

# 序言

---

C语言是一种面向过程的计算机编程语言，多用于嵌入式开发（电路硬件编程）与系统底层编写，比如我们常用的Linux系统，Windows系统就是主要由C语言编写的。同时C语言也是最早出现的编程语言之一，最早在1972年就已经被使用，并且直到现在它也是使用率最多的编程语言之一。

## 计算机的内存

代码本身存储在计算机的硬盘里，不管计算机开机还是关机，你写的程序的代码都是存在的，但是一个程序要想运行起来就需要运行在计算机的内存里。

可以将计算机的内存想象成一个大的空间，这个空间中有各种各样的程序在运行着，并且每个程序都会占用一定的空间，而所占空间的大小由程序本身所有的一些变量，函数等决定。

## 计算机基本快捷键的使用

1. ctrl+空格 / ctrl+shift : 快速切换中英文输入法
2. Ctrl-X: 剪切所选项并拷贝到剪贴板。
3. Ctrl-C: 将所选项拷贝到剪贴板。
4. Ctrl-V: 将剪贴板的内容粘贴到当前文稿或应用中。
5. Ctrl-Z: 撤销上一个命令。
6. Ctrl-A: 全选各项。
7. Ctrl-S: 保存当前文件
8. Ctrl-F: 查找文稿中的项目或打开“查找”窗口。
9. win+R: 唤起“运行”对话框，快速运行特定程序
10. win+X: 唤起系统菜单

## 什么是编译器

我们的计算机只能识别由0和1的二进制码，因此我们写出来的代码要想运行起来必须经过软件的编译，将英文的编程语句转换为电脑能够识别的二进制码，不论哪种编程语言，最终都会经过编译转换为计算机可识别的二进制码。**将代码转换为二进制机器码的过程就叫做编译，负责进行转换的程序叫做编译器。**例如 gcc编译器 等

## IDE(集成开发环境)是什么

IDE 是 Intergreated Development Environment 的缩写，中文称为集成开发环境，是指辅助程序员开发的应用软件。

我们已经知道，想要运行一个C语言程序必须有编译器，但是在实际开发过程中，除运行程序必须的编译器之外，我们往往还需要很多其他的辅助工具，比如 语言编辑器、自动建立工具、除错器等等。这些被打包在一起成为一个开发软件，统一发布和安装，统称为集成开发环境（IDE）。比如我们使用的VS2010，devc++，CLion等都是IDE。

## IDE与编译器的区别

IDE是编译器与其它各种开发工具的集合体

# 面向过程思想

面向过程是一种以**过程**为中心的编程思想，其原理就是将问题分解成一个一个详细的步骤，然后通过函数实现每一个步骤，并依次调用。

面向过程我们所关心的是解决一个问题的步骤，举个例子，汽车发动、汽车熄火，这是两个不同的事件，对于面向过程而言，我们关心的是事件本身，因此我们会使用两个函数完成以上两个动作，然后依次调用即可。

再比如 进入游戏，开始游戏，游戏结算，这是三个不同的事件，我们在玩游戏时只会关注这三个事件，我们可以使用函数来表示这三个不同的动作，依次调用。

## 第一个程序 (Hello World!)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    /* 我的第一个 C 程序 */
    printf("Hello, world! \n");
    return 0;
}
```

## 程序解析

一个最基础的C语言程序由 **预处理器指令**，**函数**，**变量**，**语句和表达式** 以及 **注释**组成

接下来我们讲解一下上面这段程序：

1. 程序的第一行 **#include** 是预处理器指令，告诉 C 编译器在实际编译之前要包含**stdio.h**文件，可以将头文件理解为一个工具箱，在我们开始工作前，需要先拿好工具箱才能开始我们的工作。
2. 下一行**int main()** 是主函数，程序从这里开始执行。
3. 下一行 **/\*...\*/** 将会被编译器忽略，不会执行，这里放置程序的注释内容。它们用来告诉读者这个程序或者这些代码要做什么。
4. 下一行 **printf(...)**是 C 中另一个可用的函数，会在屏幕上显示消息 "Hello, World!"。
5. 下一行 **return 0;** 终止 main() 函数，并返回值 0，表示程序完整地结束。

## 基本语法

**分号**：在c语言中，每个语句之后必须跟一个 **英文分号**表示一个语句的结束

**注释**：C语言有两种注释方式，分别是 **//**和**/\*....\*/**，**//**是单行注释，只会将一行标注为注释，而**/\*..\*/**是多行注释,在**/\***到**\*/**之间的内容都会被标为注释。

```
// 单行注释 //
```

```
/*
多行注释
多行注释
多行注释
*/
```

### 标识符:

C 标识符是用来标识变量、函数，或任何其他用户自定义项目的名称。一个标识符以字母 A-Z 或 a-z 或下划线 \_ 开始，后跟零个或多个字母、下划线和数字 (0-9)（并且一般情况下只能由这些字符组成）。

C 标识符内不允许出现标点字符，比如 @、\$ 和 %。C 是**区分大小写**的编程语言。因此，在 C 中，*Manpower* 和 *manpower* 是两个不同的标识符。

## 数据类型

### 基本类型

#### int（整型）

可以用来声明一个整数变量，例如

```
int age = 20201022;  
int year = 2020;  
int num = 5;
```

#### short（短字节类型）

可以用来声明短整形（节约内存），例如：

```
short a = 0;  
short b = 2;
```

#### long int（长字节类型）

当数据的大小超出int类型的上限时，可以使用long int 甚至是long long int来扩大取值范围

例如：

```
long long int num = 1234567890;
```

#### double和float（浮点类型）

double和float用来表示浮点数（小数）

例如：

```
double weight = 188.5326;  
float high = 100.25;
```

区别：

double可以存储到小数点后15位，float可以存储到小数点后6位

## char (字符类型)

char是最小的基本类型，只占1个字节的存储空间，主要用来表示字符，例如'a','b','c','d'等。

值得注意的是，char类型的'1'和int类型的1是不一样的，在实际编写代码时需要注意。

## unsigned (无符号) 修饰符

unsigned可以用来修饰前面的数据类型，例如unsigned int,unsigned char,unsigned double等，被unsigned修饰的数据类型其所占的存储空间大小不变，但是最大值会扩大为原来的2倍，最小值变为0.也就是说，一个数据类型被unsigned修饰以后，这个数据类型将变为无符号类型，也就是其不再有负数值。

```
unsigned short int a = 32767,b = a+1; //定义短整型无符号
printf("a = %u \n b = %u \n",a,b); //以无符号输出
```

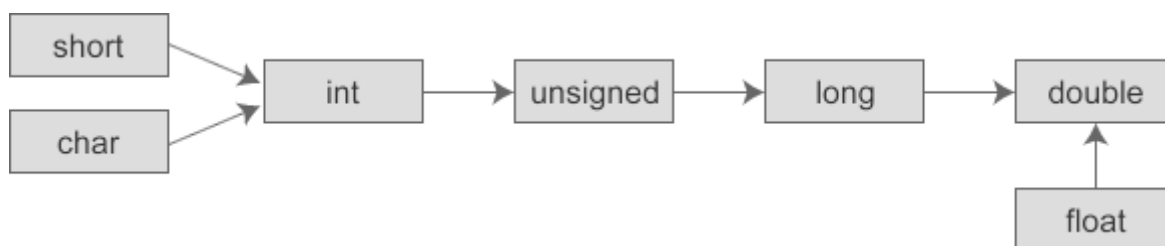
相对于unsigned，还有一个signed修饰符，signed是有符号修饰符，但是我们一般省略他，c语言默认的数据类型都是有符号的  数据类型大小

注：int类型在16位系统中占2个字节，在32和64位系统中占4个字节

## 基本类型转换

### 1. 自动类型转换

当两个不同类型的变量进行运算时，编译器会自动进行类型转换，自动类型转换遵从以下规则：



例如：

