清華大學 Tsinghua University

腾讯会议ID：635492051 / 2021

计算机程序设计基础

第2讲 顺序程序设计与基本数据类型（一）

沈瑜（010-62782951）

shenyu@tsinghua.edu.cn

清华大学电机系

2021.9.26

主要内容

- 简单的C程序设计举例
  - 顺序程序设计，实现简单的数学计算
- 简单的数据类型（一）整数与实数
- 运算符与表达式
- 简单数据的输入输出（一）**printf**

参考教材：《谭浩强》第3章；《现代方法》第2,3,4,7章
（算法有关的内容先不细看/字符有关的下一节课讲）
网络学堂：“VS2012安装及初级使用指南”

2.1 简单的C程序设计举例

- 例1: 求两个整数之和。

```
#include <stdio.h>    //预编译处理命令

//求两个整数之和
int main()                //主函数
{                         //开始
    int a, b, sum;  //声明部分，定义3个整型变量

    a = 123;        //对变量a赋值
    b = 456;        //对变量b赋值
    sum = a+b;      //进行加法运算，结果存放在变量sum中

    printf( "sum is %d \n", sum ); //输出两数之和

    return 0;       //函数 返回值为0
}                         //函数结束
```

- 例2：求两个实数之和。

```c
#include <stdio.h>  //预编译处理命令

//求两个实数之和
int main()                  //主函数
{                          //函数开始
    float a, b, sum;  //声明部分，定义3个浮点型变量

    a = 123.456;       //对变量a赋值
    b = 456.789;       //对变量b赋值
    sum = a+b;    //进行加法运算，结果存放在变量sum中

    printf( "sum is %f \n", sum ); //输出两数之和

    return 0;          //函数 返回值为0
}                          //函数结束
```

●例3: 计算圆的面积。

```
#include <stdio.h>  //预编译处理命令

#define PI 3.14159265358979323384626
//求圆的面积
int main()                  //主函数
{                          //函数开始
    float r, area;  //声明部分，定义2个浮点型变量

    r = 30.5;       //对半径变量r赋值
    area = PI * r * r;    //进行面积计算，结果存放在变量area中

    printf( "PI is %f \n", PI ); //输出PI值
    printf( " r is %f, so area is %f \n", r, area );
                                          //输出半径和面积
    return 0;          //函
}                      //函
```

```
PI is 3.141593
 r is 30.500000, so area is 2922.466553
```

2.2 简单的数据类型（一）整数与实数

1. 常量 constant

- 整数 int

  2 -23 2456 0

- 浮点数（实数） float

  十进制小数形式 2.75

  指数形式 3.16E3 （代表3.16×10^3）

  -2e-8 （代表-2×10^{-8}）

上述数据，称为常量。 Constant

符号常量：

#define PI 3.14159265358979323846

*整数(int)的计算机表达形式

人类计数方式：“逢十进一”

