N/A	否
()	函数调用	rexp (rexp , ...,rexp)	rexp	L-R	否
[]	下标引用	rexp[rexp]	lexp	L-R	否
.	访问结构成员	lexp.member_name	lexp	L-R	否

操作符	描述	用法示例	结果类型	结合性	是否控制求值顺序
->	访问结构指针成员	rexp->member_name	lexp	L-R	否
++	后缀自增	lexp ++	rexp	L-R	否
--	后缀自减	lexp --	rexp	L-R	否
!	逻辑反	! rexp	rexp	R-L	否
~	按位取反	~ rexp	rexp	R-L	否
+	单目，表示正值	+ rexp	rexp	R-L	否
-	单目，表示负值	- rexp	rexp	R-L	否
++	前缀自增	++ lexp	rexp	R-L	否
--	前缀自减	-- lexp	rexp	R-L	否
*	间接访问	* rexp	lexp	R-L	否
&	取地址	& lexp	rexp	R-L	否
sizeof	取其长度，以字节表示	sizeof rexp sizeof(类型)	rexp	R-L	否
(类型)	类型转换	(类型) rexp	rexp	R-L	否
*	乘法	rexp * rexp	rexp	L-R	否
/	除法	rexp / rexp	rexp	L-R	否
%	整数取余	rexp % rexp	rexp	L-R	否
+	加法	rexp + rexp	rexp	L-R	否
-	减法	rexp - rexp	rexp	L-R	否
<<	左移位	rexp << rexp	rexp	L-R	否
>>	右移位	rexp >> rexp	rexp	L-R	否
>	大于	rexp > rexp	rexp	L-R	否
>=	大于等于	rexp >= rexp	rexp	L-R	否
<	小于	rexp < rexp	rexp	L-R	否
<=	小于等于	rexp <= rexp	rexp	L-R	否
==	等于	rexp == rexp	rexp	L-R	否
!=	不等于	rexp != rexp	rexp	L-R	否
&	位与	rexp & rexp	rexp	L-R	否
^	位异或	rexp ^ rexp	rexp	L-R	否

操作符	描述	用法示例	结果类型	结合性	是否控制求值顺序
	位或	rexp rexp	rexp	L-R	否
&&	逻辑与	rexp && rexp	rexp	L-R	是
	逻辑或	rexp rexp	rexp	L-R	是
?:	条件操作符	rexp ? rexp : rexp	rexp	N/A	是
=	赋值	lexp = rexp	rexp	R-L	否
+=	以...加	lexp += rexp	rexp	R-L	否
-=	以...减	lexp -= rexp	rexp	R-L	否
*=	以...乘	lexp *= rexp	rexp	R-L	否
/=	以...除	lexp /= rexp	rexp	R-L	否
%=	以...取模	lexp %= rexp	rexp	R-L	否
<<=	以...左移	lexp <<= rexp	rexp	R-L	否
>>=	以...右移	lexp >>= rexp	rexp	R-L	否
&=	以...与	lexp &= rexp	rexp	R-L	否
^=	以...异或	lexp ^= rexp	rexp	R-L	否
=	以...或	lexp = rexp	rexp	R-L	否
,	逗号	rexp , rexp	rexp	L-R	是

一些问题表达式

//表达式的求值部分由操作符的优先级决定。

//表达式1

`a*b + c*d + e*f`

注释：代码1在计算的时候，由于比+的优先级高，只能保证，的计算是比+早，但是优先级并不能决定第三个*比第一个+早执行。

所以表达式的计算机顺序就可能是：

```

a*b
c*d
a*b + c*d
e*f
a*b + c*d + e*f

```

或者：

```

a*b
c*d
e*f

```

```
a*b + c*d
a*b + c*d + e*f
```

```
//表达式2
c + --c;
```

注释：同上，操作符的优先级只能决定自减--的运算在+的运算的前面，但是我们并没有办法得知，+操作符的左操作数的获取在右操作数之前还是之后求值，所以结果是不可预测的，是有歧义的。

```
//代码3-非法表达式
int main()
{
    int i = 10;
    i = i-- - --i * ( i = -3 ) * i++ + ++i;
    printf("i = %d\n", i);
    return 0;
}
```