```
int a = 1;
double b = 1.2;
double c = a+b;
printf("%f",c); // c = 2.200000
```

在执行a+b运算的时候编译器会先把int类型的a转为double类型，然后再和b进行运算

### 2. 强制类型转换

```
double a = 3.641593;
printf("%d\n",(int)a ); // 3
printf("%lf\n",a );// 3.641593
```

注：在进行由高到低的强制类型转换时，数据会有部分丢失

强制类型转换是临时的，不会修改变量本来的类型

## 基本类型书写

整数

- 默认为10进制，10，20。
- 以0开头为8进制，012，024。
- 以0b开头为2进制，0b1010, 0b10100。
- 以0x开头为16进制，0xa，0x14。

## 小数

单精度常量 (float) : 2.3f。

双精度常量 (double) : 2.3, 默认为双精度。

## 字符型常量

用英文单引号括起来，只保存一个字符，'a'、'b'、'\*'，还有转义字符 '\n'、'\t'。

## 字符串常量

用英文的双引号引起来 可以保存多个字符,比如："唐梓捷"。

# 变量

变量其实只不过是程序可操作的存储区的名称。C 中每个变量都有特定的类型，类型决定了变量存储的大小和布局，该范围内的值都可以存储在内存中，运算符可应用于变量上。例如

```
int age = 5;
```

这里的age就是一个变量，变量age的值为5，而“age”叫做变量名。

同一类型的多个变量的声明之间可以用逗号隔开

```
int    i, j, k;  
//声明并定义了变量 i、j 和 k，  
//这指示编译器创建类型为 int 的名为 i、j、k 的变量。下面同理  
char   c, ch;  
float  f, salary;  
double d;
```

## 变量的输入和输出

1. scanf:

输入char变量:

```
char a;  
scanf("%c",&a);
```

输入int变量:

```
int a = 50;  
scanf("%d",&a);
```

输入double/float变量:

```
double a;  
scanf("%lf",&a);
```

```
float a;  
scanf("%f",&a);
```

2. printf:

输出char变量:

```
char a = 'c';  
printf("%c",a); // c
```

输出int变量:

```
int a = 50;  
printf("%d",a); // 50
```

输出double/float变量:

```
double a = 3.14;  
printf("%f",a); // 3.140000 默认保留六位小数  
printf("%.2f",a); // 3.14  
printf("%.1f",a); // 3.1
```

符号	类型	说明	示例	结果
x	unsigned int	以十六进制小写输出	printf("%x",11);	b
X	unsigned int	以十六制大写输出	printf("%X",11);	B
o	unsigned int	以八进制无符号整型输出	printf( "%o",100);	144
u	unsigned int	以无符号整型输出	printf( "%u,%u",100u,100);	100,100
d、i	int	以整型输出	printf("%i,%d",100,100);	100,100

## 常量

常量是固定值，在程序执行期间不会改变。

常量可以是任何的基本数据类型，比如int,double,char

### 常量的定义:

1. 使用 **#define** 预处理器。
2. 使用 **const** 关键字。

被**const**和**define**修饰的变量不可变

## #define 预处理器

下面是使用 #define 预处理器定义常量的形式：

注意：define定义之后不需要加分号

```
#include <stdio.h>
//模式：
//#define identifier value
//例子：
#define PI 3.1415926
#define R 5
#define LENGTH 10
#define WIDTH 5
#define NEWLINE '\n'

int main()
{
    int area;
    area = LENGTH * WIDTH;
    printf("value of area : %d\n", area);
    double r_area;
    r_area = PI * R * R;
    printf("value of double area:%lf\n", r_area);
    printf("%c", NEWLINE);
    return 0;
}
```

## const 关键字

可以使用 **const** 前缀声明指定类型的常量，如下所示：

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    const int LENGTH = 10;
    const int WIDTH = 5;
    const char NEWLINE = '\n';
    int area;
    area = LENGTH * WIDTH;
    printf("value of area : %d", area);
    printf("%c", NEWLINE);
    return 0;
}
```

# 运算符

## 算术运算符

1. "+"运算符：把两个数相加

```
int a = 2;
int b = 5;
int c = a + b;
printf("%d",c); // c = 7
```

2. "-"运算符：把两个数相减

```
int a = 2;
int b = 5;
int c = a - b;
printf("%d",c); // c = -3
```

3. "\*"运算符：把两个数相乘

```
int a = 2;
int b = 5;
int c = a * b;
printf("%d",c); // c = 10
```

4. "/"运算符：把两个数相除，左边是被除数，右边的是除数（右边的数不能为0）：

```
int a = 2;
int b = 5;
int c = a / b;
printf("%d",c); // c = 0
/*这里因为a, b, c都是int类型，a/b=0.4,所以会直接舍去后面的.4，只剩0*/
double d = 2.0;
double e = 3.0;
double f = e / d;
//double类型允许小数的存在，因此这里的f就是1.5了
```

注意：C语言**不会对计算结果进行四舍五入**，会**直接全部舍去**，比如3.9，转为int类型的时候就会变成3

5. "%"：取余运算符，可以直接取整除之后的余数：

```
int a = 2;
int b = 5;
int c = b % a;
printf("%d",c); // c = 1
```

6. "++"运算符：自增运算符，让变量的值加1：

```
int a = 2;
int c = a++; //也可以写成 c = ++a;
printf("%d",c); // c = 3
```

**a++与++a的区别：**

在进行a++运算时，程序会先对a复制一次，然后让其+1，执行的操作类似 a = a + 1

在进行++a运算时，程序会直接让a+1



```
int a = 0;
printf("%d\n", ++a); // 输出1

int b = 0;
printf("%d\n", b++); // 输出0
printf("%d\n", b); // 输出1
```

7. “--”运算符：自减运算符，让变量的值-1：

与++运算符同理，a--运算会对a先复制一次，再让其-1，--a会直接让其-1

```
int a = 1;
printf("%d\n", --a); // 输出0

int b = 1;
printf("%d\n", b--); // 输出1
printf("%d\n", b); // 输出0
```

## 关系运算符

真假值：在c语言中数字1代表真，0代表假

1. ==运算符：

在c语言中“=”表示的是对一个变量进行赋值，而要想判断两个变量的值是否相同所用到的是“==”运算符，该运算符返回的是一个真假值（在c语言中1表示真值，0表示假值）。

```
int a = 5, b = 5;
printf("%d", a == b); // 1
a = 6;
printf("%d", a == b); // 0
```

2. !=运算符：

这个运算符表示两个变量是否不同，返回值为真假值：

```
int a = 5, b = 5;
printf("%d", a != b); // 0
a = 6;
printf("%d", a != b); // 1
```

3. >运算符：

判断运算符左边的变量是否大于右边的变量：

```
int a = 5, b = 5;
printf("%d", a > b); // 0
a = 6;
printf("%d", a > b); // 1
```

4. <运算符：

判断运算符左边的变量是否小于右边的变量：

```
int a = 4, b = 5;
printf("%d", a < b); // 1
a = 6;
printf("%d", a < b); // 0
```

#### 5. >=运算符:

判断运算符左边的变量是否大于等于右边的变量:

```
int a = 5, b = 5;
printf("%d", a >= b); // 1
a = 6;
printf("%d", a >= b); // 1
```

#### 6. <=运算符:

判断运算符左边的变量是否小于等于右边的变量:

```
int a = 4, b = 5;
printf("%d", a < b); // 1
a = 6;
printf("%d", a < b); // 0
```