$178=1\times10^2+7\times10^1+8\times10^0$

计算机：

二进制 （**Binary**）

$13 = 1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0 = (1101)_2$

bit （位） 比特

Byte / ‘bait/（字节） **= 8 bit**

八进制 （Octal）

$(262)_8$ 0262

十六进制 （Hexadecimal）

$(B2)_{16}$ 0xB2

*整数的表值范围、负整数的表示

正整数的表值范围：

对**1Byte**即**8**位，表示正整数的范围为：

0 ~ 0xff　即 **0 ~ 255**

对**2Byte**即**16**位，表示正整数的范围为：

0 ~ 0xffff　即 **0 ~ 65535**

只有加法器的计算机：

溢出现象　$(11111111)_2 + 1 \equiv 0$　（相当于取模运算）

减法？乘法？除法？

负整数的表示：

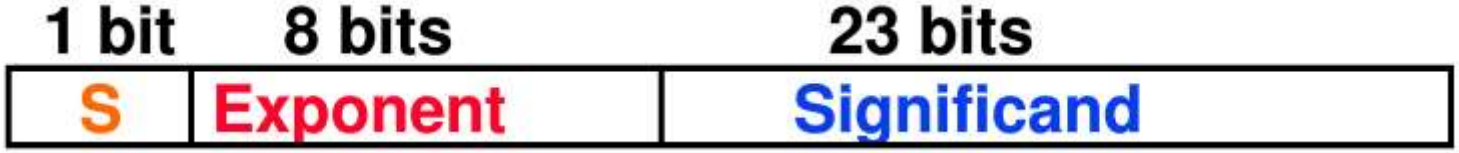
1Byte　**-128 ~ 127**

$(11111111)_2 + 1 \equiv 0$ ➔ $(11111111)_2$ 即为 **-1**

最高位为符号位

*浮点数(float)的计算机表达形式

- 计算机中以指数形式存放实数
  - ※小数部分（含符号）、指数部分



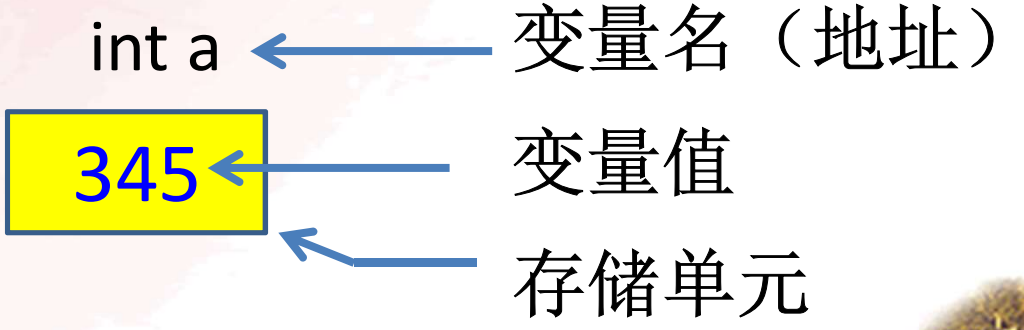
$$(-1)^S \times (1 + \text{Significand}) \times 2^{(\text{Exponent}-127)}$$

  - ※**float:** 4个字节，含**6~7**位有效数字
  - ※**double:** 8个字节，含**15**位有效数字

注意：尽量不要尝试直接比较两个实数是否相等，小于某一个精度则认为是相等。

2. 变量 variable

- 变量，用以临时存储数据
- 变量必须先定义，后使用　**int age; float height;**
- 定义变量时指定该变量的名字和类型
- 变量名和变量值是两个不同的概念
- 变量名实际上是以一个名字代表的一个存储地址
- 从变量中取值，实际上是通过变量名找到相应的内存地址，从该存储单元中读取数据



变量类型

- 整型
  - short int， int， long int， long long
  - unsigned int，unsigned long
- 实型
  - float， double， long double

- 数值的表达范围大小不同；内存字节数不同
  - 与编译器/操作系统有关
- sizeof 关键字　　不是函数

  sizeof(int)　　sizeof(intA)

取得字节数。编译时处理，相当于一个常量

3. 标识符 identifier

- 变量、函数、宏、对象命名，名字是标识符

大小写字母是不同的字符

case sensitive

- C语言规定标识符只能由字母、数字和下划线3种字符组成，且第一个字符必须为字母或下划线
- 合法的标识符：如**sum，average, _total, Class, day, BASIC, li_ling, times100**
- 不合法的标识符：**M.D.John，￥123，＃33，3D64，a＞b，li-ling**
- 推荐“驼峰规则”： 不用 **int** studentnumber

  用 int nStudentNumber

4. 变量的声明和赋值

- 变量使用前必须先声明
  - 早期标准

```
int main()
{
    int  age, num;
    float height;
    age=18;
    height=1.81;
    return 0;
}
```

  - C99标准 及 C++

```
int main()
{
    int  age, num;
    age=18;
    float height;
    height=1.81;
    return 0;
}
```

- = 称为赋值运算符

5. 变量的初始化

- 程序开始执行时，有一些变量自动设置为零，但是很多变量的值是不定的（未初始化）。
  - 若使用未初始化的变量，结果不可预知/甚至程序崩溃
- 除了赋值的方法给变量赋初始值，还可初始化：

  float height = 1.81;