表达式3在不同编译器中测试结果：非法表达式程序的结果

值	编译器
-128	Tandy 6000 Xenix 3.2
-95	Think C 5.02(Macintosh)
-86	IBM PowerPC AIX 3.2.5
-85	Sun Sparc cc(K&C编译器)
-63	gcc , HP_UX 9.0 , Power C 2.0.0
4	Sun Sparc acc(K&C编译器)
21	Turbo C/C++ 4.5
22	FreeBSD 2.1 R
30	Dec Alpha OSF1 2.0
36	Dec VAX/VMS
42	Microsoft C 5.1

```
//代码4
int fun()
{
    static int count = 1;
    return ++count;
}
int main()
{
    int answer;
    answer = fun() - fun() * fun();
    printf( "%d\n", answer); //输出多少?
    return 0;
}
```

这个代码有没有实际的问题？

有问题！

虽然在大多数的编译器上求得结果都是相同的。

但是上述代码 `answer = fun() - fun() * fun();` 中我们只能通过操作符的优先级得知：先算乘法，再算减法。

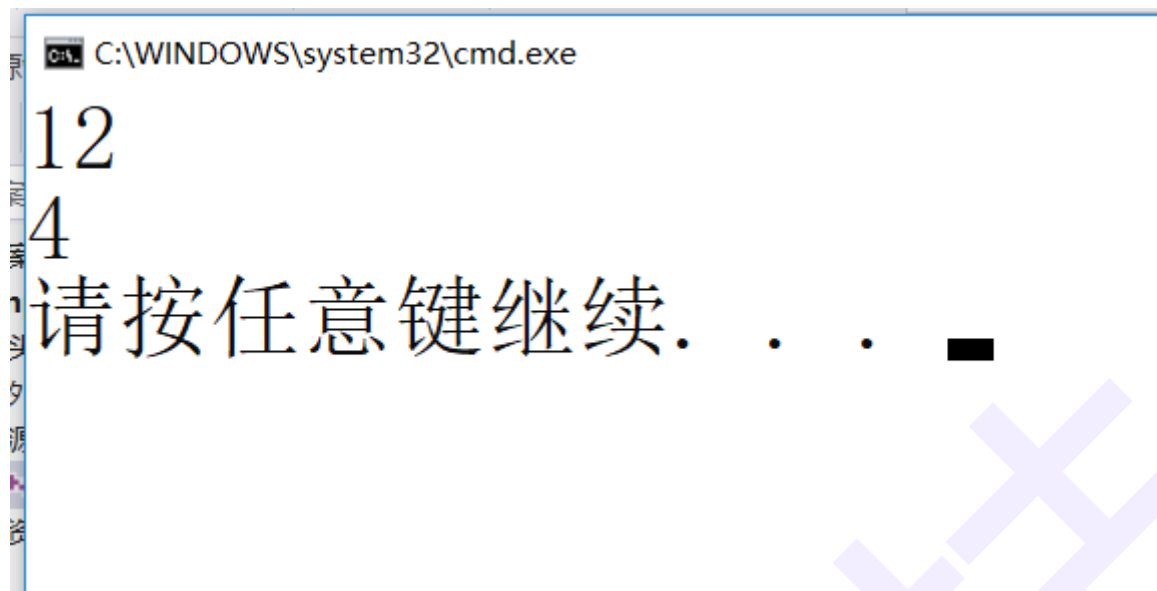
函数的调用先后顺序无法通过操作符的优先级确定。

```
//代码5
#include <stdio.h>
int main()
{
    int i = 1;
    int ret = (++i) + (++i) + (++i);
    printf("%d\n", ret);
    printf("%d\n", i);
    return 0;
}
//尝试在linux 环境gcc编译器，VS2013环境下都执行，看结果。
```

Linux环境的结果：

```
[root@centos7net test]# ./a.out
10
4
```

VS2013环境的结果：



看看同样的代码产生了不同的结果，这是为什么？

简单看一下汇编代码.就可以分析清楚.

这段代码中的第一个 `+` 在执行的时候，第三个 `++` 是否执行，这个是不确定的，因为依靠操作符的优先级和结合性是无法决定第一个 `+` 和第三个前置 `++` 的先后顺序。

总结：我们写出的表达式如果不能通过操作符的属性确定唯一的计算路径，那这个表达式就是存在问题的。

本章完