## 逻辑运算符

#### 1. && 运算符: 表示“且”, 如果左右两个操作全部为真, 则该表达式返回真

```
int a = 2, b = 3;
(a < b && a == 2) // 这个表达式为 1
(a < b && a == 3) // 这个表达式为 0
(a < b && a == 3) // 这个表达式为 0
(a > b && a == 2) // 这个表达式为 0
```

#### 2. || 运算符: 表示“或”, 左右两个操作有一个为真, 则该表达式为真

```
int a = 2, b = 3;
(a < b || a == 2) // 这个表达式为 1
(a < b || a == 3) // 这个表达式为 1
(a > b || a == 2) // 这个表达式为 1
(a > b || a == 3) // 这个表达式为 0
```

#### 3. ! 运算符: 表示“非”, 如果修饰的条件表达式为真, 则该表达式为假, 反之为真。

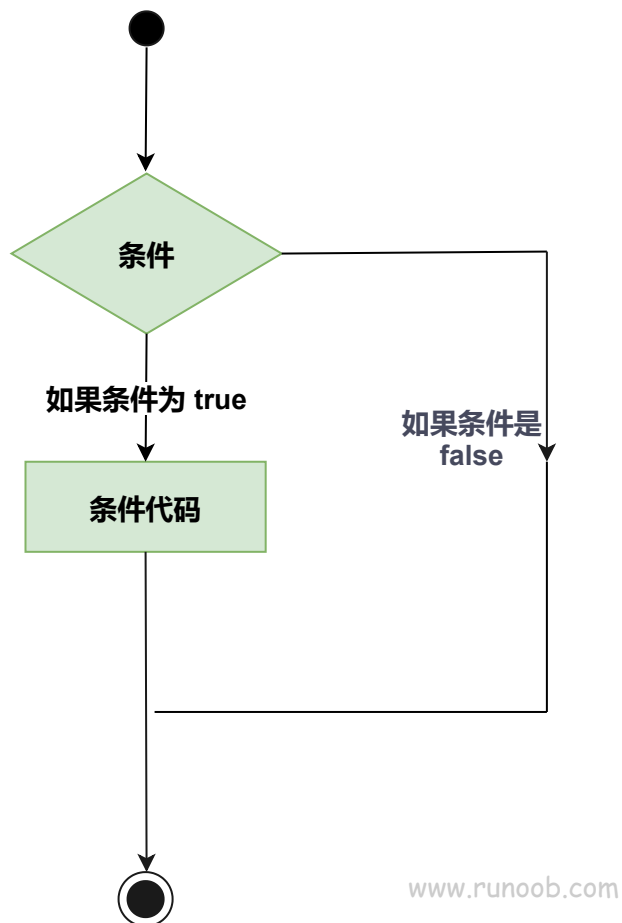
```
int a = 2, b = 3;
(a < b || a == 2) // 这个表达式为 1
!(a < b || a == 2) // 这个表达式为 0
(a > b && a == 2) // 这个表达式为 0
!(a > b && a == 2) // 这个表达式为 1
```

# 赋值运算符

运算符	描述	实例
=	简单的赋值运算符，把右边操作数的值赋给左边操作数	C = A + B 将把 A + B 的值赋给 C
+=	加且赋值运算符，把右边操作数加上左边操作数的结果赋值给左边操作数	C += A 相当于 C = C + A
-=	减且赋值运算符，把左边操作数减去右边操作数的结果赋值给左边操作数	C -= A 相当于 C = C - A
*=	乘且赋值运算符，把右边操作数乘以左边操作数的结果赋值给左边操作数	C *= A 相当于 C = C * A
/=	除且赋值运算符，把左边操作数除以右边操作数的结果赋值给左边操作数	C /= A 相当于 C = C / A
%=	求模且赋值运算符，求两个操作数的模赋值给左边操作数	C %= A 相当于 C = C % A

```
int a = 0;
a += 3; // a = a + 3
a -= 3; // a = a - 3
a *= 3; // a = a * 3
a /= 3; // a = a / 3
a %= 3; // a = a % 3
a = 3; // a = 3
```

# 判断语句



判断结构要求程序员指定一个或多个要评估或测试的条件，以及条件为真时要执行的语句（必需的）和条件为假时要执行的语句（可选的）。

## if 语句

模式：

```
if(条件语句)
{
    //执行语句
}
```

示例：

```
int a = 0;
int b = 0;
if (a == b)
{
    printf("a = b!");
}
```

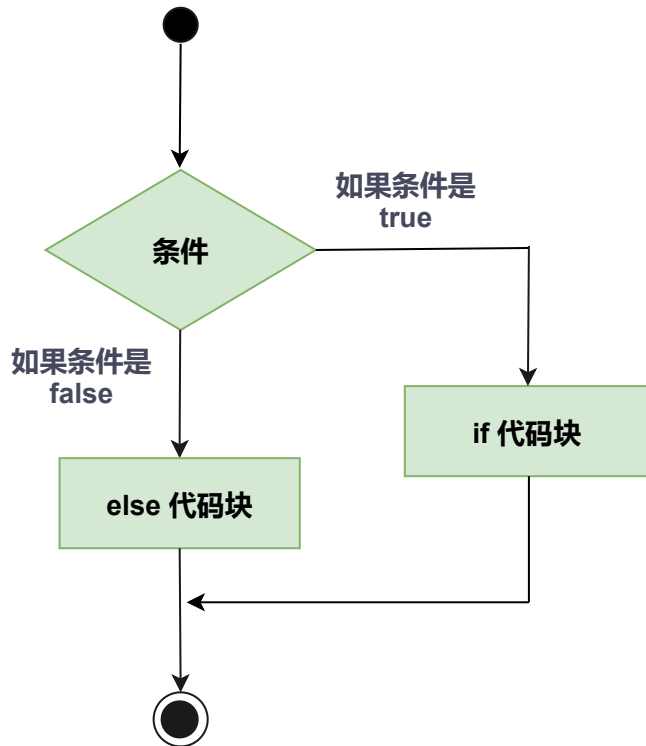
一个if语句由一个条件语句后跟一个或多个语句组成

```
int a = 0;
int b = 0;
if (a == b && a > 0 && b > 0)
{
    printf("a = b!");
}
```

## else 语句

当条件不满足if中的条件语句时会跳入else语句执行

```
if(布尔表达式/条件语句)
{
    /* 如果布尔表达式为真将执行的语句 */
}
else
{
    /* 如果布尔表达式为假将执行的语句 */
}
```



www.runoob.com

例子:

```
int a = 3, b = 4;
if(a < b)
{
    printf("a<b!");
}else
{
    printf("a>=b!");
}
```

## else if 语句

当需要进行多次判断时，可以使用else if语句

```

if(布尔表达式1/条件语句1)
{
    /* 如果布尔表达式1为真将执行的语句 */
}else if(布尔表达式2/条件语句2)
{
    /* 如果布尔表达式1为假,布尔表达式2为真将执行的语句 */
}else
{
    /*如果两个布尔表达式都为假要执行的语句*/
}

```

例子:

```

int a = 3,b = 4;
if(a < b)
{
    printf("a<b!");
}else if(a == b)
{
    printf("a=b!");
}else
{
    printf("a>b!");
}

```

## switch case 语句

如果需要判断的语句很多的时候, if else未免显得非常繁琐, 因此我们可以使用效率更高, 更加精简的switch case语句。

```

switch(变量)
{
    case 值1 :
        statement(s);//执行语句
        break; /* 可选的 */
    case 值2 :
        statement(s);//执行语句
        break; /* 可选的 */

    /* 可以有任意数量的 case 语句 */
    default : /* 可选的 如果匹配不成功就会跳到这个标签下面去执行这个标签下面的语句*/
        statement(s);
}