  1.81称为 初始化式 (initializer)
- 这里的 = 初始化 与 赋值运算符 = 不是一回事！
- 以下两种初始化写法：

  float height=1.81, length=6.6, width= 3.1;

  float height, length, width= 3.1;

2.3 运算符与表达式

1.基本的算术运算符

+ ： 正号运算符(单目运算符)Unary Operator
− ： 负号运算符(单目运算符)
+ ： 加法运算符
− ： 减法运算符
* ： 乘法运算符
/ ： 除法运算符
% ： 求余运算符

算术运算的说明

- 两个整数相除的结果为整数
  - 如**5/3**的结果值为１，舍去小数部分
  - 如果除数或被除数中有一个为负值，舍入方向不固定。例如，**-5/3**，有的系统中得到的结果为**-1**，在有的系统中则得到结果为**-2**
  - **VC++**采取“向零取整”的方法

    如**5/3=1**，**-5/3=-1**，取整后向零靠拢
- **%** 运算符要求参加运算的运算对象(即操作数)为整数，结果也是整数。结果的符号与被除数符号相同。如**11%3**，结果为**2**； **-5%3**，结果为**-2**

2.自增、自减运算符

- 作用是使变量的值 1 或减 1

  ++i;　在使用i之前，先使i的值加1

  --i;　在使用i之前，先使i的值减1

  i++;　在使用i之后，使i的值加1

  i--;　在使用i之后，使i的值减1

- 对于复杂的表达式中，慎用

  尤其是复杂的优先级和结合顺序时慎用

3.算术表达式和运算符的优先级与结合性

- 用算术运算符和括号将运算对象（也称操作数）连接起来的、符合C语法规则的式子，称为C算术表达式
- 运算对象包括常量、变量、函数等
- C语言规定了运算符的优先级和结合性
  - 圆括号的优先级最高
  - 教材附录D ”运算符和结合性”， **p 378**

4.不同类型数据间的混合运算

- +、−、*、/运算的两个数中有一个数为float或double型，结果是double型。系统将float型数据都先转换为double型，然后进行运算
- 如果int型与float或double型数据进行运算，先把int型和float型数据转换为double型，然后进行运算，结果是double型