```

例子:

```

int x = 5;

switch(x)
{
    case 0:
        printf("x=0");//执行语句
        break; /* 可选的 */
    case 5:
        printf("x=5");//执行语句
}

```

```

        break; /* 可选的 */

/* 可以有任意数量的 case 语句 */
default : /* 可选的 如果匹配不成功就会跳到这个标签下面去执行这个标签下面的语句*/
    printf("no pattern");
}

```

**switch** 语句必须遵循下面的规则：

- **switch** 语句中case后面是一个常量（不能为浮点数）
- 在一个 switch 中可以有任意数量的 case 语句。
- case 后面的常量 必须与 switch 中的变量具有相同的数据类型。
- 当被测试的变量等于 case 中的常量时，case 后跟的语句将被执行，直到遇到 **break** 语句为止。
- 当遇到 **break** 语句时，switch 终止，控制流将跳转到 switch 语句后的下一行。
- 不是每一个 case 都需要包含 **break**。如果 case 语句不包含 **break**，控制流将会继续后续的 case，直到遇到 break 为止，一般建议加break。
- 一个 **switch** 语句可以有一个可选的 **default**，出现在 switch 的结尾。在上面所有的 case 都不执行时执行。default 中的 **break** 语句不是必需的。

示例代码：

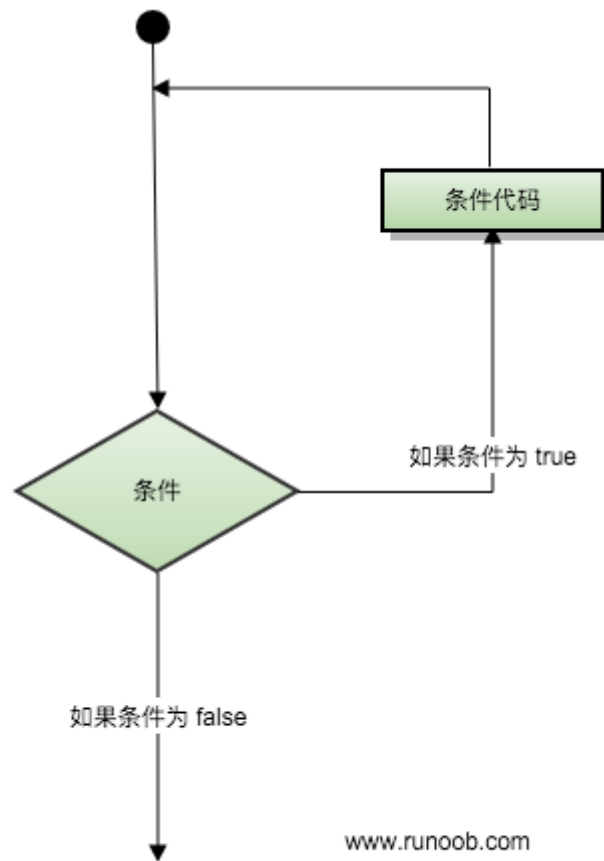
```

#include <stdio.h>
int main ()
{
    char grade = 'B';
    switch(grade)
    {
        case 'A' :
            printf("很棒! \n" );
            break;
        case 'B' :
        case 'C' :
            printf("做得好\n" );
            break;
        case 'D' :
            printf("您通过了\n" );
            break;
        case 'F' :
            printf("最好再试一下\n" );
            break;
        default :
            printf("无效的成绩\n" );
    }
    printf("成绩是 %c\n", grade );
    return 0;
}

```

## 循环

当我们需要重复执行同一块代码时，我们可以使用循环操作来减少代码量。



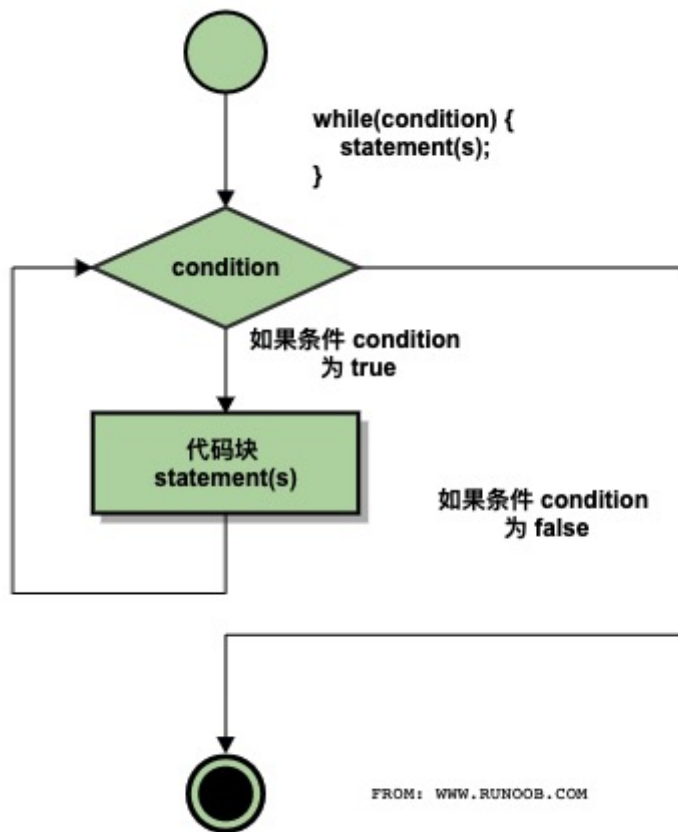
#### 1. while 循环:

```
while(条件语句)
{
    statement(s);
}
```

例子:

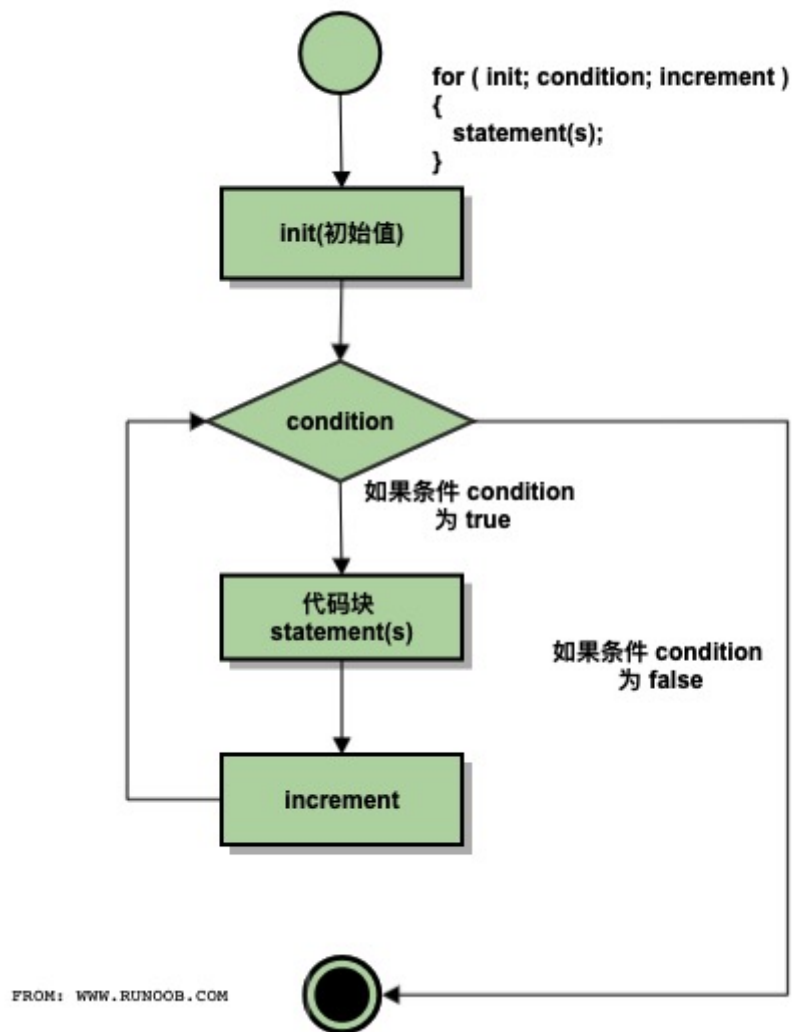
```
int n = 0;
while (n < 10)
{
    printf("%d \n",n);
    ++n;
}
//依次打印出从0到9
```





2. for循环:

```
for ( init; condition; increment )  
{  
    statement(s);  
}
```



```
for (int n = 0; n < 10; ++n)
{
    printf("%d\n", n);
}
//依次打印出从0到9
```

### 3. do..while循环:

不像 **for** 和 **while** 循环，它们是在循环头部测试循环条件。在 C 语言中，**do...while** 循环是在循环的尾部检查它的条件。

**do...while** 循环与 **while** 循环类似，但是 **do...while** 循环会确保至少执行一次循环。也就是说，**do..while**结构会先执行循环，后进行条件判断。

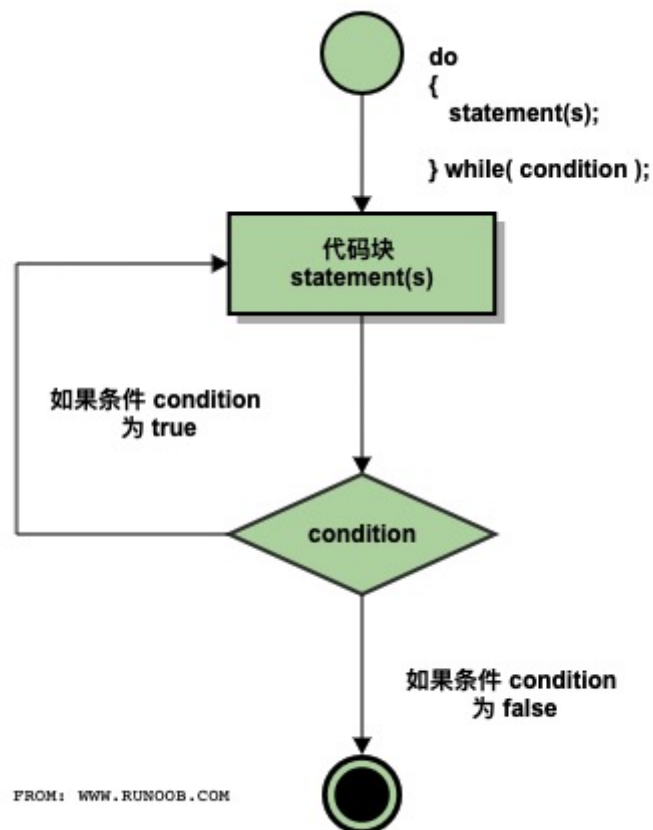
```
do
{
    statement(s);
}while( condition );
```

```

int n = 0;
do {
    printf("%d\n",n);
    ++n;
} while(n < 0); // 输出 0

while (n < 0)
{
    printf("%d\n",n);
    ++n;
} // 无输出

```



休息一下-----

## 函数

函数是一组一起执行一个任务的语句。每个 C 程序都至少有一个函数，即主函数 **main()**，所有简单的程序都可以定义其他额外的函数。

定义方法：

```

返回类型 函数名(参数)
{
    函数体
}

```

**返回类型：**一个函数可以返回一个值。指函数返回的值的数据类型。有些函数执行所需的操作而不返回值，在这种情况下，返回类型是 **void**。

**函数名称：**这是函数的实际名称。函数名和参数列表一起构成了函数签名。

**参数：**参数就像是占位符。当函数被调用时，我们向参数传递一个值，这个值被称为实际参数。参数列表包括函数参数的类型、顺序、数量。参数是可选的，也就是说，**函数可能不包含参数**。

**函数主体：**函数主体包含一组定义函数执行任务的语句。

```
int max(int a,int b)
{
    if(a > b){
        return a;
    }else{
        return b;
    }
}

void print_a(int a)
{
    printf("%d",a);
}
```

## 函数声明

函数**声明**会告诉编译器函数名称及如何调用函数。函数的实际主体可以单独定义。

函数声明包括以下几个部分：

返回类型 函数名(参数);

针对上面定义的函数 max()，以下是函数声明：

```
int max(int a, int b);
```

## 函数调用

```
#include <stdio.h>

int max(int ,int );
void print_a(int );

int max(int a,int b)
{
    if(a > b)
    {
        return a;
    }else
    {
        return b;
    }
}

void print_a(int a)
{
```

```
    printf("%d",a);
}

int main()
{
    int n = 0,m = 5;
    int num = max(n,m);
    print_a(num);
    return 0;
}
```

## 数组

当我们需要声明或使用同一类型的多个变量时，一个个声明未免太过繁琐，我们可以使用数组来达到这个目的。

数组是一个 **固定大小** 的 **相同类型元素** 的 **顺序集合**。

声明方式：

```
类型 数组名[数组大小];
```

例子：

```
int array[10]; // 声明一个大小为10的int类型数组，它可以存储10个int类型的元素
double array[10]; // 声明一个大小为10的double类型数组，它可以存储10个double类型的元素
```

### 初始化数组

```
int array[5] = {0,1,2,3,4};
```

**注意：** 大括号 `{ }` 之间的值的数目不能大于我们在数组声明时在方括号 `[ ]` 中指定的元素数目。

有时我们会开一个超级大的数组，这时使用大括号来进行初始化就非常麻烦了，因此我们结合之前的循环操作来对数组进行初始化

```
int array[5];
for(int i = 0 ; i < 5 ; i++)
{
    array[i] = i+100; // 设置元素i的值为i+100
}
```

### 访问数组元素

数组元素可以通过数组名称加索引进行访问。元素的索引是放在方括号内，跟在数组名称的后边。例如：

```
int array[5] = {0,1,2,3,4};
int num = array[0]; // num = 0;
printf("num = %d\n",num);
for (int j = 0; j < 5; j++) //利用循环打印整个数组
{
    printf("Array[%d] = %d\n", j, array[j] );
}
```

**注意：**数组元素只被创建而没有被初始化的时候是不能进行正常访问的，只有数组中元素被赋值才可以正常访问。

## 多维数组

像 `int a[5]` 这种是一维数组，而当我们想要表示多维元素集合的时候，比如存储二维空间中的任意点(x,y)，就需要使用到二维数组，我们可以把一个二维数组 `a[x][y]` 理解为含有 **x** 个长度为 **y** 的一维数组的集合：

类型 数组名 `[x][y]`；

例：

```
int a[3][4]; // 可以理解为含有3个长度为4的一维数组的集合
```

	Column 0	Column 1	Column 2	Column 3
Row 0	<code>a[0][0]</code>	<code>a[0][1]</code>	<code>a[0][2]</code>	<code>a[0][3]</code>
Row 1	<code>a[1][0]</code>	<code>a[1][1]</code>	<code>a[1][2]</code>	<code>a[1][3]</code>
Row 2	<code>a[2][0]</code>	<code>a[2][1]</code>	<code>a[2][2]</code>	<code>a[2][3]</code>