5. 强制类型转换运算符

- 强制类型转换运算符的一般形式为

  （类型名）（表达式）

  (double)a　　（将 a 转换成**double**类型）

  (int) (x+y)　　（将**x+y**的值转换成**int**型）

  (float)(5/3)　　（将**5/3**的值转换成**float**型）

- 有两种类型转换
  - ◆ 系统自动进行的类型转换
  - ◆ 强制类型转换

6. 赋值过程中的类型自动转换

- 如果赋值运算符两侧的类型一致，直接赋值

  i=234; // 此前i已经被定义为int型

- 如果赋值运算符两侧的类型不一致，自动转换
  - 将浮点数赋给整型变量时，取整，舍弃小数部分

    i = 3.45; //结果是 i=3
  - 整型数赋给浮点数，数值不变，浮点数形式存储

    f = 23; //此前f被定义为float或double，相当于f=23.0
  - 字符型数据赋给整型变量，赋给ASCII码

    i = 'A'; //此前i已经被定义为int型
  - 截断现象 （给允许表值范围小的变量赋值时常见）

    c=289; //c 已被定义为char型，实际c=33

7*. 逗号表达式与典型表达式示例

- 逗号运算符（又称“顺序求值运算符”）

  表达式1, 表达式2

  逗号表达式的求解过程是：先求解表达式1，再求解表达式2。整个逗号表达式的值是表达式2的值。

  3+5, 6+8 //表达式的值为14

- 示例：

  C=5*(100-32)/9 //？华氏100度转换；37.000000

  C=5/9*(100-32) //？华氏100度转换；0.000000

  a=b=1; //赋值运算符，自右向左

  a=3*5, a*4 //表达式值60；赋值运算符优先级高于逗号运算符

  x=(a=3, 6*3) //表达式值18

  x=a=3, 6*a //表达式值18

2.4 简单数据的输入输出（一）

1. 输入输出的概念

- 以计算机主机为主体而言
  - 计算机向输出设备（显示器/打印机）输出
  - 计算机从输入设备（键盘/磁盘/扫描仪等）输入
- C标准函数库的输入输出函数

  printf　　scanf

  #include <stdio.h>

  这两个函数是格式输入输出函数

  用这两个函数时，可指定格式

2. printf显示变量的值/表达式的值

- 程序在初始化所有变量之后，就找到main函数入口，逐个语句执行；
- 用printf函数可显示变量的当前值

```
int age = 18;
printf("age: %d\n", age);
float height = 1.81;  //浮点数
printf("height:  %f\n", height );
height = 20.7;
printf("height:  %f\n", height );
```

- 占位符%d和%f 用以指明变量的值的显示位置

printf显示表达式的值

- 用printf函数可显示表达式的值

```
float height=1.81, length=6.6, width= 3.1;
printf("volume:  %f\n", height*length*width);

int age=18;
printf("age: %d\nheight: %f\nlength: %f\nwidth: %f\nvolume: %f\n", age, height, length, width, height*length*width);
```

- 显示多个变量/表达式的值
- 占位符%d和%f，与对应变量类型必须一致，否则结果难以预料

3. printf函数的用法

printf函数的一般格式

printf（格式控制，输出表列）

例如：

printf(”i=%d,c=%c\n”,i,c);

格式声明

可以输出常量、变量或表达式

printf(”i=%d,c=%c\n”,i,c);

普通字符

printf函数的常用格式字符

- d 格式符。用来输出一个有符号的十进制整数
  - 可以在格式声明中指定输出数据的域宽

    printf(”%5d%5d\n”,12,-345);
  - **%d输出int型数据**
  - **%ld输出long型数据**
- **f格式符。用来输出实数，以小数形式输出**

  ①不指定数据宽度和小数位数，用**%f**

例：用**%f**输出实数，只能得到 6 位小数。

```
double a=1.0;
printf(”%f\n”,a/3);
```

```
0.333333
```

printf函数的常用格式字符

- f格式符

①不指定数据宽度和小数位数，用%f

② 指定数据宽度和小数位数。用%m.nf

```
printf("%20.15f\n",1/3);
```

```
  0.333333333333333
```

```
printf("%.0f\n",10000/3.0);
```

```
3333
```

③ 输出的数据向左对齐，用%-m.nf

printf函数的常用格式字符

- f格式符
  - 用来输出实数，以小数形式输出
    - float型数据只能保证6位有效数字
    - double型数据能保证15位有效数字
    - 计算机输出的数字不都是绝对精确有效的

printf函数的常用格式字符

- e格式符。指定以指数形式输出实数
  - %e，VC++给出小数位数为 6 位

    指数部分占5列

    小数点前必须有而且只有1位非零数字

  printf(”%e”,123.456);

  输出：1.234560 e+002

  - %m.ne

  printf(”%13.2e”,123.456);

  输出：　1.23e+002　(前面有4个空格)

例：方程求解

求 $ax^2+bx+c=0$ 方程的根。a、b、c暂时固定。

设 $b^2-4ac>0$

如果b^2-4ac≥0，则一元二次方程有两个实根:

$$x_1=\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a} \qquad x_2=\frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$

若记 $p=\frac{-b}{2a}$ $q=\frac{\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

$$x_1=p+q$$
$$x_2=p-q$$

```
#include <stdio.h>
#include  <math.h>
int main ( )
{   double a,b,c,disc,x1,x2,p,q;
    a=1.0, b=1,  c = -30;   //后续改为键盘输入
    disc=b*b-4*a*c;
    p=-b/(2.0*a);
    q=sqrt(disc)/(2.0*a);
    x1=p+q;   x2=p-q;
    printf("x1=%7.2f\nx2=%7.2f\n",x1,x2);
    return 0;
}
```

输出数据占7列，其中小数占2列