数组中的每个元素是使用形式为 `a[i][j]` 的元素名称来标识的，其中 `a` 是数组名称，`i` 和 `j` 是唯一标识 `a` 中每个元素的下标，即行列。

## 初始化二维数组

多维数组可以通过在括号内为每行指定值来进行初始化。下面是一个带有 3 行 4 列的数组。

```
int a[3][4] = {
    {0, 1, 2, 3}, /* 初始化索引为 0 的行 */
    {4, 5, 6, 7}, /* 初始化索引为 1 的行 */
    {8, 9, 10, 11} /* 初始化索引为 2 的行 */
};
```

内部嵌套的括号是可选的，下面的初始化与上面是等同的：

```
int a[3][4] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11};
```

## 访问二维数组元素

二维数组中的元素是通过使用下标（即数组的行索引和列索引）来访问的。例如：

```
int val = a[2][3]; // val = 11;
```

上面的语句将获取数组中第 3 行第 4 个元素。您可以通过上面的示意图来进行验证。让我们来看看下面的程序，我们将使用嵌套循环来处理二维数组：

```

int a[3][4] = {
    {0, 1, 2, 3}, /* 初始化索引号为 0 的行 */
    {4, 5, 6, 7}, /* 初始化索引号为 1 的行 */
    {8, 9, 10, 11} /* 初始化索引号为 2 的行 */
};
for (int i = 0; i < 3; i++)
{
    for (int j = 0; j < 4; j++)
    {
        printf("%d ", a[i][j]);
    }
    printf("\n");
}
// 输出
0 1 2 3
4 5 6 7
8 9 10 11

```

类似地，我们可以继续定义三维数组，四维数组甚至n维数组：

```

int a[2][3][4] = { // 这里就可以理解为含有2个长度为[3][4]的二维数组的集合
    {
        {0, 1, 2, 3},
        {4, 5, 6, 7},
        {8, 9, 10, 11}
    },
    {
        {0, 1, 2, 3},
        {4, 5, 6, 7},
        {8, 9, 10, 11}
    }
};
// 遍历三维数组
for (int i = 0; i < 2; i++)
{
    for (int j = 0; j < 3; j++)
    {
        for (int k = 0; k < 4; k++)
        {
            printf("%d ", a[i][j][k]);
        }
        printf("\n");
    }
    printf("\n");
}

```

## 指针

---

## 使用指针

想要在函数中完成变量的交换，不被形参所限制。

**指针**可以达成我们的目的。

在程序运行时，变量被创建时，变量都会被分配到一个内存位置。

内存位置可以通过**&运算符**获取地址。

**注意：**指针变量的类型必须要跟被取地址变量类型一致

## 怎么理解指针

让我们把 \*p，拆分成两部分去理解。

**'p' 部分：**是一个变量，能存储地址。

**'\*' 部分：**获取变量 p 储存的地址，并找到该地址上存储的值。

```
#include <stdio.h>

int main ()
{
    int var = 20;
    int *ip = NULL;
    ip = &var;
    printf("%d\n", *ip );
    *ip = 2;
    printf("%d\n", *ip );
    printf("%d\n", var);
    var = 2;
    printf("%d\n", *ip );
    printf("%d\n", var);
    return 0;
}
```

运行上面的代码，输出 \*p 的值就是 var 的值。

**注意：**多数时候指针初始化置 NULL 很有必要。

## 指针基本运算

指针就是地址，地址在内存中也是以数的形式存在，所以指针也能进行基本运算。

```
int a;
int *p = &a;
printf("%p\n", p);
p++;
printf("%p\n", p);
p -= 2;
printf("%p\n", p);
return 0;
```



## 指向一维数组的指针

- 数组中的每个数据都会保存在一个储存单元里面，只要是储存单元就会有地址，所以就可以用指针保存数组储存单元的地址。

*为指针赋数组数据的地址*

```
int *p = NULL;
int num[5] = {1,2,3,4,5};
for(int i = 0; i < 5; i++)
{
    p = &num[i];
    printf("%d ", *p);
}
```

### 可以使用指针操作一维数组

- 第一种

```
int a[5]={0,1,2,3,4};
int *p = a;
printf("%d", *p);
p++;
printf("%d", *p);
```

- 第二种

```
int num[5] = {1,2,3,4,5};
int *p;
p = &num[0];
```

## 指向二维数组的指针

跟一维数组相似

```
int num[3][2] = {{1,2},{3,4},{5,6}};
int *p = &num[0][0];
```

- **注意：** 不能为指针直接赋予二维数组的数组名，即上面的代码不能写成：`int *p = num;`

## 数组指针

**顾名思义：** 指向数组的指针

如果一个指针指向了数组，就称它为数组指针。c

```
int a[4][3] = {{0,2,3},{1,5,6},{2,3,4},{7,8,9}};
```

在概念上的矩阵是像这种矩阵的样子：

```
0 2 3
1 5 6
2 3 4
```

但实际上它在内存中是链式存储的：

```
0 2 3 1 5 6 2 3 4
```

定义一个数组指针

```
int (*p)[3] = a;
```

括号里面的\*代表p是一个指针，[3]代表这个指针p指向了类型为int[3]的数组

- p指向数组a的开头，就是指向数组的第0行元素，p + 1 指向数组的第一行元素
- 所以 \*(p+1) 就表示数组的第一行元素的值，有多个数据
- \*(p+1) + 1表示第一行的第一个数据的地址

## 二级指针

**顾名思义：** 指向指针的指针

假设有一个 int 类型的变量 a，p1 是指向 a 的指针变量，p2 又是指向 p1 的指针变量。

用代码形式展现就是：

```
int a = 100;
int *p1 = &a;
int **p2 = &p1;
```

指针变量也是一种变量，也会占用存储空间，也可以使用&获取它的地址。C语言不限制指针的级数，每增加一级指针，在定义指针变量时就得增加一个星号。p1 是一级指针，指向普通类型的数据，定义时有一个；p2 是二级指针，指向一级指针 p1，定义时有两个\*。

**同理：** 指针可以有三级指针、四级指针等等。

## 指针在函数中的作用

**指针作为函数的参数**

写一个函数并调用，实现交换变量的值

```
#include<stdio.h>
void swap(int a,int b){
    int temp= a;
    a = b;
    b = temp;
}
int main(){
    int a = 1, b = 2;
    swap(a, b);
    printf("a=%d\nb=%d\n",a,b);
    return 0;
}
```

运行上面的代码，a和b的值并没有发生交换

那么这里就涉及到函数的形参与实参的概念

## 形参（形式参数）

在函数定义中出现的参数，它没有数据，只能在函数被调用时接收传递进来的数据，所以称为**形式参数**。

## 实参（实际参数）

函数被调用时给出的参数包含了实实在在的数据，会被函数内部的代码使用，所以称为**实际参数**。形参和实参的功能是传递数据，发生函数调用时，实参的值会传递给形参。

```
void swap(int a,int b){
    int temp= a;
    a = b;
    b = temp;
}
int main(){
    int a = 1, b = 2;
    swap(a, b);
    printf("a=%d\nb=%d\n",a,b);
    return 0;
}
```

`main`函数 中调用的 `swap`函数 `swap(a, b);` 中的 `a, b` 是**实参**。

`swap`函数 定义的 `void swap(int a,int b)` 中的 `a, b` 是**形参**。

在C语言中实参和形参之间的数据传输是单向的“值传递”方式，也就是实参可以影响形参，而形参不能影响实参。指针变量作为参数也不例外，但是可以改变实参指针变量所指向的变量的值。

```
//正确的变量交换代码
void swap(int *a,int *b){
    int *temp= a;
    a = b;
    b = temp;
}
int main(){
    int a = 0, b = 2;
    scanf("%d", &a);
    swap(&a, &b);
    printf("a=%d\nb=%d\n",a,b);
    return 0;
}
```

上面代码在调用 `scanf` 或者 `swap` 函数的时候，传入变量时，变量前都使用了 `&`运算符

这两个函数通过传入的地址去改变了实参。

## 指针函数

C语言允许函数的返回值是一个指针（地址），我们将这样的函数称为指针函数。

下面的例子定义了一个函数 `strlong()`，用来返回两个字符串中较长的一个：

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
char *strlong(char *str1, char *str2){//返回类型是(char*)
    if(strlen(str1) >= strlen(str2)){
```

```

        return str1;
    }else{
        return str2;
    }
}
int main(){
    char str1[30], str2[30], *str;
    gets(str1);
    gets(str2);
    str = strlong(str1, str2);
    printf("Longer string: %s\n", str);
    return 0;
}

```

**注意：**函数运行结束后会销毁在它内部定义的所有局部数据，包括局部变量、局部数组和形式参数。

## 结构体

如果我们想存储多个学生的信息，比如身高、体重、学习成绩，等等。

在学结构体前，我们可以使用多个数组，用相同下标去存储一个学生的所有信息。

或者使用很多的变量，去储存信息，上述实现方法显得相当麻烦。

C语言向我们提供了一种数据类型：**结构体 (struct)**。

```

//结构体定义
struct student{
    int height;
    double weight;
    char name[20];
    int score;
}student1;

```

这是一个结构体的定义，拆分看。

**struct student:** struct是定义结构体必备的前缀。student 是结构体标签。struct student 可以像 int、double、float 作为定义变量的数据类型。

**{ }内的变量：**结构体就像个模板，能规定好里面填什么变量。

**student1:** 定义 struct student 类型的变量。

## typedef

**typedef**这是一个重命名的关键字

```

//typedef + 数据类型 + 你想要重命名的英文
typedef struct student{
    int height;
    double weight;
    char name[20];
    int score;
}Stu;

```

`typedef` 在这段代码中将 `stu` 等效成了 `struct student`，而不是一个 `struct student` 类型的变量。

### 结构体变量的初始化

结构体也是一种数据类型，从某种程度上说与int等类似，属于同级，所以定义变量的方式也是一样的。

```
struct Stu stu1,stu2; //这里定义了Stu类型的变量
```

### 结构体成员的赋值

结构体成员的获取形式为：

```
结构体变量名.成员名；
```

例：

```
Stu stu1;
stu1.height = 175;
stu1.name = "辰灏";
stu1.weight = 100.0;
printf("身高: %d,姓名: %s,体重: %lf\n",stu1.height,stu1.name,stu1.weight);
```

## 结构体的使用

- 在结构体中使用数组

结构体中的成员变量可以是数组，没有什么特别的。

- 结构体与指针

结构体可以作为函数的参数传进子函数中，然后在子函数中使用。

下面是一个输出函数

`Node` 是一个结构体，`print()`是一个子函数，这个子函数有一个`Node`类型的参数

```
void print(Stu *stu)
{
    if(!p)
        return;
    printf("%d",stu->height);
}
```

## 链表

结构体变量指针

- 结构体变量指向自身

```
struct table{
    int i;
    char c;
    struct table *next;
};
```

//在初始化时，变量next，会指向自身，所以在初始化变量时要把next指针置NULL。

- 指向其它结构变量

即将定义的两个结构体变量，比方说定义了 st1 和 st2两个结构体变量，只需要将st2 的地址 赋给 st1 的指针域，这样 st1 的指针就指向了 st2。

```
struct table
{
    int i;
    char c;
    struct table *next;
}
struct table st1 = {1, 'a'};
struct table st2 = {2, 'b'};
st1.next = &st2;
```

### 动态创建链表

- 构造一个结构类型，此结构类型必须包含至少一个成员指针，此指针要指向此结构类型
- 定义3个结构体类型的指针，按照用途可以命名为， p\_head,p\_rail,p\_new
- 动态生成新的结点，为各成员变量赋值，最后加到链表当中。
- 动态创建的链表，没有一个单独的变量名去寻找到节点，全部都是由结构体中的 next 指针找到下一个节点

```
typedef struct node {
    short i; //数据域
    char c; ///数据域
    struct node *next; //指针域，用于指向下一个结点
}Node;
```

定义结构体指针，不一定要在main函数中定义

```
Node *p_head,*p_rail,*p_new ;
```

### 使用malloc函数申请存储空间

```
p_head = (Node*)malloc(sizeof(Node));
```

- (struct node\*) 强制类型转换
- malloc() 申请空间函数
- sizeof() 申请的大小函数
- 在使用完这个结构体以后可以使用函数 free() 将申请的空间释放。

### 实例

构造结构体

```
typedef struct node {
```

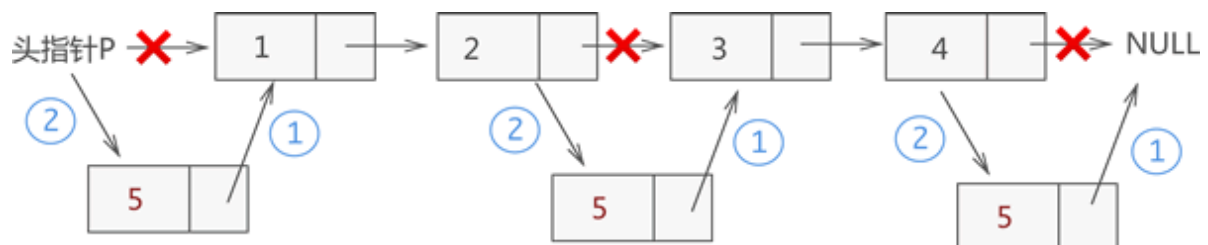
```

short i;
char c;
struct node *next;
}Node;
//定义变量
Node node1 = {1, 'A'};
Node node2 = {2, 'B'};
Node node3 = {3, 'C'};
//链表连接
node1.next = &node2;
node2.next = &node3;
//动态申请节点并添加到链表中
Node *p_new;
p_new = (Node *)malloc(sizeof(Node));
p_new->i = 4;
p_new->c = 'd';
node3.next = p_new;

```

## 链表操作

### 插入



#### 1) 头部插入

- 插入节点到头节点之前

```

Node p_new = (Node *)malloc(sizeof(Node)); //创建新结点, 并为其开辟空间
scanf("%d%c", &(p_new->i), &(p_new->c)); //录入结点数据
//插入节点
p_new->next = p_head;
p_head = p_new;

```

- 插入节点到链表中间

```

Node *p_new = (Node *)malloc(sizeof(Node)); //创建新结点, 并为其开辟空间
scanf("%d%c", &(p_new->i), &(p_new->c)); //录入结点数据
Node *p_front = p_head->next;
p_new->next = p_front->next;
p_front->next = p_new;

```

- 插入节点到末尾

```

void insert(Node *p){
    if(!p){ //如果p是空的
        p = (Node *)malloc(sizeof(Node));
        scanf("%d%c", &(p->i), &(p->c)); //录入结点数据
        p->next = NULL; //next节点置空
        return;
    }
}

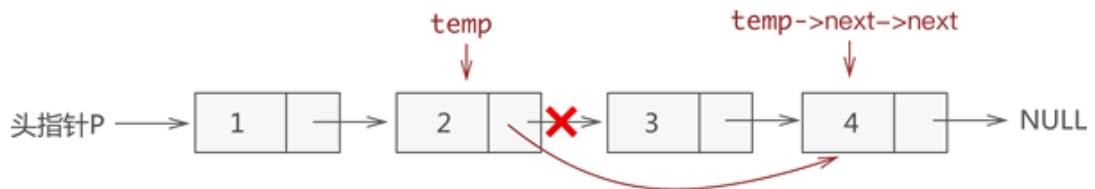
```

```

Node p_loop = p;
while(p_loop){
    p_loop = p_loop->next;
}
p_new = (Node *)malloc(sizeof(Node));
scanf("%d%c",&(p_new->i),&(p_new->c)); //录入结点数据
p_new->next = NULL;//next节点置空
}

```

- 删除某一位置节点



```

void del_list(struct node *p_head,int pos)
{
    struct node *p_front,*p_del;
    p_front = p_head;
    for(int i = 0;i <= pos - 1;i ++){
        p_front = p_front->next;
    }
    p_del = p_front->next;
    p_front->next = p_del->next;
    free(p_del);
}

```

## 1.位运算概述

从现代计算机中所有的数据二进制的形式存储在设备中。即 0、1 两种状态，计算机对二进制数据进行的运算(+、-、\*、/)都是叫位运算，即将符号位共同参与运算的运算。

举个例子：

```

int a = 35;
int b = 47;
int c = a + b;

```

计算两个数的和，因为在计算机中都是以二进制来进行运算，所以上面我们所给的 `int` 变量会在机器内部先转换为二进制在进行相加：

```

35:  0 0 1 0 0 0 1 1
47:  0 0 1 0 1 1 1 1
-----
82:  0 1 0 1 0 0 1 0

```

所以，相比在代码中直接使用(+、-、\*、/)运算符，合理的运用位运算更能显著提高代码在机器上的执行效率。



## 2.位运算概览

符号	描述	运算规则
&	与	两个位都为1时，结果才为1
	或	两个位都为0时，结果才为0
^	异或	两个位相同为0，相异为1
~	取反	0变1，1变0
<<	左移	各二进制位全部左移若干位，高位丢弃，低位补0
>>	右移	各二进制位全部右移若干位，对无符号数，高位补0，有符号数，各编译器处理方法不一样，有的补符号位（算术右移），有的补0（逻辑右移）

## 3.按位与运算符（&）

**定义：**参加运算的两个数据，按二进制位进行"与"运算。

运算规则：

```
0&0=0  0&1=0  1&0=0  1&1=1
```

总结：两位同时为1，结果才为1，否则结果为0。

例如：3&5 即 0000 0011 & 0000 0101 = 0000 0001，因此 3&5 的值得1。

注意：负数按补码形式参加按位与运算。

**与运算的用途：**

### 1) 清零

如果想将一个单元清零，即使其全部二进制位为0，只要与一个各位都为零的数值相与，结果为零。

### 2) 取一个数的指定位

比如取数 X=1010 1110 的低4位，只需要另找一个数Y，令Y的低4位为1，其余位为0，即 Y=0000 1111，然后将X与Y进行按位与运算（X&Y=0000 1110）即可得到X的指定位。

### 3) 判断奇偶

只要根据最末位是0还是1来决定，为0就是偶数，为1就是奇数。因此可以用if ((a & 1) == 0)代替if (a % 2 == 0)来判断a是不是偶数。

## 4.按位或运算符（|）

**定义：**参加运算的两个对象，按二进制位进行"或"运算。

运算规则：

0|0=0   0|1=1   1|0=1   1|1=1

总结：参加运算的两个对象只要有一个为1，其值为1。

例如：3|5即 0000 0011| 0000 0101 = 0000 0111，因此，3|5的值得7。

注意：负数按补码形式参加按位或运算。

## 或运算的用途：

### 1) 常用来对一个数据的某些位设置为1

比如将数 X=1010 1110 的低4位设置为1，只需要另找一个数Y，令Y的低4位为1，其余位为0，即Y=0000 1111，然后将X与Y进行按位或运算 (X|Y=1010 1111) 即可得到。

## 5.异或运算符 (^)

定义：参加运算的两个数据，按二进制位进行"异或"运算。

运算规则：

0^0=0   0^1=1   1^0=1   1^1=0

总结：参加运算的两个对象，如果两个相应位相同为0，相异为1。

异或的几条性质：

- 1、交换律
- 2、结合律  $(a \oplus b) \oplus c == a \oplus (b \oplus c)$
- 3、对于任何数x，都有  $x \oplus x = 0$ ， $x \oplus 0 = x$
- 4、自反性:  $a \oplus b \oplus b = a \oplus 0 = a$ ;

异或运算的用途：

### 1) 翻转指定位

比如将数 X=1010 1110 的低4位进行翻转，只需要另找一个数Y，令Y的低4位为1，其余位为0，即Y=0000 1111，然后将X与Y进行异或运算 (X^Y=1010 0001) 即可得到。

### 2) 与0相异或值不变

例如：1010 1110 ^ 0000 0000 = 1010 1110

### 3) 交换两个数

实例

```
void Swap(int &a, int &b){
    if (a != b){
        a ^= b;
        b ^= a;
        a ^= b;
    }
}
```

## 6.取反运算符 (~)

定义：参加运算的一个数据，按二进制进行"取反"运算。

运算规则：

```
~1=0
~0=1
```

总结：对一个二进制数按位取反，即将0变1，1变0。

**异或运算的用途：**

1) 使一个数的最低位为零

使a的最低位为0，可以表示为：`a & ~1`。

`~1`的值为 `1111 1111 1111 1110`，再按"与"运算，最低位一定为0。因为"~"运算符的优先级比算术运算符、关系运算符、逻辑运算符和其他运算符都高。

## 7.左移运算符 (<<)

**定义：**将一个运算对象的各二进制位全部左移若干位（左边的二进制位丢弃，右边补0）。

设 `a=1010 1110`，`a = a<< 2` 将a的二进制位左移2位、右补0，即得 `a=1011 1000`。

若左移时舍弃的高位不包含1，则每左移一位，相当于该数乘以2。

## 8.右移运算符 (>>)

**定义：**将一个数的各二进制位全部右移若干位，正数左补0，负数左补1，右边丢弃。

例如：`a=a>>2` 将a的二进制位右移2位，左补0 或者 左补1得看被移数是正还是负。

操作数每右移一位，相当于该数除以2。

## 9.复合赋值运算符

位运算符与赋值运算符结合，组成新的复合赋值运算符，它们是：

<code>&amp;=</code>	例： <code>a&amp;=b</code>	相当于	<code>a=a&amp;b</code>
<code> =</code>	例： <code>a =b</code>	相当于	<code>a=a b</code>
<code>&gt;&gt;=</code>	例： <code>a&gt;&gt;=b</code>	相当于	<code>a=a&gt;&gt;b</code>
<code>&lt;&lt;=</code>	例： <code>a&lt;&lt;=b</code>	相当于	<code>a=a&lt;&lt;b</code>
<code>^=</code>	例： <code>a^=b</code>	相当于	<code>a=a^b</code>

运算规则：和前面讲的复合赋值运算符的运算规则相似。

不同长度的数据进行位运算：如果两个不同长度的数据进行位运算时，系统会将二者按右端对齐，然后进行位运算。

以"与运算"为例说明如下：我们知道在C语言中long型占4个字节，int型占2个字节，如果一个long型数据与一个int型数据进行"与运算"，右端对齐后，左边不足的位依下面三种情况补足，

- 1) 如果整型数据为正数，左边补16个0。
- 2) 如果整型数据为负数，左边补16个1。

- 3) 如果整形数据为无符号数，左边也补16个0。